

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

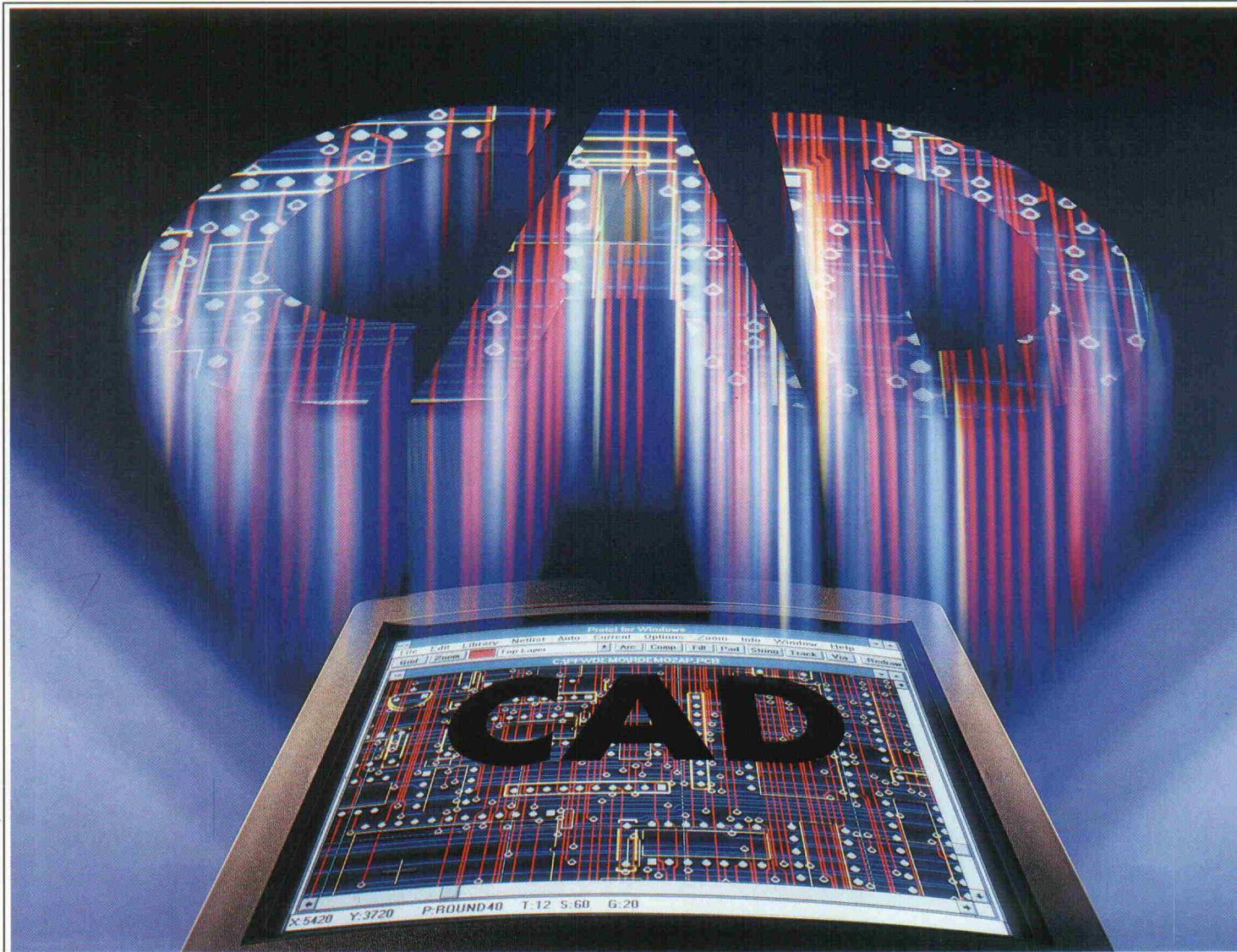
bfr 182,- · hfl 8,50

FF 25,-

5/92

5/92

+ der elektroniker



Test:
Antriebstechnik: Servo-Positioniersysteme

Projekte:
Controller 92: Z80-Multifunktions-Board
Busmodul: Universelles IEEE-488-Interface

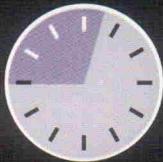
Entwicklung:
Design Corner: Integrierte Filter MAX 274/275
Halbleiter: Boundary Scan Test (3)

Grundlagen:
Audio: Equalizer-Schaltungstechnik
Laborblätter: Neue Timer-ICs (2)

Arbeit & Ausbildung:
Preiswerter Ausbildungsrechner

**ECAD-Markt:
55 Systeme
im Überblick**

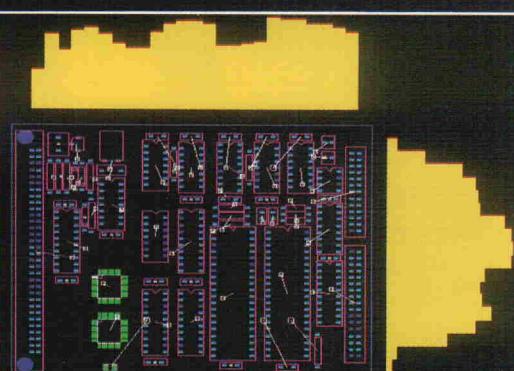
von der Idee bis zum Plot in einem Tag



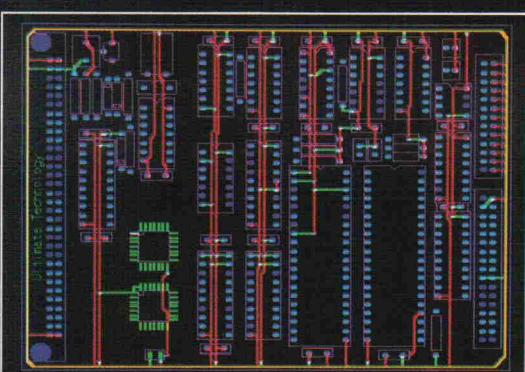
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTICap, dem Schaltplanteingabeprogramm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert ULTICap in "Echtzeit", das keine "logischen" Fehler gemacht werden. Die Verbindungen werden durch das "Anklicken" der Anfangs- und Endpunkte automatisch verlegt. Bei T-Verbindungen setzt ULTICap automatisch die Verbindungspunkte, so das Fehler und Zeitverlust verhindert werden.



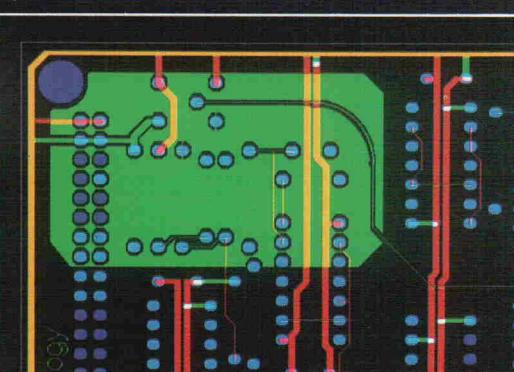
Aus der Benutzeroberfläche ULTIShell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTICap zum Layout-Programm ULTIBoard übertragen.



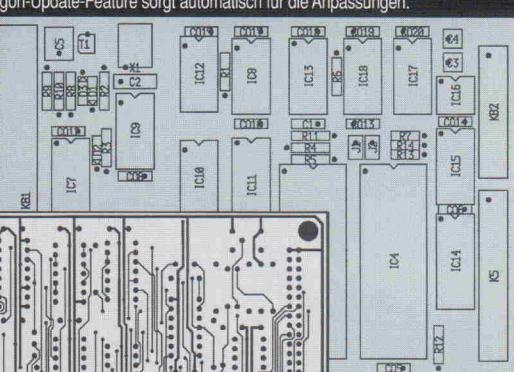
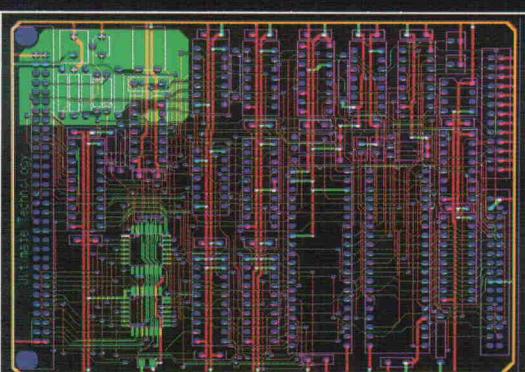
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTIBoard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOVING" geht dies schnell und fehlerfrei.



Der flexible interne Autorouter wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTIBoard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystemerweiterung) sind in der

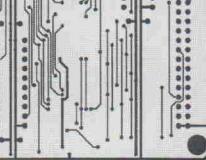
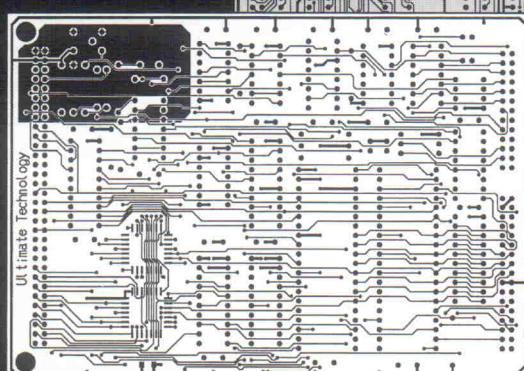


Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorouter zu gewährleisten, hat der Designer die Möglichkeit Fenster, einzelne Bauteile oder Netze bzw. Netzgruppen zu routen. Automatisch werden auch die Durchkontaktierungen minimiert, um die Produktionskosten so gering wie möglich zu halten.



ULTIBoard ist verfügbar in einer "low-cost"-DOS Version (Kapazität 700 Pins): Preis, DM 995,- zzgl. MwSt. (DM 1134,30 incl. MwSt.); ULTICap-Schema DM 595,- zzgl. MwSt. (DM 678,30 incl. MwSt.); Kombinationsangebot DM 1395,- zzgl. MwSt. (DM 1590,30 incl. MwSt.)

Der Aufstieg zu 16 und 32 Bit DOS-Protected-Mode und UNIX-Systemen - mit unbegrenzter Design-Kapazität - ist jederzeit möglich.



Durch "Backannotation" wird der Schaltplan in Ulticap dem durch Pin- und Gattertausch sowie Bauteil- "Renumbering" optimierten Design vollautomatisch

angepaßt. Zum Schluß werden die Ergebnisse auf einem Matrix- oder Laserdrucker ausgegeben oder Pen-, Foto- oder Laserplotter geplottet. Bei HPGL- und Postscript-Ausgabe können die Pads für die Herstellung von Prototypen mit Bohrlöchern versehen werden.

Kostenlose Demodisketten oder Testinstallationen verfügbar

ULTIMATE
TECHNOLOGY GmbH
Carl-Strehl-Str. 6 • 3550 Marburg
Tel. 06421-25080 Fax 06421-21945

PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

Distributoren:

Taube Electronic Design Tel. 030-691-4646 Fax 030-694-2338
Arndt Electronic Design Tel. 07026-2015 Fax 07026-4781
Heslab H. Seifert GmbH Tel. 04361-7001 Fax 04361-80411
Edit GmbH Tel. 05733-3031 Fax 05733-6549

Österreich: WM-Electronic

Tel. / Fax 0512-292396

Schweiz: AV-SYSTEMS AG

Tel. 0571-273002 Fax 0571-273663

Int. HQ: ULTImate Technology HQ

Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345

Buskollisionen

Mit Problemen der kommunikativen Infrastruktur haben alle zu tun, vom IC-Designer bis zum industriellen Prozeßbevollmächtigten. Die richtungsweisenden Lösungen heißen auf Boardebene EISA, ISA, Micro Channel und I²C; auf der Systemebene findet der Anwender unter VME, VXI, Futurebus, Multibus oder IEEE-488 immer die passende Variante. Die Feldbusse aber haben sich festgefahren, sie stecken im Verkehrschaos:

ABUS, ASI, Bitbus, CAN-Bus, DIN-Meßbus, Drivecom, Echolon, Interbus, P-NET, Profibus, S-Bus. Das sind nur die elf bekanntesten Buslinien. Die nächste größere Verbindung wird gerade geplant, und Nebenstrecken mit me-too-Anbietern gibt es zuhauf: beispielsweise ein 'Master-Slave-Bussystem sensoplex für die direkte Ankopplung von Sensoren und Aktuatoren', ein 'Transfer X', ein 'PDNet', ein 'Lecom' oder ein 'Remote I/O-Bussystem ETN'. Allen gemeinsam ist, daß sie nach Kräften die Bustrommel rühren.

Das kommt davon, wenn das IEC nicht in die Pötte kommt. Seit 1985 brütet eine Arbeitsgruppe über dem Omnibus, dem Bus für alle (lat. *omnis* = jeder), dem 'Weltbus' also – ein Begriff, der kürzlich in Hannover zu hören war.

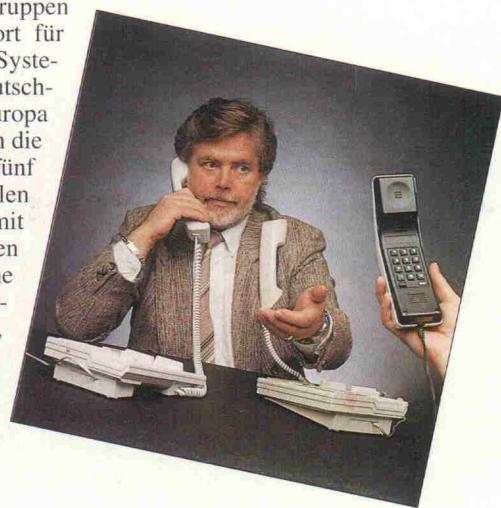
Das Problem der International Electrical Commission darf freilich nicht unterschätzt werden. Alle technischen Anforderungen an den Glo-bus müssen koordiniert, die Interessen der Instrumentenhersteller unter einen Hut gebracht werden; zu standardisieren sind die Informationen, die Protokollänge, die Übertragungsgeschwindigkeit, Kollisions- und Echtzeitfragen, die Anzahl der Busteilnehmer und die maximale Feldgröße.

Das dauert, und in der Zwischenzeit werden Fakten geschaffen. Die 'fractale Fabrik', von der hierzulande schon geredet wird, dürfte zwar noch etwas auf sich warten lassen, aber die letzte Hannover-Messe war nicht die erste, die den Bus-User-Gruppen als Austragungsort für den Kampf der Systeme diente. In Deutschland und Westeuropa kristallisieren sich die Aktivitäten, und fünf US-Firmen wollen jetzt zusammen mit der holländischen Unilever eine ganze Fabrik testhalber aufbauen, nur um Feldbusse ausprobieren zu können.

Und die Japaner? Auch sie sollen, wie zu vernehmen, einen Bus haben, den FAIS (Factory Automation Interconnection System). Nur *ein* Bus? Kaum zu glauben. Es glaubt doch auch niemand ernsthaft, die Menschheit könnte mit weniger als zweihundert Zahnpasta-Sorten auskommen, für die aufwendig geforscht wird, es sei denn, er hat das Prinzip der freien Marktwirtschaft nicht verstanden. Aber: 'Die ersten Produkte sind bereits im Anflug auf Europa' formulierte kürzlich die 'Elektronik' im Blick auf den Yen-Bus. Einigkeit macht eben doch stark, wenn andere auf Kollisionskurs gehen.



Manfred H. Kalsbach



Design Corner

Integrierte Filter MAX 274/275

Speziell für die Filteranforderungen hochauflösender A/D- und D/A-Wandler in Daten erfassungsapplikationen hat die Firma Maxim kontinuierliche Filter-ICs 4. und 8. Ordnung entwickelt. Schaltungen, Daten und Entwicklungswerkzeuge findet man auf

Seite 54



Grundlagen

Schaltungstechnik: Equalizer

Es gibt sie grafisch und parametrisch, in Oktav-, Terz- und 2/3-Terz-Ausführung, doch trotz aller Hersteller-Beteuerungen in bezug auf die verwendete ultimative Schaltungstechnik findet man nach einem Blick auf die Platinen meist doch nur solide, aber schon dagewesene Bandpaßfilter. Wo die wirklichen Unterschiede liegen, zeigt unser Artikel ab

Seite 78

Test

Servo-Positioniersysteme

Sieht man sich die MSR-Abläufe einer Servo-Positioniereinrichtung an, kommen sehr schnell Zweifel, ob ein PC überhaupt in der Lage ist, diese Aufgabe zu bewältigen: Positions-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Bahnberechnungen, Erfassen von Achsbewegungen, Kontrollieren der Servoantriebe und Überwachen der Endlagen – diese extrem zeitkritischen Anforderungen vervielfachen sich mit der Anzahl der zu steuern Achsen. Welche Regelalgorithmen einen PC in die Lage versetzen, dieses Problem zufriedenstellend zu lösen, und wie professionelle Praxislösungen aussehen, wurde im Elrad-Labor untersucht.

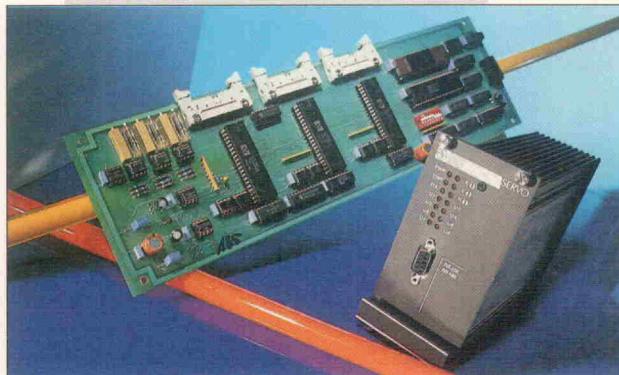
Seite 40



Projekt

Von A bis Z 80

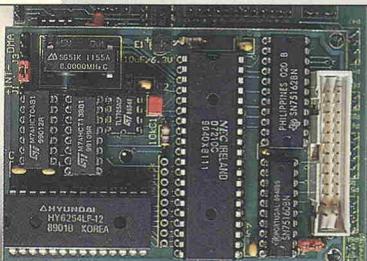
In einem weiteren Beitrag in der Reihe 'Controller '92' stellt die Elrad-Redaktion einen Einplatinen-Rechner auf Z-80-Basis vor. Dieser immer noch aktuelle 'Veteran' unter den CPUs erhält in diesem Projekt Unterstützung von einem modernen Peripherie-'Enkel': einer Z-80-KIO.



Seite 28

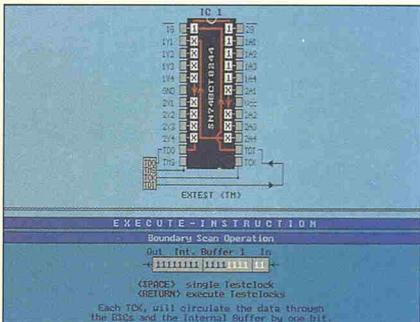
Projekt

IEEE-488- Interfacemodul



Mit der zusätzlichen Abwicklung des IEEE-488-Busverkehrs sind zummindest Standard 8-Bit-Einplatinenrechner überfordert, trotzdem wäre ihre Einbindung in automatisierte Meß- und Testsysteme oft keine schlechte Idee. Als 'Problemlöser' bietet sich das Projekt IE3-IF-Modul an, bei dem die Abwicklung des Schnittstellen-geschehens größtenteils von dem Interface-Chip μ PD 7210 erledigt wird. Besonderer Clou der Schaltung: Sie 'frißt' keine Ports.

Seite 46



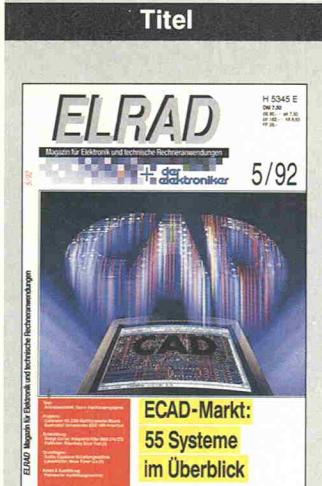
Grundlagen

Im Testen was Neues (3)

Der Schlußbeitrag der Reihe bringt – neben letzten Informationen – Hinweise für alle, die den Teststandard JTAG (Boundary Scan Test) noch näher kennenlernen wollen. Obiges Foto entstammt der Lern-Software 'Scan Educator' von Texas Instruments – sie ist etwas preiswerter als Seminar oder Workshop.

Seite 85

Titel



Inhaltsverzeichnis

Seite

aktuell

- | | |
|-------------------------|----|
| Halbleiter | 7 |
| Meßtechnik | 9 |
| VMEbus | 10 |
| Gigasample-Oszilloskope | 12 |
| Stromversorgung | 14 |
| Firmenschriften | 15 |
| CeBIT '92: Nachbericht | 16 |

Markt

- ECAD-Szene: Strategien, Anbieter, Preise 20

Test

- Antriebstechnik: Servo-Positioniersysteme 40

Entwicklung

- | | |
|---|----|
| Design Corner: Kontinuierliche Filter MAX 274/275 | 54 |
| Halbleiter: Boundary Scan Test (3) | 85 |

Projekt

- | | |
|---------------------------------------|----|
| Controllerboard: Von A bis Z 80 (1) | 28 |
| Bussysteme: IE ³ -IF-Modul | 46 |

Grundlagen

- | | |
|--|----|
| Regelungstechnik (5) | 50 |
| Programmierung: Signalverarbeitung in C (11) | 58 |
| Die Elrad - Laborblätter: Zeitgeber (2) | 71 |
| Audio: Equalizer - Schaltungstechnik (1) | 78 |
| Mathematik: Krümmungen und Wendepunkte | 89 |

Rubriken

- | | |
|---------------------|-----|
| Editorial | 3 |
| Nachträge | 8 |
| Arbeit & Ausbildung | 62 |
| Bücher | 84 |
| Die Inserenten | 101 |
| Impressum | 101 |
| Dies & Das | 102 |
| Vorschau | 102 |

Halbleiter

Neue A/D-Wandler: Gut präpariert

A/D-Wandler werden nicht nur schneller, sondern bieten on chip zunehmend Extras zur problemlosen Integration in ihre Schaltungsumgebung.

Flash-Wandler mit 30 MSPS

Harris Semiconductor stellt einen monolithisch integrierten 6-Bit-CMOS-Flash-A/D-Wandler vor, der mit 30 Mega Samples Per Second arbeitet. Über den gesamten spezifizierten Temperaturbereich treten laut Hersteller keine Fehlcodes auf. Der ADC mit der Bezeichnung HI-5701 benötigt nur eine +5-V-Versorgung und hat eine Leistungsaufnahme von 250 mW. Aufgrund seiner parallelen Flash-Architektur sind S&H-Verstärker überflüssig. Dies vereinfacht das Design und senkt die Systemkosten. Der HI-5701 enthält ein sogenanntes 'Overflow-Bit', das dem Entwickler die Kaskadierung ermöglicht.

Anwendung findet der Baustein zum Beispiel zur Digitalisierung

von Video-Signalen, in medizinischen Bildverarbeitungssystemen, Infrarot- oder LCD-Anwendungen sowie in Radar-Syste- men.

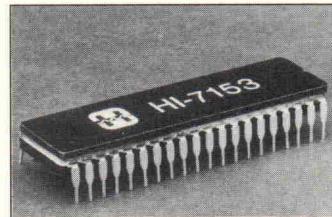
Ebenfall von Harris ist der HI-5800, ein neues monolithisches 12-Bit-A/D-Wandlungssystem mit 3 MSPS. Ein schnelles Mikroprozessor-Interface erlaubt das Zusammenschalten des Wandlers mit den meisten Prozessoren, Controllern und DSPs. Der HI-5800 enthält neben dem S&H-Verstärker eine Spannungsreferenz, einen zweistufigen Subranging-A/D-Wandler mit 7-Bit-Flash-Architektur und 7-Bit-DAC mit digitaler Fehlerkorrektur, Steuerlogik sowie Timing-Generator. Die vorhandene Präzisions-Spannungsreferenz lässt sich auch als System-Referenz verwenden.

Zu den typischen Applikationen des HI-5800 gehören Datenerfassungssysteme, Prozeßsteuerung, medizinische Bildverarbeitungssysteme sowie Systeme zur Signal-Analyse.

bit-electronic AG
Dingolfinger Str. 6
8000 München 80
Tel.: 0 89/41 80 07-0
Fax: 0 89/41 80 07-20

Mit integriertem Multiplexer

Unter der Bezeichnung HI-7153 stellt Harris (Vertrieb: Enatechnik) einen 10-Bit-A/D-Wandler mit integriertem Achtkanal-Multiplexer und Sample & Hold-Verstärker



vor. Der Baustein erreicht inklusive der Reaktionszeit des Multiplexers Wandlungsarten von 5 µs. Sein integraler Linearitätsfehler beträgt $\pm 0,5$ LSB über den gesamten spezifizierten Temperaturbereich.

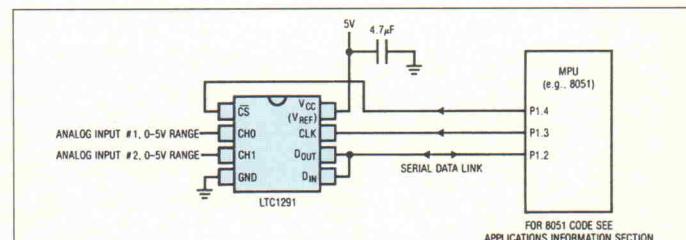
Abgleich von Offset und Verstärkung sind überflüssig. Overrange-Funktion und Vorzeichenbit signalisieren Bereichsüberschreitungen. Mit der S&H-Funktion wird erreicht, daß sich 20 kHz schnelle Eingangssignale mit einer Auflösung von neun effektiven Bits digitalisieren lassen. Der Baustein, der mit ± 5 V versorgt wird und 150 mW aufnimmt, ist in diversen Linearitäten und Temperaturbereichen verfügbar.

Alfred Neye Enatechnik
Schillerstr. 14
Postfach 12 40
2085 Quickborn
Tel.: 0 41 06/6 12-0
Fax: 0 41 06/6 12-2 68

Mit seriell I/O

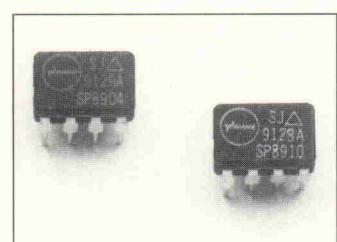
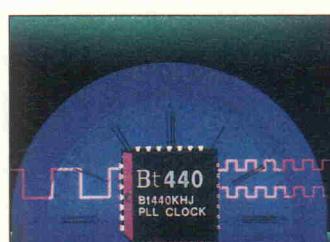
Die beiden 12-Bit-A/D-Wandler LTC 1291 (1-Kanal-Typ) und LTC 1292 (2 Kanäle) von Linear Technology (Vertrieb: Metronik) sind jetzt mit seriell I/O im N8/J8-Pin-DIL-Gehäuse verfügbar. Technische Merkmale der drei Versionen sind unter anderem eine Sampling Rate von über 60 kHz, integrierte Sample & Hold-Stufe und eine Wandlungszeit von 12 µs über den gesamten Temperaturbereich. Die A/D-Wandler erlauben eine direkte Anbindung an serielle Ports des Mikroprozessors ohne zusätzliche Bauteile. Sie eignen sich zur Wandlung von unipolaren, Single-ended- oder differentiellen Signalen. Im zweiten Quartal dieses Jahres werden 4-Kanal-Typen LTC 1293 und 6-Kanal-Typen LTC 1294 lieferbar sein.

Metronik
Leonhardsweg 2
8025 Unterhaching
Tel.: 0 89/6 11 08-57
Fax: 0 89/6 11 22 46



einem PLCC-Gehäuse mit 28 Anschlüssen untergebracht ist, bietet außerdem vier weitere Clock-Signale mit einem Viertel der Taktgeschwindigkeit, um externe VRAMs und RAMDACs für unterschiedliche Monitortypen anzusteuern. Entwicklungsmuster sind verfügbar.

Tekelec Airtronic
Kapuzinerstr. 9
8000 München 2
Tel.: 0 89/51 64-0
Fax: 0 89/51 64-1 10



Teile und verstärke

Unter der Bezeichnung SP 89xx stellt Plessey mehrere neue 'fixed-modulus'-Teiler vor. Die von Astronic vertriebenen Bauelemente weisen ein Teilverhältnis von 2, 4, 10 oder 16 bei einer oberen Grenzfrequenz von mindestens 5 GHz auf. Weiterhin zeichnen sich die Teiler durch eine relativ hohe Eingangsempfindlichkeit

von 200 mV RMS an 50 Ω sowie durch eine einfache 5-V-Spannungsversorgung aus. Für das Phasenrauschen gilt ein Wert von besser als -140 dB/Hz bei 1 kHz.

Der neue monolithische und logarithmische Verstärker SL 3522 stammt ebenfalls aus dem Hause Plessey. Er verarbeitet einen Dynamikbereich von 75 dB bei Frequenzen zwischen 100 MHz und 500 MHz. Einsatzfelder sind Radar, Breitbandempfänger und Meßtechnik. Die Betriebstemperatur des Bausteins umfaßt den Bereich von -55 °C bis +125 °C. Auf Anfrage sind nähere Informationen von Astronic erhältlich.

Astronic GmbH
Grünwalder Weg 30
W-8024 Daisenholz
Tel.: 0 89/6 13 03 03
Fax: 0 89/6 13 16 68

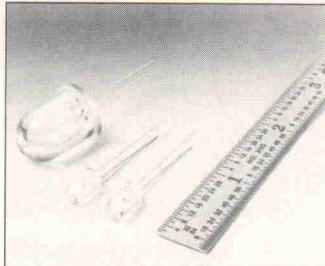
Clock-Generator für schnelle RAMDACs

Der Bt440 von Brooktree ist – laut Hersteller – mit einer Frequenz von maximal 275 MHz der schnellste programmierbare Clock-Generator für hochauflösende Grafikmonitore und kann sehr einfach in Verbindung mit der breiten Palette von Brooktree-RAMDACs eingesetzt werden.

Die Programmierfunktion des Bt440 erlaubt den Anschluß eines Quarzoszillators niedriger Frequenz, dessen Signal 8-, 16-, 20- oder 32fach multipliziert wird, um die Pixel-Clock-Signale zu erzeugen, die zur Steuerung der RAMDACs dienen. Der Baustein, der in

Sunshine-LEDs

‘Die Sonne schien auf Ihre Birne’, sagte einst das Fräulein vom Amt, als sich der Telefonteilnehmer über die lange Wartezeit beschwerte. Heute stellt Hewlett-Packard die HLMA-Serie von hochintensiven gelben und rotorangen Leuchtdioden vor, die zehnmal heller sind als die derzeitigen LEDs und sogar bei sonnigem Wetter im Freien zu erkennen sind. Die neuen LEDs (HP: ‘visible outdoors in sunlight’) sind nach Angabe des Unternehmens die weltweit leuchtstärksten.



Die LED-Serie HLMA eröffnet völlig neue Anwendungsmöglichkeiten im Außenbereich, zum Beispiel in Kraftfahrzeugen sowie für Mitteilungstafeln und Leitsignale im Straßenverkehr oder als Lichtquelle mit geringem Strombedarf im Innenbereich.

Die gelbe LED der Serie HLMA-BL00 hat einen sehr engen Betrachtungswinkel von 3° und eine durchschnittliche Intensität von 8,4 Candela bei

20 mA. Zunehmend größere Betrachtungswinkel bei abnehmender Intensität sind die Merkmale der Serien -CL00, -DGOO und -DLOO (die beiden letztgenannten stehen auch in rotorange zur Verfügung).

Die Auslieferung größerer Mengen der neuen LEDs kann nach den Erwartungen von Hewlett-Packard ab 1993 beginnen. Designer-Kits (HLMA-SMPX) mit Mustereinheiten können so sofort von den HP-Verkaufsbüros und autorisierten Händlern zum Preis von DM 100,- bezogen werden.

Hewlett-Packard GmbH
W-6380 Bad Homburg
Postfach 16 41
Tel.: 0 61 72/16-0
Fax: 0 61 72/16-13 09

Nachträge

19-Zoll-Atari: Letzter Schliff

Der Countdown mußte unterbrochen werden: Sie liegen noch nicht ganz zufriedenstellend, die Prototypen des Mega-ST auf Eurokarten. Die Bugs – unter anderem betrafen sie den Coprozessor und den Monitorausgang – waren aber zum Redaktionsabschluß der vorliegenden Ausgabe lokalisiert und beseitigt. Neuer Starttermin: Ausgabe 6/92. (Red.)

Browne Ware mit Schönheitsfehlern

In den Schalt- und Bestückungsplänen der 18-Bit-Audio-D/A-Wandlerkarte aus Elrad 4/92 haben sich einige kleine Fehler eingeschlichen. Auf Seite 23 sind beim TORX 176 die Leitungen zwei und drei vertauscht. Des Weiteren haben die Widerstände R1 und R2 statt 1,2 kΩ einen Wert von 1 MΩ. Auf der Seite 27 sind im Bestückungsplan für IC5 und IC7 die falschen Regler-ICs angegeben. Richtig sind je-

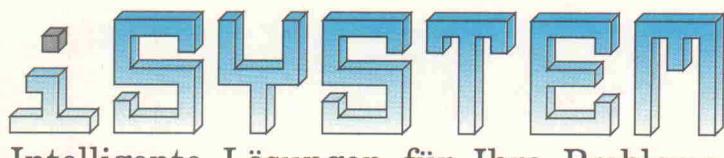
weils die entsprechenden 12-Volt-Spannungsregler – 7812 für IC7 und 7912 für IC5. In der Stückliste fehlt der Trafo. Es sollte ein Typ sein, der 2 × 12 V abgibt und eine Leistung von circa 15 V/A liefert. (Red.)

Vertauscht

Im ‘aktuell’-Teil der Ausgabe 4/92 sind auf der Seite 10 in den Meldungen ‘Multifunktions-Transfer-Normal’ und ‘Komfortabler Funktionsgenerator’ die Fotos vertauscht worden. Wir bitten das zu entschuldigen. (Red.)

Mailbox 24 Stunden online

Unter der Rufnummer 05 11/5 47 47-73 ist die Elrad-Mailbox – gegenwärtig noch im Probetrieb – rund um die Uhr erreichbar. Gäste oder eingetragene User können Bemerkungen, Listings, Sourcecodes oder auch Hex-Files downloaden sowie Briefe und Mitteilungen an die Redaktion oder an andere User der Box uploaden. (Red.)



Intelligente Lösungen für Ihre Probleme

Deutschland: iSYSTEM GmbH Einsteinstraße 5 W-8060 Dachau Tel. 08131/25083 Fax. 08131/14024 Österreich: iSYSTEMGmbH Milser Straße 5 A-6060 Hall i.T. Tel. 05223/43969 Fax. 05223/43069 Slowenien: iSYSTEM d.d.o. Cankarjeva 3 61000 Ljubljana Tel. 061/219975 Fax. 061/329185

Der Spezialist für Hard- und Software-Entwicklungswerzeuge

Programmer

Universal - iUP8000

- * E(E)PLDs, SC, PROMs
- * Hersteller-Freigabe
- * PC-gesteuert über Interfacekarte
- * Updateservice über Modem
- * Inklusiv PAL-, GAL und PEEL-Designsoftware
- * Handbuch und Software in deutsch

High-Speed - SEP8X

- * Bytewise E(E)PROMs bis 8MBit
- * Page- und Flash-Mode
- * Gang-Version mit 4 und 8 Sockeln
- * PC-gesteuert über Interfacekarte
- * Komfortable Benutzeroberfläche

Multifunktion - SEPROG

- * Bytewise E(E)PROMs bis 8MBit
- * GALs und SC-Kontroller
- * Optional mit EPROM-Simulator
- * Anschluß über COM1 oder COM2 an den PC
- * Autospeed-Funktion

■ In-Circuit-Emulatoren

■ Logikanalyse

■ Programmer

■ Elektronik-CAD/CAM

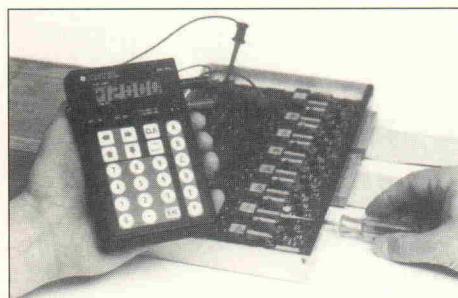
■ EPROM-Simulation

■ Adapter - Konverter

Mini-Kalibrator und Mini-DVM

Mit dem Modell DVC-350 A bietet Datei einen hochgenauen Gleichspannungskalibrator im Taschenrechnerformat an, der gleichermaßen für Labor- und Feldanwendungen geeignet ist. Der mit einer Folientastatur und LCD-Anzeige ausgestattete Kalibrator ist nur 146 mm × 92 mm × 33 mm groß, seine Gesamtgenauigkeit beträgt 0,015 % bei 25 °C. Dank der Langzeitstabilität des Gerätes kann man für einen Zeitraum von sechs Monaten auf einen Neuabgleich verzichten.

Die Auswahl der gewünschten Ausgangsspannung ist sowohl in dezimaler als auch hexadezi-



maler Kodierung möglich, so daß man das Gerät vorteilhaft beim Abgleich von AD/DA-Wandlern einsetzen kann. Die Ausgangsspannungen stehen bipolar zur Verfügung, sie betragen im Dezimalmodus ± 1 V beziehungsweise ± 10 V und im Hexadezimalmodus $\pm 1,2$ V beziehungsweise ± 12 V. Über Kontrolltasten kann man die Ausgangsspannung schrittweise ändern, für die kleinste Auflösung gilt ein Wert von 100 μ V. Der Kalibrator liefert einen Maximalstrom von 20 mA, höhere Ströme aktivieren einen Begrenzer. Als Spannungsversorgung kann man entweder eine 9-V-Batterie oder einen 7,2-V-NiCd-Akku einsetzen, mit einem Adapter ist auch Netzbetrieb möglich. Zum Lieferumfang gehören eine Transporttasche, ein Satz Anschlußleisten, ein Akku mit Ladeadapter, ein Handbuch sowie ein NBS-Genauigkeitszertifikat.

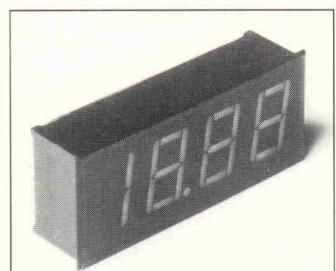
Ebenfalls aus dem Hause Datei stammt das DMS-30 PC, ein komplettes Hybrid-Einbau-Digitalvoltmeter mit 3 1/2-stelliger

14-mm-Anzeige. Die Gehäuseabmessungen betragen lediglich 53 mm × 21,5 mm × 14 mm, der Rahmen ist 55,3 mm × 24 mm groß. Das DVM-Modul ist in einem voll gekapselten 12-Pin-Plastikgehäuse untergebracht. Der Anwender hat die Wahl aus sechs verschiedenen Anzeigefarben und unterschiedlichen Leuchtintensitäten. Zudem ist eine Low-Power-Serie in drei Farben erhältlich.

Die Meßmodule arbeiten bei einer Betriebstemperatur von 0 °C...+60 °C und benötigen eine Betriebsgleichspannung von 5 V bei einem Strom von 150 mA; die Low-Power-Typen begnügen sich mit einem Strom von 15 mA. Die DVM-Module DMS-30 PC verarbeiten Eingangsspannungen von wahlweise ± 200 mV, ± 2 V oder ± 20 V. Der eingebaute Überspannungsschutz sorgt dafür, daß Eingangsspannungen bis zu ± 250 V keinen Schaden anrichten. Für

die Eingangsimpedanz gilt ein Wert von $1\text{ G}\Omega$, nur beim 20-V-Modell beträgt sie $1\text{ M}\Omega$. Zu den Features gehören ein automatischer Nullabgleich, eine automatische Polaritätsumschaltung, eine Anzeige bei Über- beziehungs-

weise Unterschreiten des Meßbereichs, ein Standby-Modus mit einer Stromaufnahme von maximal 1 mA, ein Testpin für alle Anzeigesegmente, ein externer Referenzeingang für ratiometrische Messungen, ein



+5-V-Ausgang sowie ein 1,23-V-Referenzspannungsausgang. Der jeweils angezeigte Meßwert weicht maximal 0,05 % vom wahren Wert ab, die Gleichtaktunterdrückung beträgt 86 dB. Auf Anfrage sind vom Anbieter weitere Informationen erhältlich.

Datei GmbH
Bavariaring 8/1
W-8000 München 15
Tel.: 0 89/53 07 41
Fax: 0 89/53 63 37



100-MS/s-Kompakt-DSO

Unter der Typenbezeichnung VC 6155 stellt Hitachi sein neues Kompakt-DSO mit einer Abtastrate von 100 MS/s vor. Zu den Leistungsmerkmalen dieses Zweikanal-DSO zählen einfache Bedienung, Zeitbereichsautomatik, Cursormessungen, ein vierstelliger Frequenzzähler, eine serielle Schnittstelle sowie ein Plotterausgang. Die Haupteinsatzgebiete für das DSO sieht der Anbieter in der schulischen Ausbildung, im Außendienstservice und im Labor. Die 3-dB-Echtzeitbandbreite beträgt 100 MHz, den gleichen Wert weist die Samplingbandbreite auf. Für die Eingangsempfindlichkeit gilt ein Wert von 2 mV/cm, der Signalverlauf wird mit einer 8 cm × 10 cm großen Innenrasterröhre dargestellt. Die simultane Abtastrate beträgt für jeden Kanal 100 MS/s. Ein Spei-

cher mit einer Tiefe von 8 KB gehört zu den Features dieses Geräts, ebenso wie zwei batteriegepufferte Referenzspeicher mit je 1 KB. Den während einer Messung eingestellten Zeitbereich kann man nachträglich zehnfach dehnen. Eine Mittelwertbildung kann über 4, 16, 64 und 256 Eingangssignale erfolgen. Ein zuschaltbares Filter gestattet eine nachträgliche Signallättung. Das DSO stellt alle wichtigen Parameter im Oszilloskopbildschirm dar. Ein vierstelliger Frequenzzähler, eine RS-232-C-Schnittstelle so wie eine HPGL-Plotterfirmware mit direktem Plotteranschluß sind standardmäßig im Gerät integriert. Für den Preis des VC 6155 nennt Hitachi einen Betrag von 9500 DM (zzgl. MwSt.).

Hitachi Denshi (Europa) GmbH
Weiskircher Str. 88
W-6054 Rodgau 1
Tel.: 0 61 06/1 30 27
Fax: 0 61 06/1 69 06

5-MHz-Arb-Generator

Der neue arbiträre Funktionsgenerator 75 A von Wavetek bietet als verbesserte Version des Modells 75 eine höhere Abtastrate zu einem günstigeren Preis. Seine Abtastfrequenz beträgt nunmehr 5 MHz. Mit Hilfe der 'Gummiband-Technik' kann man die Ausgangssignale bei diesem Gerät auf dem Bildschirm verändern. Durch Anwählen des Signals und Auf- oder Abwärtsbewegen des Cursors kann man beispielsweise ein Standardsignal nach Wunsch verzerrn. Ebenso einfach lassen sich Signalabschnitte anwählen und in Amplitude und Offset verändern. Das Modell 75 A liefert neun Standardsignale: DC, Rechteck, Dreieck, Rampe aufwärts und abwärts, Sinus, Kosinus, invertierter Sinus und Halbsinus. Die Auf-

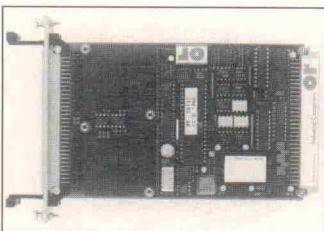


lösung zum Erzeugen anwendungsdefinierter Signale beträgt vertikal 4095 Punkte und horizontal 8192 Punkte. Den Signalspeicher kann man dabei in vier Blöcke mit je 2048 Punkten oder in einem Block mit bis zu 8192 Punkten konfigurieren. Der Spitzenwert der Ausgangsspannung beträgt 10 V an $50\text{ }\Omega$. Als Option ist eine RS-232C- oder GPIB-Schnittstelle für Dateneingabe und Steuerung verfügbar, ebenso die zugehörige Software.

Wavetek Electronics GmbH
Freisinger Str. 34
W-8045 Ismaning
Tel.: 0 89/96 09 49-0
Fax: 0 89/96 71 70

A/D-Wandler und Grafikkarte

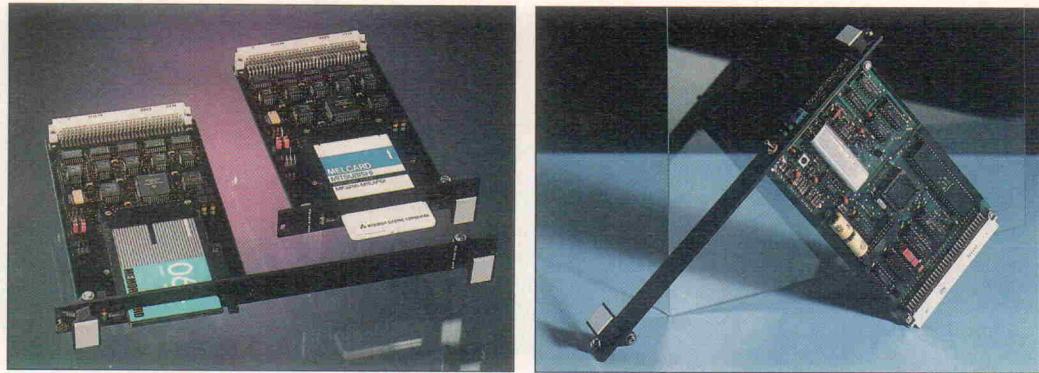
Die softwarekompatiblen 12-, 14- und 16-Bit-A/D-Wandlerkarten VADC-32, -34 und -36 von Oettle und Reichler wurden speziell für den Einsatz in rauher Industrieumgebung entwickelt. Eine hohe Genauigkeit realisierte man durch eine Softwarekalibrierung sämtlicher analoger Komponenten und durch den Einsatz einer ultrastabilen Referenz mit einem extrem kleinen Temperaturkoeffizienten. Zur Signalaufbereitung kann man in die 3 HE große VMEbus-Baugruppe zwei verschiedene Piggy-Backs einstecken. Verfügbar sind Funktionen zur Spannungs-, Strom-, Temperatur- und DMS-Messung. Insgesamt lassen sich bis zu 32 auch unterschiedliche Kanäle abtasten. Die Eingänge sind optisch isoliert, die Isolationsspannung beträgt 500 V.



Durch die vollständige Eliminierung der sonst üblichen Trimmer ist es möglich, jederzeit einen Linearitäts-, Null- und Full-Scale-Abgleich per Software durchzuführen. Dieses ist insbesondere in den Fällen vorteilhaft, wenn man die Karten innerhalb eines weiten Temperaturbereichs betreibt. Aber auch im normalen Betrieb entfällt damit das lästige Nachkalibrieren der Trimmer. Eine hochstabile Referenz mit einer Drift von lediglich 0,6 ppm/°C unterstützt dieses Feature.

Wandlungszeiten von 7 µs in Verbindung mit schnellen, programmierbaren Verstärkern im Signalweg ermöglichen auch ein Erfassen schneller Signale. Zeitkonstante Abtastungen sind durch die Verwendung eines externen optoentkoppelten Trigerringangs möglich. Auf der Softwareseite stehen Programme in C-Sourcecode zur Verfügung, die man in bestehende Codes einbinden kann.

Ebenfalls aus dem Hause Oettle und Reichler stammt die VGA-



Funkuhr und Chipkartenadapter

Unter der Bezeichnung VME-78394-DCF77 bietet EKF für VMEbus-Rechner eine Funkuhrkarte im Format 3 HE (Einfacheuropa) an. Damit steht die amtliche PTB-Zeit für viele Anwendungszwecke zur Verfügung, beispielsweise für die Synchronisation verteilter Systeme, Zeiterfassung, Prozeßdatenverwaltung oder zeitabhängige Ereignissesteuerung.

Die Funkuhrkarte verfügt über einen eigenen Mikrocontroller, sie übergibt die Daten zum VMEbus-Host per Dual-Ported-RAM. Die Interruptabstände sind im Bereich 10 ms...1 h programmierbar. Eine Zweituhrr mit Akkupufferung dient als Gangreserve bei Senderausfall oder Stromunterbrechung. Für Systeme mit 6 HE ist die Funkuhr unter der Bezeichnung VME 68394-DCF77 auch mit langer Frontplatte verfügbar.

34-Karte, mit der die Softwarepakete X-Windows (X11), OS9-Windows, MGR, CGI und GKS für den VMEbus verfügbar sind. Die Grafik-Software läuft lokal auf der VGA-34-Baugruppe und entlastet die VMEbus-CPU von dem Grafik-Overhead nahezu vollständig. Die Karte enthält den 32-Bit TIGA-kompatiblen Grafikprozessor TMS-34020.

Die VGA-34 lässt sich als modernes Entwicklungsterminal oder zur Prozeßvisualisierung mit Windows einsetzen. Sowohl eine komplette MIT X-Windows-Version als auch eine reduzierte OS9-Windows-Ausführung stehen zur Verfügung. Basierend auf OS9-Windows ist das Prozeßvisualisierungspaket OS9-Visual erhältlich. Daneben ermöglicht das aus der 'Sun-Welt' portierte MGR den Zugriff auf CASE-Tools. Anwendungen ohne Windows sind mit

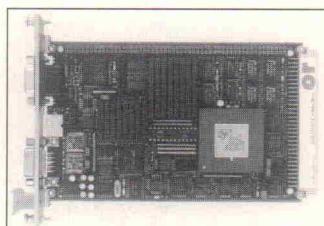
einer VMEbus-kompatiblen Schreib- und Leseeinheit im Format Einfacheuropa (3 HE) für Memory-Chipkarten nach dem Jeida 4.0 Standard mit einem 68poligen Steckverbinder gemäß PCMCIA-Spezifikationen ist ebenfalls von EKF erhältlich. Der Adapter mit der Bezeichnung VME 78380-Memcard eignet sich für Chipkarten der Speichertypen SRAM, EPROM, EEPROM und Flash. Er erlaubt das Lesen und Schreiben beziehungsweise Programmieren aller Speichertypen mit einer Kapazität bis 64 MB.

Der Anwender hat die Möglichkeit, den Speicherbereich der Chipkarte wahlweise in den Hauptspeicher seines VMEbus-Systems einzubetten, wobei er die Memcard wie eine normale Speicherplatte für Programme und Daten nutzen kann. Alter-

nativ kann man das Board aber auch als RAM-Disk oder Diskettenerersatz verwenden. Der unsegmentierte Speicherbereich kann dabei maximal 8 MB (dynamisch programmierbar) betragen. Chipkarten mit einer höheren Kapazität werden über Segmentumschaltung bedient. Für die Card-Information-Structure (CIS) ist ein eigener Adressierungsbereich von 32 KB vorhanden. EEPROM- und Flash-Chipkarten lassen sich beschreiben beziehungsweise programmieren, sofern sie für eine Programmierspannung von entweder +12 V oder +5 V ausgelegt sind. Die Memcard wertet sämtliche Statussignale der Chipkarte aus. Die wichtigsten hiervon lösen optional einen Interrupt aus.

EKF-Elektronik-Meßtechnik GmbH
Philipp-Reis-Str. 4
W-4700 Hamm 1
Tel.: 0 23 81/68 90-0
Fax: 0 23 81/68 90-90

dem international genormten Computer Graphics Interface (CGI) möglich. Dabei kann man eine GKS-Software auf die CGI-Schnittstelle aufsetzen. Das Ganze läuft vollständig auf dem Prozessor TMS-34020 ab, ohne den VMEbus oder die Master-CPU zu belasten.



Neben normalen CRT-Displays kann man auch EL- und TFT-LCD-Displays (monochrom oder Farbe) an die VGA-34-Baugruppe anschließen. Möglich sind Auflösungen bis 1152 × 900 Bildpunkte bei gleichzeitig 256

Farben. Dank einer PLL kann man die Pixelfrequenz und das Videotiming per Software einstellen. So lassen sich beliebige Bildschirmformate und Bildwiederholraten auch über 70 Hz dynamisch anwählen. Über einen 15poligen VGA-Stecker kann man nahezu alle marktgängigen Monitore einfach anstecken. Anschlüsse für eine IBM-Tastatur, einen Lautsprecher und eine Maus oder einen Digitizer sind auf dem Board integriert. Die VGA-34 verfügt über einen 1 MB triported Videospeicher, der ein schnelles Lesen und Schreiben auch während des Bild-Refreshs erlaubt. In einem zweiten 4 MB großen Speicher kann man beispielsweise Hintergrundbilder ablegen und bearbeiten.

Oettle + Reichler GmbH
Sieglindenstr. 19 1/2
W-8900 Augsburg 1
Tel.: 0 82 1/50 34-0
Fax: 0 82 1/50 34-1 19

Neue Extender-Generation

Daß ein komplettes System ausgeschaltet und das Betriebssystem erneut gebootet werden muß, um eine Karte testen zu können, entspricht nicht unbedingt dem heutigen High-Tech-Niveau. Aus diesem Grund entwickelte die Firma Systolic in Frankreich unter der Bezeichnung Prolong eine neue Generation von VMEbus-Extendern. Diese von Pro VME vertriebenen Baugruppen erlauben es, VMEbus-Karten in ein laufendes Testsystem ein- oder auszustecken, und zwar ohne Gefahr

für die Karte oder das System. Damit vereinfacht und verkürzt sich die Inbetriebnahme, der Test oder die Reparatur von VMEbus-Komponenten erheblich.

Prolong ist wahlweise im Format 3 HE oder 6 HE erhältlich. Nähere technische Informationen sind auf Anfrage vom Anbieter erhältlich.

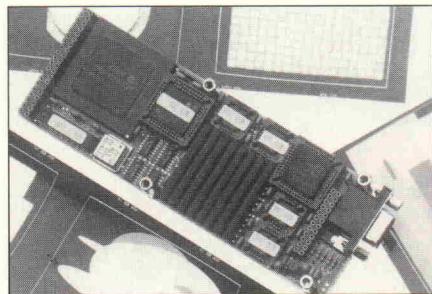
Pro VME GmbH
Postfach 12 36
W-6903 Neckargemünd 1
Tel.: 0 62 23/7 31 29
Fax: 0 62 23/7 81 73

Neue M-Module

Men Mikro Elektronik stellt mehrere neue M-Module vor: Beim Schnittstellenmodul M-17 handelt es sich um einen intelligenten Multiprotokoll-Controller auf Basis des Mikrocontrollers 68 302. Das Modul besteht aus dem Prozessor-Funktionsblock sowie einem zunächst freien Feld, auf dem man die Ein-/Ausgabefunktion mit einer Adapterkarte aufsteckt. Die Interprozessor-Kommunikation zwischen dem Modul M 17 und einer beliebigen M-Modul-Trägerkarte erfolgt über zwei unabhängige FIFOs. Für jede Richtung der Datenübertragung steht ein unabhängiger 2-KB-Puffer zur Verfügung.

Das Modul M 17-0 bietet dem Anwender die Möglichkeit, eigene Anwendungen mit dem 68 302 auf Basis der M 17-Modulreihe zu entwickeln. M 17-1 verfügt über drei unabhängige serielle RS-232-Schnittstellen (full duplex), während M 17-2 mit drei unabhängigen RS-422/485-Schnittstellen ausgestattet ist. Als typisches Einsatzgebiet für das Modul M 17 nennt der Anbieter beispielsweise Meßdatensammelrechner, in denen viele Schnittstellen benötigt werden.

Der ebenfalls neue Grafik-Controller M 18 ist ein Hochleistungs-Grafik-Interface auf Basis des HD 64 400. Das Modul M 18 ermöglicht den direkten Anschluß von Multi-Sync-Monitoren sowie von LC-Displays. Durch den Einsatz des HD 64 400 können viele Grafikfunktionen – beispielsweise



die Vorgabe von Pinsel- und -muster für das Zeichnen von Figuren – hardwareseitig ausgeführt werden.

Zu den Features des Moduls M 18 gehören vier Hardware-Windows, eine Auflösung von 1024×768 Pixel, 256 Farben aus 16 Millionen sowie 1 MB Video-DRAM. Eine Softwareunterstützung erfolgt über GDIS (Graphic Device Interface Standard); der umfangreiche, in C geschriebene Grafiktreiber ist auf Betriebssystemebene portabel gehalten.

Vor kurzem übernahm Men Mikro Elektronik den Vertrieb der in Elrad 2/92 ausführlich beschriebenen VMEbus-Test- und Diagnosekarte VDIS. Ihr Preis beträgt 1100 DM (zzgl. MwSt.). Zudem vertreibt Men unter der Bezeichnung A5L, A6L und A7L eine Serie von Low-Cost-Mikrocomputern für den VMEbus, die sich durch einen großzügig dimensionierten EPROM-Speicherplatz mit acht E(E)PROM-Steckplätzen für eine Speicherkapazität von 4 MB auszeichnen. Daneben steht ein batteriegepufferter SRAM-Speicher bis 1 MB zur Verfügung.

Men Mikro Elektronik GmbH
Wiesentalstr. 40
W-8500 Nürnberg 90
Tel.: 09 11/33 27 55
Fax: 09 11/39 66 86

Konfiguration und Datenspeicherung über wechselbare Memory Cards

- Speicherkapazität 128 KB bis 2 MB
- 16 analoge Eingänge mit 12 Bit
- Abtastrate bis 10 kHz
- Aufsteckplatten zur Signalanpassung
- Komfortable PC-Utility
- extrem klein und leicht
- netzunabhängiger Betrieb

Noch im Programm

- Memory-Card Drives
- Interfaces für EPSON Hand-Helds
- Meßgeräte für Automotive-Applikation



Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, *Audio und Niederfrequenz*, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundschaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

ELEKTRONIK
Im Buch- Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 81/14



Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

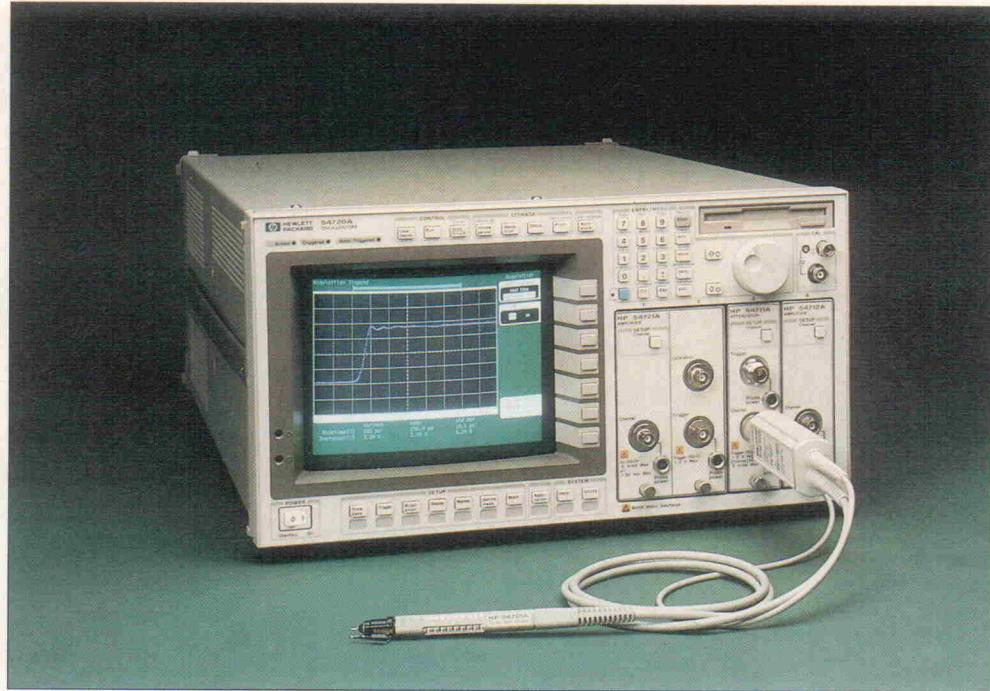
Gebunden, 130 Seiten
DM 34,80
ISBN 3-922705-81-2

ELRAD 1992, Heft 5

Giga-Sscopes

Hewlett-Packard 2- und 4-GSample-Oszilloskope 54710A/54720A

aktuell



Mit seinen neuen modularen DSO-Typen 54720A (zweikanal, 4 GS, 98 238 DM*) beziehungsweise 54710A (zweikanal, 2 GS, 69 378 DM*) hat Hewlett-Packard Abtastzyklen erreicht, die ein Hantieren mit 'Pseudo-Signalbandbreiten' – die nur für Messungen repetitiver Signale gelten – nicht mehr notwendig machen. So ist denn auch die 1-GHz-Echtzeitbandbreite bei einer Amplitudenauflösung von 8 Bit das herausragende Datum des 4-GS-Geräts. Durch diese Überabtastung lässt sich eine exaktere Signalrekonstruktion bei Single-Shot-Messungen erzielen. Die 'Betriebsart repetitives Sampling' sei trotzdem genannt: Hier bietet das HP 54720A eine Bandbreite von 1,5 GHz, die Abtastrate wird allerdings auf 500 MS/s heruntergefahren.

Technische Daten des Flaggenschiffs 54720A:

- Zeitintervall-Meßunsicherheit < 30 ps,
- Zeitintervallauflösung besser 1 ps,
- Zeit-Jitter < 5 ps_{eff},
- Amplituden-Meßunsicherheit < 1 %,
- 32-KS-Signalspeichertiefe pro Kanal bei zwei Kanälen.

Das Gerät lässt sich wahlweise zweikanalig (2 × 4 GS/s) oder als 4-Kanal-Oszilloskop (4 × 2 GSa/s) betreiben. In der letztgenannten Konfiguration beträgt die Signalspeichertiefe 16 KS/Kanal. Als besonderes

Ausstattungsmerkmal ist das 3,5"-Laufwerk zu nennen, mit dem Meßergebnisse im MSDOS-Format auf Diskette gebracht werden können.

Das Wandlerprinzip

Die Signalerfassungsbaugruppe des 54720A basiert auf einem von HP entwickelten Sampling-Verfahren, das als 'Sample-and-Filter' bezeichnet wird und einer zeitlich verschachtelten (interleaved) Wandlung des Eingangssignals durch zwei 2-GS-A/D-UmsetzerSysteme ist. Ein 2-GS-System (Bild 1) wiederum besteht aus vier identischen Sample-and-Filter-Stufen mit einer Bandbreite von je 500 MS/s sowie je zwei 500-MHz-Dual-A/D-Wandlern mit einer Auflösung von je 7 Bit (die Auswertung von zwei 7-Bit-Spannungsmessungen ergeben effektiv 8 Bit). Die Wandlerdaten werden in zwei 4 KByte × 16 Bit FISOs (fast in – slow out) gespeichert.

Die Sampling-Stufen (Bild 2) weisen neben dem Abtast- und Halteglied zusätzlich noch eine LC-Filterstufe 6. Ordnung auf. Während einer Abtastperiode (150 ps) wird eine 400-fF-Kapazität geladen, die sich über einen 250-Ω-Widerstand kontrolliert – und bis zum nächsten Sample auch restlos – entlädt. Der exponentielle Verlauf des Haltekondensatorenstroms hat am Filterausgang eine Signalform, an der exakt die minimale Anstiegsgeschwindigkeit – zu diesem Zeitpunkt wird das

Signal in den A/D-Wandler eingelesen – bestimmbar ist.

Auf Basis der verwendeten 'Kaskadierungs'-Technik im Signalerfassungspfad ist in nicht all zu ferner Zukunft auch mit einem 8-GS-Scope von HP zu rechnen.

Anwendungsbereiche

In hochgetakteten Digitalsystemen kommt es oft zu Problemen durch sporadisch auftretende Störimpulse, denen man mit re-

petitiver Meßtechnik nur dadurch beikommen konnte, indem man durch geeignete Software ein periodisches Auftreten des Fehlers erzwungen hat. Mit der 1-GHz-Single-Shot-Bandbreite und den zur Verfügung stehenden Triggerfunktionen können derartige Störungen mit einer Messung mitsamt ihrer Vorgeschichte analysiert werden. Weiteren Problemen, wie Überschwinger, die aus gleichzeitigem Schalten mehrerer Busleitungen resultieren (Ground

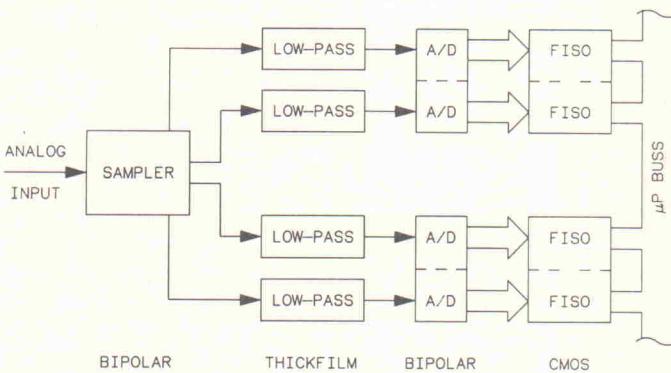


Bild 1. Das Blockdiagramm der Signalerfassungseinheit der 54710/54720-Sscopes.

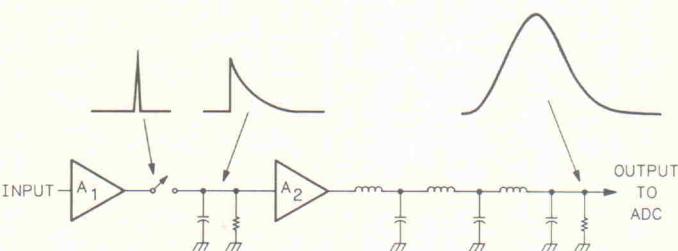


Bild 2. Das vereinfachte Blockschaltbild einer 'Sample-and-Filter'-Stufe.

Bounce), Übersprechen, Taktflankenversatz und Reflexionen kann mit der vom 54720A bereitgestellten Echtzeitbandbreite meßtechnisch auf den Grund gegangen werden.

Ein anderes Anwendungsgebiet sieht HP im Bereich der Hochenergiephysik. Hier ist das Verhältnis des apparativen Aufwandes zur 'Kürze' der erwarteten Ereignisse umgekehrt proportional. Die hohe Zeitauflösung des neuen Sample-Sscopes, verbunden mit einer großen Signalspeichertiefe (2×32 KSample) sind laut HP dazu geeignet, auch schnellste Ereignisse in allen Details zu erfassen.

Ein weiterer Einsatzbereich wird sich auch auf dem Gebiet der Meßtechnik zur Ermittlung der Elektromagnetischen Verträglichkeit ergeben. Bestimmte Prüfsignale des neuen EMV-Standards IEC 801 enthalten Frequenzanteile oberhalb 1 GHz.

Zubehör

Um in den angestrebten Frequenzbereichen rückwirkungsfreie Messungen durchzuführen zu können, bietet HP als Zubehör den aktiven 2,5-GHz-Tastkopf HP 54701A an (Bild 3). Seine technischen Daten:

- Frequenzgangfehler bis 2,5 GHz < 1 %.
- Eingangskapazität 0,6 pF bei einem Eingangswiderstand von 100 kΩ.
- Maximaler Gleichspannungsverstärkungsfehler 0,5 %.

In Verbindung mit dem Netzgerät HP 1143A lässt sich der Tastkopf für beliebige Meßgeräte mit 50-Ω-Eingang verwenden. Der Preis für die Probe beträgt 5106 DM*, der des Netzgerätes 2664 DM*.

Die Palette der Zusatzmodule für die 547xxA-Serie besteht aus einem 4-GS-Einschub (10 434 DM*), einem Abschwächer (1,5 GHz, 8880 DM*), Eingangsverstärkern (1 GHz, 7700 DM*, 500 MHz, 5500 DM*), einem Kalibriereinschub (5330 DM*) und einer Triggereinheit (5330 DM*).

Weitere Informationen zum Thema 'Giga-Sample-Sscopes' gibt es bei der

Hewlett-Packard GmbH
Literaturservice
Hewlett-Packard-Straße
W-6380 Bad Homburg
Tel.: 0 61 72/16 16 34
Fax: 0 61 72/16 17 67

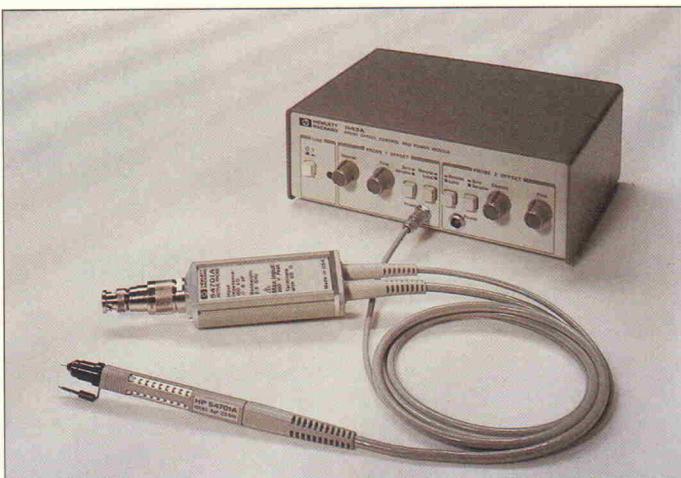


Bild 3. Für die aktive 2,5-GHz-Probe 54701A ist optional ein Netzgerät erhältlich, mit der ihr Einsatz an beliebigen Meßgeräten mit 50-Ω-Eingang möglich ist.

Anzeige —

SAFETY FIRST

ASYC
ADVANCED SAFETY CONCEPT

Lieferbar innerhalb
48 Stunden

So lautete der oberste Grundsatz bei der Entwicklung der ASYC Multimeter. Da Arbeitssicherheit mehr und mehr eine grundlegende Forderung ist, hieß der Leitfaden: erst die Sicherheit des Anwenders – dann alles Andere. Und die ASYC Multimeter sind sicher. Davon zeugen die innovativen und überwiegend patentierten Features: keine Lichtbogengefahr durch die SECUR'X-Verriegelung der Meßkabel, Batteriewechsel nur bei gezogenen Meßleitungen möglich, Elektronik und Batterie getrennt, absolut wasserdicht, nicht entflammbar, Gehäuse, Safety Alarm bei Überschreitung des Meßbereiches. Die weiteren Vorteile: Bargraph, Nullpunkt-Mitte-Einstellung, Live Trend Memory Mode usw. Safety first, weil Safety ein Muß ist. Ihr Fachhändler führt sie.

Müller und Weigert GmbH
Postfach 30 42 • D-8500 Nürnberg 10
Tel. (09 11) 3 50 20 • Fax (09 11) 3 50 23 06

ITT Instruments

* Alle Preise zuzüglich Mehrwertsteuer

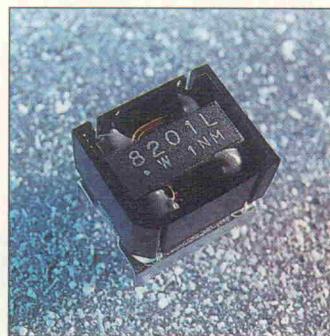
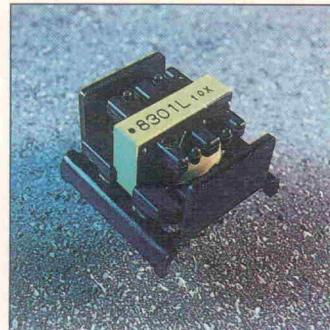
Stromversorgung

Miniatur-Schaltregler

Roederstein hat mehrere neue Schaltreglerfamilien in sein Vertriebsprogramm aufgenommen, so zum Beispiel die Serie SI-8000 L. Diese kurzschlußfeste Schaltregler mit integrierter Induktivität sind in verschiedenen Leistungsklassen erhältlich. Einer der kleinsten Vertreter dieser Serie ist der 1,5-W-Typ SI-8201 L, der mit einer Eingangsspannung aus dem Bereich 10 V...40 V arbeitet und am Ausgang eine Spannung von $5,0 \pm 0,1$ V zur Verfügung stellt. Der Wirkungsgrad dieses Reglers beträgt bei einer Eingangsspannung von 10 V und einem Ausgangsstrom von 0,2 A etwa 77 %.

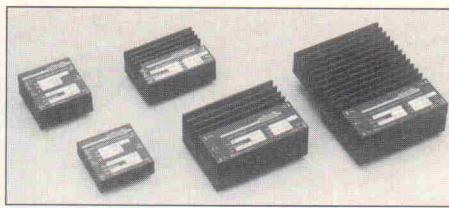
Bei einer Grundfläche von $13 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ weist der Regler SI-8201 L eine Höhe von 14 mm auf. Er arbeitet bei Temperaturen zwischen -10°C und $+65^\circ\text{C}$ und regelt Lastschwankungen auf 60 mV aus. Regler mit gleichen Abmessungen sind auch mit Ausgangsspannungen von 6 V oder 12 V erhältlich.

Die 3-W-Variante SI-8301 L verarbeitet Eingangsspannungen zwischen 8 V und 40 V und liefert dabei eine Ausgangsspannung von $5,1 \pm 0,1$ V. Unter der



Bezeichnung SI-8302 L ist auch eine Ausführung mit einer Ausgangsspannung von $5,0 \pm 0,1$ V verfügbar. Der 3-W-Regler hat die Abmessungen $26 \text{ mm} \times 26 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ ($L \times B \times H$), seine Betriebstemperatur darf im Bereich $-20^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$ liegen. Lastschwankungen werden auf 80 mV ausgeregelt. Bei einer Eingangsspannung von 8 V und einem Ausgangsstrom von 0,4 A beträgt der Wirkungsgrad rund 81 %.

Roederstein Bauelemente-Vertrieb GmbH
Bayerstr. 26
W-3012 Langenhagen
Tel.: 05 11/9 78 97-0
Fax: 05 11/9 78 97-66

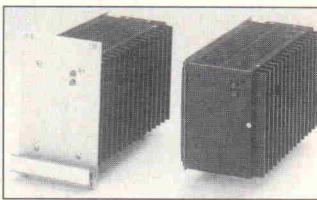


Überarbeitete Schaltregler

Autronic hat seine Schaltreglerfamilie SGA überarbeitet. Die untere Eingangsspannung der 5-V-Regler konnte man von 8 V auf 7 V absenken. Dabei führt diese Bereichserweiterung zu keinen negativen Auswirkungen auf den Wirkungsgrad. Dieser beträgt bei einer Eingangsspannung von 24 V und Nenn-

strömen von 2 A...10 A für alle Baugrößen zwischen 81 % und 86 %, für Ausgangsspannungen bis 24 V sogar bis zu 95 %. Dank der daraus resultierenden geringen Verluste und der verwendeten Gehäuse mit separatem Kühlkörper liegt die Reglertemperatur bei Vollast höchstens 20°C über der Umgebungstemperatur. Der Pegel der von den Schaltreglern abgegebenen Störspannung ist kleiner als VDE 0871 Grenzwertklasse B.

Autronic Steuer- und Regeltechnik GmbH & Co. KG
Siemensstr. 17
W-7123 Sachsenheim 1
Tel.: 0 71 47/24-0
Fax: 0 71 47/24-52



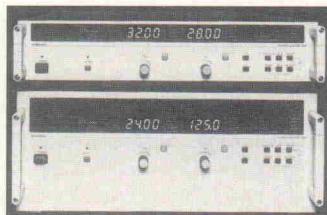
AC/DC-Schaltregler für 19"-Systeme

Die AC/DC-Schaltregler P 242 von MGV sind primär getaktet und liefern eine dauerkurzschlußfeste Ausgangsspannung von 5 V, 12 V, 15 V oder 25 V. Als 19"-Teileinschub mit einer Höhe von 3 HE und einer Tiefe von 14 TE versorgen die Schaltregler Systeme mit einem Leistungsbedarf bis 240 W, man

kann sie von 230 V AC auf 120 V AC Netzspannung umschalten. Sie verhalten sich störfest gegenüber Netzstörungen gemäß IEC 801 und VDE 0160.

Der Aufbau entspricht den Sicherheitsrichtlinien nach VDE 0805/05.90 und EN 60 950. Die Regler sind gegen Überspannungen und Übertemperaturen geschützt. Die Netzausfallüberbrückungszeit beträgt 20 ms, dank eines geringen Störspannungspiegels am Ausgang und einer hohen elektromagnetischen Verträglichkeit sind die Baugruppen zur Versorgung kompakter und sensibler 19"-Elektronik prädestiniert.

MGV Stromversorgungen
Bayerwaldstr. 27
W-8000 München 83
Tel.: 0 89/67 80 90-0
Fax: 0 89/67 80 90 80



integrierte μ P-Steuerung bietet vielfältige Einstell-, Meß- und Überwachungsfunktionen, beispielsweise die extern oder selbsttätig gesteuerten Rückruf gespeicherter Einstellungen. Die optionalen Rechnerschnittstellen IEEE 488 und RS-232-C sind auch nachträglich von außen nachrüstbar und erlauben einen Zugriff auf alle Einstell- und Meßfunktionen.

Gossen GmbH
Nägelsbachstr. 25
W-8520 Erlangen
Tel.: 0 91 31/8 27-1
Fax: 0 91 31/2 88 95

120-W-Labornetzgeräte

Farnell Advance stellt eine neue Generation von 120-W-Labornetzgeräten vor. Außer einem übersichtlichen, bedienungs-



freundlich gestalteten Frontpanel bieten diese Geräte eine großflächige zweikanalige Digitalanzeige von Spannung, Strom und Leistung. Per Drehschalter kann man die Betriebsart wählen: seriell, parallel, individuell oder synchron. Insgesamt umfaßt die neue Serie zwei digitale Ausführungen und eine analoge Version, deren Ausgangsspannungen im Bereich 0...35 V einstellbar sind.

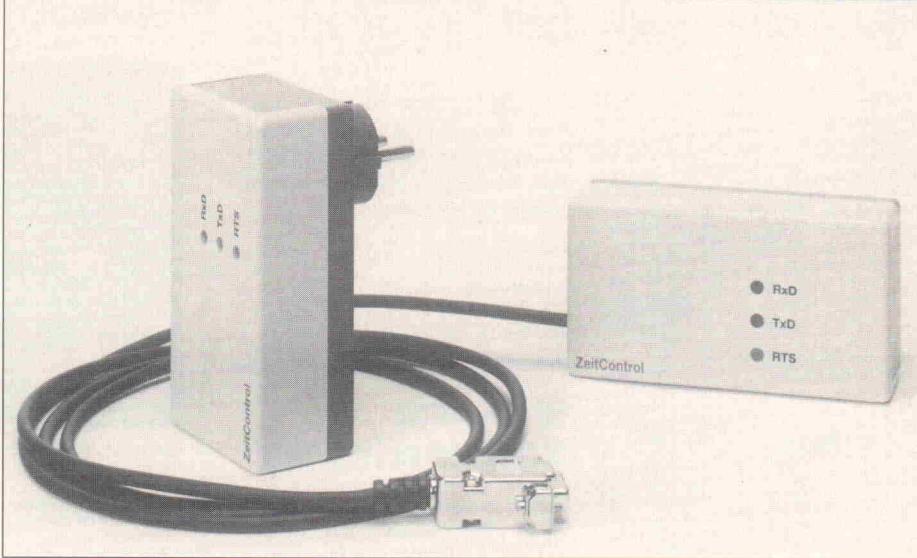
Farnell Advance Electronic GmbH
Dieselstr. 21
W-6451 Mainhausen 2
Tel.: 0 61 82/2 10 91
Fax: 0 61 82/2 88 19

CeBIT '92: Schnee und Sticker



11. - 18. MÄRZ 1992

Trotz des heftigen Schneetreibens in den ersten Messestagen (Original-Ton der Hannoverschen Allgemeinen: SchneebIT), das die Parkplätze am Messegelände in eine Schlammwüste verwandelte, ist wiederum der alljährliche Besucherrekord zu vermelden: 630 000. Ein derartiger Zuspruch ist allerdings für viele Aussteller des Guten zuviel, zumal sich nicht jeder am Stand als potenter Kunde entpuppte, sondern 'nur' als schaulustig. Der Ruf nach einlaßbeschränkenden Maßnahmen wurde laut, aber genauso laut vom Vorsitzenden der Messegesellschaft öffentlich abgebügelt. Als 'Neuheit' im Messegeschehen ist der 'Sticker' aufgetaucht. Das kleine Firmenlogo – eigentlich als dezenten Corporate-Identity-Schmuck fürs Revers gedacht – war begehrtes Tauschobjekt ('drei OS/2 gegen einen Next in Silber'). Der Markt war allerdings inflationär: So manche Kammgarn-Brust gestandener Marketing-Strategen erinnerten an den Ordensschmuck verdienter Sowjet-Generäle.



