

CeBIT'92
HANNOVER
11. - 18. MÄRZ 1992
Halle 7 · Stand D 14



Grundlagen:
Entwicklung: Boundary Scan Test

Projekte:
Vorschau: Projektreihe „Controller 92“ im Überblick
Controller 92 (1): 8052 AH-Basic-Board
Audio: 2 x 30 W aus 8 x EL84
Labor: Funktionsgenerator mit IEC-Bus und RS-232 (2)

Test:
Meßtechnik: PC-Spectrumanalyser

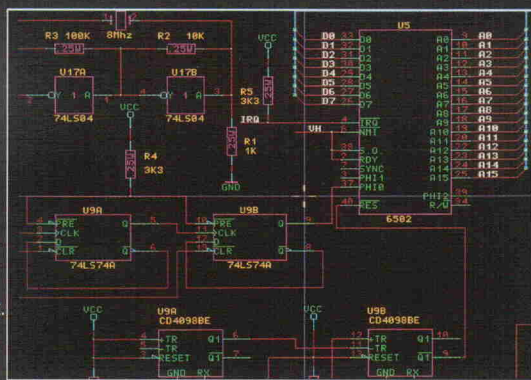
Markt:
Weiterbildung: Seminare — Themen, Anbieter, Preise

Test:
Service-Scopes
tragbar?

VON DER IDEE BIS ZUM PLOT IN EINEM TAG



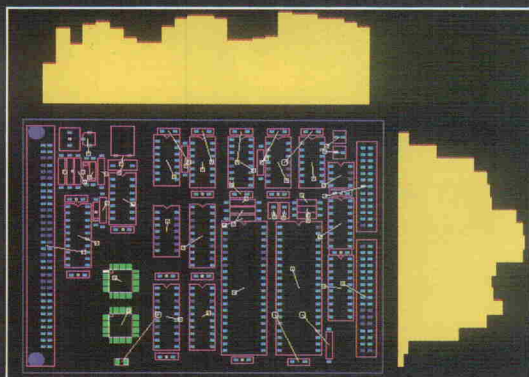
Der Schaltplan wird einfach und schnell mit ULTicap, dem Schaltungs-eingabe-programm gezeichnet. Während des Arbeitens kontrolliert ULTicap in "Echtzeit",



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.



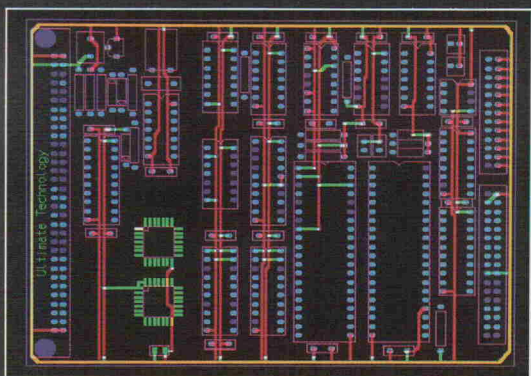
Aus der Benutzeroberfläche ULTishell werden alle relevanten Daten vollautomatisch von ULTicap zum Layout-Programm ULTiboard übertragen.



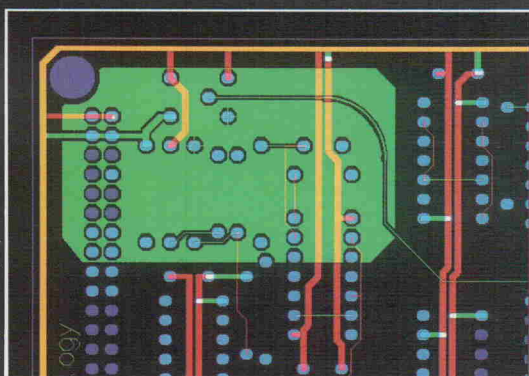
Nun folgt die Platzierung und Optimierung. Bei dieser (für das Endergebnis enorm wichtigen) Phase wird der Designer mit ECHTZEIT KRAFTVEKTOREN, RATSNESTS UND DICHTHE HISTOGRAMMEM unterstützt. Durch Gat- & Pinswap armittelt ULTiboard automatisch die kürzesten Verbindungen zwischen den Bauteilen.



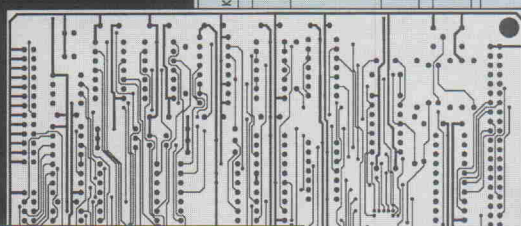
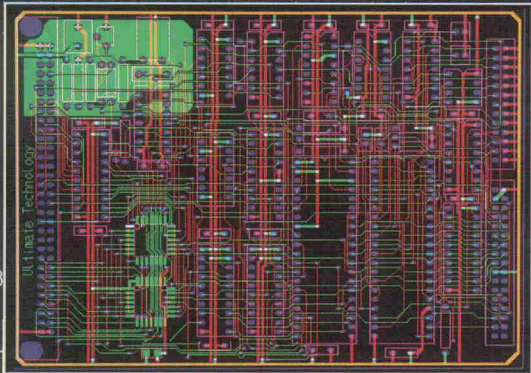
In den meisten Fällen werden zuerst die Versorgungs- bzw. Masseverbindungen interaktiv verlegt. Dank ULTiboard's einzigartigem "ECHTZEIT-DESIGN-RULE-CHECK" und dem intelligenten "TRACE SHOWING" geht dies schnell und fehlerfrei.



Der flexible interne Auto-router wird jetzt gestartet, um die Busstrukturen intelligent und ohne Durchkontaktierungen zu verlegen. Alle ULTiboard-Systeme mit DOS-Extender (protected-Mode-Betriebssystem-erweiterung) sing in der Lage vollautomatisch Kupferflächen zu erzeugen. Der Benutzer muß dazu nur Den Umriss eingeben und den Netznamen auswählen. Alle Pins, Kupferflächen und Leiterbahnen werden gemäß den vom Designer festgelegten Abstandsregeln im Polygon ausgespart. Änderungen in existierenden Polygonen sind ohne Probleme möglich! Das Polygon-Update-Feature sorgt automatisch für die Anpassungen.



Mit dem Autorouter werden nun die unkritischen Verbindungen verlegt. Dieser Prozeß kann jederzeit unterbrochen werden. Um eine maximale Kontrolle über das Autorou- 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.



Durch "Backnotation" 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.

Kostelose Demodisketten oder Testinstallationen verfügbar

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.

PRODUKTIVITÄT DURCH ULTIBOARD

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

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. 43 512-892396 Fax 43 512-892396
Int. HQ: ULTimate Technology HQ
Tel. 0031-2159-44424 Fax 0031-2159-43345

Weniger ist mehr

Wir haben gerade noch die Kurve bekommen. Der Start der Controller-'92-Serie in dieser Ausgabe fällt in etwa mit dem zwanzigsten Jahrestag der Einführung der ersten integrierten CPU – Intels 4-Bit 4004 – zusammen. Zehn Jahre später wählte Time den Computer zum 'Mann des Jahres'.

Wie gesagt, es ist schön, daß wir die Kurve noch einmal gekriegt haben, denn der Verweis auf Jahrestage dokumentiert: Man befindet sich im Einklang mit der technischen Entwicklung.

Der Blick auf die Liste der Quadriga (S. 14) könnte darüber allerdings Zweifel aufkommen lassen. Der 'jüngste' Vertreter (68008) hat immerhin schon einige Jahre auf dem Buckel, beim Vertreter der 51er Familie beginnt der Lack auch schon zu blättern, ganz zu schweigen vom Z80-Projekt.

Alte Krücken?

In der Tat, es fehlt etwas mit 64 Bit Breite, etwas mit RISC-Architektur und etwas mit minimal 60-MHz-Takt. Andererseits wage ich die Behauptung: Wenn ich heute alle 'schwarzen Kisten', die irgendwo etwas messen, steuern oder regeln, aufschraube, finde ich in 90 % der Fälle einen Z80 oder ein 8051-Derivat.

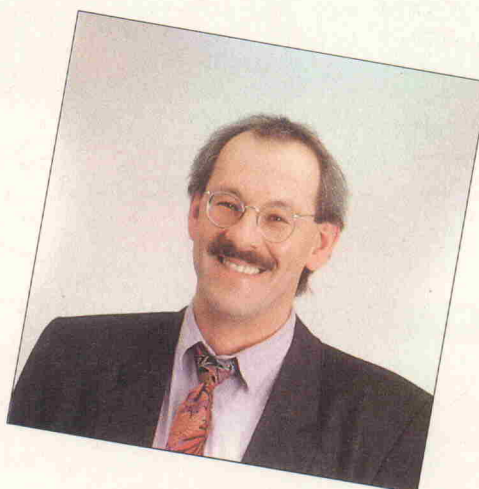
Im Konsumerbereich, vornehmlich bei der weißen Ware, der ja angeblich davon gekennzeichnet ist, daß in jeder Kaffe- oder Waschmaschine fleißige 'Controller-Heinzel' emsig, klaglos und preiswert ihre Arbeit verrichten, findet man – ist der Deckel erst mal runter – gar keine Elektronik. In der überwiegenden Anzahl sieht man auf solide Mechanik in Form von Thermostaten und Schrittschaltwerken. Hier gibt es bei der Elektronifizierung noch einiges zu tun.

Ein 68xxx, der die Temperatur der Wärmeplatte mißt und schaltet – ist natürlich Wahnsinn. Aber auch bei komplexeren Anforderungen, die beispielsweise eine Waschmaschinensteuerung stellt, ist der angeblich allerletzte Schrei auf dem Controller-Markt fehl am Platze. Vierbitter, ähnlich dem 4004, sind hier – und auch für so manche Aufgabe im MSR-Bereich – gefragt und für mich State of the Art. Ein Board mit diesem Typ Controller vermisse ich eigentlich sehr viel schmerzlicher in der Vierer-Serie als die komplexen Boliden.

Entwickler, fühlt Euch angesprochen.

Hartmut Rogge

Hartmut Rogge

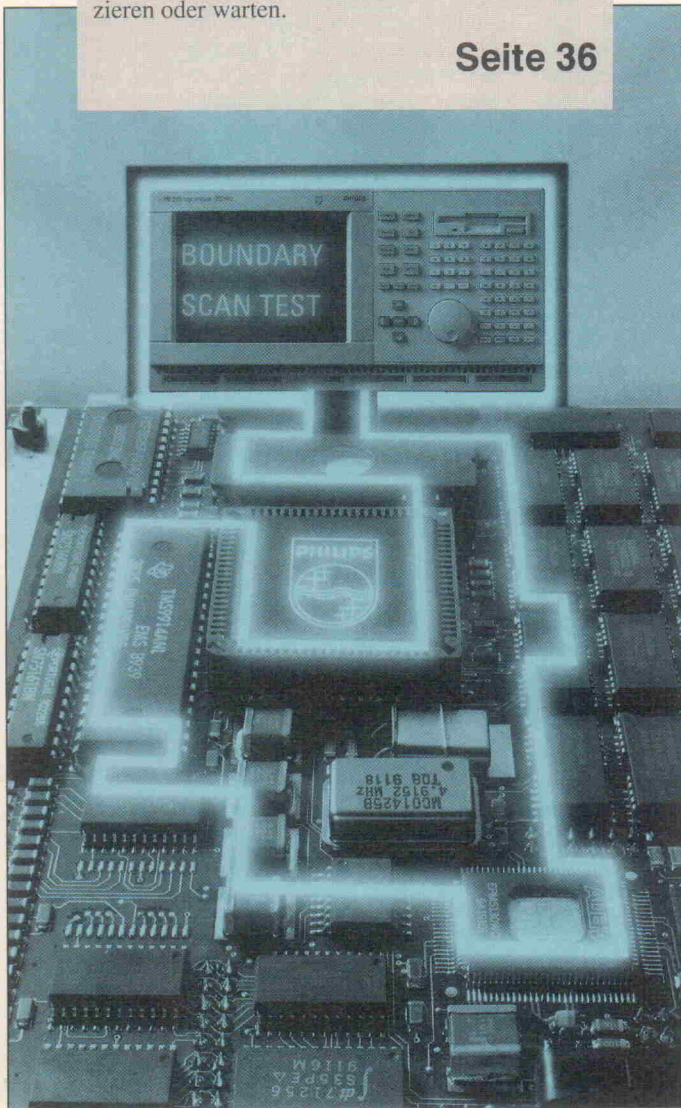


Grundlagen

Boundary Scan Test

Es gibt bereits eine ganze Reihe von Digital-ICs mit den vier neuen Anschlüssen für den Testbus. Dieser Standard charakterisiert ein Produkt zeitlebens: in Entwicklung, Fertigung und Service. Boundary Scan Test ist somit Pflichtfach für Schaltungsdesigner sowie alle, die Geräte produzieren oder warten.

Seite 36

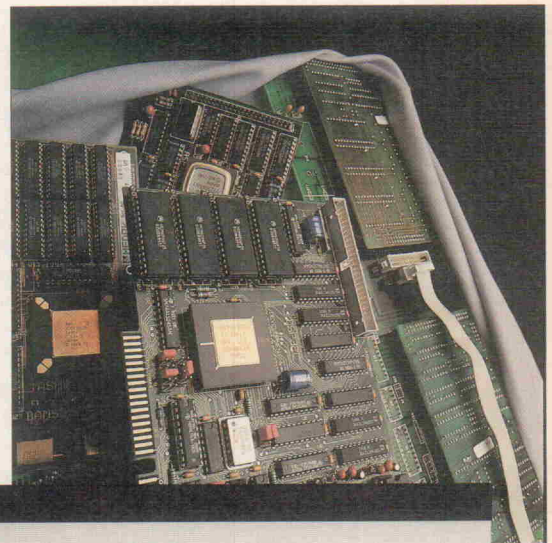


Projekt

Controller '92

Beginnend mit dieser Ausgabe wird in Elrad monatlich ein Controller-Projekt gestartet. Insgesamt harren vier MPUs auf Boards mit unterschiedlichen Hard- und Software-Konzepten der Veröffentlichung. Bei derart langem Vorlauf hätte man ganz gern einen Überblick – man findet ihn auf Seite 14. Nummer eins der Serie ist BasiControl, wie der Name unschwer vermuten läßt, ist dieses Board BASIC-programmierbar. Bevor man aber seine junggebliebenen Vorurteile gegen eine 'alte' Hochsprache ausgräbt, sollte man einen Blick auf die Projektbeschreibung werfen, denn wer will, kann auch 'zeitgemäß' in Assembler programmieren.

Seite 14, Seite 42



Test

PC-Spectrum-Analyzer

Die Analyse von Signalen läßt sich auf vielfältigste Weise durchführen. Manchmal interessiert nur der zeitliche Verlauf; in vielen Fällen gibt jedoch nur das Spektrum ausreichende Information über die Beschaffenheit eines Signals. Neben den sehr teuren Spektralanalysatoren bietet der Markt heute FFT-Analysatoren in Form von DSP-Einsteckkarten für den PC. Ob diese Lösungen praxistauglich sind und ob sie eine echte Alternative zu Stand-alone-Geräten darstellen, lesen Sie ab

Seite 25

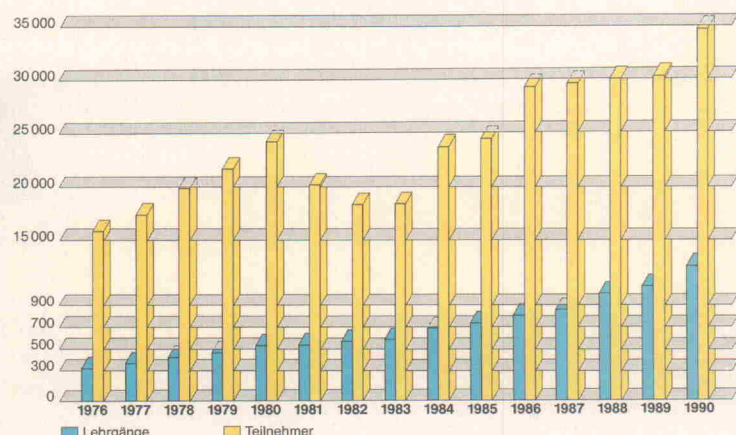
Markt

Input

Die Anbieter von Weiterbildung – per Seminar, Kurs, Fernkurs oder Workshop – haben Hochkonjunktur. Beispiel: die Technische Akademie Esslingen (s. Grafik). Doch die Struktur dieses von Jahr zu Jahr wachsenden Marktes ist recht undurchsichtig. Transparenz ab

Seite 83

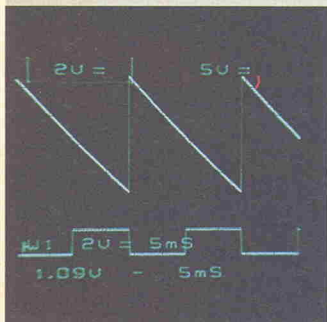
Entwicklung der Lehrgangs- und Teilnehmerzahlen



Kurven aus dem EPROM (2)

Der zweite und letzte Teils dieses Artikels beschreibt das Zusammenwirken der drei D/A-Wandler. Während einer dieser 'Bausteine zwischen den Welten' seine volle Auflösung der Kurvenform widmet, beschäftigen sich seine beiden Kollegen mit dem Ausgangspegel und dem DC-Offset.

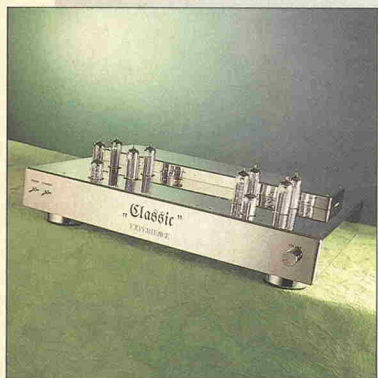
Seite 52



Projekt

Quadriga

Kleine Wohnungen und große Verstärker sind nicht immer die richtigen Voraussetzungen für gutnachbarliche Beziehungen in Wohnhäusern – vor allem, wenn die Boxen aus wenigen Watt viele hPas produzieren.



Zeit also für eine Neuauflage der klassischen EL 84-Endstufe in Ultra-Linear-Schaltung und hochglanzvernickeltem Gehäuse. Wer von den alten Hasen glaubt, daß man in diesem Oldie keine neuen Ideen mehr unterbringen kann, der lasse sich überraschen ab

Seite 32



Tragbar!

Im vergangenen Herbst versprach die Meßtechnik-Allianz Philips/Fluke auf einer Pressekonferenz, mit ihrer neuesten Kreation den Markt der netzunabhängigen Oszilloskope, der weltweit und herstellerunabhängig bei immerhin etwa 40 000 jährlich abgesetzter Geräte liegt, ins Wanken zu bringen. Das Highlight der neuen Modellreihe fand in der Fachpresse – einschließlich Elrad (9/91) – die ihm gebührende Beachtung. Elrad nahm sich dies nun zum Anlaß, in einem Test auch fünf weitere Mitbewerber genauer zu betrachten. Zusammengefaßtes Lob und Tadel finden Sie ab

Seite 18

Inhaltsverzeichnis

	Seite
aktuell	
Meßtechnik	8
Komponenten	10
Eprommer	11
Halbleiter	12
Controller '92	14
CeBIT '92	16
Markt	
Marktreport Weiterbildung: Input	83
Test	
Service-Oszilloskope: Tragbar!	18
PC-Spectrum-Analyzer	25
Entwicklung	
Halbleiter: Boundary Scan Test	36
Projekt	
Röhren-Endstufe mit EL 84: Quadriga	32
Entwicklung: BasiControl	42
Meßtechnik: Kurven aus dem EPROM (2)	52
Meßtechnik: L.A. ST (4)	74
Grundlagen	
Regelungstechnik	61
Bussysteme: P-NET (2)	72
Die Elrad-Laborblätter: Flüssigkristallanzeigen (3)	79
Mathematik: Leistungsabgabe einer Spannungsquelle	88
Rubriken	
Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Arbeit & Ausbildung	49
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

PC-Meß- und Regelkarten

(Alle AD-Karten mit echten integrierten AD-Umsetzern)

LowCost-Bereich:

AD/DA-Karten, 8 Bit +/- 1 LSB, 2µs AD-/1µs DA-Umsetzzeit:
-1 Eing./1 Ausg., 4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 169,-
-8 Eing./1 Ausg., 4 Spgngsbereiche per Software einstellb. DM 209,-
-8 Eing./2 Ausg., 2µs Spannungsbereiche per
DIP-Schalter/Software einstellbar, extern triggerbar DM 279,-
-wie vor, jedoch zusätzlich mit 24 digitalen I/O-
Leitungen und 4 Wechsler-Relais (2A Dauer-Schaltstrom) DM 389,-

AD, AD/DA-Karten, 12 Bit +/- 1 LSB:

-1 AD-Eing., 9µs Umsetzzeit, ext. trg.bar+5 dig.Eing. DM 289,-
-4 AD-Eing., 9µs, 3V(0-5V a.A.), 1 DA-
Ausgang 3V DM 469,-
(Einführungspreis)

digital I/O:

-digital I/O-Karte, 24 Bit, sehr schnell, hoher Strom DM 119,-

Industrie-Bereich:

Industrie-Meß- und Regelkarten, sowie Zubehör aus der PC-
Lab-Serie: 12-Bit Multifunktionskarten von 8-fach AD (25µs) /
1-fach DA, jeweils 16 dig. In-/Output mit Anschluß bis 16-
fach single / 8-Kanal differentiell (10µs) / 2-fach DA, mit
Quarztimer, 8 programmierbare unipolare Spannungsbereiche,
Interrupt/DMA-fähig. Digitale (auch Opto-) + Relais-
karten, Programme, Erweiterungsboards analog und digital etc.

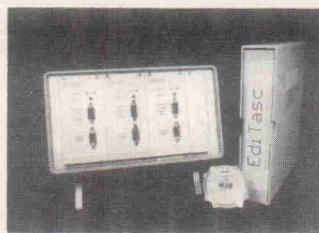
Gratis-Liste ER-4 anfordern!

bitzer Postfach 1133
7060 Schorndorf
Tel.: 07181/68282
Fax: 07181/66450
Digitaltechnik

Die Komplettlösung:

MSP/ Mikroschritt

— Schrittmotor-System für 1—4 Achsen —



- Ansteuerung Analog/Seriell/Takt
- **MSM-01** Mikroschritt bis 1/128 Vollschritt
- **MSL-01** Leistungsversion 70 V/8 A
- Incrementalgeber-Anschluß
- Referenzpunkt- und Endschalter-Auswertung
- Hybrid-, Scheibenläufer-, Kleinst-Schrittmotoren von 6mNm bis 1,5Nm
- Ansteuerung PC oder Laptop
- CNC-Programmiersprache **EdiTasc**
- DIN-Interface, HPGL-Input, Teach-in

MOVTEC Stütz & Wacht GmbH
Kastanienstr. 8 · 7542 Schömburg
Tel. 0 72 35/83 07 · Fax. 0 72 35/2 56

Cross-Assembler

Auf Atari ST/STE/TT: xAss-II 2.0
Für 280, 8048, 8051, 80535, 6502,
6809, 68HC11, 8086, 8096 u.a.

Leistungen

- ☑ GEM-Oberfläche, auflösungsunabhängig ab 640 x 400
- ☑ Ziel-CPU wird durch ASCII-Tabelle definiert
- ☑ Für 16- und 32-Bit-CPU's vorbereitet
- ☑ Bedingte Assemblierung
- ☑ Makros mit Parametern
- ☑ Hierarchische Arithmetik
- ☑ Objektcode binär, Intel-Hex, Motorola-S, Tektronix
- ☑ EPROM-Simulator-Download über Centronics, RS 232, MIDI
- ☑ Protokoll läßt sich anzeigen, speichern, drucken
- ☑ Dokumentiertes Tabellenformat für eigene Tabellen

Preise

- Vollversion 2.0 mit allen Tabellen
- DM 160,- inkl. 1½ Hfst. zzgl. Porto/Versand
- Demoversion (kann max. 150 Zeilen verarbeiten)
- DM 10,- wird bei Kauf der Vollversion angerechnet

Joachim Klein Hard&Software
Süsterfeldstraße 30
V-5100 Aachen
Tel.: 022 41 87 16 10

IEEE-488 und VXIbus-Steuerung, Meßdatenerfassung und -auswertung

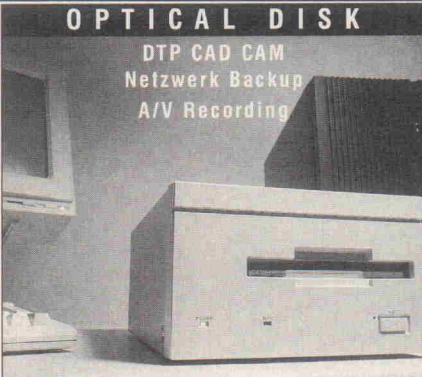
Jetzt direkt in
Deutschland vertreten.

kostenloser Katalog: (089) 714 5093

Vertrieb und Support durch:

National Instruments Germany GmbH

Hans-Gräsel-Weg 1
W-8000 München 70
Tel.: (089) 714 5093
Fax: (089) 714 6035



Autorisierter HighTech-Vertriebspartner für Optical Disk,
SCSI-Zubehör, Datenträger und Memory-Cards von Fujitsu,
Maxell, Mitsubishi, Panasonic, Seiko und Sony.



VENTAS Marketing GmbH · Aachener Straße 78-80 · D-5000 Köln 1
☎ 0221-52 08 51 · Fax 49-221-51 72 86

Eprom-Programmer

- für Druckerschnittstelle (Centronics-Port)
- Ideal für Entwicklung, Service, Schulung.
- schnelle parallele Datenübertragung.
- benötigt keine Einsteckkarte.

EP III

New
-EPROM's von 2764 - 4.8 Mbit, -N-, C-Mos,
-EEPROM's, -Zero-Power-RAM's, -Slow,
-Fast und -Quick-Programmierungsalgorithmus,
-220V-Stromversorgung, -Anschluß an Druck-
schnittstelle (Centronics-Port). Für PC,
AT, PS2, -486 und Laptops. DM 548,-

EP II

unser bewährtes...
-EPROM's von 2716 - 27512, -N-, C-Mos,
-EEPROM's, -Zero-Power-RAM's, -Slow,
-Fast und -Quick-Programmierungsalgorithmus,
Weitere Funktionen wie EP III. DM 444,-

Software für EP II / EP III

-SAA-Oberfläche, -Dateneditor ASCII-HEX
beliebig große EPROM's, -Datensplitting
bis 64 Bit Systeme, -Slow/Fast/Intel-Quick-
Algorithmus, -Programmierungsmakros,
-Quicklook-Taste zeigt 256 Byte des EPROM
an, -EPROM prüfen, lesen, kopieren, Prüf-
summe (16Bit), -EPROM mit File verglei-
chen, -Bit und Byteweise programmieren,
-Makrosprache für pinkompatible EPROM's,
-Datenkonvertierung: Intel-Hex, Hex-Dump,
Binär-File, Motorola, Tektronix, -Kopieren
von RAM und ROM des Computers in
EPROM, -Pinbelegung einblendbar, -Soft-
ware in Deutsch und Englisch, -Program-
manpassung an unbekannte EPROM's,
kundespezifische Software möglich.

Lieferumfang:

Programmiergerät EP III bzw. EP II, Software
auf 3,5" od. 5 1/4" Disk, Handbuch, Quick-
referenz in Folie. (deutsch/englisch)

elcotec GbR, Tillack / Englert, Herdweg 25,
7959 Burgrieden 1, Tel. 07392 / 6413 Fax. 18565



Eprom-Löschgerät.

AT 401

Sehr solide Ausführung, ideal für Dauer-
einsatz, -Beispiel: 220 Volt, -Endschalter,
-Gewählte Technik, -mechanische Schalt-
uhr, Kontrolllampe, Klingel. DM 228,-

AT 402

wie AT 401, jedoch bis 18 EPROMS.
DM 298,-

Disco • Lights

Von der Party-Lichtorgel bis zum computergesteuerten Light-Pro-
cessor, vom kleinen Punktstrahler bis zum PAR-64-Scheinwerfer,
Schwenk- und Karussellpunktstrahler, Spiegelkugeln und Dekora-
tionslicht, Stroboskope, Schwarzlicht, Lampen, Fassungen, Zubehör

Disco • Sounds

Sowohl einfache, preiswerte als auch professionelle Lautsprecher
und Fertigboxen, alles für den Flightcase- und Boxenbau, Ständer
und Stative, Mischpulte, Plattenspieler, Endstufen, Equalizer, Kopf-
hörer, Mikrofone und natürlich auch Kabel, Stecker usw.

Disco • Effects

Nebelmachines, Seifenblasen- und Konfettimaschinen, aufwendige
Bewegungseffekte, Scheinwerferraufzug, Traversensysteme usw.
Viel Interessantes zu günstigen Preisen im neuen...

LLV-Katalog

Bitte diese Anzeige ausschneiden und zusammen mit Schutzgebühr
DM 10,- in Briefmarken oder Schein einsenden an:

Lautsprecher- und Lichtanlagen Versandhandel
Inh. Markus Grimm
Provinzialstraße 40, 5216 Niederkassel 5
Tel. 0228/454058, Fax 0228/453951 e

Pay-TV-Decoder

Schaltverstärker zur Darstellung
von Astra 1a PAY-TV Programmen

Ab sofort Geräte der zweiten Generation
mit automatischer Code-Erkennung

Zukunftssicher durch programmierbare Logik

★ Updateservice durch eigene Entwicklung

★ kontrastreiches Bild, naturgetreue Farben

★ Mikroprozessor gesteuert bzw. Module für C-64

★ Zustandsanzeige

Lieferbar als Bausatz oder anschlussfertig

Bausatz für C-64 ab 178,-

Bausatz TCD-4 288,-

Händleranfragen erwünscht.

Fordern Sie unsere Info an.

Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung

Wiesenweg 45 Tel. 0 50 53-6 62

3105 Müden/Örtze Fax: 0 50 53-6 59

Der Betrieb von Decodern ist nicht in jedem
europäischen Land gestattet.

PC-Speicheroszilloskop

Paket, bestehend aus

AD-DA-Meßkarte und

Speicheroszilloskop-

programm für den NF-

Bereich: Aufnehmen,

Speichern, Laden, Ana-

lysieren, Wiedergeben

von Kurvenformen,

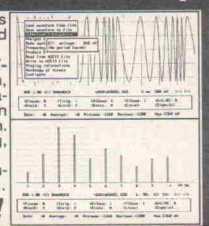
Effektivwertberechnung,

min/max. Spannung,

Mittelwert, Frequenzan-

zeige, Signalklirrfaktor...

nur DM 398,-!



Externer AD-Wandler für serielle Schnittstelle

4 1/2-digit-RS-232 Wandler (9600 Baud) in geschlos-

seiner Modulausweise, 1/2V 260ms, Anschluß über seri-

elle Schnittstelle, Ideal für tragbare Rechner. Je

Verschiedene Ausführungen: nur DM 299,-

AD-80: 8 Eingänge mit einer Masse, inkl. Software

AD-40: 4 Eingänge mit 4 * Masse,

AD-44: 4 Eingänge + 4 CMOS-Ausgänge mit 1 Masse,

AD-7T: 7 Eingänge für Temperaturmessung.

Gratis-Liste EA-4 anfordern!

bitzer Postfach 1133
7060 Schorndorf
Tel.: 07181/68282
Fax: 07181/66450
Digitaltechnik

Frequenzgänge zu verschiedenen

Im Beitrag 'Softe Spanplatten, Berechnung von Lautsprecherboxen mit PSpice/ASpice', Elrad 11 und 12/91, wurde ein Bandpaß mit beiden Programmen simuliert.

Die beiden für Bandpaß 1 gezeigten Frequenzgänge sind viel zu verschieden, als daß beiden die gleiche Schaltung zugrunde liegen kann. Entweder sind die Bauelemente verschieden gewählt worden, oder es sind zwei verschiedene Schaltungen simuliert worden, oder (zumindest) eines der Programme ist fehlerhaft, womit sämtliche Resultate in Frage gestellt werden können. Was genau ist hier passiert?

Die Elemente der elektromechanisch-akustischen Ersatzschaltbilder sind auf drei Stellen genau angegeben, das heißt, der Fehler wird in der Größenordnung von 0,1 % angenommen. Allein die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit macht eine solche Genauigkeit unmöglich. In der Regel liegen Fehler für die Elementwerte bei 5...10 %, vereinzelt auch darüber. Strebt man höhere Genauigkeit an (soweit meßtechnisch überhaupt möglich oder sinnvoll), so müssen weitere Elemente des Ersatzschaltbildes berücksichtigt werden, wie Strahlungsimpedanz der Luft, Verluste im Gehäuse, Eigenschwingungen, Schwingspuleninduktivität, Wirbelstromverluste, Verstärker-Innenwiderstand, Anschlußkabel et cetera. Erst dann ist es sinnvoll, mit solchen Zahlen zu operieren.

Bevor die Begriffe Compound oder Isobarik geprägt wurden, war bereits bekannt, daß bei (elektrisch) parallelgeschalteten Lautsprechern das eingeschlossene Volumen nicht konstant ist, der Druck nicht konstant ist, unterschiedliche Ströme durch beide Chassis fließen, zwischen den Chassis eine Phasenverschiebung besteht und der Frequenzgang von beiden Volumina beeinflußt wird. Interessant ist, daß diese Tatsachen von einigen Lautsprecherherstellern ignoriert werden.

Im (für tiefe Frequenzen korrekten) Schaltbild des Compound-Gehäuses werden identische Elementwerte für beide Chassis verwendet. Dazu zwei

Beispiele: Kef verkauft seine Chassis gepaart. Zwei B 300 B lieferten folgende Werte:

$f_1 = 21 \text{ Hz}$ $Q_1 = 0,41$;
 $V_1 = 0,292 \text{ m}^3$ $f_2 = 23 \text{ Hz}$;
 $Q_2 = 0,44$; $V_2 = 0,278 \text{ m}^3$

Die Elemente des Ersatzschaltbildes werden somit um typ. 10 % voneinander abweichen; die Chassis sind trotzdem sehr gut 'gepaart'. Dagegen findet nicht gepaarte Chassis eines nicht genannten Herstellers:

$f_1 = 67 \text{ Hz}$, $Q_1 = 1,28$
 $f_2 = 62 \text{ Hz}$, $Q_2 = 1,03$
 $f_3 = 72 \text{ Hz}$, $Q_3 = 1,27$
 $f_4 = 73 \text{ Hz}$, $Q_4 = 1,51$
 $f_5 = 68 \text{ Hz}$, $Q_5 = 1,62$

Obwohl selbst diese Werte nicht schlecht sind (zumindest zwei verschiedene Paare könnten gebildet werden), sind die typischen Streuungen, denen Chassis unterliegen, hier deutlich zu sehen; außerdem ist an den Werten zu erkennen, daß es den Chassis an einem dicken Magneten mangelt, zum Ausgleich

dafür sind sie 'intelligent' – oder ähnlich.

Auch theoretisch ist es von Vorteil, mit verschiedenen Elementwerten zu rechnen, da die unterschiedlichen Einflüsse der Chassis auf Frequenzgang, Phasengang und Impulsverhalten so deutlich voneinander getrennt werden können.

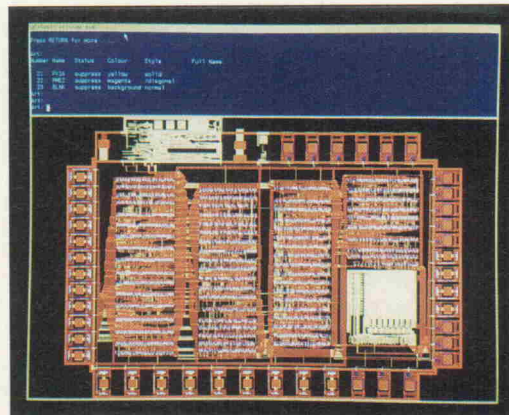
Dr. Gerd Schmidt
Jahnstraße 7
6000 Frankfurt 1

Die ungleichen Bandpaßfrequenzgänge sind natürlich auch in der Redaktion aufgefallen. Immerhin sind die Berechnungen und Ausdrucke jeweils von den Vertriebsfirmen der Programme, Hoschar und Ruff, erstellt worden, so daß Bedienungs- oder Eingabefehler wohl ausgeschlossen werden können. Unterschiedliche Bauelementwerte sind die wahrscheinliche Ursache; die endgültige Klärung ist sehr aufwendig und wird zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. (Red.)

Nachträge

Das Original

Im Beitrag über ASICs: 'Spezialisten für besondere Aufgaben' (Elrad 2/92, Seite 34) zeigt Bild 4 nicht das in der Bildunterschrift versprochene 'Standardzellen-Layout', sondern ein ASIC im Größenvergleich mit einer Büroklammer. Wir bedauern diesen Fauxpas; et voilà – das



richtige Foto: Standardzellen-Layout mit der ES2-Software Solo 2030. (Red.)

Komplettlösung

RDS-Decoder mit MOPS, Elrad 1/92 und 2/92: In der Tat, es fehlt etwas. Der MOPS benötigt zusätzlich zum abgedruckten Listing zwei Tabellen, um alle RDS-Texte auf dem Display anzuzeigen und die Syndrome zu berechnen. Diese Tabellen waren aus Platzgründen nicht abgedruckt.

Das vollständige Listing ist aus der Elrad-Mailbox, Tel.-Nr. 05 11/5 47 47 73 abrufbar. Alternativ gibt es das File gegen Einsendung einer formatierten 3 1/2"-Diskette einschließlich

adressiertem und ausreichend frankiertem Rückumschlag. (Red.)

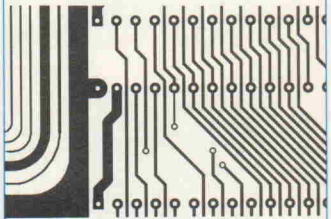
Kann mehr

Im Beitrag 'Anfeuerung', Marktübersicht EPROM-Programmiergeräte, Heft 1/91, Tabelle Seite 28, sind für das Gerät Expro-60 der Firma Dobbettin einige Angaben richtigzustellen. Es können EPROMs von 2716 bis zu 8-MBit-Bausteinen programmiert werden; IC-Test ist auch für CMOS-40 und -45 möglich, und die Bauteinbibliothek umfaßt über 1000 Device-Typen. (Red.)

Profi-Leistung zum Turbopreis

Boardmaker

Schaltplan • Layout • Autorouter



Warum soll Elektronik-CAD-Software eigentlich mehr kosten als ein Turbo-Compiler? Dies fragte sich 1988 in Cambridge (UK) ein Team von Elektronik- und Softwarespezialisten und entwickelte Boardmaker.

Drei Jahre später ist die Software weltweit zigtausendfach bei Ingenieuren im Einsatz. Gründe für den überwältigenden Erfolg und die Zufriedenheit der Anwender sind die Qualität und leichte Bedienbarkeit dieses modernen CAD-Systems. Mit Boardmaker können auf fast jedem PC/AT Schaltpläne gezeichnet und Leiterplatten entflochten werden, die aktuellen Industrieanforderungen genügen – von der einseitigen Platine bis zum Multilayer, mit konventionell bedruckteten und SMD-Teilen.

Noch ein Grund für diese Erfolgsstory ist das revolutionäre Preis/Leistungsverhältnis des Systems. Boardmaker ist so preiswert, daß auch Amateure endlich professionell arbeiten können. Viele der Boardmaker Funktionen wie kreisförmige Leiterbahnsegmente und ein rasterloser Autorouter sind nicht einmal bei vielfach teureren Systemen zu finden. Und Boardmaker ist komplett: Bauteilbibliotheken und Treiber für Gerber Fotoplotter, NC-Bohrmaschinen, Drucker, Plotter und sogar Postscript sind im Preis schon mit enthalten.

Boardmaker kann nahezu risikolos getestet werden, denn das Boardmaker-Demo-Paket enthält das 350seitige Original-Handbuch der erfolgreichen Software.

Demo-Paket (einschließlich Original-Handbuch)	25 DM
Boardmaker I (Schaltungs-CAD & Layout)	295 DM
Boardmaker II (+ Einlesen von Netzlisten)	495 DM
Boardrouter (rasterloser Autorouter)	495 DM

Preise ab Lager. Bei Versand zuzüglich DM 5,70 (Ausland 15,-). Wir liefern schnell und zuverlässig per UPS-Nachnahme.

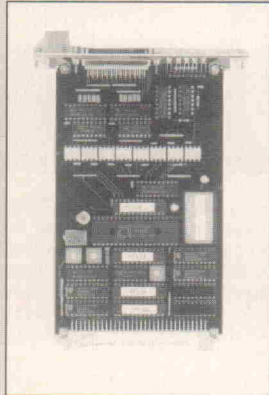


Rudolf-Plank-Str. 21 • P. 142 • D-7505 Ettlingen

Tel.: 0 72 43 - 3 10 48 • Fax: 3 00 80

Die Elrad-Redaktion behält sich Kürzungen und auszugsweise Wiedergabe der Leserbriefe vor.

Flexible Timer-Zähler-Karte



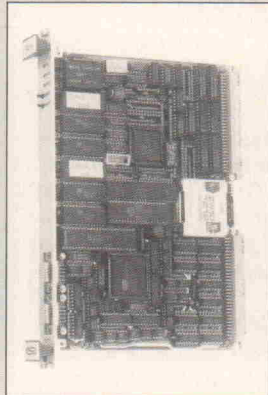
Die IBP Elektronik GmbH aus Hannover bietet seit dem vergangenen Jahr eine Palette von VMEbus-Interfacekarten im 3-HE-Format an. Die neueste Entwicklung in dieser Reihe ist die flexible Multi-Timer/Counter-Karte VMTZ auf der Basis des Am9513A. Mit dem Board lassen sich nicht nur umfangreiche Frequenz- und Periodenmessungen durchführen, sondern auch Ereigniszählungen, Vergleichsmessungen oder Pulssynthesen.

Fünf Zähl- und Gate-Eingänge sowie sechs Impulsausgänge – alle optisch entkoppelt – lassen sich universell mit fünf kaskadierbaren 16-Bit-Zählern verknüpfen. Dabei kann man beliebige Ereignisse wie das Erreichen vorgegebener Zählerstände zur Auslösung von Interrupts heranziehen.

Wie alle Karten aus dem IBP-Programm ist auch diese mit einem VMEbus-Interface nach IEEE 1014 ausgestattet, verfügt über ein Identifier-Byte zur automatischen Konfiguration und kommt mit zwei Watt aus. Der Preis beträgt 940 D-Mark exklusive Mehrwertsteuer.

IBP Elektronik GmbH
Lilienthalstr. 13
W-3000 Hannover 1
Tel.: 05 11/63 09 63
Fax: 05 11/63 85 51

Intelligente Schnittstellenkarte



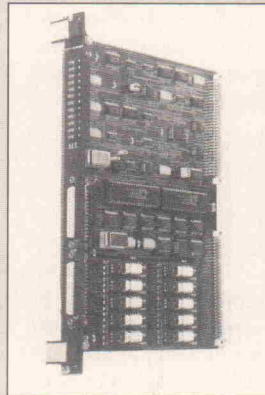
Die VMEbus-Baugruppe ISER8 der Firma ESD-Electronic aus Hannover vereinigt zehn asynchrone serielle Prozeß-Schnittstellen mit zwei zusätzlichen synchronen seriellen Ports für Programmierung und Service auf einer Karte im Doppel-Europaformat. Die Steuerung übernimmt eine mit 12 MHz getaktete 68 000-CPU, die über 512 KBit Shared-SRAM zur Abarbeitung auch komplexer Datenübertragungsprotokolle verfügt.

Für jeden seriellen Kanal ist der Übertragungsrahmen zwischen fünf und acht Zeichen zuzüglich optionalem Paritätsbit sowie ein oder zwei Stop-Bits frei wählbar. Die maximale Baudrate bei gleichzeitiger Nutzung aller zehn Kanäle beträgt 38,4 Kbaud/s. Für jeden Kanal kann Software- oder Hardware-Handshake gewählt werden.

Alle seriellen Daten- und Kontrollsignale sind über schnelle Optokoppler galvanisch von der VMEbus-Seite getrennt. Die Karte ist selbstverständlich in der Lage, Interrupts auf dem VMEbus auszulösen. Als Firmware für die lokale CPU wird neben einer kanalorientierten RAM-Schnittstelle ein komplettes Diagnose- und Testsoftwarepaket geliefert. Der Preis für das Board beträgt 3700 D-Mark zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

esd – Electronic System Design GmbH
Vahrenwalder Str. 7
W-3000 Hannover 1
Tel.: 05 11/3 56 33 80
Fax: 05 11/3 50 05 15

Timer/Counter im Doppel-Europaformat



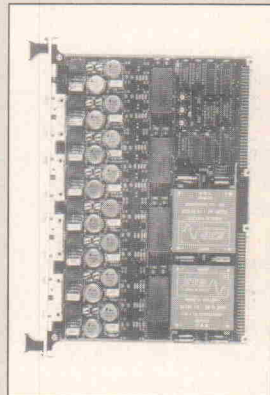
Gleich zwei programmierbare Zählerbausteine vom Typ Am9513A sind die Basis der neuen VMEbus-Steckkarte 68 390-TC der EKF-Elektronik-Meßtechnik-GmbH aus Hamm. Die insgesamt zehn beliebig miteinander verknüpfbaren 16-Bit-Up/Down-Zähler der als Slave ausgelegten Karte lassen sich über den Hostrechner frei programmieren. Jeder Counter ist mit einem eigenen Zählengang, zwei Toreingängen sowie einem Ausgang ausgerüstet.

Der Am9513A unterstützt die verschiedensten Anwendungen von der Zähl- und Zeitgeberfunktionen sowie Zeitablaufsteuerungen mit bis zu 80 Bit Breite. Die Zählereigenschaften werden durch eine leistungsfähige VMEbus-Interrupter-Baugruppe ergänzt. Erst hierdurch ist die schnelle (echtzeitfähige) Reaktion des Hostrechners sichergestellt.

Die Ein- und Ausgänge der Zähler sind in der Standardversion über HCMOS-Buffer entkoppelt. Optional ist auch eine optische Entkopplung verfügbar. Die Aktivitäten des Timer lassen sich auf einem aus 36 LEDs bestehenden Display verfolgen. Der Preis der Standardversion beträgt 1140 D-Mark, mit Optoentkopplung 1460 D-Mark, jeweils Mehrwertsteuer exklusive.

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

16 Kanäle D/A, 12 Bit



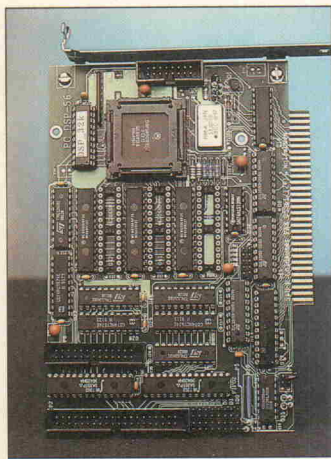
Die Janz Computer AG, Hersteller von Ein-/Ausgabekarten für den VMEbus, hat ihr Produktspektrum um eine 12-Bit-Ausgabekarte für analoge Signale erweitert. Die Doppel-Europakarte mit der Bezeichnung VDA12-D16 ist wahlweise mit acht oder 16 unabhängigen Ausgabekanälen erhältlich. Bei den eingesetzten D/A-Wandlerbausteinen handelt es sich um intern zweifach gepufferte und voneinander vollständig unabhängige Typen des Herstellers Analog Devices. Sie lassen sich daher nacheinander laden; die anschließende Ausgabe der Analogspannung auf die Ausgänge kann jedoch zeitgleich erfolgen, wodurch man einen Zeitversatz der analogen Werte verhindert.

Die maximale Umsetzzeit für einen Full-Scale-Sprung (± 10 V) beträgt 8 μ s, der Fehler des gesamten Systems ist kleiner als ein LSB, so daß man von einer echten Zwölf-Bit-Ausgabe sprechen kann. Optional läßt sich die Karte mit Ausgangstreibern für einen maximalen Ausgangsstrom von 100 mA versehen. Eine Potentialtrennung kann ebenfalls nachgerüstet werden. Als Preis für die VDA12-D16 nennt der Hersteller einen Betrag von 4480 D-Mark für die Acht-Kanal-Version (Mehrwertsteuer nicht mit inbegriffen).

Janz Computer AG
Im Dörenfeld 3
W-4790 Paderborn
Tel.: 0 52 51/15 50-0
Fax: 0 52 51/15 50-90

Schnelle DSP-Karte

Die PC_DSP-56 der Firma Soft & Hardware Entwicklung Goldammer, Wolfsburg, ist eine schnelle PC-Signalprozessorkarte, basierend auf einer Motorola DSP56 001-CPU. Der Arbeitsspeicher beträgt 32 KByte \times 24 Bit.



Die Karte verfügt über eine synchrone und eine asynchrone serielle Schnittstelle, einen 16-Bit-TTL-Eingabeport sowie einen 24-Bit-TTL-Ausgabeport. Der Eingangsport ist mit FIFO von einem KByte Tiefe gepuffert. Für den Signalprozessor können zwei getrennte Interrupts generiert werden, andererseits kann der DSP auch einen Interrupt im PC generieren.

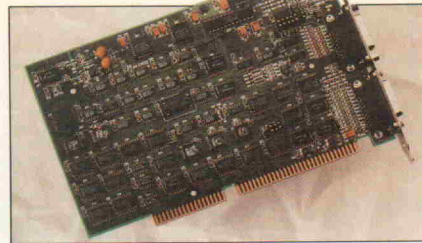
Die Karte ist besonders für die Zusammenarbeit mit anderen PC-(A/D-, D/A-, TTL-In/Out-) Karten geeignet. Als Anwendungsbereiche nennt der Entwickler die Medizintechnik, allgemeine Meßdatenerfassung, Audio sowie Steuer- und Regelungstechnik. Zur Karte sind einige Zusätze wie 14- beziehungsweise 18-Bit-A/D-Aufsteckmodule mit D/A-Output oder RAM-Erweiterung erhältlich. Der Preis für die 20-MHz-Version der DSP-Karte beträgt 1998 D-Mark.

Soft & Hardware Entwicklung Goldammer
Schubertring 19
W-3180 Wolfsburg
Tel.: 0 53 61/2 46 19
Fax: 0 53 61/1 27 14

Low-Cost-Meßdatenerfassung

Vom amerikanischen Hersteller Analogic kommen zwei besonders günstige Multifunktions-Meßdatenerfassungskarten für PC/AT und kompatible Rechner mit ISA-Bus, für die die Firma Stemmer aus Puchheim den Vertrieb übernommen hat. Beide Boards bestehen aus vier vollkommen voneinander unabhängigen Systemen: dem 16-Kanal A/D-Konverter, den zwei 8-Bit-Digital-I/O-Ports, den 16-Bit-Countern und einem dualen D/A-Subsystem mit 12 Bit Auflösung.

Die DAS-12/50 und DAS-12/125 arbeiten in der A/D-Sektion mit Abtastraten von 50 kHz beziehungsweise 125 kHz bei einer Auflösung von 12 Bit. Als Eingänge stehen wahlweise 16 unsymmetrische oder acht symmetrische Kanäle zur Verfügung. Über bis zu vier zusätzliche Multiplexer – AMUX-64 – kann die Zahl der abzutastenden



Kanäle auf 256 (128) erweitert werden. Beide Karten sind DMA-programmierbar. Eine umfangreiche Software-Bibliothek mit Anwendungssoftware machen die DAS-Familie zu einem hervorragenden Instrument für viele Meßtechnik-Anwendungen. Setup-Routinen für die Datenaufnahme sowie Diagnose-Software gehören zum Lieferumfang. Die DAS-12/50-Karte ist zum Preis von 1495 D-Mark erhältlich, die DAS-12/125 kostet 1995 D-Mark. Eine Hochsprachen-Bibliothek ist für 98 D-Mark erhältlich. Alle Beträge verstehen sich ohne Mehrwertsteuer.

Stemmer PC-Systeme GmbH
Gutenbergstr. 11
W-8039 Puchheim
Tel.: 0 89/8 09 02-0
Fax: 0 89/8 09 02-16

Wir haben
die zuverlässigen
Labornetzgeräte,
die Sie brauchen.
Mit Sicherheit.

KENWOOD

Für alle Forderungen, die die Praxis an Labornetzgeräte stellt, hat Kenwood die Lösung parat: Eine breite Palette von derzeit 41 ausgereiften Labornetzgeräten in vier Gerätegruppen. Alle haben unterschiedliche Leistungsmerkmale.

Zum Beispiel das intelligente PWR 18-1.8Q:

Es verfügt unter anderem über drei Speicherplätze, und mit einer programmierbaren Einschaltverzögerung werden definierte Verhältnisse beim Anlauf der Last gesichert.

Sicherheit ist übrigens beim PWR 18-1.8Q immer dabei. Ein elektronischer Ausgangsschalter gibt die Spannung erst dann frei, wenn es der Anwender wünscht. Und bei jedem Umschalten der Speicherplätze wird der Ausgang abgeschaltet. – Zur Sicherheit.

Mit einem einzigen Drehknopf lassen sich auf Tastendruck schnell und präzise alle Einstellungen verändern. Ein LED-Cursor zeigt die jeweils aktivierte Funktion an.

Weiterhin eröffnet die eingebaute Schnittstelle eine Vielzahl weiterer Funktionen, wie z.B. Master-Slave-Betrieb, die Steuerung über RS 232C oder GP-IB und und...

Zukunft eingebaut – das gilt für alle vier Gerätegruppen: die Vielseitigen, die Kompakten, die Kräftigen und die Preisgünstigen.

Wie bei Kenwood gewohnt, zeichnen sich auch diese Geräte durch absolut funktionelles Design und große Anwenderfreundlichkeit aus.

Labornetzgeräte von Kenwood – das Spannendste, was Ihrer Versuchsschaltung passieren kann.

Haben wir Ihre Neugier geweckt? Dann sprechen Sie uns an, fragen Sie uns nach weiteren Details.



Einige Besonderheiten des PWR 18-1.8Q

- Mikroprozessorgesteuert; 4 Ausgangsspannungen; 3 nichtflüchtige Speicherplätze
- Doppelspannung 0... \pm 18V; 0...1.8A speziell für Ihre analogen Schaltungen; unabhängiger oder symmetrischer Betrieb umschaltbar
- Zusätzlich 0...+8V; 0...2A für Ihre digitalen Schaltungen, weiterhin 0...-6V; 0...1A

Komponenten

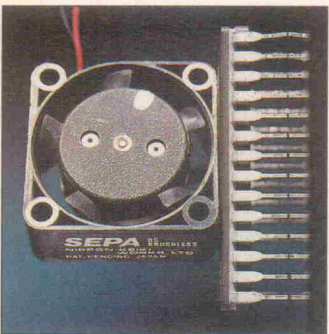
Leise Lüfter für kühle Rechner

Seit geraumer Zeit schon besteht Bedarf an leisen Arbeitsplatz-Computern. Eine der wesentlichen Lärmquellen ist neben der Festplatte der Lüfter im Gerät. Von Roskoth und Eckstein gibt es jetzt zwei neue Lüfter, die auch in besonders kleinen und kompakten Rech-



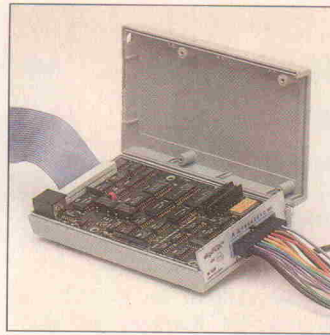
nern eingesetzt werden können. Der größere von beiden mit den Außenmaßen 40 mm x 40 mm ist nur 9 mm dick, bewältigt bei einer Spannung von 12 V und einer Leistungsaufnahme von 1,1 W einen Volumenstrom von 6 m³/h und produziert dabei einen Geräuschpegel von 29 dB(A).

Der kleinere Lüfter hat eine Kantenlänge von 25 mm, seine Betriebsspannung beträgt eben-



falls 12 V (Leistungsaufnahme 0,7 W), für den Volumenstrom gilt ein Nennwert von 2,1 m³/h bei einem Geräuschpegel von ebenfalls 29 dB(A). Wie auf dem Foto unten zu erkennen, ist dieser Lüfter fast schon das richtige Modell für die Einzelkühlung von ICs.

Roskoth und Eckstein GbR
Monheimsallee 85
W-5100 Aachen
Tel.: 02 41/2 88 40
Fax: 02 41/2 88 42



Logikanalysator

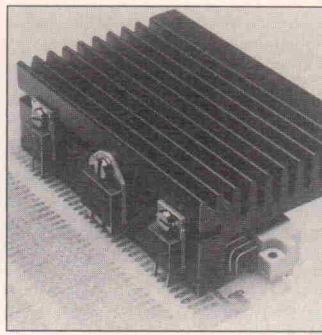
Der 16-kanalige PC-gesteuerte 25-MHz-Logikanalysator PA 1625 von Wittig Testelektronik analysiert Datenflüsse beispielsweise beim Programmieren von Schnittstellen oder beim Entwickeln digitaler Schaltkreise. Eine komfortable Bedienersoftware zeigt die aufgenommenen Daten in drei verschiedenen Diagrammauflösungen oder als Datenliste im Hex-, Dezimal-, Binär-, Oktal- und ASCII-Format. Insgesamt kann man 16 Kanäle über hochflexible Signalleitungen an das Testobjekt anschließen.

Die Aufzeichnung kann man per Tastendruck, durch Anlegen eines externen Stoppsignals (Gate) und/oder durch Erkennen eines 16-bit-Wortes (Trigger) anhalten. Der interne Taktgenerator erlaubt das Einstellen des Aufzeichnungstaktes zwischen 0,2 ms bis 40 ns in einer 1-2-5-Abstufung. Zudem besteht die Möglichkeit, einen externen Takt zuzuführen. Die Speichertiefe beträgt dabei 3Kbit pro Kanal. Über ein Flachkabel kann man den PA 1625 an die parallele Druckerschnittstelle des Rechners anschließen. Der Preis des PA 1625 beträgt laut Anbieter DM 1097,- zuzüglich MwSt.

Wittig Testelektronik
Triberger Str. 8
W-7030 Böblingen
Tel.: 0 70 31/27 79 16
Fax: 0 70 31/28 92 22

Kühlkörper für Leiterplatten

Für den Einsatz auf bestückten Leiterplatten bietet Fischer Elektronik eine Serie spezieller Kühlkörper an, die auf geringen Platzbedarf bei Montage auf einer Leiterkarte optimiert sind. Die zu kühlenden Halbleiterbauelemente werden dabei auf der Leiterplatte stehend einge-



baut und am Kühlkörper befestigt. Die abgewandte Seite des Kühlkörpers ist so weit abgesetzt, daß sie über weitere Bauteile auf der Platine absteht und diese Bauteile überbaut. Auf diese Weise spart man Platz auf der Leiterplatte und erhöht gleichzeitig die Packungsdichte. Die unterschiedlichen Kühlprofile stehen in diversen Abmessungen und Oberflächen als Standardausführung zur Verfügung, kundenspezifische und bearbeitete Versionen sind ebenfalls lieferbar.

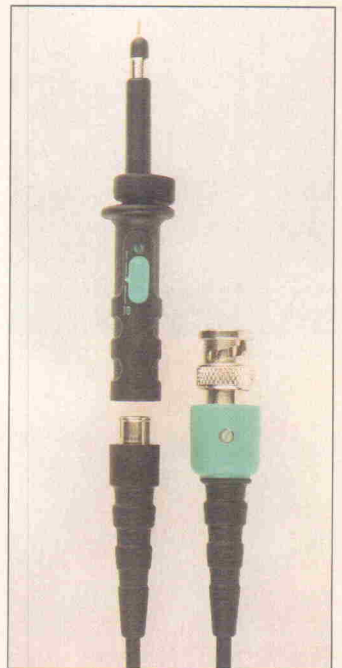
Fischer Elektronik
Nottebohmstr. 28
W-5880 Lüdenscheld
Tel.: 0 23 51/4 35-0
Fax: 0 23 51/4 57 54

Modulartastköpfe

Auf Zubehör für Oszilloskope hat sich Testec Elektronik spezialisiert. Dieser Anbieter entwickelt und produziert insbesondere Modulartastköpfe. Unter Voraussetzung bestimm-

ter Abnahmemengen sind auch kundenspezifische Ausführungen möglich, beispielsweise mit Kabellängen nach Wunsch, speziellen Aufdrucken, firmenspezifischen Farben und individuellem Design. Zur Angebotspalette gehören die Modulartastköpfe der Serie TT-LF (bis 150 MHz) sowie der Serie TT-MF (bis 250 MHz). Diverses Standard- und Sonderzubehör für Tastköpfe ist ebenfalls lieferbar. Der Vertrieb erfolgt ausschließlich über ausgewählte Elektronikvertriebe sowie über den Fachhandel.

Testec Elektronik GmbH
Zeil 4
W-6238 Hofheim
Tel.: 0 61 92/50 31
Fax: 0 61 92/55 30



Software

EE-Designer-Interface für Ariadne

Der Hersteller des EE-Designers, die schwedische Betronex AB, hat die Pflege und Weiterentwicklung dieses CAD-Programms eingestellt. Um dem EE-Designer-Anwender auch in Zukunft die Möglichkeit zu geben, Schaltpläne zu entwickeln, Leiterplatten zu erstellen und Filmvorlagen herzustellen, bietet RCT in Kooperation mit der Firma CAD-UL ein EE-Designer-Interface für das CAE/CAD/CAM-System Ariadne an. Mit diesem Interface ist es möglich, sämtliche PCB-Daten des EE-Designers in Ariadne zu übernehmen: die Daten für die Bauteile-Bibliothek, das Placement, die Leiterbahnen sowie freie Zeichnungen.

Nähere Informationen sind vom Anbieter auf Anfrage erhältlich.

RCT - CAE Systeme GmbH
Bakler Berg 14
W-2907 Ahlhorn
Tel.: 0 44 35/10 33
Fax: 0 44 35/18 13

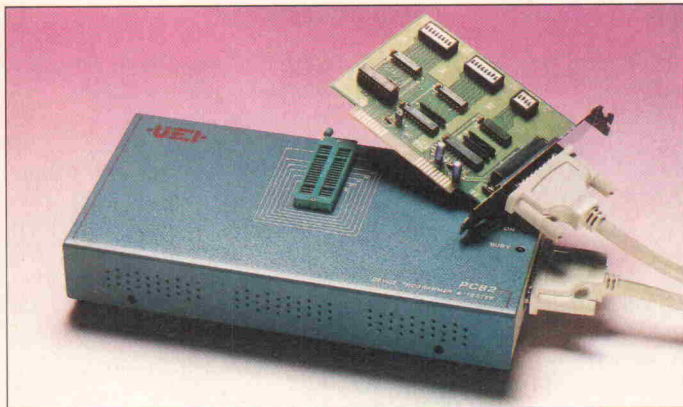
EPROM-Programmiergeräte

PROM Programmer PC-82

Der PC-82 ist ein universeller Bauteil-Programmer und Tester. Das System besteht aus einer Interface-Karte zum Einsetzen in einen der Erweiterungsslots eines IBM PC/XT/AT 386 oder

PALs der ersten und zweiten Generation, EPROMs bis 4M, die Serien 8751 und 8748 sowie bipolare PROMs.

Zu den zur Software gehörenden Hilfsprogrammen gehört



Kompatiblen, einem Flachbandkabel und einem externen Gehäuse mit ZIF-Sockel und LED-Anzeige. Eine Software mit wachsender Auswahl an programmierbaren Bauteilen sowie mit IC-Testfunktionen ergänzt die Zusammenstellung.

Die Testfunktionen sind auf die TTL-Serien 74 und 54, die CMOS-Serien 40 und 45, für SRAMs und DRAMs zugeschnitten. Sämtliche Prüfungen sind 'Out-Of-Circuit'-Tests.

Unter den Bauteilen, die programmiert werden können, sind

ein komfortabler Bildschirmrechner, Konversionsprogramme von Hex oder erweitertem Hex auf Binär, Routinen für 2- und 4fach-Dateiaufspaltung sowie ein Hardware-Testprogramm für die Fehlersuche am PC-82.

Datenblätter mit Preisangaben stehen jedem Interessenten kostenlos zur Verfügung.

PLUG-IN
Electronic Versand GmbH
Postfach 3 45
W-8031 Eichenau
Tel.: 0 81 41/83 43
Fax: 0 81 41/7 22 93

Universal-Programmer System 3900

Die Data I/O Corporation, nach eigenen Angaben weltweit führender Hersteller von Programmiersystemen und PLD-Entwicklungssoftware, stellt das neue Programmiergerät System 3900 vor.

Dabei handelt es sich um ein speziell auf den Entwicklungsbereich zugeschnittenes Gerät, mit individuellen Baustein-Bibliotheken, der von Data I/O entwickelten modularen Sockel-technologie für SMD-Bauteile, umfassenden Bausteintests und der Möglichkeit, den Programmierer in vier verschiedenen Betriebsarten zu bedienen.

Die individuellen Baustein-Bibliotheken erlauben es dem Anwender, sich jede beliebige Kombination der Baustein-Unterstützung zusammenzustellen.

Zusätzliche Bibliotheken können jederzeit und denkbar einfach hinzugefügt werden. Die Hardware ist mit 88 universellen Pintreibern ausgestattet und kann somit jeden Pin ganz individuell ansteuern. Mit dem System 3900 können praktisch alle FPGAs, PLDs, PROMs, EPROMs, EEPROMs, Mikrocontroller, PALs und IFLs programmiert und getestet werden.

Das System 3900 verfügt über die jüngst von Data I/O entwickelte modulare Sockel-Technologie, um alle Bausteine, sowohl im DIP- als auch in LCC-, PLCC- und SOIC-Gehäuse, auf einer einzigen Kontaktstation, ohne eine Vielzahl von Sockeladaptern handhaben zu können. Diese Anschluß-Technologie besteht aus der Grundplatine,

einer Art Nadelbett (Squirt Pin Array), der Relaiskarte und einem Satz von 'Matchbooks' genannten Plastischablonen, die den zu programmierenden Baustein über der Kontaktstation positionieren.

Das System 3900 ist mit herausragenden Testmöglichkeiten ausgestattet. Vor jeder Baustein-Operation werden folgende Tests durchgeführt:

Blank Test: Überprüfung, ob der zu programmierende Baustein leer ist.

Continuity Test: Dieser Test stellt fest, ob jeder Pin des zu programmierenden Bausteins korrekt kontaktiert ist.

Illegal Bit Test: Hier wird überprüft, ob der Baustein überprogrammiert werden kann, auch wenn er nicht leer ist.

Backwards Device Test: Überprüfung, ob der Baustein richtig im Sockel sitzt.

Electronic Identifier Test: Überprüft, ob auch der richtige Baustein eingesetzt wurde.

Im Anschluß an die Programmierung werden die folgenden Baustein-Tests durchgeführt:

Verifikation: Überprüfung, ob die Daten korrekt einprogrammiert wurden und jetzt im Baustein vorhanden sind.

Marginal Verify: Verifikation bei Über- und Unterspannung.

Structured Test: Funktionstest durch Anlegen von Testvektoren (nur für PLDs).

Das System 3900 kann beim Structured Test die Testvektoren, die z. B. auch von Data I/Os ATVG-Software PLDtest Plus generiert wurde, sowohl parallel als auch sequentiell anlegen. Das System 3900 ist damit, zusammen mit anderen Geräten des Herstellers, das einzige Programmiergerät, das über diese Fähigkeiten verfügt.







Um Stillstand- und Wartungszeiten auf ein Minimum zu beschränken, verfügt das System 3900 über umfassende Selbsttest-Möglichkeiten und über eine automatische Kalibration. Das ist heute um so wichtiger, da die modernen programmierbaren Bausteine ganz erhebliche Anforderungen an ein Programmiergerät stellen, insbesondere was die Konstanz und Reproduzierbarkeit aller elektrischen Signale betrifft.

DATA I/O GmbH
Lochamer Schlag 5a
8032 Gräfeling
Tel.: 0 89/8 58 58-30

Ihre Quelle für gebrauchte elektronische Meßgeräte

T.O.P. Elektronik

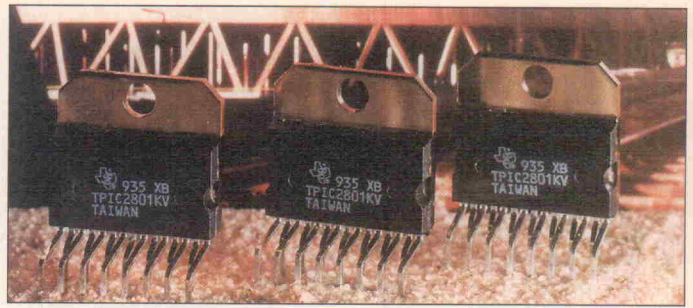
TOP-Qualität zu TOP-Konditionen

Dranetz		DMM
626-101/PA 6003	Netzstörungsanalysator kpl. m. Dreiphaseneinschub	6270
658	Grafik-Netzstörungsanalysator	39786
Hewlett-Packard		
1630G	Logikanalysator, 65 Kanäle	5586
1631D	Logikanalysator, 43 Kanäle mit 2 Analogkanälen	6840
		
1650A	Logikanalysator, 80 Kanäle	7182
3457A	DMM 6 1/2-stellig	3990
35560A	Dynamischer Signalanalysator	15390
3562A	Dynamischer Signalanalysator	21660
3577A	Netzwerkanalysator, 5 Hz - 200 MHz	33060
4192A	NF-Impedanzanalysator, 5 Hz - 13 MHz	25080
4195A	Netzwerk-/Spektrumanalysator 10 Hz - 500 MHz	48450
4274A	LCR-Meßgerät, 100 Hz - 100 kHz	14592
4952A	Protokolltester	8550
54501A	DSO 100 MHz	6840
54502A	DSO 400 MHz	11970
		
7550A	8-Stift-Grafikplotter	4548
8082A	Pulsgenerator, 250 MHz	8664
8590A-021	Spektrumanalysator 10 kHz - 1,8 GHz	15390
8753A-010	Netzwerkanalysator mit TDR-Option	39900
8970B	Rauschkoeffizientenmeßgerät	19950
Minolta		
TV-2140	Farbanalysator für Farbbildröhren	5928
		
Philips		
PM5193	Synthesizer/Funktionsgenerator, 50 MHz	7524
PM6675-126	Frequenzzähler, 600 MHz, TXCO, IEEE	4104
Rohde & Schwarz		
ESH-3	Meßempfänger, 9 kHz - 30 MHz	29640
ESVP	Meßempfänger, 20 MHz - 1300 MHz	22686
EZM	Spektrummonitor	
		
Schaffner		
NSG	Netzstörungssimulator (komplett für Impulse hoher Energie)	7866
200E/223A	Netzstörungssimulator (komplett für Burstimpulse)	8778
NSG	Netzstörungssimulator (komplett für Burstimpulse)	
200E/225A	Netzstörungssimulator (komplett für Burstimpulse)	
		
Siemens		
PG-675	Programmiergerät	2280
PG-685/II	Programmiergerät	6270
Tektronix		
2220	DSO, 60 MHz	4788
2235	Oszilloskop, 100 MHz	3990
2445	Vierkanaloszilloskop, 150 MHz	6612
2465A-01-06-22	Vierkanaloszilloskop, 350 MHz mit Optionen: DMM, Temperatursonde, Timer	11400
2467	Vierkanaloszilloskop, 350 MHz, mit MCP-Röhre	15675
TG 501/TM 501	Zeitmarkengenerator kpl. mit Netzteil	3933
		
Wandel & Goltermann		
PRA-1	Rahmenanalysator	21033
Wavetek		
23	Funktionsgenerator-Synthesizer, 12 MHz	2394
		
Alle Preise inklusive 14% MWST. 6 Monate Garantie auf alle Geräte. Wir beschaffen (fast) jedes Gerät. — Fragen Sie uns!		
T.O.P. Elektronik GmbH Fröbelstraße 13 · 8502 Zirndorf		
☎ 09 11/60 22 44		
☎ 09 11/60 26 86		

1-MBit-CMOS-Flash Memories

Die neuen Flash Memories von Mitsubishi zeichnen sich durch Zugriffszeiten von 100 ns bis 150 ns aus. Ihre Leistungsaufnahme im aktiven Zustand beträgt 165 mW, im Stand-by-Betrieb sinkt sie auf 0,55 mW. Im

Schreib- und Lesemodus sind alle Ein- und Ausgänge TTL-kompatibel. Software-Kommandos kontrollieren dabei die Programmier- und Löschfunktion. Integriert sind außerdem umfangreiche Schutzfunktionen wie beispielsweise 'Over Erase Protection'. Die Kapazität der neuen CMOS-Chips beträgt 1 MBit, organisiert in 131 072 Worten zu 8 Bit. Die Flash Memories sind im DIP-, SOP-, PLCC- und TSOP-Gehäuse mit jeweils 32 Pins lieferbar.



Intelligentes Leistungs-IC

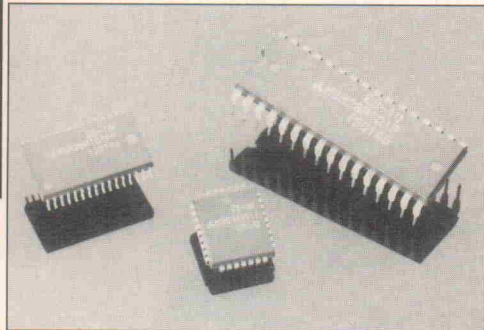
Mit dem integrierten Schaltkreis TPIC 2801 KV stellt Texas Instruments ein monolithisches, intelligentes Leistungs-IC mit acht als Low-Side-Schalter konfigurierten 30V/1A-Ausgängen vor. Ein einziges 8-Bit-Wort steuert dabei seriell alle acht Schalter. Im Baustein sind umfassende Schutz-, Rückkopplungs- und Diagnosefunktionen implementiert. Aufgrund der Architektur des TPIC 2801 KV mit einem seriellen Eingang und acht parallelen Ausgängen entlastet man damit den Datenbus des steuernden Mikroprozessors. Der Baustein kann Relais, kleine Magnetschalter, Druckköpfe, Lampen und ähnliche Lasten mit mittlerem Strombedarf direkt ansteuern.

Der Chip erkennt Überspannungs- oder Überstrombedingungen an den acht Ausgängen und gibt die Meldung über einen seriellen Ausgang an den Mikroprozessor des Systems weiter, so daß die nicht betroffenen

Kanäle unterbrechungsfrei weiterarbeiten können. Zudem stellt er über die seriellen Ausgangsdaten schalterspezifische Diagnosefunktionen zur Verfügung. Stimmen diese nicht überein, wird eine entsprechende Fehlerbedingung angezeigt, so daß sich Probleme mit einem bestimmten Ausgang schnell lokalisieren und beseitigen lassen.

Jeder der acht 40-mJ-Schalter kann eine Last von bis zu 30 V und 1 A schalten. Da alle acht Schalter mit einer 35-V-Kollektorbasis-Klemmschaltung versehen sind, können externe Klemmdioden für das Schalten induktiver Lasten entfallen. Der in einem SIP-Gehäuse mit 15 Anschlüssen untergebrachte BIDFET-Baustein TPIC 2801 KV arbeitet bei Betriebstemperaturen zwischen -40 °C und +105 °C.

Texas Instruments Deutschland GmbH
Haggertystr. 1
W-8050 Freising
Tel.: 0 81 61/8 00



Mitsubishi Electric Europe GmbH
Gothaer Str. 8
W-4030 Ratingen 1
Tel.: 0 21 02/4 86-0
Fax: 0 21 02/4 86-1 12

12-Bit-Datenerfassung

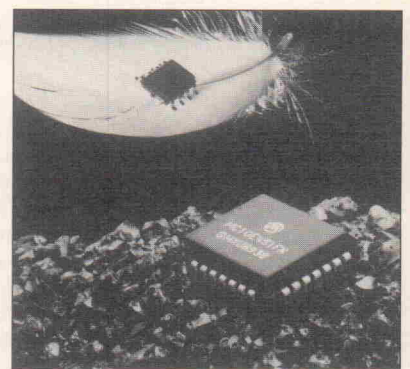
Der Baustein MAX 180 von Maxim ermöglicht eine komplette Datenerfassung auf einem Chip, denn er enthält neben einem 12-Bit-A/D-Wandler eine relativ breitbandige (6 MHz) Track/Hold-Stufe, eine Spannungsreferenz mit einem TK von 25 ppm/°C, ein schnelles paralleles μ P-Interface sowie einen 'Flex-Mux'. Damit bezeichnet Maxim die flexible achtkanalige Analog-Multiplex-technik, die bei diesem Baustein das Programmieren eines jeden Kanals erlaubt, und zwar mit Eintakt- oder Differential-eingang für unipolaren (+5 V) oder bipolaren Betrieb ($\pm 2,5$ V). Die Leistungsaufnahme dieses Bausteins beträgt 110 mW. Als wichtigsten Vorteil für den Anwender nennt der Hersteller eine drastisch reduzierte Systementwicklungszeit.

In Signalaufbereitungsapplikationen mit programmierbarer Verstärkung oder Filterung ermöglicht der sechskanalige Baustein MAX 181 einen Zugriff auf den Flex-Mux-Ausgang und auf den A/D-Wandlereingang. Bei Bandbreiten, die die Sample-Rate des Wandlers überschreiten, ermöglicht Track/Hold das Untersampling periodischer Signale. Die interne Spannungsreferenz und der Systemoffset sind zur Nullung der gesamten Systemfehler einstellbar ausgeführt. Die Steuerlogik arbeitet an 8 Bit und 16 Bit breiten Datenbussen. Beide Bausteine sind sowohl im 40-Pin-DIP- als auch im 44-Pin-PLCC-Gehäuse erhältlich.

Maxim GmbH
Lochamer Schlag 6
W-8032 Gräfelfing
Tel.: 0 89/89 81 37-0
Fax: 0 89/8 54 42 39

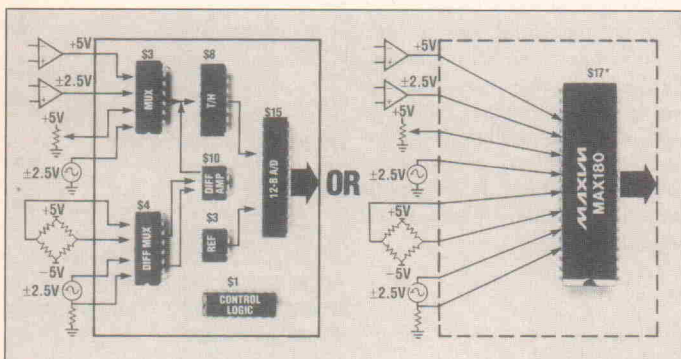
ECLinPS lite

Einfache Gatter, Multiplexer, Flipflops und Line-Receiver bietet Motorola ab sofort in der neuen ECLinPS-lite-Technik an. Aufbauend auf der ECLinPS-(ECL in Picosekunden)-Technik bietet die lite-Version viele Vorteile insbesondere im Bereich der hochfrequenten Signalverarbeitung: Typische Flankensteilheiten von 250 ps ermöglichen eine maximale Grenzfrequenz von rund 2,5 GHz. Auch die Togglefrequenz des D-Flipflops nimmt mit 2 GHz eine Spitzenstellung im ECL-Markt ein. Zudem sind alle Ein- und Ausgänge differentiell ausgeführt, so daß Logikstörungen aufgrund von Noise und Crosstalk minimiert werden. Die Ein- und Ausgänge



der Bausteine in ECLinPS-lite-Technik sind voll kompatibel zur herkömmlichen ECL- und ECLinPS-Technik von Motorola. Der Temperaturbereich der ECLinPS-lite-Bausteine reicht von -40 °C bis +85 °C.

