

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

bfr 182,- · hfl 8,50

FF 25,-

12/91

12/91

Report:
Die weltbesten Multimeter



Markt:
Meßtechnik: Multimeter der absoluten
Spitzenklasse
Meßwerterfassung: Datenlogger

Projekte:
Entwicklungsboard für 80C535
Logic Analyzer am Atari ST

Entwicklung:
EMV: Euro-Norm, Störungssarme
Schaltnetzteile
Design Corner: Timing mit Bt630

Grundlagen:
Laborblätter: Nichtlineare Widerstände

Test:
32 Handmultis
am Kalibrator

ULTIBOARD

5 Jahre

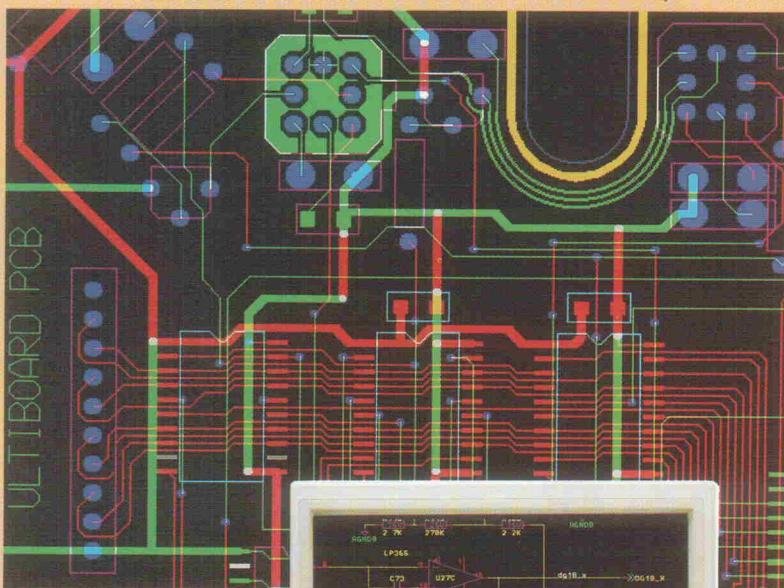
1991 Genau fünf Jahre später
 Etwa fünfundzwanzig Mannjahre Entwicklung
 Mehr als dreitausendfünfhundert Benutzer

Um diesen Anlass zu feiern haben wir ein besonderes: **JUBILÄUMSANGEBOT**

ULTIBOARD + **ULTICAP** (DOS-Version)
 COMPUTER AIDED PCB DESIGN SCHEMATIC CAPTURE

995,-
1157,10 zzgl. Mwst./Versand.
 inkl. Mwst./Versand.

- Diese Version enthält den "Hi-Quality" interaktiven ULTIBoard Autorouter (kein Batchrouter!), mit dem man einzelne Bauteile, Netze, Netzgruppen, Windows oder auch die gesamte Platine autorouten kann. Dieser Autorouter lässt sich jederzeit für interaktive Korrekturen unterbrechen.
- Hierbei handelt es sich **nicht** um ein "Billigsystem" ohne Ausbaustufen. Der Weg zu den 32 Bit Protected Mode Systemen "Advanced" und "Professional" (mit nahezu unbegrenzter Entwurfskapazität) steht ohne weiteres offen.
- Und... **nicht** eine "veraltete" oder "abgemagerte" Version, sondern das aktuelle Release wofür alle 6 Monate ein Update mit neuen Features zur Verfügung steht.
- Jetzt ist es mehr als jemals zuvor möglich, ohne auf höchste Qualität verzichten zu müssen, professionelle Platinen und Schaltbilder zu entwerfen, und dies zu einem unvergleichlichen Preis. Preis inkl. Mwst. und Versandkosten DM 1157,10

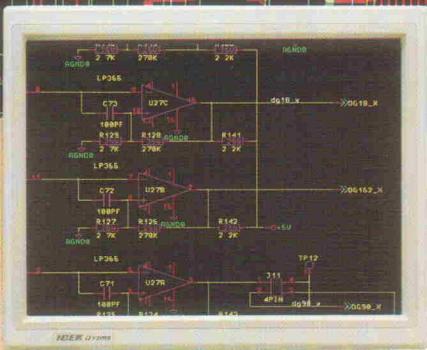


DISTRIBUTOREN:
TAUBE ELECTRONIC DESIGN
 TEL. (030) 691 4646 • FAX. (030) 694 2338

EDIT GMBH
 TEL. (05733) 3031 • FAX. (05733) 6549

ING. BÜRO ARNDT
 TEL. (07026) 2015 • FAX. (07026) 4781

HESLAB H. SEIFERT GMBH
 TEL. (04361) 7001 • FAX. (04361) 80411



ULTIBOARD
 Computer Aided PCB Design

- ECHTZEIT (Direct) Reconnect Platzierungsvektoren & Histogramme garantieren optimale Platzierung
- ECHTZEIT Design Rule Check verhindert sofort falsche Verbindungen und/oder falsche Abstände während dem Editieren von Leiterbahnen
- Trace-Shove & Reroute-While-Move verkürzt die Eingabe-Zeit
- Gridless Autorouting von Netzen/Bauteilen/Fenstern
- Zusätzlich der sehr schnelle interaktive ULTImate Autorouter mit 100 % Fertigungsgrad

ULTICAP
 Schematic Capture

- ECHTZEIT Überprüfung elektrischer Design Regeln
- Auto-Wiring, automatisches Generieren der Verknüpfungspunkte
- Wire move and Shove verkürzt die Eingabezeit
- Perfekte Kompatibilität zu ULTIBoard; selbst die Leiterbahnbreiten können im Schaltplan vorgegeben werden
- Neilist Toolkit bietet Interface zu jedem CAD/CAE System
- Unlimitierte Anzahl von Attributen pro Bauteil, Pin oder Netz

ULTIMATE
 TECHNOLOGY

TECHNOLOGY GMBH • Carl Strehl Strasse 6 • 3550 Marburg • Tel. 09-49-6421-25080 • Fax 09-49-6421-21945

Ende der Umwelt-Rhetorik?

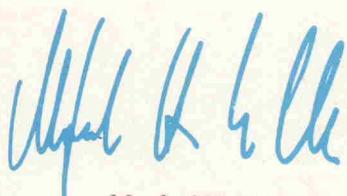
Die Bandagen werden härter, deutliche Worte sind zu vernehmen. Roß und Reiter nannte die Zeitschrift *Markt & Technik*, als sie im letzten April unter der Überschrift 'Fremdwort Umweltschutz' über die Firma 'Wilhelm Sabokat Kabelsysteme (WSK)' berichtete, die zuvor ihren Bedarf unter anderem bei der 'Münchener Firma Dr. Hans Bürklin' gedeckt hatte. In einem Schreiben an seine 40 bis 50 Lieferanten hatte Sabokat den Zusatz angefügt: 'Bitte beachten Sie bei Lieferungen an uns in Zukunft folgendes: Wir werden nur noch umweltfreundliche Verpackungen annehmen. Umweltfeindliche Verpackungsmaterialien wie zum Beispiel Plastikspulen oder Plastikfolien müssen wir Ihnen leider auf Ihre Kosten zurücksenden.'

'Bei Bürklin fühlte man sich scheinbar auf den Schlips getreten', mutmaßte M & T, denn die Münchener hatten die Verpackungsvorschriften der WSK abgelehnt, das Warenkreditkonto der WSK geschlossen und den Kunden gebeten, den Bedarf zukünftig anderweitig zu decken. In einem Telefonat mit Elrad bestätigte Firmeneigner Sabokat kürzlich, daß Bürklin auch eine erneute Bestellung der WSK nicht akzeptiert habe.

Ab 1. Dezember dieses Jahres müssen nun alle Transportverpackungen zurückgenommen werden. Gegen die Schriftstücke, die derzeit an Lieferanten geschickt werden, ist der Sabokat-Text geradezu zaghaf. Ein großes Elektronik-Spezialversandhaus listet säuberlich auf, was akzeptabel ist – und was nicht: 'FCWK- und PVC-haltige oder ähnliche umweltschädliche Verpackungen sowie solche, die nicht unseren Vorschriften entsprechen, werden auf Ihre Kosten zurückgesandt. Bitte teilen Sie uns mit, welche Maßnahmen in Ihrem Unternehmen getroffen werden ... Ihre schriftliche Stellungnahme erwarten wir gerne bis spätestens ...' Sogar ein Werkzeughersteller in Österreich macht mit: 'Ihre Verpackung muß folgende Voraussetzungen erfüllen'. Es folgen sieben Punkte von 'Chlorfrei nach DIN 51 400' bis 'Grundwasser-neutral'.

Auch der ZVEI, der seine Pressetexte sonst sehr maßvoll formuliert, schlägt, offenbar in Zugzwang geraten, härtere Töne an; in einer Mitteilung über eine Erklärung mehrerer Elektro-Verbände heißt es: 'Heftig kritisieren die Verbände ..., daß die Packmittelhersteller trotz intensiver, mehrmonatiger Gespräche immer noch kein akzeptables Entsorgungskonzept vorgeschlagen haben ... In den Gesprächen mit der Packmittelindustrie habe sich gezeigt, daß diese den Ernst der Situation offensichtlich nicht hinreichend erkannt habe.'

Falls es nicht rechtzeitig klappt und Elektronikfirmen nach dem Muster Sabokat/Bürklin Kunden oder Lieferanten von der Liste streichen oder sich gegenseitig leere Kartons zuschicken: Den schwarzen Peter sollen, so doch wohl der Sinn der Verbände-Erklärung, die Packmittelhersteller haben. Deren falsche Kartons freilich hat keiner: die sind immer gerade auf dem Postweg.



Manfred H. Kalsbach

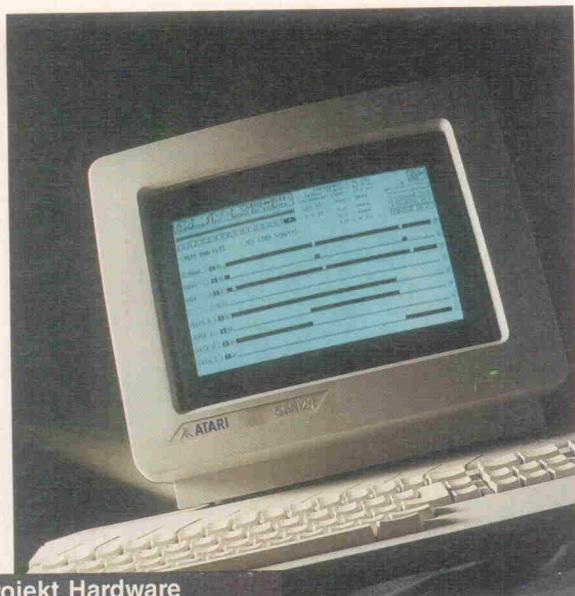


Marktreport

Vier Sterne

Die Elrad-Redaktion hat sich vier Digitalmultimeter angesesehen, die nach Expertenmeinung die absolute Spitze dessen sind, was man für Geld derzeit kaufen kann. Ihre Kennzeichen sind Höchstauflösungen bis 10 nV, Driftraten, die sich besonders griffig nur in Millionstel angeben lassen, und Preise, die denen sowjetischer Importautos entsprechen.

Seite 28

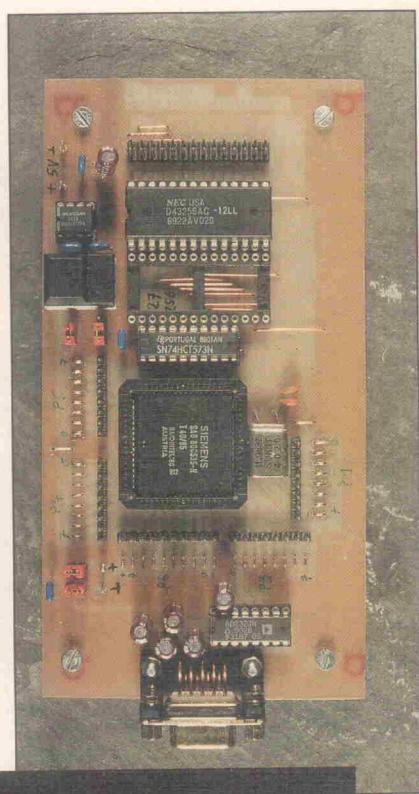


Projekt Hardware

L. A. ST

Im ersten Teil des Projekts für einen Logik-Analysator unter Verwendung des Atari St zeigen wir die Anbindung an den Rechner und die Schnittstellen-Hardware. Über das direkte Projekt hinaus dürfte die bidirektionale Nutzung des Druckerports auch für Benutzer anderer Rechner interessant sein.

Seite 40

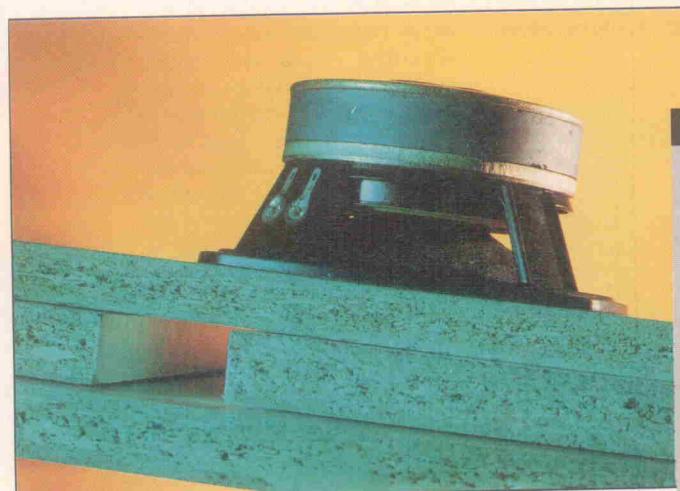


Entwicklung

535-Designer

Die gewöhnlichen Entwicklungsplatinen mit Single-Chip-Prozessoren haben zwei Nachteile: Erstens sind sie nicht ganz billig, und zweitens sind sie meistens mit einer anderen Anwendung belegt, wenn man sie braucht. Und mal eben schnell RAM, EPROM, µPC und Schnittstelle umzufädeln dauert auch zu lange. Das 80C535-Experimentierboard, ein Mikrocontroller in minimaler Hardwareumgebung, schließt die Lücke.

Seite 37



Spice

Softe Spanplatten (2)

Der abschließende Teil des Beitrags über das Simulationsprogramm Spice, der nun hoffentlich auch alle Atari-User in die heile Welt der simulierten Lautsprecherboxen einführt.

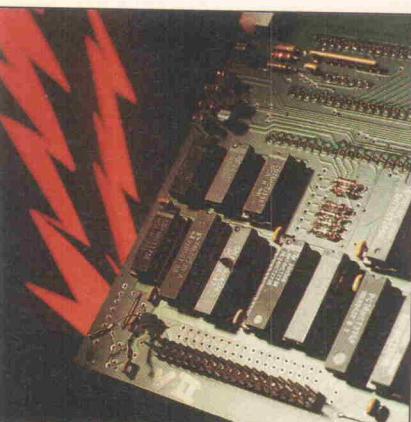
Seite 86

Log ein

Das Angebotsspektrum bei Datenloggern reicht vom einfachen, sensorbestückten 'Sammelgerät' bis hin zu komfortablen Laborgeräten mit komplexen Vorverarbeitungs- und Auswertemöglichkeiten. Besonders interessant ist aber das 'Angebotsspektrum dazwischen', Hauptmerkmal: Flexibilität.

Seite 48**Grundlagen****Europaweiter
Überspannungs-
schutz**

Unwahrscheinlich, daß Blitz-einschläge in der Vergangenheit mehr Menschenleben forderten als heute, wurde dieser Kraft doch zumeist eine höhere Bedeutung zugemessen. Mit Hilfe der Franklinschen Erfindung, dem Blitzableiter, ist der Mensch diesen Urgewalten nicht mehr hilflos ausgeliefert. Gilt es jedoch, nicht nur das nackte Leben zu retten, sondern auch nachrichtentechnisches Hab und Gut vor der Zerstörung zu schützen, so sind auch an deren Datenein- und -ausgängen Überspannungsableiter erforderlich. Was es dabei – auch in Hinsicht auf den Europäischen Binnenmarkt – speziell für Entwickler zu beachten gilt, verrät der Artikel ab

Seite 34**Inhaltsverzeichnis**

Seite

aktuell

Bauelemente	9
Firmenschriften	10
Meßgeräte	12
Halbleiter	14

Markt

Report Referenz-Multimeter: Vier Sterne	28
Report Datenlogger: Log ein	48

Test

Handmultimeter: DMM light	16
---------------------------	----

Entwicklung

Design Corner: Timing mit Bt 630	46
In Filter veritas (2)	74
Update: D2 – Die neue D1	82
Spice: Softe Spanplatten (2)	86

Projekt

Entwicklung: 535-Designer	37
Logic Analyzer: L.A. ST	40

Grundlagen

Europaweite Überspannungsschutz-Normen	34
EMV-Gerechte Schaltnetzteile	53
Programmierung: Signalverarbeitung in C (7)	58
Die Elrad-Laborblätter: Nichtlineare Widerstände	71
Mathematik: Extremwerte	90

Rubriken

Editorial	3
Briefe	7
Nachträge	7
Arbeit & Ausbildung	64
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

DISPLAY

auf einen Blick . . .

INNOTRON
Elektronische Steuerungen GmbH

Händleranfragen
erwünscht

INPROG UNI



Der von INNOTRON erhältliche INPROG UNI, programmiert nicht nur EPROMs, EEPROMs, bipolare PROMs, PALs und Singlechip-Prozessoren der Familien 8748 und 8751, sondern erkennt und testet auch ICs (TTL, CMOS, DRAMS und SRAMs).

Emulatoren



INPROG 1,4,8



Die E(E)-Prommer INPROG 1-8 sind mit dem INPROG UNI kompatibel.

Unsere Programmpalette umfasst auch EPROM-Löscheräte unterschiedlicher Größen.

Unsere Emulatoren unterstützen die Prozessor-Familien 8048 und 8051.

Nesselbergstr. 1 · 5600 Wuppertal 12 · Tel. (0202) 40522-23-24 · Fax 40526

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-Umsetzeit:
 - 1 Eing./1 Ausg., 4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 169.-
 - 8 Eing./1 Ausg., 4 Spans bereiche per Software einstellbar DM 209.-
 - 8 Eing./2 Ausg., 2x4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter/Software einstellbar, extern triggerbar DM 389.-
 - wie vor, jedoch zusätzlich mit 24 digitalen I/O-Leitungen und 4 Wechsler-Relais (2A Dauer-Schaltstrom)

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

- 1 AD-Eing., 8µs Umsetzeit, ext. trig.bar+5 dig.Eing. DM 289.-
 - 4 AD-Eing., 9 µs, /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.-

neu

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 bit. In-/Output mit Anschlußkit bis 16-fach single / 8-Kanal differenz (10µs) / 2-fach DA, mit Quarztimer, 9 programmierbare Uni-/bipolare Spannungsbereiche, Interrupt-/DMA-fähig, mit Opto- + Relais-Karten, Programme, Erweiterungsboards analog und digital etc.

Gratis-Liste ER-4 anfordern!

Postfach 1133

7060 Schorndorf

Tel.: 07181/68282

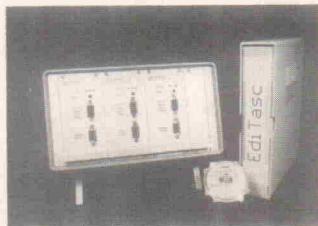
Fax: 07181/66456

! Angebot in Österreich ausgeweise erhältlich bei
EBV Elektronik
Wolfsburger Str. 26
A-4680 Haag a. d.
Tel.: 07732/3366-0
Fax: 07732/3366-6

Die Komplettlösung:

MSP/

Mikroschritt
— Schrittmotor-System für 1—4 Achsen —



- Ansteuerung Analog/Seriell/Takt
- MSM-01 Mikroschritt bis 1/128 Vollschritt
- Incrementalgeber-Anschluß für Istwert-Erfassung
- Referenzpunkt-Auswertung
- Endschalter-Eingänge
- Motoren-Programm von 50—1000mNm Antriebsleistung
- Ansteuerung vom PC oder Laptop
- CNC-Programmiersprache **EdiTasc** für effiziente Anwenderprogrammierung, DIN-Interpreter

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

bhv Technischer Vertrieb GmbH

Electronic Kabelfernsehen SatellitenTechnik Telecommunication

Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen

alle Normen —
alle Kabelgrößen

Verkauf
nur an den Fachhandel



Innersteweg 3
3000 Hannover 21

Telefon 05 11/75 70 86
Telefax 05 11/75 31 69

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.

ALL-03

Universal-Programmierer

ALL-03, der Universal-Programmierer von Hi-Lo-System-Research programmiert Bausteine folgender Hersteller:

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeq, SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.

PALs, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPMOs, BPROMs, MPUs.

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

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

Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL-03 an! Da steht alles drin!

oder: 1000 BERLIN
0 30/7 84 40 55

2000 HAMBURG
0 41 54/28 28

3300 BRAUNSCHWEIG
0 53 1/7 92 31

4400 MÜNSTER
0 251/7 95 25

5100 AACHEN
0 241/87 54 09

6000 FRANKFURT
0 69/5 97 65 87

8000 MÜNCHEN
0 89/6 01 80 20

7010 LEIPZIG
0 91/28 35 48

SCHWEIZ
0 64/71 69 44

ÖSTERREICH
0 22/25 01 21 27

Mit Entwicklungs-

software f. 16V8/A u. 20V8/A

Bestellen Sie:

ALL-03

1450.— DM

**ELEKTRONIK
LADEN**

Mikrocomputer GmbH

W-Mellies-Str. 88

4930 DETMOLD 18

Telefon 0 52 32/81 71

Fax 0 52 32/8 61 97

Industrie & Messtechnik

Entwicklung • Herstellung • Vertrieb

AD & DA Karten

AD 8 Bit Karte, 16 Kanal, 0,5 Volt Eingang, 5 TTL I/O

198,-

AD 12 Bit Karte 25 µs, 4 s&h, 16 ch., 16 TTL I/O

598,-

AD 12 Bit Karte 7 us., 4 s&h, 16 ch., 16 TTL I/O

748,-

ADI-1 Bit, 333 kHz, 16 ch., -10Volt, IRQ, s&h ...

1099,-

ADI-2 wie ADI-1 jedoch mit 8 ch., 0...20mA bzw. 4...20mA

1298,-

HYPER I/O 12 Bit 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Rel., 20 TTL ...

1298,-

AD 16 Bit, 8 ch., 25us, DA 12 Bit 20 TTL, 3 x 16 Bit Timer

2498,-

DAC-1 Präz. 12 Bit DA 4 us. 16 Bit 128 tol., 24 TTL

698,-

DAT 8/10, 8 Kanal AD in 10 Bit, 0...5Volt extern über COM1

198,-

I/O Karten

198,-

Proto-1 Prototypenkarte mit 24 TTL I/O, mit PPI 8255

198,-

48 TTL I/O Karte für PC & AT, mit 2 x PPI 8255

119,-

I/O Multi, mit 8 Optoeingängen, 16 Relais, 24 TTL I/O

379,-

72 TTL I/O mit 32x16 Bit Timer & 4MHz Festoszillator, IRQ

298,-

Relais-1 Karte mit 8 Relais und 8 TTL I/O

249,-

Relais-2 Karte mit 16 Relais und 8 TTL I/O

339,-

OPTO-1 Optokopplerkarte mit 16 IN, 8 OUT,

368,-

OPTO-2 Optokopplerkarte mit 32 OUT, 16 TTL I/O

448,-

220 Volt PC Schalkarte mit 2 bzw. 16 A. SSR

298,-

TIMER I/O Karte mit 9 x 16 Bit Timer & 8 TTL I/O, IRQ

298,-

Schnittstellen

298,-

TTY-1 Karte, (20mA-loop) serielle COM1

298,-

TTY-2 Karte, COM1/2, aktiv & passiv., z.B. für SPS-S5

349,-

TTY-3 Karte, COM1/2, a/p, mit LPT, TTY galv. getrennt!

498,-

RS 485 Karte, echter 2-Leiter-Betrieb bis 56 kBd, mit LPT

548,-

Spezielles (K)Auszug

996,-

VD8010 Videodigitalizer 800x600x256, ideal für Still-Videos

1498,-

24 Bit U/D Karte für inkrementale Geber, zählt bis 30MHz

548,-

ST-3 & TR-3, 3D Achsensteuerung für 3 Stepper, a. 2Amp.

996,-

KOLTER ELECTRONIC

Steinstrasse 22 • 5042 Erlstadt

Tel. (0 22 35) 7 67 07 • Fax. 7 20 48

ECAL ...

ECAL - das universellste Entwicklungssystem für alle gängigen 4bit, 8bit, 16bit und 64bit Mikroprozessorsysteme. Unterstützt über 170 Prozessor-Typen! Bedienerfreundliche Oberfläche mit integriertem Split-Screen-Editor. Optioneller Source-Level-Debugger mit ROM-Emulator. MS-DOS>3.0. Bitte Info anfordern!

ECAL Open Architecture System DM 1.778,40

ECAL ROM-Emulator Kit DM 1.316,70

ECAL Single Processor DM 701,10

Alle Preise zuzügl. Porto+Verpackung

gsh - Systemtechnik

Software & Hardware

Postfach 600511 · D-8000 München 60

Tel.(089) 8343047 · Fax.(089) 834048



Traumprojekt kommt

Die vorangegangene Elrad-Ausgabe 11/91 brachte den Grundlagenbeitrag 'Der VMEbus' sowie die Vorschau auf das Projekt 'Atari als VME-Master'.

Ich habe mit Interesse Ihren Artikel über den VMEbus gelesen, dann das Heft bis zum Ende durchgeblättert, bis ich bei der Vorschau auf Heft 12/91 angekommen war: Das Traumprojekt!

Es wird hoffentlich die Versäumnisse von Atari gutmachen. Es ist zwar eine äußerst begrüßenswerte Entscheidung gewesen, den VMEbus in die neuen Rechner einzubauen, nur hat Atari mal wieder mit heißer Nadel gestrickt und anscheinend die VITA-Doku nicht gelesen, obwohl diese von Atari an Entwickler wie uns verschickt wird.

Wenn Ihr Projekt das hält, was wir uns davon versprechen,

dann werden wir ungeduldig bis zum Erstverkaufstag warten.

Point Software Hardware
Ulrich Pfisterer
W-6791 Bechhofen

Das Traumprojekt hält, was wir in der Vorschau versprochen haben. Obwohl wir nicht mit heißer Nadel gestrickt haben, hat es leider mit dem nahtlosen Anschluß der Projektbeschreibung an den Grundlagenbeitrag nicht geklappt. Es sind jedoch nicht technisch-elektronische Probleme, die dies verhindert haben, sondern unvorhersehbare Verzögerungen im Text-Bereich. Der 'neue Erstverkaufstag' ist der 19. Dezember 1991.

(Red.)

Nachträge

Betr.: Störspannungssicherung

Die Adresse des im Artikel 'Störspannungssicherung', Elrad 9/91, Seite 48 ff. erwähnten Trafoherstellers Riedel lautet:

Fa. Michael Riedel
Transformatorenbau GmbH
W-7174 Ilshofen
Tel.: 0 79 04/5 96
Fax: 0 79 04/5 47

Platinen: Service aus Hövelhof

In der Leiterplatten-Herstellerübersicht, Elrad Heft 10/91, Seite 48 f., fehlt bei der Firma Rodenbeck Leiterplatten GmbH, Industriestraße 30, 4794 Hövelhof, in den Tabellenspalten 'Layout-Service', 'Fotoplot-Service' und 'Bestückungs-Service' jeweils der Buchstabe 'J' als Kurzangabe dafür, daß die Firma Rodenbeck diese Dienstleistungen anbietet.

(Red.)

Trennverstärker-ICs

Im Beitrag 'Splendid Isolation', Elrad Heft 11/91, Seite 48 ff., enthält die Tabelle der Trennverstärker-ICs zwei fehlerhafte Angaben und einen Schönheitsfehler. Der ISO 100 AP hat eine Verstärkungsdrift von $\pm 300 \text{ ppm/K}$. Die fälschlicherweise angegebene Zahl $\pm 0,07$ gehört in die Spalte 'Linearitätsfehler, max. [%]'.

Für den ISO 212 JP beträgt dieser Wert, wie richtig angegeben, $\pm 0,05 \%$. Hersteller Burr-Brown weist jedoch darauf hin, daß die Version KP mit einem maximalen Linearitätsfehler von 0,025 % die typische und gängige Ausführung des ISO 212 ist.

(Red.)

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

Technische Anfragen

Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 10.00 bis 12.30 und von 13.00 bis 15.00 Uhr unter der Telefonnummer

05 11/54 74 70

Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die Elrad-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags.

(Red.)

Wir wollen,
daß Sie leicht
zu prima
Meßergebnissen
kommen.



Worauf Sie mit Spannung gewartet haben, ist jetzt da – die neue Klasse der Oszillosgraphen von Kenwood: Spitzentechnik von bemerkenswerter Flexibilität und erstaunlicher Einsatzbreite. Hier der DCS-8200. In seinem Gehäuse verborgen sich gleich zwei Präzisionsmeßinstrumente: Ein schnelles (20 MS/s), digitales Zweikanal-Speicher-Oszilloskop 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 miteinander in Beziehung zu setzen, überall dort 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.

KENWOOD

LOGIC-ANALYZER sind preiswert!

PC-Logic-Analyzer von Advantech haben ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis. Wir liefern die Analyzer mit deutschen Handbüchern. Fordern Sie Unterlagen und Demodisketten kostenlos an.

PREISE:

PCL 512max. 100 MHz oder 1000 BERLIN
max. 32 Kan. 030/7 84 40 55**4554,30**2000 HAMBURG
041 54/28 283300 BRAUNSCHW.
0531/7 92 314400 MÜNSTER
0251/79 51 255100 AACHEN
0241/87 54 096000 FRANKFURT
069/5 97 65 878000 MÜNCHEN
089/6 01 80 207010 LEIPZIG
0941/28 35 48SCHWEIZ
064/71 69 44ÖSTERREICH
0222/2 50 21 27**PCL 510**max. 100 MHz oder 1000 BERLIN
max. 24 Kan. 030/7 84 40 55**3642,30****ELEKTRONIK
LADEN**

Mikrocomputer GmbH
W-Mellies-Straße 88
4930 DETMOLD 18
Telefon 05232/81 71
Fax 05232/8 61 97

MEMORY-CARDS

Mobile Datenerfassung
Meßwertspeicherung
Printer Fontcards



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

VENTAS
TECHNOLOGIES

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

MOPS11 mit HC11

aus ELRAD 3/91

MOPS-LP Leerplatine	64,- DM
MOPS-BS1 Bausatz, enthält alle Teile außer RTC u. 68HC24	220,- DM
MOPS-BS2 Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC u. 68HC24	300,- DM
MOPS-FB1 Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS1	300,- DM
MOPS-FB2 Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS2	380,- DM
MOPS-BE Betriebssyst. für MS/DOS	100,- DM

In unserem Katalog „Von EMUFs und EPACs“ finden Sie diesen und viele andere Einplatinenrechner aus mc, c't und ELRAD.	oder 1000 BERLIN 030/7 84 40 55
Den Katalog können Sie kostenlos bei uns anfordern.	2000 HAMBURG 041 54/28 28
	3300 BRAUNSCHW. 0531/7 92 31
	4400 MÜNSTER 0251/79 51 25
	5100 AACHEN 0241/87 54 09
	6000 FRANKFURT 069/5 97 65 87
	8000 MÜNCHEN 089/6 01 80 20
	7010 LEIPZIG 0941/28 35 48
	SCHWEIZ 064/71 69 44
	ÖSTERREICH 0222/2 50 21 27

**ELEKTRONIK
LADEN**

Mikrocomputer GmbH
W-Mellies-Straße 88
4930 DETMOLD 18
Telefon 05232/81 71
Fax 05232/8 61 97

HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUDATEN!

- SYMMETRISCHE EINGÄNGE
- DC-GEKOPELT
- LSP-SCHUTZSCHALTUNG
- EINSCHALTVERZÖGERUNG
- TEMP.-SCHUTZSCHALTUNG
- UBERSTEUERUNGSFEST
- MIT INTEGRIERTER, EINSTELLBARER FREQUENZWEICHE 12 dB/Okt.

320 W sin/4 Ohm, K ≤ 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, Scheibbser Str. 74, 7255 Rutesheim
Telefon 07152/5 50 75, Telefax 07152/5 55 70

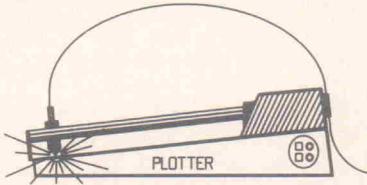
Empfangsprobleme im Langwellenbereich?

- Navigationssignale
- Pressefax
- RTTY
- SSTV
- Zeitzeichen

können mit unserer breitbandigen Antenne und 2 m Draht hervorragend empfangen werden.
Frequenzbereich: 10 kHz — 3 MHz

Fertigerät
mit Speiseweiche **99,—**

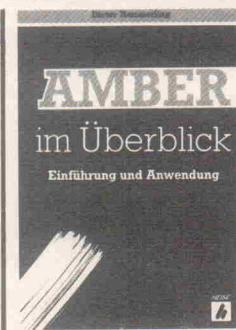
Eisch electronic
7900 Ulm 16 · Abt Ulrich Str. 16
Telefon (0 73 05) 23 208

PLOTTER & FOTOPLOTTER

DIN-A3-Flachbettplotter mit eingebautem Fotoplotzusatz, als Plotter und Fotoplotter verwendbar, ist hervorragend geeignet zur Herstellung von Leiterplatten-Filmen!

Fordern Sie Produktinformationen an und erfragen Sie den günstigen aktuellen Preis!

Ing.-Büro Oberbeck · Kolmarerstr. 21 · 4920 Lemgo
Tel.: 052 61/7 25 86 · Fax: 052 61/7 18 93



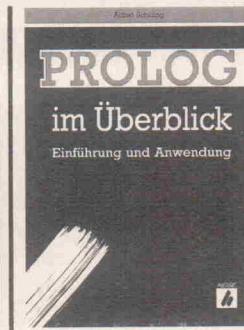
AMBER ist eine Programmiersprache der vierten Generation, die in vielerlei Hinsicht anders ist als die bekannten Hochsprachen.

Broschur, 106 Seiten
DM 14,80/ÖS 115,-/sfr 14,80
ISBN 3-88229-162-1



Eine Einweisung in die elementaren Programmietechniken und Besonderheiten von C.

Broschur, 116 Seiten
DM 14,80/ÖS 115,-/sfr 14,80
ISBN 3-88229-170-2



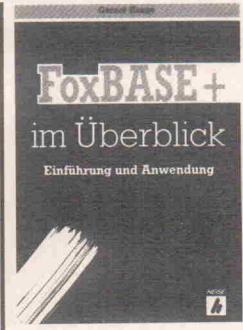
In einer übersichtlichen Form werden wesentliche Elemente der Programmiersprache PROLOG dargestellt. Die Besonderheiten werden anhand von Beispielen verdeutlicht.

Broschur, 124 Seiten
DM 14,80/ÖS 115,-/sfr 14,80
ISBN 3-88229-166-4



Das Buch vermittelt alle nötigen Kenntnisse, um mit dBASE IV/III plus komplett Datenbankanwendungen, sogar mit eingebundenen Graphiken, zu erarbeiten.

Broschur
DM 14,80/ÖS 115,-/sfr 14,80
ISBN 3-88229-169-9



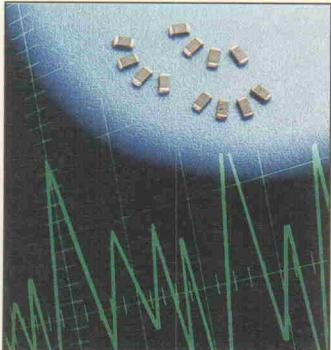
Überblick über den Leistungsumfang von FoxBASE+. Alle Befehle und Funktionen sind ausführlich beschrieben und durch Beispiele verdeutlicht.

I.U. 32

HEISE

SMD-Überspannungsschutz

Unter der Bezeichnung Transguard bietet AVX eine neue Reihe von Mehrschicht-Keramikbauteilen in SMD-Ausführung zum Schutz gegen Überspannungen an. Diese Bauelemente sind für Spannungen zwischen 5 V DC und 30 V DC mit Spitzenströmen bis 150 A lieferbar. Ihre Reaktionszeit bleibt dabei unter einem Wert von 1 ns. Bei den Abmessungen der SMD-Schutzelemente hat man die Wahl zwischen den Baugrößen 0805, 1206 und 1210.



AVX GmbH
Liebigstr. 1 A
W-8047 Karlsruhe
Tel.: 0 81 31/90 04-0
Fax: 0 81 31/90 04-44

Drehknöpfe

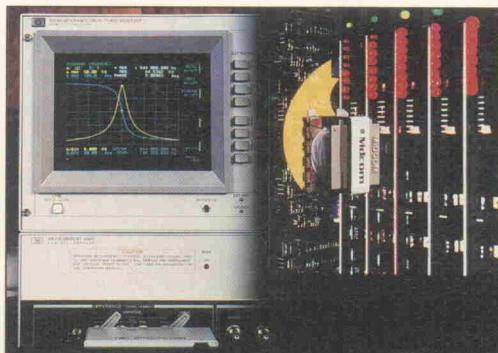
Das Programm der von Omni Ray vertriebenen Drehknöpfe des Herstellers Ritel enthält Drehknöpfe und Zubehör in Ausführungen zwischen 8 mm und 45 mm in acht verschiedenen Farben. Als Ergänzung dazu stehen nicht nur die 15-mm-Kurzköpfe zur Verfügung, sondern auch die entsprechenden Industrieklemmen:

Sowohl die 10-mm- als auch die 15-mm-Industrieklemmen haben eine Übergangsspannung von 2500 V, ihr Isolationswiderstand beträgt 10^{13} Ω. Der Dauерstrom der 15-mm-Klemme liegt bei 25 A, für die 10-mm-Klemme gilt ein Wert von 20 A.

Omni Ray GmbH
Herrenpfad Süd 4
W-4054 Nettetal 2
Tel.: 0 21 57/81 19-0
Fax: 0 21 57/81 91 00

Übertrager für Kommunikationssysteme

Mit dem Universaltyp 671-8001 vertreibt die Firma Consar einen 1:1-Übertrager des Herstellers Midcom, der für einen Einsatz in Telefonensystemen konzipiert wurde und mit $600\ \Omega$ oder mit komplexer Impedanz bis 100 mA Gleichstrom einen ausgezeichneten Frequenzgang aufweist. Seine Abmessungen



Consar GmbH
Buchenstr. 6
W-8770 Lohr 3
Tel.: 09 35/2 20 84
Fax: 09 35/2 20 86

SMD-Reedrelais für 1,6 GHz

Die 5,7 mm × 14 mm großen Reedrelais der Reihe 9400 von Coto sind in einem robusten Gehäuse aus Gießharz untergebracht. Bei den Anschlüssen hat man die Wahl zwischen der J-, der Gull-wing- und einer radialem Form. Zwei Versionen sind verfügbar, und zwar das 4-Pin-Modell 9401 sowie das 6-Pin-Modell 9402. Die letztergenannte Ausführung eignet sich dank der koaxialen $50\ \Omega$ -Abschirmung insbesondere zum Schalten von Hf-Signalen und schnellen Impulsen; in kundenspezifischen Anwendungen konnte man damit Signale mit Frequenzen bis zu 1,6 GHz ($-3\ dB$) schalten. Zudem weist das Modell 9402 mit typisch $1,1\ pF$ eine besonders kleine Kapazität zwischen Kontakt und Abschirmung auf. Die Kapazität zwischen Kontakt und Spule beträgt nur $0,1\ pF$.

Die in Europa von der englischen Firma Rhopoint vertriebenen Coto-Reedrelais sind für 10⁹ Schaltspiele ausgelegt,

betrugen nur $24\ mm \times 23\ mm \times 12\ mm$. Dank seiner vollautomatischen Serienfertigung ist dieser Universalübertrager laut Consar besonders preiswert erhältlich.

Der Modem-Übertrager der Serie 671-8240 ist nur noch $14\ mm \times 14\ mm \times 11\ mm$ groß. Die Daten dieses Übertragers ähneln denen des Universaltyps, wobei der zulässige Gleichstrom auf der Primärseite immerhin noch 40 mA beträgt.



Schnurloses Telefon
Stabo „ST 960“ post zugelassen
12-Stunden-Akkuparität, integrierte Antenne
im Handteil, Reichweite bis 300 m

KENWOOD -Oszilloscope

siehe ELRAD 2/91+5/91

CS-4035 (40 MHz)	DM 1505,00
CS-6030 (100 MHz)	DM 4959,00
DSC-8200	DM 7485,00
Weitere Modelle auf Anfrage.	

aktuell

Japanische ZF-Filter 7x7	
455 kHz, gelb	Stück: 1-9 ab 10
455 kHz, weiß	2,10 1,85
455 kHz, schwarz	2,10 1,85
10,7 MHz, orange	2,00 1,80
10,7 MHz, grün	2,00 1,80

Spezialbauteile

	AA 119	0,60	MV 801	14,40
BA 379	1,00		NE 592	2,85
BAR 28	3,50		NE 5534	3,90
BF 981	2,85		OM 350	28,00
BF 982	3,20		OM 361	28,00
BFG 65	15,50		SL 440	8,50
BS 170	1,95		SL 486	12,90
BS 250	1,50		SL 560	15,00
CA 3130	4,90		SL 561	13,10
CF 300	5,55		SL 565	22,00
CN 417	1,00		SL 952	29,50
HFP 511	135,00		SL 1451	39,90
HP 2800	4,95		SL 1452	29,90
IE 500/HFP 505	39,50		SLB 586	11,50
LN 311	1,90		SP 1648	18,80
MC 1330	7,90		SP 5060	29,50
MC 1350	4,90		SP 8793	29,00
MC 3357	9,90		SP 8620	97,55
MC 3359	11,90		SP 8630	79,50
MC 3361	11,90		TBA 1440	17,50
MC 3362	11,90		TDA 5660	9,90
MC 145106	28,00		TDA 5664	15,50
MC 145152	39,00		TUA 2005	18,80
MAX 691	18,00		U 2400B	9,90
MZA 0304	11,50		ULN 2803	2,80
MZA 0685	9,90		XR 1010	9,90
MV 500	11,50		XR 1015	22,50

HF-Leistungstransistoren

Type	Frequenz	V _{CE0}	I _C	P _{tot}	P _{out}	DM
	MHz	V	A	W	W	1-9 St.
MRF237	136-174	18	1,0	8,0	4	11,00
MRF238	136-174	18	5,0	65	40	47,50
MRF245	136-176	18	20	250	30	92,00
MRF247	136-176	18	20	250	75	84,00
MRF421	1,5-30	20	20	290	50	95,00
MRF422	1,5-30	40	20	290	50	118,00
MRF424	1,5-30	40	20	290	50	118,00
MRF446	1,5-30	25	20	250	30	58,00
MRF455	1,5-30	18	15	175	60	44,00
MRF464	1,5-30	35	10	250	80	69,00
MRF476	1,5-30	18	10	1	3	12,00
MRF477	1,5-30	18	5,0	87,5	40	38,00
MRF484	1,5-30	18	5,0	87,5	40	58,00
MRF644	407-512	16	4	100	100	73,00
MRF648	407-512	16	3,0	117	40	83,00
MRF648	407-512	16	11,0	175	60	88,00
ZND944	407-512	16	0,4	5,0	2	32,00
ZND945	407-512	16	0,8	5	4	34,50
ZND960	136-174	18	1,0	35,5	10	44,00
ZND980	136-174	18	1,0	12	4	28,00
ZND981	136-174	18	2,5	31	15	33,00
ZND983	136-174	18	5,0	65	30	39,00

N-Channel RF Power T-MOS Power FETs

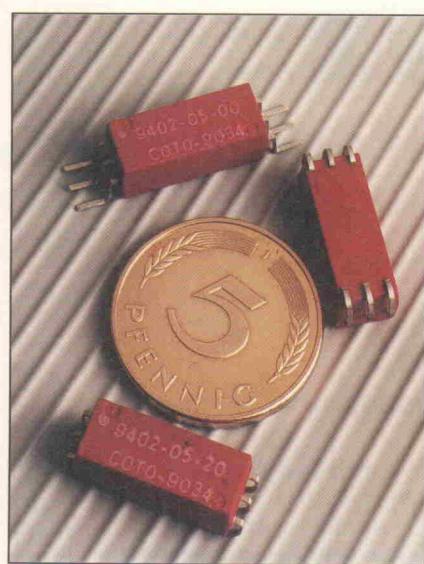
Type	Pout	Pin Verst.	UB	Gehäuse	DM
	Watt	Watt	dB	Volt	typ
					1-9 St.
MRF138	1,5-150	0,6	17	28	211-01
MRF140	150	4,7	15	28	211-11
MRF148	30	0,5	18	50	211-07
MRF150	150	2,9	17	50	211-11

(Daten bei 30 MHz)

HF-Bauteile-Katalog gegen DM 2,50 in Briefmarken

50-Q-Koax-Relais (bis 1000 MHz)	Print- montage	43,00
LADEFÖPFUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30-12.30 Uhr, 14.30-17.00 Uhr, Samstag 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!		