RS 232 nach RS 422/485

Kaum ein Rechner, der nicht über eine serielle RS-232-Schnittstelle verfügt. Viele Netzwerke arbeiten jedoch nur mit der RS-422- beziehungsweise RS-485-Norm. Die RS-422-Schnittstelle erlaubt den Betrieb von bis zu 32 Sendern und Empfängern (Endgeräten) auf zwei Leitungspaaren. Auch bei langen Datenleitungen und hohen Datenübertragungsraten kann ein äußerst störungsarmer Betrieb gewährleistet werden.

Die gleiche Anzahl von Sendern/Empfängern (Terminals) auf nur einem Leitungspaar kann man über die RS-485-Schnittstelle betreiben. Damit ist ein eigenes Buskonzept (Party Line, Profibus oder Multipoint) einfach realisierbar. Um RS-232- beziehungsweise V24-Geräte mit der RS-422-/485-Norm kommunizieren zu lassen, be-

dient man sich entweder einer speziellen PC-Erweiterungskarte oder eines Schnittstellenkonverters, wie ihn die Firma Zeit Control mit Sitz in Porta Westfalica auf der diesjährigen CeBIT zeigte.

Der Wandler sorgt für eine effiziente Umformung der RS-232-Signale auf RS 422 (Vierdraht) oder RS 485 (Zweidraht) und umgekehrt. Das CTS-Signal des RS-232-Anschlusses steuert die bei der RS 485 für den Halbduplexverkehr notwendige Richtungsumschaltung, sie ist somit unabhängig von der Baudrate. Die Spannungsversorgung des Konverters ist integriert und erfolgt aus dem Hausnetz. Die galvanische Trennung bietet einen wirksamen Geräteschutz, es besteht nicht die Gefahr von Masseschleifen. Der Preis des Gerätes beträgt 290 DM.

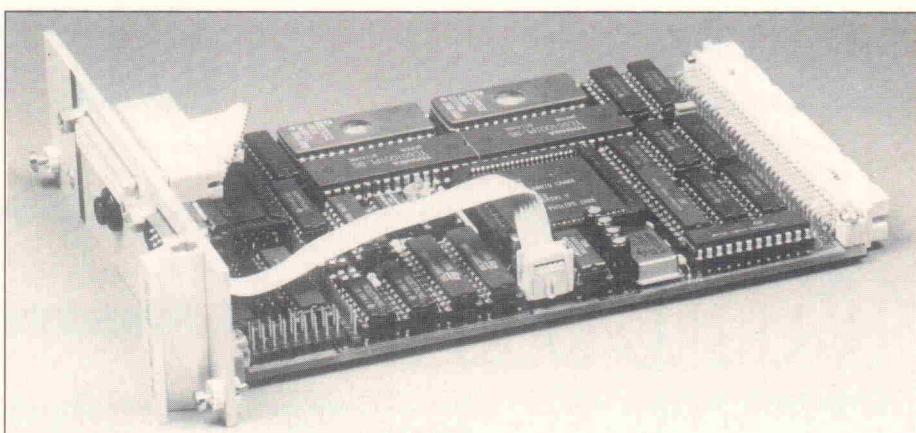
Zeit Control
Hauptstr. 16
W-4952 Porta Westfalica
Tel.: 05 71/7 00 58
Fax: 05 71/71 07 02

rho-MUF

'rho-MUF' ist ein 68070-Einplatinenrechner im Einfach-Europakarten-Format mit VMEbus-Master-Fähigkeit.

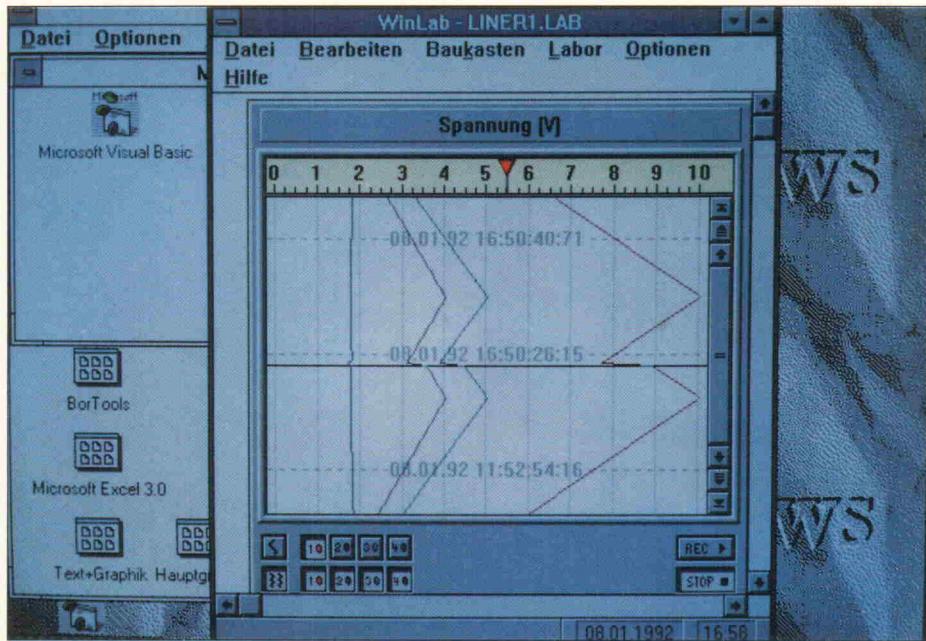
Er kann zum einen als 'Vorrechner' am VMEbus eingesetzt werden, zum anderen aber auch im Stand-alone-Betrieb in einem eigenen Gehäuse mit Folientastatur, LC-Display und Festplatte eingesetzt werden.

Für die Programmentwicklung besteht die Möglichkeit, einen Hostrechner (Atari, IBM-PCs oder -kompatibel) über eine serielle Schnittstelle (RS 232) anzuschließen. Mit einem speziellen Terminalprogramm für den Entwicklungsrechner stehen dem Anwender alle Funktionen, die sich im ROM-Speicher des 'rho-MUF' befinden, zur Verfügung. Dazu gehören neben einem Assembler und der Hochsprache Pascal, ein Disassembler, ein Monitor und ein Editor. Darüber hinaus stehen eine Grafikbibliothek für das LC-Display und Festplattenroutinen,



die analog zu den Betriebssystem-Routinen des ATARI TOS funktionieren, zur Verfügung. Ein Menüsystem zum Aufruf der verschiedenen Funktionen und ein integriertes Meßdatenverarbeitungsprogramm runden die Software ab.

Rohtron GmbH
Entenmühlstr. 57
W-6650 Homburg/Saar
Tel.: 0 68 41/6 40 67
Fax: 0 68 41/24 67



Prozeßdatenschreiber

Mit dem Bauelement 'Schreiber' unter Windows stellte Graf Elektronik Systeme, Kempten, einen vollwertigen Ersatz für konventionelle Linienschreiber unter Windows vor.

Der Schreiber ist ein Bauelement des Prozeß-Visualisierungspakets 'WinLab'. Es simuliert nicht nur alle gängigen Funktionen eines konventionellen 8-Kanal-Schreibers, sondern geht über dessen Möglichkeiten hinaus.

So können alle 8 Kanäle völlig unterschiedliche Wertebereiche aufzeichnen, das 'Papier' kann während der Aufzeichnung vor- und zurückgespult werden. Start-Stopp-Bedingungen sind frei wählbar. Sie können sowohl von einer internen Zeitschaltuhr als auch direkt vom Prozeß kommen, wobei hierbei zum Beispiel auch Grenzwerte überwacht werden können. Die Aufzeichnungszyklen

reichen von 55 ms bis hin zu einer Woche und machen damit das Instrument besonders für Langzeitaufzeichnung interessant.

Alle Daten sind – ohne zusätzliche Programmierarbeit – auf der Festplatte im Standard-dBase-Format abzuspeichern. Die 'Papierlänge' ist nur durch die Plattenkapazität beschränkt. Aufgenommene Werte lassen sich durch einfaches Vor- und Rückspulen des 'Meßschreibs' betrachten. Unter WinLab können mehrere dieser Schreiber gleichzeitig verwaltet werden.

Interessant ist die Preisgestaltung: WinLab kostet 298 DM, der 8-Kanal-Schreiber 248 DM, in der 1-Kanal-Version sogar nur 98 DM.

Graf Elektronik Systeme GmbH
Postfach 16 10
W-8960 Kempten
Tel.: 08 31/56 11 10
Fax: 08 31/5 61 11 44

Elektronische Weiterbildung

Ab Juli dieses Jahres bietet die FernUniversität Hagen eine neue Generation von CBT-Kursen (Computer Based Training) an, die unter Windows 3.0 lauffähig sind. Im einzelnen sind dies Kurse zu den Themen:

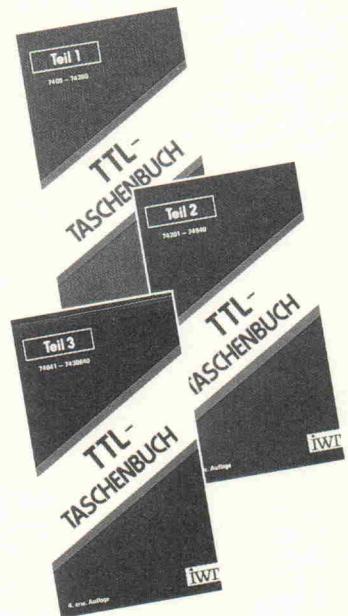
- Wissensbasierte Systeme,
- Neuronale Netze,
- Einführung in die Programmierung mit 'C',
- Einführung in Unix,
- SQL – Die relationale Datenbanksprache.

Basis der Trainingssoftware ist ein Hypertext-System, das neben dem üblichen schrittweisen Durcharbeiten auch andere Zugriffsarten bietet. So kann sich der Benutzer einen persönlichen Kurs zusammenstellen, indem er sich mit Hilfe einer Textsuchfunktion alle relevanten Seiten zu einem bestimmten Stichwort anzeigen lässt und dann Lernpassagen auswählt. Weiter

kann sich der Lernende zu bestimmten Begriffen eine kurze Erklärung abrufen und sich alle relevanten 'Seiten' zu diesem Begriff auf den Bildschirm holen. Eine kontextbezogene Bibliographie, ein Glossar, eine Notizblattfunktion sowie ein Stichwortverzeichnis ergänzen das CBT-System. Die Weiterbildungssoftware wird zum Preis von 298 DM im Buchhandel erhältlich sein. Fernstudierende wird ein Rabatt von 100 DM eingeräumt. Für einige Kurse stehen ebenfalls ab Mitte 1992 englischsprachige Versionen der CBT-Software zur Verfügung. Weitere Auskünfte erterteit:

FernUniversität
Prof. Dr. G. Schlageter
Praktische Informatik I
Postfach 9 40
W-5800 Hagen
Tel.: 0 23 31/9 87 21 67
Fax: 0 23 31/80 43 13

Hier hätten Sie den TTL-Baustein gefunden, den Sie gestern gesucht haben.



TEIL 1: (7400 - 74200)
312 S.; ISBN 3-88322-191-0; DM 32,-

TEIL 2: (74201 - 74640)
324 S.; ISBN 3-88322-192-9; DM 39,80

TEIL 3: (74641 - 7430640)
300 S.; ISBN 3-88322-193-7; DM 32,-

Die TTL-Taschenbücher sind unentbehrliche Nachschlagewerke in der Elektroniker-Praxis. Sie bieten eine klar gegliederte Zusammenstellung der gängigen TTL-Bausteine aller namhaften Hersteller mit wichtigen Daten und Übersichten.

IWT Elektronikfachbücher erhalten Sie im guten Fachhandel.



Bestellcoupon: ER 5/92

Ich bestelle hiermit folgende TTL-Taschenbücher:

- TTL, Teil 1 Stück.....
 TTL, Teil 2 Stück.....
 TTL, Teil 3 Stück.....

Absender:

An IWT Verlag GmbH, Bahnhofstr. 36,
8011 Vaterstetten, Tel. 08106/389-0

PSpice und mehr unter Windows

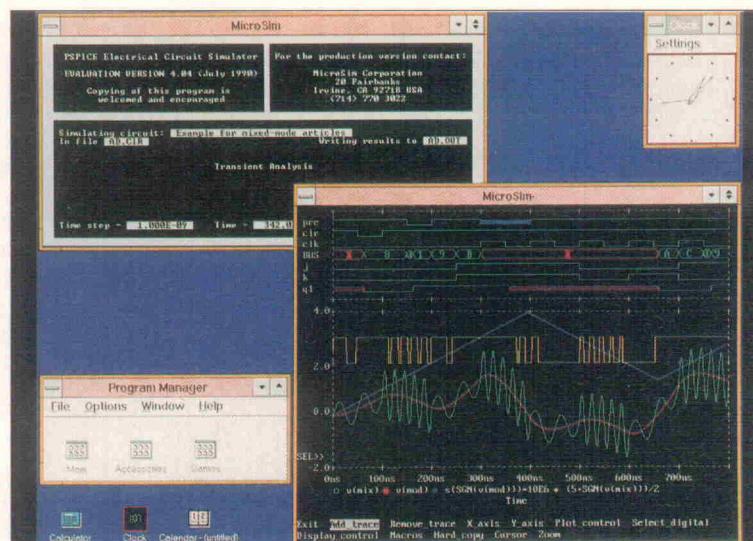
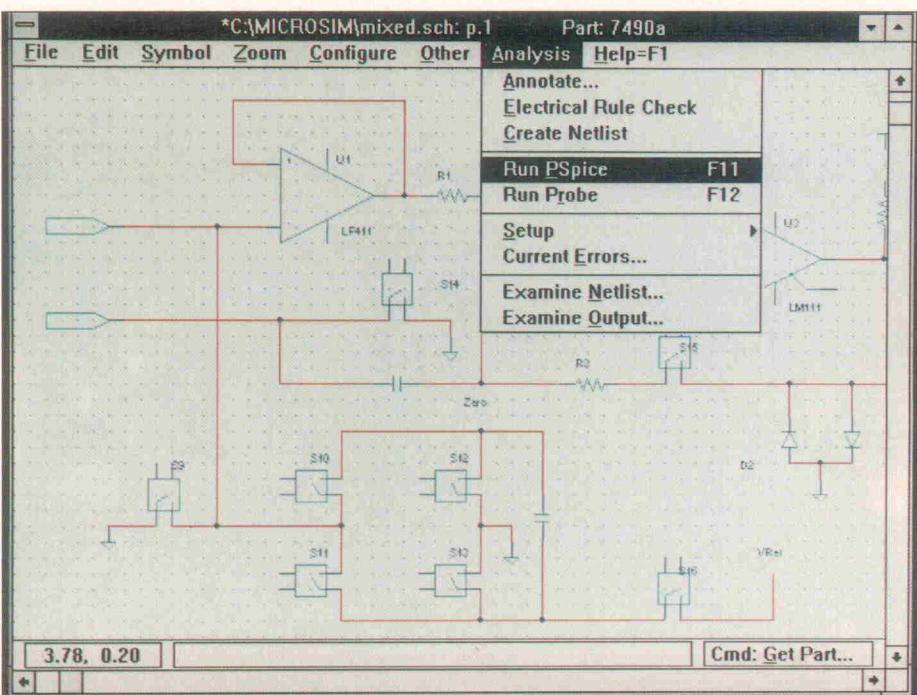
Auf dem Stand des CAE-Spezialisten Hoschar wurde MicroSims 'Design Center', eine voll integrierte CAE-Software unter Windows 3.0, für Stromlaufplanerstellung, Simulation und Analyse von rein analogen, gemischt analog-digitalen und rein digitalen Schaltungen gezeigt. Basis des Systems ist das Simulationsprogramm PSpice und PSpice Schematics.

Design Center ist in der Lage, auf allen Entwurfsebenen sowohl analoge als auch digitale Schaltungen zu unterstützen und zudem die Simulation mit PSpice zu ermöglichen. Der Schaltplaneditor bietet Bauteil- und Symbolbibliotheken mit mehr als 5700 analogen und digitalen Bauelementen. Kundenspezifische Bauteile und Symbole für individuelle Anwendungen sind definierbar. Analyseparameter können im Schaltplan spezifiziert und Simulationen mit PSpice direkt vom Schaltplan aus durchgeführt werden. Der Simulator stellt hierfür eine Bauteilbibliothek mit über 4000 analogen und 1700 digitalen Bauelementen zur Verfügung.

Die Verkaufspreise liegen je nach System (AT oder Workstation) und Programmkonfiguration zwischen 5450 DM und 66 150 DM (jeweils zzgl. MwSt.).

Zum ersten Kennenlernen bietet Hoschar Testversionen des Simulations- und Schaltplanprogramms an, die jeweils aus der vollständigen Dokumentation und einer limitierten Software bestehen. Der Simulator kann maximal 64 Knoten einer Schaltung aus 10 aktiven Bauelementen bearbeiten. Die Schematics-Testversion ist auf ein Arbeitsblatt und 20 Bauelemente beschränkt.

Hoschar Systemelektronik GmbH
Postfach 29 28
W-7500 Karlsruhe 1
Tel.: 07 21/37 70 44
Fax: 07 21/37 72 41



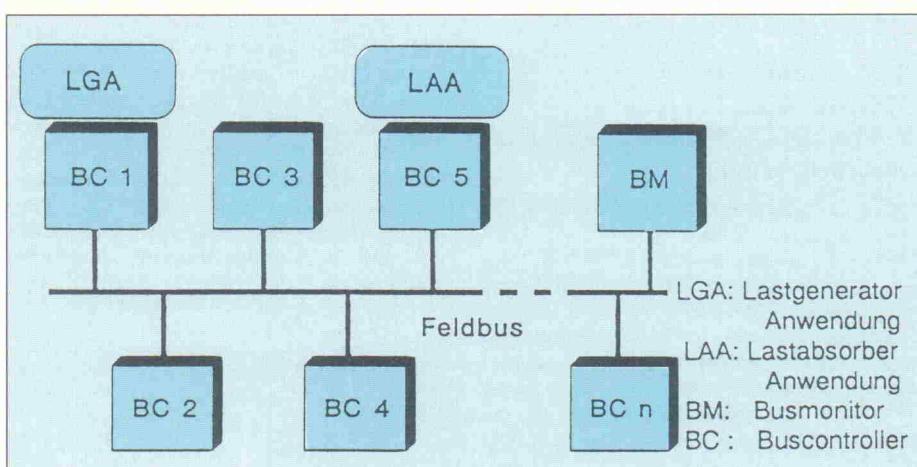
Feldbusemulator

Das Institut für Automatisierungstechnik der TU 'Otto von Guericke' zeigte ein System für die Simulation einer voll ausgelasteten Profibus-Anwendung. Bei herkömmlichen experimentellen Analysemethoden stimulieren aus Aufwands- und Kostengründen nur wenige Lastgeneratoren das System, wobei besonders bei hohen Baudaten nur geringe Busbelastungen erreicht werden.

Um mit vertretbarem Aufwand ein komplexes Profibus-System im Hochlastbereich testen zu können, wurde ein Feldbusemulator entwickelt. Das System arbeitet auf PC/AT-Basis und bildet das gesamte Kommunikationsgeschehen auf einer Dreirechner-Konfiguration nach. Die drei Komponenten sind ein Hostrechner, ein Original-Profibus-Controller und ein Busemulator. Die Nachbildung der systemweiten Kommunikation erfolgt derart, daß dem Buscontroller nacheinander verschiedene

Teilnehmeridentitäten zugewiesen werden. Der Busemulator beschickt den Buscontroller entsprechend seiner aktuellen Identität echtzeitkorrekt mit Telegrammen beziehungsweise empfängt sie.

TU 'Otto von Guericke' Magdeburg
Institut für Automatisierungstechnik
Postfach 41 20
0-3010 Magdeburg
Tel.: 03 91/5 92 22 29
Fax: 03 91/59 21 56



FORTECH Software – KI-Paket für comFORTH

Zu dem etablierten System 'comFORTH 2' der Rostocker Firma FORTECH, das die direkte Steuerung von Prozessoren oder Controllern mittels eines PC via RS-232-Schnittstelle ermöglicht, stellte FORTECH auf der CeBIT eine KI-Erweiterung vor. Das Zusatzpaket ermöglicht auf besonders komfortable Art und Weise problemorientierte Lösungen. Dazu stellt der Zusatz Module wie Listenverarbeitung, Backtracking-mechanismen für unbestimmte prozedurale Verzweigungen, Regelcompiler, Interferenzmechanismen, Darstellung und Verarbeitung von unscharfem Wissen zur Verfügung.

Dabei wurden laut FORTECH die Erfordernisse für den Einsatz von wissensbasierten Komponenten bei der Lösung von Steuer-aufgaben besonders berücksichtigt. Dazu zählen unter anderem:

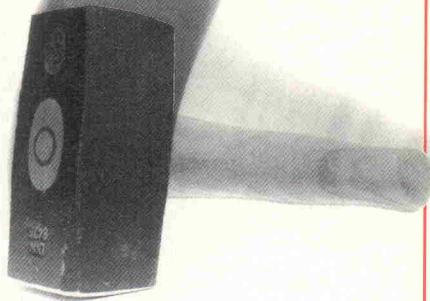
- On-Line Kopplung mit dem Prozeß
- Zeitabhängigkeit zwischen dem Interfe-renzprozeß und der Wissensbasis,
- Verarbeitung unterschiedlicher Wissensarten,
- Interaktivität,
- Lernfähigkeit,
- geringe Systemgröße sowie eine
- hohe Arbeitsgeschwindigkeit.

Diese Punkte tragen naturgemäß der Verkürzung der Entwicklungszyklen bei. Der Preis für ein derartiges KI-Paket beträgt 790 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. Unser Foto zeigt den Messestand der Firma: Während der Rechner rechts im Bild einen Versuchsaufbau simuliert, steuert der linke

Rechner eben diesen. Dargestellt wird ein von einer Welle angetriebenes Rad, welches sich abwechselnd mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten 'drehen' soll. Die momentane Geschwindigkeit wird – scheinbar – von einem Tacho erfaßt und an den Steuerrechner übermittelt. Der beim Be-schleunigen sowie beim Abbremsen auftre-tende Schlupf ist anhand der dann auftre-tenden spontanen Änderung der Motor-Verlustleistung erkennbar. Beide Meßwerte sind – fuzzytypisch – in fünf 'Klassen' zwischen 'viel zu klein' über 'in Ordnung' und 'viel zu groß' eingeteilt. Jede der theoretisch möglichen Kombinationen von Klassen führt zum 'Zünden' einer 'Regel', oder mit anderen Worten, zu einer Stellgröße, die dem Prozeß wieder zugeführt wird.

FORTECH Software GmbH
Joachim-Jungiusstr. 9
D-2500 Rostock 1
Tel.: 03 81/4 40 55 92
Fax: 03 81/4 40 52 84

CadSoft hat wieder zugeschlagen



Mit dem neuen 100%-Autorouter



Ab 11. Mai
lieferbar

EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

EAGLE ist in Deutschland öfter im Einsatz als jedes andere Programm zur Plati-nen-Entflechtung. Das hat gute Gründe. Allen voran das hervorragende Preis/Leistungs-Verhältnis und die leichte Bedienbarkeit, die uns zahlrei-chen Zeitschriftenartikel bescheinigt ha-ben.

Jetzt können Sie mit EAGLE noch effek-tiver arbeiten. Der neue Autorouter läßt keine Wünsche mehr offen: Ripup/Retry, kleinstes Platzierungs-Ra-ster 1/1000 Zoll (1 Mil), kleinstes Rou-ting-Raster 4 Mil, SMD-fähig, bis zu 16 Layer, Steuerung durch Design Rules und Kostenfaktoren.

Aber auch mit dem Layout-Editor allei-ne können Sie Platten auf Ihrem AT entflechten, die den höchsten indu-striellen Anforderungen genügen.

Skeptisch? Dann sehen Sie sich doch einmal unsere voll funktionsfähige De-mo cm, die mit Original-Handbuch ge-liefert wird. Damit können Sie das Pro-gramm mit den Modulen und den Ausgabebetrieben ohne Größen-be-schränkung testen.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabebetrieben und Konvertierprogrammen	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	1077 DM

Preise inkl. 14 % MwSt., ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 8,- (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage.



CadSoft Computer GmbH
Rosenweg 42
8261 Pleiskirchen
Tel. 08635/810, Fax 920



ECAD-Szene

Strategien, Anbieter, Preise

Markt

Peter Nonhoff

Erst vor einigen Jahren haben Elektronik-CAD-Systeme ein Preis-/Leistungsverhältnis erreicht, das eine breite Einführung und industrielle Anwendung ermöglicht. Seitdem strömen ständig neue Produkte auf den Markt und ringen um die Gunst der Elektronikentwickler. Die Palette reicht vom Einsteigerpaket für PC bis hin zum Hightech-Produkt, lauffähig auf Unix-Workstations. Die Preise purzeln, das Heer der Hersteller und Distributoren ist kaum übersehbar.

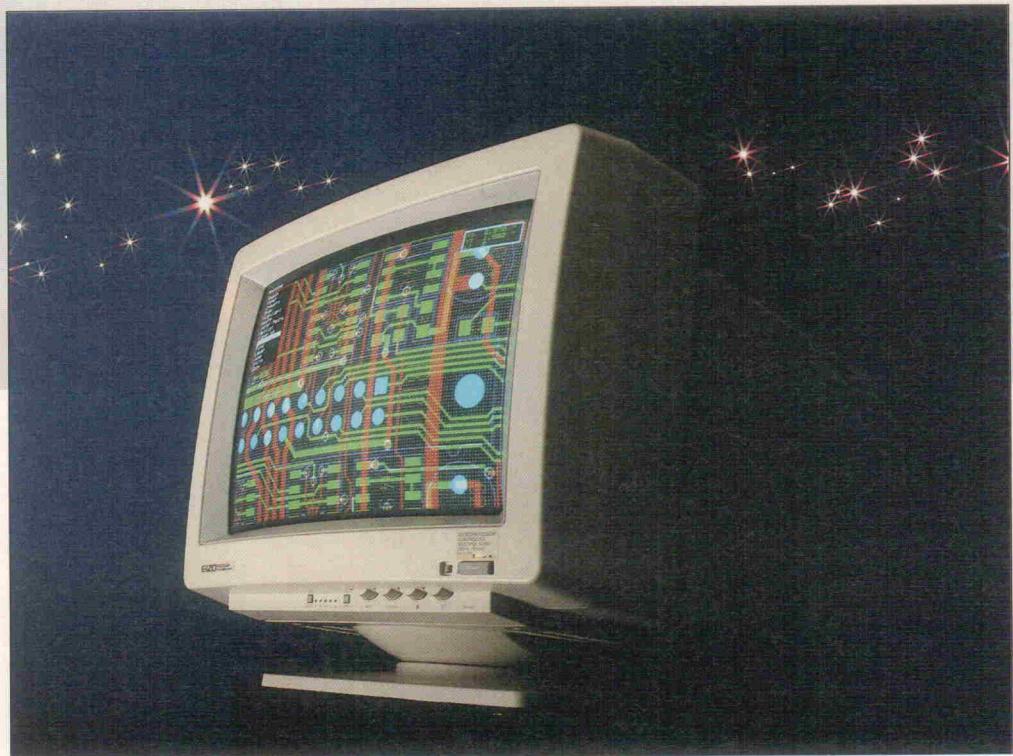


Foto: Firmenbild Hoschchar

Noch vor einem Jahr prophezeite man, daß bei der radikalen Preispolitik viele Anbieter auf der Strecke bleiben würden. Das Gegenteil scheint der Fall zu sein. Der Markt boomt nach wie vor. Ständig stellen Firmen neue Systeme mit immer größerem Funktions- und Leistungsumfang vor, begleitet von einer Flut neuer Begriffe, die es dem Anwender noch schwerer machen, die Szene zu durchschauen. Jeder Hersteller gibt den selbst entwickelten Funktionen oder Algorithmen eigene Namen, um sich eindeutig vom Konkurrenzprodukt abzusetzen. Diese Entwicklung gilt im besonderen für die diversen Autorouter-Konzepte.

Eindeutig scheint sich jedoch ein Trend abzuleiten, für den die Firma Protel mit ihrer Version 'Protel for Windows' den Startschuß gegeben hat. Nach und nach werden wohl alle bedeutenden Softwareentwickler nachziehen. Bereits auf der CeBIT haben einige Hersteller angekündigt, daß sie ihre eigenen Oberflächen verlassen und in kürzester Zeit Windows-Ver-

sionen anbieten werden. Damit ließen sich auch die Austauschformate zwischen CAD-Systemen weiter standardisieren.

Router-Strategien

Wurden Autorouter vor nicht allzu langer Zeit noch als Wundermittel angepriesen, mit denen Layout-Entflechtung zum Kinderspiel gerät und sich diese Arbeit kostensparend auf ein Minimum an Manpower reduzieren läßt, so ist auf diesem Sektor weitgehend Ernüchterung eingetreten. Nicht zuletzt deswegen, da sich herumgesprochen hat, daß diese Systeme keine Alleskönnner sind, sich mehr oder weniger stupide an ihre programmierten Algorithmen halten müssen und noch lange nicht auf den Horizont eines erfahrenen Layouters zurückgreifen können.

Der Markt hält auch längst nicht mehr nur *einen* brauchbaren 100%-Router bereit mit der Folge, daß die Preise kräftig gepurzelt sind. Mußte der Anwender noch vor gut einem Jahr 5000 D-Mark und mehr für einen 100%-Router auf den

Tisch legen, so liegt der Preis für denselben Router heute bei circa 2000 D-Mark.

Aber die Autorouter sollen hier nicht schlechter gemacht werden als sie sind. Die meisten angebotenen 100%-Router sind heute in der Lage, auch komplexere Schaltungen komplett zu entflechten. Die Unterschiede der konkurrierenden Router-Strategien liegen in der Rechengeschwindigkeit, dem benötigten Speicherplatz, dem einstellbaren Raster und natürlich im Preis.

Sollen mit einem ECAD-System sehr komplexe Schaltungen entflechten werden, muß man besonders auf sehr gute und komfortable interaktive Fähigkeiten des Autorouter-Programms Wert legen. Der Router muß in seiner Tätigkeit jederzeit unterbrechbar sein, so daß bei der Entflechtung manuelles und stückweises Vorgehen möglich wird.

Turbo-Router

Hinter diesem Namen verbirgt sich ein Low-Cost-Autorouter der einfachsten Form. Mit der Version 3.3 des automatischen

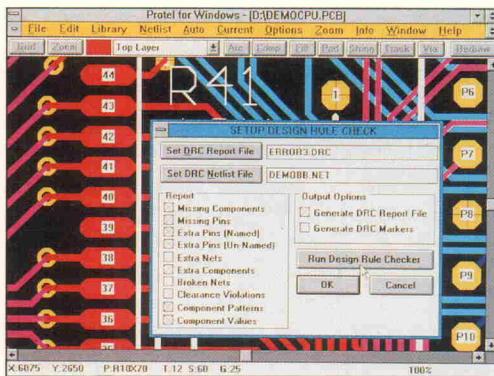


Bild 1. Advanced Pack von Protel: Das erste Layout-Paket unter Windows.

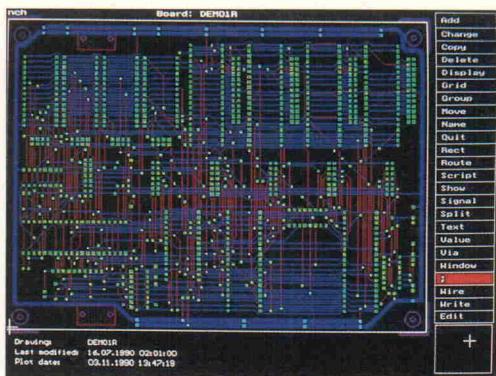


Bild 2. Der 100%-Router zu Eagle arbeitet nach dem Rip-up-and-Retry-Algorithmus und paßt sich im Preis den andern Produkten von CadSoft an.

Entflechtungsprogramms lassen sich Leiterplatten entflechten, deren mechanischer und elektrischer Aufbau zuvor mit einem CAD-Programm wie Geddy-CAD oder AutoCAD vorgegeben wurde.

Der Turbo-Router übernimmt von Geddy-CAD eine DXF-Übergabedatei, in der die nötigen Informationen zum Entflechten der Platine enthalten sind. Es handelt sich weder um einen 100%- noch um einen interaktiven Router. Man kann also den automatischen Entflechtungsvorgang nicht an beliebiger Stelle unterbrechen und einzelne Leiterbahnen von Hand verlegen.

Der Router arbeitet immer so lange, bis er alle Verbindungen verlegt hat oder stecken bleibt. Die 'fertige' Platine wird anschließend wieder in das CAD-Programm eingelesen und kann dort gegebenenfalls weiterbearbeitet werden. Der Preis dieses Routers liegt weit unterhalb von 1000 D-Mark.

Rip up and Retry

Zur diesjährigen CAT, internationale Fachmesse für Computer Aided Technologies vom 5. bis 8. Mai in Stuttgart, wird die Firma CadSoft ein neues Autorouter-Modul für das Layout-Paket Eagle vorstellen. Das neue Modul arbeitet nach dem Rip-up-and-Retry-Verfahren. Dieses Verfahren stammt aus den 70er Jahren. Es nimmt während der Rip-up-Phase alle Leiterbahnen, die irgendwelche Bereiche blockieren, heraus, ordnet diese neu und versucht sie nochmals zu routen.

Eine Verbesserung ist immer dann gegeben, wenn sich durch diese Vorgehensweise minde-

stens eine weitere Verbindung unterbringen läßt. Man kann sich vorstellen, daß dieser Algorithmus mitunter bei aufwendigen Platinen sehr viel Rechenzeit benötigt, bevor ein 100%-Ergebnis vorliegt.

Der neue Eagle-Autorouter läßt ein Plazierungs raster von 1 Mil und ein Routing-Raster von 4 Mil zu. Design Rules wie die Breite von oder der Mindestabstand zwischen Leiterbahnen oder die Distanz von Leiterbahnen zu Durchkontaktierungen kann der Benutzer frei konfigurieren. Des Weiteren lassen sich Router-Strategien festlegen, die zum Beispiel dafür sorgen, daß möglichst wenig Durchkontakte entstehen. Auch mit diesem Produkt verfolgt die Firma ihre Niedrigpreis-Politik weiter; das Modul soll preislich nur knapp über 1000 D-Mark liegen.

Push n'Shove

Eine andere Strategie verfolgt der Push n'Shove-Router, der in das CAD-System PADS-2000 integriert ist. Hier werden bestehende Verbindungen nicht aus dem Layout herausgenommen, sondern nur verschoben, um mit weiteren Verbindungen durchzukommen. Der Algorithmus verdrängt die Leiterbahnen selbstständig und schafft somit Platz für neue Verbindungen. Dieser Router arbeitet mit 45°-Leiterbahnen, um so jede freie Fläche effektiv zu nutzen.

Das Menü 'Shove' enthält drei neue Algorithmen, die im Gegensatz zum Rip-up-and-Retry einen Verdrängungsalgorithmus verwenden. Im ersten Menü (interaktiv/automatisch) wählt der Layouter die Abfolge aus, in der die Verbindungen geroutet werden sollen. Ein Netz wird

geroutet, indem andere Leiterbahnen an die Seite geschoben werden, um Platz zu schaffen. Den Verlauf der Leitung schlägt das System vor; ist der Layouter einverstanden, wird das 'Kupfer' entsprechend verlegt.

Mit dem zweiten Algorithmus, gesteuerte Automatik, wählt der Anwender zunächst die Verbindung aus, die geroutet werden soll, dann jede Ecke für die Leiterbahn; anschließend macht der Router den Weg frei, indem er andere schon verlegte Leitungen zur Seite schiebt. Dies ist besonders nützlich bei kritischen Netzen, in denen der Anwender die Verbindungen automatisch routen, den Verlauf aber dennoch selbst bestimmen möchte.

Der dritte Algorithmus dient zum interaktiven oder manuellen Entflechten und besitzt zusätzlich eine Online-Abstandsprüfung, so daß bei jeder Leiterbahn, die der Router zu nahe an eine andere oder an ein Auge gelegt hat, eine Fehlermeldung erscheint.

Ist die Push-n'Shove-Technik nur auf ein Fenster begrenzt, kann es sein, daß dieser begrenzte Bereich nicht ausreicht, um störende Leiterbahnen in geeigneter Weise zu verschieben. Dann muß das Fenster verschoben werden, um das Problem zu lösen. Als Folge von mißlungenen Rout-Versuchen können Stummelverbindungen in angrenzenden Fenstern entstehen. Innerhalb eines Fenster ist das Resultat gut, bei größeren und komplexeren Designs kann die Qualität leiden.

Reconstruct Algorithmus

Der in Verbindung mit Tango-PCB oder Tango-PCBplus angebotene Autorouter Tango

RoutePRO arbeitet nach dem Reconstruct-Algorithmus. Dieser zielt darauf ab, einfache Blockaden von Leiterbahnen in deren unmittelbaren Nähe zu lösen. Trifft der Router auf größere Probleme, behebt er diese in einer globaleren Umgebung; er vergißt also selbstständig und automatisch seinen Wirkungsbereich.

Die Software analysiert verschiedene Leiterbahnsätze, wählt dann den geeigneten und behebt das Problem. Der Router entfernt den gewählten Leiterbahnsatz und plaziert ihn so, daß die Blockade beseitigt ist. Dabei wird keine Verbindung entfernt, die sich nicht wieder plazieren läßt. Mit andern Worten: Der Fertigungsgrad einer Platine wird wie beim Push-n'Shove-Router niemals verringert. Die Anzahl an Wiederholungsdurchläufen, die notwendig sind, ein Design zu 100% zu entflechten, sind im Vergleich zu anderen Router-Strategien bei diesem Verfahren meist geringer.

Tango-RoutePRO arbeitet im Gegensatz zu vielen andern Systemen nicht nur mit festen Einstellungen als Default-Werte. Die eingebaute Option 'Auto Grid Selection' analysiert das aktuelle Board, die Bauteilplatzierung und die Design-Regeln und stellt danach die entsprechenden Parameter ein. Ist ein Raster einmal gewählt, gilt es für den ganzen Rout-Vorgang. Sind spezielle Bauteile oder Blöcke mit dem eingestellten Raster nicht zu routen, wechselt der Router das Raster, kehrt aber sobald wie möglich wieder in das ursprüngliche zurück.

Der Rasterfreie

Der Bloodhound Hochleistungs-Autorouter von Racel-Redac arbeitet auf dem PC mit den Design-Programmen CADSTAR und Maxi/PC zusammen. Mit seiner rasterfreien 32-Bit-Datenstruktur und seinen leistungsfähigen Optimierungsprogrammen gilt der Bloodhound Autorouter als einer der leistungsfähigsten automatischen Entflechtungsprogramme auf dem Markt.

Die maximale Auflösung liegt bei 1 Mil, er kann bis zu 16 Lagen gleichzeitig bearbeiten. Anders als rastergebundene Router, die mit Zellenstrukturen arbeiten, verwendet der Rasterlose flexible Objekt-zu-Objekt-Abstandsvorgaben. Dies reduziert den Rechenaufwand, der

Angaben laut Hersteller/ Distributor	Advanced Pack	AES Advanced Layout System	AutoTrax	Board-Maker 1	Board-Maker 2	CADDY Elektronik	CADSTAR, MAX/PC	CAMCAD	CIRCUIT!™	Cupl	DoubleRoute	DRAFTSMAN-EE	EAGLE 2.6
Hersteller	Protel	CADWARE GmbH	Protel	ASIX	ASIX	Ziegler	Racal-Radac	Katplot	A. Binner	Logical Devices	Masstück	Design Comput.	CadSoft
Distributor 1) Preis (DM) 2)	25) 5700,-	10) 1990,-	8) 1895,-	1) 254,38	1) ab 521,93	28) ab 11 000,-	20) ab 4130,-	18) 19 500,-	24) 157,02	8) 2998,-	25) 2998,-	27) 99,-...8675,-	4) ab 740,35
Programm-typ	Layout, Router, Gerber-Editor	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout	Schaltplan	Logik-Compiler	Router	Schaltplan, Layout, Router	Schaltplan, Layout, Router
Rechnertyp	PC, Apple	PC	PC	PC	PC	PC	PC, DOS 3.0	PC	Atari ST	PC	PC, Apple, Unix	PC	PC
Min.-Konfiguration	386 4 MB	386 4 MB	640 K, EMS	286 640 KB, Festplatte	640 KB, Festplatte	286, 640 KB	286 mit Coproz.	486, 4 MB	2 MB	640 KB	386, 4 MB	640 KB	286, 640 KB
Oberfläche	Windows 3.x	Menüs, Fenster	Menü	Menüs, Fenster	Menüs, Fenster	Menü	Windows	GEM	Menü	Menü Windows	Menü	Menü	Menü
Dongle Handbuch	ja engl.	ja dtsch., engl., franz.	ja engl.	ja dtsch.	ja dtsch.	ja dtsch., engl., franz., ital.	ja engl.	ja dtsch.	nein dtsch.	nein engl.	ja engl.	ja dtsch., engl.	ja dtsch.
Demo-Vers. erhältlich	ja, DM 50,-	ja	ja, gratis	ja, DM 25,-	ja, DM 25,-	ja, gratis	ja, gratis	nein	ja, DM 15,-	ja, gratis	nein	DM 99,-	ja, DM 25,-
Max. Boardgröße/mm	830 × 830	1600 × 1600	800 × 800	430 × 430	430 × 430	2200 × 2200	820 × 820	20 000 mm ²	1000 × 1000	—	144 inch ²	800 × 800	1600 × 1600
Min.Auflös.	1 Mil	1 Mil	1 Mil	2 Mil	2 Mil	unbegrenzt	1 Mil	0,1 µm	0,4 Mil	—	1 Mil	1 Mil	1 Mil
Raster abschaltbar	ja	ja	—	ja	ja	ja	ja	ja	—	—	ja	ja	ja
PCB-Lagen	20	32	8	8 + 2	8 + 2	16	16 + 16	128	2	—	2	40	16
Design-Rule-Check	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja, online	ja
Electrical- Rule-Check	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein	ja
sonstige Checks	Dichte-anzeige Netcheck	nein	nein	nein	nein	nein	Connection- Check	Scannen von Vorlagen	Kurzschluß- Test	—	nein	nein	nein
Kostenberechnung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	—	ja	ja	nein
Wärmeanalyse	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja, opt.	nein	nein	—	nein	nein	nein
SMD-Unterstützung	ja	ja	ja	—	—	ja	ja	ja	ja	—	ja	ja	ja
ASIC-Design	ja	nein	nein	—	—	nein	ja, opt.	nein	nein	ja	nein	ja, opt.	nein
Autoplace	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein
Autorouter	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	—	—	ja	ja	ja
Simulation	ja, opt.	nein	nein	nein	nein	nein	ja, opt.	nein	nein	ja	nein	nein	nein

1) Adressenliste der Distributoren siehe Seite 26 2) Alle Preise zzgl. MwSt.

Angaben laut Hersteller/ Distributor	PADS-2000	PADS-PCB	PCB 2000	PCB-Edit V2.1	PCB-Layout	Platon V2.1	Protel for Windows	PSpice Design Center	Ranger 1	Ranger 2	Ranger 3	Route it!	RULE	
Hersteller	PADS	PADS Inc.	PADS	Rosin	Praefcke	VHF	Protel	Micro Sim	Seetrax	Seetrax	Seetrax	Schönenfeld	Friedrich	
Distributor 1) Preis (DM) 2)	23) 5.950,-	2) 19 980,-	8) 174,56	21) ab 175,-	16) ab 524,56	26) 5), 8), 25) 3.500,-	25) 4.410,-	7) 998,-	7) 3.950,-	7) 15 500,-	24) 157,02	14) 249,-	14) ab 129,-	
Programm-typ	Schaltplan, Layout, Router, Simulation	Schaltplan, Placer, Router	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Schaltplan, Layout	Simulation	komplett	komplett	Komplett-paket	Layout, Router	Layout	
Rechnertyp	PC	PC	PC	Atari ST/TT	Atari ST/TT	Atari ST/TT	PC	PC, Apple, Unix	PC, DOS 3.0	PC, DOS 3.0	PC	Atari ST	PC	
Min.-Konfiguration	386 DX 8 MB, Festplatte	286 Festplatte	8 MB	1 MB	512 KB	2 MB	4 MB	—	640 KB	640 KB Festplatte	386 4 MB Festplatte	1 MB, 640 KB	286 640 KB	
Oberfläche	Menü	Menü	Menü	Menü	GEM	GEM	Windows	Menüs, Fenster	Menü	Menü	Menü	GEM	Menü	
Dongle Handbuch	ja dtsch.	ja dtsch., engl.	ja engl.	nein dtsch.	nein dtsch., engl.	nein dtsch., engl.	ja dtsch., engl.	ja engl.	ja dtsch.	ja engl.	ja dtsch.	nein dtsch.	nein dtsch., engl.	
Demo-Vers. erhältlich	ja, kostenlos	ja, DM 60,-	nein	ja, DM 20,-	ja, DM 20,-	ja, DM 20,-	ja, DM 20,-	ja, gratis	ja, DM 72,-	ja	ja, DM 45,-	ja	ja, DM 15,-	
Max. Boardgröße/mm	1600 × 1600	600 × 600	800 × 800	406 × 282	320 × 200	832 × 832	800 × 800	—	800 × 800	800 × 800	unbegrenzt	193 × 249	230 × 230	
Min.Auflös.	0,001 Mil	1/1000 Mil	1 µm (ja)	2,78 Mil	50 Mil	0,5 Mil	1 Mil	—	1 Mil	1 Mil	1 Mil	1/20 Zoll	2 Mil	
Raster abschaltbar	ja	ja	ja	ja	nein	ja	—	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
PCB-Lagen	30	16	30	3	6	über 100	16 + 6	—	16	16	64	2	max. 16	
Design-Rule-Check	ja	ja, online	ja	nein	ja	ja	ja	—	ja	ja	ja	nein	nein	
Electrical- Rule-Check	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein	nein	nein	nein	
sonstige Checks	—	nein	nein	nein	nein	nein	Online-DC Schaltplantest	nein	—	Abstands-Check	Abstands-Check	Abstands-Check	nein	nein
Kostenberechnung	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	—	ja	ja	ja	nein	nein	
Wärmeanalyse	ja	ja	ja, opt.	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein	nein	nein	nein	
SMD-Unterstützung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	—	ja	ja	ja	ja	ja	
ASIC-Design	ja	nein	—	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein	nein	nein	nein	
Autoplace	ja	ja	ja	nein	nein	nein	ja	—	nein	nein	nein	nein	nein	
Autorouter	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	—	ja	ja	ja	ja	nein	
Simulation	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein	nein	nein	nein	

ECAM	EDA-System Anadue	GEDDY-CAD 5.0	GS-CAD	LineSim	LineSim PRO	MAXI-PC: III	Max. Route 4.0 Plus	Mega PCB V 1.1	ORCAD/ VST Rel. IV	ORCAD PCB II	ORCAD SDT Rel. IV	PADS 2000	PADS 2000, Logic
CSI	CAD-UL	Maier	Shamrock	HyperLynx	HyperLynx	Racial-Redac	Massteck	Rosin	OrCAD	OrCAD	OrCAD	PADS	PADS
5) 5700,- Layout, CAM	3) 23 800,- Schaltplan, Layout, Router CAM-Editor	15) 587,10 Schaltplan, Layout, CAD-Editor	22) 433,33 Schaltplan	12) 1.895,- Simulation	12) 2.995,- Simulation	2) 4.250,- Schaltplan, Plazierer, Router, CAM	5), 25) 13.500,- Schaltplan, Placer, Router	21) 262,28 Schaltplan, Layout	12), 11) 2.895,- Simulator	6), 11), 12) 4.995,- Layout, Router	6), 11), 12) 1895,- Schaltplan	2) 21 000,- Komplett- paket	11) 1950,- Schaltplan, Layout
PC, Unix	PC, Sun, DEC	PC	PC	PC	PC	PC	PC, Apple Unix	Atari ST/TT	PC	PC	PC	PC	PC
386 m. Copr. 8 MB X Window Menü	8 MB	512 KB, Festplatte	512 KB, Festplatte	286, 2 MB, Festplatte, VGA	386, 2 MB, Festplatte, VGA	286 10 MB	386/486, 8 MB	2 MB	286, 1 MB, Festplatte, VGA	286, 640 KB	286, 10 MB	386	286 ab 3 MB
ja engl.	Menü, Fenster	Menü	beides	eigene, graf.	ähnli. OSF/ MOTIV	Windows 3.0	Menü	eigene, ESP	Menü	eigene, EPS	Menü	Menü	Menüs
ja, DM 50,-	ja	ja	ja, DM 20,-	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, DM 50,-	ja, DM 20,-	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, DM 60,-	ja, kostenlos
unbegrenzt	1400 × 1400	254 × 254	—	—	—	600 × 600	3650 × 3650	unbegrenzt	—	600 × 600	—	unbegrenzt	1500 × 1500
0,0001 Mil ja	0,000 001 mm ja	—	—	—	—	1/1000 Mil ja	1 Mil ja	2,78 Mil ja	—	1 Mil ja	—	1/10 000 Mil ja	0,001 Mil ja
32 ja	99 ja	32 nein	—	—	—	16 ja	16 ja	4 nein	—	16 ja, online	—	32 ja, online	30 ja
nein	nein	nein	—	—	—	nein ja	ja nein	nein nein	—	nein ja	ja	ja	ja
nein	nein	nein	—	—	—	nein ja, opt.	nein nein	nein nein	—	nein nein	nein	nein	nein
ja	ja	nein	—	—	—	ja ja, opt.	nein nein	nein nein	—	nein nein	ja	ja	ja
nein	ja	nein	—	—	—	nein ja, opt.	nein nein	nein nein	—	nein nein	ja	ja	—
ja	ja	ja	—	—	—	ja ja, opt.	ja ja	ja ja	—	ja, —	ja	ja	ja
nein	nein	nein	—	—	—	nein ja	nein nein	nein nein	—	—	ja	nein	nein
ja	ja	nein	—	—	—	ja ja	nein nein	nein nein	—	nein ja	ja	ja	ja
nein	nein	nein	—	—	—	nein ja	nein nein	nein nein	—	nein nein	ja	nein	nein

RUN Assistant	RUN EDS	RUN for Classic	Schema III	Schema-PCB	SPECTRA	Susie	TangoPCB (PLUS)	TangoPLD	TangoRoute (PLUS)	Tango-Schematic	Timing Designer	topCAD	Turbo-Router 3.3
formula	formula	formula	Orimation	Orimation	Couper & Chyon	Aldec	ACCEL	ACCEL	ACCEL	ACCEL Inc.	Chronology	SPEA	Roth
9) 1890,- Schaltplan, Layout	9) ab 3500,- Schema, Layout, Router	9) ab 495,- Schaltplan	8) 1298,- Schaltplan	8) 4980,- Layout, Router	5) 55.00,- Router	8) 2998,- Simulator	17) ab 1.690,- Layout	17) 2690,- PLD-Design	17) ab 1490,- Router	17) 1690,- Schaltplan	12) 2995,- Dokumentation, Simulation	19) 19.995,- Komplett- system	13) ab 139,47 Router
Apple	Apple	Apple	PC	PC	Workstation unter Unix	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC
4 MB	4 MB	4 MB, Classic	2 MB	2 MB	16 MB, Open Windows	2 MB	286 640 KB	286 640 KB	640 KB	286, 640 KB	386, 4 MB, Festplatte, VGA	386 m. Coproz., 4 MB,	jede
Menüs, Windows ja dtsch., engl.	Menüs, Windows ja dtsch., engl.	Menü, Windows nein dtsch., engl.	Menü	Menü	Open Windows	Menü	eigene, Fenster nein engl.	—	eigene, Fenster ja dtsch., engl.	eigene, Fenster ja dtsch., engl.	Windows	Festplatte Menü ja dtsch.	SAA- Oberfläche nein dtsch.
ja, DM 100,-	ja, DM 100,-	nein	ja, gratis	ja, gratis	ja, DM 100,-	ja, gratis	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	ja, kostenlos	nein	ja, DM 36,80
700 × 350	2000 × 2000	—	—	800 × 800	70 sg. feet	—	810 × 810	—	810 × 810	—	—	830 × 830	unbegrenzt
0,5 Mil ja	0,5 Mil ja	—	—	1 Mil ja	0,000001 Mil ja	—	1 Mil nein	—	1 Mil umschaltbar	1 Mil —	—	1/960 Mil —	unbegrenzt nein
16 ja	50 ja	—	ja	30 ja	255 ja	—	12 + 11 ja	—	2..12 ja	—	—	16 + 30 ja	2 nein
nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	—	nein	nein
Verbindungs- test nein	Verbindungs- test ja, opt.	—	nein	nein	nein	Timing-Option ja	nein	Testvektoren nein	nein	nein	—	Kurzschluß Logik-Test nein	nein
nein	ja, opt.	—	—	nein	nein	—	ja, opt.	—	—	ja, opt.	—	nein	nein
ja	ja	—	—	ja	ja	—	ja	ja	ja	—	—	ja	ja
nein	ja	—	—	—	nein	ja	nein	—	nein	—	—	nein	nein
nein	ja	—	—	ja	ja	—	ja	—	—	—	—	ja	nein
nein	ja	—	—	ja	nein	—	nein	—	ja	—	—	ja	ja
nein	ja	ja, opt.	—	nein	nein	—	—	—	ja, opt.	—	—	ja	nein

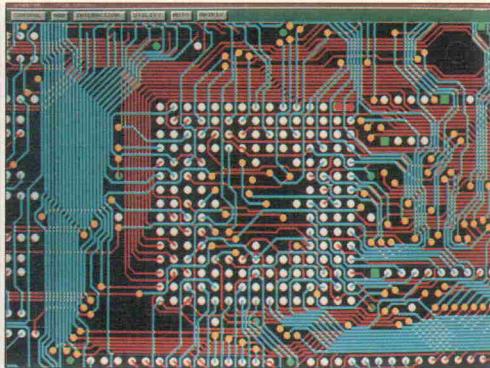


Bild 3. Der rasterlose Bloodhound-100%-Router ist wahlweise für die Betriebssysteme SCO-Xenix oder DOS lieferbar.

gerade bei anspruchsvollen Entflechtungsaufgaben mit hoher Packungsdichte überproportional anwächst.

Zu den besonderen Eigenschaften des Bloodhound-Routers zählt neben den Rip-up-and-Retry- sowie Push-n'Shove-Algorithmen die sogenannte Track-Fattern-Routine. Diese Funktion entflechtet Verbindungen zunächst mit einer Minimalbreite und verbreitert die Leiterbahnen anschließend, wo immer möglich, automatisch

auf den Normalwert, wie er für eine problemlose Fertigung wünschenswert ist.

Shape based

Ein neues Router-Konzept verfolgen die Spectra-Router SP20 und SP50 von Cooper & Chyan im Vertrieb von CAD Solutions International (CSI). Die Workstation-basierten Router arbeiten mit einer neu entwickelten Architektur: Sie sind 'shape based' (konturen-basiert). Beim verbreiteten 'Grid Map'-Router-

Prinzip wird die Leiterplatte in Raster bestimmter Größe aufgeteilt. In diesem Koordinatensystem stellt der Router fest, ob ein Punkt noch frei und belegbar ist. Das Raster begrenzt die Anzahl der Leiterbahnen.

Das Raster des Spectra-Routers ist im Gegensatz dazu infinitesimal klein, was eine höhere Auflösung zuläßt. Als Ergebnis arbeitet der Router wesentlich schneller. Die Leiterbahnen nehmen einen geringeren Raum ein, so daß der Bestückungsgrad

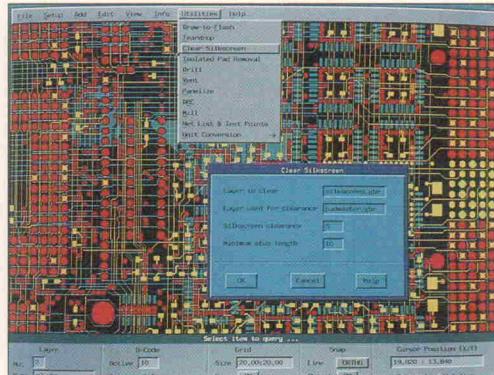


Bild 4. ECAM 2.0 unterstützt mit komfortabler Oberfläche in gleicher Weise Leiterplattenentwurf wie Produktion.

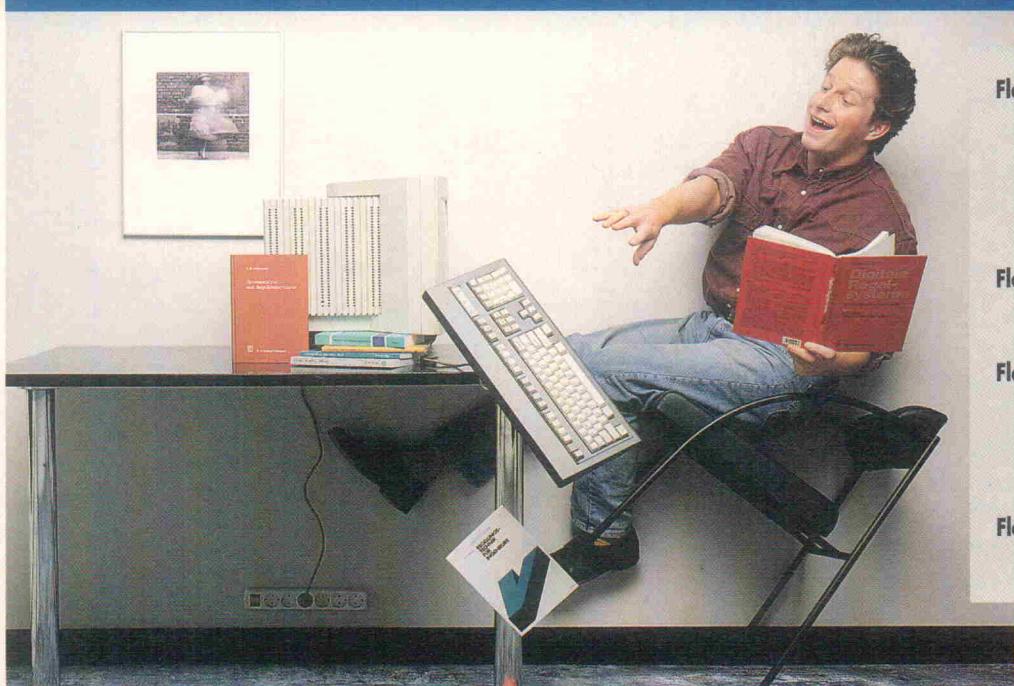
höher sein kann. Schließlich benötigt der Design-Prozeß weniger Speicherplatz.

Die Spectra-Router sind speziell auf die Entwicklung von dicht bestückten SMD-Platten mit komplexen Design-Regeln ausgerichtet. Obwohl sich die Produktionsprozesse bei SMD und Durchkontaktierung stark von einander unterscheiden, können beide Autorouter natürlich mit beiden Technologien umgehen. Innerhalb der Spectra-Umgebung können sich alle Design-Regeln jeweils an die durchkontaktierten beziehungsweise an die oberflächenmontierten Bauteilanschlußflächen anpassen. Die Preise dieser Hochleistungs-Router liegen mit 55 000 beziehungsweise 85 000 D-Mark um den Faktor hundert höher als der preiswerteste des Marktes. Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich natürlich keine Vergleiche mehr ziehen.

Was ist Real-Annotation?

Wieder so ein Begriff, den man nur mit *einem* CAD-Entwickler in Verbindung bringen kann.

Hoppala...



...doch mit **Flowlearn**
hält sich die Katastrophe
in Grenzen

Flowlearn - das Simulationsprogramm
z.B. für die Bereiche **Hydraulik, Pneumatik, Regelungstechnik, Verfahrenstechnik, E-Technik, Meßtechnik, Antriebstechnik**.

Flowlearn - unterstützt die Ausbildung in Industrie, Forschung und Lehre.

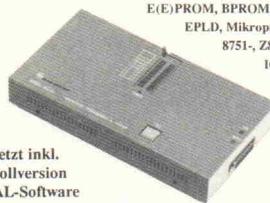
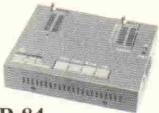
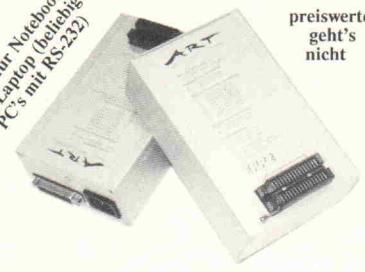
Flowlearn - für IBM-PC, XT, AT, PS-2 oder 100% kompatibel mit 512 KByte Hauptspeicher. MS-DOS ab Version 2.0

Flowlearn - zum Preis von DM 78,- gibt es (nur gegen Vorkasse) bei

eMedia

Bissendorfer Straße 8
Postfach 61 01 06
3000 Hannover 61
05 11/5 35 21 60



<p>ALL-03 Universal-Programmiergerät</p>  <p>E(E)PROM, BPROM, PAL, GAL, PEEL, EPLD, Mikroprozessoren 8748-, 8751-, Z8-Serie, Memory-Test, IC-Test (TTL und CMOS) und vieles mehr</p> <p>jetzt inkl. Vollversion GAL-Software GDS 1.4 75 verschiedene Adapter (z.B.: PLCC, GANG, MACH u.ä.)</p> <p>DM 1448.-</p>	<p>8 MB EPROM-BRENNER</p>  <p>SEP-88 DM 1397.-</p> <p>Lieferung inkl. Buskarte, Kabel Box, Software sowie deut. und engl. Handbuch</p>  <p>SEP-84 DM 699.-</p> <p>SEP-81 DM 565.-</p>	<p>EPP-1 / EPP-2</p>  <p>ideal für Notebook und Laptop (beidseitig) und PC's mit RS-232</p> <p>preiswerter geht's nicht</p> <p>EPP-1 298.- EPP-2 498.-</p>
<p>- Logik Analysator 32 Kanäle, 100 MHz LA 32100 DM 2964.-</p> <p>- In-Circuit Emulator für 8031/51 MPU's V'Nice DM 2278.-</p> <p>- EPROM-Emulator bis 512kbit EML-ROM DM 689.-</p> <p>Löschergeräte für 5-200 EPROM's in reicher Auswahl</p> <p>- Anschluß an RS232-Schnittstelle - eingebautes Netzgerät - robustes Aluminiumgehäuse - bis 512kBit (EPP2 bis 4 MBit)</p> <p>Ahlers EDV Systeme GmbH, Mozartstraße 23, 8052 Moosburg, Tel.: 0 87 61/42 45, FAX: 14 85</p>		

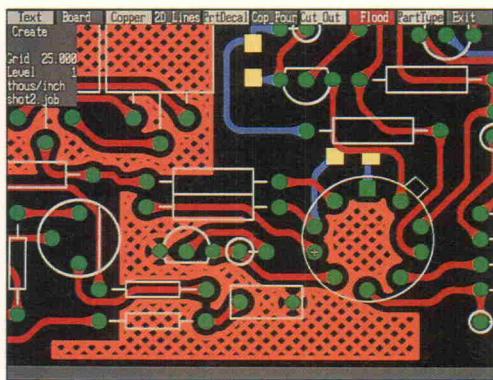


Bild 5. PADS-2000 generiert Kupferflächen in Analogschaltungen, wahlweise schraffiert oder ausgefüllt, Lötaugen werden als Wärmefallen (Thermal-Pads) eingebunden.

Der Austausch der Netzlisten- und Bauteildaten zwischen Schaltplan und Layout wird als Annotation bezeichnet. Transportiert man neue oder geänderte Daten vom Schaltplan zum Layout, so heißt das Forward-Annotation, die andere Richtung wird als Back-Annotation bezeichnet. Am häufigsten lösen die Softwareentwickler dieses Problem über Listen, Schaltplan und Layout liegen dabei jeweils in verschiedenen Projektdateien vor.

Aufgabe des Anwenders ist es, dafür zu sorgen, daß die jeweils vorgenommenen Änderungen durch Erzeugen und Einlesen der Listen auf der jeweils anderen Seite auch wirklich übertragen werden. Diese Listen, soweit sie genormt sind, machen es im übrigen auch möglich, Schaltpläne, die auf dem einen System entstanden sind, auf dem System eines anderen Herstellers zu entflechten.

Die sogenannte Real-Annotation des RUN-Electronic-Design-Systems geht einen anderen

Weg. Schaltplan und Layout-Daten sind in einer einzigen Datei enthalten. Die in der Projektdatei enthaltenen Schema- und Layout-Daten lassen sich gleichzeitig mit *einem* Programm bearbeiten. Dabei stehen dem Anwender zwei Fenster zur Verfügung, eines für den Schaltplan, das zweite für das Layout. Die Annotation wird nun online vollzogen: Jede Änderung der Netz-/Bauteilliste wird sofort auf die andere Seite übertragen und dargestellt.

Diese Vereinigung von Schaltplan und Layout entspricht auch dem Aufbau der Bibliotheken von RUN. Dort sind ebenfalls alle Schaltplan- und Layout-Daten in einem Typ vereint. Beim Einfügen eines Bauteils werden alle Informationen geladen und brauchen nicht mehr wie beim 'Netzlisten einlesen' aus der Bibliothek nachgeladen werden. Auch die Gehäusewahl für das Layout ist schon auf der Schaltplanseite möglich.

Ein weiterer Vorteil ist die enge Kopplung der Daten von

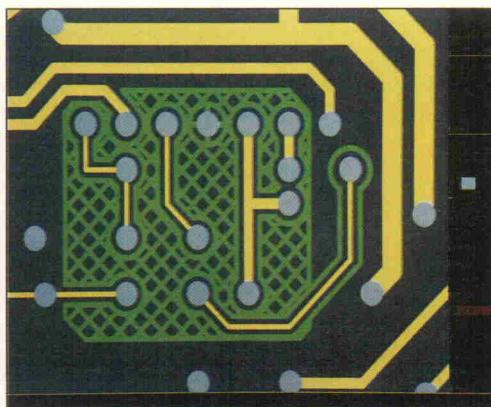


Bild 6. Mittels Signal-Shields kann das Ariadne-PCB-Layoutsystem einer einzelnen Leiterbahn eine Abschirmung beistellen.

Schaltplan und Layout. Bauteile/Gatter oder Netze können leicht gefunden werden, indem man ihr jeweiliges Pendant auf der andern Seite anwählt und die Funktion 'Zeige' aktiviert.

Analogschaltungen

Eignen sich die meisten ECAD-Systeme gut zur Bearbeitung digitaler Schaltungen mit Bussen und vielbeinigen Bausteinen, so versagen manche Layout-Systeme, wenn man Analogschaltungen entflechten möchte. Vor allem HF-Schaltungen erfordern sehr viel Sorgfalt und Erfahrung, sonst kann man bei der Inbetriebnahme einer Platine böse Überraschungen erleben. Die meisten Entflechter verzichten lieber auf den Rechner, sobald es analog wird.

Trotz des digitalen Booms ist der Anteil analoger Schaltungsentwicklungen nach wie vor hoch. Das wissen natürlich auch die Entwickler von ECAD-Systemen, da sie neben ihren Produkten oft auch als Dienstleister auftreten. Mittlerweile bieten einige

Systeme gute Ansätze und Hilfsmittel an, die ein effektives Entflechten auch analoger Schaltungen am Rechner ermöglichen.

In HF-Schaltungen kommt es häufig vor, daß Bausteine nachträglich auf der Platine versetzt werden müssen, um Signalwege zu verkürzen. PADS-2000 beispielsweise bietet hierzu den sogenannten Place-and-Shove-Algorithmus – wieder so ein Begriff. Dieser ermöglicht es dem Layouter, ein Bauteil in eine Fläche zu plazieren, die eigentlich schon von einem andern Bauteil besetzt ist. Das System verschiebt dann einfach das 'alte' Element, um für das 'neue' Platz zu machen. Alle Verbindungen werden dynamisch mitgezogen und optimiert. Ein ebenso häufiges Problem analoger HF-Designs besteht darin, daß Versorgungsleitungen an jeder Stelle dieselbe Breite beibehalten müssen. Orthogonal oder diagonal angelegte Ecken kommen nicht in Frage, da sie immer zu unterschiedlichen Leiterbahnbreiten führen. Die Folge sind Impedanzschwankungen, die wiederum Signalreflexionen hervorrufen können. Um diese Probleme zu vermeiden, muß man mit abgerundeten, abgeschirmten Leiterbahnen sowie Kupferflächen arbeiten.

Viele Systeme unterstützen den Layouter bei der Generierung begrenzter Kupferflächen. Dabei muß der Anwender die Fläche meist bis ins Detail abstecken, um zu vermeiden, daß das System Kupfer auf Lötaugen oder Verbindungen setzt. Komfortabel wird eine solche Funktion jedoch erst, wenn man nur die Umrisse der Fläche skizzieren muß und die Software den genauen Verlauf unter Einbeziehung aller Design-Kriterien

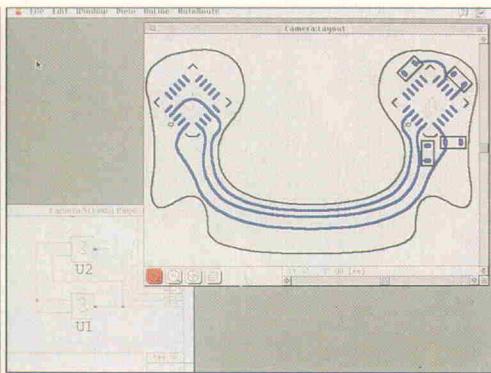


Bild 7. Wie von Hand geklebt. RUN bringt Bézier-Kurven vom Bildschirm auf die Leiterplatte.

selbst berechnet und ausfüllt (PADS-2000). Lötaugen innerhalb der Fläche sollte das System als Wärmefallenägen (Thermal-Pads), die Fläche selbst wahlweise als glattes, schraffiertes oder gerastertes Kupfer ausführen.

Das Layout-System Ariadne besitzt darüber hinausgehend eine elegante Methode, mit der sich nicht nur komplette Abschirmflächen generieren, sondern auch einzelne Signalleitungen abschirmen lassen. Mittels Signal-Shields kann der Anwender einer einzelnen Leiterbahn eine Abschirmleitung beistellen.

Bézier-Kurven

Abgerundete Leiterbahnverläufe bieten längst nicht alle ECAD-Systeme an. Ist eine solche Funktion implementiert, muß der Layouter beim manuellen Routen der 'runden' Leiterbahn Radius und Winkel bestimmen, bevor die Software den Verlauf zeichnet. Sind beide Angaben festgelegt, können einige Systeme derartige Leiterbahnen auch mit in den automatischen Rout-Vorgang mit einbeziehen (PADS-2000).

Apropos Routen: Automatisches Routen von analogen Schaltungen ist aber grundsätzlich nur angebracht, wenn das System über einen interaktiven Router verfügt. Der Layouter muß jederzeit in den Rout-Vorgang eingreifen und dem Autorouter einzelne Verläufe vorgeben können. Vor allem ist es wichtig, daß sich abgerundete Bahnverläufe den übergeordneten Design-Kriterien wie der Einhaltung von Mindestabständen unterwerfen und sie sich auch im fortgeschrittenen Entwurfsstadium ohne Probleme editieren lassen. Eine gute

Hilfe, gerade wenn es darum geht, möglichst kurze Signalwege zu finden, ist es, wenn die Software die Längen einzelner Leiterbahnen angeben kann.

Die neueste Version des RUN-Elektronik-Design-Systems geht einen etwas anderen Weg, sie unterstützt die Eingabe von Bézier-Kurven. Diese Kurven, eher bekannt von 'normalen' Zeichenprogrammen, lassen sich sowohl für Leiterbahnen wie für Leiterplattenkonturen und freie Polygone verwenden. Im Vergleich zu Kreisbögen lassen sich Bézier-Kurven intuitiver bearbeiten.

Für eine Kurve stehen zwischen Anfangs und Endpunkt wahlweise ein oder zwei Kontrollpunkte zur Verfügung. Das Verbiegen der Leiterbahnen über diese Punkte erinnert an das manuelle Kleben von Leiterbahnen auf Folie. Das RUN-Sy-

stem integriert die Bézier-Kurven vollständig in Online-Test und Real-Annotation, das heißt, jede Änderung des Projekts wird unmittelbar in beiden Ansichten, Schaltplan und Layout, nachgeführt.

Low-Cost-CAD

Wer sich nicht mit komplexen Autorouter-Strategien, Design-Rule-Check ... auseinandersetzen möchte, nur gelegentlich ein Layout zu entflechten hat oder nur in die CAD-Welt hineinrücken möchte, der findet auf dem Markt etliche Programme, deren Preisgestaltung unter 1000 D-Mark liegt.

Zu dieser Kategorie zählt auch Rule, ein reines Zeichenprogramm zur Erstellung von Layout am Bildschirm. Diese Software wendet sich eindeutig an Gelegenheitslayouter, die nicht erst einen Stapel von Hand-

büchern wälzen, sondern direkt nach Aufruf des Programms Lötaugen setzen und auf dem Bildschirm Leiterbahnen von Hand verlegen möchten.

Immerhin arbeitet das vektororientierte Programm mit bis zu 16 verschiedenen Ebenen, von denen sich mehrere gleichzeitig auf dem Monitor darstellen lassen. Soll das fertige Layout nicht nur auf einen Drucker ausgegeben werden, bietet der Entwickler optional diverse Treiber an, um HPGL, Gerber, PostScript und andere Dateiformate zu erzeugen.

Ein weiteres Programm ist das neue Boardmaker-I-Einsteigerpaket mit circa 350 Seiten starkem deutschem Handbuch. Mit dieser Software lassen sich Leiterplatten mit bis zu 8 Lagen entflechten. Dabei arbeitet der Anwender mit WYSIWYG VGA-Darstellung (what you see is what you get); Das Programm unterstützt SMD-Technik, runde Leiterbahnen, Design-Rule-Check und diverse CAM-Schnittstellen wie Gerber, Excellon, HPGL und PostScript. Neben Boardmaker I gibt es auch die umfangreichere Version II, zu der auch ein Autorouter angeboten wird.

Draftsman ist der Name des dritten CAD-Programms dieser Gruppe, das in seiner Einsteigerversion um 100 D-Mark kostet. Mit diesem Paket läßt sich beispielsweise ein Platinenprojekt im Europaformat mit circa 50 Bauelementen vollständig, angefangen beim Schaltplanent-

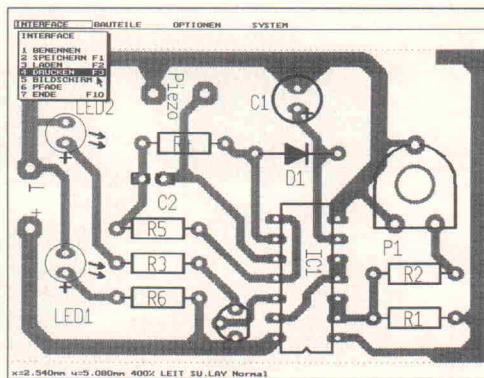


Bild 8. Durch die extrem kurze notwendige Einarbeitungszeit ist 'Rule' geeignet für Gelegenheitslayouter.

Liste der Distributoren

1) ASIX Technology GmbH	Rudolf-Plank-Str. 21	W-7505 Ettingen	Tel.: 0 72 43/3 10 48	Fax: 0 72 43/3 00 80
2) CAD 2000 GmbH	Erfurter Str. 23	W-8057 Eching	Tel.: 0 89/3 19 10 91	Fax: 0 89/3 19 32 44
3) CAD-UL	Einsteinstr. 37	W-7900 Ulm	Tel.: 07 31/93 76 0-0	Fax: 07 31/93 76 0-27
4) CadSoft Computer GmbH	Rosenweg 42	W-8261 Pleiskirchen	Tel.: 0 86 35/8 10	Fax: 0 86 35/9 20
5) CAD Solutions GmbH	Kellersstr. 16	W-8000 München 80	Tel.: 0 89/4 80 28 66	Fax: 0 89/48 62 11
6) COMPWARE GmbH	Wedeler Landstr. 93	W-2000 Hamburg 56	Tel.: 0 40/81 80 74	Fax: 0 40/81 10 37
7) Connection Design GmbH	Frankstr. 141	W-7530 Pforzheim	Tel.: 0 72 31/4 05 98	Fax: 0 72 31/4 05 90
8) Datalpro GmbH	Kreuzstr. 3	W-8037 Esting	Tel.: 0 81 42/2 80 13	Fax: 0 81 42/4 52 86
9) formula GmbH	Spittlergraben 47	W-8500 Nürnberg 80	Tel.: 09 11/28 66 00	Fax: 09 11/28 62 21
10) Gräbert Systemhaus	Nesterstr. 36a	W-1000 Berlin 31	Tel.: 0 30/89 69 03-0	Fax: 0 30/89 18 0 33
11) HOSCHAR Systemelektronik GmbH	Rüppurrer Str. 33	W-7500 Karlsruhe 1	Tel.: 07 21/37 70 44	Fax: 07 21/37 72 41
12) Infratech GmbH	Wedeler Landstr. 93	W-2000 Hamburg 56	Tel.: 0 40/81 75 78	Fax: 0 40/81 10 37
13) Ing. Büro A. Roth	Am Mühlbergschlöße 6	W-8130 Starnberg	Tel.: 0 81 51/1 67 51	
14) Ing. Bürk Friedrich	Sudetenstr. 14	W-6405 Eichenzell	Tel.: 0 66 59/22 49	Fax: 0 66 59/22 49
15) Ing. Büro W. Maier	Lochhausenenerstr. 21	W-8000 München 60	Tel.: 0 89/8 59 65 46	Fax: 0 89/8 59 65 46
16) Ingenierbüro Praefcke	Holzvogtkamp 55	W-2302 Flintbek	Tel.: 0 43 47/5 31	Fax: 0 43 47/85 66
17) iSystem GmbH	Einsteinstr. 5	W-8060 Dachau	Tel.: 0 81 31/2 50 83	Fax: 0 81 31/1 40 24
18) Katplot	Friedhofweg 3	W-8059 Neuching	Tel.: 0 81 23/14 31	Fax: 0 81 23/23 15
19) Mensch und Maschine GmbH	Stefanusstr. 6	W-8032 Gräfelfing	Tel.: 0 89/85 48 90	Fax: 0 89/85 14 38
20) Racal-Redac GmbH	Muthmannstr. 4	W-8000 München 45	Tel.: 0 89/3 23 92-162	Fax: 0 89/3 22 70 45
21) Rosin Datentechnik	Peter-Spahn-Str. 4	W-6227 Oestrich-Winkel	Tel.: 0 67 23/49 78	Fax: 0 67 23/49 78
22) Shamrock Software Vertrieb GmbH	Belgradstr. 9	W-8000 München 40	Tel.: 0 89/3 07 20 77	Fax: 0 89/3 08 39 80
23) tecnotron elektronik GmbH	Brühmoosweg 515a	W-8995 Rothkreuz/Weißenberg	Tel.: 0 83 89/17 77	Fax: 0 83 89/17 51
24) Think! GmbH	Scharnhostr. 40	W-8500 Nürnberg 20	Tel.: 09 11/598 00 16	Fax: 09 11/59 92 32
25) Thomatronik Herber M. Müller	Brückenstr. 1	W-8200 Rosenheim	Tel.: 0 80 31/1 50 05	Fax: 0 80 31/1 59 80
26) VHF Computer	Daimlerstr. 13	W-7036 Schönaich	Tel.: 0 70 31/65 06 60	Fax: 0 70 31/65 40 31
27) Walter electronic	Lindenstr. 6	W-7901 Neuenstetten	Tel.: 0 73 40/246	Fax: 0 73 40/247
28) Ziegler-Informatics GmbH	Nobelstr. 3...5	W-4050 Mönchengladbach 4	Tel.: 0 21 66/9 55-56	Fax: 0 21 66/9 55-600

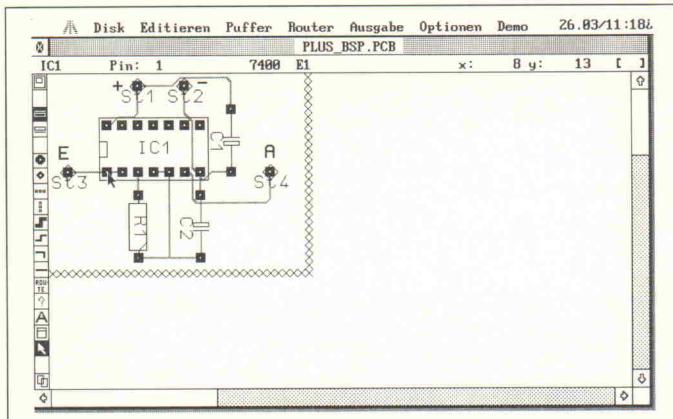


Bild 9. PCB layoutPlus: Zeigt die Maus auf einen beliebigen Pin eines Bauteils, so erscheinen in der Infoleiste alle interessierenden Daten. Hier IC1, Pin 1, (LS)7400, E1 (Eingang 1).

wurf über Netzliste, Autoplacer, Autorouter bis hin zum fertigen auf die Design-Regeln überprüften Layout, durchführen. Darüber hinaus stellt es alle notwendigen Ausgabeformate für die Fertigung zur Verfügung.