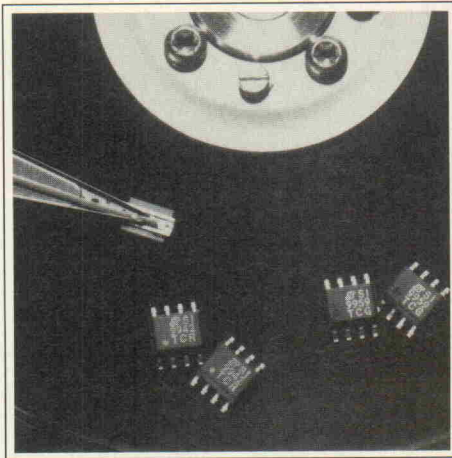
Motorola GmbH
Geschäftsbereich Halbleiter
Schatzbogen 7
W-8000 München 82
Tel.: 0 89/9 21 03-0
Fax: 0 89/9 21 03-1 01



Neue Dual-MOSFETs

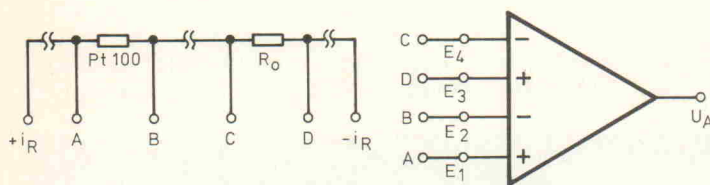
Die Little-Foot-Leistungshalbleiterfamilie von Siliconix hat Zuwachs bekommen. Dabei handelt es sich um die beiden Dual-MOSFETs Si 9942 DY und Si 9959 DY; diese im SO-8-Gehäuse gelieferten SMD-Bauteile können diskrete MOSFETs ersetzen. Der Baustein Si 9942 DY enthält je einen 20-V-N-Kanal- und P-Kanal-MOSFET. In erster Linie eignet er sich zum Ansteuern von Niederspannungsmotoren in der Computerperipherie, beispielsweise in Band- oder Plattenlaufwerken. Die Kenndaten des N-Kanal-MOSFETs lauten 125 mΩ/3 A, die des P-Kanal-Typs 200 mΩ/2,5 A.

Der Baustein Si 9959 DY enthält hingegen zwei 50-V-N-Kanal-MOSFETs mit den Grunddaten 300 mΩ/2 A. Hauptein-



satzgebiete dieses Halbleiters sind Drucker, Kurvenschreiber, Kopierer und DC/DC-Wandler. Beide Dual-MOSFETs kann man unmittelbar durch eine 5-V-Logik ansteuern. Bei einer Temperatur von 25 °C beträgt die maximale Verlustleistung 2 W. Der Betriebstemperaturbereich reicht von -55 °C bis +150 °C.

Telefunken electronic GmbH
Theresienstr. 2
W-7100 Heilbronn
Tel.: 0 71 31/67-0
Fax: 0 71 31/67 23 40



$$U_A = v [A - B - (C - D)] = v (A - B + D - C)$$

Verstärker für den Sensorikbereich

Ein im Vergleich zu Instrumenten- und Meßverstärkern erweitertes Leistungsspektrum zeichnet das von Bohn-Elektronik entwickelte Verstärkersystem Sensa-N aus. Besonderes Merkmal ist dabei die Multiple-Input-Funktion, mit der man die Zahl der Signalspannungseingänge an den spezifischen Bedarf anpassen kann. Grundsätzlich besteht eine gleiche Anzahl von Eingängen mit positiver und negativer Wertigkeit. Die Verstärkung der Summe aller Eingangssignale verläuft proportional zum Wert eines einzigen massebezogenen Programmierwiderstands. Nullpunkt und Dämpfung lassen sich ebenso einfach justieren.

Für Kraftmeßdosen mit DMS-Vollbrücken eignet sich der Verstärker Sensa-2 als Differenz-

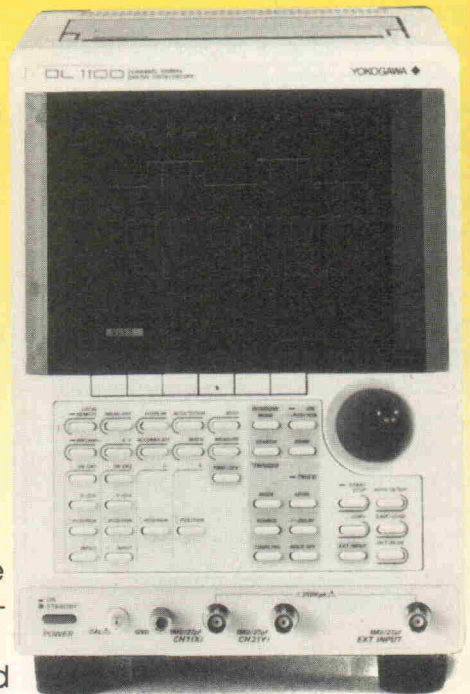
verstärker mit zwei Eingängen. Hingegen ist zur Signalerfassung an einer Halbbrücke beispielsweise mit einem Pt-100-Fühler und einem Referenzwiderstand R_0 (siehe Bild) im allgemeinen ein Verstärker mit vier Eingängen erforderlich. Für derartige Aufgaben steht der Verstärker Sensa-4 zur Verfügung. Setzt man für Temperaturdifferenzmessungen zwei Pt-100-Fühler ein, kommt sinngemäß ein Verstärker Sensa-6 zum Einsatz. Als erste Ausführungsformen sind die Module Sensa-2 mit den Abmessungen 30 mm × 30 mm × 15 mm sowie Sensa-4 (43,5 mm × 27,9 mm × 9,8 mm) lieferbar.

Bohn-Elektronik
Otto-Hahn-Str. 5
W-6703 Limburgerhof
Tel.: 0 62 36/6 97 13
Fax: 0 62 36/6 02 45

DER HIT

DL1100 Digital-Oszilloskop

mit der großen Leistung. Nur ein DIN A 4 Blatt genügt diesem Winzling als Stellfläche. Dennoch bietet er überraschende Anwendungsvielfalt. Wesentliche Merkmale, wie 100 MHz Bandbreite, 25MS/s Abtastung und ein 32KW-Speicher sind in diesem 2-Kanal-Skop untergebracht.



Wie bei seinem 4-Kanal-Bruder, dem DL1200 sind der Thermodrucker, die IC-MemoryCard und die DC Stromversorgung optionell lieferbar.

Eben ein echtes DL1100 von YOKOGAWA ♦

Fragen Sie uns -
die Profis.

nbn

PRÄZISIONSMESSTECHNIK

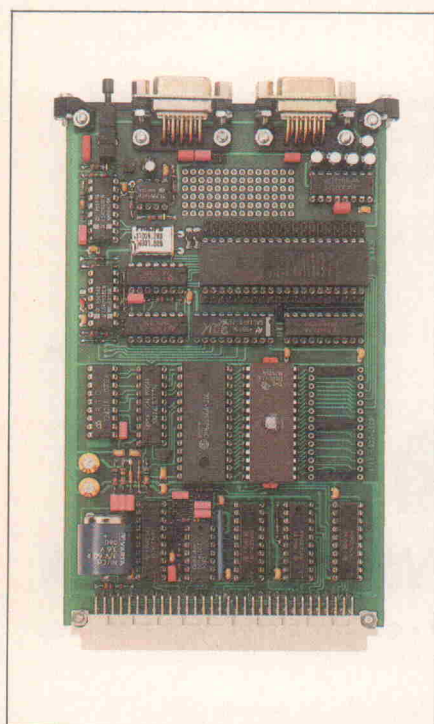
nbn ELEKTRONIK GmbH • Gewerbegebiet • 8036 Herrsching
Tel. 0 81 52/3 90 • Fax 0 81 52/3 91 60

nbn Büros: Hamburg Tel. 0 45 31/70 01
Berlin Tel. 0 30/4 35 10 27 • Düsseldorf Tel. 0 21 61/
5 46 77 • Darmstadt Tel. 0 61 51/8 28 65 • Stuttgart Tel. 0 72 33/
12 05 • Nürnberg Tel. 0 91 70/70 07 • München Tel. 0 81 52/10 17
Chemnitz Tel. (Ost) 72 84/43 44

Controller '92

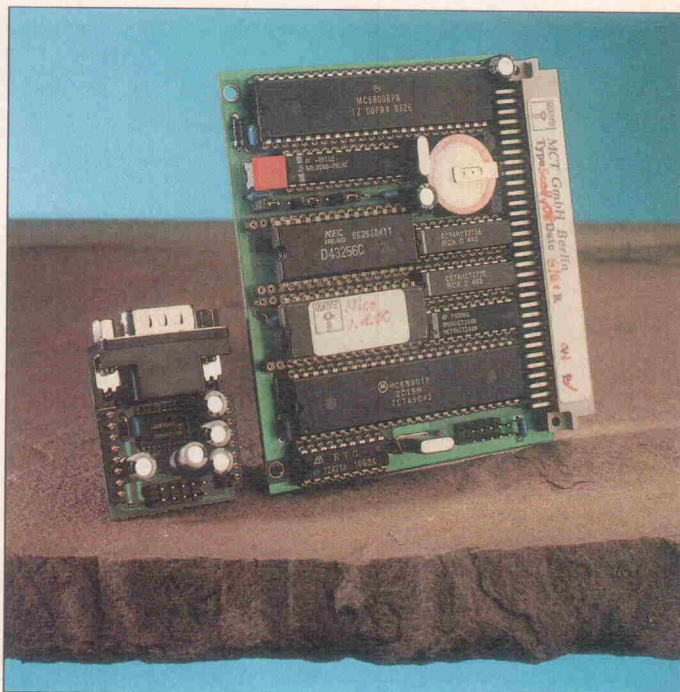
aktuell

Mit BasiControl (s. S. 42) startet in dieser Ausgabe eine Reihe von vier Controller-Projekten. Das Spektrum der Boards reicht vom völlig offenen Konzept bis hin zum System, das kaum einen Schnittstellen-Wunsch – gleich ob seriell, parallel oder analog – offenläßt. Es gibt das Projekt mit Hochsprachen-Interpreter oder Echtzeit-Multitasking-Betriebssystem. Die folgende Vorschau soll tieferen Einblick in die Leistungsfähigkeit der Einplatinen-Rechner geben. Informationen über Nummer eins der Serie kann man dem oben angeführten Artikel entnehmen.



Das BasiControl-Projekt ist auf Seite 42 dieser Ausgabe zu finden.

Nach allen Seiten offen präsentiert sich Scotty 08, hier mit RS-232-Interface-Modul.



Elrad 4/92: Scotty 08

Nomen est omen: Mit dem Namen Scotty soll eine gedankliche Verbindung zum sparsamen Volk im Norden Großbritanniens hergestellt werden, die sich aber nur auf den Platzbedarf dieses Projekts bezieht. Auf einer Platine mit den Abmaßen einer halben Europakarte sind alle Funktionsgruppen eines vollständigen Einplatinenrechners untergebracht:

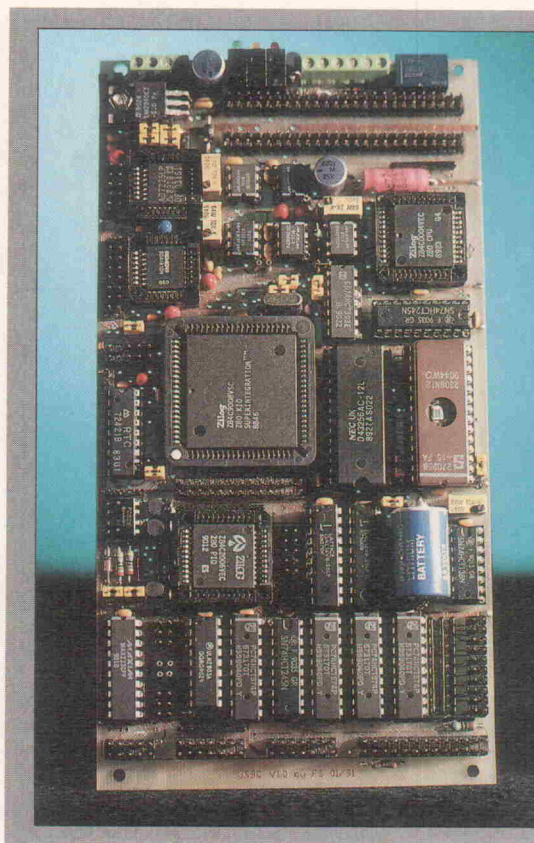
Die 32-Bit-CPU MC 68008 verwaltet bis zu 512 KByte SRAM und 512 KByte EPROM. Als Mittel gegen Vergeßlichkeit ist das RAM sowie die Real-Time-Clock batteriegepuffert. Die Brücke zur Welt besteht beim Scotty 08 aus 8 digitalen Ein- und 16 Ausgängen sowie einem 8 Bit breiten bidirektionalen Port mit Interruptfähigkeit; weiterhin gibt es die obligatorische serielle Schnittstelle.

Realisiert wurde diese flexible Ein- und Ausgabe mit dem Multifunktions-Portbaustein MC 68901. Alle Anschlüsse sind auf eine 96polige VG-Leiste geführt.

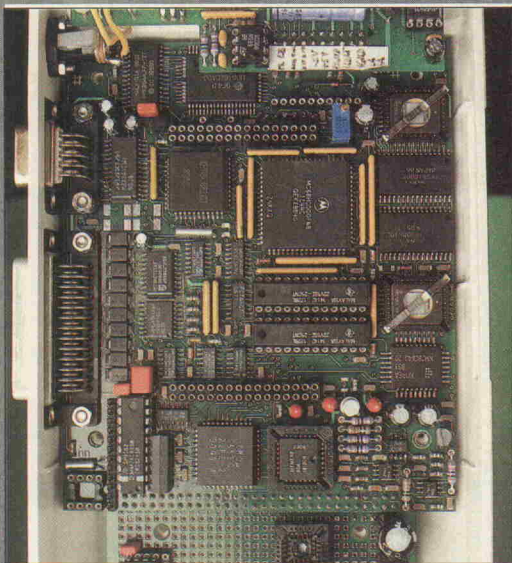
Die Software-Umgebung besteht aus einem Monitorprogramm, einem C-Compiler, einem BASIC-Interpreter und einem Assembler.

Elrad 5/91: Multi-I/O von A bis Z-80

In einem weiteren Beitrag stellt Elrad einen Controller-Board auf der Basis eines Z-80-Prozessors vor. Dieser immer noch aktuelle 'Veteran' unter den CPUs erhält in diesem Projekt Unterstützung von einer Killer-I/O



Alle denkbaren Schnittstellen auf eine Karte gesetzt: das Z-80-Board.



MultiLog: Das Projekt mit Multitasking-Betriebssystem.

(Z-80-KIO). Sie ersetzt mehrere bisher benötigte Peripheriebausteine. Beiden Schnittstellen wurde nämlich bei der Entwicklung dieser 100 mm × 190 mm messenden Platine an einiged gedacht:

- Centronics,
- RS 232,
- 20 mA-Current-Loop (optional: IF-Modul),
- Keyboard-Matrix,
- LC-Display-Interface mit Treiber,
- 16 interruptfähige I/O-Ports (davon acht mit Pull-up),
- 16-Bit-Led-Latch,
- 8-Bit-High-Current-Latch,
- 8 × 10-Bit-A/D-Wandler mit 20 µs Wandlungszeit,
- 4 × 8-Bit-D/A-Wandler mit für jeden Kanal einstellbaren Referenzspannungen,
- und schließlich zwei Relaisausgänge (Wechsler).

Auch die weiteren technischen Details brauchen sich weder von der Anzahl noch von der Vielfalt her hinter den Ports zu verstecken; die mit 5 MHz getaktete Z80-CMOS-CPU kann auf folgende Systemfunktionen zurückgreifen:

- Echtzeituhr mit Kalender,
- vier kaskadierbare 8-Bit-Timer/ Counter-Kanäle,
- Watchdog,
- Powerfail,
- Batterie-Backup,
- Bankinglogik für 128 KByte, (64 KByte on Board),
- Anschlußklemmen für Akkumulator,
- alle Betriebsspannungen werden auf dem Board erzeugt (+5 V, +10 V, +15 V, –5 V).

Zum Betrieb benötigt man nur eine Versorgungsspannung. Mit einer Vielfalt von Schnittstellen und Funktionen ausgerüstet ist es natürlich fast jeder Aufgabe gewachsen; insbesondere eignet es sich aber als Z-80-‘Prototyper’: Für die darauf fertig entwickelte Anwendung kann man den Vollausbau schließlich immer noch abspecken.

Elrad 6/92: MultiLog

Das ‘Multi’ im Namen dieses Projekts deutet nicht nur auf ‘multi’ I/O hin, sondern auf das, was es von den anderen Projekten abhebt: Es verfügt über

ein Multitasking-Betriebssystem. Mit RTOS bläst dem Anwender der warme Wind eines relativ preiswerten Echtzeit-Multitasking-Standards ins Gesicht. Die Tatsache, daß ein Atari die Entwicklungsumgebung abgeben kann, ist eine weitere erfreuliche Tatsache.

MultiLogs Leistungsdaten im Telegrammstil:

- 68000-CMOS-CPU mit Taktumschaltung (8/2 MHz),
- 12-Bit-A/D-Wandler mit drei freien Kanälen und einer maximalen Abtastrate von 100 kHz,
- 15 freie digitale I/Os,
- 256 KByte SRAM,
- 512 KByte (Flash-)EPROM,
- 32 KByte EEPROM,
- Real Time Clock,
- Centronics-Druckerport,
- zwei RS-232-Schnittstellen mit 68C681,
- Folientastatur mit eigenem Decoder,
- LC-Display 240 × 64 Pixel,
- Vorbereitet für SRAM-Cards nach JEIDA4 (68pol.),
- Stromversorgung mit NiCd-Akkus und integrierter Ladeschaltung.

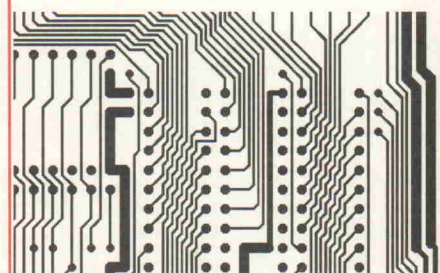
Abhängig von der Art der zu erfassenden Meßsignale kann man dem A/D-Wandler-Teil eine Anpassungsplatine vorschalten, die sensorspezifische Schaltungsteile aufnimmt. Über einen 60poligen Steckverbinder stehen neben den Analogeingängen, den Datenleitungen und den Portleitungen auch Chip-Select-Signale, die Stromversorgung, Trigger- und Taktleitungen zur Verfügung. So ist zum Beispiel eine Schaltung realisiert, mit der das System die Parameter Leitfähigkeit, Temperatur und Druck erfassen kann.

Geh’n Sie nicht zum Schmiedl, sondern lieber gleich zum Schmied.



EAGLE 2.0

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter



Mit anderen Worten: Vertrauen Sie der Platinen-Entflechtungs-Software, die in Deutschland öfter im Einsatz ist als jedes andere einschlägige Programm.

Das hat gute Gründe. Allen voran das hervorragende Preis/Leistungs-Verhältnis und die leichte Bedienbarkeit. Zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigen unserer Software diese Eigenschaften.

Schon mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die den höchsten industriellen Anforderungen genügen — bis hin zum Multilayer-Board mit SMD-Bauelementen. Sämtliche Bauteile-Bibliotheken und Ausgabetreiber (für Drucker, Plotter, Fotoplotter) sind in diesem Preis enthalten.

Skeptisch? Dann sehen Sie sich doch einmal unsere voll funktionsfähige Demo an, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie den Schaltplan-Editor und den Layout-Editor ebenso testen wie unseren Autorouter.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) einschl. Bibliotheken, Ausgabetreiber und Konvertierprogramme	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	654 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

CeBIT '92: Der PC-Markt boomt



11. – 18. MÄRZ 1992

Trotz dramatischer Gewinn-einbrüche mancher Hersteller steht der Personalcomputer im Mittelpunkt des gesamten DV-Geschehens. Neue leistungsstarke Geräte lösen die installierte Basis nach und nach ab. Fallende Preise für die Hardware, grafisch orientierte Software und eine große Anzahl von Peripheriepro-

dukten werden diesem Markt auch künftig kräftige Zuwachszahlen beschern.

Rund 80 Millionen PCs sind heute weltweit installiert. Ende 1991 sollen drei Millionen Personalcomputer in bundesdeutschen Büros installiert sein. Laut Dataquest ist der Rechner mit 80386SX-Prozessor der Renner des Jahres 1991. Systeme dieser Kategorie werden bereits für unter 2000 D-Mark angeboten. Aber nicht nur pure-PCs wird es auf der CeBIT '92 zu sehen geben.

Der Bedarf an schneller Hardware steigt sprunghaft an. Grund dafür ist nicht zuletzt die immer komplexer werdende Software. Windows als die grafische Oberfläche für MSDOS-basierte Rechner gewinnt zunehmend an Bedeutung und wird auch in diesem Jahr eines der zentralen Themen auf der CeBIT sein. Bis Ende 1991 sollen weltweit mehr als fünf Millionen Windows-Pakete installiert sein.

Erstes Layout-Paket unter Windows

Kaum ein Softwarehersteller traut sich heute noch, ein PC-Programm auf den Markt zu bringen, das nicht unter Windows läuft. Nicht so die Entwickler von CAD-Programmen, die in der Regel ihre eigene Oberfläche mitliefern. Der tasmanische Hersteller Protel, bekannt durch das Layout-System Autotrax (siehe CAD-Test in

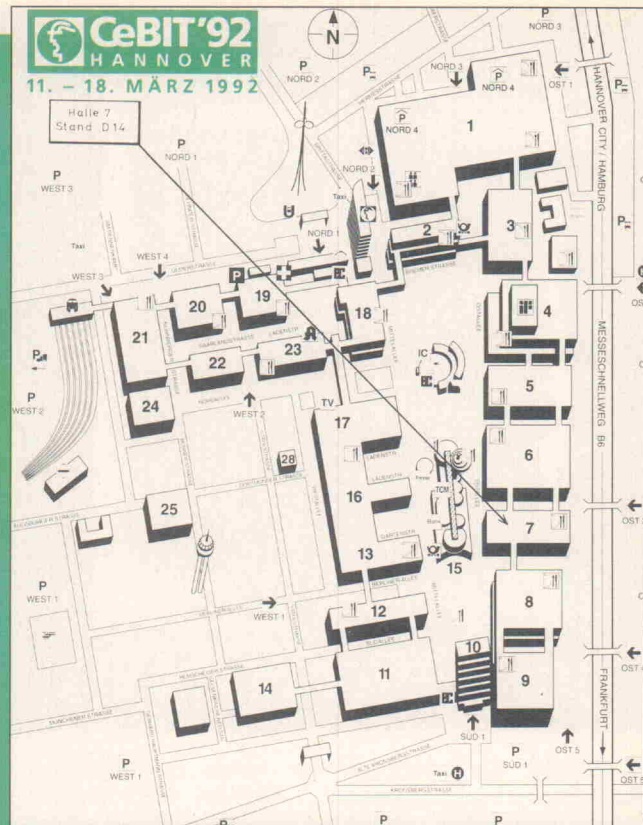
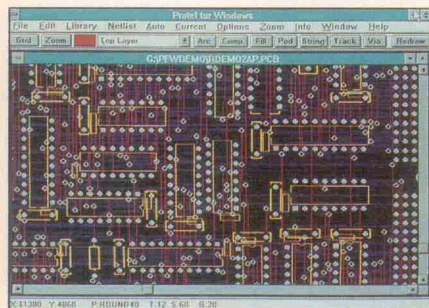
Elrad 12/90), ist jedoch auf den Windows-Zug aufgesprungen.

Das Ergebnis, das erste Layoutprogramm unter Windows, zeigt die Schwarz & Müller KG auf ihrem Messestand (Halle 21, Stand D18/E17). Das Ausgangspaket Professional PCB als Layouteditor verfügt über die bekannten Features sowie einer Menge zusätzlicher Funktionen. Darüber hinaus existieren zwei Tools, die das Basispaket zum vollständigen Advanced PCB aufrüsten: Professional Place als intelligentes push & shove Autoplace-Utility und Professional Route, das annähernd dem bekannten rip-up and retry-Router von Protel entspricht.

Zu den grundlegenden Neuerungen gehört die Windows-typische Undo-Funktion UNROUTE. Viele Editierfunktionen haben durch die Windows-Einbindung an Effektivität gewonnen.

Advanced PCB läuft auf 386- oder 486-PC mit mindestens 4 MByte freiem Speicher. Bis zum 31.3.1992 bietet die Schwarz & Müller KG das Advanced PCB zum Einstiegspreis von 3650 D-Mark zuzüglich der gültigen Mehrwertsteuer an. Das Update für Protel-PCB-User beträgt 1734 D-Mark.

Schwarz & Müller KG
Buchenweg 5
W-8209 Stephanskirchen
Tel.: 0 80 31/7 11 62
Fax: 0 80 31/1 59 80



Flatscreen speziell für Windows

Besonders für Windows- und CAD-Arbeitsplätze geeignet zeigt die Firma Rein mit Sitz in Nettetal auf ihrem Messestand (Halle 9, EG, Stand F34/G33) den neuesten EIZO-Monitor. Der F550i besitzt eine Bildschirm-Diagonale von 17 Zoll und eine Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten bei einer Bildwiederholfrequenz von 70 Hz beziehungsweise 1280 x 1024 Punkte bei 60 Hz. Die Horizontalfrequenz synchronisiert automatisch von 30...65 Hz.

Eine Mikroprozessorsteuerung übernimmt die Kontrolle und Einstellung der wichtigsten Bildparameter, die individuell für die verschiedenen Auflösungen moderner VGA-Karten abgespeichert werden. Manuelles Nachregeln des Monitors beim Wechsel vom Text- in den Grafikmodus ist nun nicht mehr notwendig. Der F550i ist strahlungsarm nach den strengen schwedischen Normen MPRII (1990) und trägt das TÜV-Ergonomie-Prüfzeichen. Der Preis beträgt 3190 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

Rein Elektronik GmbH
Lötscher Weg 66
W-4054 Nettetal 1
Tel.: 0 21 53/733-0
Fax: 0 21 53/733-110

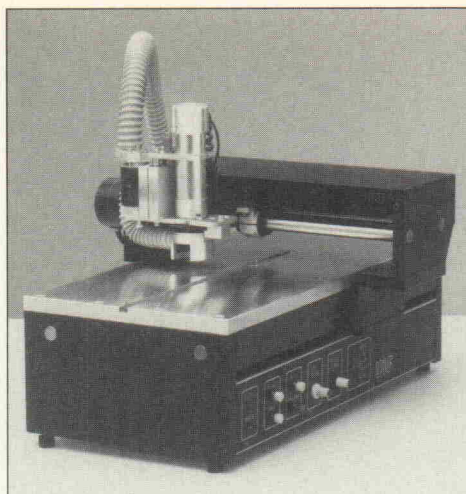


Spezialist für Feinst- leiter- technik

Wenn auch die Zeiten der jährlichen Zuwachsraten von mehr als 30 % vorbei sind: Ein immer noch hohes Wachstumstempo kennzeichnet den Markt der Systeme zur rechnergestützten Konstruktion (CAD) und Fertigung (CAM) bis zur computerintegrierten Produktion (CIM). Allerdings vollzieht sich auch hier der allgemeine Strukturwandel: An der immer mehr 'offenen' und damit austauschbaren Hardware verdienen die Hersteller kaum noch. Das Geschäft wird zunehmend mit der Software und speziellen Dienstleistungen gemacht.

Ein solcher Spezialist für die Prototypen- und Kleinserienfertigung ist die Firma LPKF aus Hannover. Als weltweit erster Hersteller hat sie die Lasertechnik in die Prototypenfertigung eingeführt. Mit den neuen Techniken und Verfahren lassen sich extreme Genauigkeiten von bis zu 50 µm erzielen. Bis zu sieben Leiterbahnen werden durch das IC-Raster (1/10") geführt; das Mitführen zusätzlicher Leiterbahnen als Abschirmung zu hochempfindlichen Signalleitungen ist somit problemlos möglich.

Neben diesem Fertigungsverfahren wird LPKF auf ihrem Messestand (Halle 21, Stand C59) auch den neuen Fräsbohrplotter für Prototypen zeigen. Mit dem Modell LPKF 91 hat der Hersteller seine Produktpalette preislich nach unten abgerundet; der Preis: 14 900 D-Mark



zuzüglich Mehrwertsteuer. Mit dem Gerät lassen sich minimale Leiterbahnabstände von 150 µm erreichen, und es können mühelos zwei Leiterbahnen durch zwei IC-Beine geführt werden.

LPKF CAD CAM Systeme GmbH
Osterriede 7
3008 Garbsen 1
Tel.: 0 51 31/70 95-0
Fax: 0 51 31/70 95-90

Fuzzy im Plotter

Als erste Plotter der Welt arbeitet die neue A0/A1-Mutoh XP-Plotterserie mit einer Fuzzy-gesteuerten Plotwegoptimierung. Dadurch soll sich der Zeichendurchsatz – die Kommandosprache ist HPGL – enorm erhöhen. So erreicht die XP-Serie eine Zeichengeschwindigkeit von bis zu 1131 mm/s bei 4,2 G Beschleunigung.

Die Plotter arbeiten sowohl mit Bleistift als auch Standardzeichenwerk wie Tusche Kugelschreiber und Keramikstiften. Der sogenannte Microgrip-Antrieb läßt sich an das eingesetzte Papier anpassen, wodurch sich Vorsatzprobleme auf ein Minimum reduzieren. Neben den Standard RS-232-C-Schnittstellen gibt es weitere wie RS-422,



GP-IB oder Centronics zum Nachrüsten. Der Anwender kann alle Plotterfunktionen über ein LC-Display kontrollieren.

Zu sehen sind die neuen Plotter auf dem Stand der Firma nbn-Elektronik (Halle 8, 1. OG, Stand E13/E15). Die Preise bewegen sich zwischen 10 000 D-Mark für den A1-Plotter XP-501 und 14 000 D-Mark für den XP-500 (A0) zuzüglich Mehrwertsteuer.

nbn-Elektronik GmbH
Gewerbegebiet
W-8036 Herrsching
Tel.: 0 81 52/39-0
Fax: 0 81 52/39-160

Atari-ST im 19-Zoll-Gehäuse

Natürlich ist auch in diesem Jahr die Redaktion auf dem Stand des Heise-Verlags (Halle 7, Stand D14) vertreten. Am 12. und 13. 3. wird der Entwickler der Simulationssoftware Flowlearn am Stand Messebesuchern Rede und Antwort stehen.

Rechtzeitig zur CeBIT fertig
wird der Prototyp eines Ata-

ri ST auf drei Europa-Karten zum Einbau in 19-Zoll-Systeme sein. Die Basisversion – spätere Erweiterungen sind geplant – verfügt über alle Features, die dem professionellen Atari-User lieb und teuer sind:

- 14 MByte Arbeitsspeicher on Board,
- HD-Diskettenlaufwerke,
- 3 Diskettenlaufwerke anschließbar (B1-B2 umschaltbar),
- Watchdog-Timer: Abfrage der 5 V-Betriebsspannung Abfrage der Netzspannung möglich,
- Uhr mit Test- und Alarmeingängen und -Ausgängen,
- Betriebssystem-EPROMs bis 8 MByte,
- 9 verschiedene Betriebssysteme umschaltbar,
- Prozessorotyp umschaltbar,
- Ausgänge für Monochrom- und Color-Monitore gleichzeitig,
- alle Stecker und Buchsen in Sub-D,
- Midi-IN-OUT-THRU,
- alle Platinen als 4fach-Layer.

AUTOTRAX	Top Neuheit	PROTEL für Windows
PCB Layout – Achtung PROTEL User		
<p>Informations:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Darüberhinaus führen wir hochwertige Router der Firma MASTTEC. - Wenn Sie zu all diesen Produkten nähere Einzelheiten wissen wollen, wenden Sie sich an: <p>Schwarz & Müller KG Buchenweg 5 8209 Stephanskirchen Tel.: 08031/771162</p>		

AUTOTRAX	TRAXSTAR	TRAXVIEW	SCHEMATIC	HSEPP
!! Aufgepasst !! Brandaktuell !!				
<ul style="list-style-type: none"> - Protel für Windows - nie mehr Probleme mit Grafik oder Druck - ein Programm, ein Dorgle - Autotrax, Traxstar, Traxview zusammen - PCB Layout und Gerber editieren - Leistungsumfang wie auf Workstations 				
Besondere Kennzeichen : <ul style="list-style-type: none"> * flexible Leiterbahnstärke und Routpriorität * Anzeige der Dichteverteilung über das Board * Mehr Lagen für Signal- Spezialfunktionen * bessere Polygon- Füllalgorithmen * Enternungsrmessung * intelligentes push&shove Autoplacement * Konvertierung sämtlicher Autotrax-Files (PCB, LIB, PAD, APT) * mehrere Schriftfonts * Online Help mit technischen Erklärungen 				

Tragbar!

Sechs Service-Oszilloskope im Vergleich

Test

Eckart Steffens

Wer 'Oszilloskop' sagt, assoziiert – meist ungewollt – auch den Begriff 'Steckdose', obgleich die gesamte Branche seit Jahren die Begriffe 'stromsparend' und 'portable' strapaziert. Gibt es inzwischen nicht auch im Bereich der mobilen Meßtechnik Technologien, die einen direkten Zugang zum Netz – zumindest vorübergehend – auch für Oszilloskope entbehrlich machen? Grund genug, den Bereich 'Service-Oszilloskope' näher zu beleuchten.



Während die Auswahl an 'normalen' Oszilloskopen groß ist, ist das Angebot netzunabhängiger Modelle recht übersichtlich. Im Test befanden sich – in alphabetischer Reihenfolge – die folgenden Modelle:

Createc SC-02 Ein LCD-DSO, das unter der Bezeichnung 'Signalcomputer' vertrieben wird.

Gould 340 Ein konventionelles Oszilloskop mit Bildröhre, 40 MHz Bandbreite, Readout und Akkubetrieb.

Hitachi V-209 Ebenfalls ein konventionelles Bildröhren-Scope auf Akkubasis.

Iwatsu DS-8600 Das batteriebetriebene DSO im Format eines Multimeters läßt sich an 5 Volt betreiben.

Philips/Fluke 97 Das LCD-DSO mit integriertem Multimeter wird als 'Scopemeter' angeboten.

Tektronix 224 Ein zweikanaliges Bildröhren-DSO. Das Tek ist auch als 'Power Scout' in der Werbung zu finden.

In Funktion, Anzeige und Versorgung sind also alle Technologien vertreten. Um einen Aufschluß über die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Modelle zu erhalten, haben wir sie den Tests unterworfen, denen sich auch 'normale' Oszilloskope in Elrad 6/90 (Digitale Speicheroszilloskope) und 2/91 (Analoge Oszilloskope bis 60 MHz) sowie 5/91 (Analog-Scopes der 100-MHz-Klasse) stellen mußten.

Createc SC-02 'Signalcomputer'

Der Createc war eines der ersten Modelle der 'neuen Generation', die es geschafft haben, eine neue Displaytechnologie, nämlich den Flüssigkristall-Bildschirm, mit der Leistung eines DSOs, eines digitalen Speicher-Oszilloskopes, eines Digitalvoltmeters mit Echt-Effektivwertmessung und den Möglichkeiten eines Computers zur Berechnung von Meßwerten in einem Gehäuse zu vereinen und das

Ganze so klein zu halten, daß mehr als eine portable Lösung dabei herausgekommen ist. Damit waren die Geräte der SC-Serie seinerzeit wegweisend.

Die Signalcomputer werden nach wie vor hergestellt und stehen als Gerätefamilie SC-01...SC-05 mit verschiedenen Eigenschaften und unterschiedlicher Ausstattung zur Verfügung. Der SC-02 ist ein Zweikanal-Gerät, wobei beide Kanäle über einen eigenen

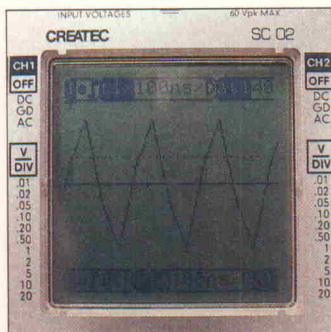


Wandler verfügen und somit in beiden Kanälen unabhängig voneinander die volle Speichertiefe ausnutzen können. Die Speichertiefe beträgt dabei 256 Bit beim SC-02, wobei die Datenwörter mit 7 Bit gewandelte Y-Werte enthalten.

Die Abtastung der Meßsignale erfolgt im Signalcomputer mit 20 Megasamples/Sekunde. Das bedeutet, daß die volle Auflösung noch bei einer Ablenkung von 50 ns/div gegeben ist. Mit einer Y-Bandbreite von nominell 10 MHz ist dennoch die maximale, auf dem Display erkennbar darstellbare Frequenz auf etwa 5 MHz...6 MHz begrenzt. Bei einer Triggerempfindlichkeit von <0,5 div und einer Triggerung, die einen Pre-Trigger von über 10 div und einen Post-Trigger von bis zu 190 div zuläßt, kann man mit dem SC-02 eigentlich jede Signalform auf den Bildschirm holen.

Bis sie allerdings dort ist, dauert es. Gewöhnungsbedürftig ist die Handhabung des Tastenfeldes, das in Quelltasten, Funktionstasten, Operatortasten und Funktionsabschlußtasten eingeteilt ist. Die Bedienung muß daher nach einer bestimmten Syntax erfolgen, die eher einer Programmiersprache als der typischen Benutzeroberfläche eines Oszilloskops angelehnt ist. Für nur gelegentliche Nutzer eines Signalcomputers ist dies die größte Schwierigkeit bei der Benutzung dieses Gerätes.

46 anwählbare Datenspeicher stehen zur Verfügung, die Meßwerte und Kurven aufnehmen können. Da es möglich ist, sowohl Speicher mit aktueller Messung als auch Speicher mit Speicher über mathematische



Infolge der begrenzten Anstiegsgeschwindigkeit erscheint auf dem Display des – bis 6 MHz spezifizierten – Createc statt des erwarteten 5-MHz-Sinus ein leicht verformtes Dreieck.



Die Standmechanik des Createc gibt dem Gerät – im Labor – guten Halt, für den Einsatz 'unterwegs' sollte man sich darüber bewußt sein, daß hier die Sollbruchstelle vorprogrammiert ist.

Operatoren miteinander zu verknüpfen, ist der SC-02 tatsächlich ein Signalcomputer. Ergebnisse sind per Schnittstelle an einen Rechner übertragbar oder können auf Drucker ausgegeben werden, wobei dieses Zubehör allerdings im Test nicht zur Verfügung stand. Das gilt auch für das optionale Akku- oder Batteriepack, durch das der Signalcomputer netzunabhängig wird. So mußte sich der Test auf den Betrieb mit einem Schnurteil beschränken; die Betriebszeitauswertung nennt daher für das SC-02 auch keine Daten.

Gould 340-B

Während Gould mit den bekannten DSOs der 400er Serie (siehe Elrad 6/90) ein DSO im Programm hat, das aus eigener Fertigung stammt und durch Aufrüstung mit einem untergeschraubten Akku-Pack netzunabhängig wird, ergänzt die Firma ihre Bandbreite portabler Scopes mit einem neuen Modell, dem 340-B. Hier ist Gould Vertriebspartner einer OEM-Version, die Meguro fertigt; wir konnten ein Vorserienmodell testen. Äußerlich perfekt, innen noch mit etwas Lochraster-Board ergänzt, doch mit ansprechenden technischen Daten präsentiert sich dieser jüngste Sproß der Gould-Familie.

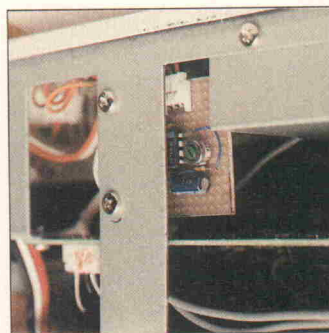
Das 340-B ist ein konventionelles Oszilloskop, das, wie der Name bereits suggeriert, eine nutzbare Vertikalbandbreite von 40 MHz bietet und diese mit gemessenen 46 MHz auch bestens erfüllt. Der Abfall am Bereichsende ist gleichmäßig; ein Anzeichen dafür, daß nicht etwa durch Überkompensation die obere Frequenzgrenze künstlich hochgetunt wurde – das 340-B

macht's mit Bravour. Bringt man ein Rechteck auf den Schirm, ist zu erkennen, wie die Helligkeit des Strahls zu Beginn der Ablenkung langsam zunimmt – er 'schleicht sich ein'. Das Vorhandensein einer Y-Verzögerungsleitung fällt spätestens dann positiv auf, wenn man die Flanke, auf die getriggert wurde, 'schon' sieht. Das hat der 340-B seinem vom Format her nächsten Mitbewerber, dem Hitachi V-209, voraus. Da es sich beim V-209 allerdings 'nur' um ein 20-MHz-Gerät handelt, ist dort eine Verzögerungsleitung allerdings auch nicht zu erwarten.

Am dargestellten Rechteck selbst wird ein leichtes Überspringen an der Flanke sichtbar. Da das Gould sich hierbei auf beiden Kanälen gleich verhält, handelt es sich um einen gerätespezifischen Effekt. Dazu zählt auch die leichte Bandbreitenverengung in den beiden empfindlichsten Bereichen



(1 mV/div und 2 mV/div), die zusätzliche Verstärkung benötigen und deshalb mit einer grauen Unterlegung der Skala auch besonders gekennzeichnet sind. Durch diese zusätzlich in den Bereichsschalter eingebrachten Verstärkungen entfällt hier der sonst übliche Y-Magnify. Bei hochohmiger Einspeisung, wie sie etwa über einen Tastkopf erfolgt, zeigt sich jedoch ein deutlicher Peak in der Rechteck-Anstiegsflanke und weist auf einen



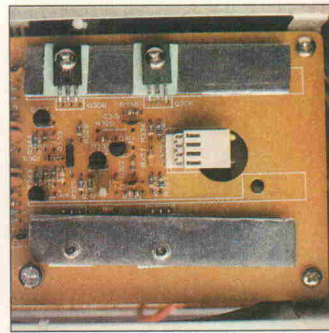
In einigen Punkten war das zum Test angetretene Gould – ein Vorserienmodell – noch nicht ganz ausgereift. Links: Nachdesign auf Lochraster. Rechts: Eilig geschnittene Notkühlung.

inkorrekten internen Teilerabgleich hin. Auch dies gilt für beide Kanäle.

Mit dem Verschieben des Meßsignals über die gesamte Schirmhöhe und mit Vollaussteuerung bei Nennbandbreite hat der 340-B keine Probleme. Die Zeitbasis differiert um 4 Promille am Bereichsende, also bei 0,2 µs, und ist bei 0,1 ms/div um etwa 2,3 % zu schnell: Testergebnisse also, die weit innerhalb der angegebenen Spezifikationen liegen. Der Kondensator für die Holdoff-Zeit wird offenbar beim Übergang auf 2 ms/div umgeschaltet. Hier wäre Meguro beraten, den Wert etwas zu korrigieren, da der Strahl bei Umschaltung über diese Bereichsgrenze deutlich dunkler wird. Das ist aber nur ein Detail am Rande, und es sei noch einmal betont, daß es sich hier um ein Vorseriengerät handelt.

Zur Verbesserung der Ablesung ist der Gould mit einem Readout versehen, das über ein vertikales und ein horizontales Cursorspärchen Spannungs-, Frequenz- und Zeitmessungen ermöglicht. Durch Anpassung an die verwendeten Tastköpfe, Ablenkbereiche und -empfindlichkeiten erhält man korrekte Angaben in Volt, Hz oder s, solange sich die Eingangsteiler in der 'CAL'-Stellung befinden. Dreht man auf variable Eingangsabschwächung, gibt das Display die Meßwerte in 'div' an. Zwar ist deutlich zu erkennen, wie die Einblendung des – übrigens sehr gut lesbaren – Readout die Darstellung des Strahls 'zerhackt', doch für empfindliche Messungen läßt sich das Readout auch dunkelstellen.

Bleibt nur noch zu klären, wie sich das Gould im netzunabhängigen Betrieb verhält. Stationär läßt es sich betreiben, indem



man ein Kaltgeräte-Netzkabel einsteckt und den hinteren Schiebeschalter auf 'AC' umschaltet. Im eingeschalteten Zustand ist das Scope dann betriebsbereit (grüne Frontplatten-LED), im ausgeschalteten Zustand werden die Akkus geladen (rote Frontplatten-LED). Dadurch geht man immer sicher, stets ein voll geladenes Gerät mitzunehmen, falls der Außendienst-Service überraschend ruft.

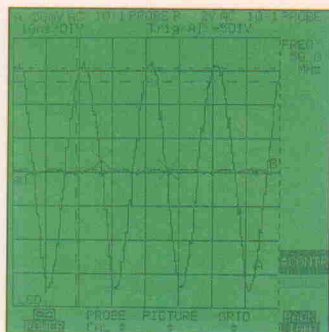
Mit knapp zwei Stunden netzunabhängiger Betriebsdauer schafft es der kleine Gould gut fünf Minuten länger als sein großer Bruder, das DSO 400, das dabei aber immerhin noch einen Lüfter und die komplette Frontplatten-LED-Anzeige mitbrennen läßt. Wenige Minuten vor Schluß fängt eine LED auf der Frontplatte des 340-B an zu blinken und signalisiert 'Gleich ist Schluß'.

Fluke 97 Scopemeter

Egal, was der Test zeigt oder man persönlich von dieser Creation halten mag – eins ist sicher: Mit dem Scopemeter hat die 'Test & Measurement-Alliance' Fluke/Philips die Fachwelt in Aufruhr versetzt. Obwohl ich das Gerät bereits gesehen hatte, setzte auch bei mir dennoch der Herzschlag vorübergehend aus, als man mir mit dem lakonischen Kommentar '... hier noch was zum Testen' das Gerät aus gut einem Meter Höhe vor die Füße warf. Eine Prozedur, die ich hiermit ausdrücklich niemandem empfehlen möchte, die das Scopemeter aber offensichtlich völlig unbeschadet übersteht.



Hinsichtlich der Bedienung ist das Fluke wie ein Digitalmultimeter aufgebaut: oben die Anzeige, darunter ein Tastenfeld zur Bedienung. Auffällig sind sofort die fünf Softkeys, die direkt unterhalb des Bildschirms angeordnet sind. Jeder Funkti-



Die wichtigsten Geräteeinstellungen und Cursordaten blendet das Philips/Fluke ständig ein. Die spezifizierten 50 MHz schafft das PM 97 für ein LCD-Scope noch recht anständig.

onsaufruf öffnet ein Window auf dem Bildschirm, aus dessen Einträgen mit zwei Cursortasten gewählt werden kann. Im Bedarfsfalle wird eine der Softkey-Tasten als ENTER-Taste benutzt.

Das Scopemeter verfügt über zwei grundlegende Betriebsarten: Mit 'SCOPE' kommt man in die DSO-Betriebsart. Auf dem großflächigen und per Knopfdruck hinterleuchtbaren (!) LCD-Bildschirm ist eine Darstellung der Meßkurven beider Kanäle von 240 Pixeln horizontal und 200 Pixeln vertikal möglich; die Auflösung des Scopemeter beträgt 25 Pixel/div. Es handelt sich um ein 2-Kanal-Gerät, das mit einer Bandbreite von 50 MHz und einer Empfindlichkeit zwischen 1 mV/div und 100 V/div (10 mV/div ... 1 kV/div mit den zum Lieferumfang gehörenden 10/1-Tastköpfen) für Messungen in allen denkbaren Fällen geeignet ist.

Die Bildschirmgeometrie ist ebenso wie die Genauigkeit der Zeitbasis bei einem digitalen Gerät mit LCD-Schirm und quarzbezogener Referenz sehr exakt. Die Triggerung ist gut und arbeitet bei 50 kHz schon unter 0,4 div einwandfrei. Mit einer gemessenen Bandbreite von rund 65 MHz erfüllt das Scopemeter 97 auch diesbezüglich seine angegebenen Spezifikationen sehr gut. Bleiben noch einige Daten nachzutragen: Der Wandler löst 8 Bit auf, so daß eine Begrenzung auf dem Bildschirm von vertikal 200 Pixeln nicht sichtbar wird.

Die horizontale Abtastung erfolgt mit maximal 25 Mega-samples/s, woraus folgt, daß



Das 'magnetische Manual' liegt, zusammengehalten mit zwei Magnetplatten, in einer Mulde des Schutzgehäuses. So hat man die wichtigsten Bedienhinweise allzeit griffbereit.

der höchste, lückenlos abzutastende Bereich der 1-µs/div-Bereich ist. In schnelleren Bereichen interpoliert das Scopemeter zur Darstellung eines durchgehenden Kurvenzuges. Noch eins, das so nicht so deutlich im Prospekt steht: Ab einer Ablenkung 20 µs/div oder schneller schaltet das Scopemeter zwangsweise vom Chopper-Betrieb auf den Alternate-Betrieb um. Das bedeutet: Beide Kanäle werden nicht synchron, sondern nacheinander gemessen, ausgelöst jeweils durch das Auftreten des gewählten Trigger-Ereignisses. Offensichtlich hat hier der A/D-Wandler nicht genug Zeit, die Wandlung für beide Kanäle quasiparallel durchzuführen.

Für den alternierenden Single-Shot-Betrieb bedeutet das: Das Schirmbild würde beide Signale nicht gleichzeitig, sondern nacheinander aufzeichnen. Elegant, wie das Gerät aufgebaut ist, wird der Zweistrahl-Single-Shot für diese Ablenkzeiten einfach verriegelt, somit ist eine Fehlinterpretation ausgeschlossen.

Im DMM-Betrieb erfolgt die Meßwertanzeige über großflächige Ziffern, die das Display darstellt. Soweit möglich, zeigt das Display DC- und AC-Anteil des Meßsignals zugleich an. Alternativ steht ein Modus zur Verfügung, bei dem neben dem Meßwert ein Fenster mit einer verkleinerten Oszilloskop-Darstellung des Meßsignals aufgemacht wird. Dieses 'DMM mit Bildschirm' eignet sich zur Beurteilung des Meßsignals und zur Trendanzeige bei sich ändernden Signalen.

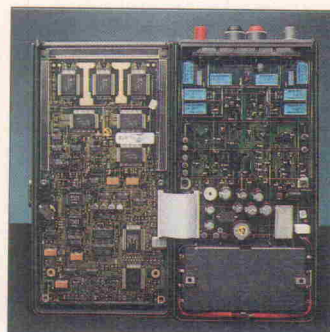
Leider steht ein Meßbalken – oder Bargraph – hier nicht zur Verfügung. Das wäre für die Programmierer sicherlich kein Problem gewesen und hätte die Ablesbarkeit zum Beispiel bei Abgleicharbeiten, für die ja nach wie vor ein Zeigerinstrument die beste Lösung ist, deutlich verbessert. Die Vielfalt der sonst vom Scopemeter gebotenen Möglichkeiten entschädigt dafür: So sind etwa Maximum-Minimum-Messungen, die Messung prozentualer Abweichungen, dB-Messungen (dBm, dBV, dBW) mit Vorgabe unterschiedlicher Abschlußwiderstände und vieles mehr möglich.

Gewöhnungsbedürftig ist der Eingang des DMM: bis 1000 mV liegt er auf den 4-mm-Buchsen, darüber allerdings auf dem BNC-Eingang von Kanal A, da die 4-mm-Buchsen dann anderen Funktionen wie Sinusgenerator oder Stromrampe als Ausgang dient. Eine zusätzliche Ausgangsbuchse für diese Funktionen wäre das I-Tüpfelchen am Scopemeter.

Fazit: Da beide Tastköpfe und die Meßbuchsen auf einem gemeinsamen Massepotential liegen, sind potentialversetzte Messungen zwischen zwei Kanälen, dem Testgenerator und einem Kanal oder dem Scope über Tastkopf und dem DMM über Testleads nicht möglich.

Die Meßpotentialproblematik läßt bereits hier vier Geräteklassen unterscheiden:

– Von einem 'normalen' (netzabhängigen) Oszilloskop, dessen blanke Eingangsbuchsen alle auf einem Potential und zudem noch auf Schutzleiter liegen, erwarten wir nicht, Messungen auf einem von GND verschie-



Mehrere kundenspezifische Schaltkreise steuern die vielfältigen Funktionen des Scopemeter PM 97. Daten, Programm und Konfiguration sind dabei in Flash-EEPROMs gespeichert.



Die separate Ladefahne am Akku-Pack des ScopeMeter ermöglicht problemlos Netz-/Ladebetrieb, falls das Gerät unterwegs mal mit Batterien gefüllt wurde.

denen Potential durchführen zu können. Hierzu zählen auch das vorliegende Gould und das Hitachi, die schon wegen ihrer metallischen Außenfläche bei Netzbetrieb schutzleiterbeschaltet sein müssen.

– Isolierte Geräte wie das Crea-tec, die dennoch über metallische Außenflächen verfügen, die mit den blanken Meßbuchsen in Verbindung stehen, sind ausdrücklich nur für Klein-

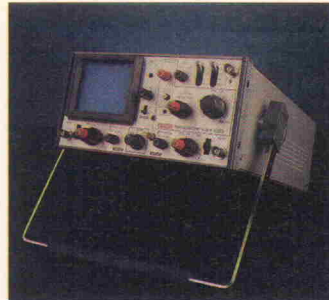
spannungen – also Potentiale kleiner 42 V – geeignet.

– Vollisolierte Geräte mit gemeinsamem Bezugspotential der Meßeingänge wie das Fluke sind nur dann zur Messung auf Potentialen > 42 V geeignet, wenn ausschließlich ein Tastkopf bestückt wird. Bereits das Anbringen eines zweiten Tastkopfes mit aufgestecktem Ground-Clip durchbricht den ansonsten so perfekten Isolationsschutz. Ob der Aufdruck '42 V' auf dem Masseclip ausreicht, mögliche Gefahren abzuwenden, soll hier nicht diskutiert werden.

– Vollisolierte Geräte mit galvanisch getrennten Meßeingängen. Nur das Tektronix 224 als Vertreter der hier behandelten Geräte bietet dieses Feature und ermöglicht somit als einziges Gerät Messungen mit beiden Kanälen auf unterschiedlichen Potentialen.

Hitachi V-209

Bei dem Hitachi V-209 handelt es sich um ein weiteres Standardscope, das mittels Akku-



Pack netzunabhängig gemacht wurde. Im gleichen mechanischen Format wie das oben bereits beschriebene Gould bietet es ebenfalls zwei Kanäle mit einer Empfindlichkeit von 5 mV/div...5 V/div und einer Zeitablenkung von 0,2 s/div bis 0,5 µs/div. Auch das Hitachi läßt sich mittels Netzkabel an der Steckdose betreiben und bietet zusätzlich eine Buchse für externe DC-Einspeisung 11...14 V. So läßt es sich leicht auch im Automobil betreiben. Dem Hitachi lag auch ein passend konfiguriertes Anschlußkabel bei.

Bei einem Vergleich der Akkumutzungsdauer zeigte sich, daß das Hitachi eine etwa 70 % län-

gere Benutzung bei Akkubetrieb ermöglichte als das Gould. Hier hat man also die Stromaufnahme weitgehend reduziert. Äußere Anzeichen dafür sind die deutlich geringere Strahlhelligkeit im Vergleich zum Gould und meßtechnisch die geringere Aussteuerbarkeit des Gerätes.

Auf diese trifft man bei der Ermittlung der nutzbaren Band-



Viele Schalter – die meisten auf der Rückseite – bestimmen die Betriebsart des Hitachi V-209. Der Netzspannungswähler ist mit einem gesicherten Blech verriegelt.



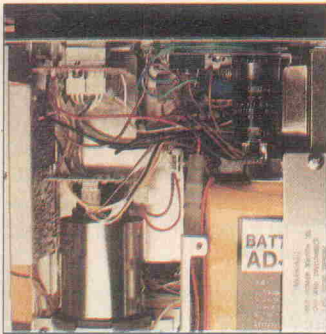
"eirtsudni, tätisrevinu, eluhcs **FLOWCHART** reldnaw
-AD/DA **GRAFISCHES** ellortnokstätilibisualp etreirgetni
REGELUNGS- SIMULATIONSPROGRAMM gnurhafre-
nmargorp eniek **PRAXISNAH** nelobmys netnnakeb tim
libtlahcskolb senie fruwtn **MESS-, STEUER- UND**
BELEGUNGSTECHNIK kinhcetsgnuleger dnu-reuets,
-s m **ENTWURF EINES BLOCKSCHALTBIODES MIT**
BEKANNTEN SYMBOLEN hansixarp **KEINE PRO-**
GRAMMIERERFAHRUNG mmargorpsnoitalumis
-sgnuleger **INTEGRIERTE PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE**
sehcsifarg **AD/DA- WANDLER** trahcwolf **SCHULE,**
UNIVERSITÄT, INDUSTRIE"

FLOWCHART

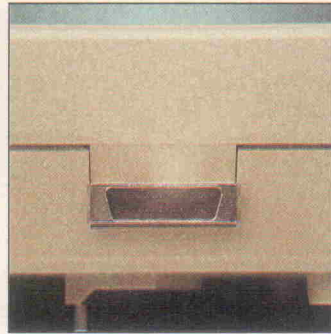
COMTEC GmbH • Aachener Straße 100 • D 5352 Zülrich
Telefon (0 22 52) 76 03 • Telefax (0 22 52) 47 08

FLOWLEARN - der direkte Weg zu FLOWCHART





Ein Blick in das V-209: Geringes Übersprechen ist eine Frage des Gerätedesigns, nicht nur der Verdrahtung. Im Gould-Scope findet sich das gleiche Akku-Pack.



Auch am Iwatsu DS-8600 erlaubt die (hauseigene) Schnittstelle den Anschluß externer Peripheriegeräte wie Drucker oder Logik-Probe.

breite. Mit 21,5 MHz liegt der Hitachi zwar dicht an, doch noch deutlich innerhalb seiner Spezifikation. Allerdings ist die Möglichkeit, den Bildschirm auch bei Nennbandbreite noch voll auszuschreiben, nicht mehr gegeben: Mehr als 5 div bei 20 MHz waren dem Gerät – unabhängig vom Eingangssignal – nicht zu entlocken: 3 div zuwenig. Bei geringerer Signalfrequenz ergibt sich eine Verformung der Kurve im oberen Bildschirmbereich, verbunden mit einem Astigmatismusfehler. Hier fordert die offenbar zu geringe Spannungsversorgung der Y-Endstufe ihren Tribut. Die Rechteckprüfung zeigte ein leichtes Einschwingen der Flanke, das beim Testsignal von 1 MHz deutlich erkennbar war, aber auch bei 100 kHz Signalfrequenz nicht verschwand.

Im Gegensatz zum Y-Verhalten gab der X-Teil keine Anlässe zu Kritik. Die X-Bandbreite wurde zu 2 MHz bestimmt, die Abweichung der X-Ablenkung lag im Schnitt bei weniger als 0,3 % und in den Bereichen über 10 ms/div bei weniger als 1,2 %. Mit einer Triggerempfindlichkeit von $<0,4$ div zeigte sich auch die Triggerung als sehr gut handhabbar, auch bei komplexen Signalformen gab es keine Probleme.

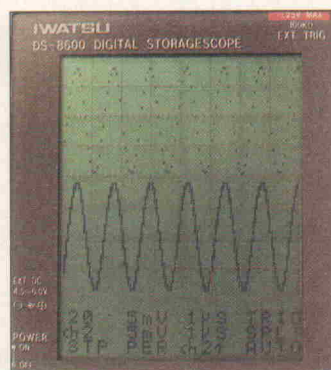
Iwatsu DS-8600

Mit der Gehäusegröße eines kleinen Vielfachmeßgerätes ist das batteriebetriebene Iwatsu DS-8600 ein digitales Speicheroszilloskop, dem in dieser Größe nichts Vergleichbares gegenübersteht. Mit drei Babyzellen erlaubt es einen Betrieb

von einer guten halben Stunde. Das kleine 2-Kanal-Gerät verfügt über einen externen Triggereingang sowie über einen Interfaceanschluß, an den ein Spezialastkopf zum Betrieb als 8-Kanal-Logikanalysator oder ein Drucker angeschlossen werden kann.



Mit einer Y-Empfindlichkeit zwischen 5 mV/div und 20 V/div und einer X-Ablenkung zwischen 1 μ s/div und 10 s/div ist die Einsatzbreite dieses Gerätes gekennzeichnet, die allerdings



Jede Kurve kann den Bildschirm des Iwatsu vertikal nur bis zu 4 div ausschreiben. Hier ist die 2-Kanal-Split-Darstellung zu sehen. Die obere Kurve zeigt diskrete Sample-Punkte, unten sind diese durch Dot-Join verbunden.

durch einige Einschränkungen eingeengt wird: Zum ersten beträgt die nutzbare Y-Bandbreite lediglich 2 MHz, und zum zweiten läßt sich der aus insgesamt 8×8 div bestehende Bildschirm pro Strahl nur zu je 4 div in der Vertikalen ausschreiben, was das Iwatsu dem Umstand verdankt, mit nur einem 6-Bit-Wandler bestückt zu sein. Die damit mögliche Auflösung beträgt 64 Steps, wodurch sich 16 Steps/div ergeben.

Mit einem internen Speicher von 6,4 KB ist das DS-8600 somit in der Lage, 50 Kurvenformen abzuspeichern. Mit 'SAVE' kann man diese im Speicher ablegen, mit 'DISPLAY' ebenso wieder aufrufen. Alternativ ist es möglich, die 6400 Bytes im Speicher mit einer einzigen Aufzeichnung zu füllen, die man anschließend im Detail betrachten kann. So eignet sich das Iwatsu hervorragend dazu, Ereignisse, die eine erhebliche Zeit nach dem Triggerimpuls auftreten, zu erfassen und zu untersuchen.

Vorsicht ist geboten, wenn man mit dem DS-8600 hochpegelige Signale untersucht: Da ein Signal auch im Einkanalbetrieb nur den halben Bildschirm ausschreibt, kann es sich bei einem offensichtlichen Rechteck doch um einen Sinus handeln, denn zu große Meßsignale stellt das DSO gnadenlos begrenzt dar. Mit 16 Punkten Auflösung pro div in horizontaler Richtung verfügt das DS-8600 über eine maximale Abtastrate von 16 MS/s. Das hört sich zunächst nach viel an, doch darf die insgesamt geringe Y-Bandbreite (spezifiziert: 2 MHz, gemessen: 3,3 MHz) und begrenzte Ablenkgeschwindigkeit nicht darüber hinwegtäuschen, daß mit dem DS-8600 maximal einige hundert kHz vernünftig auf dem Schirm darstellbar sind. Die angebotene Logikanalyse sollte man daher auch nur für langsamere CMOS-Technik in Betracht ziehen. Dennoch: Als Pocket-DSO für 'Kurven zum Mitnehmen' ist das Iwatsu durchaus zu empfehlen.

Tektronix 224 Power Scout

In eine andere Richtung zielt das 224 von Tektronix. Hier handelt es sich wieder um ein Röhrenscope, und obwohl auch hier vier Speicherplätze zum

Aufnehmen und Ablegen von gemessenen Kurven zur Verfügung stehen, dient das 224 weniger zum Sammeln von Kurven. Hauptfeature des Gerätes ist seine interne Struktur: Beide Y-Kanäle sind voll isoliert aufgebaut, mit je einem eigenen Wandler bestückt und über optische Kopplung vom Hauptgerät getrennt.

Der Vorteil dieser Architektur wird deutlich, wenn es beispielsweise darum geht, Messungen etwa an einer Dimmerschaltung durchzuführen, bei der die Elektronik auf Massepotential, die Thyristor-Laststufe jedoch direkt am Lichtnetz arbeitet. Bei diesem Oszilloskop können beide Kanäle mit ihrer eigenen Bezugsmasse an völlig unterschiedliche, beliebige Spannung gegeneinander führende Punkte angeschlossen werden (± 400 V bezogen auf das Gerätechassis), und das Gerät selbst bleibt gegenüber beiden Eingängen potentialfrei. Es sind daher keine aufwendigen Isolationsmaßnahmen am

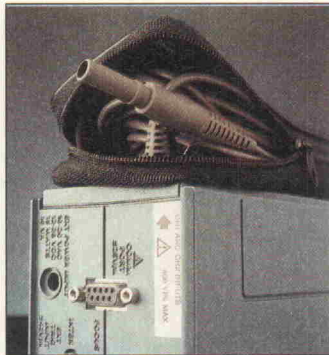


Grundgerät selbst erforderlich. Das Tektronix 224 ermöglicht damit eine für Scopebesitzer völlig neue Meßweise, an die man sich übrigens sehr schnell gewöhnen kann.

Durchbrechen läßt sich dieses Konzept nur mit den – optionalen – BNC-Adaptern. Für unsere Messungen fiel also die niederohmige Signaleinspeisung flach. Als Anwender kann man indes mit den im Lieferumfang enthaltenen Tastköpfen leben: Sie sind mechanisch von guter Qualität und durch die Tasche an der Seite des Oszilloskops praktisch unverlierbar. Zwar lassen sie sich durch einen Farbring markieren, doch praktischer ist die von Fluke/Philips gewählte Lösung, beide Tastköpfe deutlich in der Farbe zu unterscheiden.

Für das kleine und handliche DSO wird eine nutzbare Y-Bandbreite von 60 MHz spezifiziert, gemessen wurden sogar

gute 70 MHz. Die Abtastung erfolgt mit einer Sample-Rate von 10 MS/s, wobei die Digitalisierung mit 8 Bit erfolgt und horizontal 512 Stufen akquiriert werden können. Der Referenz-



Beim Tektronix 224 sind die Tastköpfe in einer Tasche untergebracht und damit stets griffbereit. Spezielle Eingangsstecker sichern die notwendige Isolation. Drucker, Modem, externe Stromversorgung und externer Trigger sind über Buchsen an der Geräterückseite anschließbar.

speicher kann zusätzliche vier Scope-Setups speichern. Diese Speicherungen erfolgen nicht-flüchtig, stehen also auch beim nächsten Einschalten wieder zur Verfügung.

Die Bedienung erfolgt in konventioneller Weise durch die Frontplattenbedienelemente, und für Konfiguration, Speicherung et cetera durch ein oben angebrachtes Tastenfeld. Bei den Drehschaltern handelt es sich beim Tek 224 jedoch um Inkrementalgeber, die Einstellungen werden per Readout ausgegeben. Zusätzlich bietet der 224 Bildschirmmenüs und vier neben der Bildröhre angeordnete Softkeys, mit denen verschiedene Zuordnungen getroffen werden können.

Mit dieser Bedienung ist der 224 komplett fernbedienbar. Über eine standardmäßige RS-232-C-Schnittstelle läßt sich neben einem Drucker auch ein Modem anschließen, über das nicht nur Daten vom Scope ausgelesen, sondern dieses auch komplett fernbedient werden kann. Da eine geeignete Trei-

bersoftware angeboten wird, könnte man mit dem 224 über Telefon messen – eine reizvolle Idee, die man sich schon manchenmal gewünscht hat.

On Tour

Ein Servicescope mit leeren Batterien bringt mehr Frust als Lust. Wir wollten wissen, wie lange die Netzunabhängigen dienstbereit bleiben, haben ihnen ein Meßsignal gegeben und die Stoppuhr gestellt.

Dabei ist es natürlich Pflicht, mit vollen Akkus beziehungsweise Batterien loszulaufen. Nicht teilnehmen konnte das Createc, weil uns kein passendes Akku- oder Batteriepack zur Verfügung stand. Beim Gould, beim Tektronix und beim Fluke/Philips kann man sicher sein, daß sie voll geladen sind, wenn man sie am Netz betreibt: Sie laden dabei ungefragt die Akkus auf. Das Hitachi ist durch eine Kombination aus drei auf Vorder- und Rückseite verteilten Kippschaltern dazu zu bringen, die Akkus zu laden,

wobei gleichzeitiger Netzbetrieb nicht möglich ist. Hier kann es also schon mal vorkommen, daß man aus Vergeßlichkeit auch mal mit halbleeren Akkus losrauscht. Das Iwatsu mag, wie oben beschrieben, Batterien.

Am Start: Alle Geräte ein, Kanal 2 aus, Kanal 1 mit einem Meßsignal gefüttert (Treppenspannung), Helligkeit auf mittlere Einstellung. Beim Fluke gönnen wir uns unfaire Weise den Luxus der Bildschirmbeleuchtung, die natürlich kräftig Strom frißt – doch wenn man sie schon hat, benutzt man sie schließlich auch. Das Tektronix und das Fluke haben eine automatische Abschaltung; beim Tek kann man sie abstellen, das Fluke piept nach je 5 Minuten Betrieb, weist auf die Abschaltung in weiteren 5 Minuten hin und muß nach spätestens 10 Minuten Gesamtbetriebszeit wieder eingeschaltet werden.

36 min: Das Iwatsu DS-8600 beginnt durch lautes Piepen auf

Sechs Service-Oszilloskope im Überblick

1. Allgemeine Daten						
Hersteller	Createc	Meguro	Hitachi	Iwatsu	Philips	Tektronix
Bezeichnung	SC-02 Signalcomputer	340 B	V-209	DS-8600	PM 97	TEK 224
Vertrieb	Kontron Elektronik	Gould Electr. GmbH	Hitachi Denshi GmbH	nbn-Elektronik	Philips	Tektronix
Postleitzahl	8057	6057	6054	8036	3500	5000
Ort	Eching bei München	Dietzenbach	Rodgau 1	Herrsching	Kassel	Köln 80
Straße	Oskar-von-Miller-Str. 1	Waldstr. 66	Weiskircherstr. 88	Gewerbegebiet	Miramstr. 87	Colonia Allee 11
Vorwahl	0 81 65	0 60 74	0 61 06	0 81 52	05 61	01 30
Telefon	77-0	49 08-0	1 30 27	3 90	5 01-0	52 11
Fax	77-5 12	49 08 48	1 69 06	3 91 60	5 01-5 98	02 21/9 69 69-222
Preise zzgl. MwSt	1500,-	4175,-	2115,-	1995,-	3300,-	6950,-
Betriebsarten	Digital/7 Bit	Analog	Analog	Digital/6 Bit	Digital/8 Bit	Digital/8 Bit
Display	LCD/128 x 128 Pkt/ 58 x 58 mm	CRT/ 50,8x63,5mm	CRT/50,8 x 63,5 mm	LCD/128 x 160 Pkt/ 80 x 80 mm	LCD/240 x 240 Punkte/ 84 x 84 mm	CRT/50 x 40 mm
Readout	2 x-, 2 y-Cursor, DMM-Darstellung	ΔV_1 , ΔV_2 , Δt , Δf , Parameter, Betriebsart	Nein	Nein	umfangreich	V/div, Koppl., s/div, Trig-Lev., Flanke
2. Technische Daten						
Bandbreite	10 MHz	40 MHz	20 MHz	2 MHz	50 MHz	60 MHz
X-Ablenkung ohne Magnita	1 μ s...1 h/div	0,2 μ s...0,5 s/div	0,5 μ s...0,2 s/div	1 μ s...0,5 s/div	10 ns...5 s/div	50 ns...20s/div
X-Magnifier	kontinuierlich	x10	x 10	x 50	bis 1000	x 10
Y-Ablenkung ohne Variable	10 mV...20 V/div	1mV...10V/div	5 mV...5 V/div	5 mV...20 V/div	1 mV...100 V/div	5 mV...50 V/div
Variabel	kontinuierlich	2,5/1	2,5/1; x 5	–	–	2,5/1
Max. Eingangsspannung	660 V	400V	250 V	200 V	–	400 V
X-Y-Betrieb	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
Triggerquellen	CH1, CH2, Ext.	CH1, CH2, Ext.	CH1, CH2, Line, Ext.	CH1, CH2, Ext.	CH A, CH B, Ext.	CH1, CH2, Ext
Triggerkopplung	AC/DC	AC	AC	DC	AC/DC	AC/DC; Ext: DC
3. Mechanische Daten						
Abmessungen (H x B x T)	257 x 111 x 48 mm	125 x 250 x 400mm	110 x 215 x 350 mm	145 x 213 x 45 mm	60 x 130 x 260 mm	86 x 159 x 252 mm
ext. Versorgung (AC; DC)	230 V(Netzteil); ± 12 V, 2 x 5 V	90...130 V, 180...260 V; 11...14 V	90...130 V, 180...260 V; 11...14 V	–; 4,5 V	230 V(Netzteil); 8...20 V	16...20 V; 12...28 V
Gewicht	1,8 kg	5,5 kg	5,3 kg	–	1,5 kg	2 kg
Schnittstellen	RS-232, Centronics	Nein	Nein	Logic-Probe, Drucker	opt. entkoppelte RS-232	RS-232

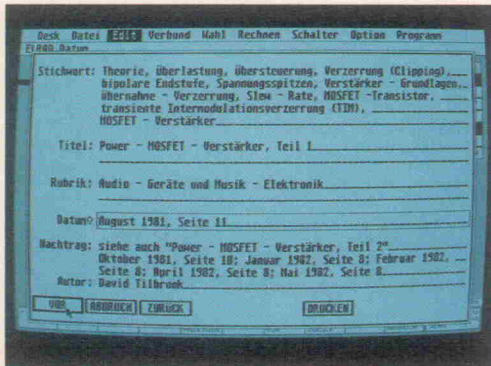
ELRAD auf einen Blick

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.

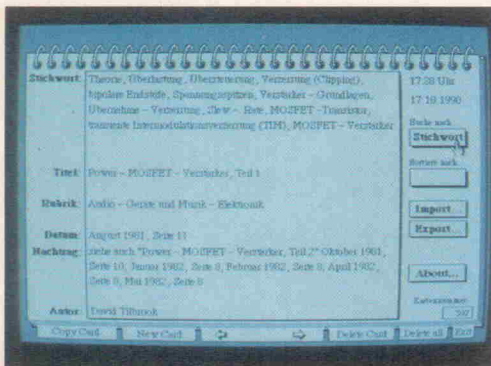
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78—12/91 und das Update 1991 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten). Der PC-Version ist ab sofort das komfortable Suchprogramm PC-Search beigelegt. Damit entfällt die Abhängigkeit von dBase.



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 05 11/53 72 95

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Das File umfaßt über 2000 Datensätze, die in Form einzelner Bildschirmseiten abgelegt sind, und ist im ASCII-Format abgespeichert. Ein ausführliches Stichwortregister mit über 7500 Suchbegriffen einschließlich aller wichtigen Bauelemente führt unmittelbar zu den speziellen Fachbeiträgen.

Test

sich aufmerksam zu machen. Wenige Minuten später sind die eingelegten Batterien (Philips R14E-Baby-Zellen) verbraucht.

1 h 30 min: Die Batterieanzeige auf dem Scopemeter beginnt zu blinken.

1 h 53 min: Das DSO Gould 400, von uns als Referenzgerät mit in den Zeittest eingereiht, schaltet plötzlich und ohne Vorwarnung aus. Akku leer.

1 h 55 min: Das Scopemeter will aufgeben. Man kann es für je 5 Sekunden wieder einschalten und damit möglicherweise eine laufende Messung noch zu Ende bringen, doch nach knapp 2 Stunden ist nunmehr die Kapazität erschöpft. Wer das Fluke ohne LCD-Hintergrundbeleuchtung betreibt, erlebt diesen Effekt erst nach der doppelten Betriebszeit.

1 h 58 min: Das Gould 340 blinkt und schaltet wenige Minuten später aus.

3 h 25 min: Das Hitachi beginnt zu blinken und schaltet drei Minuten später aus.

3 h 50 min: Das Tektronix schaltet aus, läßt sich aber noch einige Male für je etwa eine Minute wieder zum Leben erwecken.

Damit sind es zwei Röhrengeräte, die mit deutlich über 3 Stunden Betriebsdauer eine Standzeit aufweisen, die man ihnen, eben weil es Röhrengeräte sind, wohl ohne weiteres nicht zuge-
traut hätte.

Fazit

Sechs unterschiedliche Modelle für ebenso unterschiedliche Anforderungen, vereint nur durch ihre Netzunabhängigkeit: Das ist vielleicht etwas kraß gesehen, zeigt aber gleichzeitig auch die Vielfalt der hier versammelten Lösungsansätze auf. Der Signalcomputer bietet sich vorrangig für Erfassung und Auswertung an, wobei die hier erforderliche Bedienung sicher sehr funktional ist, sich jedoch für den Standard-Oszilloskopbenutzer als höchst gewöhnungsbedürftig erweist, ständiger Übung bedarf und somit auch sehr schwer umzusetzen ist. Eine tastenorientierte Bedieneroberfläche, wie sie etwa das Iwatsu bietet, lehnt dagegen mehr an das funktionale Handling eines gewöhnlichen Scopes an.

Da in eine solche Oberfläche Rechnerfunktionen syntaktisch natürlich viel schwieriger einzuarbeiten sind, stehen diese hier nicht zur Verfügung. Eine Verbesserung auf zwei Ebenen erreicht hier das Fluke: Erstens ist die Zuordnung der Bedienelemente zu ihrer Funktion hier wesentlich besser gelungen, zweitens ist die Bedienung über Bildschirm-Popup-Menüs eine ganz hervorragende Bereicherung und Vereinfachung, und drittens kommt man über diese Menüs dann auch zu Rechenfunktionen.

Dennoch zeigt sich, daß die 'konventionelle' Bedienung über Knöpfe nach wie vor die intuitivste ist. Hier liegt eindeutig das Tektronix vorn, das die konventionelle Oberfläche mit Rechnersteuerung und Fernbedienbarkeit verknüpft.

Das Hitachi und das Gould haben es einfach: Sie sind ohnedies weitestgehend konventionelle, analoge Scopes. Hier sieht man, was mit dem Meßsignal passiert – fehlende Flanken, die in Sample-Lücken fallen, seltsame Signale durch Aliasing und ähnliche Probleme, die den DSOs anhaften, sind hier fremd. Wer sein gewohntes Scope – nur ohne Steckdose – braucht, wird hier nach wie vor am besten beraten sein.

Wer registrieren und speichern will, braucht hingegen eins von den modernen digitalen Wunderwerken. Single-Shot mit gemüthlicher Auswertung, Bereitstellung von Referenzkurven, Pre-Trigger und so weiter sind nur einige der Vorzüge, die diese Technik bietet. Das Tektronix bietet diese Leistung quasi freiwillig; Geräte mit LCD-Schirm müssen quantisiert arbeiten, da die Darstellung auf dem Matrix-Bildschirm ja nur quantisiert erfolgen kann. Maßstäbe setzt dabei das Fluke Scopemeter, zum einen durch seine eindrucksvollen Daten, zum anderen durch Handlichkeit, Ergonomie und übersichtliche Darstellung.