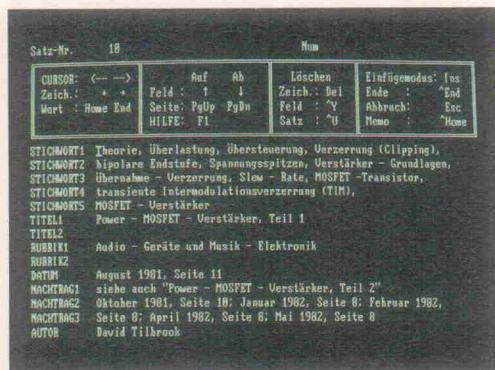
Andy's Funkladen
Admiralstraße 119, Abteilung ED 35, 2800 Bremen 1
Telefax: 0421/37 27 14, Telefon 0421/35 30 60



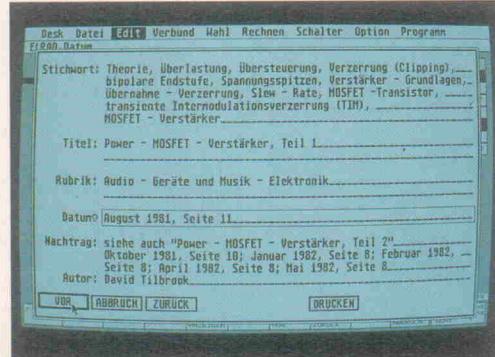
ELRAD auf einen Blick

Mit der ELRAD-Datenbank können Sie jetzt Ihr Archiv noch besser nutzen. Per Stichwortregister haben Sie den schnellen Zugriff auf das Know-how von 13 Jahrgängen.

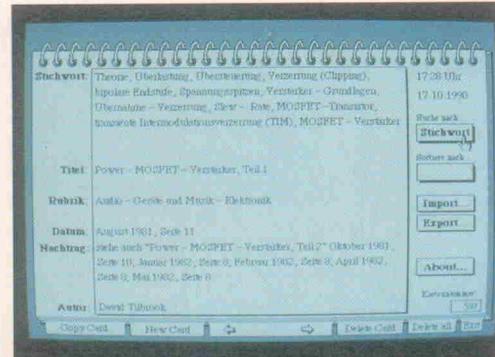
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78—12/90 und das Update 1990 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten).



ELRAD-Karteikarte unter dBase.



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 12/89) sind, erhalten Sie das Update 1990 für DM 10,00 mit Einreichen der Originaldisketten des Gesamtinhaltsverzeichnisses.

Bestell-Coupon in diesem Heft auf Seite 67!



eMedia GmbH

Bissendorfer Straße 8, Postfach 6101 06, 3000 Hannover 61
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/537295

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Firmenschriften

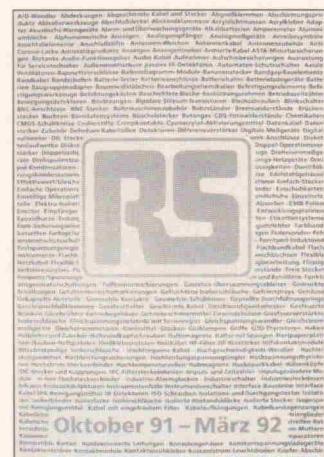
18 000 Komponenten

Schnellstmöglichen Service in Verbindung mit bedarfsgerechten Bestellmengen verspricht der neue RS Components Katalog, der 800 Seiten umfaßt und kostenlos erhältlich ist. Er offeriert 18 000 elektrotechnische und elektronische Produkte, auf die Ingenieure und Techniker bei Bedarf gezielt zugreifen können. Sämtliche Produkte sind übersichtlich nach Sparten gegliedert und ausführlich beschrieben.

Ingenieure, die mehr Informationen benötigen, können zu jedem Produkt kostenlos technische Datenblätter anfordern oder sich telefonischen Rat einholen. Da laut RS Components jede bis 16.30 Uhr eingehende Bestellung noch am selben Tag in den Versand gebracht wird, ist das Katalogangebot ideal für den aktuellen Tagesbedarf von Technikern der Bereiche Entwicklung, Wartung oder Produktion.

Mindermengen-Zuschläge sind bei RS Components unbekannt. 'Wir bieten ein echtes Just-in-time-Lager für hochwertige Bauteile führender Hersteller', so der Geschäftsführer von RS Deutschland.

RS Components GmbH
Nordendstr. 72-76
W-6082 Mörfelden-Walldorf
Tel.: 0 61 05/40 12 34
Fax: 0 61 05/40 11 00



Okt 91 — März 92

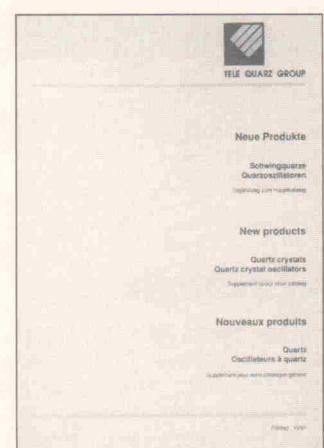
Das File umfaßt über 2000 Datensätze, die in Form einzelner Bildschirms Seiten abgelegt sind, und ist im ASCII-Format abgespeichert.

Ein ausführliches Stichwortregister mit weit über 7000 Suchbegriffen einschließlich aller wichtigen Bauelementen führt unmittelbar zu den speziellen Themen der Elektronik — ob in Beiträgen, Laborblättern oder Projekten.

Ergänzung zum Hauptkatalog

Soeben erschien ein Sonderdruck der Tele Quarz GmbH aus Neckarbischofsheim. Als Ergänzung zum Hauptkatalog beschreibt er die neuesten Produkte dieser Firma.

Tele Quarz GmbH
Landstraße
W-6924 Neckarbischofsheim 2
Tel.: 0 72 68/01-0
Fax: 0 72 68/14 35



Handbuch über Stromversorgungen

Ab sofort kann man bei Computer Products kostenlos das neue Entwicklerhandbuch für Stromversorgungen anfordern. Auf 168 Seiten bietet es dem Entwickler eine detaillierte Übersicht über 720 verschiedene AC/DC-Netzteile, DC/DC-Wandler und 19-Zoll-Geräte. Neben den technischen Spezifikationen der Produkte, ihren

Abmessungen und zahlreichen Applikationsinformationen enthält das Handbuch auch ein 24seitiges Lexikon für Fachbegriffe der Stromversorgungstechnik. Neben einer Erklärung der verschiedenen Techniken von Netzteilen und DC/DC-Wandlern erläutert es auch deren Vor- und Nachteile in der praktischen Anwendung.

Computer Products GmbH
Herrnstr. 7
W-8450 Amberg
Tel.: 0 96 21/1 30 23
Fax: 0 96 21/3 35 43

Kurzform-katalog

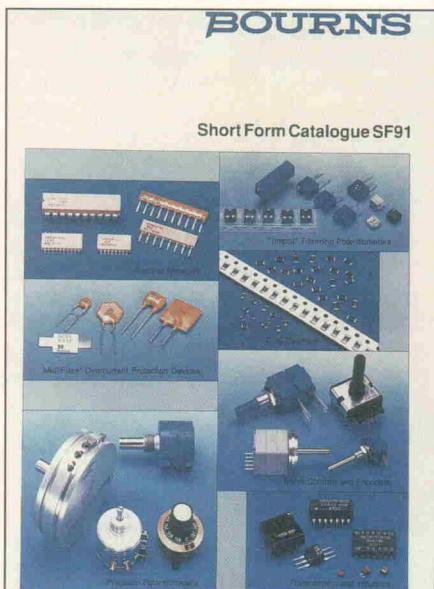
Der neue Kurzformkatalog SF 91 von Bourns stellt auf 24 Seiten die neun wichtigsten Produktlinien des Unternehmens vor:

Trimmpotis, Widerstandsnetzwerke, Chipwiderstände, MultiFuse Überstromschutzeinrichtungen, Präzisionspotis, Panel Controls und Encoder, Transformatoren und Induktivitäten, digitale Verzögerungsmodule sowie die bekannten Widerstands-Laborsortimente.

Um die Auswahl des passenden Bauteiltyps zu erleichtern, wurde das Layout des kostenlos erhältlichen Katalogs völlig neu gestaltet. Zudem enthält er auch alle Produktneuheiten wie beispielsweise einen dichten 3-

mm-SMD-Trimmer. Neben diesem Kurzformkatalog bietet Bourns mehrere Broschüren zu Teilbereichen seines Produktspektrums an. Interessenten können sich direkt an den Anbieter wenden.

Bourns GmbH
Breite Str. 2
W-7000 Stuttgart 1
Tel.: 07 11/22 93-0
Fax: 07 11/29 15 68

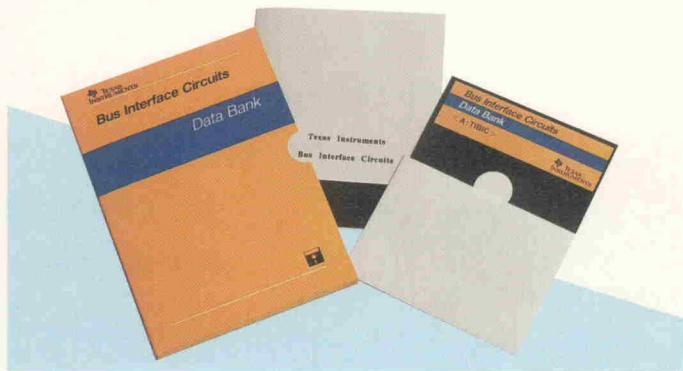


Datenbank für Busschaltkreise

Das Datenbankprogramm TIBIC von Texas Instruments ist jetzt in einer kostenlosen Update-Version 2.0 erhältlich. TIBIC ist ein elektronisches Hilfsmittel zur Suche und Auswahl von Bus-Interface-Schaltkreisen und enthält nahezu 500 verschiedene Schaltkreise mit allen wesentlichen Daten sowie Pinbelegungen und Bestellbezeichnungen. Die 1990 erschienene erste Version war infolge großer Nachfrage nach kurzer Zeit vergriffen.

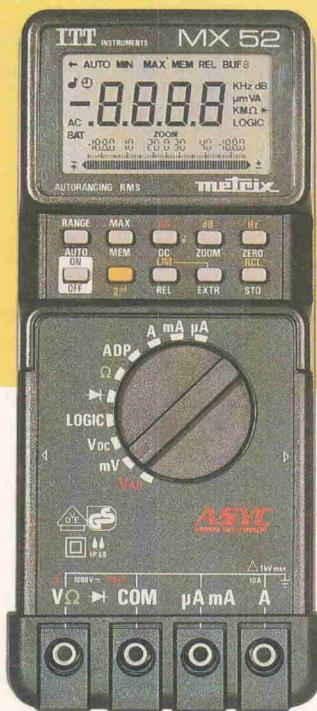
Das Programm unterstützt die Selektion nach verschiedenen Kriterien sowie das Ausdrucken von Datenblättern und Listen. Es ist wahlweise in Deutsch, Englisch, Französisch oder Italienisch zu bedienen und verfügt über ein integriertes Hilfesystem. Mit der Version 2.0 kann man jetzt auch eine Maus einsetzen, was die Bedienung zusätzlich vereinfacht. Das TIBIC-2.0-Paket mit Diskette und Handbuch ist bei allen TI-Büros und -Distributoren erhältlich.

Texas Instruments Deutschland GmbH
Haggettstr. 1
W-8050 Freising
Tel.: 0 81 61/8 00
Fax: 0 81 61/80 45 16



ASYC®
ADVANCED SAFETY CONCEPT

ein neuer Begriff für Topsicherheit



METRIX-Multimeter schützen auch diesen Kreis.



Es gibt keine Multimeter wie die neue ASYC-Serie.
Die besten Multimeter müssen auch die höchste Sicherheit bieten.

Über die VDE/GS-Zulassung hinaus sind die ASYC :

- standardmäßig wasserfest;
- aus VO flammhemmendem Kunststoff;
- zwangsläufig stromfrei bei Batterie- und Sicherungsaustausch;
- mit schraubenlosem Gehäuseverschluß;
- mit der SECUR'X-Meßleitungsverriegelung versehen.

Europäische Entwicklung
Europäische Fertigung
Europäische Qualität
und... 2 Jahre Garantie

Die ASYC-Meß- und Datalogger für professionelle Anwender,
die Vollkommenheit und Perfektion anstreben.

Lieferung innerhalb 48 Stunden



Müller und Weigert GmbH, Postfach 3042 - D 8500 Nürnberg
Tél. (0911) 35020 - Fax (0911) 3502 306 - Telex 622 670

ITT Instruments **ITT**

Letzte Meldung: 6 1/2stelliges DMM von HP für 2200,- DM

Sinnigerweise am Weltspartag stellte Hewlett-Packard sein neuestes Produkt für den Bereich allgemeine Labormeßtechnik der Öffentlichkeit vor. Das bis dato mit dem Codenamen Alf versehene Labormultimeter hat die Typenbezeichnung HP 34401A. Seine wichtigsten Daten:

- DC-Messungen bis 1000 V mit 6 1/2 Stellen Auflösung;
- 50 Bereichs- und Funktionswechsel pro Sekunde;
- 1000 Messungen/s;
- 24 Stunden DC-Grundgenauigkeit 0,0015 %.



In bestehende rechnergesteuerte Meßsysteme läßt sich das 34401 ohne Software-Änderungen einfügen. Es akzeptiert SCPI-(Standard Commands for Programmable Instruments), HP 3478A- und Fluke 8840A-Befehle. Sowohl eine HP-IB-(IEEE-488-) als auch eine RS-232-C-Schnittstelle gehören zur Standardausstattung.

HP-Direkt
W-7030 Böblingen
Dornierstr. 7
Tel.: 0 70 31/6 67 21
Fax: 0 70 31/14 13 95

Vierkanal-DSO

Neu im Programm der nbn Elektronik ist das Vierkanal-DSO DL 2200 von Yokogawa. Es handelt sich dabei um einen echten 'Vierkanaler' mit einer Abtastrate von 4×200 MS/s, die man im Zweikanalbetrieb auf 2×400 MS/s steigern kann. Dank seines relativ großen Speichers von einem Megawort ist das DL 2200 besonders für transiente Signale geeignet. Das Scope verfügt über etliche intelligente Triggermöglichkeiten, beispielsweise TV, Glitch oder kombinatorisch. Standardmäßig sind im Gerät Analysefunktionen wie FFT, Hilbert, Digitalfilterung und Histogramm implementiert. Speziell für modulierte Signale steht eine



Impulsbreiten-Arithmetik (Modulationsanalyse) zur Verfügung. Als Hintergrundspeicher sind wahlweise IC-Speicherkarten bis 512 K oder eine DOS-kompatible 3,5"-Floppy erhältlich. Zum Standard zählt ferner eine IEEE-488-Schnittstelle mit HP-GL-Treiber. Hardcopies des 9"-Bildschirms fertigt optional auch ein eingebauter Thermodrucker.

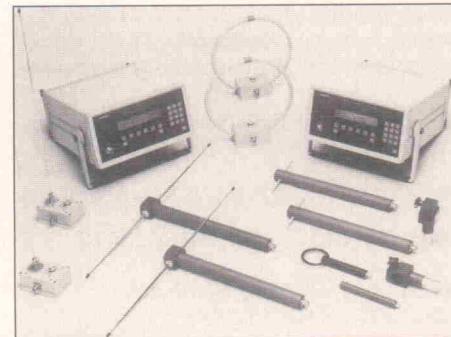
nbn Elektronik
Gewerbegebiet
W-8036 Herrsching
Tel.: 0 81 52/3 90
Fax: 0 81 52/3 91 60

Hf-Schirmdämpfungsmeßplatz

Elektrische und magnetische Schirmdämpfungsmessungen von abgeschirmten Räumen, Kabeln und Gehäusen kann man mit dem Schirmdämpfungsmeßplatz MABE von Alcatel Cable (Vertrieb: Emco Elektronik) im Frequenzbereich 1 kHz...1 GHz automatisch durchführen. Der batteriebetriebene Meßsender mit einer Leistung von 1 W ermöglicht zusammen mit dem ebenfalls batteriebetriebenen Meßempfänger netzunabhängige Schirmdämpfungsmessungen über einen Dynamikbereich von 140 dB.

Alcatel Cable liefert auch die für die Messung benötigten elektrischen und magnetischen Feldantennen. Über eine RS-232-Schnittstelle am Empfänger kann man die abgespeicherten Meßwerte einem Rechner oder einem Drucker zuführen. Empfänger und Sender arbeiten mikroprozessorgesteuert; ein LCD-Anzeigefeld stellt die Meßwerte dar. Mit Hilfe einer speziellen Meßfunktion kann man Hf-Lecks exakt lokalisieren.

Emco Elektronik GmbH
Einsteinstr. 35
W-8033 Martinsried
Tel.: 0 89/8 56 20 71
Fax: 0 89/8 59 77 85



Service-Oszilloskop

Mit dem Modell 222 PS PowerScout von Tektronix vertreibt Firma Data tec ein robustes Mini-Oszilloskop speziell für Messungen an industriellen Stromversorgungen. Das Tek 222 PS entspricht dem UL-Standard für Messungen an Wechselspannungen bis 600 V; es verkraftet Spitzenstoßspannungen bis 6 kV. Für erdfreie Messungen in Dreistromsystemen lassen sich die beiden Eingangskanäle des Tek 222 PS unabhängig bis 600 V AC floaten. Somit entfällt der Einsatz bisher üblicher Trenntransformatoren.

Seine Betriebsenergie bezieht PowerScout aus einem Akku. Weitere Kennzeichen dieses Geräts sind eine Bandbreite von 10 MHz sowie eine Abtastrate von 10 MS/s. Die beiden Eingänge des 222 PS sind voneinander unabhängig und isoliert. Mit diesem Oszilloskop kann man Messungen wie mit einem Voltmeter durchführen. Einen Tastkopf kann man beispielsweise an 5 V anschließen, den anderen an 480 V. Das Gerät ist unempfindlich gegen Gleichtakt-Transienten von 10 000 V/s. Eine spezielle Motor-Triggerungsfunktion führt zu einer zuverlässigen Triggerung und Darstellung impulsbreitenmodulierter Signale. Das Scope Tek 222 PS speichert bis zu vier verschiedene Signale, um diese später beispielsweise einer Analyse zu unterziehen. Eine Software namens CAT 200 ermöglicht Datentransfer und Fernbedienung des PowerScout über das RS-232-Interface, wobei man das Scope über den angeschlossenen PC starten und stoppen kann.

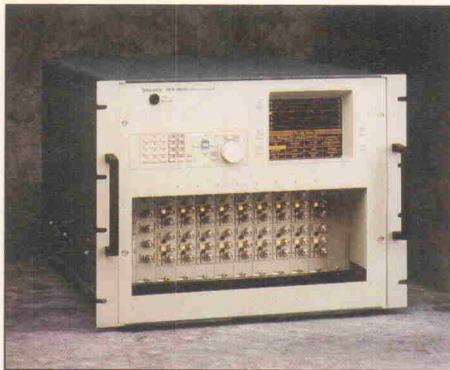
Data tec GmbH
Fizionstr. 34
W-7410 Reutlingen
Tel.: 0 71 21/33 04 73
Fax: 0 71 21/31 03 06



Impulsgenerator mit 18 Kanälen

Mit dem Stimulierungssystem HFS 9009 stellt Tektronix einen Impulsgenerator mit 18 synchronisierten Kanälen und einer Wiederholrate von 630 MHz vor. Die Impulskanten weisen eine Anstiegszeit von 150 ps auf, die Auflösung zum Plazieren beträgt 10 ps. Die hohe Wiederholrate ist insbesondere zum Testen von Telecom-ICs nach Sonet-622-Standards wichtig.

Das HFS 9009-Grundgerät nimmt bis zu neun beliebige Kombinationen zwei verschiedener, jeweils zweikanaliger Karten auf: Die Karte HFS 9PG1 ist zum Testen von ECL-, GaAs- und BiCMOS-Elementen sowie schnellen Speichern ausgelegt. Sie hat eine feste Übergangszeit von < 200 ps. Die zweite Karte HFS 9PG2 verfügt über programmierbare Übergangszeiten zwischen 800 ps und 5 ns und ist zum Testen von TTL-, CMOS- und ACL-Ele-

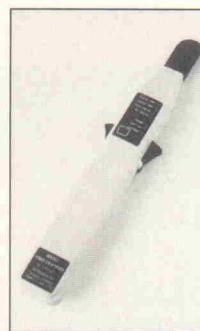


LWL-Faserauslesegerät

Das Faserauslesegerät 8000 XG von 3M ist für schnelle und sichere LWL-Faseridentifikationen und Verkehrstests geeignet, ohne den Betrieb unterbrechen beziehungsweise die Faser brechen zu müssen. Zudem kann man mit diesem Gerät die Übertragungsrichtung feststellen.

Vor jeder Messung führt das Gerät einen automatischen Selbsttest durch. Die Anzeige 'Ready' signalisiert, daß man mit der Messung beginnen kann. Dazu legt man die Faser in die vorgesehene Führung ein; ein mechanisch gedämpfter Biegekoppler biegt die Faser an die Rezeptoren. Dabei kontrolliert der Biegekoppler Höhe und Verhältnis des angelegten Drucks und verhindert somit Beschädigungen der Faser. Die im Gerät befindlichen Anzeigelampen signalisieren die Übertragungsrichtung des Signals und zeigen an, wenn kein Signal beziehungsweise 1- oder 2-kHz-Signale festgestellt wurden. Das Faserauslesegerät 8000 XG ist für Wellenlängen zwischen 850 nm und 1550 nm geeignet. Je nach Wellenlänge beträgt die typische Einfügedämpfung 0,8 dB bis 2,5 dB.

3M Deutschland GmbH
Carl-Schurz-Str. 1
W-4040 Neuss 1
Tel.: 0 21 01/14-0
Fax: 0 21 01/14-26 49

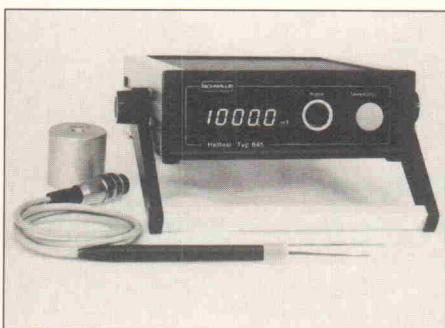


menten gedacht. Die Bedienungsfläche enthält ein Display zur grafischen Darstellung des Signals und Anzeige aller Ausgangsparameter, ein Tastenfeld zur numerischen Eingabe von Parametern sowie ein Stellelement für einfache und genaue Einstellungen.

Tektronix GmbH
Colonia Allee 11
W-5000 Köln 80
Tel.: 02 21/9 69 69-0
Fax: 02 21/9 69 69-3 62

Magnetfeld-Meßgerät

Das Meßgerät Halltest 845 von Schwille Elektronik wurde speziell für die Messung der Flußdichte magnetischer Gleichfelder entwickelt. Es erfaßt Magnetfelder zwischen 0,1 mT und 2 T ohne Bereichsumschaltung und zeigt den Meßwert digital an. Die Anzeige verläuft linear mit einer maximalen Abweichung von 1 %. Nach Kalibrierung über einen mitgelieferten, gealterten Vergleichsmagneten beträgt der maximale Meßfehler $\pm 1,5 \%$.



Durch den Einsatz der Hallsonde FH 540 von Bell mit einer Sondendicke von 0,6 mm und einer aktiven Meßfläche von 1 mm \times 2 mm sind auch Messungen unter erschwerten Bedingungen möglich, beispielsweise in relativ schmalen Luftspalten. Zudem verfügt das Gerät über einen Analogausgang, an den man Schreiber, Oszilloskope oder Regelemente anschließen kann. Als Option stehen Fühler mit Schutzrohr und für Axialfeldmessungen zur Verfügung. Der Preis für das Gerät Halltest 845 liegt unter der Abschreibungsgrenze.

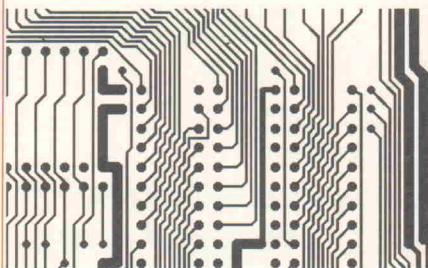
Schwille Elektronik GmbH
Benzstr. 1 a
W-8011 Kirchheim
Tel.: 0 89/9 03 10 41
Fax: 0 89/9 03 64 46

**Was dem Profi
recht ist, ist dem
Amateur billig!**



EAGLE 2.0

Schaltplan • Layout • Autorouter



Viele tausend Entwickler in der Elektronikindustrie zeichnen ihre Schaltpläne und entflechten ihre Platinen mit EAGLE. Praktisch alle Spitzenfirmen in Deutschland gehören zu unseren Kunden. Zahlreiche Zeitschriftenartikel bescheinigen unserem Programm, daß es sehr leistungsfähig, leicht zu bedienen und extrem preiswert ist. - So preiswert, daß es auch den Geldbeutel des Hobbyisten nicht überstrapaziert.

Schon mit dem Layout-Editor alleine können Sie Platinen auf Ihrem AT entflechten, die allen industriellen Anforderungen genügen — angefangen von der einseitig beschichteten Leiterplatte bis zum Multilayer-Board, mit konventionellen oder SMD-Bauelementen. Sämtliche Bauteile-Bibliotheken und Ausgabebreiber (für Drucker, Plotter, Fotoplotter) sind in diesem Preis enthalten.

Genügend Gründe, um sich einmal unsere voll funktionsfähige Demo anzusehen, 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 (Grundprogr.)	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	654 DM

Preise inkl. Mehrwertsteuer, ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 5,70 (Ausland DM 15,-).



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

< „DAS ANGEBOT DES JAHRES“ >

LEITUNGSPRÜFER LP 1

Ein Ohmmeter zum Prüfen von Leitungen auf Durchgang und für Widerstandsmessungen
— 3 umschaltbar. Bereiche — ideal für Werkstatt + Hobby
Meßbereiche:
0...1kOhm/10kOhm/100kOhm einschl. Bereichs-Ledertasche!

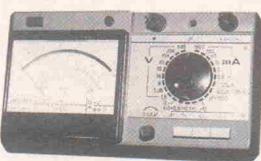
nur DM 15,—



UNIVERSALMESSGERÄT 4353 - B 4.1

— mit automatischem Überlastungsschutz!
Für Gleich- u. Wechselspannung
— 600 V, Gleich- u. Wechselstrom bis 1,5 A,
Widerstandsmessung bis 5 MΩ, Kapazitätsmessung bis 0,5 µF sowie dB-Messungen von -10...bis +12 dB einschl. Service-Koffer u. dt. Anleitung!

nur DM 29,50



UNIVERSALMESSGERÄT 4342 - M 1

mit automatischem Überlastungsschutz — Transistortester für PNP + NPN-Transistoren. Gleich- u. Wechselstrom von 0...0,05 mA - 2,5 A Gleichspannung 0...-1000 V Wechselspannung 0,2...-1000 V Gleichstrom-Widerstand 0...10 000 kΩ einschl. Service-Koffer u. deutscher Anleitung!

nur DM 35,—



EW-MESSBRÜCKE (nach Thomson)

Diese Kleinmeßbrücke nach Thomson-Schaltung dient in erster Linie zur Messung ohmscher Widerstände von 0,09 mΩ bis 11 Ω — weiterhin kann diese Meßbrücke als Durchgangsprüfer und zur Gleichstrommessung von 0,1/1/5 A verwendet werden!

nur DM 29,50



RFT — EINSTRÄHL-SERVICE-OSZILLOSKOP — EO 211 —



Mit diesem Oszilloskop können elektrische Spannungsverläufe im Frequenzbereich von 0...-10 MHz abgebildet und deren charakteristische Größen gemessen werden. Beim Fernsehservice ermöglicht ein zuschaltbares Integrationsglied die stabile Abbildung von BAS-Signalen. Im XY-Betrieb können Frequenzvergleiche durchgeführt werden.

nur DM 199,—

(passende Meßschnüre u. Tastkopf = DM 30,-)

8 Tage Übernahme-Garantie auf alle Meßgeräte!

MERKUR ELECTRONIC
Albrechtstr. 98, 1000 Berlin 41
Telefon: 0 30/7 91 50 90/99
Fax: 0 30/7 93 14 66

Halbleiter

Mehrfach-LEDs

Signal Construct bietet Mehrfach-LED-Anzeigen für Leiterplattenmontage an, die wahlweise mit 2-, 3- oder 5-mm-LEDs auf bis zu zwei Ebenen bestückt sind. Zur Verfügung stehen 2- bis 8stellige Anzeigen pro Ebene. Bei den Ausführungen mit 3- und 5-mm-LEDs sind Sollbruchstellen integriert, so daß man diese Bausteine auch als Einzellement einsetzen kann. Alle Anzeigen sind serienmäßig für das Rastermaß 2,54 mm und 2,50 mm ausgelegt und lieferbar. Die verwendeten LEDs sind nach Lichtstärke und Farbe selektiert. Somit sind bei simultanem Betrieb gleiche Helligkeit und Farbe gewährleistet.

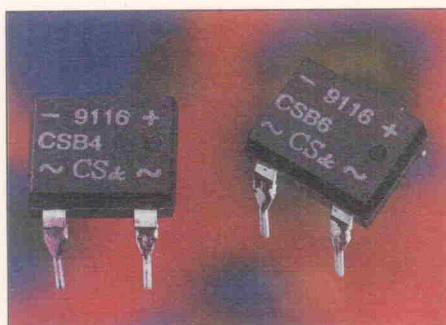
Signal Construct GmbH
Postfach 1366
W-7532 Niefen 2



DIP- und SMD-Brücken für 1 A

Rein Elektronik bringt jetzt Brückengleichrichter der CSB-Serie von ATE auf den Markt. Sie sind in einem Standard-DIP-Gehäuse und als SMD-Version erhältlich und decken den Spannungsbereich von 50 V bis 800 V ab. Die neue Serie verarbeitet einen Ausgangstrom von 1 A und einen Stoßstrom von 30 A. Somit kann man mit den neuen Bausteinen die herkömmlichen Dioden der 1-N-4000-Serie in Brückenanordnung ersetzen.

Rein Elektronik GmbH
Lötischer Weg 66
W-4054 Nettetal 1
Tel.: 0 21 53/7 33-0

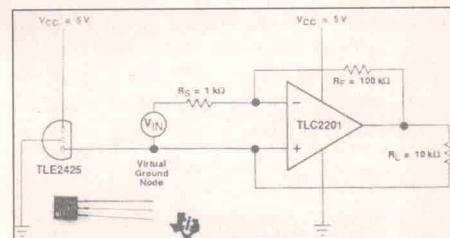


Virtueller Massegenerator

Mit dem Baustein TLE 2425 stellt Texas Instruments einen virtuellen Massegenerator vor, der die Verwendung analoger integrierter Schaltungen in digitalen Systemen mit nur einer 5-V-Stromversorgung erheblich vereinfacht. Der Baustein ersetzt die für die Realisierung dieser Funktion bislang erforderlichen Widerstände, Kondensatoren, Operationsverstärker und Bezugsspannungsquellen.

Aufgrund seiner geringen Abmessungen läßt sich der TLE 2425 problemlos auf vorhandenen Systemplatinen unterbringen. Gegenüber herkömmlichen Schaltungen bietet dieser Baustein laut TI einen größeren dynamischen Signalbereich, ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis, eine geringere Verzerrung und eine höhere Signalgenauigkeit. Da der TLE 2425 Widerstände mit ihrer relativ hohen Verlustleistung überflüssig macht, läßt sich der Stromverbrauch um eine Größenordnung oder mehr senken. Der neue Baustein steht in einem TO-226AA-Gehäuse mit drei Anschlüssen zur Verfügung.

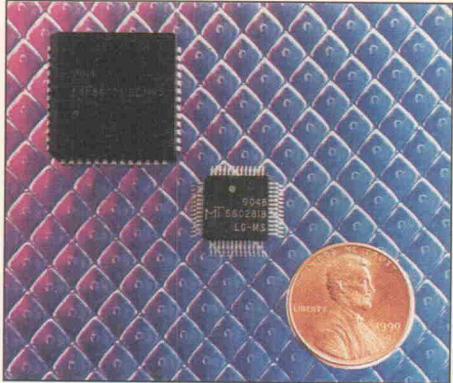
Texas Instruments Deutschland GmbH
Haggertystr. 1
W-8050 Freising
Tel.: 0 81 61/8 00
Fax: 0 81 61/80 45 16



DMOS- Feldeffekttransistoren

Die selbstsperrende N-Kanal-Feldeffekttransistorfamilie NDP von National Semiconductor (Vertrieb: Bodamer GmbH) ist in einer neuartigen DMOS-Technologie gefertigt. Aus diesem von National entwickelten Fertigungsprozeß resultiert eine hohe Zellendichte von 500 000 Zellen pro cm². Dies führt zu einem geringen Durchschaltwiderstand von 0,015 Ω, der kontinuierliche Drain-Ströme bis zu 75 A zuläßt. Für die maximale Drain-Source-Spannung gilt ein Wert von 60 V. Eine interne Source-Drain-Diode macht eine externe Z-Diode zur Transientenunterdrückung überflüssig.

Bodamer GmbH
Südliche Münchner Str. 24 a
W-8022 Grünwald
Tel.: 0 89/6 41 66-0
Fax: 0 89/6 41 48 81



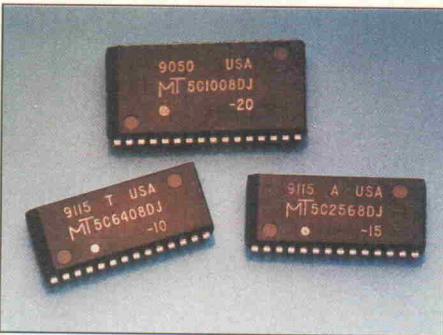
Kleine und schnelle RAMs

Micron Technology bietet seine Familie von Daten-Cache-SRAMs auch im 52poligen 10-mm-PQFP-Gehäuse an, beispielsweise den Baustein MT 56 C 2818 mit einer Speichergröße von 8 K × 18. Bei diesem Gehäuse ist die benötigte Grundfläche etwa 40 % kleiner als beim 52poligen PLCC-Gehäuse. Das von Micron entwickelte PQFP hat eine Gesamtkantenlänge von 14,3 mm (mit Anschlüssen) und dürfte damit zu den kleinsten Speichergehäusen in der Industrie zählen.

Die Speicherbausteine MT 5 C 6408, MT 5 C 2568 und MT 5 C 1008 stammen ebenfalls aus dem Hause Micron Technology. Diese zeichnen sich durch extrem kurze Zugriffszeiten von 10 ns bis 45 ns aus. Allen

Bausteinen gemeinsam ist die CMOS-Technik, eine 5-V-Versorgungsspannung, Chip-enable- und Output-enable-Anschlüsse sowie der Datenerhalt bis 2 V. Der Baustein MT 5 C 6408 ist zu 8 K × 8 organisiert und mit Zugriffszeiten von 10 ns, 12 ns, 15 ns, 20 ns, 25 ns, 30 ns und 35 ns erhältlich. Beim SRAM MT 5 C 2568 lautet die Organisation 32 K × 8, die Zugriffszeiten reichen hier von 15 ns bis 45 ns. Die größte Speicherkapazität weist der Baustein MT 5 C 1008 mit 128 K × 8 auf. Er ist mit Zugriffszeiten von 20 ns, 25 ns, 35 ns sowie 45 ns erhältlich. Die SRAMs werden in verschiedenen Gehäusen angeboten, beispielsweise in Plastik- und Keramik-DIPs, SOJ oder auch LCC-Gehäusen. Alle genannten Bausteine von Micron Technology vertreibt die Firma First Components.

First Components GmbH
Mühlweg 1
W-8029 Sauerlach
Tel.: 0 81 04/91 44



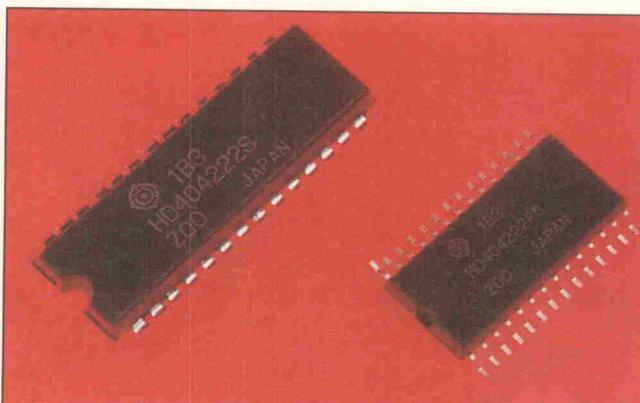
4-Bit-Mikrocomputer

Mit dem Baustein HD 404222 präsentiert Hitachi ein neues Mitglied der 4-Bit-Single-Chip-Mikrocomputerserie HMCS 400. Die Version HD 404222 ist im Low-Cost-Bereich dieser Produktfamilie positioniert. Sie unterstützt den gleichen Befehlssatz wie die übrigen Produkte dieser Serie, verfügt allerdings über eine auf 28 (einschließlich Stromversorgung) reduzierte Anzahl von E/A-Leitungen.

Folgende Funktionen sind auf dem Chip integriert: 2 K × 10 Bit ROM, 128 Digits

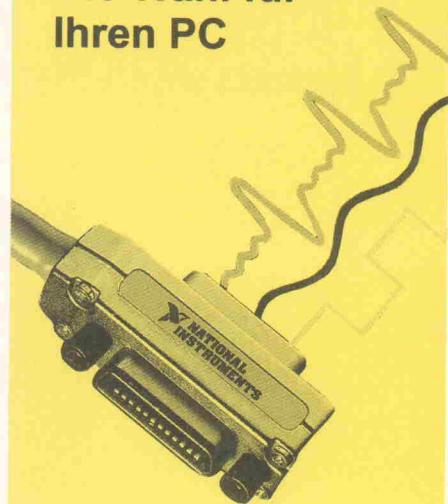
RAM (128 × 4 Bit), ein serielles synchrones 8-Bit-Kommunikations-Interface, zwei analoge Komparatoren, ein freilaufender beziehungsweise Watchdog-Timer, ein Reload-Timer sowie insgesamt 22 E/A-Leitungen, von denen zehn für eine Stromstärke von 10 mA ausgelegt sind. Die beiden Versionen, in denen dieser Single-Chip-Mikrocomputer angeboten wird, unterscheiden sich durch die Betriebsspannung: Der HD 404222 kommt bei einem Versorgungsspannungsbereich von 3,5 V bis 6,0 V auf eine minimale Befehlszykluszeit von 0,89 µs, während die Niederspannungsausführung HD 40L4222 (2,5 V bis 6,0 V) eine minimale Befehlszykluszeit von 4 µs erreicht.

Hitachi Europe GmbH
Electronic Components Division
Hans-Pinsel-Str. 10 A
W-8013 Haar
Tel.: 0 89/4 61 40
Fax: 0 89/4 60 33 95



IEEE-488.2

Die Wahl für Ihren PC



...nach dem neuen Standard

Hardware

- **NAT488TM** IEEE-488.2-Controller Chip
 - optimierte GPIB-Funktionalität
 - voll SW-kompatibel zu PCII/IIA
- **Turbo488[®]** Hochleistungschip
 - 1 MByte/s (lesen und schreiben)
- SCSI-, Seriell-, Parallelwandler
- Full-Function Analysator
- Daten-Puffer für Plotter
- "Extenders" zum Überbrücken größerer Entfernung
- "Expanders" zum Anschluß mehrerer Geräte

Software

- High-speed IEEE-488.2 Routinen, wie FindLstn(0,addresslist,resultlist,5);
- Industriestandard NI-488[®]-Funktionen, wie ibwrt(scope,"curve?",6);
- Befehle im HP-Stil
 - PRINT #1," OUTPUT 1;F1S2"
- Windows 3.0 Unterstützung
- Interaktives Entwickeln u. Konfigurieren

**Kostenloser Katalog unter
Tel.: (089) 714 5093**

NATIONAL INSTRUMENTS[®]
The Software is the Instrument[®]
National Instruments Germany GmbH
Hans-Grässel-Weg 1
W-8000 München 70
Tel.: (089) 714 5093
Fax: (089) 714 6035

CORPORATE HEADQUARTERS, USA (512) 794 0100
AUSTRALIA (03) 879 9422 • DENMARK (45) 76 73 22
FRANCE (1) 48 65 33 70 • ITALY (02) 4830 1892
JAPAN (03) 3788 1921 • NETHERLANDS (01720) 45761
NORWAY (03) 846 886 • SPAIN (908) 604 304
SWITZERLAND (056) 45 58 80 • UNITED KINGDOM (0635) 523 545

©Copyright 1991 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

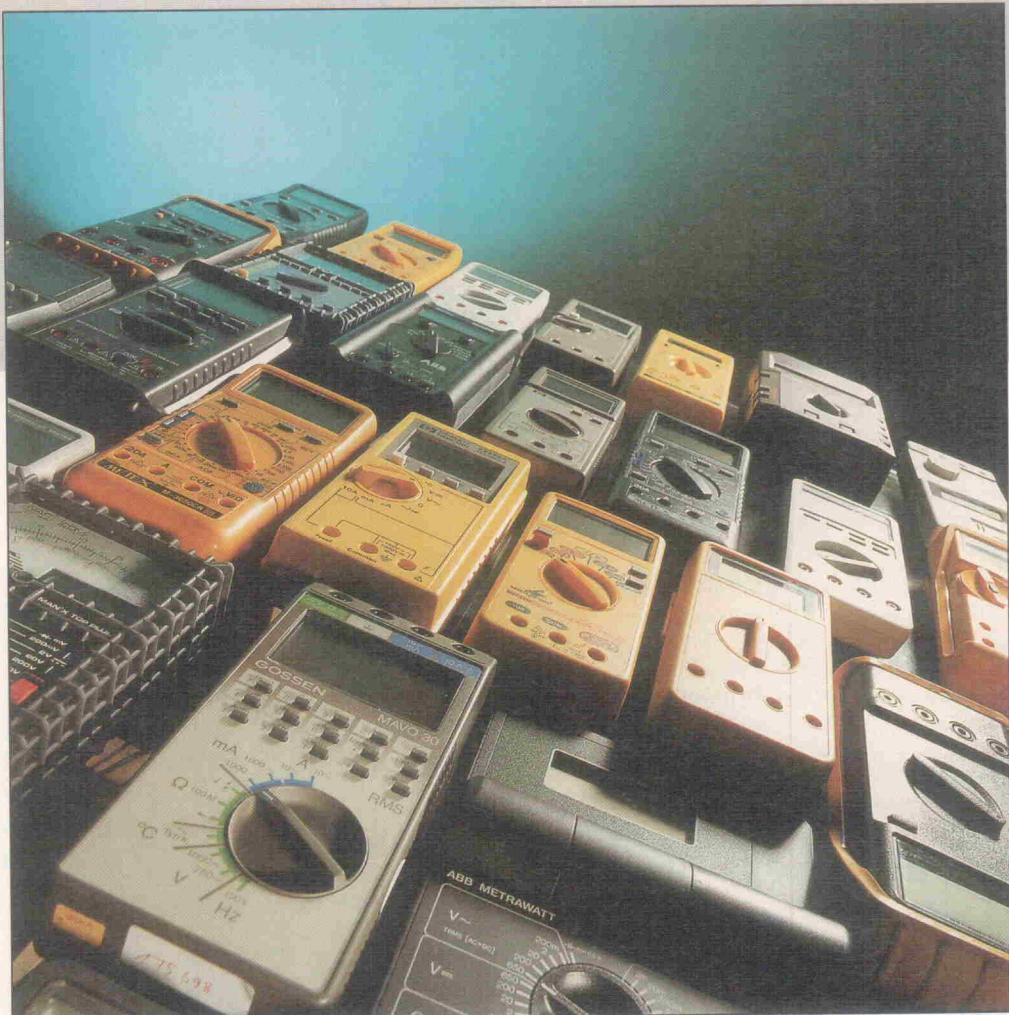
DMM light

32 digitale Hand-Multimeter im Test

Test

Peter Nonhoff

Ob 3 1/2 oder 4 1/2 Stellen, ob mit mechanischem Zeiger oder digitaler Balkenanzeige, ob mit Drucker oder mit Schnittstelle zum Rechner, ob mit Beleuchtung oder ohne, oder soll es gar sprechen können – es gibt nichts, was es nicht gibt. Nur eines wird man nicht finden: ein Multimeter, das alles kann. Und gerade deswegen fällt die Entscheidung für einen dieser 'Alleskönnner' so schwer. Der Test schafft nicht nur einen Überblick, sondern demonstriert auch, was die Kandidaten im einzelnen leisten.



Wir haben nicht schlecht gestaunt, als innerhalb kürzester Zeit über 30 Hand-Multimeter auf dem Redaktionsschreibtisch lagen. Zeigt die Anzahl doch, daß der Markt dieser Gerätekategorie sehr vielfältig ist und im gleichen Maß an Übersichtlichkeit verliert. Das untere Preisniveau des Testfelds liegt bei knapp 60 D-Mark für ein Meßgerät mit 3 3/4 Stellen, das alle grundlegenden Messungen (V, A, Ω) bewältigt und auf jeglichen Komfort wie Analoganzeige und Sonderfunktionen verzichtet – jedoch nicht auf einen Transistortester. Das obere Ende der Skala liegt bei etwa 1000 D-Mark. Die hier angesiedelten Produkte zeichnen sich zunächst durch ein solides Äußeres aus. Hinzu kommen eine

hohe spezifizierte Genauigkeit, ein komfortables Display, Möglichkeiten zur Kalibrierung sowie diverse Zusatzfunktionen oder gar eine Schnittstelle zum PC.

Beigepackt

Bekommt man eines der 'Universal-Experten' neu auf den Tisch, so präsentiert sich nach dem Auspacken als erstes das mitgelieferte Zubehör. Alle Hersteller geben ihren Produkten Meßkabel bei; die einzige Ausnahme bildet hier das M2032 von ABB. Jedoch kann man manche Meßschnüre kaum noch als solche akzeptieren, wie zum Beispiel die der Hioki Serie. Im Gegensatz dazu legt Philips seinem Multimeter ein

hochflexibles universelles Qualitätskabel bei.