Der integrierte Router arbeitet mit einem Raster von 1 Mil nach dem Rip-up-and-Retry-Verfahren, jedoch nur bis zu einer Tiefe von drei Leiterbahnen. Die Vollversion routet Platten bis zu einer Größe von 800×800 mm mit bis zu 32 Signal- und 8 Versorgungslagen, ist jedoch preislich viel höher im Norden angesiedelt.

PCB-Software auf Atari

Einigen Lesern dürfte das CAD-Paket Platon der Firma VHF bereits ein Begriff sein.

Anzeige

Boardmaker

Leiterplatten-Layout, Schaltungs-CAD und Autorouter ab 295 DM

Von Dipl.-Ing.(FH) Ralf Göbel

Für alle Elektronik-Entwickler, die Ihre Platten per Computer entflechten wollen, jedoch bisher die Kosten hierfür gescheut haben gibt es die leistungsfähige und preiswerte Software Boardmaker jetzt endlich mit einem 350 Seiten starken deutschen Handbuch.

Warum soll Elektronik CAD Software eigentlich mehr kosten als ein leistungsfähiges Textverarbeitungsprogramm? Diese Frage hat sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Software-spezialisten gestellt und als Antwort darauf Boardmaker entwickelt. Das Ergebnis konnte sich gleich von Anfang sehen lassen und mittlerweile ist die Software weltweit zigtausendfach bei Elektronik-Ingenieuren im Einsatz.

Die Gründe für diesen überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und die leichte

Elrad stellte die Software in Heft 10/91 ausführlich vor. Auf der CeBIT zeigte der Hersteller die neueste, um einige wesentliche Features erweiterte Version 2.1. Sie bietet nun neben den bekannten Funktionen die automatische Generierung der Netzliste aus dem Schaltplan und die Einbindung von systemfremden Netzlisten, einen Online-Design-Check zur Überprüfung des Layouts während des Editierens, Ratsnest-Darstellung sowie PostScript-Ausgabe. Bis Ende 1992 hofft VHF ihr CAD-System auch auf Next Personal Workstation portiert und erweitert um einen 100-%-Router anbieten zu können.

Ebenfalls neue Versionen, 'plus' und 'professional', gibt es von dem nicht weniger bekannten CAD-Programm PCB-layout

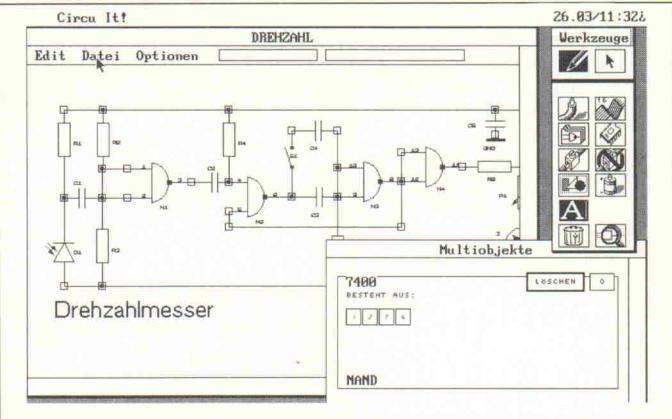


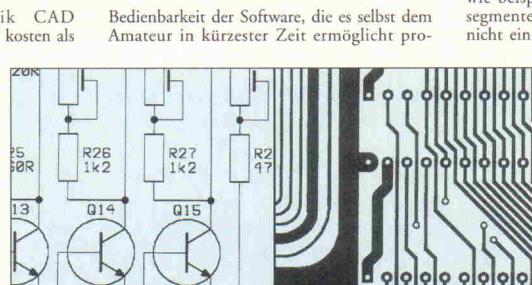
Bild 10. Circu It und Route It, ein interessantes CAD-Low-Cost-Duo für den Atari, das sogar PostScript-Format bietet.

des Ingenieurbüro Praefcke. So kann die plus-Version Netzlisten im Calay-Format einlesen, die Bauteilbibliothek ist auf 450 fertig definierte Bauteile erweitert worden, der Router verfügt über einen erweiterten Funktionsumfang, das Programm erkennt Kurzschlüsse und fehlende Verbindungen. PCB-layout professional ist großbildschirmfähig und für Multilayer bis zu sechs Lagen geeignet – die plus-Version ist auf zwei Lagen beschränkt. Neben dem Layoutprogramm enthalten beide Versionen einen Bauteil- und Gehäuseeditor.

Mit 'Circu It' und 'Route It' der Think! GmbH ist auf dem Atari-Markt ein neues CAD-Produkt erschienen. Circu It ist ein Schaltplaneditor mit einer umfangreichen Bauteilbibliothek und einem Bauteileditor.

Das Programm generiert zu jedem Schaltplan automatisch eine Netzliste sowie für die zu erstellende Platte auf Wunsch einen Bestückungsplan und eine Bauteilliste. Circu It läuft auch als Accessory und lässt sich somit parallel zu Rout It installieren. Die Ausgabemöglichkeiten zur Dokumentation erstrecken sich von GEM-Metawebfiles bis hin zu PostScript.

Route It besitzt einen vollautomatischen interaktiven Autorouter sowie einen ausgelösten manuellen Router; beide arbeiten im 1/20"-Raster auf ein- und doppelseitigen Platten. Die maximale Platinengröße ist auf circa 200×250 mm begrenzt. Für die Druckerausgabe benutzt das Programm das GDOS des Atari, es bietet aber auch eine Ausgabe im PostScript-Format.



Schaltpläne zeichnen, Platten Layouts entflechten und Autorouten - Boardmaker bietet alle Funktionen in einem Programm und ist ab 295 DM jetzt mit deutschem Handbuch lieferbar. Das komplette Demopaket (einschließlich 350-Seiten Handbuch) kostet nur 25 DM.

tionelle Leiterplatten-Layouts zu erstellen. Mit Boardmaker können auf praktisch jedem PC/AT Schaltpläne gezeichnet und Leiterplatten entflochten werden, die den aktuellen Industrieanforderungen genügen - von der einseitigen Platte bis zum komplizierten Multilayer, mit konventionellen oder den neuen SMD-Bauelementen.

Mit ein Grund für die Boardmaker Erfolgsstory ist freilich auch das revolutionäre Preis-/Leistungsverhältnis des Systems. Boardmaker ist so preiswert, daß auch Amateure endlich professionell arbeiten können. Dabei findet man viele der Boardmaker Funktionen, wie beispielsweise kreisförmige Leiterbahnsegmente und einen rasterlosen Autorouter nicht einmal bei viel teureren Systemen.

Boardmaker ist außerdem sehr komplett ausgestattet: Bauteilbibliotheken und Treiber für Gerber Fotoplotter, NC-Bohrmaschinen, Drucker, Plotter und Postscript Satzbelichter sind im Kaufpreis bereits mit enthalten. (at)

Kritische Anwender können sich vor dem Kauf der Vollversion mit dem Boardmaker Demopaket von der Leistungsfähigkeit des Programms überzeugen. Das Demopaket enthält für 25 DM das 350-seitige deutsche Handbuch und eine Testversion der Software.

Boardmaker-Pakete

Demo-Paket	25 DM
(einschließlich dem 350-Seiten starken, deutschen Original Handbuch)	
Boardmaker I	295 DM
(Schaltungs-CAD & Layout)	
Boardmaker II	595 DM
(+ Einfügen von Netzlisten)	
Boardrouter	595 DM
(rasterloser Autorouter)	
BoardmakerII/Boardrouter	995 DM
(Vorzugs-Komplettpaket)	

Preise ab Lager. Bei Vorausscheck oder bei Kreditkarten-Vorkasse (VISA/EuroCard) Lieferung frei Haus. Bei Lieferung durch Nachnahme zuzüglich 7,50 DM Versandkosten (Ausland 19,50 DM). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS.

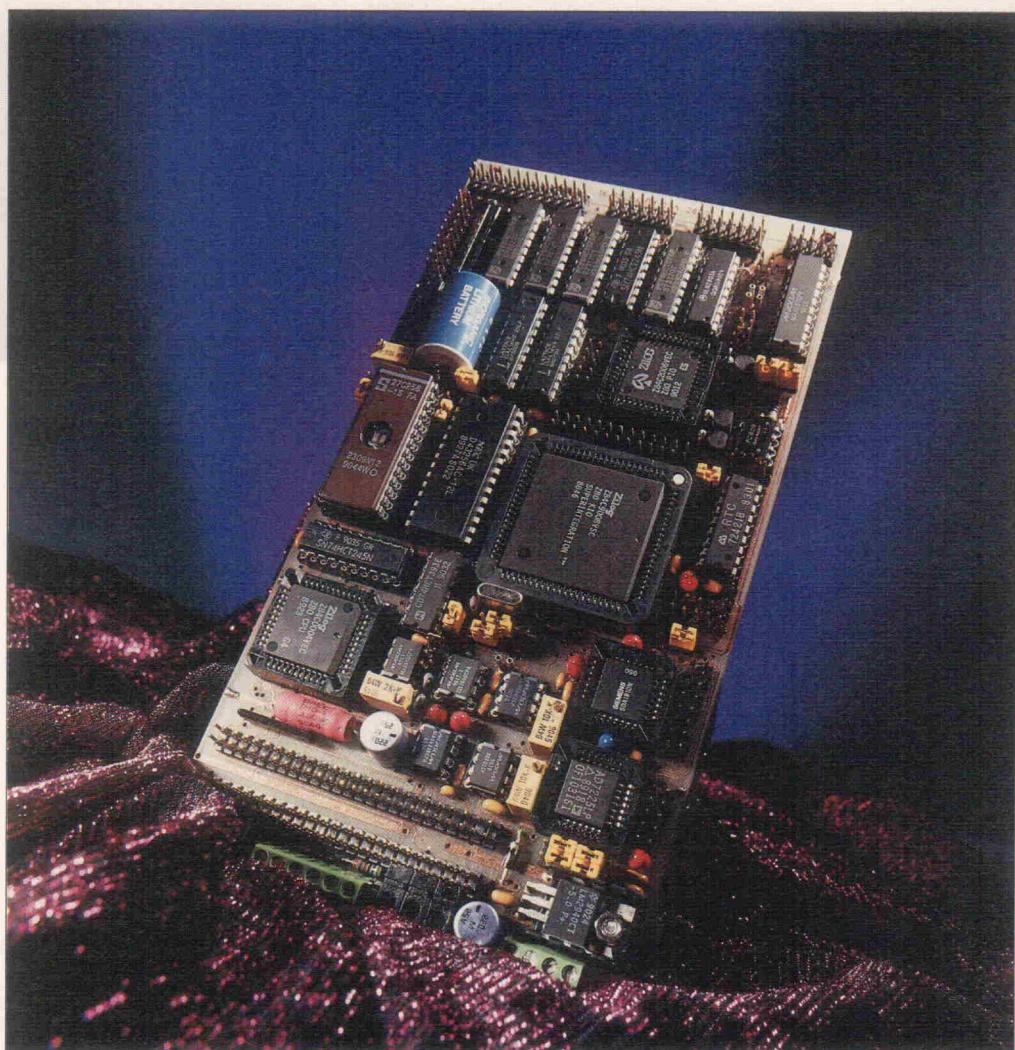
Rudolf-Plank-Straße 21 Postf. 142 W-7505 Erfingen Tel.: 07243/31048 Fax: 07243/30080



Kostenlos bestellen:
0130/84 66 88

Von A bis Z 80

Universelles Controller-Board mit Z 80



Frank Sudhölter

Für eigene Z-80-Applikationen benötigt man meist eine Konfiguration, mit der erhältliche Systeme nicht aufwarten können. Entweder fehlt der A/D-Wandler oder die Druckerschnittstelle, ein anderes Mal scheitert die Nutzbarkeit am Fehlen einer Echtzeituhr. In der Regel bieten sich nur zwei gangbare Wege an: man ist gezwungen, sich sein System entweder durch Zukauf oder durch Eigenentwicklung von Komponenten selber maßzuschneidern.

ideal für die Fertigung von Prototypen oder Einzelstücken wäre ein Single-Board-Computer, der bei vertretbaren Platinendimensionen mit einer größtmöglichen Anzahl von I/O-Bausteinen aufwartet und damit dem Entwickler die geforderte Flexibilität bei der Lösung der ihm gestellten Aufgaben bietet. Dank der hohen Integrationsdichte moderner Mikrobausteine kann man all diesen Forderungen heute Rechnung tragen.

Das Zauberwort heißt PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier): Diese Gehäusebauform stellt wohl den bestmöglichen Kompromiß zwischen der herkömmlichen Dual in Line- und der

SMD- oder Flat Pack-Technik dar. Und somit steht der Entwicklung kompakter und leicht modifizierbarer Systeme nichts mehr im Wege.

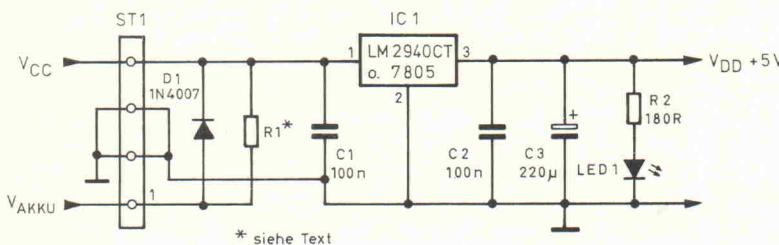
Unter dieser Prämisse entstand der Universelle Single-Board-Computer – kurz USBC. Dabei handelt es sich um ein auf einer Z-80-CMOS-CPU basierendes Mikrocomputerboard. Die Taktfrequenz von 4,9 MHz, der aufwendige Analogteil und die Vielzahl wichtiger I/O-Komponenten eröffnen dem Anwender eine Fülle von Einsatzmöglichkeiten. Das Einsatzgebiet wird hauptsächlich im technisch-wissenschaftlichen Bereich liegen. Als direkte Anwendungen sind sowohl Meßwert-

streamer, Datenlogger, Grenzwertgeber, Leitrechner für mittlere Automationsaufgaben wie auch Hand-Held-Computer, Prozeßprotokollierung oder autarke Meßdatenerfassungssysteme denkbar. In Verbindung mit einem PC/AT als Leitrechner ergeben sich noch mehr Möglichkeiten wie etwa das hardwarenahe Entwickeln und Austesten von Hochsprachenapplikationen.

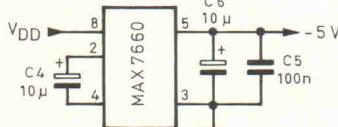
Konkret wartet der USBC mit folgenden technischen Details auf:

- Z-80-CMOS-CPU
- Centronics- und PC/AT-kompatible RS-232-Schnittstelle (asynchron)

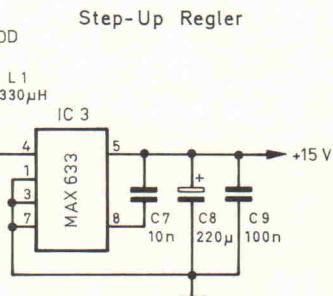
Spannungsregler



Converter



Step-Up Regler



- 20-mA-Current-Loop, aktiv oder passiv, optional: IF-Modul
- Echtzeituhr mit Kalender
- Keyboard-Matrix, LC-Display-Interface mit Treiber
- je vier kaskadierbare 8-Bit-Timer/Counter
- 16 interruptfähige I/O-Ports
- 16-Bit-LED-Latch
- 8-Bit-High-Current-Latch
- Watchdog, Powerfail, Batteriebackup
- 5-V- und 10-V-Referenzspannungen
- 8 × 10-Bit- oder 8 × 8-Bit-A/D-Wandler, 20µs
- 4 × 8-Bit-D/A-Wandler mit getrennt einstellbaren Referenzspannungen
- 128-KByte-Bankinglogik, maximal 64-KByte-EPROM oder 32-KByte-RAM on Board
- Relaisausgang (2 Wechsler)
- nur eine Betriebsspannung
- Statusanzeigen und Expansion Port
- Abmessungen 100 mm × 190 mm
- DIP-40-Emulatoradapter für das PLCC

Die Portleitungen für die serielle Schnittstelle, den Druckerport, das Display und den Erweiterungsport für die IF-Module sind auf Pfostenleisten geführt. Ferner liegen sämtliche Adreß-, Daten- und Steuerleitungen auf zwei Expansion Ports, an denen sich Zusatzhardware oder ein 40poliger DIP-Sockeladapter anschließen lassen. Dies ist vor allem bei

der Entwicklung mit In-Circuit-Emulatoren von großer Bedeutung.

Via Portleitung läßt sich der Adreßraum für RAM und ROM umschalten. Dies unterstützt die Programmierung in Hochsprachen wie C oder Pascal.

Eine Vielzahl von Interrupt-Quellen, die über Jumper konfigurierbar sind, lassen den USBC auch bei Echtzeitanwendungen nicht im Regen stehen. So gerüstet muß dieser den Einsatz im professionellen Bereich keineswegs scheuen.

Trotz seiner etwas ungewöhnlichen Abmessungen von 100 mm × 190 mm läßt sich der USBC einfach in 19"-Racks integrieren. Hierbei wird die Platine mit einem Leiterplattenhalter an der Frontplatte verschraubt. Die Befestigungslöcher sind so dimensioniert, daß dies problemlos möglich ist.

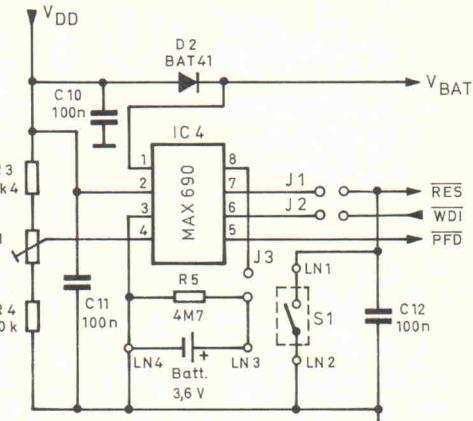
Die Spannungsversorgung erfolgt in üblicher Manier mit einer ungeregelten Gleichspannung zwischen 6 V und 9 V, je nach verwendetem Reglertyp: Grundsätzlich sollte man für IC1 einen Low-Drop-Regler einsetzen, der in Verbindung mit einer 6-V-Versorgung die Verlustleistung ganz erheblich verringert.

Die Quellspannung eines gegebenenfalls verwendeten Akkus sollte möglichst nur um die Spannungsverluste von D1 und IC1 größer sein als 5 V. Empfohlen seien hier aufgrund der höheren Zuverlässigkeit Blei-Akkumulatoren. Die Diode D1 entkoppelt den Akkumulator, falls gewünscht – einen Reset-Taster anschließen.

Bild 1a...d.
Dank der vier ICs läßt sich der Z-80-Controller

mit einer einzigen Betriebsspannung – oder aus einem Akku – betreiben. IC1 sorgt zunächst für saubere 5 V, die mit IC2 aufgebaute Ladepumpe stellt –5 V bereit. Während der um IC3 konstruierte Wandler die im Analogteil benötigten 15 V bereitstellt, überwacht IC4 die Betriebsszustände.

Power Fail, Watchdog, Reset



R1 dient der Erhaltungsladung desselben. Sein Wert errechnet sich aus dem Ladestrom des eingesetzten Akkus, der üblicherweise bei Nennkapazität/30h liegt. Diese 'Doppelversorgung' gewährleistet die höchste Zuverlässigkeit, da bei Spannungseinbrüchen der Akku sofort die Versorgung des Systems übernimmt.

Für den Betrieb an bereits geregelten 5 V sind die Pins 1 und 3 von IC1 zu überbrücken. Dabei verbietet sich natürlich der Akku-Betrieb. LED1 gibt darüber Auskunft, ob der USBC betriebsbereit ist.

Für den Betrieb des D/A-Wandlers und der Referenzspannungsquellen werden noch zwei zusätzliche Betriebsspannungen benötigt, nämlich –5 V und +15 V. Die –5 V erzeugt IC2, der altbewährte MAX 7660. Für die Generierung der +15 V ist IC3, ein Aufwärtsschaltregler des Typs MAX 633, zuständig. Details sind den Bildern 1b und 1c zu entnehmen.

Die Funktionen Restlogik, Power Fail, Watchdog und Backup bewältigt IC4, ein MAX 690. Ein Spannungsdetektor überwacht die Versorgungsspannung und erzeugt immer dann einen /RESET, wenn V_{dd} unter 4,65 V abfällt und bleibt dann für 50 ms low. So wird die wiederholte Erzeugung von Rückstellsignalen verhindert, wenn die Versorgungsspannung mit den Zyklen der Netzspannung steigt oder wieder abfällt. An die Stifte Ln1 und Ln2 kann man – falls gewünscht – einen Reset-Taster anschließen.

Außerdem kann der MAX 690 bei Versorgungsspannungseinbrüchen einen nicht maskierbaren Interrupt auslösen. J13, der die /NMI-Quelle für die CPU auswählt, muß sich dazu in Stellung 2-3 befinden. Hierzu liegt die 5-V-Versorgung über den Teiler um RV1 an dem Überwachungsanschluß PFI. Sobald U_{PFI} unter 1,3 V sinkt, erzeugt der Ausgang /PFO am Prozessor einen Interrupt. Bei einer Einstellung des Schwellwertes von 4,8 V hat der Prozessor genügend Zeit, die wichtigen Daten im batteriegepufferten CMOS-RAM zu sichern.

Über die Ausgangsleitung /WDI wird der Totmann-Eingang angesteuert. Das Totmann-Intervall ist fest auf 1,6 s eingestellt. Erfolgt keine Ansteuerung innerhalb dieser Zeit, so erzeugt IC7 ein /RESET. Bei geöffnetem J2 ist der Watchdog deaktiviert.

Der Schaltungsteil zur Umschaltung auf Batteriespannung vergleicht die 5-V-Versorgung mit der Batteriespannung, wobei die höhere Spannung auf den Ausgang V_{out} gelangt. Die Umschaltung erfolgt, wenn bei fallender Versorgungsspannung diese noch 50 mV höher als die Batteriespannung ist, was den Datenerhalt des CMOS-RAM sowie die Funktion der Echtzeituhr gewährleistet. D1 schließlich entkoppelt V_{bat} von der Versorgungsspannung, und R5 verhindert, daß der Innenwiderstand der Batterie bei langerer Nichtbeanspruchung hochohmig wird. Die Batterie wird an die Lötnägel Ln4 und

Ln3 gelötet, Ln3 ist hierbei der Pluspol. Mit J3 kann man die Batterie vom Rest der Schaltung trennen.

I/O- und Speicher-Adreßdekodierung

Der I/O-Adreßraum umfaßt den Bereich 80H...FFH und ist voll ausdekodiert. Dies erleichtert zum einen den Anschluß zusätzlicher Hardware, zum anderen begünstigt es den Betrieb von Low-Cost-Emulatoren, die in der Regel einen voll ausdekodierten Speicherbereich benötigen. Die Vorselektion übernimmt, wie in Bild 2 gezeigt, IC5, das den Adreßraum in acht Bereiche zu je 16 Adressen aufsplittet. Dies mag auf den ersten Blick etwas verschwenderisch erscheinen, begrenzt aber den Hardwareaufwand für die Dekodierung auf ein Minimum. Zum Erzeugen der bausteinspezifischen Steuersignale sind IC6 und IC7 zuständig, beides PLDs vom Typ GAL 16 V 8. Zum Einsatz soll-

ten hier Quarter-Power-Typen mit Schaltzeiten von 25 ns kommen, die sich mit 45 mA Stromaufnahme begnügen.

Die Speicherselektion bewerkstellt IC7. Der Adreßraum von 64 KByte ist in fast traditioneller Weise in zwei Blöcke zu je 32 KByte aufgeteilt. Den unteren Bereich 0000H...7FFFH benötigt das ROM, den oberen 8000H...FFFFH das RAM. Für das RAM lassen sich sowohl 8- als auch 32-KByte-Typen, für das EPROM außerdem noch 64-KB-Typen einsetzen. Je nach Speicherkonfiguration sind die Jumper J12 für das RAM, J11, J19 und J20 für das EPROM laut der Jumper-Tabelle zu setzen. Gerade bei der Langzeiterfassung von Meßdaten oder beim Einsatz speicherplatzfressender Hochsprachenapplikationen reichen die zur Verfügung stehenden 64 KByte Speicherbereich oft nicht aus. Auch der Einsatz von Memory Cards ist ohne Banking kaum sinnvoll.

Kurzum, beim USBC stehen insgesamt 128-KByte-Adreßraum zur Verfügung. Möglich wird dies durch die Verwendung der zusätzlichen Chip-Select-Signale CSBANK1 und CSBANK2, die beide auf den Expansion Port geführt sind und jeweils einen zusätzlichen 32-KByte-Speicherblock aktivieren können. Die Umschaltung erfolgt programmgesteuert, indem die Z-80-PIO wie in Bild 4 gezeigt die Portleitungen PB6 auf High-Potential setzt. Das Pulldown-Netzwerk RN2 sorgt dafür, daß diese Ausgänge nach einem /RESET auf einem definierten Low-Pegel, also Banking inaktiv, liegen. Das EXMEM-Signal erlaubt es, den Speicherbereich von ROM und RAM zu vertauschen. Diese Option ermöglicht es, Turbo-Pascal-Programme und selbstmodifizierenden Code ablaufen zu lassen.

Auch die Softwareentwicklung auf dem PC und das anschließende Austesten der Program-

me auf dem USBC werden so vereinfacht. Aktiviert wird EXMEM, indem Port PB7 von IC8 als Ausgang auf High-Pegel gesetzt wird. Für Erweiterungszwecke steht am Expansion Port noch ein frei verwendbares Chip-Select-Signal namens /CSOUT zur Verfügung.

User-Interfaces und Schnittstellen

Eine weitere Aufgabe der Z-80-PIO ist nebst der Bedienung der Druckerschnittstelle und der Bankinglogik auch die Steuerung des Tastatur-Interfaces, das für den Betrieb einer 4 × 6-Tasten-Matrix mit einpoligen Schließkontakte auslegt ist. Dazu werden die Portleitungen PA0...5 mit den Zeilen der Tastatur verbunden. Diese Zeileingänge sind mit einem 10-kΩ-Netzwerk RN1 auf +5 V gezogen, Port PB0...3 stellt dabei die Spaltenleitungen zur Verfügung.

In der Automations- und Meßtechnik erweist es sich als nützlich, bestimmte Prozeßzustände zu visualisieren. Zu diesem Zweck sind auf dem USBC die beiden 8-Bit-Datenlatches IC11 und IC12 integriert, die man direkt zur Ansteuerung von LEDs heranziehen kann. Die benötigten Vorwiderstände befinden sich in Form der drei Netzwerke RN4, 5 und 6 bereits auf der Platine. Zu beachten ist dabei, daß die verwendeten Gat-

Speicher und I/O Adressdecodierung

Bild 2. Für die Dekodierung des I/O-Adreßraumes ist der 3-Bit-Binärdecoder IC5 zuständig.

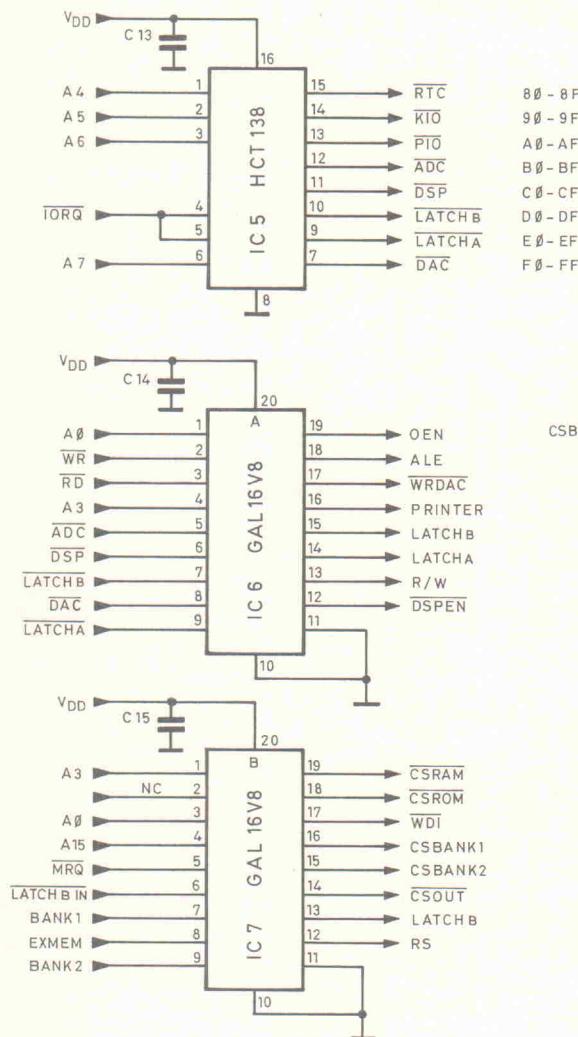
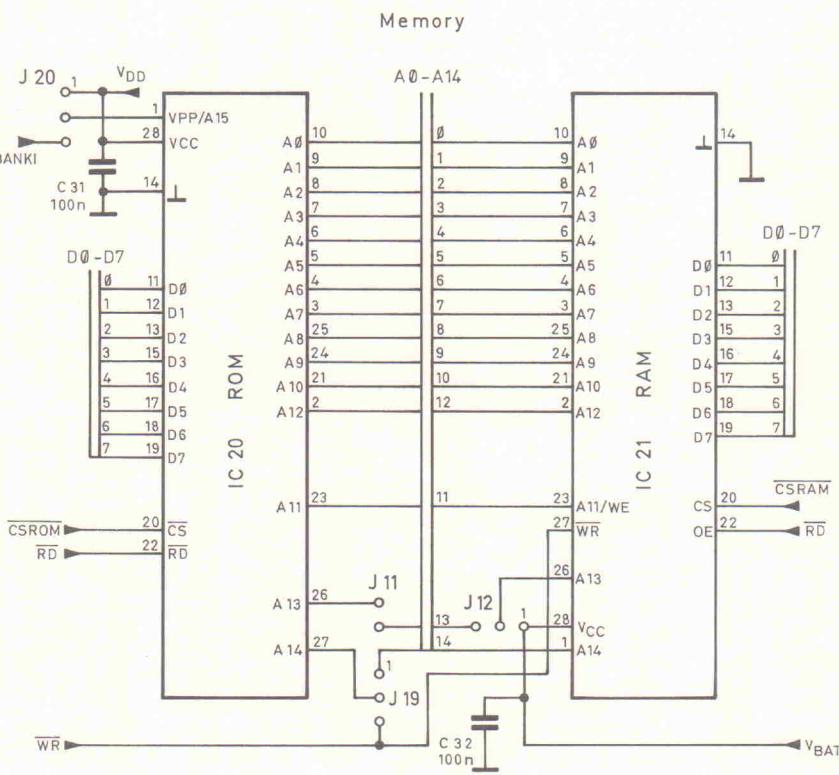


Bild 3. Im Speicherbereich des USBC sind unterschiedliche, mittels J11 und 12 sowie J19 und 20 vorzuwählende Bestückungen möglich.



Jumper	Position	Funktion
J1	offen	/RESET manuell
	geschlossen	RESET MAX690
J2	offen	Watchdog inaktiv
J3	1/0	Batterie ein/aus
J4	1-2	System-Clock intern
	2-3	System-Clock extern
J5	1-2	ADC-Clock, 1,2 MHz
	2-3	ADC-Clock, 614 kHz
J6	offen	CLK für CTC CH0 extern
J7	geschlossen	CTC CH2 und CH3 kaskadiert
J8	1-2, 3-4	beide geschlossen, Loop aktiv
	1-2, 3-4	beide offen, Loop passiv
J9, J10	offen	Auto Enable für SIO aktiv
J11	geschlossen	ROM: 32 KB, 64 KB
	offen	ROM: 8 KB
J12	1-2	RAM: 32 KByte
	2-3	RAM: 8 KByte
J13	1-2	NMI von RTC
	2-3	NMI von MAX690
J14	1-2	Referenzspannung DAC CH3 5 V
	2-3	Referenzspannung DAC CH3 10 V
J15	1-2	Referenzspannung DAC CH2 5 V
	2-3	Referenzspannung DAC 10 V
J16	1-2	Referenzspannung DAC CH1 10 V
	2-3	Referenzspannung DAC 5 V
J17	1-2	Referenzspannung DAC CH0 10 V
	2-3	Referenzspannung DAC 5 V
J18	geschlossen	Vcc für REF02 von IC19
J19	1-2	ROM: 32 KB, 64 KB
	2-3	ROM: 8 KB
J20	1-2	ROM: 8 KB, 32 KB
	2-3	ROM: 64 KB
J21	offen	Booten vom ROM
	geschlossen	Booten vom RAM

Tabelle 1. Die Konfiguration des Boards läßt sich in weiten Grenzen den jeweiligen Erfordernissen anpassen. Diese Tabelle gibt die jeweils korrekte Jumperung wieder.

gnale /LATCHA und /LATCHB. Eine positive Flanke dieses Impulses schaltet die Daten vom Datenbus auf die Ausgänge der Latches. LED2 ist als Statusanzeige gedacht und befindet sich bereits on Board.

Da die Bausteine der 574-Serie nicht über einen Rückstelleingang verfügen, ist darauf zu achten, daß die Ausgänge der Latches im Rahmen einer Boot-Routine erst zurückzusetzen sind.

Mit zwei Ausnahmen entspricht die Pinbelegung der Centronics-Schnittstelle an ST4 der des IBM PC/AT: Auf die Anschlüsse PE und SELECT an den Pins 12 und 13 wurde verzichtet, da der in beiden Fällen High-Level führende BUSY-Ausgang des Druckers beide Betriebszustände – namentlich Papierende und Drucker Off Line – auch anzeigt. Über einen Software-Timeout kann der Rechner entsprechende Reaktionen auslösen. Die Datenbits DB0...7 gelangen über das Datenlatch IC10 an den Drucker. Die Eingänge BUSY und /ACK liegen an Port PA6 beziehungs-

ter 74 HC 547 im High- sowie im Low-Zustand einen maximalen Strom von 4 mA liefern.

Angesprochen werden die Latches mit einem Schreibbefehl, wobei zu beachten ist, daß ein Latch-Up alle Ausgänge auffrischt. Da sich der Zustand der Ausgänge danach nicht mehr feststellen läßt, sollten alle Zugriffe über Hilfsvariablen erfolgen, in denen man die entsprechenden Bits gezielt maskiert. Anschließend schreibt man den Inhalt der Variablen in das Latch. Auf diese Weise ist man immer über den aktuellen Status der Ausgangsleitungen informiert. Dasselbe gilt übrigens auch für das Centronics- und das Currentlatch. IC6 invertiert die negativen Chip-Select-Si-

CARSTON SECOND HAND ELECTRONIC

Markt der guten Gelegenheiten

Netzüberwachungs- und Analysegeräte

	Netto / DM
BMI	
BMI 4800 4-Kanal-Netzüberwachungsgerät	11.500,-
Dranetz	
656 MF Netzstörungsanalysegerät	10.000,-
Heme	
Heme 1000 Stromzange	400,-
Liebert-Fr Franklin	
3600 AT Netzstörungsanalysegerät	3.000,-
Megger	
D007 Widerstandsmeßgerät	3.000,-
Racal Dana	
5002 Multimeter	1.500,-
Rohde & Schwarz	
UDS 5 Digital-Multimeter	1.200,-
NAN Leistungsmesser	500,-

Registriergeräte (Schreiber, Bandgeräte, Transientenrecorder)

ABB	
SE 460-06 / 711 6-Kanal-Schreiber incl. Einschübe	5.900,-
Gould	
TA 550 3-Kanal-Thermoschnellschreiber	4.800,-
RS 3600 6-Kanal-Thermoschnellschreiber	8.500,-
RS 3800 8-Kanal-Tintenschwellschreiber	18.500,-
TA 2000 Thermoschreiber	20.000,-
Graphtec	
WR 3500-8 Thermoschnellschreiber	10.500,-
MC 6800-8Z 8-Kanal-Schreiber	7.900,-
Philips	
PM 8237A 30-Kanal-Hybridrecorder	4.500,-
Yokogawa	
3056-32 3-Kanal-Kompensationsschreiber	2.800,-
3081-40 30-Kanal-Hybrid-Recorder	5.500,-
3087-43 Hybrid-Recorder	4.900,-

Programmiergeräte und Entwicklungssysteme (SPS, PROMs, Mikroprozessor)

Hewlett Packard	
64100 Entwicklungssystem	1.000,-
64110 Entwicklungssystem	1.500,-
64000 Emulatoren + Karten	500,-
JMC	
Promac 16 III PROM-Programmiergerät	3.000,-

Micropross

ROM 3000 Programmiergerät	1.600,-
---------------------------	---------

Siemens

PG 675 Programmiergerät	1.980,-
-------------------------	---------

Labormeß- und Hochfrequenztechnik, Kommunikation und Logikanalyse

Gould	
OS 1604 4-Kanal-Digital-Speicheroszilloskop	8.500,-
Hewlett-Packard	
3561A-001 Signalgenerator	13.500,-
4972A-005 LAN-Protokollanalysegerät	11.500,-
5316B Zähler	2.500,-
Philips	
PM 3266 Analog Speicheroszilloskop	7.900,-

Tektronix

11402 1 GHz Speicheroszilloskop	14.000,-
11A71A 1 GHz Einschub	3.000,-
2214 Digitalspeicheroszilloskop	6.500,-
2225 50 MHz 2-Kanal-Oszilloskop	1.500,-

Rechner und Peripherie

Compaq	
SLT 286 Laptop	3.500,-
Deskpro 386/20E/40 Computer	3.000,-
VT 420 14" VGA Monitor	890,-
DEC	
VT 330 Monitor	900,-
NEC	
P6 plus Drucker	600,-



DIE INTELLIGENTE ALTERNATIVE ZU NEU

Carston Electronics Vertriebs GmbH, Neckarstraße 8-10, 6100 Darmstadt

Alle Carston Gebrauchtgeräte sind gewartet, geprüft oder kalibriert. Haben in der Regel 12 Monate Garantie und werden mit allen Handbüchern und Standardzubehör geliefert.

Mehr Geräteangebote, Infos und Bestellung:

Telefon (0 61 51) 29 88 50 / 51 · Telefax (0 61 51) 29 88 55

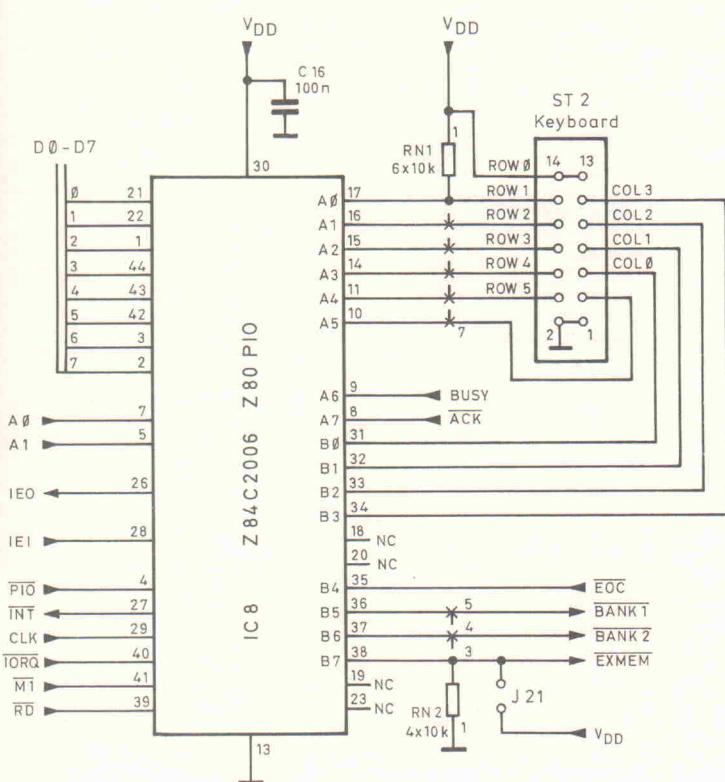


Bild 4. Neben den Aufgaben, die einer PIO üblicherweise ohnedies zufallen, bedient IC8 hier auch eine 4×6 -Tastatur-Matrix.

weise PA7, was einen interruptgesteuerten Datenaustausch ermöglicht. Eine '1' an Bit 7 von Latch C aktiviert die /STROBE Leitung. Wird ST4 über ein Flachbandkabel mit einer 25poligen D-Sub-Buchse verbunden, bleibt die Leitung an Pin 26 von ST4 offen.

Zum Schalten größerer Lasten besitzt der USBC mit IC15 einen Bit-Open-Collector-Treiber vom Typ ULN 2803. Das Datenlatch IC14 vom Typ 74 HC 574 aktiviert die entsprechenden Ausgänge. Allerdings sind zwei davon schon ihrer Bestimmung zugeführt: zum einen Bit 7, das zum Druckerport gehört, zum anderem Bit 0 zum Schalten des Relais. Zum Einsatz kommt ein Relais vom Typ TF2-5V von SDS. Wie aus dem Schaltbild 6 ersichtlich, handelt es sich um einen zweifachen Wechsler. Bei Erregung des Relais schließen die Kontaktpaare 3/4 und 7/8.

Diese liegen nebst den Passivanschlüssen 2 und 9 auf ST16. Der Schaltstrombereich reicht bis 1 A, die Schaltspannung darf maximal 110 V betragen. Auf ST7 liegen die Ausgänge DB3...6 von IC15. Um den Anschluß einer LCD-Hintergrundbeleuchtung sowie gegebenenfalls eines Summers zu vereinfachen, sind die Ausgänge DB1

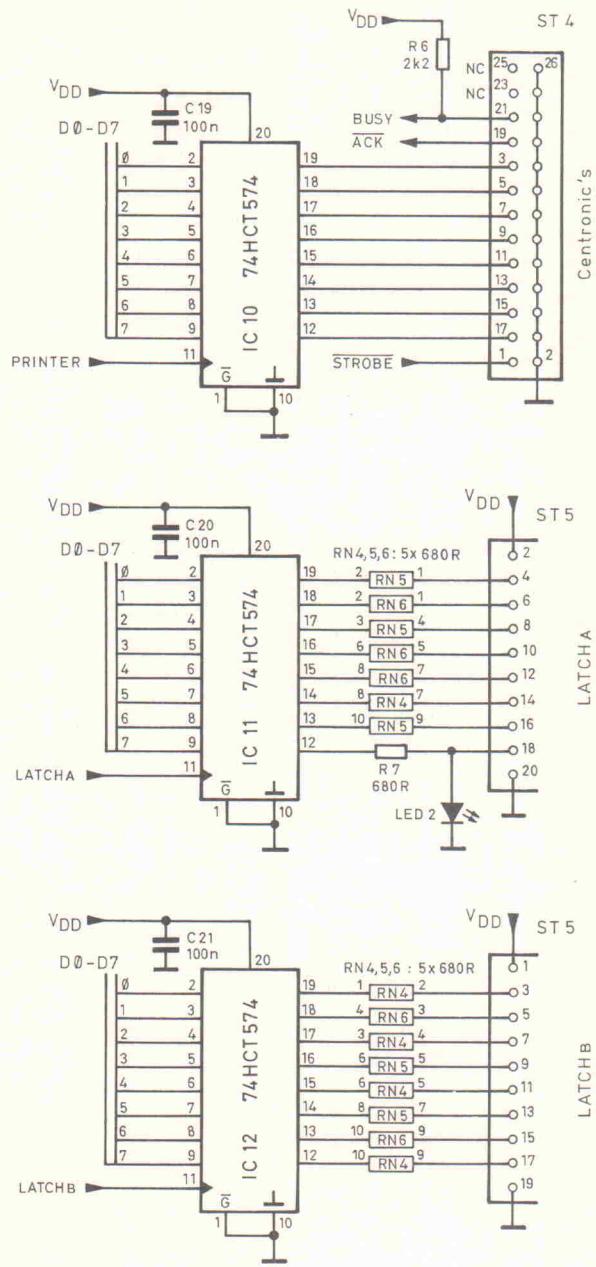


Bild 5. Während IC10 die Centronics-Schnittstelle bedient, stellen IC11 und 12 ihre Ausgänge beliebigen Anwendungen – beispielsweise der Ansteuerung von LEDs – zur Verfügung.

und DB2 an die Lötnagel LN5 und LN6 angeschlossen. Selbstverständlich stehen beide Ausgänge auch für andere Zwecke zur Verfügung. Auch diese Ausgänge sind nach Einschalten des Rechners zuerst zurückzusetzen.

Eine Komponente, die den Dialog zwischen Benutzer und USBC wesentlich vereinfacht, ist das LCD-Interface. Da die Verwendung von Anzeigen-Controllern meist zeit- und portleitungsintensiv ist, erzeugt hier IC6 die LCD-Steuersignale DSPEN und R/W. LC-Displays gehören eher zu den langsamem I/O-Bausteinen, da sie für ihre internen Schreib-/Lesezugriffe eine Zykluszeit von mindestens 450 ns benötigen. Die An-

schlußpins von ST6 lassen sich via Pfostenbuchse und Flachbandkabel 1:1 mit dem Display verbinden. Der Trimmer RV2 dient zum Einstellen des Kontrasts.

Um Meßwerte und anderes zeitgerecht zu dokumentieren, ist auf dem USBC eine Echtzeituhr vom Typ RTC 72421 integriert. Dieser CMOS-Baustein von Seiko beinhaltet bereits einen Quarz, der mit einer Frequenz von 32,768 kHz und – beim A-Typ – einer Genauigkeit von ± 10 ppm schwingt. Sechzehn 4-Bit-Register steuern sämtliche Funktionen des RTC.

Neben der Zeit- und der Datumsfunktion mit automatischer Schaltjahreskorrektur bietet der

RTC auch die Möglichkeit, am Ausgang STD.P periodische oder einmalige Impulse zu erzeugen. Dazu ist das Register 'E' entsprechend zu programmieren. Via Jumper J13, Stellung 2-3, kann dieses Signal zur Erzeugung eines /NMIs verwendet werden. Um unkontrollierte Zugriffe auf den RTC bei instabilen Zuständen wie etwa Power-Up zu verhindern, ist der invertierte Chip-Select CS1 mit der /RESET-Leitung des Systems verbunden. Dank Batterie-Backup ist die Funktion der Uhr auch bei abgeschaltetem Rechner gewährleistet. Aus Bild 7 geht hervor, welche Adressen die einzelnen Register belegen und welche Funktionen den Bits zugeordnet sind.

D7	M1	Betriebsart
D6	M0	Betriebsart
D5	x	nicht benutzt
D4	x	nicht benutzt
D3	1	indiziert das
D2	1	Steuerwort als
D1	1	Betriebsarten-
D0	1	auswahl-Wort

Betriebsart	M1	M0
Byte-Ausgabe	0	0
Byte-Eingabe	0	1
Byte-Ein-/Ausgabe	1	0
Bit-Ein-/Ausgabe	1	1

Tabelle 2a und b. Das Format des Z-80-PIO-Steuerwortes.

Z-80-KIO: ein Chip für viele

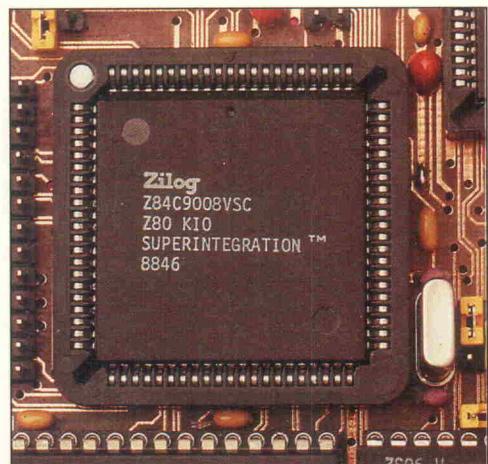
Hinter dem Kürzel KIO steht die etwas martialisch anmutende Bezeichnung 'Killer-I/O'. Hiermit soll wohl zum Ausdruck kommen, daß sich mit dem Einsatz des KIO die Anzahl der im System benötigten

diskreten I/O-Bausteine drastisch reduzieren läßt:

Er enthält neben einem Clock-Oszillatator eine Z-80-PIO, eine SIO, einen CTC sowie einen bitprogrammierbaren 8-Bit-I/O-Port. Der KIO wird standardmäßig in einer 8-MHz-Version ausgeliefert, die in einem 84poligen PLCC-Gehäuse untergebracht ist. Sämtliche auf dem Chip untergebrachten Komponenten sind voll kompatibel mit ihren diskreten Kollegen.

Einer genaueren Betrachtung wollen wir jedoch Register 14, das KIO-Kommandoregister, und Register 13, das PIA-Controllregister, unterziehen. Letzteres dient zur Kontrolle des zusätzlichen 8-Bit-I/O-Ports. Dieser Port, als Port B bezeichnet, ist bitprogrammierbar, das heißt, jeder Pin kann individuell als Ein- oder Ausgang gesetzt werden. Eine '1' in die entsprechende Bit-Position des PIA-Kontrollregisters geschrieben, legt dieses als Eingang fest. Entsprechend dazu bezeichnet eine '0' einen Ausgang.

Nach einem /RESET sind automatisch alle Bits als Eingänge definiert. Der Zugriff auf den



Einer für viele:
Die Z-80-KIO, die in einem PLCC-Gehäuse gefertigt wird, ersetzt unter anderem eine Z-80-PIO und eine Z-80-SIO, eine Z-80-CTC sowie ein 8-Bit-I/O.

Port B erfolgt über das PIA-Datenregister. Allerdings bietet dieser Port keine Handshake-Option und ist auch nicht in der Lage, Interrupts zu erzeugen. Und noch eine Einschränkung soll nicht unerwähnt bleiben: Port B ist gemultiplext und teilt sich seine Funktion mit den zusätzlichen SIO-Kontrollsignalen. Daher sind die Portleitungen von Port B nicht auf eine Pfostenleiste geführt.

Das KIO-Kommandoregister dient erstens dazu, programmierbare Softwareresets zu erzeugen, zweitens werden hier die internen Daisy-Chain-Interrupt-Prioritäten festgelegt. Dieses Register sollte zuerst programmiert werden. Die Reset-Control-Bits sind flüchtig. Das Schreiben einer '1' sendet einen Resetpuls zum adressierten Portbaustein. Die Funktion der einzelnen Bits geht aus Tabelle 2 hervor. Bit D3 auf '1' gesetzt, gibt die Daisy-Chain-Kette frei. Bit D7 entscheidet über die Verwendung von Port B.

Unter einer 'Daisy Chain' versteht man das Hintereinanderschalten von Bausteinen als

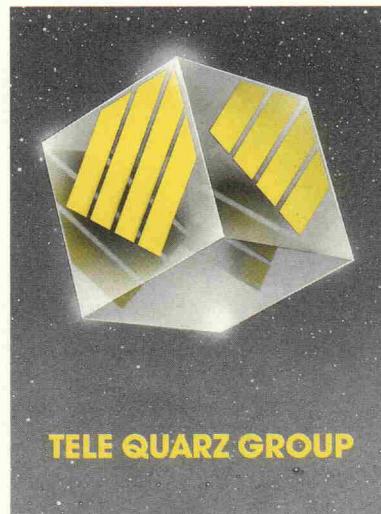
Elektronische Bauelemente für höchste Ansprüche

Sie suchen

- Problemlösungen rund um den Quarz
- Kompetente Ansprechpartner
- Flexible Produktionsstrukturen
- Kundennahen Service

Wir liefern :

- Kundenspezifische Einzelquarze bis 360 MHz
- Großserienquarze
- Mikroprozessorquarze
- Quarzfilter
- Quarzdiskriminatoren
- Quarzoszillatoren bis 1,3 GHz
- Quarzbaugruppen nach Kundenspezifikation



Sie finden

-
-
-
-



TELE QUARZ GROUP

TELE QUARZ GmbH
Landstraße
D-6924 Neckarbischofsheim 2
Telefon : 07268/801-0
Telex 782 359 tqd
Telefax : 07268/ 1435

DIVISIONS

Vertriebsbüro Nürnberg
D-8500 Nürnberg 70

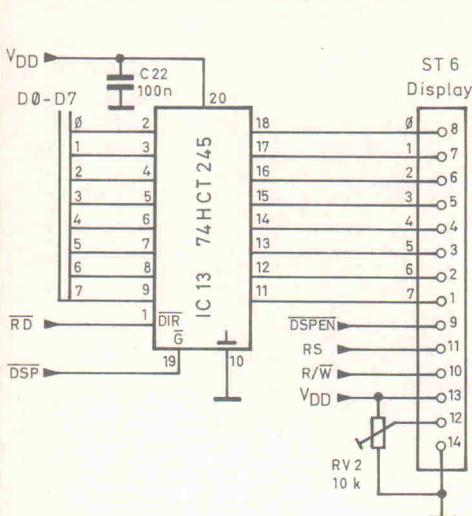
TQE GmbH
D-6924 Neckarbischofsheim 2

EURO QUARZ GmbH
A-2620 Ternitz

LPE, Laboratoires de
piézo-électricité S.A.
F-75020 Paris

Quarze · Filter · Oszillatoren · vom führenden Hersteller in Europa.

Display, - Current Driver, Relais



Kette, wobei jeweils der Ausgang IEO, Interrupt Enable Out, eines Bauteils an den Eingang IEI, Interrupt Enable In, des nächsten gelegt wird. Eine Anforderung eines Interrupts sperrt automatisch für alle Bausteine, die weiter 'unten' in der Kette liegen, die Möglichkeit, Interrupts anzufordern. Fordert allerdings ein gerade gesperrter Baustein einen Interrupt an, so wird dieser so lange bewahrt, bis dieser wieder freigegeben wurde. Auf diese Weise geht keine Interrupt-Anforderung verloren. Wie die Portbausteine, die im KIO enthalten sind, untereinander priorisiert werden, wird – wie schon erwähnt – durch die Bits 0 bis 2 im KIO Kontrollregister festgelegt.

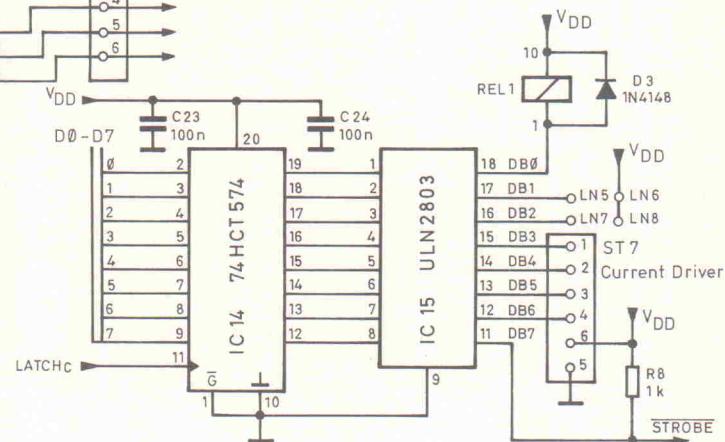
Bei der Z 80-PIO handelt es sich um einen programmierbaren 16-Bit-I/O-Portbaustein, der aufgrund seiner flexiblen Handhabung und vor allem wegen

seiner leistungsstarken Interruptsteuerung auch heute noch vielfältige Verwendung findet.

Es stehen insgesamt vier Betriebsmodi zur Verfügung. Um einen Port in einen dieser Modi zu versetzen, muß zuerst das Steuerwort in das entsprechende Control-Register CONTROL A (beziehungsweise B) geschrieben werden. Die unteren vier Bits sind immer 1, Bit D4 und D5 sind unbenutzt. Die Kombination D6/D7 legt die Betriebsart fest. Von vier zur Verfügung stehenden Betriebsmodi soll hier nur Modus 3 erläutert werden, da dieser wegen seiner flexiblen Handhabung wohl in den meisten Fällen zur Anwendung kommen wird. Die Banking-Logik, die Tastatur-Matrix und Abfrage von A/D-Wandler-Interrupts sind beim USBC jedenfalls so bewerkstelligt.

Beim Modus 3 handelt es sich um den sogenannten Bit-

Bild 6. Mit bis zu einem Ampere darf man die Kontakte des Zweifach-Wechsler-Relais beladen.



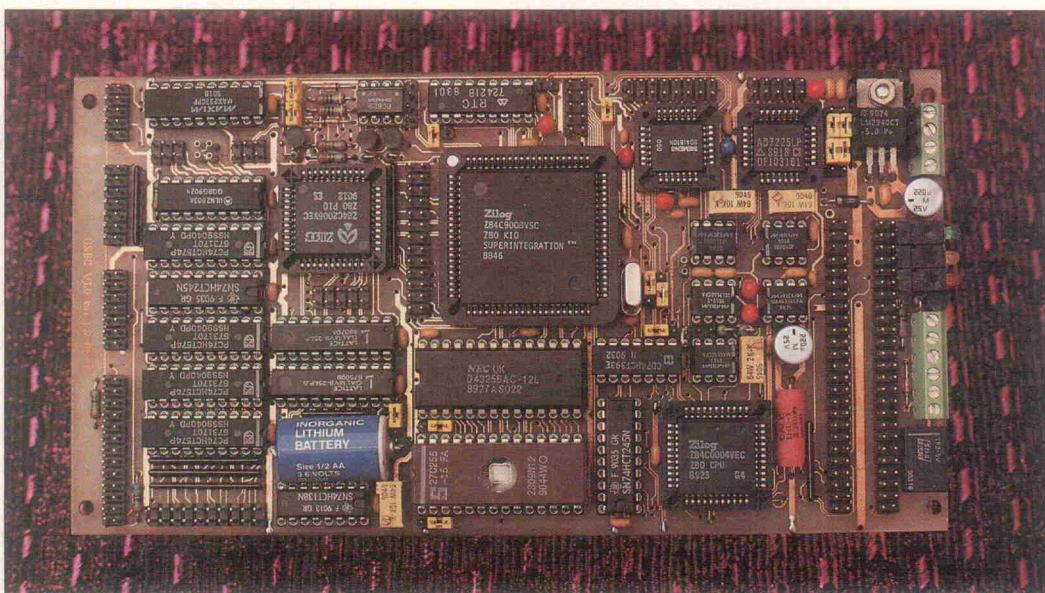
Bit 6 legt hierbei die Verknüpfung der Eingangsleitungen fest. Bei einer AND-Verknüpfung müssen alle selektierten Bits im Aktivzustand sein, um einen Interrupt auszulösen, bei der OR-Verknüpfung hingegen muß nur ein Bit im Aktivzustand sein. Bit 5 des Interrupt-Steuerwortes bestimmt schließlich, ob die Eingangsvariablen bei High- oder Low-Level aktiv sind.

Nach der Definition von Verknüpfungsart und Aktivzustand sind noch die zu überprüfenden Bits mit dem sogenannten Maskenwort zu selektieren. Für ein zu überprüfendes Bit muß das entsprechende Maskenbit Null sein. Soll dem Interrupt-Steuerwort noch ein Maskenwort folgen, muß Bit 4 des Steuerworts Null gesetzt sein.

Man kann nun zum Port A schreiben oder vom Port lesen. Beim Lesen werden die logischen Zustände der als Eingänge definierten Leitungen übernommen. Die als Ausgänge definierten Bitpositionen enthalten den bei der letzten OUT-Anweisung geschriebenen Wert.

Damit die PIO Interrupts erzeugen kann, sind folgende vier vorbereitende Schritte notwendig:

- Laden des MSB des Interrupt-Vektors in das I-Register des Z 80



Der in diesem Artikel vorgestellte Z-80-Prototyper mißt mit seinen 100 mm x 190 mm zwar etwas 'über Europaformat'. Falls gewünscht, sollte der Einbau in ein 19"-Gehäuse jedoch trotzdem kein echtes Problem darstellen.

- Ausgabe des LSB des Interrupt-Vektors zur PIO
- Auswahl der Betriebsart des benutzten Kanals
- Freigabe der Interrupts

Der Interrupt-Vektor und das Interrupt-Steuerwort werden in das entsprechende Kanalsteuerregister der PIO geschrieben. Damit die PIO Steuerwort und Vektor unterscheiden kann, haben diese definierte Formate. Wie in Tabelle 3 zu sehen ist, sind die unteren vier Bits des Interrupt-Steuerwortes immer 0111. Die oberen vier Bits legen die Interrupt-Arbeitsweise fest. Ist Bit 7 Null, so sind die Interrupts gesperrt. Die Bits 4, 5 und 6 werden nur in Modus 3 benötigt. Der Interrupt-Vektor ist

D7	Interrupt-Freigabe
D6	UND/ODER
D5	High/Low
D4	nächstes Steuerwort ist Maske
D3	0
D2	1
D1	1
D0	1

Tabelle 3. Die Bits D4, D5 und D6 des Interrupt-Steuerwortes der Z-80-PIO werden nur in der Betriebsart 3 benutzt.

dadurch gekennzeichnet, daß Bit 0 immer Null ist. Die restlichen 7 Bit legen das LSB des Interrupt-Vektors fest. Der Interrupt-Vektor bezeichnet zusammen mit dem Inhalt des I-Registers die 2-Byte-Speicheradresse, in der die Sprungadresse abgelegt ist.

Diese ist die Startadresse der sogenannten Service-Routine, zu der der Z 80 bei einer Interrupt-Anforderung verzweigt. Es können hier mehrere aufeinanderfolgende Adressen stehen, die dann Vektor-Tabelle heißen. In der Interrupt-Routine sind dann die notwen-

digen Reaktionen auf Anforderungen beschrieben. Wichtig ist, daß nachfolgende Interrupts explizit wieder freigegeben werden. Dies geschieht durch einen EI-Befehl am Ende der Routine. Nachfolgend soll folgendes Beispiel bearbeitet werden:

- Programmierung von Port A in Modus 3
- Portleitung PA4...7 werden Eingänge, PA0...3 Ausgänge.
- Die Adresse der Vektor-Tabelle soll 04100H sein.
- Die Adresse der Service-Routine soll 02A00H sein.
- Es sollen die Portleitungen PA7 und PA5 zur Auslösung von Interrupts kontrolliert

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unserer Broschüre, in der wir die allermeisten der seit 1981 von der mc, c't und elrad vorgestellten Einplatinencomputer zusammengefaßt beschreiben. Zu jedem Rechner finden Sie auch die Angabe, in welcher Ausgabe, welcher Zeitschrift Beschreibung und Schaltplan zu finden sind. Wir bieten Rechner vom 6504 bis zum 80C537, vom Z80 über 68HC11 bis zum 68070. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen. In der Broschüre

FÜR PCs & STs

finden Sie all die Karten und Erweiterungen, die in den letzten Jahren um diese beiden Rechnerfamilien entstanden sind. Und zu guter Letzt ist da noch

Für PALs & GALs & EPROMs & BPROMs

ein Informationsheft über den Universalprogrammierer ALL-03 von HiLo System Research. Dieser „Allesbrenner“ wurde u. a. in mc 3/91 getestet. Der ALL-03 programmiert über 1300 verschiedene ICs. Wenn Sie wissen wollen ob er auch Ihr „Problem-IC“ programmieren kann, fordern Sie diese Informationsbroschüre an.

MC-TOOLS

MC-TOOLS ist die Feger + Reith-Reihe, in der es im Buch, aber auch Hard- und Software um die schon weit verbreiteten Siemens-Controller SAB 80C535 – SAB 80C537 geht. Ein klar gegliederter, verständlicher Einstieg in die moderne Micro-Controller-Technik der Siemens-Chips mit dem 8051-Kern.

MC-TOOLS sind nicht einfach trockene Datenbuch-Literatur, denn dank der mitgelieferten Hard- und Software kommt auch die (Übungs-)Praxis nicht zu kurz. Unbedingt empfehlenswert!

MC-TOOLS 1 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C535 119,- DM

MCT 1/BS Bausatz zur Leerplatine 148,- DM

MCT 1/FB Betriebsfertige Platine 350,- DM

MC-TOOLS 2 Einführung in die SW, Buch und Software (Makrofähiger 8051 Assembler, Linker, Disass.) 148,- DM

MC-TOOLS 3 Vom 8051 zum 80C517A, Buch 68,- DM

MC-TOOLS 4 Buch, Leerplatine (für PC) und Software (Beispiel-Disk) für 80C537 119,- DM

MCT 4/BS Bausatz zur Leerplatine 168,- DM

MCT 4/FB Betriebsfertige Platine 398,- DM

MC-TOOLS 5 Handbuch zum 80C517/A, Buch 68,- DM

SCOTTY 08

Der zwar sehr kleine aber doch enorm leistungsfähige „sparsame Schotte“ unter den 92er-elrad-Projekten. Vorgestellt wurde dieser neue 68008er auf nur einer halben Europakarte von Walter Scherer und Stefan Volmar ab elrad 4/92.

Zum SCOTTY-08 vorgestellt wurde auch ECO-C, das neuartige „Embedded-Control“-C, das für alle 68XXX anpassbar ist.

SCOT/FB1 Fertigkarte incl. RAM + Moni 298,- DM

SCOT/FB2 Fertigkarte jed. ohne Moni 248,- DM

SCOT/LP Leerkarte, GAL, Resetcontr. 95,- DM

ECO-C C-Umgebung für SCOTTY08 298,- DM

SCOT/KAT KAT-Betriebss. für SCOTTY08 169,- DM

MOPS 11

Ein kleiner, flexibler und sehr preiswerter HC11-Rechner mit großer und komfortabler Software-Umgebung (Basic- + Pascal-Compiler). Vorgestellt von H. J. Himmeröder in elrad 3, 4 und 5/91.

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

BasiControl

Das neue elrad-Projekt mit der bekannten Intel-8052AH1 „Basic-CPU“ und dem bewährten ECB-Bus-Anschluß. Erstmals vorgestellt von Michael Schmidt ab elrad 3/92.

BasiCo-FB Fertigkarte, incl. RAM 438,- DM

BasiCo-BS Bausatz, Umfang wie FB 295,- DM

BasiCo-BSO LP, GAL, Manual 8052 178,- DM

BasiCo-LP Leerplatine, GAL, Manual 98,- DM

BasiCo-LPO Leerplatine 78,- DM

EMUF-734

Der „SUPER-6502“ single-boarder aus mc 11/91 mit dem Mitsubishi-Controller M50734, der einen 6502-CPU-Kern hat. Erstmals vorgestellt von P. Thews, A. Korn und U. Meyer. Mit sehr gutem SW-Monitor.

EMUF-734/BS Bausatz mit der Leerkarte und sämtlichen zum Aufbau nötigen akt., pass. und mech. Bauteilen, incl. Präz-Fassungen, 32kB statischem RAM und Software-Monitor

198,- DM

EMUF-734/FB Fertigkarte, Umfang wie BS 258,- 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 6.1 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 6.1 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 (!) verschiedene 8-Bit-CPUs/Controller. Andere Prozessortabellen, die nicht vorhanden sind, können Sie selbst nach Beispielen einbinden.

UCASM V.6.1 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für (fast) alle 8-Bit CPUs/Controller. 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,- DM

ALL-03 Universal-Programmierer

ALL-03, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research, programmiert Bausteine folgender Hersteller: Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICL, Intel, Lattice, Nev-Mikrochip, Mitsubishi, MM, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeq, SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.

PALS, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPROMs, BPROMs, MPUs.

Programmieren? Sie brauchen einen PC/XT/AT und den ALL-03!

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03 auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort — und die Chance, daß Ihr IC unter den ca. 1300 ist, die der ALL-03 „kann“, ist groß!

Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL03 an! Da steht alles drin!

Mit Entwicklungssoftware f. 16V8/A u. 20V8/A Bestellen Sie: ALL-03 1450,- DM

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88, 4930 Detmold
Tel. 0 52 32/8171, FAX 0 52 32/8 6197

oder
BERLIN 0 30/7 84 40 55
HAMBURG 0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG 0 53 1/7 92 31
MÜNSTER 0 25 1/79 51 25
AACHEN 0 24 1/87 54 09
FRANKFURT 0 69/5 97 65 87
MÜNCHEN 0 89/6 01 80 20
LEIPZIG 0 94 1/28 35 48
SCHWEIZ 0 64/71 69 44
ÖSTERREICH 0 22/250 21 27

werden. Die anderen Leitungen werden ausmaskiert.

- Der Aktivzustand von PA4...7 soll logisch 1 sein.
- Der Interrupt soll ausgelöst werden, wenn eine der Eingangsleitungen 1 wird (OR-Verknüpfung).
- Die Service-Routine soll bei einer Interrupt-Anforderung die Ausgänge PA1 und PA2 auf 1 setzen.

Bei dem Z-80-CTC handelt es sich um einen äußerst vielseitigen Timer/Counter-Baustein. Die Ein- beziehungsweise Ausgangsleitungen des CTC liegen auch auf ST8. Da der CTC beim USBC für die Baudratengenerierung benötigt wird, sollen hier die Grundfunktionen dieses Bausteins kurz angerissen werden. Es stehen insgesamt vier voneinander unabhängige Kanäle zur Verfügung. Kernstück eines jeden Kanals ist ein sogennannter Bit-Abwärtszähler, der entweder vom Programm oder automatisch beim Erreichen des Zählerstandes Null mit dem Wert, der im Zeitkonstantenregister steht, geladen wird. Den momentanen Wert des Zählers kann man zu jedem beliebigen Zeitpunkt auslesen.

Real Time Clock, Clock Generator - Divider

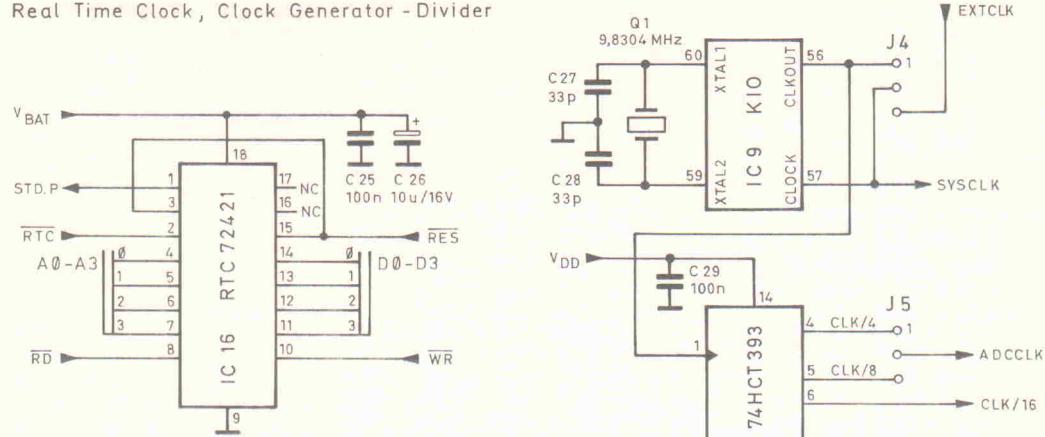


Bild 7. Kenntnis über Datum und Zeit erhält das USBC von IC16.

Das Zeitkonstantenregister wird vom Prozessor zum Initialisieren und Wiedersetzen bei einem Nulldurchgang benutzt. Dies geschieht immer automatisch. Das Kanalsteuerregister wird zur Bestimmung der Betriebsart eines Kanals geladen. Der Verteiler wird nur in der Betriebsart 'Timer' benutzt. Er teilt den Systemtakt entweder durch 16 oder durch 256. Jeder Kanal

kann in einer der möglichen Betriebsarten, Zähler oder Zeitgebermodus, arbeiten. Die Betriebsart und die möglichen Optionen werden durch den Kanal Steuerwort festgelegt.

In dieser Betriebsart lassen sich äußere Ereignisse oder Events (Flanke am CLK/TRG-Eingang) erfassen. Jedes Event dekrementiert den Rückwärts-

zähler. Bit 4 des Steuerwortes legt hierbei die aktive Flanke des Triggersignals fest. Dies gilt übrigens für den Timer-Modus. Ist Bit 4 = 1, wird die positive, bei Bit 4 = 0 die negative Flanke des Signals detektiert. Bei einem Nulldurchgang wird ein Impuls am ZC/TO-Ausgang erzeugt, das, falls freigegeben, auch einen Interrupt generiert. Will man zum Beispiel eine be-

Für die Praxis

F. A. Wilson Elektronik in der Praxis

Band 1 Formeln und Rechenmethoden

$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{R + \omega L} \text{ mit } \omega = 2\pi f \\ Z &= \frac{U}{I} = \frac{R + \omega L}{R} \\ \text{Aber } f_0 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad \omega_0 = \frac{1}{LC} \end{aligned}$$

F. A. Wilson Elektronik in der Praxis

$$\begin{aligned} \text{Band 2} \quad & \frac{1}{L(C_{\text{neut}} + C)} \\ L.C_{\text{neut}} + L.C &= \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{neut}}^2} \\ L.C_{\text{neut}} + L.C &= \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{neut}}^2} \\ \text{neut} - C_{\text{neut}} &= \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{1}{f_{\text{neut}}^2} - \frac{1}{f_{\text{neut}}^2} \right) \\ &= \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{f_{\text{neut}}^2 - f_{\text{neut}}^2}{f_{\text{neut}}^2} \right) \end{aligned}$$

LABORBLÄTTER

DIGITALE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

Band 1

Ein Buch von elrad

Dieses speziell für den Arbeitsplatz eines Elektronikers zugeschnittene Handbuch beschäftigt sich primär mit der praxisgerechten Anwendung mathematischer Formeln, mit deren Hilfe wichtige elektrotechnische Zusammenhänge beschrieben werden. Zudem enthält es zahlreiche nützliche Tabellen und grafische Darstellungen. Hervorragend als Nachschlagewerk geeignet.

Broschur, 224 Seiten

DM 32,—
ISBN 3-922705-40-5

Broschur, 358 Seiten
DM 39,80
ISBN 3-922705-41-3

Als Ergänzung zu Band 1 werden in diesem Buch weitere nützliche Formeln aus dem Gebiet der Elektronik vorgestellt. Auch hier gilt der Grundsatz, nur praxisbezogene Beispiele auszuwählen, in denen jeder Rechenschritt ausführlich erklärt wird. Eine Vielzahl einprägsamer Grafiken und hilfreicher Tabellen unterstützen die Textaussagen. Ein unbedingtes Muß für jeden Elektroniker.

Festeinband, 110 Seiten
DM 34,80
ISBN 3-922705-80-4

Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklagers. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“ sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift elrad veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortverzeichnis zur Verfügung.

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 90/2/2



Verlag

Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

ELRAD 1992, Heft 5

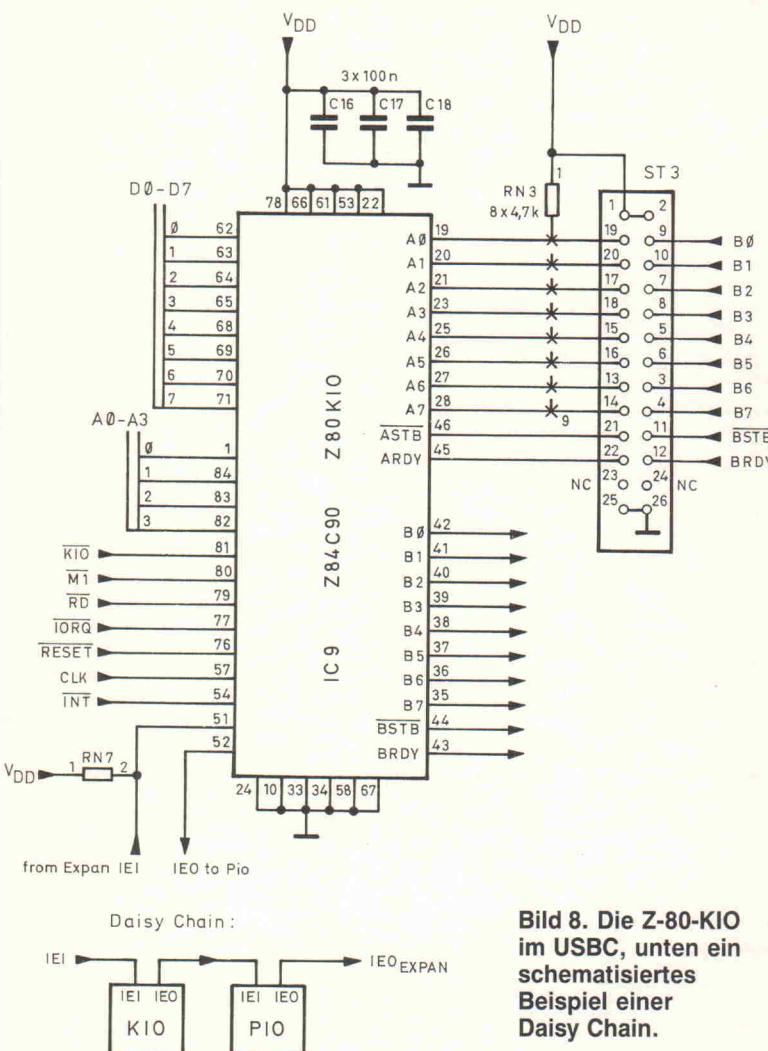


Bild 8. Die Z-80-KIO im USBC, unten ein schematisiertes Beispiel einer Daisy Chain.

stimmte Anzahl von Impulsen abwarten, um dann eine entsprechende Reaktion auszulösen, lädt man das Zeitkonstantenregister mit diesem Wert und wartet dann auf den Nulldurchgang des Rückwärtszählers. Beim USBC ist es möglich, die Kanäle 2 und 3 zu kaskadieren. Dazu muß der Jumper J7 gesteckt sein. Kanal 3 wird hierbei durch einen Nulldurchgang des Zählers in Kanal 2 getriggert und dekrementiert.

In dieser Betriebsart lassen sich Zeitintervalle erzeugen. Als Zeitbasis dient hierzu die Systemtaktfrequenz. Die Frequenz des zu erzeugenden Signals errechnet sich wie folgt:

$$f = 1/SC \times V \times ZK$$

SC ist hierbei die Periodendauer des Systemtakts von $1/4,9152$ MHz = 203,45 ns, V der Vorteilerfaktor von 16 oder 256, ZK repräsentiert den Inhalt des Zeitkonstantenregisters. Damit lassen sich Frequenzen von rund 74 Hz bis 307,2 kHz erzeugen. Die Impulsdauer dieser Signale

ist jedoch sehr kurz, typischerweise etwa ein CPU-Takt.

Wie schon erwähnt, werden beim USBC auf diese Weise die Baudaten für die seriellen Schnittstellen erzeugt. Kanal 0 ist hierbei für die Current Loop, Kanal 1 für das RS-232-Interface zuständig.

Pro Kanal steht ein Steuerregister und ein Zeitkonstantenregister zur Verfügung. Für eine einwandfreie Funktion muß ein Kanal richtig initialisiert werden. Hierbei hat sich folgende Reihenfolge bewährt:

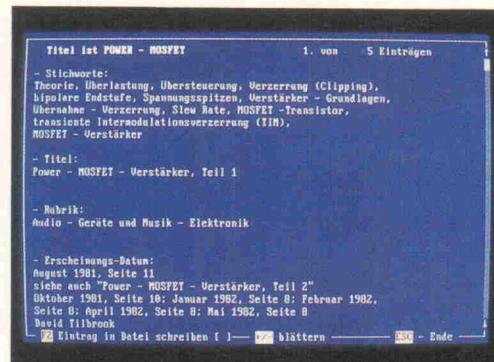
- Aufsetzen des Interrupt-Vektors (falls benötigt)
- Aufsetzen des Steuerwortes
- Laden des Zeitkonstantenregisters

Mit den beiden SIO-Kanälen A und B des Z-80-KIO stehen auf dem USBC zwei serielle Schnittstellen zur Verfügung. Zum einen ist dies eine optoentkoppelte 20-mA-Stromschleife, zum anderen ein RS-232-Interface.