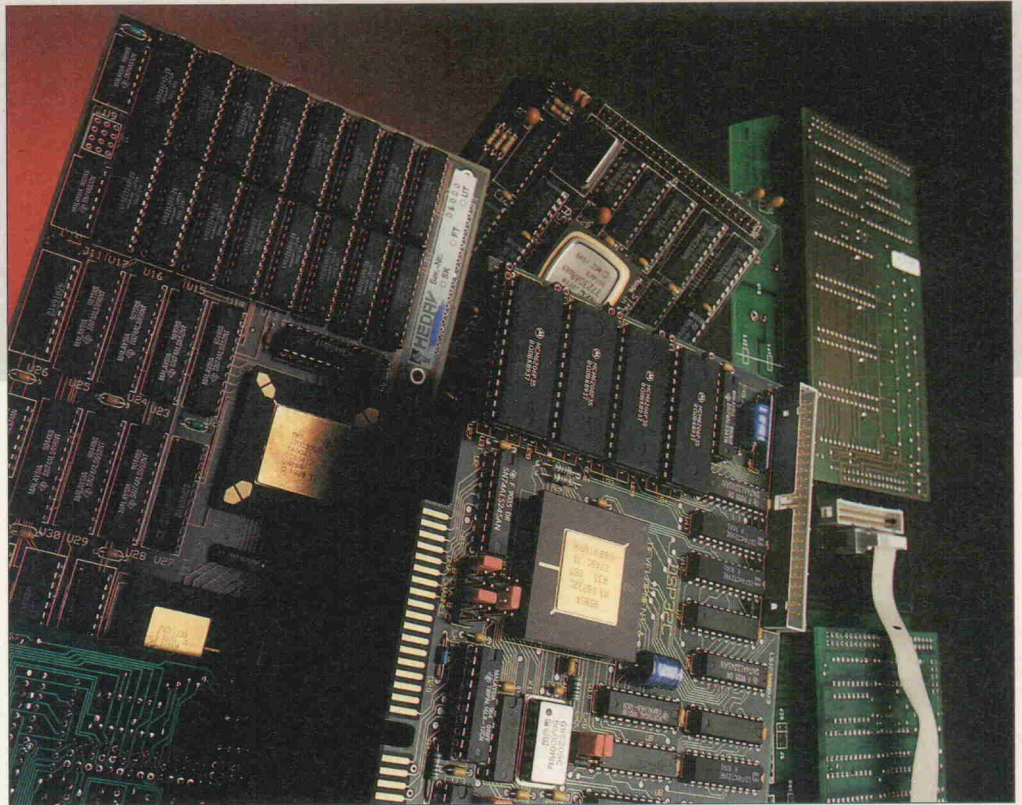
Der Sicherheitsaspekt, der speziell für Messungen auf hohem Potential gilt, ist herstellerseitig nur von Fluke und Tektronix gewürdigt worden, führt beim Scopemeter aber dennoch zu einer Vielzahl von Einschränkungen. Wer ein Oszilloskop für derart heikle Fälle braucht, ist allein mit dem Tek 224 gut bedient.

Test: PC-Spectrum-Analyzer

Wie breit ist Ihr Spektrum?

Werner Böcker

Ein Signal läßt sich auf vielfältige Weise betrachten. Manchmal interessiert die Mittelung über einen gewissen Zeitraum, manchmal der zeitliche Verlauf, und bei vielen Anwendungen ist es von Interesse, das Verhältnis der einzelnen Frequenzanteile zu erforschen. Da dieses Verfahren jedoch eine Transformation in einen anderen Abbildungsbereich darstellt, stößt man je nach Anwendung auf mehr oder weniger Probleme, die mit unterschiedlichen Technologien und Verfahren gelöst werden können.



Der an sich 'einfachste' Spektrumanalysator, der auch das einzig wirkliche 'Echtzeitverhalten' aufweist, arbeitet nach dem Prinzip der Parallelfilterbank (Bild 1). Die Nachteile dieses Verfahrens sind sofort erkennbar, denn man erhält nur für die Frequenzanteile eine Aussage, für die auch ein Filter zur Verfügung steht. Außerdem haben diese Stufen keine idealen Filterkurven, die exakt rechteckig sein müßten, sondern weisen weiche Übergänge und damit auch Überlappungen auf. Trotzdem findet man für solche Geräte auch genügend Anwendungen, zum Beispiel in Bereichen der Audiotechnik, wo von vornherein nur bestimmte Frequenzen interessant sind.

Eine weitere, nicht sehr verbreitete Alternative ist die durchstimmbare Filterbank. Man erhält also nicht nur Aussagen über eine bestimmte Anzahl von diskreten Frequenzen, sondern über ein ganzes Band. Nach Durchlaufen des Filters wird das Signal gleichgerichtet und als

Auslenkpegel auf die x-Verstärkung eines Monitors geschaltet. Da sich die Eigenschaften des aus Parallel-Resonanzkreisen aufgebauten Bandpasses mit der Grenzfrequenzänderung verschieben, ist eine exakte Aussage nur mit sehr hohem Bauteilaufwand möglich.

Eine andere Ausführung von Analysatoren basiert auf dem Verfahren der Überlagerung (Superheterodyn) des Eingangssignals mit einer intern erzeugten Frequenz. Da dieses Prinzip häufig in der Funktechnik anzutreffen ist, spricht man auch von einem 'Panoramaempfänger'. Ein Sägezahngenerator steuert gleichzeitig einen VCO (spannungsgesteuerten Oszillator) und die x-Ablenkstufe eines Monitors. Das Ausgangssignal des VCO wird mit dem HF-Eingang gemischt, wobei Zwischenfrequenzen nach der Funktion:

$$f_z = f_{in} \pm f_{osc}$$

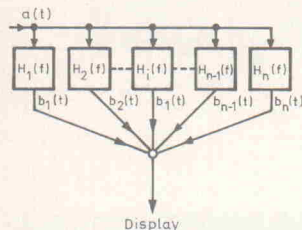
entstehen. Nach dem Verstärken und Gleichrichten dieser Zwischenfrequenz wird das Signal

an den y-Eingang des Monitors gelegt. Man erhält nun für jede Frequenz innerhalb des Überlagerungsbereichs einen Amplitudenausschlag, wobei die Amplitudenhöhe vom Verhältnis des Frequenzanteils abhängig ist (Bild 2). Da bei diesem Prinzip die Verarbeitung der Zwischenfrequenzen recht breitbandig vorgenommen wird, erhält man in der Funktechnik beispielsweise Aussagen über die komplette Bandbelegung.

Bei den heutigen HF-Spektrumanalysatoren findet man hinter der Zwischenfrequenzverstärkung und der Gleichrichtung ein Bandpaßfilter mit einstellbarer Bandbreite und konstanter Mittenfrequenz. Die Vorteile dieser Systeme sind die weiten Frequenzbereiche (problemlos bis zu einigen GHz) und der hohe intermodulationsfreie Dynamikbereich bis zu 100 dB. Diese Systeme haben aber auch einen ganz verständlichen Nachteil, nämlich den Preis.

Nach einem anderen Prinzip arbeitet der numerische FFT-Ana-

Echtzeitanalysatoren



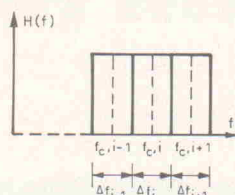
lystator. Basis dieser Systeme ist die von Joseph Fourier erkannte Gesetzmäßigkeit, daß sich beliebige periodische Funktionen durch ihre Sinus- und Cosinusanteile in einer Reihenentwicklung substituieren lassen. Für aperiodische Vorgänge wählt man das Fourier-Integral, da diese Art von Signalen ein kontinuierliches Frequenzspektrum aufweist.

Ein weiterer wichtiger Unterschied zu den beiden erstgenannten rein technisch realisierten Verfahren ist die Erhaltung der Phasenlage jeder einzelnen Signalkomponente bei der komplexen Fourier-Transformation. Da die Spektrumanalysatoren mit Filterbank oder Überlagerung jeweils am Ende der Verarbeitung das Signal gleichrichten, geht bei diesen Geräten eine Aussage über die Phasenlage verloren.

Lange Zeit führte die Fourier-Transformation jedoch ein Schattendasein, und dies aus einem ganz einfachen Grund. Bei der grundlegenden Fourier-Transformation verhält sich die Anzahl der notwendigen Multiplikationen für die Berechnung der einzelnen Amplituden proportional zu N^2 (wenn N die Anzahl der zu berechnenden Sinus-Amplituden ist). Selbst mit dem 1965 von Cooley und Tukey veröffentlichten schnellen Fourier-Algorithmus, der den Rechenaufwand beachtlich reduziert, benötigt man immer noch $N \cdot \log_2 N$ Multiplikationen. Aus diesen Tatsachen wird eines ersichtlich: Entweder man hat einen sehr schnellen Rechner, oder man hat viel Zeit.

Je realistischer heutzutage die erste Forderung geworden ist, je unmöglicher gestaltet sich offensichtlich die zweite. Technisch ist es natürlich möglich, mit jeder beliebigen Meßwertverarbeitungskarte ein Spektrumanalysator aufzubauen. Die Verarbeitung würde sich dabei auf die abgespeicherten Daten beziehen, wobei eine Echtzeitberechnung selbst unter Einbeziehung eines eventuell vorhande-

Bild 1. Aufbau einer Parallelfilterbank.



nen arithmetischen Coprozessors undenkbar wäre.

Was benötigt man also, wenn man einen Personalcomputer als FFT-Analysator einsetzen will? Die erste Instanz, die die aufgenommenen Meßwerte durchläuft, ist das A/D-Interface. Danach wird optional eine digitale Filterung vorgenommen und anschließend eine FFT oder ähnliche mathematische Verfahren. All diese numerisch durchgeführten Operationen erfordern einen digitalen Signalprozessor, der heutzutage meist in monolithischer Form eingesetzt wird und über einen mehr oder weniger universellen Befehlsatz verfügt.

Testbeschreibung

Wie kann der Test eines solchen Systems aussehen? Zuerst interessiert einmal, wie sauber der FFT-Analysator ein reines Sinussignal interpretiert. Einen solchen liefert der Arbitrary-Generator ADS von Rohde & Schwarz, der eine Oberwellendämpfung von typisch -70 dB in dem interessierenden Frequenzbereich aufweist (Bild 3). Für diejenigen, die sich näher für den Generator interessieren, das Gerät ist in Elrad 11/91 unter dem Titel 'Traumkurven' ausführlich beschrieben worden. Dieses Gerät dient als Quelle für die folgenden Messungen:

- Sinus von 1 kHz
- Sinus mit der angegebenen Grenzfrequenz
- Rechtecksignal mit 1 kHz

Der zweite Generator, ebenfalls von Rohde & Schwarz, erzeugt weißes Rauschen im Frequenzbereich von 20 Hz...110 kHz. Mit diesem Gerät läßt sich feststellen, inwieweit die volle Bandbreite ausgenutzt wird.

Man muß hier klarstellen, daß sich innerhalb eines solchen Testberichts nicht alle Möglichkeiten durchtesten lassen, die sowohl die Generatoren wie auch die Analysatoren der PC-Karten bieten. Allein die unter-

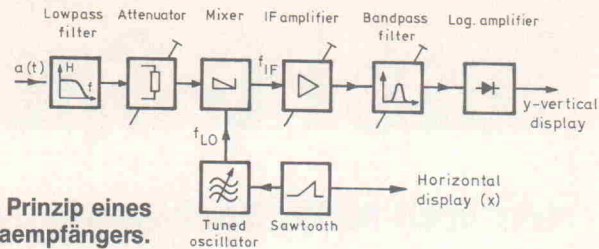


Bild 2. Das Prinzip eines Panoramaempfängers.

schiedlichen Darstellungsarten und mathematischen Funktionen, die von Karte zu Karte wiederum variieren, sprengen diesen Rahmen um mehrere Faktoren.

Der Spectral-Analyzer von Stac

Den im Vorfeld beschriebenen Aufbau mit DSP weist auch die erste Karte im Test auf. Das heißt, um exakt zu sein, es sind zwei Karten. Dieser Aufbau ist das grundlegende Prinzip des Herstellers Stac. Ein System besteht jeweils aus einem DSP-Board und einer zweiten Carrier-Karte, die in der Lage ist, zwei Module aufzunehmen. Zur Zeit stehen für unterschiedliche Anwendungen sieben Modulkarten zur Verfügung.

Die Palette reicht vom 4-Kanal-AD-Modul mit 12 Bit Auflösung und 200 kHz Summenabtastrate über ein 1-Kanal-Codec-System bis zu speziellen Audio-Interface-Modulen für CD- und DAT-Normen. Selbstverständlich sind auch DA-Module erhältlich. Die Testversion war mit dem 4-Kanal-AD-Modul und einem 4-Kanal-DA-Modul ausgestattet, das ebenfalls mit 12 Bit auflöst und bis

zu einer Wandlungsrate von 333 kHz pro Kanal arbeitet. Auf dem DSP-Master schuftet ein NEC-DSP vom Typ μ PD77230 mit einer Zykluszeit von 100 ns und einer 16-Bit-Festkomma-ALU. Dieser Baustein ist in der Lage, eine 1024-Punkte-FFT in etwa 6 ms durchzuführen.

Das besondere Merkmal der Stac-Produkte ist dabei der speziell für diese Anwendungen entwickelte SPNet-Bus. Er verbindet das DSP-Board mit den Carriern und ermöglicht Übertragungsraten von parallel 20 MByte/s beziehungsweise synchron seriell 4 MBit/s. Da es die DSP-Boards auch für VME-bus-Systeme gibt, kann man die Module auch hier weiterverwenden. Insgesamt können bis zu 28 einzelne Module von einem DSP-Master angesprochen werden.

Wie wird nun dieses hohe Maß an Flexibilität von der Software unterstützt? Die Antwort: Mit der gleichen Flexibilität. Für Anwender, die ihre Applikationen selbst programmieren wollen, gibt es jede Menge Toolkits und Bibliotheken. Falls man eine eher allgemein zu definierende Aufgabe verfolgt, stehen der Spectral-Analyzer, ein Signal-Recorder, ein Signal-Edi-

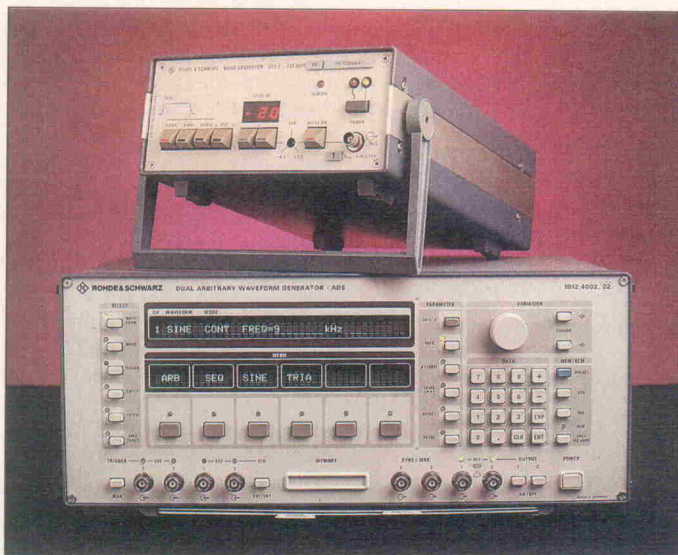


Bild 3. Das Meßequipment: Der ADS, ein Arbitrary-Generator von Rohde & Schwarz, sowie der SUF 2, ein Rauschgenerator vom gleichen Hersteller.

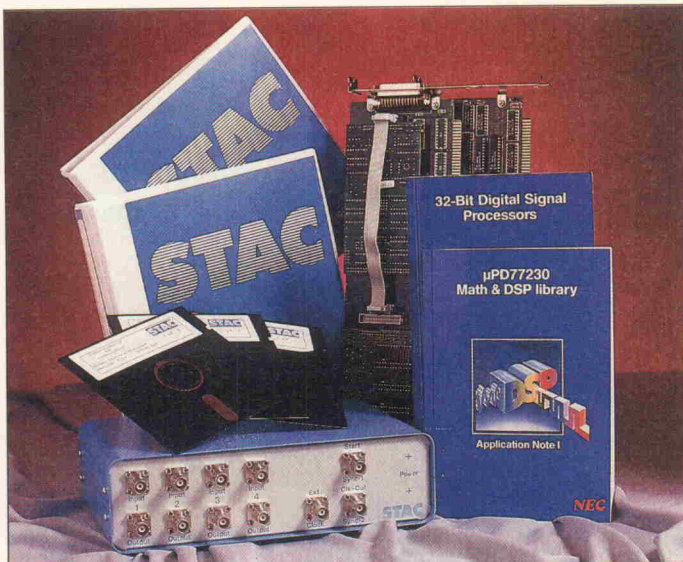


Bild 4. Das Testpaket von Stac. Zum Umfang gehört auch die Abschlußbox.

tor, ein Programm zur Erzeugung von Farbspektrogrammen, spezielle Akustik-Software und Programme zur Erzeugung von digitalen Filterfunktionen zur Verfügung. Für den Test stehen die Programme Spectral-Analyzer in der Version 5.0, der Signal-Recorder zum Aufzeichnen von Datenflüssen direkt auf Festplatte oder in den Speicher (auch EMS) und der Signal-Editor zum Manipulieren der aufzeichneten Daten parat.

Zum Lieferumfang der Testversion gehört außerdem eine Anschlußbox mit den vier Eingängen des A/D-Wandlers, den vier Ausgängen des D/A-Moduls und drei Anschlüssen für externen Takt, Taktausgang sowie einem Startsignal.

Die Installation gestaltet sich als absolut unproblematisch. Nach Aufruf des Main-Programms kann man in die unterschiedlichen Programmteile verzweigen. Diese sind im einzelnen: Analyzer, Recorder, Editor, Document, Install und

Quit (Bild 6). Diese einzelnen Funktionen werden im Detail beschrieben.

Der Analyzer

Nach dem Aufruf dieses Menüpunktes meldet sich der Bildschirm mit vier separaten Fenstern und einer Menüleiste. Die Startwerte entnimmt das Programm der Datei STD.PAR. Die Anzahl der Fenster (maximal 16), die Beschriftung der Achsen und vieles andere sind in

dieser Datei festgelegt. Es lassen sich natürlich beliebige Parameter-Dateien abspeichern und wieder aufrufen. Unter dem Menüpunkt 'Params' werden dann die Funktionen der einzelnen Fenster festgelegt. Hier kann man die folgenden Analyse-Funktionen auswählen: Signaldarstellung, Ableitung, Autokorrelation, Kreuzkorrelation, Leistungsspektrum, Phasenspektrum, Leistungsdichtespektrum, 1/3-(Terz-) und 1/1-(Oktav-) Spektrum, Kreuzleistungsspektrum, Übertragungsfunktion, Phasengang der Übertragungsfunktion, Kohärenz und Histogramm.

Der Rahmen dieses Tests würde sicherlich gesprengt, wollte man jede Funktion im Detail beschreiben. Jedoch zurück zum Analyzer selbst: Welche Darstellungsarten hat er noch zu bieten? Wenn man ein Signal in den Frequenzbereich transformiert, kann man natürlich nachträglich oder in Echtzeit

während der Messung die Amplituden der einzelnen Spektralanteile in Abhängigkeit der Frequenz darstellen. Das hat jedoch den Nachteil, daß man einen bestimmten Ablauf wie beispielsweise bei der Sprachanalyse nicht verfolgen kann.

Aus diesem Grund wurden die Wasserfall-Darstellung und die Farbspektrografie eingeführt, wodurch man drei Dimensionen zur Verfügung hat. Beim Wasserfall wird die Frequenz wie gewohnt auf der x-Achse aufgetragen, die Zeit läuft nach hinten auf der z-Achse und die Amplitude nach oben auf der y-Achse. Da die z-Achse nicht real darstellbar ist, werden wichtige Teile überschrieben, wodurch die Wasserfall-Darstellung nur sehr bedingt einsetzbar ist.

Bei der Farbspektrografie findet man die Frequenz wiederum auf der x-Achse, die Zeit wird nun allerdings auf der y-Achse aufgetragen und die Amplitude wird einer Farbe zugeordnet. Dabei benutzt man häufig eine Zuordnung von dunklen (niedrigste Amplitude) bis hin zu hellen Farben. Diese Festlegung kann allerdings vom Anwender in vielen Fällen frei geändert werden.

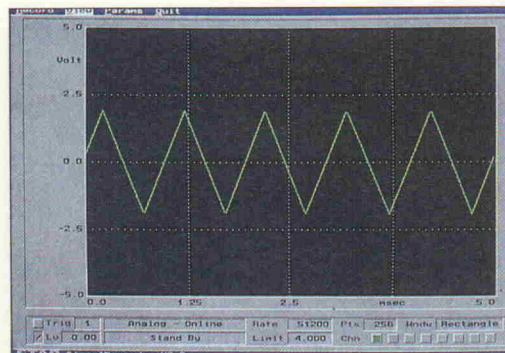


Bild 5. Die Record-Funktion mit 'View'.

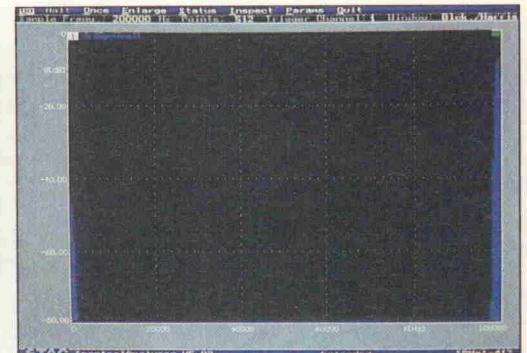
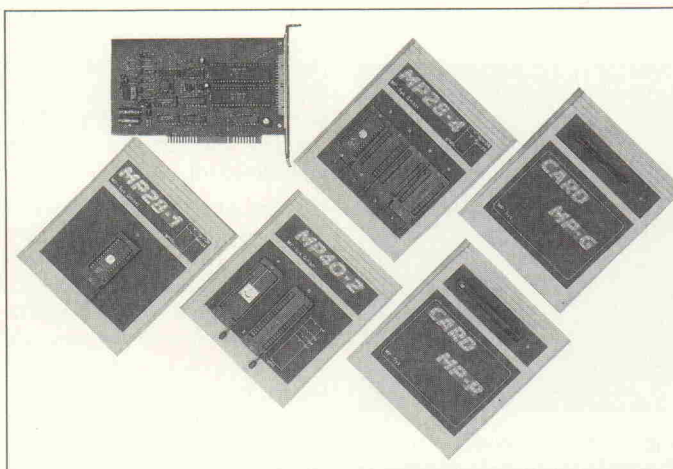


Bild 6. Spektrum eines 1-kHz-Signals mit Rechteck-Fensterung.



Die „PROMMER“ Familie MP28-1 MP28-4 MP40-2 MP-Card Epromsimulator EPSI-4 bis 27010

Die Programmiergeräte-Generation für PC/XT/AT/386

Programmiert Eproms/EEproms/SRAMs/MCUs bis 4 Mbit.
Zukunftsorientiert bis 8 Mbit ausgelegt. 8/16/32 Bit Verarbeitung.

Bequeme und einfache Anwendung durch menuegesteuerte Dialogsoftware. Konfigurierbarer FULL-SCREEN-Editor mit leistungsfähigen Editiermöglichkeiten. Checksummenberechnung. INTEL-HEX Format.

Schnellste Programmierung nach Herstellerspezifikationen:

- Intel Quick-Pulse Programming
- Intel Intelligent Programming
- AMD Interactive Programming

Die Prommbibliothek kann durch den Anwender erweitert werden. Dateiauswahl im Directory-Fenster. INFO-File zur Dokumentation. Batch-Job Verarbeitung.

Fordern Sie ausführliches Informationsmaterial sowie eine Demodiskette an.

MP-Sys GmbH

Rahserstr. 58
4060 Viersen 1

Tel. 0 21 62 / 2 29 64
Fax 0 21 62 / 2 26 27

Beim Spectral-Analyzer von Stac kann man außer der schon gezeigten 2-D-Darstellung beide Verfahren alternativ wählen, hier mußte jedoch ein Zuordnungsfehler festgestellt werden, denn die Farbtabelle läuft genau verkehrt herum. Außerdem wäre eine Beschriftung der Zeit-Achse von Vorteil.

Für sämtliche Operationen der digitalen Datenverarbeitung gilt der Grundsatz der mehr oder weniger guten Näherung. Ein großes Problem innerhalb dieser Thematik ist die Endlichkeit der Abtastung. Es ist einzusehen, daß man irgendwann beginnen muß und auch irgendwann wieder aufhört. Dadurch erhält man ein Fenster, innerhalb dessen abgetastet wird. Die Abtastung eines analogen Signals verhält sich im Zeitbereich wie die Multiplikation dieses Signals mit Dirac-Impulsen im Abstand t . Setzt diese Operation schlagartig ein und hört ebenso schlagartig wieder auf, erhält man zwar eine sehr hohe Selektivität, die Dämpfung der Nebenmaxima ist allerdings sehr gering.

Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Fensterfunktionen entwickelt, die versuchen, diesen Aspekt mehr oder weniger stark zu unterdrücken. Welche Funktion man dabei einsetzt, bleibt der Anwendung überlassen, der Stac-Analyzer bietet vordefiniert die Fensterfunktionen: Rechteck, Hamming, Hanning, Bartlett, Blackman, Blackman-Harris, Flattop sowie die Möglichkeit, anwenderdefinierte Daten zu nutzen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine digitale Filterung durchzuführen, die Koeffizienten werden dabei aus einer Datei geladen und mit der Option 'Filter On/Off' aktiviert oder deaktiviert.

Die weiteren Eigenschaften des Spectral-Analyzers sind im folgenden nur kurz zusammenge-

faßt: Unter dem Menüpunkt 'Sample' kann die Abtastfrequenz und die Anzahl der Punkte gewählt sowie ein möglicher Trigger aktiviert werden. Für die genaue Untersuchung der Signale gibt es unter dem Punkt 'Inspect' die Möglichkeit, Kurvenbereiche zu zoomen oder mit dem Cursor zu vermessen. Hier lassen sich auch die Inhalte der einzelnen Fenster, die im übrigen 'Task' genannt werden, abspeichern und wieder aufrufen. Nun zum nächsten Punkt des Hauptmenüs, dem Recorder.

Der Recorder

Der Analyzer bietet die Möglichkeit, das Signal darzustellen und für einen gewissen Zeitraum in Echtzeit zu analysieren. Mit dem Recorder ist es möglich, das Signal über längere Zeiträume direkt aufzuzeichnen. Man kann unter drei Zielen, der Festplatte, dem PC- oder dem EMS-Speicher, wählen. Dabei wird der Speicher als Puffer verwendet, um die Datentransferrate zu erhöhen, ein direktes Schreiben auf ein File ist also nicht zu empfehlen.

Die Funktion 'View' bringt nun das am Eingang liegende Signal wie mit einem Oszilloskop betrachtet online auf den Bildschirm. Wählt man 'Record', wird unter Verwendung der gewählten Parameter die Datei auf der Festplatte erzeugt. Will man sich die aufgezeichneten Daten nachträglich ansehen, muß man lediglich unter 'Source' von 'analog' auf 'file' wechseln. Nun läßt sich das aufgenommene Signal betrachten (Bild 5).

Hat man nun ein solches Signal mit dem Recorder aufgezeichnet und möchte es im Analyzer bearbeiten, muß im Analyzer-Menü die Quelle von analog auf Datei umgeschaltet und unter Record-File-Name der Dateiname angegeben werden. Danach

lassen sich die Werte für die Sample-Frequenz gegebenenfalls korrigieren und die Kurve auf dem Bildschirm darstellen.

Das dritte Programm unter der Main-Oberfläche, der Editor, erlaubt die vollständige Manipulation der aufgenommenen Signale auf grafischer Ebene. Dabei stehen sowohl block- als auch pixelorientierte Befehle zur Verfügung. Ausschnitte aus dem Signal lassen sich vergrößern und in einem separaten Fenster zusammen mit dem Gesamtüberblick darstellen.

Um aus einem dta-File eine ASCII-Datei zu generieren, ruft man den Punkt 'Document' auf. Dieses Programm dient der Manipulation von dta-Dateien in einer Art Text-Editor. Außerdem lassen sich die aufgezeichneten Daten in dieser Funktion auch für einen Plotter aufbereiten.

Praxistest

Die Ergebnisse des beschriebenen Tests finden Sie in den Bildern 6...8. Man kann deutlich erkennen, daß es sich eben doch um einen FFT-Analysator und nicht um einen Superheterodyn-Typ handelt. Bei 1 kHz Testfrequenz zeigt sich noch ein beachtliches Ergebnis, erhöht man die Frequenz allerdings nur auf 1,01 kHz, steigen die Nebenmaxima erheblich an.

Da der Stac-Spectral-Analyzer eine maximale Abtastfrequenz von 200 kHz aufweist, wird die Frequenz im zweiten Versuch auf 99 kHz eingestellt. Auch diese Frequenz erkennt der Analyzer noch sauber. Erst bei einer Signalfrequenz von 105 kHz und einer Abtastrate von 220 kHz treten die ersten Schwierigkeiten auf.

Die Darstellung des Rauschsignals ist ebenfalls befriedigend. Hier wurde die Farbspektrogramm-Anzeige gewählt, und

man kann durch die gleichmäßige Körnung erkennen, daß es sich um ein Rauschsignal ohne relevante spektrale Leistung handelt.

Das Analyse-Paket von ET Electronic Tools

Das zweite System im Test wird von Loughborough hergestellt und von ET Electronic Tools in Deutschland vertreten. Das Prinzip ist ein wenig anders, denn diesmal handelt es sich um eine 3/4-lange Karte, die ebenfalls in einen 16-Bit-Slot gesteckt wird. Das 'Arbeitsstier' ist ein DSP32C von AT&T, ein Fließkomma-DSP, der auf dieser Karte mit 50 MHz angetrieben wird. Dadurch erreicht er eine Leistung von 12,5 MIPS (Millionen Befehle pro Sekunde) und durch Parallelverarbeitung eine Spitzenleistung von 25 MFLOPS (Millionen Fließkomma-Operationen pro Sekunde).

Nach dem Einbau fällt bei der Installation der Software der erste Unterschied zum Stac-Analyzer auf. Die Hardware ist wie erwähnt von Loughborough (England), die Software-Tools ebenfalls, das Signalanalyse-Paket allerdings von Hyperception (USA). Hypersignal-Workstation ist ein integriertes Softwarepaket zur Signalanalyse, zur Meßwerterfassung sowie zum Entwurf digitaler Filter. Es stellt somit einen kompletten Werkzeugkasten für alle Anwendungen der digitalen Signalverarbeitung zur Verfügung. Auf der ersten Diskette zur DSP-Karte findet sich ein Systemkarten-Debugger, die zweite bietet eine Hochsprachen-Schnittstelle für den PC, und auf der dritten befinden sich ein Spektrum-Analyzer und ein Harddisk-Recorder. Die beiden Programme sind auch als Quellcode in separaten Beschreibungen vorhanden und stellen Applikations-Beispiele für die DSP32C-Karte dar. Es handelt sich um absolut autonome Programme mit relativ geringem Funktionsumfang.

Für den Anwendungsentwickler bieten sie allerdings eine sehr nützliche Hilfe, indem sie als Ausgangspunkt dienen können. Das Harddisk-Recording-Programm ist schon besser geeignet, um es auch für die Arbeit einzusetzen, zumal es auch überprüft, ob die gewünschte Abtastrate von der real vorhandenen Festplatte unterstützt wird.



Bild 7. 99-kHz-Signal mit Blackman-Harris-Fensterung.

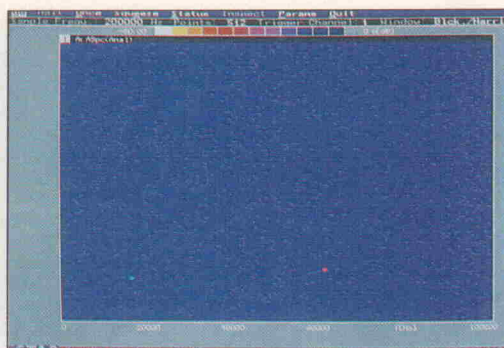


Bild 8. Weißes Rauschen mit 110 kHz Bandbreite in Farbspektrogramm-Darstellung.



Bild 9. Das Testpaket von ET Electronic Tools.

Ein wirklich gutes Programm ist der Karten-Debugger, mit dem man sich alle relevanten Inhalte auf dem DSP32C-Board ansehen und durch Download-Programme in den Speicher laden und ablaufen lassen kann. Aber irgendwo bleibt das Problem, daß es zwar eine Menge kleiner Tools gibt und auf der

anderen Seite die Hypersignal-Workstation, aber kein Wort darüber verloren wird, wie beides zusammengehört.

Nun, wenn die Hardware nicht die Software unterstützt, dann vielleicht umgekehrt. Und in einem der drei Hypersignal-Handbücher findet sich dann

auch der Hinweis, daß man im Konfigurationsmenü dem Programm mitteilen muß, mit welcher Karte man arbeitet. Übrigens werden eine ganze Menge DSP-Boards der unterschiedlichsten Hersteller unterstützt.

Hier erfährt man dann auch noch interessante Dinge über das Loughborough-Board. So liegt die maximale Abtastrate des A/D-Wandlers bei 200 kHz, die auf zwei Kanäle verteilt wird und mit 16 Bit auflöst. Das gleiche gilt für die D/A-Seite. Harddisk-Recording und Playback ist bis maximal 110 kHz möglich (falls die Festplatte mitmacht), und der Echtzeit-Spektrumanalysator reicht immerhin bis zu 136 kHz Abtastrate. Nun zur Software selbst.

Nach dem Aufruf über die Batch-Datei HSW.BAT – es wird zusätzlich der Metagraphics-Treiber geladen – stellt sich das Programm mit einer menüorientierten Oberfläche dar (Bild 10). Von drei großen Blöcken wird die untere Hälfte belegt, in der man die Punkte 'Time Domain', 'Frequency Domain' und 'Utilities' findet.

Wählt man den ersten Punkt 'Waveform Display/Edit', dann öffnet sich eine Dialogbox, in der einige Punkte abgefragt werden, die sich auf die Frame-Länge und die Darstellungsart und natürlich auf den Dateinamen beziehen. Danach erscheint eine Oszilloskop-Darstellung, in der man die Kurve anschauen und verändern kann.

Will man nun aus diesem Signal eine FFT erzeugen, so wählt man den Punkt 'FFT-Generation'. Ist einem eine Filterfunktion lieber oder benötigt man sie zusätzlich, kann man die Datei auch durch einen IIR- oder FIR-Filter laufen lassen. Die erzeugten Ausgabedateien tragen dann jeweils die Erweiterungen .frq (FFT), .iir oder .fir ... Diese Funktion bietet eine sehr gute und einfache Möglichkeit, komplizierte Filter zu entwickeln und direkt zu testen.

Als Filtertypen stehen Butterworth, Chebyshev, Bessel, Ellipse, Steiglitz, Kaiser, Hilbert, Differentiator, Parks-McClellan zur Verfügung. Danach lassen sich wiederum die Signale im Zeit- oder Frequenzbereich anschauen. Was hier auffällt, ist



WinLab ist eine echte Windows 3.0 Anwendung. Meß- und Steuerdaten verschiedenster PC-Interface-Karten - vom Centronics-Stecker über die Graf Multi I/O bis hin zur Simatic - können von WinLab verarbeitet werden.

Daten werden angezeigt, überwacht und verarbeitet. Mit der WinLab-Programmiersprache sind einfache Steuerungen und Regelungen in Minuten aufgebaut - und dokumentiert!

WinLab-Anwendungen sind Versuchs- und Laboraufbauten, frei-programmierbare Steuer- und Regelungen, Simulationen für den Service- und Anlagentechniker sowie die Prozessvisualisierung.

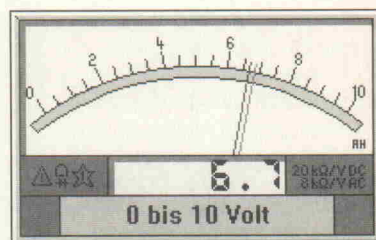
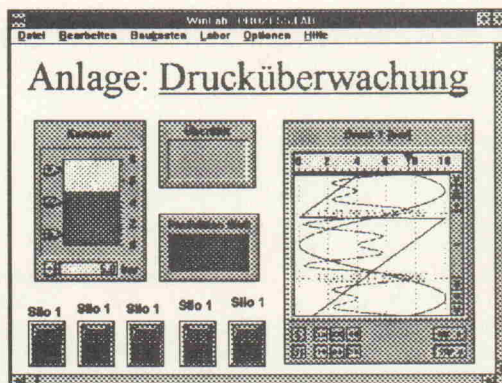
Wir stellen aus: Hannover Messen '92
CEBIT: Halle 7 A 03
Industrie: Halle 13

WinLab

Vergessen Sie alles, was Sie bisher über Interface-Programmierung und Prozess-Visualisierung gehört haben: **WinLab ist da!**

GRAF[®] computer

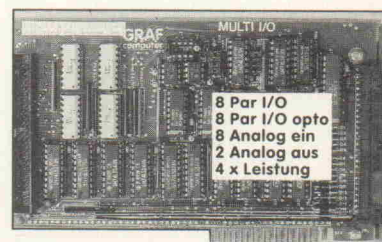
Graf Elektronik Systeme GmbH · 8960 Kempten
Postfach 1610 · Tel. 0831/5 61 11-10 · Fax 5 61 11-44



WinLab ist ideal für die Ausbildung und für den Hobby-Einsatz geeignet - aber natürlich auch für industrielle Anwendungen.

**WinLab kostet ab DM 398,-
Die Demo kostet DM 30,-
Die Info kostet nichts.**

WinLab benötigt Windows 3.0 und ein PC-Interface, z. B. unser Interface von DM 98,- bis 398,-.



In der Schweiz: Fa. PRO SYTEC,
CH-8184 Bachenbühlach

die Zeit, die das Programm braucht, um den Bildschirm für die Signaldarstellung aufzubauen. Um den Bildaufbau bei komplexen Grafikdarstellungen zu beschleunigen, ist der Einsatz eines Coprozessors zu empfehlen.

Welche Funktionen im Hauptmenü unter 'Time Domain' im einzelnen zur Verfügung stehen, kann man aus Bild 10 sehen. Im mittleren Teil des Programms findet man dann die für den Test interessanten Funktionen. Der erste Punkt 'Magnitude Display' hat als Quelle eine Datei, die zum Beispiel vorher mit 'FFT-Generation' aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich transformiert wurde. Es handelt sich dabei um die traditionelle logarithmische Darstellung der Spektralamplituden. Im zweiten Punkt lassen sich dann die Phasenlagen der einzelnen Frequenzanteile untersuchen.

Mit 3-D- und 2-D-Spektrogramm lassen sich wiederum mehrere FFT zeitlich hintereinander darstellen. Dies entspricht dem Wasserfall (3-D) beziehungsweise dem Farbspektrogramm (2-D) des Stac-Analyzers. Hier wurde allerdings für die Zeit nicht die y-Achse, sondern die x-Achse gewählt, und für die Frequenz die y-Achse. An und für sich ist es egal, welche Zuordnung man trifft, nur wenn die Zeit auf der für 2-D-Darstellungen üblichen x-Achse aufgetragen wird, verwechselt man intuitiv oft die Frequenz mit der Amplitudenhöhe. Man muß halt ein bißchen mehr aufpassen.

Der nächste Punkt ist eine sehr interessante Funktion, nämlich die inverse FFT. Durch eine IFFT läßt sich aus den Real- und Imaginärteilen eines Signals das Ursprungssignal wiederherstellen. Diese Funktion wird häufig beim Erzeugen von synthetischen Audiosignalen verwendet. Wenn man eine Filterfunktion berechnet und in einer Datei abgespeichert hat, kann man das Filterverhalten an Pol-Nullstellen-Diagrammen betrachten, die sich mit dem nächsten Menüpunkt aufrufen lassen. Bleiben noch das Leistungsspektrum und die Übertragungsfunktion, die ja auch beim Stac-System zu finden waren.

Nun zum letzten und eigentlich wichtigsten Teil dieses Menüteils, dem Spektrum-Analyzer.

Das Medav DSP-System

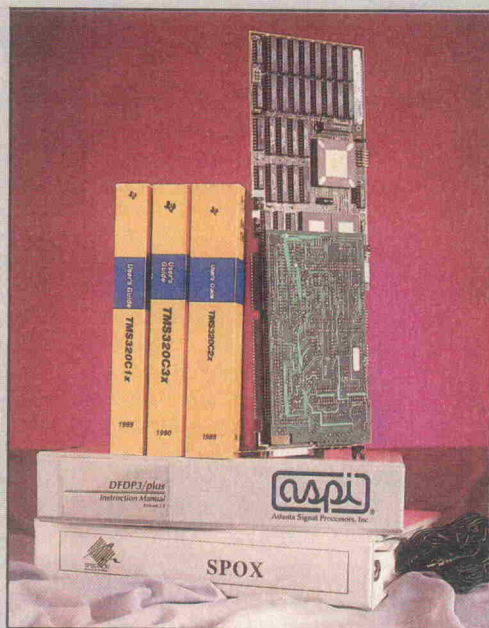


Bild 14. Das umfangreiche DSP-Entwicklungs-Paket von Medav.

Zusätzlich zu den getesteten Systemen soll hier noch das DSP-Paket, das von Medav vertrieben wird, vorgestellt werden. Hierbei handelt es sich um eine Einsteckkarte mit einem Texas-DSP (TMS320C30) des amerikanischen Herstellers Atlanta Signal Processors. Die Hardware mit der Bezeichnung 'Banshee' wird übrigens auch von der Hypersignal-Workstation unterstützt. Diese Software lag der Lieferung von Medav allerdings nicht bei.

Der Schwerpunkt liegt hier mehr auf Eigenentwicklungen, womit man das Paket auch nicht als kompletten FFT-Analysator bezeichnen kann. Auf insgesamt 13 Disketten findet man unter anderem ein Entwurfspaket für digitale Filter, einen Code-Generator, Analysesoftware für den Test von Filterkoeffizienten auf der Hardware, das DSP-Betriebssystem SPOX und ein komplettes Entwicklungspaket für den TMS320C30 inklusive C-Compiler, Assembler,

Linker und Bibliotheken sowie einem C-Source-Code-Debugger.

Das Compiler-Assembler-Linker-Paket kommt direkt von Texas Instruments, und bei SPOX handelt es sich um ein Echtzeit-Betriebssystem von Spectron. Es besteht aus drei Grundbausteinen, dem Echtzeitkern, dem SPOX-Link und den DSP-spezifischen Funktionen. Intention war es, einmal eine hohe Portierbarkeit eines DSP-Codes auf andere Prozessoren zu erreichen und auf der anderen Seite die DSP-typischen Automatismen zu vereinfachen.

Im RTK findet man alle Funktionen, die man für die Gewährleistung von Echtzeitfähigkeit und Multitasking benötigt. So läßt sich ein 'pre-emptives' ereignisgesteuertes Scheduling realisieren. Dadurch kann einer Task vor Ablauf der Zeitscheibe der Prozessor entzogen werden, wenn ihn eine Task mit höherer Priorität anfordert. Weiterhin lassen sich Prioritäten dynamisch vergeben, Device-Interrupts abarbeiten, eine Zwischenprozeß-Kommunikation und Synchronisation durchführen etc.

Der Link-Teil beinhaltet alle Funktionen, die sich auf den Host-Computer beziehen, wie das Öffnen und Schließen von Dateien, Lesen und Schreiben von Datenströmen, formatierte Ein/Ausgabe und den Aufruf und das Beenden von Prozessen.

Im letzten, dem DSP-Teil werden schließlich die Operationen geboten, die man bei der Entwicklung von Anwendungen der Signalverarbeitung benötigt. Hier lassen sich Speicherbereiche verwalten und Datenfelder dynamisch allozieren und freigeben. Die device-abhängigen I/O-Datenströme findet man ebenso wie die Behandlung von Programm-Exceptions in diesem Teil des Betriebssystems. Außerdem bietet SPOX-DSP Matrix-, Vektor- und Filterfunktionen in Form von Bibliotheken.

Für den engagierten Entwickler von DSP-Anwendungen erschließt sich mit diesem Komplettsystem sicherlich ein großer Bereich. Durch die Verbindung von Produkten mehrerer Hersteller benötigt man allerdings eine längere Einarbeitungsphase.

Drückt man hier die Return-Taste, so erscheint wiederum eine Dialogbox. Sie will im einzelnen wissen, von wo das Signal kommt (Kanal 1, Kanal 2 oder aus einer Datei) und welche Darstellung man bevorzugt: Pnn ist das Leistungsspektrum, wobei nn die Anzahl der Rahmen für eine Mittelung bestimmt. Mit M wählt man eine lineare Anzeige, durch Hinzufügen eines '+' oder '-' erscheint das Signal logarithmisch positiv beziehungsweise negativ. Falls man auf einem Kanal zusätzlich das Signal im Zeitbereich betrachten möchte, wählt man T und man erhält eine Oszilloskop-Darstellung.

Bleiben noch H und PH für Übertragungsfunktion und Phasendarstellung. Mit dem nächsten Parameter kann eine nahezu beliebige logarithmische Skalierung der Frequenzachse erzielt werden. Derartige doppelt-logarithmische Darstellungen sind besonders in der Audio-Technik üblich. Die beiden nächsten Punkte im Formular bestimmen die Abtastfrequenz und den Eingangsspannungsbereich.

Danach wird es wieder spannender, mit FFTORDER, FRMSIZ und 3DFRMS wählt man die Anzahl der FFT-Punkte ($2^{\text{hoch FFTORDER}}$), die

Größe eines Fensters und die Anzahl der Rahmen, falls 3-D-Darstellung gewünscht wird. Die vorletzte Frage bezieht sich auf die Fensterfunktion, wobei man zwischen Rechteck, Hamming, Hanning, Blackman oder Bartlett wählen kann. Nun bleibt nur noch, die Linienart anzuwählen und den Spektrum-Analysator zu starten. Die Daten werden in den digitalen Signalprozessor geladen, und es vergeht eine nicht ganz unerhebliche Zeit, bis der Bildschirmaufbau beendet ist. Wenn man sich jetzt in einem Eingabepunkt vertan hat, reicht es, diesen neu einzugeben.

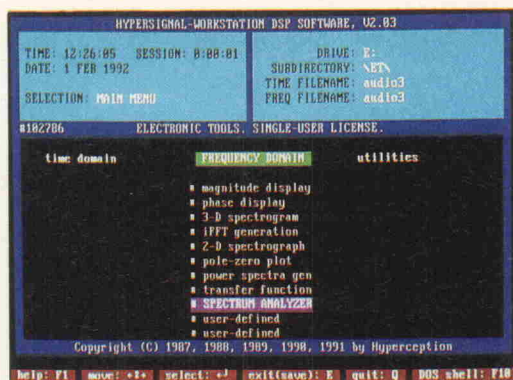


Bild 10. Hauptmenü der Hypersignal-Workstation.

Die Praxis zeigt

Das 1-kHz-Signal mit Rechteck-Fensterung schafft der Analyzer ausgesprochen gut (Bild 11). Hier tritt die Anhebung der benachbarten Spektralbereiche bei einer leichten Frequenzverschiebung nicht so stark zutage wie beim Stac-System. Beim Erhöhen der Frequenz auf 99 kHz (die maximale Samplerate beträgt ebenfalls 200 kHz) tritt im Bereich knapp unter 20 kHz ein zweites Maximum auf, außerdem ist das Signal stark gedämpft (Bild 12). Hier erkennt man gut

die Funktion des Eingangsfilters, das bei dieser Karte bei 18,54 kHz dicht gemacht hat. Die Eckfrequenz des Filters ist durch Widerstandsdekaden beliebig änderbar. Es kann auch vollständig ausgeblendet werden.

Also die Abtastfrequenz auf 40 kHz und das Eingangssignal auf 19,9 kHz gesetzt. Es ist zwar ein wenig abgedämpft (wie erwartet), wird aber gut erkannt. Nun interessiert noch das Rauschen, das ebenfalls erwartungsgemäß ein Signal mit der vollen Breitbandigkeit zeigt (Bild 13). Zur Kontrolle führe

ich bei diesem Test noch eine Analyse des Leistungsspektrums durch und erhalte an allen Stellen bei einer Mittelung von 20 Kurven einen Wert von exakt 0.

Zusammenfassung

Die Erwartungen, die man an einen FFT-Analysator stellen kann, werden von beiden Systemen voll und ganz erfüllt. Das ist keineswegs selbstverständlich, denn inwieweit das Ergebnis meßtechnisch zu nutzen ist, hängt natürlich stark von der Qualität der verwendeten Hard-

ware ab. Darüber hinaus bieten beide Pakete ein hohes Maß an Analyse- und Darstellungsmöglichkeiten, an die ein herkömmlicher Stand-alone-FFT-Analysator oft nicht heranreicht.

Während man beide Systeme bei der reinen Leistung als gleichwertig bezeichnen kann, ist die Bedienung des Stac-Analyzers ansprechender. Beide Produkte weisen zwar eine einheitliche Bedienung auf, wegen der komplexen Möglichkeiten und der Vielzahl an Funktionen verwendet Hypersignal eine Formuläreingabe mit Mausunterstützung. Während es sich beim Stac-Analyzer mehr um ein dediziertes Meßgerät handelt, stellt das System von ET eine universelle Toolbox für alle Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung dar.

Legt man Wert auf ein deutsches Handbuch, so hat man ein weiteres Argument für den Analyzer von Stac, und bei solchen komplexen Systemen ist diese Frage mit Sicherheit nicht uninteressant. Hat man mit der englischen Sprache keine Probleme, findet man allerdings in dem Tutorial-Handbuch von Hypersignal eine ideale Anleitung mit interessanten Beispielen. Die Preise für beide Systeme liegen je nach Umfang und Ausführung bei circa 10 000 DM.

STAC Elektronische Systeme GmbH
Spangerstr. 38
W-4000 Düsseldorf 13
Tel.: 02 11/7 48 80 25
Fax: 02 11/7 48 80 20

ET electronic Tool GmbH
Zum blauen See 7
W-4030 Ratingen
Tel.: 0 21 02/88 01-0
Fax: 0 21 02/88 01-23

MEDAV GmbH
Gräfenberger Str. 34
W-8525 Uttenreuth
Tel.: 0 91 31/5 83-0
Fax: 0 91 31/5 83-11

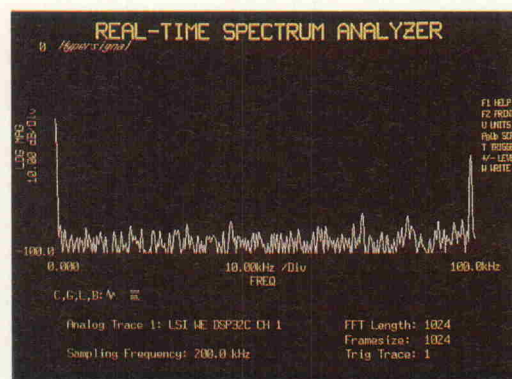


Bild 12. 99-kHz-Signal, diesmal mit Backman-Fenster.

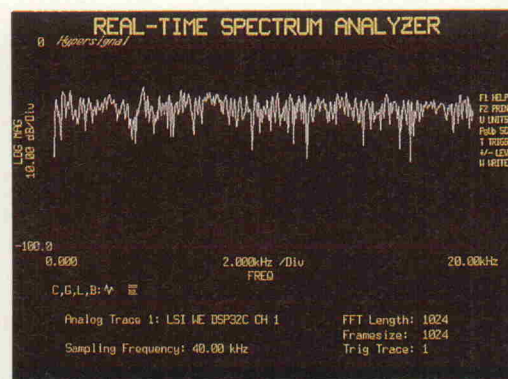


Bild 13. Weißes Rauschen mit 110 kHz Bandbreite.

Zwei Themen - ein Ereignis

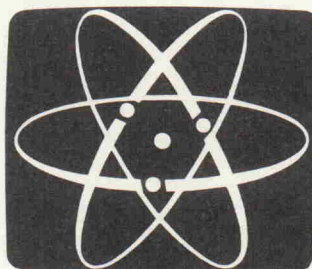
Hobby-tronic & COMPUTERSCHAU

15. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und für Computeranwender in Hobby, Beruf und Ausbildung.

Actions-Center mit Experimenten, Demonstrationen und vielen Tipps.

Sonderschauen: „Straße der Computer-Clubs“, „Historische Meßgeräte“, „Design-Radios (Unikate)“.



8. Ausstellung für Computer, Software und Zubehör

25.-29. März '92

täglich 9-18 Uhr



Messezentrum Westfalenhallen Dortmund

Röhren-Endstufe mit 4 x EL 84

Quadriga

Audio

Gerhard Haas

Das besondere Flair von Röhrenverstärkern und besonders der von Röhrenendstufen erfreut sich nach wie vor großer Beliebtheit. Für HiFi-Fans ist eine gut konzipierte Röhrenendstufe ein Augen- und Ohrenschmaus. Anknüpfend an die mehrjährige Tradition in ELRAD wird hier eine neu konzipierte kleine, aber sehr feine Röhrenendstufe vorgestellt.



Für wirkungsgradstarke Boxen und kleinere Wohnungen sind große Endstufen nicht unbedingt notwendig. Wer in einem Haus mit vielen Parteien wohnt, benötigt nicht unbedingt Verstärkerleistungen über 100 W. Die Besitzer wirkungsgradstarker Boxen kommen mit sehr geringen Verstärkerleistungen aus und können trotzdem die akustische Schmerzgrenze erreichen. Und für Klassik ist sowieso nicht unbedingt die große Lautstärke gefragt, sondern Sauberkeit bei kleinen Leistungen und Dynamik des Verstärkers bis zur Leistungsgrenze. Mit richtiger Verstärker-Boxen-Kombination läßt sich auch mit relativ geringen Leistungen eine sehr gute Musikwiedergabe erzielen.

Oldie mit Novalsockel

Aufgrund langer Praxiserfahrungen wurden die Röhren EL 84 und ECC 83 gewählt. Die Leistungsendlpentode EL 84 ist eine sehr gute NF-Röhre, die bei richtiger Arbeitspunktwahl und Beschaltung hervorragende Ergebnisse bringt. Sie war früher in Rundfunkempfängern sehr verbreitet.

Mit vier EL 84 lassen sich gut 30 W erreichen und dies bei moderatem Aufwand im Netzteil. Eine Betriebsspannung um 350 V genügt, damit die angestrebte Leistung erreicht wird. Bei dieser kleinen Anodenspannung können noch gut erhältliche Hochvoltelkos ohne Kaskadierung verwendet werden, was den Netzteilaufwand deutlich verringert. Bei der Siebung kann gerade wegen der kleineren Spannungen großzügig verfahren werden. Bei größeren Endröhren wie z. B. EL 34 oder 6 L 6 GC wird mit deutlich höheren Spannungen gearbeitet, womit auch der Siebmittelaufwand steigt.

Als Treiberröhre wurde die klassische ECC 83 gewählt. Sie hat den Vorteil hoher Leerlaufverstärkung und produziert bei korrekter Dimensionierung nur einen geringen Klirrfaktor. Das Klirrverhalten über der Aussteuerung ist einer der wichtigsten Kriterien bei Verstärkern. Ein wohl dosierter k2-Anteil in der Endstufe kann so manchen klanglichen Fehler des Vorverstärkers, einer Tonquelle oder der Box kaschieren. Weiterhin wurde streng darauf geachtet, daß die spektralen Klirranteile

stark fallend sind, das heißt, k3 muß deutlich kleiner sein als k2, k4 kleiner als k3 et cetera. Für das Ohr entsteht so ein angenehmes Klangverhalten.

Entwicklungsphilosophie

An dieser Stelle sei noch ein Grundsatz der NF-Verstärker-Entwicklung kurz erwähnt. Die hier vorgestellte Endstufe wurde zunächst ohne Gegenkopplung soweit entwickelt, daß sie sich möglichst 'friedlich' verhielt. Grundforderungen waren niedriger Grundklirrfaktor und gerader Frequenzgang bei offener Gegenkopplungsschleife. Weiterhin sollte die Gegenkopplung nur mäßig eingreifen dürfen und die Schaltung ein akzeptables Rechteckverhalten aufweisen. Damit dies erreicht wird, muß auf gutes Layout, ordentliches Netzteil, ausreichend dimensionierten Ausgangsübertrager und exakte Dimensionierung der einzelnen Bauteile geachtet werden. Diese Punkte sind wesentlich wichtiger als der Einsatz von Wunderkondensatoren, x-fach verschachtelten Ausgangsübertragern, High-Tech-Audiokabeln, selektierten Röhren, Goldkontaktsockeln oder Silberlot.

Technische Daten

max. Ausgangsleistung bei $k_{ges} = 1\%$	32,5 W
Eingangsspannung für max. Ausgangsleistung	1 Veff
Spannungsfrequenzgang (-3 dB)	5 Hz...55 kHz
Fremdspannungsabstand	-94 dB
Geräuschspannung	-102,5 dB
Übersprechdämpfung	1 kHz >77 dB
	10 kHz >68 dB

Die damit erreichbaren 'Klangunterschiede' liegen eher im Bereich der Philosophie als im physikalisch Nachvollziehbaren. Mit gut ausgewählter Industriestandardware lassen sich bei konsequentem Einsatz jederzeit Spitzenresultate – auch im Selbstbau – erzielen. Nur wenn an funktionswichtigen Bauteilen gespart wird, sind Abstriche in der Klangqualität sicher. Im Rahmen dieser Bauanleitung soll nicht weiter auf diese grundlegenden Dinge eingegangen werden, da in ELRAD bereits genügend davon veröffentlicht wurden und diese daher als bekannt vorausgesetzt werden.

In Bild 1 ist die Schaltung der Endstufe gezeigt. Eine gewisse Familien-Ähnlichkeit zu dem in ELRAD 6/91 vorgestellten Vollverstärker 'Volles Haus' ist zweifellos erkennbar. Der we-

sentliche Unterschied liegt in der Bestückung und sorgfältigen Dimensionierung. Die Treiberröhre ECC 83 bezieht über das Siebglied R33/C4 ihre Versorgungsspannung. Die Z-Dioden D1–D3 stabilisieren diese auf 300 V. Damit erreicht man in jedem Betriebsfall stabile Verhältnisse der Vorröhre, was dem Klirrvverhalten und einem stabilen Verstärkungsfaktor zugute kommt. In diesem Zusammenhang sei auf die hörbaren Klangunterschiede hingewiesen, die beim alternativen Einsatz von Siliziumgleichrichtern und Röhrengleichrichtern auftreten. Röhrengleichrichter haben einen viel höheren Spannungsabfall pro Diode und einen relativ hohen Innenwiderstand gegenüber Halbleiterdioden. Über der Aussteuerung entstehen so Schwankungen der Betriebsspannung. Je nachdem, wie stark diese Schwankungen

auf die einzelnen Verstärkerstufen durchschlagen, ändern sich deren Arbeitspunkte und somit auch das Klirr- und Aussteuerungsverhalten.

Die Signalwechselspannung wird über C1 an das Gitter von Rö1a angekoppelt. Hier wird ein bipolarer Elko bester Qualität eingesetzt. Theoretisch würden etwa $0,68\ \mu\text{F}$ für 20 Hz untere Grenzfrequenz bei -1 dB Abfall und dem hier vorhandenen Eingangswiderstand von rund 23 k Ω genügen. Damit aber ein niedriger Ausgangswiderstand der Signalquelle auch bei niedrigen Frequenzen am Gitter der Röhre voll zum Tragen kommt, was gutem Brumm- und Rauschverhalten zuträglich ist, wurde ein Elko mit $2,2\ \mu\text{F}$ gewählt. Wie in vielen Tests und hochwertigen Geräten nachgewiesen werden konnte, ist gegen Elkos bester Qualität im Signalweg absolut nichts einzuwenden. 'Hörbare' Klangunterschiede bei deren Austausch sind in der Regel meßtechnisch nicht oder kaum nachweisbar. Sehr viele CD-Player der Spitzenklasse und Mischpulte, mit denen beispielsweise CDs aufgenommen werden, haben Elkos im Signalweg!

Der Eingang

R3 und C2 unterdrücken hochfrequente Einkopplungen am Eingang. Die Kathode von

Rö1a hat eine Mehrfachbeschaltung. Über R5 wird der Gleichstromarbeitspunkt eingestellt. Über C6 wird das Gegenkopplungssignal an die Kathode angekoppelt. Die relativ große Kapazität von $220\ \mu\text{F}$ ist notwendig, damit auch bei tiefsten Frequenzen noch keine Phasendrehung auftritt. Der Verstärkungsfaktor wird durch das Verhältnis R7 und der Parallelschaltung von R5 und R6 bestimmt. Der bipolare Elko C7 sorgt zusammen mit R6 für einen höheren Leerlaufverstärkungsfaktor von Rö1a. Gleichstrommäßig sind an der Kathode 3,3 k Ω wirksam, wechselstrommäßig nur 1650 Ω . Damit kann die Verstärkung bei offener Gegenkopplungsschleife erhöht werden.

Rö1b ist die Phasenumkehrstufe. Die um 180 Grad gedrehten Signalhalbwellen werden direkt an Kathode und Anode ausgekoppelt. Damit die unvermeidliche Unsymmetrie durch

Bild 1. Das Schaltbild der Endstufe. S1a schaltet die negative Gittervorspannung zwischen halber Leistung, voller Leistung und Stand-by um. Die zweite Ebene dieses Schalters befindet sich im Netzteil.

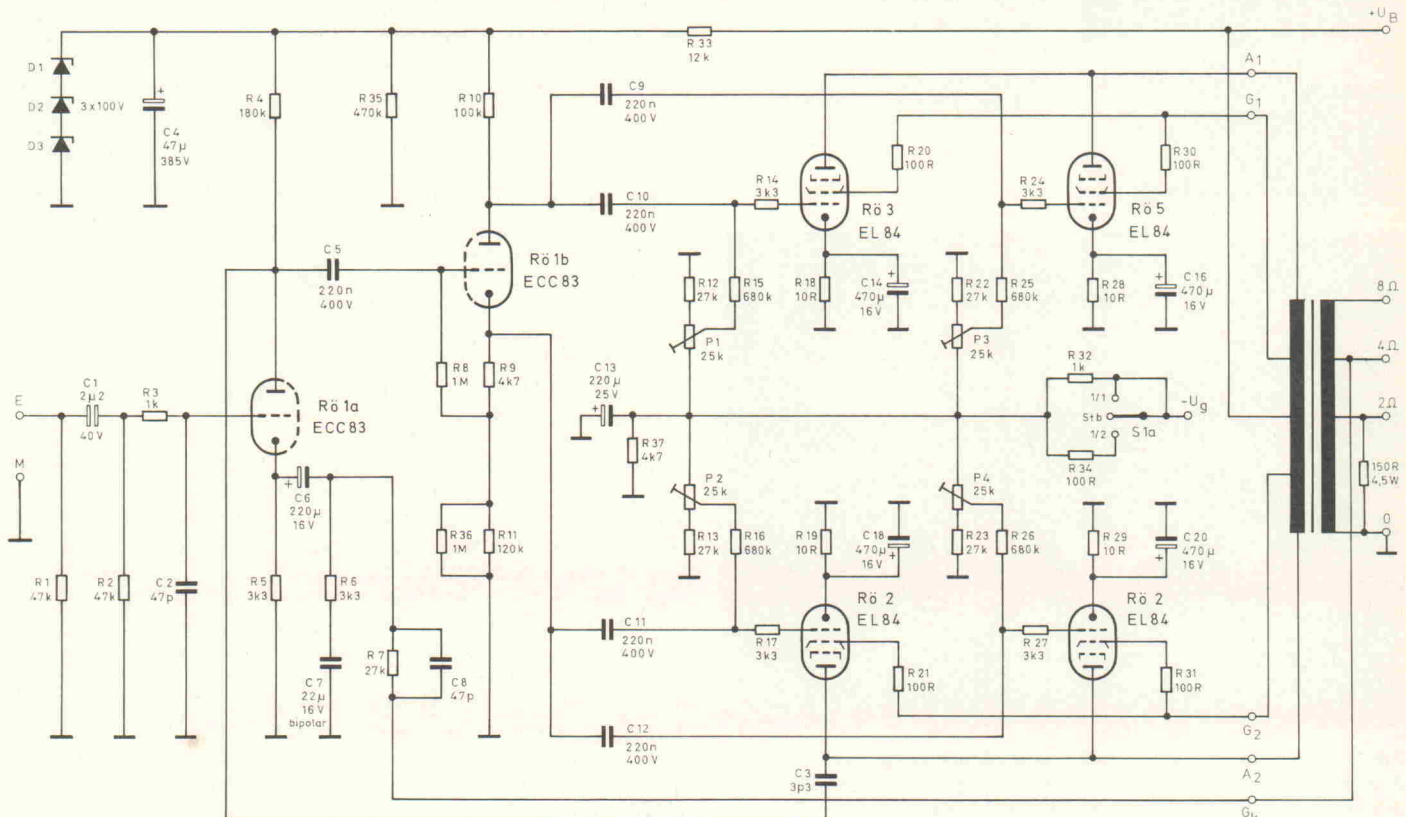
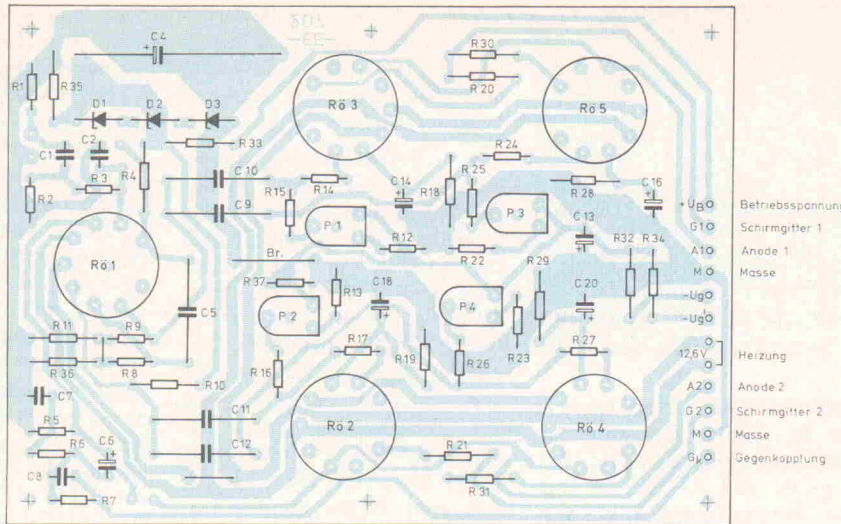


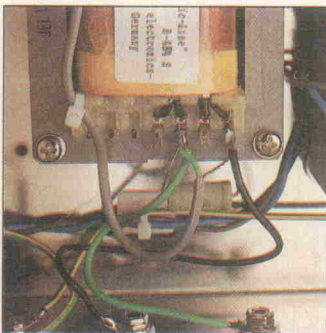
Bild 2.
Bestückungs-
plan der
Endstufe. Bei
der Auswahl
der Teile ist
auf möglichst
geringe
Bauhöhe zu
achten, damit
die Röhren
nachher
schön hoch
aus dem
Chassis
heraus-
schauen.



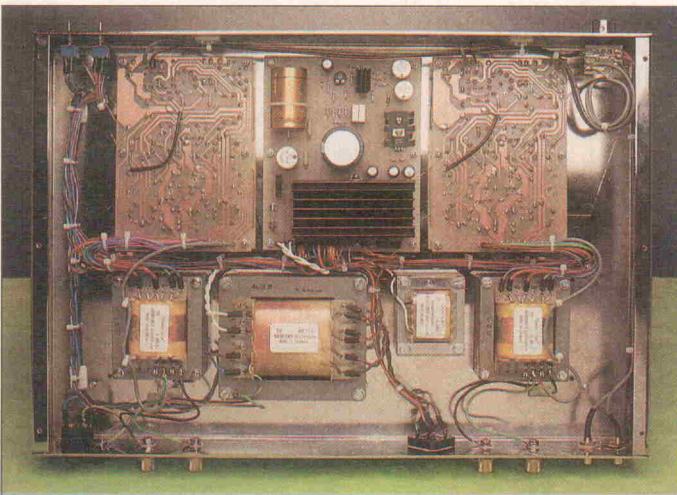
den die Gittervorspannung erzeugenden Kathodenwiderstand R9 ausgeglichen wird, muß der Arbeitswiderstand im Kathodenkreis etwas größer sein. Damit kein Abgleich notwendig wird, sind die Widerstände R11 und R36 parallel geschaltet. Von der Anode von R62 wird über C3 auf die Anode von R61a gegengekoppelt. Der sehr kleine Wert von 3,3 p bringt eine Verbesserung des Rechteckverhaltens.

Die Endstufenröhren R62–R65 sind standardmäßig beschaltet. Die Kathodenwiderstände von je 10 R sind mit jeweils einem Elko von 470 µF überbrückt. Ohne Elkos wäre das Klirr- und Leistungsverhalten etwas schlechter. Am Ausgangsübertrager an der 4-R-Wicklung wird ein Widerstand mit 150 R/4,5 W angelötet. Damit ist der Ausgang real abgeschlossen, was für Stabilität sorgt. Weiterhin ist die Endstufe damit be-

dingt leerlaufsicher. Wie hinreichend bekannt sein sollte, kommt es bei Röhrenendstufen zu Spannungsüberschlägen, wenn keine Last vorhanden ist. Die magnetische Energie des Übertragerkerns wird dann in elektrische umgewandelt, was die Spannung gefährlich hochlaufen läßt. Bei der relativ geringen Spannung von etwa 350 V und den auf 4000 V geprüften Übertragern besteht hier keine Gefahr.



Hier ist der im Text erwähnte 150-R-Widerstand zu sehen, der direkt am Ausgangstrafo angeschlossen wird. Die abgeschirmte Leitung führt zum Gegenkopplungseingang auf der Endstufenplatine.



Ein Blick unter das vernickelte Blechkleid zeigt die Anordnung von Platinen und Trafos. Die jeweils um 90° versetzte Orientierung der Trafos verhindert magnetisches Übersprechen.

Stückliste

Endstufe

Widerstände:
1 % Metallschicht/ 0,7 W, sofern
nicht anders angegeben,
MO = Metalloxid 5 %/ 1,5 W

R1,2	47 k
R3	1 k
R4	180 k
R5,6	3,3 k
R7	27 k
R8	1 M
R9	4,7 k
R10	100 k
R11	120 k
R12,13	27 k
R14	3,3 k
R15,16	680 k
R17	3,3 k
R18,19	10 R
R20,21	100 R
R22,23	27 k
R24	3,3 k
R25,26	680 k
R27	3,3 k
R28,29	10 R
R30,31	100 R
R32	1 k
R33	12 k MO
R34	100 R
R35	470 k MO
P1-P4	Trimmpoti 25 k

Kondensatoren:

C1	2,2 µ/40 V bipolar
C2	47 p/500 V Ker
C3	3,3 p/500 V Ker
C4	47 µ/385 V
C5	0,22 µ/400 V
C6	220 µ/25 V
C7	22 µ/16 V bipolar
C8	47 p/500 V Ker
C9,10,11,12	0,22 µ/400 V
C13	220 µ/25 V
C14-21	470 µ/16 V

Aktive Elemente:

D1-3	Z-Diode 100 V/1,3 W
R61	ECC 83
R62-5	EL 84

Verschiedenes:

5	Novalsockel Printmontage
	Lötnägel
	Platine

Stand-by-Schalter

Über R32 wird vom Netzteil die negative Gittervorspannung eingespeist. Über S1a kann R34 parallel geschaltet werden. Der Ruhestrom wird dann von 33 mA auf 20 mA abgesenkt. Bei kleinen Leistungen ändert sich praktisch nichts. Bei höheren Leistungen steigt der Klirrfaktor etwas stärker an als bei höherem Ruhestrom, ohne daß die maximale Ausgangsleistung abnimmt. Es bleibt jedem selbst überlassen, wie er abhört. Kleinerer Ruhestrom schon die Röhren und verlängert deren Lebensdauer. Unter Umständen gefällt der 'Sound' in dieser Stellung auch besser. Auf jeden Fall ist kaum mit Einbußen bei kleiner Leistung zu rechnen, was beim Hören in Abendstunden bei geringer Lautstärke Röhren- (und Nachbar-) Schonung sichert. Schalter S1 ist ein zweipoliger Schalter mit Mittelstellung. Der Schalter hat drei Stellungen. In Mittelstellung ist die Anodenspannung vollständig abgeschaltet, die Endstufe befindet sich im Stand-by-Betrieb. In einer Endstellung wird mit niedrigem Ruhestrom gefahren, in der anderen mit vollem Ruhestrom.

Das Netzteil der Endstufe wurde relativ aufwendig gestaltet. In Bild 3 ist der Schaltplan dargestellt. Die Heizspannung wird mit dem bewährten Low-Drop-Regler erzeugt, der Kurzschlußschutz und Softstart beinhaltet. Die Schaltung wurde bereits in ELRAD 7-8/89, 10/90 und 6/91 ausführlich in verschiedenen Anwendungen beschrieben, so daß hier nicht weiter darauf eingegangen wird. Lediglich ein Punkt muß besonders erwähnt werden: IC1

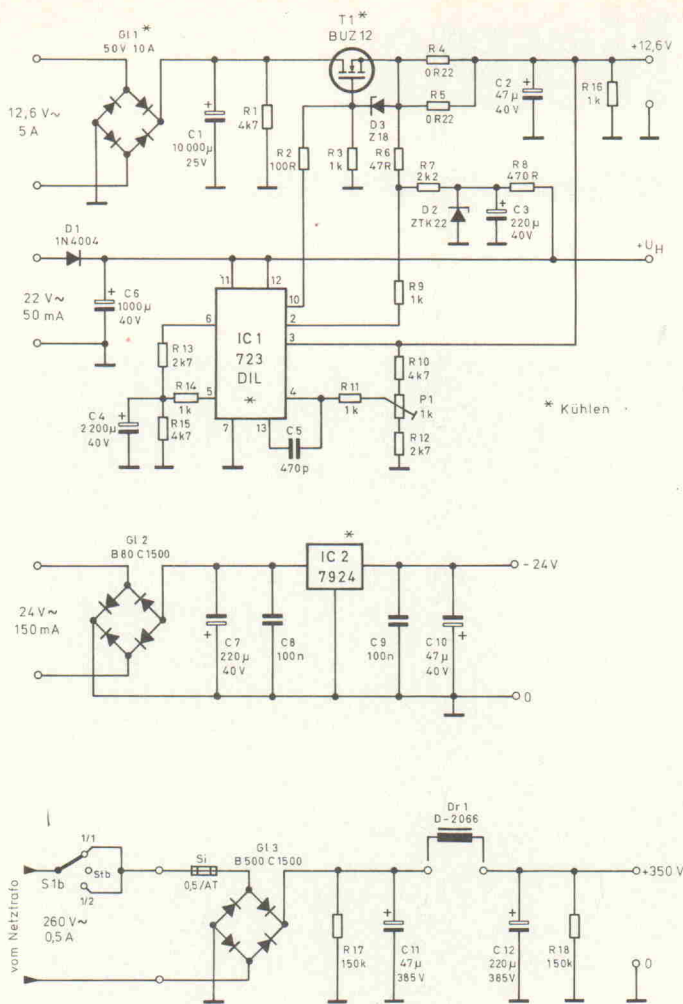


Bild 3. Schaltbild des Netzteils. Alle drei Spannungsquellen befinden sich auf einer Platine.

bekommt einen kleinen DIL-14-Kühlkörper aufgeklemt, der auch mit Wärmeleitpaste bestrichen wird. Der 723 hat eine interne Strombegrenzung, die von der Schwellspannung der Basis-Emitter-Strecke eines Transistors abhängt. Wird das Gerät und somit das IC zu warm, kann es sein, daß die Heizung ungewollt frühzeitig abregelt.

Die negative Gittervorspannung der Endstufenröhren wird mit einem Spannungsregler auf 24 V stabilisiert. Die Hochspannung ist mit einer Schmelzsicherung abgesichert. Hinter dem Gleichrichter ist ein relativ kleiner Elko angeordnet. Damit vermeidet man Spikes beim Öffnen der Gleichrichterdioden, die von Stromspitzen herrühren. Die Brummspannung wird über Dr1 und C12 etwa um den Fak-

tor 174 gesiebt. C12 ist sehr groß dimensioniert worden, daher können die Röhren bei Aussteuerungsspitzen ausreichend Strom aus der großen Kapazität ziehen.

Verschweißt und vernickelt

Das Mustergerät wurde in einem Voll-Aluminium-Chassis

aufgebaut, welches nahtlos geschweißt, poliert und hochglanzvernickelt ist. Im Gegensatz zu bläulichem Chrom hat Nickel einen warmen, leicht bräunlichen Farbton, der wesentlich besser zum Charakter einer Röhrendstufe paßt. Da Aluminium nicht magnetisch ist, vermeidet man Anregung durch Netztrafo und Übertrager, wie es bei Stahlblechchassis manchmal der Fall ist.

Die Inbetriebnahme und Abgleich ist relativ einfach. Zunächst wird ohne Röhren und ohne Hochspannungssicherung geprüft, ob Heizspannung und negative Gittervorspannung funktionieren. Die Heizspannung wird auf 12,6 V eingestellt. Dann schaltet man aus und setzt die Röhren für eine Endstufe sowie die Hochspannungssicherung ein. Die Ruhestrome müssen nach dem Anheizen auf 33 mA bei Schalterstellung S1 auf hohem Ruhestrom eingestellt werden. Da sich die Betriebsspannung mit der Höhe des Ruhestroms ändert, muß der Vorgang zwei bis dreimal wiederholt werden. Außerdem sollte die Heizspannung unter Last nochmals auf 12,6 V abgeglichen werden. Dann prüft man mit Sinusgenerator, Oszilloskop und Lastwiderstand die Endstufe auf einwandfreie Funktion und eventuelle Schwingneigung. Nach dem Ausschalten verfährt man mit der zweiten Endstufe ebenso. Nach etwa einer Stunde Einbrennzeit, die durchaus mit Musik garniert sein kann, sollten alle Einstellwerte nochmals überprüft werden. Wer es ganz genau machen will, kann nach gut 20 Stunden Betriebszeit nochmals alle Einstellungen prüfen.

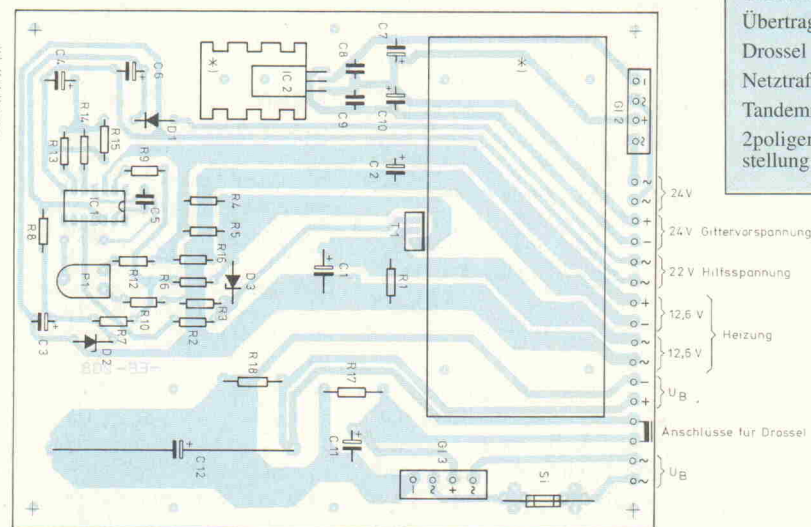


Bild 4. Bestückungsplan für das Netzteil; IC1 benötigt zwingend einen Kühlkörper.