Im Gegensatz zum letzten Hand-Multimeter-Test in Elrad 1/90 haben sich die Hersteller dazu durchgerungen, den Geräten Batterien beizulegen; einzige Ausnahme: die Firma Monacor.

Das dritte Standardzubehör sind die Bedienungsanleitungen. Das Spektrum reicht hier vom einfachen Waschzettel in englischer und japanischer Sprache – soweit das von hier aus beurteilbar ist – bis hin zum mehrsprachigen umfangreichen gebundenen Handbuch mit vielen Hinweisen und Tips für den praktischen Umgang mit dem Meßgerät.

Leider geben nur Hewlett-Packard und Tektronix in ihren Handbüchern eine Kalibrieranleitung, um das Gerät gegebenenfalls nachzustimmen. Denn was für Labor-Multimeter gilt, gilt auch hier: Die Spezifikationen sind immer nur für einen begrenzten Zeitraum gültig – in der Regel für ein Jahr. Bei vielen Geräten der unteren Preiskategorie dürfte es auch kaum möglich sein, irgend etwas nachzustimmen. Wer also auf eine absolute Genauigkeit der Meßwerte angewiesen ist, sollte sich zuvor erkundigen, ob sich das Gerät kalibrieren läßt.

Durchgesetzt hat sich bei vielen Anbietern auch das Holster, eine Schutzhülle aus Weichplastik oder Gummi, das das Instrument nicht nur wirkungsvoll gegen Stöße sichert; es hat in der Regel auch eine Halterung, um die Meßspitzen unterzubringen und bei Messungen festzuhalten (Bild 1), sowie einen Kippständer. Chauvin Arnoux verpackt die Elektronik ihrer Multimeter direkt in robuste Gummihäuse, die sich als einzige im Test ohne Schraubendreher zum Wechsel der Batterie oder der Sicherung öffnen lassen. Ein weiteres Beispiel durchdachter 'Verpackungstechnik' demonstriert das

E2378A von Hewlett-Packard (Bild 2). Es ist eines der wenigen Geräte, die effektiv vor Spritzwasser geschützt sind. Dafür sorgen ein Dichtungsring zwischen den beiden Gehäuseshälften, Gummiunterlegscheiben für die Schrauben sowie abgedichtete Schalter und Eingangsbuchsen.

Was manche Hersteller als Option anbieten, liegt dem HHM 1 von Omega serienmäßig und gleich in doppelter Ausführung bei. Die Rede ist von Thermoelementen. Mit immerhin sechs der getesteten Modelle lassen sich Temperaturmessungen durchführen. Das MAX 3000 besitzt sogar einen im Gehäuse integrierten Temperatursensor, mit dem sich die Raumtemperatur oder richtiger die Temperatur im Inneren des Gehäuses anzeigen lässt. Das HHM 1 bietet zwei Eingänge für Temperatursensoren. Es lassen sich somit Differenzmessungen durchführen oder ein Element als Referenz einsetzen.

Der rechte Dreh

Auch heute noch kommt kein Hand-Multimeter ohne den obligatorischen Drehschalter aus – was spricht auch dagegen. Der Trend geht jedoch weg

vom Dreh in 30 und mehr Schritten und hin zu einer Kombination von automatischer und manueller Bereichswahl. Der Drehschalter bestimmt die Meßart (V, A, Ω , ...); die Automatik übernimmt die Auswahl des optimalen Bereichs. Möchte man in einem festen Bereich messen, läßt sich die Autorange-Funktion abschalten und der gewünschte Bereich per Tastendruck einstellen. Das HHM 1 ist das einzige Multimeter im Test, bei dem diese Möglichkeit fehlt. Hier muß man mit der Hysteresis der Automatik leben: Oberhalb von 3999 Digits schaltet die Elektronik in den nächst höheren Bereich, von 'oben' kommend ab 380 in den nächst empfindlicheren auf 3799.

Nicht jeder Drehschalter ist so leichtgängig – auch wenn es, wie beispielsweise beim Metra Hit 15, den Anschein hat –, daß man die Bedienung problemlos einhändig durchführen kann. Dafür bietet dieses Gerät jedoch ein nicht unwesentliches Feature, das man bei den 'Kollegen' vergeblich sucht. Wie häufig kommt es vor, daß man vergißt, die Meßkabel umzustecken, wenn man beispielsweise vom Volt- in den Ampere-Bereich wechselt. Das Metra Hit 15 gibt nur die Eingangsbuchsen des ausgewählten Bereichs frei; die anderen bleiben verschlossen (Bild 3). Einen anderen, aber ebenso effektiven Weg beschreitet die Firma Hioki. Deren Instrumente geben ein Warnsignal aus, sobald die Strippen falsch gesteckt sind.

Als unpraktisch bei häufigem Umstöpseln hat sich erwiesen, wenn die Eingangsbuchsen seitlich oder gar an der oberen Stirnseite liegen, die Beschriftung sich aber auf der Oberseite befindet. Da sind Steckfehler von vornherein vorprogrammiert.

Eine Erleichterung des Einhandbetriebs ist auch eine seitlich angeordnete Taste für die Hold-Funktion, wie man sie bei den Multimetern von Hewlett-Packard vorfindet. Man muß nicht erst lange auf der Geräteroberseite herumfingern, wenn 'blind' gemessen wird, sondern findet sicher den richtigen Knopf. Eine noch elegantere Lösung dieses Problems bietet das HHM 1 von Omega. In der roten Spitze befindet sich ein Taster, der über eine integrierte Steuerleitung die Holdfunktion



Bild 3. Eine nachahmenswerte Idee: Eine Mechanik gibt nur die Eingangsbuchsen frei, die zum vorgewählten Meßbereich gehören.

auslöst – und nicht nur das. Aber dazu später.

Displays und mehr

Zunächst zu den Ausgabemedien; denn nur dieser Oberbegriff wird der Vielfalt der Ausgabemöglichkeiten moderner digitaler Hand-Multimeter noch gerecht. Der digitale Klassiker, der den Meßwert als 'nackte' Ziffer auf einem LC-Display anzeigt, stirbt langsam aus (Bild 4 oben). Die Kreativität der Hersteller ist hier besonders gefordert. Die nächsthöhere Stufe ist, daß auf dem Display zwischen AC- und DC-Messungen unterschieden wird. Wenn man schon so weit ist, kann man natürlich hinter die Ziffern gleich die entsprechende Einheit setzen. Dann hat man zumindest alle wesentlichen Informationen auf einen Blick. Aber leider gilt dieser Service noch nicht als Selbstverständlichkeit, auch nicht in der Mittelklasse.

Bei Wahl einer Sonder- oder Zusatzfunktion gehört diese Information sicherlich auch mit ins Display; desgleichen eine Bereichsüberschreitung oder eine gefährliche Spannung an den Meßspitzen. Die beiden Multimeter von Escort weisen auf Spannungen oberhalb von 60 V nicht nur im Display hin, sondern geben gleichzeitig auch noch ein Warnsignal aus.

Für Liebhaber analoger Skalen bieten viele Multimeter neben der Ziffernanzeige eine Balkenanzeige. Hierüber läßt sich die Größenordnung eines Signals

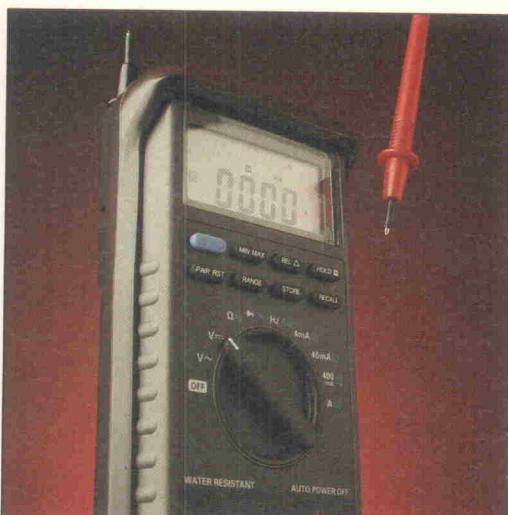


Bild 1. Das Holster schützt das Instrument nicht nur bei Stößen, es dient oft auch als dritte Hand, indem es eine Prüfspitze während einer Messung hält.

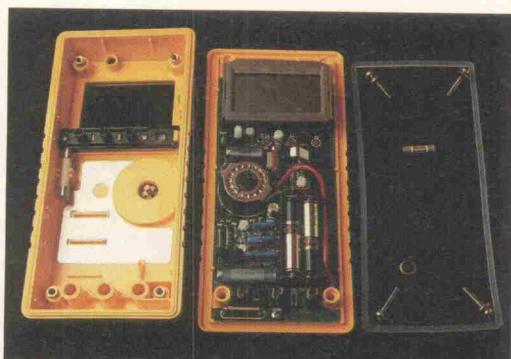


Bild 2. Das Inneneben eines hochwertigen Hand-Multimeters. Rechts der Dichtungsring, der zwischen den beiden Gehäuseshälften sitzt.



Bild 4. Drei Display-Konzepte: Meßwert pur (oben), oder lieber analog (Mitte), oder komplett mit Einheiten und Beleuchtung (unten)?

schneller erfassen, als wenn das Gehirn erst den Zahlenwert interpretieren muß, der womöglich noch großen Schwankungen unterliegt. Auch wird die Balkenanzeige viel häufiger aufgefrischt als die Ziffernanzeige. Für den Liebhaber von Analoganzeigen bietet die Firma Chauvin Arnoux einiges.



Bild 5. Manche möchten lieber alles schwarz auf weiß. Das DM 6300 liefert den Druck gleich mit.

Beim MAX 3000 stehen Segmentanzeige und Ziffern gleichberechtigt übereinander (Bild 4 Mitte). Die meisten anderen Hersteller drücken die Balkenskala an den unteren Rand des Displays. Analog im wahrsten Sinne des Wortes arbeitet das MAN'X Top Plus des gleichen Herstellers. Bei diesem Drehspulinstrument ist es die digitale Anzeige, die die untergeordnete Rolle spielt, obwohl sie den Meßwert mit einer höheren Genauigkeit anzeigt als der Zeiger.

Das MAVO 30 von Gossen nutzt bei Frequenzmessungen die Balkenanzeige dazu, gleichzeitig die Größe des Signals anzuzeigen. Warum soll man eine Frequenz auch analog anzeigen? Das Philips PM2618 nutzt die Segmentanzeige auch dazu, die positive oder negative Abweichung von einem Referenzwert anzugeben. Bleibt zum Thema Display noch zu sagen, daß das Fluke 87 als einziger Kandidat im Test eine beleuchtbare Anzeige bietet (Bild 4 unten). Diese erlischt wenige Sekunden nach Aktivieren wieder, um die Batterieversorgung nicht mehr als notwendig zu belasten.

Von den visuellen zu den akustischen Möglichkeiten der Meßwertdarstellung: Wem ist nicht schon mal ein Gerät auf die Nerven gefallen, das ständig bei jeder nur erdenklichen Gelegenheit ein Piepsignal von sich gibt. Aber gerade bei 'Blindmessungen' weiß der Techniker abgegebene Warnsignale zu schätzen. Aber auch auf der akustischen Seite gibt es Möglichkeiten der Steigerung. So kann das EDM-82 von Escort ein Signal abgeben, dessen Tonhöhe sich proportional zum Anzeigewert ändert.

Akustisch auf die Spitze getrieben hat es die Firma Omega. Sie hat in das HHM 1 ein Sprachmodul integriert. Man staunt nicht schlecht, wenn man das Gerät zum ersten Mal einschaltet und eine etwas steril klingende Stimme den aktuellen Meßbereich verkündet. Wie schon weiter vorne beschrieben, läßt sich über einen in der Meßspitze integrierten Taster die Holdfunktion aktivieren. Gleichzeitig sagt das Gerät über Lautsprecher den kompletten Wert mit Nachkommastellen und Einheit gut verständlich an. Für Messungen in geräuschvoller Umgebung liegt dem Gerät ein Ohrhörer bei.

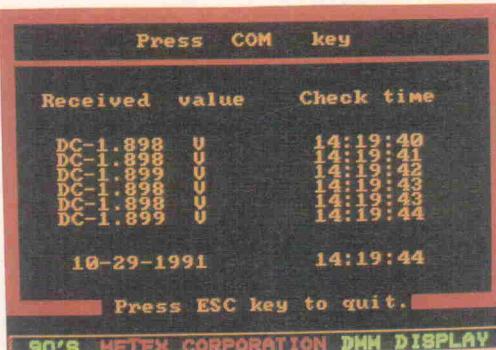


Bild 6. Die Software zu den Multimetern von Metex.

488, RS-232/V.24, Centronics und Analogausgang).

Eingefrorenes

Der Trend bei den digitalen Hand-Multimetern geht immer mehr dahin, daß sie sich nicht nur in Auflösung und Genauigkeit, sondern auch im Funktionsumfang ihren größeren Brüdern, den Tisch-Multimetern, anpassen. Natürlich gibt es auch Spartaner unter den Multis. Wer aber was auf sich hält, der bietet zumindest eine Hold-Funktion an. Nur sechs der 32 Testkandidaten hatten sie nicht. Auf Knopfdruck friert das Display die gerade anliegende Meßgröße so lange ein, bis der Zustand über die gleiche Taste wieder deaktiviert wird.

Das RMS225 von Beckman vertritt hier eine etwas andere Philosophie. Es ist ein wenig aufwendiger, an die Hold-Funktion zu gelangen, zunächst muß man sich mittels der 'Menü'-Taste zum richtigen Untermenü durchsteppen. 'Hold' ist zum Glück die zweite von vier Untermenüs. Danach will die Taste 'Select' innerhalb von acht Sekunden gedrückt sein, um die Hold-Funktion zu aktivieren. Hält man die Zeit nicht ein, erlischt die Bereitschaft zur Speicherung, und man muß erneut die Menütaste betätigen, um wieder zum selben Untermenü zu kommen. Ist 'Probe Hold' gewählt, kann man eine Messung durchführen. Sobald der Eingangswert stabil ist, ertönt



Bild 7. Das MAVO 10-40 ist nicht nur Interface zum MAVO 30, sondern gleichzeitig auch Drucker-Puffer und Schnittstellenumsetzer zwischen IEEE-488 und RS-232.

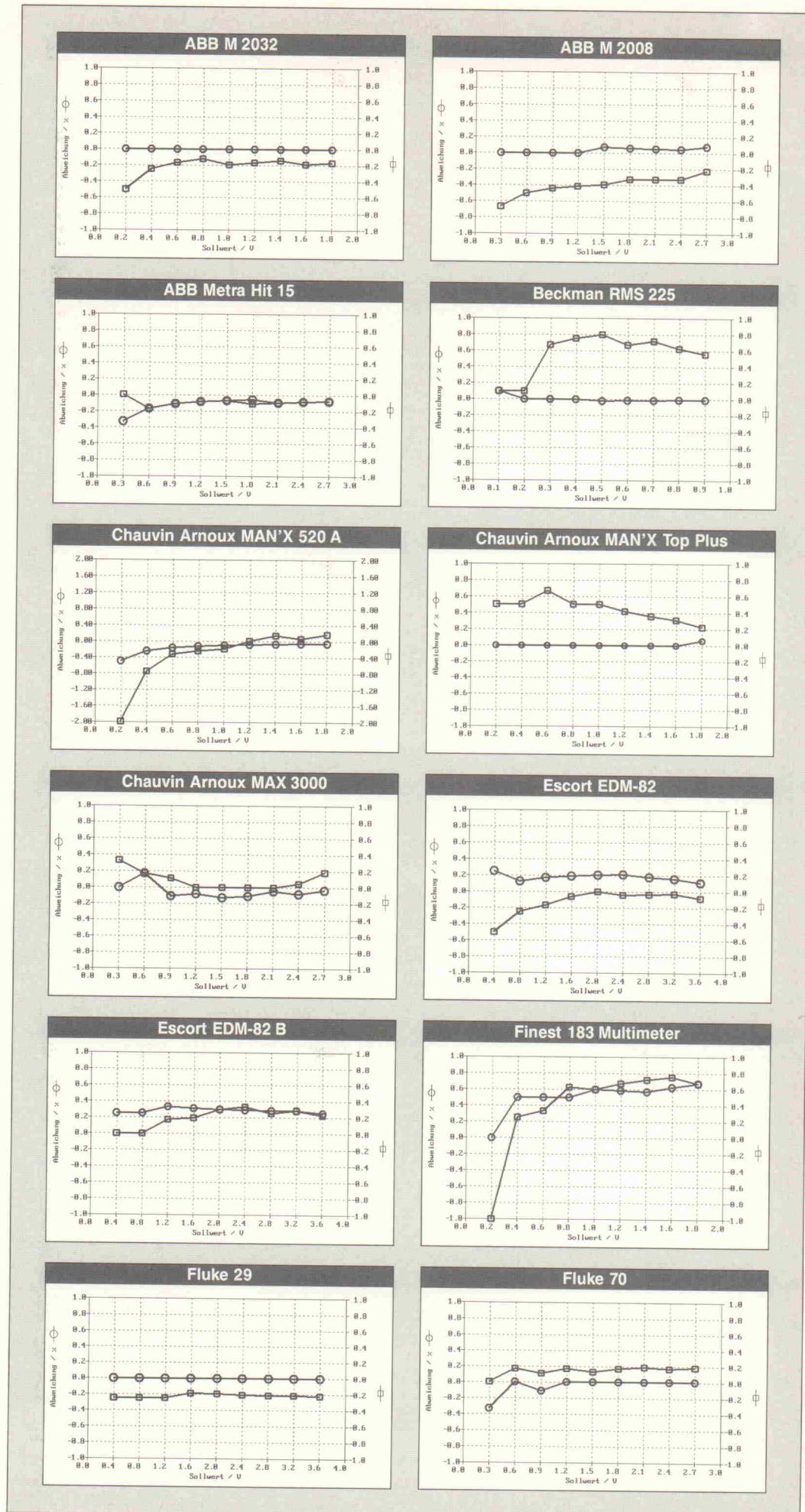
ein akustisches Signal, und man kann die Meßspitzen entfernen. Das klappt aber nur bei der Messung von stabilen Signalen, denn bei schwankenden Signalen wird die Anzeige dauernd aufgewertet. Ganz ähnlich verhalten sich die Geräte von ABB in der Hold-Funktion. Einen an den Meßspitzen anliegenden Wert übernimmt der Prozessor nur dann in den Speicher, wenn er um weniger als ± 10 Digits schwankt.

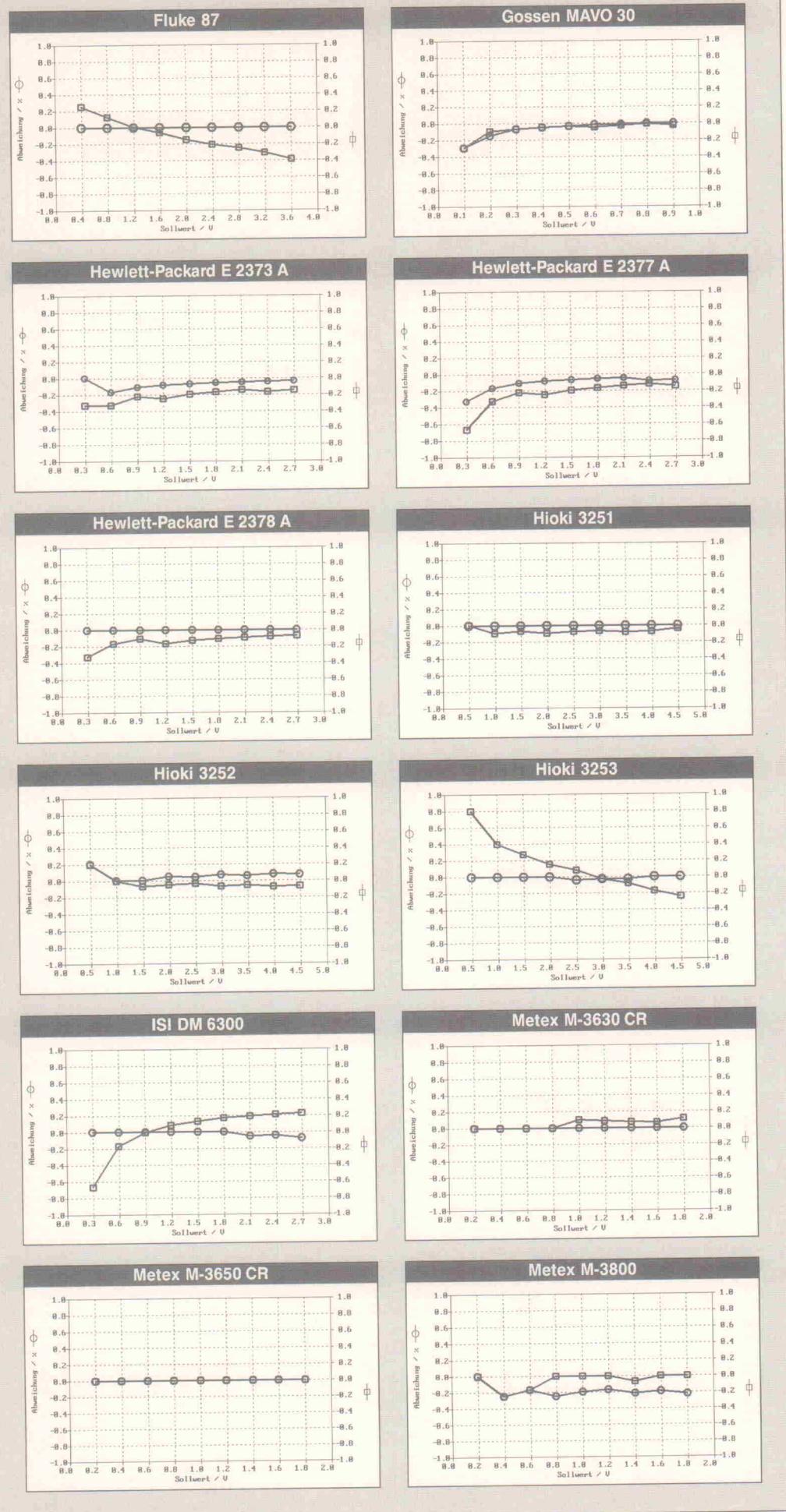
Zwar fehlt dem PM 2618 von Philips offiziell die Hold-Funktion, jedoch kann man über einen kleinen Umweg zum gleichen Ergebnis kommen. Die 'Zero'-Taste setzt das Display auf Null und zeigt alle weiteren Messungen relativ zu diesem Wert an. Der gespeicherte Relativwert geht nicht verloren, sondern lässt sich bei einem weiteren Druck auf die Taste wieder zum Vorschein bringen, was der Hold-Funktion gleichkommt. Erst die Taste 'Clear' löscht den gespeicherten Wert.

Noch mehr Möglichkeiten bieten hier das DM 251 und DM 252 von Tektronix. Neben der normalen Hold-Funktion besitzen beide Geräte einen Speicher für einen Meßwert. 'Store' speichert den momentanen Meßwert inklusive Einheit, 'Recall' bringt den Speicherinhalt zur Anzeige. Der Speicher wird nur gelöscht, wenn man die Instrumente ausschaltet. Ein Bereichswechsel hat keinen Einfluss auf den Speicherinhalt. Sehr gut lässt sich der Speicher bei Relativmessungen nutzen, indem man zunächst den Bezugswert abspeichert und dann die 'Rel'-Funktion aktiviert. Auf diese Weise lässt sich auch nach einer längeren Meßprozedur der Bezugspunkt noch rekonstruieren.

Relativ betrachtet

Die Möglichkeit, Relativmessungen durchzuführen, findet man erst bei den digitalen Multis der preislich gehobenen Mittelklasse. Sehr von Vorteil kann es bei dieser Funktion sein, wenn man nicht nur den aktuellen Meßwert als Bezugswert übernehmen kann, sondern sich alternativ dazu ein Wert über die Tastatur frei definieren lässt. Diese Möglichkeit bieten nur die beiden Hioki 3252 und 3253 sowie das Gossen MAVO 30. Die Japaner weisen aber bei den Relativmessungen lediglich akustisch und optisch darauf





hin, ob die im folgenden gemessenen Werte oberhalb (Hi) oder unterhalb (Lo) des Referenzwerts liegen. Alle anderen Kandidaten, die diese Funktion bieten, zeigen konkrete Meßwerte im Display an.

Eine weitere sehr nützliche Eigenschaft vieler Testkandidaten ist die Auto-Power-Off-Funktion. Sie schaltet die Elektronik nach einer festen Zeit, die je nach Gerät zwischen zehn Minuten und einer Stunde liegt, ab, um die Batterien nicht unnötig zu strapazieren. Die meisten Geräte, wie beispielsweise die der Metex-Serie, schalten ohne Vorwarnung komplett ab oder geben höchstens im gleichen Augenblick ein letztes Lebenszeichen in Form eines Warntons von sich. Das DMT-2045 von Monacor verhält sich etwas vornehmer und verabschiedet sich kurz vor dem Abschalten durch mehrere Pieptöne. Man hat also noch die Möglichkeit, etwas zu retten, falls es etwas zu retten gibt. Die Multis von Fluke und Tektronix sowie das EDM-82 B gehen in einen Standby-Betrieb über, lassen sich also wieder aufwecken. Außerdem lässt sich bei Fluke und Escort die Funktion Auto-Power-Off auch sperren, was bei Langzeitsitzungen für Min/Max-Messungen sehr sinnvoll ist.

Soll- und Istwerte

Selbstverständlich steht auch bei diesem Test die Überprüfung der von den Herstellern spezifizierten Daten im Vordergrund. Dafür wurden rund 1500 Meßwerte aufgenommen. Als Referenz diente ein Datron-4800-Multifunktionskalibrator der Firma Wavetek das Elrad-Testlabor (Bild 8). Wie schon beim Test der Labor-Multimeter (Elrad 6/91) wurden Vergleichsmessungen (Istwert – Sollwert) durchgeführt und daraus die Abweichung der folgenden Grundfunktionen berechnet:

- Gleichspannung
- Wechselspannung bei 50 Hz
- Gleichstrom
- Wechselstrom bei 50 Hz
- Widerstand

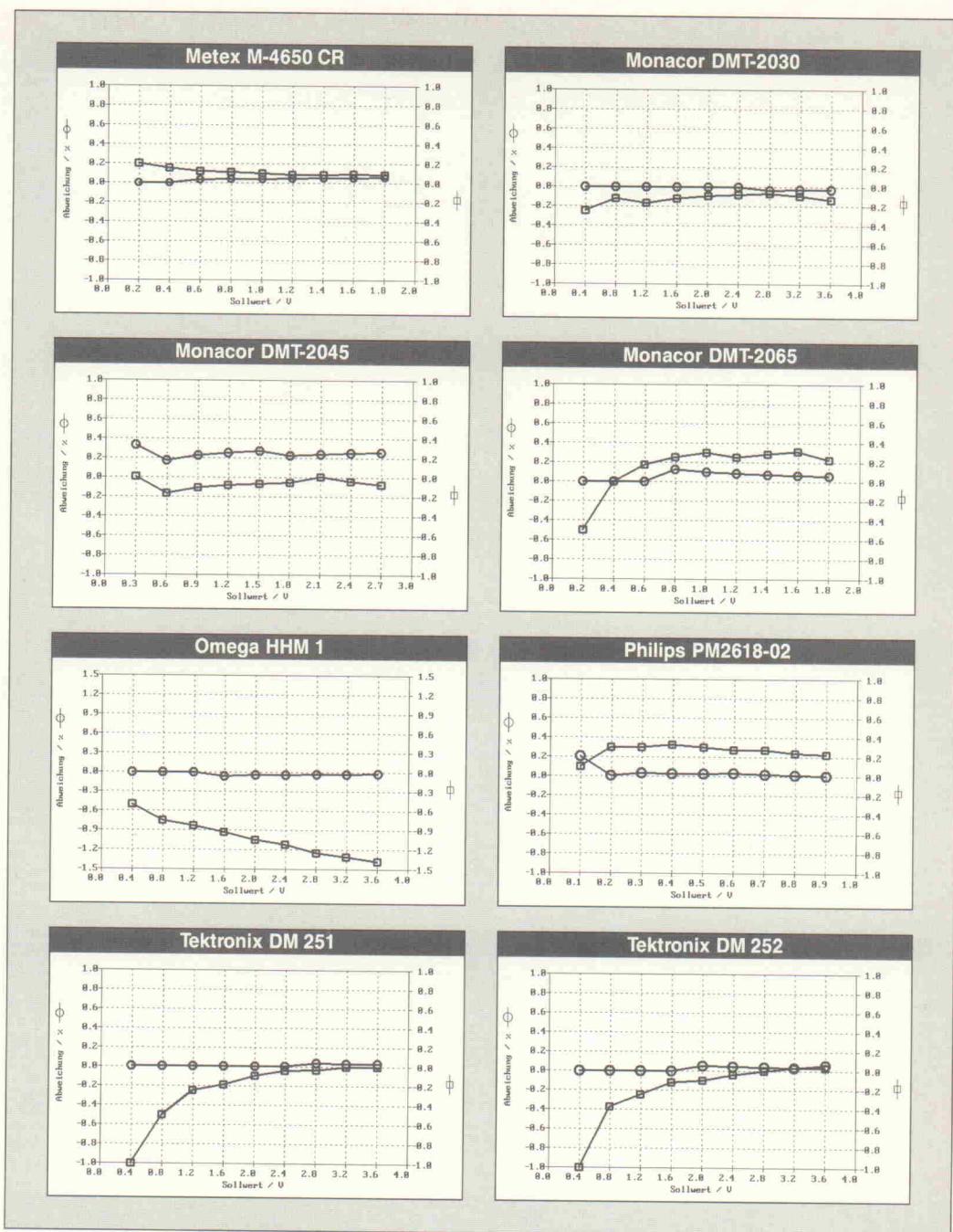
Grundsätzlich wurde für die einzelnen Funktionen in den jeweils von den Herstellern spezifizierten Bereichen ein Meßwert aufgenommen, der am oberen Ende des Bereichs liegt. Als weiteres Qualitätskriterium zählt die Linearität innerhalb eines Meßbereichs. Zu jedem

Gerät sind im unteren Gleich- und Wechselspannungsbereich neun äquidistante Werte aufgenommen worden. Die hieraus ermittelten Abweichungen sind in den Plots als Funktion der Eingangsspannung eingetragen. Dabei bilden die als Kreis eingezeichneten Werte die DCV-Kurve, die Quadrate hingegen die ACV-Kurve. Nicht überprüft wurde die technische Sicherheit der Geräte nach VDE 0411, so wie es sie zum Beispiel Hioki für ihre Serie explizit angibt.

Als Fazit zu den umfangreichen Messungen, die aus Platzgründen nicht komplett aufgeführt sind, hat sich gezeigt, daß alle Multimeter in der Regel innerhalb der von den Herstellern angegebenen Fehlergrenzen arbeiten. Ausreißer gibt es nur vereinzelt zu verzeichnen. Jedoch zeigte eines der preiswerten Geräte an einem Tag ein extrem schlechtes Verhalten in den unteren AC-Bereichen, und das merkwürdigerweise nur am Bereichsende. Jedoch war dasselbe Gerät an den darauffolgenden Tagen nicht noch einmal bereit, die gleiche Blöße ein zweites Mal zu geben. Sehr gut eingehalten – oft um eine Zehnerpotenz besser als angegeben – haben ihre Spezifikationen die Geräte von ABB, Fluke, Hewlett-Packard, ISI sowie die beiden Metex M-35xxCR.

Naturgemäß verhalten sich alle Meßgeräte in den Wechselspannungs- beziehungsweise Wechselstrombereichen ungenauer als in den entsprechenden DC-Bereichen. Diese Eigenschaft läßt sich auch gut an den Kurven der Linearitätsmessungen ablesen. Immer mehr Hersteller führen in den AC-Bereichen echte Effektivwertmessungen durch. Trotzdem ist kaum ein AC-Bereich oberhalb von 10 kHz spezifiziert. Erstaunlich aber, wie linear auch einige preisgünstige Geräte arbeiten. Das erfreulichste, beinahe traumhafte Ergebnis lieferte das M-3650 CR von Metex. Hier ist nicht etwa eine Meßreihe vergessen worden. Die beiden Geraden liegen direkt übereinander. Im 2-V-Bereich gab es weder für Wechsel- noch für Gleichspannungen irgendeine Abweichung zu registrieren.

Dafür wackelte beim M-4650 CR des gleichen Herstellers die letzte Stelle grundsätzlich in allen Bereichen um etwa ± 2 Digits, was zwar innerhalb der



Spezifikationen liegt, für den Benutzer aber auf Dauer nervtötend sein kann. Da wünscht man sich ab und zu, daß die letzte Stelle abschaltbar ist. Auch das Metex M-3800 war bei AC-Messungen in der letzten Stelle nicht immer standhaft. Eine laufende Anzeige

wurde auch beim Finest-183 Multimeter im 200-mV-Bereich registriert. Einen Ausrutscher erlaubten sich auch die beiden Multimeter von Tektronix jeweils im 10-A-Wechselstrombereich. Bei beiden lag die Abweichung über 1,5 % – angegeben ist jeweils nur ein Prozent.



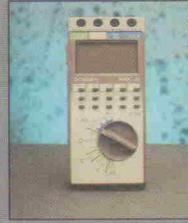
Bild 8.
Die
Referenz:
der Datron-
Multi-
funktions-
Kalibrator
4800 von
Wavetek.

Relativ große Unsicherheiten zeigten sich jedoch in den Widerstandsmeßbereichen einiger Geräte. Alle drei Hioki-Multimeter brachten oberhalb von $100 \text{ k}\Omega$ keine stehende Anzeige zustande. Die letzte Stelle schwankte in der Regel um ± 5 Digits, beobachtet wurden bis zu ± 25 Digits. Zu einem brauchbaren Meßwert kommt der Benutzer nur, wenn er die Min/Max-Funktion zur Hilfe nimmt und sich nach einiger Zeit den Mittelwert anzeigen läßt. Auch das Fluke 70 schwankte im $100\text{-k}\Omega$ -Bereich in der letzten Stelle. Das MAX 3000 von Chauvin Arnoux zeigte im $3\text{-M}\Omega$ - und $30\text{-M}\Omega$ -Bereich ein ähnliches Verhalten wie die Hioki-Geräte, jedoch in abgeschwächter Form.

Gerätedaten laut Hersteller

					
Gerätytyp Hersteller Vertrieb	M 2032 ABB-Metrawatt ABB-Metrawatt Thomas-Mann-Straße 16-2 8500 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-674 666,90	M 2008 ABB Metrawatt ABB-Metrawatt Thomas-Mann-Straße 16-2 8500 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-674 803,70	Metra Hit 15 ABB Metrawatt ABB-Metrawatt Thomas-Mann-Straße 16-2 8500 Nürnberg 09 11/86 02-0 09 11/86 02-674 558,60	RMS 225 Beckman Industrial Beckman Industrial GmbH Frankfurter Ring 115 8000 München 40 0 89/38 87-0 0 89/38 87-238 370,50	MAN'X 520 A Chauvin Amoux IMT-Industrie-Meßtechnik GmbH Honsellstraße 8 7640 Kehl am Rhein 0 78 51/50 52 0 78 51/7 52 90 307,80
Digitalanzeige / Art / Höhe Auflösung Analoganzeig/ Segmente Bereichswahl Holdfunktion Min / Max - Funktion Schnittstelle	3 1/2 / LCD / 18 mm 1999 — man. — — —	3 3/4 / LCD / 10,5 mm 3100 70 auto. / man. ja nur Peak-Wert —	3 3/4 / LCD / 15 mm 3100 35 auto. / man. ja — —	4 / LCD / ca. 12 mm 9999 41 auto. / man. ja ja —	3 3/4 / LCD / 10 mm 3000 — auto. / man. ja — —
Volt / DC	200 mV, ±0,10% +1 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 650 V, s.o.	300 mV, ±0,1 +1 D 3 V, s.o. 30 V, s.o. 300 V, s.o. 1000 V, s.o.	300 mV, ±0,5% +3 D 3 V, ±0,25% +3 D 30 V, s.o. 300 V, s.o. 1000 V, ±0,35% +1 D	1 V, ±0,25% +6 D 10 V, ±0,25% +3 D 100 V, s.o. 1000 V, ±0,40% +3 D	200 mV, ±0,5% +2 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, s.o.
Volt / AC (Freq-Bereich)	(45 Hz...400 Hz) 200 mV, 1,05% +6 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 650 V, s.o.	(15 Hz...1 kHz) 300 mV, ±1,75% +6 D 3 V, s.o. 30 V, s.o. 300 V, s.o. 1000 V, s.o.	(45 Hz...1 kHz) 3 V, ±0,75% +2 D 30 V, s.o. 300 V, s.o., 1000 V, s.o.	(45 Hz...10 kHz) 10 V, ±1,5% +8 D 100 V, s.o. 750 V, s.o. ") bis 1 kHz	(40 Hz...500 Hz) 2 V, ±1,0% +4 D 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, s.o.
Strom / DC	2 mA, ±0,5% +1 D 20 mA, s.o. 200 mA, s.o. 2 A, s.o. 10 A, s.o.	300 µA, ±1,0% +2 D 3 mA, ±0,75% +1 D 30 mA, s.o. 300 mA, s.o. 3 A, s.o. 10 A, ±1,0% +2 D	3 mA, ±1,0% +1 D 300 mA, s.o. 10 A, s.o.	10 mA, ±0,75% +8 D 40 mA, s.o. 10 A, s.o.	20 mA, ±1,0% +2 D 200 mA, s.o. 20 A, s.o.
Strom / AC (Freq-Bereich)	(45...400 Hz) 2 mA, ±1,55% +6 D 20 mA, s.o. 200 mA, s.o. 2 A, s.o. 10 A, s.o.	(15 Hz...1 kHz) 300 µA, ±2,75% +7 D 3 mA, ±2,5% +7 D 30 mA, s.o. 300 mA, s.o. 3 A, s.o. 10 A, ±275% +7 D	(45 Hz...1 kHz) 3 mA, ±1,5% +2 D 300 mA, s.o. 10 A, s.o.	(45 Hz...1 kHz) 10 mA, ±1,75% +8 D 40 mA, s.o. 10 A, s.o.	(40 Hz...500 Hz) 20 mA, ±1,5% +4 D 200 mA, s.o. 20 A, s.o.
Widerstand	200 Ω, ±0,5% +3 D 2 kΩ, ±0,35% +1 D 20 kΩ, s.o. 200 kΩ, s.o. 2 MΩ, s.o. 20 MΩ, ±2% +1 D	300 Ω, ±0,4% +3 D 3 kΩ, ±0,2% +1 D 30 kΩ, s.o. 300 kΩ, s.o. 3 MΩ, ±0,4% +1 D 30 MΩ, ±2,0% +1 D	300 Ω, ±0,5% +1 D 3 kΩ, ±0,4% +1 D 30 kΩ, s.o. 300 kΩ, s.o. 3 MΩ, s.o. 30 MΩ, ±3,0% +1 D	1 kΩ, ±0,5% +1 D 10 kΩ, s.o. 100 kΩ, s.o. 1 MΩ, s.o. 10 MΩ, ±0,5% +2 D 40 MΩ, ±1,5% +2 D	200 Ω, ±0,7% +3 D 2 kΩ, s.o. 20 kΩ, s.o. 200 kΩ, s.o. 2000 kΩ, s.o.
Kapazität	—	—	30 nF, ±1,0% +3 D 300 nF, s.o. 3 µF, s.o. 30 µF, ±3,0% +3 D	—	—
Frequenz	—	—	300 Hz, ±0,5% +1 D 3 kHz, s.o. 30 kHz, s.o. 100 kHz, s.o.	—	—
Temperatur	—	—	—	—	—
Durchgangs-/Diodentest Transistor-test	ja —	ja —	ja —	ja —	ja —
Gewicht / g Abmessungen (L×B×H) / mm Stromversorgung Batterielebensdauer/h	450 ohne Batterie 146 × 118 × 44 9-V-Block, ext. Netzteil 200...2000	ca. 500 185 × 98 × 47 9-V-Block 200...1000	350 (incl. Batterie) 195 × 84 × 35 9-V-Block 200...750	k. A. 173 × 71 × 32 9-V-Block 500	450 145 × 105 × 43,5 9-V-Block 400
Lieferumfang	Handbuch (dtsh.-engl.-franz.), Batterie, Trageriemen	Handbuch (dtsh.-engl.-franz.), Meßkabel, Batterie, Schulterriemen	Handbuch (dtsh.-engl.-franz.), Meßkabel, Batterie	Handbuch (dtsh.-engl.-franz.), Meßkabel, Batterie, Holster mit Prüfspitzenhalterung	Handbuch, Meßkabel, Batterie
Besonderheiten	Echte - Effektivmessungen, Spezif. auf Geh.-Boden, 3 zusätzl. Lo-Widerstandsbereiche, kein Meßkabel	Echte - Effektivmessungen, Meßspitzenhalter am Gehäuse	Auto-Power-Off, Kein Verwechseln der Eingangsbuchsen möglich	Auto-Power-Off nach 1 h	

											
MAN'X Top Plus Chauvin Arnoux IMT-Industrie-Meßtechnik GmbH Honsellstraße 8 7640 Kehl am Rhein 0 78 51/50 52 0 78 51/7 52 90 564,30	MAX 3000 Chauvin Arnoux IMT-Industrie-Meßtechnik GmbH Honsellstraße 8 7640 Kehl am Rhein 0 78 51/50 52 0 78 51/7 52 90 547,20	EDM-82 Escort nbn-Elektronik Gewerbegebiet 8036 Herrsching 0 81 52/39-0 0 81 52/39-170 233,70	EDM-82 B Escort nbn-Elektronik Gewerbegebiet 8036 Herrsching 0 81 52/39-0 0 81 52/39-170 336,30	183 Multimeter Finest Pop-Electronic GmbH ¹⁾ Postfach 22 01 56 4000 Düsseldorf 12 02 11/2 00 02 33 02 11/2 00 02 54 89,-...109,90	Fluke 29 Fluke Philips/Fluke GmbH Mirasmstr. 87 3500 Kassel 05 61/50 14 66 518,70						
3 1/2 / LCD / 8 mm 1999 Anal. man. - - -	3 3/4 / LCD / 14,22 mm 2999 65 auto./man. ja nur Maximum / Peak -	3 3/4 / LCD / ca. 17 mm 3999 - auto. / man. ja 	3 3/4 / LCD / ca. 17 mm 3999 40 man. / auto. (nur Hz) ja ja nein	3 1/2 / LCD / ca. 19 mm 1999 nein man. ja -	3 3/4 / LCD / ca. 11 mm 4000 63 auto. / man. ja -						
200 mV, ±0,5% +1 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1000 V, s. o.	300 mV, ±0,5% +12 D 3 V, s. o. 30 V, s. o. 300 V, s. o. 3000 V, s. o.	400 mV, ±0,5% +1 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.	400 mV, ±0,5% +1 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, ±1,0% +1 D	200 mV, ±0,5% +1 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1000 V, s. o.	4 V, ±0,3% +1 D 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.						
(35 Hz...500 Hz) 200 mV, ±1,0% +1 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1000 V, s. o.	(16 Hz...500 Hz) 300 mV, ±1,0% +12 D 3 V, s. o. 30 V, s. o. 300 V, s. o. 3000 V, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 400 mV, ±1,2% +3 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 750 V, ±1,2% +3 D	(50 Hz...500 Hz) 400 mV, ±1,2% +3 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 750 V, ±1,5% +4 D	200 mV, ±0,8% +3 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1 kV, s. o.	(45 Hz...1 kHz) 400 mV, ±1,0% +4 D 4 V, ±1,9% +2 D 40 V, ±1,0% +2 D 400 V, s. o. 750 V, s. o.						
200 µA, ±1,0% +1 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 20 A, s. o.	30 mA, ±1,5% +12 D 300 mA, s. o. 3000 mA, s. o. 3 A, ±1,0% +12 D 30 A, s. o.	4 mA, ±1,0% +3 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 20 A, ±2,0% +4 D	400 µA, ±1,0% +1 D 4 mA, s. o. 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, ±2,0% +3 D	200 µA, ±0,8% +1 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 2 A, s. o. 10 A, ±2% +10 D	4 mA, ±0,5% +5 D 40 mA, ±0,5% +2 D 4 A, ±0,5% +5 D 10 A, ±0,5% +2 D						
(35 Hz...500 Hz) 200 µA, ±1,7% +2 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 20 A, s. o.	(16...500 Hz) 30 mA, ±2,0% +12 D 300 mA, s. o. 3000 mA, s. o. 3 A, ±1,5% +12 D 30 A, s. o.	(40...400 Hz) 4 mA, ±1,5% +3 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 20 A, ±2,5% +4 D	(50 Hz...500 Hz) 400 µA, ±1,5% +3 D 4 mA, s. o. 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, ±2,5% +4 D	200 µA, ±1% +3 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 2 A, s. o. 10 A, ±3% +10 D	(45 Hz...1 kHz) 4 mA, ±1,5% +4 D 40 mA, ±1,5% +2 D 4 A, ±1,5% +4 D 10 A, ±1,5% +2 D						
200 Ω, ±1,0% +1 D 2 kΩ, s. o. 20 kΩ, s. o. 200 kΩ, s. o. 2 MΩ, s. o. 20 MΩ, s. o.	300 :2,0 ±1,2% +12 D 3 kΩ, s. o. 30 kΩ, s. o. 300 kΩ, s. o. 3 MΩ, s. o. 30 MΩ, ±3,0% +24 D	400 Ω, ±1,0% +4 D 4 kΩ, ±1,0% +3 D 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, s. o. 40 MΩ, ±2,5% +5 D	400 Ω, ±1,0% +4 D 4 kΩ, ±1,0% +3 D 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, s. o. 40 MΩ, ±2,0% +5 D	200 Ω, ±0,5% +3 D 2 kΩ, ±0,5% +1 D 20 kΩ, s. o. 200 kΩ, s. o. 2 MΩ, s. o. 20 MΩ, ±1,0% +2 D	400 Ω, ±0,4% +2 D 4 kΩ, ±0,4% +1 D 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, s. o. 40 MΩ, ±1,0% +3 D						
-	-	4 nF, ±2,5% +4 D 40 nF, s. o. 400 nF, s. o. 4 µF, s. o. 40 µF, ±3,0% +5 D	4 nF, ±3,0% +10 D 40 nF, s. o. 400 nF, s. o. 4 µF, s. o. 40 µF, s. o.	-	100 nF, ±1,9% +2 D 1000 nF, s. o. 10 µF, s. o. 100 µF, s. o. 1000 µF, s. o. 10 000 µF, ±10% typ.						
-	300 Hz, 0,7% 3 kHz, s. o. 30 kHz, s. o.	0...4 MHz, ±1,0% +3 D	4 kHz, ±0,05% +2 D 40 kHz, s. o. 400 kHz, s. o. 4 µHz, s. o.	-	100 Hz, ±0,01% +1 D 1 kHz, s. o. 10 kHz, s. o. 100 kHz, nicht spezif.						
-	-10 °C...300 °C, ±1%, ±2,2 °C ...1000 °C, ±1%, ±14 °C	-	-20...1000 °C, 1 °C	-	-						
ja -	ja -	ja ja	ja ja	ja -	ja -						
545 (ohne Batterie) 145 × 105 × 43,5 9-V-Block 400...500	400 145 × 107 × 50 9-V-Block -	400 192,5 × 91 × 37 9-V-Block k. A.	418 (incl. Batterie) 192 × 90 × 37 9-V-Block k. A.	345 (incl. Batt. o. H.) 187 × 84 × 37 o. H. 9-V-Block-Batterie k. A.	340 166 × 75 × 28 9-V-Block 700						
Handbuch, Meßkabel, Batterie	Handbuch, Meßkabel, Batterie	Handbuch (dtscr., engl.), Batterie, Meßkabel	Handbuch (dtscr., engl.), Batterie, Meßschnüre	Handbuch (dtscr.), Meßkabel, Batterie, Holster aus Weich-Plastik	Bedienungsanleitung, (mehrsp.) Meßkabel, Batterie, Holster						
Drehspul-Analog-Anzeige, Echte-Effektivwert-Messun- gen	Auto-Power-Off nach ca. 10 Min., interner Temperatur- sensor, Echte-Effektivwert- Messungen	Logiktester	Optionales Thermoelement, Tonhöhe proportional zum Anzeigewert, Auto-Power-Off nach 30 Min., Logiktester	Bereichskennung im Display jedoch ohne Einheiten	Prüfspitzenhalter am Holster, Analoganzeige mit Einheiten u. Skalierung, Standby nach ca. 1 h, Mittelwert-Betrieb						