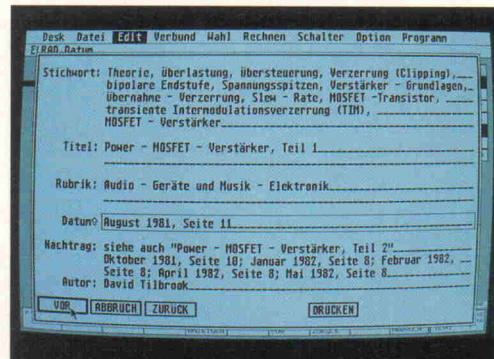
ELRAD auf einen Blick

Mit der ELRAD-Datenbank können Sie jetzt Ihr Archiv noch besser nutzen. Per Stichwortregister haben Sie den schnellen Zugriff auf das Know-how von 14 Jahrgängen.

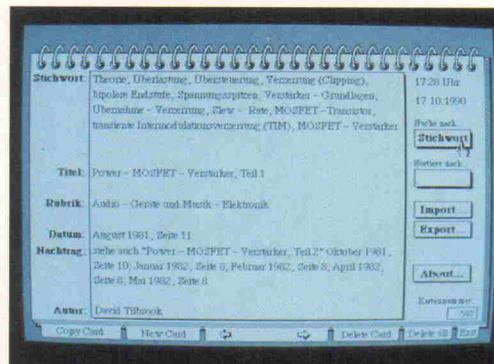
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78-12/91 und das Update 1991 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten). Der PC-Version ist ab sofort das komfortable Suchprogramm PC-Search beigegeben. Damit entfällt die Abhängigkeit von dBase.



ELRAD-Karteikarte unter PC-Search.



Die gleiche Karte unter Adimens ST . . .



. . . und unter HyperCard.

Der Preis für die Diskette des Gesamtinhaltsverzeichnisses beträgt DM 38,00.

Für Abonnenten ist die Diskette zum Vorzugspreis von DM 32,00 erhältlich.

Falls Sie schon Besitzer des Gesamtinhaltsverzeichnisses (bis 12/90) sind, erhalten Sie das Update 1991 für DM 10,00 mit Einreichen der Originaldisketten des Gesamtinhaltsverzeichnisses.

Bestell-Coupon in diesem Heft auf Seite 87!



eMedia GmbH

Bissendorfer Straße 8, Postfach 6101 06, 3000 Hannover 61
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/53 72 95

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

C-Mos / TTL

MOS

	74LS	74HC	2SA	2SA	2SC	2SC	2SD
4000	0.31	151	0.54	30	0.32	473	1.10
4001	0.29	153	0.46	32	0.32	539	1.45
4002	0.29	154	1.40	73	0.45	561	0.73
4006	0.52	157	0.52	74	0.45	562	0.57
4007	0.29	161	0.69	75	0.46	564	0.38
4008	0.60	163	0.63	83	0.56	608	0.31
4009	0.37	164	0.52	86	0.48	634	0.21
4010	0.37	166	0.53	93	0.52	659	1.15
4011	0.29	174	0.52	107	0.42	673	0.37
4012	0.29	175	0.53	112	0.47	683	0.61
4013	0.35	190	0.53	123	0.59	684	0.65
4014	0.59	191	0.48	132	0.45	719	0.52
4015	0.57	192	0.55	138	0.46	720	0.68
4016	0.7	193	0.53	139	0.46	733	0.46
4017	0.52	194	0.47	147	0.65	739	2.40
4018	0.54	196	0.51	151	0.62	771	3.85
4019	0.37	221	0.72	154	1.35	777	1.50
4020	0.56	240	0.64	157	0.55	794	1.70
4021	0.61	241	0.64	161	0.59	798	0.93
4022	0.58	244	0.66	164	0.58	814	1.85
4023	0.29	245	0.66	173	0.61	815	2.15
4024	0.52	247	0.89	175	0.57	818	1.65
4025	0.29	266	0.31	192	0.72	817	0.90
4026	0.69	273	0.64	193	0.69	844	0.28
4027	0.40	279	0.49	221	0.71	872	0.37
4028	0.56	283	0.50	241	0.81	874	0.59
4029	0.55	367	0.38	244	0.73	893	0.47
4030	0.36	373	0.65	245	0.83	896	0.84
4031	0.91	374	0.65	273	0.74	899	1.15
4032	0.63	390	0.53	373	0.69	904	0.75
4033	0.67	393	0.53	374	0.72	913	2.45
4035	0.54	541	0.83	390	0.80	916	1.10
4040	0.55	641	1.25	393	0.70	921	0.77
4041	0.53	645	0.82	541	0.87	929	1.35
4042	0.49	688	2.75	573	0.88	933	0.53
4043	0.52			574	0.88	934	0.44
4044	0.51			590	1.25	940	2.00
4046	0.59			595	1.05	949	0.80
4047	0.54	00	0.83	688	0.73	950	0.38
4049	0.40	02	0.83		952	0.42	605
4050	0.40	04	0.83		957	4.25	631
4051	0.53	32	0.83		958	3.85	633
4052	0.53	74	0.84	4040	0.73	965	1.05
4053	0.51	175	1.40	4046	2.70	966	0.85
4055	0.61	193	1.55	4051	0.91	968	1.85
4056	0.60	244	1.50	4053	1.20	970	0.46
4060	0.55	245	2.80	4060	0.79	972	1.40
4063	0.61	373	1.60	4066	0.53	984	0.53
4066	0.40	374	1.60	4518	0.88	985	2.00
4067	2.30	541	2.35	4520	0.89	988	0.87
4068	0.29	573	2.00	4538	0.87	992	0.46
4069	0.29	574	2.00		995	1.30	705
4071	0.29				999	0.35	716
4072	0.29	74F			1011	1.50	737
4073	0.29	00	0.52	02	0.40	1015	0.27
4075	0.29	02	0.52	03	0.40	1016	0.45
4076	0.58	04	0.52	04	0.40	1020	0.70
4077	0.29	14	0.79	08	0.40	1038	0.69
4078	0.29	30	0.59	14	0.45	1048	0.28
4081	0.29	32	0.55	42	1.00	1084	0.60
4082	0.29	74	0.65	74	0.40	1084	0.74
4093	0.40	86	0.91	86	0.56	1094	6.00
4094	0.56	112	1.15	93	1.05	1095	8.30
4098	0.60	132	0.96	123	0.92	1102	5.10
4099	0.61	138	1.15	132	0.69	1104	6.00
4503	0.56	157	1.20	138	0.59	1106	7.30
4510	0.65	161	1.85	139	0.69	1110	1.35
4511	0.64	241	1.40	153	1.00	1111	2.20
4514	1.80	244	1.95	157	0.92	1112	2.35
4516	0.60	245	1.95	164	0.96	1115	0.41
4518	0.53	373	2.00	192	1.25	1120	1.65
4520	0.56	374	2.00	193	1.20	1123	0.69
4528	0.86	521	2.00	221	1.55	1124	0.74
4536	1.35	541	3.90	240	0.86	1142	2.40

!!! Angebot !!!

2N 3055	0.78
BU 208	1.55
BU 208A	1.60
BU 508A	1.80
BU 508D	1.90
uA 741 DIP	0.29
uA 7805	0.45
uA 7812	0.47
LM 317-220	0.48
LM 324 DIL	0.28
NE 555 DIP	0.26
SAA 5246	46.00
TDA 11705	1.55
TDA 2005	2.60
TDA 2030	0.86
TDA 4600	3.30
S 2000A	3.95
S 2055A	3.95
S 2055AF	3.25
S 2530A	1.90
2SK 50	8.55
2SK 135	8.55

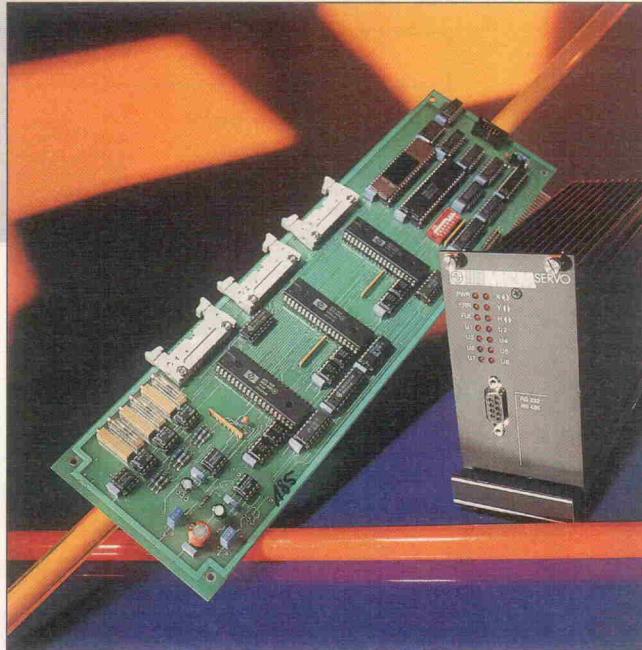
Japan - Transistoren

MOS

	74LS	74HC	2SA	2SA	2SC	2SC	2SD
4000	0.31	151	0.54	30	0.32	473	1.10
4001	0.29	153	0.46	32	0.32	539	1.45
4002	0.29	154	1.40	73	0.45	561	0.73
4006	0.52	157	0.52	74	0.45	562	1.24
4007	0.29	161	0.69	75	0.46	564	1.80
4008	0.60	163	0.63	83	0.56	608	0.31
4009	0.37	164	0.52	86	0.48	624	2.45
4010	0.37	166	0.53	93	0.52	659	1.15
4011	0.29	174	0.52	107	0.42	673	0.37
4012	0.29	175	0.53	112	0.47	683	1.28
4013	0.35	190	0.53	123	0.59	684	0.65
4014	0.59	191	0.48	132	0.45	719	1.25
4015	0.57	192	0.55	138	0.46	720	0.68
4016	0.7	193	0.53	139	0.46	733	0.46
4017	0.52	194	0.47	147	0.65	739	2.40
4018	0.54	196	0.51	151	0.62	771	3.85
4019	0.37	221	0.72	154	1.35	777	1.50
4020	0.56	240	0.64	157	0.55	794	1.70
4021	0.61	241	0.64	161	0.59	798	0.93
4022	0.58	244	0.66	164	0.58	814	1.85
4023	0.29	245	0.66	173	0.61	815	2.15
4024	0.52	247	0.89	175	0.57	818	1.65
4025	0.29	266	0.31	192	0.72	817	0.90
4026	0.69	273	0.64	193	0.69	844	0.28
4027	0.40	279	0.49	221	0.71	872	0.37
4028	0.56	283	0.50	241	0.81	874	0.59
4029	0.55	367	0.38	244	0.73	893	0.47
4030	0.36	373	0.65	245	0.83	896	0.84
4031	0.91	374	0.65	273	0.74	899	1.15
4032	0.63	390	0.53	373	0.69	904	0.75
4033	0.67	393	0.53	374	0.72	913	2.45
4035	0.54	541	0.83	390	0.80	916	1.10
4040	0.55	641	1.25	393	0.70	921	0.77
4041	0.53	645	0.82	541	0.87	929	1.35
4042	0.49	688	2.75	573	0.88	933	0.53
4043	0.52	74ALS	0.47	590	1.25	940	2.00
4044	0.51	74HCT	0.47	595	1.05	949	0.80
4046	0.54	74HCT	0.47	597	1.25	950	0.59
4047	0.54	74HCT	0.47	598	1.25	951	0.59
4049	0.40	00	0.36	1013	1.10	951	0.59
4050	0.40	04	0.83	1013	1.20	952	0.27
4051	0.53	32	0.83	1016	0.45	955	1.25
4052	0.53	74	0.84	4040	0.73	956	1.05
4053	0.51	175	1.40	4046	2.70	957	1.35
4055	0.61	193	1.55	4051	0.91	968	1.85
4056	0.60	244	1.50	4053	1.20	970	0.46
4060	0.55	245	2.80	4060	0.79	972	1.40
4063	0.61	373	1.60	4066	0.53	984	0.53
4066	0.40	374	1.60	4518	0.88	985	2.00
4067	0.58	541	2.35	4520	0.89	988	3.05
4068	0.29	573	2.00	4538	0.87	992	0.46
4069	0.29	574	2.00		995	1.30	705
4071	0.29				999	0.35	716
4072	0.29	74F			1011	1.50	737
4073	0.29	00	0.52	02	0.40	1015	0.27
4075	0.29	02	0.52	03	0.40	1016	0.45
4076	0.58	04	0.52	04	0.40	1020	0.70

Digitale Positionsregler

Grundlagen und Praxisbeispiele



Tomas Kalender

Wenn es um computergesteuerte Positionierung geht, fallen einem meist sofort die Schlagworte Schrittmotor oder Servo ein. Während Schrittmotoren eine unangefochtene Stellung bei einfachen und preiswerten Positioniersystemen erobert haben, bleiben anspruchsvollere Aufgaben den Servoantrieben vorbehalten.

Wo aber liegen die Unterschiede zwischen den beiden Alternativen? Schrittmotorsysteme kommen ohne jede weitere Sensorik aus: Ein Rechner generiert Steuerimpulse, die mit etwas (Schaltungs-)Logik die erforderlichen Ströme durch die Motorwicklungen fließen lassen. Die größte Stärke eines Schrittmotors ist allerdings gleichzeitig seine Schwäche: Da es keine Kontrolle über die Anzahl der tatsächlich ausgeführten Schritte gibt, ist darauf zu achten, daß keiner der vorgegebenen Impulse verloren geht. Und das geht nur dann, wenn man einen Schrittmotor deutlich unterhalb seiner Leistungsgrenze betreibt. Insbesondere beim starken Beschleunigen droht die Gefahr, daß ein Schrittmotor aus dem Tritt gerät. Eine weitere Einschränkung kommt bei langsamen Geschwindigkeiten zum Vorschein, da hier Schrittmotoren deutlich ruckartige Bewegung produzieren. Schrittmotoren eignen sich zudem nicht für hohe Drehzahlen, da hier die

Verluste auf relativ hohe Werte steigen.

Für eine korrekte Funktionsweise sind Servoantriebe hingegen auf ein Meßsystem zur Lagerückführung angewiesen. Unter den vielen möglichen physikalischen Meßprinzipien haben photoelektrische Inkrementalgeber den Rang Eins erobert – und das nicht ohne Grund. Es gibt sie in allen Genauigkeitsklassen, rotatorisch oder linear in Längen von einigen Zentimetern bis mehreren Metern, sie sind außerordentlich temperaturstabil, und was vor allem zählt: Sie liefern ein von Natur aus digitales Meßsignal, das eine Ankopplung an digitale Systeme stark vereinfacht.

Bei Wegmeßsystemen unterscheidet man zwischen direkten und indirekten Meßverfahren. Bei den ersten ist meistens ein Drehgeber an der Motorwelle montiert. Diese oft deutlich preisgünstigere Sensorik kann natürlich keine Störeinflüsse der nachgeschalteten Mechanik erkennen.

Den eigentlichen Regelalgorithmus eines digitalen Reglers kann man auch wohlklingend als digitales Filter bezeichnen. Im allereinfachsten Fall hat man es mit einem digitalen P-Regler zu tun. Der einzige Unterschied zu einem idealen Verstärker besteht in einer geringen Totzeit, die oft unterhalb 1 ms liegt.

Digitale Filter

Ein digitaler PID-Regler (Bild 1) hat – wie der Name bereits verrät – ein sehr ähnliches Verhalten wie sein wohlbekanntes zeitkontinuierliches Vorbild. Es erfolgt eine digitale Annäherung der ansonsten mit Operationsverstärkern realisierten Differentiation und Integration der Regelabweichung:

$$t = NT_a$$

$$\int_0^t e(t) dt \approx \sum_{k=0}^N e(kT_a)$$

$$\frac{d}{dt} e(NT_a) \approx \frac{1}{T_a} (e(NT_a) - e((N-1)T_a))$$

Die Summenbildung der abgetasteten Werte ersetzt dabei die Integration der Regelabweichung $e(t)$. Genauso einfach erfolgt die Differentiation, indem die Anzahl der angekommenen Inkremente zwischen zwei Abtastzeitpunkten bestimmt und durch die Abtastzeit T_a dividiert wird. Sehr vorteilhaft ist es, wenn man für die Differentiation eine separate Abtastzeit einstellen kann. Dazu später mehr.

Die vollständige Gleichung eines digitalen PID-Reglers lautet dann:

$$u(k) = K_p \cdot e(k-1) + K_i \sum e(k-1) + K_d [e(k') - e(k'-1)]$$

Die genaue Form der Gleichung kann von Fall zu Fall geringfügig variieren. Bei dem differenzierenden Term ist angedeutet, daß man hier ein anderes Abtastintervall benutzen kann.

Das Einstellen der Reglerparameter erfolgt im Prinzip nach den gleichen Regeln wie in einem zeitkontinuierlichen Regelkreis. Gegebenfalls muß man die Laufzeit der Signalverarbeitung berücksichtigen.

Oft begegnet man auch Filtern, die nach folgendem Muster arbeiten:

$$u(k) = a \cdot u(k-1) + K_p [e(k) - be(k-1)]$$

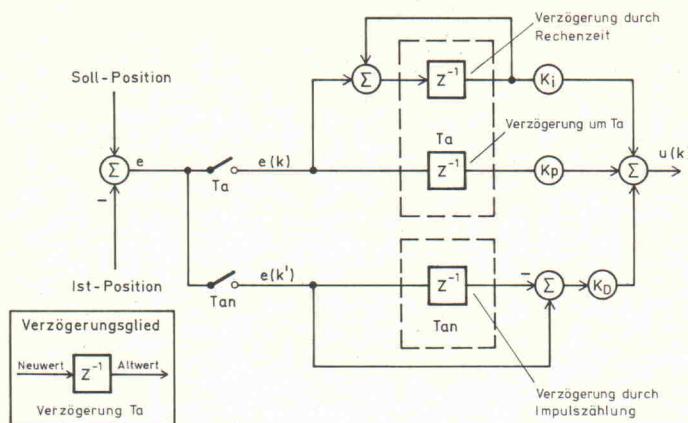


Bild 1. Blockschema eines digitalen PID-Reglers.

Eine äquivalente Darstellung ist mit der z-Übertragungsfunktion gegeben:

$$D(z) = K_p \frac{z - b}{z - a}$$

Das Verhalten eines solchen Digitalfilters (Bild 2) entspricht ganz grob dem, was man bei zeitkontinuierlichen Systemen DT1-Verhalten nennt. Die statische Verstärkung ergibt sich zu:

$$V_{\text{stat}} = K_p \frac{1-b}{1-a}$$

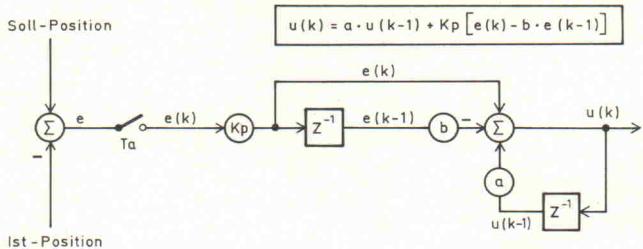
Für $a = 0$ und $b = 1$ hat man es mit einem Differenzierer zu tun, für $a = 1$ und $b = 0$ arbeitet das Filter wie ein Integrierer. Bei $b = 1$ und $0 < a < 1$ erhält man ein differenzierendes Verhalten mit Verzögerung (DT1), wobei die Zeitkonstante T von Parameter a und Abtastzeit T_a abhängt:

$$a \equiv e^{-\frac{T_a}{T}}$$

Eine allgemeine Einstellung der drei Parameter muß anhand der zeitdiskreten Beschreibung der Regelstrecke berechnet werden. Für Benutzer ohne spezielle Vorkenntnisse werden oft Programme zur automatischen Reglerparametrierung angeboten.

Tacho oder digitale Drehzahlregelung?

Für hochwertige Positionsregelungen ist es üblich, für die Motordrehzahl einen eigenen, in Analogtechnik aufgebauten Regelkreis vorzusehen. Nur die Position wird digital geregelt. Die



h bedeutend mit einem Phasenabfall von 90° bei 100 Hz! Wenn es also auf eine hohe Dynamik ankommt, ist ein zusätzlicher Tacho stets zu empfehlen. In Sachen Geschwindigkeit ist die Analogtechnik doch (noch) nicht zu schlagen...

Endpunkt bezeichnet man als Interpolation. In der Praxis begegnet man der linearen und der zirkulären Interpolation.

Doch nicht nur das Interpolationsmodul bestimmt die Qualität der tatsächlich produzierten Bahn. Wichtig ist auch, wie genau die Regelung ein vorgegebenes Bewegungsprofil einhalten kann.

So gut wie alle praktisch angewandten Algorithmen produzieren bei einer Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit einen Schleppfehler. Die Geschwindigkeit stimmt zwar exakt mit der Vorgabe überein, die Sollposition wird aber stets einen Augenblick zu spät erreicht (Bild 4).

Eine wichtige Kenngröße für Vorschubantriebe ist die Geschwindigkeitsverstärkung K_v (auch K_v -Faktor genannt). Für konstante Vorschubgeschwindigkeiten beträgt dieser Parameter

$$K_v = \frac{\text{Vorschubgeschwindigkeit}}{\text{Schleppfehler}}$$

Soll nun eine geradlinige Bahn wirklich geradlinig verlaufen, müssen die K_v -Faktoren der beteiligten Achsen gleich sein. Mit anderen Worten: die schnellen Achsen sind an die langsameren anzupassen.

Bei den meisten Vorschubantrieben trifft man bis heute einfache digitale Lageregler mit einer unterlagerten Drehzahlregelung mit Tacho (Bild 5). In diesem Fall gleicht die Verstärkung des Lagereglers dem Faktor K_v . Die obige Forderung ist auch für Achsen mit unterschiedlicher Dynamik sehr einfach zu erfüllen. Bei komplexeren digitalen Regelungsalgorithmen gestaltet sich die Lage in dieser Hinsicht schwieriger.

Zu den wichtigsten Methoden der digitalen Wegmessung gehört das photoelektrische Abtastverfahren. Dabei tasten Photoelemente feine Strichmuster ab (Bild 6). Bei einer gleich-

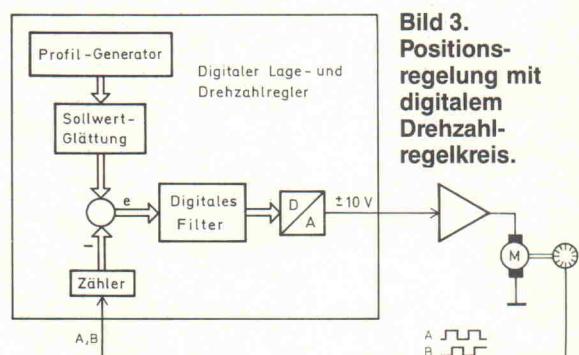


Bild 2. Rekursives digitales Filter 1. Ordnung

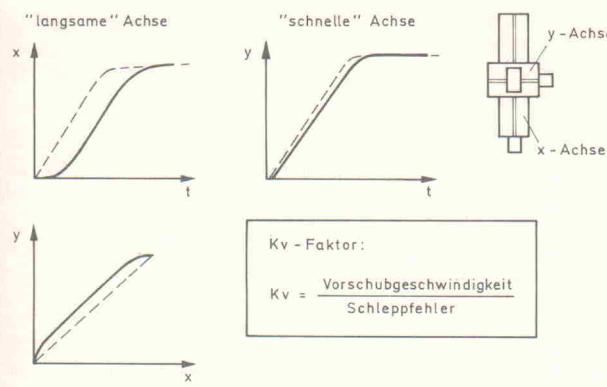


Bild 4. Unterschiedliche Geschwindigkeitsverstärkungen K_v führen zu einer Bahnverzerrung.

mäßigen Bewegung entlang des Rasters liefert der Photoempfänger ein periodisches Ausgangssignal. Im einfachsten Fall formt man dieses Signal zu einem Rechtecksignal.

Digital-inkrementale Wegmeßsysteme

Die Position gewinnt man durch eine Summierung dieser Impulse in einem Vorwärts-Rückwärtzähler. Da es sich dabei um eine relative Lageinformation handelt, ist beim Einschalten immer erst ein Referenzpunkt anzufahren, der beispielsweise durch Endlagenschalter oder eine zusätzliche, sogenannte Indexspur gegeben sein kann.

Bei der photoelektrischen Abtastung kommt das Durchlichtverfahren und das Auflichtverfahren zum Einsatz. Während der Strichmaßstab bei dem ersten durchsichtig ist (zum Beispiel Glas), wird im zweiten Fall das Licht an den Strichen reflektiert. Verfügbar sind sowohl lineare als auch rotatorische Inkrementalgeber.

Auf einem Glasmaßstab sind feine Strichgitter aufgedampft, wobei das Verhältnis der licht- und durchlässigen zu den durchsichtigen Flächen meistens 1:1 beträgt. Die Länge eines Hell-Dunkel-Abschnitts bezeichnet man als Teilungsperiode τ . In der Praxis verwendet man Teilungsperioden ab 10 μm (Be-

grenzung wegen der Wellenlänge des Lichtes). Über dem Maßstab bewegt sich eine Abtastblende, deren Strichgitter die gleiche Teilungsperiode aufweist wie der Maßstab. Die Verwendung von Abtastblenden mit mehreren Strichen bewirkt eine Vergrößerung der auf den Photoempfänger einfallenden Lichtenergie.

Richtungserkennung und Signalverdopplung

Für die Praxis reicht dieses einfache Abtasten von Licht und Schatten meist nicht aus, weil man aus den Stromimpulsen keine Bewegungsrichtung ableiten kann. Das lässt sich aber nach einer kleinen Erweiterung des oben beschriebenen Prinzips erreichen:

Bringt man auf der Abtastblende anstelle eines einzigen Rasters gleich zwei von ihnen auf, die untereinander um 1/4 der Teilungsperiode verschoben sind, so erhält man mit nunmehr zwei Photoempfängern zwei um 90° phasenverschobene Impulsfolgen. Aus der Phasenverschiebung kann man leicht das Richtungssignal generieren, beispielsweise mit Hilfe eines D-Flipflops (Bild 7).

Als Nebeneffekt dieser zweifachen, phasenverschobenen Abtastung erhält man viermal so viele Impulse wie bei einer ein-

fachen Abtastung: Eine Verdopplung der Impulse erfolgt nach einer einfachen Exklusiv-Oder-Verknüpfung der beiden Signale. Durch eine Auswertung sowohl steigender als auch fallender Flanken der beiden Signale ist eine Signalvervierfachung möglich. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Quadraturimpulsen.

Auf dem Markt sind mehrere Bausteine erhältlich, die das Dekodieren und Zählen der Quadraturimpulse vornehmen: Der THCT 2000 von Texas Instruments ist ein kaskadierbarer 16-Bit-Up/Down-Zähler, der zum direkten Erfassen der Inkrementalgeber-Signale geeignet ist. Ein Verdoppeln oder Vierfachen der Auflösung ist wahlweise möglich. Die maximale Impulsfrequenz beträgt 3 MHz, bei Vierfachauswertung sinkt dieser Wert auf 750 kHz. Darüber hinaus kann man den THCT 2000 auch zum Messen von Impulsbreiten oder Frequenzen einsetzen. Ein 8 Bit breiter 3-State-Port ermöglicht dabei einen direkten Anschluss an einen μP -Bus.

Der Baustein S 360 B 114 von Siemens beherbergt gleich zwei 16-Bit-Zähler in einem Gehäuse, wobei man diese entweder selbstständig arbeiten lassen kann oder zu einem 32-Bit-Zähler kaskadiert kann. Die maximale Zählfrequenz liegt wie bei dem THCT 2000 bei 3 MHz. Auch die Gehäuseabmessungen sind identisch: Beide Bausteine sind in einem 28poligen DIP-Gehäuse untergebracht.

Integrierte Lageregler LM 628/LM 629

Die ICs LM 628 beziehungsweise LM 629 von National Semiconductor enthalten fast alles, was zur Regelung eines Servosystems notwendig ist (Bild 8). Die zwei Versionen unterscheiden sich nur in der Art der Ansteuerung eines angeschlossenen Servoverstärkers:

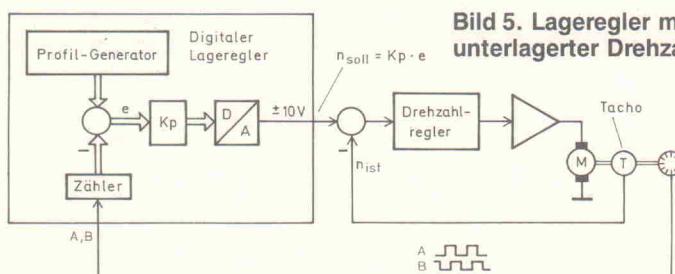


Bild 5. Lageregler mit unterlagerter Drehzahlregelung.

Während die Ausgabe beim LM 628 über einen externen 8- oder 12-Bit-D/A-Wandler erfolgt, stellt der LM 629 einen 8-Bit-PWM-Ausgang zur Verfügung. Bestandteil beider Bausteine ist ein Interface an inkrementale Wegaufnehmer mit der üblichen Vierfachauswertung der ankommenden Quadraturimpulse. Als Speicher für die Information über die aktuelle Position dient ein 32-Bit-Register. Die maximale Frequenz der ankommenden Impulse (vor der Vierfachauswertung) beträgt 1 MHz. Ein zusätzlicher Anschluss für den Index-Impuls ist ebenfalls vorhanden.

Die zentrale Stufe bildet ein PID-Regler mit frei programmierbaren 16-Bit-Koeffizienten. Etwa alle 250 μs wird der Impulszähler mit der Sollposition verglichen und die Differenz als Regelabweichung $e(k)$ mit der Verstärkung K_p gewichtet. Gleichzeitig wird die Regelabweichung in einem 24-Bit-Register summiert (Ersatz für die Integration). Schließlich erfolgt das Berechnen der Geschwindigkeit durch Differenzbildung der Regelabweichung:

$$u(k) = K_p \cdot e(k) + K_i \sum e(k) + K_d [e(k') - e(k-1)]$$

Mit $u(k)$ ist das Signal bezeichnet, das der LM 628 am D/A-Wandler als Spannung ausgibt. In der obigen Formel ist ange deutet, dass für die Geschwindigkeitsberechnung ein anderes (frei programmierbares) Abtastintervall benutzt wird. Dies ist sehr wichtig, um ein Optimum zwischen großer Totzeit und Quantisierungsfehlern zu wählen. Der LM 628 bietet hier Abtastraten von 0,25 ms bis 65 ms. Mit einem zusätzlichen Parameter i_l (integration limit) kann man den I-Anteil auf einen bestimmten Maximalwert begrenzen. Das hat vor allem dann Sinn, wenn der Motor beim Beschleunigen 'am Anschlag' arbeitet (gemeint ist die Leistungsgrenze): In diesem Fall wird ein (zu) großer Positions-

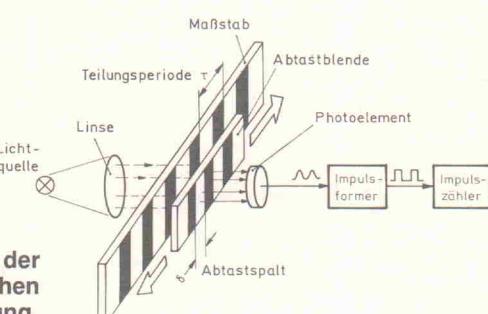


Bild 6. Prinzip der photoelektrischen Abtastung.

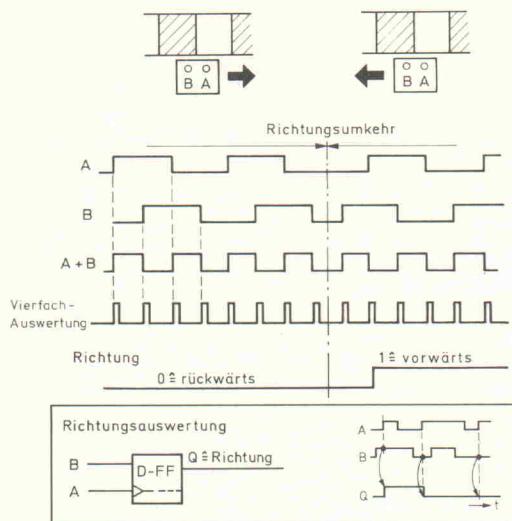


Bild 7.
Ein D-Flipflop liefert die Richtungs-information.

Schrittmotor durch Umschalten mehrerer Statorwicklungen erzeugt.) Dies ist nur möglich, weil der HCTL-1000 gleichzeitig sowohl über eine Spannung von ± 10 V zum Ansteuern von üblichen Servoverstärkern verfügt, als auch PWM-Signale auf vier phasenverschobenen Leitungen zum Ansteuern eines elektronischen Kommutators zur Verfügung stellt.

Den Regelalgorithmus könnte man als digitales DT1-Filter bezeichnen (ein Pol, eine Nullstelle, variable Verstärkung). Die Parameter werden in 8-Bit-Registern gespeichert. Die Abtastzeit ist frei programmierbar. Es ist allerdings nicht möglich, für die Differenzbildung der ankommenden Impulse eine besondere Abtastzeit vorzugeben. Die Ermittlung der richtigen Reglerparameter ist für einen regelungstechnisch weniger erfahrenen Anwender deutlich schwieriger als bei einem digitalen PID-Regler. Oft wird aber beim Kauf einer entsprechenden Lageregelkarte auch spezielle Software zur optimalen Parameterermittlung angeboten.

Ansonsten bietet der HCTL-1000 die Generierung von trapezförmigen Geschwindigkeitssignalen, die sowohl ein Ansteuern von üblichen und bürstenlosen Gleichstrommotoren als auch von Schrittmotoren erlauben. (Bürstenlose Gleichstrommotoren enthalten keinen mechanischen Kommutator. Ein rotierendes magnetisches Feld wird hier ähnlich wie bei einem

MCM-Servo 200

Das MCM-Servo 200 (Motion Control Module) von Systec (W-4400 Münster-Roxel) enthält alle Komponenten zum Ansteuern von zwei Servoachsen. Die Elektronik ist in einem 19"-Gehäuse untergebracht, die Kommunikation mit einem Hostrechner erfolgt über eine serielle Schnittstelle. Neben einer unabhängigen Steuerung beider Servoachsen kann man mit der MCM-Steuerung auch koordinierte Bewegungen durchführen: Der Anwender kann dafür nicht nur eine lineare oder zirkulare Interpolation wählen, sondern auch auf eine ellipsenförmige Bewegung zugreifen. Je acht galvanisch getrennte digitale Ein- und Ausgänge stehen zur Verfügung. An die Eingänge kann man auch Endschalter anschließen.

Der mechanische Aufbau der MCM-Steuerung macht einen hervorragenden Eindruck. Die Elektronik ist modular auf drei Europakarten untergebracht. Eine Karte mit zwei Bausteinen des Typs LM 628 ist für die Lageregelung zuständig, eine andere sorgt für die serielle Kommunikation und Ablaufsteuerung, die dritte Karte stellt die Betriebsspannungen zur Verfügung. Auf der Frontseite befindet sich neben mehreren LED-Zustandsanzeigen ein 9poliger Sub-D-Stecker zum Anschluß eines V.24-Kabels. Alle anderen Leitungen werden über zwei 32polige Steckerleisten an die Hinterseite des Gehäuses geführt.

fehler aufsummiert, und ein Überschwingen der Regelung ist unvermeidlich.

Eine Bewegung ist durch die Angabe der Zielposition, der gewünschten Geschwindigkeit sowie der maximalen Beschleunigung festgelegt (alle Werte 32 Bit). Der LM 628 generiert gemäß diesen Angaben ein trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil. Sehr wichtig ist, daß man sämtliche Parameter (mit Ausnahme der Beschleunigung) auch während einer Bewegung umprogrammieren kann. Möglich ist sowohl eine absolute als auch eine relative Angabe der genannten Größen.

Die Kommunikation mit einem Host-Prozessor erfolgt über einen 8-Bit-Port. Wahlweise besteht die Möglichkeit, eine von sechs möglichen Interrupt-Quellen an den Host weiterzu-

leiten, zum Beispiel bei einem zu großen Schleppfehler. Der LM 628/629 ist in einem 28poligen DIL-Gehäuse untergebracht.

HCTL-1000/-1100

Der integrierte Lageregler HCTL-1000 von Hewlett-Packard bietet eine ganze Reihe von Funktionen, die für eine Lage- beziehungsweise Drehzahlregelung eines Servoantriebs unerlässlich sind. Seine besondere Stärke ist die Vielfalt verschiedener Ausgangssignale, die sowohl ein Ansteuern von üblichen und bürstenlosen Gleichstrommotoren als auch von Schrittmotoren erlauben. (Bürstenlose Gleichstrommotoren enthalten keinen mechanischen Kommutator. Ein rotierendes magnetisches Feld wird hier ähnlich wie bei einem

DATA PRO CAD-POWER

PROTEL

SCHEMA III

PROTEL FOR WINDOWS!

SCHEMATA III

SCHALTPLAN

AUTOTRAX

PCB

TRAXVIEW

GERBER-UTILITY

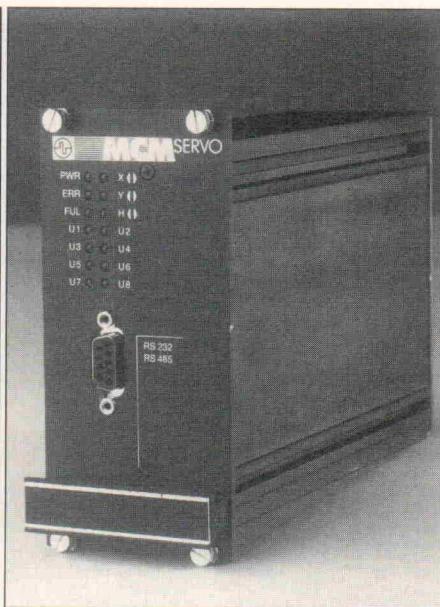
TRAXSTAR

RIP-UP-ROUTER

EASY CAD

MECHANIK

datapro Entwicklungs- und Vertriebs- GmbH • Kreuzstr. 3 • 8037 Esting • Tel. 08142 / 28013 • Fax 08142 / 45286



Wie bereits erwähnt, realisiert man hier die Lageregelung mit den LM-628-Chips. Daraus ergibt sich eine Auflösung von 32 Bit für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie 16 Bit für die Reglerparameter. Die Ansteuerung des Servoverstärkers erfolgt mit einer Spannung von ± 10 V (Auflösung 12 Bit).

Besonders angenehm für den praktischen Einsatz ist die automatische Umrechnung zwischen Benutzereinheiten (beispielsweise Millimeter) und den Inkrementen der Lagemeßsysteme. Selbstverständlich kann man für jede Achse einen separaten Kalibrierfaktor angeben.

Die binär kodierten Kommandos vom Hostrechner können in einem frei konfigurierbaren FIFO-Speicher auf ihre Verarbeitung warten. Neben einer direkten Abarbeitung von Befehlen kann man Befehlsfolgen in Form von Unterprogrammen abspeichern. Die Unterprogramme kann man sowohl im RAM als auch in einem EEPROM ablegen. Dabei können auch Registervariablen verwendet werden.

Unterprogramme kann man durch Aktivieren eines Eingangs aufrufen. So ist es auch möglich, ein MCM-Modul an eine SPS anzuschließen, ohne daß dabei eine Verbindung zu einem Hostrechner bestehen muß. Die SPS kann dabei entweder verschiedene Unterprogramme der MCM-Steuerung aufrufen oder auch einzelne Kommandos ausführen lassen.

Eine weitere Spezialität ist die Möglichkeit, mehrere MCM-Module miteinander zu vernetzen.

Damit kann man über ein V.24-Kabel mehrere Module von einem Hostrechner aus ansprechen. Zudem hat man hier noch die Wahl, die Module einzeln oder alle gleichzeitig anzusprechen.

Etwas eigenartig ist der Anschluß der Endschalter gelöst. Man muß für diesen Zweck mehrere der universell einsetzbaren Digitaleingänge 'opfern'. Und da es von diesen nur acht Stück gibt, kann man die Endschalter an beiden Enden einer Führung nicht unterscheiden. Die Folge: Beim An sprechen eines Endschalters kann nicht mit der Steuerung in die 'ungefährliche' Richtung verfahren werden, vielmehr ist ein manueller Eingriff notwendig.

Anstelle einer Hochsprachenschnittstelle im herkömmlichen Sinne wird mit dem MCM-Modul ein in C geschriebener Line-Interpreter samt aller Quelltexte geliefert. Der in C geübte Anwender kann somit leicht die für ihn interessanten Module übernehmen. Schade, daß hier offenbar nicht an den großen Turbo-Pascal-Anwenderkreis gedacht wurde.

Zum Kennenlernen des Funktionsumfangs des MCM-Servomoduls oder auch zur Ausführung einfacher Befehle steht der MCM-Line-Interpreter zur Verfügung. Die eingetippten Befehle werden sofort an die MCM-Steuerung übermittelt und ausgeführt (beziehungsweise im FIFO abgelegt).

Zur Parametereinstellung des im LM 628 integrierten PID-Reglers dient das Programm MCMFES. Eine automatische

Ermittlung der optimalen Reglerparameter wird hier nicht geboten. Vielmehr dient der PC als digitales Oszilloskop, der durchgeführte Testbewegungen aufzeichnet. Der Anwender stellt anhand schriftlicher Hinweise die Reglerparameter so ein, daß das Übergangsverhalten die Anforderungen erfüllt.

Wer an einer Umsetzung von CAD-Daten in Bewegung interessiert ist (zum Beispiel für das Bohren von Leiterplatten, Fräsen und anderes), kann zusätzlich für 600 DM (zzgl. MwSt.) das Programm VOM (Vektor-Optimizer) erwerben. Die VOM-Software übersetzt als Postprozessor von CAD-Systemen erstellte HPGL-Dateien in eine Abfolge von MCM-Befehlen, die in eine Ausgabedatei geschrieben werden.

Das mitgelieferte Handbuch in deutscher Sprache ist sehr übersichtlich gegliedert. Für die einzelnen Binärkommandos sind im Handbuch sehr einprägsame Mnemonics gewählt, die auch vom Line-Interpreter in dieser Form verarbeitet werden. Nur die Befehlsübersicht zum Schluß des Handbuchs sollte besser alphabetisch als nach Seitenzahl gegliedert sein.

Fazit: Das MCM-Servomodul ist eine Positioniersteuerung mit vielen wertvollen Features, mit denen man auch komplizierte Aufgaben leicht lösen kann. Insbesondere die Möglichkeit, Unterprogramme in einem nichtflüchtigen Speicher abzulegen, sowie der mögliche Anschluß an eine SPS erweitern stark den Kreis möglicher Anwendungen. Sehr anwenderfreundlich ist auch die konsequente Verwendung von Benutzereinheiten in praktisch allen Kommandos. Für eine Steuerung dieser Kategorie kann auch der Preis (2540 DM zzgl. MwSt.) als sehr erfreulich bezeichnet werden.

MCU-3

Die Positioniersteuerung MCU-3 von Mattke (W-7800 Freiburg) ist eine PC-(XT)-Einstektkarte, die eine Regelung von bis zu drei unabhängigen Achsen erlaubt. Das Wort 'unabhängig' ist dabei wörtlich zu nehmen: Die MCU-3 kann von sich aus keine koordinierten Bewegungen mehrerer Achsen ausführen. Dies ist auch leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß auf der MCU kein karteneigener Mikroprozessor zur Koordination der integrierten Achs-Lageregler vorhanden ist. Das macht die Hardware einfach und reduziert den Aufwand für die Systemsoftware erheblich.

Das Herz der MCU-3 bilden integrierte Lageregler des Hewlett-Packard-Typs HCTL-1000, für jede Achse einer. Und da sich auf der Platine neben einem Timer sonst nur noch einige ICs befinden, die das Interface zum PC bilden, beschränkt sich die Funktionsbeschreibung der Steuerung im wesentlichen auf das Aufzählen der Fähigkeiten des HCTL-1000.

Im Unterschied zu der häufigen Praxis, Peripheriekarten direkt über digitale Ports zu programmieren, wird für die MCU-3 ein Treiber geliefert. Dieses speicherresidente Programm wird über einen frei wählbaren Software-Interrupt angesprungen, schlüsselt den Anwenderbefehl auf und greift auf die Hardware zu. Dieser Weg dauert gegenüber einem direkten Zugriff natürlich etwas länger, hat aber auch bestimmte Vorteile. Es ist schade, daß die bestehende Treibersoftware nicht auch als eine 'Umrechnungsinstanz' zwischen den Inkrementenwerten und den Benutzereinheiten (zum Beispiel Millimeter) dienen kann. Im Augenblick ist der Anwender selbst auf der Hochsprachenebene gezwungen, diese Umrechnungen selbst vorzunehmen. Bei Wegen mag das einfach sein, bei Beschleunigungen ist es schon etwas umständlicher.

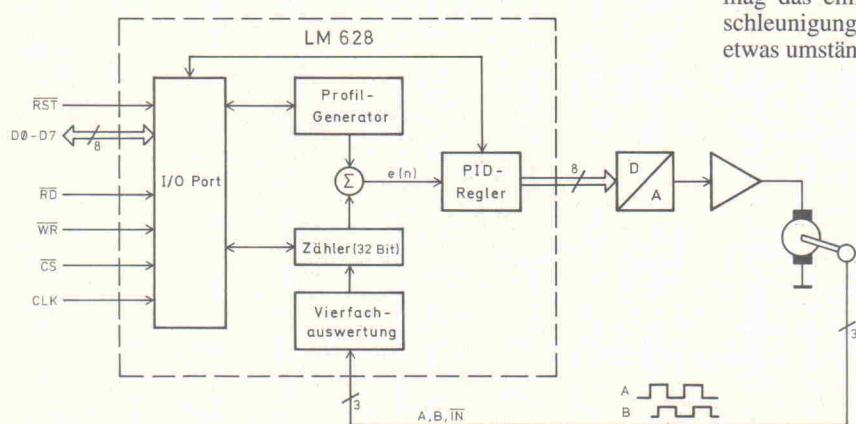
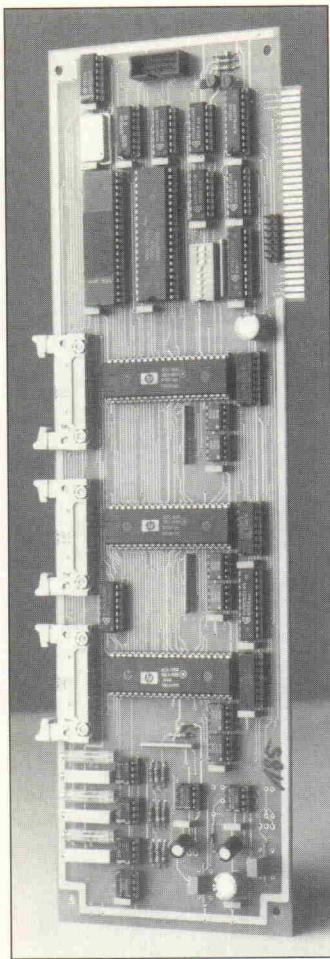


Bild 8.
Blockschalt-
bild des
integrierten
Lagereglers
LM 628/629.



Zur Positioniersteuerung MCU-3 gehören mehrere Programme, die die Inbetriebnahme und das Kennenlernen der Hardware erleichtern. Das Programm AD-APTI dient zum Ermitteln der optimalen Reglerparameter für einen Antrieb mit Stromverstärker als Leistungsteil. Diese Verstärkerart kann in Verbindung mit digitalen Reglern zu sehr guten Ergebnissen führen, in der Praxis ist sie aber relativ selten anzutreffen. Für die sehr verbreiteten Spannungsverstärker stand uns keine Software für eine automatische Parametrierung zur Verfügung.

Sehr wertvoll für die Inbetriebnahme und für das Kennenlernen der HCTL-1000-Chips ist das Programm MCUEDIT, das in einer übersichtlichen Form alle Register des HCTL-1000 gleichzeitig darstellt und erlaubt, sie online zu verändern. Beim Ansteuern eines Spannungsverstärkers oder eines unterlagerten Drehzahlregelkreises kann man hiermit die Reglerparameter empirisch bestimmen.

Des weiteren erhält der Anwender einen Befehlsinterpretator, der es ermöglicht, mit einfachen Befehlen Positionierungsvorgänge

durchzuführen. Leider kann man nicht wie bei einem BASIC-Interpreter die Kommandos sofort abschicken (Befehl eintippen, <Enter> drücken, und schon dreht sich der Motor ...). Interpretiert wird nur der (gesamte) Inhalt eines Editor-Fensters, ein Ausführen von Einzelbefehlen zwischendurch ist nicht möglich. Etwas gewöhnungsbedürftig ist die Bedienung des integrierten Editors: zum Einfügen einer neuen Zeile ist beispielsweise F3 (statt des üblichen <Enter>) zu drücken. Auffallend ist die relativ geringe Ausführungszeitigkeit dieses Programms.

Im Lieferumfang befinden sich Schnittstellen-Routinen in Turbo-Pascal, Turbo C, MS C und Turbo-BASIC, jeweils in Quelltext und mit Beispielprogramm. Diese Vielfalt ist wirklich beispielhaft. Die Schnittstellenmodule stellen dem Anwender Hochsprachenfunktionen zur Verfügung, die im wesentlichen das Setzen oder Lesen der HCTL-1000-Register widerstreichen (bis hin zur Namensgebung). Gerade auf der Hochsprachenebene könnte man sich aber etwas mächtigere Befehle wünschen, die weniger die Hardware als die eigentliche Positionierungsaufgabe berücksichtigen. So bleibt auch dem Hochsprachenanwender die eingehende Beschäftigung mit dem HCTL-1000 nicht erspart.

Das Handbuch zur Steuerung MCU-3 enthält alle Informationen, die zum Betrieb notwendig sind. Die Beschreibung des HCTL-1000 sowie ein Leitfaden für die Regleroptimierung sind als Kopien des englischsprachigen Originals beigefügt. Ein großer Teil des Handbuchs beschäftigt sich mit der Beschreibung der Hochsprachenschnittstellen. Auch auf die Möglichkeit eines Parallelbetriebs mehrerer MCU-Karten in einem PC geht das Handbuch ausführlich ein.

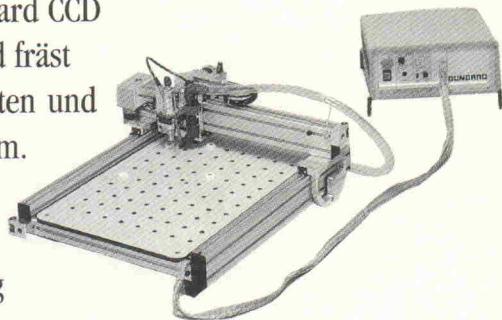
Fazit: Die MCU-3 ist eine einfache Positioniersteuerung, die sich insbesondere durch die Vielfalt an verschiedenen Ansteuerungsmöglichkeiten für die angeschlossene Verstärkerlektronik auszeichnet. Das Haupt-einsatzgebiet wird insbesondere dort liegen, wo mehrere Einzelachsen ohne eine strenge Bindung aneinander zu bewegen sind. Für den Preis der MCU-3-Steuerung nennt der Anbieter einen Betrag von 3308 DM (zzgl. MwSt.).

SCHNITTSTELLE

Die Bungard CCD

bohrt und fräst
Leiterplatten und
Aluminium.

Kleinste
Schritt-
auflösung
0,0254 mm.



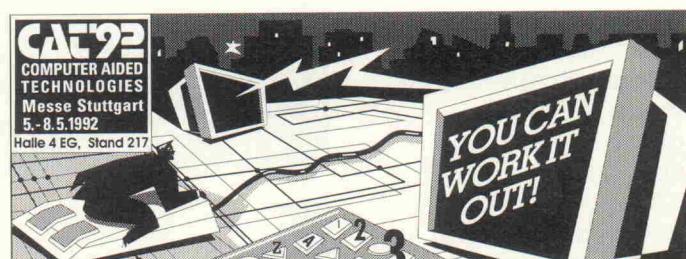
Positionsreproduzierbarkeit besser als 0,05 mm. Bohrleistung ca. 18.000 Löcher pro Stunde. Drehzahl zwischen 25.000 und 60.000 1/min variabel. Bohr- und Fräselemente gängiger CAD-Programme werden durch die mitgelieferte Software auf das Gerät übertragen. Diese Maschine stopft das Loch in Ihrer Leiterplattenproduktion.

Bungard Elektronik · Postfach 1107

W-5227 Windeck / Sieg · Tel. 0 22 92 / 50 36 · Fax 61 75

BUNGARD

Ihr Weg zur Leiterplatte...



OrCAD

P&P HI-TECH
Die Automatisierungswerzeuge
für die Elektronik-Entwicklung.

- **OrCAD Release IV** mit Engineering Shell ESP
- **OrCAD/SDT**: Der Industriestandard für Schaltungsentwurf · HOSCHAR Zubehör: deutsches Arbeitsbuch, DIN-Bibliothek
- **OrCAD/PCB**: Leiterplattenentflechtung mit Autorouter · HOSCHAR Zubehör: SMT-Bibliothek, deutsches Arbeitsbuch
- **OrCAD/VST**: leistungsstarke Digitalsimulation
- **OrCAD/PLD & MOD**: Flexibles PLD-Design und Simulation
- **HOSCHAR Testversionen von OrCAD mit deutscher Dokumentation für DM 195,-**

Rufen Sie jetzt das kostenlose HOSCHAR
EDA-Informationsmaterial mit Demo oder
am besten gleich die Testversion ab!

Mit einer der Kontakt-Karten dieser
Zeitschrift, oder -viel schneller - über
die HOSCHAR EDA-Hotline.

Postfach 2928 · 7500 Karlsruhe 1 · Telefon 0721/377044 · Fax 0721/377241

EDA-Hotline: 0721/37 70 44

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH



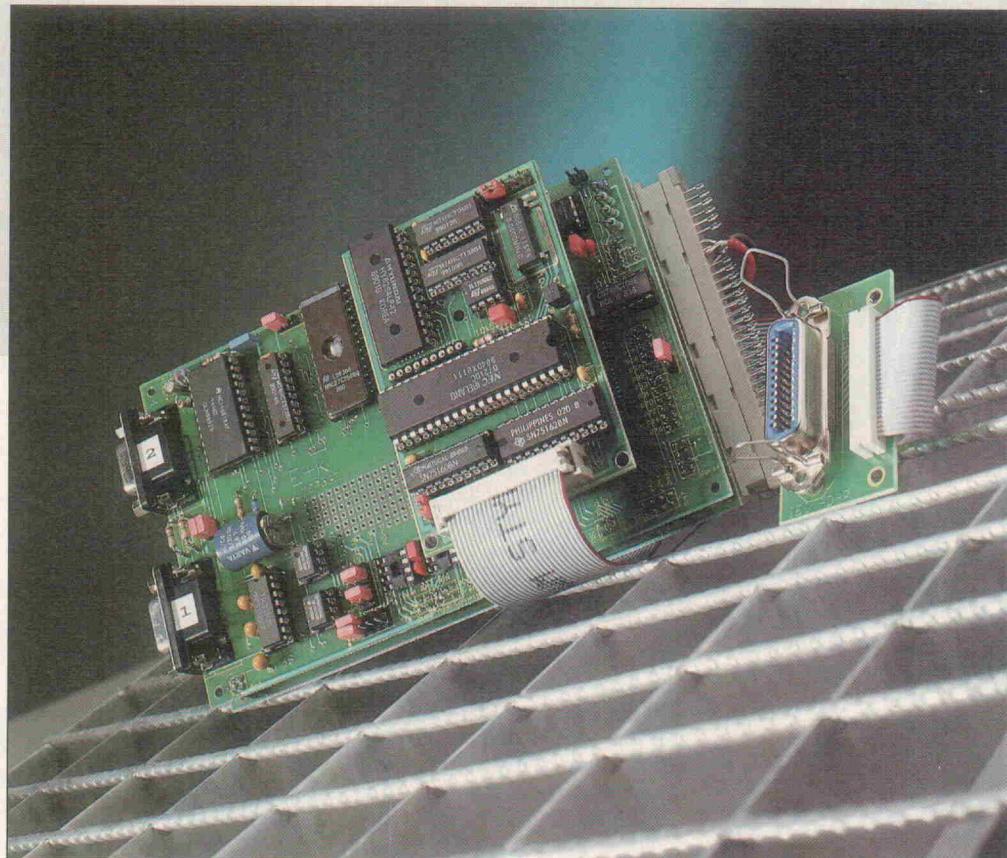
IE³-IF-Modul

IEEE-488-Interface für Einplatinenrechner

Projekt

Jürgen Kemmler

Prozessor- und Controllerboards sind in der Regel ausreichend mit Kommunikationsports ausgestattet, wenn aber die Standardlaborschnittstelle IEEE-488 gefordert ist, geht vielen sogenannten EPACS die Luft aus. Ein weitestgehend allgemeingültiges Aufrüstungskonzept für diesen Bus, das weder die MCU überfordert noch Ports 'verbraucht', stellt das Projekt IE³-IF-Modul dar.



Eine Bemerkung zur Nomenklatur zu Beginn. Im folgenden wird die in unseren Breiten gebräuchliche Bezeichnung IEC-Bus verwendet. Richtiger wäre eigentlich die Bezeichnung IEEE-488-Bus, besonders im Hinblick auf den Steckverbinde. Unglaublicherweise hat man nämlich bei der Übertragung der IEEE-488-Norm von 'amerikanisch' auf 'europäisch' die Funktionen unverändert übernommen, beim Busstecker jedoch gemeint, Unabhängigkeit demonstrieren zu müssen, und sich für eine 25polige Sub-D-Buchse (24polig IEEE-488) entschieden. Es wird also der gebräuchliche Begriff IEC-Bus verwendet, obwohl die steckermäßige Ausführung des IE³-Moduls IEEE-488 ist.

Die Elrad-Redaktion hat sich in der jüngeren Vergangenheit schon einmal mit diesem Bus befaßt [1], in diesem Artikel

wurde ausführlich auf den internen Aufbau des auch in diesem Projekt verwendeten IEC-Controllers (μPD 7210) eingegangen. Neben dem Orginaldatenbuch von NEC [2] existieren auch Bücher wie 'IEC-Bus' von Piotrowski [3]. Letzteres bringt den IEC-Bus in seiner Gesamtheit dem Leser nahe. Wer sich also alle Zustandsübergänge genau ansehen will, der ist mit diesem Werk gut bedient. Für Puristen sei noch die Norm erwähnt [4].

Ziel des vorliegenden Projektes soll es sein, eine beliebige Mikroprozessor/Controller-Hardware mit einem minimalen Aufwand an Verdrahtung und Raumbedarf mit einem IEC-Bus-Interface zu versehen. Diese Forderungen ließen sich nur dadurch realisieren, daß man als Zugang zum 'Muttersystem' den Sockel der oft eingesetzten 32-KByte-RAMs wählte. Er weist alle Leitungen auf, die

zum Betrieb des Interface notwendig sind – mit Ausnahme der Interruptleitung. Diese Leitung muß frei mit der Basishardware verbunden werden. Der IE³-Einsatz kann eigentlich nur daran scheitern, daß der Platz des Trägersockels so unglücklich ist, daß das Modul in abartiger Weise absteht und jede vernünftige Gehäuselösung unmöglich macht.

Zugang über den Speicher

Für die Steuerung des IEC-Bus wurde der Controller μPD 7210 (IC8) von NEC ausgewählt. Dieser Baustein hat mehrere Vorteile. Zum einen ist er der vergleichsweise preiswerteste Baustein seiner Art (etwa 35 DM), zum anderen ist er schon so lange auf dem Markt, daß – wie erwähnt – schon einiges an Sekundärliteratur existiert.

Der 'Stecker' – im Schaltplan (Bild 1) als IC1 (61256) bezeichnet –, der in den Speicher-socket der Basishardware gesteckt wird, besteht aus Laborkontakte, in die das RAM wieder eingesetzt werden kann, der Speicher geht also nicht verlo-

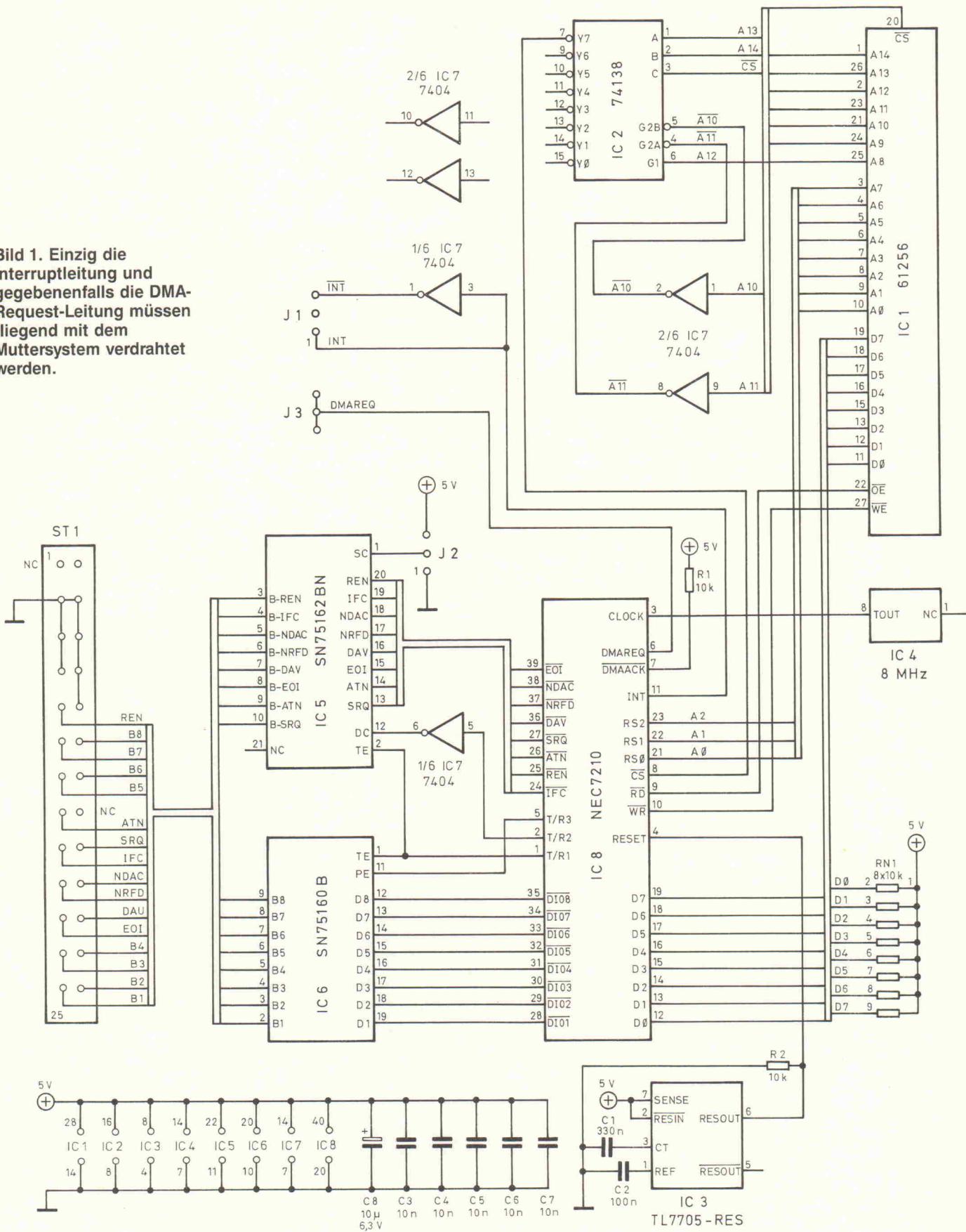
ren. Das Modul besitzt einen eigenen Reset-Controller (IC3, TL7705) und eine eigene Adreß-dekodierung (IC2, 74138). Es werden die Adressen A9..A14 und das Chipselect-Signal des RAM in seinem inaktiven Status ausgewertet.

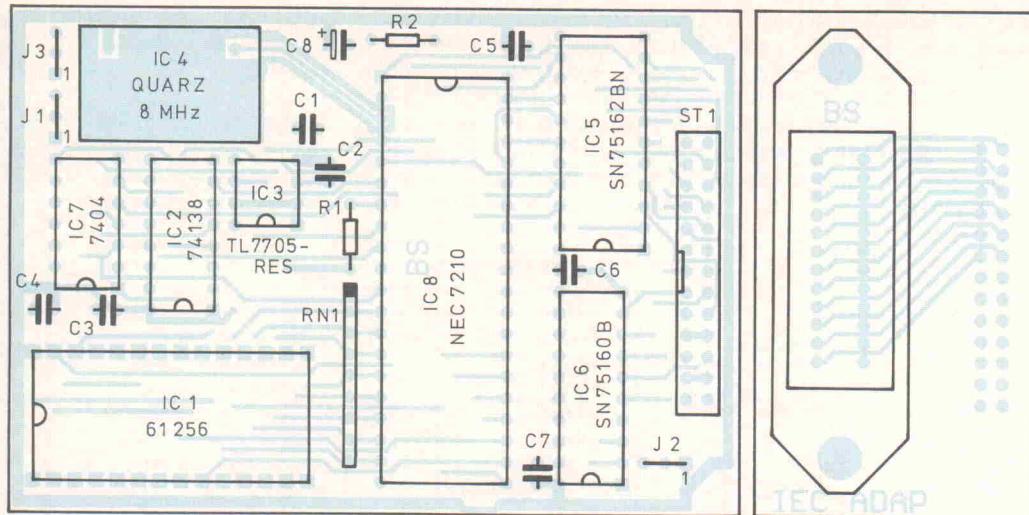
RN1 ist ein Widerstandsnetzwerk, das den Datenbus mit Pullup-Widerständen versieht. Dies ist bei manchen NMOS-Microcontrollern notwendig, insbesondere wenn sie mit älteren NMOS-EPROMs zusammenarbeiten. Sind schon Pull-

ups in der Basishardware vorhanden, kann dieses Netzwerk entfallen.

C1 bestimmt die Länge des Resetimpulses, C2 ist für die interne Referenzspannung des Resetgenerators notwendig.

Bild 1. Einzig die Interruptleitung und gegebenenfalls die DMA-Request-Leitung müssen fliegend mit dem Muttersystem verdrahtet werden.





IC4 ist der Motor des μPD-7210, ein 8-MHz-Quarzoszillator, den es in Plastik und im Metallgehäuse gibt. Beide Varianten sind, was den benötigten Platz anbelangt, einsetzbar. IC7 ist ein ganz ordinarer 7404, der zum einen dazu dient, die Adressen A10 und A11 für den Adressdecoder zu invertieren, zum anderen um den Interrupt des 7210 in beiden logischen Zuständen anzubieten. IC5 und IC6 sind IEC-Bustreiber, die für die Pegelanpassung und Treiberleistung zuständig sind.

Die Jumper mit der Bezeichnung J dienen der Auswahl der verschiedenen Betriebsmodi des

IEC-Moduls. Mit J1 kann die Pegelpolarität des 7210-Interrupts festgelegt werden. J2 bestimmt, ob das Modul Buscontroller oder Interface ist. J3 bietet den DMA-Request zum Abgriff an.

Die Steckerleistenwanne ST1 ist für den Übergang zum IEC-Bus vorgesehen. Hier wurde eine Lösung mit einer zweiten kleinen Platine gewählt, auf der eine entsprechende Buchse platziert ist.

Software-Integration

Bei einem 32-KByte-SRAM stehen 15 Adressleitungen zur Verfügung. Dies bedeutet bei einer einfachen Adressdekodierung mit Standard-TTL, daß das Chipselect-Fenster für das Modul immer in Abständen von 32 KByte aktiv ist. Für die 8051-Familie ist dieses Problem nicht so gravierend, da hier auf Code und Daten getrennt zugegriffen wird. Das heißt, man hat 64 KByte Programmspeicher und minimal 32 KByte RAM (Chipselect RAM aktiv) zur Verfügung. Das IEC-Bus-Modul liegt dann im Bereich 0FCXXH (Chipselect RAM inaktiv). Andere Bauteile, die über den Adressbus selektiert werden sollen, müssen dies berücksichtigen. Es ist bei diesen Controllern auch sehr einfach möglich, den Decoder für das RAM über einen Port-Pin abzuschalten bevor der Zugriff auf das IEC-Bus-Modul erfolgt.

Bei den meisten anderen Prozessoren ist das nicht so einfach, hier muß man, wenn es zu keinen Überschneidungen kommen soll, den Bereich des IEC-Bus-Moduls ausblenden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit dem verwende-

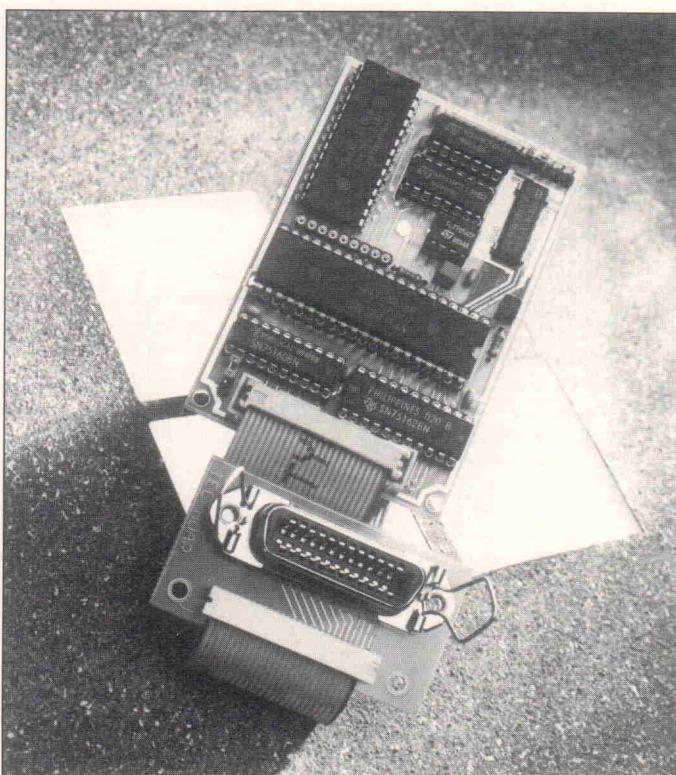
ten Entwicklungswerzeug den Bereich zu schützen, indem man zum Beispiel mit dem Linker Programmmodul auf geeignete Weise alloziert. Das kann aber nicht jedes Werkzeug.

Als weitere Voraussetzung für einen Betrieb in einem RAM-Sockel ist die unabhängige Verfügbarkeit der Steuerleitungen /RD und /WR. Sie dürfen keinesfalls mit der Chipselect-Leitung gekoppelt sein, wie dies gerne bei Applikationen mit Motorola-Prozessoren gemacht wird. Man kann über die Intel-Prozessoren, was die 'Eleganz' ihres Befehlssatzes betrifft, ge-

Eine Platine, zwei Elemente:
Den Buchseit (rechts, links?) sollte man vor der Bestückung abtrennen.

teilter Meinung sein, ihr Businterface ist jedoch von untaedlicher Klarheit.

R1 ist der Pullup für das DMA-Acknowledge des μPD 7210. Ja, dieser Baustein hat ein DMA-Interface, und wenn man es benutzt, dann wird der IEC-Bus höllisch schnell. Als während der Entwicklung [5] die ersten Tests mit diesem Bauteil durchgeführt wurden – Mikrocontroller war ein 12-MHz-8032 –, sollte das empfangene Byte schon in der Interruptroutine ausgelesen und in einem Puffer abgelegt werden. Der sendende Rechner war ein 386 AT, in dessen Interface ebenfalls ein 7210 arbeitete. Die beiden IEC-Controller wickelten das Handshake auf dem Bus so schnell ab, daß der arme Mikrocontroller gar nicht mehr aus seiner Interrupt-Serviceroutine herauskam. Dummerweise gab es noch andere Interruptquellen im System, die eine so einseitige Aufmerksamkeit des Mikrocontrollers gar nicht gern hatten.



Vorteil der abgesetzten Buchsenplatine: Man kann auf preiswerte Lötversionen zurückgreifen.

```

#define begin {
#define end }
#define or |

/*Register-Adressen zum Schreiben*/
#define CDatOut 0 /* Data Output Register */
#define CIntMask1 1 /* Interrupt Maske 1 */
#define CIntMask2 2 /* Interrupt Maske 2 */
#define CSerPolMode 3 /* Serial Poll Modus */
#define CAdrMode 4 /* Adress Mode */
#define CAuxMode 5 /* Auxilliary Mode */
#define CAdr01 6 /* Set Adress 0 oder 1 */
#define CEOS 7 /* End of String-Zeichen Register*/

/*die Daten für diese Register müssen dazu "geOrt" werden*/
#define AuxTakt 0x20 /* Taktregister im AUX-Register */
#define AuxA 0x80 /* A-Register im AUX-Register */
#define AuxB 0x00 /* B-Register im AUX-Register */
#define AuxE 0xc0 /* E-Register im AUX-Register */

#define CAdr0 0x00 /* Adress Reg0*/
#define CAdr1 0x80 /* Adress Reg1*/

/*Interrupt Bit-Positionen Interrupt Status 1 lesen*/
/*Interrupt Bit-Positionen Interrupt Mask 1 schreiben*/
#define DI 0x01 /* Daten empfangen Interrupt */
#define DO 0x02 /* Daten gesendet Interrupt */
#define ERR 0x04 /* Fehlermeldung Interrupt */
#define DEC 0x08 /* Device Clear Interrupt */
#define END 0x10 /* EOI / EOS Message Interrupt */
#define DET 0x20 /* Device Trigger Interrupt */
#define APT 0x40 /* Adress pass through Interrupt*/
#define CPT 0x80 /* Command pass through Interrupt*/

/*Interrupt Bit-Positionen Interrupt Status 2*/
/*Interrupt Bit-Positionen Interrupt Mask 2 schreiben*/
#define ADSC 0x01 /* Adress status change Interrupt */
#define REMC 0x02 /* Remote change Interrupt */
#define LOKC 0x04 /* Lockout change Interrupt */
#define CO 0x08 /* Command Output Interrupt */

#define REM 0x10 /* Remote/local no Interrupt ==>Status*/
#define LOK 0x20 /* Lockout no Interrupt ==>Status*/

#define DMAI 0x10 /* Enab/Disab DMA Input no Interrupt =>Mask*/
#define DMAO 0x20 /* Enab/Disab DMA Output no Interrupt=>Mask*/

#define SRQI 0x40 /* Service request Input Interrupt */
#define INT 0x80 /* irgendein Interrupt */

#define CTakt 0x08 /* default Takt 8MHz */
#define CEOSchar 0x0d /* End of string char */


```

Listing 1:
Initialisierungsroutine für den µPD7210 ist so weit wie möglich allgemein gehalten.

Deshalb folgenden Tip für die Software: Interrupt auf 'Level-trigger' initialisieren und in der Serviceroutine nur die Statuswörter sichern und vielleicht noch ein paar Prozeß-Flags setzen. Die Verarbeitung erledigt man am besten in der Hauptschleife beziehungsweise in einem separaten Verarbeitungsprozeß. Dadurch geht es zwar etwas langsamer, aber die theoretisch erreichbaren 1 MByte/s müssen ja nicht immer sein.

Das IE³-Modul bietet das DMA-Feature nur eingeschränkt an. Die Anwendungsfälle, für die das Modul gedacht ist, schließen eine regelrechte DMA-Verarbeitung eigentlich aus. In den Applikationen von NEC [2] wird der DMA-Request auch als zweiter Interrupt verwendet.

Die Kommunikation mit dem IEC-Bus wird über 8 Schreib-/Leseregister des µPD 7210 abgewickelt. Das ist eine feine Sache, da der Prozessor nicht durch die normgerechte Abwicklung der Handshake-Signale des IEC-Bus belastet ist (wozu er zusätzlich auch kaum in der Lage wäre). Der µPD ist deswegen jedoch kein trivialer Baustein, wie auch der IEC-Bus keineswegs einfach zu überschauen ist. Dies wird dem Entwickler spätestens dann bewußt, wenn er beginnt, seine Prozeduren für den Baustein zu schreiben. Dann bekommen nämlich

```

/* Commands für das AuxMode-Register, 000?????*/
/* interne Nachrichten*/
#define iepon 0x00 /* immediate execute power on */
#define crst 0x02 /* chip reset */

char MyAdr;

/*********************************************
* IECinit initialisiert den 7210
*****************************************/
IECinit ()
begin
  Set7210 (CAuxMode,crst); /* reset 7210 */

  /*ATN = input, three state Treiber, normale Adressierungsart
  1 Talker-Adr. 1 Listener Adr.*/
  Set7210 (CAdrMode,0x11);

  /*Einstellung des Taks hier 8Mhz*/
  Set7210 (CAuxMode,AuxTakt or CTakt);

  /*Einstellung des EndOfString-Characters*/
  Set7210 (CEOS,CEOSchar);

  /* das END-Bit wird gesetzt in INT1-Stat, normaler Handshake,
  7 Bit EOS */
  Set7210 (CAuxMode,AuxA or 0x14);

  /*Einstellung des Interrupt aktiv high*/
  Set7210 (CAuxMode,AuxB or 0x00);

  /*Einstellung besonderer Handshake-Modes hier normal*/
  Set7210 (CAuxMode,AuxE or 0x00);

  /* Einstellung primäre Adresse*/
  Set7210 (CAdr01,CAdr0 or MyAdr);

  /* Sekundäre Adresse disabled*/
  Set7210 (CAdr01,CAdr1 or 0xB0);

  /* Serial Poll Antwort ist default eigene Adresse*/
  Set7210 (CSerPolMode,MyAdr);

  /* Daten-Input/Output,End-Message,
  Device clear Interrupt enabled*/
  Set7210 (CIntMask1,(DO or DI or END or DEC));

  /* Service Request/Remote change/Local change/
  Adress Status Change Interrupt enabled*/
  Set7210 (CIntMask2,(SRQI or LOKC or REMC or ADSC));

  /* immediate execute power on 7210*/
  Set7210 (CAuxMode,iepon);
end /*IECinit*/

```

die ganzen IEC-Bus-Zustände, die man bisher mit gelindem Grausen überlesen hat, ihre grimmige Bedeutung. Auf die ausführliche Programmierung soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden, weiterführende Informationen dazu bietet die angegebene Literatur.

Hilfestellung bei der Programmierung kann die Initialisierungsroutine – für den Betrieb des µPD 7210 als Busteilnehmer – in Listing 1 bieten. Sie ist in MI-C51 geschrieben, sieht aber nicht unbedingt nach C aus, weil sie mit Hilfe des C-Preprocessors so 'verfremdet' wurde, daß sie mehr nach einem allgemeingültigen Pseudo-Code aussieht. Die Routine 'Set7210 (Registeradresse, Daten)' ist die Low-Level-Routine, die letztendlich auf die Register des µPD 7210 zugreift. Sie ist für jede Anwendung beziehungsweise jeden Prozessor unter-

schiedlich und deshalb auch nicht dokumentiert.

Um eine intensive Auseinandersetzung mit dem IEC-Bus und dem Datenbuch kommt man also nicht herum.