Stückliste

Netzteil

Widerstände:

R1	4,7 k
R2	100 R
R3	1 k
R4,5	0,22 R Metallband 5 W
R6	47 R
R7	2,2 k
R8	470 R
R9	1 k
R10	4,7 k
R11	1 k
R12,13	2,7 k
R14	1 k
R15	4,7 k
R16	1 k
R17,18	150 k MO
P1	Trimpoti 1 k

Kondensatoren:

C1	10 000 µ/25 V
C2	47 µ/40 V
C3	220 µ/40 V
C4	2200 µ/40 V
C5	470 p/500 V Keramik
C6	1000 µ/40 V
C7	220 µ/40 V
C8,9	0,1 µ/50 V Keramik
C10	47 µ/40 V
C11	47 µ/385 V
C12	220 µ/385 V

Halbleiter:

G1.1	Metallbrücke 50 V/10 A
G1.2	B 80 C 1500
G1.3	B 500 C 1500
IC1	723
IC2	7924
D1	1N4004
D2	ZTK22
D3	Z-Diode 18 V/1,3 W
T1	BUZ 12

Verschiedenes:

Kühlkörper SK 68/100/SA	
Glimmerscheibe mit Isolierknippel für TO 220	
Aufsteckkühlkörper für DIL 14	
Kleinkühlkörper für TO 220	
Sicherung 0,5 A träge mit Klips	
IC-Sockel DIL 14 Goldkontakt	
Teile außerhalb der Platinen:	
Übertrager	B-484 S
Drossel	D-2066
Netztrafo	NTR-11 A
Tandemrastpoti	2 x 22 k lin.
2poliger Kippschalter mit Mittelstellung	

Im Testen was Neues

Boundary Scan/JTAG: Vier Test-Pins verändern die Chip-Welt

Jos Verstraten

Boundary Scan Test (oder JTAG) beschert den digitalen ICs vier neue Anschlüsse – für den Testbus. Dieser Standard begleitet ein Produkt zeitlebens: vom Schaltungsdesign über die Fertigung bis in den Servicebereich. BST ist somit Pflichtfach für alle Elektronik-Entwickler und -Techniker – und bei seiner Einführung in einem Unternehmen eine größere Aufgabe fürs Management.



Auf Initiative von Philips wurde in den letzten fünf Jahren intensiv an einem neuen, universellen und weltweiten Standard für den Test elektronischer Schaltungen gearbeitet. Das Ergebnis heißt Boundary Scan Test oder JTAG, wie sich die internationale Kommission nennt, die den Standard definiert hat. Letztes Jahr wurde die Arbeit der Gruppe belohnt: BST/JTAG ist die IEEE-Norm 1149.1 und auch von ANSI als Standard anerkannt.

Die weltweite Einführung von BST hat für IC-Hersteller, Schaltungsentwickler, Gerätehersteller und Service-Techniker Konsequenzen, die in vollem Umfang noch nicht absehbar

sind. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Grundlagen und den Stand der neuen Technik.

Needles & Pins – die Vorgeschichte

Die Notwendigkeit eines zeitgemäßen Teststandards ist leicht einzusehen. Bei bisherigen Verfahren werden in den aufeinanderfolgenden Produktionsphasen eines Gerätes unterschiedliche Protokolle benutzt. Die ersten Tests sind bei der Chip-Produktion erforderlich. Sie erfolgen mit sehr genau arbeitenden Proben mit sehr dünnen Kontaktspitzen, die die Chip-Pads kontaktieren (Bild 1). Dieses Verfahren kann jedoch mit

der Miniaturisierung, die aufgrund der komplexer werdenden ICs und deren zunehmender Pin-Anzahl stattfindet, nicht Schritt halten. Integrierte Schaltungen mit über 400 Anschlüssen und Strukturen unter 1 µm sind keine Seltenheit mehr. Der Test dieser komplexen Bauelemente erfordert neue, zunehmend umfangreichere Test-Algorithmen.

Die nächste wichtige Prüfung findet nach dem Bestücken der Platine statt. Auch hier werden regelmäßig mechanische Vorrichtungen verwendet, die sogenannten Nadelbett-Tester (Bild 2). Die Nadeln stellen die Verbindung zu den Testpunkten auf der Platine her. Über jede Nadel kann ein Signal einge-

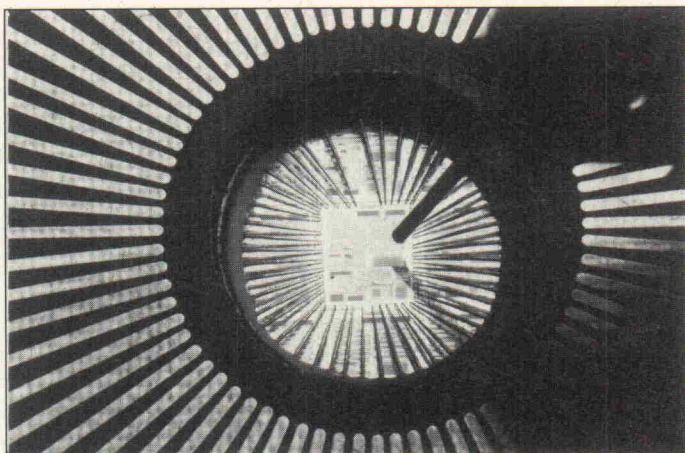


Bild 1. Chip-Test – ohne BST.

speist werden, in Gegenrichtung kann sie aber auch den logischen Zustand abfragen. Der Test erfolgt mit verketteten kurzen Prüfprogrammen, die überwiegend in einer Test-Bibliothek vorliegen.

Doch auch dieses Verfahren hat bereits seine Grenzen erreicht, und zwar aufgrund einschneidender Weiterentwicklungen in der Platinentechnologie:

- verringerte Leiterbahnabstände bis hinab an 100 µm,
- zunehmender Einsatz von SMT-ICs auf beiden Platinenseiten,
- Multilayer-PCBs, deren Zwischenlagen nicht erreichbar sind,
- Montagetechniken wie COB (Chip On Board) und TAB (Tape Automated Bonding).

Die Folge dieser Entwicklungen ist klar: Automatische Testsysteme konventioneller Art werden so teuer, daß sie an den Produktionskosten des Boards einen unzumutbar hohen Anteil haben.

Es gibt weitere Probleme. Die Erstellung der Protokolle für Automatik-Tester beansprucht so viel Zeit, daß die Vorteile, die beim Einsatz von VLSI-Chips und ASICs entstehen – in der Design- und in der Produktionsphase – im Testbereich größtenteils wieder verloren gehen. Zudem sind die Einrichtungskosten der Nadelbett-Adapter bei kleineren Geräteserien untragbar.

In der dritten 'Testphase' des Produktes – an der Service-Front – kämpft der Techniker noch viel mehr mit den geschilderten Problemen. Er benutzt heute Logik-Analysatoren mit Test-Adaptoren (Pro-

bes), die die Verbindung zu IC-Pins auf der Platine herstellen (Bild 3). Auch dieses Verfahren erweist sich in der Service-Praxis als zunehmend schwierig. Überdies müssen die Analyser mit speziellen Adaptern und Emulatoren auf den jeweiligen Systemprozessor konfiguriert werden.

In der Summe wird den Bausteinen also mit drei sehr unterschiedlichen Testsystemen zu Leibe gerückt. Zeit für ein integriertes, einheitliches System.

Mitte des 80er Jahre wurde die Problematik in den Konzernspitzen der Industrie erkannt. Daß das Thema derart hohe Wellen schlug, hat einen realen Hintergrund: Die herkömmlichen Testmittel stoßen nicht nur an ihre oben angeführten, rein technischen Grenzen, sondern verursachen seit langem auch dem Management Kopfzerbrechen: Die Entwicklungs- und Testkosten hochwertiger elektronischer Geräte erreichen heute oft einen Anteil von bis

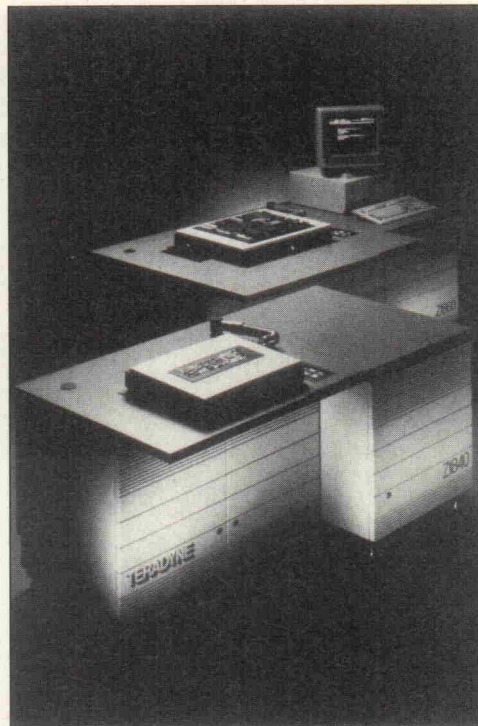


Bild 2. In-Circuit-Boardtester (Fabrikat Teradyne).

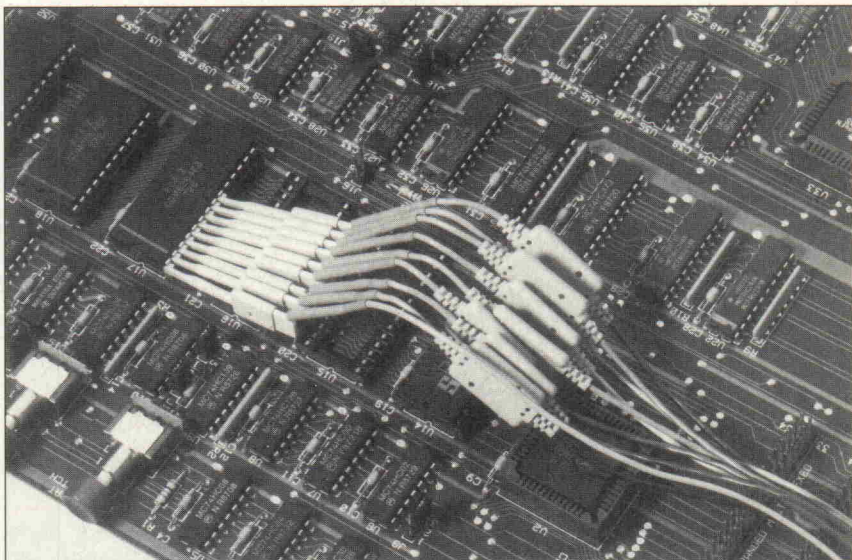
zu 90 % der gesamten Produktkosten. Dabei ist aber die Innovationsgeschwindigkeit in der Elektronik so hoch, daß der für Entwicklung, Produktion und Test eines Gerätes benötigte Zeitrahmen länger ist als sein Lebenslauf beim Kunden. Sieht man diese beiden Fakten im Zusammenhang, so wird klar, daß das Management oft keine Eingriffsmöglichkeit mehr hat, falls sich zeigen sollte, daß das Verhältnis von Kosten und Erlösen aus dem Ruder läuft. Die Reduzierung des Entwicklungs- und Testaufwandes, sowohl im Zeitalter als auch im Kostenbereich, ist daher in der gesamten Elektronikindustrie heute eine geradezu existenzielle Forderung.

Die Test-Connection

Am 6. November 1985 fand im holländischen Eindhoven (Philips-Zentrale) ein Kongreß statt, zu dem die großen, bedeutenden Hersteller der Branche zum Gedankenaustausch geladen waren. Die Teilnehmer waren von der Problematik offenbar derart durchdrungen, daß an Ort und Stelle eine Studiengruppe gebildet wurde: JETAG – die Joint European Test Action Group, mit so klangvollen Namen wie British Telecom, Bull, Plessey, Alcatel, Ericsson, Nixdorf, Siemens und Thomson.

Ziel der JETAC war es, in kürzester Zeit eine neue Test-Philosophie zu entwickeln, die nicht

Bild 3. Nadelbett-Testadapter, Probes, Prüfspitzen ... herkömmliche, mechanische Testmittel haben ihre Grenzen erreicht.



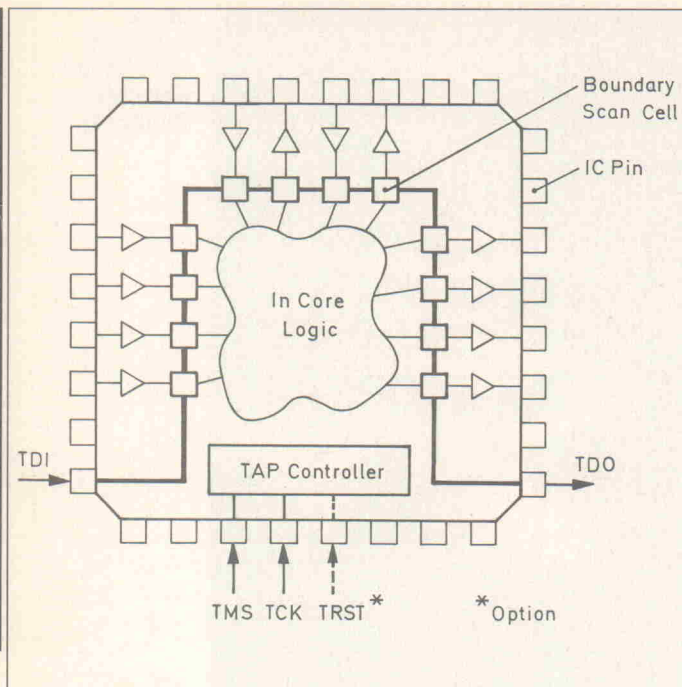


Bild 4. Integrierte Schaltung mit Boundary-Scan-Test-Erweiterung.

nur die damals schon bekannten Probleme lösen, sondern auch flexibel im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen sein sollte. Das neue Verfahren sollte in allen drei oben genannten Testphasen die herkömmlichen Tester ersetzen. Schließlich wurde gefordert, daß es ein universeller Standard werden müsse, damit ICs und Geräte verschiedener Hersteller nach einheitlicher Methode testbar würden. Keine kleine Aufgabe.

Das Problembewußtsein dagegen war so groß, daß es JETAG gelangt, in nur knapp fünf Jahren einen weltweit akzeptierten Standard zu schaffen. Als näm-

lich auch außerhalb des Kontinents die europäischen Ideen Akzeptanz fanden, als Motorola, National Semiconductor, Intel, AMD, Xilinx, Texas Instruments, AT&T, DEC und IBM Anschluß suchten, änderte die Gruppe ihre Firmierung und nannte sich fortan JTAG, Joint Test Action Group. Unter Vorsitz der British Telecom begann ein technisches Komitee mit der Ausarbeitung der Standard-Spezifikationen. Parallel dazu wurde Harry Bleeker von Philips mit der Leitung eines Plenar-Komitees betraut, dessen Aufgabe darin bestand, die Empfehlungen der Standardisierungs-Gruppe umzusetzen.

Schon 1987 lag der erste Entwurf 'JTAG Architecture for Loaded-Board Testing Version 1.0' auf dem Tisch des Plenar-Komitees. Ein Jahr später stand die Version 2.0, die dem 'Computer Society's Test Technologie Committee' des IEEE vorgelegt wurde. Dann ging alles sehr schnell. Im Februar 1990 wurde die technische Empfehlung 'IEEE Standard Test Port and Boundary Scan Architecture' als IEEE-Standard 1149.1-1990 international angenommen. Noch im August desselben Jahres folgte die Anerkennung des ANSI (American National Standards Institute).

Insgesamt kam die Norm nach 16 internationalen Konferenzen zustande, an denen 34 Hersteller teilnahmen. Bei der Abstimmung gab es 96 % Ja-Stimmen.

Test à la carte

Die Bezeichnung 'Boundary Scan Test' folgt aus der Art des Testverfahrens. BST arbeitet auf Board-Level – wie die traditionellen On-Board-Testsysteme, dabei aber wird die Schaltung auf Chip-Level gescannt. Das ist ein fundamentaler Unterschied und ein technologischer Durchbruch. Doch kein Licht ohne Schatten: Es müssen neue ICs her.

Checkpoints

Die neuen ICs haben vier zusätzliche Anschlüsse, eine Steuerlogik 'Test Access Port' (TAP Controller) und für jeden (bisherigen) IC-Anschluß eine Boundary-Scan-Zelle (BSC). Wie das elementare Aufbauschema (Bild 4) zeigt, liegen die BSCs zwischen den äußeren

ren Anschlüssen (Pins) des ICs und den Anschlüssen der 'Kern'-Logik des Bausteins, womit die eigentliche, funktionelle Logik des ICs gemeint ist.

Die Zellen sind als Schieberegister in Reihe geschaltet, der Registeringang heißt TDI (Test Data Input), der Ausgang TDO (Test Data Output). Zwei – optional drei – externe Signale steuern die Registerzellen über den TAP Controller.

TMS (Test Mode Select) kontrolliert die gesamte BST-Logik. Dieser Eingang wird mit einem seriellen Wort gesteuert, das die BST-ICs des Systems adressiert und die Information enthält, welche Art Test beim adressierten IC durchgeführt werden muß.

Zur Synchronisation der Testabläufe dient der Eingang TCK (Test Clock). Der eigene Takt macht das Testsystem unabhängig vom Systemtakt des Boards; eine notwendige Maßnahme im Hinblick auf die Forderung nach einem unabhängigen, universellen Testsystem.

Außer diesen vier vom Standard vorgeschriebenen Anschlüssen kann der IC-Hersteller einen fünften BST-Anschluß vorsehen, den TRST (Test Reset). Geht TRST auf logisch '0', so erfolgt der Reset des TAP-Controllers. Im Prinzip ist dieser fünfte Anschluß nicht erforderlich, da der TAP-Reset auch mit TMS- und TCK-Signalen ausgelöst werden kann.

Nach einem Reset des TAP-Controllers sind die Registerzellen vollständig transparent, das heißt: Die gesamte BST-Elektronik gilt als nicht vorhanden, das IC verhält sich wie seine Nicht-BST-Version.

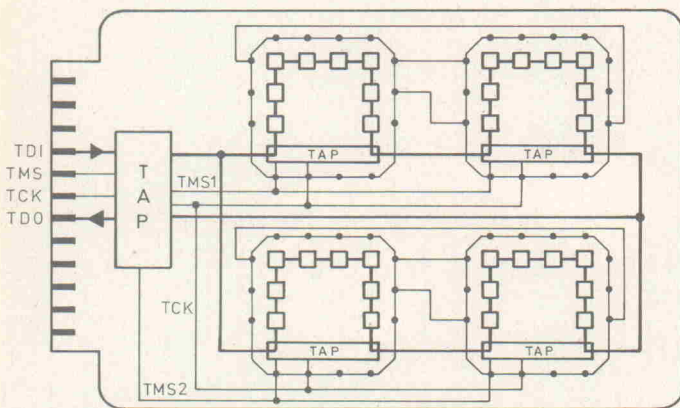


Bild 5. Die Registerzellen liegen in einer Schleife, die vom Eingang TDI zum Ausgang TDO geführt ist.

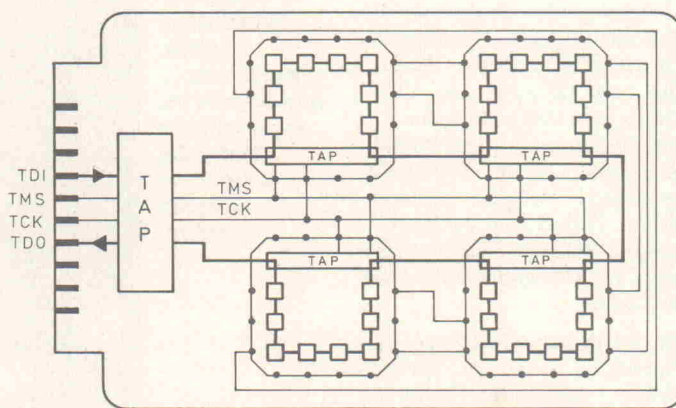
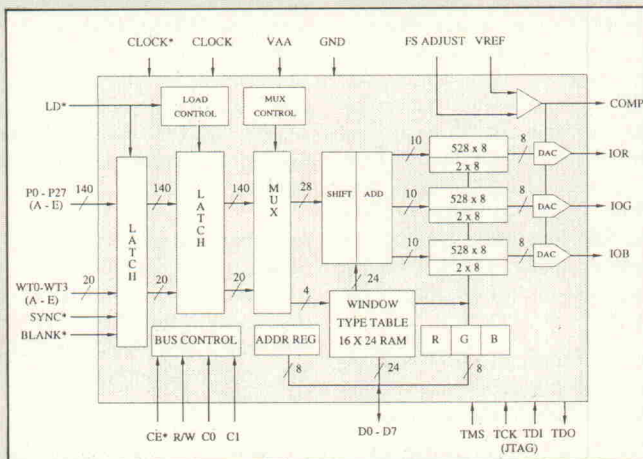


Bild 6. Mehrere Schleifen auf der Platine: die Test-Data-Schleife ist gesplittet.

DISPLAY Sep 6 1991 05:44p									
Analyzer 1 Disa: On Y: 0050 R: +5.00 s S: +5.00 s Spec. Fncs.									
State	New	Parameters	Dial:	Y	Mode: Line	R-S:	- 325us		
Label	TRST	STMS	STDI	STDO	INSTR	TAP-CONTROLLER	DISA	Time	STCK
Base:	+Hex	+Hex	+Hex	+Hex	+Bin				
0040	1	0	0	0	0011	Shift-IR	.0	81.1us	✓
0041	1	0	0	0	0011	Shift-IR	.0	80.6us	✓
0042	1	0	0	0	0011	Shift-IR	.0	82.1us	✓
0043	1	0	0	0	0011	Shift-IR	.0	81.0us	✓
0044	1	1	1	1	0100	Exit-IR		83.6us	✓
0045	1	1	0	0	0111	Update-IR		81.6us	✓
0046	1	0	0	1	1000	Run-Test/Idle		82.1us	✓
0047	1	1	0	1	1001	Select-DR-Scan		81.1us	✓
0048	1	0	0	1	1010	Capture-DR		82.1us	✓
0049	1	1	0	1	1100	Exit-DR		81.6us	✓
Y 0050	1	1	0	1	1111	Update-DR		80.6us	✓
0051	1	0	0	1	1000	Run-Test/Idle		80.9us	✓
0052	1	1	0	1	1001	Select-DR-Scan		80.4us	✓
0053	1	0	0	1	1010	Capture-DR		82.9us	✓
0054	1	0	0	1	1011	Shift-DR	.1	106us	✓
0055	1	0	0	1	1011	Shift-DR	.1	107us	✓
0056	1	0	0	1	1011	Shift-DR	.1	206us	✓
0057	1	0	1	0	1011	Shift-DR	.0	179us	✓
0058	1	0	0	1	1011	Shift-DR	.1	206us	✓
0059	1	0	0	0	1011	Shift-DR	.0	179us	✓

Bild 7. Boundary-Scan-Option für den Logikanalysator PM 3580 (Philips).



Der Echtfarben-RAMDAC-Baustein Bt 464 (Brooktree) verfügt über mehrere Multiplex-Pixel-Ports ... und über die vier BST-Checkpoints (unten rechts). Die Bauform ist ein PGA-Gehäuse mit 208 Anschlüssen.

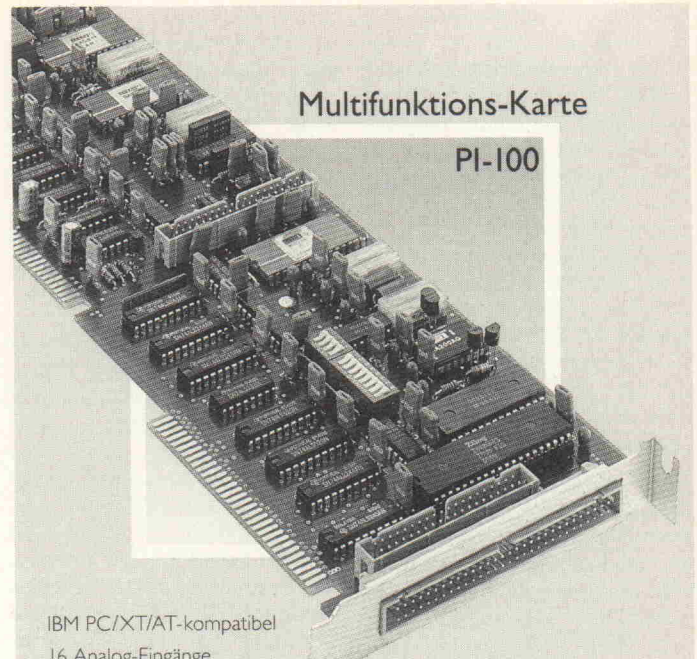
Testwärts

Ein Boundary-Scan-Test läuft im allgemeinen in drei Phasen ab. Nach Aktivieren des TAP wird ein serieller Code eingelesen, der bestimmte Registerzellen veranlaßt, definierte Logiksignale auf die zugehörigen Eingänge der Kern-Logik zu schalten. In der zweiten Phase verarbeitet die Schaltung die Eingangsdaten parallel und gibt sie parallel auf die als Ausgänge definierten Registerzellen. Der dort vorhandene Code wird in der dritten Phase seriell ausgelesen. Der Sinn der Prozedur ist klar: Sie analysiert das Verhalten der Kern-Logik unter den vorgegebenen Eingangsbedingungen (eingelesene Testkonditionen).

Der große Vorteil von Boundary Scan Test liegt darin, daß die BST-ICs auch in der Schaltung

auf eine – im Prinzip jedenfalls – sehr einfache Weise isoliert testbar sind. Bild 5 zeigt, wie die BST-Technik das Prinzip des Testens in-circuit- oder on-board realisiert. Die Anschlüsse TDI und TDO der ICs liegen in einer Schleife, die über die gesamte Platine verläuft. Alle TMS- (und alle TCK-) Eingänge sind jeweils zusammen geschaltet; ein TAP-Controller bedient diese beiden Busleitungen. Da jedes IC ein individuelles Identifikationsregister besitzt – darauf wird später noch eingegangen – ist jedes IC einzeln ansprechbar; Testcodes und ihre Resultate werden über den seriellen TDI/TDO-Bus ein- beziehungsweise ausgelesen.

Mit der isolierten Betrachtung einzelner ICs ist BST natürlich weit unterfordert. Über entsprechende TAP-Steuersignale las-



Multifunktions-Karte

PI-100

IBM PC/XT/AT-kompatibel

16 Analog-Eingänge,
12 Bit, 45 kHz, prog. Meßbereiche, max. Auflösung 2,44 µVolt

2 Analog-Ausgänge, kurzschlußfest,
12 Bit, prog. Spannungsbereiche, max. Auflösung 244 µVolt

16 Dig.-Ein-/Ausgänge, frei programmierbar, interruptfähig

Software in Quik-Basic, MS-Fortran, MS-Pascal, Turbo-Pascal, MS-C

BEGBÜRKLE

Hard- + Software zur Meßdatenerfassung
und Prozeßautomatisierung

BEG Bürkle GmbH + Co.
Böblinger Straße 77 · 7036 Schönaich
Tel. 0 70 31/5 55-0 · Fax 0 70 31/5 55 25

RATHO Electronic Vertriebs GmbH
Burchardstr. 6 · 2000 Hamburg 1
Tel. (040) 33 86 41 / 32 66 62 · Fax (040) 33 53 58 / 32 39 16

Passive Bauelemente
Widerstand
Potentiometer
Summer

Mech. Bauelemente
Stecker
Kabel
Schalter

Computerzubehör
Stecker
Kabel
Joysticks, Mouse

Gehäuse
19" Gehäuse
Halbschalen-
gehäuse

Auto-Hifi
Radio
Booster
Autolautsprecher

Auto-Electronic
Antennen
Uhren
Zubehör

Messgeräte
Labornetzgerät
Servicegeräte

Lautsprecher
Profiprogramm
Zubehör
Bauvorschläge

Lautsprecherboxen
Alu-Boxen
Stand-Boxen
Regal-Boxen

Lichttechnik
Taschenlampe
Halogenlampen

Wir liefern ausschließlich an
Fachhandel u. Industrie
Schulen u. Universitäten

RATHO®
RT

Elr 3/92 Hamburg

sen sich, wie schon gesagt, alle IC-Anschlüsse von der Kern-Logik isolieren, aber auch individuell logisch setzen. Somit ist es möglich, die Platine auf Lötbrücken und Unterbrechungen hin zu untersuchen. Eine logische '1' beispielsweise an einem IC-Anschluß muß auch an demjenigen Pin eines anderen ICs stehen, der über die Leiterbahn mit dem Anschluß verbunden ist. Die ICs beeinträchtigen diese Untersuchung nicht, da ihre Kern-Logik während eines solchen Tests von den Anschlüssen isoliert ist.

Das BST-Protokoll gestattet darüber hinaus, Selbst-Test-Routinen in individuellen ICs zu initialisieren. Auch dabei erscheint das Ergebnis in den Registerzellen, die wieder über den TDI/TDO-Systembus seriell ausgelesen werden.

Für umfangreiche Schaltungen besteht die Möglichkeit, die Data-Schleife in parallelgeschaltete Teilschleifen zu splitten. Bild 6 zeigt das Prinzip. Die beiden oberen ICs liegen in der einen Schleife, die unteren in der zweiten. Der TAP Controller der Platine muß in dieser Konfiguration zwei TMS-Signale generieren, je eines für jede Schleife, die auf diese Weise getrennt testbar sind, obwohl nach wie vor nur vier BST-Anschlüsse vorhanden sind.

Testbester?

Bevor die Arbeitsweise von Boundary Scan Test weiter erläutert wird, soll der folgende Abschnitt die Vorzüge von BST im Zusammenhang zeigen.

Die Anpassung des Testsystems an das jeweilige Objekt und an die Testaufgabe erfolgt ausschließlich im Bereich der Software. Nicht Nadelbett-Systeme sind objektspezifisch zu konfigurieren, sondern die Testroutine muß geschrieben werden. Mehrere Firmen bieten bereits anwenderfreundliche, universelle PC-Programme an.

BST bietet eine einheitliche Testmethodik, die den Chip-, IC-, Platinen- und System-Test sowie den Servicebereich umfaßt. Zum Testen von Chips oder ICs sind nur sechs Kontakte herzustellen: BST plus Speisung. Platinen-, System- und Service-Tester müssen lediglich die Testroutine aus der Bibliothek in das BST-Testgerät laden und eine 4adrige Busverbindung zwischen dem Gerät einerseits und der Platine oder dem System andererseits herstellen, um den Test durchzuführen.

Platinen für sehr hohe Anforderungen ('military' und anderes mehr), die luftdicht gecootet sind, können ohne Beschädigung der Isolation (durch Prüfspitzen et cetera) getestet werden.

Eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft des Standards ist darin zu sehen, daß sich solche Teile einer Platine, die nicht in BST-Technik ausgeführt sind, sogenannte 'non-BST-clusters', mit eigenen Bitmustern testen lassen, die auf einfache Weise in den BST-Datenstrom eingefügt werden können.

Test des Tests: Bestnoten

Philips hat eine Produktentwicklung konsequent in BST-Technik durchgeführt und über die Erfahrungen berichtet. Danach verringerten sich die Herstellungskosten dank Boundary Scan um 30 %, der Zeitaufwand für Diagnose und Test auf (!) 5 %! Ähnlich hohe Einsparungen waren im Service zu verzeichnen.

Bei der erwähnten Produktentwicklung handelt es sich um die neue Generation von Logik-Analysatoren der PM 3580-Familie. Die Hardware besteht aus einer sehr komplexen Platine mit 14 ASICs, 20 PLDs, acht 1-MB-Speichern, 10 separaten Logik-Clustern, einem Prozessor und einer Reihe analoger Bauelemente; der Anteil der SMD-Komponenten ist sehr groß, so daß ein Versuch, die Karte mit mechanischen Mitteln zu testen, wenig Aussicht auf Erfolg hätte. In allen ASICs sind BST-Schaltungen enthalten (darüber später mehr), und die Platine ist in drei Sektoren eingeteilt.

Für den Einstieg in BST sind sicher auch folgende Praxiserfahrungen (Philips) interessant:

- Die Fehlersuche am Prototyp verkürzte sich um zwei Wochen.
- Fast 100 % aller Fehler im digitalen Sektor der Platine waren sehr schnell gefunden.
- Die Fehleranalyse beanspruchte weniger Zeit als mit herkömmlichen Testmitteln

und lieferte sehr viel genauere Ergebnisse.

- Die für den Prototypentest entwickelte Software konnte problemlos auch beim Gerätetest verwendet werden, später auch von Service- und Reparaturabteilungen im Konzern.

BST-Einkaufsführer

Die erfolgreiche Markteinführung einer neuen Technik mit derart weitreichenden Konsequenzen, wie sie von Boundary Scan Test unbedingt zu erwarten sind, steht und fällt mit der Unterstützung der Industrie, in diesem Fall der internationalen Industrie. Neue ICs müssen designt, neue Testsysteme müssen entwickelt werden, Testalgorithmen und Bibliotheken müssen angepaßt und erweitert werden. Bei Philips rechnet man mit einem Zeitraum von bis zu zehn Jahren, bis BST in allen elektronischen Geräten eingesetzt wird.

In Anbetracht der bereits erhältlichen BST-ICs und -Testgeräte ist eine kürzere Einführungsphase wahrscheinlich. Zahlreiche neue und BST-angepaßte ICs sind bereits erhältlich. Einige Beispiele:

- Analog Devices bietet den digitalen Signalprozessor ADSP21000 an.
- AMD, AT&T, MIPS und Fujitsu haben mehrere Prozessoren, darunter einen RISC-Prozessor, an den Standard angepaßt.
- Intel liefert die 50-MHz-Version des 80486DX mit BST-

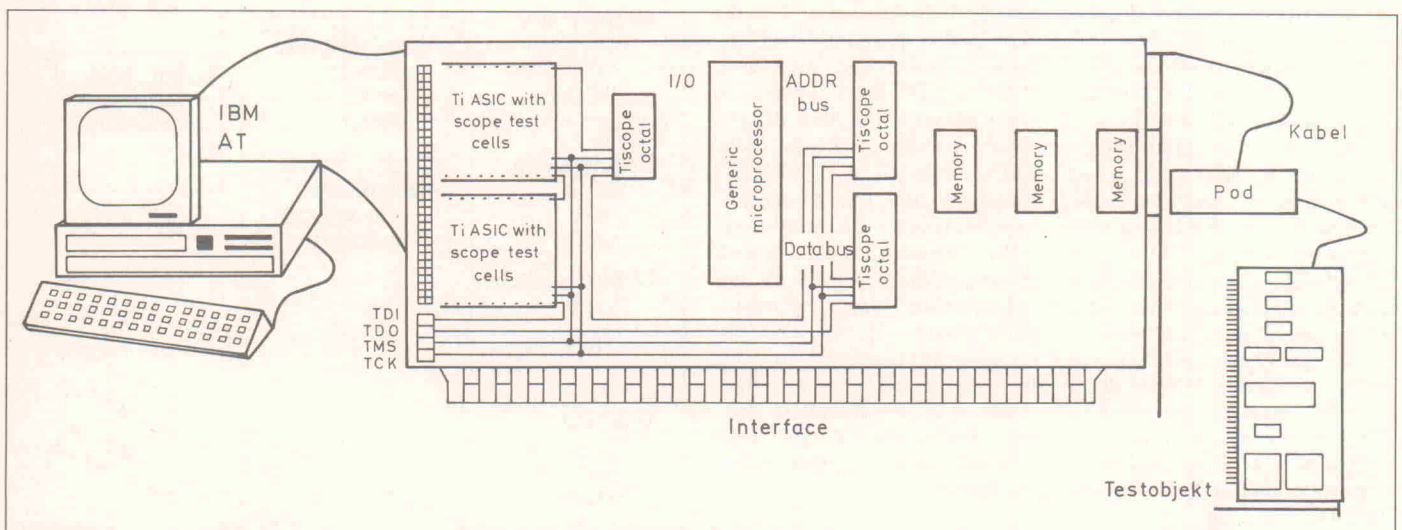


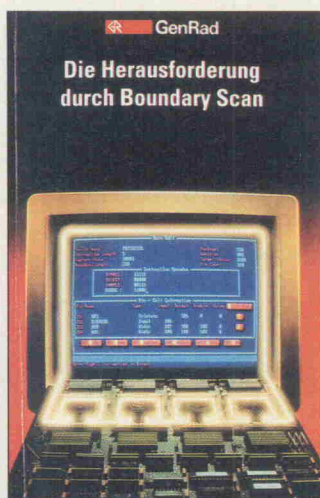
Bild 8. 'Scope' von Texas Instruments. Das 'System Controlability/Observability Partitioning Environment' macht den PC zum Boundary-Scan-Tester.

Erweiterungen. Mehrere Mitglieder der 82xxx-Familie sind im neuen Standard zu haben.

- Motorola arbeitet an der Anpassung der 68xxx-Typen.
- Texas Instruments liefert bereits rund 25 TTL-ICs in BST-Architektur: Puffer, Zwischenspeicher, D-Flipflops und Transceiver.
- Mehrere Hersteller, darunter TI, SGS-Thomson und AT&T liefern Spezial-ICs für das BST-Verfahren, darunter 'Boundary Scan Masters', '1149.1 Test Bus Controllers' und 'Glue-Chips', die es erlauben, eine nicht mit BST-Bauelementen aufgebaute Logik Boundary-Scan-testbar zu machen.

Eine detaillierte Darstellung von Boundary Scan Test folgt in der nächsten Ausgabe – nach einer kurzen Übersicht der schon lieferbaren Testsysteme; die Bilder 7 und 8 vermitteln einen ersten Eindruck der Angebotsszene.

Ein Buch zum Thema



'Die Herausforderung durch Boundary Scan' heißt ein 90seitiges Buch von GenRad, das sich zwar laut Vorwort 'hauptsächlich an den Baugruppen-Testingenieur' wendet, aber gerade jetzt in der Einführungsphase von BST für alle von Nutzen ist, die den neuen Teststandard kennenlernen wollen oder dies müssen.

Etwa bis zur Mitte des Buches geht es um die Grundlagen von Boundary Scan, die auch Elrad hier und in der nächsten Ausgabe bringt. Es folgen drei ausführlich dargestellte Fallbeispiele:

- Ein Boundary-Scan-Bauteil mit vollem Zugriff demonstriert, wie man BST-Methoden für die Prüfung eines ASIC einsetzen kann.
- Eine Gruppe von Boundary-Scan-Bauteilen führt den

Einsatz von BST-Methoden einer Baugruppe vor, die eine Mischung von Boundary-Scan-Komponenten und konventionellen Bauteilen enthält.

- Sämtliche Bauteile mit Boundary-Scan Zugriff zeigt die Anwendung von BST-Methoden bei der Prüfung einer Baugruppe, die ausschließlich aus Boundary-Scan-Bauteilen besteht.

Eine Zusammenfassung und ein Glossar runden das Buch ab. Es wird von GenRad kostenlos abgegeben.

GenRad
Neumarkter Straße 83
8000 München 80
Tel.: 0 89/4 31 99-0
Fax: 0 89/4 31 99-1 01

Wir wollen,
daß Sie leicht
zu prima
Meßergebnissen
kommen.



Wenn wir hier die neue Klasse der Digital-Speicheroszilloskope vorstellen, möchten wir Ihnen damit eine überzeugende Entscheidungshilfe leisten. Kenwood Meßgeräte sind bekannt für Spitzentechnik von bemerkenswerter Flexibilität und erstaunlicher Einsatzbreite. Und das gilt auch für den DCS-8200. In seinem Gehäuse verbergen sich gleich zwei Präzisionsmeßinstrumente: Ein schnelles (20 MS/s), digitales Zweikanal-Speicheroszilloskop mit bis zu 32 K-Words Speicherkapazität pro Kanal kombiniert mit einem programmierbaren analogen 50 MHz-Oszilloskop. Ob im Labor, in der Produktion, in der Ausbildungswerkstatt oder im TV-Service – überall dort, wo es darum geht, eine Vielzahl unterschiedlicher Meßwerte punktgenau zu erfassen und auszuwerten, ist der DCS-8200 schwer zu übertreffen.

Eine Fülle intelligenter Funktionen bewältigen komplexe Berechnungen mit Leichtigkeit. Das übersichtliche Read-out erleichtert im Zusammenspiel mit den beiden Cursorlinien die exakte Auswertung komplizierter Signalverläufe. Denn zwischen den ausgewählten Kurvenpunkten werden Spannung und Frequenz sowie Zeit und Phasenverschiebungen präzise angezeigt.

Das ist noch längst nicht alles. Der DCS-8200 ist serienmäßig mit zwei Schnittstellen ausgerüstet. Über die GPIB-Schnittstelle können Sie ihn in ein Meßsystem integrieren und auf diese Weise seine Einsatzmöglichkeiten erheblich erweitern. Und sein RS-232-Interface bietet Ihnen die Möglichkeit, einen Drucker oder Plotter anzuschließen. So haben Sie Ihre Meßergebnisse schwarz auf weiß.

Fragen Sie uns nach weiteren, detaillierten Informationen über den DCS-8200.

Einige Besonderheiten des DCS-8200

- 20 MS/s-Speicher
- 32 K-Words-Speicher pro Kanal
- Read-out mit 7 verschiedenen Funktionen
- Speichermöglichkeit von bis zu 20 verschiedenen Einstellungen
- Sinus-Interpolation
- 100ns Glitch-Erkennung

KENWOOD

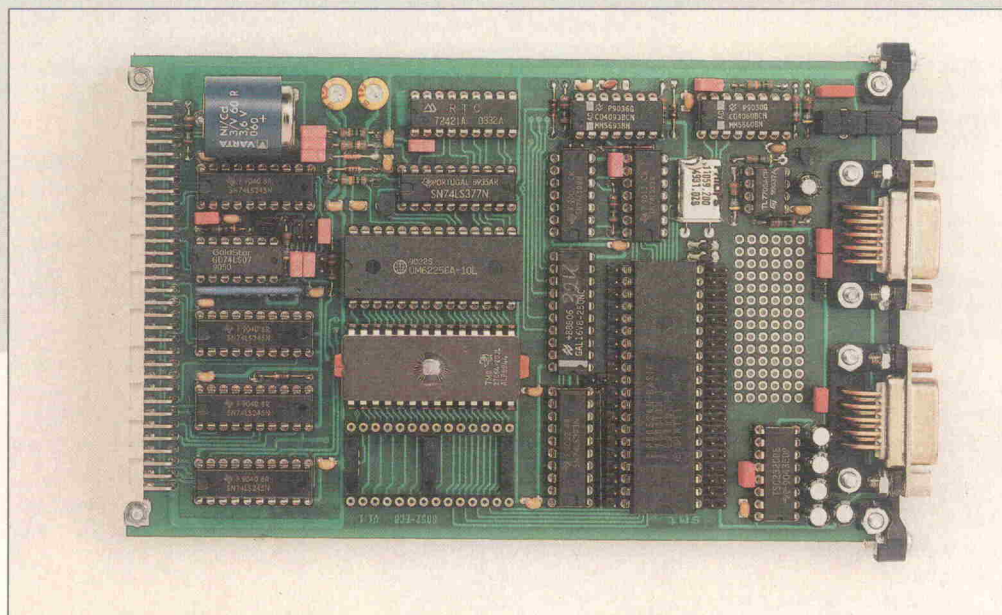
KENWOOD ELECTRONICS DEUTSCHLAND GMBH · REMBRÜCKER STRASSE 15 · 6056 HEUSENSTAMM · TELEFON (06104) 6901-0 · TELEFAX (06104) 63975

BasiControl

Projekt

Michael Schmidt

Wann hat es das schon gegeben, ein Controller-Projekt, das sowohl für den Einstieg in die Materie dieser besonderen Prozessorabarten als auch für 'harte' Anwendungen geeignet ist? Mit BasiControl können die Anforderungen beider Seiten erfüllt werden, denn – das System bringt alle Voraussetzungen mit.



Die üblichen, mehr oder weniger sinnvollen, mehr oder weniger tiefeschürfenden Begründungen, 'warum ein BASIC-programmierbares System und ausgerechnet mit EC-Bus?' fallen an dieser Stelle aus. Allein Leistungsfähigkeit und Brauchbarkeit zählen, und in diesen Punkten muß sich dieses Projekt nicht verstecken – im Gegenteil.

Neben der hier beschriebenen zentralen Einheit wird es noch zwei Bestandteile des Projektes geben: ein Memorycard-Interface und einen EPROM-Emulator.

Als weitere Anwendungs-Hardware kann man Standard-ECB-Produkte einsetzen, aber auch auf Elrad-Projekte zurückgreifen. So eignen sich UniCard (A/D-D/A-Board, Ausgabe 4/91) und UniCount (Zählerkarte, Ausgabe 11/91) uneingeschränkt zum Betrieb mit BasiControl.

Hardware en detail

Im Blockschaltbild (Bild 1) sind alle Baugruppen des Controllerboards dargestellt. Auffällig sind die drei unterschiedlichen Speicherbausteine auf der Karte. Das RAM speichert

Daten und BASIC-Programme, das Assembler-ROM läßt eine Programmierung in Maschinsprache zu. Der dritte Speicher ist ein on-Board-programmierbares EPROM für BASIC-Programme.

Die Schaltbilder (Bild 3, 4 und 5) sollen im folgenden näher analysiert werden.

Zunächst benötigt der Rechner einen Takt. Der Oszillator ist im Controller integriert, es müssen nur der Schwingquarz X und zwei Kondensatoren (Bild 2, C1, C2 = 20 pF...50 pF) angeschlossen sein. Die etwas krumme Quarzfrequenz von 11,0592 MHz ist der Default-Wert für den BASIC-Interpreter. Die Baudrate der Schnittstelle, der Sekundentakt für die prozessorinterne Uhr und das Timing der Programmierung sind damit korrekt eingestellt. Es ist auch die Verwendung anderer Frequenzen möglich, jedoch muß der Interpreter mit dem Befehl XTAL = [Frequenz in Hz] darüber informiert werden. Verwendet man zum Beispiel einen 80C32, kann man auch noch mit 16 MHz takten, neuere Entwicklungen von Philips lassen bis zu 30 MHz zu.

Alle Daten- und die niederwertigen Adreßleitungen sind beim 8052 über den Port P0.x (8 Leitungen) gemultiplext nach außen geführt. Dieses Prinzip findet sich schon bei den Intel-Prozessoren 8085 und 8086. Die CPU legt zunächst die niederwertigen Adressen auf den Port, und die Leitung ALE (Adress Latch Enable) geht auf Low-Pegel. Der Zwischenspeicher IC 3 (Bild 3, 74LS373) hält dadurch an seinem Ausgang die Adressen bereit, bis ALE wieder High ist. In dieser Zeit kommt es zum Austausch des Datums oder Codebytes mit der Peripherie. Dieser Vorgang wiederholt sich zweimal pro Maschinenzyklus (1 µs), also mit einem Sechstel der Quarzfrequenz. Jedes Codebyte einer Adresse wird also zweimal gelesen und erst beim zweiten Mal ausgewertet. Die Periodizität des ALE-Signals ist auch unabhängig davon, ob überhaupt ein Zugriff auf prozessorexterne Baugruppen vorgenommen wird. Nur beim Schreiben oder Lesen aus dem externen Datenspeicher verschluckt der Controller das jeweils erste ALE-Signal.

Das UND-Gatter IC 9 (Bild 3, 74LS08) ist für die Program-

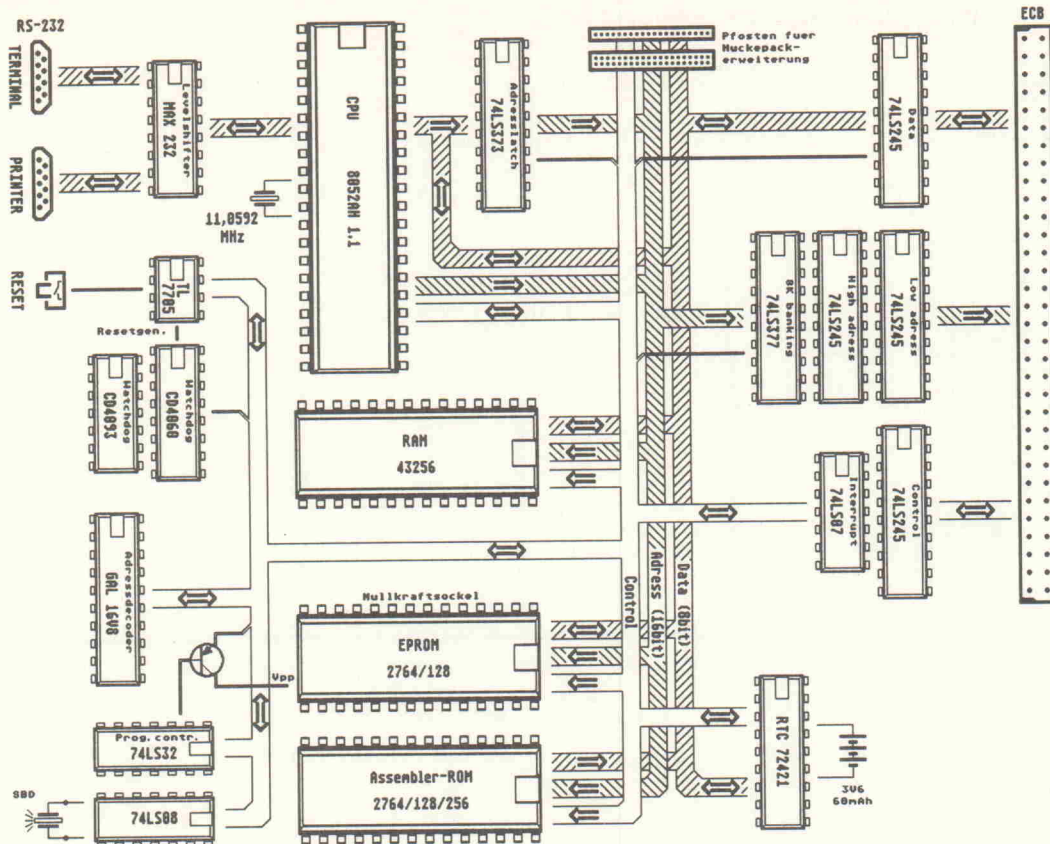


Bild 1. Die Flexibilität des 8052 drückt sich unter anderem in seiner Speicherbestückung aus: Das RAM sichert Daten und BASIC-Programme, das Assembler-ROM läßt eine Programmierung in Maschinensprache zu, und der dritte Speicher ist ein on-Board-programmierbares EPROM für BASIC-Programme.

miereinrichtung des BASIC-EPROMs zuständig. Dieser Schaltungsteil wird später genauer untersucht.

Die höherwertigen acht Adreßleitungen belegen den Port P2.x, so daß P0 und P2, anders als bei reinen Single-Chip-Lösungen, schon nicht mehr für allgemeine Zwecke zur Verfügung stehen.

Um mit den vorhandenen Daten- und Adreßleitungen die Speicherbereiche verwalten zu können, sind Schreib- und Lesesignale erforderlich. Aus dem Programmspeicher wird nur gelesen. Da die Programmiersprache ihn strikt vom Datenspeicher unterscheidet, ist hier eine eigene Freigabeleitung vorhan-

den. /PSEN bedeutet 'Program Store Enable', ist low-active und steuert direkt den /OE-Pin des Maschinensprache-EPROMs. Die EPROM-Ausgangstreiber werden damit aktiviert, der Chip selbst aber über den Adreßdecoder ausgewählt. Liest der Prozessor Programmcode mit Adressen unter 2000h, ist /PSEN nur aktiv, wenn der Anschluß /EA auf Low liegt (J 11 gesetzt). Das interne ROM des Controllers ist damit abgeschaltet und der BASIC-Interpreter außer Funktion.

Den Datenspeicher steuern die Signale /RD und /WR des Prozessors. Dazu zählt nicht nur das RAM, sondern auch das BASIC-EPROM, die Adressen der Echtzeituhr, das Banking-FF und alle Adressen auf den EC-Bus gehören dazu.

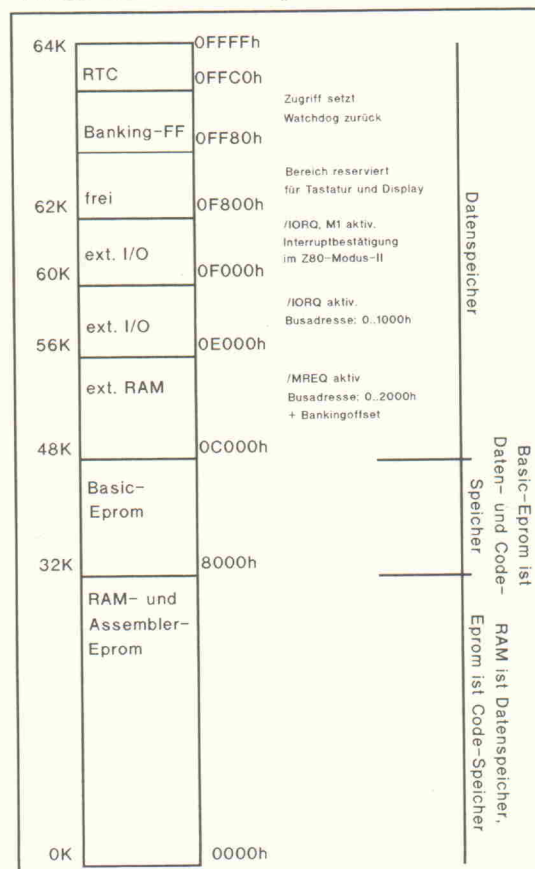
Entsprechend einer Empfehlung aus dem Intel-Handbuch wurde die Möglichkeit geschaffen, aus dem BASIC-EPROM nicht nur die BASIC-, sondern auch Maschinenspracheprogramme ablaufen zu lassen. Dazu muß der Prozessor diesen Bereich (8000h...BFFFh) sowohl als Daten- als auch als Programmspeicher erkennen. Das wurde realisiert durch eine UND-Verknüpfung (Bild 3, IC 9, 74LS08) zwischen /PSEN und /RD. Die Unterschiede in der Programmierung existieren nun

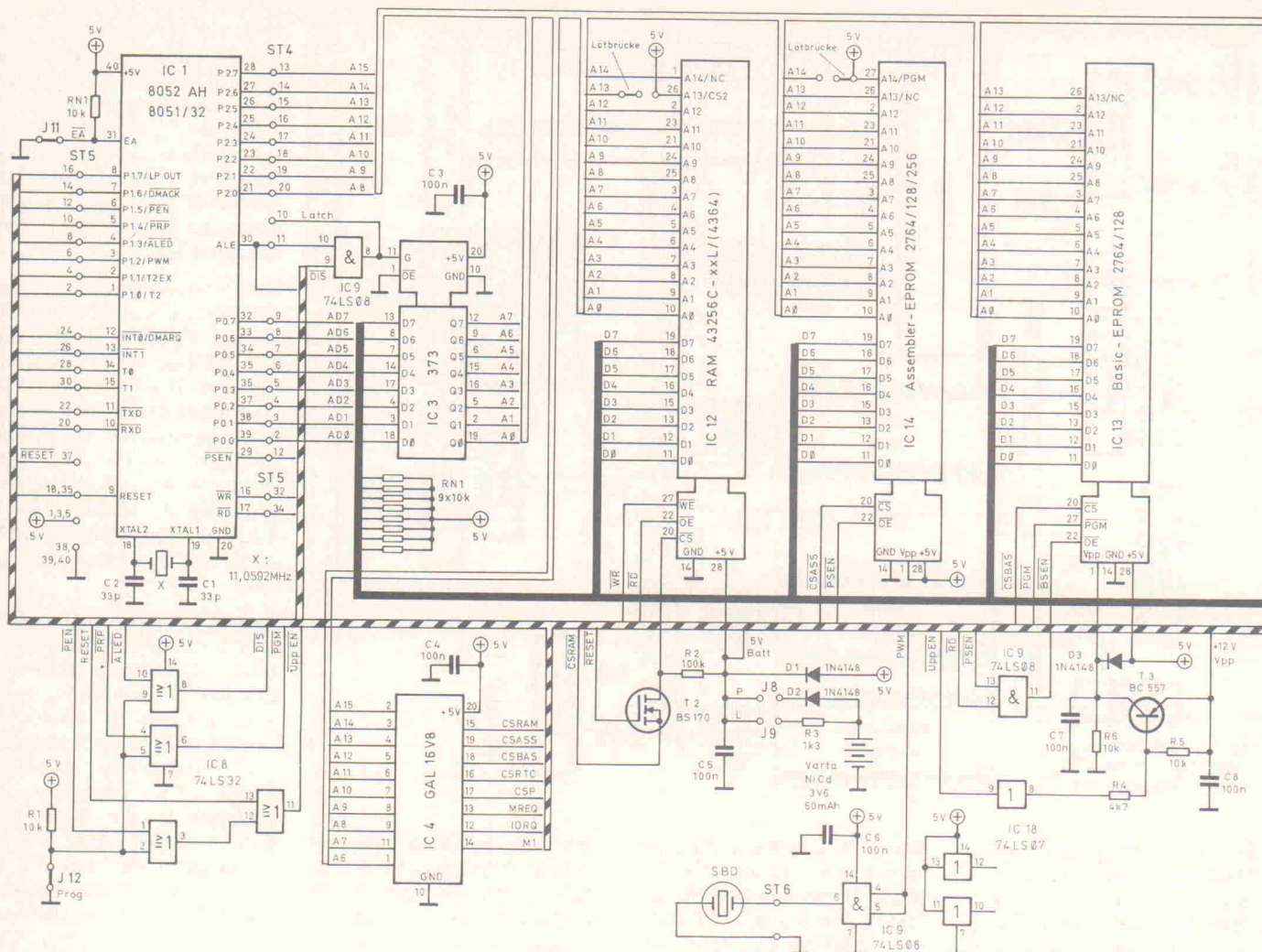
nicht mehr, in BASIC haben die Befehle CBY() und XBY() die gleiche Wirkung. Der Vorteil besteht darin, daß Programme, die teils in Assembler, teils in BASIC geschrieben sind, in einem Speicher-IC abgelegt werden können. Das ist preis-

wert, der Aufwand lohnt sich aber erst in kleinen Serien. Ein Nachteil besteht aber auch: Der mögliche Speicherbereich ist durch die Zusammenfassung eingeschränkt. Da in diesem System aber schon 32 KByte Assembler-ROM vorgesehen sind, dürfte das keinen großen Verlust darstellen.

Zur Dekodierung der Adressen der diversen Bausteine und der Signale /MREQ, /IORQ und /M1 am Bus wurde ein GAL-Baustein 16V8 (Bild 3, IC 4) verwendet. Dieses IC erhält als Eingangsvariablen die Adreßleitungen A6 bis A15. Eine Übersicht über die Adreßbelegung zeigt die Memory-Map in Bild 2, die Gleichung des GAL-Inhalts ist in Listing 1 aufgeführt.

Auf der Controllerkarte sind 32 KByte statisches RAM (Bild 3, IC 12) als externer Datenspeicher und ein Sockel für maximal 32 KByte (IC 14) für externen Codespeicher vorhanden. Bei Verwendung kleinerer RAMs (z. B. ein 4364 mit 8 KByte) ist die Verbindung zum Anschluß A13, Pin 26, aufzukratzen und an +5 V zu legen. Dazu sind entsprechende Pads auf der Oberseite der Platine vorgesehen. Leider sind diese Punkte unter dem Sockel des Speichers gelandet (woanders war einfach kein Platz





```

Jedec-Datei für 8052-ECB V1.1
Dateiname: 8052_V11.LCI
Datum: 15.12.90
Kommentare in Hochkommata
%ID
32k_V1.1
%TYP
GAL16V8
%PINS
'Bezeichnung der Pins in der Reihenfolge 1...20'
A6 A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8
'GND'
A7 !IORQ !MREQ !M1 !CSRAM !CSRTC !CSP !CSBAS !CSASS
'+'
%LOGIC
'Darstellung in positiver Logik!'
'RAM
Adr.: 0000h...7FFFh'
CSRAM = !A15;
'Assembler-ROM Adr.: 0000h...7FFFh'
CSASS = !A15;
'Basic-EPROM Adr.: 8000h...BFFFh'
CSBAS = A15 * !A14;
'extern RAM
Adr.: C000h...DFFFh'
MREQ = A15 * A14 * !A13;
'extern I/O
Adr.: E000h...EFFFh exklusiv
und F000h...F7FFh mit M1-Signal'
IORQ = A15 * A14 * A13 * !A12
+ A15 * A14 * A13 * A12 * !A11;
'M1-Signal
Adr.: F000h...F7FFh nur mit IORQ'
M1 = A15 * A14 * A13 * A12 * !A11;
'Adresslatch
Adr.: FF80h...FFBFh'
CSP = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * A9 * A8 * A7 * !A6;
'RTC
Adr.: FFC0h...FFBFh'
CSRTC = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * A9 * A8 * A7 * A6;
'Adressen F800h bis FF7Fh sind frei für Erweiterungen!'
%END

```

Listing 1. Neben den Chip-Select-Signalen werden mit dieser Gleichung auch EC-Bus-typische Signale erzeugt, die der 8052 von Haus aus nicht bereitstellt.

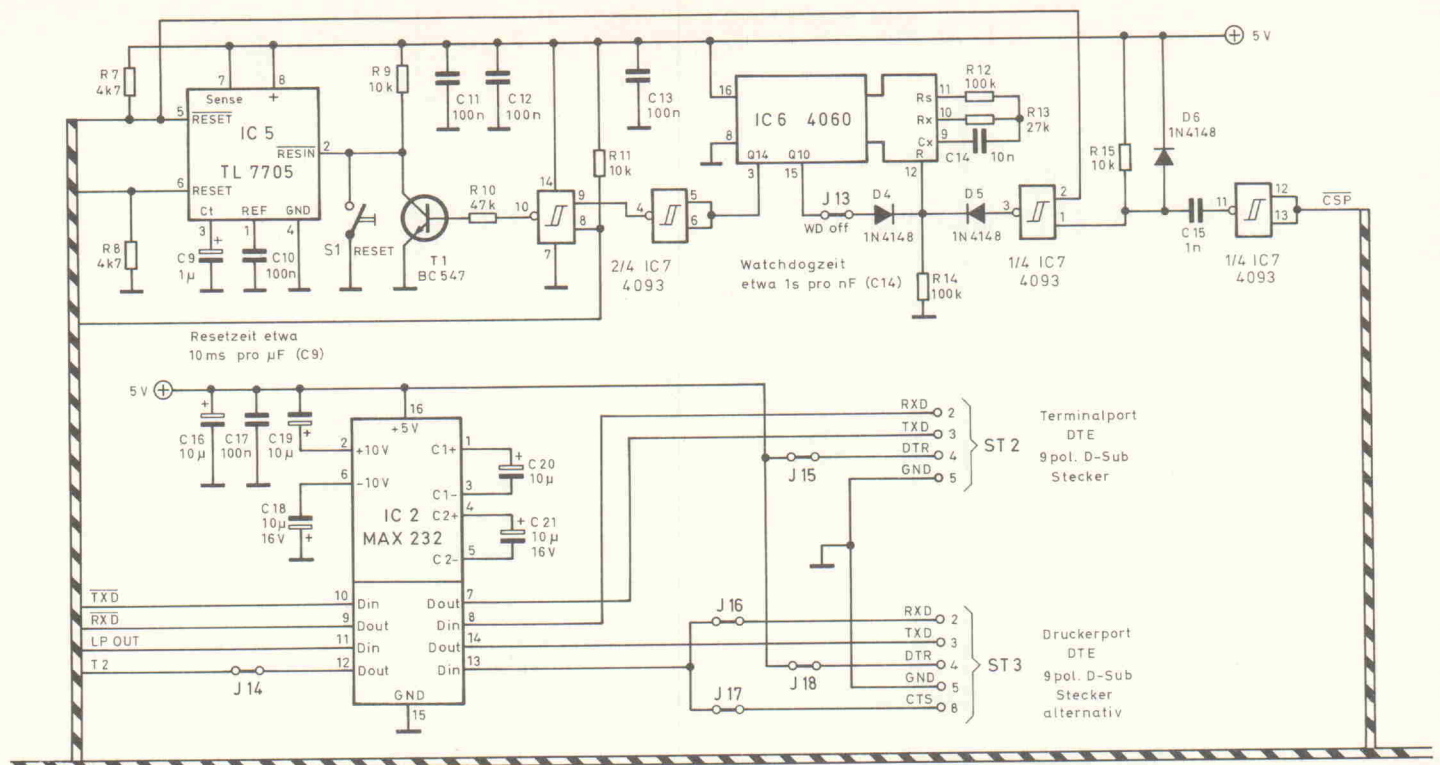
mehr) und müssen gegebenenfalls vor der Bestückung der Platine bearbeitet werden. Das gleiche gilt für das Assembler-EPROM. Hier ist die Platine zur Verwendung mit 8- oder 16-KByte-Speichern vorbereitet. Für 32-KByte-EPROMs muß man die Verbindung zwischen Pin 27 und A14 ändern. Beide Speicher sind im Adreßbereich 0000h...7FFFh selektiert, so daß ein 8-KByte-EPROM viermal gespiegelt erscheint. Die Freigabesignale heißen /CSRAM und /CSASS.

Der folgende Bereich 8000h...BFFFh (16 KByte) beherbergt das BASIC-EPROM. Dieser Speicher ist auf der Karte programmierbar und wird mit /CSBAS aktiviert. Auch hier darf man ein 8-KByte-EPROM einsetzen, das dann einmal gespiegelt im Adreßraum vorkommt.

Die Programmierung der Prozessoren Z80, 8080 und 8085 läßt eine Unterscheidung zwischen Speicherzugriffen und Operationen mit Ein-/Ausgabebaugruppen zu. Die dazu erforderlichen Signale /MREQ (Memory Request) und /IORQ (Input-, Output Request) finden sich deshalb auch auf dem ECB-Bus wieder, werden aber von den 8051-Controllern nicht bereitgestellt. Das GAL erzeugt diese Signale bei Zugriffen in bestimmten Adreßbereichen. Beide Bereiche liegen für den 8052 im externen Datenspeicher. Mit einem weiteren Signal /M1 (Machine Cycle One) geben Z80-CPU's an, daß das erste Byte Programmcode gelesen wurde. Ferner wird dieses Signal benötigt, um vektorisierte Interrupts verarbeiten zu können. Im Bereich C000h...DFFFh (8 KByte) ist das Bussignal /MREQ aktiv. Durch Banking adressiert der Rechner 64 KByte externen Speicher in

Bild 3. Zentrales: Controller, Speicher und EPROM-Programmiereinrichtung.

derlichen Signale /MREQ (Memory Request) und /IORQ (Input-, Output Request) finden sich deshalb auch auf dem ECB-Bus wieder, werden aber von den 8051-Controllern nicht bereitgestellt. Das GAL erzeugt diese Signale bei Zugriffen in bestimmten Adreßbereichen. Beide Bereiche liegen für den 8052 im externen Datenspeicher. Mit einem weiteren Signal /M1 (Machine Cycle One) geben Z80-CPU's an, daß das erste Byte Programmcode gelesen wurde. Ferner wird dieses Signal benötigt, um vektorisierte Interrupts verarbeiten zu können. Im Bereich C000h...DFFFh (8 KByte) ist das Bussignal /MREQ aktiv. Durch Banking adressiert der Rechner 64 KByte externen Speicher in



acht Blöcken. Die Auswahl der Blöcke erfolgt mit einem Banking-Flipflop (Bild 5, IC 11). In diesem Speicher können sowohl BASIC-Programme als auch Daten abgelegt werden.

Für den I/O-Bereich wird von der Controller-Karte im Adreßbereich E000h...F7FFh (6 KByte) das Bussignal /IORQ generiert. Um auf einen Interrupt reagieren zu können, erzeugt das GAL für den Adreßbereich F000h...F7FFh (2 KByte) gleichzeitig mit /IORQ auch das Signal /M1. Damit kann der Controller die Herkunft einer Unterbrechungsanforderung feststellen. Der I/O-Bereich ist somit erheblich größer als die 256 Byte in original ECB-Systemen, was beispielsweise den Einsatz von PC-Steckkarten unterstützt.

Der Adreßbereich F800h bis FF7Fh ist für spätere Erweiterungen auf einer Huckepackplatte reserviert. Hier kann zum Beispiel eine Anschaltung für Tastatur und LC-Display Platz finden.

Ab Adresse FF80h findet die Selektierung des Banking-Flipflop mit /CSP statt. Nach einer Schreiboperation liegen an den Adreßleitungen A15, A14 und A13 des ECB-Systems die Datenbits D7, D6 und D5 der CPU an. Damit selektiert der Controller die oben beschriebenen acht Speicherblöcke. Gleichzeitig setzt jeder (Schreib- oder

Lese-)Zugriff auf diese Adresse den Watchdog zurück.

Die Echtzeituhr ist im Bereich FFC0h...FFFFh mit der Steuerung /CSRTC aktiv.

EPROM-Brenner auf dem Board

Auf der Controller-Karte ist eine EPROM-Programmiereinrichtung (Bild 3) für BASIC-Programme, die zuvor im RAM-Bereich getestet wurden, vorgesehen. Die Programme sind dann automatisch, nach Anlegen der Betriebsspannung, ausführbar. Ferner kann man im EPROM für Stand-alone-Anwendungen Parameter wie die Baudrate ablegen beziehungsweise das automatische Löschen des RAMs nach dem Einschalten unterbinden.

Damit die Programmierung 'on Board' stattfinden kann, müssen die Programmierspannung V_{pp} (12,5 V oder 21 V) und die Programmierimpulse /PGM am EPROM anliegen. Ferner sollen die Daten und Adressen am IC für einige Zeit stabil bleiben. Die Steuersignale stellt der Controller an den Pins 4, 5 und 6 (Port 1) bereit. Die Leitung /PEN (Program Enable) geht auf Null und steuert über ein Gatter von IC 8 und T 3 (Bild 3) die Programmierspannung. Die niederwertigen Adressen A0...A7 sind im Latch eingefroren, weil ein Gatter von IC 9 das zy-

klische Demultiplexen unterbindet. Zuletzt werden die Programmierimpulse mit dem Signal /PRP und /PGM ausgegeben. Eigentlich könnte IC 8 entfallen, jedoch läßt sich so, durch Abziehen des Jumpers J 12, die Programmeinrichtung abschalten, und die Anschlüsse von Port 1 sind wieder frei verfügbar. Außerdem ist sie in die Logik des Resetsignals mit eingebunden, damit sichergestellt ist, daß bei langsamem Absinken der Betriebsspannung kein versehentliches Überschreiben des Speichers durch undefinierte Pegel möglich ist.

In diesem Zusammenhang seien die Pullup-Widerstände RN 1 (Bild 3, $8 \times 10 \text{ k}\Omega$) erwähnt. Sie sind bedingt durch den internen Aufbau von Port 0 für die Programmierung notwendig. Experimente ergaben, daß auch bei Verwendung eines CMOS-Controllers der Wert nicht wesent-

Bild 4. Nicht alltäglich: Der zusätzliche Drucker-Port (ST3), der Watchdogtimer (IC6) und der Resetgenerator (IC5).

lich größer gewählt werden darf.

Terminal- und Druckerport

An der Frontseite der 8052-Europakarte befindet sich ein serieller Terminalanschluß (Bild 4, ST 2). Die Pinbelegung und die Pegel entsprechen der RS-232-C-Vereinbarung. Der Anschluß ist als DTE (Data Terminal

Lese- und Schreiboperationen

/RD	/WR	/IORQ	/MREQ	/M1	
0	1	0	1	1	lesen I/O
1	0	0	1	1	schreiben I/O
0	1	1	0	1	lesen Speicher
1	0	1	0	1	schreiben Speicher
X	X	0	1	0	lesen Int-Adresse

Bei Lese- und Schreibzugriffen generiert die Karte abhängig vom selektierten Speicherbereich die Signale /IORQ, /MREQ und /M1.

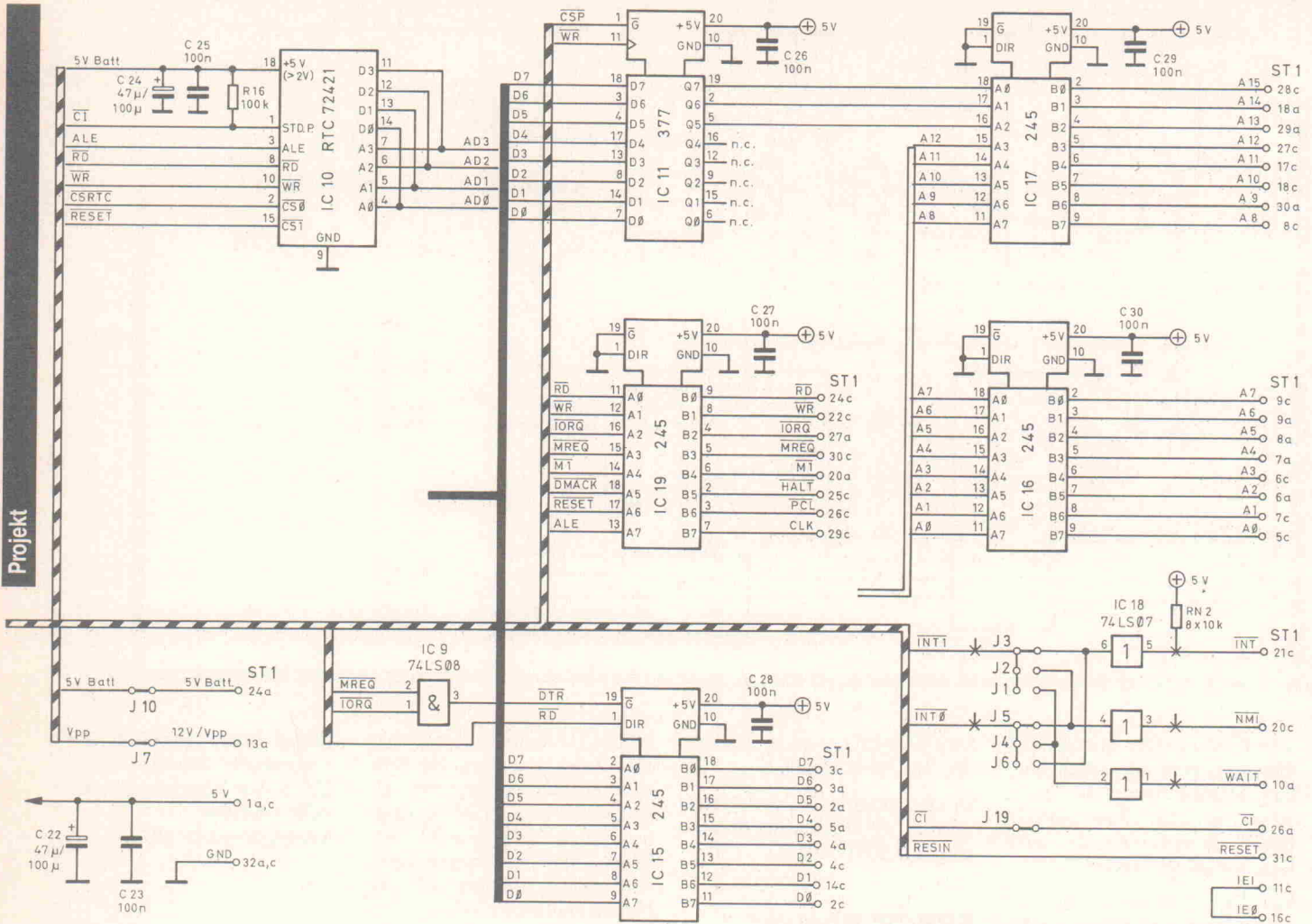


Bild 5. Für den Anschluß zur richtigen Zeit sorgen die Echtzeituhr und die EC-Bus-Anschaltung.

Equipment, Datenendeinrichtung) ausgeführt, so daß ein Nullmodemkabel verwendet werden kann. Als Pegelkonverter dient ein MAX 232. Handshake-Leitungen sind nicht vorhanden, jedoch kann man mit dem Jumper J 15 die Betriebsspannung auf den Anschluß DTR (Pin 4) legen, um eventuell angeschlossene Schaltungen oder das Terminal mit Spannung zu versorgen. Die Grundeinstellung der Schnittstelle ist asynchron, 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Stoppbit, kein Paritätsbit, XON/XOFF-Handshake. Der BASIC-Interpreter startet nach dem Einschalten zunächst eine automatische Baudratenerkennung. Dazu ist es nötig, am Terminal die Space-Taste zu betätigen. Prinzipiell sind Übertragungsraten bis 19 200 Bit/s möglich, man liegt jedoch mit 9600 Bit/s auf der sicheren Seite.

Das Verbindungskabel zum Terminal zeigt Bild 6.

Weiter ist ein serieller Druckeranschluß (Bild 4, ST 3) vorhanden. Der 8052 kennt spezielle BASIC-Befehle, mit denen eine Ausgabe über diesen Port möglich ist. Der Druckerport ist unidirektional und unterstützt keinen Handshake. Ein Maschinenprogramm könnte aber die Leitung RXD oder CTS abfragen. Dazu ist mit den Jumpfern J 16, J 17, J 14 eine Verbindung zu Port T2 (P1.0) des Prozessors herzustellen. Wie schon beim Terminal beschrieben, kann auch hier der DTR-Anschluß mit Betriebsspannung verbunden werden (J 18). Die Baudrate des Druckerports ist per Software einstellbar.

Audioschnittstelle

Zum Anschluß eines piezokeramischen Schallwandlers (SBD) wurde der PWM-Ausgang des Prozessors, mit IC 9 (Bild 3) gepuffert, herausgeführt. Das Signal steht am Anschluß ST 6 auf der Platine zur Verfügung. Mit einfachen Programmanweisungen ist es möglich, Warn-

und Signaltöne auszugeben, um zum Beispiel Tastatureingaben zu bestätigen.

Watchdog

In der Entwicklungsphase eines Programms ist es sinnvoll, seinen Ablauf mittels eines Watchdogs zu überwachen. Wenn das Programm in einer Endlosschleife hängen bleibt, wird vom Watchdog-Timer nach spätestens 10 s ein Reset ausgelöst. Fehlerhafte Interrupt-Routinen, Schleifen ohne Abbruchbedingung und ähnliches können deshalb nur begrenzten Schaden anrichten. Die Zuverlässigkeit der Watchdog-Funktion hängt natürlich weitgehend von der Struktur des Programms ab: Innerhalb einer Endlosschleife zurückgesetzt, nützt diese Einrichtung auch nichts.