Gerätedaten laut Hersteller						
Gerättyp Hersteller Vertrieb	Fluke 70 Fluke Philips/Fluke Miramstr. 87 3500 Kassel 05 61/501-0 05 61/501-690 Preis (incl. MwSt.)	Fluke 87 Fluke Philips/Fluke Miramstr. 87 3500 Kassel 05 61/501-0 05 61/501-690 188,10	MAVO 30 Gossen Gossen GmbH Nägelsbachstraße 25 8520 Erlangen 0 91 31/827-1 0 91 31/2 88 95 849,30	E 2373 A Hewlett-Packard Hewlett-Packard Schickardstraße 2 7030 Böblingen 0 70 31/14-0 0 70 31/14-64 29 248,52	E 2377 A Hewlett-Packard Hewlett-Packard Schickardstraße 2 7030 Böblingen 0 70 31/14-0 0 70 31/14-64 29 425,22	
Digitalanzeige / Art / Höhe Auflösung Analoganzeig/ Segmente Bereichswahl Holdfunktion Min / Max - Funktion Schnittstelle	3 3/4 / LCD / ca. 11 mm 3200 32 auto. / man. ja — —	3 3/4 / LCD / ca. 12 mm 3999 32 man. / auto. ja ja —	4stellig / LCD / 12,7 mm 10800 56 auto. / man. ja ja ja	3 1/2 / LCD / ca. 13 mm 3200 33 auto. / man. — — —	3 1/2 / LCD / ca. 13 mm 3200 33 auto. / man. ja — —	
Volt / DC	320 mV, ±0,5% +1 D 3,2 V, s. o. 32 V, s. o. 320 V, s. o. 1000 V, s. o.	400 mV, ±0,1% +1 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.	100 mV, ±0,1% +2 D 1 V, s. o. 10 V, s. o. 100 V, s. o. 1 kV, s. o.	300 mV, ±0,5% +2 D 3 V, ±0,7% +1 D 30 V, s. o. 300 V, s. o. 1000 V, s. o.	300 mV, ±0,3% +2 D 3 V, s. o. 30 V, ±0,4% +1 D 300 V, s. o. 1000 V, s. o.	
Volt / AC (Freq.-Bereich)	(45 Hz...500 Hz) 3,2 V, ±2,0% +2 D 32 V, s. o. 320 V, s. o. 750 V, s. o.	(45 Hz...5 kHz) 400 mV, ±1,0% +4 D 4000 mV, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.	(40 Hz...400 Hz) 1 V, ±0,5% +30 D 10 V, s. o. 100 V, s. o. 750 V, s. o.	(40 Hz...500 Hz) 3 V, ±1,2% +4 D 30 V, s. o. 300 V, s. o. 750 V, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 3 V, ±1,0% +3 D 30 V, s. o. 300 V, s. o. 750 V, s. o.	
Strom / DC	—	400 µA, ±0,2% +2 D 4000 µA, s. o. 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 4000 mA, s. o. 10 A, s. o.	1 mA, ±0,2% +3 D 10 mA, s. o. 100 mA, s. o. 1 A, s. o. 10 A, ±0,4% +3 D	30 mA, ±1,0% +2 D 300 mA, ±1,5% +2 D 10 A, s. o.	300 µA, ±1% +2 D 3000 µA, s. o. 30 mA, s. o. 300 mA, ±1,5% +2 D 10 A, s. o.	
Strom / AC (Freq.-Bereich)	—	(40 Hz...2 kHz) 400 µA, ±1,0% +2 D 4000 µA, s. o. 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 4000 mA, s. o. 10 A, s. o.	(40 Hz...400 Hz) 1 mA, ±0,7% +20 D 10 mA, s. o. 100 mA, s. o. 1 A, s. o. 10 A, s. o.	30 mA, ±2,0% +5 D 300 mA, s. o. 10 A, s. o.	300 µA, ±2,0% +5 D 3000 µA, s. o. 30 mA, s. o. 3000 mA, s. o. 10 A, s. o.	
Widerstand	320 Ω, ±0,5% +2 D 3,2 kΩ, ±0,5% +1 D 32 kΩ, s. o. 320 kΩ, s. o. 3,2 MΩ, s. o. 32 MΩ, ±2,0% +1 D	400 Ω, ±0,2% +1 D 4 kΩ, s. o. 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, s. o. 40 MΩ, ±1,0% +3 D	100 Ω, ±0,15% +4 D 1 kΩ, ±0,15% +2 D 10 kΩ, s. o. 100 kΩ, s. o. 1 MΩ, s. o. 10 MΩ, 0,2% +10 D 100 MΩ, 0,8% +2 D	300 Ω, ±0,7% +2 D 3 kΩ, ±0,7% +1 D 30 kΩ, s. o. 300 kΩ, s. o. 3 MΩ, ±1,5% +1 D 30 MΩ, ±3,0% +1 D	300 Ω, ±0,7% +2 D 3 kΩ, ±0,7% +1 D 30 kΩ, s. o. 300 kΩ, s. o. 3 MΩ, s. o. 30 MΩ, ±2,0% +1 D	
Kapazität	—	5 nF, ±1,0% +35 D 0,05 µF, ±1,0% +2 D 0,5 µF, s. o. 5 µF, s. o.	—	—	—	
Frequenz	—	200 Hz, ±0,005% +1 D 2000 Hz, s. o. 20 kHz, s. o. 200 kHz, s. o. > 200 kHz, nicht spez.	0...6,7 kHz, 0,02% +1 D 0...10 kHz, s. o. 10...20 kHz, s. o. 20...130 kHz, s. o.	—	—	
Temperatur	—	—	—20 °C...300 °C, ±4 °C 300 °C...1200 °C, ±3%	—	—20...700 °C, ±2,0% +2 D	
Durchgangs-/Diodentest Transistor-test	ja —	ja —	ja —	ja —	ja —	
Gewicht / g Abmessungen (L×B×H) / mm Stromversorgung Batterielebensdauer / h	340 166 × 75 × 28 9-V-Block 2000	355 186 × 86 × 31 9-V-Block k. A.	405 (incl. Batterie) 196 × 92 × 34 9-V-Block, Netzadapter 500	244 (incl. Batterie) 164 × 76 × 33 (2 × 1,5 V Mignon) 2500	333 (incl. Batterie) 176 × 80 × 35 2 × 1,5 V Mignon 1000 h (Alkal)	
Lieferumfang	Handbuch (mehrspr.), Meßkabel, Batterie	Handbuch (mehrspr.), Meßkabel, Batterie, Holster	Handbuch, Meßkabel, Batterie	Handbuch in sechs Sprachen, Meßkabel, Batterie	Handbuch in sechs Sprachen, Meßkabel, Batterie	
Besonderheiten	Standby-Betrieb nach ca. 20 Min.	Anzeigenbeleuchtung, Relativmessungen, Meßspitzenhalter am Holster, Mittelwert, Effektivwert-Messung	Relativ/Diff-Messungen, dB-Messungen, Lupenfunktion, Schnittstellen als Option	Kalibrieranleitung im Handbuch, Einheit 'A' nicht in der Anzeige	Data Hold-Schalter auch an der Geräteseite, keine Einheit für A und °C in der Anzeige, Kalibrieranzeige	

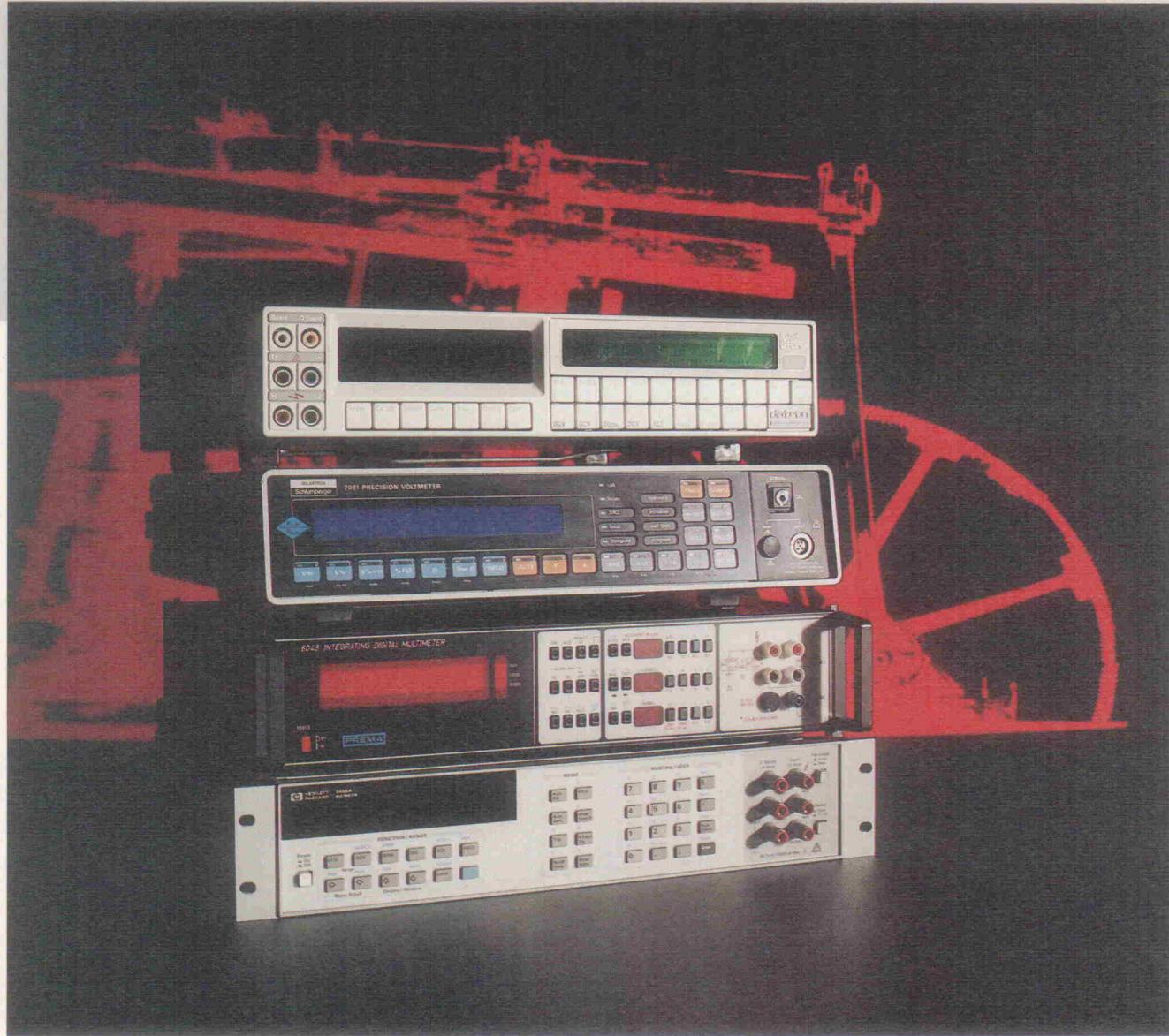
     					
E 2378 A Hewlett-Packard Hewlett-Packard Schickardstraße 2 7030 Böblingen 0 70 31/14-0 0 70 31/14-64 29 476,52	3251 Hioki ASM GmbH Von-Staufenberg-Straße 25 8025 Unterhaching 0 89/6 11-30 26 0 89/6 11-15 23 681,72	3252 Hioki ASM GmbH Von-Staufenberg-Straße 25 8025 Unterhaching 0 89/6 11-30 26 0 89/6 11-15 23 795,72	3253 Hioki ASM GmbH Von-Staufenberg-Straße 25 8025 Unterhaching 0 89/6 11-30 26 0 89/6 11-15 23 909,72	DM 6300 ISI Teston Corporation nbn-Elektronik Gewerbegebiet 8036 Herrsching 0 81 52/39-135 0 81 52/39-170 769,50	M-3630 CR Metex Pop-Electronic GmbH Postfach 22 01 56 4000 Düsseldorf 12 02 11/2 00 02 33 02 11/2 00 02 54 225,-
3 1/2 / LCD / ca. 13 mm 3200 33 auto. / man. ja - -	3 3/4 / LCD / ca. 15 mm 4999 49 auto. / man. ja ja -	3 3/4 / LCD / ca. 15 mm 5610 56 auto. / man. ja ja -	3 3/4 / LCD / ca. 15 mm 5610 56 auto. / man. ja ja -	3 1/2 / LCD / ca. 9 mm 3199 - auto. / man. - - -	3 1/2 / LCD / ca. 17 mm 1999 41 man. ja ja ja (RS-232)
300 mV, ±3,0% +2 D 3 V, s. o. 30 V, ±0,4% +1 D 300 V, s. o. 1000 V, s. o.	50 mV, ±0,7% +10 D 500 mV, ±0,3% +2 D 5 V, s. o., 50 V, s. o. 500 V, s. o. 1000 V, ±0,5% +2 D	50 mV, ±0,5% +10 D 500 mV, ±0,1% +2 D 5 V, s. o. 500 V, s. o. 1000 V, ±0,3% +2 D	50 mV, ±0,5% +10 D 500 mV, ±0,1% +2 D 5 V, s. o. 500 V, s. o., 500 V, s. o. 1000 V, ±0,3% +2 D	320 mV, ±0,35% +2 D 3,2 V, s. o. 32 V, ±0,5% +2 D 320 V, s. o. 500 V, ±0,7% +2 D	200 mV, ±0,3% +1 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1000 V, s. o.
(40 Hz...1 kHz) 3 V, ±1,0% +3 D 30 V, s. o. 300 V, s. o. 750 V, s. o.	(40...500 Hz) 500 mV, ±1,5% +10 D 5 V, ±1,0% +2 D 50 V, s. o. 500 V, s. o. 750 V, ±1,5% +2 D	(40...500 Hz) 500 mV, ±1,5% ±10 D 5 V, ±0,5% ±2 D 50 V, s. o. 500 V, s. o. 750 V, ±1,5% +2 D	(40...500 Hz) 500 mV, ±1,0% +4 D 5 V, s. o. 50 V, s. o. 500 V, s. o. 750 V, ±1,5% +4 D	(40...500 Hz) 3,2 V, ±1,0% +4 D 32 V, s. o. 320 V, s. o. 500 V, s. o.	200 mV, ±0,8% +3 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 750 V, ±1,2% +3 D
300 µA, ±1% +2 D 3000 µA, s. o. 30 mA, s. o. 300 mA, ±1,5% +2 D 10 A, s. o.	500 µA, ±0,5% +4 D 5000 µA, ±0,5% +2 D 50 mA, ±0,5% +4 D 500 mA, ±0,5% +2 D 5 A, ±1,0% +4 D 10 A, ±1,5% +2 D	500 µA, ±0,5% +4 D 5000 µA, ±0,5% +2 D 50 mA, ±0,5% +4 D 500 mA, ±0,5% +2 D 5 A, ±1,0% +4 D 10 A, ±1,5% +2 D	500 µA, ±0,5% +4 D 5000 µA, ±0,5% +2 D 50 mA, ±0,5% +4 D 500 mA, ±0,5% +2 D 5 A, ±1,0% +4 D 10 A, ±1,5% +2 D	320 mA, ±1,0% +4 D	2 mA, ±0,5% +1 D 200 mA, ±1,2% +1 D 20 A, ±2,0% +5 D
300 µA, ±2,0% +5 D 3000 µA, s. o. 30 mA, s. o. 3000 mA, s. o. 10 A, s. o.	(40 Hz...2 kHz) 500 µA, ±2,0% +4 D 5000 µA, ±1,5% +2 D 50 mA, ±1,5% +4 D 500 mA, ±1,5% +2 D 5 A, ±1,5% +4 D 10 A, ±2,0% +2 D	(40 Hz...2 kHz) 500 µA, ±2,0% +4 D 5000 µA, ±1,5% +2 D 50 mA, ±1,5% +4 D 500 mA, ±1,5% +2 D 5 A, ±1,5% +4 D 10 A, ±2,0% +2 D	(40 Hz...2 kHz) 500 µA, ±2,0% +4 D 5000 µA, ±1,5% +2 D 50 mA, ±1,5% +4 D 500 mA, ±1,5% +2 D 5 A, ±1,5% +4 D 10 A, ±2,0% +2 D	320 mA, ±1,2% +4 D	2 mA, ±1,0% +3 D 200 mA, ±1,8% +1 D 20 A, ±3,0% +7 D
300 Ω, ±0,7% +2 D 3 kΩ, ±0,7% +1 D 30 kΩ, s. o. 300 kΩ, s. o. 3 MΩ, s. o. 30 MΩ, ±2,0% +1 D	500 Ω, ±1,0% +4 D 5 kΩ, ±0,5% +2 D 50 kΩ, s. o. 500 kΩ, s. o. 5 MΩ, s. o. 50 MΩ, ±1,5% +2 D	500 Ω, ±0,5% +4 D 5000 Ω, ±0,2% +2 D 50 kΩ, s. o. 500 kΩ, s. o. 5 MΩ, s. o. 50 MΩ, ±1,0% +2 D	500 Ω, ±0,5% +4 D 5 kΩ, ±0,2% +2 D 50 kΩ, s. o. 500 kΩ, s. o. 5 MΩ, s. o. 50 MΩ, ±1,0% +2 D	320 Ω, ±0,5% +4 D 3,2 kΩ, s. o. 32 kΩ, s. o. 320 kΩ, s. o. 3,2 MΩ, ±1,0% +4 D 32 MΩ, ±2,0% +4 D	200 Ω, ±0,5% +3 D 2 kΩ, ±0,5% +1 D 20 kΩ, s. o. 200 kΩ, s. o. 2 MΩ, s. o. 20 MΩ, ±1,0% +2 D
-	-	-	-	-	2000 pF, ±2% +3 D 20 nF, s. o. 200 nF, s. o. 2 µF, ±3% +5 D 20 µF, s. o.
-	150 Hz, ±0,02% +1 D 1500 Hz, s. o. 15 kHz, s. o. 150 kHz, s. o. 400 kHz, s. o.	150 Hz, ±0,02% +1 D 1500 Hz, s. o. 15 kHz, s. o. 150 kHz, s. o. 400 kHz, s. o.	150 Hz, ±0,02% +1 D 1500 Hz, s. o. 15 kHz, s. o. 150 kHz, s. o. 400 kHz, s. o.	-	-
-20...700 °C, ±2,0% +2 D	-	-	-	-	-
ja -	ja -	ja -	ja -	-	ja ja
475 (incl. Batterie) 186 x 89 x 45 2 x 1,5 V (Mignon) 1000 h (Alkali)	330 176 x 84 x 30 2 x 1,5 V Mignon 2000	330 176 x 84 x 30 2 x 1,5 V Mignon 2000	330 176 x 84 x 30 2 x 1,5 V Mignon 2000	350 200 x 80 x 30 4 Akkus, Netzadapter k. A.	360 (incl. Batterie) 187 x 87 x 34 9-V-Block Batterie k. A.
Handbuch in sechs Sprachen, Meßkabel, Batterie	Anleitung (engl.-jap., dttsch. in Vorberichtung), Meßkabel, Batterien	Anleitung (engl.-jap., dttsch. in Vorberichtung), Batterie, Meßkabel	Anleitung (engl.-jap., dttsch. in Vorberichtung), Meßkabel, Batterien	Handbuch (dttsch.-engl.), Meßkabel, Druckerpapier, Batterie, Befestigungskordel, Trig.-kabel, Kokodilklemmen	Handbücher (dttsch.-engl.), Meßkabel, Schnittstellenkabel, Software, Batterie
Wasserdicht gem. IEC 529/1976 FXP3	Auto-Power-Off nach ca. 30 Min	Auto-Power-Off nach ca. 30 Min., Vergleichsmessungen	Auto-Power-Off nach ca. 30 Min., Vergleichsmessungen, Effektivwert-Messungen	Thermodrucker mit 7 x 5 Punkten, Uhr mit Dat., Trig.-Funktion, Autom.-Nullabgleich, Widerstandsmes. in d. Schalt.	Auto-Power-Off nach 15 Min., Logiktester, Relativmessungen

Gerätedaten laut Hersteller						
Gerätetyp Hersteller Vertrieb	M-3650 CR Metex Völkner Marienberger Str. 10 3300 Braunschweig 05 31/87 62-209 05 31/87 62-175 169,-	M-3800 Metex Völkner Marienberger Str. 10 3300 Braunschweig 05 31/87 62-209 05 31/87 62-175 59,-	M-4650 CR Pop-Electronic GmbH Postfach 22 01 56 4000 Düsseldorf 12 02 11/2 00 02 33 02 11/2 00 02 54 340,-	DMT-2030 Monacor Inter Mercador Zum Falsch 36 2800 Bremen 44 04 21/48 90 90 04 21/48 16 35 ca. 140,-	DMT-2045 Monacor Inter Mercador Zum Falsch 36 2800 Bremen 44 04 21/48 90 90 04 21/48 16 35 ca. 120,-	
Preis (incl. MwSt.)						
Digitalanzeige / Art / Höhe Auflösung Analoganzeig/ Segmente Bereichswahl Holdfunktion Min / Max -Funktion Schnittstelle	3 1/2 / LCD / ca 17 mm 1999 41 man. ja ja ja (RS 232)	3 1/2 / LCD / 18 mm 1999 — man. — — —	4 1/2 / LCD / ca. 17 mm 19999 41 man. ja ja ja (RS232)	3 3/4 / LCD / 13 mm 3999 — man. ja — —	3 3/4 / LCD / 13 mm 3200 32 auto. / man. ja — —	
Volt / DC	200 mV, ±0,3% +1 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, s.o.	200 mV, ±0,5% +1 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, s.o.	200 mV, ±0,05% +3 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, ±0,1% +5 D	400 mV, ±0,5% +1 D 4 V, s.o. 40 V, s.o. 400 V, s.o. 1000 V, s.o.	320 mV, ±1,0% +2 D 3,2 V, s.o. 32 V, s.o. 320 V, s.o. 1000 V, s.o.	
Volt / AC (Freq.-Bereich)	200 mV, ±0,8% +3 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 750 V, s.o.	(40 Hz...1 kHz) 200 mV, ±1,2% +3 D 2 V, ±0,8% +3 D 20 V, s.o. 200 V, s.o. 700 V, ±1,2% +3 D	200 mV, ±0,5% +10 D 2 V, s.o. 20 V, s.o. 200 V, s.o. 1000 V, ±0,8% +10 D	(50 Hz...500 Hz) 400 mV, ±1,0% +1 D 4 V, s.o. 40 V, s.o. 400 V, s.o. 750 V, ±1,5% +4 D	(50/60 Hz) 3,2 V, ±1,2% +4 D 32 V, s.o. 320 V, s.o. 700 V, s.o.	
Strom / DC	2 mA, ±0,5% +1 D 200 mA, ±1,2% +1 D 20 A, ±2% +5 D	200 µA, ±0,5% +1 D 2 mA, s.o. 20 mA, s.o. 200 mA, ±1,2% +1 D 2 A, s.o. 20 A, ±2,0% +5 D	2 mA, ±0,3% +3 D 200 mA, ±0,3% +3 D 20 A, ±0,8% +5 D	40 mA, ±1,0% +1 D 4000 mA, s.o. 20 A, ±2,0% +3 D	320 µA, ±1,0% +2 D 3200 µA, s.o. 32 mA, s.o. 320 mA, ±1,5% +2 D 10 A, ±2,0% +2 D	
Strom / AC (Freq.-Bereich)	2 mA, ±1,0% +3 D 200 mA, ±1,8% +5 D 20 A, ±3,0% +7 D	(40 Hz...1 kHz) 200 µA, ±1,0% +3 D 2 mA, s.o. 20 mA, s.o. 200 mA, ±1,8% +3 D 2 A, s.o. 20 A, ±3,0% +7 D	2 mA, ±0,8% +10 D 200 mA, ±1,0% +10 D 20 A, ±1,2% +15 D	(50 Hz...500 Hz) 40 mA, ±1,2% +4 D 400 mA, s.o. 20 A, ±2,0% +4 D	(50/60 Hz) 320 µA, ±2,0% +5 D 3200 µA, s.o. 32 mA, s.o. 320 mA, s.o. 10 A, ±2,5% +5 D	
Widerstand	200 Ω, ±0,5% +3 D 2 kΩ, ±0,5% +1 D 20 kΩ, s.o. 200 kΩ, s.o. 2 MΩ, s.o. 20 MΩ, ±1,0% +2 D	200 Ω, ±0,5% +3 D 2 kΩ, ±0,5% +1 D 20 kΩ, s.o. 200 kΩ, s.o. 2 MΩ, s.o. 20 MΩ, ±1,0% +2 D	200 Ω, ±0,2% +10 D 2 kΩ, ±0,15% +3 D 20 kΩ, s.o. 200 kΩ, s.o. 2 MΩ, s.o. 20 MΩ, ±0,5% +5 D	400 Ω, ±1,0% +3 D 4 kΩ, ±0,8% +1 D 40 kΩ, s.o. 400 kΩ, s.o. 4 MΩ, s.o. 40 MΩ, ±3,0% +3 D 400 MΩ, ±5,0% +10 D	320 Ω, ±1,0% +2 D 3,2 kΩ, s.o. 32 kΩ, s.o. 320 kΩ, s.o. 3,2 MΩ, ±2,0% +2 D 32 MΩ, ±3,5% +5 D	
Kapazität	2000 pF, ±2,0% +3 D 200 nF, s.o. 20 µF, ±3,0% +5 D	—	2000 pF, ±2,0% +20 D 200 nF, s.o. 20 µF, ±3,0% +30 D	4 nF, ±3,0% +10 D 40 nF, s.o. 400 nF, s.o. 4 µF, s.o. 40 µF, s.o.	—	
Frequenz	20 kHz, ±2,0% +3 D 200 kHz, s.o.	—	20 kHz, ±2% +5 D 200 kHz, s.o.	4 kHz...2 MHz, ±1% +2 D	—	
Temperatur	—	—	—	—	—	
Durchgangs-/Diodentest Transistor-test	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja	ja —	
Gewicht / g Abmessungen (L×B×H) / mm Stromversorgung Batterielebensdauer / h	360 (incl. Batterie) 187 × 87 × 34 9-V-Block k. A.	340 (incl. Batterie) 172 × 88 × 36 9-V-Block k. A.	360 (incl. Batterie) 187 × 87 × 34 9-V-Block k. A.	250 160 × 84 × 26 9-V-Block ca. 200	300 165 × 79 × 36 2 × 1,5 V Mignon 2500	
Lieferumfang	Handbuch (engl.), Meßkabel, Schnittstellenkabel, Software, Batterie	Handbuch (dtsch.), Prüfkabel Batterie	Handbücher (dtsch.-engl.), Meßkabel, Batterie, Software, Schnittstellenkabel	Handbuch (dtsch.-engl.), Meßkabel	Handbücher (dtsch.-engl.), Meßkabel	
Besonderheiten	Auto-Power-Off, Logiktester, Relativwertmessungen		Auto-Power-Off	Logiktester		Auto-Power-Off nach 10 Min. mit Vorwarnung, im Display gibt es keine Anzeige für A-Einheiten

				
DMT-2065 Monacor Inter Mercador Zum Falsch 36 2800 Bremen 44 04 21/48 90 90 04 21/48 16 36 ca. 150,-	HHM 1 Omega Newport Electronics GmbH Gäustraße 28-30 7269 Deckenfronn 0 70 56/30 17 0 70 56/85 40 1023,72	PM 2618-02 Philips Philips/Fluke Miramstr. 87 3500 Kassel 05 61/50 14 66 05 61/501-690 934,80	DM 251 Tektronix Tektronix GmbH Sedanstraße 13-17 5000 Köln 1 02 21/969 69-0 02 21/969 69-285 393,30	DM 252 Tektronix GmbH Tektronix GmbH Sedanstraße 13-17 5000 Köln 1 02 21/969 69-0 02 21/969 69-285 433,20
3 1/2 / LCD / 20 mm 1999 — man. nein nein —	3 3/4 / LCD / ca. 11 mm 4000 — auto. ja — —	4 1/2 / LCD / 12 mm 19999 14 auto. / man. Zero-Funktion — —	3 3/4 / LCD / 14 mm 3999 42 auto. / man. ja ja —	3 3/4 / LCD / ca. 14 mm 3999 42 auto. / man. ja ja —
200 mV, ±0,5% +1 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 1000 V, s. o.	400 mV, ±0,25% +2 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.	1 V, ±0,07% +2 D 10 V, s. o. 100 V, s. o. 1000 V, ±0,1% +2 D	400 mV, ±0,3% +2 D 4 V, ±0,1% +2 D 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.	400 mV, ±0,3% +2 D 4 V, ±0,1% +2 D 40 V, s. o. 400 V, s. o. 1000 V, s. o.
(40 Hz...500 Hz) 200 mV, ±1,25% +4 D 2 V, s. o. 20 V, s. o. 200 V, s. o. 750 V, s. o.	(50 Hz...20 kHz) 400 mV, ±2,0% +2 D 4 V, s. o. 40 V, s. o. 400 V, s. o. 750 V, s. o.	(40 Hz...3 kHz) 1 V, ±0,4% +1 D 10 V, s. o. 100 V, s. o. 1000 V, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 400 mV, k. A. 4 V, ±1,0% +5 D 40 V, s. o. 400 V, s. o. 750 V, s. o.	400 mV, 4 V, ±1,0% +5 D 40 V, s. o. 400 V, s. o. 750 V, s. o.
200 µA, ±1,0% +1 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 20 A, ±2,0% +3 D	400 mA, ±0,5% +2 D 4 A, ±1,0% +2 D	20 mA, ±0,4% +2 D 200 mA, s. o. 2 A, s. o. 20 A, s. o.	4 mA, ±0,4% +2 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, ±0,8% +4 D	4 mA, ±0,4% +2 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, ±0,8% +4 D
(40 Hz...500 Hz) 200 µA, ±1,5% +3 D 2 mA, s. o. 20 mA, s. o. 200 mA, s. o. 20 A, ±2,5% +3 D	(50 Hz...20 kHz) 400 mA, ±2,0% +2 D 4 A, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 20 mA, ±0,6% +7 D 200 mA, s. o. 2 A, s. o. 20 A, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 4 mA, ±1,0% +5 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, s. o.	(40 Hz...1 kHz) 4 mA, ±0,6% +5 D 40 mA, s. o. 400 mA, s. o. 10 A, ±1,0% +5 D
200 Ω, ±0,75% +4 D 2 kΩ, ±0,75% +1 D 20 kΩ, s. o. 200 kΩ, s. o. 2 MΩ, s. o. 20 MΩ, ±1,5% +5 D	400 Ω, ±0,25% +2 D 4 kΩ, s. o. 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, s. o. 40 MΩ, ±0,5% +2 D	1 kΩ, ±0,2% +11 D 10 kΩ, s. o. 100 kΩ, s. o. 1 MΩ, s. o. 10 MΩ, ±0,4% +11 D 100 MΩ, ±5,0% +330 D	400 Ω, ±0,4% +4 D 4 kΩ, ±0,4% +2 D 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, ±0,6% +3 D 40 MΩ, ±1,5% +5 D	400 Ω, ±0,4% +4 D 4 kΩ, ±0,4% +2 D 40 kΩ, s. o. 400 kΩ, s. o. 4 MΩ, ±0,6% +3 D 40 MΩ, ±1,5% +5 D
—	—	—	4 nF, ±1,0% +40 D 40 nF, ±1,0% +4 D 400 nF, s. o. 4 µF, s. o. 40 µF, s. o.	4 nF, ±1,0% +40 D 40 nF, ±1,0% +4 D 400 nF, s. o. 4 µF, s. o. 40 µF, s. o.
—	—	20 kHz, ±0,1% +0 D 200 kHz, s. o.	100 Hz, ±0,1% +4 D 1 kHz, s. o. 10 kHz, s. o. 100 kHz, s. o. 1 µHz, ±0,5% +4 D	100 Hz, ±0,1% +4 D 1 kHz, s. o. 10 kHz, s. o. 100 kHz, s. o. 1 µHz, ±0,5% +4 D
—	—50 °C...0 °C, ±1,5 °C 0 °C...999 °C, ±1 °C	—60 °C...+200 °C, ±0,5%	—	—
ja —	—	ja —	— —	ja —
350 175 × 84 × 45 9-V-Block 300	500 170 × 81 × 58 9-V-Block, Netzadapter 30...150	700 170 × 118 × 62 4 × 1,5 V Baby/Netzad k. A.	370 (incl. Batterie) 185 × 86 × 32 2 × 1,5-V-Mignon 1200	370 (incl. Batterie) 185 × 86 × 32 — 1200 (2 × 1,5 V)
Handbuch (dtsh.), Meßspitzen	Handbücher (dtsh.-engl.), Meßkabel, Batterie, Ohrhörer, 2 Thermoelemente, Netzteil (120 V), TAS-Adapter	Bedienungsanleitung, Meßkabel	Handbuch (engl.), Batterien, Meßkabel, Holster	Handbuch (engl.), Batterie, Meßleitungen
Spritzwassergeschützt, Meßspitzenhalter am Gerät, Auto-Power-Off nach 15 Min.	Sprachmodul, Anschluß für 2 Thermoel., Temperatur- diffenz-Messungen, Effektivwert-Messungen	Optional PT-100, Logiktester, Effektivwert-Messung, dB-Skala, Zero-Funktion	Meßspitzenhalter am Gehäuse, Auto-Power-Off nach 30 Minuten, spritzwassergeschützt	Meßspitzenhalter am Gehäuse, Auto-Power-Off nach 30 Minuten, spritzwassergeschützt

Vier Sterne

Die besten Digitalmultimeter der Welt



Hartmut Rogge

‘... dann kommt erst einmal gar nichts und dann ...’, dann befindet man sich im Meßtechnik-Olymp. Ein Digitalmultimeter, das hier Einzug halten will, muß nicht nur einen 8 1/2stelligen Anzeigeeumfang bieten, es muß ihn auch bis zur letzten Stelle exakt ausfüllen können. Vier Hersteller präsentierten der Elrad-Redaktion ihre ‘Nummer 1’ auf diesem Sektor.

Das erste Digitalvoltmeter hat 1956 das Licht der Welt erblickt. Es besaß eine Auflösung von drei Dekaden (Vollauschlag: 999) und die Genauigkeit wurde, wie bei Analogmeßgeräten, mit 0,25 % vom Meßbereichsendwert angegeben, ohne Hinweis auf Stabilität und Drift. Bei den hier betrachteten Instrumenten liegen die Werte für Drift im Gleichspannungsmessbereich, aufs Jahr betrachtet, unter 10 ppm, die maximal erreichbare Auflösung einer Gleichspannung bei 10 nV und ihr Betrieb mit den falschen Meßstrippen käme einem Sakrileg gleich.

Gleich zwei Hersteller aus Großbritannien, Datron und Solartron – heute Schlumberger Technologies –, einer aus den USA, Hewlett-Packard, und eine Entwicklung aus deutschen Landen vom Meßtechnikspezialisten Prema sind angetreten, Meßtechnik an den Grenzen der ‘serienmäßig’ machbaren Physik zu betreiben.

Kollegen der HiFi-Presse würden die hier vorgestellten Geräte sicherlich in die Referenz-

klasse erheben und ihnen mindestens sechs bis sieben Ohren verleihen. Warum sich diese Instrumente, um im Terminus zu bleiben, die 'goldene Meßspitze' verdient haben, soll ein Blick auf ihre Ausstattung, ihre Spezifikationen und ihre besondere Machart verdeutlichen.

Specs

Wo, was und wie immer man mißt, eine der wichtigsten Beobachtungen, die angestellt werden muß, ist eine Abschätzung darüber – auch wenn es im Zusammenhang mit diesen Geräten unsinnig klingt – wie weit man 'daneben liegen' könnte. Allgemeine Spezifikationen, die beispielsweise mit einem Arbeitstemperaturbereich über 50 °C, Fullscale-Fehlerangaben und plus/minus einem bis fünf Digits operieren, sind im 8 1/2-Stellen-Meßbereich nicht hilfreich. Die Datenblätter der 'Vier Sterne' präsentieren sich beim ersten Hinsehen sehr unübersichtlich und ein direkter Vergleich ist so gut wie unmöglich. Zuviele Randparameter müßten berücksichtigt werden, die letztendlich eine vergleichende Darstellung auf Zahlenbasis nicht sinnvoll erscheinen läßt.

Wichtig ist die totale Spezifikation an sich, die es erlaubt, für jede Messung eine exakte Fehlerbetrachtung durchzuführen. So werden Fehlertoleranzen in der Regel für einen Temperaturbereich von $\pm 0,5$ °C (Transfergenauigkeit, ca. 10 min.), ± 1 °C (24-h-Stabilität) und $\pm 3 \dots \pm 5$ °C (90 Tage...Jahresgenauigkeit), meistens bezogen auf die Kalibriertemperatur, angegeben. Temperaturbereiche, die sich nicht in diesem Raster befinden, bekommen einen entsprechenden Koeffizienten. Weiter ist für jeden Meßbereich einer Funktion eine Ungenauigkeitsangabe in ppm oder Prozent des Meßwerts zuzüglich ppm oder Prozent des Meßbereichsendwertes vorhanden. Der relative Fehler einer Messung von 10 V im 10-V-Bereich bei einer Datenblattangabe von:

0,5 ppm der Anzeige + 0,05 ppm der maximalen Anzeige ergibt beispielsweise:

$$(0,5/1\,000\,000 \cdot 10\text{ V}) + (0,05/1\,000\,000 \cdot 10\text{ V}) = \pm 5,5\text{ }\mu\text{V}$$

oder 0,55 ppm von 10 V.

Obwohl sich die Redaktion vorgenommen hat, nicht über das

letzte halbe ppm zu feilschen, war letztendlich die Neugier, das beste der Welt – zumindest der Papierform nach – zu ermitteln, groß. Deshalb wurden theoretisch folgende Randbedingungen geschaffen: die Temperatur beträgt 23 °C, das Kalibrierdatum der vier DMMs liegt 6 Monate zurück und es steht eine Spannungsquelle mit absoluten 1,98 V zur Verfügung.

Papiermessung

Für die Probanden bedeutet dies, sie können den Meßwert in einem Meßbereich aufnehmen, in dem sie alle besonders gut spezifiziert sind.

Es stellte sich diese Reihenfolge ein:

1. Datron 1281 mit einer Abweichung von $\pm 6,94$ µV.
2. Prema 6048, $\pm 11,9$ µV.
3. Solartron 7081, $\pm 14,88$ µV.
4. HP 3458A, $\pm 17,84$ µV.

Beim ersten Hinsehen ergibt sich eine eindeutige Reihenfolge, deren Aussagewert aber geschrägt wird, wenn man weiß, daß mit dem Prema im 2-V-Bereich gemessen wurde, alle anderen Geräte aber in den 10-V-Meßbereich umschalten müssen. Die Spezifikation des Meßbereichsendwerts also um den Faktor fünf stärker in die Fehlerrechnung einging.

Etwas anders sieht es aus, wenn die Signalspannung 3,3 V beträgt:

1. Datron, $\pm 10,9$ µV.
2. Solartron, $\pm 22,8$ µV.
3. HP, $\pm 28,4$ µV.
4. Prema, $\pm 36,5$ µV.

In dieser Konstellation ist das Prema benachteiligt, es muß im 20-V-Bereich arbeiten. Völlig eindeutig ist aber, wer die Hitliste anführt.

Sorgfaltspflicht

Diese Beispiele und die exzessiven Spezifikationen deuten darauf hin, daß bei der Bauelementauswahl nur in die Kiste mit der Aufschrift 'vom Allerfeinsten' gegriffen wird. Aber auch der Zusammenbau dieser Instrumente, selbst wenn nur das Beste zum Einsatz kommt, ist nicht ohne. Wenn beispielsweise eine hochstabile Zenerdiode unsymmetrisch in die Schaltung eingelötet wird, das heißt die Anschlußdrähte sind nicht gleich lang, ist es mit einem annehmbaren Temperaturkoeffizienten melden.

enten schon vorbei. Der auftretende, thermoelektrisch bedingte Fehler kann beispielsweise für eine 6-V-Zenerdiode bei einer Temperaturänderung von 1 °C schon 30 µV bedeuten [1].

Finger weg

Die hier betrachteten Spitzen-DMMs verfolgen zwar unterschiedliche Kalibrierkonzepte, allen gemein ist, daß nur per Software abgeglichen wird und die Kalibrierbene besonders abgesichert ist. Entweder durch Schlüssel und/oder Paßwort oder verstecktem Schalter (Datron: Schlüssel und Paßwort, HP: Paßwort, Solartron: Schlüssel, Prema: Schalter). Weitere Sicherheitsmaßnahmen sind beim Solartron die Speicherung der Kalibrierdaten in zwei unterschiedlichen RAM-Bereichen oder, wie beim Prema, die Ablage der Werkskalibrierung in EPROMs.

Vorteile der Software-Kalibrierung liegen auf der Hand: Mechanische Einstellelemente würden das Temperaturverhalten und die Stabilitätsanforderungen an die Geräte zusätzlich verschärfen. Weiter hätte ein Öffnen der Geräte eine derartige Klimaveränderung für die Elektronik zur Folge, daß sich eine solche Aktion verheerend auf die 'Specs' auswirkt. Nicht zuletzt ist eine vom Rechner durchgeführte Kalibrierung sehr viel bequemer zu handhaben.

Damit ist man gleich bei einem Ausstattungsdetail, das der Vierergruppe auch gemein ist: eine Rechner-Schnittstelle. Sie hält sich sinnvollerweise bei allen Geräten an die IEEE-Vereinbarung 488 und deutet auf einen der Haupteinsatzgebiete der Geräte, dem Prüffeld, hin. Sämtliche Meßeingänge sind deshalb – wegen des für diesen Zweck üblichen Rack-Einbaus – bei allen Geräten auch auf der Gehäuserückwand vorhanden. Standard bei den Meßeingängen ist übrigens Vierleitermeßtechnik im Widerstandsreich.

Als weitere Automatisierungshilfen stehen Start-Triggereingänge (Prema, Solartron, HP, Datron) und Ausgänge, die das Ende einer Wandlung signalisieren (HP, Solartron) zur Verfügung. Solartron bietet zusätzlich noch zwei Open-Collector-Ausgänge, die jeweils Meßbereichsüber- oder Unterschreitungen melden.

Terminologie

Empfindlichkeit (Sensitivity). Der kleinste mit dem Instrument meßbare Eingangspegel.

Auflösung (Resolution). Die Wertigkeit der letzten Stelle einer Anzeige oder die Anzahl von gleichen Unterteilungen eines Meßbereichswertes.

Reproduzierbarkeit (Repeatability). Die Fähigkeit, unter konstanten Bedingungen dasselbe Meßergebnis zu erzielen.

Stabilität (Stability). Die Fähigkeit des Meßgerätes über eine gewisse Periode, zum Beispiel 24 Stunden, innerhalb definierter Fehlertoleranzen zu bleiben. Die Messung zu Beginn der Periode ist der Bezugspunkt.

Rückführbarkeit (Traceability). Individuelle Meßergebnisse sind durch eine ununterbrochene Kette von Vergleichen auf nationale Standards zu beziehen.

Transfergenaugigkeit. Spezifikation von Kurzzeitfehlergrenzen für vergleichende Messungen mit Meßgrößen ähnlicher Größenordnung.