Literatur

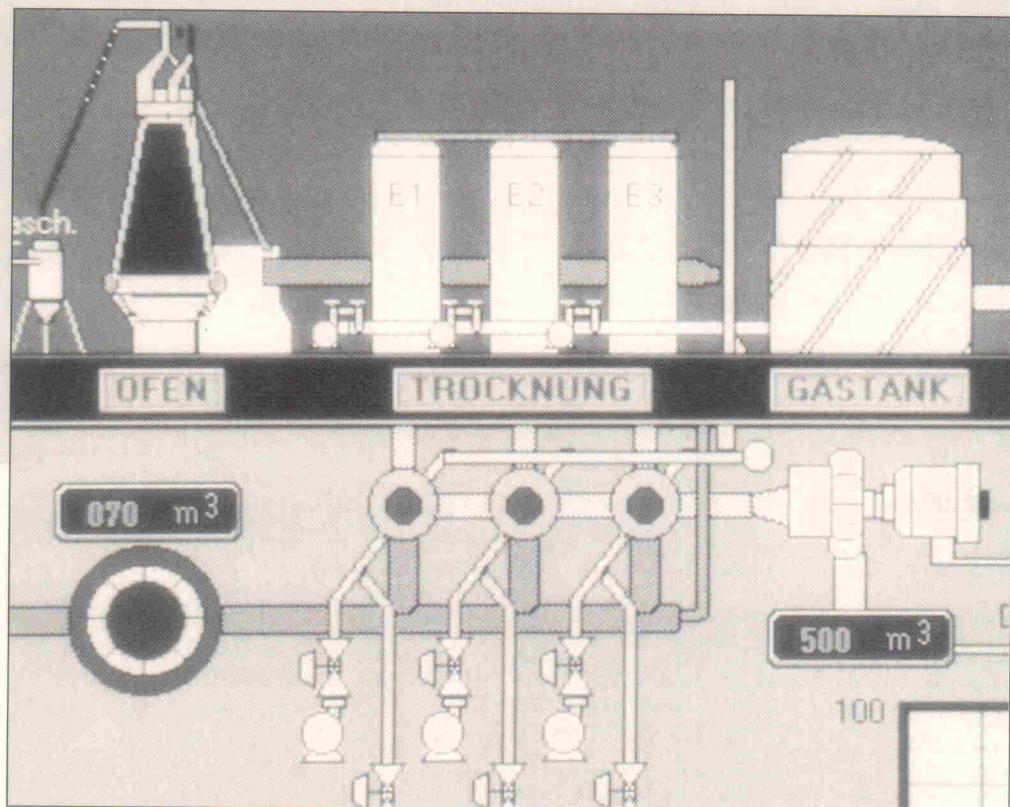
- [1] Reinhard Bentrup, *IE3, IEEE-488-Interface für IBM-PC und Kompatibel*, Elrad 1/89.
- [2] Product Description µPD 7201/7201A, µPD 72001, µPD 7210, µPD 72105, *Firmenschrift d. Fa. NEC*, Nr.: *PDCOMMUNIC058V20*.
- [3] Piotrowski, *IEC-Bus*, Franzis-Verlag, ISBN 3-7723-6953-7.
- [4] DIN IEC 625, Teil 1 + 2 (IEC 66.62).
- [5] Firmenschrift d. Fa. Systemtechnik, *Gesellschaft für Industrie-Elektronik mbH*, 7012 Fellbach.

Regelungstechnik

Teil 5: Regler

Dr. Ioannis
Papadimitriou

Für die Realisierung eines sinnvollen Regelkreises spielen die Kenntnisse über das statische und dynamische Verhalten der Regelstrecke eine wichtige Rolle. Gleiche Gewicht haben aber auch die Kenntnisse über unterschiedliche Regler und ihre Eigenschaften, um letztendlich die Frage 'Welcher Regler für welche Regelstrecke?' beantworten zu können.



Bei einem P-Regler besteht eine proportionale Beziehung zwischen der Regelabweichung x_w und der Stellgröße y :

$$y = K_p x_w$$

Das Ausgangssignal des Reglers hat also den gleichen Verlauf wie die Regelabweichung. Allerdings ändert sich sein stationärer Endwert um den Betrag der Übertragungskonstante K_p . Die Übertragungskonstante – auch als Reglerverstärkung in der Literatur zu finden – ist eine sehr wichtige Kenngröße des P-Reglers, die an die Eigenschaften der jeweiligen zu regelnden Strecke angepaßt werden soll.

P-Regler

Die statische Kennlinie eines P-Reglers ist im Bild 31 dargestellt. Charakteristisch für den P-Regler ist der Proportionalbereich X_p . Innerhalb dieses Bereiches besteht der proportionale Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße des Reglers und ist sowohl nach oben als auch nach unten begrenzt.

Die untere Grenze stellt die Ansprechschwelle des Reglers dar.

Es handelt sich um den kleinsten Wert der Regelabweichung, der zu einer meßbaren Stellgröße führt. Diese untere Grenze hängt von der Empfindlichkeit des Reglers ab. Durch die obere Grenze erfolgt eine Trennung des Proportionalbereiches von der Sättigung. Oberhalb dieser Grenze ist selbst bei weiterer Vergrößerung des Eingangssignals kein Ansteigen des Ausgangssignals mehr möglich. In diesem Fall hat die Stellgröße bereits den durch den konstruktiven Aufbau des Reglers bedingten maximalen Wert Y_h erreicht. Dieser Bereich wird als Stellbereich des Reglers bezeichnet und innerhalb dieses Bereichs kann die Stellgröße jeden beliebigen Wert annehmen.

Einen Eindruck über die Wirkung des P-Reglers vermittelt das Beispiel der Regelung einer Strecke mit PT_2 -Verhalten (Bild 32).

Dargestellt ist der Verlauf der Regelgröße gleicher Regelstrecken bei einer sprungförmigen Änderung der Führungsgröße und bei unterschiedlichen

Einstellungen des Reglers. Es ist sofort ersichtlich, daß durch den Einsatz eines P-Reglers der Sollwert im stationären Zustand nicht erreicht wird. Es entsteht also eine bleibende Regelabweichung, die zwar durch Vergrößerung der Übertragungskonstante des Reglers kleiner wird, jedoch mit einem P-Regler nicht vollständig zu beseitigen ist. Außerdem kann man feststellen, daß mit steigender Übertragungskonstante K_p der Regler schneller reagiert. Man kann die Übertragungskonstante nicht beliebig vergrößern. Das Überschreiten

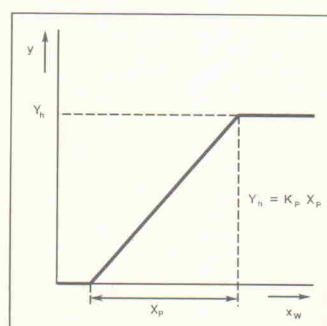
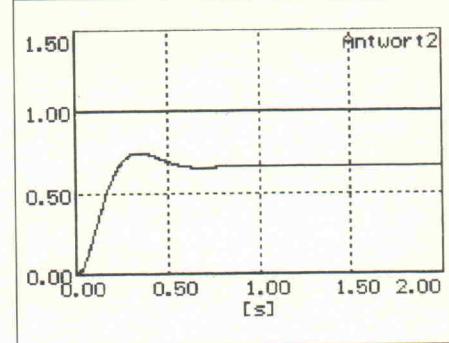
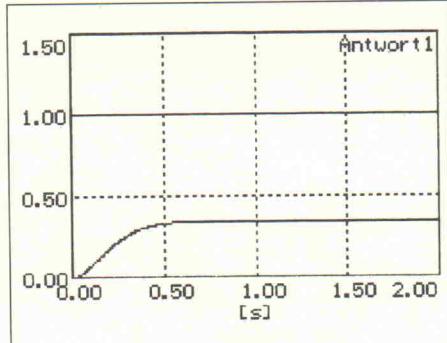
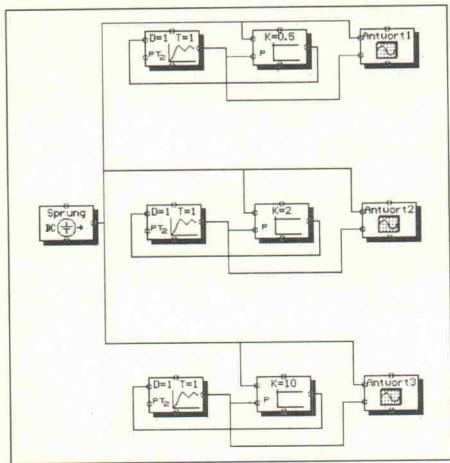


Bild 31. Die statische Kennlinie eines P-Reglers.



eines Grenzwertes macht den Regelkreis instabil.

Im weiteren Verlauf dieser Serie wird es des öfteren die Gelegenheit geben, Probleme der bleibenden Regelabweichung und der Stabilität von Regelkreisen sowohl praktisch als auch theoretisch zu betrachten. An dieser Stelle soll die reine Feststellung dieser Verhaltensweisen genügen.

Die Realisierung eines elektronischen P-Reglers zeigt Bild 33.

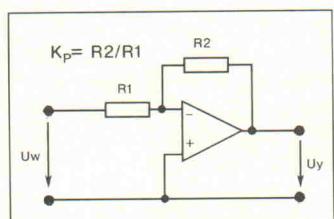


Bild 33. Ein elektronischer P-Regler könnte so aussehen.

I-Regler

Die verzögerungslose Beziehung zwischen der Regelabweichung und der Stellgröße bei einem P-Regler hat die unerwünschte, bleibende Regelabweichung zur Folge. Wird nun statt der Stellgröße die Stellgeschwindigkeit direkt von der Regelabweichung

beeinflußt, so wird diese starre Zuordnung der beiden Größen gelöst. Es entsteht ein integrierend wirkender Regler:

$$y = K_I \int_0^t x_w dt$$

$$K_I = \frac{1}{T_I}$$

Die Herleitung der statischen Kennlinie des I-Reglers erfolgt durch die Differentiation der vorherigen Gleichung:

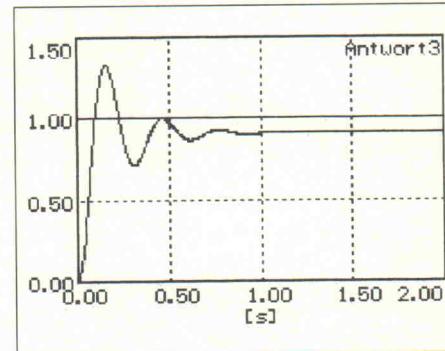
$$\dot{y} = \frac{1}{T_I}$$

Aus dieser Gleichung ist zu entnehmen, daß die Änderungsgeschwindigkeit der Stellgröße proportional zur Regelabweichung ist.

Trägt man die Stellgeschwindigkeit \dot{y} in Abhängigkeit von der Regelabweichung auf, so erhält man die statische Kennlinie eines idealen I-Reglers (Bild 35).

Bei der Regelabweichung $x_w = 0$, also wenn der Soll- mit dem Istwert übereinstimmt, ist auch die Stellgeschwindigkeit gleich null. Positive wie auch negative Regelabweichungen können durch positive oder negative Stellgeschwindigkeiten beeinflußt werden. Die Stellgröße y durchläuft dabei den

Bild 32. Flowlearn-Beispiel der Regelung einer Strecke mit PT_2 -Verhalten.



gesamten Stellbereich Y_h . Der Regelbereich $2 X_h$ des I-Reglers ist der Bereich, in dem die Regelabweichung die Stellgeschwindigkeit linear ansteuern kann.

Anhand des Beispiels der Regelung der PT_2 -Strecke sollen die Eigenschaften des I-Reglers vorgestellt werden (Bild 34).

Dargestellt ist der Verlauf der Regelgröße der Regelstrecke bei einer sprungförmigen Änderung der Führungsgröße und bei unterschiedlichen Einstellungen der Integrationskonstante des Reglers.

Es fällt auf, daß durch den Einsatz eines I-Reglers keine bleibende Regelabweichung zu-

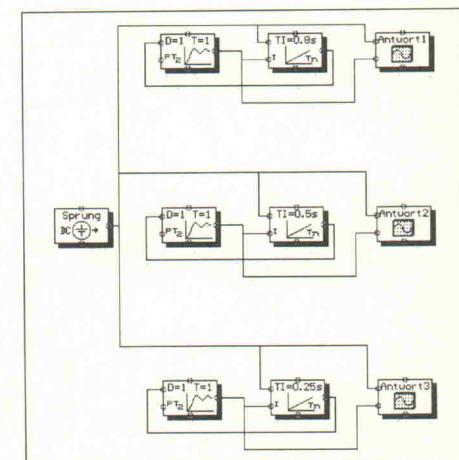
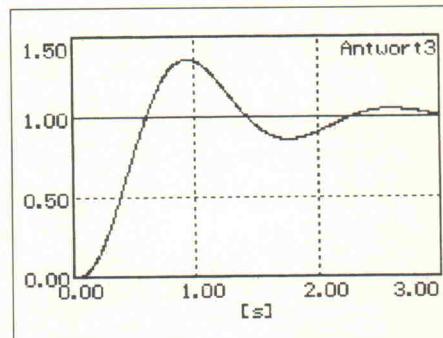
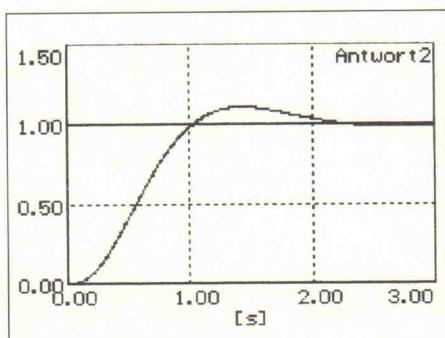
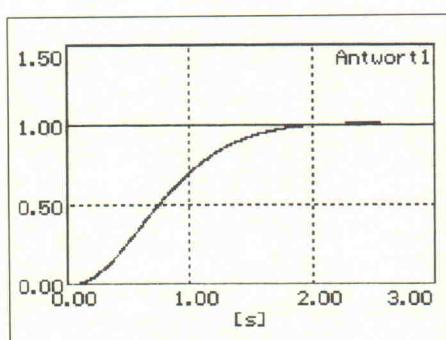


Bild 34. Die Verläufe der Regelgrößen resultieren aus den unterschiedlichen Einstellungen der Integrationskonstante des Reglers.



Allgemeine Eigenschaften technischer Systeme

Lineare Systeme

Ein System (Regelstrecke) ist nach DIN 9229 genau dann linear, wenn das Superpositionsprinzip gilt. Das heißt, wenn man auf den Eingang eines Systems nacheinander n -beliebige y_i einwirken läßt und die Systemantworten x_i aufnimmt, dann ergibt sich die Antwort des Systems auf die Summe der n Eingangsgrößen als Summe der n Systemantworten x_i . Ist das nicht der Fall, so ist das System nichtlinear.

Ist ein System linear, so steht zu seiner Beschreibung und Analyse eine weitgehend abgeschlossene leistungsfähige Theorie zur Verfügung, deren mathematische Methoden zum Teil sehr einfach sind. Die Behandlung nichtlinearer Systeme dagegen ist schwieriger und die existierenden Verfahren beschränken sich jeweils auf bestimmte Strukturen.

Aus diesem Grund ist es naheliegend, daß zuerst versucht wird, mit den Methoden für lineare Systeme auszukommen. Hier muß deutlich gemacht werden, daß die meisten in der Technik und der Natur vorkommenden Systeme nichtlinear sind. Es ist aber möglich, in sehr vielen Fällen durch Linearisierungsansätze das Systemverhalten hinreichend genau zu beschreiben. Die Linearisierung hängt von der jeweiligen Eigenschaft des Systems ab. Im Rahmen dieser Serie wird auf die Probleme der Linearisierung ausführlich eingegangen.

Zeitinvariante Systeme

Ein System ist zeitinvariant, wenn sein statisches und dynamisches Verhalten sich mit der Zeit nicht ändert. Die dazugehörige Differentialgleichung hat dann konstante Koeffizienten. Sind die Systemparameter nicht konstant, sondern ändern sich in Abhängigkeit von der Zeit, so ist das System zeitvariant. Typisches Beispiel für ein zeitvariantes System ist eine Rakete, deren Masse wegen des Verbrauchs von Kraftstoff im Laufe der Zeit abnimmt.

Systeme mit konzentrierten oder verteilten Parametern

Kann man ein System als Zusammensetzung endlich vieler idealisierter Elemente wie zum Beispiel Massen, Dämpfern, Federn, Induktivitäten, Ohmschen Widerständen oder Kapazitäten betrachten, so wird ein solches System als System mit konzentrierten Parametern bezeichnet. Als mathematisches Modell erhält man gewöhnliche Differentialgleichungen. Ist diese Betrachtung nicht möglich, muß man die örtliche Verteilung der Elemente berücksichtigen. Es handelt sich dann um ein System mit verteilten Parametern. Weil in diesem Fall die Signale zeit- und ortsabhängig sind, erfolgt die Beschreibung des Systems durch partielle Differentialgleichungen.

Kausale Systeme

Ein System wird als kausal bezeichnet, wenn sein Ausgangssignal zu jedem Zeitpunkt nur vom Wert des Eingangssignals und von dessen vorausgegangenen Werten abhängt. Bei einem kausalen System tritt erst eine Ursache auf, bevor sich eine Wirkung zeigt. Ein kausales System kann nicht vorhersagen, wie sein zukünftiger Eingang aussehen wird. Ist diese Eigenschaft nicht vorhanden, dann wird das System nichtkausal genannt. Alle in der Praxis vorkommenden Systeme sind kausal.

Systeme mit deterministischen oder stochastischen Parametern

Kann man ein System durch sein mathematisches Modell (algebraische Gleichungen, Differentialgleichungen) exakt beschreiben, so wird sein Verhalten als deterministisch bezeichnet. Ist dagegen sein Verhalten regellos, so daß für seine Beschreibung Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik erforderlich sind, nennt man diese Systeme und die kennzeichnenden Größen stochastisch.

Im Rahmen dieser Serie werden (wenn nicht ausdrücklich anderes gesagt) lineare zeitinvariante Systeme behandelt.

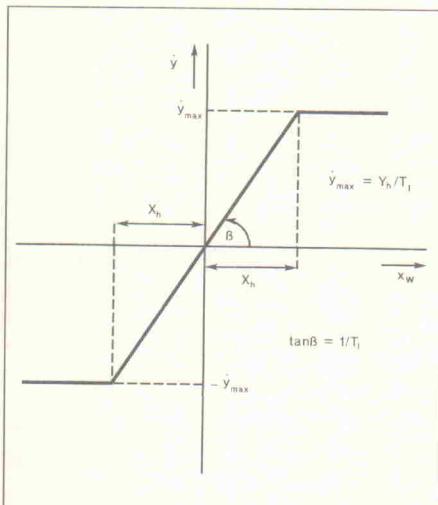


Bild 35. Die statische Kennlinie eines idealen I-Reglers.

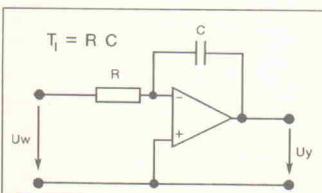


Bild 36. Der I-Regler in seiner 'elektronischen' Form.

stande kommt. Ein Regelkreis mit einem idealen I-Regler hat also bei konstanter Führungsgröße, wenn keine äußeren Störungen einwirken, im stationären Zustand keine bleibende Regelabweichung. Allerdings reagiert der Regelkreis langsam. Bei einer endlichen Regelabweichung kann ein I-Regler seine Stellgröße nur stetig verändern. Aus diesem Grund verläuft die Regel-

größe beim Einsatz von I-Reglern im allgemeinen langsamer als mit proportional wirkenden Reglern. Will man den Regler durch die Verkleinerung der Integrationskonstante schneller machen, so neigt der Regelkreis leicht zu Instabilitäten.

Die Realisierung eines elektronischen I-Reglers zeigt das Bild 36.

D-Regler

Bei einem differenzierend wirkenden Regler ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Regelabweichung ändert, einem bestimmten Wert der Stellgröße zugeordnet:

$$y = \frac{1}{T_D} \frac{dx_w}{dt}$$

Die Differenzierzeit T_D ist die Kenngröße des D-Reglers.

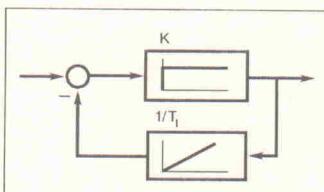


Bild 37. DT₁-Glieder werden oft in Rückführungen eingesetzt. Die Sprungantwort eines solchen Systems zeigt Bild 38.

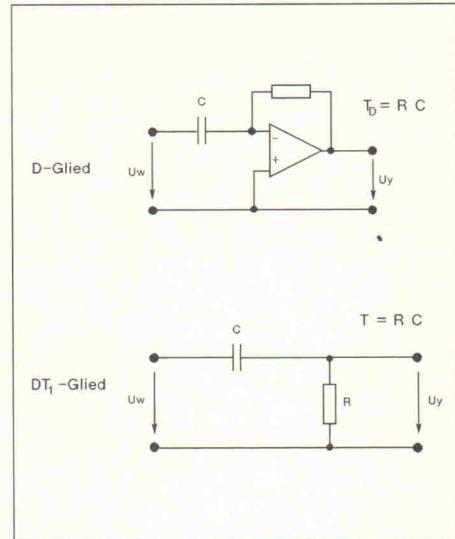
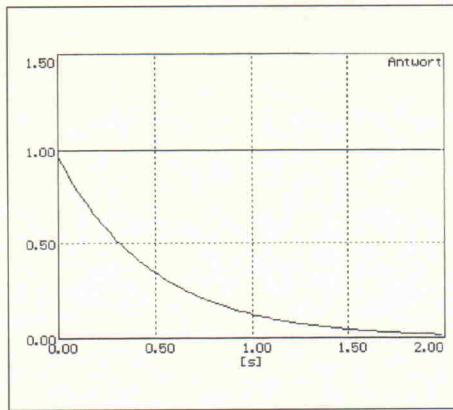
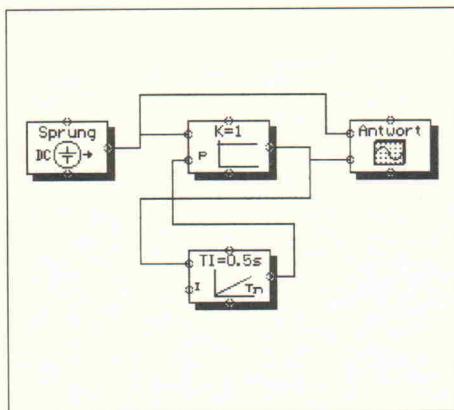


Bild 38. Die simulierte Sprungantwort des Systems aus Bild 37.

Ein rein differenzierend wirkender Regler lässt sich technisch nicht realisieren. Weil der Regler nicht auf die Regelabweichung, sondern auf dessen Änderung reagiert, reicht die differenzierende Wirkung des Reglers nicht aus, um die Regelgröße an die Führungsgröße anzugeleichen. Ein D-Regler alleine ist zur Ausregelung einer Störgröße also nicht brauchbar, da er nur eine Stellgröße abgibt, solange sich

sein Eingangssignal ändert. Eine konstante Regeldifferenz würde von einem D-Regler nicht ausgeregelt. Der Regler liefert nur dann eine Stellgröße, wenn sich die Regelabweichung ändert. Aus diesem Grund werden D-Regler nur in Verbindung mit P- und I-Reglern benutzt. Der D-Anteil bewirkt in Kombination mit anderen Grundtypen eine schnellere Ausregelung von Störgrößen.

Differenzierend wirkende Glieder mit Verzögerung – DT_1 -Glieder – werden oft in Rückführungen eingesetzt (Bild 37). Die Sprungantwort eines solchen Gliedes zeigt die Flowlearn-Simulation in Bild 39.

Die Realisierung eines elektronischen D-Reglers und eines DT_1 -Gliedes zeigt das Bild 39.

Thema der nächsten Folge werden zusammengesetzte Regler

Bild 39. Der elektronische D-Regler und ein DT_1 -Glied.

wie PI-, PD- und PID-Regler sein.

Literatur

[1] Peter Busch, *Elementare Regelungstechnik*, Vogel Verlag, Würzburg.

"eirtsudni, tätisrevinu, eluhcs **FLOWCHART** reldnaw -AD/DA **GRAFISCHES** ellortnokstätlibisualp etreirgetni **REGELUNGS- SIMULATIONSPROGRAMM** gnurhafre- mmarginorp eniek **PRAXISNAH** nelobmys netnnakeb tim libtlahcskcolb senie fruwtne **MESS- , STEUER- UND GELUNGSTECHNIK** kinhcetsgnuleger dnu- reuels, -s- m **ENTWURF EINES BLOCKSCHALTBIKES MIT BEKANNTEN SYMBOLEN** hansixarp **KEINE PROGRAMMIERERFAHRUNG** mmargorpsnoitalumis -sgnuleger **INTEGRIERTE PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE** sehcsifarg **AD/DA- WANDLER** trahcwolf **SCHULE, UNIVERSITÄT, INDUSTRIE**"

FLOWCHART

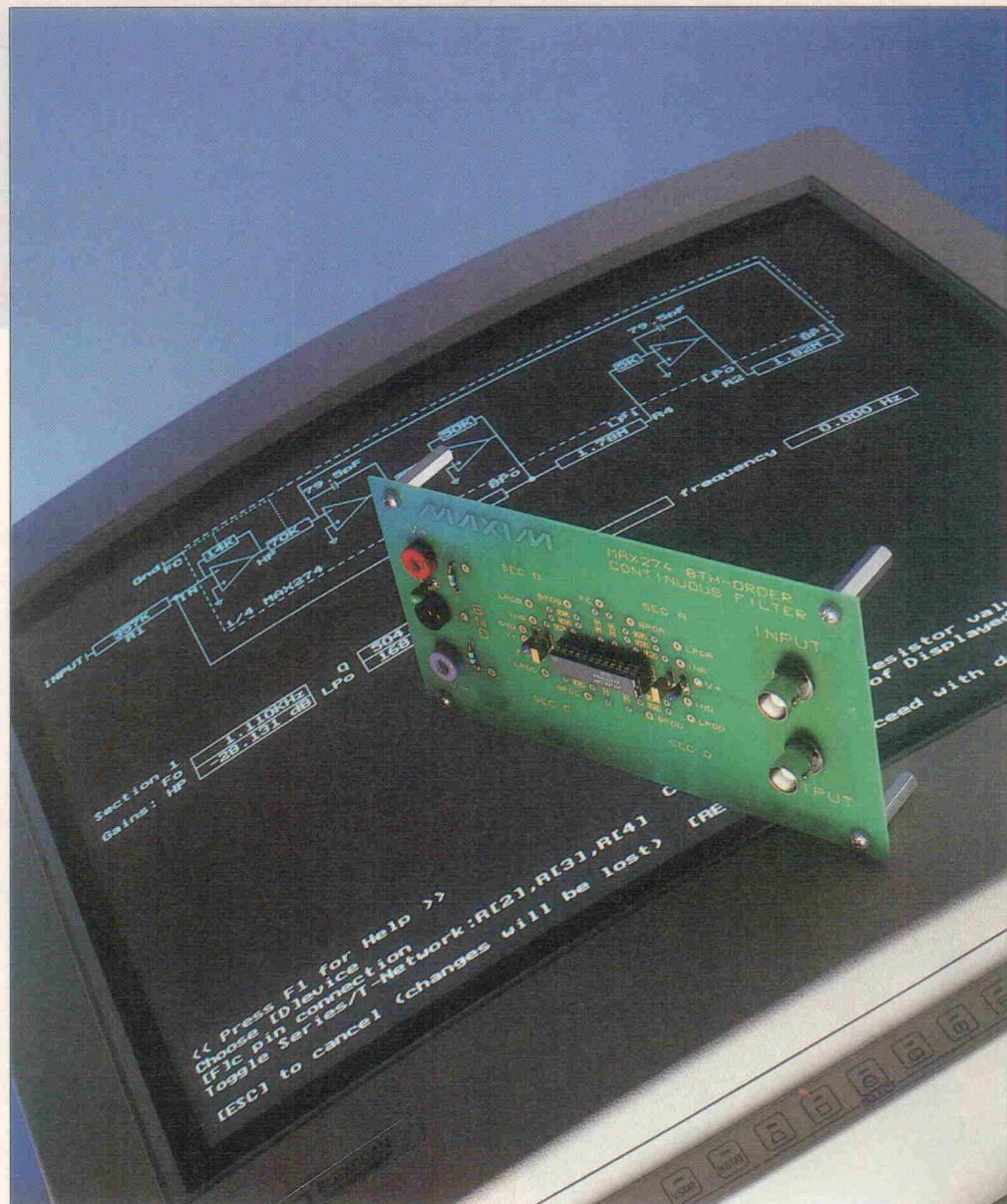
COMTEC GmbH • Aachener Straße 100 • D 5352 Zülpich
Telefon (0 22 52) 76 03 • Telefax (0 22 52) 47 08

FLOWLEARN - der direkte Weg zu FLOWCHART

COMTEC
Das Systemhaus

In Sachen Filter . . .

MAX 274/275: Kontinuierliche, aktive Analogfilter für den Niederfrequenz-Bereich



Marcus Prochasca

Seit Anfang April liefert das kalifornische Halbleiterhaus Maxim zwei Analogfilter-Bausteine aus, die mittels einer 'Filter Design Software' komfortabel dimensioniert werden können. Wie leistungsstark Filter und Programm sind, zeigt der folgende Beitrag.

Ein Großteil der angebotenen integrierten Aktivfilter ist als SC-Filter (Switched-Capacitor) ausgeführt. Bei dieser Schaltungstechnik übernehmen getaktete Integriertoren die Aufgabe von kontinuierlichen OP-Integriertoren. Großer Vorteil der SC-Filter: Sie sind durch Variation der Taktrate problemlos programmierbar. Nachteile, die beim Einsatz dieser Technik auftreten, sind das Taktrauschen und Aliasing-Effekte.

Integrierte kontinuierliche Filter hingegen bestehen im wesentlichen aus Standard-OPs mit Kondensatornetzwerken, die durch Beschaltung mit Widerständen die gewünschte Filtercharakteristik annehmen. Eine Programmierung ist ohne zusätzlichen schaltungstechnischen Aufwand nicht möglich.

Die hier behandelten Maxim-Typen MAX 274 und MAX 275 sind kontinuierliche Analogfilter-

ter 8. beziehungsweise 4. Ordnung, die in DIP-, SO- und CERDIP-Gehäusen lieferbar sind (Bild 1).

Intern weisen die ICs vier (MAX 274) oder zwei (MAX 275) voneinander unabhängige, kaskadierbare Filter-Sektionen 2. Ordnung auf (Bild 2), die jeweils ein identisches, zustandsvariables Vier-Verstärker-Design besitzen. Jede Filtersektion ist über je vier Metallfilmwider-

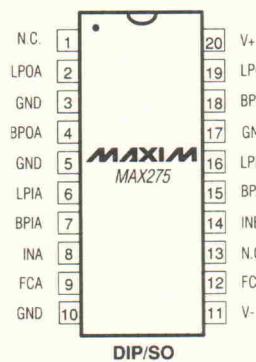
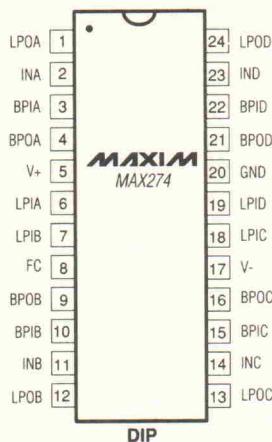


Bild 1. Das Pinout der Filter-ICs, das 275 gibt es sowohl in DIP- als auch in SMT-Versionen.

stände (R1...R4) einstellbar. Eine Kaskadierung ist bis 20. Ordnung möglich.

Im Gegensatz zu anderen von Maxim angebotenen kontinuierlichen Filtern (z. B. MAX 270/MAX 271), die nur ein Tiefpaß-Design erlauben, besteht bei den Typen MAX 274/275 die Möglichkeit, Band- und Tiefpässe – wahlweise mit den Charakteristiken Butterworth, Bessel und Chebyshev – einzustellen. Der nutzbare Filter-Frequenzbereich liegt beim 274 zwischen 100 Hz und 150 kHz, das 275 erreicht

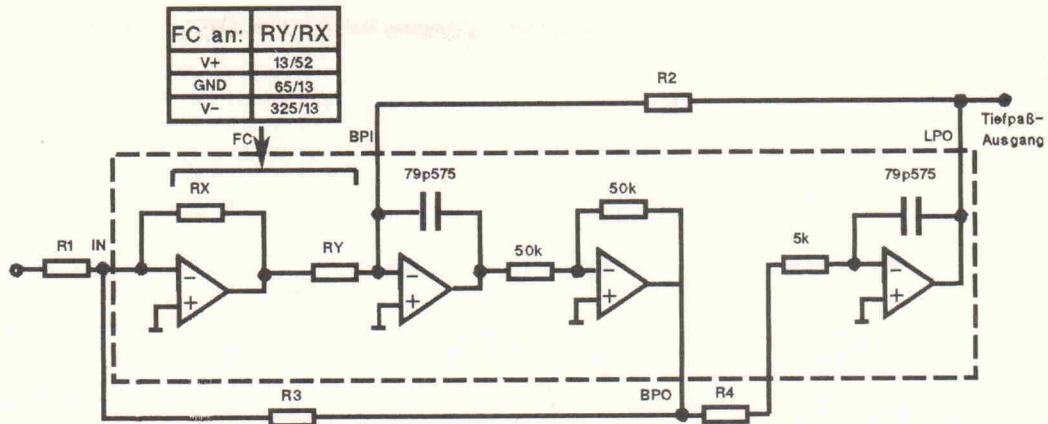


Bild 2. Der Aufbau einer Filtersektion. Man beachte das unterschiedliche Verhältnis RY/RX, je nach FC-Pin-Beschaltung. FC an Masse garantiert minimales Rauschen.

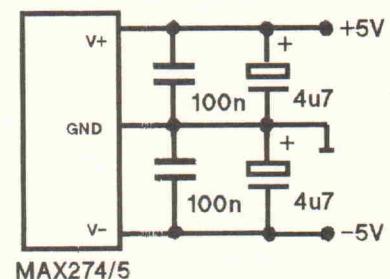
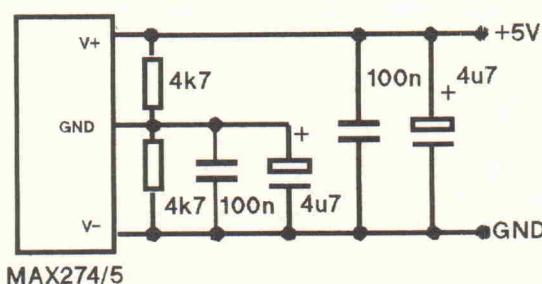


Bild 3. Die flexible Spannungsversorgung der 274/275.

300 kHz. Für beide Typen gilt ein Arbeits-Frequenzbereich von 10 MHz. Die Genauigkeit, mit der die Filter einstellbar sind, ist abhängig von der Toleranz der Widerstände. Bei 1%igen Typen ist eine Frequenzgenauigkeit von 2 % erreichbar. Verantwortlich für ein derart gutmütiges Verhalten sind nicht zuletzt die On-Chip-Kondensatoren, deren Abweichung von der Soll-Kapazität über dem gesamten Temperaturbereich nicht größer als maximal $\pm 1\%$ ist. Der Effektivwert der Rauschspannung ist im typischen Fall kleiner 60 μ V. Die Gesamtverzerrungen

(THD) liegen für die meisten Anwendungen unter -86 dB.

Die Filterbausteine können sowohl mit einfacher als auch mit symmetrischer Versorgungsspannung betrieben werden. Bild 3 zeigt die jeweilige Be- schaltung. Es ist darauf zu achten, daß die Kapazitäten mög- lichst dicht an den entsprechen- den Pins der ICs plaziert wer- den.

Speziell für die Überprüfung der Filter-Designs unterstützt Maxim Entwickler mit einem Evaluation-Kit. Das Layout

und den Bestückungsplan des Boards zeigt Bild 4.

Schnell ausgelegt

Bekanntlich führen viele Wege nach Rom. Aus Erfahrung weiß man jedoch auch, daß es wohl zu unterscheiden gilt zwischen solchen, die beschwer- lich, und anderen, die leicht zu bewältigen sind. Bei der Dimensionierung der Maxim-Fil- ter-ICs stehen beide Mög- lichkeiten offen. Zum einen kann man sich 'zu Fuß' durch eine Reihe von Formeln und Dia- grammern arbeiten, die zweite

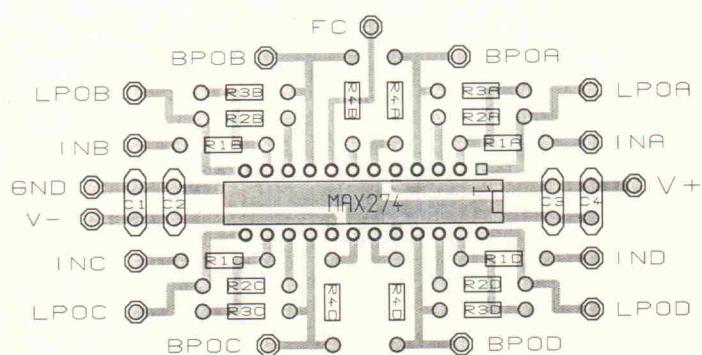
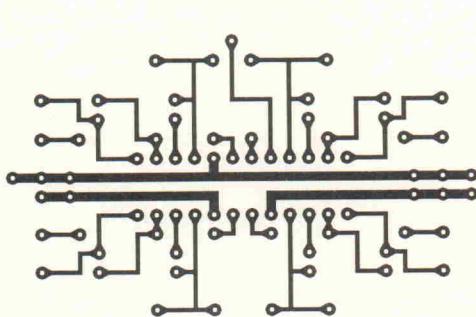


Bild 4. Layout und Bestückungsplan des Evaluationboards.

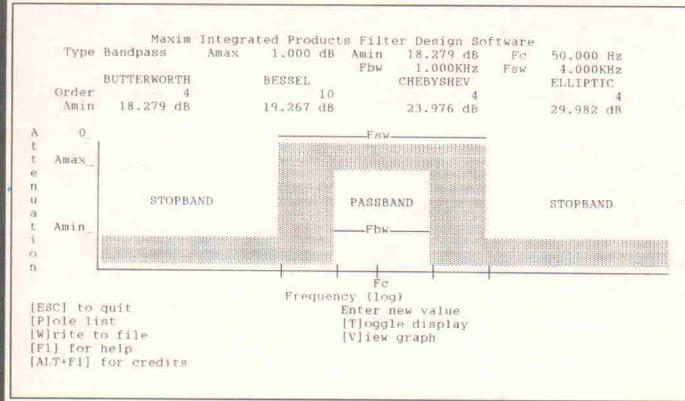


Bild 5. Bildschirmmaske des 'Filter-Designers' für die Festlegung grundsätzlicher Parametereingaben.

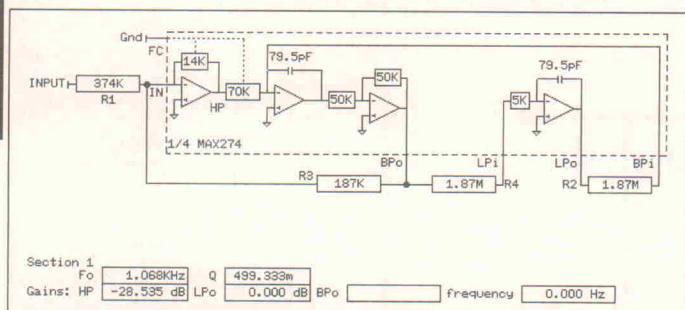


Bild 6. Im 'Widerstands-Editor' kann wahlweise manuell oder automatisch am Design 'gedreht' werden.

Variante, um zu einer Lösung zu gelangen, ist nicht nur die leichtere, sondern auch die wesentlich zeitsparendere: Man nutzt die von Maxim angebotene 'Filter Design Software'. Sie läuft auf allen PC/XT/AT-Computern, die mit gebräuchlicher Grafik und einer Festplatte ausgestattet sind.

Das Design-Programm gliedert sich in zwei Hauptteile. Durch Anwahl des ersten Menüpunkts 'Define Pole/Q/zero requirement ...' gelangt man in den Teil, mit dem sich die grundle-

genden Filterparameter festlegen lassen (Bild 5). Es besteht die Möglichkeit, Filter-Ordnung, Pol-Frequenzen und Güten zu bestimmen. Verstärkung, Phasenverlauf und Gruppenlaufzeit sind als Funktion der Frequenz – für unterschiedliche Approximationen gleichzeitig – darstellbar.

Die Filter können 2. bis 20. Ordnung aufweisen. Zu ihrer Charakterisierung kann man die Dämpfung im Durchlaßbereich und die Abschwächung im Sperrbereich vorgeben. Die fre-

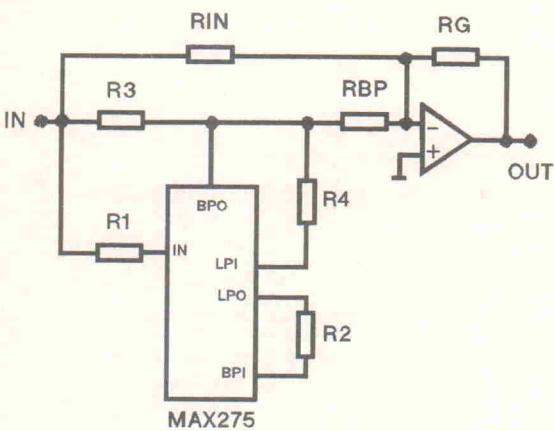


Bild 7.
Mit einem Zusatz-OP lassen sich auch Bandsperren mit Hilfe der nebenstehenden Formeln realisieren.

quenzmäßige Einstellung der Filtercharakteristik wird mit zwei beziehungsweise drei Frequenzangaben – sie entsprechen Minimal- beziehungsweise Maximalanforderungen – festgelegt. Neben den vom MAX 274/275 realisierbaren Approximationen-Methoden können auch Cauer-Filter und Hochpässe entworfen werden.

Wenn das Filter der Wahl gefunden ist, kann man sich eine Liste der Pol-Frequenzen und der Güten anzeigen lassen. Mittels der Funktion 'View Graph' ist die Darstellung der Verstärkung, Gruppenlaufzeit und des Phasengangs im Bodediagramm für eine oder mehrere Approximationen-Methoden möglich. Dabei steht zur genaueren Untersuchung der Kurven ein Cursor zur Verfügung, und man kann sich Bereiche des Diagramms vergrößert darstellen lassen. Dieser Teil des Programms ist nicht bauteilspezifisch und auch für die Entwicklung diskret aufgebauter Filter nutzbar.

Hinter dem zweiten Eintrag im Hauptmenü 'Normalize and Implement in Hardware' verbirgt sich der Programmteil, der zur Umsetzung der in Teil 1 der Software gefundenen Filterparameter in eine 'handfeste' MAX 274/275-Schaltung dient.

Für jede benötigte Filtersektion errechnet das Entwicklungsprogramm die benötigten Widerstandswerte, gibt dem Anwender aber die Möglichkeit, sein Design nach Belieben zu manipulieren, das heißt Filterparameter ändern oder völlig neu setzen, Filter-Sektionen hinzufügen, zu verschieben oder zu löschen. Auch dieser Programmteil stellt die 'View

Graph'-Funktion zur Verfügung.

Bild 6 zeigt den sogenannten 'Resistor Editor', mit dessen Hilfe konkret in die Widerstandsdimensionierung einer Filter-Sektion eingegriffen werden kann.

Hier wird die 'Feinarbeit' geleistet, das heißt, die Schaltung der externen Widerstände kann ebenso variiert werden wie auch deren Größenordnung. Die Auswirkungen der Änderungen kann man sich in jeder Phase der Entwicklung im Bodediagramm darstellen lassen.

Notch

Obwohl man die MAX 274/ MAX 275 nicht direkt als Bandsperre (Notch) beschalten kann, lässt sich ein solches Filter-Verhalten leicht realisieren. Wie Bild 7 zeigt, müssen zu diesem Zweck nur das Ausgangssignal des Bandpasses und das Eingangssignal zusammengefaßt und einem externen Operationsverstärker zugeführt werden.

Da die Berechnung nicht vom Filter-Designer unterstützt wird, sind die zur Realisierung notwendigen Formeln angegeben. Wichtig ist, daß die maximale Dämpfung der Bandsperre abhängig von der Toleranz der Widerstände R1, R3, RIN und RBP ist. Wenn diese eine Toleranz von 1 % aufweisen, ist die maximale Dämpfung im Sperrbereich größer 20 dB. Dieser Wert wurde für eine Pol-Frequenz von 2 kHz und einer Güte von 5 aufgenommen. Die Verstärkung im Durchlaßbereich betrug 0 dB.

Doch programmierbar

Wie bereits erwähnt, sind die hier behandelten Filter nicht programmierbar. Dieser Nachteil kontinuierlicher Filter wird durch die in Bild 8 angegebene Applikation ausgeglichen. Die Schaltung realisiert einen Bandpass, der über ein 8-Bit-Interface in seiner Mittenfrequenz einstellbar ist.

Die Mittenfrequenz ist:

$$f_c = 44.7 \text{ kHz} \cdot \left(\frac{\sqrt{\text{code}}}{\sqrt{5}} \right)$$

'code' sollte Werte zwischen 16 und 255 annehmen. Wenn die

$$G(S) = H_{ON} \frac{S^2 + \omega_0^2}{S^2 + S(\frac{\omega_0}{Q}) + \omega_0^2}$$

$$\omega_0 = 2 \pi F_0$$

$$H_{ON} = \text{Verstärkung} = \frac{RG}{RIN}$$

$$F_0 = \sqrt{\frac{1}{(R2)(R4 + 5k\Omega)}} (2 \cdot 10^9)$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{(R2)(R4 + 5k\Omega)}} (R3) \left(\frac{RY}{RX} \right)$$

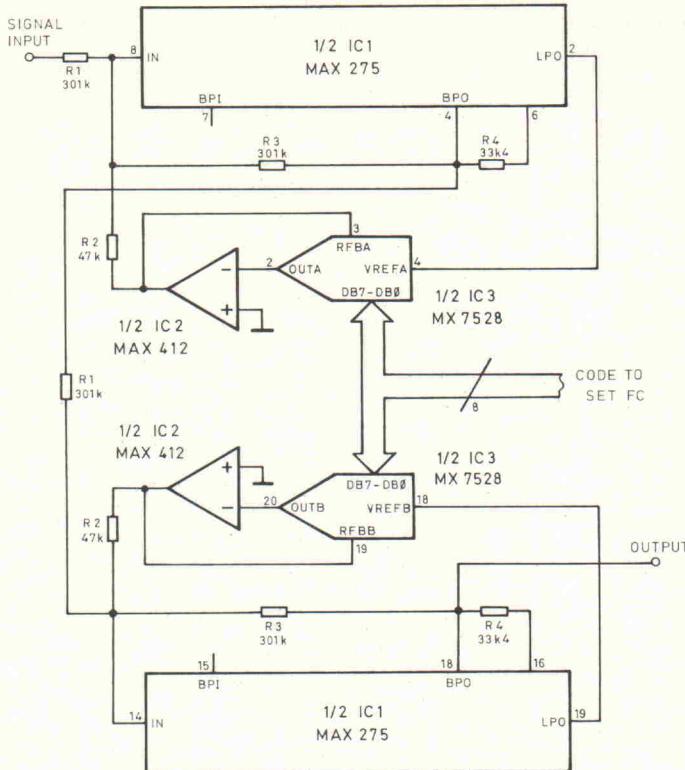


Bild 8. Mit Hilfe eines Dual-D/A-Wandlers lassen sich auch kontinuierliche Aktivfilter programmieren.

vier LSBs gesetzt sind, wird eine zu starke Abschwächung des rückgekoppelten Signals vermieden. Ist 'code' gleich FFh, ergibt sich für jede Filtersektion eine Mittenfrequenz von 20 kHz und eine Güte von 25,8.

Die Kaskadierung beider Sektionen ergibt $Q = 40$ und eine Bandbreite von 500 Hz. Ein kleineres DAC-Signal führt zu einer stärkeren Dämpfung des zwischen Tiefpaß-Ausgang und Eingang der jeweiligen Filtersektion rückgekoppelten Signals. Die Mittenfrequenz des Bandpaß-Filters ist zwischen 5 kHz und 20 kHz einstellbar, wobei die Bandbreite konstant 500 Hz beträgt.

Normalerweise wird der Widerstand R2 direkt mit dem Eingang des Bandpasses (BPI) und dem Ausgang des Tiefpasses (LPO) verbunden. Durch diese Rückkopplung sind die Pol-Frequenz und die Güte des Filters festgelegt. In der angegebenen Schaltung wird das Ausgangssignal mit Hilfe eines D/A-Umsetzers zunächst gedämpft und erst dann dem Widerstand R2 zugeführt. Da der mit den DACs verbundene Verstärker das Ausgangssignal des Tiefpasses invertiert, muß R2 nicht mit BPI, sondern mit dem Ein-

gang der jeweiligen Sektion verbunden werden.

Fazit

MAX 274 und MAX 275 sind Filter, die über hervorragende Eigenschaften verfügen. Wie die angegebene Applikation zeigt, können sie auch in Bereiche vordringen, die bisher den SC-Filters vorbehalten waren. Dabei wird der schaltungstechnische Mehraufwand durch das den SC-Filters überlegene Rausch- und Dynamikverhalten voll ausgeglichen. Auch das von Maxim zur Dimensionierung der Filter vorgesehene Programm wird sicherlich die Akzeptanz dieser Filterbausteine erhöhen.

Literatur

- [1] 1992 Applications and Product Highlights, Maxim Integrated Products.
- [2] 1992 New Releases Data Book, Maxim Integrated Products.
- [3] MAX 274 u. MAX 275, Datenblätter, Maxim Integrated Products, 1992.
- [4] Tomas, Add digital adjustment to continuous-time filters, Maxim Integrated Products, 1992.
- [5] MAX274 Evaluation Kit, Maxim Integrated Products.

Restposten - Sortimente

Ladegerät MW 398 für 4xMignon, 4xBaby, 4xMono, 1x9V	DM 10,-		
Ladegerät MW 298 für 4xMignon	DM 6,95		
Mignon Akku 500 mA	DM 1,95	Baby Akku 1800 mA	DM 6,95
Mono Akku 4000 mA	DM 9,95	9V Akku, 180 mA	DM 10,50
Sort. 1, Silizium Transistoren, 100 St	DM 5,-		
Sort. 2, Keramik-Kondensatoren, 500 St	DM 4,90		
Sort. 3, Hochlastwiderstände 1-10W, 100 St	DM 2,50		
Sort. 4, Widerstände 1 / 3-W, 100 St	DM 0,50		
Sort. 5, Kondensatoren, MKH, MKD, axial, 100 St	DM 2,95		
Sort. 6, Elektrolyt-Kondensatoren, 100 St	DM 4,50		
Sort. 7, Potis 4-6mm, mono-stereo, 20 St	DM 2,50		
Sort. 8, Schiebergleiter, mono-stereo, 50 St	DM 5,-		
Sort. 9, Tantalekros, Periform, 100 St	DM 8,50		
Sort. 10, Trimmer, Einstellregler, 100 St	DM 4,50		
Sort. 11, 1Kg elektrische Bauteile	DM 4,50		
Sort. 12, Stecker, Buchsen, Schalter, 25 St	DM 4,50		
Sort. 13, IC verschiedene, 25 St	DM 4,50		
Sort. 14, 1000 Widerst. 1 / 3W axial, 5%	DM 5,50		
Sort. 15, Cherry Taster für Printmont. 10 St	DM 1,00		
Nr.16, LW 3 / 100, Lautsprecherweiche, 3-Weg, 100W, 6dB, Übergangsfrequenzen 800 / 3000Hz, dtsche Prod. 10x8cm	DM 5,95		
Nr.17, LW 3180, Lautsprecherweiche, 3-Weg, 180W, 12 dB, Ü 1100 / 8000Hz, dtsche Produktion, 14x8cm	DM 8,95		
Nr.18, Ü berblendregler, Drahtregler, 40 Ohm mit Metallplatte, 3,5mm Klinkenbuchse, Knopf, Kabel, Plan	DM 2,50		
Nr.19, Batteriehalter für 1xBaby-Batterie, schwarz	DM 0,50		
Nr.20, Kristalltonabnehmersystem für Kinderplattenspieler, System mit Nadel	DM 1,-		
Nr.21, Piezosummar 1,5-6V, 20x15mm, mit Drähten	DM 1,-		
Nr.22, Mini Piano mit Gummitätten und Notenbüchlein, mit Einstechkett und Batterien	DM 1,50		
Nr.23, Hochtonhorn, 90x90mm, 4 Ohm, F 2000-22000Hz, schwarz, mit Gitter, optimal für Auto, 130W	DM 4,50		
Nr.24, Mittelton, 12x12cm, 130W, F 600-8000Hz, 4 Ohm, schwarz, optimal für Auto	DM 7,50		
Nr.25, Hochtöner, 150W, Trichter 270x100mm T 180mm, 8 Ohm, schwarzer Kunststoffstr. F 2500-22000Hz	DM 17,50		
Nr.26, Platine aus FS 19x12cm, 200 Bauteile, Spulen usw.	DM 1,-		
Nr.27, Netztrifos, verschiedene, pro Kg	DM 4,50		
Nr.28, Lautsprecherbespannstoff, 75cm breit, schwarz a m	DM 3,95		
Nr.29, LS Stoff grau a m	DM 3,95	LS Stoff ocker a m	DM 3,95
Nr.30, Autoequalizer, 2x50W, 7 Regler, Led-Kette, Fader	DM 38,-		
Nr.31, Autoteleskopantenne	DM 3,95	Madza Antenne	DM 5,50
Nr.32, Vollautomatische Motorantenne, 12V	DM 25,-		
Nr.33, Autoaufbaubox, 2x50W, 3-Weg	DM 24,50		

Nr.34, F 200, drahtlose Funkfernsteuerung zum Ein- und Ausschalten von elektrischen Geräten mit 220V. Belastbar bis zu 500W. Geeignet für HiFi, Fernsehen, Alarmanlagen, Garagentore, Beleuchtungen, Ventilatoren, Türöffner, usw. Der Sender ist batteriebetrieben, der Empfänger wird am Netz 220V angeschlossen. Reichweite bis zu max. 100m. Ein vielgefragtes Gerät.

Nr.34, F 200 komplett

DM 29,95

Zusätzlicher Sender a

DM 15,-

Nr.35, Funktelefone, drahtlos, 300m defekt z. Ausschl.

DM 20,-

Katalog kostenlos anfordern! Großhandelpreisliste mit Gewerbenachweis! Kaufen Restposten jeder Art.

Schuberth electronic, Wiesenstr. 9, W-8660 Münchberg, Tel. 09251 / 6038. Fax 09251 / 7431.

Echtzeit'92

Kongreß und Messe für
zeitkritische Computer-Anwendungen
2. bis 4. Juni 1992, Messehalle Sindelfingen

Wir sind dabei!

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

— Stand E 34 —

Signalverarbeitung in C

Teil 11: Programmierung eines Halls und Einführung in die Fourier Transformation



Howard Hutchings

Die vorangegangene C-Folge endete mit der Generierung eines Echoes. Diese Grundlage wird genutzt, um in diesem Abschnitt Hall zu erzeugen. Das neue Thema dieser Reihe ist die Fourier Transformation, Howard Hutchings behandelt als erstes ihre diskrete Form.

Anstatt den Computer und die angeschlossene Peripherie dazu zu verwenden, ein einziges Echo zu erzeugen, kann man den Aufbau modifizieren, um damit mehrere Echoes oder Widerhall zu generieren. Dadurch, daß man das aktuelle unverzögerte Eingangssignal zu den gewichteten verzögerten Eingangssignalen addiert, kreist das Signal so lange durch den Prozessor, bis es für das Gehör zu leise ist. Mathematisch können die dazugehörigen Signalverarbeitungsoperationen im

Zeitbereich ausgedrückt werden wie in Formel 1 angegeben.

Wechselt man unter Anwendung der Laplace Transformation vom Zeitbereich in den komplexen Frequenzbereich, so kann man schreiben:

$$\dots \alpha^k e^{-ks} X(s)$$

bevor man das Signal in Themen der z-Transformation ausdrückt (Formel 2):

Die Betrachtung des mathematischen Modells zeigt, daß die Übertragungsfunktion des Fil-

ters eine beschnittene Version der unendlichen Impulsantwort ist, die bereits beim Tiefpaß-Filter 1. Ordnung auftrat.

Widerhall

Die erforderliche Gewichtsfunktion kann durch die Subtraktion der verzögerten, gewichteten Impulsantwort von der unendlichen Impulsantwort gebildet werden.

$$\begin{aligned} H(z) &= \frac{z}{(z-\alpha)} - \alpha^k z^{-k} \frac{z}{(z-\alpha)} \\ &= \frac{z}{(z-\alpha)} (1 - \alpha^k z^{-k}) \end{aligned}$$

Wenn ein Rechner so programmiert wird, sich wie ein Echtzeit-Filter zu verhalten, muß man den für die Berechnung der Impulsantwort erforderlichen Rechenaufwand oft besonders berücksichtigen. Die Multiplikation in Software verbraucht den größten Zeitanteil.

$$y(t) = x(t + \alpha x(t - T) + \alpha^2 x(t - 2T) + \dots \alpha^k x(t - kT))$$

Formel 1

$$y(z) = X(z) + \alpha z^{-1} X(z) + \alpha^2 z^{-2} X(z) \dots \alpha^k z^{-k} X(z)$$

Formel 2

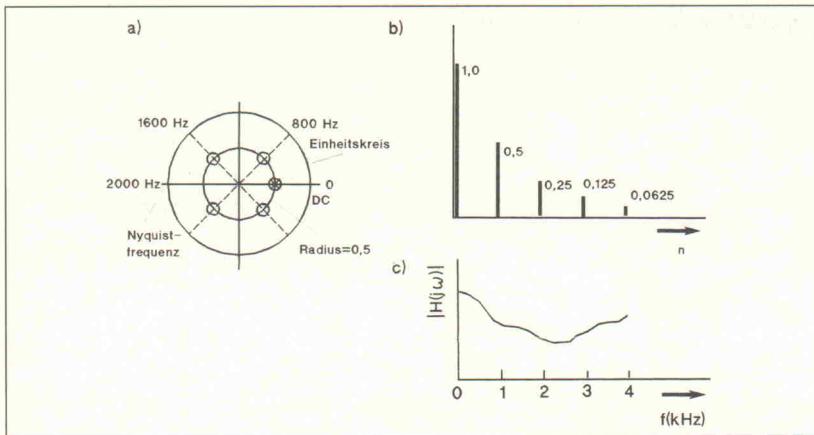


Bild 11.1. Das Pol-Nullstellen-Diagramm in der z-Ebene (a), die Gewichtsfunktion (b) und das Spektrum des Hall-Filters aus Listing 11.1.

legt. Das Ziel der elektronischen Frequenzanalyse ist für gewöhnlich der Übergang vom Zeit- in den Frequenzbereich. Natürlich existieren noch zahlreiche andere Anwendungen, wozu beispielsweise die Suche nach Unregelmäßigkeiten bei der Erzeugung von Zufallszahlen, die Zerlegung von Audiosignalen, die Meeresforschung und viele andere mehr gehören.

Ganz gleich, wie ungewöhnlich oder verwegend die Applikation auch ist, in Wirklichkeit wird nur das Verhalten eines linearen Systems im Frequenzbereich untersucht. Analoge Systeme sind vorwiegend linear. Ändert man die Amplitude des Eingangssignals um die Hälfte, so verhält sich das Ausgangssignal ebenso. Es ergibt sich keine Änderung der Signalform. Analoge Nichtlinearitäten sind mit zusätzlichen, unerwünschten Harmonischen verbunden, woraus sich das Interesse an den Fouriermethoden begründet. Trotz ihrer extremen Nichtlinearität arbeiten digitale Systeme ausgezeichnet. Tatsächlich trägt die Nichtlinearität sogar zur Stabilität derartiger Entwürfe bei. Die Betrachtung der Eigenschaften eines Signals oder des Verhaltens eines Systems aus einer anderen Perspektive heraus ist, als ob man das Problem mit neuen Augen betrachtet. Unklarheiten oder Verständnisprobleme in dem einen Bereich werden in dem anderen plötzlich klar. Das ist eine vertraute Tatsache, die sich auch diese Artikelreihe zunutze macht. In diesem Kapitel hilft sie dabei, die Fourieranalyse mit dem PC zu verdeutlichen.

Wer eine größere Geschwindigkeit erreichen will, kann bei der Berechnung beträchtliche Geschwindigkeitsvorteile erlangen, wenn er die Anzahl der Multiplikationen minimiert. Dies kann man erreichen, indem die Übertragungsfunktion rekursiv ausgedrückt wird. Wie bereits gezeigt, ist dies einer der kritischen Parameter eines jeden digitalen Signalverarbeitungssystems, da der Aufwand für die Echtzeitverarbeitung von der Abtastfrequenz abhängt.

Durch Umwandlung der Transformierten in eine Folge kann man das verarbeitete Ausgangssignal folgendermaßen ausdrücken:

$y(n) = \alpha y(n-1) + x(n) - \alpha^k x(n-k)$
Die rekursive Schreibweise bietet für die Echtzeitberechnung von so manchen FIR-Filtern aufregende Möglichkeiten. Die Addition der aktuellen unverzögerten Eingangssignale mit den progressiv gewichteten vorhergegangenen Eingangswerten ergibt mehrfache Echos oder einen Widerhall. So simuliert zum Beispiel die Gewichtsfunktion

$$h(n) = (1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625)$$

den Effekt der Addition des aktuellen Eingangswerts $x(n)$ zu den gewichteten Versionen der vier vorangegangenen Werte $0,5 x(n-1)$, $0,25 x(n-2)$, $0,125 x(n-3)$ und $0,0625 x(n-4)$. Das Ausgangssignal, das man dabei erhält, lässt sich rekursiv folgendermaßen ausdrücken:

$$y(n) = 0,5y(n-1) + x(n) - 0,03125x(n-5)$$

Dabei sind nur drei Operationen erforderlich, um eine Gewichtsfunktion mit 5 Koeffizienten zu implementieren. Je größer die Anzahl der Terme in der Impulsantwort, desto effizienter wird der Algorithmus, der die Anzahl der Berechnungen auf drei reduziert. Das Pol-Nullstellen-Diagramm, die Impulsantwort und das Frequenzspektrum dieses Filters sind in Bild 11.1 gezeigt. Man beachte den Effekt an der Stelle, wo sich Pole und Nullstellen gegenseitig aufheben (bei $z = +0,5$). Dieses interessante Ergebnis beschreibt das Verhalten des Filters in Termen von $(k-1)$ Nullstellen, mit Ausnahme des sich gegenseitig aufhebenden Pol/Nullstellenpaars bei $z = \alpha$.

Die Betrachtung der Frequenzantwort zeigt die Amplitudendämpfung, die von den restlichen Nullen hervorgerufen wird. Aus geometrischer Sicht ist es nicht schwer, den Grund für die Gestalt des Frequenzspektrums zu erkennen. Die Größe wird vollständig durch den radialen Abstand der Nullstellen bestimmt. Man erinnere sich daran, daß eine Null auf den Einheitskreis die vollständige Dämpfung

dieser Frequenz garantiert, was zuvor bei den digitalen Filtern demonstriert wurde. Wie gewöhnlich liefern die Pole im Ursprung keinen Beitrag zum Amplitudenspektrum.

Fourier Transformation mit dem PC

Die eindrucksvolle Rechenleistung von 16-Bit-Maschinen und die wachsende Effizienz der FFT (Fast Fourier Transformation), macht die Spektralanalyse mit einem PC zur Herausforderung. Die Aufbereitung der aufgenommenen Meßwerte mit den früher in dieser Serie vorgestellten Grafikroutinen führt zu einer nützlichen chronologischen Darstellung der Signale im Zeitbereich. Jedoch kann es unter gewissen Umständen vorteilhaft sein, die gleiche Information im Frequenzbereich zu präsentieren.

Elektronikingenieure benutzen die Fourieranalyse gewöhnlich dazu, die Auswirkungen von Rauschen oder Bandbreiten auf ein bestimmtes System zu untersuchen. Der Kerngedanke dabei ist ganz einfach. Die Spektralanalyse zerlegt ein Signal in seine Frequenzanteile und stellt deren Amplitude dar. Die meisten periodischen Phänomene enthalten interessante Eigenschaften, wenn man sie in ihre Frequenzbestandteile zer

Diskrete Fourier Transformation: DFT

Die relativ logisch aufgebaute, diskrete Fourier Transformation wurde als Einführungsbeispiel gewählt, weil sie direkt in Software umgesetzt werden kann und weil die Fast Fourier Trans-

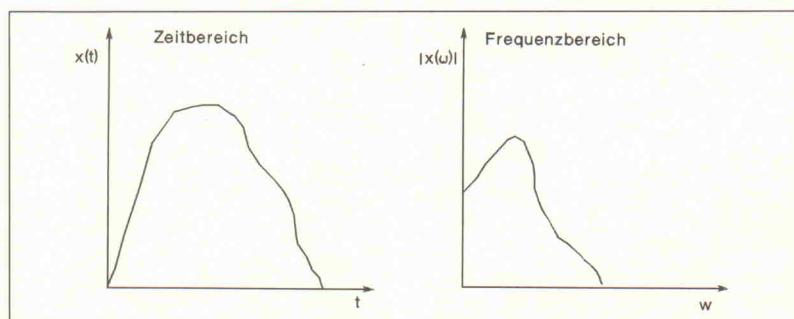


Bild 11.2. Bei Anwendung der Fourier Transformation kann ein kontinuierliches, als Funktion der Zeit ausgedrücktes Signal $x(t)$ genauso als Funktion der Frequenz $X(w)$ angegeben werden. Die Spektralanalyse zerlegt ein Signal in dessen Frequenzanteile und gibt die Amplitude eines jeden Anteils im Frequenzbereich an.

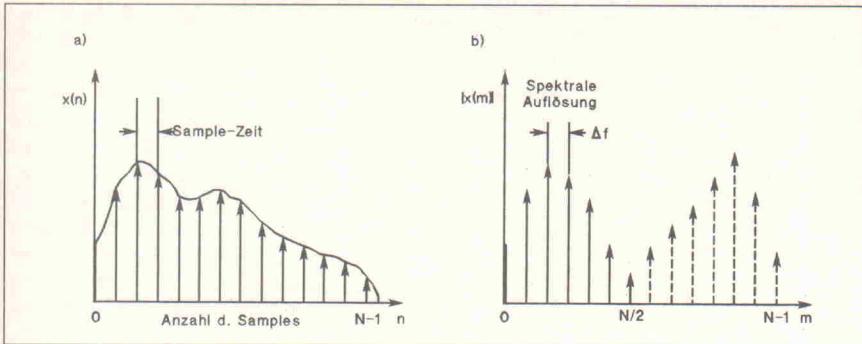


Bild 11.3. Diagramm (a) zeigt das durch N Abtastwerte repräsentierte Signal, die jeweils durch das Abtastintervall T getrennt sind. Das diskrete Fourier-Spektrum aus Diagramm (b), in der die spektrale Auflösung δ gleich dem Intervall zwischen den Werten $1/NT$ ist, wobei N die Anzahl der Abtastwerte und T das Abtastintervall ist.

formation (FFT), die später behandelt wird, darauf aufbaut. Das Ziel ist in jedem Fall, den Energieinhalt eines Signals $x(t)$ im Zeitbereich innerhalb des Frequenzbereichs zu verteilen.

Die Umrechnung zwischen den beiden Modellen liefern mathematische Gesetzmäßigkeiten, die vor etwa 200 Jahren von Jean Baptiste Joseph Fourier entdeckt wurden:

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt$$

Dabei sind: $X(\omega)$ die Transformierten im Frequenzbereich, $\omega(t)$ das zu transformierende Signal, w = die Frequenzvariable, t = die Zeitvariable und j entspricht $\sqrt{-1}$.

Um die Fourier Transformation mit einem Digitalrechner zu realisieren, muß das kontinuierliche Signal $x(t)$ durch dessen Abtastwerte $x(n)$ ersetzt werden, die vom A/D-Wandler erzeugt werden. Bei der diskreten Fourier-Transformation wird dabei aus der Integration eine endliche, gewichtete Summe.

$$X(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi mn}{N}}$$

$$m = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Dabei sollte man unbedingt die Bedeutung dieser Gleichung in der Realität verstehen. Die diskrete Fourier Transformation ist eine Näherung für die kontinuierliche Fourier Transformation, die aus N Werten des Signals $X(n)$ besteht. Die ganzen Zahlen n und m sind die äquivalenten für die Zeit- und Frequenzvariablen t und ω .

Eine zwingende Methode, den Kern des Algorithmus zu verstehen, ist es, ihn auf möglichst effektive Weise in Software umzusetzen. Die Transformierte im Frequenzbereich $X(m)$ ist eine

komplexe Zahl, die aus einem Real- und einen Imaginäranteil besteht:

$$ar(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos \left(\frac{2\pi mn}{N} \right)$$

$$ai(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \sin \left(\frac{2\pi mn}{N} \right)$$

wobei

$$X(m) = ar(m) - jai(m)$$

ist

In vielen Applikationen ist nur das Betragsquadrat der Frequenztransformierten von Interesse, das man als Produkt von

$X(m)$ mit dessen konjugierten komplexen Wert $X^*(m)$ darstellen kann:

$$|X(m)|^2 = [ar(m)]^2 + [ai(m)]^2$$

Wie man bemerken wird, ist es einfach, die Mathematik mit der Physik zu verbinden, doch was tut die Fourier Transformation wirklich? Wenn das Intervall zwischen den Abtastwerten T Sekunden beträgt und N Werte zur weiteren Verarbeitung im Frequenzbereich aufgenommen werden, dann ist die spektrale Auflösung δ die 'Herzzahl' zwischen den Anteilen im Frequenzbereich. Die spektrale Auflösung ist ein entscheidener Parameter und er-

rechnet sich aus $\delta = 1/NT$. Für eine bestimmte Abtastrate (T) werden für eine gute Auflösung möglichst viele Daten benötigt, gewöhnlich $N > 128$. Die diskrete Fourier Transformation berechnet das Betragsquadrat jeder Frequenzkomponente von $m = 0$ (Gleichstrom) bis zu $m = \delta \cdot N$ (der Abtastfrequenz). Wer das Programm aus Listing 11.2 startet um den Algorithmus auszuprobieren, sollte beachten, daß zwischen Gleichstrom und der halben Abtastfrequenz nur eine Frequenz auftritt. Frequenzen größer der halben Abtastfrequenz ergeben um die $f_s/2$ -Linie gefaltete Bilder.

Listing 11.1

```

/***** Widerhall *****
* Fs = 4000Hz
***** /
```

```

#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#define BASE 768
main()
{
float a,b,c,d,e,f,y;
/*-----*
NOTATION
a = x(n)    b = x(n-1)  c = x(n-2)
d = x(n-3)  e = x(n-4)  f = x(n-5)
y = y(n)    z = y(n-1)
-----*/
```

```

unsigned int contents;
outp(BASE,1);
/*-----*
Auswahl des I/O-Kanals
-----*/
```

```

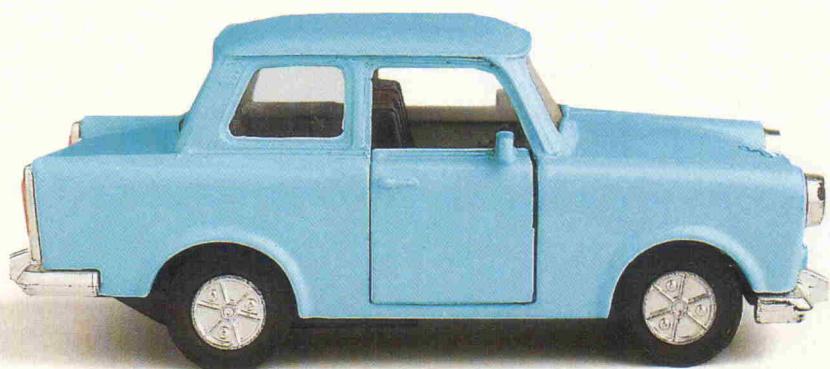
for(;;)
{
outp(BASE + 2,0);
/*-----*
Wandlung starten
-----*/
contents = inp(BASE + 2);
a = 0.00392 * contents;
/*-----*
Eingabe normalisieren
-----*/
y = 0.5 * z + a - 0.03125 * f;
outp(BASE + 4,(int)128 * (1 + 0.516229 * y));
/*-----*
Gewichtung und Skalierung um
ein Uebersteuern des Wandlers
zu vermeiden
-----*/
f = e;
e = d;
d = c;
c = b;
b = a;
z = y;
/*-----*
Daten in die benoetigte Form bringen
-----*/
}
```

Listing 11.2

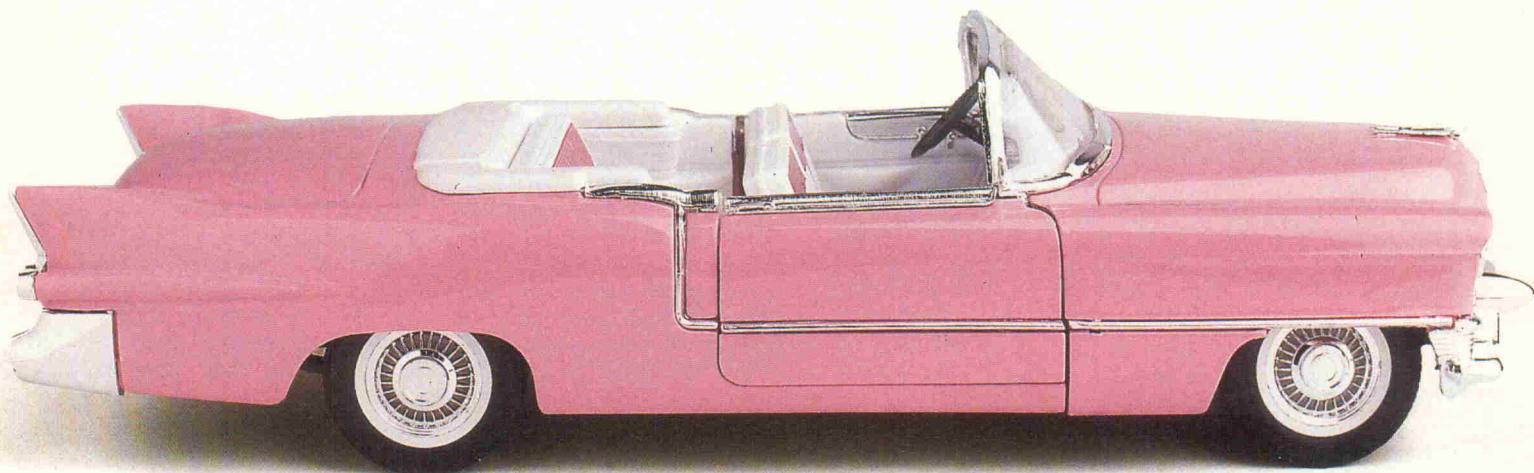
```
*****
 * Elementare 8 Punkte *
 * DFT Transformation *
 ****
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#define PI 3.14159
main()
{
int m,n;
double real_sum,imag_sum,mean_sq_power;
float x[8];
/*
-----*
 Groesse und Typ des Arrays deklarieren
-----*/
for(n = 0;n <= 7;n++)
{
x[n] = sin(2 * PI * n / 8);
}
/*
-----*
 kuenstliche Daten
-----*/
/*
-----*
 Der DFT Algorithmus beginnt hier
-----*/
for(m = 0;m <= 7;m++)
{
real_sum = 0;
imag_sum = 0;
mean_sq_power = 0;
for(n = 0;n <= 7;n++)
{
real_sum += x[n] * cos(2 * PI * m * n / 8) / 8;
imag_sum += x[n] * sin(2 * PI * m * n / 8) / 8;
}
mean_sq_power = pow(real_sum,2) + pow(imag_sum,2);
/*
-----*
 Betragssquadrat berechnen
-----*/
printf("%d\t%f\t%f\t%f\n",m,real_sum,imag_sum,
mean_sq_power);
/*
-----*
PRINT: m ar(m) ai(m) mean sq. power
-----*/
}
}

```

HiFi-Power für jeden PS-Typ



Den Trabi von Gabi



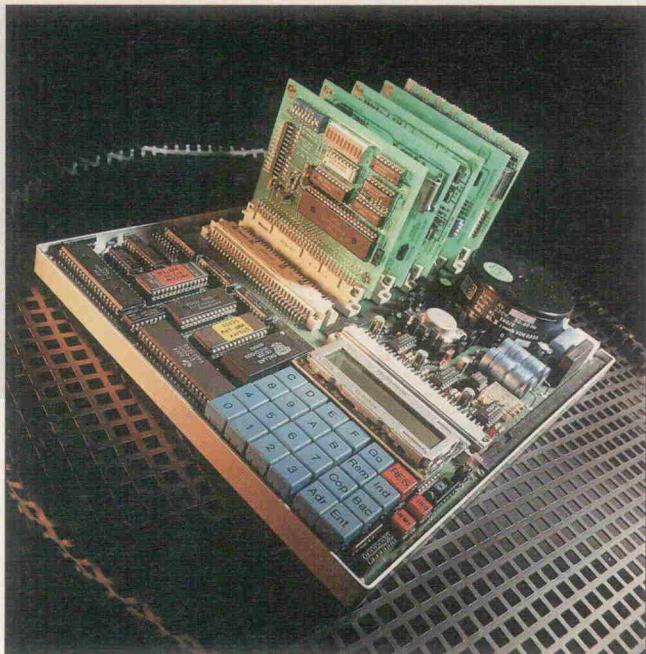
Den Caddy von Daddy



Den Lambo von Rambo

HIFI MOBIL

Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



Universell und Modular:

Prozeßrechnersystem PROCOM-6C-65

Die Firma PCS-Prozeßrechnertechnik, Delmenhorst, hat ein frei programmierbares Mikrocomputersystem in modularer Technik für die schulische, berufliche und private Aus- und Weiterbildung sowie für professionelle Anwendungen im Bereich der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik entwickelt. Das System wird bereits zur Ausbildung eingesetzt.

PROCOM-6C-65 steht für PROcess COMputer, Taktfrequenz maximal 6 MHz, CMOS-Technik und für den Prozessor 65C02. Mit dem System lassen sich

- der grundsätzliche Aufbau von DV Anlagen
- sinnvolle Einsatzmöglichkeiten eines Computersystems
- Schnittstellentechnik
- Wandlertechnik
- Speichertechnik
- Interrupttechnik
- Host-Slave-System

- Download-Technik
- Programmierung auf
- Maschinenebene (Opcodesequenz)
- Assemblerebene (UCASM)
- Hochsprachenebene (Small C)

vermitteln. Der Prozeßrechner ist durch Einsticken entsprechender Erweiterungskarten problemlos für die Bearbeitung spezieller Aufgaben konfigurierbar beziehungsweise modifizierbar. Die Stromaufnahme bleibt aufgrund der konsequen-

ten CMOS-Technik auch bei Vollausbau mit 5 Erweiterungskarten sehr gering, so daß ein netzunabhängiger Betrieb möglich ist.

Das System PROCOM-6C-65 ist frei programmierbar. Hierbei stellt das Monitor-Rom 74 Utility-Routinen zur Unterstützung der eigenen Programmierarbeit zur Verfügung. Ob das Meßsystem durch direkte Eingabe einer entsprechenden Opcodesequenz über die PROCOM-Tastatur oder innerhalb einer Entwicklungsumgebung programmiert wird, bleibt dem Anwender überlassen. Der PROCOM kann im Online-Modus vollständig unter der Kontrolle eines Hostrechners (MSDOS-Rechner), im Offline-Modus absolut selbstständig gefahren werden.

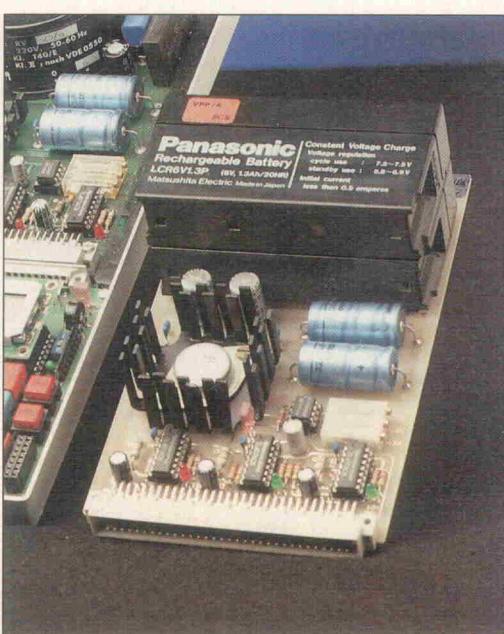
Die PCS bietet Hauptplatine und alle Module fertig bestückt und getestet an; ebenso aber – was im Ausbildungsbereich oft äußerst wertvoll sein kann – stehen alle Einheiten auch in Bausatztechnik zur Verfügung. Hierdurch besteht die Möglichkeit, die Module oder das gesamte System Schritt für Schritt selber aufzubauen, testen und in Betrieb nehmen zu können, mit einem Minimalsystem zu beginnen und durch Hinzunahme entsprechender Module das System entsprechend den gewünschten Anforderungen aufzurüsten. Der jeweilige Bausatz umfaßt eine doppelseitige, durchkontakteierte und mit Löstopfmaske versehene Platine, alle Bauelemente sowie Schalt- und Bestückungsplan. Die Platinen sind auch einzeln lieferbar.