Der relativ lange Zeitraum von 10 s wurde gewählt, um auch eine Nutzung unter BASIC zu ermöglichen. Die Watchdog-Zeit kann man durch Austausch eines Kondensators in weiten Grenzen variieren. Zur Realisierung wurde ein freilaufender RC-Oszillator mit integriertem

Zähler (Bild 4, IC 6) verwendet. Frequenzbestimmend sind die Widerstände R 12 und R 13 sowie der Kondensator C 14. Bei der gegebenen Dimensionierung schwingt der Oszillator mit 1,6 kHz. Nach 2^{14} Impulsen, entsprechend 10 s, resultiert das Resetsignal. Findet vorher ein Schreib- oder Lesezugriff auf das Banking-Flipflop statt (Adresse FF80h...FFBFh), so ist die Leitung /CSP kurze Zeit logisch Null. Die ansteigende Flanke

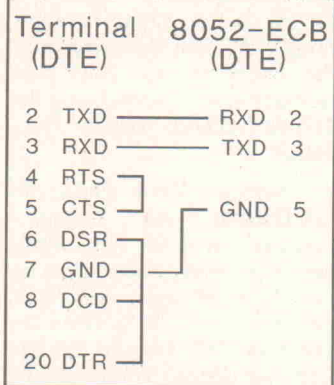


Bild 6. Die RS-232-Verdrahtung zum Terminal.

dieses Signals setzt, über IC 7 und C 15, den Zähler zurück. Über den Jumper J 13 kann man dem Zähler regelmäßig ein Rücksetzsignal vom Ausgang Q10 des Teilers zuführen, wenn der Watchdog nicht notwendig ist. Der Jumper muß unbedingt stecken, solange der Rechner vom Terminal aus programmiert wird. Die Watchdog-Funktion ist nur während der Programmausführung sinnvoll.

Resetgenerator

Als Resetgenerator wurde der integrierte Baustein TL7705 (Bild 4, IC 5) verwendet. Nach Anlegen der Betriebsspannung versetzt dieses IC den Prozessor und angeschlossene Peripherie in einen definierten Startzustand. Außerdem startet es die Watchdog-Schaltung.

Ein Resetsignal wird durch Absinken der Betriebsspannung, durch den Watchdog, durch Betätigen des Tasters an der Frontseite des Rechners oder durch Anlegen eines Low-Signals am Reseteingang des EC-Busses erzeugt. Der Resetzyklus dauert etwa 10 ms, was

ausreicht, um die Schaltung zu initialisieren und auch dem Quarzoszillator genügend Zeit zum Anschwingen läßt. Für diesen Zeitraum ist das batteriegepufferte RAM deselektiert, weil T 2 (Bild 3) die Chip-Select-Leitung unterbricht. Wie oben beschrieben, wird vorsichtshalber auch die Programmierlogik für das BASIC-EPROM abgeschaltet.

Die richtige Uhrzeit

Für viele Aufgaben der Meß- und Regelungstechnik ist es unabdingbar, Uhrzeit und Datum sofort nach dem Einschalten verfügbar zu haben. Zwar besitzt der 8052-Prozessor eine interne Uhrenfunktion, jedoch ist sie nicht batteriegepuffert zu betreiben. Aus diesen Gründen wurde auf der Controllerkarte ein integrierter Uhrenbaustein RTC72421 (Bild 5, IC 10) vorgesehen. Der Uhrenbaustein enthält einen Schwingquarz und ermöglicht so einen äußerst platzsparenden Aufbau. Zudem ist die Uhr buskompatibel und vereinfacht damit die Programmierung, weil kein zusätzlicher Portbaustein notwendig ist. Der

Uhrenchip ist batteriegepuffert, was aufgrund des äußerst geringen Ruhestroms von etwa 1,5 µA einen Datenerhalt über theoretisch 800 Tage erlaubt. Der Fehler durch Temperaturschwankungen liegt bei maximal 1 s...2 s pro Tag. Alle gewöhnlichen Zeit- und Datumsfunktionen sind vorhanden, und zusätzlich ist ein programmierbarer Interrupt-Ausgang vorgesehen. Dieser Anschluß wird regelmäßig, auch ohne Betriebsspannung, gegen Masse geschaltet und kann zum Beispiel ein Netzteil und damit den Rechner einschalten. Dieser Interruptausgang ist mit dem EC-Bus verbunden und mit /Ci wie 'Calling Indicator' bezeichnet.

Businterface

Zum Betrieb benötigt die Rechnerkarte nur eine Betriebsspannung von +5 V bei etwa 350 mA. Bestückt man die Platine mit sparsamer HC- oder HCT-Logik und einem CMOS-Prozessor, geht der Verbrauch auf etwa 50 mA zurück. Betreibt man die Programmierereinrichtung, sind auch noch 12,5 V

Spannungen am EC-Bus

+5 V	1a, 1c
+5 V Batt.	24a
*-5 V	15a
*+12 V (21 V)	13a, (19a)
*-12 V	13c, (14a, 15c, 15a)
*+15 V	19a
*-15 V	15c
GND	32a, 32c

Tabelle 1. Kritische Spannungen am EC-Bus sind mit * gekennzeichnet.

oder 21 V Programmierspannung bereitzustellen. Hierfür ist Pin 13a zuständig. Sollte der Anschluß mit anderen Signalen belegt sein, muß Jumper J 7 offen sein. Der auf der Platine vorhandene Akku kann auch anderen Baugruppen zum Datenerhalt dienen. Dazu wird die Spannung über Jumper J10 auf den Busanschluß 24a gelegt.

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unserer Broschüre, in der wir die meisten der seit 1981 von 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 & BROMs

ein Informationsheft über den Universalprogrammierer ALL-03 von HiLo System Research. Dieser "Allesbrenner" wurde u. a. in mc3/91 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.

MOPS 11

Ein kleiner, flexibler und sehr preiswerter HC11-Rechner mit großer Software-Umgebung. Vorgelegt 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

UCASM - univers. Werkzeug

Von Frank Mersmann geschriebener und in mc 2/91 erstmals vorgestellter tabellenorientierter

Cross-Assembler mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit. Mit "Ziel-Tabellen" für 40 verschiedene 8-Bit-CPUs. Andere Prozessoren können Sie selbst einbinden.

UCASM V.6.1 tabellenorientierter Cross-Assembler für 8-Bit-CPUs. 2 Disketten mit ausführlichem deutschem Handbuch 248,—DM

EMUF-734

Der "SUPER-6502" single-boarder aus mc 11/91 mit Mitsubishi-Controller M50734. Vorgestellt von P. Thews, A. Korn und U. Meyer. Mit gutem SW-Monitor.

EMUF-734/BS, Bausatz enth. die Leerkarte und sämtliche zum Aufbau nötigen aktiven, passiven und mech. Bauteile, incl. Präzi-Fassungen, 32kB, stat. RAM und Software-Monitor 198,—DM
EMUF-734/FB, Fertigkarte, Umf. wie /BS 258,—DM

ALL-03

der "ALLESBRENNER" für PALs & GALs & EPROMs & EEPROMs, BROMs & MPUs usw. Angeschlossen an einen PC/XT/AT ist der ALL-03 ein notwendiges und für jeden ernsthaften Entwickler, nun auch erschwingliches Werkzeug. Mit dem ALL-03 lassen sich derzeit über 1300 verschiedene ICs programmieren. Fordern Sie unsere Information ab oder lassen Sie sich den ALL-03 bei einem unserer Händler vorführen. Wir bieten Ihnen auch PLD-Software zum ALL-03 und empfehlen AMDs PALASM4.

Der Preis für den ALL-03 schließt auch einen kostenlosen SW-update innerhalb von 6 Monaten nach Kauf ein und ein deutsches Handbuch.

Der Preis für den ALL-03 beträgt 1450,—DM

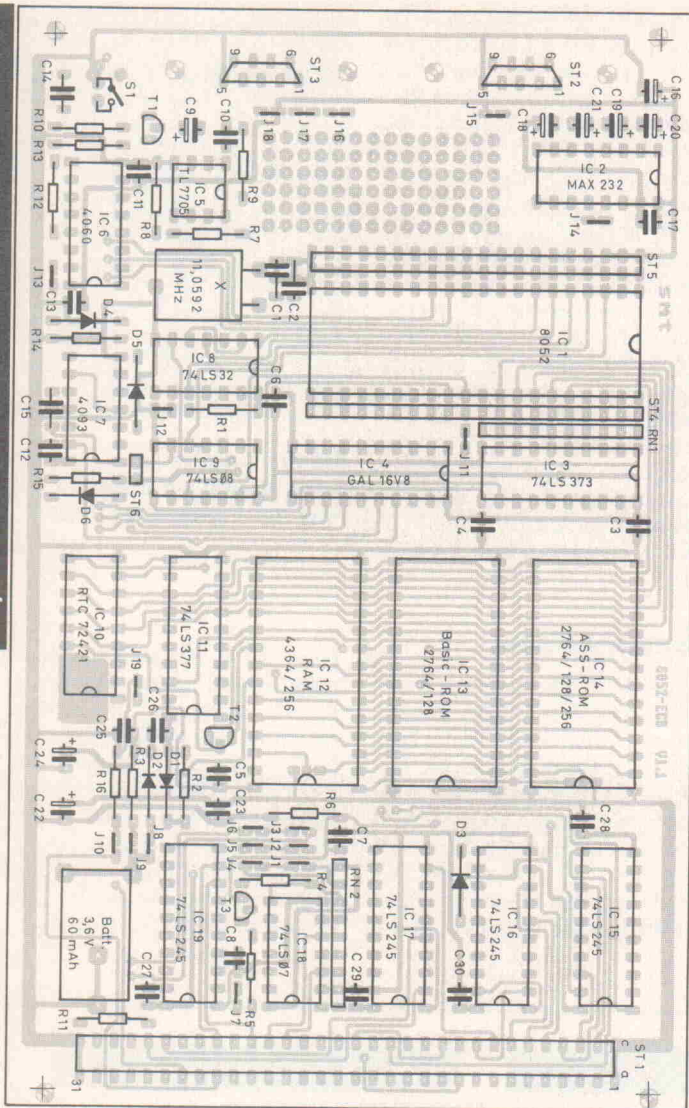
Ca. 40 versch. Adapter sind z.Zt. lieferbar, z. B.:
3-EP32, 4 Sockel f. EPROMs 512K - 1M 325,—DM
3-EP40, 4 Sockel f. EPROMs über 1M 325,—DM
3-16V8, 4 Sockel f. 16V8GALS, NS/Lattice 325,—DM
3-20V8, 4 Sockel f. 20V8GALS, NS/Lattice 325,—DM
3-48F, 4 Sockel für 8748 Serie 325,—DM
3-PLÉP, 2x28PLCC-1, 1x32PLCC-EPROM 325,—DM
3-MACH, Sockel f. AMD MACH 110/210 370,—DM
Weitere Adapter auf Anfrage.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88, 4930 Detmold
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 61 97

oder	BERLIN	0 30/7 84 40 55
	HAMBURG	0 41 54/28 28
	BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
	MÜNSTER	02 51/79 51 25
	AACHEN	02 41/87 54 09
	FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
	MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
	LEIPZIG	09 41/28 35 48
	SCHWEIZ	0 64/71 69 44
	ÖSTERREICH	02 22/250 21 27

HANNOVER
MESSE '92
1.-8. APRIL 1992



Die Stiftleisten beiderseits der CPU erlauben Erweiterungen im Huckepack-Verfahren.

Einige Erweiterungskarten und ältere CPU-Baugruppen sind etwas anspruchsvoller und erwarten auch -5 V sowie $\pm 12\text{ V}$ oder $\pm 15\text{ V}$. Da leider verschiedene Hersteller von EC-Buskarten die Belegung nicht immer ganz einheitlich handhaben, sollte man beim Anschluß eines Netzteils vorsichtig vorgehen. Die kritischen Spannungen sind in Tabelle 1 mit einem Stern versehen, die Pinnummern in Klammern sind seltener in Verwendung.

Die Datenleitungen D0...D7 sind nur bei Zugriffen der Rechnerkarte auf den Bus aktiv. Solange Programme oder Daten aus den Speicherbereichen auf der CPU-Karte verarbeitet werden, sind die Datenleitungen hochohmig. Bei Schreibzugriffen auf den Bus liegen hier die gemultiplexten Daten und niederwertigen Adressen an. Für Eigenentwicklungen kann dies von Vorteil sein, in Verbindung

mit normalen ECB-Karten stört es nicht. Die Richtungsumschaltung des Treibers erfolgt mit /RD, der Lesesteuerung des Prozessors.

Die Adressen A0...A15 (entsprechend 64 KByte Adreßraum) sind immer aktiv, auch wenn kein Buszugriff stattfindet. Adressen sind Ausgänge der Rechnerkarte und werden mit IC 16 und IC 17 (Bild 5) niederohmig bereitgestellt.

IC 19 puffert einige Steuersignale: Die Schreib- und Lesesteuerung erfolgt mit den Signalen /RD und /WR. Beide sind 'Low Activ', Ausgänge der CPU-Karte und die Richtung ist aus der Sicht des Prozessors angegeben. Sie liegen immer am Bus, auch wenn kein Datenaustausch mit externen Baugruppen erfolgt.

Die Signale /IORQ, /MREQ und /M1 sind am Bus ebenfalls

Stückliste

Halbleiter:

D1, D3...D6	Diode, 1N4148 o. ä.	1p, RM2,54/5,08
D2	Schottky-Diode, 2SD101 o. ä.	C14 10n, RM2,54/5,08
T1	BC547B o. ä.	C3...C8, C10...C13, C17, C23, C25...C30 Keramik, 100n, RM2,54
T2	V-MOS-FET, BS170	C9 Elko, 1µ, 10V, RM2,54
T3	BC 557B o. ä.	C16, C18, C19...C21 Elko, 10µ, 16V, RM2,54
IC1	8052AH-BASIC, Version 1.1	C22, C24 Elko, 47µ/100µ, 10V, RM2,54
IC2	MAX232	
IC3	74LS373	
IC4	GAL 16V8(Q), programmiert 32k-V1.1	
IC5	TL7705	
IC6	4060	
IC7	4093	
IC8	74LS32	
IC9	74LS08	
IC10	RTC72421	
IC11	74LS377	
IC12	RAM, 43256-150	
IC13	EPROM, 2764 (opt. 27128), 12V- o. 21V-V _{pp} für Basicprog.	
IC14	EPROM 2764, 27128 oder 27256 für Assemblerprog.	
IC15...IC17, IC19	74LS245	
IC18	74LS07	

Widerstände:

RN1	Widerstandsarray SIL 9 × 10k	1 Stiftleiste, gerade 2,54 mm, einreihig, 42pol.
RN2	Widerstandsarray, SIL 8 × 10k	1 Stiftleiste, gerade 2,54 mm, zweireihig, 58pol.
R3	Metallfilm, 1k3	15 Jumper
R4, R7, R8	Metallfilm, 4k7	1 IC-Fassung, 8pol.
R1, R5, R6, R9, R11, R15	Metallfilm, 10k	4 IC-Fassungen, 14pol.
R13	Metallfilm, 27k	2 IC-Fassungen, 16pol.
R10	Metallfilm, 47k	1 IC-Fassung, 18pol.
R2, R12, R14, R16	Metallfilm, 100k	7 IC-Fassungen, 20pol.
		2 IC-Fassungen, 28pol.
		1 Nullkraftsockel, 28pol. NIF28
		1 IC-Fassung, 40pol.

Kondensatoren:

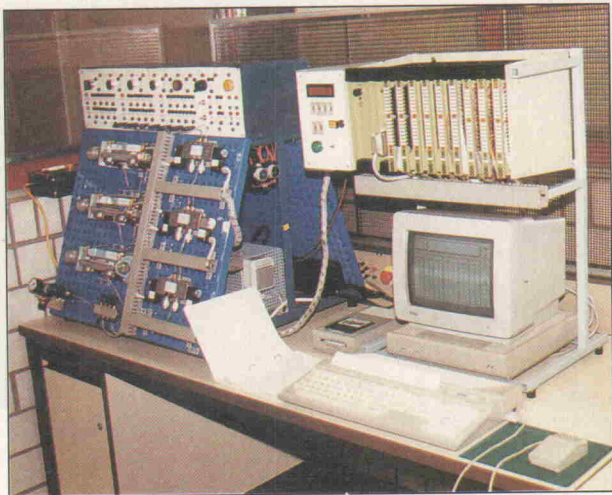
C1, C2	Keramik, 33p, RM2,54/5,08	1 Akku Varta 3,6V 60mAh oder Lithiumbatterie
C15	Keramik,	1 Platine '8052-ECB V1.1'

auf Null und initialisiert damit die angeschlossenen Baugruppen. Das gleiche geschieht bei einem Druck auf den Taster an der Frontplatte des Rechners.

Bei einigen ECB-Karten ist die Funktion etwas anders: Hier werden die Karten durch Low-Signal am Anschluß /RESET initialisiert. Der Taster auf der Rechnerplatine zeigt bei diesen Baugruppen keine Wirkung.

An dieser Stelle muß auf die nächste BasiControl-Folge verwiesen werden, in der es mit der EC-Bus-Beschreibung weitergeht. Außerdem ist die Programmierung des Systems und das Memory-Card-Interface ein Hauptthema des zweiten Teils.

Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



Entwicklungs- und Testumgebung für SPS

'SPS-Eule' für Atari ST/STE

Diese Software stellt dem Anwender von speicherprogrammierbaren Steuerungen eine leistungsfähige und schnelle Testumgebung bereit. Da die Software-Entwickler zugleich Anwender des Programms sind, gibt es regelmäßige Updates, die die technische Entwicklung berücksichtigen.

Die Ausbildungsversion wird bereits in der Facharbeiterausbildung eingesetzt und ist örtlich seit Ende 1990 fester Bestandteil der Abschlußprüfungen.

Für viele Fachkräfte macht die SPS-Technik nur einen begrenzten Bereich ihrer Aufgaben aus. So ergibt sich häufig die Situation, daß der erlernte und noch nicht gefestigte Stoff schon nach

wenigen Wochen verblaßt, oder, wegen mangelnder Übung, gar vergessen wird. SPS-Eule bietet in dieser Situation die Möglichkeit des regelmäßigen Trainings.

Das Programm, das mit einem ausführlichen Handbuch geliefert wird, bietet unter anderem:

- moderner AWL-Editor
- Bedienfeld-Editor zur Simulation der Anlage
- Prozeßabbild für die Bearbeitung
- Prozeßabbild für den Test – Befehlssatz mit mehr als 80 Grundbefehlen
- 2 Editoren plus Compiler
- Prozeßabbild mit 1023 Adressen für jeden Operanden

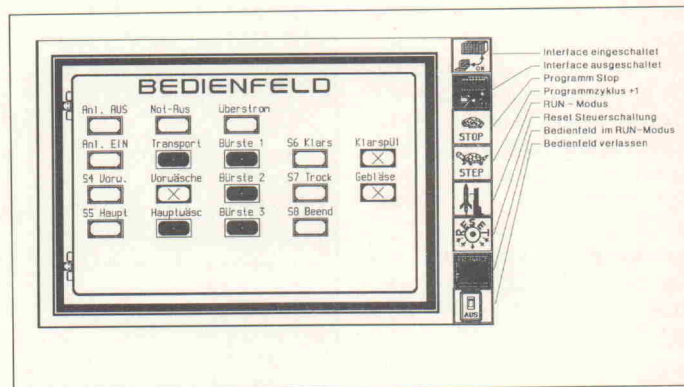
Der Bedienfeld-Editor verbindet die Zuordnungsliste mit dem Programm und simuliert die Bedienelemente. Die Übersetzung der Anweisungsliste übernimmt der Compiler. Er arbeitet, vom Anwender unbemerkt, im Hintergrund, mit einer Übersetzungsgeschwindigkeit von circa 1 s für 1000 Binärverknüpfungen. Die angegebenen Zeiten beziehen sich auf eine Prozessortaktfrequenz von 8 MHz.

Die Ausbildungsversion SPS-Eule wird zum Einführungspreis von DM 199,- (inkl. MwSt) zuzüglich Versandkosten angeboten. Zum Kennenlernen gibt es eine Demodiskette und ein A3-Poster mit dem kompletten Befehlssatz, der Preis beträgt DM 10,-.

Die Profiversion unterscheidet sich von der Ausbildungsversion durch die Schnittstellen. Diese Versionen sind an den Bedarf des Anwenders kundenspezifisch angepasst, wobei Mindestabnahmemengen zu berücksichtigen sind.

Das Farbfoto zeigt eine angepaßte Version der SPS-Eule mit einer industriellen Steuerung. Die CPU-Karte ist aus dem Automatisierungsgerät ausgebaut. Mit einem Interface-Baustein steuert der ST die Eingangs- und Ausgangskarten des Automaten. Die weiße Box mit Datenschaltern, Anzeigen und Steckbuchsen dient als I/O-Erweiterung für BCD-Werte und zur Ansteuerung einer Elektropneumatik.

SIM-SOFT
Michael Schwartz
Bliestalstr. 105
6653 Blieskastel
Tel.: 0 68 42/41 54



Das Bedienfeld im Run-Modus, Beispiel Autowaschstraße: 'Hauptwäsche angewählt'.

Elektronik-Übungsplätze

NEU

**ETS 2020 »Praxis-Trainer«
... Ein Superboard.**

NEU

Vergoldete 2mm-/4mm-Buchsen * Reale Bauteile
direkt stecken * vom Widerstand bis zur CPU
Zubehör: EUROCARDS/MESSPLATINEN/PRÜFADAPTER

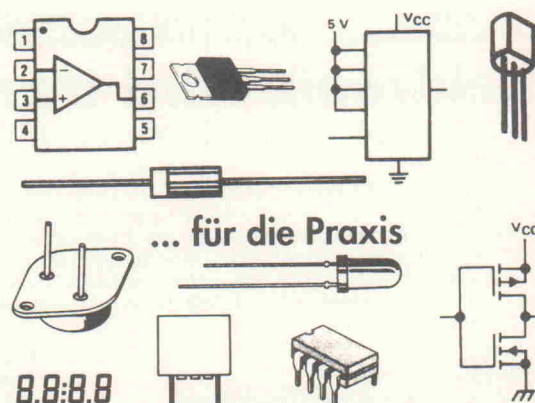
**Fordern Sie jetzt
unsere INFO's an** **Tel. 02324-71191**

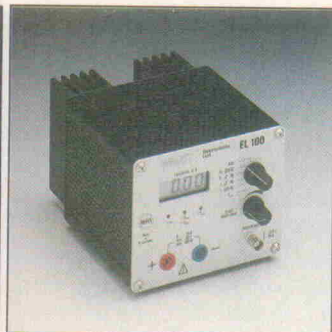
LABOREINRICHTUNGEN + LEHRSYSTEME



ATLAS micro

Wuppertaler Str. 22
D-4322 Sprockhövel 1





Elektronischer Schiebewiderstand

In den meisten Schulen und anderen Lehrinrichtungen werden noch die konventionellen Schiebewiderstände eingesetzt, die über keine Anzeigen verfügen, unhandlich und ungenau sind. Für die elektronische Last UNIWATT EL 100, die laut Hersteller primär für die Ausbildung entwickelt wurde, treffen diese Aussagen nicht zu. Die Einstellung der Last erfolgt wahlweise über ein 10-Gang-Potentiometer oder über einen analogen Steuereingang.

Das Gerät, das mit Batteriespeisung arbeitet, dient zur schnellen und präzisen Simulation eines Gleichstromverbrauchers bis 100 W bei einem maximalen Laststrom von 20 A. Somit können auch Batterien netzunabhängig geprüft werden. Eine Leistungsbegrenzung sowie Schutzfunktionen (für Überspannung, Überstrom, Übertemperatur und Verpolung) machen das Gerät 'schülersicher'. Der Preis wird mit DM 497,- zuzüglich MwSt. angegeben.

BEHA GmbH
Postfach 40
D-7804 Glöttental
Tel.: 0 76 84/80 09-0
Fax: 0 76 84/80 09-10

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Die
**Technische Akademie
Esslingen**
Postfach 12 69
D-7302 Ostfildern
bietet folgende Seminare
an:

18. - 20. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15116/73355
Digitale Übertragungstechnik - PCM-Grundlagen und Meßverfahren
Teilnahmegebühr: DM 723,-

19. - 20. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15121/38097
Elektrostatische Aufladung
Teilnahmegebühr: DM 590,-
sFr 500.00
Ort: Sarnen

23. - 24. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15147/73357
EMV-konforme Entwicklung von Schaltungen, Geräten und Systemen
Teilnahmegebühr: DM 553,-

23. - 24. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15142/21415
Patentliteratur und ihre Nutzung, Teil A
Teilnahmegebühr: DM 545,-

25. - 27. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15160/73343
Hochfrequenz- und Mikrowellenmeßtechnik, Teil A
Teilnahmegebühr: DM 729,-

25. - 27. 03. 1992
Sem.-Nr.: 15161/74203
Analog/Digital- und Digital/Analog-Umsetzer
Teilnahmegebühr: DM 696,-

Das
Haus der Technik e. V.
Hollestr. 1
W-4300 Essen 1
veranstaltet folgende
Seminare:

23. - 25. 03. 1992
Sem.-Nr.: F-10-319-075-2
Einführung in den Entwurf vom VLSI-Schaltungen
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 1.290,-
Nichtmitglieder: DM 1.350,-

25. + 26. 03. 1992
Sem.-Nr.: T-10-316-073-2
USV und Ersatzstromversorgung
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 780,-
Nichtmitglieder: DM 850,-

30. 03. 1992
Sem.-Nr.: S-10-324-075-2
Fuzzy Logic
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 610,-
Nichtmitglieder: DM 650,-

Die
**Technische Akademie
Wuppertal e. V.**
Hubertusallee 18
W-5600 Wuppertal 1
bietet folgende Seminare
an:

16. - 18. 03. 1992
Sem.-Nr.: 511255082
Integrationsgerechter Entwurf robuster Analog-CMOS/BICMOS-Schaltungen - Grundlagen - Entwicklung - Simulation
Teilnahmegebühr: DM 1.160,-

23. + 24. 03. 1992
Sem.-Nr.: 511245022
Der IEC-Bus - Automatische Meßwerterfassung - Funktionsweise - Systemtechnik, Geräte und Rechner - Software - Test-Windows/Testbasic-VXI-Bus
Teilnahmegebühr: DM 760,-

26. 03. 1992
Sem.-Nr.: 510235052
Weiterentwicklung von Folientastaturen, vandalen-sicheren Tastaturen, XYZ-Digitalisierungsfeldern
Teilnahmegebühr: DM 430,-

26. + 27. 03. 1992
Sem.-Nr.: 811255222
Der PC als Hilfsmittel in der Elektrotechnik und Prozeß-automatisierung - Experimentalvorträge, Messen, Steuern, Regeln und Simulieren
Teilnahmegebühr: DM 745,-

Das
**Deutsche Institut für
Normung e. V. (DIN)**
Postfach 11 07
W-1000 Berlin 30
gibt folgende Seminare
bekannt:

25. 03. 1992
Sem.-Nr.: S-005-024
Qualitätsnachweise und Produktzertifizierung
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 380,-
Nichtmitglieder: DM 430,-
Ort: Hamburg

Training in Technology · Training in Technology · Training in Technology · Training

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.: 0201-42777, Fax 0201-410683

Einladung zum Dialog:
worlddidac expo '92, Basel,
5. bis 8. Mai 1992, Halle 101



26. 03. 1992
Sem.-Nr.: S-006-009
**Qualitätsmanagement und
Qualitätsverbesserung
ISO 9000-Reihe**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 380,-
Nichtmitglieder: DM 430,-
Ort: Hamburg

Das
**IAM Institut für
angewandte Mikroelek-
tronik e. V.**
Richard-Wagner-Str. 1
W-3300 Braunschweig
bietet folgendes
Seminar an:

**Mikrocontroller 8051 Work-
Shop**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 1.395,-
Nichtmitglieder: DM 1.860,-

Die
**VDI/VDE Gesellschaft
Motorischer Automatisie-
rung GMA**
Postfach 10 11 39
W-4000 Düsseldorf 1
gibt folgende Tagung be-
kannt:

16. - 18. 03. 1992
**Sensoren - Technologie und
Anwendung**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 690,-
Nichtmitglieder: DM 780,-
Hochschulangehörige Mitglie-
der: DM 390,-
Studenten: DM 50,-
Studenten mit Mitgliedschaft:
kostenfrei
Ort: Bad Nauheim

Der
**Verband Deutscher Elek-
trotechniker e. V.**
Stresemannallee 15
6000 Frankfurt/Main 70
veranstaltet folgende
Seminare:

25. 03. 1992
**Datenübertragung auf
Fahrzeugen mittels
serieller Bussysteme**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 340,-
Nichtmitglieder: DM 400,-
Korporative Mitglieder:
DM 370,-
Studenten: DM 50,-
Ort: Nürnberg

29. + 30. 04. 1992
**Netzanbindung von regenera-
tiven Energiequellen**
Teilnahmegebühr:
Mitglieder: DM 365,-
Nichtmitglieder: DM 425,-
Korporative Mitglieder:
DM 395,-
Studenten: DM 50,-
Ort: Dortmund

Das
**Steinbeis-Transfer-
zentrum Prozeß-
automatisierung**
Doggenriedstr. 40
W-7987 Weingarten
bietet folgendes Seminar
an:

11. - 13. 03. 1992
**CAN - Aufbau, Funktion und
Programmierung
von CAN-Bus-Netzwerken**
Teilnahmegebühr: DM 1.500,-
zzgl. MwSt.

EPLDs und ASICs

Atlantik Elektronik führt in mehreren Städten Seminare über EPLDs und ASICs von Atmel durch. Peter Clarke vom europäischen Design Centre in England wird in deutscher Sprache vortragen.

Zu EPLDs lauten die Themen:

Hochleistungs-Entwick-
lungstools von Drittherstel-
lern (z. B. Data I/O Isdata)
für kostengünstigen Design-
Einstieg

ATV 750: neue hochlei-
stungsfähige EPLD-Lösung
im 24-Pin-Gehäuse

ATV 2500: 44-Pin-EPLD
mit vollständig ausnutzbarer
Logikstruktur

ATV 5000: zweite Generati-
on für eine hochintegrierte
Logikstruktur im 68-Pin-
Gehäuse

Design Tools: Atmel Abel
(low cost-Entwicklungssoft-
ware für das PLD-Design im
Industrie-Standard)

Zum Agendapunkt ASICs
lauten die Themen u. a.:

High Speed Gate Arrays von
4 K bis 157 K Gatter
Umsetzung von
EPLD/FPGA in Gate Array
Umsetzung bestehender
ASICs in die Atmel-Gate
Arrays
Low Power, 3,3-V-Gate Ar-
rays

Die Termine:
09. 03. 92, München
10. 03. 92, Stuttgart
11. 03. 92, Frankfurt
12. 03. 92, Hamburg
13. 03. 92, Berlin

Das Seminar findet jeweils
von 10.00 Uhr bis 16.00 Uhr
statt. Die Kosten betragen
netto DM 100,- einschließ-
lich Mittagessen und Semi-
narunterlagen.

Atlantik Elektronik
Herr Scheuble/Herr Scholler
Fraunhoferstr. 11a
8033 Martinsried
Tel.: 0 89/85 70 00-0
Fax: 0 89/8 57 37 02

InterBus-S

'Serielle Steuerungsverkabe-
lung kontra Kabelverhau' -
so die Phoenix Contact zu
ihrem InterBus-S-Seminar. Es
vermittelt Anwender-Know-
how für den Einsatz von Sen-
sor/Aktor-Bussen in der Ferti-
gungstechnik sowie im Ma-
schinen- und Anlagenbau.

Termine:
24. 03. 1992, Sindelfingen
25. 03. 1992, Sindelfingen
26. 03. 1992, Fellbach
26. 03. 1992, Braunschweig

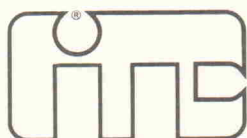
Ab 5. Mai werden bis No-
vember circa 30 weitere Se-
minare zu diesem Thema in
allen Regionen veranstaltet.
Der Seminarpreis von DM
170,- zzgl. MwSt. beinhaltet
Schulungsunterlagen, Mit-
tagessen und Getränke.

Ergänzend bietet Phoenix
Contact Seminare mit den
Themen 'InterBus-C: Auto-
matisieren nach dem Bauka-
stenprinzip' sowie 'Industri-
elle Schnittstellen in Schalt-
schrankgerechten Baufor-
men' an.

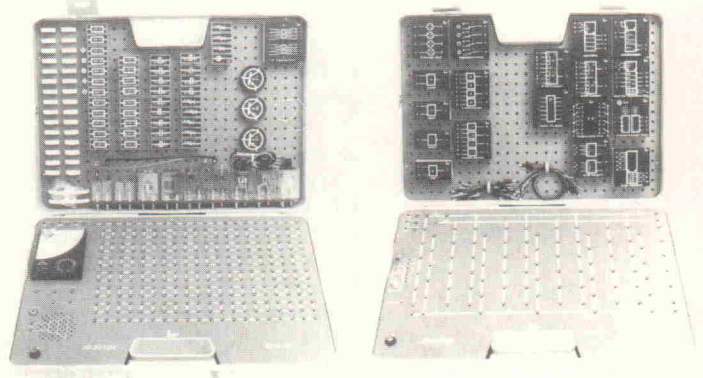
Phoenix Contact
Postfach 13 41
4933 Blomberg
Tel.: 0 52 35/5 50
Fax: 0 52 35/2 00

alles drin!

Wir stellen aus:
DIDACTA BASEL
vom 5. - 8. Mai 1992
Halle: 101, Stand: 223



lehr- und experimentier-
systeme GmbH
Platanenweg 6
D-7992 Tettnang
Tel. Nr. 07542/7205
Fax. Nr. 07542/52466

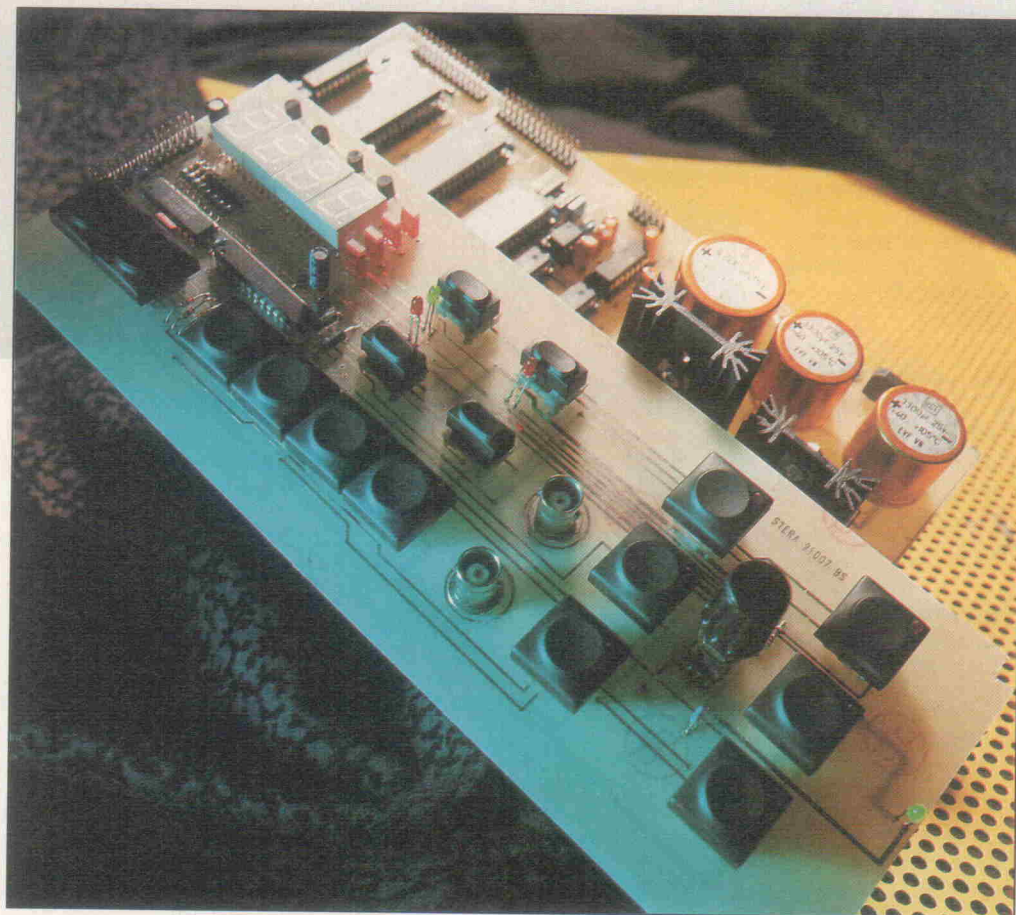


Kurven aus dem EPROM (2)

Ein digitaler Funktionsgenerator für das NF-Labor

Stefan Rappelt

Nachdem sich der erste Teil dieses Artikels hauptsächlich dem Thema 'Ein Filter für fünfzehn Oktaven' und dem damit in unmittelbarem Zusammenhang stehenden Adreßrechner widmete, soll im Mittelpunkt dieser Folge der mit zwei 8-Bit- und einem 10-Bit-D/A-Wandler aufgebaute Analogteil der Schaltung stehen. Ein Blick auf den Aufbau der Betriebssoftware schließlich rundet den Beitrag ab.



In Bild 8 ist der Analogteil des Generators dargestellt. Das MSB der vom Adreßrechner generierten Adresse (SA15) liegt am 'Funktionen-Wandler' IC24 – einem DAC 10 – als SD8 an. Hier dient es, wie gesagt, zur Bestimmung der Polarität des Ausgangssignals.

Auf den Wandler folgt ein Tiefpaßfilter 2. Ordnung, das mit dem OpAmp IC25A realisiert ist. Danach schwächt ein weiterer D/A-Wandler das Signal entsprechend seinem Eingangswort ab: Die gefilterte Funktion liegt an seinem Referenzspannungseingang, während das Steuerbyte LEV0...7 den Ausgangspegel festlegt. Dies funktioniert deshalb so einfach, weil der verwendete D/A-Wandler die Spannung an Pin 14 mit dem angelegten Digitalwort multipliziert: Wird ein Byte 00h als Steuerwort angelegt, ist also auch die Ausgangsspannung an

Pin 4 – unabhängig vom Referenzspannungswert – 0 V, bei Ansteuerung mit FFh gelangt die volle Referenzspannung auf den Ausgang.

Da die verwendeten Wandler über Stromausgänge verfügen, muß jeweils ein OpAmp (IC 25B beziehungsweise IC26B) als Strom-/Spannungswandler am Ausgang liegen. Die folgenden, mit den Pufferverstärkern IC26A, 27A und 27B aufgebauten Stufen schwächen das Signal nochmals um je 20 dB ab, wenn das entsprechende Relais einschaltet. IC30 und IC31 schließlich sind die für die DC-Offset- und Level-einstellung benötigten Latches.

Unmittelbar vor der Endstufe fügt IC28A dem Signal einen DC-Offset hinzu. Dazu addiert dieser OpAmp eine vom 'Offset-D/A'-Wandler IC36 erzeugte Gleichspannung zu der Si-

gnalspannung. Das Ausgangssignal gelangt schließlich auf die aus zwei parallelgeschalteten OpAmps bestehende Endstufe (IC 29), deren Ausgangsimpedanz die Widerstände R27 und R28 auf die studioüblichen 600 Ohm festlegen. Eine hiermit identische Endstufe um den Doppel-OpAmp IC37 wird als Puffer für den Sync-Ausgang benutzt. Als Triggerquelle dient hier das bereits zuvor für den Wandler benutzte Vorzeichenbit (SD8).

Schließlich erkennt man in Bild 8 noch die Stromversorgung (+5 V, ± 15 V), die wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Einige ICs aus Bild 6 (Elrad 2/92, Seite 40) sollen noch kurz angesprochen werden: Da ist zunächst IC19, ein weiteres Latch, welches den Bus zur Bedienplatine (Front-Panel) um ei-

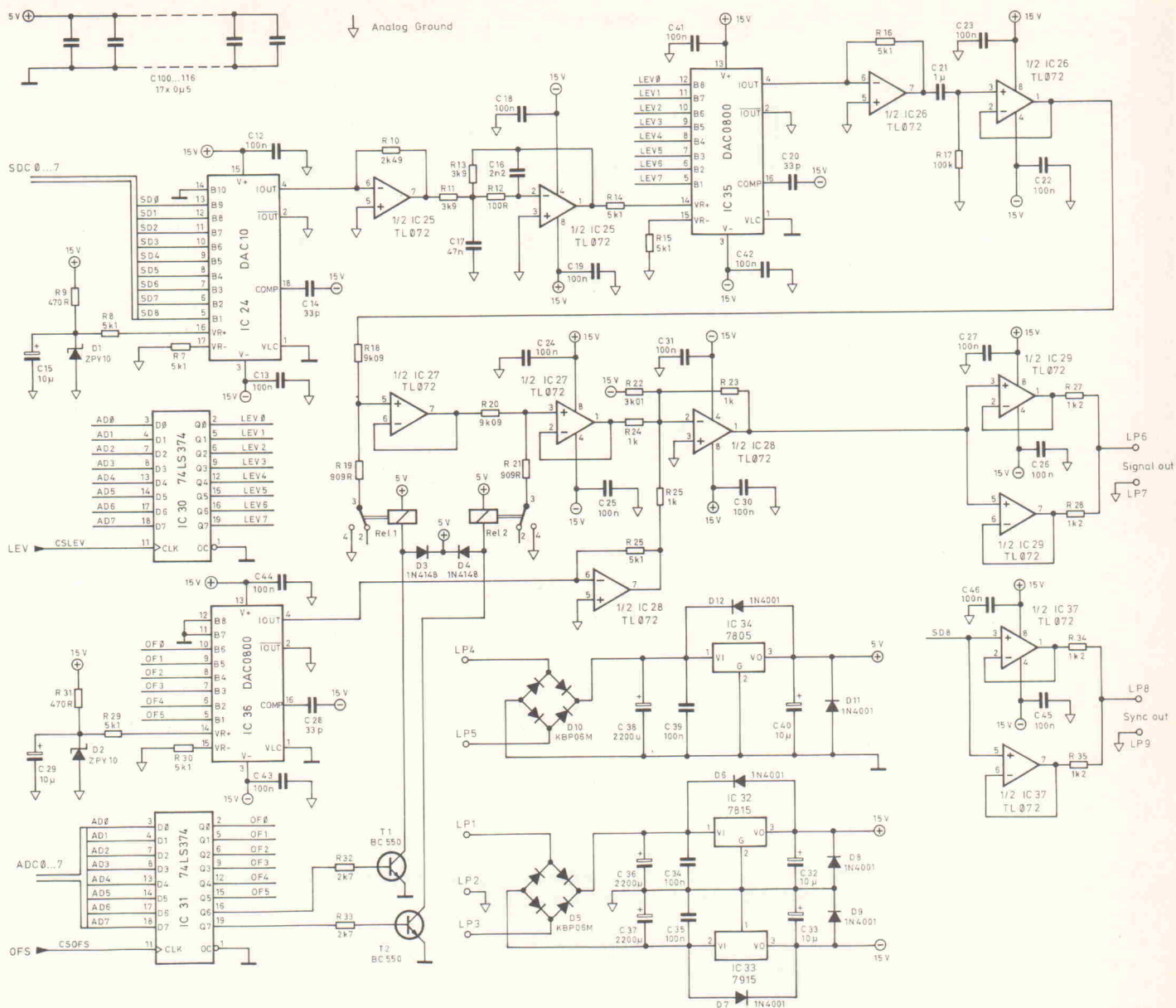


Bild 8. Drei D/A-Wandler bewerkstelligen den Übergang zum Analogteil: Während IC24 als Neun-Bit-Wandler für die Umsetzung der eigentlichen Kurve zuständig ist, stellt IC35 den Ausgangspegel und IC36 den DC-Offset ein. So lassen sich dann gegebenenfalls auch unsymmetrische Kurven erzeugen. Ausgangs- und Triggersignal stehen schließlich mit einer Impedanz von 600 Ohm an den Buchsen an.

nige Leitungen erweitert. Das bereits erwähnte IC12 bedarf noch der IEC-Bus-Treiber IC13 und 14. Da der Buscontroller IC12 selbst bereits mehrfach in Elrad beschrieben wurde – beispielsweise in [1] –, erübrigt sich an dieser Stelle eine nähere Erläuterung. Zur Fernsteuerung via RS-232-Schnittstelle schließlich dient IC16, der ebenfalls altbekannte Treiber vom Typ ICL 232 beziehungsweise MAX 232.

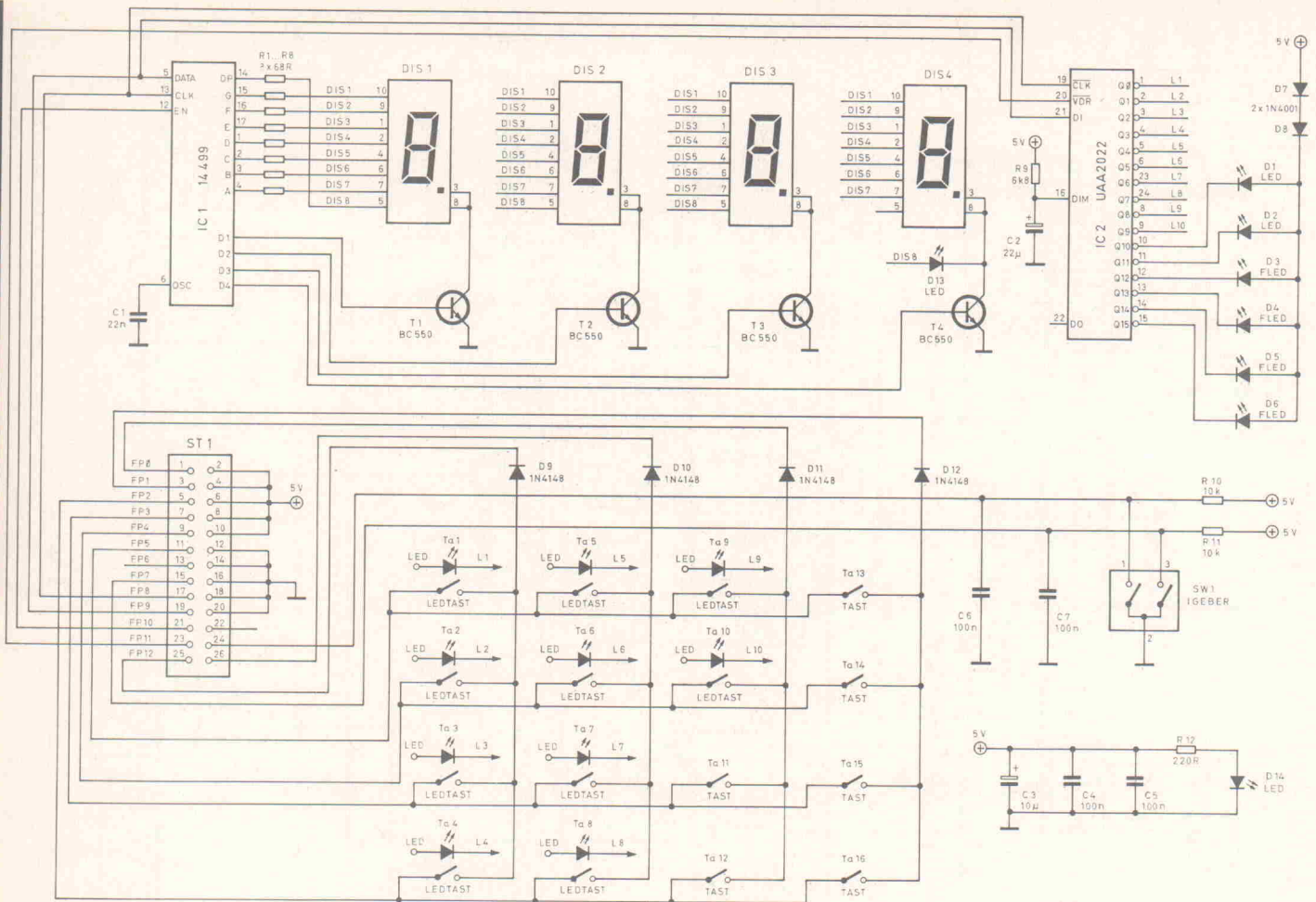
Zur Initialisierung des Systems dient IC18. Es erzeugt beim Einschalten einen Resetimpuls und überwacht während des Betriebs die 5-V-Versorgung. Wenn diese unter 4,6 V absinkt, erzeugt der 7705 so lange einen Reset, bis die Spannung ihren Sollwert wieder erreicht. Für eventuelle Software-Erweiterungen, die ein EEPROM benötigen, ist der 256-Byte-Speicher IC20 (PCD 8582) bereits ins Layout einbezogen.

Fernsteuerung des digitalen Funktionsgenerators

Die Fernsteuerung der einzelnen Funktionen funktioniert einheitlich für beide Schnittstellen. Dazu werden ausschließlich ASCII-Zeichen übertragen. Jeder Befehl besteht aus einem Buchstaben sowie – falls nötig – einer nachfolgenden Zahl und Einheit. Die nebenstehende Liste gibt die Befehle wieder. Dazu einige Erläuterungen:

- xxxx steht für eine Zahl im gültigen Bereich. Bei ungültigen wird der nächste gültige Wert verwendet.
- Alle Buchstaben müssen als Großbuchstaben eingegeben werden.
- Während eines Sweeps werden keine Werte angenommen.
- Alle Befehle mit Ausnahme von 'Q' schalten den Generator in den Fernbedienungsmodus.
- Der Fernbedienungsmodus kann nur über Senden von 'Q' oder Betätigen der 'LOCAL'-Taste verlassen werden.

Befehl	Bedeutung	Kommentar
FxxxxH	Frequenzeinstellung	Einheit Hz
FxxxxK	Frequenzeinstellung	Einheit kHz
Lxx	Pegel	Einheit dB
Oxx	DC-Offset	Einheit V
BxxxxH	Sweep-Startfrequenz	Einheit Hz
BxxxxK	Sweep-Startfrequenz	Einheit kHz
ExxxxH	Sweep-Stoppfrequenz	Einheit Hz
ExxxxK	Sweep-Stoppfrequenz	Einheit kHz
Txxx	Sweep-Zeit	Einheit s
S	Starte Sweep	
K1	Kurvenform 1	Sinus
K2	Kurvenform 2	Dreieck
K3	Kurvenform 3	Sägezahn
K4	Kurvenform 4	Rechteck
Q	Ende der Fernbedienung	



Damit sind bereits alle Funktionseinheiten der Hauptplatine erläutert. Die Schaltung der Frontplatine ist in Bild 9 wiedergegeben; sie besteht neben dem Inkrementalgeber aus drei weiteren Blöcken: Die 16 Tasten sind in Form einer Matrix verschaltet. Im Betrieb legt das Programm alle Spalten der Matrix nacheinander auf Masse und fragt die Potentiale der Zeilen ab.

So kann jede gedrückte Taste eindeutig identifiziert werden. IC1 steuert das vierstellige Display an; der Prozessor versorgt

Bild 9. Neben der hier dargestellten Elektronik der Frontplatine ist im Layout noch Platz für zwei BNC-Buchsen und den Netzschalter.

Stückliste

Frontplatine

Widerstände:

R1...8	68R
R9	6k8
R10,11	10k
R12	220R

Kondensatoren:

C1	22n
C2	22µ/35V
C3	10µ/35V

C4...7 100n, ker.

Halbleiter:

D1,2,13,14	LED
D3...6	FLED
D7,8	1 N 4001
D9...12	1 N 4148
DIS1...4	D 351 PK
T1...4	BC 550
IC1	MC 14499
IC2	UAA 2022

Sonstiges:

JP1	Stiftleiste 13 × 2
-----	--------------------

Ta1...10	LED-Taster 13 G 5202 mit Kappe 13 G 5221
Ta11...16	Taster 13 G 5011 mit Kappe 13 G 5031
SW1	Inkremental/Dekrementalgeber

Frontplatine¹⁾
0,5 m Koax-Kabel
0,3 m 26adrig Flachbandkabel incl. 2 × 26polige Schneid-Klemmstecker
Drehknopf

¹⁾ Im Set '9-Bit-FG'

Bild 10. Bei der Bestückung der Frontplatine sollte man – allen Gepflogenheiten zuwider – auf IC-Sockel verzichten. Die Gestaltung einer mechanischen Abdeckung wird so wesentlich erleichtert.

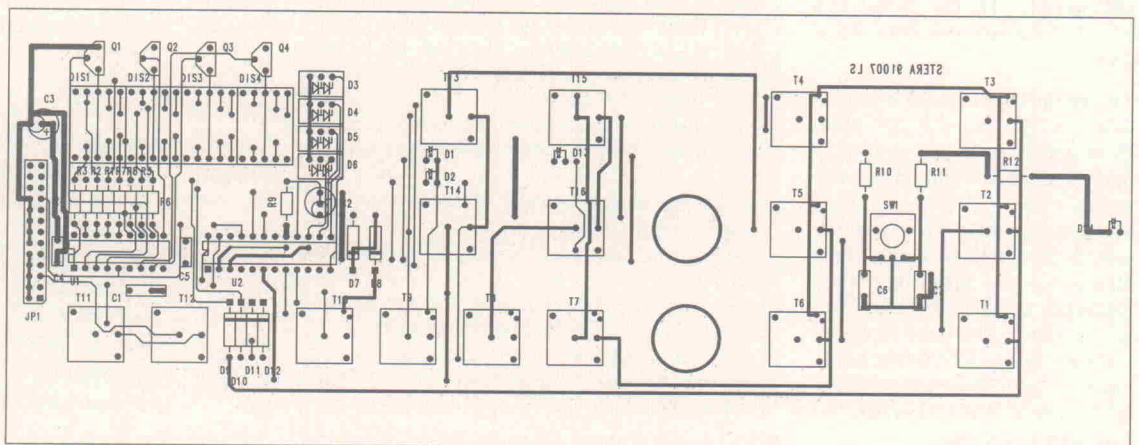
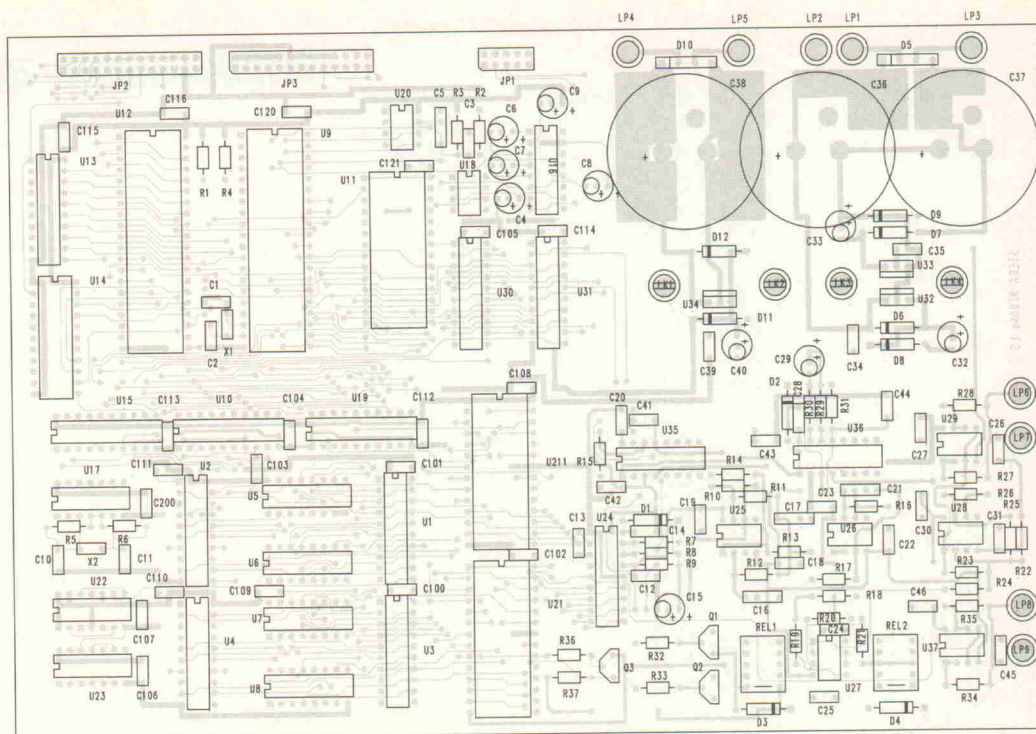


Bild 11. Die Hauptplatine beherbergt den gesamten Steuerrechner, den Analogteil sowie die kompletten Schnittstellen.

diesen LED-Multiplexer über die drei Leitungen 'DATA', 'CLK' und 'EN'(-able) mit Daten. Diese werden in fünf 4-Bit-Blöcken in den Treiber geschrieben, wobei der erste Block die Dezimalpunkte steuert, während die weiteren Blöcke für die vier angezeigten Ziffern zuständig sind. Die Einzel-LEDs schließlich steuert IC2, ein Baustein des Typs UAA 2022.

Die gesamte Schaltung ist auf zwei Platinen untergebracht, lediglich ein externer Netztrafo (1 x 8 V, 2 x 15 V) ist zum Betrieb erforderlich. Das erleichtert den Aufbau der Schaltung sehr. Apropos Aufbau: Auf der Frontplatte müssen die Displays und die ICs direkt eingelötet werden, da sonst die Bauhöhe zu groß wird und die Tasten



nicht mehr aus der Frontplatte herausragen.

Aus dem gleichen Grund ist für die Verbindung zur Hauptplatine ein Winkel-Pfostenverbinder

am besten geeignet. Die Verdrahtung schließlich beschränkt sich auf den Anschluß der beiden Ausgangsbuchsen, des Netztrafos sowie die Verbindung der beiden Platinen über ein Flach-

bandkabel. Die beiden BNC-Buchsen für die Ausgänge sollten mit abgeschirmtem Kabel ausgeführt werden, die Verbindungen für die Fernsteuerung sind für eine 9polige Sub-D-

Das bringen

Änderungen vorbehalten

ct magazin für
computer
technik

Heft 4/92
ab 12. März
am Kiosk

X Multiuser
Multitasking
Magazin

Heft 3/92
erscheint am
27. Februar



Rechenknechte

Auf die Dauer hilft nur Coprocessor-Power – wenn man es mit CAD-Systemen, 3-D-Grafiken, Fouriertransformationen et cetera zu tun hat. Um ein Direktmandat im Sockel (Wahlkreis 2/3/486) bewerben sich: Intel, Cyrix, ULSI, C&T, Weitek ...

Schreiben unter Windows

Formelsatz für die Examensarbeit und WYSIWYG aus dem Handgelenk – stoßen die Text-

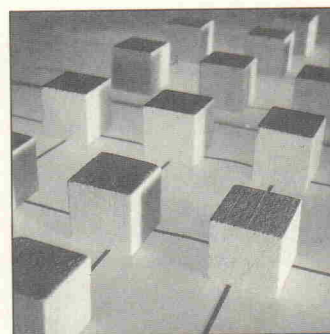
verarbeitungen unter Windows das Fenster zu einer neuen Qualität im computergestützten Schreiben auf?

FATs Domino

Ganz anders als dieser Name vermuten läßt, produziert DOS mit seinen FATs (File Allocation Table) vor allem Mißklänge. Besonders ärgerlich ist die zum Teil immense Platzverschwendung, die es mit seiner stumpfen Allokierung den Festplatten aufdrückt.

Jenseits von DOS

Als Alternativen zum Programmierer DOS haben sich auf PCs eine Reihe Multitasking/Multiuser-Betriebssystemen etabliert, allen voran Unix in allen möglichen Varianten. c't beschreibt den Stand der Dinge.



Unix ruft Transputer

Die transparente Anbindung von Unix-Workstations an die Leistung von Transputernetzen für verteilte Anwendungen soll das Betriebssystem Tinx ermöglichen. Der Unterschied zwischen vorhandenen Unix-Implementierungen auf Multiprozessor-Maschinen und den Konzepten von Tinx wird erläutert.

Markiger Einstieg

Nahezu zeitgleich bringen die drei Computer-Hersteller DEC, HP und IBM Arbeitsplatzrechner auf den Markt, die, ausgestattet mit RISC-Prozessoren und Unix, an der 10 000-DM-Marke kratzen. Ein PC der gehobenen Klasse dieser Hersteller kann deutlich mehr kosten.

Geisterstunde

PostScript ist als Seitenbeschreibungssprache etabliert. Preiswerte Alternative zu teuren PostScript-Printern sind Software-Interpreter. GNU-Ghostscript von der Free Software Foundation liegt im Quellcode vor, unterstützt gängige Drucker und hat den PostScript-Previewer integriert. Obendrein ist es kostenlos.

Stückliste

Hauptplatine

Widerstände:

R1...4	4k7
R5,6,23...25	1k
R7,8,14...16,26,29,30	5k1
R9,31	470R
R10	2k49
R11,13	3k9
R12	100R
R17	100k
R18,20	9k09
R19,21	909R
R22	3k01
R32,33,36,37	2k7
R27,28,34,35	1K2

Kondensatoren:

C1,2	22p
C3,12,13,18,19,22...27,30,31,34,35,39,41...46,100...116,120,121,200	100n, ker.
C4	1µ/50V
C5,16	2n2
C6...9	22µ/35V
C17	47n
C10,11	10p
C14,20,28	33p
C15,29,32,33,40	10µ/35V
C21	1µ
C36...38	2200µ/25V

Halbleiter:

D1,2	ZPY 10
D3,4	1 N 4148
D5,10	B 40 C 1500 rund
D6...9,11,12	1 N 4001
T1...3	BC 550

IC1...4,19,30,31	74 LS 374
IC5...8	74 LS 283
IC9	SAB 8031
IC10	74 LS 373
IC11	2764 ¹⁾
IC12	µPD 7210*
IC13	SN 75 160*
IC14	SN 75 162*
IC15	16 V 8 ¹⁾
IC16	ICL 232*
IC17	74 LS 14
IC18	TL 7705
IC20	PCD 8582*
IC21,211	27 256 ¹⁾
IC22	74 LS 74
IC23	74 LS 293
IC24	DAC 10
IC25...29,37	TL 072
IC32	7815
IC33	7915
IC34	7805
IC35,36	DAC 0800

Sonstiges:

X1	11,0592-MHz-Quarz
X2	8-MHz-Quarz
JP1	Stiftleiste 5 x 2
JP2,3	Stiftleiste 13 x 2
Rel1,2	TQ-2 (5V)
Gehäuse	
Trafo	(2 x 15 V/0,5 A, 1 x 8 V/1,5 A)

Mit * gekennzeichnete Bauteile sind optional, siehe Text.

¹⁾ Im Set '9-Bit-FG'

beziehungsweise eine 24polige IEEE-Buchse direkt über Flachbandkabel ausgelegt.

Inbetriebnahme

Nachdem alles bestückt ist, sollte man zunächst die Betriebsspannung an allen IC-Fassungen messen. Erst wenn diese korrekt vorhanden ist, wird zunächst der Taktgenerator und der Adreßrechner aufgebaut. An IC1 und IC3 sollte jetzt der Abtasttakt meßbar sein. Da der Prozessor noch nicht bestückt ist, hängt es vom Zufall ab, welchen Offsetwert der Adreßrechner bekommt. Bei einem Offset von Null kann man am Ausgang des Adreßrechners keine Änderung feststellen. In jedem anderen Fall müssen sich die Adressen bei jedem Taktimpuls ändern.

Als nächstes sollte man den Prozessor und das Programm-EPROM bestücken. Das Programm läuft natürlich erst, wenn sich auch der Resetgeber

und der Adreßdecoder auf der Platine befinden.

Beginnt der Adreßrechner nach dem Einschalten zu zählen, bestückt man die restlichen ICs des Digitalteils sowie den D/A-Wandler. Jetzt sollte an Pin 7 von IC25 ein ungefiltertes Sinussignal von 1 kHz anstehen, an Pin 1 ein gefiltertes Signal. Nach diesen Vorarbeiten sollten Haupt- und Displayplatine miteinander verbunden und das Gerät wieder eingeschaltet werden.

Das Display zeigt '1000 Hz', und die Leuchtdioden leuchten entsprechend der Bedienungsanleitung im ersten Teil dieser Beschreibung. Wenn man jetzt noch die ICs des Analogteils bestückt, sollte das Gerät fertig sein und kann nach Einbau in ein Gehäuse jedes Labor bereichern.

Literatur

[1] Reinhard Bentrup, IE³, ELRAD 1/89

Erläuterungen zur Software des

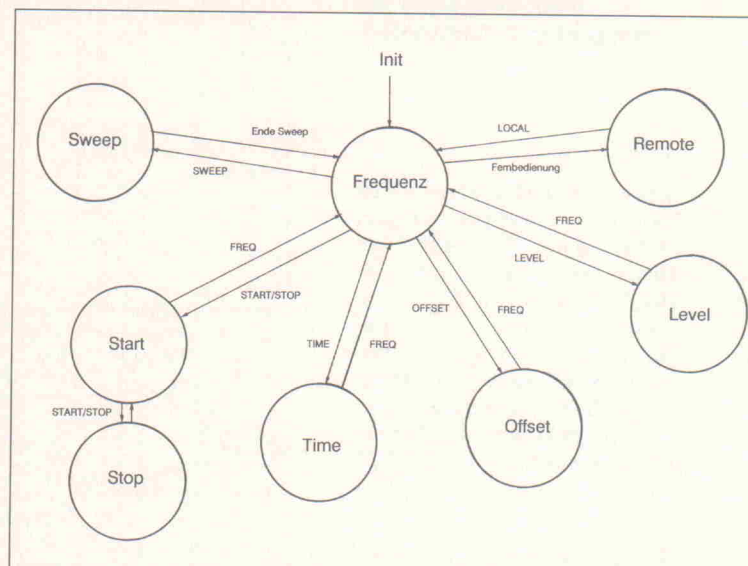


Bild A. Nach der Initialisierung des Systems springt das Programm zunächst in das Frequenzmenü. Hier sind die Ein- und Ausstiegsmöglichkeiten zu den weiteren 'Bedienelementen' aufgezeigt.

Wie in Bild A gezeigt, besteht das Programm im wesentlichen aus acht verschiedenen Funktionsblöcken. Einige hier nicht explizit aufgeführte Unterprogramme benutzen diese acht gemeinsam. Die Einteilung in acht Blöcke ergibt sich direkt aus dem Bedienkonzept, da gleiche Tasten je nach Auswahl einer bestimmten Funktion unterschiedliche Aktionen hervorrufen. Der Inkrementalgeber wählt beispielsweise einmal die Frequenz, im Abschnitt 'Offset' dagegen den DC-Offset.

Das Struktogramm in Bild A gibt alle Programmteile wieder, die hier als Kreise dargestellt sind. Die eingezeichneten Pfeile geben an, unter welchen Bedingungen ein 'Blockwechsel' stattfindet; die über Tasten erzwingbaren Wechsel sind dabei in Großbuchstaben gekennzeichnet.

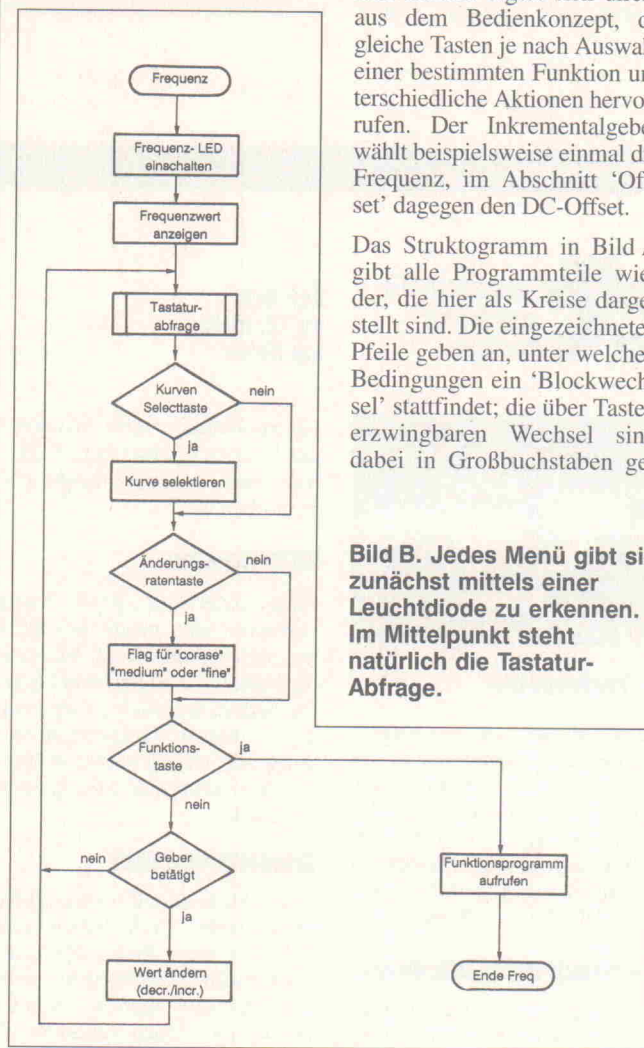


Bild B. Jedes Menü gibt sich zunächst mittels einer Leuchtdiode zu erkennen. Im Mittelpunkt steht natürlich die Tastatur-Abfrage.

digitalen Funktionsgenerators

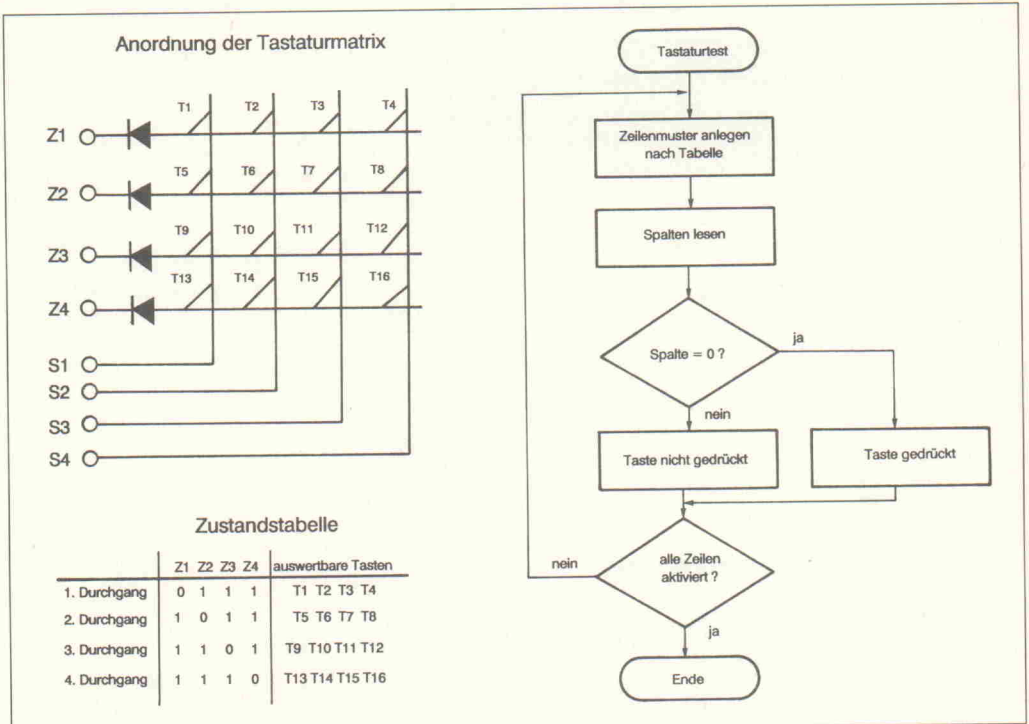
Bild C. Der in Bild B als Tastaturabfrage beschriebene I/O-Block ist ein von allen Unterprogrammen benötigter Block. Seine Funktionsweise ist hier näher beleuchtet.

druckt. So oder so existieren sechs Möglichkeiten, das nach dem Einschalten aktive Frequenzmenü zu verlassen. Diejenigen Tasten, die nicht im Bild aufgeführt sind, bewirken eine Aktion innerhalb des jeweiligen Menüs – wie etwa die Auswahlstasten für die Kurvenform.

Da die einzelnen Blöcke einander sehr ähnlich sind, wird im folgenden nur das in Bild B dargestellte Frequenzmenü näher betrachtet. Sein Flußdiagramm ist weitestgehend selbsterklärend, so daß nur einige kurze Anmerkungen erforderlich sind: Wie jeder Block gibt sich auch dieser zunächst über die entsprechende LED zu erkennen und zeigt ferner – über das Display – seine aktuellen Parameter an. Danach läuft das Programm in einer Schleife, die – wie in Bild A gezeigt – nur durch die Wahl eines neuen Funktionsblocks verlassen wird.

Beim Betätigen des Inkrementalgebers wird die neue Displayanzeige zunächst vorbereitet und dann an den Displaytreiber übertragen. Da die Änderung des Displaywertes abhängig von der Stellung der Tasten FINE, MEDIUM und COARSE ist, fragt das Programm diese Tasten im folgenden Durchlauf der Schleife ab. Für eine Anzeige des ermittelten Wertes über die Displaytreiber mit integriertem BCD-Decoder muß der neue 16-Bit-Wert zunächst in die fünf 'Ziffern' 10^4 , 10^3 , 10^2 , 10^1

Bild D. Sofern – wie hier – eine 'Human-Controlled-Loop' eventuelle Zählfehler auszugleichen vermag, gestaltet sich die Inkrementalgeberabfrage und deren Verarbeitung recht übersichtlich.



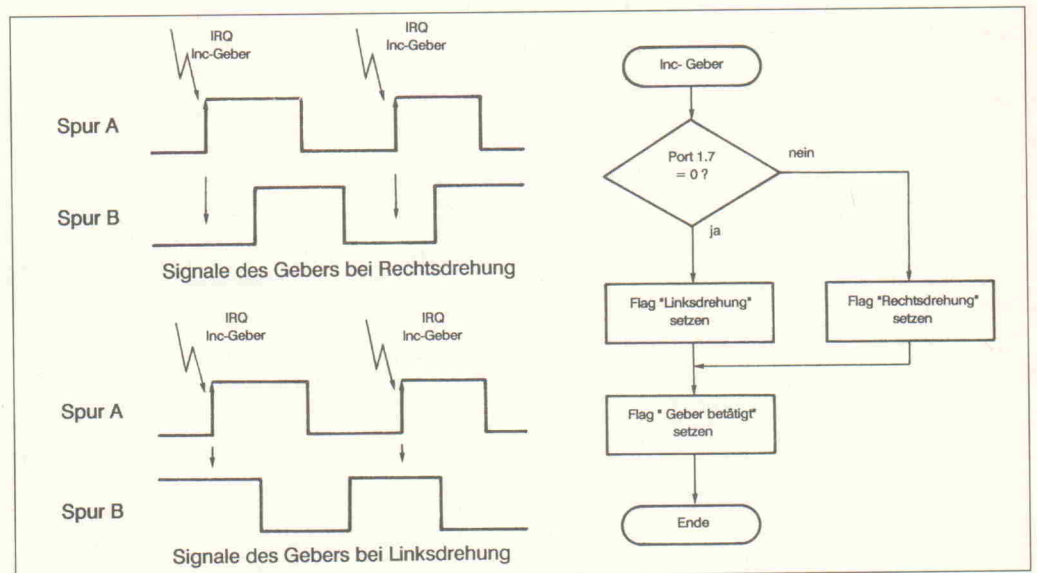
und 10^0 zerlegt werden. Wenn der anzuzeigende Wert größer als 1000 ist, erfolgt die Anzeige in kHz, da das Display über nur vier Stellen verfügt. Hierzu ist ferner die entsprechende Verschiebung der Ziffern nach unten notwendig.

Jeder Funktionsblock benötigt zwei Programme, über die ihm die momentanen Wünsche des Bedieners kundgetan werden. Namentlich handelt es sich um die in Bild C dargestellte Tastaturabfrage sowie die Inkrementalgeberabfrage, auf die Bild D Bezug nimmt. Die Tasten sind in Form einer 4×4 -Matrix an-

geordnet, so daß sich mit acht Leitungen 16 Tasten bedienen lassen. Die Leitungen Z1...Z4 dieses Teilschaltbildes sind über die Leitungen FP0 und FP1 mit den Prozessor-Ausgängen P1.0 und P1.1 beziehungsweise über FP12 und FP13 und Latch IC19 mit P0.4 und P0.5 verbunden, während die Ausgänge der Matrix S1...S4 in entsprechender Art und Weise via FP2...5 Anschluß an die Prozessor-Eingänge P1.2...1.5 finden. Die Dioden – im Schaltbild des Frontpanels D9...12 – sorgen für die notwendige Entkopplung der Ausgänge. Da der Prozessorport interne Pullup-Widerstände ent-

hält, müssen die Eingänge der Matrix nicht zusätzlich beschaltet werden.

Der Inkremental/Dekrementalgeber wird mit Hilfe eines Interrupt-Programms bedient; ansteigende Flanken auf Spur A lösen via FP14 den Prozessor-Interrupt INTO aus. Die in Bild D angegebene Routine detektiert aus dem über P1.7 eingelesenen Pegel an Spur B die Drehrichtung des Gebers. Das Programm selbst bewirkt direkt keine Aktion, sondern setzt lediglich einige Markierungen, die das jeweilige Hauptprogramm dann auswertet.