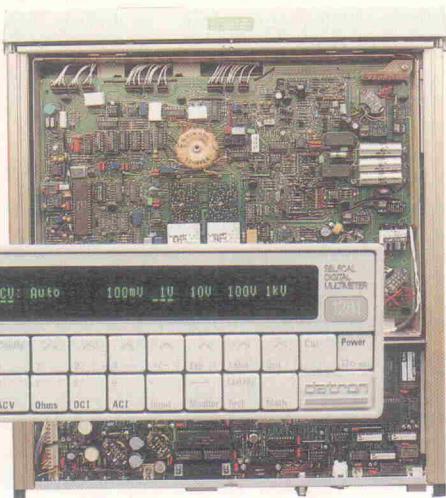
Absolutgenauigkeit. Der aktuelle Grad der Rückführbarkeit der Messung auf nationale Standards.

Kalibrierung. Feststellung des Zusammenhangs zwischen der Anzeige (Ausgangsgröße) eines Meßgerätes beziehungsweise dem Nennmaß einer Maßverkörperung und dem richtigen Wert der Meßgröße (Eingangsgröße). Ein Kalibierschein oder Zertifikat gibt das Ergebnis der Kalibrierung zahlenmäßig wieder.

Eichung. Prüfung der Übereinstimmung mit gesetzlichen Vorschriften. Ein Eichschein enthält in der Regel keine Angaben über das Meßergebnis. Oft wird das Kalibrieren fälschlich als Eichen bezeichnet.

(Quelle: Firmenschrift Mestec)

**Gut gegen
Informationsüberfrachtung:** Das
zweite Display für Funktionen
und Meßbereiche beim Datron
1281.



Datron 1281, mit Kalibrator

Die Datron-1281-Designer haben bei der Entwicklung ihres Flaggschiffs einen kompromißlosen Weg eingeschlagen und einen Kalibrator in das Gerät eingebaut. Er weist gegenüber den übrigen Meßgeräteparametern eine etwa um den Faktor zwei bessere Spezifizierung auf. Per Knopfdruck kann eine 'Selfcal'-Routine gestartet werden, die an 150 Kalibrierpunkten das Gerät abgleicht. Das Ganze in der Form der letzten Kalibrierung, wie sie von außen, im Labor vorgenommen wurde, also rückführbar auf die nationalen Standards. Hinweis auf

Bild 1. Arbeitet mit zwei Referenzen:
Datrons Multi-Slope-, Multi-Ramp-Wandler.

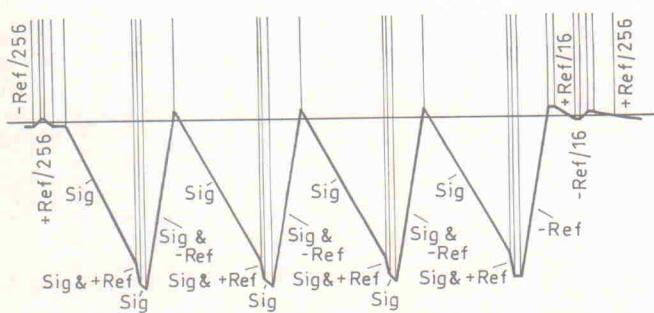
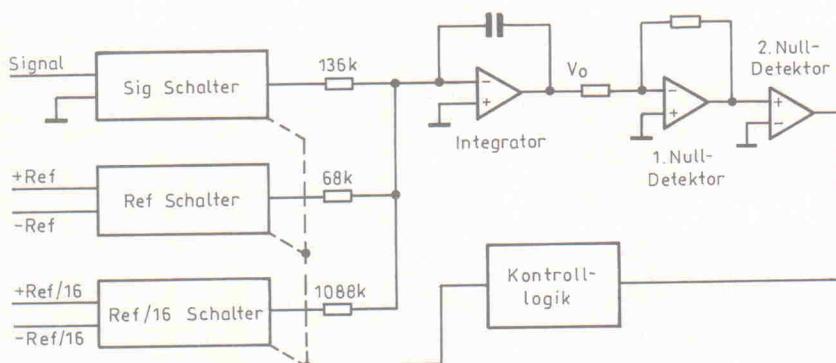


Bild 2. Das Hauptaugenmerk der Datron-Ingenieure bei der Entwicklung ihres A/D-Wandlers lag auf der exakten Bestimmung des Nullpunkts.

dem negativen Referenzsignal wird daraufhin die Integratorkapazität entladen, das Überschreiten des Nullpunktes signalisiert das Ende der 'groben' Umsetzung, die folgenden Schritte geben der Wandlung den letzten Schliff. Der Signaleingang wird auf Null gelegt und der Integrator mit +Ref/16 und fixer Zeitkonstante aufgeladen und nach einer weiteren Nullperiode mit -Ref/16 entladen. Einem letzten Nullsetzen des Systems folgt noch ein Aufladen des Integrators mit +Ref/256. Dadurch wird der Nullpunkt, der am Ende des 'Autozero-Modes' ermittelt wurde, wieder erreicht. Letztendlich bedeutet der Gesamtvorgang, daß die Ladung der Integratorkapazität, die vom Signal hervorgerufen wurde, durch den Einsatz unterschiedlicher Referenzen wieder ausgeglichen wird.

In der DMM-Version kostet das Datron 1281 etwa 20 000 DM. Auskunft und Bezug:

Wavetek Electronics GmbH
Freisinger Str. 34
8045 Ismaning
Tel.: 0 89/9 60 94 90
Fax: 0 89/96 71 70

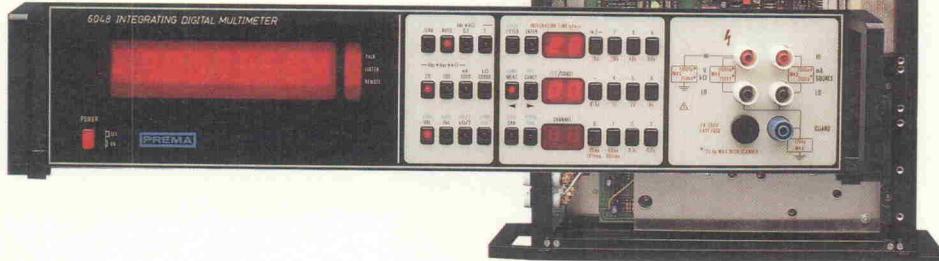
**Aus deutschen
Ländern:
Prema 6048**

Die Nummer 1 bei Prema – hausintern ‘Die Spitze’ – ist das 6048. Im Reigen der Vier ist es der jüngste Vertreter, was sich nicht zuletzt in der ‘Leichtigkeit des Seins’ ausdrückt.

Wandlungsverfahren aus eigenem Haus

Zur Analog/Digital-Umsetzung wird das integrierende Prema-Mehrfach-Rampen-Verfahren (Bild 3) benutzt. Die Integration erfolgt ohne Meßpausen. Ein mit dem Kondensator C als Integrator beschalteter Verstärker integriert kontinuierlich einen der Eingangsspannung U_e proportionalen Strom I_e auf. Die Eingangsspannung liegt bei diesem Verfahren ständig am Integrator an. Die Entladung des Kondensators C erfolgt während einer vorgegebenen Meßzeit T in periodischen Abständen durch einen Strom I_{ref} aus einer Vergleichsspannungsquelle mit entgegengesetzter Polarität U_{ref} . Während der Entladezeiten werden die Impulse des Oszillators gezählt und aufaddiert.

Hochgenaue Messungen erfordern lange Integrationszeiten. Das Prema 6048 visualisiert diese Phase mit einem Count Down.



Ein Komparator stellt den Null-durchgang des Integrationssignals bei der Abintegration fest, legt den letzten Zählimpuls fest und schaltet den Konstantstrom I_{ref} weg. Die Summe der Entladungszeiten ist dem Mittelwert der Eingangsspannung proportional und wird als Meßwert ausgegeben. Vorteil dieses Wandlungsverfahrens: Weder der Verlustfaktor des Kondensators noch das Driften seiner Kapazität hat Einfluß auf das Meßergebnis. Weiterhin ist dieses Verfahren unabhängig von der Frequenz des Taktoszillators, da die Zeiten T und t_i mit der gleichen Frequenz bestimmt werden.

Als positives Novum ist anzumerken, daß Prema sein Know-how in Sachen A/D-Wandler nicht für sich behält, sondern diesen 25-Bitter auch der inter-

essierten Öffentlichkeit anbietet (Preis: 548,- DM zuzüglich MwSt.).

Optional bietet Prema für sein Meßgerät eine Echtzeit-Ratiomessung an. Die Eingangsspannung des Vergleichseingangs hat hierbei die Funktion der Referenz, zu der dann direkt das Verhältnis zur Meßspannung gebildet wird. Diese Art der Ratiomessung hat sich laut Prema unter anderem in der Brückemeßtechnik bewährt, da Schwankungen der Brückenspeisespannung stark unterdrückt werden.

Das Prema 6048 kostet 13 610 DM (zzgl. MwSt.).

*Prema Präzisionselektronik GmbH
Robert-Bosch-Str. 6
6500 Mainz 42
Tel.: 0 61 31/5 06 20
Fax: 0 61 31/50 62 22*

Hewlett-Packard 3458 A: der Sprinter

Gerade beim Einsatz hochgenauer DMMs im automatisierten Prüffeld zählt jede Sekunde, HP meint sogar jede Millisekunde. Aus diesem Grunde ist eines der bestechenden Features des 3458 die Meßgeschwindigkeit. Die maximale Meßrate bei 4 1/2stelliger Anzeigegenauigkeit – und das entspricht immerhin einer 16-Bit-Auflösung – beträgt 100 000 Messungen/s, im 8 1/2stelligen Bereich sind es immer noch zügige 6 Messungen/s. Da ein Meßgerät auch einmal auf einen anderen Bereich umgeschaltet werden muß und das gerade, wenn man in Eile ist, viel Zeit kosten kann, haben die HP-Ingenieure auch hier einen 'Turbo' eingebaut. Mit 200 kompletten Umschalt-/Meßzyklen pro Sekunde (bestehend aus jeweils einer Funktions- und Bereichsumschaltung, einer Messung und einer Meßwertausgabe) ist das Gerät das schnellste, was seine Klasse zu bieten hat. Erreichbar wurden diese Geschwindigkeiten dadurch, daß man dem 3458 zwei Wandlerpfade spendierte (Bild 4):

- Ein Integrationspfad mit 150 kHz Bandbreite und variabler Aperturzeit (500 ns... 1 s).
- Und eine nichtintegrierende Wandlerstufe mit 12 MHz Bandbreite, fester Abtastzeit (2 ns) und 16 Bit Track & Hold-Stufe.

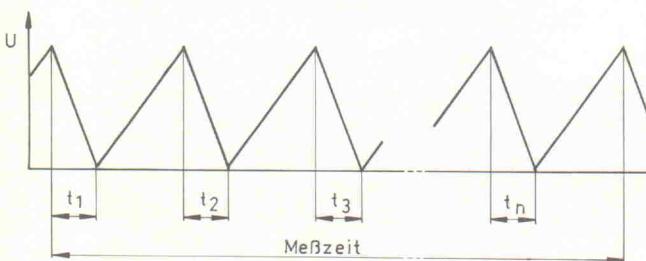
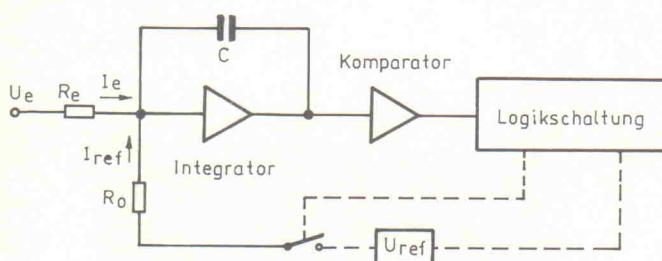
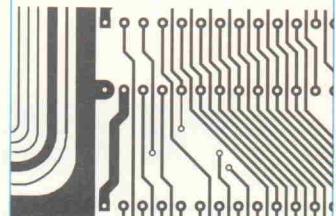


Bild 3. Ist auch als Bauelement erhältlich: Premas Wandler nach dem Mehrfach-Rampen-Prinzip.

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 Industrie-Anforderungen genügen – von der einseitigen Platine bis zum Multilayer, mit konventionell bedruckten 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 Leiterbahnssegmente 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.

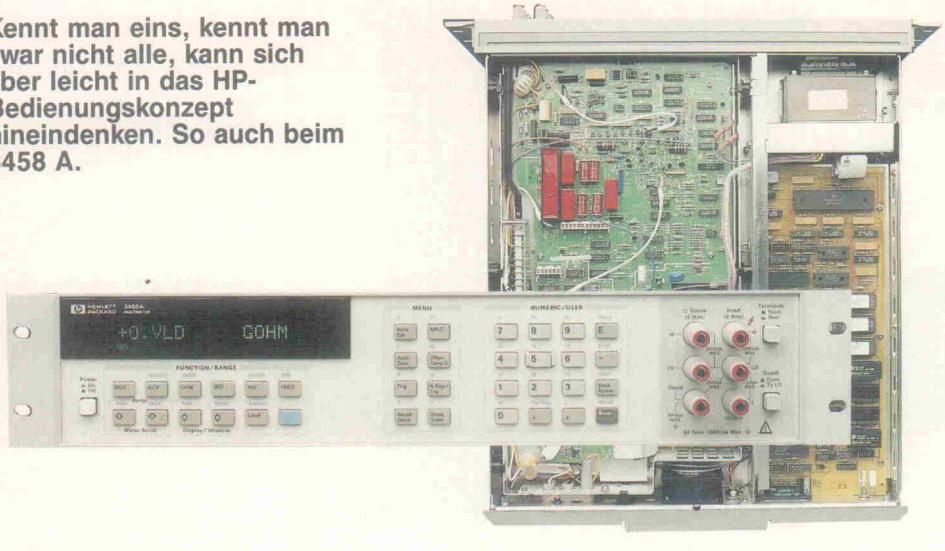


ASIX
TECHNOLOGY GMBH

Rudolf-Plank-Str. 21 · Pf. 142 · D-7505 Ettlingen

Tel.: 0 72 43-3 10 48 · Fax: 3 00 80

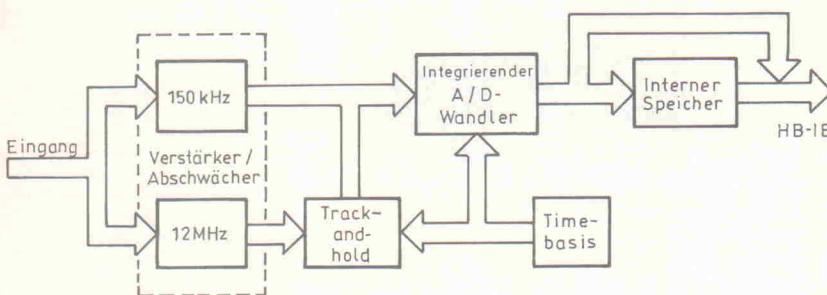
Kennt man eins, kennt man zwar nicht alle, kann sich aber leicht in das HP-Bedienungskonzept hineindenken. So auch beim 3458 A.



Solartron 7081: das Forschungsergebnis

Solatron setzte bei der Entwicklung seines DMM-Rolls-Royce auf Langzeitbeobachtungen von Bauelementen und DVMs. Diese Untersuchungen haben auf eine Verminderung der Drift über die Zeit hingewiesen. Sehr alte Widerstände beziehungsweise Präzisionsvoltmeter driften fast überhaupt nicht. Tests an hochwertigen Widerständen unterschiedlicher Hersteller über 10 Jahre hinweg zeigten, daß die Drift proportional der Quadratwurzel aus der Zeit ist. Dies bedeutet, daß ein 'Weglaufen' von 10 ppm im ersten Jahr, im zweiten Lebensjahr eines von 14 ppm sein wird und nicht, wie man erwarten könnte, eines von 20 ppm. Das Driftverhalten kann deshalb für längere Perioden vorausgesagt werden. In der Praxis führten diese Erkenntnisse dazu, daß dem kleinen Bruder des 7081, dem 7 1/2stöckigen 7071, der Stempel 'lebenslang berechenbare Spezifikationsbreite' aufgedrückt werden konnte. Für das 7081 gilt aber laut Vertriebsfirma Mestec: Regelmäßiges Kalibrieren ist so wichtig wie Zähneputzen. Ein weiterer Tip des Herstellers: Wenn es geht, Gerät nicht ausschalten, sondern durchlaufen lassen.

Bild 4. HP spendierte seinem 3458 gleich zwei Wandlerpfade.



Für die Benutzung des 12-MHz-Pfades stehen mit direktem und sequenziellem Sampling zwei Verfahren zur Verfügung.

Beim direkten Abtasten wird das Eingangssignal während jeder Meßperiode in so kurzen Abständen abgetastet, daß die innerhalb einer Periode erfaßten Meßpunkte eine Signaldarstellung mit der gewünschten Auflösung ergibt. Die maximale Abtastrate beträgt mit dieser Einstellung 50 000 Samples/s.

Sequentielles Abtasten ist ein Verfahren, das auch bei digitalen Speicheroszilloskopen angewandt wird. Die Meßkurve setzt sich aus Punkten zusammen, die in einer Vielzahl aufeinanderfolgender Meßperioden anfallen. Ein fester Bezugspunkt (Triggerpunkt) wird dabei von Meßperiode zu Meßperiode um ein Zeitintervall (minimal 10 ns) verschoben. Die mit diesem Verfahren erreichbare Digitalisierungsrate beträgt 100 MSamples/s; das Eingangssignal muß aber periodischen Charakter haben.

Für die Kalibrierung des HP 3458A werden nur zwei Normale benötigt, eine Gleichspannungsreferenz von 10 V sowie ein Präzisionswiderstand von

10 Ω, mit denen die interne Referenz abgeglichen wird. Alle anderen Kalibrierungen erschlägt Autocal. Das sind prozessorgesteuerte Routinen, die sich um weitere 197 abgleichwürdige Punkte des Instruments kümmern.

Je öfter, desto besser

Mit dem Kommando ACALL ALL kann man so nicht nur die Kalibrierintervalle verlängern, sondern das Gerät auch an un-

terschiedlichste (Temperatur-) Umgebungen optimal anpassen.

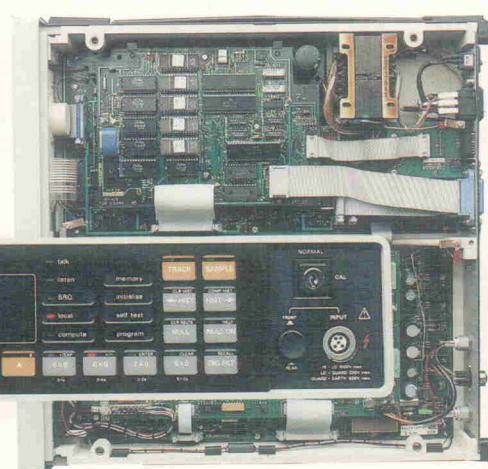
HP liefert das 3458A standardmäßig mit einer Spannungsreferenz mit 8 ppm Jahresdrift und einem Meßwertspeicher von 20 KByte zu einem Preis von etwa 14 000 DM (plus MwSt.) aus. Optional ist es auch mit einer 4-ppm-, 148-KByte-Ausstattung zu haben.

Hewlett-Packard Deutschland
Hewlett-Packard-Str.
6380 Bad Homburg
Tel.: 06172/4000

Pulsweiten- A/D-Wandlung

ist das Umsetzungsverfahren bei Solartron (Bild 5). Dieses Prinzip basiert auf einem im

Der Versuchung,
unzulängliche Meßleitungen
einzusetzen, schiebt
Solartron einen Riegel in
Form einer
Spezialeingangsbuchse vor.



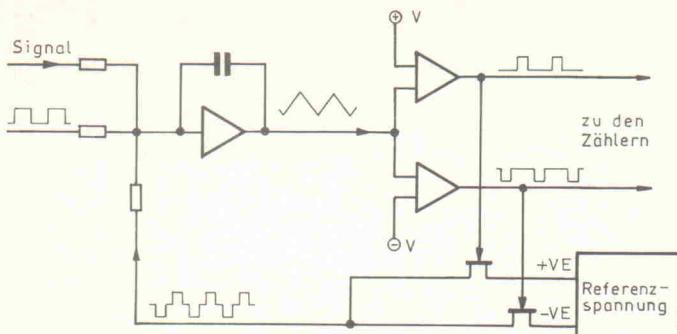


Bild 5. Detektion der Pulsweitenveränderungen sorgen beim Solartron für exakte Meßergebnisse.

Gleichgewicht gehaltenen dynamischen Integrator, der kontinuierlich die Eingangsspannung mißt. Ein Rechtecksignal ($f = 300 \text{ Hz} \dots 2 \text{ kHz}$) erzeugt am Ausgang des Integrators ein Signal in Dreiecksform. Zwei Komparatoren mit eng beieinanderliegenden Triggerpegeln schalten für die Zeit des Überschreitens des oberen beziehungsweise unteren Schwellwerts eine positive oder negative Referenzspannung auf den invertierenden Eingang des Integrators. Bei 0 V Eingangsspannung besteht das Rückkopplungssignal aus einem Präzisionsrechteck mit gleichen positiven und negativen Anteilen. Mit einer Eingangsspannung V_i ungleich 0 wird das Rechtecksignal derart 'moduliert', daß der Netto-DC-Anteil die Eingangsspannung kompensiert. In der Folge steuern die beiden Komparatoren einen Vor-/Rückwärtzähler an, dessen Zählerstand das Meßergebnis repräsentiert.

Tips zum Standort

Oft werden DMMs in Systemschränke eingebaut und arbeiten bei erhöhter Umgebungstemperatur. Ein Instrument mit einer Jahresspezifikation von beispielsweise 11 ppm und einem Temperaturkoeffizienten von $1 \text{ ppm pro } ^\circ\text{C}$ wird bei 35°C den Gesamtfehler verdoppeln. Dieser Fehler kann vermieden werden, wenn das Gerät bei der Temperatur, die am Einsatzort herrscht, kalibriert wird. Beim Einbau in den Systemschrank sollte außerdem darauf geachtet werden, daß es nicht über Wärmequellen plaziert wird. Der beste Ort ist möglichst weit unten.

Neben der obligatorischen IEEE-488-Schnittstelle ist das Solartron zusätzlich mit einem

RS-232C-Interface und einer sogenannten Minate-Schnittstelle ausgerüstet. Minate ist der optional erhältliche Solartron-Scanner der von $16 \dots 128$ Kanäle eingerichtet werden kann.

Das 7081 ist für $16\,500 \text{ DM}$ plus der üblichen Mehrwertsteuer bei der *Mestec GmbH*
Altostr. 30
8000 München 60
Tel.: 0 89/8 63 40 19
Fax: 0 89/8 63 23 20 zu haben.

Literatur

- [1] Qureshi, U., Neidig, M., *Einmalige Kalibrierung von DVMs, Applikationsbericht, Schlumberger Meßgeräte GmbH, Solartron Instruments*
- [2] *Digitalmultimeter 6047 und 6048, Datenblatt, Prema Präzisionselektronik GmbH*
- [3] Chenhall, H., *Seeking the ultimate in A/D precision, Electronic Product Design, 12/1987*
- [4] HP 3458 A, *Technische Daten, Hewlett-Packard*
- [5] *Electronic Calibration of the HP 3458A, Product Note: 3458A-3, Hewlett-Packard Company*
- [6] *1281 Seminar Notes, Datron Instruments*

Tektronix® direkt

High Tech
ohne Lieferzeiten

Die günstigen 3½-stelligen Digital-Multimeter DM 251 und DM 252 verfügen über eine Digital- und Analog-Anzeige.

Multimeter DM 251
DM 345,- + MwSt
(inkl. MwSt
DM 393,30)

Multimeter DM 252
DM 380,- + MwSt
(inkl. MwSt
DM 433,20)



Daten- und Offset-Speicher erleichtern die Signalanalyse.

Sie sind robust, wassergeschützt und haben ein abnehmbares Holster zur Stoßsicherung.

Neben den üblichen Gleich- und Wechselspannungen und -strömen können **Widerstände, Dioden, Kapazitäten und Frequenzen gemessen werden.**

Beide Geräte haben identischen Meßumfang und unterscheiden sich lediglich in der Grundgenauigkeit (DM 251 0,3%; DM 252 0,1%)

DM 250
DM 215,- + MwSt
(inkl. MwSt
DM 245,10)



Das wassergeschützte DM 250 in gelber Signalfarbe ist ein 3½-stelliges Digital-Multimeter.

Es ist für Gleich- u. Wechselspannungen sowie -strom geeignet.

Widerstandsmessungen sowie Dioden- und Durchgangstest lassen sich mit ihm einfach durchführen.

Überzeugen Sie sich von der bewährten Tek Qualität. Rufen Sie uns an, und bestellen Sie zum telefonischen Nulltarif.

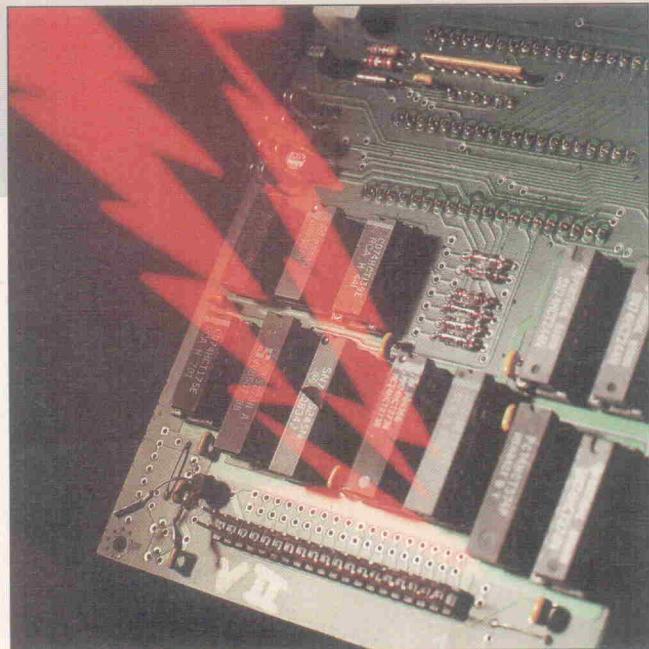
Tektronix®
COMMITTED TO EXCELLENCE

Tektronix GmbH
Colonia Allee 11, 5000 Köln 80

0130 / 5211
Anfragen und Bestellungen zum Nulltarif

Europaweiter Überspannungsschutz

Einheitliche Schutzmaßnahmen für die Dateneingänge elektronischer Baugruppen



Veiko Raab

Im Gegensatz zu den an anderer Stelle in diesem Heft beschriebenen Überspannungsschutzmaßnahmen für Stromversorgungen beschäftigt sich dieser Artikel mit der Absicherung von Datenleitungen. Als Beispiel für die Maßnahmen, die auch gerade in Hinsicht auf gesamteuropäische Vorschriften zu treffen sind, wird eine Überspannungsschutzbaugruppe beschrieben.

Mit dem Jahreswechsel 1992/1993 erfolgt der Start des europäischen Binnenmarktes. Damit treten gesetzliche Regelungen in Kraft, die die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von elektrischen und elektronischen Baugruppen, Geräten und Anlagen sicherstellen sollen.

Dies beinhaltet auch die Realisierung eines störungsfreien Zusammen- und Nebeneinanderwirks informations- und energietechnischer Systeme, auch unter dem Einfluß natürlicher Phänomene wie beispielsweise Blitzen. Diese Forderung gewinnt gerade im Zeitalter der Anwendung funktionsintensiver, zuverlässigeren- und sicherheitsrelevanter informatio-noselektronischer Systeme zunehmend an Bedeutung.

Damit wird die EMV zu einem wesentlichen Qualitätsmerkmal, welches seinen Niederschlag in dem zu dem betreffenden Produkt gehörenden Pflichten-/La-

stenheft finden muß. Eine ingenieurmäßige Handhabung des so definierten Qualitätsmerkmals 'EMV' macht es unumgänglich, Grenzwerte für Störfestigkeit und Emission festzulegen. Ebenso bedarf es genormter Meß- und Prüfverfahren, um die Vergleichbarkeit der Ergebnissen zu gewährleisten.

Unter dem allgemeinen Begriff 'elektromagnetische Verträglichkeit' faßt man die Teilgebiete Funkentstörung, Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch Starkstromanlagen, Auswirkungen von atmosphärischen Entladungen (LEMP), Netzrückwirkungen, Auswirkungen des nuklearen elektromagnetischen Impulses (NEMP) sowie Schaltvorgänge mit ihren Auswirkungen auf elektronische Geräte (SEMP) zusammen. EMV-Normen bestehen seit langem für die unterschiedlichsten Anwendungen und Produkte, ihre Vielzahl ist nahezu

unüberschaubar. Verantwortlich dafür zeichnet ein historisch bedingter Wildwuchs; Systematisierungen auf diesem Gebiet gab es bislang nur im militärischen Bereich.

Zur Realisierung einheitlicher Europa-Normen (EN) wurde das Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC) im Herbst 1988 von der EG-Kommission beauftragt, bis zur Schaffung des Europäischen Binnenmarktes die relevanten ENs zu schaffen, damit auch hier kein rechtsfreier Raum entsteht.

Dazu hat die CENELEC im Februar 1989 wiederum das Technische Komitee TC 110 ins Leben gerufen. Die Arbeit des TC 110 hinsichtlich der Normung der Störfestigkeit wird sich hauptsächlich auf die IEC-Standards beziehen. Dazu liegen mit der IEC 801 (TC 65) einige Normen und Normenentwürfe vor. Sie ist gegliedert in die Abschnitte:

- IEC 801-1: Allgemeine Einführung
- IEC 801-2/D: Elektrostatische Entladungen (ESD)
- IEC 801-3: Gestrahlte elektromagnetische Felder
- IEC 801-4: Schnelle Transienten (Bursts)
- IEC 801-5/D: Stoßspannungs-Immunitätsanforderungen (Blitz)
- IEC 801-6/D: CW (continuous wave) Stromeinspeisung

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die EG in bezug auf EMV-Normungen keinen Alleingang unternimmt und

Der Autor

Veiko Raab wurde vor 27 Jahren in Wolfen geboren. Nach seinem Studium – Elektrotechnik mit den Schwerpunkten Energiesysteme, elektrotechnische Geräte und Anlagen und Hochspannungsmeßtechnik – an der TH Ilmenau arbeitet Herr Raab als Applikationsingenieur in der Abteilung Anwendungstechnik der Firma Dehn + Söhne tätig.

Pegel	Leerlaufspannung (1,2/50)	Stromstoß (8/20) bei Kurzschluß
1	0,5 kV	0,25 kA
2	1,0 kV	0,5 kA
3	2,0 kV	1,0 kA
4	4,0 kV	2,0 kA

Tabelle 1.
Bestandteil der IEC 801-5 ist die Definition der vier Gefährdungspegel-Klassen.

damit einerseits Handelshemmungen innerhalb Europas sowie gleichzeitig auch neue Barrieren für den weltweiten Handel abbaut. Die EG-Staaten sind nach den Römischen Verträgen dazu verpflichtet, die Europa-Normen in nationales Recht umzusetzen, wofür keine Übergangszeiträume festgelegt sind. Es ist also damit zu rechnen, daß es in einigen Ländern nach 1993 noch gewisse Übergangsfristen geben wird. Im Endzustand wird die EG dann über einheitliche EMV-Anforderungen verfügen.

So legt die EMV-Richtlinie L 139 vom 3. Mai 1989 fest, daß EMV-Prüfungen durchzuführen sind und daß ausschließlich Geräte, die derart geprüft sind, mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet werden dürfen. Zusätzlich zum CE-Zeichen ist das Jahr anzugeben, in dem das Zeichen erstmals erteilt wurde. Zumeist kann der Gerätehersteller oder ein in der EG ansässiger Vertreter beziehungsweise Importeur die zur Erlangung des CE-Zeichens erforderlichen Prüfungen selbst ausführen, in einigen Fällen ist jedoch eine Drittprüfung durch autorisierte Stellen erforderlich. Die Hersteller von Geräten ohne dieses Zeichen riskieren, daß sie ihre Produkte vom Markt zurückziehen müssen oder Produkthaftpflichtforderungen gegen sie geltend gemacht werden.

Für den Nachweis der Immunität gegenüber Blitzstoßbeanspruchungen – sogenannte Sur-

ges – wird die EN 55 003 maßgebend sein, die im wesentlichen mit dem Entwurf IEC 801-5 identisch ist [3]. Beide beinhalten Stoßspannungs-Immunitätsanforderungen, wie sie vor allem bei indirekten Blitzwirkungen in Gebäuden auftreten können.

Ursprünglich wurde der Entwurf IEC 801-5 für industrielle Prozeßsteuerungen und Meßeinrichtungen formuliert, jedoch läßt er sich auch auf elektronische Einrichtungen jeglicher Art angewenden. Die hierin beschriebenen verschiedenen Gefährdungspegel sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Erfüllen die Geräte diese Testanforderungen nicht, so kann das Beschriften ihrer Eingänge mit Überspannungsableitern Abhilfe schaffen. Für diese Überspannungsableiter ist die DIN VDE 0845, Teil 2 (Entwurf) [4] verbindlich, hier heißen sie 'Überspannungsbegrenzer'. Diese Überspannungsbegrenzer teilt man bezüglich ihres Nennableitstoßstromes in die sechs in der Tabelle 2 aufgeführten Belastungsklassen ein.

Zum Erreichen der Anforderungen nach IEC 801-5 sind nur Überspannungsableiter erforderlich, die die Anforderungen der Belastungsklasse 1 nach DIN VDE 0845, Teil 2, erfüllen.

Technische Aspekte

Innovative Entwicklungstendenzen begünstigen die gegenseitige Beeinflussung von Systemen. Namentlich führt die Miniaturisierung elektronischer Bauteile und Baugruppen mit dem Ziel der Erhöhung der Funktionskomplexität in immer kleineren Volumina zu immer kleineren Signalenergien und kürzeren Ansprechzeiten. Zusätzlich werden die räumlichen Abstände zwischen energie- und informationstechnischen Schaltungsteilen immer geringer. Daher sind bereits in früher Phase der Planung und Entwicklung Maßnahmen zur Gewährleistung der zufriedenstellenden Funktion von Geräten in ihrer elektromagnetischen Um-

gebung zu treffen und konsequent zu verfolgen.

Bei der Konzeption von elektrischen und elektronischen Baugruppen ist also zu beachten, daß sie

- möglichen elektromagnetischen Beanspruchungen wie Störspannungen, Störströmen oder -feldern am Einsatzort ohne Funktionsausfall standhalten (Immunität),
- aber selbst nicht als Störquelle leitungs- oder feldgebundener elektromagnetischer Störaus- sendung fungieren (Emission),

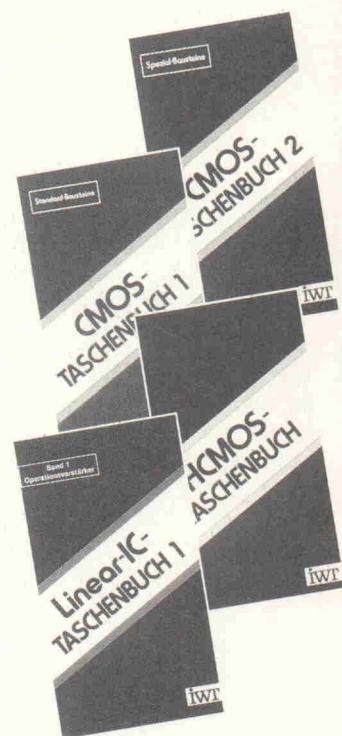
mit einem Wort also 'EMV-ge- recht' funktionieren.

Zusätzlich ist die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten und Systemen eine Forderung, die es auch wirtschaftlich optimal zu realisieren gilt. Nachträgliche EMV-Lösungen sind aus Kostengründen vielfach nicht mehr realisierbar. Werden EMV-Konzepte dagegen bereits in die erste Projektphase einbezogen, anstatt bis zur Produktion oder gar Installation zu warten, lassen sich Kosten im Verhältnis 1 : 1000 einsparen [1]. Dies bedeutet nicht nur eine gewaltige Kostenersparnis, sondern erweist sich zusätzlich als ein enormer Zeitgewinn.

Ein Überspannungsableiter, der den geschilderten Anforderungen gerecht wird, läßt sich in Hybridtechnik aufbauen. Die Abmessungen bleiben bei Verwendung dieser Technologie beispielsweise auf die Größe eines DIL-16-Gehäuses beschränkt, so daß sein Einsatz direkt auf der Leiterplatte leicht möglich ist.

Moderne Überspannungsschutzbäusteine begrenzen die Überspannung in zwei Stufen und führen den Störstrom zum Masspotential ab (Bilder 1 und 2). Die erste Schutzstufe liegt bei den hier gezeigten Typen zwischen den Anschlüssen 1 und 2. Dieser Grobschutz ist mit einem Gasentladungsableiter realisiert, eine solche Stufe kann Impulströme bis zu einigen kA führen. Jedoch spricht der Grobschutz erst bei Spannungen von einigen 100 V an. Das erfordert einige Besonderheiten bei der Leiterplattenauslegung, auf die noch näher eingegangen werden soll. Die zweite Stufe, der Feinschutz, liegt zwischen den Anschlüssen 3 und 4. Hier erfolgt die Begrenzung der

Schnelle Hilfe bei integrierten Schaltungen.



LINEAR IC
Band 1, Operationsverstärker, 252 S
ISBN 3-88322-349-2; DM 39,80

HCMOS
336 S.; ISBN 3-88322-137-6; DM 42,-

CMOS
Teil 1, Standard-Bausteine
240 S.; ISBN 3-88322-120-1; DM 32,-
Teil 2, Spezial-Bausteine
216 S.; ISBN 3-88322-009-4; DM 32,-

Die Linear IC-, CMOS- und HCMOS-Taschenbücher sind Standardnachschlagewerke in der Elektroniker-Praxis. Sie bieten eine übersichtliche Zusammenstellung aller integrierten Operationsverstärker sowie aller schnellen HCMOS und integrierten CMOS-Bausteine. Das ermöglicht den schnellen Zugriff auf den gesuchten Baustein. Darauf kommt es an in der Praxis. IWT Elektronikfachbücher erhalten Sie im guten Fachhandel.



Bestellcoupon: ER 12/91
Ich bestelle hiermit folgende Elektronik-Taschenbücher:
 Linear ICs Stück.....
 HCMOS Stück.....
 CMOS, Teil 1 Stück.....
 CMOS, Teil 2 Stück.....

Absender: _____

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

Belastungsklasse	Nennableitstoßstrom (6/20)
1	2,5 kA
2	5 kA
3	10 kA
4	20 kA
5	50 kA
6	100 kA

Tabelle 2. In der DIN 0845 sind die sechs hier wiedergegebenen Belastungsklassen für Überspannungsbegrenzer definiert.

Spannung auf den jeweils geforderten Schutzpegel.

Bei diesen EMV-Schutzbausteinen berücksichtigt die getrennte Anschlußmöglichkeit von 'Signalground' (SG) und 'Protectivground' (PG) auch Applikationen, bei denen die Elektronikmasse (SG) nicht geerdet ist oder, wie beispielsweise in symmetrischen Systemen, prinzipiell nicht geerdet werden darf.

Bei Probeaufbauten sowie natürlich beim Layouten ist zu beachten, daß die Reihenfolge des Grob- und Feinschutzes unbedingt einzuhalten ist, da der Baustein für die zu erwartenden Störungen eine eindeutige Ventilcharakteristik aufweist: schließlich ist ja nicht das Netz vor aus DV-Anlagen stammenden Überspannungen im kV-Bereich zu sichern. Bei korrekter Anwendung jedenfalls vereinen die Hybride eine hohe Leistungsfähigkeit mit kleinsten Abmessungen. Die Anschlüsse sind hier in Single-In-Line im Rastermaß 2,54 mm ausgeführt, das Modul eignet sich also zum Einlöten in Leiterplatten oder zur Steckkontaktierung über Standard-IC-Fassungen.

Wie bereits erwähnt, sind auch beim Layout einige Punkte zu berücksichtigen: Die Konzeption einer Überspannungsschutz-Beschaltung sieht vor, daß die Störströme über den Protectiv-ground-Pin abgeleitet werden; dieser Erdanschluß ist also auf dem kürzestmöglichen Weg mit dem nächstgelegenen Erdungspunkt zu verbinden.

Um ein Überschlagen von Störspannungen zwischen Ein- und Ausgang zu vermeiden, sind die entsprechenden Leiterzüge, wie in Bild 3 gezeigt, räumlich zu trennen. Aufgrund der zu erwartenden Stoßspannungs- und Stoßstrombelastung sind für die Lage der Bahnen zu den Pins 1 (PG) und 2 (Leitungseingang) einige weitere Gestaltungsrichtlinien zu beachten.

Während die hier notwendige Mindest-Leiterbahnbreite bei 70 µm Kupferauflage 3 mm und bei 105 µm Kupferauflage 1,5 mm beträgt, ist zwischen den Leiterbahnen sowie zwischen den Pins 'SG', 'IN' und 'PG' ein Mindestabstand von 1 mm einzuhalten.

Bei einigen Typen ist es sinnvoll, den Ausgang mit Leistungsentkopplung zu verwenden. Diese verhindert, daß Teile der Störströme in die zu schützende Schaltung fließen. Diese Schaltungsviante ist vor allem bei niederohmigen Eingängen oder Eingängen mit Clamping-Dioden zu empfehlen. Die zu schützenden Eingangsschaltungen bzw. Clamping-Dioden müssen dann für den maximalen Stoßstrom i_S ausgelegt sein. Ist dies nicht möglich, so muß extern ein zusätzlicher Widerstand R_v vorgesehen werden.

Werden die Applikationshinweise beachtet und die Nenndaten nicht überschritten, so arbeitet das Schutzgerät wartungsfrei. Sollten die Nenndaten überschritten und das Schutzgerät damit überlastet werden,

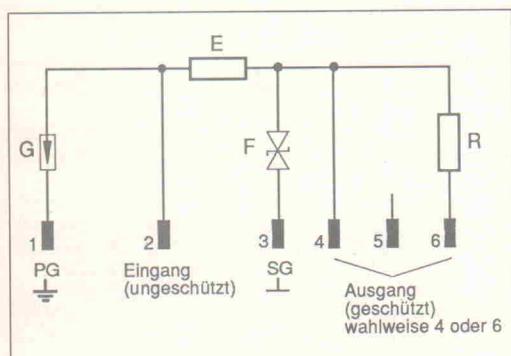


Bild 1.
Prinzip-
schaltbild
eines Über-
spannungs-
begrenzers.

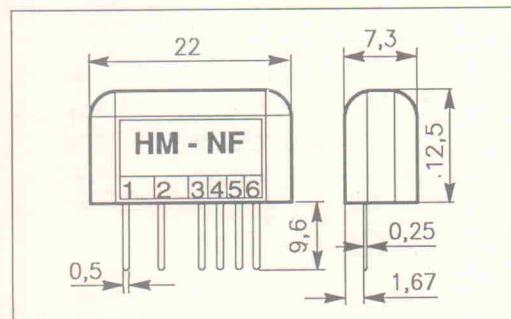


Bild 2. Der
in Bild 1
gezeigte
Hybrid
Baustein
findet in
einem SIL-8-
Gehäuse
Platz.

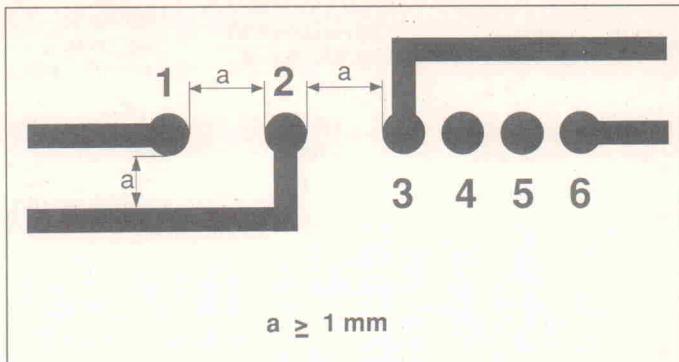


Bild 3. Mindestanforderungen für die Leiterbahngestaltung im Bereich der Überspannungs-Schutzschaltung.

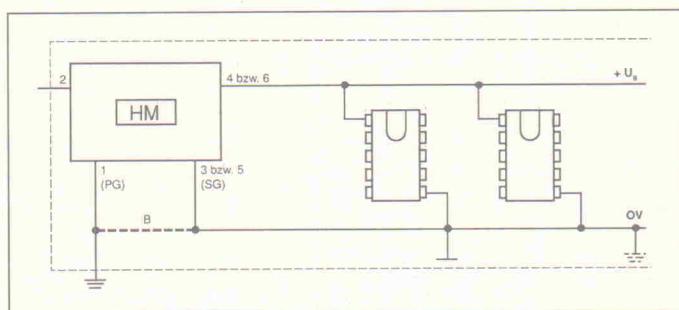


Bild 4. Je nach Anforderung kann das Layout so gestaltet werden, daß Eingangs- und Ausgangsmasse beziehungsweise Protectiv- und Signalground miteinander verbunden oder voneinander getrennt sind.

so macht sich ein Ausfall als 'Fail-Safe' bemerkbar: Die Datenübertragung wird zwar kurzfristig unterbrochen, kann danach aber im Gegensatz zu einem ungeschützten Gerät wieder aufgenommen werden.

Neben diesen Applikationshinweisen sind die einschlägigen DIN-Normen wie

- DIN 40 801, Teil 1 und 2 [7, 8],
 - DIN 41 494 [9] und
 - DIN IEC 326 [10]

zu beachten.