Die Software besteht aus umfangreichen System- und Utility-Routinen. Einige Beispiele:

- Zeitroutine kontinuierlich 1 ms...25 s
- Insert- und Delete-Modus über den gesamten Adressbereich
- Blockmove/Fill-Modus über den gesamten Adressbereich
- Kaltstart-, Warmstart-, Autostartmodus
- Programmkontrolle mit Hexdump, Tracer, Disassembler
- Anwenderorientiertes Interfacehandling
- Serielle Datenkommunikation und anderes mehr
- Echtzeiteinbindungen
- Watchdog-Einbindungen

Der Hersteller gibt folgende Nettopreise an (Bausätze in Klammern): Hauptplatine 528,- DM (480,- DM); Netzteil 264,- DM (240,- DM); Busterminator 72,- DM (65,- DM). Alle übrigen Module kosten einheitlich je 154,- DM (140,- DM): Buserweiterung, Paralleles Interface, Serielles Interface, AD/DA-Wandler, 4-Kanal-A/D-Wandler, Relais-Karte, 32k Speichererweiterung, Anwender-Modulkarte. Der Montagerahmen ist mit 85,- DM angegeben. Preise bei Abnahme mehrerer Systemeinheiten sowie der Leerplatten auf Anfrage. Schulen, Ausbildungsbetrieben und Instituten wird ein genereller Rabatt von 10 % eingeräumt.

PCS-Prozeßrechnertechnik
Matthias-Claudius-Weg 26
W-2870 Delmenhorst
Tel.: 0 42 21/5 14 37



Netzunabhängigen Betrieb gewährleistet dieses Akku-Board.

Wir bringen jeden in Fahrt

HIFI MOBIL

HIFI VISION extra

DM 8,50
ÖS 68,- sfr 8,50 hfl 11,60

HiFi-Anlage und Auto aus einer Hand:
Besser als vom Spezialisten?
Ent-Störfall Nobel-Limousine:
Abhilfe für BMW und Mercedes

Konzertsaal auf Rädern:
**Digitale Raumklang-
prozessoren im Vergleich**

Alles über Autotelefone

Zweit-
**Seit 24. April bei Ihrem
Zeitschriftenhändler**

HIFI MOBIL erscheint bei R. van Acken GmbH, Lingen

HIFI MOBIL

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Das
OTTI-Technologie-Kolleg
D.-Martin-Luther-Str. 10
W-8400 Regensburg
bietet folgende Seminare an:

Programmierung in C für Einsteiger
25. - 27. 05. 92
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 1290,-
Nichtmitglieder: DM 1390,-

Qualitätssicherung
29. 06. 92
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 330,-
Nichtmitglieder: DM 390,-
Ort: Leipzig

Überspannungsschutz für Elektrische Anlagen mit Elektronischen Systemen
01. 07. 92
02. 07. 92
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 810,-
Nichtmitglieder: DM 890,-

Die
Technische Akademie Esslingen
Postfach 12 69
W-7302 Ostfildern
bietet folgende Seminare an:

04. - 06. 05. 92
Sem.-Nr.: 15325/40.279
Kostenbewußtes Entwickeln und Konstruieren
Teilnahmegebühr: DM 710,-

05. 05. 92
Sem.-Nr.: 15330/21.430

Aktuelles Arbeitnehmererfindungsrecht
Teilnahmegebühr: DM 335,-
Ort: Langebrück

06. - 08. 05. 92
Sem.-Nr.: 15338/73.438
EMV-Normen
Teilnehmergebühr: DM 698,-
06. - 08. 05. 92
Sem.-Nr.: 15347/06.768
FFT/DSP-Praktikum mit PC
Teilnahmegebühr: DM 970,-

11. + 12. 05. 92
Sem.-Nr.: 15360/76.022
Elektrische Linear-Kleimotoren
Teilnahmegebühr: DM 520,-

11. - 13. 05. 92
Sem.-Nr.: 15368/70.164
Entwurf und Simulation analoger Schaltungen
Teilnahmegebühr: sfr 615,-
Ort: Sarnen

11. - 13. 05. 92
Sem.-Nr.: 15369/73.344
Nachrichtenübertragung mit Lichtwellenleitern (LWL)
Teilnahmegebühr: sfr 750,-
Ort: Sarnen

18. 05. 92
Sem.-Nr.: 15397/41.349
Laserinterferometrische Meß- und Sensortechnik
Teilnahmegebühr: DM 373,-

18. - 20. 05. 92
Sem.-Nr.: 15413/47.046
Meßtechnik beim kathodischen Korrosionsschutz (KKS)
Teilnahmegebühr: DM 730,-

20. - 22. 05. 92
Sem.-Nr.: 15424/73.328
Satelliten-Fernseh- und Rundfunkempfang
Teilnahmegebühr: DM 702,-

20. - 22. 05. 92
Sem.-Nr.: 15428/71.321
Leistungselektronik mit abschaltbaren Halbleiterbauelementen
Teilnahmegebühr: DM 739,-

25. - 27. 05. 92
Sem.-Nr.: 15447/06.713
Einchip-Mikrocomputer-Programmierung
Teilnahmegebühr: DM 735,-

01. + 02. 06. 92
Sem.-Nr.: 15461/43.142
Elektrische Leistungsmeßtechnik
Teilnahmegebühr: DM 534,-

03. - 05. 06. 92
Sem.-Nr.: 15472/71.304
Operationsverstärker, Teil A
Teilnahmegebühr: DM 800,-

Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 540,-
Nichtmitglieder: DM 565,-

05. + 06. 05. 92
Sem.-Nr.: S-30-508-074-2
Feldbusssysteme
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 895,-
Nichtmitglieder: DM 975,-

Die
Technische Akademie Wuppertal e.V.
Hubertusallee 18
W-5600 Wuppertal 1
bietet folgende Seminare an:

11. + 12. 05. 92
Sem.-Nr.: 511235012
Moderne Leistungshalbleiter und deren Anwendung für drehzahlveränderbare Antriebe
Teilnahmegebühr: DM 735,-

14. - 15. 05. 92
Sem.-Nr.: 511255132
Praxis der digitalen Signalverarbeitung
Teilnahmegebühr: DM 720,-

20. 05. 92
Sem.-Nr.: 811247052
Elektromagnetische Schirmung
Teilnahmegebühr: DM 380,-
Ort: Nürnberg

25. - 27. 05. 92
Sem.-Nr.: 511255042
Meßdatenerfassung mit dem Personalcomputer
Teilnahmegebühr: DM 925,-

Das
Haus der Technik E.V.
Hollestr. 1
W-4300 Essen 1
veranstaltet folgende Seminare:

04. 05. 1992
Sem.-Nr.: S-10-501-075-2
Fuzzy Logic
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 630,-
Nichtmitglieder: DM 660,-

05. 05. 1992
Sem.-Nr.: S-10-505-071-2
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
Teilnahmegebühr: DM 925,-

Uni Bochum: Elektronische Pinwand

Der direkte Weg zum Anschlagsbrett führt neuerdings über den Computer und die Mailbox.

Mit diesen Worten unterrichtete die Fakultät für Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum die Öffentlichkeit über ihr neues elektronisches Informations- und Kommunikationssystem:

DIODE – so heißt die neue Datenbank – ist für alle da, ob 'Student oder Professor, ob wissenschaftlicher Mitarbeiter der Ruhr-Universität oder Hacker in Hamburg' – vorausgesetzt, man verfügt über einen Computer und eine Möglichkeit der Datenfernübertragung (Modem, Akustikkoppler).

Aus dieser Datenbank können alle wesentlichen Informationen über Fakultät und Studium, wie Prüfungs-, Studien- und Praktikantenordnungen, Prüfungspläne sowie Angaben zu Vertiefungsrichtungen abgeru-

fen und auf den Computer zu Hause geladen werden.

Zum weiteren Ausbau der Datenbank hat jetzt das Ministerium für Wissenschaft und Forschung NRW der Fakultät für Elektrotechnik der Ruhr-Universität DM 70 000 aus dem Programm 'Qualität der Lehre' bewilligt.

Dieses Geld will die Fakultät auch dazu einsetzen, das Mailboxsystem, das bisher nur fakultätszentral besteht, auf alle ihre Lehr- und Forschungsbereiche auszuweiten. Dann können Stu-

denten über DIODE Klausurtermine erfragen, sich auf freie Praktikanten- oder Seminarplätze anmelden, ebenso aber aktuelle Inhalte von Übungen bis hin zum aktuellen Stand von Vorlesungen und Skripten abrufen.

DIODE ist 24 Stunden täglich landesweit über das Zerberus-Netz unter der Telefonnummer 02 34 / 7 00-30 60 erreichbar. Weitere Informationen: Prof. Dr. Florian Haberey, Fakultät für Elektrotechnik der Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 4630 Bochum 1, oder – über DIODE.

27. 05. 92
Sem.-Nr.: 711215122
**Computer Aided
Engineering in
der Elektronik**
Teilnahmegebühr: DM 270,-

24. - 26. 06. 1992
Sem.-Nr.: 511245032
**Meßtechnik für die EMV
Messung und Simulation
geleiteter Störgrößen –
Funkstörmeßtechnik**
Teilnahmegebühr: DM 1060,-

29. + 30. 06. 1992
Sem.-Nr.: 711215012
**Der IEC-Bus – Automatische
Meßwerterfassung
– Funktionsweise –
Systemtechnik, Geräte
und Rechnersoftware –
Test-Windows/Test-BASIC
– VXI-Bus**
Teilnahmegebühr: DM 580,-
Ort: Chemnitz

Das
**IAM Institut für
angewandte
Mikroelektronik e. V.**
Richard-Wagner-Str. 1
W-3300 Braunschweig
bietet folgende Seminare
an:

18. - 22. 05. 1992
**Einführung in
das Arbeiten mit C51**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 1462,50
Nichtmitglieder: DM 1950,-

15. + 16. 06. 1992
C51 für Umsteiger
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 592,50
Nichtmitglieder: DM 790,-

Grundbauelemente der chemischen Sensorik

Das zweitägige Seminar des Fraunhofer-Instituts für Festkörpertechnologie München wendet sich in gleicher Weise an Ingenieure, Naturwissenschaftler und Unternehmer, die chemische Sensoren bereits einsetzen oder zukünftig verwenden und entsprechende Kenntnisse erwerben oder vertiefen wollen. Das Seminar wird einen Überblick über die Vielfalt der chemischen Sensoren bieten.

Als Abrundung des Seminars ist eine Besichtigung des Fraunhofer-Instituts für Festkörpertechnologie geplant, bei der Experten des Instituts den Teilnehmern zur Beratung konkreter Problemstellungen und zur Information über die Dienstleistungsmöglichkeiten des Instituts in der chemischen Sensorik und Mikrosystemtechnik zur Verfügung stehen.

Termine:

19. 05. 1992, 9.00 - 18.30 Uhr
20. 05. 1992, 8.30 - 16.00 Uhr

Das zweitägige Seminar kostet DM 850,- inkl. Seminar-Materialien und Verpflegung.

Fraunhofer-Institut für
Festkörpertechnologie
Gisela Seidl
W-8000 München 21
Tel.: 0 89/5 47 59-0 00
Fax: 0 89/5 47 59-1 00

Advanced Linear Design

Ab 5. Mai präsentiert Analog Devices sein neues, ganztägiges Advanced Linear Design

Seminar in Berlin, Wiesbaden, Hamburg und München.

AD schreibt dazu: 'Von Top-Designern wie Barrie Gilbert, Paul Brokaw und weiteren Applikationsspezialisten wie James Bryant geschrieben und vorgetragen, ist es für den erfahrenen Entwickler gedacht, der die aktuellsten technischen Fortschritte bei linearen Baulementen und Systemen sowie neue zeitsparende Techniken für seine Trickkiste kennenzulernen will.' Die Experten vermitteln Techniken und Applikationen, die den Bereich von DC bis hin zu höchsten Frequenzen umfassen:

- Interfaceschaltungen von Meßumformern für Dehnungsmeßstreifen
- Temperatursensoren-, Photodioden- und Ladungsverstärkerschaltungen
- professionelle Audio- und Video-Applikationen
- Signalaufbereitung
- nichtlineare Schaltungstechniken, Filter
- Spice-Simulationen
- praktische Design-Vorschläge zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Schaltung und der Entwickler-Produktivität.

Die Seminargebühren betragen DM 90,- inkl. MwSt. und aller Unterlagen.

Termine:

05. 05. Berlin; 06. 05. Wiesbaden; 07. 05. Hamburg; 08. 05. München

Analog Devices GmbH
Edelsbergstr. 8-10
W-8000 München 21
Tel.: 0 89/5 70 05-0
Fax: 0 89/5 70 05-1 57

Profibus

TMG i-tec veranstaltet eintägige Einführungsseminare und zweitägige Intensivseminare für Entscheidungsträger, Entwickler von Steuerungen sowie Projektleiter und Entwickler von Automatisierungssystemen, die bereits mit einigen Grundkenntnissen der industriellen Kommunikationstechnik vertraut sind. Die Seminare bieten einen breiten Einblick in die wichtigsten Elemente und Merkmale des Profibus: Objekte, Dienste und Kommunikationsbeziehungen.

Im Mittelpunkt aller Seminare stehen Beispiele verfügbarer Lösungen für den Feldbereich, vor allem die von der TMG i-tec entwickelten Varianten auf der Basis der Mikroprozessor-Reihe 8051. Die Firma konzentriert ihre Bemühungen im Feldbusbereich auf schnelle und kompakte Lösungen für die Sensorik/Aktorik.

Einführungsseminare
(10.00 Uhr - 17.00 Uhr):

15. 05. 1992

28. 10. 1992

Intensivseminare

(1. Tag 10.00 Uhr - 17.30 Uhr,
2. Tag 9.00 Uhr - 16.30 Uhr):

06. - 07. 05. 1992

01. - 02. 07. 1992

08. - 09. 09. 1992

11. - 12. 11. 1992

02. - 03. 12. 1992

Kundenspezifische Seminare
und Workshops nach individueller Vereinbarung.

TMG i-tec
Vincenz-Prießnitz-Str. 1
W-7500 Karlsruhe
Tel.: 07 21/9 64 10-0
Fax: 07 21/9 64 10-10

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology

Elektronik wird transparent...

...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.**
Wir informieren Sie gern näher.



SystemTechnik

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 1017 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 02 01-4 27 77, Fax 02 01-41 06 83

Einladung zum Dialog:
worlddidac expo '92, Basel,
5. bis 8. Mai 1992, Halle 101



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.: _____



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 · Telefax 49-511-53 52 129

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft 199

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

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

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

- Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.
Kontonr.: _____
BLZ: _____
Bank: _____
- Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968
- Scheck liegt bei.

Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

Absender
(Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10



**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen



eMedia GmbH

Postfach 61 01 06

3000 Hannover 61

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

1991

an eMedia GmbH _____

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD**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

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

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 4/92.

Zeitgeber (2)

Meßreihen belegen deutliche Unterschiede zwischen dem bipolaren Timer-Typ NE 555, der herkömmlichen CMOS-Version ICM 7555 und der neuen CMOS-Variante TS 555, insbesondere bei der Flankensteilheit des Ausgangssignals. Dieser Umstand hat erhebliche Auswirkungen auf die maximale Arbeitsfrequenz des jeweiligen Timers.

Der idealisierte Verlauf der Spannung am Kondensator C_t sowie des Ausgangssignals an Pin 3 ist in Bild 8 dargestellt. Später werden einige Oszillogramme zeigen, wie die Kurven in der Praxis aussehen. Wegen des internen Spannungsteilers sind die Umschaltschwellen auf die Werte $1/3 \cdot U_{CC}$ beziehungsweise $2/3 \cdot U_{CC}$ festgelegt. Über Pin 5 lassen sich diese Schaltschwellen in gewissen Grenzen variieren.

Überschreitet das Potential am Kondensator die obere Schwelle von $2/3 \cdot U_{CC}$, so wird der Pegel am Threshold-Eingang als 'H' gewertet. Entsprechend der Funktionstabelle geht dann der Ausgang auf logisch 'L'. Da der Ausgangstreiber das Signal invertiert, nimmt der Flipflop-Ausgang nun H-Potential an. Der Feldeffekttransistor leitet und entlädt C_t über R_{t2} . Bis zum Erreichen der oberen Schaltschwelle verstreicht folgende Zeit:

$$t_1 = (R_{t1} + R_{t2}) \cdot C_t \cdot \ln 2$$

Während dieser Zeit führt der Ausgang H-Pegel. Zu Beginn des Entladevorgangs beträgt der Spannungsspeigel am Trigger-Eingang $2/3 \cdot U_{CC}$. Sinkt nun infolge Entladung der Pegel am Trigger-Eingang unter $1/3 \cdot U_{CC}$, so wird dieser als 'L'-Potential interpretiert. Der Ausgang nimmt H-Potential an, der FET sperrt, und der Kondensator C_t

lädt sich erneut über R_{t1} und R_{t2} auf. Bis zum Erreichen der unteren Schaltschwelle vergeht die Zeit:

$$t_2 = R_{t2} \cdot C_t \cdot \ln 2$$

Während dieser Zeit liegt der Ausgang auf logisch 'L'. Über die beiden letzten genannten Gleichungen kann man die Periodendauer $T = t_1 + t_2$ bestimmen, und deren Kehrwert führt zur Taktfrequenz $f = 1/T$:

$$f = \frac{1}{(R_{t1} + R_{t2}) \cdot C_t \cdot \ln 2 + R_{t2} \cdot C_t \cdot \ln 2}$$

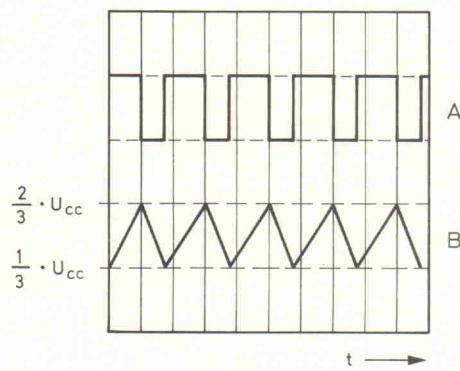
Mit $\ln 2 = 0,693$ beziehungsweise $1/\ln 2 = 1,44$ folgt für die Taktfrequenz der Schaltung nach Bild 6:

$$f = \frac{1,44}{(R_{t1} + 2 R_{t2}) \cdot C_t}$$

Die mit dieser Gleichung berechnete Frequenz kann in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung U_{CC} im Bereich zwischen $U_{CC} = 5$ V und $U_{CC} = 12$ V um 0,1 % pro Volt schwanken. Dabei kann man den Triggerpegel über das Potential an Pin 5 verschieben, indem man dort eine Spannung einspeist. Auf diese Weise ändert sich die Aufladezeit t_1 und damit auch die Frequenz des Taktgenerators. Ändert man an Pin 5 das übliche Potential von $2/3 \cdot U_{CC}$ um ΔU , so führt dies zu einer relativen Frequenzänderung am Ausgang in Höhe von:

$$\frac{\Delta f}{f} = -3,3 \cdot \frac{R_{t1} + R_{t2}}{R_{t1} + 2 R_{t2}} \cdot \frac{\Delta U}{U_{CC}}$$

Bei einem nicht allzu großen Spannungshub ΔU kann man auf diese Weise einen Frequenzmodulator mit akzeptabler Linearität aufbauen. Dazu ist in der Schaltung (Bild 6) der Kondensator C zu entfernen



$$\begin{aligned} R_{t1} &= R_{t2} = 4 \text{ k}\Omega \\ C_t &= 0,1 \mu\text{F} \\ R_L &= 1 \text{ k}\Omega \\ t &= 0,5 \text{ ms/div} \\ f &= 1 \text{ kHz} \end{aligned}$$

Bild 8. Verlauf der Ausgangsspannung (A) und der Spannung am Kondensator C_t (B) der Schaltung nach Bild 6.

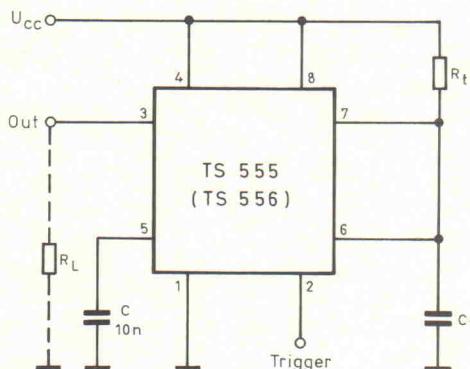


Bild 9. Nicht nachtriggerbares Monoflop mit dem TS 555.

und an Pin 5 die Modulationsspannung einzuspeisen.

TS 555 als Monoflop

Der Timerbaustein TS 555 lässt sich auch als Monoflop einsetzen, ohne externen Transistor allerdings nicht als nachtriggerbares Monoflop. Bild 9 zeigt die entsprechende Be- schaltung. Der Baustein triggert mit der negativen Flanke an Pin 2, sobald diese die Schwelle von $1/3 \cdot U_{CC}$ erreicht. Zunächst lädt

sich der Kondensator C_t über R_t auf. Erreicht das Kondensatorpotential am Threshold-Eingang die Schwelle von $2/3 \cdot U_{CC}$, so setzt das Flipflop zurück, und der Ausgang (Pin 3) nimmt L-Potential an. Jetzt leitet der Feldeffekttransistor und entlädt den Kondensator. Da Pin 2 aber nicht mehr am Kondensator angeschlossen ist, bleibt dieser Zustand erhalten, bis am Trigger-Eingang die negative Flanke erscheint. Jetzt kippt das Flipflop, und der Kondensator lädt sich über R_t auf. Mit dem Erscheinen des Triggersignals wech-

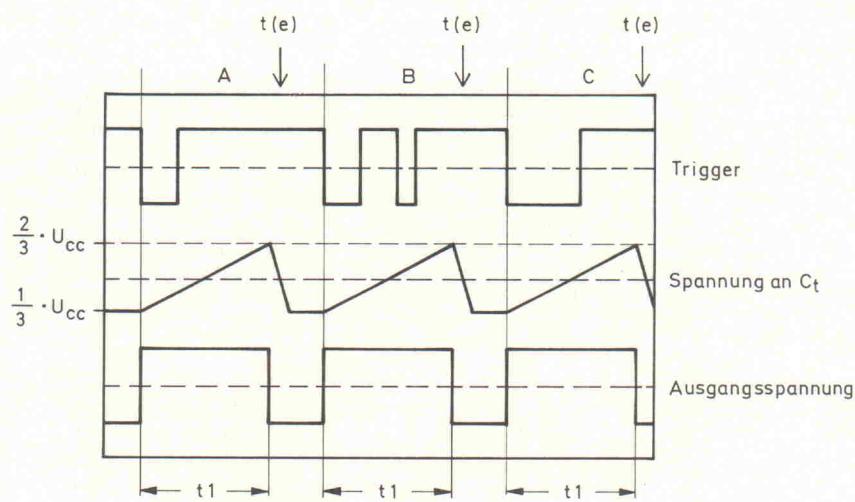


Bild 10. Spannungsverläufe der Schaltung nach Bild 9.

selt das Ausgangssignal auf 'H' und verbleibt dort, bis das Potential am Kondensator auf $2/3 \cdot U_{CC}$ angestiegen ist. Für diese Zeitspanne gilt:

$$t_1 = R_t \cdot C_t \cdot \ln 3$$

Nach dieser Zeit kippt das Flipflop abermals, und der Ausgang wechselt auf 'L'. Dieser Zustand bleibt solange erhalten, bis ein neuer Triggerimpuls an Pin 2 erscheint. Trifft während der Zeit t_1 ein Triggerimpuls ein, so wird dieser entsprechend der Darstellung in Bild 10 (Bereich B) ignoriert. Auch ein langerer Impuls ändert nichts am Ausgangssignal (Bereich C).

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß sowohl die maximale Ladespannung des Kondensators als auch die Umschaltschwelle am Threshold-Eingang von der Versorgungsspannung U_{CC} abhängig sind, während das Zeitintervall t_1 von der Versorgungsspannung unabhängig ist. Unabhängig bedeutet hier: Sie steigt beziehungsweise sinkt nicht mit der Versorgungsspannung. Die Abweichungen der Zeit t_1 von der obigen Gleichung sind ebenfalls sehr klein, jedoch je nach Höhe von U_{CC} unterschiedlich. Für $U_{CC} = 2$ V beträgt die Abweichung 1 %, für $U_{CC} = 5$ V sind es 2 %, bei $U_{CC} = 12$ V allerdings schon 4 %. Als Näherung kann man mit einer Abweichung von etwa 0,38 % pro Volt (U_{CC}) rechnen. Hieraus kann man folgern, daß der Baustein bei kleinen Versorgungsspannungen präziser arbeitet als bei hohen.

In dieser Monoflop-Anwendung ist weiterhin folgendes zu beachten: Das Entladen des Kondensators C_t nach Ablauf des Zeitintervalls t_1 läuft nicht beliebig schnell ab, denn der Drainstrom des internen Feldefekttransistors weist eine Obergrenze auf. Diese Entladzeit bezeichnet man auch als Erholzeit, in Bild 10 als 't(e)' dargestellt. Trifft während dieser Zeit ein Triggerimpuls ein, so verkürzt sich das Zeitintervall t_1 , es ist in jedem Fall nicht mehr exakt definiert. Das gleiche gilt für den Fall, wenn der Triggerimpuls länger als t_1 andauert. Diese beiden letztgenannten Betriebsfälle sind in jedem Fall zu vermeiden. Benötigt man den Reset-Anschluß (Pin 4) nicht, so ist dieser auf U_{CC} -Potential zu legen.

Nachtriggerbares Monoflop

Setzt man einen zusätzlichen Transistor ein, so arbeitet der Timer

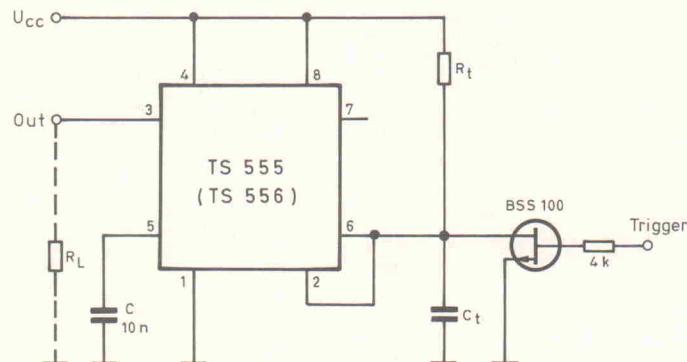


Bild 11. Nachtriggerbares Monoflop mit dem TS 555.

auch als nachtriggerbares Monoflop. Die entsprechende Schaltung ist in Bild 11 wiedergegeben.

Für das Zeitintervall t_1 gilt auch hier die Monoflop-Gleichung. Die Schaltzeit t_1 richtet sich jetzt jedoch nicht mehr nach dem ersten Impuls einer Impulsfolge, sondern nach dem letzten – daher auch die Bezeichnung 'nachtriggerbares Monoflop'. Überschreitet das Potential am Kondensator die obere Umschaltschwelle, so wird das Flipflop gesetzt, der Ausgang nimmt L-Potential an. Da der interne Entlade-

FET jedoch nicht angeschlossen ist, kann er den Kondensator C_t nicht entladen, vielmehr steigt das Kondensatorpotential auf U_{CC} an. Der Timer-Baustein befindet sich nun im Ruhezustand.

Das Entladen des Kondensators erfolgt durch einen positiven Triggerimpuls am externen Transistor (hier: BSS 100). Der untere Komparator (Pin 2) setzt das Flipflop, und die Spannung am Ausgang geht auf logisch 'H'. Trifft vor Ablauf der Schaltzeit ein neuer Impuls am Gate des externen Transistors ein,

so wird der Kondensator erneut entladen. Die Ausgangsspannung bleibt dabei auf H-Potential. Erst nachdem die Zeit t_1 verstrichen und während dieser Zeit kein neuer Triggerimpuls am Gate erschienen ist, kippt die Ausgangsspannung auf 'L'. Diese Schaltung kann man vorteilhaft zur Impulsüberwachung einsetzen; man bezeichnet sie dann als 'watchdog'. Die wichtigsten Spannungsverläufe sind in Bild 12 zusammengefaßt.

Praktische Ergebnisse

Um festzustellen, wie die verschiedenen Timer-ICs in der Praxis arbeiten, analysierte man im Labor auf Basis der Schaltung in Bild 6 die drei verschiedenen Timerversionen, also den bipolaren Typ NE 555, die alte CMOS-Version ICM 7555 sowie die neue CMOS-Variante TS 555 bei verschiedenen Taktfrequenzen. Die Ergebnisse sind in den Oszillogrammen ab Bild 13 festgehalten. Sowohl für R_{t1} als auch für R_{t2} gilt dabei ein Wert von 390Ω . Damit erhält man für die Ausgangsspannung ein rechnerisches Tastverhältnis von 1/3.

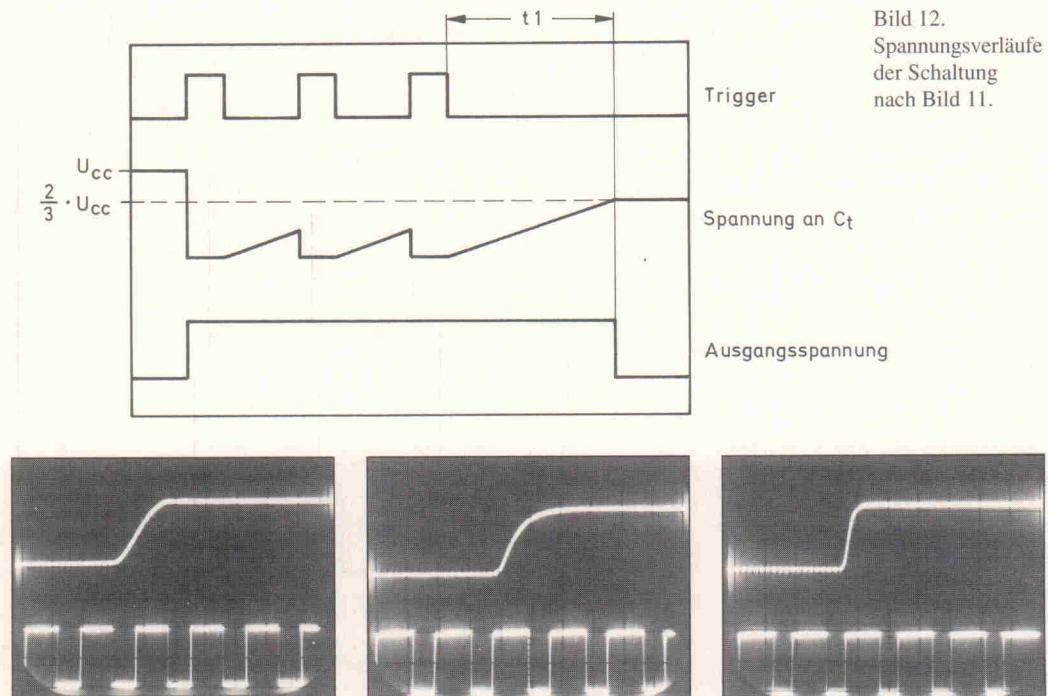


Bild 13. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 10 \text{ nF}$ mit dem Baustein NE 555.

Bild 14. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 10 \text{ nF}$ mit dem Baustein ICM 7555.

Bild 15. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 10 \text{ nF}$ mit dem Baustein TS 555.

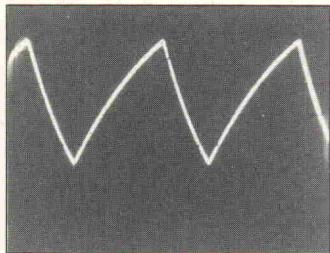


Bild 16. Verlauf der Spannung am Kondensator C_t .

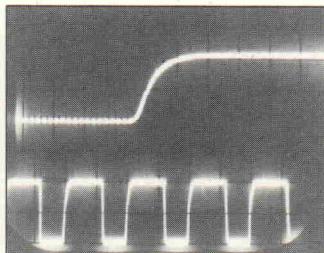


Bild 17. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 1,5 \text{ nF}$ mit dem Baustein ICM 7555.

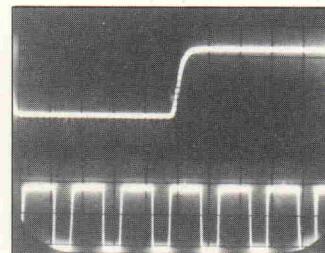


Bild 18. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 1,5 \text{ nF}$ mit dem Baustein TS 555.

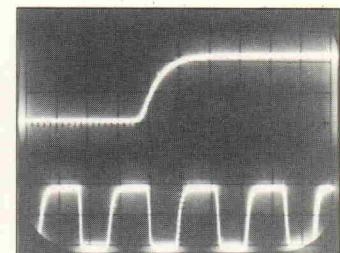


Bild 19. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 560 \text{ pF}$ mit dem Baustein ICM 7555.

In der ersten Meßreihe wies C_t einen Wert von 10 nF auf. Somit erhält man rechnerisch eine Taktfrequenz von 123 kHz . Die Ergebnisse dieser Meßreihe zeigen die Bilder 13...15. Die untere Kurve zeigt die Ausgangsspannung an Pin 3 im Leerlauf, die obere die Anstiegsflanke. Bild 13 gilt für den NE 555, Bild 14 für den ICM 7555 und Bild 15 für den TS 555. Obwohl das Ausgangssignal in allen drei Fällen nahezu gleich aussieht, zeigen sich doch bereits jetzt deutliche Unterschiede hinsichtlich der Anstiegsflanke.

Während die Anstiegszeit der Flanke des NE 555 etwa 70 ns beträgt, so weist der TS 555 einen Wert von rund 10 ns auf und ist damit um den Faktor 7 schneller als die bipolare Ausführung. Der Timer ICM 7555 (Bild 14) ist hier nicht besser als der NE 555, er benötigt ebenfalls etwa 70 ns . Die Flanke des ICM 7555 ist zwar zu Beginn etwas steiler ausgeprägt als beim NE 555, verläuft dafür jedoch im oberen Teil etwas flacher, so daß sich letztendlich eine Anstiegszeit von 70 ns einstellt. Zur Information zeigt Bild 16 den Spannungsverlauf am Kondensator C_t für den TS 555. Im Vergleich zu Bild 8 wird an dieser Stelle deutlich, daß die theoretischen Überlegungen durchaus korrekt sind. Im übrigen hat der Spannungsverlauf an C_t für die Meßreihen keine weitere Bedeutung, so daß im folgenden nicht weiter darauf eingegangen wird.

Neben der kürzeren Anstiegszeit ergibt sich aber noch ein weiterer Vorteil, der zumindest bei dieser Meßreihe an den Oszillosgrammen noch nicht auffällt, nämlich das Einhalten der Gleichung zum Bestimmen der Ausgangsfrequenz. Wie bereits erläutert, erhält man für

$R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 10 \text{ nF}$ rechnerisch eine Taktfrequenz von 123 kHz . Sieht man einmal von den Bauteiltoleranzen ab – für den Laboraufbau standen Widerstände mit einer Toleranz von 1% sowie Kondensatoren mit einer Toleranz von $2,5\%$ zur Verfügung, die innerhalb der Meßreihe nicht gewechselt wurden – so kann man mit einem Frequenzzähler folgende Ausgangsfrequenzen messen: 107 kHz (NE 555), 110 kHz (ICM 7555) und 117 kHz (TS 555). Der TS 555 reproduziert auch hier die Gleichung zum Bestimmen der Ausgangsfrequenz am genauesten.

Wie die nächste Meßreihe zeigt, fällt die Abweichung bei höheren Taktfrequenzen noch deutlich größer aus. Hier beträgt die Kapazität des Kondensators C_t exakt $1,5 \text{ nF}$, die beiden Widerstände R_{t1} und R_{t2} behalten ihren Wert von jeweils 390Ω . Theoretisch erhält man nun eine Taktfrequenz von 800 kHz . Der bipolare NE 555 kann bei dieser Frequenz nur noch mit relativ schlechten Resultaten aufwarten, so daß sich der folgende Vergleich auf die alte und neue CMOS-Version beschränkt.

Die entsprechenden Oszillosgramme sind in Bild 17 und Bild 18 dargestellt. Auch hier ist die Anstiegsflanke des TS 555 mit etwa 20 ns deutlich kürzer als beim ICM 7555, der immerhin etwa 90 ns benötigt, um die Flanke von 10% auf 90% des Endwerts ansteigen zu lassen. Die Anstiegszeit des TS 555 ist in dieser Anordnung immerhin noch um den Faktor 4,5 kürzer als die des ICM 7555.

In den Bildern 19 und 20 ist der Verlauf des Ausgangssignals für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 560 \text{ pF}$ wiedergegeben. Bild 19 gilt für den Zeitgeber ICM 7555, Bild 20 für den TS 555. Die Taktfrequenz beträgt mit dieser Dimensionierung theoretisch etwa $2,2 \text{ MHz}$. Die Oszillosgramme lassen bereits vermuten, daß in der Praxis eine deutliche Diskrepanz zwischen dem ICM 7555 und dem TS 555 vorhanden ist. Während die Frequenz des Bausteins TS 555 $1,4 \text{ MHz}$ beträgt, so gilt für den Timer ICM 7555 eine Frequenz von nur 920 kHz . Die Abweichung vom theoretischen Wert kann man hier nicht mehr als unbedeutend bezeichnen.

Auch in den Bildern dieser Meßreihe zeigt die obere Kurve den Verlauf der Anstiegsflanke. Mit einer Anstiegszeit von 40 ns (TS 555) gegenüber wiederum 90 ns (ICM 7555), so daß der Zeitvorteil auf einen Faktor von 2,25 gesunken ist. Wie man in Bild 20 erkennen kann, ist die Abfallzeit noch geringer als die Anstiegszeit. Diese Aussage gilt im übrigen nicht nur für den TS 555, sondern auch für die bipolare sowie für die alte CMOS-Version, und zwar unabhängig von der Frequenz.

Das Ausgangssignal bei $f_{\max} = 2,7 \text{ MHz}$ ist in Bild 21 dargestellt. Um diese Frequenz zu erreichen, wurde R_{t1} mit 470Ω , R_{t2} mit 200Ω sowie C_t mit 200 pF bemessen. Hier zeigt sich ebenfalls eine deutliche Wertabweichung zur Gleichung zum Bestimmen der Ausgangsfrequenz. Alles in allem läßt sich feststellen, daß der neue Timerbaustein hinsichtlich der Anstiegs- und auch Abfallzeit in jeder Meßreihe besser als der bipolare Typ beziehungsweise die alte CMOS-Version ist. Während der NE 555 ab etwa 150 kHz relativ schlecht abschneidet, lassen sich die alten CMOS-

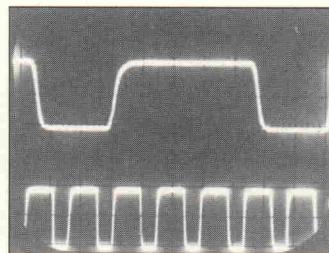


Bild 20. Anstiegsflanke (oben) und Ausgangssignal einer astabilen Kippstufe für $R_{t1} = R_{t2} = 390 \Omega$ und $C_t = 560 \text{ pF}$ mit dem Baustein TS 555.

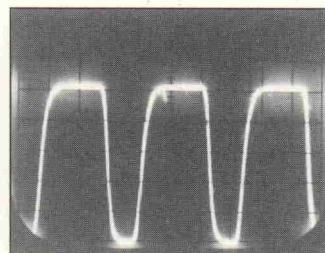


Bild 21. Ausgangssignal des TS 555 bei seiner Maximalfrequenz von $2,7 \text{ MHz}$.

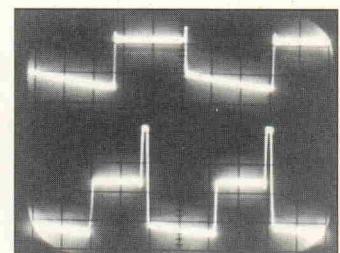


Bild 22. Betriebsstrom des TS 555 (oben) und des NE 555 (unten).

Versionen bis 1,5 MHz noch brauchbar einsetzen. Der TS 555 schafft gut 1 MHz mehr, wobei die Ausgangsspannung bei dem im Datenblatt als Maximalfrequenz spezifizierten Wert von 2,7 MHz schon recht 'rund' verläuft.

Auch ist die Abweichung der tatsächlichen Taktfrequenz zur theoretisch berechneten beim TS 555 am geringsten, ab 200 kHz jedoch so hoch, daß man sie mit einem Frequenzzähler kontrollieren sollte. In Zweifelsfällen sollte man R_{t1} oder R_{t2} durch ein Potentiometer ersetzen und die gewünschte Frequenz exakt einstellen, wobei sich dann allerdings auch das Tastverhältnis ändert. Die Meßreihen zeigen aber auch, daß der Einsatz des TS 555 bis zu einer Frequenz von 500 kHz – sieht man von den steileren Signalflanken einmal ab – keine wesentlichen Vorteile bringt. Immerhin liegt der Preis des TS 555 zur Zeit etwa 65 % über dem des ICM 7555.

Bei einem Vergleich sollte man jedoch noch eine andere, sehr unangenehme Eigenschaft derartiger Timerbausteine beachten, nämlich das Verursachen einer Stromspitze während der abfallenden Signalflanken. Diese Stromspitze verursacht einen Spannungsabfall auf der Versorgungsleitung in Form von Spikes, die andere Schaltungseinheiten stören können.

Das Oszilloskopogramm in Bild 22 zeigt deutlich diese Stromspitzen, die man beispielsweise über einem $100\text{-}\Omega$ -Widerstand in Reihe zur Versorgungsspannung abnehmen kann. Die obere Kurve gilt für den Baustein TS 555, die untere für den NE 555. Bei der neuen CMOS-Version ist diese Spitze wesentlich kleiner als beim bipolaren Typ und, was aus Bild 22 nicht hervorgeht, auch wesentlich kleiner als bei der alten CMOS-Version. In diesem Punkt bietet die neue Version also einen weiteren Vorteil, obwohl dieser Umstand den Schaltungsentwickler nicht dazu verleiten sollte, auf Abblockkondensatoren direkt am IC zu verzichten.

Funktionsprinzipien

Soweit die Ausführungen zum TS 555. Eine Analyse des derzeitigen Timerangebots zeigt, daß sämtliche integrierten Zeitgeber-ICs zwar nach dem gleichen Prinzip arbeiten, für dessen Realisierung je-

doch eine Reihe verschiedener Lösungen existieren. Führt man dem Eingang einen Triggerimpuls zu, so lädt die Schaltung den externen Kondensator über den externen Widerstand auf. Gleichzeitig startet der Ausgangsimpuls. Die ansteigende Spannung über dem Kondensator vergleicht ein Komparator mit einer konstanten Schwellenspannung. Hat die Kondensatorspannung diese Schwellen erreicht, kippt ein interner Komparator, der den Ausgangsimpuls beendet und eine Entladung des externen Kondensators einleitet.

Das Blockdiagramm eines Zeitgeber-ICs mit exponentieller Ladekurve und Einzelkomparator ist in Bild 23 wiedergegeben. Im Ruhezustand ist der elektronische Schalter S1 mit Masse verbunden, und der durch die Dimensionierung des Widerstands R festgelegte Ladestrom fließt nach Masse ab, so daß der Kondensator entladen bleibt. Der eintreffende Triggerimpuls setzt ein Flipflop. Dessen Ausgang nimmt H-Potential an, der elektronische Schalter öffnet, und der Kondensator wird geladen. Ein Komparator vergleicht die Ladespannung über dem Kondensator mit einer internen oder externen Referenzspannung. Erreicht die Kondensatorspannung diese Referenzschwelle, so setzt der Komparator das Flipflop zurück. Der Ausgang springt auf L-Potential, der Schalter schließt, und der Kondensator wird wieder entladen.

Der Nachteil dieser Schaltungsvariante besteht darin, daß man im astabilen Betriebsmodus keine Kontrolle über das Tastverhältnis des Ausgangsimpulses hat. Aus diesem Grund entwickelte man Timer mit zwei Komparatoren, deren Blockdiagramm in Bild 24 dargestellt ist. Die beiden Komparatoren sind über einen internen Spannungsteiler auf zwei Schwellenwerte festgelegt. Bei den meisten Zeitgeber-ICs liegen die Schaltschwellen auf 1/3 und 2/3 der Versorgungsspannung. Die beiden Komparatoren steuern die Set- und Reset-Eingänge eines Flipflops derart, daß über dem Kondensator eine Spannung entsteht, deren Amplitude sich im Bereich zwischen 1/3 und 2/3 der Versorgungsspannung bewegt. Der Hauptvorteil dieses Systems liegt darin, daß man durch eine externe Beeinflussung der beiden Schwellenwerte die Lade- und Entladezeiten des Kondensators in-

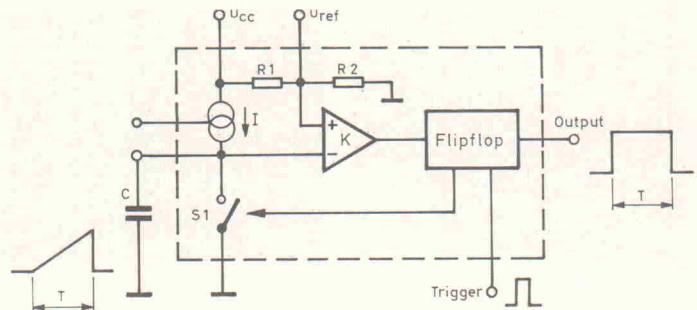


Bild 23. Prinzipschaltung eines Timers mit Einzelkomparator und exponentieller Ladekurve.

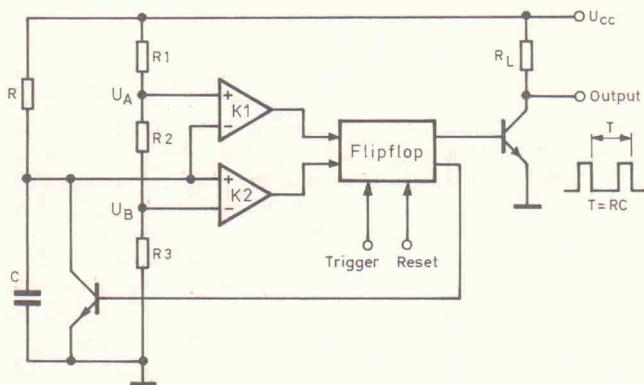


Bild 24. Prinzipschaltung eines Timers mit Doppelkomparator und exponentieller Ladekurve.

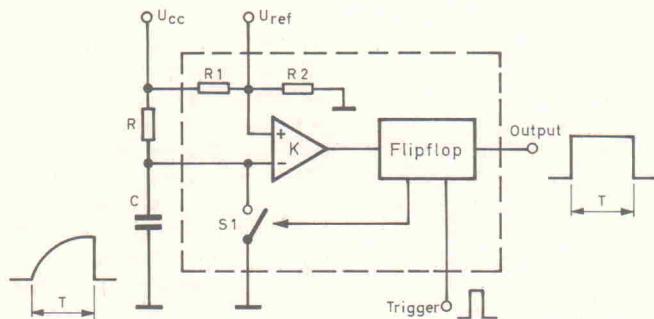


Bild 25. Prinzipschaltung eines Timers mit linearer Aufladung.

dividuell einstellen kann. Auf diese Weise kann man das Tastverhältnis des Ausgangssignals im astabilen Betriebsmodus individuell anpassen.

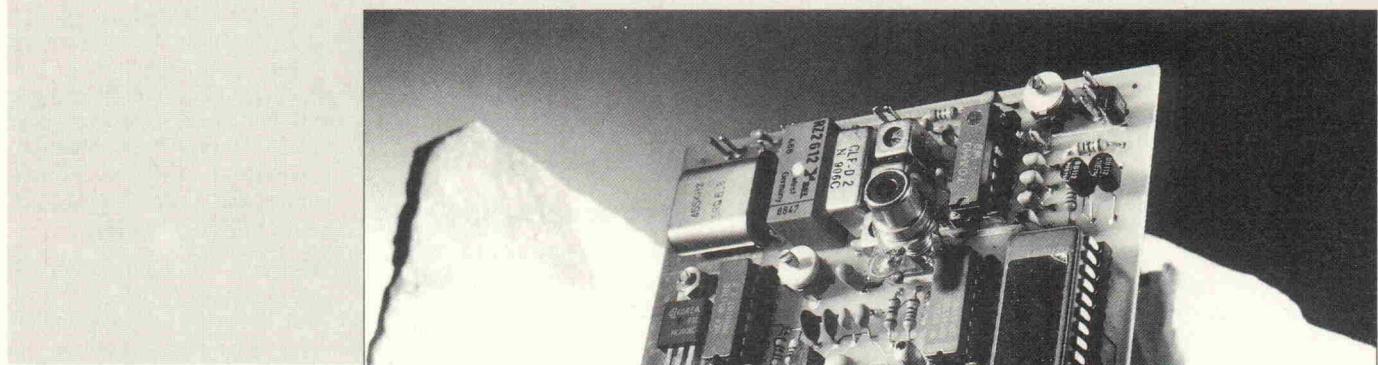
Ein Nachteil der erwähnten Timervarianten ist der exponentielle Spannungsverlauf am Kondensator. Abhilfe schaffen hier Timer, die den Kondensator über eine interne Konstantstromquelle aufladen (Bild 25). In diesem Fall steigt die Spannung linear an; eine solche Spannung kann man beispielsweise als Basis für Ablenkschaltungen in TVs und Monitoren einsetzen. In der Praxis besteht die Konstantstromquelle zumeist aus einem U/I-

Umsetzer, dessen Ausgangsstrom proportional zu einer externen Steuerspannung verläuft. Auf diese Weise kann man einen linearen Zusammenhang zwischen der Länge des Ausgangsimpulses und der Steuerspannung am Eingang realisieren. Derartige Zeitgeber-ICs sind intern zwar erheblich komplizierter aufgebaut als Timer mit exponentiell Ladevorgang. Mit ihnen verfügt man aber auch über mehr Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in Schaltungen linearer VCOs.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 6/92.

LF-Empfänger

Teil 2: Frequenzanzeige und -einstellung



Michael Arnoldt

Der Mikrocontroller des LF-Empfängers steuert nicht nur den Synthesizer. Zugleich bedient er ein LCD-Modul zur Anzeige der Empfangsfrequenz und fragt den Inkrementalgeber zum Einstellen dieser Frequenz ab.

Bei dem LCD-Anzeigemodul VK 4002 handelt es sich um ein vierstelliges Siebensegmentdisplay mit Dezimalpunkten und einer ganzen Reihe von Symbolen. In Bild 10 sind die Segmente und Symbole zusammengefaßt, deren Steuerdaten seriell an das Modul zu übertragen sind. Bild 11 zeigt das Funktionsprinzip des Moduls sowie die Anschlußbelegung.

Das Format des an das Modul zu sendenden Impulstagramms ist in Bild 12 dargestellt. Um Komplikationen zu vermeiden, werden die Data-Transfer-Impulse des Synthesizers und der Ladeimpuls des Anzeigemoduls von zwei verschiedenen Anschlüssen des Mikrocontrollers geliefert.

Zunächst wird die Oszillatorfrequenz von R61/R60 in die Register R7/R6 umgeladen und der ZF-Wert 4550 (= 455 kHz) subtrahiert, so daß nunmehr der Wert der Empfangsfrequenz vor-

liegt. Da der Mikrocontroller nicht über einen Subtraktionsbefehl verfügt, erreicht man es auf folgende Weise vom Akkuinhalt A einen Wert n zu subtrahieren:

CPL A Invertieren des Akku-Inhalts
ADD A,n Addition des zu subtrahierenden Wertes n
CPL A Erneutes Invertieren des Akkus

In A steht anschließend die Differenz $A(\text{neu}) = A(\text{alt}) - n$. Die Subtraktion erfolgt wie bei einer üblichen Berechnung zuerst für das LS-Byte, dann für das MS-Byte. Ein bei der LS-Byte-Subtraktion aufgetretenes 'Leih'-Carry-Bit wird bei der MS-Byte-Subtraktion durch Verwendung des Befehls ADDC ... berücksichtigt. Entsprechendes gilt auch für die weiter unten angesprochene Binär-BCD-Umwandlung.

Der Software-Decoder nimmt – analog zu einem Hardware-Decoder – die Umwandlung eines BCD-Werts in einen Siebenseg-

ment-Wert vor. Er wird nur nach dem Einschalten oder Rücksetzen des Mikrocontrollers geladen und steht daher am Anfang des Programms von Adresse 00 bis 30 (n = 31).

Bild 13 erläutert die Funktion des Software-Decoders. Entsprechend der sieben Segmente jeder Anzeigestelle sind sieben Bits des 8-Bit-Speichers belegt. Die einzelnen Bits des Speichers werden in einer Richtung (hier rechts) aus dem Speicher in das Carry-Bit geschoben. Die Zuordnung der Segmente zu den Bitnummern ist durch die Reihenfolge gegeben, in der das Modul die Segmentdaten erwartet (siehe Bild 13 mit der Folge d-c-b-a-f-g-e). Da die Wertigkeit der einzelnen Zellen des Speichers festliegt (1...64), kann man jeder Zifferndarstellung einen bestimmten Wert zuordnen. Will man beispielsweise die Ziffer 1 darstellen, sind die Segmente b und c zu akti-

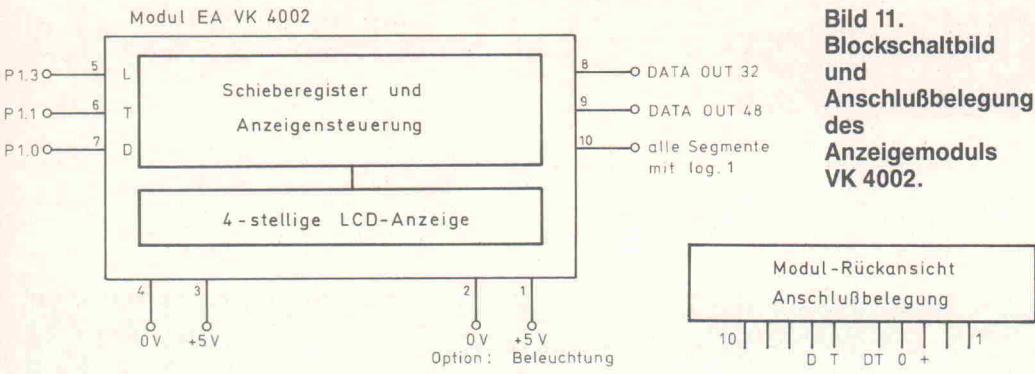


Bild 11. Blockschaltbild und Anschlußbelegung des Anzeigemoduls VK 4002.

vieren, so daß der zugehörige Codewert 48 lautet.

Die sich anschließende Umwandlung des 2-Byte-Binärwertes in einen maximal vierstelligen Dezimalwert geht so vor sich: Der als Zahlenwert höchste Betrag kann ein Mehrfaches von 1000 (entsprechend 100 kHz) sein. Daher wird von FE solange 1000 abgezogen und jedesmal der 'Rundenzähler' R4 um 1 erhöht, bis die Differenz negativ ist. Dann ist man einen Schritt zu weit gegangen, so daß der Rest wieder um 1000 zu erhöhen und der Rundenzähler um 1 zu vermindern ist. Den 1000er-Wert speichert man anschließend (siehe Speicherplan Bild 6) in Register R58. Für alle Fälle ist R59 als Speicherplatz für etwaige 10 000er-Werte eingeplant; das Programm nimmt die Subtraktion der 10 000er allerdings nicht vor.

Den verbleibenden Rest < 1000 reduziert das Programm durch fortlaufende Subtraktion von 100. Der Wert der 100er-Dekade gelangt in Register R57 – und so weiter. Unterprogramm UP2 ist Teil dieser Prozedur. Zum Schluß stehen die BCD-Werte in den Registern R58 bis R55 des Mikrocontrollers.

Wie aus Bild 6 (Software-Decoder) erkennbar ist, folgen die Ziffern 0 bis 9 in den Speichern R45 bis R54 kontinuierlich aufeinander. Das hat den Vorteil, daß zur Bestimmung des Codes jetzt nur noch die zu dekodierende Ziffer zur Nummer des Speicherplatzes 45 addiert werden muß.

Das LCD-Anzeigemodul erwartet ein Signal mit der in Bild 10 wiedergegebenen Bitfolge zur Anzeige der jeweiligen Segmente und Symbole. Die Segmentfolge ist für alle Dekaden gleich, den Anfang bildet die höchswertige Dekade. Im betreffenden Speicherbyte (R45 bis R54) steht nun diejenige Bitfolge, die – wenn man sie

sukzessive nach rechts herauszieht – exakt die Bitfolge ergibt, die das LCD-Anzeigemodul benötigt, um die gewünschte Ziffer anzuzeigen.

Dieses Rechtsrotieren durch das Carry-Bit und die Ausgabe an das Anzeigemodul erfolgt siebenmal für jede Dekade. Der Vorgang wird für jede der vier Anzeigestellen einmal durchlaufen. Dabei erzeugt das Unterprogramm UP3 das Impulsformat entsprechend Bild 12.

Wie Bild 10 verdeutlicht, liegen vor den Segmentdaten insgesamt 17 Symbole. Will man diese Symbole nicht aktivieren, sind Nullen zu übertragen. Zu beachten ist, daß das Modul gemäß Bild 14 zu beschicken ist und am Anfang drei Impulse ohne Bedeutung benötigt. Daher sind vor den eigentlichen Segmentdaten nicht 17, sondern 20 Bits zu übertragen, im allgemeinen durchweg Nullen.

In dieser Anwendung soll der Dezimalpunkt zwischen der 1-kHz- und der 100-Hz-Stelle erscheinen, folglich sind zunächst 13 Nullimpulse (Data = 0), ein 1-Impuls für den Dezimalpunkt und anschließend noch 6 Nullimpulse zu senden. Die Gesamtzahl der zu transferierenden Daten beträgt 48. Das Programm für die Steuerung des Moduls ist in den Programmteilen 'Null & Symb' und 'Frq Daten' sowie

den Unterprogrammen UP2 und UP3 enthalten.

Frequenzeinstellung

Der Drehgeber bildet die beim Abstimmen eines Empfängers übliche Drehbewegung nach. Bezuglich seiner äußeren Form ist er nicht von einem Potentiometer zu unterscheiden; erst die Möglichkeit, ihn kontinuierlich durchzudrehen, gibt einen Hinweis auf seine Funktion.

Ähnlich wie ein Potentiometer verfügt er über nunmehr zwei konzentrische Widerstandsbahnen, die allerdings in Abständen unterbrochen sind, so daß zwischen dem der betreffenden Bahn zugeordneten Abgriff und dem Schleiferanschluß entweder ein hoher oder ein niedriger (etwa 1 kΩ) Widerstand liegt. Die leitenden und isolierenden Abschnitte sind gegeneinander versetzt. Beim Drehen der Drehgeberachse entstehen dann zwei um 90° versetzte Rechtecksignale entsprechend Bild 15, aus deren zeitlicher Abfolge die Drehrichtung zu ermitteln ist.

Der Schleifer ist an die Versorgungsspannung (+5 V) anzuschließen, die beiden Bahnanschlüsse gelangen an die Porteingänge (hier P2.4 und P2.5); Aufgabe des Programms ist es nun, zu erkennen, ob und in welche Richtung der Drehgeber verstellt wird. Ein leistungsfähiger

ges Programm benötigt keine weitere externe Hardware zwischen Drehgeber und Controller, mit Ausnahme von eventuell je einem RC-Glied zum Unterdrücken des Kontaktprellens.

Es sind Drehgeber mit und ohne Rastung verfügbar. Ein Empfänger läßt sich leichter mit einem Drehgeber ohne Rastung einstellen, zudem entfällt das lästige Knackgeräusch, das die Rastung erzeugt und im ungünstigen Fall akustisch über die Frontplatte abstrahlt. Heute sind Drehgeber mit 25, 50 und 75 Schritten pro Umdrehung verfügbar. Für die vorliegende Anwendung hat sich der Typ RPC 25 bewährt.

Wie Bild 7 zu entnehmen ist, sind neben dem Drehgeber noch zwei Taster für eine kontinuierliche Frequenzverstellung in positiver und negativer Richtung vorhanden, außerdem ein Schalter, mit dem man die Schrittweite bei der Drehgeberabstimmung erhöhen kann.

Die Anzahl der Schritte pro Stellimpuls bei erhöhter Stellgeschwindigkeit steht im Programm (Bild 9) unter der Adresse 00D3. Hier sind es 50 Schritte, also 32 in hexadekimaler Schreibweise. Der Bereich umfaßt grundsätzlich alle Dezimalwerte zwischen 0 und 255.

Der Befehl IN A,P1 im Programmteil 'Drehgeber' veranlaßt das Lesen der beiden Drehgeberleitungen gemeinsam mit denen der Taster Ta3 und Ta4 an Port 2. Die Taster Ta3 und Ta4 sind für ein kontinuierliches Abstimmen in Schritten zu 100 Hz in einer Richtung vorgesehen. Sie sind mit den Eingängen P2.6 und P2.7 verbunden, deren Wertigkeiten 64 beziehungsweise 128 betragen. Sobald diese Werte festgestellt werden, veranlaßt das Programm unmittelbar den Sprung in die Dekrement- oder Inkrementroutinen.

Andernfalls erfolgt eine Überprüfung, ob der Drehgeber seit dem letzten Durchlauf des Programms betätigt wurde. Das ist dadurch feststellbar, daß R63 als Speicher arbeitet und sich den Zustand der Eingänge P2.4 und P2.5 gemerkt hat. P2.4 dient im weiteren Programm als Takteingang, der die Zahl der Stellschritte angibt und P2.5 als Richtungsgeber.

Wenn eine Verstellung des Drehgebers vorliegt, wird zunächst der aktuelle Zustand in R63 zwischengespeichert und weiter geprüft, ob der Takteingang auf

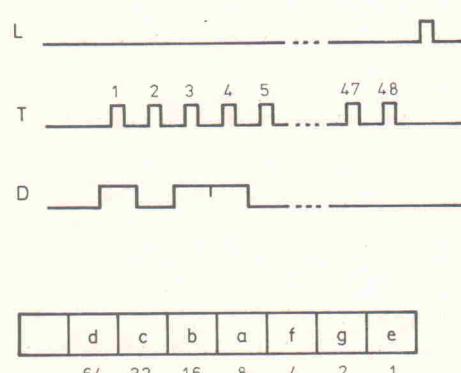


Bild 12. Verlauf des Impulstelegramms für das Anzeigemodul.

Bild 13. Übersicht über die Wertigkeit der LCD-Segmente.

H liegt, also einen Schritt von L nach H vollzogen hat. Das ist wichtig, um Schlupf zu vermeiden, der bei der Auswertung von Drehgebersignalen grundsätzlich auftreten kann.

Erst dann wird der Zustand des Richtungseingangs P2.5 zum Sprung in die betreffende Routine herangezogen. Im Programmteil 'Drehgeber' wird nur der 16-Bit-Inhalt der FO-Register verändert. Anschließend erfolgt der Rücksprung in das Syntheseprogramm mit Frequenzverstellung, Frequenzanzeige und so weiter.

Ein Mikrocontroller ist grundsätzlich auch in der Lage, den Wert der Vorkreisspannung(en) anhand einer einmal gespeicherten Tabelle zu steuern. Wegen der sehr individuellen Auslegung dieses Verfahrens sei hier nur das Prinzip geschildert: Der Mikrocontroller gibt an einen D/A-Wandler ein zu der eingestellten Empfangsfrequenz gespeichertes Datenwort ab, aus dem der Wandler die Abstimmspannung erzeugt.

Die Tabelle kann man in dem Mikrocontroller-internen oder in einem zusätzlichen Speicher-IC ablegen. Da diese Spannung nur für eine Frequenz innerhalb des betreffenden Intervalls exakt gilt, empfiehlt es sich, noch eine Feinabstimmung (Potentiometer) vorzusehen.

Die im Speicher abgelegten Datenwörter sind mit 8 Bit ausreichend fein aufgelöst. Um die Anzahl der Verbindungen zwischen Mikrocontroller und D/A-Wandler niedrig zu halten, kann man einen seriell steuerbaren Wandler benutzen, zum Beispiel den ZN 425 von Ferranti. Dem Wandler übermittelt man die der Spannung entsprechende Zahl von Impulsen (0...255); vorher ist er jeweils zurückzusetzen. Diese Anordnung kommt mit nur zwei Verbindungsleitungen aus.

Die im Mikrocontroller verbleibende Zahl von etwa 80 Registern dürfte für diese Aufgabe genügen. Leider muß sich die Breite der Frequenzintervalle generell an den Verhältnissen bei tiefen Empfangsfrequenzen orientieren. Daraus resultiert eine geringe Intervallbreite und eine hohe Zahl von Intervallen.

Die vom Mikrocontroller während des Programmablaufs erzeugten Taktsignale können in einigen Fällen zu Empfangsstörungen führen. Der Aufwand

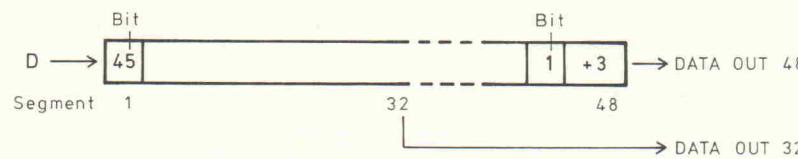


Bild 14. Form des Steuersignals für das Anzeigemodul.

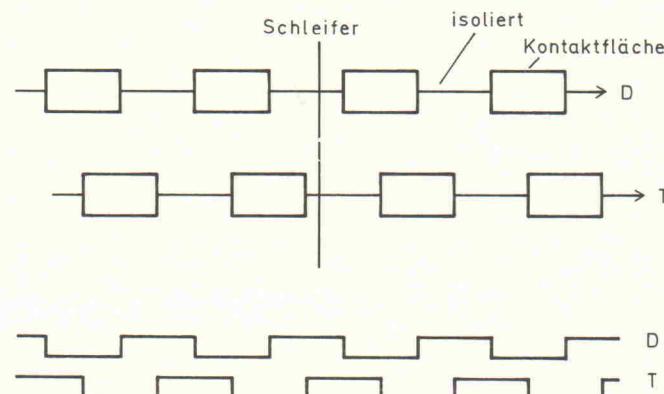


Bild 15. Funktionsprinzip und Signalverlauf des Drehgebers.

für eine etwaige Abschirmung ist relativ hoch.

Abhilfe erlaubt der Single-Step-Eingang SS, wenn man ihn über einen Schalter mit L-Potential verbindet. Dann ist allerdings die gesamte Steuerung unterbrochen.

Um dies zu vermeiden, ist ein Monoflop (IC9, Bild 7) vorgesehen, das der Drehgeber triggert. Das Monoflop hält den Eingang SS solange auf H, wie

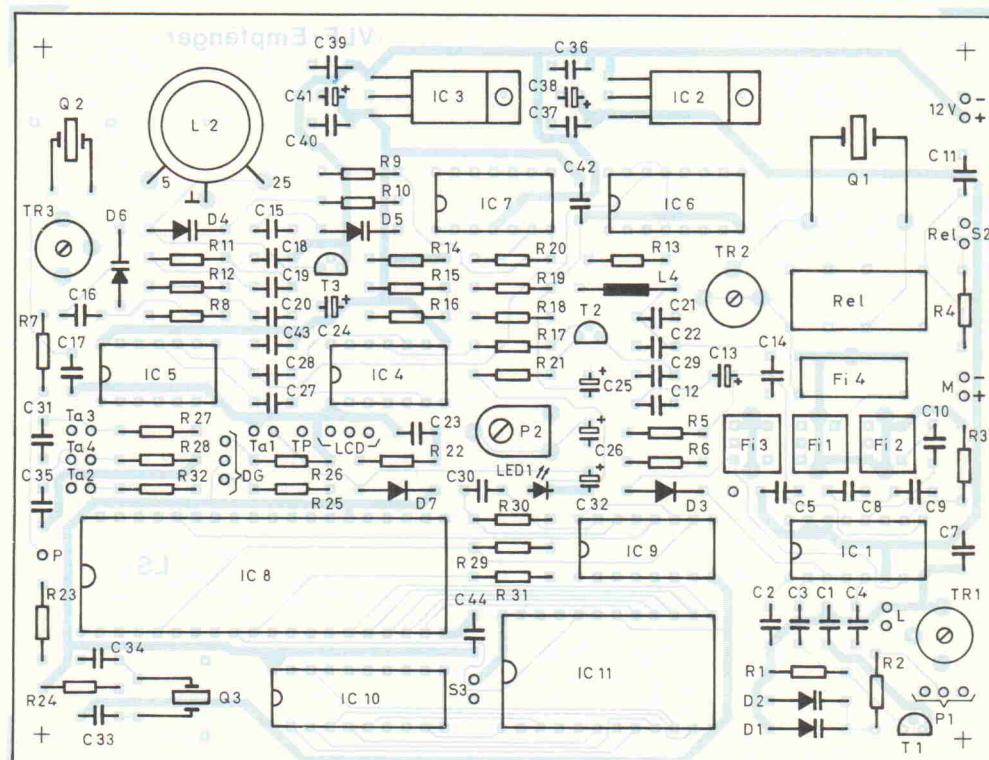
es das einmalige Abarbeiten des Programms erfordert. Nach Ablauf dieser Zeit legt das Monoflop den Mikrocontroller wieder in den Wartezustand. Das frequenzbestimmende RC-Glied des Monoflops ist in Abhängigkeit von der gewählten Quarzfrequenz und von Zahl und Zyklen des zu durchlaufenden Programms zu dimensionieren.

Zeitzeichen kann man dem LF-Empfänger an zwei Stellen abnehmen: hinter der Gleichrichter

terdiode und am AGC-Ausgang, beide in Bild 2 mit ZX bezeichnet. Eventuell ist die Zeitkonstante der Signalregelung anzupassen, um beispielsweise Überhänger zu vermeiden.

Die Normalfrequenz ist lediglich als umgesetzter Frequenzwert in der ZF-Ebene verfügbar, also 455,0 kHz oder 455,1 kHz und so weiter. Ein oszilloskopischer Vergleich ist recht einfach möglich: Wenn der umgesetzte Normalfrequenzträger auf einer ganzzahligen kHz-Frequenz erscheint (digitale Frequenzanzeige = 'xxx.0'), gibt man dieses Signal an den Y-Eingang und das 1-kHz-Signal aus dem Referenzteiler des Synthesizer-ICs (Pin 14) an den Triggereingang. Die Referenzfrequenz des Synthesizers ist dann so abzuleichen, daß die im allgemeinen wandernde Welle zum Stillstand kommt.

Als automatisches Nachregelverfahren bietet es sich an, das 455-kHz-Signal nach dem Sample & Hold-Verfahren mit 5 kHz abzutasten, dabei die Nulldurchgänge zu detektieren und hieraus eine Regelspannung für den Referenzoszillator abzuleiten.



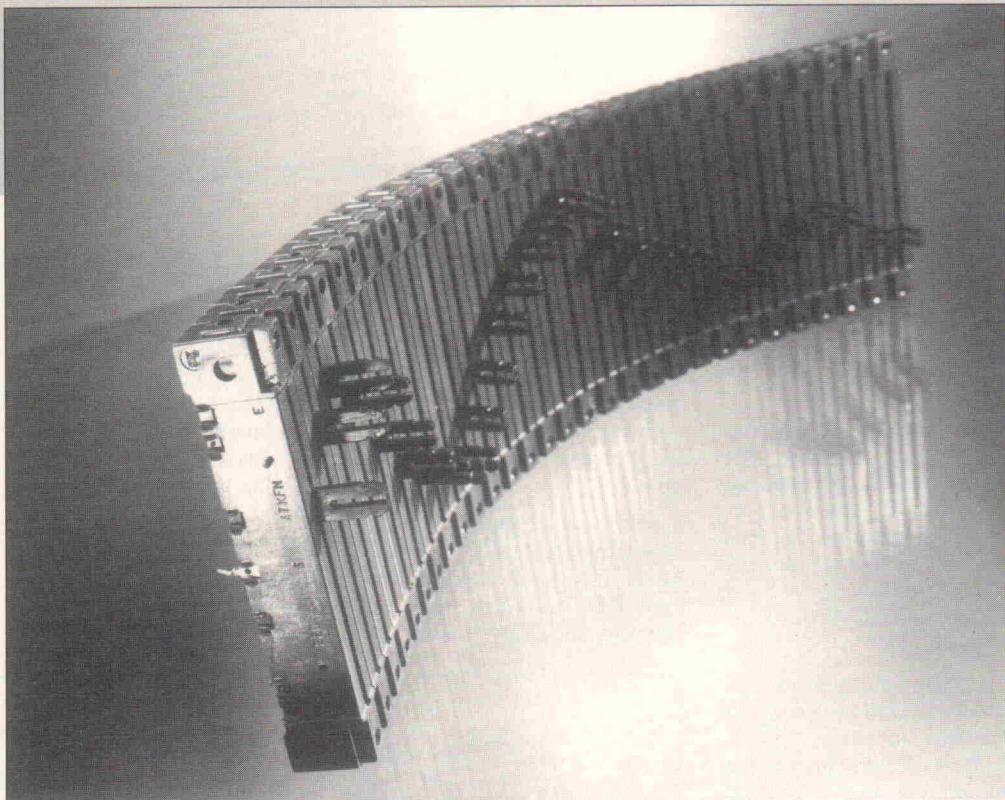
Equalizer

Schaltungstechnik grafischer und parametrischer Equalizer, Teil 1

Audio

Matthias Carstens

Gleichmacherei ist nur in seltenen Fällen beabsichtigt, wenn einstellbare Equalizer verwendet werden; viel öfter sind Effekte und Verbesserungen vorhandenen Tonmaterials das Ziel der Knöpfchen-Monster. In diesem Artikel sollen die wichtigsten Schaltungsprinzipien sowie deren Besonderheiten beschrieben werden. Außerdem werden verschiedene Aspekte der praktischen Anwendung erläutert.



Schon früh wurde in Röhrengäten versucht, mehr als eine Baß- und Höhenregelung anzubieten. Diese sind durch RC-Filter (Hochpaß, Tiefpaß) sehr einfach zu realisieren. Durch die geringe Flankensteilheit war jedoch ein gezielteres Eingreifen in das Tonspektrum nicht möglich. Dazu verwendete man Schwingkreise. Mit Spule und Kondensator lassen sich nicht nur hohe Güten erzielen, sondern auch durch Reihen- oder Parallelschaltung relativ einfache Schaltungen für das Anheben oder Absenken eines bestimmten Frequenzbereiches.

In Bild 1 wird der Schwingkreis 1 dazu benutzt, wahlweise den mittleren Frequenzbereich abzusenken, während der Schwing-

kreis 2 eine steilflankigere Anhebung eines bestimmten Frequenzbereiches ermöglicht als eine RC-Kombination. Die Schaltung ist passiv; die Anhebung oder Absenkung ist nicht regelbar, sondern durch Schalter fest vorgegeben. Die Güte und damit die Flankensteilheit dieser Filter hängt im wesentlichen vom Vorwiderstand R_1 sowie dem Wirkwiderstand der Spule im Schwingkreis ab. Ersetzt man den Schalter S1 in Bild 1 durch ein Poti, wird die Mittenabsenkung einstellbar. Gleichzeitig verändert sich damit aber auch der Wirkwiderstand, da er sich um den Wert des Potis erhöht, also ändert sich auch die Güte abhängig von der Einstellung der Klangregelung. Dieses Merkmal der variierenden Güte (Variabel-Q) ist eines der Haupt-

unterscheidungsmerkmale von Equalizern.

Bild 2 zeigt nun die regelbare aktive 5fach-Anwendung dieses Prinzips. Die Saugkreise können dabei stufenlos zwischen den invertierenden und nichtinvertierenden Eingang eines Op-Amps gelegt werden. Mit dem Vorwiderstand R_v ergibt sich eine Absenkung (passiver Spannungsteiler), mit R_k ein Spannungsteiler für die Rückkopplung (aktive Verstärkung). Mit dem Schalter S1 wird eine einfache Defeat-Funktion ermöglicht. Im Prinzip die gleiche Schaltung, aber etwas bekannter ist die Ausführung mit einem Operationsverstärker.

Bild 3 zeigt die Grundschaltung eines professionellen Equalizers, der bis zu 30 Filter bein-

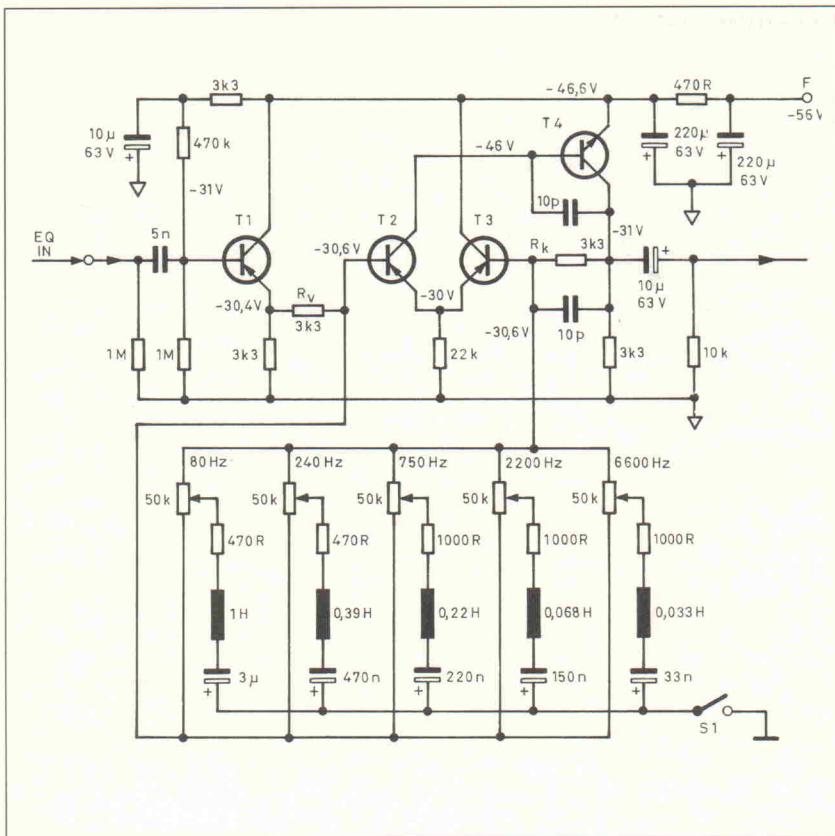


Bild 2. Ein Fünfband-Equalizer, aufgebaut mit LC-Kreisen.

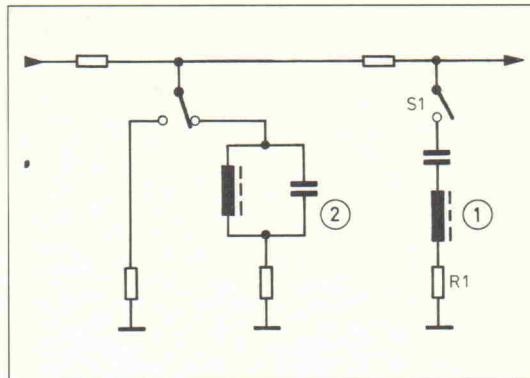


Bild 1. Anhebung und Absenkung bestimmter Audiofrequenzen geschieht mit Saugkreis ① und Sperrkreis ②.