REICHELT ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven
Marktstraße 101 — 103

TELEFON-SAMMEL-NR. : 04421/2 63 81
TELEFAX : 04421/2 78 88
ANRUFBEOANTWORTER : 04421/2 76 77
TELEX : 0253 436 elrei d

Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,- / Ausland ab DM 50,-
Versandkostenpauschale (Inland) DM 5,65
Versand per Nachnahme oder Bankeinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 500,- = 5%
ab DM 750,- = 10%
ab DM 1.000,- = 15%
ab DM 2.000,- = 20%

Transistoren

AC	BC	BD	BDV	BF
127 0.57	547A 0.07	244A 0.66	66C 5.70	900 1.20
128 0.60	547B 0.07	244B 0.63	67B 5.55	959 0.38
128K 1.00	547C 0.07	244C 0.65	67C 5.95	960 0.74
151R 0.59	548A 0.07	245 1.65	961 0.87	
152 0.58	548B 0.07	245A 1.65	963 3.80	
153 0.58	548C 0.07	245B 1.65	964 0.93	
153K 1.00	549B 0.07	245C 1.70	966 0.93	
187K 1.20	549C 0.06	246 1.65	970 0.87	
188K 1.20	550B 0.10	246A 1.70	983 2.65	979 0.90
	550C 0.10	246B 1.65	984 2.50	981 0.79
	555A 0.07	246C 1.65	984 2.45	
	556B 0.07	249 2.00	984 2.50	
	557A 0.07	249B 2.10	93B 0.90	
	557B 0.07	249C 2.15	93C 0.92	34 A 1.60
107A 0.31	558A 0.07	250 2.15	94B 0.91	90 1.30
107B 0.31	558B 0.07	250B 2.15	94C 0.96	91 1.25
108A 0.31	558C 0.07	250C 2.15	96 1.50	
108B 0.31	559A 0.08	316 2.70		
108C 0.31	559B 0.07	317 2.90		
109B 0.31	559C 0.07	318 2.90		
109C 0.31	560A 0.11	410 0.85	33C 0.84	
177C 0.41	560B 0.11	433 0.53	34C 0.86	10 1.70
178C 0.33	560C 0.11	434 0.56	35A 0.74	16A 2.80
140-6 0.57	635 0.26	435 0.56	53C 0.76	92 0.74
140-10 0.46	636 0.27	436 0.56	54A 0.75	
140-16 0.46	637 0.27	437 0.56	54C 0.78	
141-6 0.60	638 0.27	438 0.56	66B 3.80	
141-10 0.46	639 0.28	439 0.57	66C 3.80	34 1.40
141-16 0.46	640 0.28	440 0.57	67A 3.00	89 1.20
160-10 0.46	675 0.66	441 0.57	67B 3.30	
160-16 0.47	676 0.66	442 0.60	67C 3.55	
161-6 0.57	677 0.67	517 1.85		
161-10 0.47	678 0.69	518 1.65		
161-16 0.46	679 0.70	519 1.65		
170C 0.18	880 0.70			
173C 0.23				
177A 0.31				
177B 0.31				
178B 0.31	58-10 0.33	537 0.81	240 0.17	38 0.30
179B 0.31	59-7 0.33	643 0.76	241 0.18	44 7.00
182A 0.09	59-8 0.33	644 0.76	244A 0.78	
182B 0.08	59-9 0.33	645 0.76	244B 0.78	
183B 0.09	59-10 0.34	646 0.81	244C 0.96	
183C 0.08	79-8 0.33	647 0.78	245A 0.53	13 0.50
184B 0.07		648 0.81	245B 0.53	20 0.50
184C 0.08		649 0.80	245C 0.53	21 0.59
212B 0.14		650 0.80	246C 0.68	45-16 0.55
213B 0.14	135 0.34	651 0.80	247A 0.65	46-16 0.58
213C 0.14	136 0.33	652 0.78	247B 0.69	
214B 0.15	137 0.35	676 0.48	254 0.18	
237A 0.08	138 0.35	677 0.51	255 0.18	
237B 0.08	139 0.36	678 0.51	256A 0.59	
238A 0.09	140 0.37	679 0.53	256B 0.59	
238B 0.08	175 0.48	680 0.53	256C 0.59	
238C 0.08	176 0.48	681 0.58	258 0.65	180 2.80
239B 0.07	177 0.52	682 0.60	259 0.70	184 2.35
239C 0.07	179 0.53	684 0.70	311 0.23	205 2.75
256A 0.12	180 0.54	707 0.94	324 0.17	208 1.55
258B 0.15	189 0.84	708 0.94	393 0.25	208A 1.60
259B 0.15	190 0.84	711 0.95	398 0.56	208D 3.30
301 0.65	201 0.85	712 0.95	414 0.43	209 2.95
303 0.65	202 0.85	809 1.05	420 0.26	323A 3.85
307A 0.07	203 0.91	810 1.05	421 0.29	326S 2.75
307B 0.07	204 0.91	825 0.91	422 0.26	406 1.50
308B 0.07	207 2.35	879 1.05	423 0.26	406D 1.95
308C 0.07	233 0.51	880 1.20	440 0.65	407 1.30
309C 0.07	234 0.50	881 1.05	441 0.46	407D 1.80
327-16 0.10	235 0.50	898 0.95	450 0.19	408 1.20
327-25 0.10	236 0.50	901 0.99	451 0.19	408D 2.55
327-40 0.10	237 0.50	902 0.96	457 0.45	426 2.00
328-16 0.10	238 0.50	907 1.20	458 0.47	426A 2.00
328-25 0.10	239B 0.63	908 1.00	459 0.48	508A 1.80
328-40 0.10	239C 0.64	911 1.10	459 0.47	508AF 2.80
337-16 0.10	240B 0.65	912 1.10	470 0.51	508D 1.90
337-25 0.10	240C 0.65		471 0.51	508F 2.80
337-40 0.10	241 0.62		472 0.51	526 2.80
338-16 0.10	241A 0.62		487 0.74	536 3.40
338-25 0.10	241B 0.63	63C 2.10	494 0.19	546N 3.25
338-40 0.10	241C 0.64	95 3.10	495 0.20	608D 5.00
360-10 0.74	242 0.64	96 3.15	759 0.61	626A 3.95
368 0.27	242A 0.64		760 0.61	705 2.60
369 0.27	242B 0.64		761 0.61	706 2.70
413B 0.12	242C 0.64		762 0.61	806 1.45
413C 0.12	243 0.67	64 2.20	859 0.71	807 1.40
516 0.25	243A 0.66	64B 2.20	869 0.53	810 3.35
517 0.23	243B 0.63	65B 2.10	870 0.53	826 3.47
546A 0.07	243C 0.63	65C 2.55	871 0.53	903 2.75
546B 0.07	244 0.66	66B 5.55	872 0.51	908 3.20

BU

920 4.45
921 3.75
931R 4.60
932R 5.50

BUT

11A 1.50
11AF 1.55
12A 1.90
12AF 2.55
18AF 3.25
56A 1.45
76A 1.45

BUY

18 15.35
46 1.30
47A 3.15
48 3.15
48A 3.70
48C 5.55

BUW

11 2.10
11A 2.20
12 3.05
12A 3.45
13A 4.50
41B 2.05

BUX

37 4.70
48 4.45
48A 4.55
80 3.30
81 4.85
84 1.45
85 1.40
86 1.20
87 1.35
98 10.30
98A 11.40

BUY

48 3.50
69A 3.40

BUZ

10 1.50
10A 1.35
11 2.50
11A 2.35
12 2.10
21 2.55
41A 2.75
45 9.05
50A 7.15
71 1.25
71A 1.25
72A 1.55
73A 2.10
74A 2.30
76 1.90
80 5.25

IRF

520 1.65
530 2.15
540 3.45
630 2.90
740 3.10
820 1.90
830 2.05

MJ

802 4.50
900 2.55
1000 2.30
1001 2.70
2500 2.60
2501 2.80
2955 1.75
2956 2.50
3001 2.60
3055 2.80
4035 2.60
4502 3.95
1500 36.70
1500 48.15

MJE

340 0.89
350 0.97
800 1.25
801 1.00
802 1.35
803 1.40
2955T 0.84
13005 1.70
13007 2.40

TIP

49 1.00
50 1.05
110 0.66
112 0.68
120 0.63
121 0.71
122 0.68
125 0.70
126 0.72
127 0.75
130 0.89
132 0.90
135 0.90
137 0.93
140 1.80
141 1.85
142 1.90
145 1.80
146 1.90
147 1.95
2955 1.35
3055 1.35

BNC-STECKVERBINDUNGEN

für Kabel RG58U (lötbar)

Bestellnummer:

UG 88U 1.80	Stecker
UG 89U 2.60	Kupplung
UG 290U 2.35	Flanschbuchse
UG 1094U 1.35	Einlochbuchse
UG 1094U-PCB 3.65	Printbuchse
UG 491U 3.05	Adapter 2xUG88
UG 914U 2.25	Adapter 2xUG89
UG 274U 4.40	T-Stück
UG 306U 3.55	Winkelstück
UG 88/93 7.40	Abschlußst. 93 Ohm
UG 88/50 7.40	Abschlußst. 50 Ohm



CRIMP-AUSFÜHRUNG



IC-FASSUNGEN

Präzisionsausführung, superflach
gedreht, vergoldet
Bestellnummer:

GS 6P	0.25
GS 8P	0.33
GS 14P	0.57
GS 16P	0.66
GS 18P	0.74
GS 20P	0.82
GS 22P	0.91
GS 24P	0.99
GS 24P-S (SCHMAL)	0.90
GS 28P	1.14
GS 32P	1.20
GS 36P	1.65
GS 40P	1.82
GS 48P	2.30
GS 64P	2.30

SCART-STECKER

für Rundkabel 20polig
Bestellnummer:
SEC 20 1.90

SCART-Kupplung

SC-K2 2.80

SCART-EINBAUCHSE

Bestellnummer:
SPF 20 2.05

UA	CA	LM	TCA	TL	MOS	LS	74F				
7805	0.52	3085DIP 2.40	1886DIL10.50	785	7.25	072DIP 0.64	4044 0.51	83	0.53	245	1.95
7805K	2.30	3086DIL 1.05	1889DIL 5.00	955	6.00	074DIL 0.81	4045 1.20	85	0.61	273	3.25
7806	0.52	3088DIL 4.45	2901DIL 0.60	965	4.40	080DIP 2.05	4046 0.59	86	0.36	280	1.15
7807	1.00	3089DIL 2.40	2902DIL 0.60	4500A	6.00	081DIP 0.59	4047 0.54	90	0.51	373	2.00
7808	0.52	3090DIP 2.70	2903DIP 0.63			082DIP 0.62	4048 0.58	92	0.64	374	2.00
7808K	2.65	3094DIP 2.30	2904DIP 0.58			083DIL 1.90	4049 0.40	93	0.51	377	3.65
7809	0.60	3096DIL 1.70	2907DIL 3.60			084DIL 0.85	4050 0.40	95	0.51	379	4.24
7810	0.57	3100DIP 2.90	3302DIL 0.93	440	1.35	431T092 0.63	4051 0.53	109	0.36	240	3.85
7812	0.52	3127DIL 5.65	3900DIL 1.35	10110A	2.30	4940DIL 1.95	4052 0.53	112	0.36	540	3.85
7812K	2.30	3130DIP 2.05	3911DIP 3.65	1022	6.65	497ADIL 4.00	4053 0.54	122	0.55	541	3.90
7815	0.52	3130TO 3.20	3914DIL 5.15	1024	4.00	604DIP 3.25	4054 0.74	123	0.57	543	7.50
7815K	2.30	3140DIP 1.30	3360DIL 1.10	1029	5.20	783CKC 6.00	4055 0.61	125	0.36	544	9.00
7818	0.52	3140TO 3.35	13700DIL1.50	1029	5.20	7702DIP 1.35	4056 0.60	126	0.36	545	7.90
7818K	2.55	3146DIL 3.00	13700DIL1.50	1035T	4.85	7705DIP 1.35	4059 6.00	132	0.43	568	8.10
7820	0.67	3160DIP 1.90		1037	6.65						

Seit Ausgabe 1/92 eingegliedert in ELRAD: Der Elektroniker

In der Summe alles,
was man braucht.

ELRAD

Die einzigartige Konzeption:
Elektronik für den Profi
in der Praxis

Der Elektroniker

30 Jahre Kompetenz:
im gesamten Spektrum
der Industriellen Elektronik

Aktuell: Kompaktinformationen zu neuen Bauelementen, Laborausrüstung, Hard- und Software für technische Rechneranwendungen

PreView: Einzeltests neuer Produkte, die kurz vor der Markteinführung stehen

Schaltungstechnik aktuell, Design Corner: Applikationen, Problemlösungen und Evaluation-Boards mit den neuesten Bauelementen

Der ELRAD-Test: Wichtige Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Laborequipment; Informationsquelle über den Stand der Technik

Markt: Übersichten und Reports zu ausgewählten Produktkategorien

Projekt: Gerät oder Baugruppe in aktueller Technologie, vollständig dokumentiert einschließlich Leiterplatte(n), Software und programmierter Bausteine; die Problemlösung zum Nulltarif

Die ELRAD-Laborblätter: Umfassender Einblick in ausgewählte Gebiete der Elektronik; über 1500 Applikationsschaltungen in nunmehr 10 Jahren

Arbeit & Ausbildung: Aktuelles für Aus- und Weiterbildung, Seminar-Termine, Datenbanken, Bücher

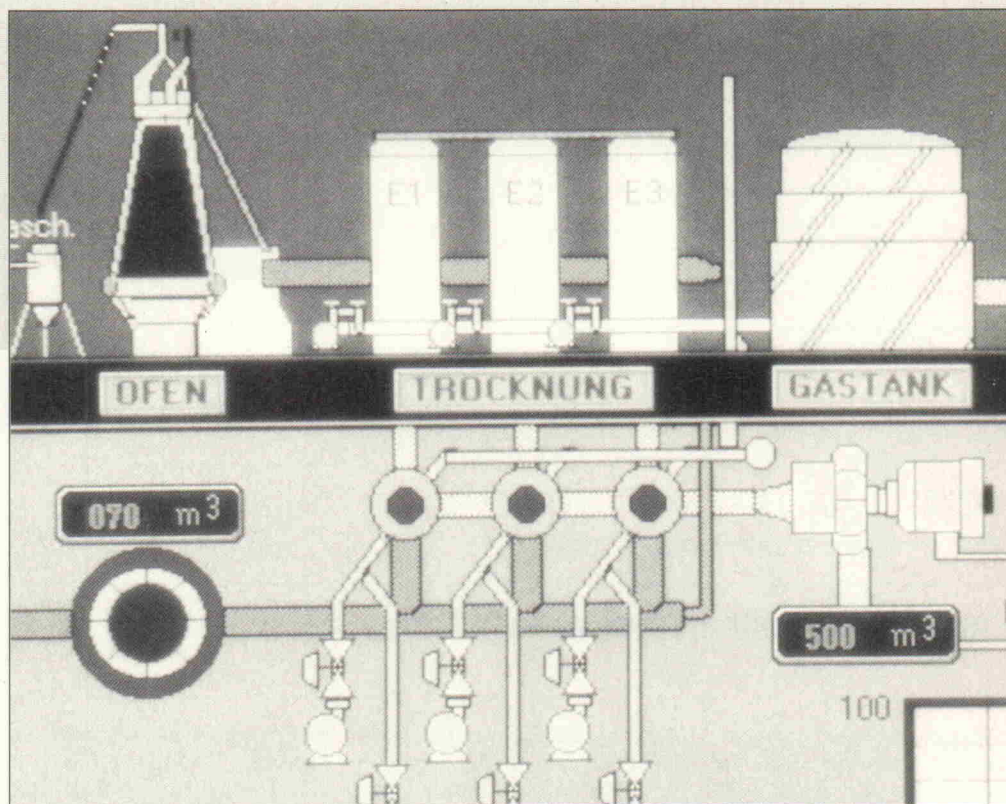


Für Bestellungen finden Sie Ihre Abonnement- Abrufkarte
in diesem Heft

Regelungstechnik

Dr. Ioannis Papadimitriou

Werden die Störgrößen und Stellgrößen einer Regelstrecke konstant gehalten, so stellt sich bei den meisten Strecken nach einiger Zeit ein gleichbleibender Wert für die Ausgangsgröße ein. Solche Strecken nennt man **Regelstrecken mit Ausgleich**. Sie haben **proportionales Verhalten und stabile Eigenschaften**.



Von stabilen Eigenschaften darf man sprechen, weil die Regelgröße nach einer Änderung der Eingangsgröße (gegebenenfalls nach einem Einschwingvorgang kürzerer oder längerer Zeit) in einen neuen stabilen Beharrungszustand übergeht. Der zeitliche Übergang vom Ausgangszustand in den Endzustand ist abhängig von den Konstanten der Regelstrecke.

Regelstrecken mit Ausgleich

Einer der wichtigsten Kennwerte einer Strecke mit Ausgleich ist die Übertragungskonstante. Sie gibt an, um wieviel sich die Regelgröße bei einer Änderung der Eingangsgröße nach Ablauf der Einschwingvorgänge geändert hat. Sie bestimmt also auch den Endwert der Sprungantwort. Die Übertragungskonstante ist in der Literatur auch als Über-

tragungsbeiwert oder Proportionalbeiwert bekannt. Der dafür oft benutzte Ausdruck Verstärkung ist nicht richtig. Während die Verstärkung eines Systems den Zusammenhang zwischen gleichartigen physikalischen Größen am Ein- und Ausgang des Systems wiedergibt und eine Kenngröße ohne Einheiten ist, beschreibt die Übertragungskonstante die Beziehung zwischen Wirkung und Ursache im stationären Zustand und besitzt die entsprechenden physikalischen Einheiten.

Regelstrecken mit Ausgleich ohne Verzögerung

Bei diesen Strecken folgt die Ausgangsgröße der Eingangsgröße praktisch unverzögert. Bei einem Sprung der Stellgröße nimmt die Regelgröße einen neuen Wert ohne Verzögerung an (Bild 14). Strecken

dieser Art besitzen keine ausgeprägten Speicherelemente.

Dazu einige Beispiele: Flüssigkeits- und Gasströmung in Rohrleitungen, elektrischer Strom in ohmschen Netzwerken, Transistoren im niedrigen und mittleren Frequenzbereich, Spannungsteiler.

Regelstrecken mit Ausgleich und Verzögerung 1. Ordnung

Bei einer Regelstrecke mit Verzögerung 1. Ordnung (PT_1 - oder auch $VZ1$ -Glieder genannt) ändert sich die Regelgröße bei einem Sprung der Stellgröße sofort mit einer bestimmten Anfangsgeschwindigkeit. Mit der Zeit wird diese Änderungsgeschwindigkeit immer kleiner, bis schließlich nach längerer Zeit die Regelgröße einen Endwert erreicht.

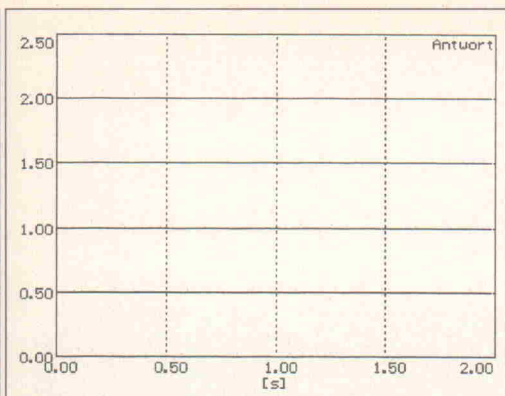
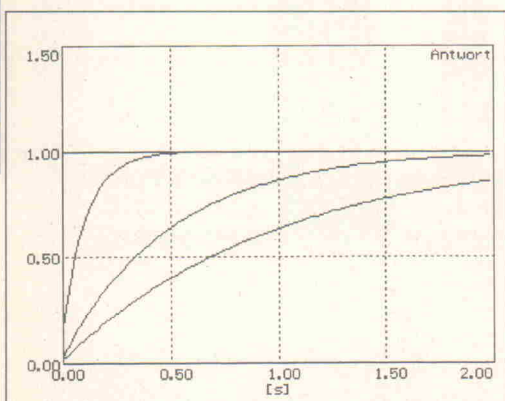


Bild 14. Regelstrecken mit Ausgleich und ohne Verzögerung. Rechts ihre Antworten.


 Bild 15. Flowlearn-Simulation unterschiedlicher PT_1 -Glieder.

Der Verlauf der Sprungantwort derartiger Strecken ist in Bild 15 dargestellt. Daraus ist zu entnehmen, daß sich nach der sprunghaften Änderung der Stellgröße zwar eine sofortige Änderung der Regelgröße bemerkbar macht, aber zwischen beiden am Anfang keine Proportionalität besteht. Der neue Gleichgewichtszustand (eingeschwungener Zustand) stellt sich erst nach einer bestimmten Zeit ein. Den Anfangsverlauf der Sprungantwort bestimmt die Zeitkonstante T_1 der Strecke. Wie aus Bild 16 zu entnehmen ist, erreicht die Regelgröße nach der Zeit $t = T_1$ 63 %, nach $t = 2T_1$ 87 % und nach $t = 3T_1$ 95 % des Endwertes. Erst nach $t = 5T_1$ wird der Endwert bis auf 99 % erreicht. Theoretisch

ist der exakte Endwert erst nach unendlich langer Zeit erreichbar. Die in der Praxis vorkommenden Zeitkonstanten liegen zwischen einigen Millisekunden bis hin zu einigen Stunden.

Verzögerungen entstehen immer dann, wenn in der Strecke Energiespeicher vorhanden sind. Dazu zählen Kondensatoren und Spulen als elektrische beziehungsweise magnetische Energiespeicher, Federn als mechanische, Behälter als pneumatische und hydraulische sowie Materialien mit ausreichender Wärmekapazität als thermische Speicher.

Regelstrecken mit PT_1 -Charakter kommen sehr häufig vor. Im folgenden einige Beispiele:

Aufheizen eines Warmwasserbehälters, Druckaufbau in einem Behälter, Hochlauf eines Gleichstrommotors, Aufladen eines Kondensators über einen Widerstand.

In der Praxis stellt sich oft folgendes Problem: Man hat die Sprungantwort einer Strecke experimentell aufgenommen und steht dann vor der Aufgabe, aus der grafischen Darstellung die Kenngrößen Übertragungskonstante K und Zeitkonstante T_1 zu bestimmen.

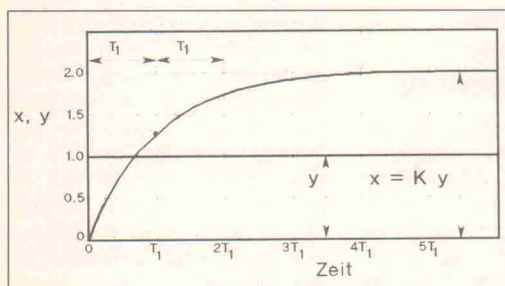
Die Übertragungskonstante läßt sich für den eingeschwungenen Zustand mit

$$K = x/y$$

ermitteln.

Wird als Eingangssignal der Einheitssprung benutzt, so kann man die Übertragungskonstante unmittelbar als Endwert der Grafik ablesen.

Die Zeitkonstante T_1 läßt sich grafisch aus dem Schnittpunkt der Anfangstangente sowie der Subtangente mit dem stationären Endwert der Regelgröße bestimmen (Bild 16). Allerdings ist dieses Verfahren


 Bild 16. Grafische Ermittlung der Zeitkonstante T_1 .

nicht genau, weil die Tangenten nur ungenau angelegt werden können. Sinnvoller ist es, die Tatsache auszunutzen, daß in der Zeit $t = T_1$ die Regelgröße 63 % des Endwertes erreicht hat. Man sucht also die Stelle der Zeitachse auf, an der die Übergangsfunktion gerade auf 63 % ihres Endwertes gestiegen ist. So läßt sich die Zeitkonstante am genauesten bestimmen.

Regelstrecken mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ordnung

Hierbei handelt es sich um Systeme mit zwei Energiespeichern unterschiedlicher Energieform (z. B. Kapazität und Induktivität, Feder und Masse), die so miteinander gekoppelt sind, daß ein Energieaustausch möglich ist. Bei dem Übergang eines solchen Systems von einem stationären Ausgangszustand in einen neuen kann die Energie zwischen den beiden Energiespeichern hin und her pendeln, was zu Schwingungen führt.

Da die Energiespeicher in der Praxis immer durch Dämpfungsglieder mit Energieverlusten gekoppelt sind, klingen diese Schwingungen ab.

Der Verlauf der Sprungantwort einer Strecke mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ordnung (PT_2 oder auch VZ2-Glied genannt) ist im Bild 17 dargestellt. Die Kenngrößen, die das Übergangsverhalten einer solchen Regelstrecke beschreiben, sind die Zeitkonstante T , die Übertragungskonstante K und die Dämpfung d .

Wie schnell die Regelgröße den stationären Endwert bei einem Sprung am Eingang erreicht, nämlich schwingend gedämpft, hängt maßgeblich von der Dämpfung des Systems ab. Diese Tatsache soll im folgenden ausführlich untersucht werden, weil sie in der Regelungstechnik von besonderer Bedeutung ist.

Fall 1:

$d \geq 1$. Aperiodisches Verhalten (Nichtschwingende Strecke 2. Ordnung).

Bild 18 zeigt die Übergangsfunktion einer Strecke mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ord-

nung bei einer Dämpfung $d = 1$ (aperiodischer Grenzfall). Die Regelstrecke zeigt in diesem Fall einen gut gedämpften Übergang. Im Unterschied zur Regelstrecke mit Verzögerung verläuft hier die Sprungantwort am Startpunkt mit einer waagerechten Tangente und besitzt einen Wendepunkt. Zeichnet man die Tangente in den Wendepunkt, so liegen ihre Schnittpunkte mit der Zeitachse und dem stationären Endwert der Regelgröße bestimmte Zeitintervalle fest, die für eine erste näherungsweise Beurteilung solcher Regelstrecken wichtige Anhaltspunkte liefern.

Die Festlegung dieser Zeitintervalle ist Bild 18 zu entnehmen. T_g wird als Ausgleichzeit und T_u mit Verzugszeit bezeichnet. Die Ausgleichzeit T_g charakterisiert ähnlich wie die Zeitkonstante T_1 bei Regelstrecken 1. Ordnung angenähert den Übergang von einem zum anderen stationären Zustand. Die Verzugszeit kann als eine 'Ersatz-totzeit' aufgefaßt werden, weil während dieser Zeit keine nennenswerte Änderung der Regelgröße erfolgt.

Sprungantworten wie in Bild 18 entstehen sehr oft durch Hintereinanderschaltung zweier Speicherelemente. Man kann also für den Fall, daß die Dämpfung der Strecke größer oder gleich 1 ist, ein PT_2 -Glieder als Reihenschaltung zweier rückwirkungsfreier PT_1 -Glieder beschreiben (Bild 19).

Fall 2:

$d < 1$. Periodisches Verhalten (Schwingungsglied).

Die Übergangsfunktion einer solchen Strecke mit der Dämpfung $d = 0,2$ ist im Bild 20 dargestellt. Für Dämpfungswerte kleiner 1 führt also die Sprungantwort eine abklingende Schwingung aus. Man spricht vom periodischem Fall und bezeichnet deshalb das PT_2 -Glieder auch als Schwingungsglied. Das Überschwingen nimmt bei kleinen Dämpfungsgraden größere Werte an.

Den Grenzfall $d = 1/\sqrt{2}$ bezeichnet man als kritische Dämpfung. Entsprechend heißen dann die Dämpfungswerte beidseitig des Grenzfalles über- und unterkritisch. Mit dem Dämpfungswert $d = 0$ führt das System eine harmonische ungedämpfte Schwingung durch und stellt einen Sonderfall dar, der hier

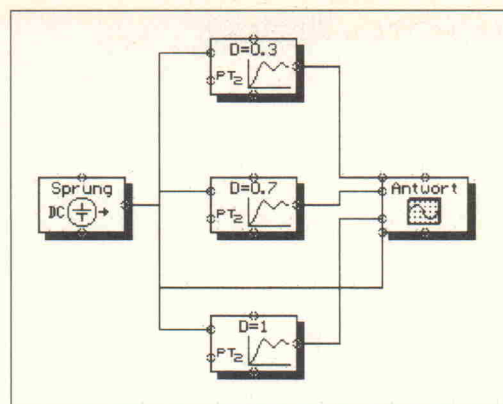


Bild 17. PT_2 -Glieder mit unterschiedlicher Dämpfung.

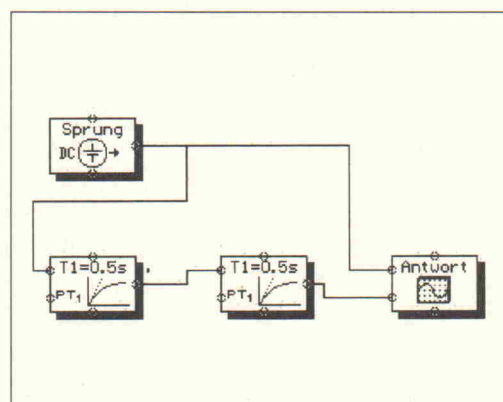
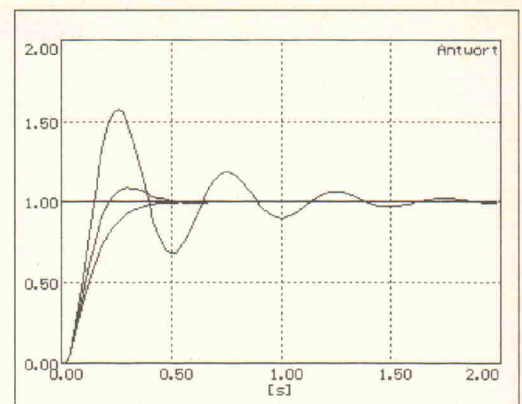
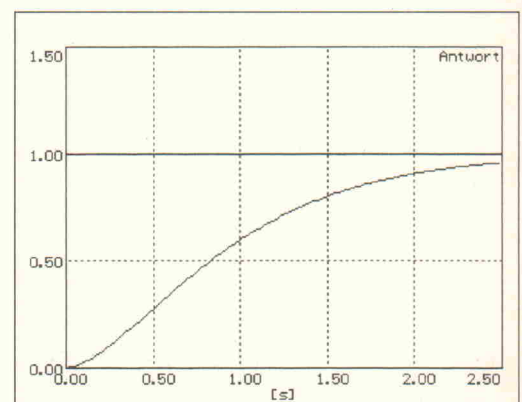


Bild 19. Für Dämpfungen $d \geq 1$ kann ein PT_2 -Glieder auch durch die Reihenschaltung zweier PT_1 -Glieder beschrieben werden.



nicht weiter betrachtet werden soll.

Im Zusammenhang mit der Identifikation einer Strecke mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ordnung sowie der Reglereinstellung interessieren einige wichtige Werte der Sprungantwort. Die Übertragungskonstan-

te K liest man aus der Grafik als Endwert der Sprungantwort ab (siehe Bild 20). Um die Dämpfung d zu bestimmen, mißt man das Überschwingen A_1 und A_2 des ersten beziehungsweise des zweiten Maximums über dem stationären Endwert und bildet dann das logarithmische Dekrement:

$$\lambda = \ln(A_1/A_2)$$

Die Dämpfung ergibt sich zu:

$$d = \lambda / \sqrt{4\pi^2 + \lambda^2}$$

Die Bestimmung von T erfolgt aus der Schwingungsdauer T_w , die man der Sprungantwort entnehmen kann.

Weil

$$T_w = 2\pi T / \sqrt{1 - d^2}$$

ist, folgt für T

$$T = (T_w / 2\pi) \sqrt{1 - d^2}$$

Beispiele für Strecken mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ordnung liefern die Beziehung zwischen der Eingangsspannung und der Kondensatorspannung eines Reihenschwingkreises, sowie die Beziehung zwischen der eingepreßten Kraft und der Verschiebung des mechanischen Systems in Bild 21.

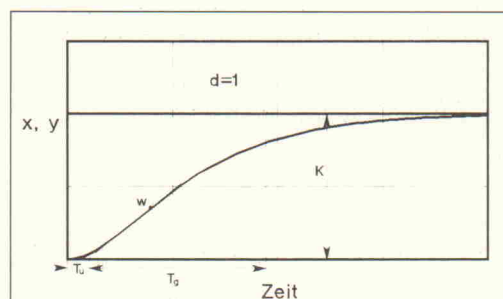


Bild 18. Das Verhalten einer PT_2 -Strecke im aperiodischen Grenzfall ($d = 1$).

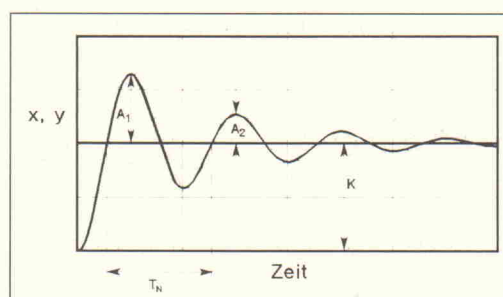


Bild 20. Die Übergangsfunktion einer Strecke 2. Ordnung mit Ausgleich und Verzögerung ($d = 0,2$).

Regelstrecken mit Ausgleich und Verzögerung höherer Ordnung

Die Sprungantwort einer Regelstrecke mit vier Verzögerungs-

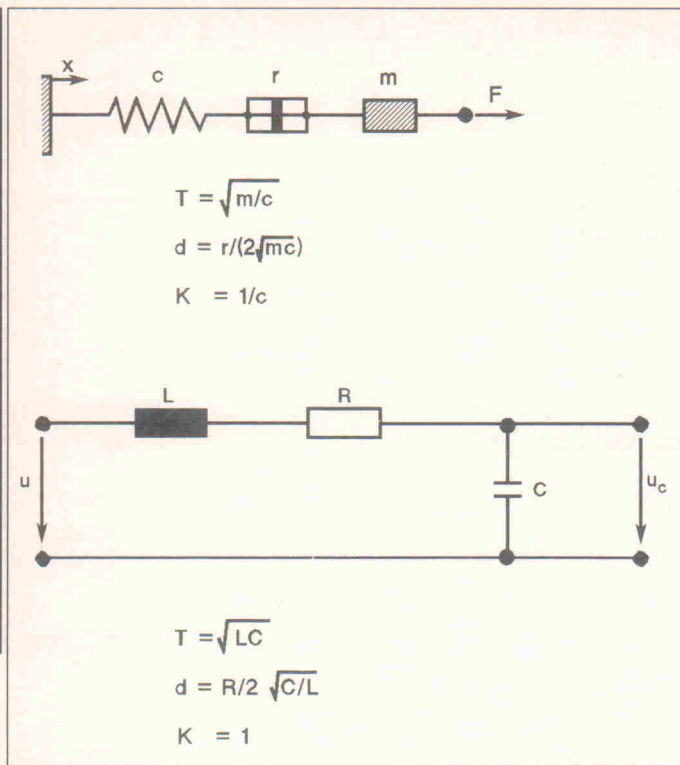


Bild 21. Beispiele für Regelstrecken mit Ausgleich und Verzögerung 2. Ordnung.

Benennung	Symbol	Mathematische Beziehung
P - Glied		$x = K y$
PT ₁ - Glied		$T \ddot{x} + \dot{x} = K y$
PT ₂ - Glied		$T^2 \ddot{x} + 2 d T \dot{x} + x = K y$
T ₁ - Glied		$x(t) = K y(t - T_1)$

Bild 24. Symbole und mathematische Beziehungen der Regelstrecken mit Ausgleich.

gliedern zeigt das Flowlearn-Blockschaltbild 22. Die Strecke ist als Reihenschaltung von drei rückwirkungsfreien Gliedern realisiert. Die Sprungantwort zeigt einen aperiodischen Ver-

lauf mit einer waagerechten Tangente im Nullpunkt. Über den Wendepunkt erreicht sie den durch die Übertragungskonstante der Strecke gegebenen stationären Endwert. Die Verzugs-

zeit T_u und die Ausgleichszeit T_g werden aus der Sprungantwort wie beschrieben ermittelt.

Bei vielen Verzögerungen wird der Anfangsverlauf der Sprung-

antwort immer flacher und die Verzugszeit größer, so daß sie schließlich den Charakter einer Totzeit hat. Mit steigender Zahl der Verzögerungsglieder ist ein Unterschied zwischen Verzugszeit und Totzeit nicht mehr feststellbar. Solche Regelstrecken lassen sich als eine Hintereinanderschaltung eines Totzeitgliedes mit der Totzeit $T_t = T_u$ und eines PT₁-Gliedes mit der Zeitkonstante $T_1 = T_g$ beschreiben. Je größer die Zahl der Verzögerungsglieder, desto genauer ist die Beschreibung.

Die Verzugszeit und die Ausgleichszeit ermöglichen eine Abschätzung des Zusammenwirkens zwischen Regler und Regelstrecke. Durch das Verhältnis der Verzugszeit zur Ausgleichszeit ist eine annähernde Abschätzung des Schwierigkeitsgrades einer Regelung möglich. Eine Regelstrecke mit vielen Verzögerungsgliedern ist um so schwieriger zu regeln, je größer die Verzugszeit im Verhältnis zur Ausgleichszeit wird. Es gelten folgende Erfahrungswerte:

$$T_u/T_g < 1/10$$

ist gut regelbar,

$$T_u/T_g \approx 1/6$$

ist noch regelbar,

$$T_u/T_g > 1/3$$

ist schwer regelbar.

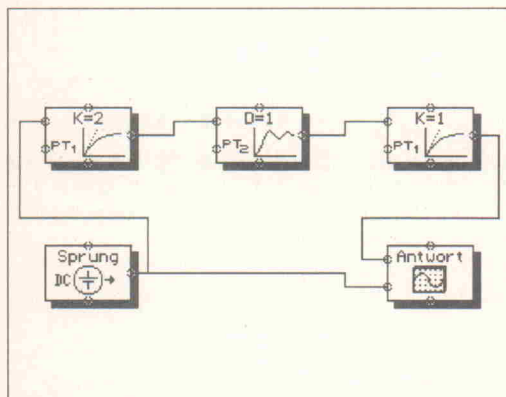
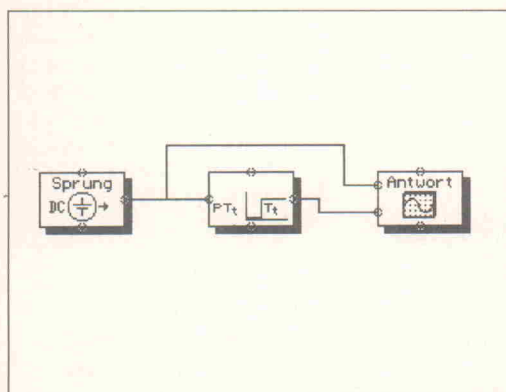
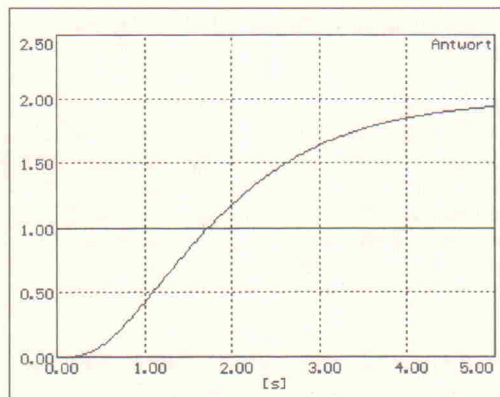
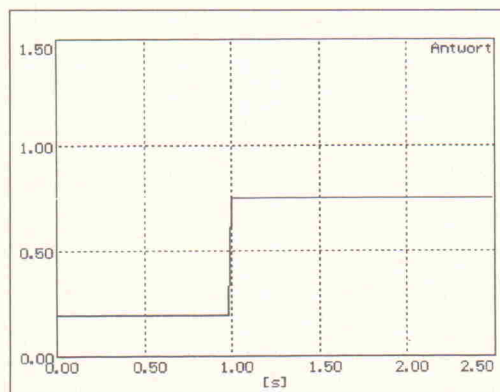


Bild 22. Regelstrecke mit drei rückwirkungsfreien Gliedern und die Antwort des Systems.

Bild 23. Das Totzeitglied antwortet mit der Verzögerung T_t auf den Eingangssprung.

Grundriß der praktischen Regelungstechnik

Das Werk ist, wie auch sein Titel verrät, der praktischen Regelungstechnik gewidmet. Der Autor hat völlig auf die relativ komplexen mathematischen Zusammenhänge der Regelungstechnik verzichtet (mathematische Hilfsmittel verwendet er, soweit sie für den Praktiker hilfreich sind) und stellt die physikalischen und technischen Zusammenhänge der Regelungstechnik in den Vordergrund.

Das Buch behandelt praktische Probleme der analogen und der digitalen Technik. Der erste Hauptabschnitt setzt sich mit den Grundlagen der analogen Regelungstechnik auseinander. Nach der Erläuterung der Grundbegriffe wie Regelstrecke, Regler, Meßeinrichtung, Regelkreis werden die verschiedenen Arten von Regelstrecken anhand von praktischen Beispielen vorgestellt. Die Einteilung, Wirkung und Einstellung von stetigen und

unstetigen Reglern bilden einen weiteren Schwerpunkt. Darüber hinaus wurde in der vorliegenden Auflage mit dem Kapitel über die Projektierung größerer verfahrenstechnischer Anlagen eine inhaltliche Erweiterung des Werkes vorgenommen.

Der zweite Hauptabschnitt führt den Leser in die Grundlagen der digitalen Regelungstechnik ein. Dabei werden als erstes das Elementarwissen der Digitaltechnik über digitale Signale, Zahlensysteme, Schnittstellen, A/D-, D/A-Wandler, Kodierung, logische Funktionen, Speicher, Register, Zähler vermittelt. Aufbau und die Grundelemente digitaler Regelkreise stellt der Autor mit zahlreichen praktischen Beispielen vor.

Das Werk stellt für alle Praktiker und diejenigen, die sich erstmalig mit der praktischen Regelungstechnik beschäfti-

gen, eine wertvolle Hilfe dar. Darüber hinaus ist es für alle, 'die schon immer gern einiges über Regelungstechnik wissen wollten und sich wegen der Mathematik nicht getraut haben', zu empfehlen.



E. Samal
Grundriß der praktischen
Regelungstechnik
Oldenbourg Verlag

Regelstrecken mit Totzeit

Bei Regelstrecken mit Totzeit (Totzeitglied) erfolgt nach einem Sprung der Eingangsgröße eine sprunghafte, jedoch um die Totzeit T_t verschobene Änderung der Ausgangsgröße (Bild 23). Es ist die Zeit, die vergeht, bis sich nach einer Änderung der Eingangsgröße eine Änderung am Ausgang bemerkbar macht.

Die Totzeit ist fast immer Folge der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit von Stellsignalen innerhalb einer Regelstrecke. Sie wird auch Laufzeit genannt. Die in der Praxis auftretenden Totzeiten liegen in einem Bereich von Millisekunden bis zu einigen Minuten. Sie charakterisieren im allgemeinen Transportvorgänge, unabhängig davon, ob es sich um Material, Energie oder Informationen handelt. Ein typisches Beispiel ist die Schüttgutregelung eines Förderbandes.

Bild 24 zeigt die Symbole sowie die mathematischen Beziehungen für die beschriebene Regelstrecken.

In der nächsten Folge soll es um Strecken ohne Ausgleich gehen.

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

Flowlearn. Das Simulationsprogramm

eMedia



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

Bücher, die Ihren Erfolg garantieren



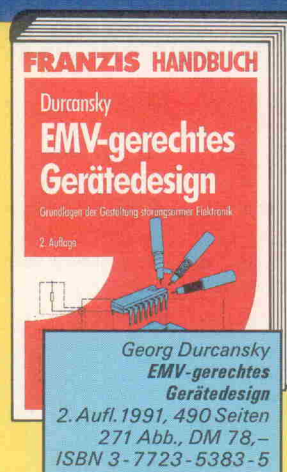
**Inkl.
Diskette**



**Thomas Tili
Fuzzy-Logik**
1. Aufl. 1991, 256 Seiten
inkl. Diskette, DM 58,-
ISBN 3-7723-4321-X

Fuzzy-Logik setzt sich durch!

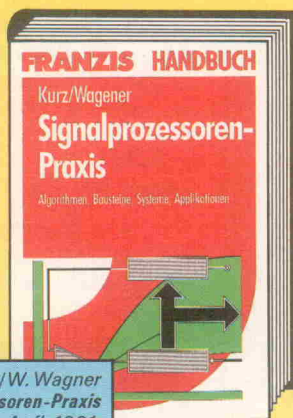
Jetzt nutzen Sie die aktuelle Fuzzy-Logik in der Regelungstechnik, in Expertensystemen oder bei der Mustererkennung! Neben den mathematischen Grundlagen, z.B. Fuzzy-Sets, Erweiterungsprinzip sowie unscharfe Zahlen und Relationen, erhalten Sie eine praxisorientierte Einführung mit Beispielen realisierter Anwendungen, Schaltungsskizzen und Tools. Eigene Ideen realisieren Sie schnell und sicher mit den praxiserprobten Programmen auf Diskette. Das Buch für alle, die Fuzzy-Logik erfolgreich einsetzen wollen.



**Georg Durcansky
EMV-gerechtes
Gerätedesign**
2. Aufl. 1991, 490 Seiten
271 Abb., DM 78,-
ISBN 3-7723-5383-5

Störungsfreie Elektronik

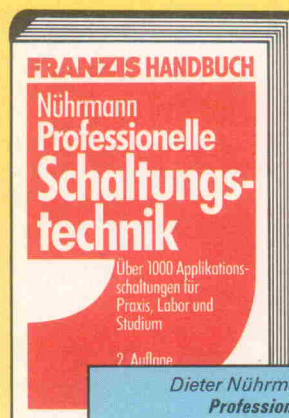
Dem Leser werden hier konzeptionelle und schaltungstechnische Maßnahmen aufgezeigt, um Elektronik störungsfrei zu gestalten. Er wird ausführlich auf die Auslegung und Wirkung von Entstörfiltern sowie in die komplexen Mechanismen der Schirmung eingeführt. Entwickler und Praktiker finden wertvolle Informationen zu: Störungsbetrachtung, Störquellen und deren Auswirkungen, Kopplungsmechanismen, Unterdrückungsmaßnahmen.



**K. Kurz/W. Wagner
Signalprozessoren-Praxis**
1. Aufl. 1991,
224 Seiten, DM 68,-
ISBN 3-7723-6502-7

Der schnelle Einstieg in digitale Verarbeitung

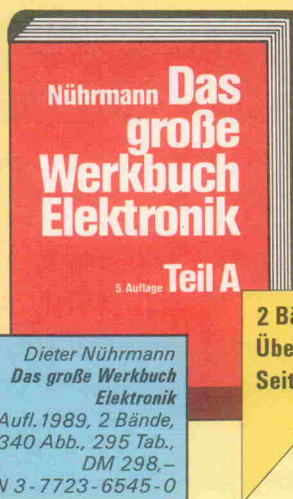
Dieses Buch ermöglicht Ihnen einen schnellen Einstieg in die digitale Signalverarbeitung. Aufbau, Funktionsweise und Unterschiede digitaler Signalprozessoren gegenüber konventionellen Mikroprozessoren werden erörtert. Darüber hinaus werden verschiedene Signalprozessorfamilien vorgestellt. Aus dem Inhalt: Grundlagen, typische DSV-Algorithmen, Architektur, Befehlssatz, Programmierung, Signalprozessorfamilien im Überblick, Entwurf eines DSV-Systems, Applikationsbeispiele.



**Dieter Nüßmann
Professionelle
Schaltungstechnik**
2. Aufl. 1989, 1113 Seiten
DM 128,-
ISBN 3-7723-6712-7

Über 1000 Applikationen für den Profi

Dieses Werk bietet Ihnen erprobte Schaltungen der industriellen Elektronik aus den Bereichen Impuls- und Videotechnik, Infrarot-Systeme, NF-Technik, Stromversorgung, Leistungs- u. Optoelektronik, Steuer- und Regeltechnik, Operationsverstärker-, HF- u. Meßgerätetechnik u.v.m. Alle Schaltungen sind konsequent bis ins letzte Detail beschrieben. So sparen Sie teure und zeitraubende Entwicklungszeit. Ein Buch, das Sie für die tägliche Praxis immer zur Hand haben sollten.



**Dieter Nüßmann
Das große Werkbuch
Elektronik**
5. Aufl. 1989, 2 Bände,
1340 Abb., 295 Tab.,
DM 298,-
ISBN 3-7723-6545-0

Geballtes Elektronikwissen

Das einzigartige Nachschlagewerk, das Ihnen alles technische, mathematische und physikalische Wissen der modernen Elektronik bietet. Sie erhalten Tabellen, Formeln, Arbeitsdaten und Beschreibungen der wichtigsten Bauelemente. Begriffe der NF- und HF-Technik, Stromversorgungen, Halbleiter und passive Bauelemente, Grundschaltungen... alles kompakt und übersichtlich zusammengestellt. Das Elektronik-Lexikon, das Sie immer parat haben sollten.

**2 Bände:
Über 3000
Seiten**



**Hartmut Ernst
Einführung in die
digitale Bildverarbeitung**
1991, 344 Seiten,
290 Abb., DM 78,-
ISBN 3-7723-5682-2

Digitale Bildverarbeitung – optimal durchleuchtet

Nach den Kapiteln über die physiologischen, physikalischen und technischen Grundlagen werden Ihnen die fundamentalen Konzepte der Bildverarbeitung vorgestellt. Dazu gehören Digitalisierung, direkte Geometrie, statistische Bildmerkmale, Punktoperationen, Bildverknüpfungen, Filterverfahren und Merkmalsextraktion. Als weitere Schwerpunkte werden Bildfolgen und 3D-Analyse sowie Methoden der Mustererkennung und Bilddatenkompression behandelt.

Für Ihre Anforderung verwenden Sie bitte nebenstehende Bestellkarte und senden Sie diese an:



**Dr. Hans Kurt Köthe
Stromversorgung mit
Solarzellen**
2. Aufl. 1991, 400 Seiten
DM 78,-
ISBN 3-7723-9432-9

Solartechnik ohne Kompromisse

Die komplette Einführung in die moderne Solartechnik – von der Solarzelle bis zum Aufbau von komplexen Photovoltaik-Anlagen. Unter Berücksichtigung aller Systemkomponenten: Energiespeicher, Steuereinrichtungen, Datenerfassung, Wandler und Wechselrichter... Auch die neuesten Normen, Richtlinien und Vorschriften der Netzkopplung finden Sie jetzt in der zweiten, wesentlich erweiterten Neuauflage.



**Dieter Schulz
PC-gestützte
Meß- und Regeltechnik**
1. Aufl. 1991, 343 Seiten
DM 68,-
ISBN 3-7723-6675-9

Erfolgreich Messen und Regeln

Setzen Sie jetzt Ihren PC in der professionellen Meß- und Regeltechnik ein: Der Autor zeigt Ihnen an zahlreichen praxiserprobten Schaltungen, wie Sie zuverlässige und störereiche Anwendungen selbst realisieren. Aus dem Inhalt: Digitale Ein- und Ausgabe, Datenübertragung, A/D- und D/A-Wandler, Erfassung analoger Größen, Reglernachbildung auf dem PC, Programmbeispiele z.B. zur Signalauswertung mit der Fast-Fourier-Transformation oder für digitale Regelungen helfen Ihnen beim Erstellen eigener Programme.

FRANZIS

FRANZIS-Verlag
GmbH & Co. KG
z. Hd.
Frau Morawetz
Postfach 37 01 20
8000 München 37

Tel. 089/5117-0
Fax 089/5117-379

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

**Bücher,
die Ihren Erfolg
garantieren –**

- kompetent
- umfassend
- praxisgerecht
- aktuell

JA, senden Sie mir sofort:

Expl.	4321-X	Fuzzy-Logik
	ISBN	Titel
Expl.	5383-5	EMV-gerechtes Gerätedesign
	ISBN	Titel
Expl.	6502-7	Signalprozessoren-Praxis
	ISBN	Titel
Expl.	6712-7	Professionelle Schaltungstechnik
	ISBN	Titel
Expl.	6545-0	Das große Werkbuch Elektronik
	ISBN	Titel
Expl.	5682-6	Einführung i. d. dig. Bildverarbeitung
	ISBN	Titel
Expl.	9432-9	Stromversorgung mit Solarzellen
	ISBN	Titel
Expl.	6675-9	PC-gestützte Meß- und Regeltechnik
	ISBN	Titel
Expl.		zzgl. Porto- und Versandkosten

58,--
DM
78,--
DM
68,--
DM
128,--
DM
298,--
DM
78,--
DM
78,--
DM
68,--
DM
4,90
DM
Gesamt

Meine Anschrift:

Name
Vorname
Beruf
Straße / Hs.-Nr.
PLZ / Ort
Telefon



☐ Ich zahle gegen Rechnung

☐ Meiner Bestellung liegt ein Scheck bei

X

Datum Unterschrift

9301

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

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
- ☐ Telefonische Kontaktaufnahme
- ☐ Besuch des Kundenberaters



Bitte mit 60 Pfennig frankieren, falls Marke zur Hand

Antwortkarte

Franzis-Verlag
z. Hd. Frau Morawetz
Postfach 37 01 20

8000 München 37

Verlagsgarantie

- Sie erhalten von mir Elektronik-Fachinformationen, von absoluten Spezialisten für Sie geschrieben.
- Die hochaktuellen Themen geben Ihnen die Sicherheit, mit den neuesten Trends und Entwicklungen mitzuhalten.
- Die inhaltlich, didaktisch und konzeptionell hochstehende Aufbereitung ermöglicht Ihnen rasche und effiziente Umsetzung in die tägliche Praxis.
- Das Know-how und die innovative Kraft unserer Autoren begleiten den technischen Fortschritt – zu Ihrem Nutzen.

Darauf gebe ich Ihnen mein Wort.

Ihr FRANZIS-VERLAG

Peter Zebold
Peter Zebold
Leiter Buchverlag

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überbezahlter Betrag wird anteilig erstattet.

Heft-Nachbestellung(en) bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 7,50 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Hefte ab Ausgabe:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40) Ausland: DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,40 + Versandkosten DM 28,20)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

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

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug ☐ Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr. Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

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

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige*) (mit ☐ gekennzeichnet)

DM 4,25 (7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. *) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr Bitte umstehend Absender nicht vergessen!



eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.

☐ Scheck liegt bei.

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

Absender nicht vergessen!

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

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

_____ 199__

zur Lieferung ab

Heft _____ 199__

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ _____ Ort _____

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.
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.)

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

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:

TELEFAX-VORLAGE

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

*

Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

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

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten * ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____

Telefax: _____

 **ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

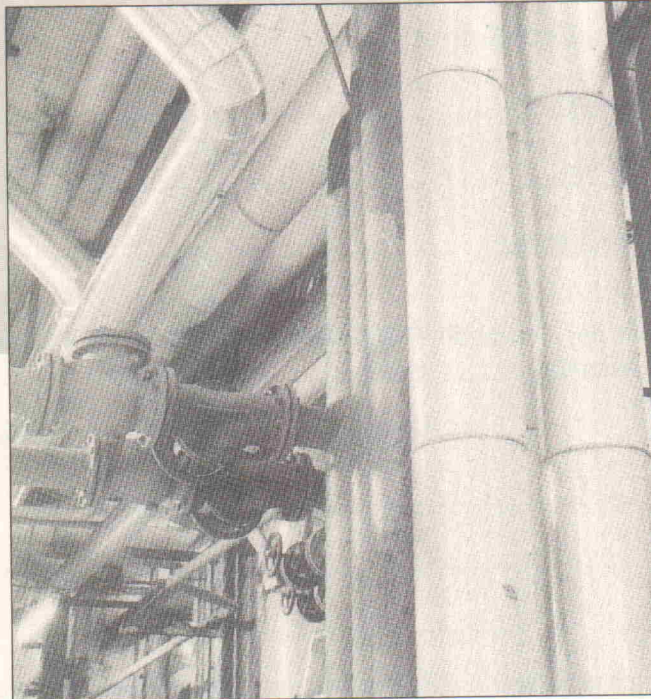
Teil 2: Multitasking, Interrupt, Fehlererkennung,

P-NET

P-NET-Bausteine

Ludwig Brackmann

P-NET ist ein Sensor/Aktor-Feldbuskonzept, dem Experten hervorragende Chancen im Wettstreit der Bussysteme einräumen. Das System, das bereits im Einsatz ist, weist im wesentlichen folgende Vorzüge auf: einfaches Protokoll, geringe Belastung der eingesetzten Mikrocontroller, hohe Datentransparenz, Möglichkeit zur Bildung von Mehrfachnetzen.



Der umfangreiche erste Teil dieses Beitrags behandelte Aufbau und Funktionsweise von P-NET und enthielt Hinweise auf eine VDI/VDE-Vergleichsstudie zu verschiedenen Feldbus-Konzepten sowie auf das Projekt GENIS der FH Landshut.

Multitasking – alles gleichzeitig?

Im großen und ganzen hält sich Process-Pascal an den Pascal-Standard nach ISO 7185. Neben der Einbeziehung des P-NET gibt es noch eine wesentliche Erweiterung: die Multitasking-Fähigkeit.

Bei der Realisierung einer Prozeßsteuerung ist eine echtzeitfähige Multitasking-Programmierumgebung von Vorteil, weil sich damit die zeitlichen Ressourcen des Leitsystems berechnen auf die zeitlichen Anforderungen des Prozesses aufteilen lassen.

Multitasking beschreibt die Fähigkeit eines Programms, zum Beispiel eines Betriebssystems, mehrere voneinander unabhängige Unterprogramme

(Tasks) quasi gleichzeitig bearbeiten zu können. Dies wird erreicht, indem die zur Bearbeitung anstehenden Tasks zyklisch schrittweise abgearbeitet werden. Eine Task wird dabei für einen funktional abgrenzbaren Teilprozeß geschrieben. Dies kann die Steuerung eines Ventils, die Bildschirmausgabe oder auch ein geschlossener Regelkreis mit Istwert-Erfassung, Berechnung des neuen Stellwerts und dessen Ausgabe sein.

Tasks sind in Process-Pascal wie Prozeduren aufgebaut. Jede Task besitzt jedoch ihren eige-

nen, permanenten Speicherbereich sowie Programmzähler und Stackpointer. Im Gegensatz zu Prozeduren können Tasks nicht verschachtelt (nested) oder durch einen Befehl aufgerufen werden. Pro Master sind bis zu 64 Tasks definierbar.

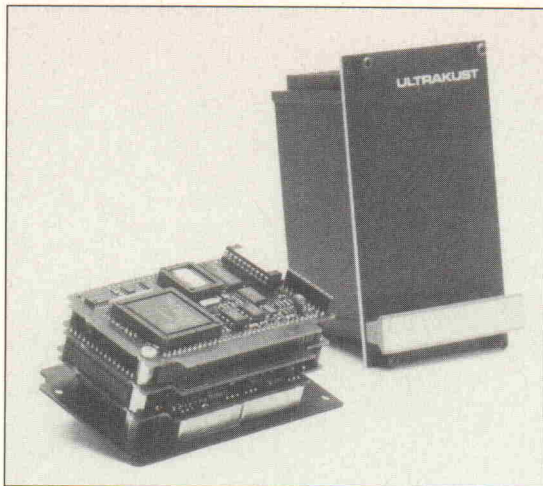
Process-Pascal kennt drei verschiedene Typen von Tasks: Cyclic Tasks, TimedInterrupt Tasks und SoftwareInterrupt Tasks.

Cyclic Tasks werden zyklisch nacheinander in der Reihenfolge abgearbeitet, wie sie im Quelltext programmiert wurden. Der Wechsel von einer Task zur nächsten ist ebenfalls im Quelltext festzulegen. Eine Task wird so lange bearbeitet, bis sie auf den Befehl ChangeTask trifft, den der Programmierer an geeigneten Stellen, zum Beispiel vor Beginn einer Wartezeit platziert. Bei Erreichen eines ChangeTask-Befehls wird die laufende Task unterbrochen und die Kontrolle an den Mikroprozessor zurückgegeben, so daß nun eine vorher durch ChangeTask abgebrochene oder eine neue Task bearbeitet werden kann. Damit aber keine der Tasks zu viel Rechenzeit 'auf einmal' für sich in Anspruch nimmt, wird in einer Timer-Variablen die maximale Laufzeit einer Task festgelegt. Bei Überschreiten dieser Zeit erfolgt dann automatisch ein ChangeTask-Befehl. Gleichzeitig wird dadurch sichergestellt, daß keine Task durch Eintreten in eine (unbeabsichtigte) Endlosschleife den Prozessor blockiert.

Ein weiterer Task-Typ sind die TimedInterrupt Tasks, die jeweils nach einem programmier-

P-NET-Controller. Multimasterfähige Rechneinheit mit Master- und Gateway-Funktionen (Proces-Data).





P-NET-fähiger Universaltransmitter für Prozeßgrößen.

Bild 13. Wenn im ersten Teil (ref. 1) der Task ein Fehler auftritt, kann das Programm abstürzen oder unbemerkt fehlerhafte Ergebnisse liefern. Tritt im Teil 2 (ref. 2) ein Fehler auf, wird das Programm unterbrochen und die Fehlerbehandlungs-routine angesprochen.

```

TASK 1  -XXXX-----XXX-----X---X-----XXXXXX---
TASK 2  -----XX-----XX-----XXXXXX-----XXXXXXXXX-----
TIM.T.  -----XXXXXX-----XXXXXX-----XXXXXX-----XXX
TASK 3  -----XXXXXX-----XXX-----XXXXXX-----
TIME    ----->
          <-----Zykluszeit-----><-----Zykluszeit----->

```

baren Zeitintervall aktiviert werden. Die Zeitspanne kann mit einer Auflösung von 1/128 s auf bis zu 194 Tage eingestellt werden.

Die SoftwareInterrupt Tasks werden durch Zugriffe auf ausgewählte, interne Software-Variablen aktiviert. Hierzu ist einer Variablen eine Interrupt-Nummer zwischen 0 und 31 zuzuordnen. Zusätzlich erhält eine SoftwareInterrupt Task dieselbe (Interrupt-)Nummer. Bei einem Zugriff (controller-intern oder über P-NET) auf die so mit dem Interrupt verknüpfte Variable wird die gewünschte Task aufgerufen. Der Programmierer kann vorgeben, ob der Interrupt durch interne oder externe Schreib- beziehungsweise Lesezugriffe ausgelöst werden soll.

Interrupt hat Vorrang

Wird eine Cyclic Task bearbeitet (running) und eine TimedInterrupt oder SoftwareInterrupt Task aufgerufen, so folgt ebenfalls ein ChangeTask-Befehl. Nun steht der Prozessor der unterbrechenden Task zu Verfügung. Sie wird bearbeitet, bis sie ihrerseits auf einen ChangeTask-Befehl trifft oder beendet ist. Diese beiden höherpriorisierten Tasks können sich gegenseitig nicht unterbrechen. In Bild 12 ist zu sehen, wie die

Bearbeitung eines Process-Pascal-Programms, bestehend aus drei Cyclic Tasks 1...3 und einer TimedInterrupt Task aussehen kann: Jeweils zu Beginn der Zykluszeit unterbricht die TimedInterrupt Task die gerade laufende Cyclic Task, bis sie ihre Arbeit beendet hat.

When error, don't go to nirwana

Damit bei einer Störung im P-NET nicht das Bier überfließt oder die Milch überkocht, schützt eine automatische Fehlererkennung das Programm vor der Verwendung von fehlerhaften Daten aus internen oder externen (vom Netz) Quellen. Die 'When Error then'-Anweisung gibt vor, welche Handlungen, beispielsweise Schließen von Ventilen, Anhalten von Motoren beim Auftreten eines durch eine Fehlernummer spezifizierten Fehlers ausgeführt werden sollen. Dies gilt für Fehler vom P-NET, aber auch für interne Rechenfehler wie Division durch null et cetera. Auf diese Weise kann man ein Process-Pascal-Programm gegen ungeordnetes Abstürzen sichern. Bild 13 zeigt eine Task mit nicht geschützten und fehlersicheren Programmteilen.

P-NET-Bausteine

Es gibt bereits eine Reihe von P-NET-Produkten für verschiede-

dene Anwendungen. Dazu gehören Master-Module mit Tastatur und LCD-Anzeige oder wahlweise mit EGA-Grafikkarte und Mausbedienung. Als Slaves werden diverse universelle Module mit analogen oder digitalen I/O-Kanälen angeboten. Hinzu kommen spezielle Slaves wie Durchflußmesser oder Wägetransmitter. Eine umfangreiche Liste von verfügbaren P-NET-Baugruppen läßt sich bei Proce-Data oder beim deutschen Vertriebspartner, der Ultrakust electronic GmbH abrufen.

Wer selbst P-NET-fähige Module entwerfen will, bekommt von den beiden Firmen nur recht mäßige Unterstützung: Ultrakust bietet für Mikrocontroller der 8051-Familie das Slave-Betriebssystem auf Public-Domain-Basis ohne Garantie und Unterstützung an. Zur Realisierung eines Master-Moduls stellt Proce-Data nur die P-NET-Spezifikationen in schriftlicher Form zur Verfügung. Ein Buscontroller-IC oder ein maskenprogrammierter Mikrocontroller ist zwar geplant, aber in naher Zukunft nicht in Sicht.

Alles in allem ist die Entwicklung von Slave-Modulen durch Dritte für jeden erdenklichen Einsatzfall erwünscht. Hierzu will die International P-NET User Organization einen Konformitätstest anbieten, wodurch das Zusammenwirken von P-

```

Task name;
VAR
  local variable

Procedure
  local procedure

Begin
  statements for
  this task (* ref.1 *)

  WHEN ERROR THEN
  Begin
    statements for handling
    errors
  End;

  statements for
  this task (* ref.2 *)

End;

```

```

Task Heading
Local variable declaration
Local procedure declaration
Task statements
Error handling part
Task statements

```

Bild 12. Jeweils zu Beginn der Zykluszeit unterbricht die TimedInterrupt Task die gerade laufende Cyclic Task, bis sie ihre Arbeit beendet hat.

NET-Modulen unterschiedlicher Hersteller sichergestellt werden soll. Den Bau von Master-Modulen möchte Proce-Data sich jedoch nicht aus der Hand nehmen lassen.

Mailbox

Nachrichten über neue P-NET-Produkte und Erfahrungsberichte findet man in der Mailbox der International P-NET User Organization in Dänemark unter der Telefonnummer 00 45/ 86 81 30 10. Ultrakust bietet in Deutschland einen identischen Service unter der Rufnummer 0 99 29/3 01-40 an.

Literatur

Tagungsband: *First International Conference on P-NET Fieldbus System*, International P-NET User Organization, Silkeborg, DK

P-NET Manual, Firmendruck-schrift Proce-Data, DK

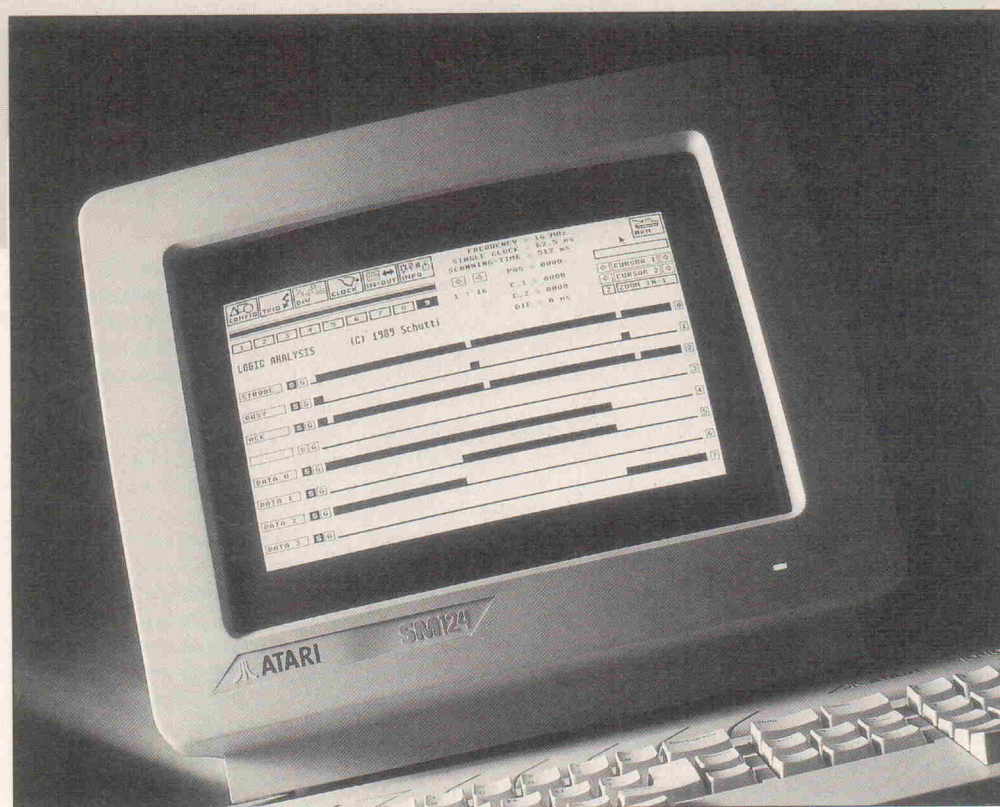
Process-Pascal User Manual, Version 2.0, Firmendruck-schrift Proce-Data, DK

Stoppok, Dr. Sturm: *Vergleichende Studie von verfügbaren und in der Entwicklung befindlichen Feldbussen für Sensor/Aktor-Systeme*, VDI/VDE Technologiezentrum Informations-technik GmbH, Berlin

Bonfig, Karl Walter: *Feldbus-Systeme*, expert-Verlag, Ehnin-gen 1992

Markus Schutti

Takt und Timing gehen an den Lebensnerv jeder Datenanalyse. Besorgt wird das Geschäft von der Counter-Platine, die in diesem Beitrag vorgestellt wird.



Die Counter-Platine ist für die Adressierung der RAMs zuständig. Dabei übernimmt sie den Takt einer der 4 Taktquellen, führt die gewünschte Taktteilung durch, stellt dem LA-Bus die drei Taktsignale

GlitchClock
Trigger-Clock
Counter-Clock

zur Verfügung und erzeugt die 13-Bit-Adresse für die RAMs. Für die Steuerung dieser Aufgaben wird der Port B der Master-PPI herangezogen. Es kann eine von 4 Taktquellen mittels PB0 und PB1 ausgewählt werden.

Dementsprechend wird eine der 4 LEDs über IC36 zum Leuchten gebracht. Der Takt gelangt dann weiter in die Takteilerstufe. Hier wurde ein zweistufiger

Dezimalteiler verwendet. Einfacher zu bauen wäre sicher ein Binärteiler (1-2-4-8-16-32 ...) gewesen, der aber bei der Takteinstellung (für den Menschen) schwieriger beziehungsweise 'unschöner' einzustellen ist (10 MHz durch 256 = 39,0625 kHz – witzig!). In der ersten Stufe ist eine Teilung zwischen 1-10-100-1000-10 000 durch die 2 Dezimalteiler IC37 und IC45 möglich.

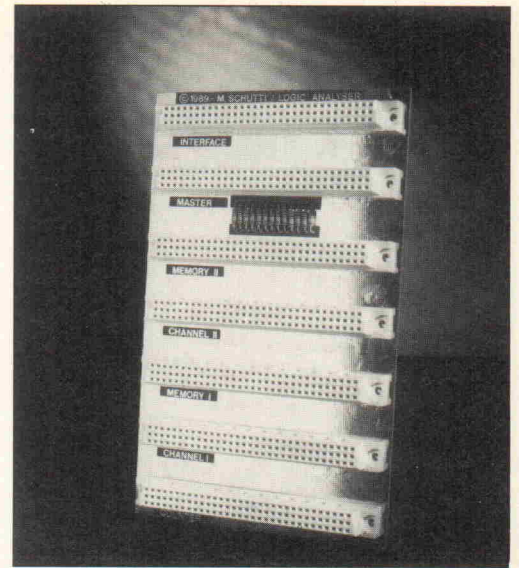
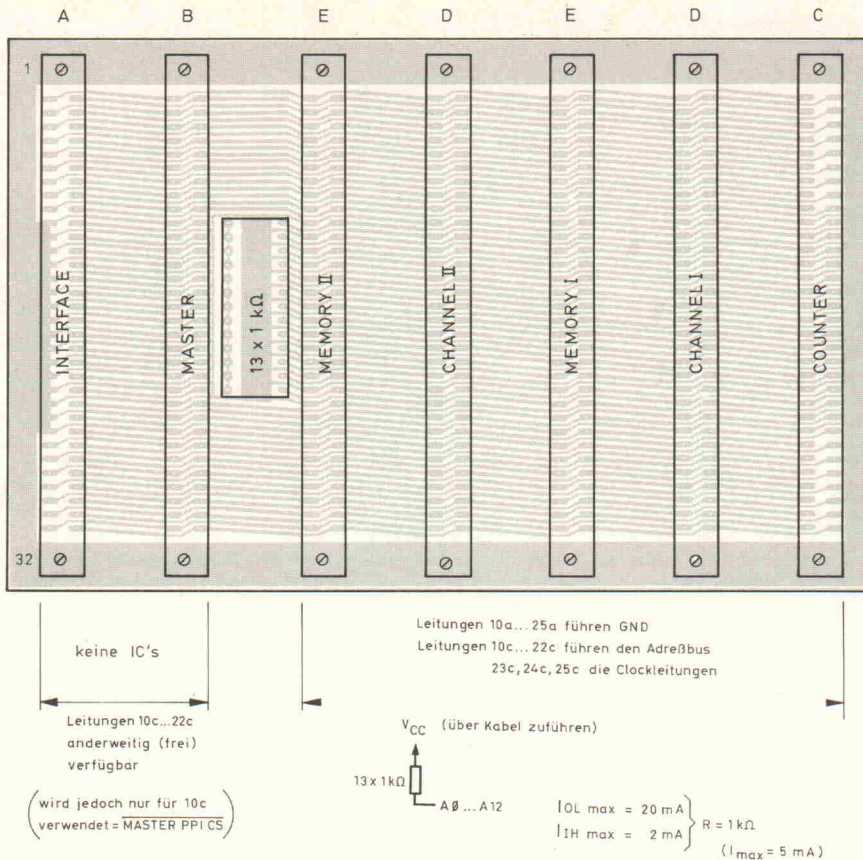
In der zweiten Stufe ist zusätzlich noch eine Teilung durch 1-2-5 oder die Verwendung des Signales Computer-Readpuls (vom LA-Bus) möglich.

Das ominöse Signal 'Computer Readpuls': Die Adreßgenerierung wird nicht nur während des Scanning-Vorgangs benötigt, sondern auch, wenn der Rechner

die gescannten Daten aus dem RAM auslesen will. Auch hierbei wird von der nullten bis zur 8191ten Speicherzelle durchgezählt. Der Computer-Readpuls ist verantwortlich, daß das Auslesen synchron mit dem 'Lese-takt' an der parallelen Schnittstelle stattfindet. Wenn RD2 der UART (Channel/ /Master-PPI) HIGH ist, taktet Computer-Readpuls im Takt vom Signal /PPI-RD des LA-Bus, welches ja von STROBE der Centronics abgeleitet wird. Zum Auslesen der gescannten Daten muß also vorher auf Computer-Readpuls umgeschaltet werden.

Die drei Taktsignale

Die 3 Taktsignale sind alle synchron, jedoch phasenverschoben.



Auf der Bus-Platine werden außer den VGA-Buchsen nur noch die Abschluß-Widerstände für den Adreßbus untergebracht.

Bild 1. Bestückungsplan für die Bus-Platine.

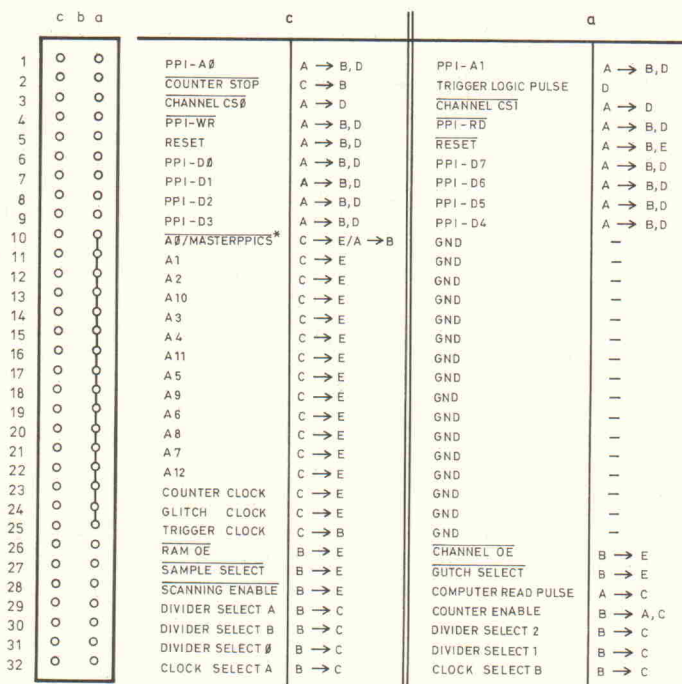


Bild 2. Die Belegung auf dem Logik-Analyser-Bus (VGA-Leiste) ist wegen der relativ hohen Taktfrequenz nicht durchgängig gleich (eigentlich dürfte man in diesem Fall ja nicht mehr von einem Bus reden).

PB3	PB2	Teilung	LED	Bezeichnung
0	0	Signal Computer-Readpuls	C2e	Computertakt
0	1	Teilung durch 5	C2f	DIV5
1	0	Teilung durch 2	C2g	DIV2
1	1	Teilung durch 1	C2h	DIV1*

* leuchtet nur, wenn auch in der ersten Stufe durch 1 geteilt wird

ben. Glitch-Clock wird von dem Glitch-Detect der Memory-Platine benötigt. Da das Clock-Signal im Glitch-Detect insgesamt an 16 Gattereingängen anliegt, wäre die Ausgangsbelastung zu hoch. Deshalb übernehmen zwei Ausgänge des 74ALS00 (IC75 Pin 8 und Pin 11) die Last. Dieses Clock-Signal wurde mit Glitch-Clock bezeichnet.

Das Signal Trigger-Clock wird von der Trigger-Einrichtung der Master-Platine benötigt. Es ist nur die LOW-HIGH-Flanke

ausschlaggebend. Diese muß jedoch einige Nanosekunden vor der LOW-HIGH-Flanke von Counter-Clock erfolgen! Das Signal Counter-Clock dient primär zum Takten des Zählers, siehe auch Diagramm Master-Trigger: Start Timing.

Der HIGH-Impuls von Counter-Clock muß eine konstante Breite von circa 15 ns aufweisen. Die Taktfrequenz selbst wird ja von der Taktquelle bestimmt. Um die geforderte Pulsbreite erzeugen zu können, muß der HIGH-Impuls der Taktquelle

PB0	PB1	selektierte Taktquelle	LED	Bezeichnung
0	0	interner TTL-Oszillator 1 (10 MHz)	C1h	OSC1
1	0	interner TTL-Oszillator 2 (16 MHz)	C1g	OSC2
0	1	externe Taktquelle Löt nagel EXT1	C1f	EXT1
1	1	externe Taktquelle Löt nagel EXT2	C1e	EXT2

PB7	PB6	PB5	Teilung	LED	Bezeichnung
0	0	0	Teilung durch 1	C2h	DIV1*
0	0	1	—	—	—
0	1	0	—	—	—
0	1	1	—	—	—
1	0	0	Teilung durch 10	C1d	DIV10
1	0	1	Teilung durch 100	C1c	DIV100
1	0	0	Teilung durch 1000	C1b	DIV1000
1	1	1	Teilung durch 10 000	C1a	DIV10 000

* leuchtet nur, wenn auch in der zweiten Stufe durch 1 geteilt wird

C 1f
C 1g
C 1f
C 1e
C 1d
C 1c
C 1b
C 1a



	1	0
1	1	0
0	0	1

Laufzeitverzögerung	des	74S00	typisch	5 ns
		74LS14	typisch	15 ns

nverter	Inverter	Filter zur Erzeugung konstanter Pulsbreite von ca. 15ns	Freigabe bzw. Sperre der Taktleitung durch Signal COUNTER-ENABLE
---------	----------	---	--

ELRAD 1992, Heft 3

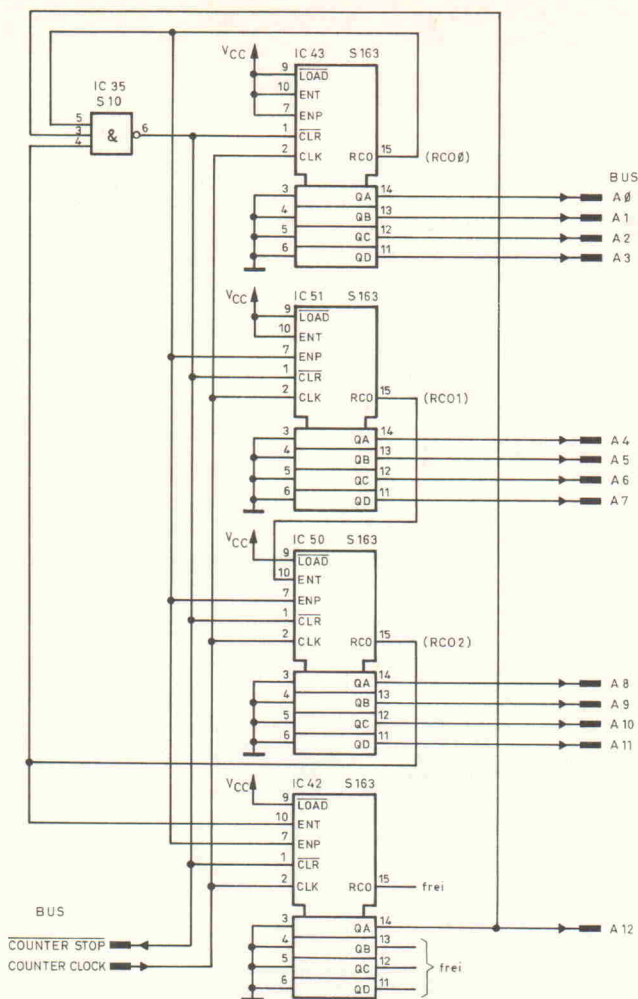


Bild 4. Der Adreßgenerator wird mit dem synchronen Zähler dargestellt.

mindestens 15 ns lang sein, was selbst bei einem 'unsauberen' externen Signal kein Problem sein dürfte, da dies (bei einem angenommenen Tastverhältnis von 1 : 1) einer Frequenz von

$$\frac{1}{15 \text{ ns} + 15 \text{ ns}} = 33 \text{ MHz}$$

gleichkommen würde.