Literatur

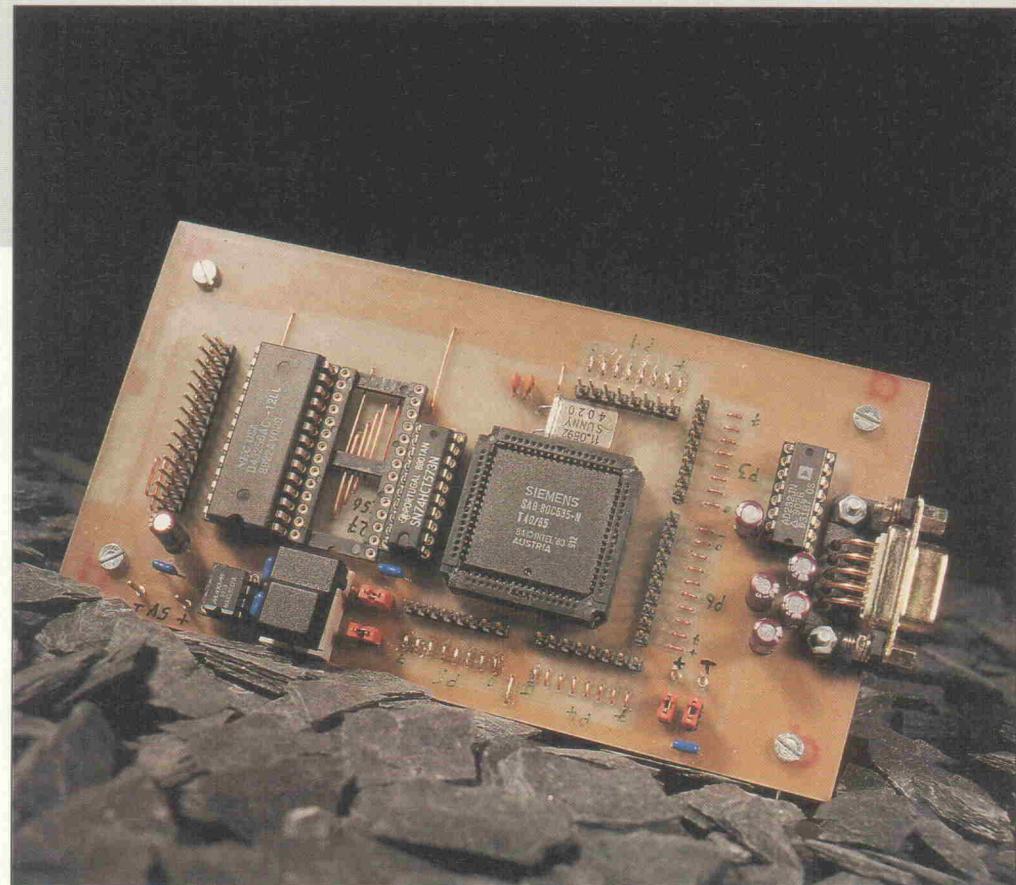
- [1] Rechtzeitige EMV-Maßnahmen senken Kosten, Elektrotechnische Zeitschrift etz, Band 112, Heft 1, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach 1991
 - [2] Möhr, D. E. C., Das Jahr 1992 und was bedeutet es für die EMV in Europa, Elektric 5/91, Verlag Technik GmbH, Berlin 1991
 - [3] IEC 801-5/D/Oct. 1989 (IEC TC 65 WG 4), Electromagnetic Compatibility for Industrial-Process and Control Equipment Part 5: Surge Immunity Requirements, Central Office of the IEC 3, rue de Varembe, Geneva/Switzerland
 - [8] DIN IEC 326, Teil 3/03.85, Gedruckte Schaltungen; Leiterplatten, Gestaltung und Anwendung von Leiterplatten
 - [9] DIN IEC 326, Teil 4/03.85, Gedruckte Schaltungen; Leiterplatten, Anforderungen an Leiterplatten mit Leiterbildern auf einer oder auf beiden Seiten und ohne metallisierte Löcher
 - [10] DIN IEC 326, Teil 5/03.85, Gedruckte Schaltungen; Leiterplatten, Anforderungen an Leiterplatten mit Leiterbildern auf einer oder beiden Seiten und mit metallisierten Löchern

535-Designer

Entwicklungsboard für 80C535 mit minimaler Hardware-Umgebung

Carsten Wille

Minimalkonfiguration und einseitiges Layout sind die Merkmale dieser Entwicklungsplatine, die Kosten und Zeit sparen hilft, wenn es schnell gehen soll.



Die gewöhnlichen Entwicklungsplatten mit Single-Chip-Prozessoren oder -Controllern haben zwei Nachteile: Erstens sind sie nicht ganz billig, und zweitens sind sie eben doch meistens mit einer anderen Anwendung belegt, wenn man sie braucht. Und eben mal schnell RAM, EPROM, µC und Schnittstelle zusammenzuführen, dauert auch zu lange.

Der 535-Designer schließt hier eine Lücke, denn dank niedrigster Gestehungskosten kann man ihn für unvorhersehbare Fälle bereitstellen, unter Umständen ist er aber auch schnell aufgebaut und einsatzbereit. Insbesondere das einseitige Layout kann oft die Bereitstellung dieser Entwicklungsplatine

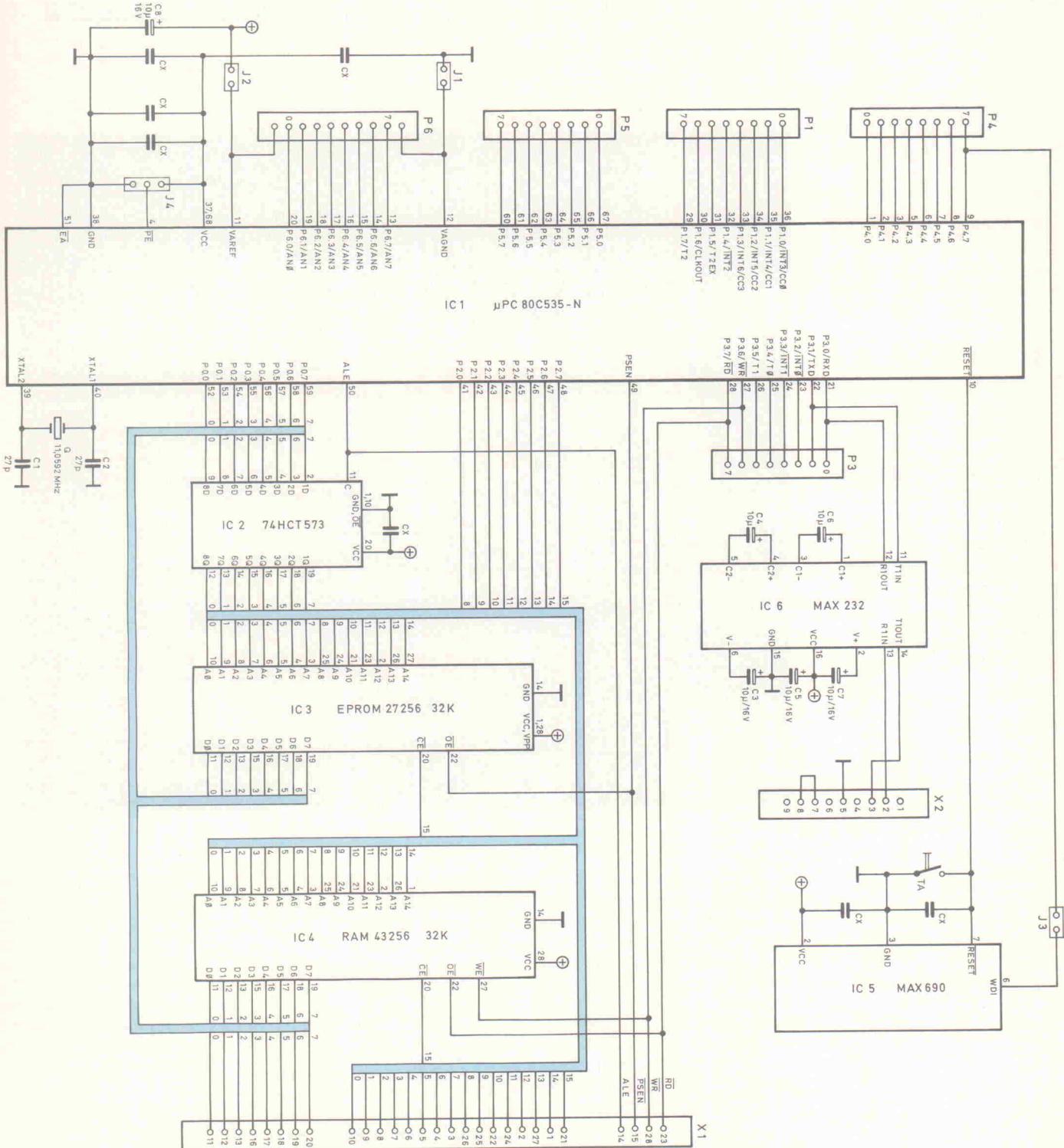
verkürzen, da die Zugriffszeit auf die hier verwendeten Halbleiterkomponenten vielerorts sehr kurz ist.

Da heutige Anwendungen meist speicherhungrig sind, darf ein großzügiger Daten- und Programmspeicher nicht fehlen. Das RAM und das EPROM belegen jeweils die unteren 32 KByte der Adreßräume, dies dürfte für fast alle in Frage kommenden Anwendungen ausreichen.

Die Erzeugung des Reset-Signals fällt in den Zuständigkeitsbereich des MAX 690, einem IC aus der Reihe der 'Microprocessor Supervisory Circuits' von Maxim. Bei gecktem Jumper J3 wird dieser auch zum Wachhund; will

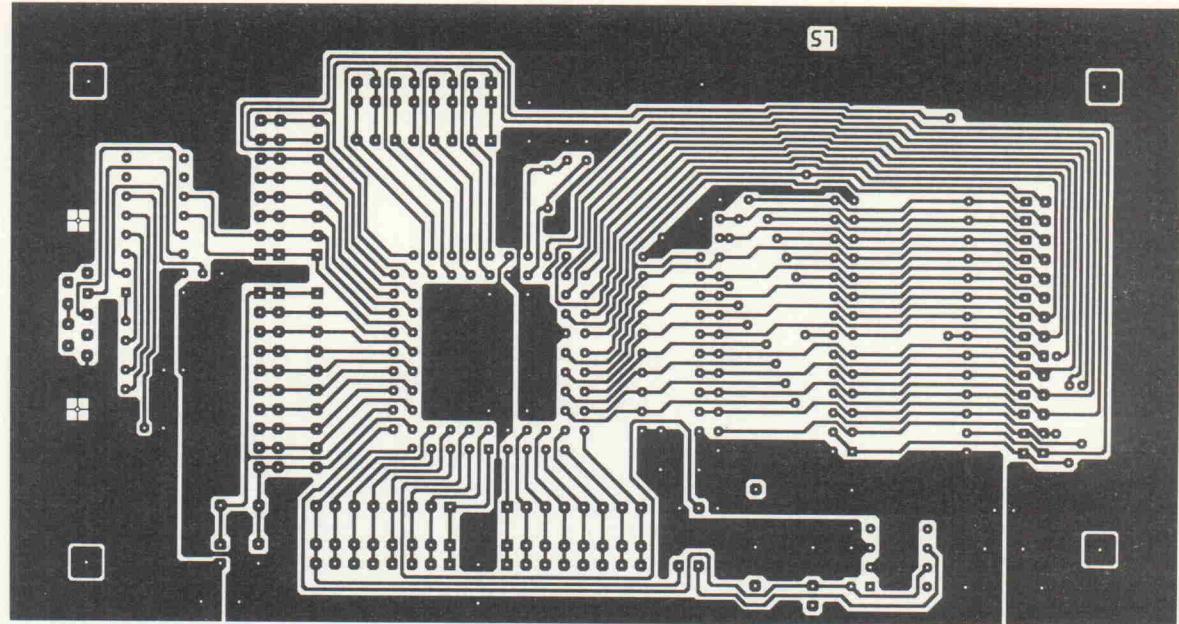
sagen, die CPU muß über Port 4, Bit 7 ständig an der Watchdog-Leine zerrn; diese Pegelwechsel verhindern, daß der Supervisor den Reset auslöst. In der vorliegenden Schaltung muß spätestens alle 1,2 s ein Pegelwechsel erfolgen, um den Zähler im MAX 690 zurückzusetzen.

Als Controller darf in dieser Schaltung nur die ACMS-Version des 80535 verwendet werden, also der 80C535 da diese eine andere Pinbelegung hat: Über den Jumper J4 kann man nämlich der CPU am /PE-Anschluß (Pin 4) mitteilen, ob sich diese selbständig in den Power-Down-Modus schalten darf oder nicht. Der Substratkondensator der MYMOS-Ver-



Viel (Speicher-)Platz in der kleinen Hütte (IC4, IC5). Mit /PE an GND (J4) darf sich die CPU selbständig in den Power-Down-Modus schalten. Kondensatoren CX: siehe Stückliste.

Platinen für Schaltungen mit hochpoligen ICs lassen sich durchaus einseitig layouten ...



Stückliste

Halbleiter:

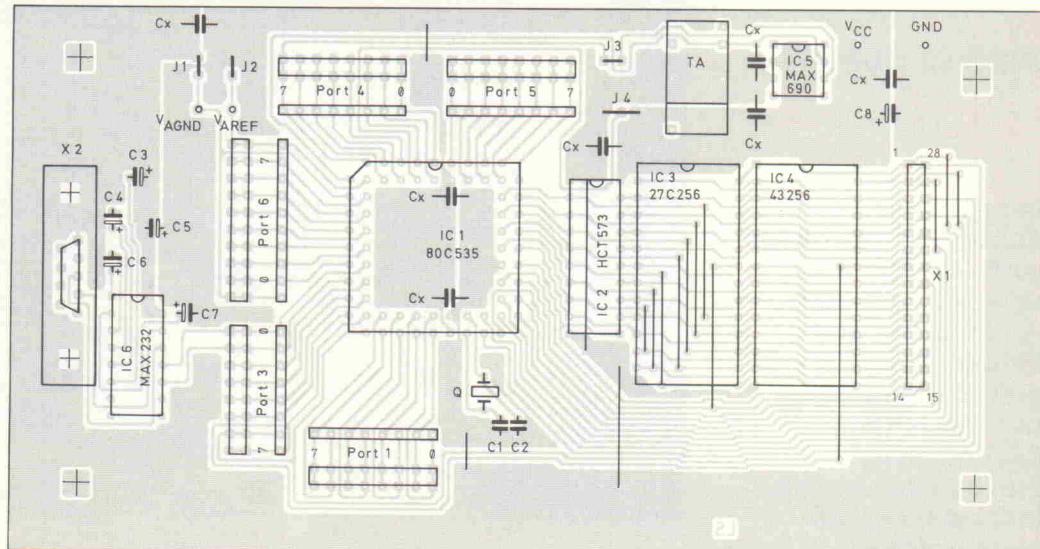
IC1	80 C 535-N 12 MHz
IC2	74 HCT 573
IC3	EPROM 27 C 256
IC4	RAM 43256
IC5	MAX 690
IC6	MAX 232

Kondensatoren:

C1,2	27p, ker., RM 2,5
C3...8	10µ/16V, stehend
7 × Cx	100n, RM 5

Sonstiges:

Q	11,0592 MHz
Ta	Digitaster
J1...4	ingesamt 9 Pfostenpins
P1,3,4,5	1reihige Pfostenleiste 8pol.
P6	1reihige Pfostenleiste 10pol.
X1	2reihige Pfostenleiste 28pol.
X2	SUB-D-Buchse 9pol., 90°
1 IC-Fassung DIL 8	
1 IC-Fassung DIL 16	
1 IC-Fassung DIL 20	
2 IC-Fassungen DIL 28	
1 PLCC-Fassung 68pol.	
1 Platine	



sion ist auch zugunsten eines weiteren Versorgungsspannungsanschlusses gewichen (Pin 37). Der MAX 232 als Pegelkonverter für die serielle Schnittstelle sorgt für die externe Kommunikation.

Alle Signale des 80C535 können an Pfostenstifitleisten abgegriffen werden. Am Stecker X1 liegen auch die zwischengespeicherten unteren 8 Bit des Adressbus an. Um nicht für

jeden Draht einen Stecker zu verbrauchen, sind die Ports zusätzlich über Drahtbrücken im direkten Lötkontakt zu erreichen. An den Jumpern J1 und J2 entscheidet sich, ob die Referenzspannungseingänge des eingebauten A/D-Wandlers an der Versorgungsspannung liegen oder an einer externen Referenzspannungsquelle.

Beim Bestücken der Platine ist zu beachten, daß die beiden Abblockkondensatoren unter dem Sockel von IC 1 auf der Lötseite der Platine angebracht werden müssen.

Zur allgemeinen Funktionsweise des Mikrocontrollers 80C535 sei an dieser Stelle auf andere Beiträge in dieser Zeitschrift verwiesen, in denen der Baustein ausführlich besprochen wurde. Eine Besonderheit hat der 80C535 allerdings doch noch: Port 6 kann über das Spezialfunktionsregister 0Dbh als

... doch dann sind einige Drahtbrücken nicht zu vermeiden.

Digital-8-Bit-Eingang ange- sprochen werden.

Sollten noch Fragen offen sein, so ist insbesondere auf das User's Manual von Siemens hinzuweisen. Dort wird über jedes Bit im Mikrocontroller Rechenschaft abgelegt.

Literatur

User's Manual 80C515/80C535, Siemens, Bestellnummer B158-B6140-X-X-7600

Datenlogger 535, Einführung und Controllerplatine, Elrad 1/90, Seite 18 ff.

Flexcontrol, 80535-Controllerboard, Elrad 6/91, Seite 42 ff.

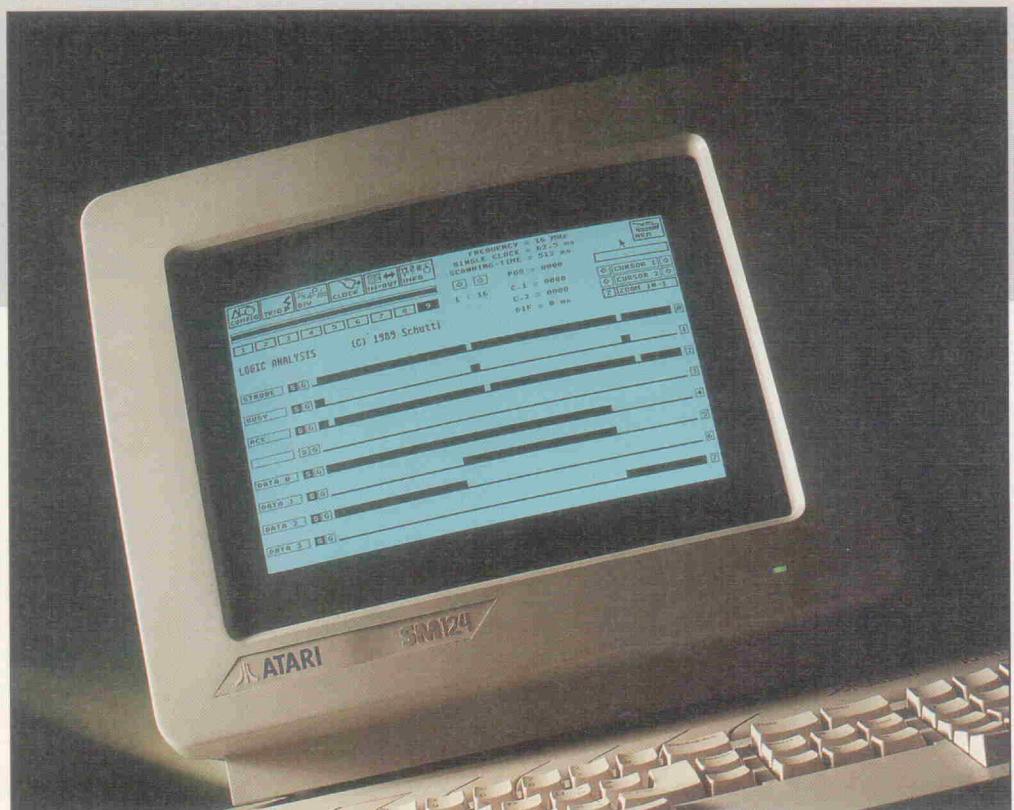
Die Pinbelegung der Pfostenleiste X1.

Logik-Analyse mit dem Atari ST

Markus Schutti

Immer mehr Entwicklungsprojekte sind – digital – so komplex, daß sich Fehlersuche und Timing-Analysen nur unter Einsatz eines Logic Analyzers ökonomisch durchführen lassen. Insbesondere der gegenwärtige Controller-Boom wird dazu beitragen, daß der Analyzer zum Standardgerät im Entwicklungslabor avanciert.

Die Preise für LAs der Upper-Class beginnen bei rund 50 000 Rechnungseinheiten. Ein Analyzer auf Atari-ST-Basis liegt unvermeidlich am anderen Ende der Skala.



Die Datenübertragungsrate zwischen Analyzer und Rechner hat einen vorgegebenen oberen Grenzwert, aber gerade der Einsatz des Rechners ermöglicht andererseits – im Vergleich zu einem Stand-alone-LA – ein außerordentlich günstiges Preis-/Leistungs-Verhältnis.

Ein Logikanalysator ist ein Meßgerät ähnlich einem Oszilloskop, das jedoch markante Unterschiede aufweist; Messungen werden ausschließlich in Logiksystemen wie Computern, Digitalschaltungen et cetera durchgeführt. Das bedeutet, daß die Auflösung in y-Richtung (Amplitude) auf zwei Zustände reduziert werden kann: logisch 1 und logisch 0; die Detektierung auf Tristate (hochohmig) wäre eine mögliche Erweiterung.

Die Signale, die mit dem LA gemessen werden sollen, sind

meist unperiodisch. Das heißt, daß ein zirkuläres Triggern, um ein stehendes Bild zu erhalten, nicht zielführend ist – ein Speicher ist unabdingbar.

Im Gegensatz zur Analogtechnik, wo nur relativ wenige Signale die Funktionsgruppen der Schaltung durchlaufen, sind in der Digitaltechnik zahlreiche, voneinander unabhängige Signale vorhanden – es müssen also mehrere Meßkanäle zur Verfügung stehen.

Meßprinzip und Meßfehler

Die Messung erfolgt zu genau definierten Zeitpunkten, sie liefert also Muster (Samples) des Signals. Aus dem ursprünglichen kontinuierlichen Meßsignal entsteht ein zeitdiskretes Signal. Da die Abtastfrequenz einen endlichen Wert hat, treten folgende Abtastfehler auf:

– Die Impulsbreiten der Meßsignale werden verfälscht; sie können verkürzt, aber auch verlängert sein.

– Kurzzeitige Änderungen auf dem Meßkanal werden im Sample-Modus nicht detektiert, wenn diese zwischen zwei Abtastzeitpunkten liegen.

Mit einem Glitch-Detektor ist es jedoch möglich, auch kurzzeitige Änderungen auf dem Meßkanal zu erkennen: Der Impuls wird bis zum nächsten Abtastzeitpunkt festgehalten.

Die Systemkomponenten

Das System wurde so ausgelegt, daß die Datenerstellung ausschließlich mit dem Rechner (Atari ST) erfolgt; die Signalaufnahme und Speicherung wird auf dem externen (eigentlichen) Logikanalysator vorge-



Bild 1. Aufgabenteilung zwischen Rechner und LA-Baugruppe.

nommen (Bild 1). Daraus resultieren folgende günstige Systemeigenschaften:

Die Datendarstellung und vor allem die Datenverarbeitung kann der Rechner flexibel und dank grafischer Unterstützung komfortabel gestalten. Die Kosten sind drastisch reduziert, da die Tastatur zur Konfiguration und Steuerung des LA entfällt. Die gesamte Bedienung erfolgt vom Rechner aus. Zur Darstellung der Messung dient selbstverständlich der Rechner-Monitor.

Nachteile des Konzeptes: Ein Computer-Arbeitsplatz ist belegt, und die Datenübertragung vom LA zum Rechner über

Bild 2. Das UART IC 4 (hier können auch noch solche Antiquitäten wie das TMS 6011 'recycelt' werden) versorgt die RS-232-Schnittstelle und den Bus mit den nötigen Signalen.

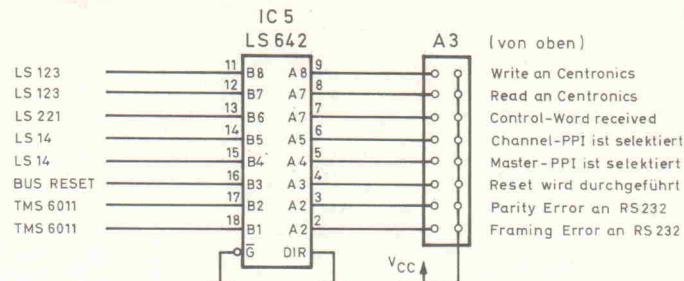


Bild 3. Über den Slot A 3 werden mit acht Leuchtdioden die Betriebszustände der Schnittstellen signalisiert; die LEDs sind jeweils zwischen Vcc und dem gegenüberliegenden Pin anzuschließen.

rekt vom Rechner übernommen. Diese Betriebsart lässt sich jedoch nur auf langsam veränderliche Meßsignale anwenden, da aufgrund der trügen Datenübertragung die Abtastfrequenz erheblich reduziert ist.

Der Meßvorgang im zeitlichen Ablauf

dann startet der LA den Abtastvorgang, das heißt, die Meßsignale werden zeitdiskret abgetastet und im schnellen externen Speicher des LA vorerst abgelegt. Dieser Scanning-Zyklus endet, wenn das Speicher-Ende erreicht ist. Anschließend erfolgt die serielle, folglich langsame Übergabe der gespeicherten Daten an den ST, der sie auf dem Monitor darstellt und zur weiteren Bearbeitung bereithält.

Optionell steht die Betriebsart des Direct Access zur Verfügung:

Die Meßsignale werden nicht im externen Speicher zwischengespeichert, sondern di-

Kriterium für Effizienz: die Software

Die Daten müssen grafisch übersichtlich aufbereitet werden, alle Einstellungen sollen rasch und komfortabel erfolgen können. Bei dem Programm 'Logic Analysis' (Copyright beim Autor), das auf dem Atari ST lauffähig ist, sind alle Funktionen mit der Maus erreichbar: Der Benutzer des Systems kann sich voll auf das Meßobjekt selbst konzentrieren und wird nicht durch umständliche Tastatureingaben abgelenkt.

Weiter ist das Programm icon-gesteuert, der Benutzer kann also durch Anklicken eines Symbols jeweils eines der sy-

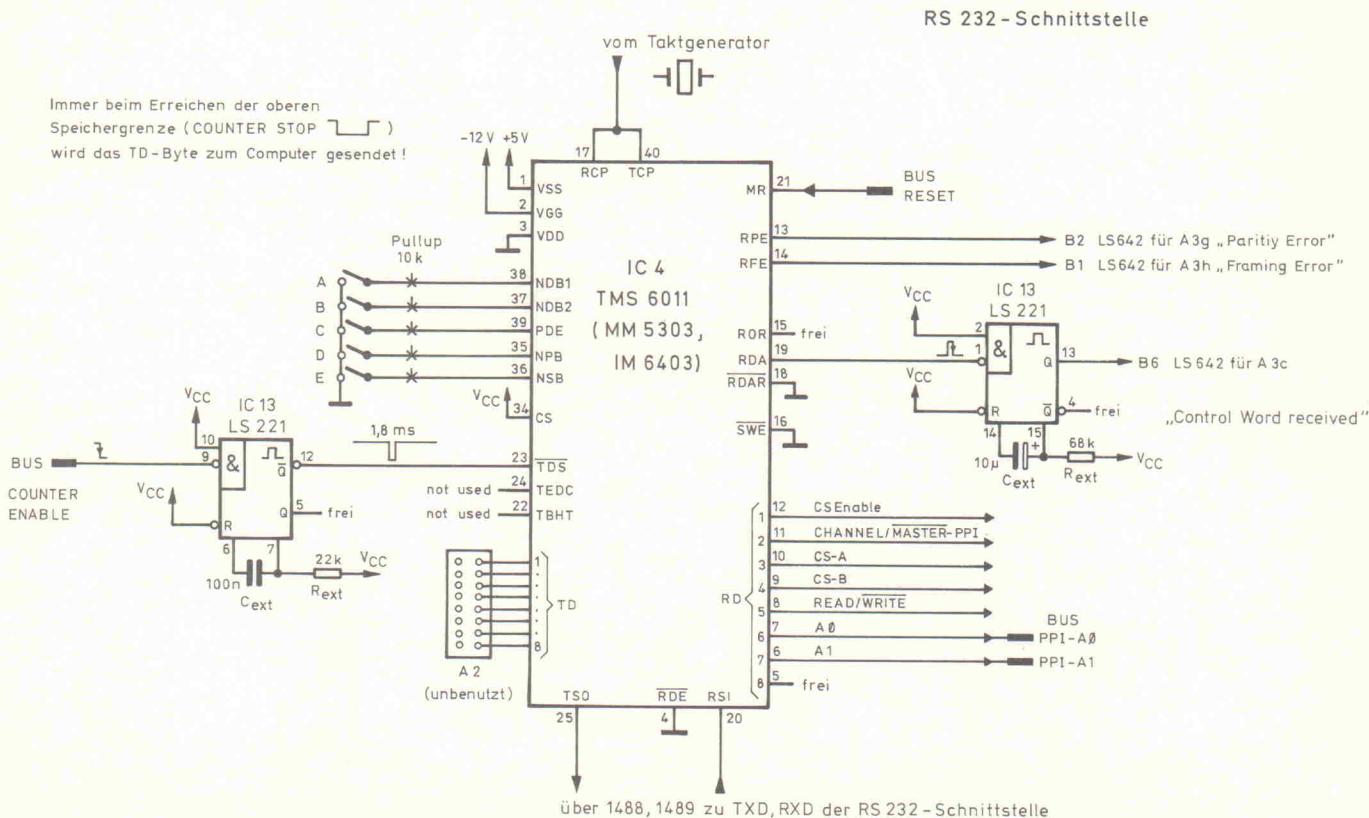
stematisch abgegrenzten Unter-
menüs anwählen, beispielsweise
den Block 'Triggerkonfigura-
tion' oder die 'Taktquellen'.

Messungen am abgespeicherten Signal werden durch vielfältige Cursor-Funktionen unterstützt: 'Zoom in', 'Zoom out', 'Zoom difference', 'Time difference' ...

Eigenschaften und technische Daten

- Abtastfrequenz für Sample-Modus und Glitch Detect:

0...20 MHz. Intern sind zwei Taktoszillatoren für 10 MHz und 16 MHz vorhanden; extern können zwei weitere Taktquel-



Stückliste

Interface

Widerstände:

1k	2x
10k	14x
1M	2x
220R	16x
330R	2x
140k	2x
22k	1x
68k	1x
100k	1x

Kondensatoren:

33p	1x
47p	1x
100n	18x
680n	1x
10µ/16 V Tantal	5x

Halbleiter:

IC1	MC 1489
IC2	MC 1488
IC3	CD 4060
IC4	TMS 6011/MM 5303
IC5	LS 642
IC6	LS 14
IC7	LS 00
IC8	LS 645
IC9	LS 139
IC10	LS 00
IC11	LS 01
IC12	LS 123
IC13	LS 221
IC14	LS 14
IC15	LS 4041

Sonstiges:

Quarz 2,4576 MHz
Stromschienen im Raster 2,54
Steckerleisten
Fassungen
Pfostenleisten
Lötnägel
Cinchbuchse

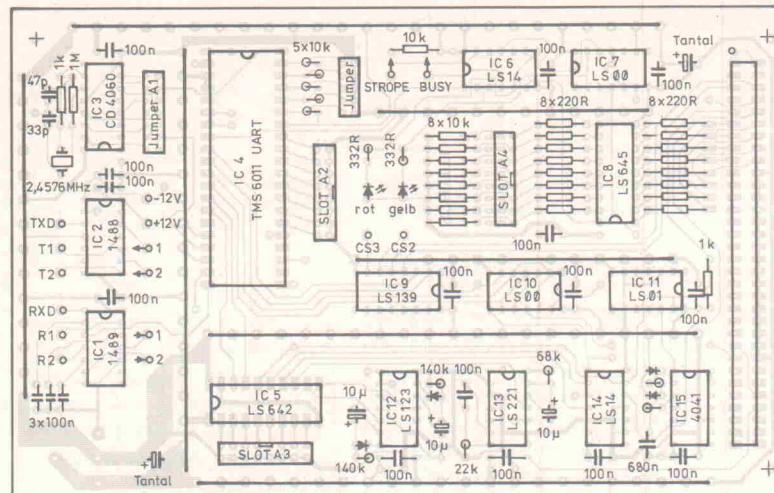


Bild 4. Bestückung der Interface-Karte.

len angeschlossen werden, diese Option ist beispielsweise zur Synchronisation mit dem Meßobjekt erforderlich.

– Speichertiefe pro Kanal: 8192 Schritte/Abtastzeitpunkte (8 kbit × 8 Kanäle ergibt 64 kbit Speicher). Der Datenskew zwischen den einzelnen Kanälen beträgt maximal wenige ns.

– Kanalkapazität: in der Grundversion acht voneinander unabhängige Kanäle. Glitch Detect kann parallel zum Sample-Modus optionell eingeschaltet werden; dabei bleibt die volle Kapazität von acht Kanälen erhalten. Das System ist modular aufgebaut, es läßt sich durch Einfügen weiterer Channel- und

Memory-Platinen um jeweils acht Kanäle erweitern.

– Glitch Detect: Glitches bis unter 5 ns werden noch erkannt und zu 100 % erfaßt und gespeichert. (Bei der Erfassung und Zwischenspeicherung von Glitches treten Laufzeitprobleme auf, die nur mit hohem Aufwand zu lösen sind.) Es kann vorkommen, daß ein nur einmal aufgetretenes Glitch doppelt auf dem Monitor erscheint; die Schaltung ist dahingehend ausgelegt, daß ein Glitch mit mehr als 100prozentiger Sicherheit erfaßt und gespeichert wird.

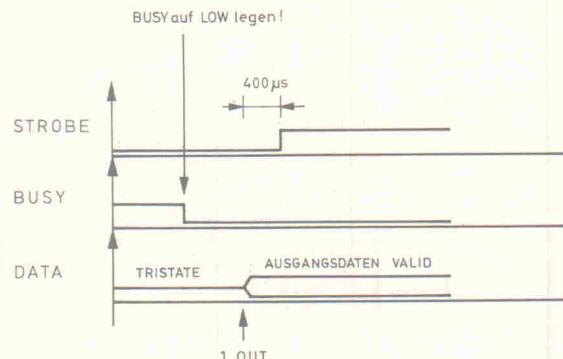
– Die Taktfrequenz der Taktquelle kann in Stufen von 1-2-

5-10-20-50-100...50 000 noch geteilt werden und ergibt erst dann die eigentliche Abtastfrequenz.

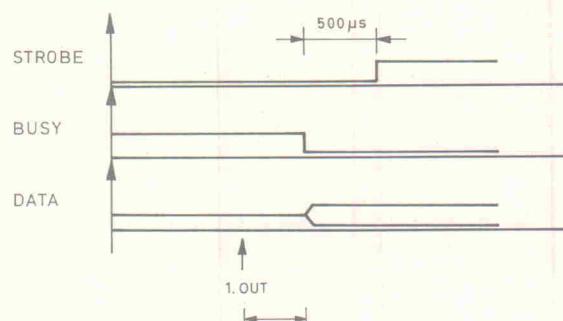
– Triggermöglichkeiten: Folgende Triggervarianten sind im Projekt realisiert:

Bild 5. Auch für andere Projekte dürfte die Umschaltung der Centronics-Schnittstelle von Eingang auf Ausgang von Interesse sein. Hier die Impulsdiagramme einschließlich der möglichen Fehlerfälle.

UMSCHALTEN DER CENTRONICS von Eingang auf Ausgang

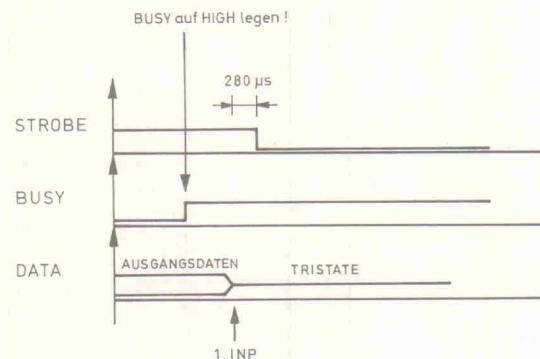


FEHLERFALL:

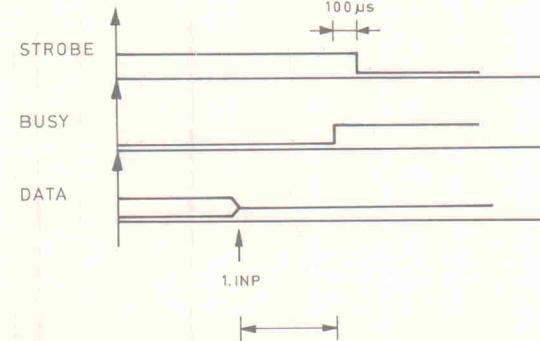


Computer wartet (max. 30 sec.) bis BUSY auf LOW geht.
(falls BUSY innerhalb der 30 sec. nicht auf LOW geht,
bleiben die Datenleitungen hochohmig)

UMSCHALTEN DER CENTRONICS von Ausgang auf Eingang



FEHLERFALL:



Computer wartet (endlos lange) bis BUSY auf HIGH geht.

Bild 7. Die Centronics-Schnittstelle bedient über Slot A 4 die Datenleitungen D0...D7. Strobe und Busy werden mit Einzelleitungen an die Centronics-Buchse angeschlossen.

Automatic Trigger – die Triggerung erfolgt gleichzeitig mit der Armierung des Gerätes.

Extern Trigger – die Triggerung erfolgt wahlweise mit Vorder- oder Rückflanke eines externen Signals.

Single Shot Trigger – eine Pseudo-Pretrigger-Funktion: auf Tastendruck startet der Scanning-Vorgang; jedoch wird die externe, zu messende Schaltung erst nach einstellbarer Verzögerungszeit gestartet.

Logic Trigger – die Triggerung erfolgt nach Auftreten eines bestimmten Triggerwortes, welches für jeden Kanal auf logisch 1, logisch 0 oder X (don't care) lauten kann.

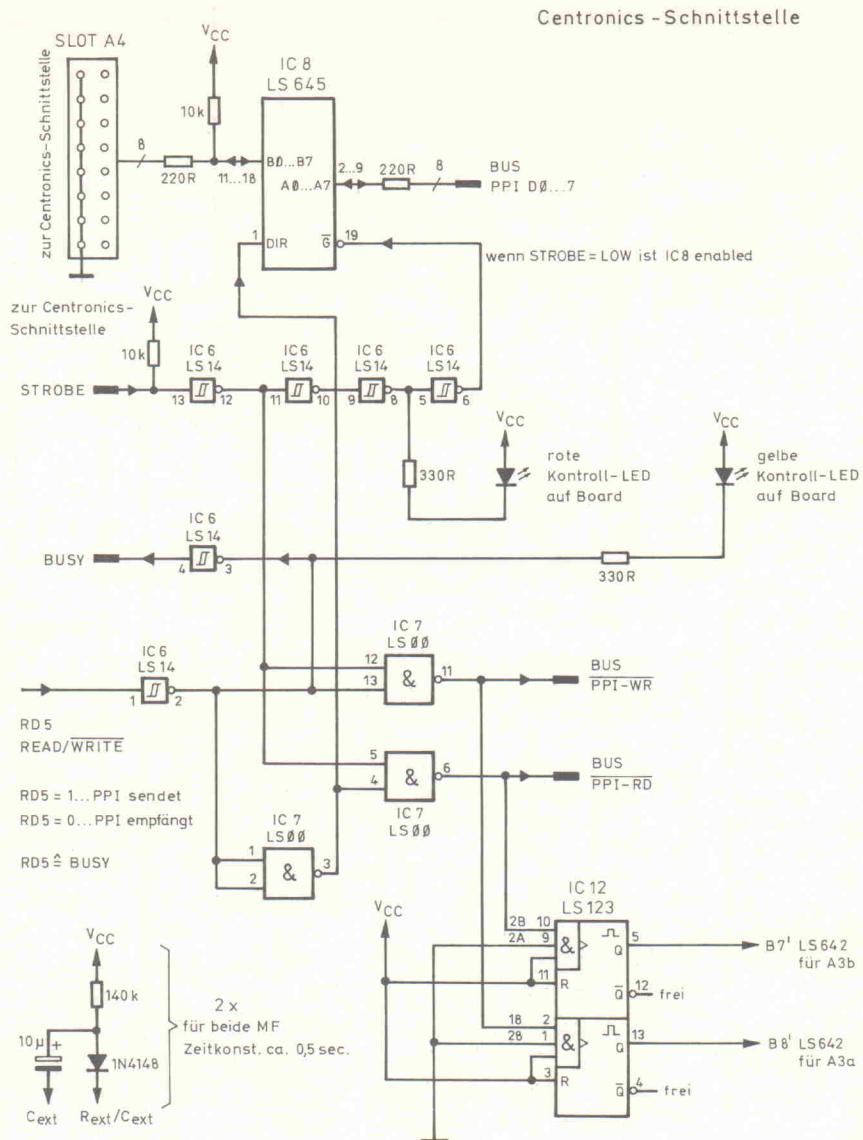
– Verbindung zum Rechner: Es müssen eine serielle (RS-232, asynchron) und eine parallele Schnittstelle (Centronics) vorhanden sein. Beide Schnittstellen sind gleichzeitig erforderlich, da sie in einem Multiplexverfahren verwendet werden, um die Übertragungskapazität zu steigern.

– Anzeigen: LEDs geben Auskunft über den Systemzustand.

– Technologie: überwiegend TTL-Bausteine aus der LS- und S-Familie; in zeitkritischen Stufen AS- und F-, in Eingangsstufen ALS-ICs.

Hardware: Alles Euro

In der Grundversion besteht der L.A.ST – ohne Netzteil –



aus sechs Platinen, die je einmal benötigt werden: Interface (A), Master (B), Counter (C), Channel (D), Memory (E) und Bus (F). Bei einer Erweiterung um acht Kanäle sind je eine weitere Channel- und Memory-Platine erforderlich. Die auf den Platinen befindlichen 16poligen Steckerleisten sind als 'Slot' bezeichnet und für jede Platine durchnumbert; auf der Interface-Platine heißen

sie also 'Slot A1', 'Slot A2' und so weiter.

Je eine Channel-Platine ist mit einer Memory-Platine verbunden. Ein solches Doppel kann acht Datenleitungen (Eingänge) verwalten. Auf der Bus-Platine finden maximal zwei Channel- und zwei Memory-Platten Platz. Es können somit maximal 16 Eingangskanäle installiert werden. Dies ist jedoch zunächst

ohne Bedeutung, da die Software nur acht Kanäle unterstützt. Einer Erweiterung steht also auf der Hardware-Seite nichts im Wege. Mit einer größeren Bus-Platine – Euroformat ist dann allerdings nicht mehr ausreichend – können bis zu 4×8 Kanäle ohne Problem betrieben werden. Alles, was darüber hinausgeht, ist nicht mehr sinnvoll, da die Übertragung zum Rechner ein Nadelöhr bildet.

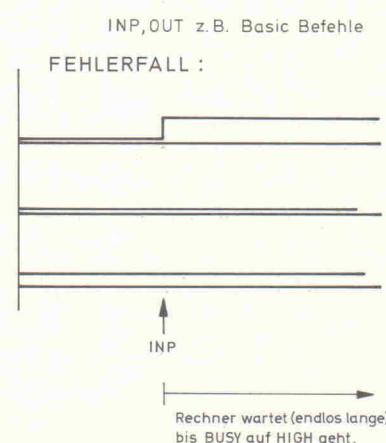
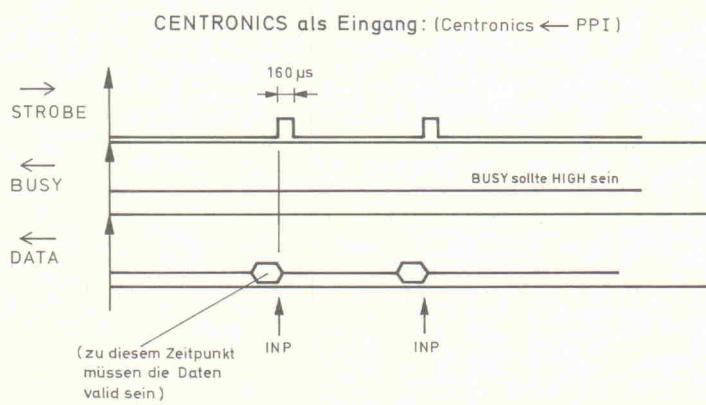
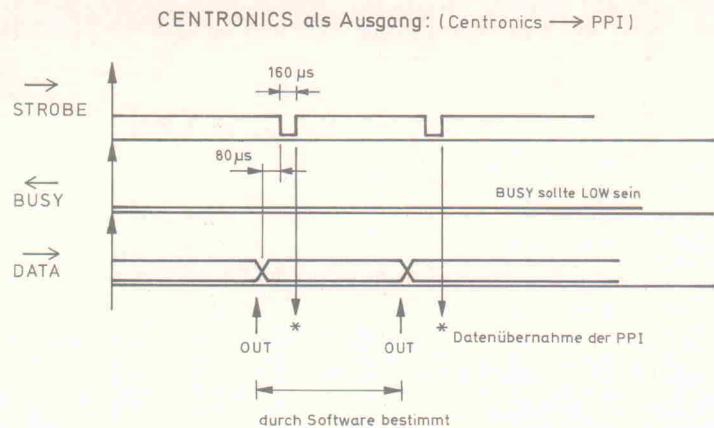
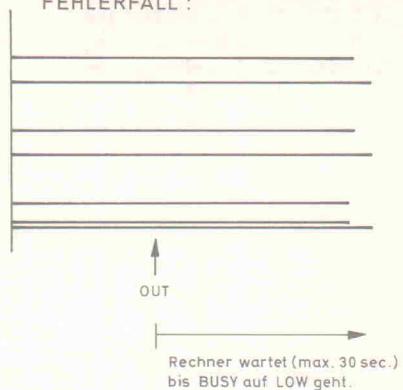


Bild 8. Die Centronics-Schnittstelle als Eingang.