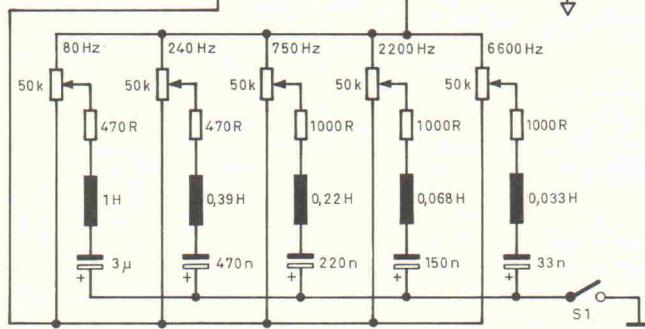
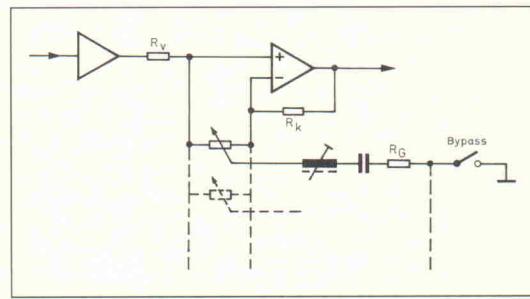


Bild 3. Grundschaltung für einen 30-Band-Equalizer.



halten kann. Durch den minimalen Aufwand an aktiver Elektronik ist diese Schaltung extrem rauscharm. Bei 30 Bändern muß allerdings jede einzelne Frequenz über die Spule abgeglichen werden, außerdem werden je 15 Filter auf einen OpAmp (also 2 in Reihe) geschaltet, um die Eingangsbelastung der OpAmps zu verringern. Da die Spulen für verschiedene Induktivitäten (Windungszahlen) unterschiedliche Wirkwiderstände besitzen, wird mit R_g dieser Wert normiert und damit gleiche Regelmaxima und -minima ermöglicht. Auch hier handelt es sich um einen Variabel-Q-Equalizer, da sich die Güte der einzelnen Filter je nach Potistellung verändert.

Da die in Schwingkreisen verwendeten Spulen brummanfällig und teuer sind, und der arbeitsintensive Abgleich zusätzliche Kosten verursacht, begann bald der Siegeszug des Gyrators (Bild 4). Hierbei wird mit einem Operationsverstärker die Phasenverschiebung der Spule nachgebildet, also eine spulenlose Induktivität erzeugt. Dies geht allerdings zu Lasten der Rauschfreiheit, da der Gyrator selber

Rauschen erzeugt und dies über die Potis, sobald sich diese nicht mehr in der Mittelstellung befinden, nach außen gelangt. Weniger bekannt dürfte die Transistor-Gyrator-Schaltung in Bild 4 sein. Obwohl die Daten der nachgebildeten Induktivität nicht die einer OpAmp-Version erreichen, war sie verschiedenen Herstellern für hochwertige HiFi-EQs noch gut genug.

Die Schiebewiderstände in Bild 4a haben in der Praxis meist Werte zwischen 25 und 50 kOhm. Wie bereits erläutert, bewirkt das Poti – solange sich der Schleifer nicht in der Endstellung befindet – eine Ver-

schlechterung der Güte, da sich der Potiwiderstand zum Wirkwiderstand, in diesem Fall des Gyrators, addiert. Dies hat in der Praxis recht extreme Auswirkungen.

Hebt man beispielsweise bei einem gängigen 30-Band-Equalizer den mittleren Frequenzbereich bei 1 kHz um 3 dB an, so werden die Terzfrequenzen 800 Hz und 1,25 kHz um praktisch den gleichen Betrag mit angehoben (Bild 5). (Bei Oktavband-Equalizern ist dies noch besser darstellbar, aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden jedoch Bild 5 bis 7 mit Terz-Equalizern gemessen.) Daraus

folgt, daß die optische Regstellung bereits bei Oktavabständen mit der tatsächlichen Entzerrung nicht im geringsten übereinstimmt. Durch die vielen Überschneidungen der einzelnen Bänder kommt es zu extremen Frequenzganganhobungen und -absenkungen, die sich anhand der Schiebereglung nur erahnen lassen. In der 30-Band-Ausführung wird beim Einmessen mit einem Terz-Analyser die Beeinflussung der benachbarten Frequenzbereiche durch entsprechendes 'Gegenregeln' verhindert, was nicht nur unpraktisch ist, sondern auch zusätzliche Phasenverschiebungen bewirkt. Als Vorteil wird dieser

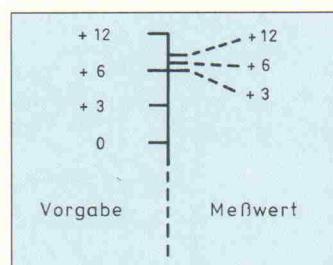
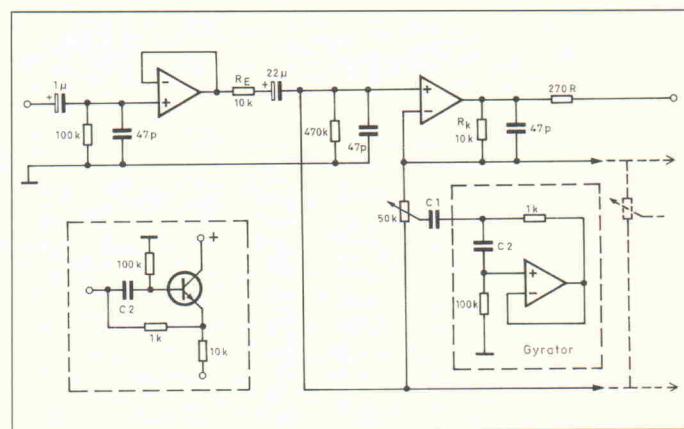


Bild 4. Grundschaltung eines EQs mit IC-Gyrator. Im linken Kasten sieht man eine Gyrator-Ausführung mit Transistor.



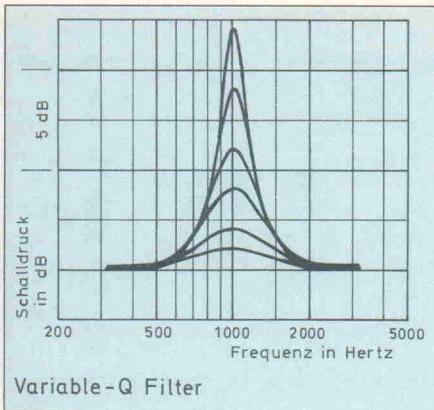


Bild 5. Frequenzgänge eines Filters mit variabler Güte.

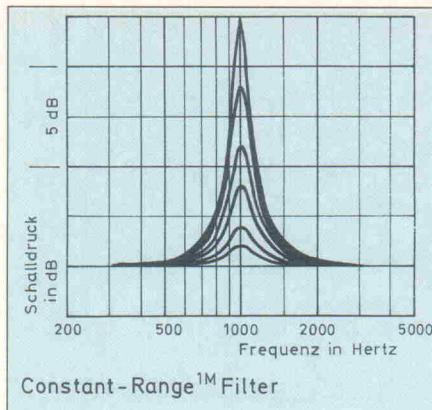


Bild 6. Frequenzgänge eines Filters in 'Constant Range'-Technik.

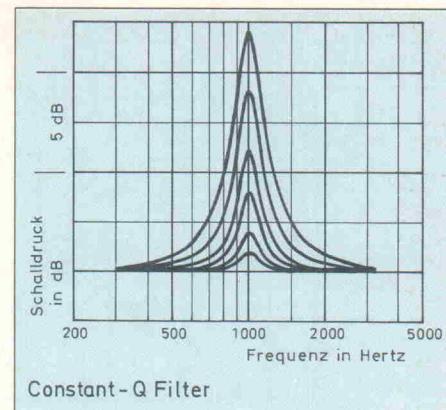


Bild 7. Frequenzgänge eines Filters mit konstanter Güte.

Equalizer-Art allgemein ein musikalisches Verhalten zugesprochen, da schon bei geringer Anhebung ein deutlich hörbarer Effekt eintritt.

Um nun den Variabel-Q-Effekt der Schaltung aus Bild 4a zu beseitigen, 'bräuchte' man eigentlich nur den Wert des Potis weit genug herunterzusetzen, so daß der zusätzliche Wirkwiderstand nicht mehr ins Gewicht fällt. In der Praxis ergibt sich damit allerdings bei einem 10-Band-Equalizer bereits ein so geringer Widerstandwert, daß die Eingänge eines Operationsverstärkers praktisch kurzgeschlossen sind. (Beispiel: Poti 2,5 k, 10 Stück parallel = 250 Ohm.) Doch selbst bei so niedrigen Werten macht sich der zusätzliche Widerstand noch bemerkbar. Es kommt zu einer Klangregelung, die von Electro-Voice 'Constant Range' (zu deutsch: konstanter Bereich!) getauft wurde. Dabei handelt es sich um eine Mischform von Konstant- und Variabel-Q (Bild 6). Ziel: Unabhängig von der gewählten Anhebung/Absenkung soll die Beeinflussung der Nachbarbereiche in vernünftigen Grenzen bleiben. Beim Variabel-Q werden sie im Bereich bis 6 dB bereits stark beeinflußt, beim Konstant-Q im Bereich über 6 dB.

Diese Equalizer-Art ist sowohl zur Frequenzgangkorrektur als auch zur Tonbearbeitung gleichermaßen gut geeignet, da sie die Vorteile von Variabel- und Konstant-Q erfolgreich verknüpft. In der Praxis kommt es durch mangelnde Entkopplung und Einsparung von Bauteilen öfter zu solchen 'sowohl als auch'-Regelungen (insbesondere bei parametrischen EQs). Al-

lerdings ist dem Autor bis jetzt nur ein Hersteller bekannt, der ein solches Gerät anbietet. Dabei ist die Realisierung weder aufwendig noch teuer. Schon die Verwendung von 10 k-Potis bei Gyrorator-EQs bringt einen ähnlichen Effekt. Die Filter könnte man 'blockweise' parallel schalten, um zu niedrige Widerstandswerte zu vermeiden.

Die Schaltung aus Bild 4a zählt wohl zu den meistgebauten, meistkopierten und meistverkauften, läuft sie doch seit über 10 Jahren vom Fließband. Die Stereo-30-Band-Ausführung im 19-Zoll-Gehäuse ist derzeit schon für etwa 500 DM erhältlich. Daher soll eine Besonderheit nicht unerwähnt bleiben. Die meist verwendeten 50 k-Potis verursachen nicht nur den Variabel-Q-Effekt, sondern auch eine nichtlineare Skaleneinteilung. Über einen großen Drehwinkel (oder Schieberegion) des Potis passiert praktisch nichts, am Bereichsende dagegen 'drängeln sich die dBs'. Die Frontplattenbeschriftung ist dagegen meist linear unterteilt, aber nur an den Bereichsenden beschriftet, was natürlich einen anderen Eindruck erweckt. Auch nichtlinear unterteilte Skalen stimmen meist nicht (Bild 4b).

Bild 8 zeigt eine Standardschaltung zur Baß-/Höheneinstellung, hier als Bandpaß. Die erreichbaren Güten sind gering, das Rauschen dagegen gewaltig, da die Rauschanteile aller Filter sich unabhängig von der Reglerstellung geometrisch addieren. Deshalb wird dieser Aufbau praktisch nur bei 3...5-Band-Klangregelungen verwendet. Zudem ist die erreichbare Güte abhängig von der

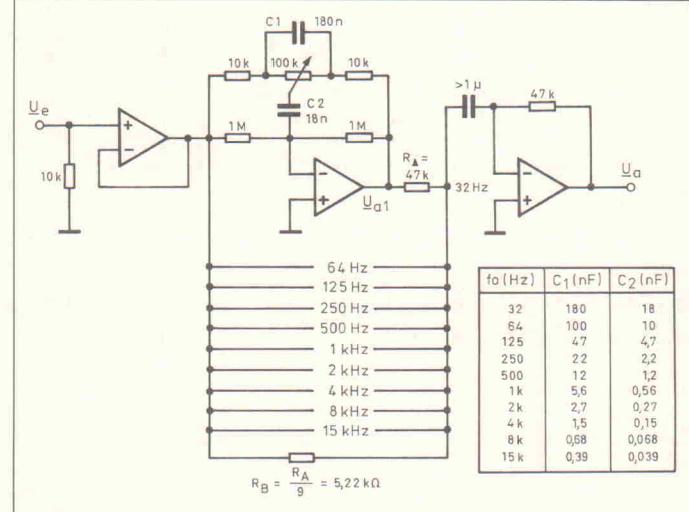


Bild 8. Mehrband-Klangsteller für geringe Ansprüche.

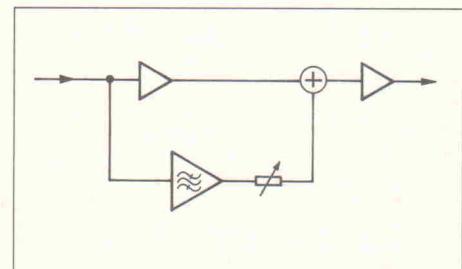


Bild 9. Prinzipschaltbild für ein Konstant-Q-Filter.

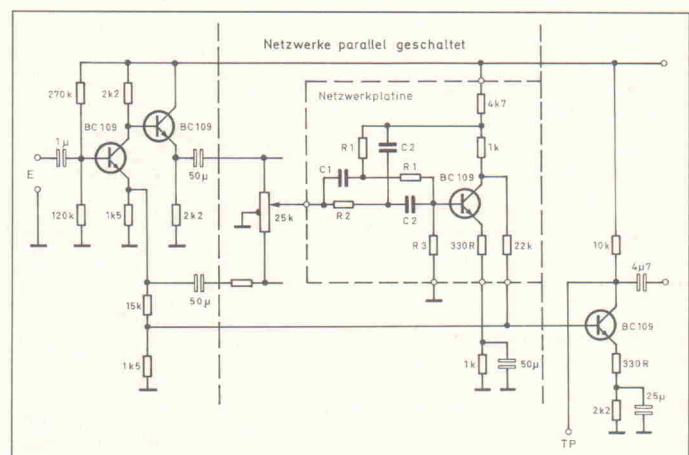


Bild 10. Konstant-Q-Filter mit T-Gliedern in diskreter Schaltungstechnik.

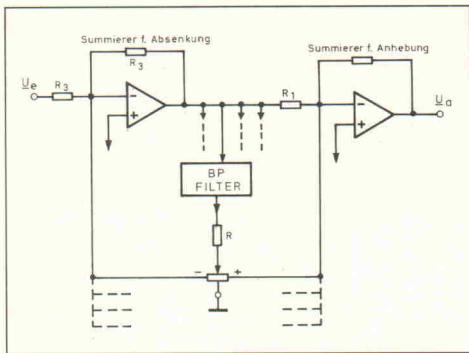


Bild 11.
Modernes Konzept eines Konstant-Q-Equalizers mit Operationsverstärkern.

maximalen Verstärkung bei fm und der Potistellung (Variabel-Q).

Bild 7 stellt das Verhalten eines Konstant-Q-Equalizers dar. Geringe Anhebungen sind kaum hörbar, da aufgrund der geringen Bandbreite nur ein kleines Frequenzspektrum beeinflußt wird. Trotz des Vorwurfs der mangelnden Musikalität ist diese Equalizer-Art in professionellen Tonstudios Standard. Im Gegensatz zum Variabel-Q-Equalizer zeichnet sich diese Schaltung durch recht einfach zu erreichende Rauscharmut aus. Beim Aufbau als grafischer Equalizer entspricht eine durch die Schieberegler dargestellte Kurve recht gut der

tatsächlichen Frequenzgangbeeinflussung. Bild 9 zeigt das Prinzip des Konstant-Q-Equalizer. Dabei durchläuft das NF-Signal in einem Seitenweg einen aktiven Bandpaß und wird danach dem Hauptsignal zugemischt. Bei dieser variablen Zumischung gibt es nun keinen güteabhängigen Effekt mehr.

Für die praktische Realisierung hat man mehrere Möglichkeiten: eine diskret aufgebaute Schaltung zeigt Bild 10. Hierbei dient der Eingangstransistor als Phasensplitter. Es folgt ein mit zwei T-Gliedern aufgebauter Bandpaß, danach werden Original und Filtersignal wieder zusammengemischt. Anhebungen

oder Absenkungen ergeben sich durch die Phasenlage beim Zusammenmischen. Klirrfaktor und Rauschabstand erfüllen die heutigen Anforderungen allerdings nicht mehr.

Bei moderneren Schaltungen mit Operationsverstärkern wird eine Phasensplittung nicht mehr vorgenommen, dafür kommt der Doppelsummierer zum Einsatz (Bild 11). Das Hauptsignal wird zweimal um 180 Grad in der Phase gedreht. Das durch den Bandpaß laufende Signal wird nun dem phasengleichen oder gegenphasigen Punkt zugemischt, woraus sich Anhebung und Absenkung ergeben.

In Bild 12 wird als Bandpaß ein Filter zweiter Ordnung mittlerer Güte mit Mehrfachgegenkopplung verwendet. Die Rauscharmut dieses Equalizers basiert unter anderem darauf, daß dieses Filter recht niederohmige Eingangswiderstände und dadurch eine geringe Eingangsrauschennung aufweist. Die nach außen wirksame Eingangsimpedanz ist jedoch relativ hoch, so daß es bei Mehrfachparallelenschaltung keine Probleme gibt. Natürlich können hier auch alle anderen bekannten Bandpaß-Schaltungen eingesetzt werden. Zur weiteren Verbesserung des Rauschabstandes wird eine Emphasis benutzt, also eine Höhenanhebung vor und -absenkung nach den Summierern. Dies beruht auf der allgemeinen Erkenntnis, daß sehr hochfrequente Anteile im NF-Spektrum niemals mit dem maximal möglichen Pegel wiedergegeben werden. Vor dem Equalizer ist eine Pegelanpassung von ± 12 dB möglich, die ebenfalls bei vielen Geräten anzutreffen ist und dazu dienen soll, Lautstärkeunterschiede nach erfolgter Entzerrung auszugleichen. Bei einigen wenigen Geräten erfolgt die Anhebung nach den Filtern, so daß zusätzliches Rauschen erzeugt wird.

Bild 13 zeigt nun die schon erwähnte 'Constant Range'-Variante. Auf den ersten Blick ein Konstant-Q-Gerät, das Filter ein Bandpaß mit Einfachmitkopplung. Der schwach güteabhängige Effekt wird mit $R'g$, $R'H$ und dem Poti erzeugt. Die Güte des Bandpasses wird durch die Verstärkung des OPs (Teiler $R'E$ zu $R'F'$) sowie den Grad der Mitkopplung durch $R'D$ und $R'B'$ festgelegt. In der Schleifer-Endstellung arbeitet $R'g$ auf den virtuellen Massepunkt, also muß $R'H$

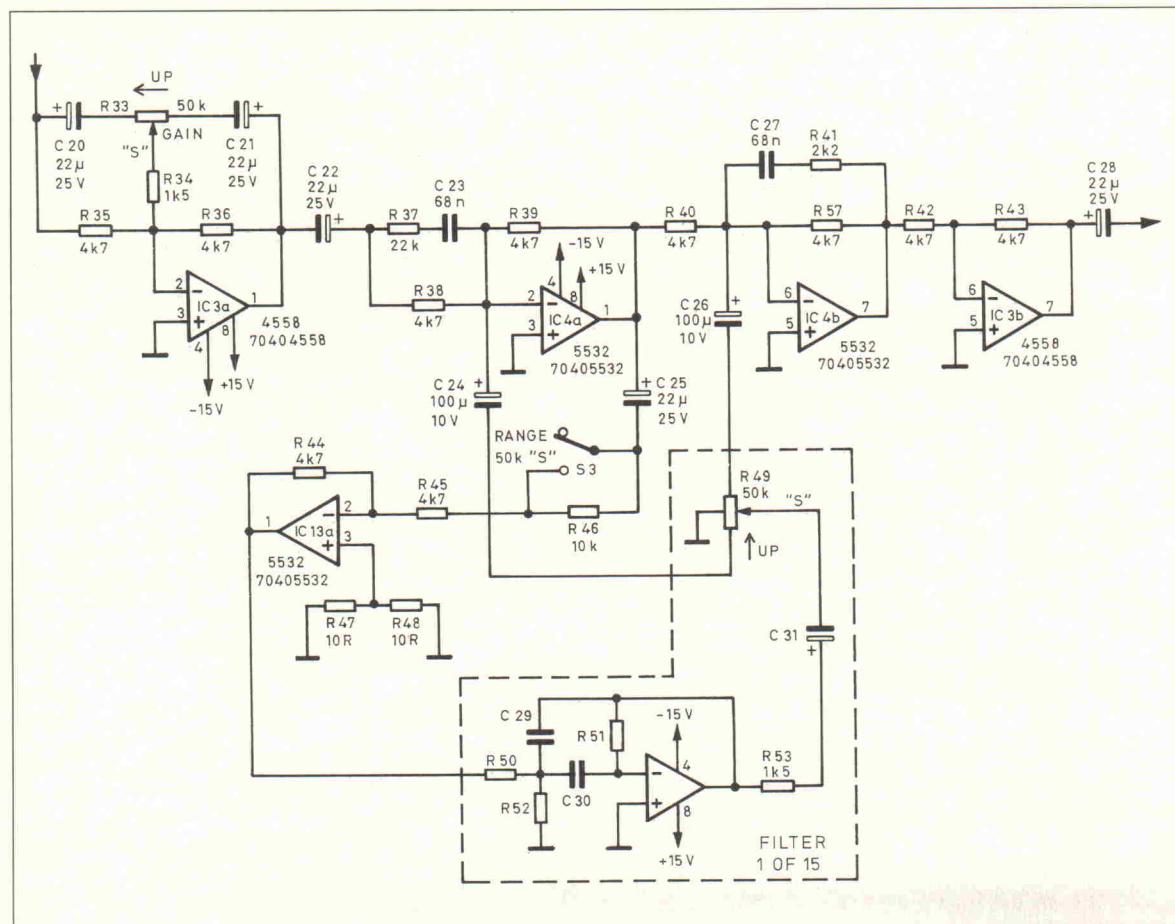


Bild 12.
Industrieschaltung von Peavey mit einem 12 dB-pro-Oktave-Bandpaß.

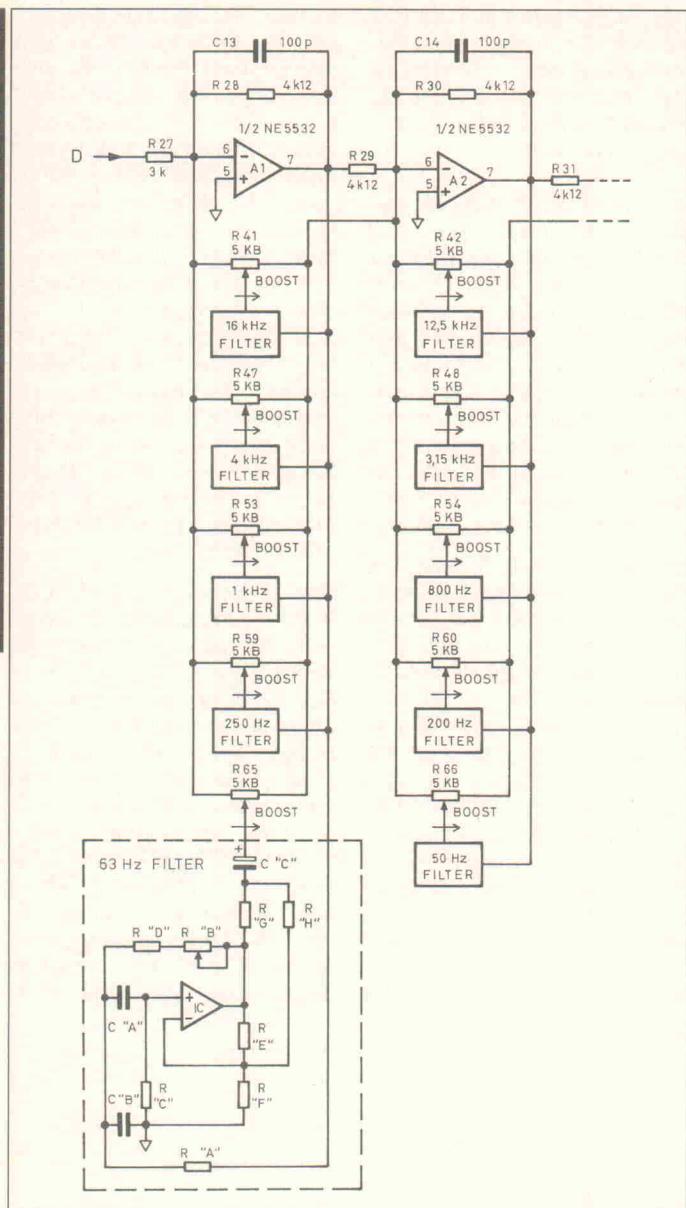


Bild 13. 'Constant Range'-Schaltung von EV.

parallel zu $R'F'$ gesehen werden (Erhöhung der Güte). In anderen Schleiferstellungen gelangt ein Teil des Ausgangssignals über $R'H'$ auf den invertierenden Eingang des OP zurück, was gleichbedeutend einer Verringerung von $R'E'$ und damit Verringerung der Güte ist. Da wegen des geringen Potiwertes nur wenige Filter parallel geschaltet werden können, werden die Filterblöcke (Doppelsummierer) als Mehrfachreihenschaltung realisiert.

In Bild 14 wurde der Klassiker unter den professionellen Terzband-Equilizern (Bild 3) auf den neusten Stand der Technik gebracht, das heißt die LRC-Filter durch gleichwertige elektronische ersetzt. Der Standard-Gyrorator ist dazu nicht in der Lage, denn bei der für Terzabstände erforderlichen Güte von etwa 5 (2/3 Oktav etwa 3) neigt er zu Instabilitäten und Asymmetrien. Diese hochwertige Ausführung dagegen ist rauschärmer als die einfache aus Bild 4, gleichzeitig werden bessere Daten bezüglich Serien-Parallel-Widerstand der nachgebildeten Induktivität erreicht. Der sehr niedrige Wert der Impedanz bei Resonanzfrequenz lässt sich schon anhand des geringen Wertes von $3k9$ für R_v/R_k (bei ± 12 dB Regelmöglichkeit) erkennen.

Leider wurde der Rest der Schaltung nicht auch aktualisiert: die 50 k-Pots bedeuten eine ausgeprägte Variabel-Q-Charakteristik sowie ungünstige

Skaleneinteilung, die Reihenschaltung der Filter führt zu Pegelüberhöhungen und großen Phasenverschiebungen.

Immer liest man in Anleitungen und Fachbüchern, daß bei Parallelschaltung von Filtern sich diese gegenseitig beeinflussen, es also vorteilhaft wäre, die Filter jeweils mit einer eigenen Entkopplungsschaltung auszustatten. Bei gängigen 5fach Parametrik-Equalizern sind beispielsweise alle 5 Filterstufen einzeln aufgebaut, entkoppelt und in Reihe geschaltet. Die Schaltung nach Bild 14 und 13 zeigt die Anwendung bei grafischen Equalizern. Benachbarte Filterfrequenzen werden auf eigene Differenzverstärker oder Summierer geschaltet, was zu einer Reihenschaltung bei selbigem führt. Dazu einige Messungen: Frequenzschrieb 1 zeigt die Anhebung von zwei benachbarten Frequenzen eines Konstant-Q 2/3-Oktav-Equalizers in Reihenschaltung, erst einzeln, dann gleichzeitig.

Wie nicht anders zu erwarten war, addieren sich die beiden Kurven; es kommt zu einer starken Überhöhung der Anhebung. Schrieb 2 zeigt das gleiche bei der Parallelschaltung. Deutlich zu erkennen, daß hier diese Überhöhung kaum auftritt. Da bei Konstant-Q-EQs eine Filterbereichsüberlappung erst bei starken Anhebungen eintritt, ist der Unterschied zwischen Parallel- und Reihenschaltung in der Anwendung nicht so auffällig wie bei einem Variabel-Q. Schrieb 3 zeigt deshalb die Anhebung von drei benachbarten Frequenzen bei letztergenannter Schaltungsart um 3 dB. Die weite Bereichsbeeinflussung führt schon bei Parallelschaltung zu einer erstaunlichen Pegelüberhöhung, die Reihenschaltung verstärkt dies im mittleren Bereich noch weiter.

Natürlich gilt dies genauso für die Phasenverschiebung, die im letzten Beispiel unterhalb der höchsten Filtermittelfrequenz auftritt.

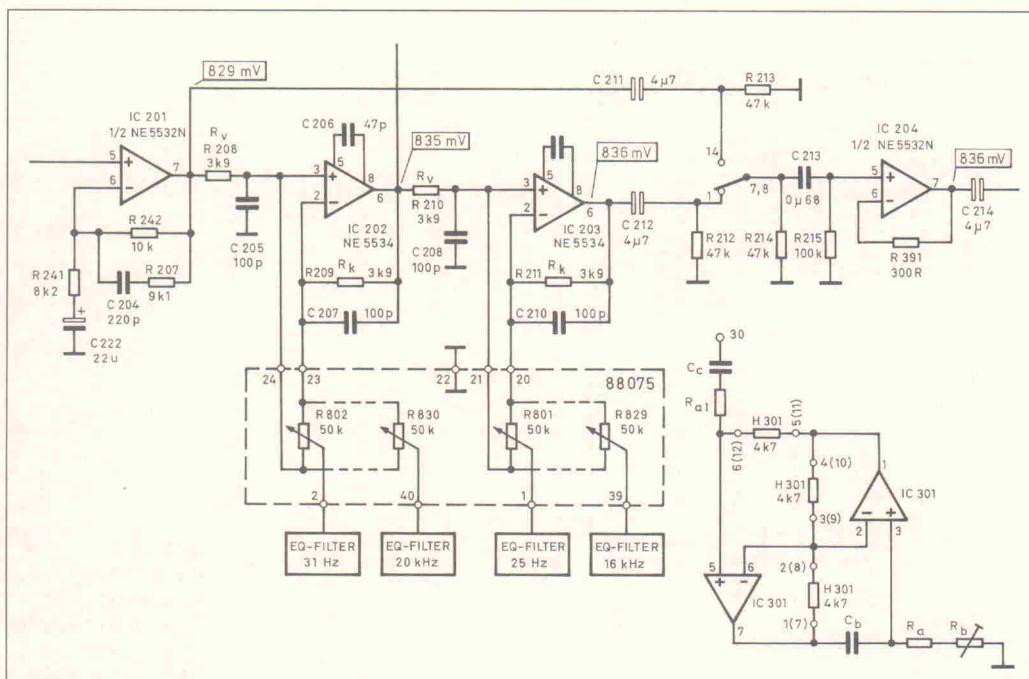
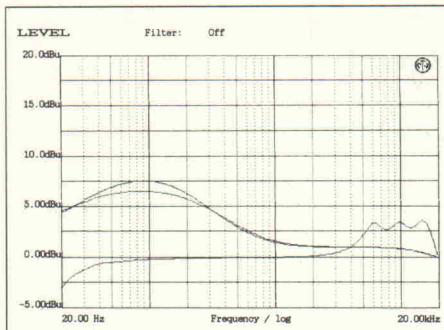
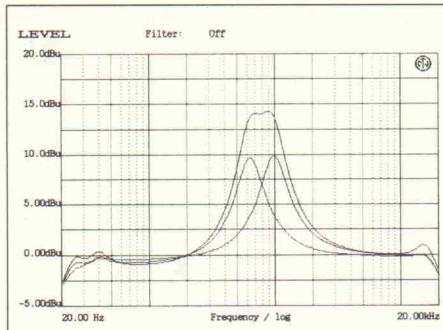


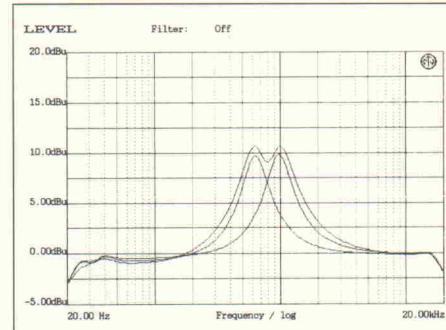
Bild 14. Terzband-Equalizer von Dynacord in moderner Schaltungstechnik.



Frequenzschrieb 1 zeigt die Anhebung von zwei benachbarten Kanälen bei reihengeschalteten Filtern.



Frequenzschrieb 2. Hier sieht man Bandpässe mit der gleichen Einstellung wie bei Schrieb 1, jedoch resultiert der Gesamtfrequenzgang aus parallel-geschalteten Filtern.



Frequenzschrieb 3. Unterschiedliche Pegelüberhöhungen bei Variabel-Q-Filtren in Reihenschaltung (größere Anhebung) und in Parallelschaltung (kleinere Anhebung).

quenz bis +45 Grad erreicht, und dies bis weit unter die eigentliche Beeinflussung hinaus, während sie bei Parallelschaltung praktisch vernachlässigbar ist.

Gleichzeitig verdeutlicht Schrieb 3 die Vorteile der Konstant-Q-Technik. Der Versuch einer gleichmäßigen Bereichsanhebung entspricht der Reglerstellung. Die durch die Schmalbandigkeit der Filter erzeugte Restwelligkeit kann vernachlässigt werden. Kritisch wird es erst im

Live-Einsatz. Einzeln betätigte Regler wirken wie Nadeln im Frequenzgang, was zu unerwünschten Nebeneffekten führen kann (z.B. Feedback im PA-Einsatz).

Zusammengefaßt bedeutet dies:

- a) sowohl bei Reihen- als auch bei Parallelschaltung beeinflussen sich die Filter gegenseitig;
- b) der dabei erzeugte 'Fehler' bezüglich Phase und Amplitude ist bei Parallelschaltung grundsätzlich geringer;

c) bei Parallelschaltung ergibt sich außerdem ein besserer Rauschabstand, da sich die Rauschanteile bei Reihenschaltung addieren, bei Parallelschaltung dagegen geometrisch addieren.

Bei Konstant-Q-EQs in Paralleltechnik (allgemein üblich) entspricht die Schieberreglerstellung recht gut der Frequenzgangbeeinflussung. Bei Variabel-Q-EQs in Parallel- oder Serientechnik ist dagegen Mitdenken angesagt, die Regler-

stellung ist wenig mehr als ein grober Anhalt.

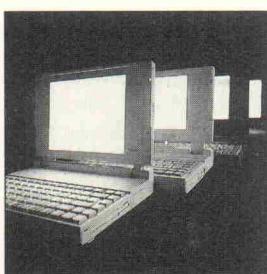
Es gibt also folgende Unterscheidungsmerkmale: Variabel-Q, Konstant-Q, Konstanter-Bereich (Misch-Q), sowie der Aufbau in paralleler oder serieller Technik. Leider tun viele Hersteller so, als wäre ihr EQ etwas vollkommen neues und anderes – mit unglaublichen Wortschöpfungen wird mehr verschleiert als erklärt. Hier hilft nur ein Blick ins Schaltbild oder eine kurze Messung!

Das bringen

Änderungen vorbehalten



Heft 6/92
erscheint
am 14. Mai



Tragbarer Kompromiß

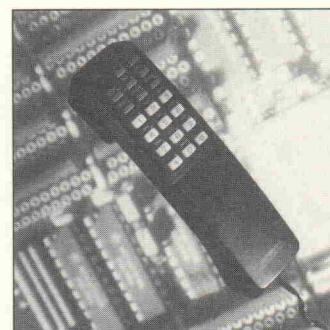
Eine neue Notebook-Generation verspricht Portabilität ohne faule Kompromisse: Die stromsparenden SL-CPUs von Intel und AMD sollen bei voller PC-Rechenleistung einen mehrstündigen netzunabhängigen Betrieb gewährleisten.

Ins Licht gerückt

Zum PC-Standardbetriebssystem gibt es Alternativen jeder



Heft 5/92
ab 30. April
am Kiosk



Elektronische Piloten

Wer denkt bei 'Navigation' nicht an Sextant, Logarithmentafel, Kartenwerke und – an die Seefahrt. Doch es wird nicht mehr allzulange dauern, dann haben die Hilfsmittel klassischer Positions- und Kursbestimmung in der nautischen Praxis endgültig ausgedient. Computerunterstützte Satellitennavigation bestimmt mehr und mehr das Geschehen.

DCE im Detail

Mit Release 1.0 des Distributed Computing Environment (DCE) will die OSF die Entwicklung herstellerunabhängiger Systemumgebungen ein gutes Stück vorantreiben. Eine neue iX-Serie beschäftigt sich mit den DCE-Implementationsspezifikationen am Beispiel von Threads.

Unix für Mehrwertdienste

In dem intelligenten Telefonnetz, das die Telekom zur Zeit testet, soll es keine überlasteten Leitungen mehr geben. Ein Unix-basierter Leitstand sorgt für die nötige Koordination.

Drahtloser Datentransfer

Datenkommunikation muß kein Synonym für Verdrahtung sein. Was heute über Laser, Funk und Satelliten gemacht wird, wie es funktioniert, und warum auch in Inhouse-LANs drahtlose Datenübertragung Sinn macht – das Schwerpunktthema der nächsten iX informiert Sie über das, was Sie morgen wissen müssen.



Einstieg in die digitalen Modulationsverfahren

Im zehnten und letzten Kapitel geht es um die 'Anwendungen für digitale Modulation', und die lauten: GSM (Group Speziale Mobile), DECT (Digital European Cordless Telephony), PCN (Personal Communication Network), CT2 (Cordless Telephone 2. Generation), CT3 und ADC (American Digital Cellular). Die hier angewandten Quadratur-Modulationsverfahren seien 'den Spezialisten der PCM-Technik und der Fernsehtechnik seit Jahren geläufig', heißt es im Vorwort, und weiter: 'In den übrigen Teilbereichen der Nachrichtentechnik sind diese Verfahren weitgehend unbekannt und nur selten Bestandteil der Ausbildung an Technikerschulen und Universitäten.'

Die Autoren verzichten auf umfassende mathematische Darstellungen und Herleitungen, um allen Lesern einen möglichst einfachen Übergang von den analogen Modulationsarten zu den entsprechenden digitalen Verfahren zu ermöglichen. fb



Miniaturisierung auf Baugruppenebene

Das vorliegende Buch, Band 9 der Reihe Mikroelektronik von Hüthig, setzt bei der Feststellung an, daß der große Niveau-Unterschied zwischen der monolithisch integrierten Funktion der Chips und der Funktion auf Baugruppenebene verringert werden muß, damit 'die monolithisch realisierte Mikro-Sytemfunktion mit möglichst geringer Volumenerweiterung einer Anwendung zugänglich gemacht werden kann.'

COB (Chip and Wire on PC-Board), TAB (Tape Automated Bonding), Silicon on Silicon sind beispielsweise solche Verfahren, die neben herkömmlichen Hybridtechnologien und neuen Aufbau- und Verbindungstechniken diskutiert werden. Auch die Qualitätssicherung, Passivierung und Außenkontaktierung spricht der Autor an, der im Hinblick auf Miniaturisierung optoelektronische Bauelemente und Verfahren auffällig stark berücksichtigt. fb

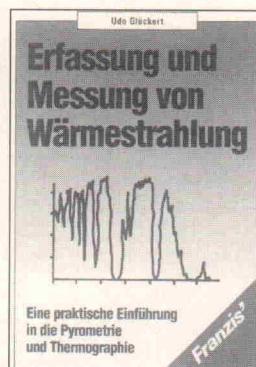


Grundlagen der elektronischen Schaltungstechnik

Was 'der' Tietze/Schenk für den Theoretiker, ist das vorliegende Werk für den Praktiker. Die Qualität von Inhalt und Ausstattung rechtfertigt den ebenso ansehnlichen Preis.

Ausgehend von den Eigenschaften von Dioden, Transistoren, Feldeffekttransistoren und Operationsverstärkern werden sozusagen sämtliche Grundschaltungen der Analog- und Digitaltechnik durchgesprochen. Daß bei einem Umfang von 375 Seiten dann beispielsweise für das Rumpffilter oder Schieberegister 'nur' noch eine Seite übrigbleibt, liegt in der Natur solcher 'Bücher'. bp

Der fast vollständige Verzicht des Autors auf mathematischen Ballast mag von Integral-sicheren Lesern zwar bedauert werden; dieser vermeintliche Mangel wird aber mit vielen Abbildungen und Diagrammen mehr als wettgemacht und zeigt, für welche Zielgruppe das Buch gedacht ist: Auszubildende der diversen Elektronik-Zweige, Autodidakten, Elektronik-Einsteiger und nicht zuletzt Studenten. rödoe



Erfassung und Messung von Wärmestrahlung

Udo Glückert befaßt sich in seinem Buch aus der Sicht des Praktikers mit dem Einsatz von Pyrometern beziehungsweise Strahlungsthermometern. Neben grundlegenden Informationen über Möglichkeiten und Anwendungsbereiche der berührungslosen Temperaturmeßtechnik gibt der Autor eine Einführung in die Thermografie (Erfassung und Darstellung von Temperaturszenen), die von einer ausführlichen Darstellung der Thermografiesystemmeßtechnik ergänzt wird. Für experimentierfreudige Einsteiger enthält das Buch eine einfache Anleitung zum Selbstbau eines Pyrometers. bp



Elektromagnetische Verträglichkeit

Mit dem Vordringen elektronischer Gerätsysteme im Automatisierungsbereich verschärft sich die Problematik des elektromagnetisch verträglichen Zusammenspielens unterschiedlichster Betriebsmittel. Das vorliegende Buch bietet Entwicklern und Konstrukteuren, aber auch Servicefachleuten eine umfassende Einführung, ihr Aufgabengebiet auch aus dem Blickwinkel 'EMV' zu sehen.

Neben einer Darstellung der wichtigsten Beeinflussungsmechanismen auf der Grundlage leicht faßlicher Modellvorstellungen sowie der daraus ableitbaren Gegenmaßnahmen gibt der Autor auch Hinweise, wie Störgrößen beschrieben und gemessen, Prüfsignale generiert und Verträglichkeitsprüfungen an Geräten durchgeführt werden können. Die Beschreibung wichtiger Entstör- und Schutzkomponenten rundet die praxisnahe Betrachtung des Themas ab. bp

**Gerhard Sonde,
Klaas N. Hoekstein**
**Einstieg in die digitalen
Modulationsverfahren**
München 1992
Franzis-Verlag
170 Seiten
DM 49,-
ISBN 3-7723-5872-1

Thomas Hoffmann
**Miniaturisierung auf
Baugruppenebene**
Heidelberg 1992
Hüthig Verlag
319 Seiten
DM 89,-
ISBN 3-7785-2025-3

Helmut Stoiber
**Grundlagen der
elektronischen
Schaltungstechnik**
München 1992
Franzis-Verlag
375 Seiten
DM 79,-
ISBN 3-7723-4401-1

Udo Glückert
**Erfassung und Messung
von Wärmestrahlung**
München 1992
Franzis-Verlag
153 Seiten
DM 39,80
ISBN 3-7723-6292-3

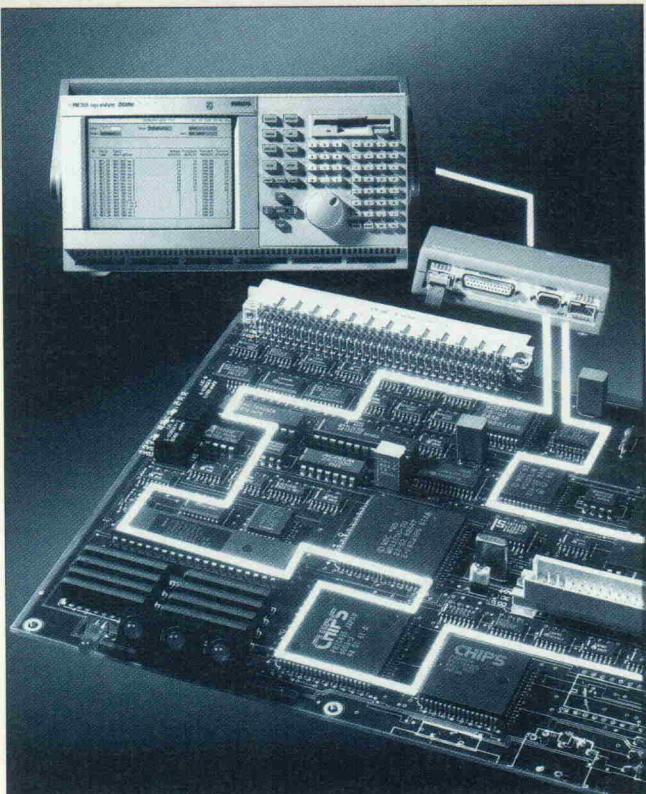
Ernst Habiger
**Elektromagnetische
Verträglichkeit**
Heidelberg 1992
Hüthig Verlag
200 Seiten
DM 49,-
ISBN 3-7785-2092-X

Im Testen was Neues

Boundary Scan Test/JTAG, Teil 3: JTAG-Praxis, Einsteigerhilfen, Ausblick

Jos Verstraten

Vier Test-Pins verändern die Chip-Welt: Die JTAG-Norm (Boundary Scan Test) beschert den digitalen ICs neue Anschlüsse – für den Testbus.



In den vorangegangenen beiden Teilen des Beitrags wurden die Notwendigkeit eines neuen Test-Standards, seine Entstehung, seine Vorteile, die Architektur der JTAG-Logik mit den verschiedenen Registern und die Befehle dargestellt. Abschließend folgt hier ein kurzer Blick in die Test-Praxis und auf

die Möglichkeiten zum konsequenten Einstieg in die Design-for-Test-Welt.

INTEST

Dies ist der On-Board-Test eines BST-IC, dessen Kern-Logik vollständig gegen seine elektromechanische Umgebung isoliert ist. Die Testvektoren müssen

zunächst geladen werden. Was der Chip aus den Eingangszuständen macht, erscheint in den Ausgangs-Registerzellen; die Daten werden aus dem Register hinausgeschoben und können analysiert werden. Bild 20 zeigt den Datenfluß bei INTEST.

Ein Bauelement kann nur per INTEST untersucht werden, wenn es im Single-Step-Modus arbeiten kann. Während der Ausführung von INTEST kann das Element mit einem Takt versorgt werden; welche Möglichkeiten es dafür gibt, zeigt der Standard IEEE 1149.1 anhand von Beispielen.

Die Testsignale, die von den BSR-Zellen zur Kern-Logik gelangen, können nur im Update DR-Modus des TAP-Controllers verändert werden, zum Zeitpunkt der negativen TCK-Flanke. Ausgangssignale der Kern-Logik werden im Modus Capture DR mit der positiven TCK-Flanke in das BS-Register geladen.

RUNBIST

Dieser Befehl – Run Built In Self Test – initialisiert alle in den ICs implementierten Selbsttests. Damit die vollständige Ausführung aller Selbsttests gewährleistet ist, muß der Befehl für eine bestimmte Zeit, die durch eine bestimmte Anzahl von Taktimpulsen vorgegeben wird, aufrechterhalten bleiben. Die Länge der Impulsfolge geht aus dem Datenblatt des BST-Bauelementes hervor.

Bevor RUNBIST ausgeführt werden kann, muß der TAP-Controller im Modus RUN TEST/IDLE sein. Das Ergebnis des Selbsttests wird in einem der Test Data Register gespeichert; dieses muß anschließend in die TDI/TDO-Pipeline eingefügt werden.

Ein Blick in die Praxis

Die Beschreibung des neuen Test-Standards läßt keinen Zweifel:

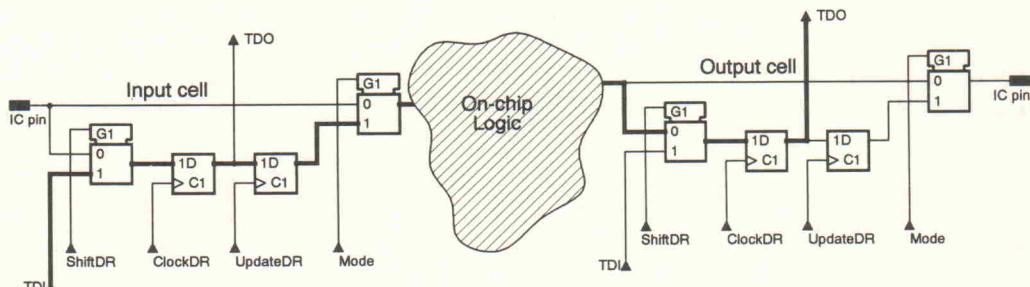


Bild 20. Bei INTEST steht – im Gegensatz zu EXTEST – wieder der Chip im Mittelpunkt.

Top aktuell: Telefonkatalog

(farbig) von Tele-Profi !!!

Telefone u. Zubehör, alle postzulassen!
Sofort anfordern gegen DM 4,00 in Briefmarken.



Schnurloses Telefon Stabo, ST 960'
12-Stunden-Akkukapazität, integrierte
Antenne im Handteil, Reichweite bis
300 m, postzulassen

Telefone, Telefon-Zentralen, Faxgeräte,
Kabel, Dosen - alles postzulassen sofort
ab Lager lieferbar.

KENWOOD- Oszilloscope

CS-4025 20MHz/2 Kanal 1.055,-
CS-4035 40MHz/2k/12kV 1.505,-
CS-5130 40MHz/Readout 2.330,-
CS-6030 100MHz/4K 17kV/Readout 4.959,-
CS-6040 150MHz/4K/20kV 100 Speicherpl. 5.979,-
CS-8010 2K-DSO, 10Ms 3.876,-
DCS-8200 Programmierbares 2K-DSO, 20Ms 7.484,-
Weitere Modelle auf Anfrage

HF-Leistungstransistoren

Typ	Frequenz MHz	VCEO V	IC A	Ptot W	Pout W	DM
MRF237	136-174	18	1,0	8,0	4	11,00
MRF238	136-174	18	5,0	65	50	47,50
MRF240	136-176	18	20,0	250	75	92,00
MRF247	136-176	18	20,0	290	00	84,00
MRF422	1,5-30	20	20,0	290	50	11,00
MRF424	1,5-30	40	20,0	250	80	58,00
MRF454	1,5-30	25	15,0	175	60	44,00
MRF455	1,5-30	18	10,0	100	20	69,00
MRF476	1,5-30	18	1,0	10	3	12,00
MRF477	1,5-30	18	5,0	87,5	40	38,00
MRF497	1,5-50	18	6,0	87,5	40	58,00
MRF644	407-512	16	4,0	103	25	79,00
MRF646	407-512	16	9,0	117	40	83,00
MRF648	407-512	16	10,0	175	60	98,00
2NS944	407-512	16	0,4	5,0	2	32,00
2NS945	407-512	16	0,8	15	4	34,50
2NS946	407-512	16	2,0	37,5	10	44,00
2NS947	136-174	18	1,0	12	4	28,00
2NS981	136-174	18	2,5	31	15	33,00
2NS983	136-174	18	5,0	65	30	39,00
2NS984	136-174	18	7,0	80	40	44,00
2SC2290	2-30	12			80	82,00
2SC2879	2-30	12			120	99,00
2SC2892	2-30	12			15	55,00
2SC2907	2-30	12			85	125,00
A4017	ausgemessenes äquivalentes Paar					245,00

Japanische ZF-Filter 7x7
Stück: 1-9 ab 10
455 kHz, gelb 2,10 1,85
455 kHz, weiß 2,10 1,85
455 kHz, schwarz 2,10 1,85
10,7 MHz, orange 2,00 1,80
10,7 MHz, grün 2,00 1,80

Spezialbauteile

AA 119	0,60	MV 601	14,40
BA 379	1,00	NE 592	2,85
BAR 28	3,50	NE 5534	3,90
BF 981	2,85	OM 350	28,00
BF 982	3,20	OM 361	28,00
BIG 65	15,50	SL 440	8,50
BS 290	1,50	SL 560	12,90
BS 291	1,50	SL 660	12,00
CA 3130	4,90	SL 561	13,10
CF 300	5,55	SL 565	22,00
CN 417	1,00	SL 952	29,50
HPF 511	135,00	SL 1451	39,90
HP 2800	4,95	SL 1452	29,90
IE 500/HPF 505	39,50	SLB 586	11,50
LM 311	1,90	SP 1648	18,80
MC 1330	7,90	SP 5060	29,50
MC 1350	4,90	SP 8793	29,00
MC 3357	9,90	SP 8620	97,55
MC 3359	11,90	SP 8630	79,50
MC 3361	11,90	TBA 1440	17,50
MC 3362	11,90	TDA 5660	9,90
MC 145106	28,00	TUA 2005	18,80
MC 145152	39,00	U 24008	9,90
MAX 691	18,00	ULN 2803	2,80
MSA 0685	9,90	XR 1010	9,90
MV 500	11,50	XR 1015	22,50

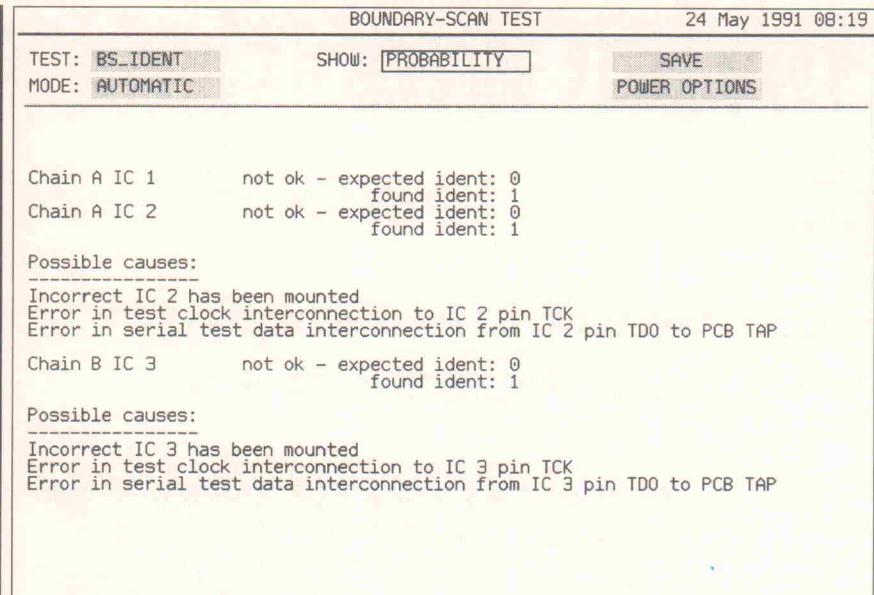
HF-Bauteile-Katalog gegen DM 2,50 in Briefmarken

50 Ω Koax-Relais
(bis 1000 MHz) Print-montage
CX 120P 43,-

LAUERÖFFNUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30-12.30,
14.30-17.00 Uhr. Samstag 10-12 Uhr. Mittwochs nur
vormittags!
Täglicher Schnellversand per Post + UPS.

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, Abteilung EK40, W-2800 Bremen 1,
Fax: 0421-372714, Telefon: 0421-353060



Entwicklung

JTAG ist eine komplexe Technik. Es muß deshalb unbedingt nach dem Zeitaufwand für die notwendigen Vorbereitungen gefragt werden. Dazu ein Beispiel.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, besteht der Erweiterungsset PF 8660/30 für die Philips-Logik-Analysatoren der Familie PM 3580 aus einer Adapterbox zur Verbindung des Analysators mit dem Testbus, der PC-Software zur Erzeugung der Testvektoren und der Diagnose-Software, die im LA installiert wird.

Die Erzeugung der Testvektoren beginnt mit dem 'net assign-

ment file'; es enthält zum einen Netzlisteninformationen der Schaltung (hier kann durch Kopplung mit der CAD-Software eine erhebliche Zeitsparnis auftreten), zum anderen enthält das File Informationen über die Zusammensetzung der Boundary-Scan-Kette auf der Platine, zum Beispiel sind alle BST-Zellen hinsichtlich ihrer Funktion - Eingang/Normal-Ausgang/Tristate-Ausgang/bidirektional zu kodieren. Anschließend werden die Testvektoren automatisch generiert, ebenso automatisch erfolgt die abschließende Umsetzung aller Testvektoren in das serielle Testprotokoll.

Im nächsten Schritt wird die Verbindung zum Test-Board hergestellt; das Protokoll wird in den Logik-Analysator geladen und ausgeführt. Die ersten Testergebnisse erscheinen nach wenigen Sekunden auf dem Monitor des LA. Bild 21 zeigt ein Beispiel: Diagnose ist nicht alles - dazu gehören auch 'Vorschläge', wo Fehler zu suchen sind.

Fazit

Boundary Scan Testing ist eine revolutionäre Entwicklung in der Elektronik, freilich nicht die erste. Doch es gibt Anlaß für einige kritische Randbemerkungen.

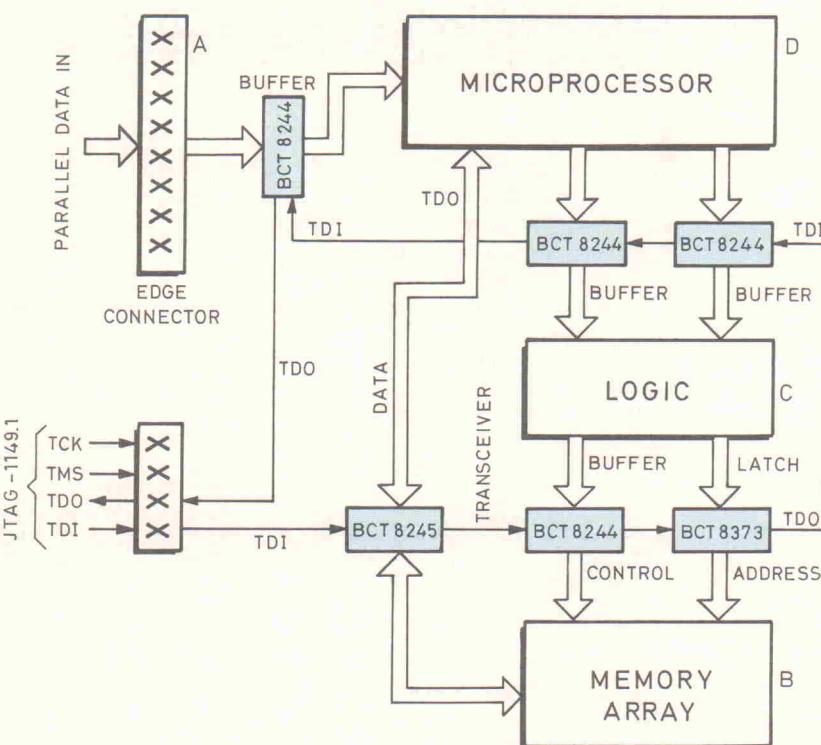


Bild 22.
Herkömmliche
Elektronik im
Griß neuartiger
Testmethoden:
Computer-Board
mit (boundary-
scan)-testbaren
Funktions-
gruppen.

Boundary Scan Testing ist reine Digitaltechnik und nur auf digitale Bauelemente und Systeme anwendbar. Da aber fast alle Platinen, sogar Computer-Motherboards, zugleich Analogbereiche beinhalten, muß JTAG praktisch immer mit traditionellen Testmethoden ergänzt werden.

Es wird noch etliche Jahre dauern, bis die Halbleiterindustrie selbst vollständig 'normgerecht' ist, sprich: alle benötigten Bauelemente normgerecht produziert. Diese Umstellungsverzögerung wirkt sich auf die allgemeine Einführung von JTAG jedoch nur abgeschwächt aus, denn auch herkömmliche ICs lassen sich hilfsweise (boundary-scan-)testen.

Bild 22 zeigt die Blockschaltung eines Mikroprozessor-Systems mit CPU, Logik- und Speicherbereich. Zwischen diesen Funktionsgruppen sind bidirektionale JTAG-Pufferstufen (Texas Instruments) angeordnet, die den Test zwar nicht auf Chip-Level, aber immerhin auf Block-Niveau zulassen.

Workshops, Seminare: Bitte einsteigen

Mit Schulungen unterstützen Anbieter von JTAG-Testsystemen ihre Produkte. Eintägige Workshops mit begrenzter Teilnehmerzahl veranstaltet beispielsweise Synatron, 8011 Grasbrunn. Das Thema lautet:

Boundary-Scan Test-Controller von Göpel Electronic GmbH, vollkompatibel zum Testbus-Standard IEEE 1149.1.

Die Programmfpunkte im einzelnen: Applikationshistorie Jenoptik Carl Zeiss Jena/Göpel Electronic; Boundary-Scan Teststrategien; Features der Boundary-Scan Testkomponenten; Hardware und zusätzliche Ressourcen; Softwarearchitektur von CASCON 100; Bibliotheksauflaufbau; Kommunikation mit CAE/CAT-Systemen; Multi-Mode Debugger; Architektur der ATG Software GALAXY 1; Kommunikation mit CAD/CAF-Systemen; Interconnection Test; Fehlerdiagnose; Systempräsentation an Beispielen;

Boundary-Scan mit IEEE-488 Geräten und In-Circuit-Testern.

Das Seminar, das jeweils in Grasbrunn stattfindet, kostet DM 150,- zzgl. MwSt., einschließlich Workshopmaterial, Mittagessen und Getränken. Termine: 25. Juni, 17. September und 26. November 1992. Außer den Workshops bietet Synatron auch 'Boundary Scan Technik'-In-House-Seminare beim Kunden an. Die Themen:

1. Tag:

- Erläuterung der Grundelemente des Testbusstandards
- Beschreibung der Funktionsmodi der Testregister
- Testbusvernetzung auf Board- und Systemebene
- Praktische Demonstrationen

2. Tag:

- Grundlagen des hierarchischen Testens
- Diskussion der hierarchischen Testprozedur
- Einsatz spezifischer Testprozeduren
- praktische Demonstrationen für alle Testprozeduren

Die Seminarkosten betragen DM 4 600,- plus DM 250,- pro Teilnehmer zzgl. MwSt. Jeder Teilnehmer erhält einen vollständigen Unterlagensatz. Individuelle Schwerpunkte können berücksichtigt werden.

Synatron
Bretonischer Ring
Technopark Neuherloch
8011 Grasbrunn
Tel.: 0 89/4 60 20 71
Fax: 0 89/4 60 56 61

Texas Instruments veranstaltet zum Boundary-Scan-Testsystem SCOPE dreitägige Workshops in Freising. Einige der Programmfpunkte lauten:

- Status des JTAG/IEEE-Standards
- Systemtest mit JTAG Boundary Scan Technik
- Hierarchische Teststrategie vom System zum IC
- Die Hardwarerealisierung der SCOPE-Testzelle und deren Befehle
- Übungen mit Training-Module
- Das SCOPE-Programm von Texas Instruments
- ASIC-SCOPE-Testzellen

NUTZEN SIE IHR ELRAD - ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller **ELRAD**-Ausgaben 1/78–12/91 gibt's jetzt auf Diskette (Rechnerotyp umseitig)

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon



Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
D-3000 Hannover 61

- Aufbau und Dekodierung einfacher BIST-Routinen
- Anwendungen von Flash EEPROM
- Boundary Scan Technik aus der Sicht eines ATE-Lieferanten
- SCOPE-Demonstrationssystem
- Anwendungsbeispiele für den Modul- und Speichertest, A/D-Funktionen und Verdrahtungslogik
- Trends und Ausblick

Die Gebühr beträgt DM 2 240,- zzgl. MwSt. inclusive der Seminarunterlagen und der technischen Dokumentationen.

Der nächste Workshop findet vom 14. bis 16. Juli 1992 statt. Weitere Termine sind in Vorbereitung. Auch In-House-Veranstaltungen sind möglich.

Scan Educator

So nennt TI sein interaktives Lernprogramm, das den Entwickler schrittweise in die JTAG-Grundlagen einführt. Das menügesteuerte Programm ermöglicht dem Benutzer, die

Lerngeschwindigkeit selbst zu bestimmen, und bietet sowohl Informationen als auch bewegte Boundary-Scan-Simulationen. Der Anwender wird darüber hinaus nach und nach mit ASSET, dem Boundary-Scan-Diagnosesystem auf PC-Basis von Texas vertraut gemacht. Praktische Übungen verdeutlichen die Arbeitsweise der Scope-Octal-Bausteine auf Register- und TAP-Ebene (Test Access Port).

Mit dem Scan Educator lassen sich Kenntnisse über die Boundary-Scan-Architektur, das zugehörige Protokoll sowie alle Befehle aneignen. Das Lernprogramm gliedert sich unter anderem in folgende Kapitel:

Einführung in den Scan Educator:

- Dieses Kapitel führt in das Lernprogramm ein. Es lässt sich mit der Tastatur oder der Maus steuern. Einführung in den Testbarkeitsstandard IEEE 1149.1.
- Testfragen und Testprobleme, mit denen sich Hersteller von Elektronikbausteinen konfrontiert sehen.

- Gründe für die Entwicklung des Testbarkeitsstandards.

- Ausführliche Beschreibung der Spezifikationen des Testbarkeitsstandards bezüglich Architektur, Protokoll und Befehlssatz.

In den nächsten drei Abteilungen können sich die Benutzer anhand von Simulationsmodellen der TAP-'State-Machine' und der Scope-Octal-Bausteine von TI ausführlich über die Implementierung des Standards 1149.1 informieren.

TAP-Kontrolltests:

- Der erste Abschnitt beschreibt die in die Scope-Octal-Bausteine integrierte TAP-'State-Machine' mit 16 Zuständen.

- Abschnitt 2 verdeutlicht die Implementierung des Standards auf TAP-Ebene. Er demonstriert, wie die Register mit Befehlen und Daten geladen werden und die TAP-'State-Machine' nacheinander die verschiedenen Zustände prüft.

- Der dritte Teil bietet eine praktische Übung, die den Entwickler schrittweise mit der TAP-'State-Machine' vertraut macht.

- Im vierten Segment schließlich können Entwickler eigene Ideen entwickeln und beobachten, wie die TAP-'State-Machine' reagiert.

Scan-Path-Tests für Einzelbausteine:

- Abschnitt 1 führt in die 1149.1-Architektur ein, die in die Scope-Octal-Bausteine von TI implementiert ist.

- Abschnitt 2 zeigt auf der höheren, Scan-Modus genannten Abstraktionsebene, wie die Register mit Befehlen und Daten geladen werden.

- Im dritten Teil können die Anwender wiederum eigene Ideen entwickeln, um sich mit der Implementierung des Standards in Verbindung mit DFT-Befehlen vertraut zu machen.

Die Diskette (5,25-Zoll-HD) 'Scan Educator' wird kostenlos abgegeben.

Texas Instruments Deutschland
Haggertystraße 1
Technopark Neukeferloh
8050 Freising
Tel.: 0 81 61/80-0
Fax: 0 81 61/80 45 16

GROSSER ELRAD - WEGWEISER AUF DISKETTE

Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/91.

**Vierzehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei
zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.**

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

Bestellcoupon

Ja, ich will mein *ELRAD*-Archiv besser nutzen.
Bitte senden Sie mir das *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnis mit Definitionsdatei + 3 Textdateien auf Diskette zu.

Rechnertyp/Diskettenformat:

- Atari ST (3,5") unter Adimens
- Apple-Macintosh unter Hypercard
- PC (5,25") unter PC-Search
- PC (3,5") unter PC-Search

einen Verrechnungsscheck über DM 38,- lege ich bei.

ich bin *ELRAD*-Abonnent.
Meine Kundennummer:

(auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,- lege ich bei.

ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende Abo-Abrufkarte an die *ELRAD*-Abonnementverwaltung weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,- lege ich bei.

Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnisses (1/78-12/90) bieten wir ein Update für 1991 an. Preis DM 10,-. Bitte die Original-disketten mit einreichen.

Datum/Unterschrift

(Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Krümmungen und Wendepunkte

Mit dem Ermitteln von Extremwerten und Nullstellen ist die Kurvendiskussion noch nicht abgeschlossen. Beschränkt man sich zunächst auf die ganzrationalen Funktionen, fehlt zur Komplettierung zumindest noch das Berechnen der Krümmung sowie der Wendepunkte. Diese beiden Kurvenkriterien lassen sich ebenfalls mit Hilfe der Differentialrechnung bestimmen.

Bei der Krümmung einer Kurve sind Links- und Rechtskrümmung zu unterscheiden. Eine Linkskrümmung liegt bei einem Kurvenzug vor, wenn die Tangente unterhalb der Kurve liegt. Der Kurvenverlauf ist in Richtung der Ordinatenachse gesehen konvex (lat.: nach außen gewölbt). Mit ansteigendem Abszissenwert werden die Tangenten dann immer steiler (Bild 1). Als Indiz für das Vorliegen einer Linkskrümmung an der Stelle x einer Funktion gilt:

$$y''(x) \geq 0$$

Daraus läßt sich leicht folgern, daß eine Rechtskrümmung vorliegen muß, wenn die Tangente unterhalb der Kurve verläuft. Der Kurvenverlauf ist in Richtung der Ordinatenachse gesehen konkav (lat.: nach innen gewölbt). In diesem Falle werden die Tangenten mit steigendem Abszissenwert immer flacher (Bild 2). Für die Existenz einer Rechtskrümmung an der Stelle x einer Funktion gilt der Zusammenhang:

$$y''(x) \leq 0$$

Den Übergang von einer bestimmten Krümmung in die jeweils andere markiert der Wendepunkt. Ein Wendepunkt liegt demnach vor, wenn eine Rechtskrümmung von einer Linkskrümmung abgelöst wird (Bild 3) oder umgekehrt, wenn eine Linkskrümmung in eine Rechtskrümmung wechselt. Die Tangente in einem Wendepunkt heißt Wendetangente. Betrachtet man einen Kurvenzug mit Wendepunkt und eingezeichneter Wendetangente (Bild 4), so erkennt man, daß der Kurvenzug von der einen Seite der Tangente auf die andere Seite der Tangente wendet. Da im Wendepunkt die Kurve von einer Krümmungsart in die andere übergeht, kann die zweite Ableitung an dieser Stelle weder positiv noch negativ sein.

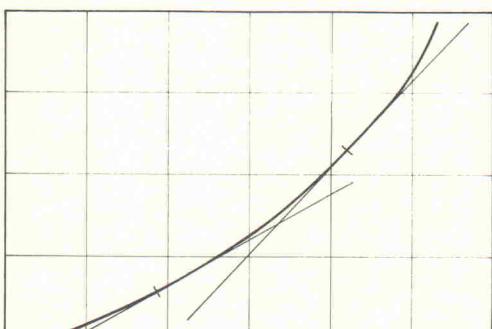


Bild 1. Eine Linkskrümmung ist dann gegeben, wenn die Kurve oberhalb der Tangenten liegt.

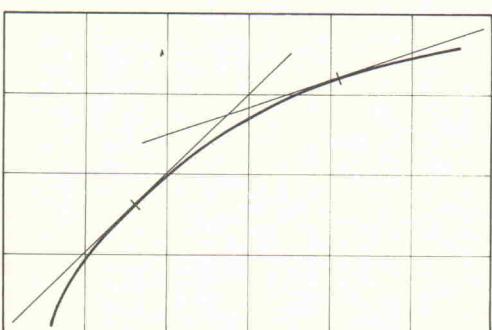


Bild 2. Eine Rechtskrümmung liegt vor, wenn die Kurve unterhalb der Tangenten verläuft.

Zudem muß der Wendepunkt ein Punkt größten oder kleinsten Anstieges sein, was nichts anderes bedeutet, als daß y' im Wendepunkt einen Extremwert aufweist. Aus diesem Grund gilt als hinreichende Bedingung für den Nachweis eines Wendepunktes bei einem bestimmten Abszissenwert x : Die zweite Ableitung der Funktion $y = f(x)$ ist gleich Null, die dritte Ableitung derselben Funktion ist ungleich Null.

$$y''(x) = 0$$

$$y'''(x) \neq 0$$

Die letzte Bedingung besagt, daß $y'(x)$ ein Extremum ist.

Einen Wendepunkt mit horizontal verlaufender Wendetangente bezeichnet man als Stufen-, Sattel- oder Terrassenpunkt (Bild 5). Für seinen Nachweis müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$y'(x) = 0$$

$$y''(x) = 0$$

$$y'''(x) \neq 0$$

Zusammen mit den vorangegangenen Beitragsfolgen sind nun die relevanten Methoden zum Untersuchen von Kurvenverläufen erläutert. Damit ist man in der Lage, alle wichtigen Merkmale eines Funktionsverlaufes zu ermitteln:

- Schnittpunkte mit der Ordinatenachse ($x = 0$)
- Schnittpunkte mit der Abszissenachse ($y = 0$)
- Extremwerte ($y' = 0$ und $y'' \neq 0$)
- Wendepunkte ($y'' = 0$ und $y''' \neq 0$)

Als Beispiel folgt eine Untersuchung der Funktion $y = f(x) = -0,1 x^5 + x^3$ nach den oben angegebenen Kriterien. Bei dieser Funktion handelt es sich um eine ganzrationale Funktion beziehungsweise um ein Polynom. Für den Definitionsbereich gibt es hier keine Einschränkungen. Zulässig sind alle x im Bereich

$$-\infty < x < \infty$$

Zunächst erfolgt das Berechnen der Schnittpunkte mit der Ordinatenachse. Für diese Schnittpunkte gilt $x = 0$:

$$y(0) = -0,1 \cdot 0^5 + 0^3 = 0$$

Der Funktionsgraph verläuft somit durch den Koordinatenursprung.

Als nächstes ermittelt man die Nullstellen beziehungsweise die Schnittpunkte mit der Abszissenachse. In diesem Falle gilt $y = 0$. Daraus folgt:

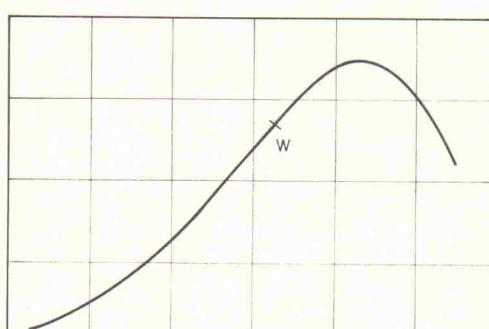


Bild 3. Ein Wendepunkt kennzeichnet den Übergang von einer Krümmung in die entgegengesetzte.

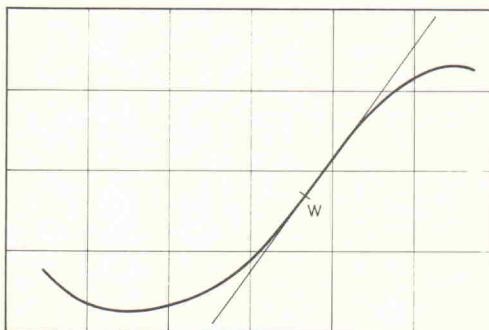


Bild 4. In Wendepunkten wendet sich die Kurve von der einen Seite der Tangente auf die andere Seite der Tangente.

38

$$0 = -0,1 x^5 + x^3$$

Durch Ausklammern erhält man:

$$0 = x^3 (-0,1 x^2 + 1)$$

Da die Terme x^3 und $-0,1 x^2 + 1$ ein Produkt bilden, kann man beide separat betrachten. Die Gleichung

$$x^3 = 0$$

liefert drei Nullstellen x_{01} , x_{02} und x_{03} (dreifache Nullstelle) im Koordinatenursprung. Aus der Gleichung

$$-0,1 x^2 + 1 = 0$$

erhält man

$$1 = 0,1 x^2$$

$$x^2 = 1/0,1 = 10$$

$$x_{04}, x_{05} = \pm \sqrt{10}$$

$$x_{04} = 3,162$$

$$x_{05} = -3,162$$

Das Berücksichtigen mehrfacher Nullstellen für die Praxis ist disputabel. Will man jedoch mathematisch exakt vorgehen, sind alle Lösungen – und damit auch die mehrfachen – zu berücksichtigen.

Der Mathematiker Carl Friedrich Gauß (1777 – 1855) hat im Fundamentalsatz der Algebra eine Aussage über das Phänomen der mehrfachen Nullstellen (beziehungsweise Lösungen) bei Polynomen gemacht. Dieser Satz lautet: Wenn $P_n(x)$ eine Polynomfunktion n -ten Grades ist, so heißt $P_n(x) = 0$ eine algebraische Gleichung n -ten Grades in x . Jede algebraische Gleichung n -ten Grades mit einer Variablen (hier die unabhängige Veränderliche x) hat in der Menge der komplexen Zahlen genau n Lösungen, wenn man eventuell vorhandene, mehrfache Lösungen in ihrer Vielfachheit zählt.

Demzufolge sind die drei Nullstellen x_{01} , x_{02} und x_{03} einzeln zu berücksichtigen, um alle bei einem Polynom fünften Grades möglichen Lösungen zu erhalten.

Die Berechnung der Extremwerte erfolgt gemäß dem in den letzten Folgen bereits vorgestellten Muster durch Nullsetzen der ersten Ableitung:

$$y' = -0,5 x^4 + 3 x^2$$

$$y' = x^2 (-0,5 x^2 + 3) = 0$$

Auch hier kann man die beiden Terme x^2 und $-0,5 x^2 + 3$ getrennt betrachten. Aus

$$x^2 = 0$$

folgt

$$x_{E1} = x_{E2} = 0$$

Für die Gleichung

$$-0,5 x^2 + 3 = 0$$

erhält man die Lösungen

$$0,5 x^2 = 3$$

$$x^2 = 6$$

$$x_{E3} = -\sqrt{6} = -2,449$$

$$x_{E4} = \sqrt{6} = 2,449$$

Es bleibt noch zu klären, ob es sich um Maximal- oder Minimalstellen handelt. Die Bedingung für das Vorliegen eines Maximums an der Stelle x_E lautet:

$$y''(x_E) < 0$$

Für das Vorliegen eines Minimums lautet sie:

$$y''(x_E) > 0$$

Zunächst ist die zweite Ableitung der Funktion $y = f(x)$ zu bilden:

$$y'' = -2 x^3 + 6 x$$

Durch Einsetzen der Lösungen $x_{E1} = x_{E2} = 0$ erhält man:

$$y''(0) = 0$$

Dieses Ergebnis lässt den begründeten Verdacht zu, daß an der Stelle $x = 0$ ein Wendepunkt vorliegt. Zum Nachweis ist die dritte Ableitung zu bilden:

$$y''' = -6 x^2 + 6$$

Durch Einsetzen der Lösungen $x_{E1} = x_{E2} = 0$ erhält man nun:

$$y'''(0) = 6$$

$$y'''(0) \neq 0$$

Damit sind die Bedingungen für einen Wendepunkt mit horizontaler Wendetangente erfüllt. An der Stelle $x_{W1} = 0$ existiert demnach ein Sattelpunkt. Für die beiden anderen Extremwerte gilt:

$$y''(-\sqrt{6}) = -2 \cdot (-\sqrt{6})^3 + 6 \cdot (-\sqrt{6}) = 14,697$$

$$y'' > 0$$

Bei $x = -\sqrt{6}$ liegt folglich ein Minimum vor. Der zugehörige Funktionswert beträgt:

$$y(-\sqrt{6}) = -0,1 \cdot (-\sqrt{6})^5 + (-\sqrt{6})^3 = -5,879$$

Bild 6. Verlauf der untersuchten Funktion $y = -0,1 x^5 + x^3$

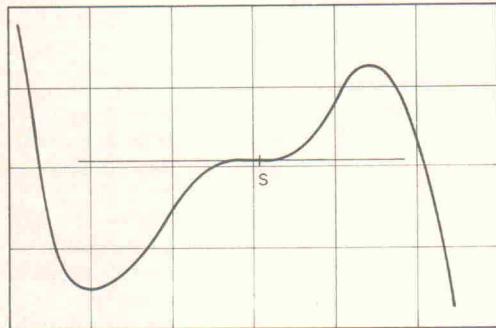
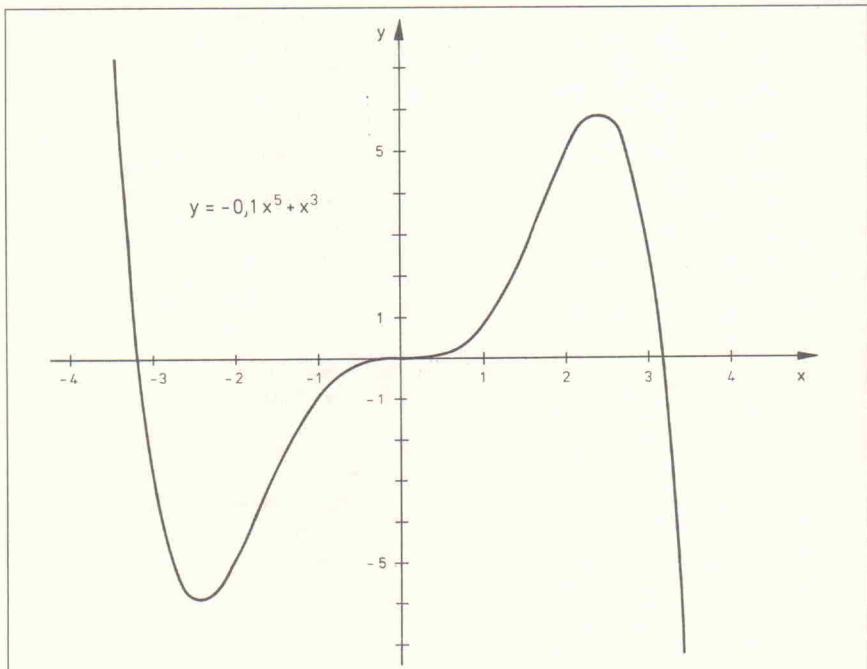


Bild 5. Einen Wendepunkt mit einer horizontalen Wendetangente bezeichnet man als Sattelpunkt.