Diese geforderten 15 ns sind im Diagramm auf dem Signal Trigger-Clock (Pin 1 IC 49) eingezeichnet. Nach diesen 15 ns darf das Signal bereits auf LOW abfallen. Führen Sie sich vor Augen, daß hier die tatsächliche Taktfrequenz ohne Bedeutung ist. Es geht nur darum, daß das Timing zwischen den Clock-Leitungen, Löschen des Zählers, Gültigkeit der Adresse, /WE-Signal, und so weiter eingehalten wird.

Der 74LS14 (IC14 Pin13 nach Pin12) hat eine typische Laufzeitverzögerung von 15 ns; er wurde hier sozusagen als Verzögerungsleitung eingebaut, um in Kombination mit dem nachgeschalteten NAND-Gatter (IC49) die konstante Pulsbreite von 15 ns zu erreichen. Dabei dürfte auch klar werden, warum der HIGH-Impuls auf der Taktleitung ebenfalls mindestens 15 ns breit sein muß.

Jetzt ist es nur mehr ein kleiner Schritt zum Signal Counter-Clock: Der HIGH-Impuls auf der Clock-Leitung ist für das 'Clocken' des Zählers verantwortlich. Daher darf Counter-Clock nur während des Zählvorgangs freigegeben werden. Dies erfolgt über das Signal Counter-Enable der Trigger-Einrichtung.

Der Adreßgenerator

Da 64-KBit-RAMs verwendet werden, können 8 Kanäle zu je 8 KBit (0..8191) adressiert werden. Der Adreßgenerator muß sehr schnell und vom Timing genau kontrollierbar sein – Phasenverschiebungen wären fatal. Die Wahl bei dieser Schaltstufe fiel daher auf einen synchronen Zähler aus viermal 74S163.

Es werden 13 Adreßleitungen (A0..A12) zur Verfügung gestellt ($2^{13} = 8192$). Der letzte 74S163 (IC42) muß daher nur einen Ausgang beisteuern. Trotzdem ist dieser Aufwand sinnvoll, denn erstens ist somit die Synchronität mit den anderen drei 74S163 garantiert und zweitens ein eventueller Ausbau (größere Speicher) überhaupt erst möglich.

Die Option des parallelen Ladens der 74S163 wird nicht benötigt. /LOAD wird deshalb fest auf HIGH gehalten. Die Adreßausgänge gelangen auf kürzestem Weg über den LA-Bus (mit Widerständen abgeschlossen) zu den Adreßeingängen der statischen RAMs.

Die Beschaltung des synchronen Zählers kann auch in jedem besseren Datenbuch nachgelesen werden – empfehlenswert ist hier auf jeden Fall das dicke gelbe 'The TTL Data Book' von Texas. Dieses ist auch das einzige unseres Wissens, das konkreten Aufschluß zu allen Timingfragen (selbst bei S, AS, ALS, F-TTL-ICs – min. typ. max) gibt. Siehe auch die Diagramme 'Master-Trigger: Stop-Timing' und 'Adreßgenerierung'.

Der Zähler ist so 'programmiert', daß er sich beim Erreichen der letzten Speicherstelle (alle Ausgänge sind logisch 1) selbst löscht. Das Signal /Counter-Stop geht dabei kurzzeitig auf LOW. Hierbei ist

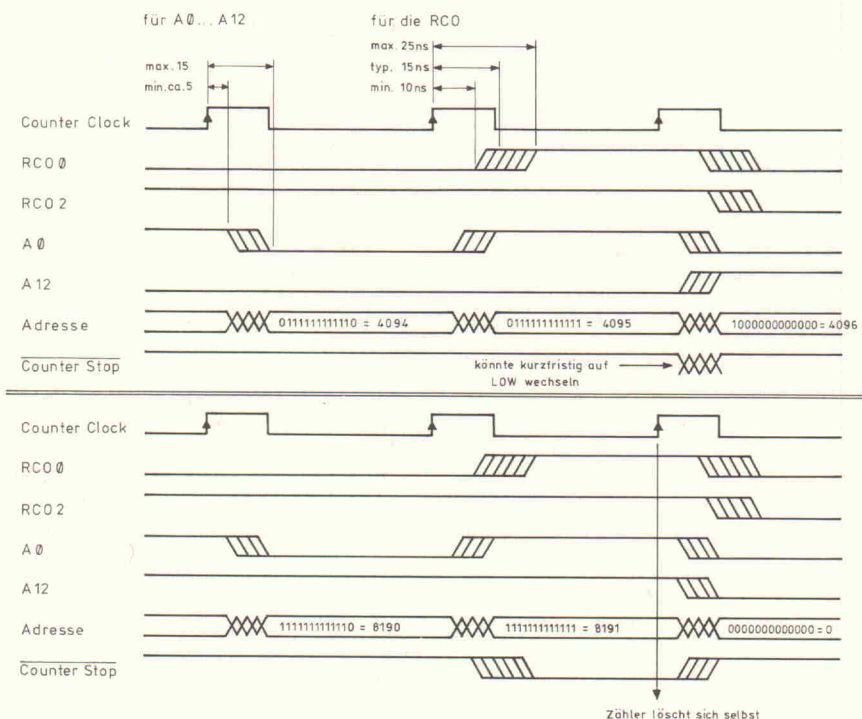


Bild 5. Noch einmal Timing: Hier die Angaben zum Adreßgenerator.

RCO0 (Pin15 IC43) = HIGH
RCO2 (Pin15 IC50) = HIGH
A12 (Pin14 IC42) = HIGH

Counter-Platine

Kondensatoren:

100 nF	18 x
10 μ F/Tant.	2 x

Halbleiter:

IC32	74ALS14
IC33	74LS245
IC34	74LS245
IC35	74S1
IC36	74LS138
IC37	74LS490
IC38	74LS138
IC39	74LS32
IC40	74LS138
IC41	74LS14
IC42	74S163
IC43	74S163
IC44	74S151
IC45	74LS490
IC46	74S151
IC47	74S196
IC48	74S151
IC49	74S00
IC50	74S163
IC51	74S163

Quarzoszillator	10 MHz
Quarzoszillator	16 MHz

Verschiedenes:

Stromschienen
VGA-Leiste 64polig
Pfostenstecker 16polig
Cinchbuchse
Platine

Bild 7. Der Bestückungsplan für das Counter-Board. Über Slot C1 und C2 werden die Leuchtdioden angeschlossen.

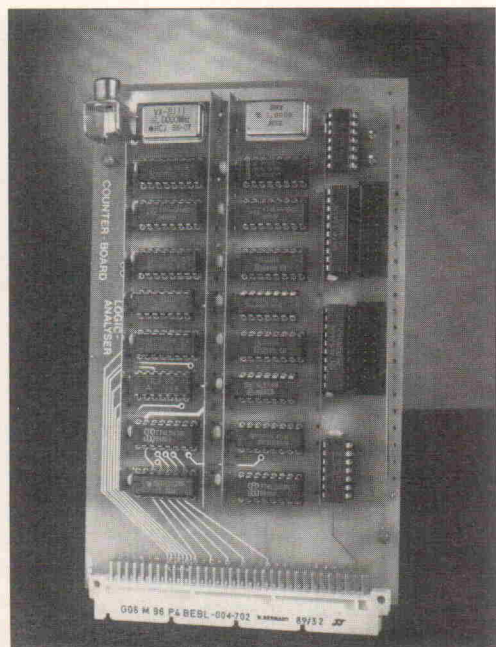


Bild 8. Eine bestückte Counter-Platine. Die Betriebsspannung wird über eine zweckentfremdete Cinch-Buchse zugeführt.

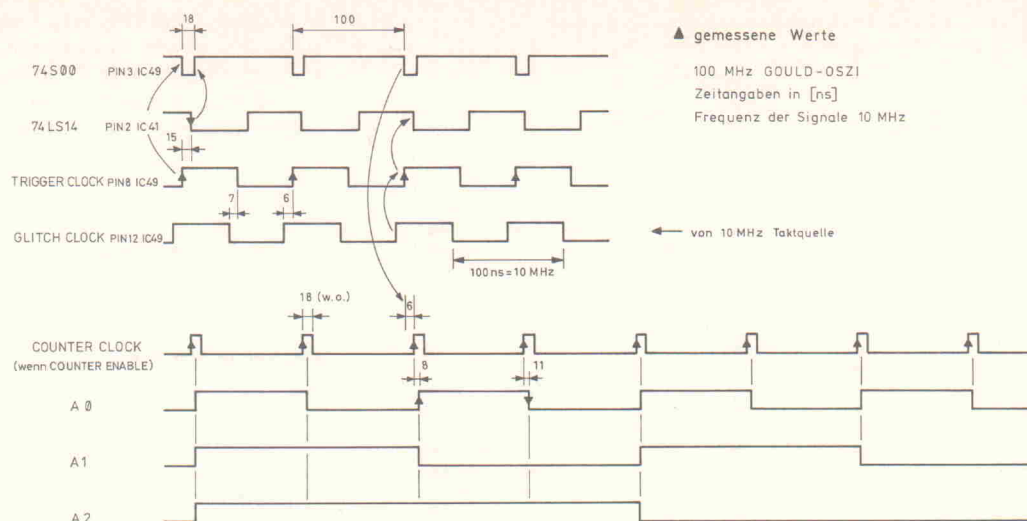
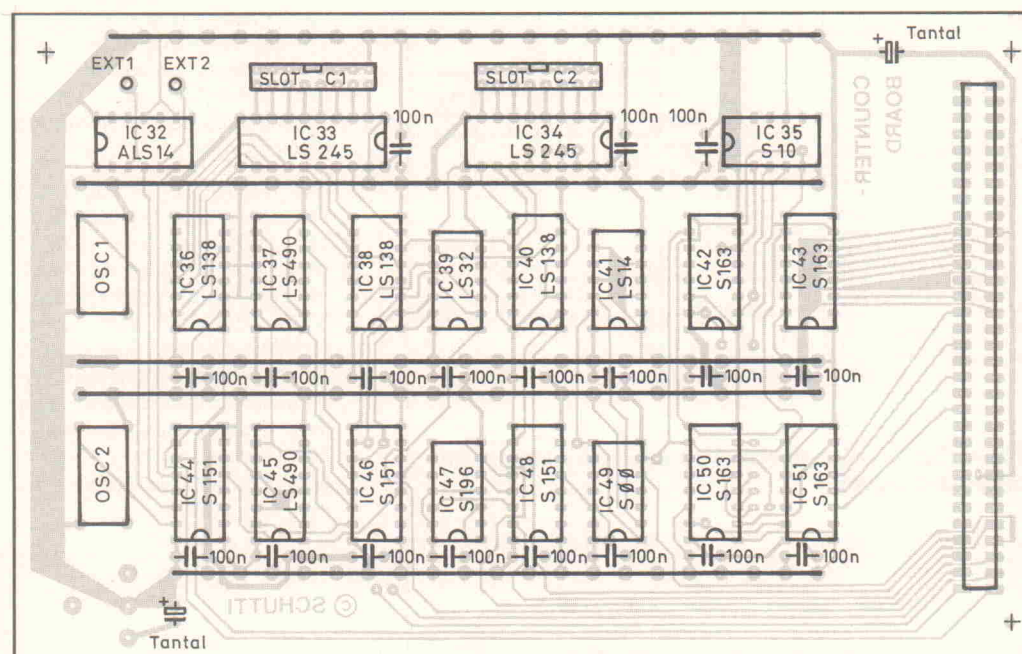


Bild 6. Die mit einem 100 MHz-Oszilloskop gemessenen Phasenverschiebungen auf dem Counter-Board.



und das NAND-Gatter 74S10 schaltet durch (Pin 6 IC35 wird LOW). Aus dieser Schaltung folgt, daß Zählerbausteine mit synchronem Löschen (wie der 74S163) verwendet werden müssen, weil sonst (bei asynchronem Löschen) die letzte Adresse (8191) verfrüht durch /Counter-Stop abgewürgt wird und weil zweitens /Counter-Stop beim Übergang von der 4095ten zur 4096ten Adresse kurzfristig wegen der Gatterlaufzeiten der RCO-Ausgänge LOW werden könnte. Zu diesem Zeitpunkt findet jedoch keine steigende Flanke am Clock-Eingang statt, – der Zähler wird richtigerweise nicht gelöscht.

Wenn Sie nun einwerfen, daß durch diesen (möglichen) LOW-Impuls auf /Counter-Stop

das letzte Flipflop des Triggers gelöscht wird (Pin 2 IC23), so ist das kein Grund zur Beunruhigung, da zu diesem Zeitpunkt das Signal Trigger-Clock keine LOW-HIGH-Flanke zum 'Clocken' des Flipflops (Pin3 IC23) sendet.

Wie geht's weiter?

In der nächsten – und wahrscheinlich letzten – Folge dieses Projekts geht es um die 'Channel-' und 'Memory'-Platinen.

Mit einer 'Channel'-Platine werden jeweils acht Verbindungen zwischen den Meßköpfen (Probes) und dem Analyzer-Bus hergestellt; auf der 'Memory'-Platine befindet sich – wie wird es wundern – der für den Vorgang benötigte Speicherplatz.

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 2/92.

Flüssigkristallanzeigen (3)

Flüssigkristallanzeigen verfügen über eine optoelektrische Eigenschaft, die man sich beim Multiplexen zunutze macht: Solange die mittlere Spannung über einem Segment einen Wert annimmt, der kleiner ist als $1/3$ der Spannung für maximalen Kontrast, bleibt das Segment erloschen.

Die flüssigkristallinen Eigenschaften eines Stoffes treten nur innerhalb eines sehr begrenzten Temperaturbereichs zwischen dem Schmelz- und dem Klarpunkt auf. Diese beiden physikalischen Grenzen bestimmen den nutzbaren Temperaturbereich einer Flüssigkristallanzeige.

Gegenwärtig sind LCD-Flüssigkristalle für Betriebstemperaturen zwischen -40°C und $+85^\circ\text{C}$ verfügbar. Die untere Grenze wird aber eher durch die sehr trägen Schaltzeiten des Stoffes festgelegt, nicht so sehr durch seinen Schmelzpunkt. Bei einer Temperatur von -25°C muß man mit Schaltzeiten rechnen, die in der Größenordnung von einer Sekunde beim Einschalten und mehreren Sekunden beim Ausschalten liegen.

Das bloße Unterschreiten der minimalen beziehungsweise das Überschreiten der maximalen Temperatur hat keinen bleibenden nachteiligen Einfluß auf den aktiven Stoff im Inneren der Flüssigkristallanzeige. Was man aber berücksichtigen muß, ist die maximale Temperatur, die für die aufgeklebte, sehr dünne Polarisationsfolie gilt. Gewöhnliche Folien erweichen bei Temperaturen ab 60°C aufwärts. Eine lang anhaltende Überhitzung kann zudem ein Kräuseln der Folie zur Folge haben, und es können sich Gasblasen zwischen dem Glas und dem Filter bilden. Als Folge davon können Flecken auf der Anzeige entstehen, in denen der Kontrast viel kleiner oder überhaupt nicht mehr vorhanden ist. Für spezielle Anwendungen sind Polarisationsfolien und Klebmittel erhältlich, die bis $+80^\circ\text{C}$ zuverlässig arbeiten.

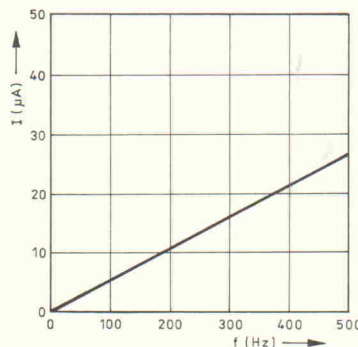


Bild 23. Zusammenhang zwischen der Frequenz des Steuersignals und der Stromaufnahme einer LC-Anzeige.

den ist. Für spezielle Anwendungen sind Polarisationsfolien und Klebmittel erhältlich, die bis $+80^\circ\text{C}$ zuverlässig arbeiten.

Lebensdauer eines LC-Displays

Auf dem Gebiet Lebensdauer haben sich Flüssigkristallanzeigen jahrelang einen negativen Ruf eingehandelt – nicht ganz zu Unrecht, denn in der Anfangszeit gab es noch Probleme mit der Beständigkeit des Flüssigkristalls gegen ultraviolette Strahlung (Sonnenlicht). Als Folge einer nicht idealen Klebe- und Abdichtungstechnik traten zudem Verunreinigungen des Kristalls auf. Displays der ersten LCD-Generation verrichteten daher meist nicht länger als zwei Jahre ihren Dienst. Moderne Flüssigkristallanzeigen haben eine garantierte Lebensdauer

von 50 000 Stunden; dieser Wert entspricht einem ununterbrochenen Betrieb von 6 Jahren.

Die Lebensdauer einer LCD kann man auf zwei verschiedene Arten definieren. Wählt man den Anzeigekontrast als Bezugsgröße, so gilt diejenige Zeitperiode als Lebensdauer, in der der Kontrast einen Wert von größer als 50 % des Anfangswerts aufweist. Definiert man hingegen die Ausfallzeit als Basis, so gilt für die Lebensdauer diejenige Zeitspanne, in der die Ausfallwahrscheinlichkeit der LC-Anzeige auf einen Wert von 50 % ansteigt.

Form des Steuersignals

Flüssigkristallanzeigen darf man grundsätzlich nicht mit einer Gleichspannung ansteuern. Obwohl die elektrische Leitfähigkeit so gering ist, daß man ein LC-Display in erster Linie als kapazitive Last ansehen kann, ist der Flüssigkristall doch kein reiner Isolator. Aber selbst eine kleine Gleichstromkomponente hat zur Folge, daß im Flüssigkristall eine Elektrolyse stattfindet, bei der der elektrische Strom den Flüssigkristall in diverse Teilkomponenten zerlegt. Bereits nach einem kurzzeitigen Gleichstrombetrieb – wenige Stunden reichen völlig aus – verliert das Material zwischen den Glasplatten eines Displays die typischen Eigenschaften eines Flüssigkristalls.

Diese Zersetzungserscheinung ist so bedeutend, daß sämtliche LCD-

Hersteller vorschreiben, daß der Gleichspannungsanteil im Steuersignal einen Wert von 50 mV nicht übersteigen darf. Setzt man zum Ansteuern ein Rechtecksignal ein, sind demzufolge sehr hohe Anforderungen an die Zeit- und Amplitudensymmetrie des Signals einzuhalten. Ist das H-Potential auch nur geringfügig größer oder kleiner als das L-Signal, so weist das Signal eine unzulässige Gleichspannungskomponente auf, die die Lebensdauer der LC-Anzeige drastisch reduziert.

Da in den meisten praktischen Anwendungsfällen nur eine Gleichspannung zur Verfügung steht, muß man das Rechtecksignal mit Hilfe eines Oszillators erzeugen. Das allein reicht aber nicht aus: Die Amplitude dieses Rechtecksignals wechselt zwischen der Betriebsspannung und dem Massepotential. Folglich enthält es eine Gleichspannungskomponente, die der halben Betriebsspannung entspricht. Somit ist die Rechteckspannung, deren Amplitude zwischen $+U_b$ und Masse wechselt, in ein Rechtecksignal umzuformen, das zwischen $+U_b/2$ und $-U_b/2$ pendelt.

Da eine Flüssigkristallanzeige mit Wechselspannung angesteuert wird und das Display vornehmlich eine kapazitive Belastung darstellt, hat die Frequenz des Steuersignals einen Einfluß auf die aufgenommene Leistung beziehungsweise auf den Strom. In Bild 23 ist dieser Zusammenhang für eine gewöhnliche Siebensegment-LCD grafisch dargestellt.

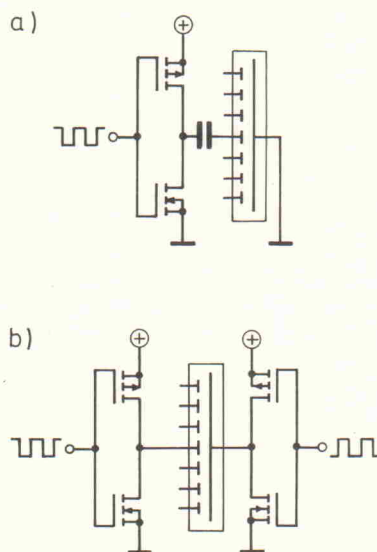
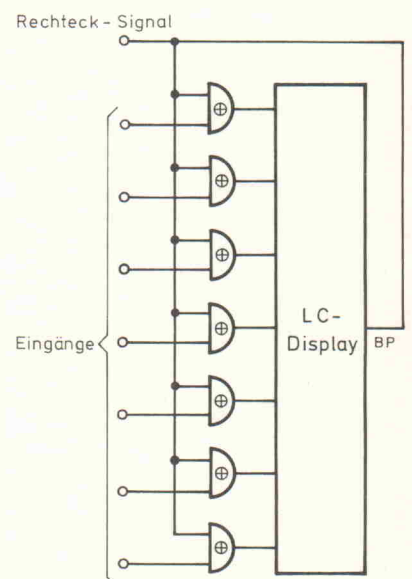


Bild 24. Ansteuerung einfacher LC-Displays mit einer Rechteckspannung.

Bild 25. Statische Ansteuerung von Siebensegment-LC-Anzeigen.



gestellt; als Steuersignal diene dabei eine Rechteckspannung mit einem Spitze-Spitze-Wert von 2 V.

Die Frequenz des Rechtecksignals wird nach unten durch das sichtbare Blinken der LC-Anzeige begrenzt. Aufgrund der Trägheit eines LC-Displays hat man damit in der Praxis aber kaum Probleme; so kann man noch mit einer Signalfrequenz von 30 Hz arbeiten. An der oberen Frequenzgrenze spielt die kapazitive Belastung einer LCD die wesentliche Rolle. Die Kapazität einer LC-Anzeige mit einer Ziffernhöhe von 8 mm und einem hochwertigen Flüssigkristall beträgt etwa 150 pF. Bei einer Ziffernhöhe von 25 mm und gleichzeitiger Verwendung eines Standard-Flüssigkristalls steigt dieser Wert auf rund 4 nF an.

Bei sehr kleinen LC-Anzeigen kann man mit Frequenzen bis 1 kHz arbeiten. Für größere Anzeigen ist es aber sinnvoll, eine Steuerfrequenz unterhalb 100 Hz zu wählen. Andernfalls steigt die Belastung der Steuerelektronik auf derart große Werte an, die zu schaltungstechnischen Problemen führen können.

Hat man es in der Praxis mit einem einfachen LC-Display zu tun, das beispielsweise lediglich ein- und ausschaltende Symbole enthält, kann man diese direkt mit einem Rechtecksignal ansteuern. Ein eventueller Gleichspannungsanteil ist jedoch in jedem Fall abzublocken. Dies kann mit der in Bild 24 gezeigten Schaltung geschehen.

Im oberen Bildteil a liegt die Backplane der LC-Anzeige an Masse. Das Rechtecksignal gelangt über eine komplementäre CMOS-Endstufe des Typs 4007 oder 4009 über einen Koppelkondensator an die vordere Elektrode der LCD. Die komplementäre Endstufe stellt sicher, daß die Impedanz des Rechtecksignals für die H- und L-Phase konstant ist. Ist diese Voraussetzung nämlich nicht erfüllt, so weist der durch die Ausgangsimpedanz und durch den Koppelkondensator gebildete RC-Kreis zwei verschiedene Zeitkonstanten auf, wodurch im Betrieb am LC-Display eine unerwünschte Gleichspannungskomponente entsteht. Komplementäre

Bild 26. Spannungsverläufe bei der statischen Ansteuerung von LC-Displays.

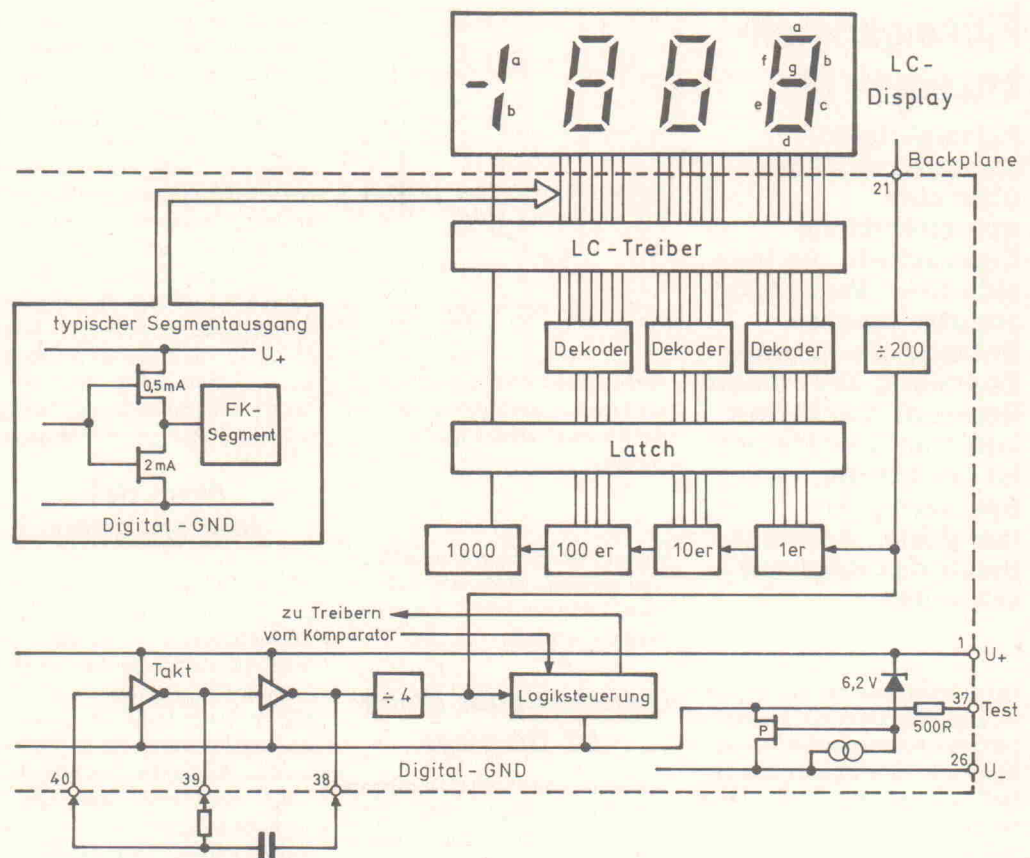


Bild 27. Internes Blockschaltbild des DVM-Bausteins ICL 7106.

CMOS-Schaltungen verfügen über eine konstante Ausgangsimpedanz von rund 400 Ω , so daß man diese Bausteine vorteilhaft einsetzen kann. Es ist natürlich auch möglich, gebufferte NAND- oder NOR-Gatter aus der CMOS-Reihe zu verwenden. Den jeweils zweiten Eingang dieser Gatter kann man beispielsweise zum Ein- und Ausschalten der jeweiligen LCD-Symbole benutzen.

Da ein Kondensator ein relativ großes und teures Bauteil ist, suchte man nach einer kondensatorlosen Al-

ternative: In der in Bild 24 b gezeigten Schaltung spricht eine komplementäre Endstufe die vordere LC-Elektrode an, eine zweite Endstufe steuert die Backplane. Beide Endstufen sind mit zueinander invertierten Rechtecksignalen anzusteuern. Das gesamte System weist eine gewisse Ähnlichkeit mit der Brückensteuerung von Lautsprechern in Niederfrequenzverstärkern auf.

Wegen der gegenphasigen Ansteuerung der beiden Elektroden liegt eine der beiden Elektroden auf Massepotential und die andere auf $+U_b$

beziehungsweise umgekehrt. Obwohl beide Elektroden im Mittel eine Gleichspannung in Höhe von $+U_b/2$ führen, steht an den Elektroden der LCD keine Gleichspannung an, sondern eine Wechselspannung, deren Amplitude dem Wert der Betriebsspannung entspricht.

Statische Ansteuerung

Für die statische Ansteuerung von Siebensegmentanzeigen, wie beispielsweise in einem Universalmeß-

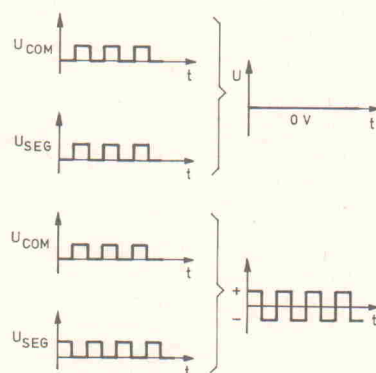
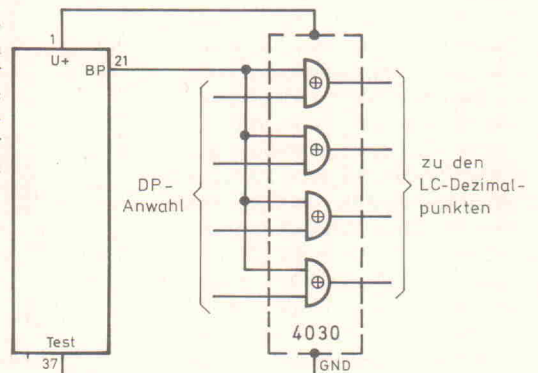


Bild 28. Zusatzschaltung zum Ansteuern der Dezimalpunkte einer LC-Anzeige für den Baustein ICL 7106.



instrument oder in einem Frequenzzähler, findet prinzipiell das gleiche System Verwendung. Durch einen schaltungstechnischen Kniff reduziert man aber drastisch die Anzahl der notwendigen Gatter. Dieser Kniff ist in Bild 25 dargestellt.

Ein Rechtecksignal, dessen Amplitude zwischen $+U_b$ und Massepotential wechselt, steuert die Backplane des LC-Displays direkt an. Das gleiche Signal liegt an den Eingängen mehrerer EXOR-Gatter. Die Ausgänge dieser Gatter steuern wiederum die vorderen Elektroden der Segmente an. Die jeweils zweiten Eingänge der EXOR-Gatter dienen als Steuereingänge für die Displays; das Potential an diesen Eingängen entscheidet, ob ein Segment aktiviert wird oder nicht.

Zahlreiche ICs mit direkter Ansteuerermöglichkeit für LCDs enthalten diese Gatter in integrierter Form. Steht man vor der Aufgabe, eine solche Schaltung mit diskreten Bauteilen aufzubauen, kann man zum Beispiel die Bausteine 4030 oder 4070 aus der CMOS-Reihe verwenden.

Die Funktionsweise der Schaltung geht aus den in Bild 26 wiedergegebenen Spannungsverläufen hervor. Abhängig von den logischen Signalen an den Gattereingängen erscheint das Rechtecksignal entweder direkt oder invertiert an den Gatterausgängen. Führt ein Eingang L-Potential, so läßt das EXOR-Gatter das am zweiten Eingang anliegende Rechtecksignal nichtinvertiert passieren. Sowohl die vordere als auch die hintere Elektrode des betreffenden LCD-Segments führen in diesem Fall identische Spannungen, so daß keine Potentialdifferenz über dem Segment entsteht. Somit erfolgt keine Aktivierung des Segments (oberes Teilbild).

Liegt am Steuereingang hingegen ein Signal mit H-Potential, dann invertiert das EXOR-Gatter das ursprüngliche Rechtecksignal. Als Folge davon führen die vordere Elektrode und die Backplane eine gegenphasige Rechteckspannung; über beiden Elektroden liegt somit eine Wechselspannung, deren Spitze-Spitze-Wert U_b beträgt (unteres Teilbild).

Ein bekannter Baustein, der auf dieses Verfahren zurückgreift, ist der ICL 7106, ein Digitalvoltmeter-IC mit integriertem Ansteuerteil für eine LC-Anzeige. Wie aus dem in-

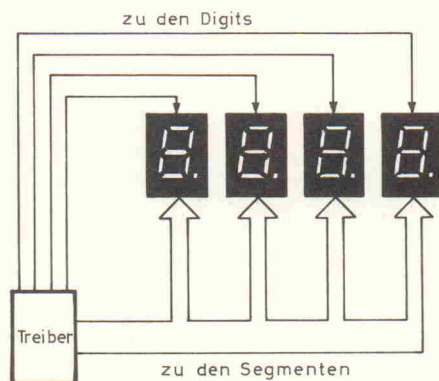


Bild 29. Prinzip einer Multiplex-Anzeige.

ternen Blockschaltbild in Bild 27 hervorgeht, steuert der Taktgenerator des Chips die Backplane des gesamten Displays über einen Teiler (Teilfaktor 200) an. Die Segmentausgänge weisen die besprochene komplementäre Struktur auf.

Bild 28 zeigt eine Zusatzschaltung für den ICL 7106 zum Ansteuern der Dezimalpunkte des Displays. Dazu benötigt man vier EXOR-Gatter, die das BP-Signal aus dem IC entweder gleichphasig oder gegenphasig passieren lassen, und zwar in Abhängigkeit von dem am jeweils zweiten Eingang anliegenden Steuersignal. Dieses Steuersignal kann beispielsweise über den Bereichsumschalter zu den Gattern gelangen.

Multiplexansteuerung

Flüssigkristallanzeigen weisen einige Eigenschaften auf, die es ungünstig erscheinen lassen, sie über Multiplexsysteme anzusteuern. Dabei weist gerade das Multiplexverfahren entscheidende Vorteile auf: Man stelle sich ein System vor, das vier Siebensegmentanzeigen ansteuern soll. Wenn man diese Displays statisch ansteuert, so sind nicht weniger als $8 \times 4 = 32$ Verbindungen zwischen der Anzeige und dem System erforderlich. Für einen Frequenzzähler mit einer achtstelligen Anzeige sind gar $8 \times 8 = 64$ Verbindungen notwendig.

Diese hohe Anzahl von Leitungen ist sehr unpraktisch, weil unhandlich. Aus diesem Grund entwickelte man das Multiplexverfahren, das bei einer LED-Anzeige eine sehr

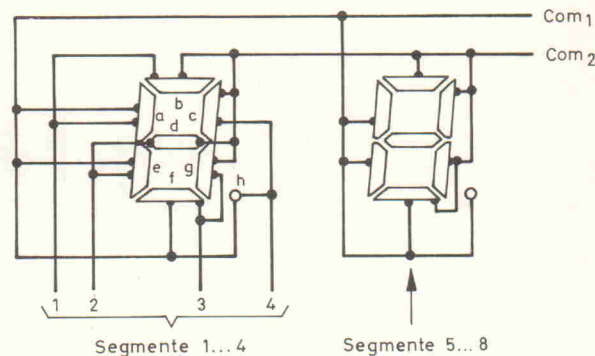


Bild 30. Zuordnung der beiden Backplanes und der Segmentleitungen beim U/2-Multiplexverfahren.

elegante Lösung für dieses Problem bietet. In Bild 29 ist das Multiplexprinzip schematisch dargestellt. Die CA- (common anode, gemeinsame Anode) und CC- (common cathode, gemeinsame Kathode) Anschlüsse gehen nun nicht mehr direkt an die Versorgungsleitungen, sondern auf spezielle Systemanschlüsse des Treibers. Alle identischen Segmentelektroden sämtlicher Displays sind elek-

trisch miteinander verbunden und führen ebenfalls zum System. Jetzt benötigt man nur noch $4 + 8 = 12$ Verbindungsleitungen.

Beim Multiplexen aktiviert der Treiber nacheinander die CA- beziehungsweise CC-Leitungen. In dem Moment, in dem die Leitung des ersten Digits aktiv ist, legt der Treiber diejenigen Segmentleitun-

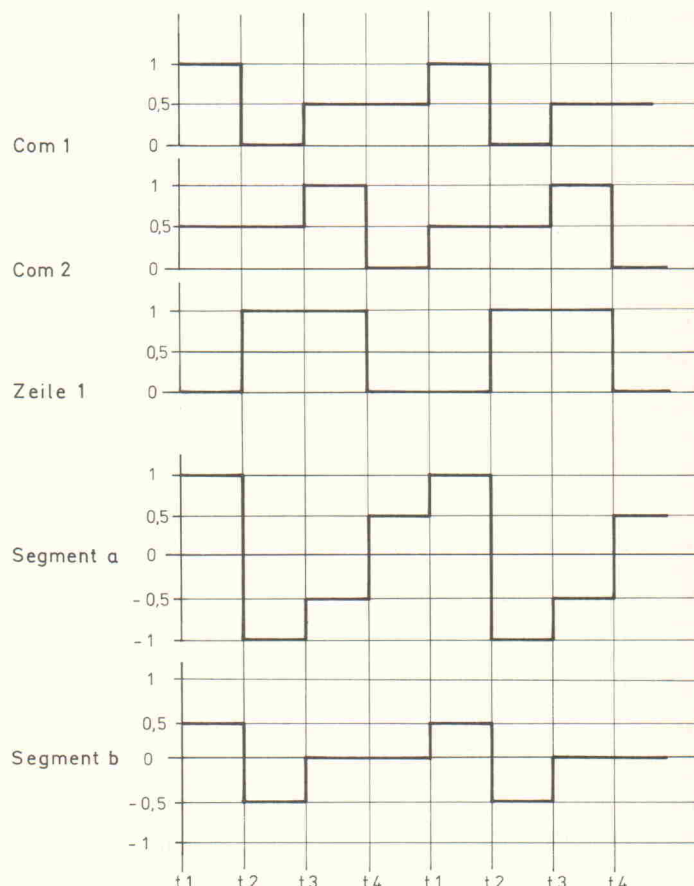


Bild 31. Signalverläufe bei eingeschaltetem Segment a und ausgeschaltetem Segment b.

gen an Spannung, die bei diesem Digit aufleuchten sollen. Kurze Zeit später erfolgt ein Aktivieren der nächsten CA- oder CC-Leitung mit den jeweils erforderlichen Schaltvorgängen für die betreffenden Segmentanschlüsse.

Die Multiplexansteuerung ist ein dynamischer Vorgang; die Leitungen zwischen System und Display führen keine statischen Gleichspannungen, sondern man kann hier zu meist unregelmäßige Signalverläufe feststellen. Der Nachteil besteht darin, daß keine konstante Ansteuerung der Segmente erfolgt. Bei dem gezeichneten Beispiel mit vier Digits steht den Segmenten nur während eines Viertels der Zeit Betriebsstrom zur Verfügung. Für LED-Displays ist dies kein Problem, da diese Bauteile hohe Spitzenströme verkraften und ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen Strom und LED-Helligkeit besteht. Man schickt also kurze, hohe Spitzenströme durch die Segmente, diese leuchten kurz auf, und dank der Trägheit des menschlichen Auges nimmt man anstatt der Lichtblitze eine konstante, flimmerfreie Anzeige wahr. Es ist ohne weiteres möglich, LED-Anzeigen mit einem Tastverhältnis von beispielsweise 1:12 zu betreiben. Damit kann man problemlos eine zwölfstellige Siebensegmentanzeige auf die angegebene Weise ansteuern, wobei jedes aktivierte Segment während 1/12 der Zykluszeit einen relativ großen Spitzenstrom zu verarbeiten hat.

Flüssigkristallanzeigen weisen keinen linearen Zusammenhang zwischen Strom und Kontrast auf. Man kann sie also nicht kurzfristig übersteuern, um den Kontrast zu vergrößern. In der Praxis kann man davon ausgehen, daß das Tastverhältnis beim Ansteuern eines Segmentes nicht größer als 1:4 sein darf.

Außerdem ist der Verlauf der Kontrastkurve temperaturabhängig, so daß der mittlere Kontrast einer gemultiplexten LC-Anzeige von der Betriebstemperatur des Systems abhängig ist. Glücklicherweise verfügen Flüssigkristallanzeigen über eine andere Eigenschaft, die dem Multiplexen entgegenkommt: Wenn die mittlere Spannung über einem Segment einen Wert aufweist, der kleiner ist als 1/3 der Spannung für maximalen Kontrast, dann bleibt das Segment erloschen.

Diese Eigenschaft macht man sich beim Multiplexen von LC-Displays

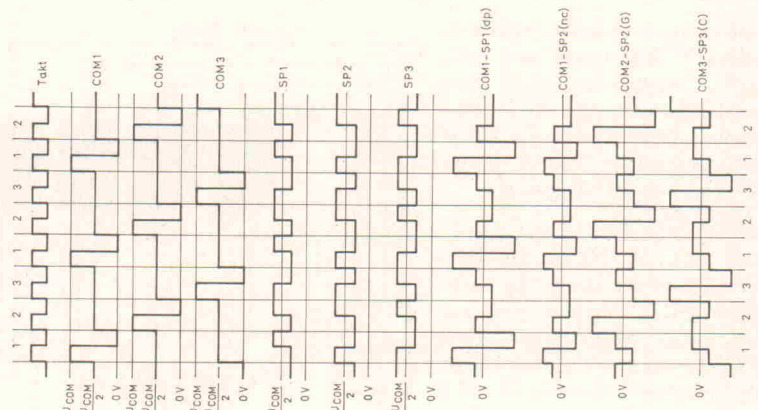
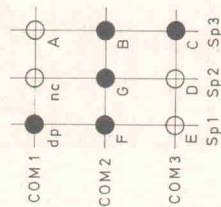


Bild 32. Beispiel für die dynamische Ansteuerung von LC-Displays nach dem U/3-Verfahren.

zunutze. Die Backplane- und die Segmentleitungen führen dann relativ komplexe, impulsförmige Spannungen, die verschiedene (in jedem Fall mehr als zwei) Spannungspegel annehmen können. Die Spannungsimpulse nehmen dann Pegel an, die sich gegenseitig addieren, wenn ein Segment eingeschaltet werden soll, sich aber gegenseitig kompensieren, wenn ein Segment ausgeschaltet bleiben soll. Über den beiden Elektroden eines ausgeschalteten Segments liegt ein komplexer Signalverlauf, dessen mittlere Spannung kleiner als 1/3 des Schwellenwerts der Kontrastkurve ist. Über den beiden Elektroden eines eingeschalteten Segments liegt ein Signal, dessen Mittelwert so groß ist, daß der Kontrast beinahe seinen maximalen Wert annimmt.

In der LCD-Praxis haben sich drei Multiplexverfahren etabliert:

- das U/2-Verfahren, das zwei Backplanes voraussetzt und bei dem eine Ansteuerung der aktivierten Segmente mit einem Tastverhältnis von 1:2 erfolgt;
- das U/3-Verfahren, das auf drei Backplanes angewiesen ist und mit einem Tastverhältnis von 1:3 arbeitet;
- das U/4-Verfahren mit vier Backplanes und einem Tastverhältnis von 1:4.

U/2-Verfahren

Eine typische U/2-Struktur mit zwei Backplanes und vier Segmentleitungen ist in Bild 30 dargestellt. In dem gezeigten Beispiel sollen nun die Segmente a und b des linken Displays näher betrachtet werden. Beide Segmente sind an der Seg-

mentleitung 1 angeschlossen. Segment a liegt vor der ersten Backplane mit dem Anschluß Com1, Segment b vor der zweiten Backplane Com2. Eine exemplarische Untersuchung des Signalverlaufs soll nun für den Fall erfolgen, daß Segment a 'aufleuchtet' und Segment b 'erloschen' bleibt.

Die zum Ansteuern der beiden Backplanes und der Segmentleitung 1 (hier als Zeile 1 bezeichnet) erforderlichen Spannungsverläufe sind in Bild 31 dargestellt. Dabei weist das Steuersignal für die beiden Backplanes insgesamt drei mögliche Spannungspegel auf; neben '0', dem Massepotential, und '1', der Versorgungsspannung, gibt es noch einen Pegel '0,5', der der halben Versorgungsspannung entspricht. Die Segmentleitung 1 führt eine impulsförmige Spannung, die zwischen '0' und '1' wechselt. Hier ist also kein dritter Pegel notwendig, aber das ist Zufall. In den meisten Fällen nehmen auch die Signale auf den Segmentleitungen drei Pegel an.

Unter den drei Spannungsverläufen für die Steuerleitungen zeigt Bild 31 zwei weitere, die die Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden der Segmente a und b angeben. Diese Spannungen kann man leicht aus der Grafik ableiten. Für das Segment a ist dazu für jeden Zeitpunkt die Spannung an Com1 und die an Zeile 1 zu addieren beziehungsweise zu subtrahieren. Gleiches gilt für das Segment b, hier sind die Spannungen an Com2 und Zeile 1 zu betrachten.

Zum Zeitpunkt t1 führt Com1 '1' und Zeile 1 '0'. Die Spannungsdifferenz über Segment a ist natürlich '+1'. Zum Zeitpunkt t2 geht Com1

nach '0' und Zeile 1 nach '1'. Dies stellt die umgekehrte Situation dar, so daß die Polarität über dem Segment wechselt, die Spannungsdifferenz beträgt demnach '-1'. Zum Zeitpunkt t3 wird Com1 '0,5', Zeile 1 bleibt auf '1'. Die Spannung am Segment a ist also gleich '-0,5'. Zum Zeitpunkt t4 ist Com1 gleich '0,5' und Zeile 1 gleich '0,5'. Die Spannung über dem Segment beträgt nun '+0,5'. Die Spannung am Segment a weist einen ausreichend großen Effektivwert auf, der in jedem Fall groß genug ist, um das Segment mit nahezu maximalem Kontrast anzusteuern.

Geht man für die Spannung am Segment b auf die gleiche Weise vor, so stellt man fest, daß diese Spannung Maximalwerte von '+0,5' und '-0,5' aufweist. Mit einem effektiven Mittelwert von 1/4 liegt man also unter der Kontrastschwelle von 1/3, das Segment zeigt folglich keine optische Reaktion.

Selbstverständlich verlaufen die Steuersignale nicht beliebig. Es ist nicht nur der Schwellenwert (1/3) für das Ansprechen eines Segmentes zu berücksichtigen. Was die Sache verkompliziert, ist die Tatsache, daß die Spannungen über den Segmenten vollkommen symmetrisch sein müssen. Wenn das nicht der Fall ist, liegt eine Gleichspannung über dem Segment, die den Flüssigkristall nach kurzer Zeit beschädigt. An den in Bild 31 dargestellten Spannungsverläufen erkennt man, daß auch diese Bedingung erfüllt ist. Da jeweils die Flächen ober- und unterhalb der Nulllinie identisch sind, handelt es sich um reine Wechsellspannungen ohne Gleichspannungskomponente.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 4/92.

Input

Weiterbildung – ein rasch wachsender Markt. Wer bietet was?

Dazulernen beginnt immer öfter mit dem Studium dicker Seminarkataloge und Bergen von Prospekten. Technische Akademien, aber auch mehrere hundert Elektronikfirmen, die Seminare durchführen, sind Anbieter auf einem Hochkonjunktur-Markt. 'Qualifizierung', früher eher als persönliche Karrierestrategie begriffen, gilt heute als betriebliche Notwendigkeit, um im Wettbewerb zu bestehen.

Bei der Qualifizierung von Mitarbeitern geht es vordergründig um das konkrete Know-how einer bestimmten Technik, doch werden oft noch weitere Ziele verfolgt, zum Beispiel die Schaffung ganzheitlicher Arbeitsinhalte, die Verbesserung des Verständnisses über das Zusammenspiel betrieblicher Funktionsbereiche, die Schaffung eines Verantwortungsgefühls für die erzeugten Produkte bezüglich Kosten und Qualität, die Verbesserung der Motivation. Die genannten Beispiele entstammen einer Fallstudie, die das VDI/VDE Technologiezentrum Informationstechnik in seinem 460seitigen 'Weiterbildungskatalog Mikrosystemtechnik' veröffentlicht hat (siehe Kasten).

Wer wieder, wenn auch nur teilweise, die Schulbank drücken

muß, kann das in einer privaten Technischen Akademie, in einem Institut, etwa in einer Fachhochschule, oder in der Firma tun, deren Produkt erklärungsbedürftig ist; die meisten Anbieter solcher Firmenseminare schicken allerdings ihre Know-how-Träger wahlweise auch zum Kunden oder auf Deutschland-Tournee in die regionalen Metropolen.

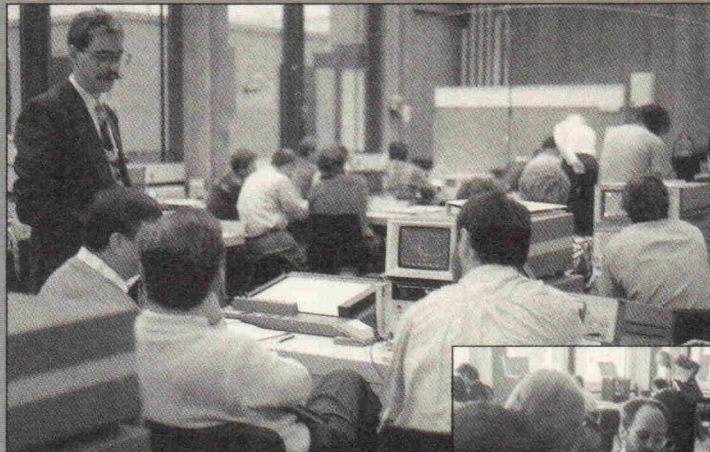
Firmenseminare

Die Kundens Schulungen sind naturgemäß intensiv am Produkt orientiert, doch trifft dies auch für einige Veranstaltungen der Akademien und Institute zu. Umgekehrt bieten die produktorientierten Firmenseminare nicht nur solche Informationen, die man später zusammen mit dem Produkt getrost entsorgen

kann. Die Firma Phoenix Contact, W-4933 Blomberg, die in diesem Jahr mit vier (verschiedenen) Seminaren 'in allen Teilen Deutschlands' präsent sein will, meint zu diesem Punkt:

'Die Reihe der Phoenix-Know-How-Seminare wurde geschaffen, weil sich herausgestellt hat, daß trotz aller Bemühungen um eine vollständige, schriftliche Dokumentation das persönliche Gespräch zwischen Hersteller und Anwender unverzichtbar bleibt.

Bei diesen Seminaren werden nicht nur Produktkenntnisse vermittelt, sondern grundsätzliche Darstellungen von technisch sich weiterentwickelnden Bereichen geboten, mit denen sich jeder befassen muß, der auf der Höhe der Zeit bleiben will.



PREMA Präzisionselektronik GmbH

Robert-Koch-Str. 10

6500 Mainz 42

Telefon : 06131/5062-0
Telefax : 06131/5062-22
Telex : 4187666

Veranstaltungsformen:

- Seminar (max. 1 Woche)

Zielgruppen:

- Ingenieure / Naturwissenschaftler

Regionen:

D 65

Ansprechpartner:

Werner Peuckert

Funktion : Kfm. Leitung

Herr Peuckert berät zu den Weiterbildungsbereichen:
ASIC/kundenspezifische Schaltkreise/Bauelemente

Beispiel einer Anbieter- Beschreibung

Weiterbildungs- Katalog

Das VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik, Berlin, hat Ende letzten Jahres den 'Weiterbildungskatalog Mikrosystemtechnik' (MST) herausgegeben. 'WIR' steht für: Weiterbildung; Information & Recherche (siehe auch Elrad 1/92, Seite 85, 'Aktuelles für Aus- und Weiterbildung').

Der 460seitige Katalog enthält unter anderem die Adressen und Profile von circa 650 Weiterbildungsanbietern mit über 1300 zugehörigen Ansprechpartnern, die innerhalb der Postleitzahlbereiche 1...9 alphabetisch aufgeführt sind. Der Bezugspreis beträgt 185,05 D-Mark zuzüglich 7 % Mehrwertsteuer; Bezugsquelle: siehe Adressenliste.

'Die Mikrosystemtechnik', so heißt es einleitend unter der Überschrift 'Mikrosystemtechnik und Qualifizierung', 'wird als Konzeption für einen systemisch-integrierten Einsatz von Miniaturisierungstechniken im Bereich Messen/Steuern/Regeln verstanden. Für die hieraus sich ergebenden erhöhten Anforderungen ... müssen innerbetriebliche Organisationsformen verändert sowie die Qualifikation des Personals verbessert

und erweitert werden.' Zu diesem Thema folgt ein Aufsatz mit Fallbeispiel.

Den Hauptteil bildet die Anbieterübersicht; sehr umfangreich ist auch der Nachschlageteil 'Weiterbildungsthemen'. Ein 'morphologischer Kasten' mit rund 20 Seiten zeigt Querverweise zwischen einzelnen Weiterbildungsthemen auf und unterstützt damit die Orientierung in der Liste der fast 200 Stichworte für die MST-relevanten Weiterbildungsthemen. 'Mikrosystemtechnik an Hochschulen' heißt das abschließende Kapitel. Im vorderen Teil findet sich eine Übersicht weiterführender Literatur.



Und: In den Seminaren kommen Themen und Einzelheiten zur Sprache, die von keinem Fachbuch ausreichend behandelt werden.

Die Teilnehmer werden in die Lage versetzt, in die Diskussion um aufkeimende Industriestandards aktiv und kompetent einzugreifen. Daneben bietet sich dem erfahrenen Fachmann die Möglichkeit, eigene Standpunkte einzubringen und die Entwicklung zu hinterfragen.'

Bezüglich der Unterstützungstiefe sind manche Firmen recht flexibel. Da heißt es beispielsweise: '... kann der Interessent unter folgenden Möglichkeiten wählen: allgemeine Schulung im Einsatz moderner Mikroelektronik-Komponenten; projektbezogene Schulung und Beratung (Realisierbarkeit, Systemkonzept, Alternativen zur Technologieauswahl); Applikationsunterstützung und Prototypenentwicklung.'

Bei den klassischen Produktseminaren ist zwischen 'Pre-Sales'- und 'PostSales'- (oder 'after sales'-) Veranstaltungen zu unterscheiden. Wenn der Teilnehmer seine Kaufentscheidung noch nicht getroffen hat, ist das 'Seminar' im Grunde eine Werbeveranstaltung. Im Gegensatz aber etwa zur Waschmittelreklame werden hier dem Zielpublikum nicht dümmliche Sprüche um die Ohren gehauen; die Teilnehmer werden vielmehr von vorneherein als kompetente Zuhörer und Gesprächspartner gesehen, mit denen auch über Schwächen und Grenzen des Produktes zu reden ist. Experten im Publikum können da schon mal den Vortragenden ins Schwitzen bringen.

Bei diesen PreSales-Seminaren kostet die Eintrittskarte oft zwischen 100 und 300 D-Mark. Der Obolus ist aus Sicht des Veranstalters vor allem das Filter, das nur ernsthaft Interessierte passieren läßt – mit denen man dann um so intensiver konferieren kann. Doch viele solcher Angebote sind gratis; so ist bei Tektronix der 'Informationstag' (zum Beispiel 'Einführung in die EMV-Meßtechnik') kostenlos, während zum 'Anwendertraining' ein 'Kostenbeitrag' geleistet werden muß.

Ein weiteres Beispiel ist Metronik, W-8025 Unterhaching, einer der größeren Halbleiter-Distributoren: Jeden Monat veranstaltet die Firma kostenlose Seminare.

Wer sich daraufhin für eines der komplexeren, erklärungsbedürftigen Produkte entschieden hat, etwa FPGAs, DSPs oder Mikrocontroller, kann ein PostSales-Seminar buchen. Dafür ist dann die Ende letzten Jahres gegründete Schwesterfirma Metronik Technical Consulting in Freiburg zuständig, deren Schulungsschwerpunkt bei CAE liegt. Bis November dieses Jahres sind beispielsweise zehn 4-Tage-Intensivkurse in Freiburg, München oder Darmstadt zu den SPROC-Signalprozessoren von Star Semiconductor vorgesehen; der Kurs kostet 2500 D-Mark plus Mehrwertsteuer. Inhouse-Termine, also Schulung beim Kunden, nach Vereinbarung.

Preisfragen

Die Notwendigkeit, ein Seminar zu belegen, entdeckt der Kunde oft erst, wenn seine Entwicklungsabteilung tage- oder wochenlang mit dem Produkt nicht zurechtkommt. Zu der vertanen Zeit kommen dann noch die Seminargebühren, die manchmal recht hoch erscheinen. 'Service zum Selbstkostenpreis' erwarten die meisten Kunden.

Wenn man mal dabei war und die Teilnehmer gezählt hat, läßt sich der Umsatz des Veranstalters ausrechnen; setzt man im obigen DSP-Beispiel (nur) einen Lehrer an, der (nur) einen Schüler unterrichtet, so steht einem Einsatz von 40 Manntagen, also zwei Monaten, ein Umsatz von 25 000 D-Mark gegenüber. Das wäre knapp – wegen Urlaub, Arbeitgeberanteilen, 13./14. Gehalt, Anreise, Hotel, Raummiete. Hinzu kommen die Kosten für die Erstellung der 'Demo'-Ware.

Aber soll man sich den Kopf des Veranstalters zerbrechen? Dieter J. Rudolf, Leiter Training und Applikation bei Metronik, muß es. Kostentreibend, so sagt er, sei vor allem 'die hohe Innovationsrate', die ein 'ständiges Updating' erforderlich mache. Und updaten muß man ja nicht nur die Demo-Ware, sondern auch die Trainer. Außerdem, so Rudolf, habe man in den Kursen meistens 'wenige Kunden'. Das ist angesichts der komplexen Entwicklungsaufgabe, die sich der Anwender eines hoch- oder höchstintegrierten Bausteins stellt, durchaus verständlich.

Mit 2500 D-Mark für ein 4-Tage-Seminar ist der schon erwähnte Kurs – im absoluten

Vergleich mit anderen Anbietern – durchaus auf der preiswerten Seite. Doch es gibt auch 'unsittliche Angebote': PreSales-Seminare, die ähnlich viel kosten. Das ist so, als ob man im Kaufhaus Eintritt bezahlen müßte.

Von AMD bis Texas

Marktübersicht? Vor rund drei Jahren listete eine einschlägige deutsche Zeitschrift auf mehreren Seiten Schulungsangebote für Elektronik-Entwickler, einige Monate später erneut, diesmal in Tabellenform. Bei diesen beiden Ansätzen scheint es geblieben zu sein, verständlicherweise: Eine einigermaßen aktuelle und einigermaßen vollständige Übersicht würde inzwischen acht oder zehn Seiten erfordern, und zwar Monat für Monat. Auch die circa eine Seite, die Elrad monatlich mit Seminarterminen der technischen Akademien füllt, zeigt nur Auszüge der jeweiligen Programme. Selbst der Autor des Buches 'Berufliche Weiterbildung in Datenverarbeitung und

Automatisierungstechnik' (siehe Kasten) verzichtet darauf, alle Anbieter dieses Schulungs-Marktsegmentes zu listen: 'Aufgrund der Vielzahl der Schulungsanbieter halten wir es für zweckmäßig, eine gewisse Auswahl zu treffen.'

Zumindest alle großen Halbleiterhersteller bieten Kurse an. 'Wünschen Sie ausführlichere Informationen, fordern Sie bitte unsere Kursbroschüre an', schreibt beispielsweise Motorola. Daß im redaktionellen Teil der Zeitschriften, so sehr sie auch um Vermittlung von aktuellem Know-how bemüht sind, für die Seminartermine kein Platz ist, haben die Anbieter bereits bemerkt. 'Unser Gesamtkatalog liegt für Sie bereit', formuliert Intel in einem Seminar-Inserat.

Wer schon Produkt-Kunde ist, wird in der Regel über Kurse laufend informiert. Doch man muß schon genau hinsehen: 'Zusätzlich zu dem Angebot, das Sie in dieser Broschüre finden, werden aktuelle Schulungen in

der HP-Zeitschrift Meßtechnik News rechtzeitig angekündigt', heißt es bei Hewlett-Packard, und weiter: 'Sollten Sie Fragen haben, rufen Sie uns einfach an.'

Wer noch?

Neben den Elektronikfirmen einerseits und den wenigen großen Technischen Akademien und Privatinstituten andererseits gibt es zahlreiche Weiterbilder: die Industrie- und Handelskammern, Technologiezentren, Fachhochschulen, Fraunhofer-Institute, Fernschulen und 'Ein-Mann-Firmen', die eine kleinere, aber lukrative Bildungslücke entdeckt haben.

Die Aktivitäten der IHKs liegen eher bei EDV und Büroberufen, gelegentlich geht's aber auch vom 'Elektronikpaß' über 'Mikroprozessor- und digitale Steuerungstechnik' schnurstracks in die 'Qualitätssicherung'. Jede (nächstgelegene) IHK ist aufgrund eines Datenverbundes in der Lage, bundesweit alle Weiterbildungsangebote der Kammern abzurufen.

Zu den Informanten in Sachen Weiterbildung sind auch die einschlägigen Messen zu rechnen. Die letzte 'didacta' – vor Jahresfrist in Düsseldorf – hatte ihren Schwerpunkt im Bereich Messen, Steuern, Regeln: Elektronik machte rund ein Drittel des Messeangebotes aus. Der nächste Termin dieser Art ist die Internationale Lehrmittel- und Bildungsmesse 'World Didac' vom 5. – 8. Mai 1992 in Basel.

Fernunterricht

Hier bilden die technischen Fachbereiche nur einen relativ kleinen Teil des Gesamtangebotes. Derzeit lockt wieder die Ferne:

Der Markt expandiert. Laut Fernschülerstatistik des Wiesbadener Bundesamtes waren 1990 etwa 140 000 Fernschüler und damit 47 % mehr als im Vorjahr eingetragen. Nach Angaben der Staatlichen Zentralstelle für Fernunterricht (ZFU, Köln) hat sich die Zahl der privatwirtschaftlich organisierten Fernlehreinrichtungen im letzten Jahr um 14 auf 152 erhöht. Zu den Anbietern zählen neben den Fernschulen, die sich auf die Entwicklung und den Vertrieb von Fernlehrgängen spezialisiert haben, auch Gewerkschaften, Berufsverbände, IHKs und andere.

Die derzeit über 1000 deutschsprachigen Fernlehrgänge sind gemäß dem Fernunterrichtsschutzgesetz staatlich geprüft und zum Vertrieb auf dem deutschen Bildungsmarkt zugelassen. Dies ist insbesondere für Interessenten aus den neuen Ländern eine wichtige Information. In der DDR war die Fernlehrmethode fester Bestandteil des Bildungssystems.

Immer mehr Firmen setzen Fernkurse zur Qualifizierung ihrer Mitarbeiter ein. Der Deutsche Fernschulverband e. V. (siehe Adressenliste) spricht von circa 800 fernunterrichtsaktiven Betrieben mit circa 20 000 fernlernenden Mitarbeitern (Schätzungen).

Im Bereich Elektronik ist das Technische Lehrinstitut Christiani, W-7750 Konstanz, der wohl profilierteste Anbieter. Zum Erfolg dürfte die didaktische Qualität der Fernlehrgänge entscheidend beitragen. Der aktuelle Lehrgang 'Digital-Labor/Profilogik-Simulator' setzt Elektronik-Grundkenntnisse und einen PC voraus – das Labor ist Software.

Die reine Lehre?

Mit der reinen Lehre – im Sinne der strikten Trennung von Lehre und Wirtschaft – ist es längst vorbei, das Reinheitsgebot ist aufgehoben. Silicon Valley (USA) oder MITI (Japan) sind Synonyme für erfolgreiche technologisch-wirtschaftliche Strategien, die just auf die enge Kooperation zwischen öffentlichen und privaten Partnern setzen. Jessi soll jetzt nach gleichem Muster Europa auf Vordermann bringen; in Deutschland stricken Lehranstalten, staatlich geförderte Institute und die freie Wirtschaft gemeinsam am Erfolg. Und der Bundesforschungsminister steckt sein Geld lieber in Projekte, die Lücken im Exportspektrum schließen, als in Grundlagenforschung alten Stils, bei der man nie weiß, ob etwas herauskommt. Wen das stört, der sollte in die Astronomie gehen; die ist fast zweckfrei und hat trotzdem den bemerkenswerten Vorzug, alle paar hundert Jahre unser Weltbild zu revolutionieren.

Doch man muß nicht Jessi zitieren, um die Abkehr von der reinen Lehre zu belegen. Fallbeispiel: Im Januar meldete der Pressedienst der Rosenheimer Kathrein-Werke KG, Antennen,

Das Buch zum Thema

Berufliche Weiterbildung in Datenverarbeitung und Automatisierungstechnik

Peter Ewald

Berufliche
Weiterbildung
in Datenverarbeitung
und
Automatisierungs-
technik

Forkel-Verlag

Hinweise zu Förderungsmöglichkeiten nach dem Arbeitsförderungsgesetz (AFG). Diese Tips und Hinweise sind auf Weiterbildungsmaßnahmen in anderen Technikbereichen direkt übertragbar; überdies bestätigt die Durchsicht des Buches die Erwartung, daß der 'fachspezifische Teil' – DV und Automatisierungstechnik – knapp ausfallen muß, wenn der Autor seine Leser umfassend informieren will, angefangen bei der Unternehmensplanung bis zu Fragen nach der günstigsten Teilnehmerzahl bei Seminaren. Kurz: Der Inhalt hat, von einigen Passagen abgesehen, allgemeingültigen Charakter im Hinblick auf Weiterbildung für technische Berufe.

fb

Peter Ewald
Berufliche Weiterbildung in Datenverarbeitung und Automatisierungstechnik
Wiesbaden 1991
Forkel-Verlag
115 Seiten
DM 19,80
ISBN 3-7719-7306-6

'Immer noch ist in deutschen Betrieben die Planung von Mitarbeiterkarrieren nur sehr selten vorgesehen', schreibt der Verlag zu diesem Buch. Daher sind an erster Stelle Unternehmer die Leser-Zielgruppe, aber auch Auszubildende und Dozenten.

Der im Dezember 1991 erschienene Titel informiert unter anderem auch über Preise und Konditionen der Weiterbildungsanbieter, enthält steuerliche Tips für Weiterbildungsmaßnahmen und gibt

Electronic, unter der Überschrift 'Kathrein unterstützt praxisnahe Ausbildung', der Inhaber A. Kathrein habe mit 125 000 Mark 'erneut die vielfältigen Beziehungen zwischen seiner Unternehmensgruppe und der Fachhochschule' gewürdigt. Mit dieser Spende habe sich allein die Fördersumme für den geplanten Fachbereich Elektrotechnik auf eine halbe Million Mark in bar erhöht. 'Damit soll u. U. der Aufbau des Fachbereichs Elektrotechnik mit Schwerpunkt Nachrichten- und Kommunikationstechnik gefördert werden.'

Fachhochschulen

Nein, Input 'in bar' wird die Lehrinhalte der Fachhochschulen sicher nicht beeinflussen, aber die Wirtschaft setzt Akzente, schafft Schwerpunkte. Da zudem die Beziehungen, wie gehört, 'vielfältig' sind, kann es nicht verwundern, daß auch FHs so manches recht produktive Seminar veranstalten; für die Technischen Akademien trifft dies womöglich noch öfter zu.

Potentielle Seminaristen, speziell auch die aus den neuen Ländern, sollten grundsätzlich damit rechnen, daß in den heiligen Hallen der Fachhochschulen nicht nur die Ergebnisse zweckfreier Grundlagen-, Technik- und Technologieforschung auf der Tafel stehen; wenn es konkret um ein Produkt geht, sind daher dessen Features gegen die der Alternativen abzuwägen, die es fast immer gibt – falls sich der Brötchengeber des Seminaristen noch nicht festgelegt hat.

Ein Beispiel für ein solches Seminar ist der Grundkurs/Aufbaukurs 'Feldbussystem P-NET' (siehe Kasten), der von der Fachhochschule Landshut in Zusammenarbeit mit dem 'Freundeskreis Niederbayern für die FHL' veranstaltet wird (siehe auch Elrad-Titel 2/92: 'Sensor/Aktor-Feldbus: P-NET'; Schluß des Beitrags in dieser Ausgabe, Seite 72 f.). Noch ein Hinweis in eigener Sache: Für FH-Seminartermine findet sich in Elrad immer ein Plätzchen, es fehlt aber manchmal die rechtzeitige Information. Deshalb an

Mitarbeiter aus dem Fachhochschulbereich, Studenten und Leser, die 'Beziehungen' zu FHs haben oder 'zum Freundeskreis' zählen, hier die Bitte, auf eine konsequente Pressearbeit der jeweiligen FH hinzuwirken.

Die Technischen Akademien

Dies sind im wesentlichen das 'Haus der Technik' in Essen sowie die Technischen Akade-

mien Esslingen (bei Stuttgart) und Wuppertal. Sie decken das breite Spektrum der Technik insgesamt ab und reagieren schnell auf aktuelle Themen und Trends. 'Nomen est omen' heißt hier, daß die meisten Seminare am Ort der jeweiligen Akademie stattfinden, aber man ist flexibel. Immer mehr Termine gibt es in den neuen Ländern, die Essener und Wuppertaler – beide sind auch Außeninstitute der RTHW Aachen –

Adressen

Technische Akademie
Esslingen
Postfach 12 69
W-7302 Ostfildern
Tel.: 07 11/3 40 08-23, 24, 25
Fax: 07 11/3 40 08-43

Haus der Technik e. V.
Hollestr. 1
W-4300 Essen 1
Tel.: 02 01/18 03-1
Fax: 02 01/18 03-2 69

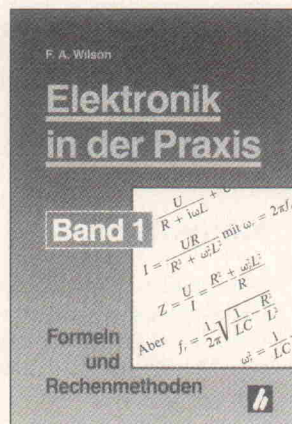
Technische Akademie
Wuppertal e. V.
Hubertusallee 18

W-5600 Wuppertal 1
Tel.: 02 02/74 95-0
Fax: 02 02/74 95-2 02

VDI/VDE
Informationstechnik GmbH
Alfons Botthof
Budapester Straße 40
1000 Berlin 30
Tel.: 0 30/2 64 89-1 95
Fax: 0 30/2 64 89-1 41

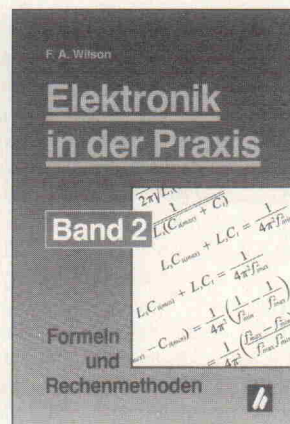
Deutscher
Fernschulverband e. V.
Ostendstr. 3
W-6102 Pfungstadt
Tel.: 0 40/4 60 38 50
Fax: 0 40/4 80 31 16

Für die Praxis



Dieses speziell für den Arbeitsplatz eines Elektrikers 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



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 Elektriker.

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



Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektriklators. 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

zieht es naturgemäß öfter dort hin, Maastricht (Niederlande) ist im Angebot und das Deutsche Patentamt in München. Die TAE hat Niederlassungen in Dresden und Sarnen (Schweiz); weitere Veranstaltungsorte sind München, Berlin, Hannover, Langebrück bei Dresden, Wien und Dornbirn (Österreich) – doch auf Wunsch kommt Esslingen auch 'ins Haus'.

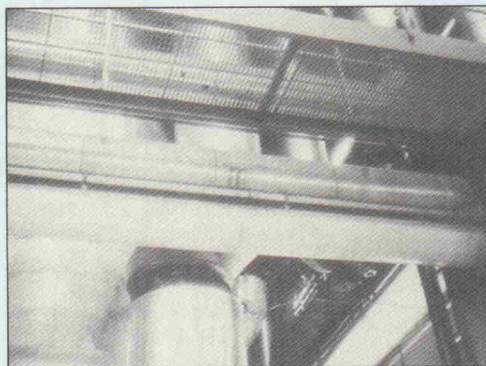
Elrad bringt regelmäßig Auszüge der aktuellen Programme, vorzugsweise mit Seminaren für Elektronik-Entwickler (in dieser Ausgabe: Seite 50). Den Interessenten stehen jedoch seitens der Akademien Veranstaltungsbroschüren zur Verfügung; so steht das Esslinger 'Gesamtprogramm 1. Halbjahr 1992' in einem Katalog mit 350 Seiten – jede mit zwei oder drei Seminaren. Und wenn unten auf der Seite noch etwas Platz ist, findet sich dort beispielsweise der Hinweis: 'Das aktuelle Angebot können Sie in Btx unter der Nummer *6222# abrufen.'

Grund- und Aufbaukurs: Feldbussystem P-NET

Teilnehmerkreis: Techniker und Ingenieure, die mit der Projektierung und Realisierung (Software) von Systemen der Meßdatenerfassung, Automatisierungstechnik (Steuer- und Regelungstechnik), Prozeßüberwachungs- und -leittechnik betraut sind und dazu ein Bussystem für den Sensor/Aktorbereich einsetzen möchten.

1. Grundkurs

Kursinhalt (Auszug): Begriffsbestimmung Feldbus, serielle Datenübertragung, Netztopologie von P-NET, Protokoll, ISO/OSI-Schichtenmodell, Software-Diagramm, Monitor (Online-Debugger), PC als Master, Interface zu Turbo Pascal, Programmierübungen



Teilnahmevoraussetzungen: PC-Grundkenntnisse und Grundkenntnisse in einer höheren Programmiersprache (vorzugsweise Pascal)

Kursdauer: 1 Tag (16. März bzw. 6. Mai 1992)

Teilnahmebetrag: DM 450,- einschließlich Seminarunterlagen und Mittagessen

2. Aufbaukurs

Kursinhalt (Auszug): Process Pascal mit umfangreichen Programmierübungen, PC als Master innerhalb einer Multimaster- und Multinetzstruktur, Programmierübungen am Demonstrationsmodell (Chargenprozeß)

Teilnahmevoraussetzung: Grundkurs

Kursdauer: 2 Tage (17. und 18. März bzw. 7. und 8. Mai 1992)

Teilnahmebetrag: DM 900,- einschließlich Seminarunterlagen und Mittagessen

Für beide Kurse:

Bei erfolgreicher Teilnahme wird den Teilnehmern ein Kurszertifikat ausgehändigt. Kursort: Fachhochschule Landshut

Anmeldung:

Fachhochschule Landshut, Präsidialamt
Am Lurzenhof 1
8300 Landshut

Ihr PC als

ALL-03 Universal Programmiergerät



jetzt inkl. Vollversion
GAL-Software GDS 1.4

DM 1448.-

E(E)PROM BROM GAL PAL IC-Tester
µComputer 8748/51 + Z8 Mem-Tester

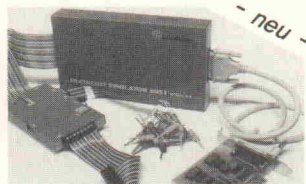


verschiedene Adapter und Sockel
z.B. GAL 16V8/20V8 4fach, AMD MACH,
Mikroprozessoren, PLCC-Adapter,
RAM-ROM Emulator, SIP/SIM-Tester
z.B.: AMD MACH 110/210 Preis: 296.40DM

Ihr PC als

V'Nice - 51

8051 IN-CIRCUIT EMULATOR



leistungsfähiger Echtzeit-Emulator zum Programmieren und Testen von Schaltungen mit dem Mikrokontroller 8051/8031

Lieferumfang: Emulations-Teil, Interface-Karte,
Adapter für MPU 8031/8051 sowie
optional einem Programmierer V'Nice-51-Writer

ohne Programmier
DM 2277.72

mit Programmier
DM 2793.00

weiterhin können wir liefern:

- Logik Analysator
- 8 MB Eprom-Programmierer
- RAM-ROM-Emulator

NEU ! superpreiswert

für PC,
Laptop
& Notebook



- programmiert EPROM's von 16 bis 512kbit
- eingebautes Netzgerät (220 V)
- Anschluß an RS 232 - Schnittstelle
- für beliebige Rechner
- solides Alu-Profilgehäuse
- einfache Bedienung
- inkl. Kabel und Software für IBM-komp.

- dto. für EPROM's bis 4 Mbit

EPP1 298.-

EPP2 498.-

Händleranfragen erwünscht

Ahlers EDV Systeme GmbH, Mozartstraße 23, 8052 Moosburg, Tel.: 0 87 61/42 45, FAX: 14 85

Leistungsabgabe einer Spannungsquelle

Von besonderem Interesse ist der Arbeitspunkt, bei dem die Leistungsabgabe einer Quelle ihren maximalen Wert annimmt. Die Bedingung zum Erzielen dieses Arbeitspunktes ist natürlich jedem Elektroniker geläufig. Weniger bekannt ist aber, wie man zu diesem Ergebnis kommt. Zur Lösung gelangt man auch hier mit Hilfe der Kurvendiskussion beziehungsweise der Suche nach Extremwerten. Der Lösungsweg ist typisch für die Suche nach Extremwerten, er gilt für viele ähnliche Problemstellungen.

Als Beispiel für eine rationale Funktion wurde bereits in Folge 10 dieser Reihe unter anderem die Funktion für die Leistungsabgabe einer Spannungsquelle in Abhängigkeit vom Wert des Lastwiderstands herangezogen:

$$P_a = f(R_a)$$

Hierin stehen P_a für die abgegebene Ausgangsleistung der Spannungsquelle und R_a für den Lastwiderstand.