Bild 9. Die Centronics-Schnittstelle als Ausgang.



FEHLERFALL :



Die Platinen kommunizieren über 64polige VG-Leisten. Verwendet werden daher die Längsreihen a) und c), b) ist unbelegt. Näheres findet sich später bei der Beschreibung der Bus-Platine. Die Steckerleisten auf den Platinen A ... E sind gewinkelt, auf der Bus-Platine (F) befinden sich die dazugehörigen Weibchen in gerader Ausführung. Nur die zusammengehörigen Channel- und Memory-Platten treten über zwei zusätzliche Slots (D1 + E2, D4 + E1) mit insgesamt 2 × 16 Leitungen in Verbindung.

Interface

Die Interface-Platine ist die einzige, die zusätzlich zu der +5-V-Versorgung noch ±12 V benötigt. Diese beiden Spannungen werden über entsprechend beschriftete Lötnägel zugeführt.

Das Interface übernimmt die gesamte Kommunikation mit dem Rechner. Für die Datenübertragung wird eine bidirektionale parallele Schnittstelle (Centronics 8 Bit) und eine bidirektionale serielle Schnittstelle (RS-232) benötigt. Dies hat den Vorteil, daß der LA an nahezu alle Computersysteme angepaßt werden

kann, vorausgesetzt, die parallele Schnittstelle ist bidirektional, was ja fast immer zutrifft. Nachteilig ist die eingeschränkte Übertragungskapazität.

Mit nur einer Schnittstelle ist ein (ST-gestützter) LA nicht vernünftig machbar, wenn 8 (oder 16, 24, 32) Kanäle das Entwicklungsziel sind und die Übertragung möglichst einfach sein soll. Deshalb arbeitet hier die parallele Schnitte im Multiplex-Betrieb: Das Kernproblem dabei: Die Schnittstelle muß bidirektional funktionieren, sie wird also von Eingang auf Ausgang und umgekehrt umgeschaltet. Man ahnt bereits, welche Probleme sich hier auftun.

Zunächst muß jedoch bekannt sein, welche Daten übertragen werden.

Über die Parallelschnittstelle vom Rechner zum LA:

- Beschreiben eines der Ports (A, B, C) einer der PPIs, – Programmierung der PPIs, die bei den ICs 8255 über das 8-Bit-Steuerregister (Control-Port) erfolgt.

Über die Parallelschnittstelle vom LA zum Rechner:

- Übertragung der gescannten Daten der RAMs nach Scan-

A (Parität)	mit Jumper: even	ohne: odd
B (Data Bits)		
C (Data Bits)		
D (Stopbits)	mit Jumper: 2 Stopbits	ohne: 1 Stopbit
E (Parität)	mit Jumper: no parity	ohne: parity on

ning-Ende. Dieser Zugriff erfolgt über eine Channel-PPI.

- Zugriff des Rechners auf die Eingangskanäle (Direct Access). Dieser Zugriff erfolgt ebenso über eine Channel-PPI.

Über die serielle Schnittstelle vom Rechner zum LA:

- Das Steuerbyte, das permanent an den acht Ausgangskanälen der UART anliegt. Das Steuerbyte bestimmt, welche PPI angesprochen werden soll und in welche Richtung die Daten auf der parallelen Schnittstelle zu übertragen sind.

Über die serielle Schnittstelle vom LA zum Rechner:

- Der LA sendet lediglich ein Dummy-Byte (ohne maßgeblichen Inhalt), welches das Ende des Scannings signalisiert. Dies ist über die Parallelschnittstelle nicht möglich, da der Rechner festlegt, in welche Richtung die Daten auf der parallelen Schnittstelle übertragen werden.

Folgende physikalischen Verbindungen müssen vorhanden sein:

- parallele Schnittstelle: Masse, Strobe, Busy, D0 ... D7; – serielle Schnittstelle: Masse TXD, RXD.

D0...D7 liegen auf der Interface-Platine über Slot A4 an, Strobe und Busy über zwei entsprechend beschriftete Lötnägel. Die rote und die gelbe LED, die direkt auf der Interface-Platine eingelötet sind, geben Aufschluß über den aktuellen logischen Zustand. (Im Grunde ein Relikt aus der Ge-

schichte des Projekts; die parallele Datenübertragung hat sich in der Entwicklungsphase oft 'aufgehängt'. TXD und RXD sind ebenfalls über zwei beschriftete Lötnägel auf der Interface-Platine verbunden, Masse mit drei GND-Lötnägeln auf der Master-Platine; hierfür finden sich aber sicherlich auch andere Lösungen.

Als Prophylaxe gegen Kabelsalat empfiehlt es sich, den LA über nur *ein* Kabel mit dem Rechner zu verbinden. Hierzu schleift man ein kurzes Kabelstück von dem seriellen zum parallelen Stecker (am ST) und geht dann vom parallelen Stecker mit einem gemeinsamen Kabel weiter zum LA.

Beim genauen Betrachten der Interface-Platine fällt auf, daß an den ICs 1488 und 1489 noch weitere PINs (1-T1, 2-T2, R1-1, R2-2) vorhanden und ungenutzt sind. Man kann also ohne Probleme die serielle Übertragung unter Verwendung der RS-232-Leitungen RTS, CTS, DCR, DTR, RI und so weiter aufwendiger gestalten, wenn die primitive TMS 6011 gegen eine moderne UART ausgetauscht werden soll.

An der 2 × 7poligen Jumperleitung links neben TMS 6011 auf der Interface-Platine wird die Baudrate eingestellt.

Im zweiten Teil des Beitrags (Elrad 1/92) folgt auf die abschließende Besprechung des Multiplexbetriebs der Parallelschnittstelle die Master-Einheit des L.A-ST.

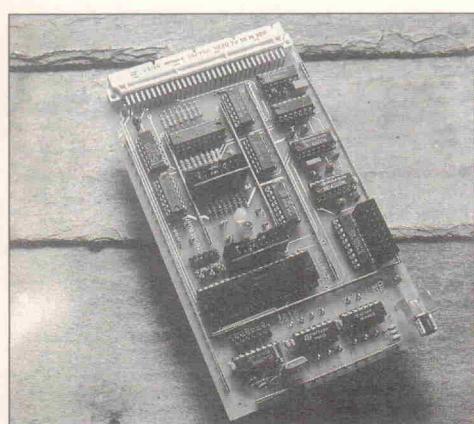
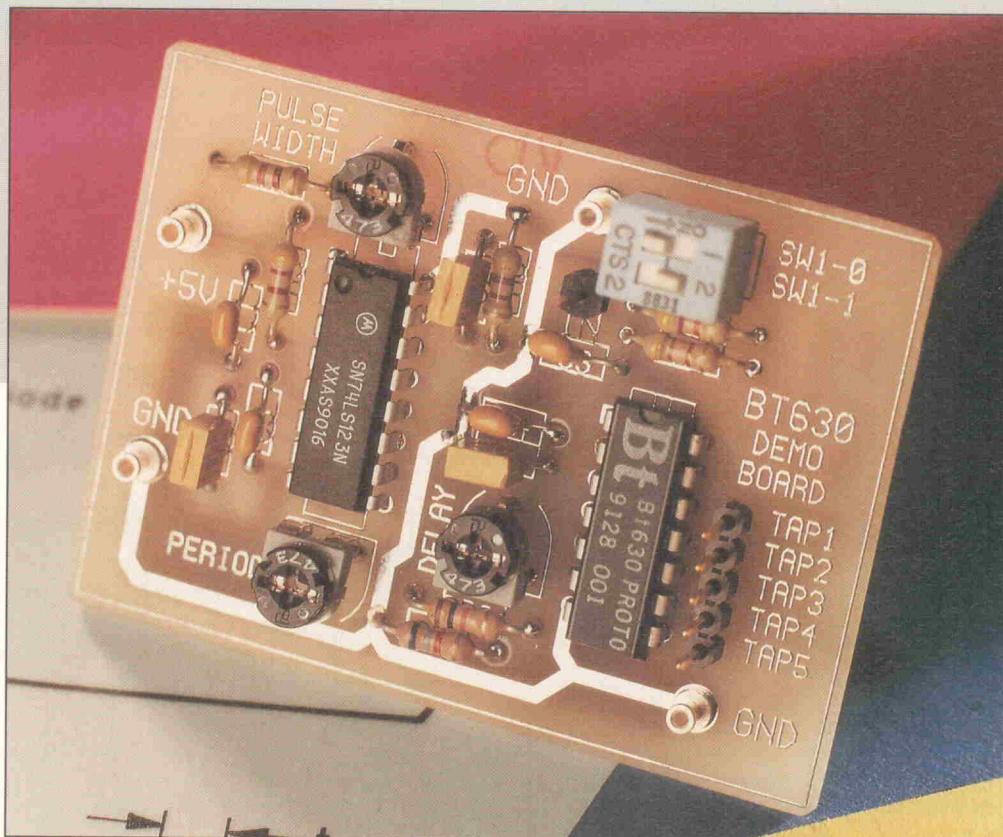


Bild 10. Eine bestückte Platine. Die Stromschienen für 5 V und Masse stellen sozusagen die dritte Platinenebene dar und sind bei Signalfrequenzen von 20 MHz nur zu empfehlen.

Timing mit Bt630

Demoboard für programmierbare, monolithische CMOS-Verzögerungsleitung



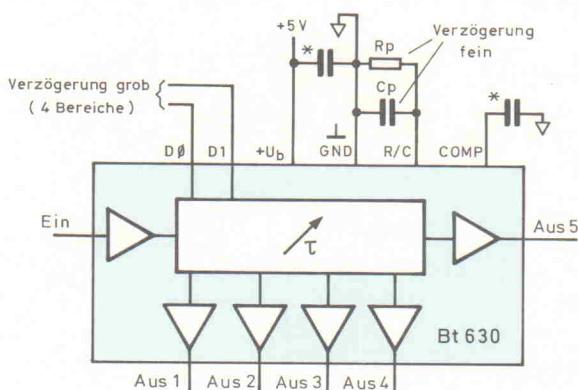
ICs, deren Bezeichnung mit 'Bt' beginnt, weisen auf den Hersteller Brooktree hin. Der Bt630 ist ein Delay-Chip für Verzögerungszeiten zwischen 25 ns und 400 ns. Er eignet sich für die digitale Zeitsteuerung in Computern, Laufwerken, Druckern und Kopierern sowie für die Nachrichtentechnik und automatische Meß- und Testsysteme.

Brooktree fertigt eine breite Palette von VLSI-Bausteinen für die Bereiche Computergrafik, Bildverarbeitung und Testsysteme. Nach eigenen Angaben ist das Unternehmen mit Sitz in San Diego, Kalifornien, führender Lieferant von RAM-DACs für Farb- und Monochrom-Grafik-Baugruppen.

Mit dem Bt630 bietet Brooktree dem Entwickler eine TTL-kompatible, 5-V-gespeiste Verzögerungsleitung, die aufgrund des monolithischen Aufbaus als wesentlich zuverlässiger gegenüber Hybridbausteinen gelten kann. Die Verzögerungszeit ist im gesamten Bereich 25...400 ns kontinuierlich einstell-

bar. Die typische Verlustleistung beträgt 50 mW; der Chip befindet sich in einem 14-Pin-DIP-Gehäuse (Kunststoff).

Der Baustein hat fünf gepufferte Ausgangsstufen mit 20 %, 40 %, 60 %, 80 % und 100 % der Gesamtverzögerung. Die Genauigkeit ist mit 5 % der jeweiligen Ausgangsverzögerung beziehungsweise 2 ns spezifiziert, wobei der größere Wert gilt, und zwar sowohl für die Vorder- als auch für die Rückflanke des Impulses. Die Bandbreite beträgt 50 MHz, die minimale Eingangsimpulsbreite 15 ns – unabhängig von der eingestellten Verzögerungszeit.



* 100 n / 10 % ker.

Bild 1. Funktioneller Aufbau des Bt630 und typische externe Beschaltung.

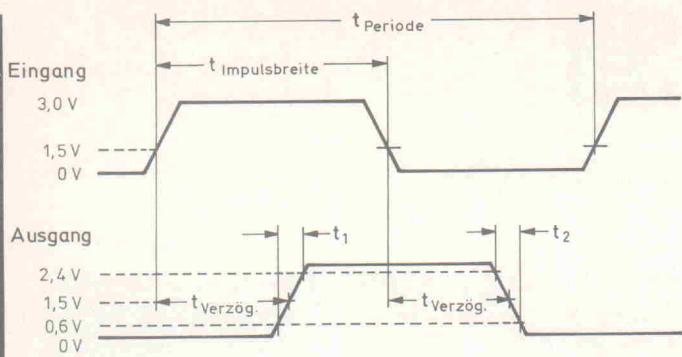


Bild 2. Zeitdiagramm mit Pegelwerten.

Kennwerte der vier Verzögerungsbereiche.

Bereich	D1 D0	Grundverzögerung	Verzögerungsbereich	k
0	0 0	25 ns	25...50 ns	32
1	0 1	50 ns	50...100 ns	16
2	1 0	100 ns	100...200 ns	8
3	1 1	200 ns	200...400 ns	4

Mit dem Demoboard läßt sich der Bt630 als Verzögerungsleitung im gesamten typischen Anwendungsbereich betreiben. Bild 3 zeigt die Funktionselemente des Boards, Bild 4 die

auf der Platine realisierte Schaltung. Sie enthält einen mit 74LS123 aufgebauten Taktoszillator, dessen Periode im Bereich 150...900 ns und dessen Impulsbreite zwischen 35 ns

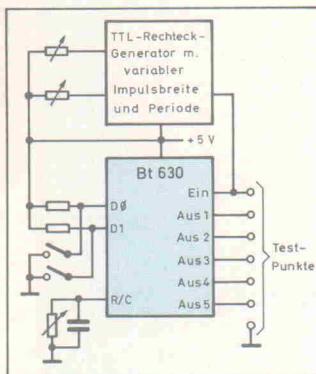


Bild 3. Funktionsgruppen des Demoboards.

Die Grundverzögerung ist der Anfangswert des jeweiligen Verzögerungsbereiches; dieser Anfangswert läßt sich bei gegebener Kapazität C_p mit R_p im Verhältnis 2 : 1 strecken. Ein typischer Kapazitätswert ist 100 p. Für die tatsächliche Verzögerungszeit gilt folgender Zusammenhang:

$$\tau = \frac{R_p \cdot C_p}{k}$$

Aus dem Zeitdiagramm Bild 2 geht hervor, auf welchen Pegeln im Bereich der Impulsflanken die Herstellerangaben basieren.

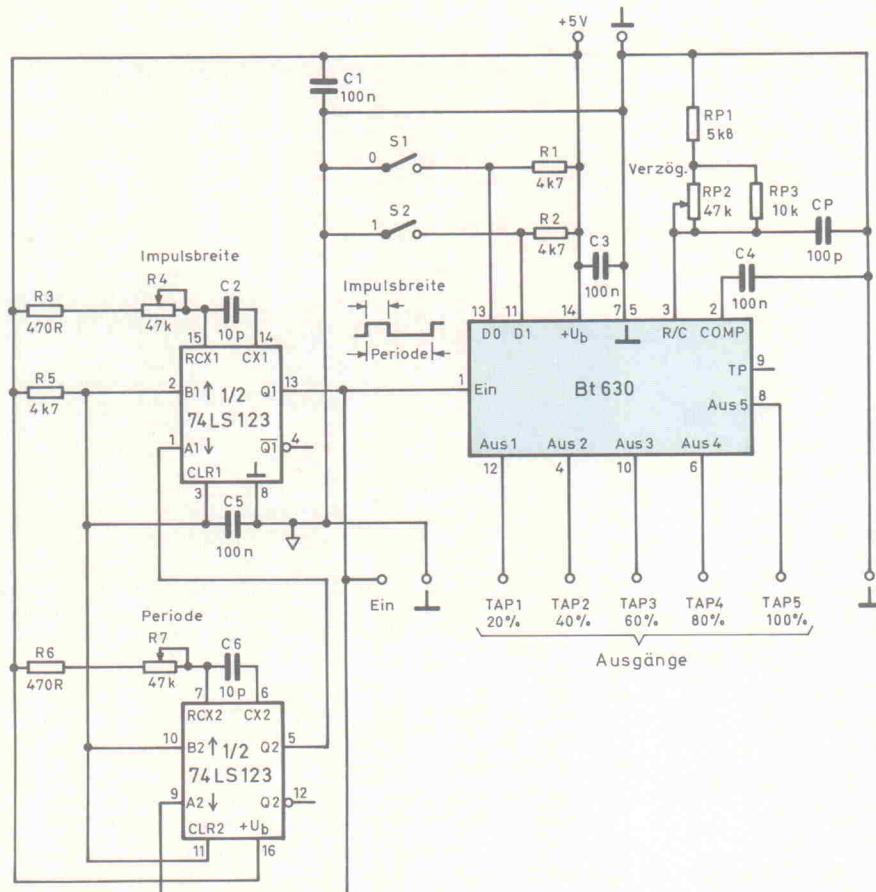


Bild 4. Demoschaltung im Detail. Taktgenerator mit variabler Periode und Impulsbreite.

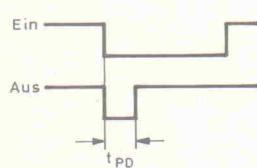


Bild 5. Breiter Eingangs impuls; Impulsbreite am Ausgang verkürzt (einstellbar).

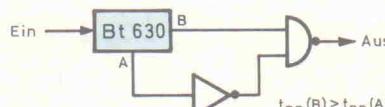


Bild 6. Verkürzter und verzögelter Ausgangsimpuls.

und 400 ns mit je einem Potentiometer einstellbar sind. Zur Bereichswahl der Verzögerungszeit dienen zwei DIP-Schalter, die Feineinstellung erfolgt mit dem dritten Potentiometer. Testpunkte für den Anschluß eines Oszilloskops sind am Eingang und an den Ausgängen vorgesehen. Der Hersteller weist darauf hin, daß das Layout der Demoplattine für Präzisionsentwicklungen noch optimierbar ist.

Die Bilder 5...10 zeigen, wie der Bt630 das Timing-Design einer Schaltung oder lokale Eingriffe ins Timing auf ein-

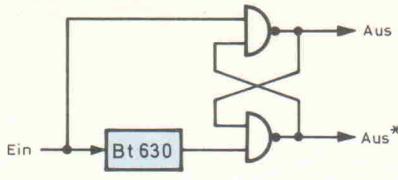


Bild 7.
Impulsverbreiterung.
Anwendung als
Glitch-Detektor, für
die Sichtbarmachung
schneller Transienten
oder zur
Gewährleistung einer
sicheren Taktfolge.

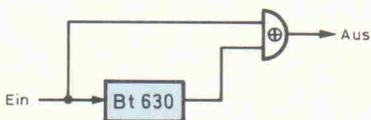
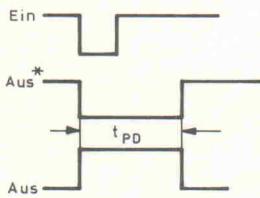


Bild 8.
Frequenzverdoppler:
Jede Taktflanke
erzeugt einen
vollständigen Impuls
mit einstellbarer
Breite.

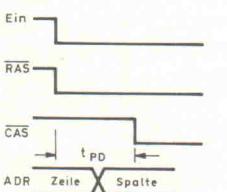
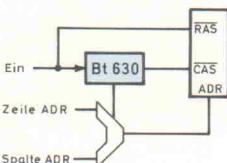
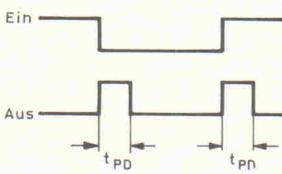


Bild 9. DRAM-Timing: Zur Umschaltung des Adress-Multiplexers dient einer der 'niederwertigen' Abgriffe des Bt630.

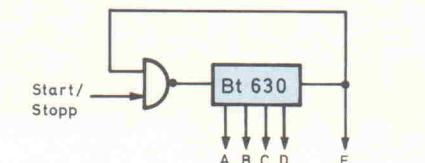


Bild 10. Ein bemerkenswerter Generator. Duty Cycle 50 %, Start/Stoppfunktion, Frequenzbereich 1,25...50 MHz in vier Bereichen. Die Ausgänge A...D liefern weitere Phasen des Taktsignals.

fachste Weise ermöglicht. Hierbei ist zu beachten: In allen Schaltungsbeispielen kann die Verzögerungszeit im Bereich 25...400 ns gewählt werden.

Muster des ICs sind verfügbar, Stückzahlen im ersten Quartal 1992. Achtung: Der Baustein ist ESD-empfindlich. Als Einzelstück kostet der Bt630

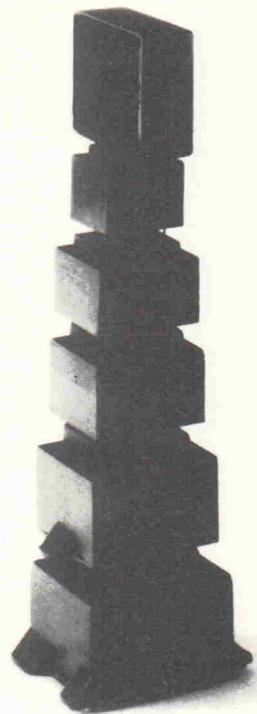
31,90 DM, das Demoboard ist für 101,70 DM erhältlich, jeweils zuzüglich MwSt. Brooktree-Distributor für Deutschland ist Tekelec.

Tekelec Airtronic GmbH
Kapuzinerstraße 9
W-8000 München 2
Tel.: 0 89/51 64-0
Fax: 0 89/51 64 10

HELmut GERTH
- TRANSFORMATORENBAU -
SCHWEDENSTR. 9 · RUF (0 30) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 6000 Volt
- nach VDE 0551



Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie



PSpice

Das Werkzeug für die professionelle Digital-Analogsimulation.

- Perfekte Analog-Simulation mit extrem komfortabler Benutzeroberfläche, AC/DC-, Fourier-, Noise-, Temperatur- und Monte-Carlo-Analysen; über 4.200 Modelle
- Funktionsblock-Modellierung ● PSpice/AD-16-M-Mixed-Mode-Simulation von digitalen und analogen Schaltkreisen, Speichersupport bis zu 16 MByte!
- Lieferbar für die verschiedensten Hardware-Plattformen und Betriebssysteme: AT-DOS/OS2, MAC II, Sun, Vax, DEC, Apollo ● Neu: Filter-Designer, ein interaktives Entwurfswerkzeug für Analyse und Synthese aktiver Filter

Rufen Sie jetzt das kostenlose
HOSCHAR CAE-Informationsmaterial
und Demodisketten ab!

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

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH



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

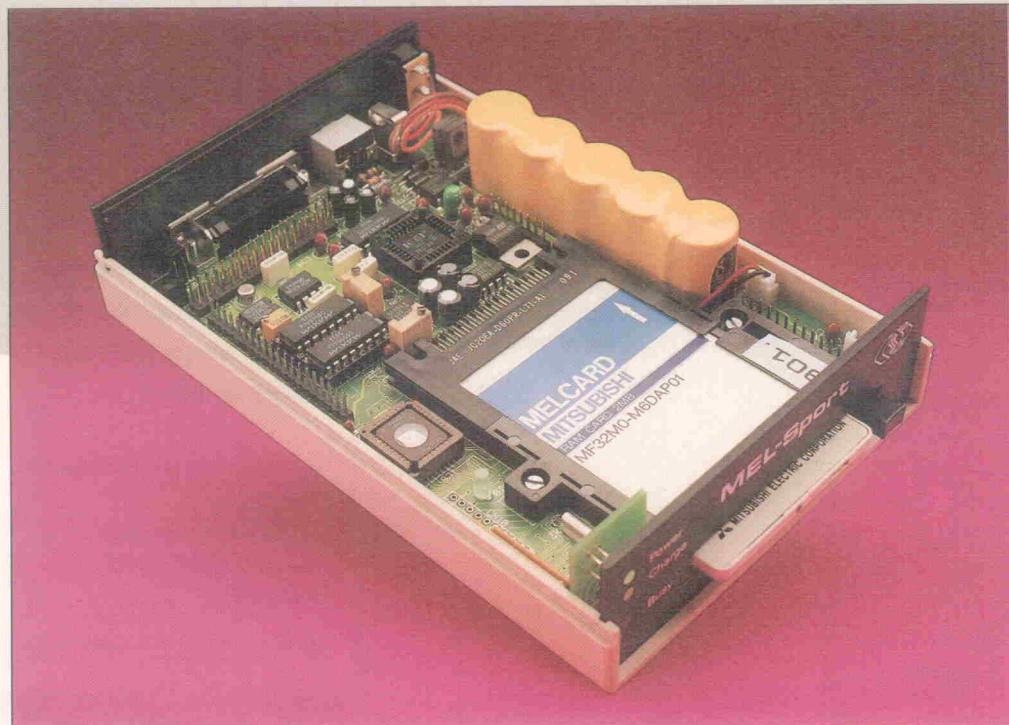
CAE Hotline: 0721 / 37 70 44

Log ein

Marktreport Datenlogger

Markt

Vielseitigkeit heißt das Zauberwort, um auf dem Markt der 'Datensammler' – zumal im Bereich Meßtechnik – erfolgreich zu sein. Die in diesem Beitrag vorgestellte Auswahl von Geräten und Systemen zeigt, daß es kaum eine physikalische Größe gibt, die nicht registrierbar wäre.



Werkfoto: CSM GmbH, 7024 Filderstadt

Das MEL-Sport (Foto siehe oben) aus dem Hause CSM wurde speziell für die mobile Datenerfassung entwickelt. Es zeichnet sich durch eine geringe Baugröße, extrem kleines Gewicht und Batteriebetrieb aus. Durch die Verwendung von RAM-MEL-Cards (Mitsubishi-Typen, 128 KByte...2 MB) steht ein flexibler und bis zu 2 MByte großer Meßwertspeicher zur Verfügung. Die MEL-Cards können zwischen den Messungen vor Ort gewechselt werden, so daß sich der Datenspeicher nahezu beliebig erweitern läßt, ohne daß die Daten auf einen stationären PC übertragen werden müssen.

Logger Sportivo

Das MEL-Sport ist zum einen ein frei konfigurierbarer Datenlogger mit 8 oder 16 analogen Eingängen (12-Bit-A/D-Wandler, Wandlungszeit: 10 µs, Abtastrate: 10 kHz). Zum anderen kann es direkt zum Datenaustausch an einen Computer angeschlossen werden.

Über ein Terminalprogramm, wie zum Beispiel Procomm, kann die Messung von einem PC aus über die RS-232-Schnittstelle konfiguriert werden. Per Dialog sind die erforderlichen Parameter, wie Auswahl der Meßkanäle, Meßrate, Speicherdauer oder Uhrzeit der Messung einstellbar. Diese Parameter werden auf die jeweilige MEL-Card geschrieben und bestimmen den Meßablauf. Man kann auf diese Weise auch mehrere MEL-Cards vorbereiten, um dann später die entsprechenden Messungen ausführen zu können.

Zum Auslesen der Meßdaten wird das MEL-Sport zusammen mit der MEL-Card an die RS-232-Schnittstelle eines PC angeschlossen. Die binär abgespeicherten Daten können dann übertragen, auf Floppy oder Festplatte gespeichert und in ein ASCII-Dateiformat konvertiert werden.

Im Gerät selbst wird die Signalaufbereitung durch eine kleine Aufsteckplatine realisiert. Das MEL-Sport ist so an-

die jeweilige Sensorik anpaßbar. Die Eingänge können zum Beispiel als Spannungs- oder Stromeingänge konfiguriert oder, wie bei einer speziellen Kundenapplikation, mit einer EMG-Verstärkerplatine ausgerüstet werden.

Die Spannungsversorgung übernimmt ein NiCd-Akku, dessen Ladezustand laufend überwacht wird. Die RAM-Cards sind separat mit einer Lithium-Batterie gepuffert, die je nach Kartengröße bis zu zwei Jahre für den Datenerhalt sorgt. Über zwei zusätzliche A/D-Kanäle kann vom PC aus der Ladezustand dieser beiden Batterien abgefragt werden.

Sport-Betrieb

Das MEL-Sport kennt drei Betriebsmodi: Station-Mode, Dialogbetrieb und Meßbetrieb.

Im Station-Mode arbeitet es als Massenspeicher, wenn auf dem Steuerrechner ein entsprechender Gerätetreiber installiert ist. MEL-Sport steht dann als zusätzliches Laufwerk zur Verfü-

gung. Die Datenübertragung erfolgt über die serielle Schnittstelle mit 115 Kbaud.

Im Dialogbetrieb können Meßparameter festgelegt oder Meßdaten abgefragt werden. Die Datenübertragung erfolgt hier mit 19 200 Baud, so daß praktisch jedes Terminalprogramm verwendet werden kann.

CSM GmbH
Mörikestr. 58
W-7024 Filderstadt
Tel.: 07 11/77 30 71
Fax: 07 11/7 77 66 66

Für Eigenentwicklungen

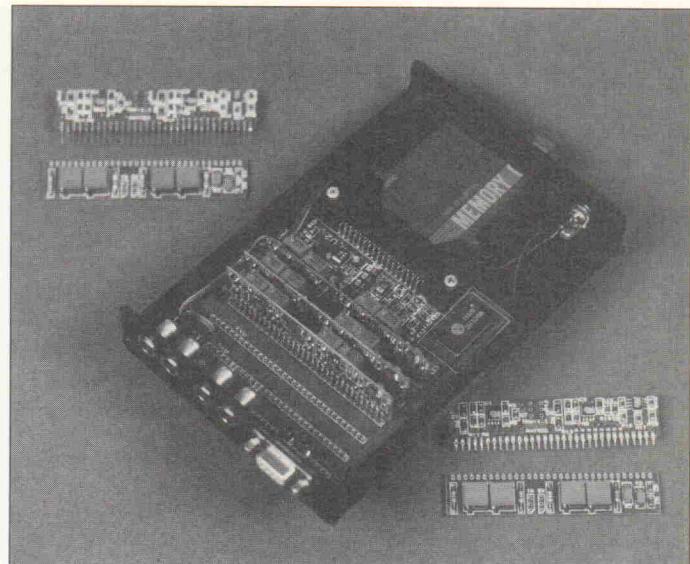
Phytec Messtechnik Mainz setzt bei seiner Phybox-535 in puncto Flexibilität auf ein offenes Bussystem für Anwendungsmodule und Memory-Cards. Ein Erweiterungsbus mit 6 Steckplätzen erlaubt den Einsatz von Steckmodulen für die unterschiedlichsten Anwendungen wie etwa Temperaturmessung oder hochauflösende A/D- und D/A-Wandler. Das modulare Konzept und seine Offenlegung erlaubt dem Anwender, Module für diesen Erweite-

rungsbus nach eigenen Spezifikationen zu entwickeln. Darunter fallen auch netzunabhängige Anwendungen oder die Datenerfassung über größere Zeiträume hinweg.

Die Phybox-535 kann sich dazu softwaregesteuert abschalten und wird erst durch ein externes Ereignis oder uhrengesteuert in Betrieb genommen. Die niedrige Stromaufnahme im μA -Bereich in diesem sogenannten Sleep-Modus ermöglicht den Batteriebetrieb auch über größere Zeiträume. Die Auswertung der Daten kann durch Wechseln der Memory-Card oder über den Anschluß eines IBM PC/XT/AT oder kompatiblen Rechners an der seriellen Schnittstelle erfolgen.

Prozessor

Das Herzstück der Phybox bildet der 8-Bit-Controller SAB 80C535 von Siemens. Er ist befehlskompatibel zur Intel-MCS-51-Controller-Familie und besitzt eine Reihe zusätzlicher Hardwarefunktionen auf dem Chip, die den Schaltungsaufwand erheblich reduzieren können. Zu diesen Funktionen

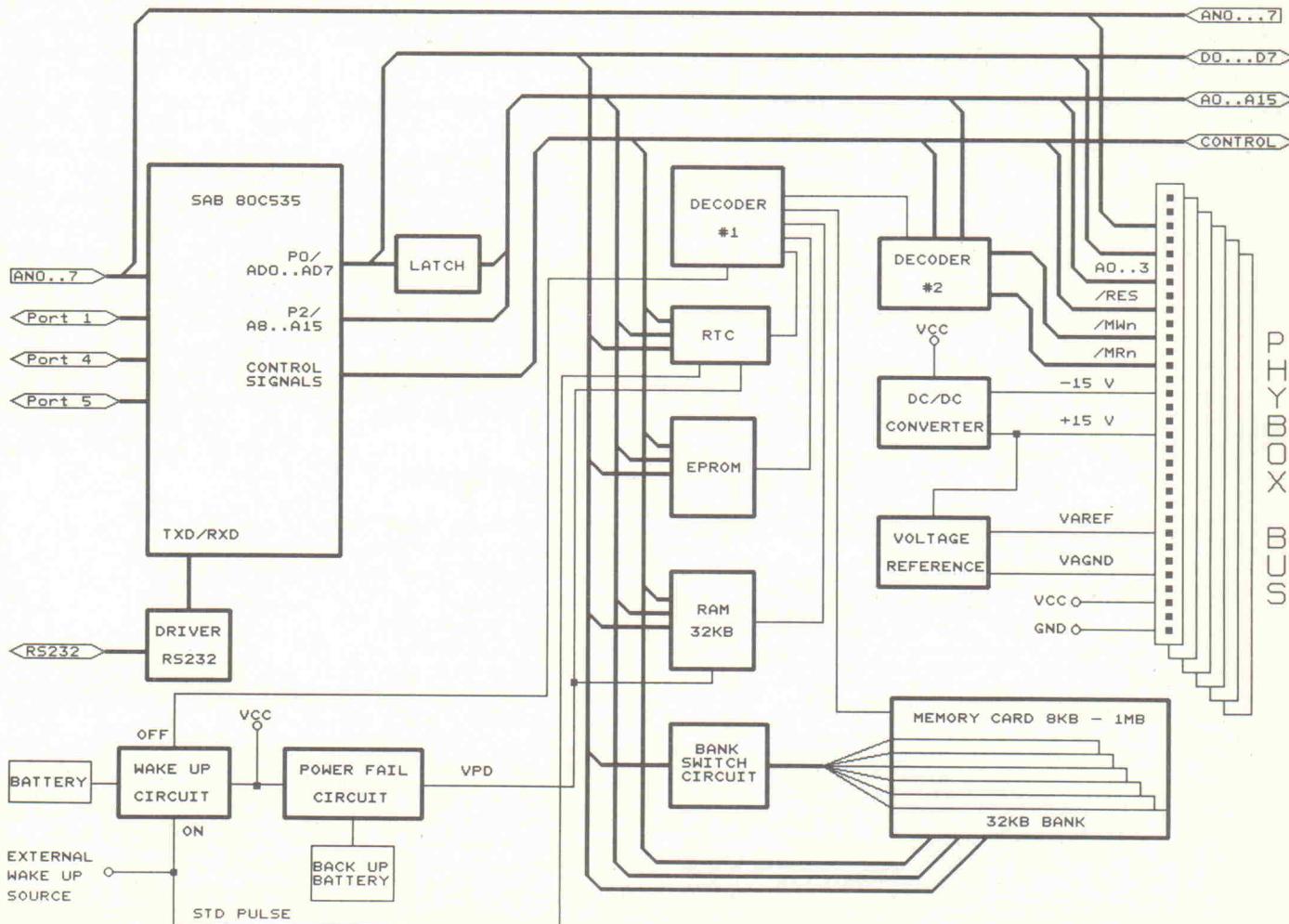


gehören die serielle Schnittstelle mit variabler Baudrate, ein 8-Kanal-A/D-Wandler mit einer Auflösung von 8 Bit ($15 \mu\text{s}$ Wandlungszeit), drei 16-Bit-Timer, ein Watchdog-Timer sowie 256 Byte RAM.

Der Controller unterscheidet zwischen Daten- und Programmspeicher, die jeweils auf 64 KByte erweiterbar sind. Sämtliche chipinternen Komponenten sind interruptfähig und er-

Bild 1. Phytecs Box läßt breiten Raum für die Entwicklung eigener Anwendungen.

Bild 2. Das Konzept der Phybox im Blockschaltbild.



„Der neue große Elektronik Katalog“
mit umfangreichem Halbleiterprogramm (über 2000 Typen)
ca. 200 Seiten - kostenlos - heute noch anfordern!

Vollelektronisches Echo- & Hallgerät

durch Verwendung der Elemententechnik bestens für professionelle Anwendungen geeignet, aber auch für den Hobby-Tonband-Freund. Einstellmöglichkeiten für Verzögerung von 20 ms bis 200 ms, Halldauer, Hallanteil und Lautstärke, Fußschalteranschluß und Instrumenteneingang (10 mV/220 kΩ), Frequenzbereich 50-14.000 Hz, Hallanteil 80-3500 Hz, Signal/Rauschabstand 60 dB, Betriebsspannung 220 V, Maße BxHxT 225x70x170 mm DM 168,-

Antennenverstärker für Autoredanten, Albinreichsausführung, wird einfach in die Antennenleitung zwischengeschaltet, verstärkt den Empfang von schwachen Sendern, mit Montagmaterial DM 10,50

Leuchtrenebukugel im Großformat, auch unter der Bezeichnung "Kopfball" bekannt, interessant leuchtende Strahlen bilden sich vor dem Zentrum der Kugel zur Außenfläche und lassen sich durch Berühren der Glaskugel beeinflussen, eingebautes Mikrofon zur Steuerung durch Geräusche (abschaltbar), Regler für Helligkeit und Mittenfrequenzempfindlichkeit, Durchmesser der Kugel ca. 23 cm, Stromversorgung 220 V DM 169,50



Parabol-Richtmikrofon, ideal für akustische Beobachtungen aus großer Entfernung (Fernbedienung, Überwachung, usw.), selbst Flüsterpegel von 60 dB können aus über 100 m, bei guten Bedingungen z.B.

nachts, auch mehr als 1 km, mit Kopfhörern wahrgenommen werden. Mit FET-Vorverstärkung, Heizverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Buchen für Kopfhörer und Tonband .. DM 138,- Parabolspiegel auch einz. lieferbar: grau DM 24,50 klar DM 28,50

Scartverteiler
1 Scartstecker
2 Scartkuppl., alle 21 Pins verdratet
DM 27,50

Scart-Video-Verbinderkabel
1 Metr. mit 21-poligen Scartsteckern, alle 21 Adern verdratet, Überspielkabel für Video- und Stereo-Audio-Signal (Aufnahme und Wiedergabe), auch für Anwendungen geeignet, wo Farbkomponenten einzeln vertragen werden (RGB), z.B. bei Computern u. Monitoren, 1,5 m lang DM 14,95

Mechselstrom-Zwischenzähler
für Klemmenkupplungen (6,3 mm Klinkenbuchsen), Batterie für Tonband, 9 V, auf Klemmenbuchsen / 40 mA, alle Eingänge mit 3 getrennten Reglern mischbar Ausgänge: Klemmanschlüsse, 4/8/16 Ohm 70/100 V, BxHxT 280x100x280 mm, Gewicht 4,9 kg, Stromaufnahme bei 12 V max. 8 A, Minus am Chassis, komplett mit Montagematerial und deutscher Bedienungsanleitung DR 349,-

220 V AC, 10(30) A DM 19,60

NEU

1. Unser neuer Katalog.
Mehr Inhalt = mehr Super-Angebot für Sie. Die Pflichtlektüre für alle Hobby-Elektroniker.

2. Adresse Recklinghausen.
Wir sind umgezogen. Beachten Sie unsere neue Adresse.

Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten, Kein Versand unter DM 25,- (Ausland DM 15,-). Ab DM 200,- Warenwert im Inland portofrei. Im übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

ALBERT MEYER

Elektronik GmbH

Nachnahmeschnellversand: 7570 B-Baden 11, Pfr. 110168, Telefon (07223) 52055
Ladenverkauf: B-Baden, Stadtmitte, Lichtenstr. 55, Telefon (07221) 26123
Recklinghausen-Stadtmitte, Schaumburgstr. 7, Fußgängerzone, Tel. (02361) 26326
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (0721) 377171

lauben die Interruptverarbeitung über vier Ebenen.

Platine

Die Phybox ist ein Multilayer-Board, das ausschließlich mit SMD-Bauteilen bestückt wird. Standardmäßig ist sie mit 32 KByte RAM und einer Echtzeituhr ausgerüstet. Die Anwendungsprogramme sind in einem gesockelten EPROM untergebracht. Spannungsregelung, eine Wake-up-Schaltung und der Treiber für die serielle RS-232-Schnittstelle wurden ebenfalls auf dem Board untergebracht und müssen nicht extern aufgebaut werden. Ein Überwachungsbaustein sorgt für einen ordnungsgemäßen Reset und für die Batteriepufferung von RAM und Realtime Clock.

Der Erweiterungsbaustein mit seinen sechs Steckplätzen für Module für unterschiedlichste Anwendungen ist voll dekodiert. Eine Referenzspannungsquelle sowie ein DC/DC-Wandler für die symmetrische Spannungsversorgung von Operationsverstärkerschaltungen sind ebenfalls auf dem Board realisiert. Das Format der Karte ist so ausgelegt, daß sie in Einschubsystemen für Europakarten eingesetzt werden kann.

Derzeit sind folgende Steckmodule lieferbar:

- Temperatur- und Widerstandsmeßung; Meßbereich 10...30 K im Bereich 0 °C...80 °C.
- Eine 16-Bit- und eine 12-Bit-A/D-Wandlereinheit.

Weitere Steckmodule sind in Vorbereitung, kundenspezifische Steckmodule können auf Anfrage entwickelt werden.

Erweiterungsbaustein

Die Flexibilität der Logger-Box ist durch ihren frei konfigurierbaren Erweiterungsbaustein gegeben. Dieser Bus ist standardmäßig mit den folgenden Signalen belegt: Datenbus D0...D7, Adressbus A0...A3, die Modul-Write- und Modul-Read-Signale /MW0.../MW5 beziehungsweise /MR0.../MR5. Diese Signale werden aus den Adressen A5...A7, /RD, /WR und EWI generiert. Ebenso stehen alle acht Analogeingänge des Controllers auf dem Erweiterungsbaustein zur Verfügung, ergänzt durch die Eingänge für

die Referenzspannung des A/D-Wandlers. Da zudem alle anderen Signale des Controllers wie beispielsweise der Adressbus und freie Ports am Rand des Erweiterungsbusses zur Verfügung stehen, ist es möglich, die Standardbelegung jederzeit den eigenen Bedürfnissen entsprechend anzupassen.

Software

Die Erstellung von Software kann unter Verwendung der herkömmlichen Entwicklungstools für die MCS-51-Familie erfolgen. Hier bietet Phytex Entwicklungssoftware wie Makro-Assembler, Simulator/Debugger und C-Compiler an. Für kleinere Aufgaben stellt Phytex für die Phybox-535 jedoch ein komfortables Monitorprogramm zur Verfügung, mit dem unter Verwendung eines Terminals oder eines MSDOS-Rechners kleinere Programme oder Programmteile selbst erstellt werden können. Das Monitorprogramm enthält neben den herkömmlichen Funktionen wie Single-Step-Modus und Breakpoint-Verwaltung Zugriff auf alle Register, Speicher und einen Line-by-Line Assembler/Disassembler. Für MSDOS-Benutzer wird das Programm Monterm auf Diskette mitgeliefert, das eine Terminalemulation auf einem IBM PC/XT/AT oder kompatiblen Rechner erlaubt. Mit Monterm ist der Up-/Download von Text- und Intel-Hex-Dateien möglich. Für zeitunkritische Applikationen, die möglichst zeitsparend programmiert werden sollen, ist eine modifizierte Version des Intel-BASIC auf der Phybox-535 lauffähig. Der BASIC-Interpreter wird kombiniert mit dem Monitorprogramm in einem EPROM ausgeliefert.

Phytex Messtechnik
Philipp-Reis-Str. 3
Postfach 7 05
W-6500 Mainz 42
Tel.: 0 61 31/5 80 50
Fax: 0 61 31/58 05 50

On-Chip-Lösung

Die ACE GmbH vertreibt einen intelligenten Signalverarbeitungsbaustein in Hybridtechnik, der stand alone schon fast ein Datenlogger ist. Er beinhaltet neben einer Analogsignalverarbeitung mit 16-Bit-A/D-Wandler, Analog-Multiplexer, Filter

Merkblatt

Transformatoren

Qualitätstransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität kompakt • streuarm • für univers. Anwendung

Netztransformatoren für allgemeine Anwendung Netz-Trenntransformatoren • Anpassungs-Trenntransformatoren • Vorschalttransformatoren Standardtypen nach VDE 0550 : 24VA - 1900VA

Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 24VA - 3200 VA. Einphasentransformatoren bis 25kVA und Dreiphasentransformatoren bis 33kVA sind auf Anfrage lieferbar.

Ringkerstransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität geringe Abmessungen • sehr geringes Gewicht und Streufeld • minimale Geräuschentwicklung

Netztransformatoren für allgemeine Anwendung "LN-Trenntransformatoren" für höchste Ansprüche Standardtypen nach VDE 0550 : 50VA - 1100VA

Wir fertigen auch kundenspezifische Sondertransformatoren (Einzelstücke und Serien) in Baugrößen von 50VA - 3000 VA. Weitere technische Angaben enthalten unsere aktuelle kostenlose Liste C 9/91.