Zum zweiten Fall:

$$y''(\sqrt[3]{6}) = -2 \cdot (\sqrt[3]{6})^3 + 6 \cdot \sqrt[3]{6} = -14,697$$

$$y'' < 0$$

Für $x = 6$ liegt somit ein Maximum vor. Der zugehörige Funktionswert beträgt hier:

$$y(\sqrt[3]{6}) = -0,1 \cdot (\sqrt[3]{6})^5 + (\sqrt[3]{6})^3 = 5,879$$

Ein Wendepunkt wurde bereits bei der gerade abgeschlossenen Ermittlung der Extremwerte bestimmt. Zum Ermitteln möglicher weiterer Wendepunkte ist die zweite Ableitung der Funktion zu Null zu setzen:

$$y'' = -2x^3 + 6x = 0$$

Die Gleichung ist für $x_{W1} = 0$ erfüllt; dieses Ergebnis ist bereits bekannt. Der zugehörige Funktionswert lautet:

$$y(0) = -0,1 \cdot 0^5 + 0^3 = 0$$

Da es sich um ein Polynom dritten Grades handelt, müssen noch zwei weitere Lösungen existieren. Zunächst wird die Gleichung per Division durch x um eine Potenz reduziert:

$$(-2x^3 + 6x) / x = -2x^2 + 6$$

In dieser quadratischen Gleichung sind die beiden noch fehlenden Lösungen enthalten. Da in dieser Gleichung der Term mit x in einfacher Potenz nicht vorkommt, gestaltet sich die Lösung besonders einfach:

$$-2x^2 + 6 = 0$$

$$x^2 - 3 = 0$$

$$x^2 = 3$$

$$x_{W2} = -\sqrt[3]{3} = -1,732$$

$$x_{W3} = \sqrt[3]{3} = 1,732$$

Erst dann, wenn die dritte Ableitung an den Stellen x_{W2} und x_{W3} ungleich Null ist, ist der Nachweis erbracht, daß es sich tatsächlich um Wendepunkte handelt.

$$y''' = -6x^2 + 6$$

$$y'''(-\sqrt[3]{3}) = -6 \cdot (-\sqrt[3]{3})^2 + 6 = -6 \cdot 3 + 6$$

$$y'''(-\sqrt[3]{3}) = -12$$

$$y'''(\sqrt[3]{3}) = -6 \cdot (\sqrt[3]{3})^2 + 6 = -6 \cdot 3 + 6$$

$$y'''(\sqrt[3]{3}) = -12$$

An beiden Stellen liegt folglich ein Wendepunkt vor. Die zugehörigen Funktionswerte betragen:

$$y(-\sqrt[3]{3}) = -0,1 \cdot (-\sqrt[3]{3})^5 + (-\sqrt[3]{3})^3 = -3,637$$

$$y(\sqrt[3]{3}) = -0,1 \cdot (\sqrt[3]{3})^5 + (\sqrt[3]{3})^3 = 3,637$$

Damit sind alle relevanten Punkte des Funktionsverlaufs bestimmt. Man kann zusätzlich noch eine Aussage über die Symmetrie des Kurvenverlaufs treffen: Da die Variable x in der Ausgangsfunktion nur in ungeraden Potenzen (x^5, x^3) vorkommt, liegt eine ungerade Funktion vor, die punktsymmetrisch zum Koordinatenursprung verläuft: $-f(x) = f(-x)$. Kommt in einer Funktion die unabhängige Veränderliche hingegen ausschließlich in geraden Potenzen vor, verläuft der zugehörige Funktionsgraph symmetrisch zur Ordinatenachse.

Die Ergebnisse der Kurvendiskussion lauten in zusammengefaßter Form:

Die Funktion $y = f(x) = -0,1x^5 + x^3$

– hat die Nullstellen $x_{01} = 0, x_{02} = 0, x_{03} = 0$ (Dreifachnullstelle), $x_{04} = 3,162$ und $x_{05} = -3,162$;

– hat ein Minimum bei $x_{E3} = -2,449, y(x_{E3}) = -5,879$;

– hat ein Maximum bei $x_{E4} = 2,449, y(x_{E4}) = 5,879$;

– hat einen Sattelpunkt bei $x_{W1} = 0, y(x_{W1}) = 0$;

– hat einen Wendepunkt bei $x_{W2} = -1,732, y(x_{W2}) = -3,637$;

– hat einen Wendepunkt bei $x_{W3} = 1,732, y(x_{W3}) = 3,637$;

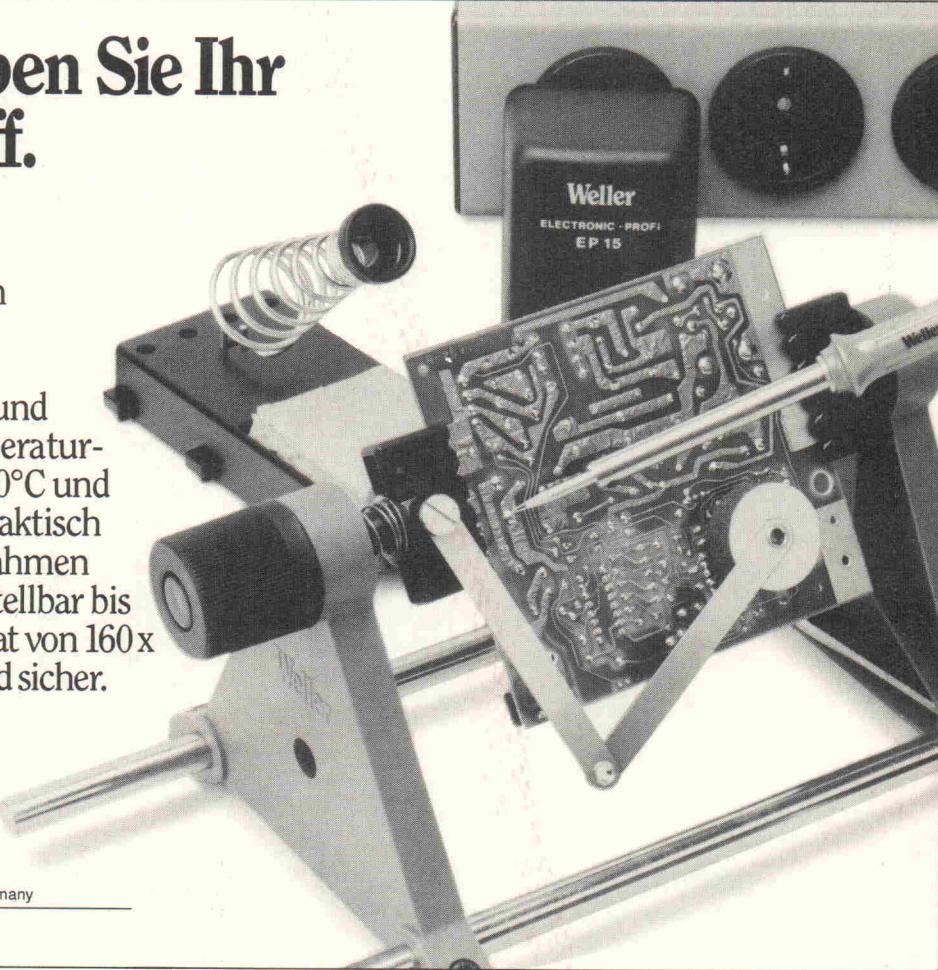
– der Graph verläuft symmetrisch zum Koordinatenursprung.

Ein Blick auf den Funktionsgraphen in Bild 6 bestätigt die errechneten Werte. Auf diese Weise kann man grundsätzlich alle relevanten Kurvenpunkte bestimmen, die man für eine graphische Darstellung der jeweiligen Funktion benötigt – sofern man nicht auf einen Funktionenplotter zurückgreift.

Mit Weller® haben Sie Ihr Hobby im Griff.

Der komplette Weller Lötplatz besteht aus dem Lötwerkzeug EP 15 und dem Bestückungsrahmen für Leiterplatten ESF-120. Der Mini-Lötkolben hat 15 Watt und bewältigt spielend drei Temperaturstellungen von 270°C, 320°C und 370°C. Vielseitig und sehr praktisch zeigt sich der Bestückungsrahmen von seiner besten Seite. Verstellbar bis zum doppelten Europaformat von 160 x 235 mm, dabei beweglich und sicher.

Original Weller®.
Einfach eine Klasse besser.



COOPER
CooperTools

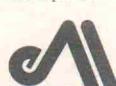
Cooper Tools GmbH.
Carl-Benz-Str. 2
Postfach 1351
7122 Besigheim 3, Germany

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplastik versehen bzw. verzinnt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektsbeschreibung 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 geprägt. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	— Netz-Platine	030-808	16,00	VOLES HAUS		
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50		— Treiberstufe	100-851/ds 56,00
C64-Sampler	118-682	12,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00		— Endstufe	061-878 43,00
EVU-Modem	118-683	35,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50		— Stromversorgung	061-879 30,00
MASSNAHME			DemoScope	030-812	14,00		— Heizung	061-880 15,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	Rauschverminderer	040-815	80,00		— Relais	061-881 32,00
— 3er Karte	128-685	35,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00		— Schalter	061-882 6,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00		— Poti	061-883 6,50
Thermostat mit Nachtabseinsenkung	128-690	18,00	Antennenverstärker	050-825	7,50		— Treiberstufe Δ Line-Verstärker a. 6/91	
TV-Modulator	128-691	7,00	TV-TUNER					
Universell getaktete			— Videoverstärker	060-826	32,00	PC-SCOPE		
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— StereoDecoder	070-839	18,00		— Hauptgerät	061-884/ds 64,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— Netzteil	080-846	32,00		— Interface	061-885/ds 52,00
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00		+ Diskette/PC (Sourcecode)	
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00		Betriebssoftware 5,25"	S 061-884 M 28,00
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 ob	7,00	FLEX CONTROL		
Spannungswächter	039-702	7,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER				— Systemplatine	061-886/ds 64,00
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— Netzteil	060-832	13,50		— Anwendungssoftware MPS	
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00		(C-Sourcecode) + EPROM	S 061-886 M 78,00
4/-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	— Matrix	060-835/ds/ob	34,00		— Steuermann	071-889 25,00
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	HALL.O.				— R/D-Modul	071-890 25,00
Rom-Port-Puffer			— Lichtstation	060-836	78,00	SendFax-Modem		
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	— Controller	060-837	46,00		— Platine	071-891/ds 64,00
BREITBANDVERSTÄRKER			MOSFET-Monoblock	070-838	25,50		— EPROM	25,00
— Tastkopfversion	049-713	6,00	Beigeordnete	080-842	35,00	Hotline		
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG				— RAM Karte	091-894/ds 64,00
Metronom	049-715	26,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN				— 16-Bit-ADC	101-897/ds 64,00
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	— Sender	080-844	12,00		— 12-Bit-ADC	101-898/ds 64,00
DSP-Speicherplatte	049-716/ds/E	64,00	— Empfänger	080-845	6,00	Midi-to-Gate/Power		
DSP-AD/DA-Wandlerkarte	049-717/ds/E	64,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00		— Steuerplatine incl. EPROM	091-895 82,00
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	Multi-Delay	090-850	32,00		— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine	091-896 28,00
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	EMV-Tester	110-861	10,00		— Midi-to-Power Erweiterungsplatine	101-903 28,00
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00	Atari ST-Hameg-Interface		
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00		— Interface	101-899/ds 38,00
KAPAZITIVER ALARM			LWL-TASTKOPF				+ Diskette Steuersoftware	S 101-899 A 30,00
Sensorplatine	059-720	9,00	— Sender	120-864	7,00	Atari VME Bus		
Auswerteplatine	059-721	10,00	— Empfänger	120-865	7,00		— Atari VME Bus (2-Platinensatz)	
PAL-Alarm	059-724	10,00	RÖHRENVERSTÄRKER:				— Atari VME Bus Software auf Diskette	
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			„DREI STERNE...“				+ incl. 3 prog. Pals	012-907/ds 158,00
— Hauptplatine	069-727/ds/ob	34,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00	IR-Fernbedienung		
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00		— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908 29,00
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00		— Motorsteuerung	022-909/ds 34,00
C64-Überwachung	079-735	15,00	— Endstufe	100-854	13,00	RÖHREN-ENDSTUFE		
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/ob	20,00	Achtung, Aufnahme				— Endstufe	032-914 46,00
HEX-Display	079-737	15,00	— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs, Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00		— Netzteil	032-913 43,00
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1 Event-Board incl. 1 PAL	S 100-855M	78,00	9-Bit-Funktionsgenerator		
RÖHREN-VERSTÄRKER			MultiChoice	100-856/ds/E	89,00		— Frontplatine	032-910
— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs und Test-/Kalibrier-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00		— Hauptplatine	
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Test-/Kalibrier-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	011-867/ds	14,00		— 1 Gal	
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	μ PA	011-868/ds	32,00		— 3 Eproms	160,00
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	SIMULANT: EPROM-Simulator	021-869/ds/E	135,00	Browne Ware		
— Fernstarter	079-743	30,00	— Platine + prog. mController	031-873	24,00		— 18-Bit-Audio-D/A Wandler-Board	042-915/ds 64,00
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	Freischalter				— Halbe Portion	
— Relaisplatine	079-745	45,00	MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11	031-874/ds/E	64,00		+ 32-Bit-Controller mit MC 68008 inkl. GAL	042-916/ds 89,50
SMD-Pulsföhler	099-749	13,00	— Platine			Beachten Sie auch unser 1/2-Preis-Angebot auf Seite 98		
SMD-Lötstation	099-750	32,00	— Entwicklungsumgebung					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	— auf Diskette/PC					
SESAM			— incl. Handbuch	S 031-874 M				
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Hercules-Interface	081-893	64,00	Atari VME Bus		
— Interface	129-768/ds/E	58,00	SP/DIF-Konverter	101-900	7,50		— Atari VME Bus (2-Platinensatz)	
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00		— Atari VME Bus Software auf Diskette	
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	Fahrradstandlicht	101-902/ob/ds	38,00	IR-Fernbedienung		
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	Uni Count	111-904/ds	70,00		— Sender/Empfänger inkl. Netzteil	022-908 29,00
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	535-Designer	121-905	34,00		— Motorsteuerung	022-909/ds 34,00
Dynamic Limiter	129-771	32,00	BasiControl inkl. Gal	032-914	73,00			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	LF-Empfänger	042-917/ds	64,00			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	Lüfterregelung	89 101 36B	9,00	Atari ST-Hameg-Interface		
DATENLOGGER 535			Temperatur-Monitor				— Interface	101-899/ds 38,00
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00		+ Diskette Steuersoftware	S 101-899 A 30,00
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00	RÖHREN-ENDSTUFE		
RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	Aufmacher II	081-892	52,00		— Endstufe	032-914 46,00
LADECENTER (nur als kpl. Satz)			Hercules-Interface	081-893	64,00		— Netzteil	032-913 43,00
— Steuerplatine	020-783A		SP/DIF-Konverter	101-900	7,50	9-Bit-Funktionsgenerator		
— Leistungsplatine	020-783B		Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00		— Frontplatine	032-910
— Netzteil	020-783C	78,00	Fahrradstandlicht	101-902/ob/ds	38,00		— Hauptplatine	
— Schalterplatine	020-783D/ds/E		Uni Count	111-904/ds	70,00	Browne Ware		
— Schalterplatine	020-783E/ds/E19"-		535-Designer	121-905	34,00		— 1 Gal	
POWER-PA			BasiControl inkl. Gal	032-914	73,00		— 3 Eproms	160,00
— Control-Platine	030-805	30,00	LF-Empfänger	042-917/ds	64,00	Halbe Portion		
— Treiber-Platine	030-806	26,00					— 18-Bit-Audio-D/A Wandler-Board	042-915/ds 64,00
— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00					— Halbe Portion	

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

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



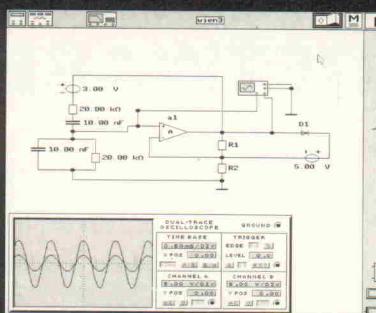
eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Electronics Workbench™

Das Elektroniklabor im Computer



CAE - Software zur Simulation von analogen und digitalen Schaltkreisen.

Ausgezeichnet mit dem Media & Methods Award 1989.

Testberichte in **INFO-WORLD**, **ELRAD**, **ELEKTOR**, **MAC-WORLD**, **RADIO-ELECTRONICS-MAGAZINE** ...

Rund um die Welt in Schulen, Universitäten und Firmen im Einsatz.

Fordern Sie noch heute kostenloses Informationsmaterial an.

Preise

Profiversion	900 DM
Studentenversion	285 DM
Demoversion	25 DM
Schullizenzen	auf Anfrage

alle Preise zuzüglich Mwst.

Exclusiv bei
Com Pro Hard & Software Beratung
Vogelsangstraße 12 D-7000 Stuttgart 1
Tel. 0711 - 628275 Fax. 0711 - 613516

Interactive Image Technologies Ltd.

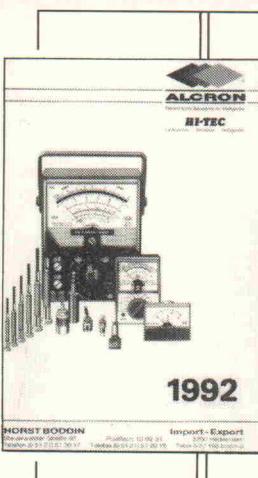
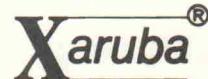


Unser neu erschienener Ergänzungskatalog zeigt viele Neuigkeiten wie z.B.:

- Metex-Multimeter mit serieller Schnittstelle und Software
- viele Meßgeräte-Neuheiten
- neue Telefone, u.a. sehr preiswerte Neon-Telefone
- programmierbare IR-Fernbedienung
- Sommerartikel wie Kühlertasche mit Radio, Walkman etc.
- Halogen-Trafos u. a. Bauteile



PoP electronic GmbH
Postfach 22 01 56, 4000 Düsseldorf 12
Tel. 02 11/2 00 02 33-34
Fax 02 11/2 00 02 54
Telex 8 586 829 pope d



IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN
NEUEN KATALOG 1992 AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

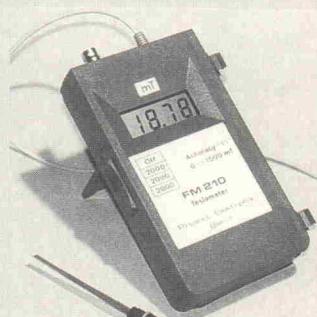
- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOGE/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 10 02 31 Telefon: 0 51 21/51 20 17
Steuerwalder Straße 93 Telefax: 0 51 21/51 20 19
D-3200 Hildesheim Telex: 927165 bodin d

Magnetfeldmeßgerät FM 210

- ★ DC bis 35 kHz
- ★ Analogausgang
- ★ 1% Genauigkeit
- ★ flex. Meßsonde 0,8 mm
- ★ Bereiche
20mT, 200mT, 2000mT



Projekt Elektronik

MESS- UND REGELUNGSTECHNIK GMBH
STUBENRAUCHSTR. 72 TEL. 030/8 5113 11
1000 BERLIN 41 FAX 030/8 52 80 18



strukturen aller Art. Runde Platinen, kreisförmige sowie in der Stärke frei definierbare Leiterbahnen. Lötaugen, Vias und SMD-Pads sind in Form und Größe frei generierbar. Die Ausgabeseite unterstützt Simulatoren, Laserdrucker, Fotoplotter und CNC-Maschinen. Ebenso ungewöhnlich in dieser Preisklasse ist auch der AUTOPLACER.

Resumé: Ein Programm AUS der Praxis FÜR die Praxis!

Jetzt sollten Sie eigentlich neugierig geworden sein. Fordern Sie also noch heute Informationen an. Eine voll funktionsfähige DEMO liegt ebenfalls für Sie bereit.

CADCOM-JUNIOR, DEMO DM 35,-

CADCOM-JUNIOR, (Schaltplan-/Layout-Modul, Autoplacer, Bibliotheken usw.) DM 3.850,-

AUTOROUTER ab DM 1.650,-

SOCOMP

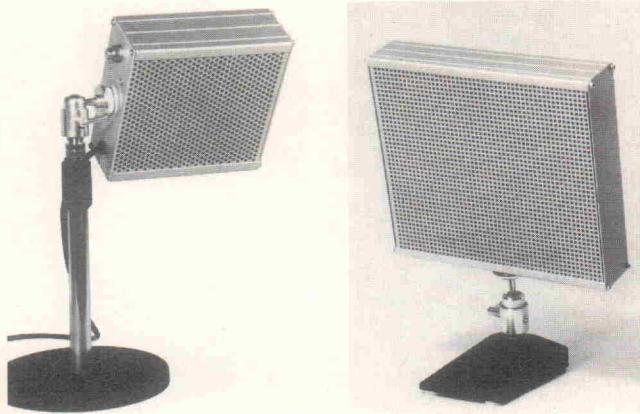
Microcomputer Handelsges. mbH Am Sportplatz 28

4052 Korschenbroich 1

Tel. 02161-644476 - FAX 644301

Schadstoff- und Lötdampf-Absorber

Ihrer Gesundheit zuliebe.
Sollte an keinem Arbeitsplatz fehlen.



Durch den Einsatz der Absorber mit Aktivkohle-Filter werden Schadstoffe gleich am Entstehungsort abgesaugt, bevor sie in den Atembereich gelangen können.

Absorber ab DM 124,50 + 14% MwSt.

Distelkamp-Electronic

Morlauterer Straße 101, 6750 Kaiserslautern
Telefon: (06 31) 7 83 19, Fax: (06 31) 7 83 99

Leuchtdioden
LED's 3mm oder 5mm
In den Farben: rot, grün oder gelb
bei Einzelnahme 0.12
ab 100 Stück Typ 0.10
ab 1000 Stück auch gemischt 0.09
ab 5000 Stück auch gemischt 0.08

Co-Prozessoren

IT	Intel	
2C87-10MHz	8087-5MHz	179,-
2C87-12MHz	119,-	239,-
2C87-20MHz	129,-	80C287-XL
3C87-10MHz	119,-	149,-
3C87-18MHz	209,-	80387-16SX
3C87-20SX	179,-	80387-16MHz
3C87-20MHz	239,-	80387-20SX
3C87-25SX	189,-	80387-20MHz
3C87-25MHz	239,-	80387-25MHz
3C87-33SX	249,-	80387-33MHz
3C87-33MHz	269,-	Cyrix
3C87-40MHz	319,-	82887-20MHz
		83887-16SX
		83887-16MHz
		83887-20SX
		83887-25MHz
		83887-33MHz
		83887-40MHz

Wetek	929,-	83D87-20MHz	249,-
3187-25GC	1179,-	83D87-25MHz	249,-
4187-25GC	1179,-	83D87-33MHz	249,-
4187-33GC	1689,-	83D87-40MHz	329,-

Weller-Lötstationen

Magnastat-Lötstation	2.26	OP 77	4.99
IT 3140 E	1.33	OP 90	7.89
IT 3140 E	4.99	OP 237	22.99
DAC 10	16.46	SD 42	4.36
L 165	3.69	SSM 2015 P	13.95
L 209	2.19	SSM 2024 P	10.87
L 833	1.93	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.94	TDA 1516 Q	7.89
NE 5532	1.49	TDA 1524 A	6.47
NE 5532 A	1.93	TDA 2024 B	4.99
NE 5534 A	1.47	TEA 2025 B	6.99
NE 5534 A	1.65	TL 497 A	3.77
OP 27	5.99	U 4019 R	12.95
OP 27	6.99	U 4020 B	12.99
OP 60	22.78	ZN 427	19.99

Lötstation mit elektron. Temperatursteuerung	WECP 20	WTCP-S	165.90
Sicherheitstransformator			
Lötkolben TCP-S			
Lötkolbenhalter KH-20			
Potentiotausgleich			
Temperaturautomatik			
Lötstation mit elektron. Temperatursteuerung	WECP 20	WTCP-S	165.90
Sicherheitstransformator			
Lötkolben LR-20			
Lötkolbenhalter KH-20			
potentifrei			
stufenlos Temperaturwahl bis 450°C			
Regelkontrolle optisch mittels grüner LED			

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog kostenlos an!

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:

1/4Watt; 5% Toleranz

Reihe E12 von 100 Ohm bis

1MOhm (61 Werte)

Reihe E24 (121 Werte)

S1 (je 10St. = 610St.) 12.00

S2 (je 50St. = 3050St.) 54.90

S3 (je 100St. = 6100St.) 99.00

Metallfilmwiderstände:

1/4 Watt; 1% Toleranz E12

S4 (je 10St. = 610St.) 23.96

S5 (je 50St. = 3050St.) 84.96

S6 (je 100St. = 6100St.) 159.00

HAMEG - Oszilloskope

HM 203-7 1039,- HM 604 1684,-

HM 1005 2249,-

41256-80 2.49

511000-70 7.59

511000-80 7.49

514256-70 7.99

514256-80 7.99

514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000) 10.99

SIMM 256Kx9-70 24.90

SIMM 1Mx9-70 61.90

SIMM 1Mx9-80 61.90

SIMM 4Mx9-70 249.90

SIPP 1Mx9-70 69.90

SIPP 1Mx9-80 69.90

43256-100 7.79

27C64-150 3.69

27C256-120 4.49

27C256-150 3.99

27C512-150 6.99

GAL 16V8-25 2.99



eMedia GmbH SOFTWARE

ELRAD-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Ein Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummern bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-886S	µPegelschreiber	9/87	248,- DM
S117-898S	Schrittmotorsteuerung	11/87	98,- DM
S019-816A	EPROM-Mer	1/88	35,- DM
S018-618M	EPROM-Mer	1/88	28,- DM
S128-884M	Maßnahme	11/88	49,- DM
S029-889A	ELISE	1/89	98,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	29,- DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	30,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,- DM
S119-786M	U/F-D/A Wanderkarte	11/89	35,- DM
S129-767A	DCF-77 Uhrenzähler	12/89	35,- DM
S129-772C	UMA - C64	12/89	25,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	98,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	29,- DM
S100-885M	Vollständige Aufnahme Software D1	1/91	78,- DM
S031-874M	Entwicklungsumgebung	1/91	100,- DM
S091-884M	PC-Scope Betriebssystem	1/91	28,- DM
S101-899A	Atari ST-Hameg-Interface Software	1/91	30,- DM

ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales Schlagzeug	25,- DM

Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar.
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückdienstfreien Freiumschlags.

Hygrometer	1/87	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	5/87	25,- DM
D.A.M.E.	6/87	25,- DM
µPegelschreiber	9/87	25,- DM
E.M.M.A.	3/88	25,- DM
MIDI-Monitor	4/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
x/T Schreiber	7/88	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	25,- DM
ELISE	1/89	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
SESAM	1/90	2 Stück 50,- DM
HALLO	6/90	25,- DM
HALLO	6/90	25,- DM
TV-TUNER	8/90	25,- DM
Hercules Interface	8/91	25,- DM
RDS Decoder Eprom	1/92	25,- DM

PAL	Preis
Autosalmanage	5/89
SESAM - System	11/89
SESAM - Interface	12/89
SESAM - AD	3/90
ST-Uhr	4/91 GAL

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

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

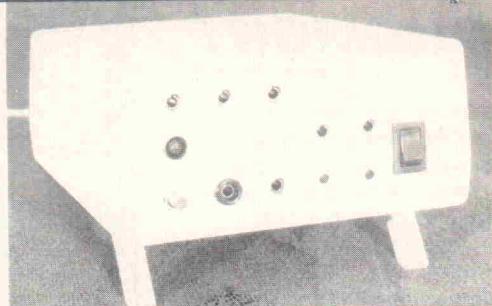
Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8 · 3000 Hannover 61

Referenzen gesucht?

4 Spannungen und 6 Ströme mit 0,01 % Toleranz
 10 mV, 100 mV, 1 V, 10 V
 10 µA, 100 µA, 1 mA, 10 mA
 4 mA, 20 mA
 1V und 10V bis 10mA belastbar



DM 340,-

Peter Knechtges
 Dipl.-Ing. VDI
 Postfach 1217
 5222 Morsbach
 Tel. 02294/8788
 Fax. 02294/7475



LAN Tester
 BNC-BNC Repeater
 für sichere
 und schnellere LANs

Datenlogger
 Umschalter
 Buffer
 Interfaces
 Leitungstreiber
 PC-Karten
 Isolation und
 Blitzschutz
 für RS232, 20mA
 RS422, RS485,
 Centronics

data com

Der neue Fachkatalog ist da!

Gleich anfordern!
 Coupon ausfüllen und die Anzeige an W&T schicken,
 oder einfach faxen! Fax 0202/2680-265

Firma

z.Hd.

Straße

Plz, Ort

Telefon

Fax

Wiesemann & Theis
 Wittener Straße 312 · 5600 Wuppertal 2
 Tel. 0202/2680-0 · Fax 0202/2680-265
 Btx *56000 #



Information
 + Wissen

HEISE

Verlag Heinz Heise
 GmbH & Co KG
 Helstorfer Straße 7
 3000 Hannover 61

ANGEBOT 3/92 Preis! gratis!

AD 711 JN	4,50	LT 1115 CN	11,95	OP 221 GP (PMI)	10,95	OPE 560 AP (B.B)	37,90
AD 712 JN	5,35	MAT 02/03 FH	14,99	OP 227 GY (PMI)	22,50	OPE 2107 AP (B.B)	29,50
AD 846 AN	31,80	MC 145 406 P	4,95	OP 260 GP (PMI)	31,25	OPE 2604 AP (B.B)	14,80
AMP 01 FX	33,70	MC 145 406 P	4,95	OP 270 FZ (PMI)	16,90	REF 02 CP (PMI)	9,50
DS 1000 M 125	12,80	OP 27 GP (PMI)	5,85	OPA 27 GP (B.B)	9,50	REF 200 AP (B.B)	14,50
DS 1010-400	25,50	OP 37 GP (PMI)	6,25	OPA 37 GP (B.B)	9,90	SSM 2210/2220	8,55
LF 411 CN	2,40	OP 50 FY (PMI)	27,90	OPA 541 AP (B.B)	44,80	SSM 2402/2412	16,90
LF 412 CN	2,40	OP 64 GP (PMI)	22,25	OPA 602 AP (B.B)	13,40	TLC 2201 CP	9,50
LF 441 CN	1,55	OP 77 GP (PMI)	6,25	OPA 606 KP (B.B)	13,90	TLC 2652 CP	9,80
LM 325 N	10,99						
LT 1007 CN	14,70						
LT 1028 CN	16,50						
LT 1037 CN	14,90						
LT 1070 CT	21,25						

Albert Mayer Electronic, D-8941 Heimertingen
 Neikenweg 1, Tel. 0 83 35/1214, Mo.-Fr. von 9-19 Uhr

Mainboard 80386 - 25 MHz, SX o. Ram max. 16 MB	DM 398,-
Komplettgerät 386-25, SX mit 1 MB, 40 MB HD, VGA, 5,25" FD u. AT-Bus Kombicontr., o. Monitor	DM 1499,-
Festplatten 20 MB MFM 5" Micronicsweise oder 3,5"	
aus Reparaturbeständen mit 6 Monaten Garantie	DM 149,-
Ersatz-Lüfter für PC Netzteile versch. Größen	DM 18,75
Elektr. Lüfter Drehzahlregelung mit Einbaurichtleitung ins Netzgerät	DM 48,90
Prozessor Kühlung, Kühlkörperaufsatz mit Lüfter, elektr. geregelt für 386 und 486 Prozessoren	DM 69,95

Fordern Sie gratis unsere aktuelle Angebotsliste an!

Peter Hoffmann, Ing.-Büro f. Datentechnik
 Mesenbecke 11 · 5840 Schwerin-Westhofen · Tel. 0 23 04/6 18 18



Die ganze Welt
 des Amateurfunk!

HAM RADIO
 17. Internationale
 Amateurfunk-
 Ausstellung
 mit 43. DARC-
 Bodenseetreffen
26.-28.6.1992

Friedrichshafen (Messegelände)
 Fr. und Sa. 9-18 Uhr, So. 9-16 Uhr
 Europas Top-Treff des Amateur-
 funks. Mit dem Spitzenangebot
 aus der Funk-, Elektronik-
 und Mikrocomputer-Technik.
 HAM RADIO 92 - das Erlebnis.



ELRAD
 Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Der
 direkte
 Draht**

Tel.: (05 11)
 5 47 47-0

Technische
 Anfragen:
 mittwochs
 10.00 bis 12.30 Uhr
 und
 13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax:
 (05 11) 5 47 47-33

Telex:
 923173 heise d

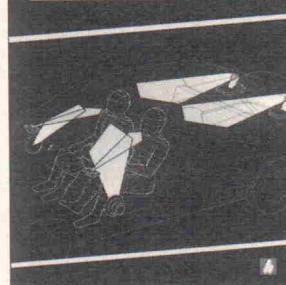
Die ganze
 Technik des
 Car-Hi-Fi

Josef W. Tenbusch

Audio im Auto

Von der Zündentzündung bis zum DAT-Recorder

Theorie mit zahlreichen praktischen Beispielen



Was ist eigentlich ein DAT-
 Rekorder, und wie funktioniert er? Wo ist der optimale Platz für meine Antenne und an welche Klemme gehört das Autoradio? Wie kann ich mein Auto wirksam entstören? Welche Lautsprecher sind die besten, und wo bringe ich sie am günstigsten an? Diese und viele Fragen mehr beantwortet dieses Buch. Alles was Laien und Profis wissen wollen.

Broschur, 174 Seiten
 DM 34,-
 ISBN 3-922705-32-4

ELEKTRONIK

32/14

Im Buch-Fachhandel oder beim Verlag erhältlich

HEISE

Verlag Heinz Heise
 GmbH & Co KG
 Postfach 61 04 07
 3000 Hannover 61

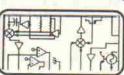
Neue Produkte
anforden!

Österr. Elektroniker aufgepaßt !!
Ständig aktuelle Angebote und
Interessante Industrierestposten
zu Toppreisen

DRAU ELECTRONIC GmbH & Co KG A - 9503 Villach, Postfach 16
Tel: 04242-63774 Fax: 04242-56777

Harms Electronic

Bauteile · Bausätze · Halbleiter · Versand



Warenangebot nur auf Katalogdiskette

Format 5 1/4", 1,2 MB IBM Kom.

Anforderung kostenlos

Händler. u. Export-Disk nur nach Vorlage d. Gewerbescheins

Anton-Müller-Str.7 · 2940 Wilhelmshaven · Tel.: 0 4421/25 597 · Fax: 0 4421/28 014

Projekt:

BasiControl 8052-ECB

Vorgestellt in
ELRAD 3/4/5 - 92

Universelles Microcontrollerbord zur Ansteuerung des EC-Bus
Baugruppe DM 438,- / GAL, Leerplatine DM 98,-
Displayansteuerung, Memory-card-interface,
EPROM-Emulator u.a.m.

Direkt vom Entwickler:

smt

analoge und digitale

ELEKTRONIK

Preisliste und Information anfordern!

Dipl.-Ing. Michael Schmidt - Aureliusstraße 22
5100 Aachen · Tel.: 0241/20522 · Fax: 0241/408958



PC-Oszilloskop Low Cost

max. 20 MHz Abstrakte
10 mV/Div., 5 V/Div
variabler Offset
max. 8 Karten/Kanäle

Demoprogramm
für 20,-(Scheck) 26,-(NN)

Matthies 6914 Rauenberg Pfalzstr.10
Telefon: (06222) 63776



TECHNISCHES ENGLISCH

Maschinenbau / Elektronik / Elektrotechnik

Spezial-Sprachkurse in England für technische Berufe

Fordern Sie umgehend Informationsmaterial an:

Sprachreisen-Vermittlung Rita Freitag

4000 Düsseldorf 12 · Postfach 12 05 40 Tel.: (0211) 29 68 89 · Fax (0211) 29 59 61

PC-Steuerungsprobleme? Take it easy!

PC-Steckkartensysteme MDP von OKTOGON

Konzeptionieren Sie Steuerungen oder Meßwerteinrichtungen mit PC? Dann betrachten Sie die platzsparende, kostengünstige Steckkartenlösung MDP!

Anwendungsbereich: AD/DA-Wandler und IO-Karten für die Meß-, Regel- und Verfahrenstechnik, Maschinen- und Anlagensteuerung.

Ihr Nutzen: Eine Basiskarte ersetzt bis zu vier Einzelkarten. Mehrere Basiskarten parallel einsetzbar. Durch Module flexibel für jedes Problem.

Ihr Vorteil: Einheitliches Systemkonzept. Zukunftssicher. Ausbaufähig. Komplettlösung aus einer Hand.

Ihr Gewinn: Kein teures Multitasking zur Meßwerteinrichtung nötig! Geringe Investition für MDP! Zeitsparnis bei der Einarbeitung!

Kostenloses Informationsmaterial von:

OKTOGON

Gerhard Balzarek Elektronik
und Computer Service

HAUPTSTRASSE 43 · 6800 MANNHEIM 51
TELEFON (06 21) 79 89 42 · TELEFAX (06 21) 79 26 44

KOMPLETT SYSTEM

für höchste Ansprüche.

200 Watt Stereo-
Leistungsverstärker
in POWER-MOS-FET-Technik
zum interessanten

PACKAGEPREIS

Lieferumfang:

- 2 Leistungsverstärker MOS PRO 200 mit Kühlkörper
 - Integrierte Schaltungen
 - Japan Halbleiter
 - SMD Bauteile
 - Transistoren
 - Dioden
- Ringkerntrafo 700VA vergossen
 - Netzeilsiebung 40000 μ F
 - LS-DC-Lautsprecherschutz
 - alle erforderlichen Kabel

Der Komplettprice DM 695,-
(auf Wunsch kompl. mont. im 19"-Gehäuse)

„Das deutsche Qualitätsprodukt mit
3-Jahres-Garantie.“

Gesamt-
katalog
gratis!

KLEIN
ELEKTRONIK GMBH
D-7531 NEUHAUSEN/HAMBURG

Tel. (07234) 7783/8943 - Fax 5205

MEGA-PROMMER



Modulares EPROM/μP Programmiersystem

- PC-Steuerkarte, Laptop geeignet
- SMD-Unterstützung (Adapter)
- Integrierte Software für alle Module
- SAA-Benutzeroberfläche
- 16 MByte Puffer/Editor-Bereich
- 8/16/32/64-Bit Verarbeitung
- Intel/Motorola/Tektronix-Formate
- MCS-48/51 (Dis)Assembler

EPROM-SIMULATOR integriert

- Für NMOS/CMOS 2716 - 27512
- Schnell durch 80 ns RAM
- Kaskadierbar für 16 Bit-Bus
- Software-Konfiguration/Akkubetrieb

Lowcost/Profi-Löschergeräte



GWI Informationstechnik GmbH
4250 Bottrop - Am Eickholtshof 1a
Tel. 02041/688917 - FAX 684758

SUPER-PROMMER



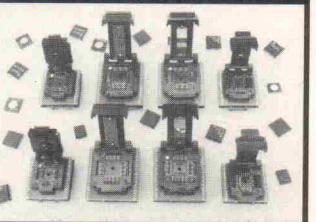
Programmiergerät für (fast beliebige) Bauteile

- EPROM, PROM, BPROM, PAL, GAL, PLD, EPLD, PEEL, AMD-MACH, μP
- SMD-Unterstützung (Adapter)
- Multi-Window Software
- Editor/Puffer-Bereich wie Festplatte
- Intel/Motorola/Tektronix-Formate
- Test-Vektoren / JEDEC-Compiler
- 8/16/32-Bit Verarbeitung u.v.m.

LCC / PLCC - Adapter

- Steckbare Sandwich-Bauweise
- Alle Kontakte vergoldet
- Mit 3M-Präzisionssockel
- Bequem und sicher bestückbar

Bitte INFO mit DEMO anfordern!



GWI Informationstechnik GmbH
4250 Bottrop - Am Eickholtshof 1a
Tel. 02041/688917 - FAX 684758

BENKLER Elektronik**Ringkerntransformatoren**

120 VA	2x6/12/15/18/30 Volt	58,80 DM
160 VA	2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	65,80 DM
220 VA	2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	69,80 DM
330 VA	2x12/15/18/30 Volt	82,80 DM
450 VA	2x12/15/18/30 Volt	98,80 DM
500 VA	2x12/30/36/42/48/54 Volt	112,50 DM
560 VA	2x56 Volt	128,80 DM
700 VA	2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,00 DM
1100 VA	2x50/60 Volt	189,50 DM

Mos-Fet**HITACHI**

SONDERPREIS		
2 SJ 50	8,90 DM	
2 SK 135	8,90 DM	

ab 10 Stück 8,50 DM

ca 4000 weitere Japan-Typen

sind auf Anfrage lieferbar

Sonderliste 1/92 für elektr. Bauteile kostenlos anfordern**19"-Gehäuse****Elkos****NKO****Metallbrücken Gleichrichter**

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw

Front: ALU o. schwarz eloxiert

Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke

Abmessungen: 105 x 45 mm

Andere Typen auf Anfrage

KBPC-Brücken
B 50 C10 4,90
B 200 C10 5,40
B 400 C10 5,80
B 600 C10 6,95
B 800 C10 7,95
B 1000 C10 9,95

in 10, 25 o. 35A lieferbar

BENKLER Elektronik-Versand • Winzingerstr. 31-33 • 6730 Neustadt/Wstr. • Inh. R. Benkler • Tel. 0 63 21 / 3 00 88 • Fax 0 63 21 / 3 00 89

GEDDY-CAD 5.0 das CAD-Programm für Ihren PC vielseitig und schnell	TURBO-ROUTER 3.3 Autorouter für AUTOCAD / GEDDY-CAD Professionelle Entflechtung, erzeugt Stücklisten und CNC- Bohrdaten. Neu: Jetzt mit Preview-Funktion	GEDDY-CAD 5.0 für Studenten PostScript-Treiber FLASHLIGHT 2.01 TURBO-ROUTER 3.3 für Studenten TURBO-ROUTER 3.3 light Paketpreise auf Anfrage Prüfversionen erhältlich	Ing. Büro Wolfgang Maier Lochhausenstr. 21 8000 München 60 Telefon : 0 89 - 8 59 65 46
---	---	--	---

FLASHLIGHT 2.01 wandelt GERBER-Daten in DXF-, PostScript- und GEDDY-Dateien. Jetzt mit Schnittstelle zu OrCAD PCB !	Übertrager für Röhrenverstärker A-16 S Eintakt-Hifi-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä. A-48 US Gegenaktübertrager für 2 und 4 x EL 84 A-23 S Gegenaktübertrager für 2 x EL 34 A-43 A Gegenaktübertrager für 4 x EL 34 A-465 SG Gegenaktübertrager für 4 x KT 88, 6550 A AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe	DM 250,- DM 130,- DM 130,- DM 155,- DM 220,- DM 230,-	Röhrenvollverstärker mit KT 88 2 x 50 W Komplettbausatz inkl. Chassis Röhrenvollverstärker mit EL 34 2 x 35 W Komplettbausatz inkl. Chassis High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT88 Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89 weitere Angaben siehe Lagerliste
EXPERIENCE electronics Gerhard Haas	Weststraße 1 7922 Herbrechtingen Tel. 0 7324 / 53 18 Fax 0 7324 / 2553	DM 3100,- Komplettbausatz 1 x 100 W Komplettbausatz 2000,- AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω, Datenblatt wird mitgeliefert. Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafotauben ab Lager lieferbar.	DM 3400,- DM 230,- DM 170,- Bauanleitung in Elrad 6/91 weitere Angaben siehe Lagerliste

P L A T I N E T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötzopfplack versehen bzw. verzinnt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten 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 Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			Digital-Sampler	047-557	32,00	— Tastaturplatine	058-650	9,00	DISPLAY-ST-INTERFACE		
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Midi-Logik	047-559	15,50	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Midi-Anzeige	047-560	3,40	SCHALLVERZÖGERUNG	068-654	17,50	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Digitalteil	068-655	17,50	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Spannungsreferenz	077-573	4,00	— Filterteil	068-656	9,00	(Mengetrabbart für Display-Platinen auf Anfrage)		
Liniacres Ohrmesser	065-426	5,65	Video-PLL	077-574	1,10	Markisensteuerung	078-658/ds	49,00	ELISE		
Schnelllader	075-432	10,25	Video-FM	077-575	2,30	x/y-Schreiber	078-659	20,00	— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
VIDEO-EFFEKTGERÄT			μ-PEGELESCHREIBER	107-593	19,25	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-660	11,00	— CPU-Adapter	010-775	3,00
— Eingang	075-432/1	6,70	— AD-Wandler	117-597	12,90	STEREO-IR-KOPFHÖRER	078-661	11,00	— DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— AD/DA-Wandler	075-432/3	5,95	— Netzteil	018-618	20,00	UNIVERSAL-NETZGERÄT	078-662	22,50	— AUTOSCOPE I		
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	— Ausgangsvstärker	018-618	20,00	— Netzteil	078-663	15,00	— V-A Modul	020-787	16,00
KEYBOARD-INTERFACE			Wechselschalter	097-589	31,50	DIG. TEMPERATUR-MEßSYSTEM	078-664/ks	17,50	— TZ-Modul	020-788	5,00
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Mäuse-Klavier	097-590	31,50	NDFL-MONITOR	098-667	13,50	— HA-Modul	020-789	16,00
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Stromspannungswandler	127-604	2,50	— LCD-Panzermelder	098-670/ks	6,50	— B-Modul	020-790	16,00
eSAT UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	— Makrovision-Killer	098-671	7,50	— AUTOSCOPE II		
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	SMD-DC/DC	098-673/ds	8,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00
Dämmungsschalter	116-521	6,45	SCHRITTMOTOR-STEUERUNG	127-614	33,00	— C-Modul	098-670/ks	6,50	— PRZ-Modul	050-821	3,00
Autopilot	037-548	3,75	— Verdriftungsplatine	128-687/0B	32,50	— Netzteil	098-677	2,50	— N-Modul	050-822	11,50
SWEEP-GENERATOR			— Treibplatine	038-632/d	9,50	— T-Modul	108-676	12,50	— W-Modul	050-823	11,50
— Hauptplatine	037-551	14,50	— ST-Treibkerze	038-632/d	9,50	— V-Fotoelement	108-677	12,50	AUTOCHECK II		
— Netzteil	037-552	8,30	— Audioverstärker mit NT	127-615	4,85	— V-Modul	108-678	12,50	— P-Modul	060-828	16,00
Widerstandsfritte	047-556	0,80	SMD-Kontaktstromquelle	018-621	2,00	— E-Modul	108-679	10,00	— E-Modul	060-829	11,00
E.M.M.A.			RMS-DC-Converter	028-623	5,25	— Schaltplatinen	108-680	10,00	— B-Modul	060-831	16,00
— Hauptplatine			— Anpaßverstärker	028-627	29,50	— Multimeter	109-754/	32,00	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
— IEC-Bus			— Ausgangsvstärker	REM-642	10,00	— AUDIO-COCKPIT	109-754/	32,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
— C 64-Brücke			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	— 5 x LED-Anzeige	109-755/	64,50			
Netzgerät 9—16 V/20 A			MIDI-MONITOR	058-649	17,50	— Noise-Gate-Frontplatine	109-756/	64,50			
Anpaßverstärker			— Hauptplatine			— Noise-Gate-Basisplatine	109-757/	31,00			
STUDIO-MIXER						— Bierzel-Stabilisator	109-757/	31,00			
— Ausgangsvstärker						— DATA-REKORDER	109-757/	31,00			
— Summe mit Limiter						— Hauptplatine	109-758/	31,00			
MIDI-MONITOR						— Anzeigplatine	109-759/	31,00			
— Hauptplatine						— Schalterplatine	109-760/	31,00			

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten. Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

KLEINANzeigen

HAMEG + + HAMEG + + HAMEG + + HAMEG
Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F. Generator + + ab 412,— DM + P. Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C. Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier elektronik, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Tel. + + 0 42 98/49 80. [G]

8052-ECB Controllerkarte für ECB-Systeme, RTC, Akku, 2-RS232, Watchdog, Resetgen., 32 kB RAM, EPROM-Testsockel, Baugruppe 438,—, GAL, Platine 98,—, Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Aureliusstr. 22, 5100 Aachen, Tel.: 02 41/2 05 22. [G]

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. Tel.: 06 51/4 82 51. [G]

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel.: 0 40/56 47 51. [G]

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Sees Vifa Peerlees. 12 V Lichttrifas mit Gehäuse. Info von Stübering, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar. Tel.: 0 99 51/67 97. [G]

Jedem das Seine: Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf. Tel.: 0 61 05/7 50 65. [G]

Manger - Präzision in Schall: Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref. Liste sofort anfordern bei Dipl.-Ing. FH D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industrie 17, Tel. 0 97 76/98 16, Fax: 0 97 76/71 85. [G]

SAT-TV-Meßgeräte SAT-TV-Meßgeräte. Tel. 0 76 21/1 85 71, Fax: 1 88 40. [G]

Energiesparteufel (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, DM 13,—, R. Ufermann, 4130 Moers 1, Scherpenberger 111.

Solarmodul amorph 12 Watt 5 Jahre Leistungsgarantie nur 169,— DM, Solarmodul monokristallin 53 Watt 10 Jahre Leistungsgarantie nur DM 830,— und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Händle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80, Fax: 33 92 02. [G]

Teleclub-Decoder-Bausatz: 49,— DM, Fertigerät: 199,— DM, Multinormdecoder: 399,— DM. Tel. 02 34/59 65 44, Betrieb in der BRD verboten! [G]

Isel-x/ y/ z-Flachbettanlage * isel-x/ y/ z-Flachbettanlage * isel-x/ y/ z-Flachbettanlage * Fordern Sie heute noch Unterlagen und Preise für Ihre persönliche Konfiguration. Info: Ocotech, Bleibtreustr. 26, 8000 München 71, CNC-Controllers, Spindelbetrieb, PAL-PC, isel * isel-x/ y/ z-Flachbettanlage. Tel. 0 89/79 97 01, Fax: 0 89/79 11 83 97. [G]

Teleclub-Decoder: 249,—, Multinormdecoder: 395,—, Mega SAT, Andreas Rutkowin, Sorpestr. 8, 4630 Bochum, Tel./Fax: 02 34/59 65 44, Händleranfragen erwünscht! Betrieb in der BRD verboten! [G]

Platinen CAD-Programm 'Rule' für IBM PC/XT/AT, Mausversion DM 129,—, Demoversion DM 10,—, Kohle-Rs 1/4W 5 % E12 1Ω-10 MΩ a. 100 St. DM 1,60, Metall-Rs 1/4W 1 % E24 10 Q-1 MΩ a. 100 St. DM 2,95. Rule Info bzw. Katalog/Preisliste anfordern. GL-electronic, Postfach 81 03 11, 6800 Mannheim. [G]

8051-Simulator auf PC: Fullscreen Darstellung, Online-Help, Disassembler, 50,— DM. Tel. 07 11/37 67 18.

Oszi Hameg HM 204-2 (neuwertig) 950,— DM. Tel. 0 30/6 24 87 73.

Calay V.4.0 CAD-Layout-Anlage, Bj.86, voll Funktionsfähig, günstig gegen Gebot, Micad-System PCL 6.0, Harddisk defekt, DM 500,—. Tel. 0 30/2 65 10 01, + + + Profi Oszilloskop + + + HC5604 40MHz 2 Kanal Read-Out 1748,— DM, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay HC5506 60MHz 3 Kanal 1896,— DM, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay Sweep Time 5ns HC5504 40MHz 2 Kanal: 1398,— DM 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Frequenzzähler HC8100A 1,3 GHz: 398,— DM + Funktionsgenerator HC8200A 2MHz: 379,— DM Info anfordern bei NATEK, Dipl. Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69, Fax 6 02 03 23. Händleranfragen erwünscht! [G]

Telefon-Einheitenzähler: Exportgerät; 65,— DM + NN. VEBUG-Elektronik, Marienhofweg 32, 2250 Husum. Tel. 0 48 41/7 51 58 erreichbar Mo-Do von 18-19 Uhr.

RESIM! Regelungstech. Simulation u. reale Regelung 89,— Info anford. Klaus Eberle, A.d. Windmühlen 1, 4230 Wesel, Tel. 02 81/2 80 64 ab 17 Uhr.

Industrie -Schaltnetzteil, neu 5V/8A, 15V/2A, 15V/1A DM 40,— + Porto. Tel. 0 70 82/23 89 ab 20 Uhr.

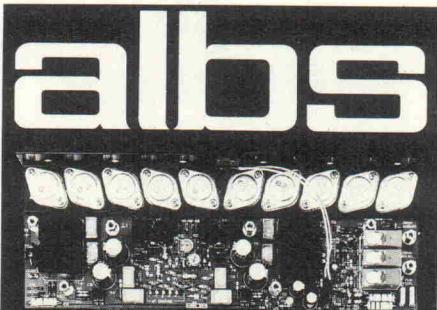
Sammlung der besten XT/AT-PD/Shareware-Crossassembler 6502, Z80, 8048, 8051, 8085, 8096, 80152, allein 3 versch. für 8051. 1.2 MB-Disk nur 15,— DM. 4+360kB-Disk 20,— Unkostenb. bar/ V-Scheck. M. Rueß, Kirchstr. 19, 7911 Holzheim.



Einfach besser

4902 Bad Salzuflen - Wüsten
Tel: 05222/13 804 FAX 15 986

Verk. Unicard für PC/AT (Eirad 4/91). Fertigplatine mit Iso 122 von Burr-Brown, VHB DM 560,— (NP 889,—) Tel. 0 76 31/61 55.



QUAD-MOS 600 - als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut - vorzugsweise für impedanzkritische, niederröhmiige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 - Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik

DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

• DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus • DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker • DC-gekoppelte RIAA-Entzerrer-Vorverstärker • Aktive Frequenzweichen - variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb • Netzteile-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelklos von 4700-70000 µF • Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200VA • Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl - auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz • Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten • ALPS-High-Grade Potentiometer - auch mit Motorantrieb ... u. v. a. Ausführliche Infos DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutgeschäft mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt - Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet) 7136 Ötisheim - Tel. 070 41/2747 - Fax 070 41/83850

HP3590A, 3594A Analyser + Tracking 620kHz DM 600,—, 8 Kan.-Babyl., FM: DC-10kHz m. Zub. DM 1000,—, ELV Löt-Entl. Stat. DM 450,—, Wavetek 116B DM 400,—, Gould 60020 mit Schnittstelle (XYT) DM 1000,— u.a. Geräte. Heidelberg, Tel. 0 62 21/41 08 51.

Sie wollen Boxen bauen? Monitor ist ein Programm, das Sie bei der Konstruktion eines Lautsprechers mathematisch unterstützt. Speichern und Drucken der Daten möglich. Info gg. DM 2,— in Bfm. Preis DM 22,50; Iaroslav Bouda, Korianstr. 16, 8045 Ismaning, Tel. 0 89/96 57 52. [G]

Public Domain Softw. f. Nachrichtentechniker. Preisgünstig über 40 Programme mit Dokumentation (Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk: DM 8,— (Scheck!). Jörg Schmitz, Ing.(grad.), Sauerbruchstr. 16, 6204 Taunusstein, Tel. 0 61 28/7 11 73 (abends).

Verkaufe neuen MC68030RG50B mit Datenbuch von Motorola. Preis VS, Tel. 0 70 71/4 49 50 ab 19:00 h.

Entwerfen und bauen Sie Ihr persönliches Party-Licht. Individuell ausbaubare Lichtsteuerungen. Wir liefern vom Bauplan bis zum Komplettbausatz. Kostenlose Infos bei: Quodt & Peters, Hauptstr. 123, 5040 Brühl. [G]

Traumhafte Oszi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, Tel. 06 51/4 82 51. [G]

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste 0 95 45/75 23, Fax: 56 68. [G]

68HC11A27 — DM, 80C535 39,— DM, MM58274 25,— DM, Philips/Siemens/Motorola Halbleiter a.a. AD/DA Wandler. LCD Text Module, VK+3,— DM. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 8940 Memmingen, Tel. 0 83 31/8 63 71/8 29 44. [G]

Brüel & Kjaer, Oszillator 1014, Analysator 2107, 3302, Schreiber zusam. 3500,— DM VB, massive Messingknöpfe 40, 50 mm, 5,— DM. Tel. 0 27 72/4 24 80.

Trennverstärker ISO100 (BurrBrown) 20,— DM. A/D-Wandler MC1443P 3,— DM. Tel. 0 72 22/8 16 35 ab 19 Uhr.

NEU! Digitale Druckmeßgeräte Typ Prement V1. Genauigkeit 0,25 % FS Typ. Druckbereiche: 200 mbar, 1 bar und 2 bar Differenzdruck, sowie 1 bar und 2 bar Absolutdruck. Im handlichen Zigarettenstiftformat, für nichtaggressive Gase. Sonderabgleich für barometrische Messungen auf Anfrage. Einführungspreis: nur 245,10 DM. Sofort Info anfordern: PMT Dipl.-Ing. Rüdiger Klette, Hubertusstr. 12, 8080 Fürstenfeldbruck, Tel./Fax: 0 81 41/2 77 03. [G]

Board 80486, 33 MHz, 256 KB C, 64 MB aufrüstbar 1449,— Baord 80386, 33 MHz, 64 KB C 779,— Ram SIM/SIP 1MBx3, 70ns, 73,—, 4 Max plus VGA-Karte, 1MB, ET 4000, 72 Hz, noneinterface, 285,— Bauer Datentechnik, Tel. 0 89/7 23 71 32., Fax: 0 89/7 23 58 79. [G]

Sonderposten: neuwertiges PC-Klap Gehäuse incl. Netzeil, (nur Babyboard oder kleiner) im Orig. Karton nur 59,95 DM/Stk zzgl. Porto. Technisches Büro Herbertz, Tel. 02 11/55 19 28. [G]

Verzinnte Kupferhohlnieten L 2mm, Typ-IØ/ AØ: A-0.6/0.8; B-0.8/1.0; C-1.1/1.5. 1000 St. 30,— DM. Bohrer 32x3 mm: 0.6-1.2 mm. 1=6,50, 5=25,—, 10=42,—, 25=95,— (mix nach Wahl). Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel, Tel.: 0 41 03/8 74 85. [G]

Verkaufe Elrad-Hefte der Jahrgänge 1978 bis 1990 (nur komplette Jahrgänge). Helmut Wiedner, Gahler Str. 70, 4270 Dorsten 1, Tel. 0 23 62/4 25 09.

Defender, das alte Videospiel von Williams, zu kaufen gesucht. Tel. abends 05 31/33 85 54.

Digitales Schlagzeug aus Elrad 10/86, kompl. mit 10 Voice Steckkarten u. 18 Soundeproms im 19" Geh. Mat. pr. 1550,— für 370,— DM: Tel. 0 62 24/1 08 48.

Eprom-Emulator 2716-27256 f. PC 220,— DM, 24TTL I/O-Karte 80,— DM. Christian Schirp, Tel. 0 23 277 70 04.

Goldstar OS-7040, Zweikanal 40 MHz, Oszilloskop, Neu, Original verpackt VB 750,— DM. Tel. 0 89/3 50 87 55.

Verkaufe Apple 2 + -Teile zu Sonderpreisen, Liste anfordern. U. Gussen, Niedegger Str. 25, 5165 Hürtgenwald 4, Superpreise zugreifen.

Basic-52 für 80(C)535, mit 3-PWM, 8-Analog, Eprom-Prog., 24Bit-I/O, ... Infoliste anfordern, I DS Ingenieurbüro Dieter Sahm, Schillerstr. 24, 7332 Eisingen/Fils, Tel. 0 71 61/8 76 59, Übernahme Entwicklungsaufgaben!

Platinenlayoutservice Michael Maier Erstelle nach Ihren Vorlagen schnell und kostengünstig Leiterplattenlayouts. Tel./Fax: 0 73 66/41 05. [G]

Teleclub-Dec. 195,— TC, FN RTL4, 289,— mit Scartbuchse, inkl. Netzteil Super Bild. Tel. 0 52 21/83 01 39.

Speicher-DRams's 1Mbit (S11/411000) 80ns große Mengen Stück 7,— DM. Tel. 0 47 37/12 19 ab 18 Uhr.

Platinenbestückung, Reparatur v. Baugruppen, Kabelkonfektion, Geräte u. Umrüstungen D2MAC usw. schnell u. preiswert, Miratronic, Tel. 0 60 32/8 17 70. [G]

Einpreßwerkzeug (Alu) f. Lötstifte 79,50 DM dto. für Durchkont.-Hohlnieten 98,50 DM, dto. für Lötst. u. Hohlnieten 120,50 DM. Prospl. anf. W. Schmidt-Meßtechnik, Tel. 0 53 61/3 51 68, Wohlbergstr. 18, 3180 Wolfsburg 1. [G]

ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1



6917024

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Postleitbereich 2



balü
electronic

2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
Tel. 0 40/33 03 96

2300 Kiel 1
Schülperbaum 23 — Kontorhaus —
Tel. 0 43 1/67 78 20



291721

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte;

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo. - Fr. 8.30 - 12.30, 14.30 - 17.00 Uhr.
Sa. 10.00 - 12.00 Uhr, Mittwoch nur vormittags.

Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50



V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/17 68
Fax 0 42 21/176 69



REICHELT
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14
2900 OLDBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Postleitbereich 3



327841

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/4 20 06



K **KUNITZKI**
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a
4100 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 21 35/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



NÜRNBERG-
ELECTRONIC-
VERTRIEB

Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1
Telefon 0 28 41/3 22 21



238073

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur



Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

ELSA - ELEKTRONIK



Elektronische Bauteile und Geräte,
Entwicklung, Wartung, Groß- und
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse
für die Elektronik, Lernsysteme

N.Craesmeyer, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE - COMPUTER



alpha **electronic**

Berger GmbH
Heeper Str. 184+186
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Telex: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Postleitbereich 5

Leinweber & Bock

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's
Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

Postleitbereich 6

Armin **elektronische**
Bauteile
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 Tel. 06 41/2 51 77
6300 Giessen

Postleitbereich 7



2232873

CONRAD
Center

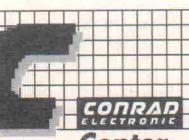
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91

7100 Heilbronn

Postleitbereich 8



2904466

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi · Tel 29
Computer · Modellbau · Werkzeug 8000 München 2
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur 089/2 90 44 66



Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Innstr. 23
... immer ein guter Kontakt!



30-111

CONRAD
Center

Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
09622/30-111

Radio - TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg



263280

CONRAD
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegelände)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
gunstigen Preisen

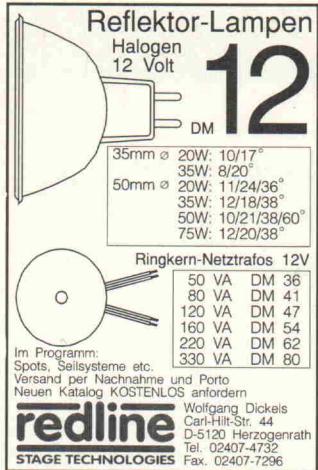
Österreich



VERTRIEB ELEKTRONISCHER
BAUELEMENTE UND GERÄTE
COMPUTER UND ZUBEHÖR
HIFI- LAUTSPRECHER
Cart-electronic®

Marktplatz 26
A-4680 Haag/Hausruck
Tel. 07732/3366-0
Fax 07732/3366-6

Bitte Katalog anfordern



Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch

Fernschule Bremen
2800 Bremen 34

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12
04 21/49 00 19 (10)

PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,-
1*12Bit/D/A, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500nsec, 16*12Bit A/D,
80usec mm 25-Pin Kabel und viel Software

AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,-
1*14Bit/D/A, 2usec, 16*14Bit A/D, 2usec, unip./bip. 2.5/5/10V,
mit 25-Pin Kabel und viel Software

Relais-PI Karte DM 329,-
16 Relais 150V/1A out und 16*Photo in.

8255 Parallel 48 * I/O Karte DM 82,-
48 * I/O, max 2MHz, 3*16Bit Counter, 16 LED, Software

IEEE 488 Karte DM 315,-
mit Kabel und GW-Basic Beispiele

Multi D/A 8 Bit 8 Kanal DM 349,-
8 D/A Channel, ref-V-9V, +9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

RS 422 Dual Karte für AT DM 159,-

4* RS 232 für DOS DM 135,-
Mit 2 Disketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 +
3/4 oder 3-4-5-6 ...

Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

4543 Lienen
Lengericher Str.21
MERZ
JÜRGEN
COMPUTER & ELECTRONIC
Telefon 05483-1219
Fax 05483-1570

Die Inserenten

Ahlers EDV Systeme, Moosburg	25	Fernschule Bremen, Bremen	101	Messe Friedrichshafen, Friedrichshafen
Albs-Alltronic, Ötisheim	99	Friedrich, Eichenzell	6	96
Andi's Funkladen, Bremen	86	gn electronics, Rutesheim	6	Metec GmbH, Müden/Örtze
ASIX Technology, Ettingen	27	gsh-Systemtechnik, München	6	Meyer-Elektronik GmbH, Baden-Baden
Audio Valve, Bad Salzuflen	99	GWI Informationstechnik GmbH, Bottrop	97	Müller & Weigert, Nürnberg
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr.	98	Haaga Elektronik, Aalen	95	OKTOGON, Mannheim
Boddin Import-Export, Hildesheim	93	Harms Electronic, Wilhelmshaven	97	97
Bungard-Elektronik, Windeck	45	Hewlett Packard GmbH, Böblingen	104	POP electronic GmbH, Erkrath
CadSoft Computer, Pleiskirchen	19	HK — Datentechnik, Dormagen	6	93
Carston Vertriebs GmbH, Darmstadt	31	Hoffmann, Schwerte	96	Projekt Elektronik, Berlin
Com Pro, Stuttgart	93	Hoschar, Karlsruhe	45	101
COMTEC GmbH, Zülpich	53	hps System Technik, Essen	65	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven
Cooper Tools, Besingheim	91	Isert-Electronic, Eiterfeld	103	38, 39
CSM, Findelstadt	11	isystem, Dachau	8	Roth, Birkenau
datapro GmbH, Fürstenfeldbruck	43	IWT Verlag, Vaterstetten	17	57
Distelkamp-Electronic, Kaiserslautern/Moornlautern	94	Klein, Aachen	6	SMT M. Schmidt, Aachen
Drau Electronic, A-Villach	97	Klein Elektronik, Neuhausen b. Pforzheim	97	97
elcotec GbR, Tillach & Englert, Burgrieden	6	Knechtges, Morsbach	96	Socomp Microcomputer GmbH, Korchenbroich
Elektronik Laden, Detmold	35	Layout-Service-Kiel, Kiel	95	93
elpro, Ober-Ramstadt 2	94	Maier, Ing.-Büro, München	98	Soundlight, Hannover
e-Media, Hannover	37, 92, 94	Matthies, Rauenberg	97	95
Engelmann & Schrader, Eldingen	95	Mayer Import Electronic, Heimertingen	96	Sprachreisen Vermittlung R. Freitag, Düsseldorf
Experience Electronics, Herbrechtingen	99	Merz Computer Electronic Versand, Lienen	101	97
Impressum				Stemmer PC-Systeme, Puchheim b. München
ELRAD				15
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen				TELE QUARZ GmbH, Neckarbischofsheim
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG				33
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61				Ultimate Technology, NL-AT Naarden
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-19				2
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308				Wiesemann + Theis, Wuppertal
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)				96
Herausgeber: Christian Heise				Zeck Music, Waldkirch
Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/5 47 47-0 oder Fax 05 11/5 47 47-33				95
Redaktion:				
Telefon: 05 11/5 47 47-0, Telefax: 05 11/5 47 47-33				
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)				
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge				
Johannes Hoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl				
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens				
Redaktionsssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch				
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Hella Franke, Martina Fredrich, Birgit Graff, Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wahner				
Technische Zeichnungen: Marga Kellner				
Labor: Hans-Jürgen Berndt				
Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (verantwortl.), Ben Dietrich Berlin, Dietmar Jokisch, Sabine Schiller				
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover				
Verlag und Anzeigenverwaltung:				
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG				
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61				
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-19				
Telex: 9 23 173 heise d				
Geschäftsführer: Christian Heise				
Objektleitung: Wolfgang Penseler				
Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)				
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind				
Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrberg				
Verlagsbüros:				
Nielsen II, Maedchen & Partner, Medienservice, Girardetstraße 122, 5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel: 02 02/72 37 27				
Nielsen III a, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Im Brühl 11, 6581 Hofenbach, Tel: 0 67 85/73 74, Fax: 0 67 85/78 84				
Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 7032 Sindelfingen 7, Tel: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07				
Nielsen IV, Verlagsbüro Walter Rachow, Hochfeldstr. 9, 8309 Au in der Hallerau, Tel: 0 87 52/13 78, Fax: 0 87 52/98 29				
Anzeigen-Auslandsvertretungen:				
Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel: xx49 (0) 24 05/9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59				
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsiam Sha Tsui Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong, Tel: 7 21 51 51, Fax: 7 21 38 81				
Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel: 0 65-2 26 11 17, Fax: 0 65-2 21 31 04				
Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel: 0 08 86-2-7 18 72 46 und 0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48				
Anzeigenpreise:				
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992				
Vertriebsleitung: Wolfgang Bornschein				
Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber				
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19				
3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0				
ELRAD erscheint monatlich.				
Einzelpreis DM 7,50 (öS 60,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 182,-/FF 25,-)				
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten DM 28,20). (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:				
Österreichische Landesbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01				
Kundenkonto in der Schweiz:				
Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0				
Versand und Abonnementverwaltung: SAZ marketing services, Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26				
Den Niederlanden Bestellung über:				
de muiderkring per PB 313, 1382 jj Weesp (Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)				
Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):				
VPM — Verlagsunion Pablo Moewig KG				
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-00				
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.				
Honorararbeiten 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 1992 by				
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG				
ISSN 0170-1827				

Report: E-Schrott

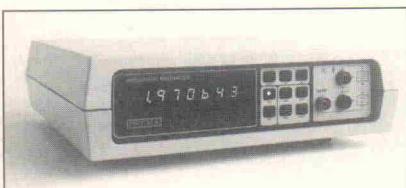
Ein im Juli 1991 vorgelegter Referentenentwurf aus dem Bundesumweltministerium – griffig als 'Elektronikschrottverordnung' bezeichnet – sorgt in der betroffenen Szene für einige Aufregung. Das für 1994 geplante Gesetz hat das Ziel der Vermeidung, Verringerung und Verwertung von Abfällen aus gebrauchten elektrischen und elektronischen Geräten'.

Eine Maßnahme, dieses Ziel zu erreichen, besteht in der Verpflichtung von Herstellern und Vertreibern zur Rücknahme von Geräten, die sie in den Verkehr gebracht haben – und deren Verwertung beziehungsweise Entsorgung. Der Elrad-Report in der nächsten Ausgabe zeigt den aktuellen Stand der Entsorgungstechnologien, der Recycling-Möglichkeiten und den Durchgriff der Verordnung auf neue Entwicklungen.

Test: Labormultimeter

Für Spannungs- und Strommessungen im Servicebereich reichen Genauigkeit und Auflösung von preiswerten 3 1/2stelligen Handmultimetern vollauf,

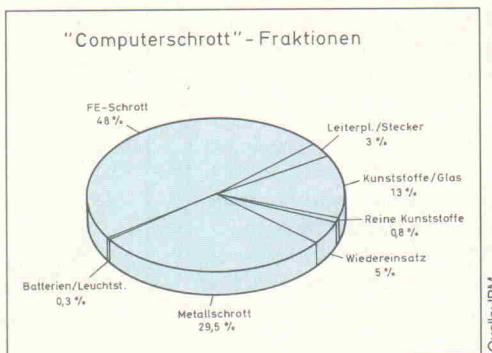
wie etliche Untersuchungen belegen. Im Entwicklungs- und Forschungslabor hingegen stellt man höhere Ansprüche, und zwar auch an die Parameter Langzeitkonstanz, Temperaturdrift und Reproduzierbarkeit. Ob die Labormultimeter die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen, ist Gegenstand eines Tests im Elrad-Labor.



Test: Filter für die Meßtechnik

Mehr Angebote und bessere Verfügbarkeit – das ist die aktuelle Marktsituation bei Filtern für meßtechnische Anwendun-

gen. Gewiß muß man nach dem Preis pro dB Flankensteilheit fragen, aber selbst bei reinen Antialiasing-Anwendungen sind weitere Fragen zu stellen – Antworten gibt der Elrad-Test, der sowohl rechnergestützte Filter als auch manuell einstellbare Stand-alone-Geräte berücksichtigt.



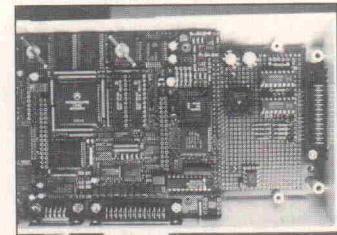
Projekt: Schrittmotor-Steuermodule

Wer etwas bewegen möchte, der ist – zumindest im Bereich Elektronik – oft gut beraten, die gewünschten Rotationen von einem Schrittmotor ausführen zu lassen. Moderne Bauelemente reduzieren den Hardware-Aufwand, der nötig ist, um einen solchen Motor kontrolliert zu bewegen. Hinzu kommt, daß Schrittmotoren ein digitales Verhalten an den Tag legen und sich somit leicht von Computern kontrollieren lassen. Mit dem SM-Interface-Duo UniStep und BiStep tritt die Elrad-Redaktion in der nächsten Ausgabe den Beweis an, daß es tatsächlich so unkompliziert ist, wie es klingt.

Controller-Projekt: MultiLog

In der Projektreihe 'Controller 92' setzt er, als vierter im Bunde, den vorläufigen Schlußpunkt: MultiLog. Der Name charakterisiert die trefflichen Eigenschaften dieses Achtundsechzigtausender-Boards: Handlich und mit zahlreichen Meß- und Darstellungsfunktionen ausgestattet – wie ein Multimeter – speichert und protokolliert es die Meßwerte gleich einem Datenlogger.

Zwei RS-232-Schnittstellen und ein Centronics-Port stellen die Verbindungen zur digitalen Peripherie her, zu Host-Rechner



und Drucker. Ein 12-Bit-A/D-Wandler mit drei freien Kanälen und 100 kHz Abtaffrequenz ebnet die Wege zur Analogwelt. Mit RTOS steht dem Anwender eine preisgünstige, echtzeitfähige Multi-tasking-Entwicklungs-Umgebung zur Verfügung.

Dies & Das

Mal aufräumen

In den Geräteschränken der Operationssäle deutscher Krankenhäuser dämmert medizinisches Gerät vor sich hin, das noch nutzbringend und gelegentlich sogar lebensrettend eingesetzt werden könnte. Darauf hat Dr. Michael Schedler, Universitätskliniken des Saarlandes, Homburg/Saar, kürzlich hingewiesen.

Schedler, der sich auch als Entwickler medizinischer Instrumente einen Ruf erworben hat und 'Gerätebeauftragter' seiner Klinik ist, rät allen Kollegen, von Zeit zu Zeit die Bestände an Altinstrumenten durchzuforschen und auf ihre Verwendbarkeit im ambulanten Bereich zu prüfen. Anlaß dieses kollegialen Hinweises waren zwei mindestens 30jährige, vor 15 Jahren ausgemusterte Laryngoskope, die beim Aufräumen zutage kamen. Sie funktionierten einwandfrei – einschließlich der je zwei Batterien vom Typ Varta-Pertrix-Rundzelle, Größe Baby, Anfang der 60er Jahre produziert.

Laryngoskope sind unentbehrlich, wenn bei Patienten, vor allem Verunglückten, die Sauerstoffzufuhr der Lunge unzureichend ist und ein Tubus zur Beatmung gelegt werden muß. Moderne Rettungswagen sind zwar mit solchen Instrumenten ausgerüstet, viele ältere Ambulanzmobile jedoch nicht.

Soweit zum Fund von Dr. Schedler. Sein Befund freilich scheint in einem wesentlichen Punkt ergänzungsfähig: Angesichts der jetzt bekanntgewordenen, dramatischen Ausstattungsmängel von Kliniken in GUS-Ländern, Albanien et cetera gehört kein funktionsfähiges oder instandsetzbares Gerät auf den Schrott. Es gibt Elektronikingenieure, die sich in ihrer Freizeit einschlägig engagieren. Unseren Netzkonstanter – Prototyp eines Elrad-Projektes – haben wir kürzlich einer solchen 'Medizingeräte'-Gruppe überstellt, die sich vor allem für Rumänien einsetzt.

Sie suchen

eine präzise Bearbeitungsmaschine zum Bohren, Fräsen, Gravieren ...?

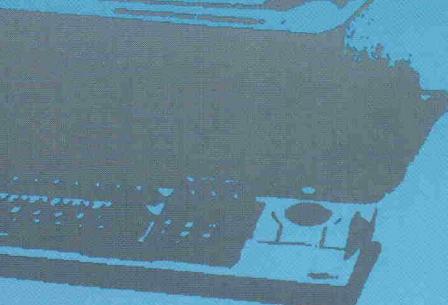
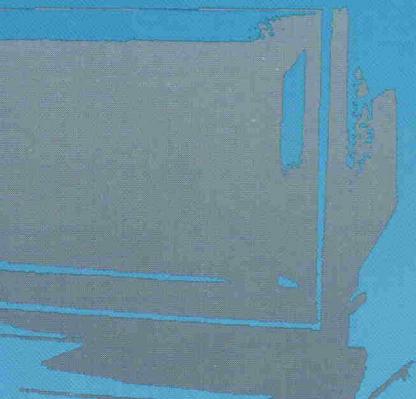
Wir bieten Ihnen

EP 1090

die komplette Bearbeitungseinheit
mit integrierter Antriebselektronik,
Bohr-Fräs-Maschine,
Aufspannset und
PAL-EP-Software-
Ankopplungsmodul

DM 4993,-

incl. MWSt.



2.5D-CNC-Maschine
bearbeitet:
Leiterplatten
Aluminium
Kunststoffe
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von

isel automation

Fordern Sie nähere Informationen an.



isel automation · Hugo Isert · 6419 Eiterfeld · Im Leibolzgraben 16 · (066 72) 8 98-0 · Fax 75 75

Unsere Qualität ist bekannt, die niedrigen Preise dagegen gewöhnungsbedürftig.

Die Leistung unserer Universalmeßgeräte ist eine Klasse für sich. Der Preis ist dabei viel niedriger, als Sie vielleicht denken.

Seit über 50 Jahren baut Hewlett-Packard Meßgeräte, die zu den besten der Welt gehören. Durch die Anwendung fortschrittlicher Technologien und rationeller Fertigungsmethoden können wir Ihnen leistungsfähige Meßgeräte anbieten. Preisgünstig, aber in gewohnter HP-Qualität. Die passen nicht nur in Ihr Labor oder Testsystem, sondern jetzt auch in knappe Budgets.

Da wären zum Beispiel:

- das 30-Watt-Labornetzgerät aus der Produktserie HPE 3610 mit 2 Ausgangsbereichen für DM 575 (DM 656 inkl. MwSt.)
- das neue 6,5stellige Labor-/Systemmultimeter HP 34401 mit bis zu 1 000 Messungen pro Sekunde für DM 2 200 (DM 2 504 inkl. MwSt.)
- das 4-Kanal-100-MHz-Digitaloszilloskop aus der HP-Serie 54600 mit seinen DM 6 540 (DM 7 456 inkl. MwSt.) und seiner analogen Bedienerfreundlichkeit
- das 3,5stellige Handmultimeter (Serie HPE 2370) mit 8 Funktionen und seinen ansprechenden DM 189 (DM 216 inkl. MwSt.)
- das neue LCR-Meßgerät HP 4263A für DM 7 869 (DM 8 971 inkl. MwSt.)

Sie sehen, es muß nicht immer einen Kompromiß zwischen Preis und Leistung geben.

Diese neue Generation der HP-Universalmeßgeräte bzw. weitere Informationen können Sie bei HP DIREKT unter der Telefon-Nr. 0 70 31/6 67 21 anfordern.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.



**HEWLETT
PACKARD**