Anders als in der Theorie ist der Innenwiderstand praktischer Spannungsquellen nicht gleich null. Der Innenwiderstand R_i ist größer als null, was bei Belastung zu einem Spannungsabfall an den Anschlußklemmen führt. Dadurch sinkt die abgegebene Ausgangsleistung (Bild 1). Für die von der Quelle abgegebene Leistung P_a gelten die bekannten Formeln:

$$P_a = U \cdot I \quad \text{beziehungsweise} \quad P_a = U^2 / R_a$$

Die von der Quelle abgegebene Leistung beträgt im Leerlauf ($R_a = \infty$) null, da dann zwar die gesamte Quellenspannung U_0 an den Klemmen ansteht, aber kein Ausgangsstrom fließt. Auch die Leistung, die der Innenwiderstand R_i der Quelle in Verlustwärme umsetzt, ist in diesem Fall gleich null. Für den Leerlauf gilt demnach:

$$R_a = \infty \quad I = 0 \quad P_a = 0$$

Im Kurzschlußfall ($R_a = 0$) beträgt die abgegebene Ausgangsleistung P_a ebenfalls null, da zwar ein hoher Ausgangsstrom (der Kurzschlußstrom) fließt, die Ausgangsspannung aber wegen des Kurzschlusses gleich null ist. Die Leistung, die der Innenwiderstand der Quelle in Verlustwärme umsetzt, beträgt in diesem Fall aber:

$$P_k = I_k^2 \cdot R_i \quad \text{beziehungsweise} \quad P_k = \frac{U_0^2}{R_i}$$

Hierin bedeuten P_k die Kurzschlußleistung, U_0 die Leerlaufspannung und I_k der Kurzschlußstrom. Die Kurzschlußleistung ist die höchste von der Quelle umsetzbare Leistung. Diese Leistung ist natürlich nicht nutzbar. Sie tritt als reine (unerwünschte) Verlustwärme in Erscheinung, die im Inneren der Spannungsquelle auftritt. Für den Kurzschlußfall gilt somit:

$$R_a = 0 \quad U = 0 \quad P_a = 0$$

Im Bereich zwischen Leerlauf und Kurzschluß gibt die Quelle aber eine Leistung ab. Die Höhe der abgegebenen Leistung hängt dabei vom Verhältnis zwischen Innen- und Lastwiderstand ab. Für den Anwender ist derjenige Fall von besonderem Interesse, bei dem die im Lastwiderstand umgesetzte Ausgangsleistung ihr Maximum erreicht.

Vor der Suche nach dem Extremum muß jedoch die Funktionsgleichung bekannt sein. Für die Ausgangsleistung P_a gilt in jedem Fall:

$$P_a = R_a \cdot I^2$$

Für den Strom I kann man allgemein ansetzen:

$$I = \frac{U_0}{(R_i + R_a)}$$

Nach Einsetzen in die Gleichung für die Ausgangsleistung erhält man:

$$P_a = \frac{U_0^2 \cdot R_a}{(R_i + R_a)^2}$$

In Bild 2 ist der qualitative Verlauf des zugehörigen Funktionsgraphen wiedergegeben. Es ist zu erkennen, daß die Ausgangsleistung im Kurzschlußfall null beträgt. Im Leerlauf ($R_a = \infty$) nimmt die Ausgangsleistung ebenfalls den Wert null an. Die Kurve nähert sich in diesem Fall asymptotisch der Abszissenachse. Der Berührungspunkt mit der Abszissenachse liegt im Unendlichen und ist deshalb in dieser Darstellung nicht zu sehen. Allerdings erkennt man, wie der Funktionsgraph allmählich auf die Abszissenachse zuläuft und die Ausgangsleistung relativ schnell sehr kleine, für die Praxis unbedeutende Werte annimmt. Bezüglich des Definitionsbereichs der Gleichung gelten für den entnommenen Strom I beziehungsweise für den Lastwiderstand R_a folgende Grenzen:

$$0 \leq I \leq I_k \quad 0 \leq R_a \leq \infty$$

Um den Wert des Lastwiderstands R_a zu ermitteln, bei dem die Ausgangsleistung ihren Maximalwert annimmt, ist die Ableitung dP_a/dR_a zu bilden. Bei der Funktion $P_a = f(R_a)$ handelt es sich um eine gebrochen rationale Funktion, der Ausdruck R_a kommt sowohl im Zähler als auch im Nenner vor. Deshalb ist hier die Quotientenregel anzuwenden (siehe dazu auch Folge 27). Ausgangspunkt ist folgende Gleichung:

$$P_a = \frac{U_0^2 \cdot R_a}{(R_i + R_a)^2}$$

Durch Anwenden der Quotientenregel erhält man:

$$P'_a = \frac{u(R_a)}{v(R_a)} \quad P'_a = \frac{dP_a}{dR_a} = \frac{u' \cdot v - v' \cdot u}{v^2}$$

$$u = U_0^2 \cdot R_a \quad u' = U_0^2 \\ v = (R_i + R_a)^2 \quad v' = 2 \cdot (R_i + R_a)$$

$$P'_a = \frac{U_0^2 \cdot (R_i + R_a)^2 - U_0^2 \cdot R_a \cdot 2 \cdot (R_i + R_a)}{(R_i + R_a)^4}$$

$$P'_a = \frac{U_0^2 \cdot (R_i + R_a)^2 - 2 \cdot U_0^2 \cdot R_a}{(R_i + R_a)^3}$$

Zum Bestimmen der zweiten Ableitung, deren Wert bei Vorliegen eines Maximums kleiner als null sein muß, hilft ebenfalls die Quotientenregel weiter:

$$P''_a = \frac{U_0^2 \cdot (R_i + R_a)^2 - 2 \cdot U_0^2 \cdot R_a}{(R_i + R_a)^3}$$

$$u = U_0^2 \cdot (R_i + R_a) - 2 \cdot U_0^2 \cdot R_a$$

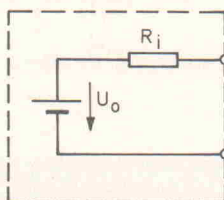


Bild 1. Ersatzschaltbild einer technischen Spannungsquelle.

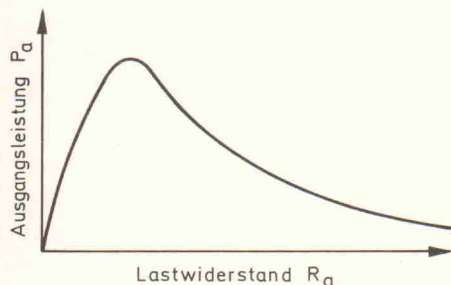


Bild 2.
Qualitativer
Verlauf der
Funktion
 $P_a = f(R_a)$.

$$u = U_0^2 \cdot R_i + U_0^2 R_a - 2 \cdot U_0^2 R_a$$

$$u = U_0^2 R_i - U_0^2 R_a \quad u' = -U_0^2$$

$$v = (R_i + R_a)^3 \quad v' = 3(R_i + R_a)^2$$

$$P'_a = \frac{-U_0^2 \cdot (R_i + R_a)^3 - (U_0^2 R_i - U_0^2 R_a) \cdot 3 \cdot (R_i + R_a)^2}{(R_i + R_a)^9}$$

$$P''_a = \frac{-U_0^2 \cdot (R_i + R_a) - 3 U_0^2 \cdot (R_i - R_a)}{(R_i + R_a)^7}$$

Auf den ersten Blick ist nicht zu erkennen, ob die Gleichung im gesamten Definitionsbereich negative Werte liefert. Aus diesem Grund ist eine Abschätzung notwendig. Kritisch ist folgender Term:

$$-3 U_0^2 \cdot (R_i - R_a)$$

Er ist deshalb kritisch, weil der Ausdruck für $R_a > R_i$ positive Werte annimmt. Folglich ist zu untersuchen, ob der in jedem Falle negative Wert des Terms

$$-U_0^2 \cdot (R_i + R_a)$$

im Definitionsbereich kompensiert werden kann. Mit Sicherheit ist die Bedingung (negativer Wert der zweiten Ableitung) unter folgender Voraussetzung erfüllt:

$$R_a \leq R_i$$

$$-U_0^2 \cdot (R_i + R_a) - 3 U_0^2 \cdot (R_i - R_a) < 0$$

Die zweite Bedingung ist dann erfüllt, wenn gilt:

$$-(R_i + R_a) - 3(R_i - R_a) < 0$$

Durch Auflösen der Klammern erhält man:

$$-R_i - R_a - 3R_i + 3R_a < 0$$

$$-4R_i + 2R_a < 0$$

$$-2R_i + R_a < 0$$

$$R_a < 2R_i$$

Nur unter dieser Voraussetzung handelt es sich bei dem gesuchten Extremwert eindeutig um ein Maximum. Nun kann man die erste Ableitung zu null setzen:

$$P'_a = \frac{U_0^2 \cdot (R_i + R_a) - 2 \cdot U_0^2 \cdot R_a}{(R_i + R_a)^3} = 0$$

$$U_0^2 (R_i + R_a) = 2 U_0^2 R_a$$

$$R_i + R_a = 2 R_a$$

$$R_i = R_a$$

Natürlich hat jeder Elektroniker dieses Ergebnis erwartet und hätte es vorhersagen können. Aber erst jetzt ist der mathematische Beweis erbracht: Die Quelle gibt ihre maximale Leistung dann ab, wenn der Lastwiderstand R_a gleich groß ist wie ihr Innenwiderstand R_i . Der Wert der maximal abgebbaren Leistung läßt sich durch Einsetzen in die Leistungsausgangsgleichung wie folgt bestimmen:

$$P_{a \max} = \frac{U_0^2}{4 R_i}$$

NUTZEN SIE IHR ELRAD - ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller **ELRAD**-Ausgaben 1/78–12/91 gibt's jetzt auf Diskette
(Rechnertyp 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

Für den Betriebsfall der maximalen Leistungsabgabe beträgt der Wirkungsgrad η exakt 50 %. Interessanterweise handelt es sich dabei nicht um den maximalen Wirkungsgrad. Vielmehr steigt der Wirkungsgrad der Spannungsquelle mit sinkender Belastung an. Allgemein gilt:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_a}{P_i + P_a} \quad P_a = \frac{R_a \cdot U_0^2}{(R_i + R_a)^2} \quad P_i = \frac{R_i \cdot U_0^2}{(R_i + R_a)^2}$$

$$P_i + P_a = \frac{(R_i + R_a) \cdot U_0^2}{(R_i + R_a)^2} = \frac{U_0^2}{R_i + R_a}$$

Somit erhält man als Resultat:

$$\eta = \frac{\frac{R_a \cdot U_0^2}{(R_i + R_a)^2}}{\frac{(R_i + R_a) \cdot U_0^2}{(R_i + R_a)^2}} = \frac{R_a}{R_a + R_i}$$

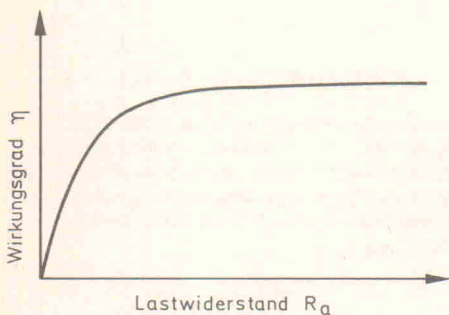


Bild 3.
Qualitativer
Verlauf der
Funktion
 $\eta = f(R_a)$.

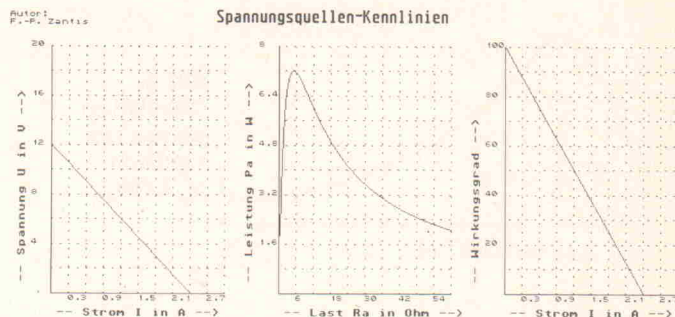


Bild 4. Hardcopy des Bildschirms.

In Bild 3 ist der qualitative Funktionsverlauf für den Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Lastwiderstand R_a wiedergegeben.

Als Abschluß folgt wieder ein kleines Programmlisting. Es berechnet für eine technische Spannungsquelle aus zwei zuvor einzugebenden Lastpunkten folgende drei Funktionen und zeigt deren Verläufe grafisch auf dem Bildschirm an:

$$U = f(I) \quad P_a = f(R_a) \quad \eta = f(I)$$

In Bild 4 ist eine Beispiel-Hardcopy dargestellt. Für den abgebildeten Ausdruck gelten diese Arbeitspunktdaten:

1. $U = 12 \text{ V}$, $R_a = 1 \text{ M}\Omega$ (Spannungsquelle ist nur mit dem Eingangswiderstand des Meßgerätes belastet)
2. $U = 9 \text{ V}$, $R_a = 15 \Omega$

Das Programm ist wie üblich in GFA-BASIC 2.0 geschrieben und selbst-erklärend, so daß sich eine genaue Beschreibung erübrigt.

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.

Bestellcoupon

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

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 dBase
- ☐ PC (3,5") unter dBase

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.

☐ 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.

Datum/Unterschrift (Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)


```

REM -- Programm zur Berechnung der Spannungs-
REM quellen-Kennlinien --
REM ----- von F.-P. Zantis -----
REM ----- Sprache: GFA-BASIC 2.0 -----
CLS
GOSUB txt
ON ERROR GOSUB fehler
testi%=0
GOSUB menu
PROCEDURE menu
DO
PRINT AT(25,1);"Spannungsquellen-Kennlinien"
PRINT AT(1,21);"-----"
PRINT AT(5,24);"S tart", "L öschen", "A usdruck",
" B ildspeichern", "E nde"
b%=INP(2)
PRINT AT(5,24);" " " " " " "
IF b%=66 OR b%=98 !B
FILESELECT "*.*."," .PIC",z$
IF z$=""
GOSUB menu
ELSE
OPEN "O",#1,z$
BPUT #1,XBIOS(3),32000
CLOSE #1
ENDIF
ENDIF
IF b%=97 OR b%=65
ALERT 2,"Bildschirmausdruck ?|Drucker
bereit ? ", 1,"Ja|Nein",z$
IF z%=1
PRINT AT(5,24);" " " " " " "
HARDCOPY
ELSE
ENDIF
ELSE
ENDIF
IF b%=115 OR b%=83
IF testi%=0
GOSUB eingabe
GOSUB wertberechnung
x1=uo/ri
y1=uo
GOSUB runden
y0=0
x0=0
plx=40
p2x=200
ply=35
p2y=260
DEFTTEXT 1,0,900,6
TEXT plx-25,p2y-10,(0),"- Spannung U in V -->"
DEFTTEXT 1,0,0,6
TEXT plx+5,p2y+20,(0),"- Strom I in A -->"
GOSUB koordinatensystem
wahl%=1
GOSUB funktion_zeichnen
REM
REM
x1=ri*10
y1=uo*(4*ri)
GOSUB runden
y0=0
x0=0
plx=250
p2x=410
ply=35
p2y=260
DEFTTEXT 1,0,900,6
TEXT plx-25,p2y-10,(0),"- Leistung Pa in W -->"
DEFTTEXT 1,0,0,6
TEXT plx+5,p2y+20,(0),"- Last Ra in Ohm -->"
GOSUB koordinatensystem
wahl%=2
GOSUB funktion_zeichnen
REM
REM
x1=uo/ri
y1=100
GOSUB runden
y1=100
y0=0
x0=0
plx=460
p2x=620
ply=35
p2y=260
DEFTTEXT 1,0,900,6
TEXT plx-25,p2y-10,(0),"- Wirkungsgrad -->"
DEFTTEXT 1,0,0,6

```

```

TEXT plx+5,p2y+20,(0),"- Strom I in A -->"
GOSUB koordinatensystem
wahl%=3
GOSUB funktion_zeichnen
REM
REM
INC testi%
ELSE
ALERT 1,"Bitte vorher löschen!",1,"mach ich",z%
ENDIF
ELSE
ENDIF
IF b%=108 OR b%=76
CLS
GOSUB txt
testi%=0
ELSE
ENDIF
IF b%=101 OR b%=69 OR b%=27
ALERT 2,"Programm verlassen?",1,"Ja|Nein",z%
IF z%=1
QUIT
ELSE
ENDIF
ELSE
ENDIF
LOOP
RETURN
PROCEDURE wertberechnung
i1=u1/r1
i2=u2/r2
ri--(u2-u1)/(i2-i1)
uo=u1+ri*i1
RETURN
PROCEDURE eingabe
DO
PRINT AT(5,23);"Ersten Lastpunkt eingeben: ";
"R1 "," U1 ";
INPUT r1,u1
PRINT AT(5,23);"
EXIT IF r1>0 AND u1>0
LOOP
DO
PRINT AT(5,23);"Zweiten Lastpunkt eingeben: ";
"R2 "," U2 ";
INPUT r2,u2
PRINT AT(5,23);"
EXIT IF r2>0 AND u2>0
LOOP
RETURN
PROCEDURE runden
z%=0
IF x1<1
WHILE FIX(x1)<1
DEC z%
x1=x1*10
WEND
ELSE
WHILE FIX(x1)>10
INC z%
DIV x1,10
WEND
ENDIF
x1=(FIX(x1)+1)*10^z%
z%=0
IF y1<1
WHILE FIX(y1)<1
DEC z%
y1=y1*10
WEND
ELSE
WHILE FIX(y1)>10
INC z%
DIV y1,10
WEND
ENDIF
y1=(FIX(y1)+1)*10^z%
RETURN
PROCEDURE txt
DEFTTEXT 1,0,0,4
TEXT 2,8,0,MKL$(1098216559)
TEXT 25,8,0,MKL$(1916411936)
TEXT 2,15,0,MKL$(1177431376)
TEXT 25,15,0,MKL$(773872225)
TEXT 50,15,0,MKL$(1853122931)
RETURN
PROCEDURE 1
strom=x
y=-ri*strom+uo
RETURN
PROCEDURE 2
ra=x
y=(ra*uo^2)/(ri+ra)^2
RETURN
PROCEDURE 3

```

```

IF x>0
strom=x
y=100*((uo/strom-ri)/(uo/strom))
ELSE
ENDIF
RETURN
PROCEDURE funktion_zeichnen
dx=(x1-x0)/(p2x-plx)
x=x0
pyalt=-1
FOR i=plx TO p2x
ON wahl% GOSUB 1,2,3,4,5,6
py=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*y
IF py>ply AND py<p2y
DRAW i,py
IF pyalt<p2y AND pyalt>ply
DRAW TO i-1,pyalt
ENDIF
ENDIF
pyalt=py
x=x+dx
NEXT i
RETURN
PROCEDURE fehler
ALERT 3,"F e h l e r ! !|Die eingegebenen Werte|
können nicht stimmen!|Bitte die Messung
wiederholen!",1,"Neustart",z%
IF z%=1
RUN
ELSE
GOSUB fehler
ENDIF
RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
p0x=plx+(p2x-plx)/(x1-x0)*(-x0)
p0y=p2y-(p2y-ply)/(y1-y0)*(-y0)
pox=p0x
poy=p0y
IF pox<plx
pox=plx
ENDIF
IF pox>p2x
pox=p2x
ENDIF
IF poy<ply
poy=ply
ENDIF
IF poy>p2y
poy=p2y
ENDIF
fluppi=-1
DEFTTEXT 1,0,0,4
DEFNUM 3
DEFLINE 3,1,0,0
d=(x1-x0)/10
IF pox<p2x
x=x1
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO plx STEP -(p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
fluppi=fluppi*-1
IF i<pox AND fluppi>0
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x-d
NEXT i
IF pox=plx
x=x0
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
fluppi=fluppi*-1
IF i>pox AND fluppi>0
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x+d
NEXT i
d=(y0-y1)/10
IF poy>p2y
y=y0
ELSE
y=0
ENDIF
...

```

GFA-BASIC-Programm zum Ermitteln der in Bild 4 wiedergegebenen Kennlinien einer technischen Spannungsquelle (Auszug).

P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen 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 11/5 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	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	Hercules-Interface	081-893	64,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			SP/DIF-Konverter	101-900	7,50
C64-Sampler	118-682	12,00	— Steuerplatine	020-783A		Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
EVU-Modem	118-683	35,00	— Leistungsplatine	020-783B		Fahrradstandlicht	101-902/ob/ds	38,00
MASSNAHME			— Netzteil	020-783C	78,00	Uni Count	111-904/ds	70,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		535-Designer	121-905	34,00
— 3er Karte	128-685	35,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E				
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	19"-POWER-PA					
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
TV-Modulator	128-691	7,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
Universelle getaktete			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	DemoScope	030-812	14,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	Antennenverstärker	050-825	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	TV-TUNER					
Rom-Port-Puffer			— Videoverstärker	060-826	32,00			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	— Stereodecoder	070-839	18,00			
BREITBANDVERSTÄRKER			— Netzteil	080-846	32,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
Metronom	049-715	26,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	— Netzteil	060-832	13,50			
DSP-Speicherkarte	049-716/ds/E	64,00	— Filter (2-Plat.-Satz)	060-833	30,00			
DSP-AD/DA-Wandlertarte	049-717/ds/E	64,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	HALL.O.					
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	— Lichtstation	060-836	78,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	— Controller	060-837	46,00			
KAPAZITIVER ALARM			MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
— Sensorplatine	059-720	9,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
PAL-Alarm	059-724	10,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— Sender	080-844	12,00			
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	— Empfänger	080-845	6,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
HEX-Display	079-737	15,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	LWL-TASTKOPF					
RÖHREN-VERSTÄRKER			— Sender	120-864	7,00			
— Ausgangs-, Line- u.			— Empfänger	120-865	7,00			
Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	RÖHRENVERSTÄRKER:					
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	„DREI STERNE...“					
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Endstufe	100-854	13,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	Achtung, Aufnahme					
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs,					
SMD-Lötstation	099-750	32,00	Recorder (reduzierte Version von D1,					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	Source) und Hardware-Test-Software					
SESAM			(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00			
— Interface	129-768/ds/E	58,00	Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00			
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	MultiChoice					
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs					
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	und Test-/Kalibrier-Software (Source)					
DCF-77-ECHTZITUHR	129-767/ds/E	28,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
LEUCHTLAUFCHRIFT			µPA	011-867/ds	14,00			
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	LowOhm	011-868/ds	32,00			
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	Freischalter	031-873	24,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	ST-Uhr	041-875	14,50			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	BattControl	041-876	7,50			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	UniCard	041-877	70,00			
DATENLOGGER 535			Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	Temperatur-Monitor					
— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00			
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00			
— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	Aufmacher II	081-892	52,00			

SIMULANT: EPROM-Simulator

— Platine + prog. µController 021-869/ds/E 135,00

MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11

— Platine 031-874/ds/E 64,00
— Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch S 031-874 M 100,00

VOLLES HAUS

— Treiberstufe 100-851/ds 56,00
— Endstufe 061-878 43,00
— Stromversorgung 061-879 30,00
— Heizung 061-880 15,00
— Relais 061-881 32,00
— Schalter 061-882 6,00
— Poti 061-883 6,50
— Treiberstufe & Line-Verstärker a. 6/91

PC-SCOPE

— Hauptgerät 061-884/ds 64,00
— Interface 061-885/ds 52,00
+ Diskette/PC (Sourcecode)
Betriebssoftware 5,25" S 061-884 M 28,00

FLEX CONTROL

— Systemplatine 061-886/ds 64,00
— Anwendungssoftware MSPS (C-Sourcecode) + EPROM S 061-886 M 78,00
— Steuermodul 071-889 25,00
— R/D-Modul 071-890 25,00

SendFax-Modem

— Platine 071-891/ds 64,00
— EPROM 25,00

Hotline

— RAM Karte 091-894/ds 64,00
— 16-Bit-ADC 101-897/ds 64,00
— 12-Bit-ADC 101-898/ds 64,00

Midi-to-Gate/Power

— Steuerplatine incl. EPROM 091-895 82,00
— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine 091-896 28,00
— Midi-to-Power Erweiterungsplatine 101-903 28,00

Atari ST-Hameg-Interface

— Interface 101-899/ds 38,00
— + Diskette Steuerssoftware S101-899A 30,00

Atari VME Bus

— Atari VME Bus (2-Platinensatz)
— Atari VME Bus Software auf Diskette
— incl. 3 prog. Pals 012-907/ds 158,00

IR-Fernbedienung

— Sender/Empfänger 022-908 29,00
— Motorsteuerung 022-909/ds 34,00

Beachten Sie auch

unser 1/2-Preis-Angebot

auf Seite 98

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.

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. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Betrags 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
S087-586S	µPegelschreiber	9/87	248,- DM
S117-589S	Schrittmotorsteuerung	11/87	98,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	
S018-616M	EPROMmer	1/88	35,- DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	28,- DM
S029-699A	ELUSE	1/89	49,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	98,- DM
S039-709M	Kurzer Prozeß	3/89	29,- DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,- DM
S119-766M	U/I-D/A Wandlerkarte	11/89	35,- DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	35,- DM
S129-772C	U/I-A - C64	12/89	25,- DM
S129-782A	SESAM	1/90	98,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	29,- DM
S012-908M	RDS-Mops-Decoder Software		25,- DM

ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitale Sinusgenerator	25,- DM
Digitale Schlagzeug	25,- DM

Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMS sind verfügbar.
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlag.

25,- DM
je EPROM

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	
E.M.M.A.	4/88	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
x/T-Schreiber	7-8/88	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	25,- DM
ELUSE	1/89	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
Grafisches Display	9/89	25,- DM
Grafisches Display	10/89	35,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	25,- DM
SESAM	1/90	25,- DM
HALL-O	6/90	25,- DM
HALL-O	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
Autoalarmanlage	5/89		25,- DM
SESAM - System	11/89		35,- DM
SESAM - Interface	12/89	2 Stück	70,- DM
SESAM - AD	3/90		35,- DM
ST-Uhr	4/91	GAL	19,- DM

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. 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

Leuchtdioden

LED's 3mm oder 5mm
in den Farben: rot, grün oder gelb
bei Einzelabnahme 0.12
ab 100 Stück je Typ 0.10
ab 1000 Stück auch gemischt 0.09
ab 5000 Stück auch gemischt 0.08

Co-Prozessoren

IT	Intel
2C87-10MHz 129.-	8087-5MHz 179.-
2C87-12MHz 129.-	8087-8MHz 239.-
2C87-20MHz 159.-	80C287-XL 169.-
3C87-16SX 189.-	12MHz
3C87-16MHz 279.-	80387-16SX 239.-
3C87-20SX 199.-	80387-16MHz 379.-
3C87-20MHz 279.-	80387-20SX 269.-
3C87-25MHz 279.-	80387-20MHz 379.-
3C87-33MHz 299.-	80387-25MHz 389.-
3C87-40MHz 369.-	80387-33MHz 399.-

Weitek	CA 3130 E	OP 77	4.99
3187-25GC 959.-	CA 3140 E	OP 90	7.99
3187-33GC 1199.-	DAC 08	OP 227	22.99
4187-33GC 1699.-	DAC 10	80 42	4.36
	L 165	SSM 2016 P	13.96
	L 200	SSM 2016 P	21.99
	LM 933	SSM 2024 P	10.87
	MC 3479	TDA 1516 Q	7.89
	NE 5532	TDA 1524 A	6.47
	NE 5532 A	TDA 4446 B	4.99
	NE 5534	TEA 2026 B	8.99
	NE 5534 A	TL 497 A	3.77
	OP 27	U 401 BR	12.96
	OP 37	U 2400 B	4.99
	OP 50	ZN 427	18.99

Weller-Lötstationen

Magnastat-Lötstation
- Schutztransformator
- Lötkeilen TCP-S
- Lötkeilenhalter KH-20
- Potentialausgleich
- Temperaturautomatik

WTCP-S
165.90

Lötstation mit elektron. Temperaturregelung
- Sicherheitstransformator
- Lötkeilen LR-20
- Lötkeilenhalter KH-20
- potentialfrei
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED

WECP 20
229.-

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog kostenlos an!

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:
1/4 Watt; 5% Toleranz
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (81 Werte)
S1 (je 10St. = 610St.) 12.90
S2 (je 50St. = 3050St.) 64.90
S3 (je 100St. = 6100St.) 169.00

Metallfilmwiderstände:

1/4 Watt; 1% Toleranz E12
S4 (je 10St. = 610St.) 23.96
S5 (je 50St. = 3050St.) 184.96
S6 (je 100St. = 6100St.) 299.00
Reihe E24 (121 Werte)
S5 (je 10St. = 1210St.) 39.90
S7 (je 50St. = 6050St.) 164.90
S8 (je 100St. = 12100St.) 299.00

HAMEG - Oszilloskope
HM 203-7 1039.- HM 604 1684.-
HM 1005 2249.-

41256-80	2.59
511000-70	7.89
511000-80	7.79
514256-70	8.69
514256-80	8.69
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	10.99
SIMM 256Kx9-70	25.90
SIMM 1Mx9-70	69.90
SIMM 1Mx9-80	69.90
SIMM 4Mx9-70	289.90
SIPP 1Mx9-70	74.90
SIPP 1Mx9-80	74.90
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

Versandkosten:

- per Nachnahme DM 5.80
- per Bankinzug DM 4.-
ab DM 400.- versandkostenfrei
Auf Wunsch Versand per UPS
Zuschlag: DM 8.-
(DM 13.- bei Nachnahme)

Co-Prozessoren und RAM-

Preise unterliegen zur Zeit starken Schwankungen. Um Mißverständnissen bei der Berechnung des aktuellen Tagespreises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.

elpro

Harald-Wirag-Elektronik
Pragelatostraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4
Tel. 06154/3006
Fax 06154 / 5521



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 Kühltasche 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

Xaruba®

Der neue Katalog ... 2 Pfund schwer und fast 500 Seiten

ab 18. März '92

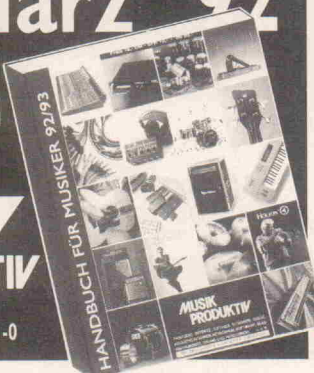
.... im Zeitschriftenhandel

auch auf unserem Messestand in Frankfurt (9.2 A 29)

Sollte der Katalog im Handel vergriffen sein, schicken Sie uns bitte einen "Zehner" und wir senden ihn ab dem 18.3.1992 direkt zu Euch ins Haus!

**MUSIK
PRODUKTIV**

Gildestr. 60 · D-4530 Ibbenbüren · 05451/5001-0

**PC-Steuerungsprobleme? Take it easy!****PC-Steckkartensysteme MDP von OKTOGON**

Konzeptionieren Sie Steuerungen oder Meßwerterfassungen 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 Meßwerterfassung nötig! Geringe Investition für MDP! Zeitersparnis 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

Harms Electronic

Bauteile · Bausätze · Halbleiter · Versand

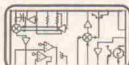
Warenangebot nur auf Katalogdiskette

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

**COMPUTER-BAUSATZ komplett**

incl. Mini Tower Gehäuse, 200 W Netzteil, Tastatur, 40 MB Festplatte, Laufwerk, AT-Bus Kombi-Controller, 1 MB Ram und Zubehör, ohne Monitor, ohne DOS

mit Mainboard 80286-16	DM 1499,-
mit Mainboard 80386-16 SX	DM 1680,-
mit Mainboard 80386-25 DX	DM 1999,-
mit Mainboard 80386-33 DX Cache 64 kB	DM 2259,-
mit Mainboard 80486-33 DX Cache 256 kB	DM 3298,-

Fordern Sie gratis unsere aktuelle Angebotsliste an!

Peter Hoffmann, Ing.-Büro f. Datentechnik
Mesenbecke 11 · 5840 Schwerte-Westhofen · Tel. 0 23 04/6 18 18

Meßgeräte · Software · Bauteile

- PC-Oszilloskop-Karte bis 20 MHz, 519,00 DM
- PAL/GAL-Assembler, auch für 6001 und 22V10, 35,00 DM
- Meßdatenerfassung für METEX-CR Multimeter, 29,90 DM
- Bauteile, digital: GAL 20V8-25Q, 4,98 DM · GAL 6001-35, 15,00 DM
- 80C31-16, 6,00 DM · 80C32, 11,00 DM · 87C51-PROM, 31,90 DM
- 87C51-EPROM, 45,00 DM · 80C535, 25,90 DM · 80C537, 41,90 DM
- 80C166, 169,00 DM · 80186-1, 34,90 DM · TMS320C25, 98,00 DM
- Bauteile, analog: OP07, 3,50 DM · MAT02FH, 14,00 DM

Für mehr Information fordern Sie bitte die komplette, kostenlose Bestellliste an!

**LÜRBN
ELECTRONIC**

Händleranfragen erwünscht
M. Lürben
H. Berlenbachstr. 5
6255 Dornburg 4
Tel. 06436/5296
Fax 06436/5297

**Buch
DR DOS 5.0**

Original Digital Research Handbuch

Umfang 629 Seiten von August 1990 mit Kurzreferenzkarte incl. VIEW-MAX-Teil, ohne Disketten. Auch aktuell für Version 6.0. Schulen erhalten bei Gruppenbestellung einen Nachlaß.

MIR-elektronik vertriebs gmbh, Schwanthaler Straße 2,
8000 München 2, Tel. 089 / 59 58 81, FAX 089 / 59 48 21

**solange der Vorrat reicht
DM 7,90**

BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente Audio- und Video-Produkte

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 Tel. 0 63 21 / 3 00 88**

19"-Gehäuse

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

Elkos NKO

10000µF 70/ 80V	18,50 DM
10000µF 80/ 90V	19,50 DM
12500µF 70/ 80V	21,50 DM
12500µF 80/ 90V	22,50 DM
12500µF 100/110V	24,50 DM

Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke
Abmessungen: 105 x 45 mm
Andere Typen auf Anfrage

Metallbrücken Gleichrichter

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. 35 A
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

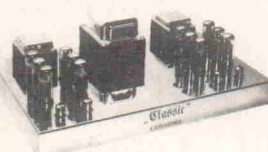
**Information
+ Wissen**

Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

ct magazin für
computer
technik

X Multiuser
Multitasking
Magazin

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Erfindungen

● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●

PPP-Hifi-Endstufe
Modell 1992
Stereo-Endstufe 2 x 100 W
Komplettbausatz DM 3100,-
Mono-Endstufe 1 x 100 W
Komplettbausatz DM 2000,-
(Bauanleitung in Erad 12/88 und 1/89)

Siehe Test in Klang & Ton
April/Mai 1991

electronics
Gerhard Haas

Übertrager für Röhrenverstärker

A-165 S Eintakt-Hifi-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä.
A-484 US Gegentakübertrager für 2 x EL 34
A-234 S Gegentakübertrager für 2 x EL 34
A-434 S Gegentakübertrager für 4 x EL 34
A-465 SG Gegentakübertrager für 4 x KT 88, 6550 A
AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe

Gegentakübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω.
AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω. Datenblatt wird mitgeliefert.
Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafotuben ab Lager lieferbar.

Weststraße 1

7922 Herbrechtingen Tel. 073 24/53 18
Fax 073 24/25 53

Röhrenvollverstärker mit KT 88 2 x 50 W Komplettbausatz inkl. Chassis	DM 3600,-
Röhrenvollverstärker mit EL 34 2 x 35 W Komplettbausatz inkl. Chassis	DM 3400,-
High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT88	DM 230,-
Netztrafo NTR-12	DM 170,-

Bauanleitung in Erad 6/91
weitere Angaben siehe Lagerliste
Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarren-Verstärker) werden zugeschickt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodule gegen DM 12,- und DM 2,50 (Ausland DM 4,-) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

W&T

798 DM-LAN-Tester führt Sie direkt zum Fehlerort. Längenmessung und Fehlerortung an bereits verlegten LAN-Kabeln. Kleine einfache Tester auch für Wackelkontakte und LAN-Aktivität. Repeater und Booster.

Viele Vorteile der Glasfaser ohne die Nachteile:
Externe Isolatoren und Interface-Karten mit Isolation. Für RS232, RS422, 20mA und Parallel.

Erweitern statt Neuanschaffen.
Wer Texte erstellt, kann für 498 DM den Haupt-Engpaß seines Systems beseitigen: Ein Pufferspeicher wird einfach zwischen Drucker und Rechner gesteckt.

Der einfachste Printer-Server?
Ein 248 DM-Umschalter (2 User) läuft immer, verfährt nichts und muß in kein System eingebunden werden. Für 4 User kostet diese Einfachheit 398 DM.

Drucker bis 100m entfernt.
Wer Texte erstellt, kann für 498 DM den Haupt-Engpaß seines Systems beseitigen: Ein Pufferspeicher wird einfach zwischen Drucker und Rechner gesteckt.

Anschlußprobleme?
Seit über 12 Jahren produziert W&T Interface-Produkte. Das merken Sie an der Vielfalt und dem sorgfältigen Entwurf der Produkte und an einem technischen Service, wie ihn nur ein Hersteller bieten kann.

Info 33 anfordern
Fax 0202/2680-265



SOUNDLIGHT

...die Lichttechnik-Profis

Lampen und Scheinwerfer
Farbwechsler mit Steuerung
6-24 Kanal manuelle Lichtpulte
12-64 Kanal Computer-Lichtpulte
Dimmer und Dimmer-Racks
Kabel, Multicores, Verdrahtung
DMX Multiplexer, DMX-Tester

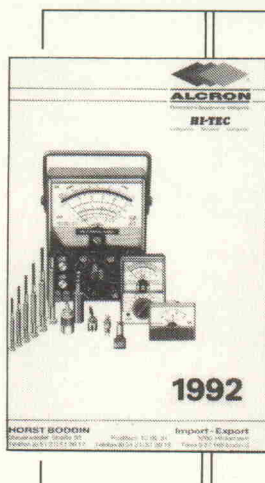
Der neue Katalog 1992 mit vielen neuen Artikeln ist da!
Bitte gegen DM 1,80 Rückporto bei uns anfordern!

Händlernachweis direkt von:

SOUNDLIGHT Ing.-Büro
Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Vahrenwalder Straße 205-207
D-W 3000 Hannover 1

Tel: 0511 - 373 02 67
0511 - 373 02 68
Fax: 0511 - 373 04 23

COMPUDESK
8016-LCD



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

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

- *****
AB LAGER LIEFERBAR
AD-DA-WANDLER-ICs
CENTRONICS-STECKVERBINDER
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDER + KABEL
EINGABESTERN DIGITALEN
EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP
KABEL RUND-FLACH-KOAX
KERAMIK-FILTER + DISKIM.
KONDENSATOREN
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER-ICs V24
LINEARE- + SONSTIGE-ICs
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN
LÜFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEG.
QUARZE + -OSZILLATOREN
RELAIS - REED-PRINT-KARTEN
SENSOREN TEMP.-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP + WIPP + DIP
SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST
SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV
SOLID-STATE-RELAIS
SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR
SPEICHER EPROM-RAM-PAL
STECKVERBINDER DIVERSE
TASTEN + CODIERSCHALTER
TRANSFORMATOREN 1.6-150 VA
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN

KATALOG AUSG. 1989/90
MIT STAPFELPREISEN
ANFORDERN - 240 SEITEN
SCHUTZGEB. 3.- (BRIEFMARKEN)

7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 22 22 - Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

Information + Wissen



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

ct magazin für
computer
technik

X Multiuser
Multitasking
Magazin

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Bures & Koch GmbH

Entwicklung elektronischer Systeme
Ihr Partner für
Leiterplattenentwicklung

- * Mikroprozessortechnik
- * Meß- und Regelelektronik
- * SMD-Technologie
- * Speicherprogrammierbare Steuerungen
- * Muster- und Serienfertigung

Raiffeisenstr. 6
3006 Burgwedel 1
Tel: 05139/27478
Fax: 05139/27378

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Anzeigenschluß:

Heft 5/92: 12.03.92

Heft 6/92: 09.04.92

Heft 7/92: 14.05.92

PC - I/O-Karten

- | | |
|--|----------------------|
| AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal
1*128Bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9V + 9V, 500nsec.
60usec mit 25-Pin Kabel und viel Software | DM 139,- |
| AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal
1*148Bit D/A, 2usec, 16*148Bit A/D, 28usec, unip./bip. 2.5/5/10V,
mit 25-Pin Kabel und viel Software | DM 329,- |
| Relais I/O Karte
16 Relais 150V/1A out und 16*Photo in. | DM 329,- |
| 8255 Parallel 48 * I/O Karte
48 * I/O, max 2MHz, 3*16Bit Counter, 16 LED, Software | DM 82,- |
| IEEE 488 Karte
mit Kabel und GW-Basic Beispielen | DM 315,- |
| Multi D/A 8 Bit 8 Kanal
8 D/A Channel, ref-V -9V + 9V, 25-Pin Sub-D Anschluß | DM 349,- |
| RS 422 Dual Karte für AT
Mit 2 Disketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 +
3/4oder 3-4-5-6... | DM 159,-
DM 135,- |

Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf
vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

MERZ
Computer & Electronic
4543 Lienen
Lengericher Str. 21
Telefon 05483-1219
Fax 05483-1570

BAUFORM/TECHNOLOGIE
QUALITÄT/WIRKUNGSGRAD
DC/DC WANDLER

Autronic
AUTRONIC · Postfach 1280 · 7123 Sachsenheim
Telefon (0 71 47) 24 32 · Fax (0 71 47) 24 52



Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!

**ELRAD
BLÄTTER**
Band 2

AUDIO und
NIEDERFREQUENZ

Ein Buch von ELRAD



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 Grundsicherungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

Gebunden, 130 Seiten
DM 34,80/öS 271,—/sfr 32,—
ISBN 3-922705-81-2

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



PC-Oszilloskop

20 MHz max. Abtastrate, 10 mV/Div., 5 V/Div. variabler Offset, 2k High-Speed-RAM, Trigger Grafikprogramm mit Oszilloskop-Fenster, Einstellung und Anzeige aller Parameter, Hardcopy, unterstützt maximal 8 Karten/Kanäle (auch virtuelle)

neu: DVM's mit V24-Schnittstelle und PC-Programm Umrechnung in physikalische Einheiten und Großanzeige

Matthies

Ingenieurbüro Günter Matthies
6914 Rauenberg Pfalzstr.10
Telefon: (06222) 63776

ANGEBOT 3/92 Preisl. gratis!

AD 711 JN	4,50	LT 1115 CN	11,95	OP 221 GP (PMI)	10,95	OPA 660 AP (B.B)	37,90
AD 712 JN	5,35	MAT 02/03 FH	14,99	OP 227 GY (PMI)	22,50	OPA 2107 AP (B.B)	29,50
AD 846 AN	31,80	MC 145 106 P	14,50	OP 260 GP (PMI)	31,25	OPA 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 A	8,55
LF 411 CN	2,40	OP 50 FY (PMI)	27,90	OPA 541 AP (B.B)	44,80	SSM 2402/2412 A	22,90
LF 412 CN	2,40	OP 64 GP (PMI)	22,25	OPA 602 AP (B.B)	13,40	TLC 2201 CP	11,30
LF 441 CN	1,55	OP 77 GP (PMI)	6,25	OPA 608 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
Nelkenweg 1, Tel. 083 35/12 14, Mo.—Fr. von 9—19 Uhr

Information + Wissen

HEISE Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Heisterstraße 7
3000 Hannover 61



Österr. Elektroniker aufgepaßt !!

Ständig aktuelle Angebote und
interessante Industriestellen
zu Toppreisen

DRAU ELECTRONIC GmbH & Co KG

A - 9503 Villach, Postfach 16
Tel: 04242-63774 Fax: 04242-56777

P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen 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 11/5 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	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Mid-Logik	047-559	15,50	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Schalterplatine	109-756/ds	
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Mid-Anzeige	047-560	3,40	SCHALLVERZÖGERUNG			— Rohrenklangsteller	109-757/ds	31,00
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Digitalteil	068-654	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Spannungsreferenz	077-573	4,00	— Filterteil	068-655	17,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
Lineares Ommeter	065-426	8,65	Video-PLL	077-574	1,10	Markisensteuerung	068-656	9,00	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
Schnellader	075-432	10,25	Video-FM	077-575	2,30	x/y-Schreiber	078-658/ds	49,00	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
VIDEO EFFEKTERAT			μ-PEGELSCHREIBER			Drum-to-MIDI-Schaltwandler	078-659	20,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
— Eingang	075-433/1	6,70	— AD-Wandler	107-593	19,25	STEREO-IR-KOPFHÖRER			ELISE		
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	— Netzteil	117-597	12,90	— Sender	078-661	11,00	— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	— Interface	117-598	29,40	UNIVERSAL-NETZGERÄT			— CPU-Adapter	010-775	3,00
KEYBOARD-INTERFACE			— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	— Netzteil	078-662	22,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Wechselschalter	097-589	2,50	— DVM-Platine	078-663	15,00	AUTOSCOPE I		
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Mäuse-Klaviers	097-590	31,50	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	— VA-Modul	020-787	16,00
Doppelnetzteil 50V	115-450	16,50	Mini-Sampler	097-595	4,40	NDFL-MONO			— TZ-Modul	020-788	5,00
eiSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Impedanzwandler	117-601	0,85	— Netzteil	098-667	13,50	— HA-Modul	020-789	16,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Sinusspannungswandler	127-604	9,95	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50	— B-Modul	020-790	16,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	Makrovision-Killer	098-671	7,50	AUTOSCOPE II		
Dämmungsschalter	116-521	6,45	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	SMD-DC/CD	098-673/ds	8,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00
Flurlichtautomat	116-522	3,90	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			DC/CD-Wandler	098-674	7,50	— C-Modul	030-803	16,00
Multiboard	126-527	14,95	— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	MIDI-Balpedal	108-675	7,50	— Netzteil	030-804	8,00
Autopilot	037-548	3,75	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger			AUTOSCOPE III		
— Hauptplatine	037-551	14,50	— Mini-Paddle	018-620	3,75	(Satz/2 Platinen)	108-676	12,50	— Vortreiber	040-818	8,00
— Netzteil	037-552	8,30	— Treibplatine	038-632/ds	9,50	SMD-Balancemeter	108-677	2,50	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
Widerstandsflöte	047-556	0,80	— ST-Treiberkarte	128-687/ob	32,50	Türöffner	118-680	10,00	AUTOCHECK I		
			Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Schweißplatine	019-694	17,50	— VT-Modul	050-820	16,00
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	Autoringing Multimeter	049-711	32,00	— PRZ-Modul	050-821	3,00
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	Noise-Gate-Basisplatine	069-726	16,50	— N-Modul	050-822	11,50
			E.M.M.A.			AUDIO-COCKPIT			— W-Modul	050-823	11,50
			— Hauptplatine	028-627	29,50	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00	AUTOCHECK II		
			— IEC-Bus	098-669	8,00	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00	— P-Modul	060-828	16,00
			— C 64-Bürcke	108-678	15,00	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50	— E-Modul	060-829	11,00
			Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	DISPLAY			— B-Modul	060-831	16,00
			Angabverstärker	048-640	18,25	— Spaltentreiber	099-746/ds	11,50	— B-Modul	060-831	16,00
			STUDIO-MIXER			— Zeilentreiber	099-747/ds	17,50	AUTOCHECK III		
			— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	— Matrixplatine	099-753/ds	35,00	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	16,00
			MIDI-MONITOR			DATA-REKORDER					
			— Hauptplatine	058-649	17,50	— Hauptplatine	109-754/ds				

1/2 Preis

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. 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



Solarmodul amorph 12 Watt 5 Jahre Leistungs-
garantie nur 169,— DM, Solarmodul monokristallin
53 Watt 10 Jahre Leistungsgarantie nur DM 830,—
und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im
Häldle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80,
Fax: 33 92 02. 

Teleclub-Decoder-Bausatz: 49,— DM, Fertiggerät:
199,— DM, Multinormdecoder: 399,— DM. Tel.
02 34/59 65 44, Betrieb in der BRD verboten! 

Isel-x/ y/ z-Flachbettanlage • isel-x/ y/ z-Flachbett-
anlage • isel-x/ y/ z-Flachbettanlage • Fordern Sie
heute noch Unterlagen und Preise für Ihre persön-
liche Konfiguration. Info. Ocatech, Bleibtreustr. 26,
8000 München 71. CNC-Controllers, Spindelbetrieb,
PAL-PC, isel • isel-x/ y/ z-Flachbettanlage. Tel. 0 89/
79 97 01, Fax: 0 89/7 91 83 97. 

8051-Simulator auf PC: Fullscreen Darstellung, On-
line-Help, Disassembler, 50,— DM. Tel. 07 11/
37 67 18.

20 MB MFM Festplatten 5,25" Microscience oder
3,5" aus Reparaturbeständen mit 6 Mon. Garantie
DM 149,— incl. MwSt. Peter Hoffmann, Ing.-Büro für
Datentechnik, Mesenbecke 11, 5840 Schwerte, Tel.
0 23 04/6 18 18.

Public Domain in Softw. f. Nachrichtentechniker
preisgünstig, über 40 Programme mit Dokumentation
(Handbuch, 100 Seiten) für IBM PC. Demo Disk.: DM
8,— (Scheck!). Jörg Schmitz, Sauerbruchstr. 16,
D-6204 Taunusstein, Tel. 0 61 28/7 11 73 (abends).

Aus Überbeständen meines Hobby's verkaufe ich
HF-Bauteile HPF 511, ZF Filter, Schotky Dioden, IC,
Transistoren, Drosselspulen. Liste g. Rückporto. R.
Grabolus, Pellwormstr. 4, 4350 Recklinghausen.

Vakuum-Entlötgerät sehr kompl. + Pumpe 12 Teile
Edsin neu DM 1600,—, Rabatt 50%. Tel. 0 40/
8 80 15 62.

Sie kennen das Problem! Kleine Leiterplattenserien,
hoher Preis für die Bestückung. Das muß nicht sein!
Wir bestücken Klein- u. Musterplatten zum fairen
Preis. Layouterstellung auf modernen CAD-System.
Eilservice! Mark Roessler Elektronik, Karlsbader Str.
16, 7322 Donzdorf, Tel. 0 71 62/2 46 49, Tel. 0 71 62/
2 46 49, Fax: 0 71 62/2 50 93 7.00—18.00 Uhr. Ru-
fen Sie uns an. 

Hameg-Interface für HM205: Grafische Anzeige,
autom. Ermittlung von Frequenz, Vss, DC-Offset usw.
Anlegen von ASCII-Dateien. Software für PC-XT/AT
(Here-VGA) 170,— DM, 8255/O-Karte 150,— DM. M.
Hofbauer, elektronische Systeme, Wicelstr. 12, 1000
Berlin 21. Tel. 0 30/3 96 26 71, Fax: 3 96 15 05 

Logic-Analyzer Gould K100-D 16 Probes NP
30.000,— DM VB 3.900,— DM. S. Schmid, Täfer-
tinger Weg 40, 8900 Augsburg.

Biete Elrad 7/85—12/91 und Elektor 1973—1988.
Telefon: 0 69/35 51 33 ca. 18.00 Uhr.

180A Oscill. 2k, 50 MHz VB 1100,—. 68030-50 MHz
CPU VB 250,—, 68882-50 MHz, Copr. 150,—,
HP8170A 2600,—. Tel. 0 74 52/7 55 88.

Verkaufe 805x5 Assembler für 75,— DM. Tel.
0 30/4 01 55 60.

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Ehrensache, ...

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergif-
fenen Elrad-Ausgaben für Sie **fotokopieren**.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder Beitrag**, den wir
für Sie kopieren, ganz gleich wie lang er ist, kostet
DM 5,—. Legen Sie der Bestellung den Betrag **nur in**
Briefmarken bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder
Nachnahme.

Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergiffen:
11/77 bis 2/91, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.

HEISE Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

ATV FM 04 13 cm Empfänger m. Frequenzanzeiger
Vorverstärker Microm m. Antenne 12 V, 220 V Anten-
nenrotor, Fertiggerät alles neu VB 1200,—. Tel.
0 54 51/8 83 22.

HAMEG HM 203-7, Zweikanal Oszilloskop, kompl.
neuwertig, nur SFR 790,—. Tel. (CH) 0 54/21 02 82.

Energiesparteufel (Platine) blinkt mit LED-Augen
bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, DM 13,—.
R. Ufermann, 4130 Moers 1, Scherpenberger 111.

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. 

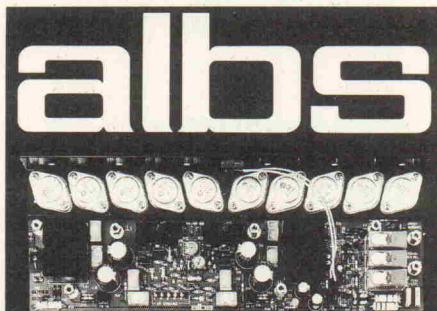
Su. Monitor-VGA-Verlängerung (ca. 10 m), Bau-
anl. od. Gerät. Tel. 0 77 62/87 99.

PAL-Farbgenerator PC1800U -Lötk.Weller WTCP-S
neuwertig. Tel. 0 71 21/8 37 25 abends.



Einfach besser

4902 Bad Salzungen - Wüsten
Tel.: 05222/13 804 FAX 15 986



QUAD-MOS 600 — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus
engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut —
vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige
Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 — Die Leistungsstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik


DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie,
vollständig unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10
(Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse).
High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer indivi-
duellen HiFi-Anlage:

● DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungs-
verstärker von 120 bis über 1200 W sinus ● DC-gekoppelte,
symmetrische Vorverstärker ● DC-gekoppelter RIAA-
Entzerrer-Vorverstärker ● Aktive Frequenzweichen —
variabel, steckbar und speziell für Subbassbetrieb ● Netz-
teil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkapseln von
4700-70000 µF ● Vergossene, magnetisch geschirmte
Ringkerntrafos von 100-1200 VA ● Gehäuse aus Acryl, Alu
und Stahl — auch für professionellen High-End-, Studio-
und PA-Einsatz ● Verschiedenste vergoldete Audio-
verbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High-
Grade Potentiometer — auch mit Motorantrieb ...u. v. a.
Ausführliche Infos DM 20,— (Briefmarken/Schein), Gut-
schrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten.
Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Fax 070 41/8 38 50

+++ **Profi Oszilloskope** +++ HC5604 40MHz
2 Kanal Read-Out 1748,— DM, 2. Zeitbasis, stufen-
loses Delay HC5504 40MHz 2 Kanal 1298,— DM,
2. Zeitbasis, stufenloses Delay ++ HC5506 60MHz
3 Kanal: 1896,— DM 2. Zeitbasis, stufenloses Delay,
Sweep Time, 5ns; 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 er-
wünscht! 

SAT-TV-Meßgeräte SAT-TV-Meßgeräte. Tel.
0 76 21/1 85 71, Fax: 1 88 40. 

Verzinnte Kupferhohlknoten zum Kontaktieren
2-seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen Ø-Außen Ø:
Typ A-0.6-0.8; B-0.8-1.0; C-1.1-1.5. 1000 St. 32,—
DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, Tel.:
0 41 03/8 74 85. 

HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPPELT
- LSP-SCHUTZSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZÖGERUNG
- TEMP-SCHUTZSCHALTUNG
- ÜBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER
FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

320 W sin/4 Ohm, K $\leq 0,002\%$, TIM nicht meßbar,
0—180 000 Hz, Stewrate ≥ 580 V/µs, DC-Offset 20 µV,
Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics


Inh. Georg Nollert, Scheibßer Str. 74, 7255 Rutesheim
Telefon 0 71 52/5 50 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

Yamaha YM36238-BB DF1700P -BB PCM63P-k
Tel. 0 71 21/8 37 25 abends.


Flachbettplotter A3/ A4 HPGL-komp. V24/Ventr.
VB 800,— DM. Tel. 0 82 46/3 96.

Diverse Elrad-Hefte aus '87 abzugeben. Tel.
07 11/62 66 46.

RESIM! Regelungstechnik-Simulation u. reale
Streckenankopplung 89,— DM. Info anf. Klaus Eber-
le, A.d. Windmühlen 1, 4230 Wesel.


Metallschugeräte mit Metallunterscheidung. M. Uz-
mann Imp. Postf. 42 32, 4290 Bocholt. 

OSZI Hameg HM 604, 4 Mon. alt 1200,— DM; Dop-
pelspannungsnetzteil, 2x 0—40 V 250,— DM. Tel.
0 22 41/40 44 94.


Lernprogramme für Mathematik und Fremdspra-
chen ab 9,— DM, Gratisinfo: I. Thurn, PF. 16 71,
W-7060 Schondorf. Tel. 0 71 81/2 17 09. 


Ingenieurbüro ökotronik im Energiezentrum Fels-
berg übernimmt Entwicklungsarbeiten im Bereich
Leistungselektronik, Photovoltaik sowie Hard- und
Software für die Controllerfamilien 8051 und 8096.
Tel. 0 56 62/36 60, Fax: 55 40. 


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
Preisliste + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C.Deka-
den + Adapter + Stecker + Buchsen + Video +
Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händ-
leranfragen erwünscht + Bachmeier elektronik, 2804
Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Tel. + + 0 42 98/
49 80. 

8052-ECB Controllerkarte für ECB-Systeme, RTC,
Akku, 2+RS232, Watchdog, Resetgen., 32 kB RAM,
EPROM-Testsockel, Baugruppe 513,—, GAL, Platine
100,—. Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Aureliusstr. 22,
5100 Aachen, Tel.: 02 41/2 05 22. 


Traumhafte Ossi-Preise, Electronic-Shop, Karl-
Marx-Str. 83, 5500 Trier. Tel.: 06 51/4 82 51. 

**Neu • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis • Neu • Her-
stellung von Arbeitsfilmen** für die Leiterplattentechnik
nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken und Löten
v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o.
Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Haupt-
str. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel.: 0 22 41/40 11 93,
auch nach 17 Uhr. 

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbei-
ten. Tel.: 0 40/56 47 51. 

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Sees
Vifa Peerlees. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von
Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar, Tel.:
0 99 51/67 97. 

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste 0 95 45/
75 23, Fax: 56 68. 

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. 

ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1

6917024  **Center**
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·
 Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
 Hosenheide 14-15
 1000 Berlin 61
 030/6917024

Postleitbereich 2

balü
 electronic
2000 Hamburg 1
 Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
 ☎ 040/33 03 96
2300 Kiel 1
 Schülperbaum 23 — Kontorhaus —
 ☎ 04 31/67 78 20

291721  **Center**
 Elektronische Bauelemente HiFi
 Computer Modellbau Werkzeug
 Meßtechnik Funk Fachliteratur
 Hamburger Str. 127
 2300 Hamburg 76
 040/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60
 Ladenschließzeiten: Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.
 Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.
 Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

V-E-T Elektronik
 Elektronikfachgroßhandel
 Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
 Tel. 0 42 21/1 77 68
 Fax 0 42 21/1 76 69

 Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
 Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 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  **Center**
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·
 Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
 Gosenriede 10-12
 3000 Hannover 1
 0511/327841

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 021 61/44 421
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
 Telefon 021 66/42 04 06

K KUNITZKI  **Center**
 Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
 Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile
 Asterlager Str. 94a
 4100 Duisburg-Rheinhausen
 Telefon 021 35/6 33 33
 Telefax 028 42/4 26 84



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1
 Telefon 028 41/3 22 21

238073  **Center**
 Elektronische Bauelemente HiFi
 Computer Modellbau Werkzeug
 Meßtechnik Funk Fachliteratur
 Viehofer Str. 38-52
 4300 Essen 1
 02 01/23 80 73

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, Lensesysteme

N.Craesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn
 FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



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
Hartel Bauteile
 und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
 6300 Giessen

Postleitbereich 7

2232873  **Center**
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·
 Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
 Eichstraße 9
 7000 Stuttgart 1
 07 11/2 36 92 1

Worch Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.
 Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
 Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
 Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 071 31/6 81 91
 7100 Heilbronn

PHM-Electronic

Vertr. Elektronischer Bauelemente
 Tel. 0 75 75/24 48 · Fax 0 75 75/29 27
 Postfach 11 42 · 7790 Meßkirch

Postleitbereich 8

2904466  **Center**
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·
 Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
 Tal 29
 8000 München 2
 089/2 90 44 66

☎ (09 41) 40 05 68

Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23
 ... immer ein guter Kontakt!

30-111  **Center**
 Elektronische Bauelemente HiFi
 Computer Modellbau Werkzeug
 Meßtechnik Funk Fachliteratur
 Klaus-Conrad-Str. 1
 8452 Hirschau
 09622/30-111

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg
 Ruf (09 11) 22 41 87
 Elektronik-Bauteile, Modellbau,
 Transformatorenbaue, Fachbücher

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
 OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
 Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
 8500 Nürnberg

263280  **Center**
 Elektronische Bauelemente · HiFi ·
 Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
 Leonhardstr. 3
 8500 Nürnberg 70
 09 11/26 32 80

JANTSCH-Electronic

8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
 Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
 Electronic-Bauteile zu
 günstigen Preisen



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

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Ehrensache, ...

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus
inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für
Sie **fotokopieren**.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder
Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich
wie lang er ist, kostet **DM 5,-**. Legen Sie der
Bestellung den Betrag **nur in Briefmarken**
bei — das spart die Kosten für Zahlschein
oder Nachnahme.

Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:
11/77 bis 11/90, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.



**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG**
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unsere neuesten

Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

SALHÖFER-Elektronik

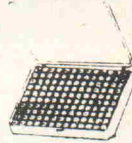
Jean-Paul-Str.19

w8650 Kulmbach

C0570

SMD-Sortimente

**MIRA-SMD-
Verpackungs-
container DM 29,95**
(227 x 160 x 28 mm)
mit 130 Einzelfeldern
(leer)



SMD-Praktikersortiment DM 139,-
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer
Widerstände: 66 Werte 10R-47M E12 je 10 St.
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.
Dioden: 5 Typen je 5 St.
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog M 14 verlangen.

Der SMD-Spezialist

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche
Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

MIRA-Electronic

Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1
Tel. 09 11/55 59 19 · Fax. 09 11/58 13 41

Die Inserenten

Ahlers EDV-Systeme, Moosburg	87	Harms Electronic, Wilhelmshaven	96	OKTOGON, Mannheim	96
albs-Alltronic, Otisheim	99	Hewlett Packard, Böblingen	104	POP Electronic GmbH, Erkrath	94
asix Technology, Ettlingen	7	Hoffmann, Ing.-Büro f. Datentechnik, Schwerte	96	Projekt Elektronik GmbH, Berlin	95
Atlas Micro, Sprockhövel	49	Hoschar, Karlsruhe	95	RATHO Electronic Vertriebs GmbH, Hamburg	39
Audio Valve, Bad Salzuflen-Wüsten	100	hps System Technik, Essen	50	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven	58, 59
Autronic, Sachsenheim	93	IP-System GmbH, Tettnang	51	Salhöfer Elektronik, Kulmbach	101
BEG Bierkle GmbH + Co, Schönaich	39	Isert Electronic, Eiterfeld	103	Silzner, Baden-Baden	97
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr.	96	Kenwood Electronics, Heusenstamm	11, 41	Soundlight, Hannover	97
Bitzer, Schorndorf	6	Klein, Aachen	6	Schwarz + Müller, Stephanskirchen	17
Boddin, Hildesheim	97	Layout-Service-Kiel, Kiel	93	Tennert Elektronik, Weinstadt-Endersbach ...	97
BTB Elektronikvertriebs GmbH, Nürnberg ...	95	LLV Grimm, Niederkassel-Mondorf	6	Top Elektronik, Zirndorf	9
Bures & Koch GmbH, Burgwedel	97	Lucifer GmbH, Sickinge	95	Ultimate Technology, NL-1411 AT Naarden ..	2
CadSoft Computer, Pleiskirchen	15	Lürßen Electronic, Dornburg	96	Ventas Technologies, Köln	6
Com Pro Hard & Software Beratung, Stuttgart	93	Matthies, Rauenberg	98	Westfalenhalle GmbH, Dortmund	31
COMTEC GmbH, Zülpich	21	Mayer, A. J., Import Elektronik, Heimertingen	98	Welü electronic, Neustadt/Weinstraße	95
Drau Electronic, A-9500 Villach	98	Merz, Lienen	97	Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	97
Elektronik Laden, Detmold	47	Metec GmbH, Müden/Ortze	6	Zeck Music, Waldkirch	93
elcotec, Burgrieden	6	Meyer-Elektronik, Baden-Baden	93		
elpro Elektronik, Ober-Ramstadt	94	MIRA-Elektronik, Nürnberg	101		
eMedia, Hannover	24, 92, 94, 98	MIR-Elektronik, München	96		
Engelmann & Schrader, Eldingen	95	MOVTEC, Schöenberg	6		
Experience Electronics, Herbrechtingen	96	MP-Sys GmbH, Viersen	27		
Franzis-Verlag GmbH, München	66	Musik Produktiv, Ibbenbüren	96		
gn electronics, Rutesheim	99	National Instruments, München	6		
Graf Elektronik, Kempten/Allgäu	29	nbn Elektronik, Herrsching	13		

Dieser Ausgabe liegt ein Beihefter der Firma
Christiani, Konstanz, bei.

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

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 52-1 29

Postgironamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

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**

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 Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Rökbe-

Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath,
Hella Franke, Martina Friedrich, Birgit Graff, Edith Tötsches, Dieter
Wahner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.), Ben Dietrich
Berlin, Dietmar Jokisch, Sabine Schiller, Dirk Wollschläger

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 52-1 29

Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrborg

Verlagsbüro: Nielsen II, Maedchen & Partner, Medienservice,

Girardestraße 122, 5600 Wuppertal 1 (Elberfeld), Tel.: 02 02/72 37 27

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-

richstr. 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, IF7-1, Lane 149, Lung-

Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 088 86-2-7 18 72 46 und 0 088 86-2-

7 18 72 47, Fax: 0 088 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 14 vom 1. Januar 1992

Vertrieb: Wolfgang Bornschein

Produktion:

Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin

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 (6S 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), Studentenabonne-

ment/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten

DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost

Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co

KG, Postgironamt Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kündi-

gung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,

Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring bv PB 313, 1382 JJ Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz

sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht

übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen

Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von

Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-

druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des

Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-

knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der

Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem

Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-

tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne

Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

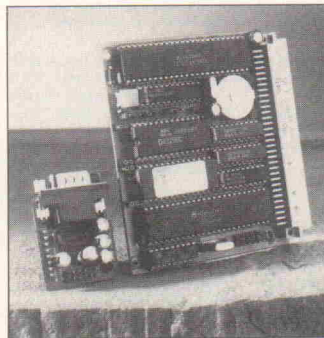
© Copyright 1992 by
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Projekt: Reif für die Referenzklasse

18 Bit Auflösung, minimale Verzerrungen beim Nulldurchgang, extrem niedriges Gesamtgeräusch, 384faches Oversampling: Dies sind nur einige Merkmale der Audio-D/A-Wandler-Euro-Karte in der nächsten Ausgabe. Nur modernste Wandlertechnologie und ausgefeiltes Platinendesign ermöglichten es, an die Grenzen des derzeit technisch Machbaren vorzustoßen. Die Anbindung an die digitale Signalquelle ist dank der LWL- und Koaxialeingänge denkbar einfach. Selbstverständlich legt der Artikel nicht nur die Schaltung offen, sondern bringt auch Hintergrundinformationen über die Konzeption von Audio-D/A-Wandlern und aussagekräftige Meßplots.



Projekt: Scotty 08

Offenbar wollte der Entwickler dieses Controller-Projekts – mit dem Namen Scotty für seine halbe Euro-Karte – eine gedankliche Verbindung zu den als sparsam geltenden Europäern im britischen Norden herstellen, denn auf 80 × 100 mm sind alle Funktionsgruppen eines Einplatinenrechners untergebracht:

32 Bit-CPU MC 68008, 512 KByte batteriegepuffertes SRAM, 512 KByte Eeprom, gepufferte Real-Time-Clock, 8 digitale Ein- und 16 Ausgänge plus ein 8 Bit breiter bidirektionaler Port sowie eine serielle Schnittstelle. Die Scotty-Software besteht aus einem Monitorprogramm, einem C-Compiler, einem BASIC-Interpreter und einem Assembler.

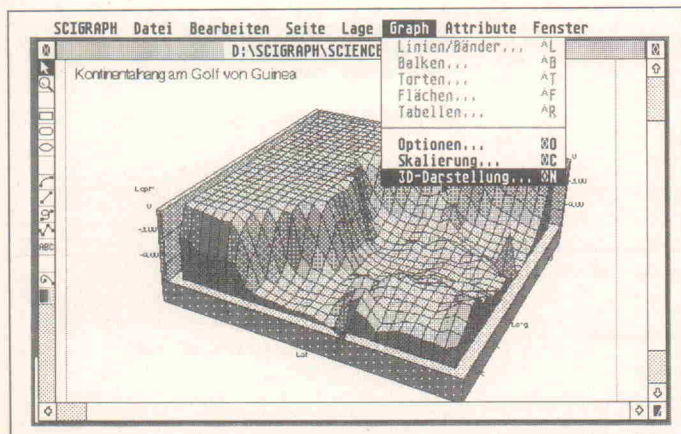
Projekt: LF-Empfänger

Im Langwellenbereich (LF, 30 kHz...300 kHz) arbeiten neben anderen Funkdiensten etliche Zeitzeichen- und Normalfrequenzsender, deren Nutzung einen geeigneten Empfänger voraussetzt. Zur aktuellen Ausstattung eines solchen LF-Empfängers zählen zum Beispiel ein Synthesizer und eine digitale Frequenzanzeige auf Mikrocontroller-Basis. Das vorliegende Projekt bietet zudem eine quasianaloge Frequenzeinstellung zur Abstimmung in 100-Hz-Schritten. Das Gerät eignet sich sowohl für reine Beobachtungen in diesem Frequenzbereich als auch zur Gewinnung von Zeitzeichen- und Normalfrequenzinformationen.

Test: Datenaufbereitung mit Atari

Den Rechner mit Meßdaten zu füttern ist oft das geringere Problem. Die Datenflut zu bändigen, also Übersicht, Ordnung und Lesbarkeit zu schaffen, das ist die ungleich komplexere Aufgabe. Große Hilfe leisten hier Programme zur Meßdaten-

verarbeitung. Sie bereiten die Rohwerte numerisch auf und bannen sie in aussagekräftige Grafiken. Elrad hat sich auf dem Softwaremarkt umgesehen und zunächst drei Programmpakete für Atari ST/TT eingehend unter die Lupe genommen.



Test: PC-Lageregler

Sieht man sich die MSR-Abläufe einer Servo-Positionierungseinrichtung an, kommen sehr schnell Zweifel, ob ein PC überhaupt in der Lage ist, diese Aufgaben zu bewältigen:

Positions-, Geschwindigkeits- und Bahnberechnungen, Erfassen von Achsbewegungen, Kontrollieren der Servoantriebe und Überwachung der Endlagen. Diese extrem zeitkriti-

schen Anforderungen vervielfachen sich mit der Anzahl der zu steuernden Achsen.

Daß PCs mit der entsprechenden Hardware-Ausstattung zur Regelung von Mehrachsen-Servoantrieben geeignet sind, beweist das Angebot auf dem Markt. Wie sie es schaffen und was derartige Systeme leisten, wurde im Elrad-Labor untersucht.

Dies & Das

Das war 91

Es ist guter Brauch, nicht nur im Elektronik-Pressewesen, daß am Ende eines Jahres berufene Redakteure den Blick analysierend zurückschweifen lassen. Schade nur, daß derlei Rückschau produktionsbedingt schon im Oktober stattfinden müssen, um in der letzten Ausgabe des Jahres präsent zu sein. Zwei Monate News und Stories bleiben unberücksichtigt, ultimativ kann deshalb nur eine Rückschau sein, die jetzt erscheint, weil der weiße Fleck berücksichtigt ist.

Da wäre zuerst die 'Software des Jahres'. Ein Tool für um die 25 Mark, das Farbmarkierungen auf Widerständen mit ihrem tatsächlichen Widerstandsvermögen korreliert – mit 1%iger Genauigkeit und richtiger Einheit. Die Programmdiskette geisterte fast ein Jahr durch die Redaktion und ist mittlerweile verschwunden. Sie hat offenbar ihren Liebhaber gefunden. In den Monaten November und Dezember wurde nichts auch nur annähernd Vergleichbares auf den Markt geworfen – sie ist es demnach mit Sicherheit: 'Software 91'.

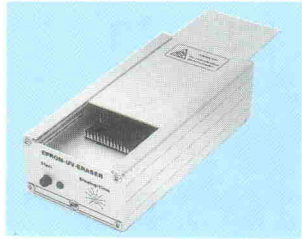
Weiter ist der 'Wink-mit-dem-Zaunpfahl-91' eines nicht unbedeutenden Distributors für Bauelemente (O-Ton Johannes Heesters: 'Heut' gehn wir ins ...') bei den Kollegen unter den Tisch gefallen. Dieser Verkäufer versieht die Infos über seine Spezialelektronik auf der Rückseite mit Anleitungen für die Konstruktion hochwertiger Papierflieger.

Der 'Schritt-in-die-richtige-Richtung 91' ist die Pressearbeit der Software AG, sie fügt ihren Presseinformationen ein Glossar bei. So bleibt kein Leser im Regen stehen, nur weil ein Redakteur den Anschluß verpaßt hat, wenn es um 'Rightsizing beim Beschreiten eines evolutionären Migrationspfades zur Realisierung der Ziele eines Open Enterprise Computing' geht.

Zu diesem Zeitpunkt ist auch ganz sicher, daß in 91 die Weichen der Weltpolitik in Richtung Abrüstung gestanden haben. Somit war das vergangene Jahr ein schlechtes für Rüstungsproduzenten im Allgemeinen und für Rüstungselektronikproduzenten im Besonderen. Deshalb gilt als Generalkonklusion 91: 'Unrecht Gut gedeihet nicht'.

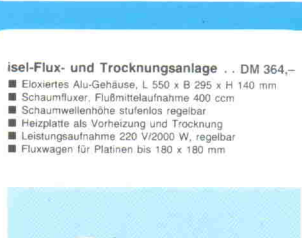
isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 DM 102,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluss
- Löschschlitze, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



isel-Eprom-UV-Löschgerät 2 (o. Abb.) DM 284,50

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluss
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Frontplatte/Leiterplatte-Befestigung
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

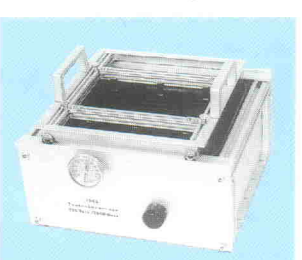


isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 48,50
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 48,50
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Verzinnungs- und Lötanlage DM 507,-

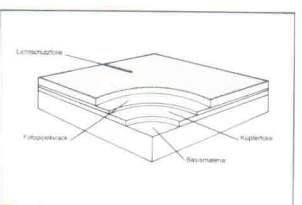
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 48,50
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaschirtes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsreife Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Pertinax 100x160 DM 1,90 Pertinax 200x300 DM 7,05
Pertinax 160x233 DM 4,40 Pertinax 300x400 DM 14,10

Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100x160 DM 2,85 Epoxyd 200x300 DM 10,80
Epoxyd 160x233 DM 6,60 Epoxyd 300x400 DM 21,20

Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100x160 DM 3,66 Epoxyd 200x300 DM 13,75
Epoxyd 160x233 DM 8,55 Epoxyd 300x400 DM 27,50

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

isel-19-Zoll-System-Gehäuse

10-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl. 3 HE, eloxiert DM 69,-
19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl. 3 HE, eloxiert DM 100,-

isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger (o. Abb.)

10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert DM 29,50
19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert DM 37,50
19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert DM 50,-

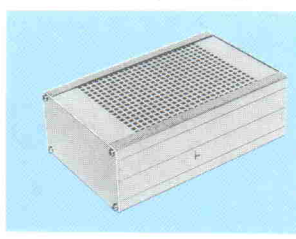


Zubehör für 19-Zoll-Systeme

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 0,80
2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 1,35
4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 2,35
Führungsschiene (Kartenträger) DM 0,60
Frontplattenschnellverschl. mit Griff (Paar) DM 1,95
Frontplatte/Leiterplatte-Befestigung DM 0,70

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

■ Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
■ 2 Seitenteile-Profil, L 165 x H 42 oder H 56 mm
■ 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
■ 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
■ 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



isel-Euro-Gehäuse 1 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech DM 11,75
isel-Euro-Gehäuse 1 L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech DM 13,40
isel-Euro-Gehäuse 2 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech DM 12,75
isel-Euro-Gehäuse 2 L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech DM 14,25

isel-Bestückungs- u. -Lötlahmen 1 DM 56,80

■ Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
■ Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
■ Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
■ Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
■ Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
■ Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



isel-Bestückungs- u. -Lötlahmen 2 DM 91,-

■ Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
■ Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
■ Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
■ Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
■ Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
■ Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

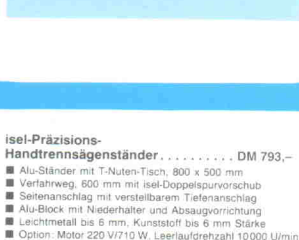


isel-Bohr- und Fräsgeständer DM 433,-

■ Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
■ Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
■ Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
■ Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
■ Bohr- und Fräsmaschine 220V mit 3 mm Spannzange
■ Feed-Back Drehzahlregelung von 200–2000 U/min
■ Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln DM 250,-



isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage DM 568,-

■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
■ Spezial-Zinnaustragswalze, Ø 50, L 190 mm
■ Gleichstromtriebmotor — Antrieb 24 V
■ Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
■ Arbeitsbreite max. 180 mm
■ Gesamtgewicht 5,7 kg

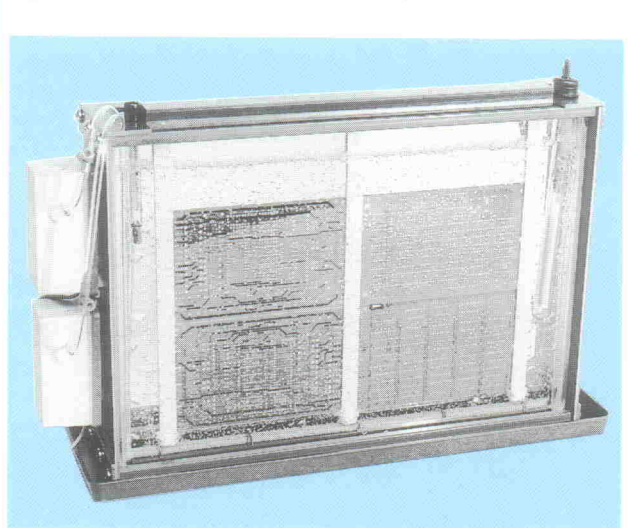


Motor 220 V/710 W DM 317,50
Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 295,-
Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 80,50

isel automation

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 188,-

■ Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
■ PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
■ Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
■ Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
■ Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
■ Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 242,-

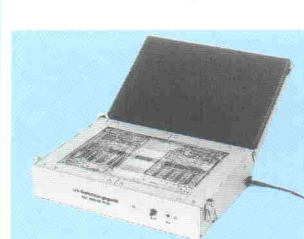
■ Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
■ PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
■ 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
■ Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
■ Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
■ Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm



isel-automation, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150
Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,— DM

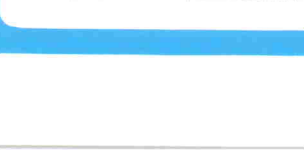
isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 285,-

■ Geräte mit elektronischem Zeitschalter
■ Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
■ 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
■ Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)
■ Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 358,-

■ Geräte mit elektronischem Zeitschalter
■ Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
■ 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
■ Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung DM 1118,-

■ Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
■ Vakuumrahmen mit Selbstverschluss und Schnellbelichtung
■ Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
■ Vakuumpumpe, 5 l/min., maximal —0,5 bar
■ Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
■ Anschluss 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
■ Zeiteinteilung 6–90 Sek. und 1–15 Min.



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 906,50



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 HP E 3610 mit 2 Ausgangsbereichen für DM 575 (DM 656 inkl. MwSt.)
- das neue 6,5stellige Labor-/Systemmultimeter HP 34401 mit bis zu 1000 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.