Halogenlichttransformatoren nach VDE



Deutsches Markenfabrikat • Industriequalität Fertigung nach VDE-Vorschrift für Sicherheitstransformatoren • Ausgangssppg. 11,5V Spannungsfestigkeit primär/sekundär = 4000V geringes Gewicht • sehr geringe Erwärmung

Standardtypen nach VDE 0551 : 50VA - 450VA

Ausführungsformen: Offener Ringkerntrofa mit Anschlußlitzen • Ringkerntrofa vergossen im Bechergehäuse mit Anschlußlitzen u. zerstörungsfreiem Thermoschutz • Mantelkerntrofa mit gekapselter Zweikammerwicklung.

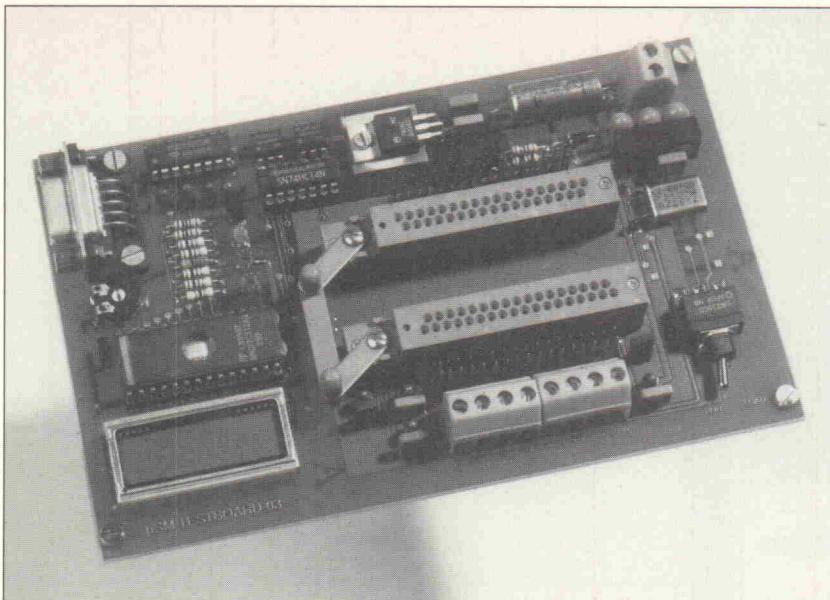
BURMEISTER-ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Ch. Burmeister

Postf. 1236 • 4986 Rödinghausen • Tel. 05226/1515 • Fax 05226/17255

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferung ins Ausland nur gegen V-Rechn. Wir liefern auch: Rechteck- und Sinuswechselrichter, Wechselrichter-Ladegerät-Kombinationen, Ladegeräte, Elkos u. Gleichrichter. Fordern Sie noch heute unseren kostenlosen Katalog C9 an.

Bild 3.
Entwicklungs-
board zum
 μ SM-1601.



und programmierbarem Verstärker, Referenzspannungs- und Konstantstromquelle zur Sensorversorgung auch einen Intel-8051-kompatiblen Prozessor mit 4 KBit ROM, 8 KBit EEPROM und 2 KBit RAM. Die ROM-Firmware enthält ein Floatingpoint-Mathematikpaket und alle Routinen zur Programmierung des EEPROMs über die serielle Schnittstelle des Bausteins. Daten- und Adreßbus sowie Kontroll- und Chip-select-Leitungen sind herausgeführt. Angesichts dieser Ausstattungsfülle ist der μ SM-1601 prädestiniert für den Einsatz in Datenloggern.

Als Entwicklungstool hält ACE das Evaluationskit 1601 EVB bereit. Neben dem μ SM-1601 sind auf einer Europakarte alle notwendigen Peripheriebausteine für Versorgung, Anzeige, Kommunikation und Speicher vorhanden.

Anwendungen lassen sich mit 8051-Standardwerkzeugen entwickeln, die mitgelieferte Software erlaubt das direkte Laden des Mikrocontrollers über die serielle Schnittstelle und enthält Standardprogramme, über die frei verfügt werden kann.

Weitere Unterstützung für Entwicklungen bieten ACE in Form einer Mailbox an. Hier stehen Softwaretreiber zum Download bereit.

ACE Automation Computer
Engineering Ges. mbH
Ignaz-Rieder-Kai 13a
A-5020 Salzburg
Tel.: 00 43 66 22/56 20
Fax : 00 43 66 22/32 38

Einsatzzeit: 200 Tage

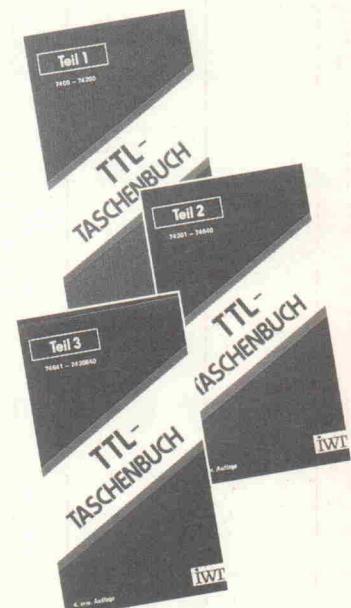
Einfach 'Datensammler' nennt Wiesemann & Theis sein Produkt und dokumentiert so sein

universelles Anwendungsspektrum.

Von der Gleitzeiterfassung über Umweltschutzanwendungen bis hin zur 'normalen' Meßtechnik kann mit dem Datensammler so ziemlich jedes Problem, das in irgendeiner Form mit Registrierung zu tun hat, abgedeckt werden.

Das W-&-T-Gerät besitzt acht TTL-Eingänge, einen Spannungseingang (6...48 V Gleich- oder Wechselspannung) und bis zu acht analoge Eingänge. Den Spannungseingang kann man zum Beispiel direkt parallel zu einer Warnlampe anschließen, die eine Störung signalisiert. Auf einem Analogkanal kann die Temperatur, auf einem zweiten die Feuchte gemessen werden. Die acht TTL-Eingänge können zur Überwachung 'verdächtiger' Signale eingesetzt werden. Ein derart konfigurierter Datensammler kann bis zu

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



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

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

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

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

iwt Elektronikfachbücher erhalten Sie im guten Fachhandel.



Bestellcoupon: ER 12/91

Ich bestelle hiermit folgende TTL-Taschenbücher:

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

Absender:

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



Leiterplattenentflechtung

Feinleiter-, Normal-, SMD-Layouts, Multilayertechnik. Wir kopieren auch Ihre Leiterplatten! Entflechtungs Programm PCB-layout für Atari ST, PCB-layout: DM 199,-, Großbildschirm DM 298,-, plus Autorouter, DM 398,-, professional: wie plus jedoch für Großbildschirm DM 698,-, NC Platinenfräsen mit isert NC Maschiene DM 1498,00, PCB-layout Fräsen & Plottservice.

FOTOPLOTTER

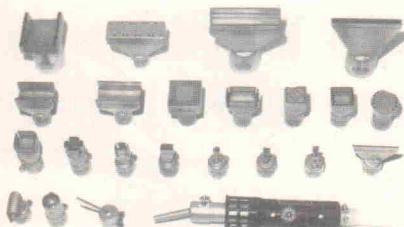
Herstellung von Reprofilmen bis DIN A3, einfach, bequem, schnell und sehr preiswert mit dem Lightpen-FOTO-Plotter SPL-450. Das Gerät ist für alle HP-GL-Code erzeugende Programme einsetzbar! Eine Linotype o.ä. Filmbelichter ist nun nicht mehr erforderlich. Erstellen nun auch Sie technische Repro-Vorlagen in kurzer Zeit selbst! Die komplette Erstausstattung: 2 Light-, 8 Farb-faserpens, 25 Filme, Entwicklungsmaterial und Rotlichtlichtlampe DM 3499,-

L-S-K, Eckernförder Str. 83, 2300 Kiel 1 Tel: 0431-180975, Fax 17080

LEISTER

Kontaktloses Entlöten und Löten

in Sekunden von SMD-, DIP- und Pin-Grid-Bauteilen sowie von Steckverbindern mit dem Leister-Labor „S“ Heissluftgerät. Elektronische Temperatur- und Luftpum mengenregelung, frei von elektrostatischer Aufladung. Es stehen über 400 Spezial-Düsen zur Verfügung.



Wir senden Ihnen gern **ausführliche Informationen GE 182** sowie Anschriften von Verkaufs- und Servicestellen in Ihrer Nähe zu.
Karl Leister
CH-6056 Kägiswil/Schweiz
Tel. (00 41 41) 66 00 77
Fax (00 41 41) 66 78 16

Markt

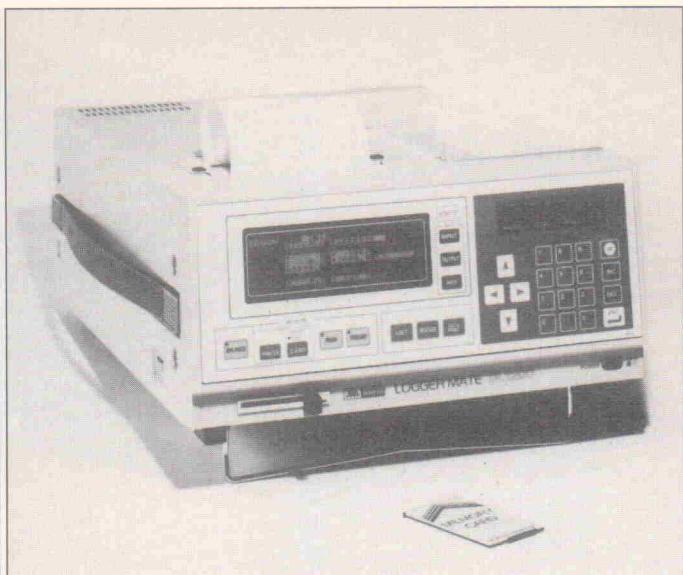


Bild 5. Kann einiges mehr als 'nur' Daten sammeln: Labor-Logger DL 1200.

200 Tage lang eine Maschine lückenlos überwachen und alle Zustände mit genauer Zeitangabe dokumentieren. Wenn genug aufgezeichnet wurde, wird der Datensammler entfernt und im Büro an einen PC (oder auch an einen Laptop-Computer) gesteckt. Dort entstehen gedruckte Protokolle aller Meßwerte: Grafiken, Ereignisprotokolle und so weiter.

Beim Datensammler ist natürlich einstellbar, in welchen Zeitabständen gemessen werden soll. Aber: Wertvollen Speicherplatz beansprucht ein Meßwert erst dann, wenn er sich vom vorhergehenden um eine einstellbare Minimalabweichung unterscheidet. Auf diese Weise kann der W-&-T-Sammler schon in seiner kleinsten Version (32 KByte Speicher) lange Meßreihen erfassen. Und auch die Lithium-Batterie hält dank des eingebauten Power-Managements lange durch: Bis zu 200 Tage.

Wiesemann & Theis GmbH
Wittener Str. 312
W-5600 Wuppertal 2
Tel.: 02 02/2 68 00
Fax: 02 02/2 68 02 65

einem LC-Display ausgestattet, das der Bedienerführung, der Anzeige von Meßdaten, Meßeinheiten, Skalenfaktoren, Alarmzuständen, Zeit und Datum dient. Mit demselben Display können Trends in Kurvenform, bezogen auf einen ausgewählten Kanal, Bargraph-Darstellungen, bezogen auf 6 ausgewählte Kanäle und Digitaldaten von maximal 14 Kanälen gleichzeitig dargestellt werden. Eine Scroll-Funktion erlaubt das Durchrollen von größeren Datenmengen auf dem Bildschirm.

Eine Memory-Card mit einer Kapazität von 256 KByte kann für die Abspeicherung von bis zu 100 000 Meßwerten und den Einstellparametern benutzt werden. Mit Hilfe eines Kartenlesers lassen sich die Meßdaten auf einen PC übertragen und dort weiterverarbeiten.

Neben Spannungssignalen können DMS oder Meßwertaufnehmer auf DMS-Basis, unterschiedliche Thermoelemente und Widerstandsthermometer direkt angeschlossen werden. Dazu stehen acht verschiedene Signalanpaß-/Meßstellenumschalttereinschübe für je 10 Kanäle, die in das Grundgerät eingesetzt werden, zur Auswahl. Maximal drei dieser Einschübe (30 Kanäle) finden im Gerät Platz. Die maximale Abtastrate beträgt 30 Kanäle/s.

Fürs Labor

Kompakter Aufbau, Netz- und Batterieversorgung machen den Datenlogger DL 1200 von ADM Messtechnik sowohl für den Labor- und Feldeinsatz als auch für den Einsatz in Fahrzeugen geeignet.

Das Gerät ist mit einem eingebauten Thermodrucker und

PC-Steuerungsprobleme? Take it easy!

PC-Steckkartensysteme MDP von OKTOGON

Konzeptionieren Sie Steuerungen oder Meßwerteinrichtungen mit PC? Dann betrachten Sie die platzsparende, kostengünstige Steckkartenlösung MDP! Anwendungsbereich: AD/DA-Wandler und IO-Karten für die Meß-, Regel- und Verfahrenstechnik, Maschinen- und Anlagensteuerung. Ihr Nutzen: Eine Basiskarte ersetzt bis zu vier Einzelkarten. Mehrere Basiskarten parallel einsetzbar. Durch Module flexibel für jedes Problem. Ihr Vorteil: Einheitliches Systemkonzept. Zukunftssicher. Ausbaufähig. Komplettlösung aus einer Hand. Ihr Gewinn: Kein teures Multitasking zur Meßwerteinrichtung nötig! Geringe Investition für MDP! Zeiterparnis 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

Schnell von der Idee zur Platine

Nie mehr Kleben, nie mehr Rubbeln!

Deutsches Platinen-CAD Programm "RULE". Einfachste Bedienung. Kosten und Zeitsparnis beim Entwurf. Provisorisch, PC/XT/AT. Beliebig geformte Lötpunkte, bel. breite Leiterbahnen. 16 Lagen. Erweiterbare Bibliothek. SMD, Lötkontakt, Bestückung. Bel. Raster. WYSIWYG, Mous... Fordern Sie unser Kostenloses Informationsmaterial an!!!

NEU: PostScript-, GERBER-, EXCELLON-Treiber !! Text

ING. BÜRO FRIEDRICH Sudetenstr. 14, W-6905 Eichenzell
Hans-Joachim Friedrich, Dipl. Wirtsch. Ing. (FH) Tel. + FAX: 0 66 59 / 22 49

Hess HF-Technik, Allmendstr. 5, CH-3014 Bern, Tel.+FAX 0 31 / 41 02 41

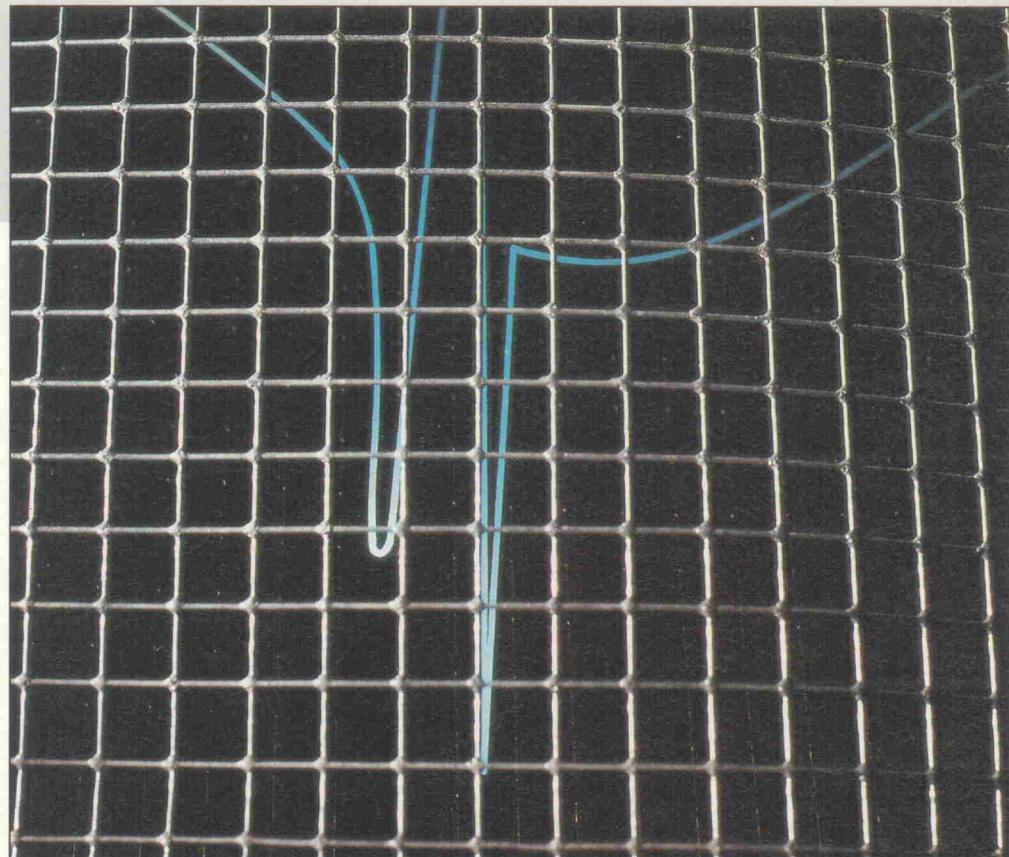
EBV Markt 26, A-1680 Hagenberg, Tel. 07732 / 33 66 0, FAX / 33 66 6

Getaktete Stromversorgungen

Auswahl, Konzepte und neue Entwicklungen

Wolf-Dieter Roth

Elektronikschaltungen werden üblicherweise mit stabilisierter Gleichspannung versorgt. Lineare Längsregler sind hier nicht mehr Stand der Technik, da im Stellglied über 50 % der zugeführten Energie verheizt werden. Dies führt zu einem hohen Platzbedarf für den Kühlkörper, die erzeugte Wärme verringert außerdem die Zuverlässigkeit anderer Baugruppen im gleichen Gehäuse. Da die Eingangsspannung im Interesse des Wirkungsgrads nur einige Volt über der Ausgangsspannung liegt, ist auch die Regelreserve bei Netzunterspannungen schnell erschöpft.



In Schaltregler wandelt ein getaktetes Schaltelement und ein Energiespeicher die Rohrspannung in die stabilisierte Ausgangsspannung um. Die Taktfrequenz liegt üblicherweise bei 20 kHz...200 kHz. Selbst Hilfsspannungen mit weniger als 1 A geforderter Belastbarkeit lassen sich mittlerweile kostengünstig mit getakteten Schaltreglern bereitstellen.

Ersetzt man in einer Linearregler-Netzteilschaltung nur Regler und Stellglied durch eine getaktete Anordnung, erhält man einen sekundär getakteten Wandler. Netztrennung und Umsetzung auf Kleinspannung übernimmt hier nach wie vor ein normaler 50-Hz-Netztransformator. Vorteile dieses Wandlers sind geringe Entwicklungs-

kosten, hohe Zuverlässigkeit durch den simplen Aufbau und eine Kleinspannung mit sicherer Netztrennung schon vor dem Regler. Dies erweist sich beispielsweise in der Medizintechnik als vorteilhaft.

Bei einem primär getakteten Netzteil dagegen betreibt man den Schalter direkt an der gleichgerichteten Netzspannung und speist einen Übertrager, der bei 20 kHz bis 200 kHz arbeitet und um Größenordnungen kleiner als ein Netztrafo ist. Die Vorteile dieses Wandlers sind ein höherer Wirkungsgrad als beim sekundär getakteten, bei dem ja auch der Netztransformator mit in den Wirkungsgrad eingeht, sowie der wesentlich geringere Platzbedarf infolge des eingesparten Netztransfor-

mators und der kleineren Ladekondensatoren. Dafür ist allerdings ein größerer Bauteile- und Entwicklungsaufwand notwendig, nicht zuletzt deshalb, weil auch die Regelschleife eine galvanische Trennung benötigt. Je nach Leistungsbereich, Stückzahl und Anwendung können primär getaktete Regler trotz der Einsparung des Netztrafos teurer sein als sekundär getaktete.

Ein sehr wichtiges Kriterium bei der Auswahl von Stromversorgungen ist der Wirkungsgrad. Er ist der optimale Weg zu Miniaturisierung, Zuverlässigkeit und gutem Kosten/Nutzen-Verhältnis. Diese Forderungen sind voneinander abhängig und widersprechen sich zunächst: Baut man ein Gerät besonders klein, so wird die Wärmeablei-

tung aufgrund der verringerten Oberfläche problematisch; die steigende Betriebstemperatur verringert die Zuverlässigkeit. Aufwendige Kühlverfahren wie Heatpipes oder Lüfter wiederum erhöhen die Kosten.

Um diesem Dilemma zu entgehen, muß man an der Quelle des Problems ansetzen: Die Verluste, die zur Wärmeerzeugung führen, sind zu reduzieren. Dazu ein einfaches Rechenbeispiel:

Während ein hoch effizientes Netzteil mit 150 VA Nennlast und 85 % Wirkungsgrad bei voller Belastung nur 25 Watt elektrische Leistung in Wärme umsetzt, muß ein Exemplar mit 70 % Wirkungsgrad 65 Watt Verlustleistung, also knapp die dreifache Wärmemenge, loswerden.

Das Gerät mit 25 Watt Verlustleistung läßt sich mühelos auf einer Eurokarte unterbringen und kommt auch mit Konvektionskühlung aus. Um 65 Watt Wärmeleistung abzuführen, benötigt man dagegen schon große Kühlkörper oder einen Lüfter, beides vergrößert das Gerät. Auch die Leistungsbauteile sind auf die Abführung entsprechend hoher Verlustleistungen auszulegen. All dies erhöht nicht nur die Kosten: Erhöhte Temperaturen verringern zudem die Zuverlässigkeit der Stromversorgung und anderer Komponenten.

Es sind also ausgefeilte Schaltungskonzepte und ausgesuchte Bauteile notwendig, um hohe Wirkungsgrade zu erzielen. Billig-Netzteile wie etwa in Personal-Computern verwenden einfachste Sperrwandler-Schaltungen, die trotz primär getakteter Technik nur 65 % bis 75 % Wirkungsgrad erreichen und so den Einsatz eines Lüfters erfordern. Sie sind meist nicht leer-

Netzspannung	230 V	176 V	115 V	88 V
mittlere Stromaufnahme				
I _{mittel}	0,96 A	1,25 A	1,35 A	2,5 A
effektive Stromaufnahme				
t = 2 ms	2,47 A	3,22 A	3,49 A	6,45 A
t = 3 ms	2,02 A	2,63 A	2,84 A	5,26 A
Verluste je Ohm Eingangswiderstand				
t = 2 ms	6,1 W/Ω	10,4 W/Ω	12,18 W/Ω	41,6 W/Ω
t = 3 ms	4,08 W/Ω	6,94 W/Ω	8,07 W/Ω	27,7 W/Ω

Tabelle 1. Zusätzliche Verluste pro Ohm Widerstandserhöhung im Eingangskreis eines typischen 250-VA-Schaltnetzteiles ($\eta = 80 \%$) bei verschiedenen Eingangsspannungen und Ladezeiten.

lauffest und dürfen daher nie ohne angeschlossenes Mainboard arbeiten.

Transientenfestigkeit

Transiente Überspannungen können bei der Versorgung elektronischer Anlagen viel Kummer bereiten und zu Ausfällen führen. Sie entstehen beispielsweise bei Kurzschlüssen im Netz: Im Drehstromnetz wandert bei Kurzschluß einer Phase der Mittelpunkt aus, daraus resultieren Überspannungen auf den anderen Phasen. Ferner verursachen Leitungsinduktivitäten schon beim Auslösen der Sicherung Rückenschlagspannungen. Die Stromversorgung ist so zu konstruieren, daß sie das angeschlossene Gerät vor unzulässigen Störungen schützt und selbst das Auftreten von Netzzustörungen schadlos verkraftet.

Da die Transienten nur sehr selten auftreten und ein Ersatzgerät möglicherweise monate lang ohne Störungen läuft, ist die Ursache des Ausfalls im nachhinein meist nicht mehr rekonstruierbar.

Von verschiedenen Gremien wurden die vorkommenden Netzzustörungen statistisch untersucht und so festgelegt, welche Grenzwerte eine Stromversorgung aushalten muß. Größere Bedeutung haben die Normen VDE 0160 und IEC 801 erlangt. Die Forderungen beider Normen ähneln sich, jedoch wird in

der VDE 0160 dabei die Hauptproblematik bei Transienten im ms-Bereich gesehen, während international den kurzen, aber energiereichen Spikes im µs-Bereich mehr Bedeutung zugeschrieben wird. Verschiedene Normen, zum Beispiel von amerikanischen Computerherstellern und der Fernmeldebehörde FCC, flossen in die IEC 801 ein, die inzwischen auch als Übersetzung DIN/VDE 0843 verfügbar ist.

Die VDE-Norm 0160 behandelt die Einbindung elektronischer Geräte in Starkstromnetze. Ein Netzteil muß nach DIN Spannungsspitzen vom 2,3fachen des regulären Scheitelwerts der Netzwechselspannung ohne Funktionsbeeinträchtigung verkraften. Bei 230 V sind dies knapp 750 V. Erst bei Impulsen über 0,3 ms (oder 1,3 ms) Halbwertszeit sinkt die verlangte Spannungsfestigkeit ab und erreicht bei 1 ms beziehungsweise 10 ms den statischen Wert von ±10 % der Netznennspannung. Welcher Grenzwert (0,3 ms oder 1,3 ms) zu verkraften ist, wird durch die Verdrahtung des

Netzes und die verwendeten Sicherungen bestimmt, was kaum voraussehbar ist: Ein Oszilloskop sollte in einem Entwicklungsbüro genauso sicher arbeiten wie in einer Fabrikhalle.

Ferner werden die Verhältnisse in 115-V-Netzen von der VDE 0160 überhaupt nicht berücksichtigt. Maßstäbliches Umsetzen aller Werte auf die Hälfte ist hier sicher nicht angebracht, da sich die Ströme verdoppeln und die in der Leitungsinduktivität gespeicherte Energie vervierfacht. Erstaunlicherweise erwähnt gerade der VDE die induktive Rückschlagspannung bei starken Stromänderungen, zum Beispiel ein Kurzschluß mit anschließender Entlastung durch Auslösen einer Sicherung in einem Gerät, als typische Quelle von Transienten im Millisekundenbereich.

Auch ist die Prüfung nach VDE 0160 bei 10 % der Nennlast beziehungsweise bei minimal zulässiger Last, falls höher, vorgesehen. Dies ermöglicht es, schon mit einem passend dimensionierten NTC vor dem Ladekondensator eine Dämpfung des Impulses zu erreichen und den VDE-Test zu bestehen. In der Praxis würde ein so aufgebautes Gerät versagen, da der Transientenschutz während und einige Zeit nach einer höheren Belastung so lange nicht mehr gewährleistet ist, bis der NTC wieder abgekühlt ist.

Bei der IEC 801 handelt es sich um eine etwas praxisnähere Vorschrift: Der Testschwerpunkt liegt hier, wie bereits er-

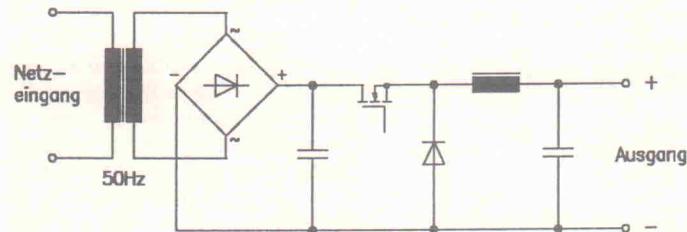
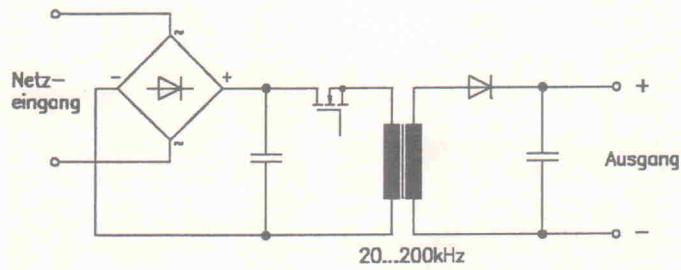


Bild 1. Das Prinzipschaltbild eines primär (oben) und eines sekundär (unten) getakteten Netzgerätes.

Der Autor

Wolf-Dieter Roth studierte Nachrichtentechnik an der Fachhochschule München. Seit 1980 hat er Aufsätze in verschiedenen Fachzeitschriften sowie zwei Fachbücher verfaßt; seit 1989 arbeitet er bei der Münchener Firma Puls als technischer Redakteur.

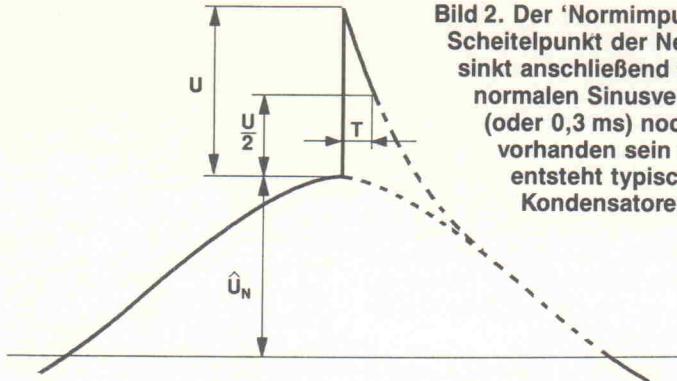


Bild 2. Der 'Normimpuls' nach VDE 0160 setzt im Scheitelpunkt der Netzwechselspannung ein und sinkt anschließend exponentiell auf den normalen Sinusverlauf ab, wobei nach 1,3 ms (oder 0,3 ms) noch die halbe Überspannung vorhanden sein muß. Diese Kurvenform entsteht typischerweise bei der Entladung von Kondensatoren.

wähnt, im μ s-Bereich. Als Ursache für derart kurze Spikes kommen beispielsweise Blitz-einschläge in Frage. Auch wenn der Blitz dabei nicht ins Netz selbst einschlägt, werden sehr hohe Spannungen induziert. Diese Nadelimpulse behandelt die IEC 801 Teil 5. Aber auch bei normalen Schaltvorgängen können durch die Verbraucher sowie Netzinduktivitäten und -kapazitäten gedämpfte Schwingungen entstehen. Burst-Im-pulsreihen infolge von Funkenstrecken werden in der IEC 801 Teil 4 abgehandelt. Teil 3 behandelt 'normale', drahtlose Hochfrequenzeinstrahlungen

und Teil 2 statische Entladungen, wie sie in Büros ohne anti-statische Teppichböden an der Tagesordnung sind.

Die IEC 801 unterscheidet verschiedene Anforderungsklassen, die in sechs Stufen von einer gut geschützten bis zu einer völlig ungeschützten Umgebung reichen. Es sind hier also mehr Abstufungen als bei der VDE 0160 vorhanden, die aber in der Praxis gut den Anforderungen zuzuordnen sind.

Längere Überspannungsimpulse im Millisekunden-Bereich werden vom Transformator eines sekundär getakteten Wandlers

zwar durchaus übertragen – von 'harten' Transformatoren mit Ringkern eher als von 'weichen' mit konventionellen Blechpaketen. Diese Störungen werden aber in jedem Fall deutlich gedämpft und außerdem mit heruntertransformiert. Die Entwicklung spike- und transientenfester Sekundärregler ist daher kein echtes Problem. Bei primär getakteten Wandlern laden Überspannungen dagegen ungedämpft den Ladekondensator auf Werte auf, die den Normalbetrieb um mehr als das Doppelte übersteigen.

Das Vorschalten eines magnetischen Spannungskonstanters vor sonst nicht transientenfesten Geräten schluckt zwar Transienten zuverlässig, Platzbedarf und Kosten sprechen je-

doch ganz klar gegen diese Lösung. HF-Filter wirken gegen kurze Spikes und Nadelimpulse, aber nicht gegen langsame transiente Überspannungen. Varistoren oder gar Gasableiter sprechen erst bei zu hohen Spannungswerten an. Das Überspannungsproblem läßt sich also nur in der Elektronik selbst lösen.

Einige Stromversorgungshersteller haben Schaltungen entwickelt, die speziell auf den VDE-Normimpuls reagieren. In der Praxis haben sie aber deutliche Nachteile: Das Abschaltprinzip nach Bild 3 trennt bei Überspannung den Wandler mit einem elektronischen Schalter vorübergehend vom Netz. Dabei liegt der Innenwiderstand des elektronischen Schalters ständig im Stromkreis und verursacht so zusätzliche Verluste.

Moderne MOSFETs beispielsweise haben in der benötigten Spannungsfestigkeit Durchlaßwiderstände zwischen 1Ω und 3Ω . Die impulsförmige Stromaufnahme eines typischen 250-VA-Wandlers verursacht daran schon bei Nenn-Eingangsspan-

NUTZEN SIE IHR ELRAD-ARCHIV MIT SYSTEM

**Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller ELRAD-Ausgaben (1/78—12/90) gibt's jetzt auf Diskette.
(Rechnerotyp umseitig)**

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
D-3000 Hannover 61

nung zusätzliche Verluste in Höhe von circa 6 W...16 W. Sinkt die Netzspannung ab, wird die Bilanz immer schlechter: Die steigende Stromaufnahme des Wandlers treibt die Verluste mit dem Quadrat der Stromaufnahme in die Höhe, bei 115-V-Betrieb vervierfachen sie sich also. Ferner ist zum Abschalten einer im 115-V-Betrieb üblichen Spannungsverdopplerschaltung ein polaritätsunabhängiges Schaltelement vor dem Gleichrichter oder aber zwei getrennte Schalter danach notwendig.

Im Dauerbetrieb bedeutet dies eine zusätzliche Verlustquelle, die eine effiziente Energieumwandlung behindert und insgesamt gut 15 %...30 % mehr Abwärme freisetzt. Da die Störenergie im Netz verbleibt, werden auch andere Verbraucher unnötig lange mit Überspan-

nung belastet. Und schließlich fällt die Ausgangsspannung bei längerer Überspannung am Eingang oder bei wiederkehrenden Bursts aus.

Das in Bild 4 dargestellte Ableitprinzip bemüht Leistungsschalter, die bei einer Überspannung das Netz zusätzlich beladen. Hier sind die Verluste noch größer, denn um im Fehlerfall das Ableitelement nicht zu überlasten, ist der Maximalstrom durch Bauelemente mit Widerstandscharakter zu begrenzen. Diese liegen jedoch

auch im Normalbetrieb ganz oder teilweise in der Wandlerzuleitung und erzeugen Spannungsabfälle, die die Werte bei Verwendung elektronischer Abschalter sogar noch übersteigen. So führt jede Grenzwertübertretung zu massiver Leistungsaufnahme der absorbierenden Elemente. Nach einer Störung sind längere Erholpausen notwendig, sonst besteht die akute Gefahr der Überhitzung.

Nur Wandler mit ausgesprochener Toleranz gegen hohe und auch lange Spannungüber-

oder -unterschreitungen, die sogenannten Weitbereichswandler, kommen mit dem Alltag rauher Netzverhältnisse wie auch mit den VDE-Laborprüfungen gleichermaßen souverän und störsicher zurecht.

Es werden keine zusätzlichen Verluste erzeugenden Bauteile benötigt. Die eingesparten Bauenteile und der hohe Wirkungsgrad ermöglichen die Erfüllung des Wunsches nach geringen Gehäuseabmessungen, der Gesamtaufwand für Leistungsbauenteile und Kühlmittel bleibt niedrig.

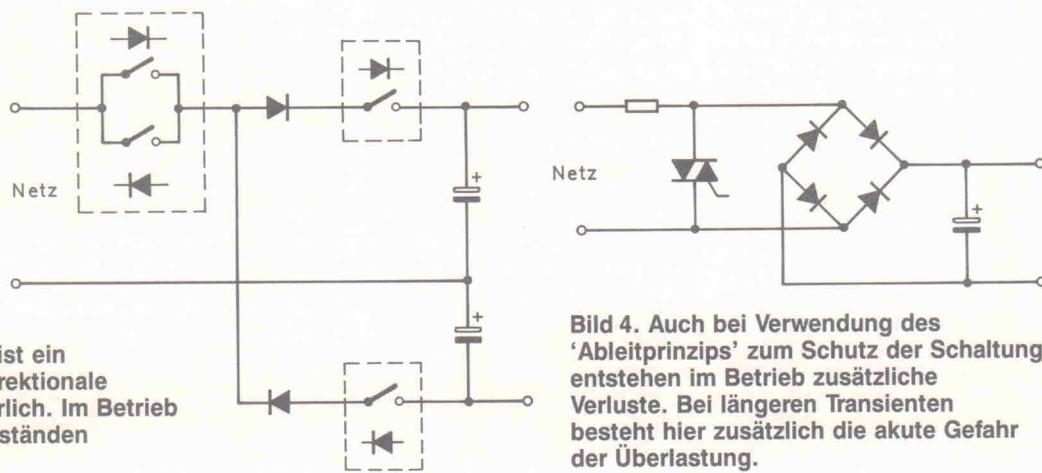


Bild 3. Beim 'Abschaltprinzip' ist ein bidirektionaler oder zwei unidirektionale elektronische Schalter erforderlich. Im Betrieb entstehen an ihren Innenwiderständen zusätzliche Verluste.

Bild 4. Auch bei Verwendung des 'Ableitprinzips' zum Schutz der Schaltung entstehen im Betrieb zusätzliche Verluste. Bei längeren Transienten besteht hier zusätzlich die akute Gefahr der Überlastung.

GROSSER ELRAD-WEGWEISER AUF DISKETTE

Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/90.

Dreizehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei

zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

Bestellcoupon



Ja, ich will mein **ELRAD**-Archiv besser nutzen.
Bitte senden Sie mir das **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnis
mit Definitionsdatei + 3 Textdateien auf Diskette zu.

Rechnertyp/Diskettenformat:

- Atari ST (3,5") unter Adimens
- Apple-Macintosh unter Hypercard
- PC (5,25") unter dBase
- PC (3,5") unter dBase

Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des **ELRAD**-Gesamtinhaltsverzeichnisses (1/78—12/89) bieten wir ein Update für 1990 an. Preis DM 10,—. Bitte die Originaldisketten 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)

rig. Die Zuverlässigkeit steigt, da der Wandler auch mit ungewöhnlichen Störungen zurechtkommt; zudem wird die Störung so auch für andere Verbraucher gedämpft.

Realisierungsmöglichkeiten

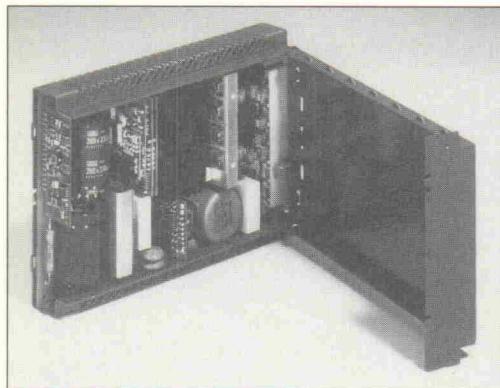
Die Konzeption von Netzgeräten als Weitbereichswandler führt mit Überspannungsfestigkeiten von 300 V Effektivspannung für 0,5 s generell zu mehr Zuverlässigkeit und deckt auch in den Normen nicht berücksichtigte Störungen ab. Anhand eines aktuellen Produktes soll nun gezeigt werden, wie sich diese Konzepte praktisch umsetzen lassen.

Der 19-Zoll-Einschub '802' liefert bei drei Höheneinheiten und sechs Tiefeneinheiten insgesamt drei Ausgangsspannun-

gen fast dreifachen Verlusten und damit auch zu geschilderten Problemen.

Unsymmetrien bei der Belastung einer der Doppelspannungen gleicht hier eine stromgekoppelte Drossel verlustfrei so weit aus, daß nur minimale Abweichungen entstehen. Eine optionale Schutzschaltung erlaubt es, einen 12-V-Ausgang voll zu beladen und den anderen im Leerlauf zu betreiben.

Zwischen 5-V- und ± 12 -V-Spannung bestehen keinerlei gegenseitige Abhängigkeiten. Mögliche gegenseitige Beeinflussung der beiden Wandler verhindert ein phasenverschobenes synchrones Takt, womit auch die Funkstörspannungen minimiert werden. Die typischen Restwelligkeiten liegen bei 15 mV für den 5-V-Ausgang und 30 mV bei den symmetrischen Spannungen.



Das 85-VA-Modul '802'.

gen mit einer Gesamtleistung von 85 VA. Der primär getaktete Regler mit einem Wirkungsgrad von 85 % verfügt über zwei getrennte Durchflußwandler von je 45 VA. Dabei liefert ein Wandler eine Einzelspannung von 5 V, der andere standardmäßig eine Doppelspannung von ± 12 V oder ± 15 V.

Geräte, die dagegen alle drei Spannungen einem gemeinsamen Wandler mit einem Übertrager mit mehreren Wicklungen entnehmen, benötigen zur Stabilisierung interne Nachregelstufen. Diese Nachregelstufen schlucken zusätzlich Energie und verschlechtern den Wirkungsgrad. Ein Wandler mit Wirkungsgrad 0,82 und eine Nachregelstufe mit einem – zunächst ebenso guten – Wirkungsgrad von 0,82 erreichen so einen Gesamtwirkungsgrad von nur noch $0,82 \times 0,82 = 0,67$, also 67 % am betreffenden Ausgang. Wie oben gezeigt, führt dies nicht nur zu doppelten,

MOSFETs als Schalter erlauben einen Betrieb mit 90 kHz, was das Volumen der Übertrager ebenso verringert wie der Einsatz von SMD-Bauteilen für die Ansteuerung. In der Schaltung werden mit Ausnahme der Eingangs- und Ausgangskondensatoren keine nassen Elektrolyten verwendet, da diese für Alterung durch Austrocknung speziell bei höheren Umgebungstemperaturen anfällig sind. In allen anderen Schaltungsteilen finden daher nur Trockenelkos sowie Keramik- und Folienkondensatoren Verwendung.

Ein zweiter Regelkreis mit Überspannungsschutz für den 5-V-Ausgang schützt die angeschlossenen Verbraucher auch bei erheblichen Störungen oder Fehlbedienung. Besteht keine Überspannung oder Übertemperatur mehr, schaltet sich das Gerät selbsttätig wieder ein, so daß beispielsweise induzierte Überspannungen keine längeren Unterbrechungen verursachen

können. So wird vermieden, daß ein Blitzschlag am entfernten Gipfel die Anfahrt eines Technikers auf eine entlegene Bergstation erforderlich macht, um einen Reset-Knopf zu betätigen ...

Das Gerät enthält eine aufwendige Einschaltstrombegrenzung. Diese verhindert zuverlässig das Auslösen vorgesetzter Sicherungen und die unnötige Belastung von Schaltern im Netz durch hohe Stromstöße.

Kurze Spannungseinbrüche überbrücken interne Speicher, bei längeren Einbrüchen der Netzzspannung wird ein Power-Fail-Signal mit steiler Flanke erzeugt. Es ist dann noch ausreichend Zeit, um im angegeschlossenen Gerät auf Batterie-Backup flüchtiger Daten umzuschalten, bevor die Speicher der Stromversorgung erschöpft sind und die Ausgangsspannung ausfällt. Beim Wiederkehren der Netzzspannung wird umgekehrt erst dann ein Power-Good-Signal zum Reset der Rechnerlogik abgegeben, wenn die Netzzspannung und die Ausgangsspannung ausreichende Werte erreicht haben. Für die Fernabschaltung ist nur ein Schaltkontakt notwendig.

Das Netzteil arbeitet an 230-V- und 115-V-Wechselspannungsnetzen sowie bei Gleichspannungen von 250 V bis 350 V, was für die Realisierung unterbrechungsfreier Stromversorgungen hilfreich ist. Ein besonderer Leckerbissen ist hierbei die Fähigkeit des Wandlers, die verwendete Netzzspannung (115 V oder 230 V) automatisch zu erkennen und sich selbst entsprechend umzuschalten. Dies bringt zusätzlichen Bedienungskomfort und vor allem Sicherheit vor Fehlbedienung, eine Logikschaltung vermeidet dabei Fehlschaltungen durch ungewöhnliche Netzverhältnisse. Wandler, die den gesamten Bereich von 90 V bis 260 V Eingangsspannung ohne Umschaltung abdecken, erreichen konstruktionsbedingt nicht so hohe Wirkungsgrade.

Durch die Konzeption als Weitbereichswandler und die Verwendung avalanchefester MOSFET-Halbleiter verursachen auch Spikes und Transienten keine Ausfälle: Das Gerät kann 300 V Netzzwechselspannung (effektiv) für eine halbe Sekunde ohne Abschaltung verarbeiten, was immerhin das Fünffa-

che der seit 1987 geforderten Toleranz von 230 V + 6 % ist. Auch eine Version mit Transientenfestigkeit nach VDE 0160 ist verfügbar.

Das Gerät unterliegt einer Hochspannungsprüfung nach VDE 0806 beziehungsweise EN 60950. Für Berührschutz (VDE-Prüfkette, VDE-Prüfstift und VDE-Prüffinger) auch bei Betrieb im nichteingegebauten Zustand, zum Beispiel in Laboraufbauten, ist durch die Metallkassette gesorgt.

Neben der Transientenfestigkeit ist auch für aktive und passive Störsicherheit im Hochfrequenzbereich gesorgt. Filter und das Aluminiumgehäuse verhindern das Eindringen von Störungen in das Netzteil sowie die Auskopplung intern entstehender Hochfrequenz.

Ein weniger aufwendig ausgestattetes Gerät wird zwar in einer normalen Büroumgebung in vielen Fällen auch funktionieren, in einer härteren Umgebung wie einer Fabrikhalle wird es dann aber problematisch. Ein Ausfall der Stromversorgung führt aber immer zu einem Ausfall der gesamten Anlage und möglicherweise zu sehr hohen Folgekosten. Ist dies bei PCs, die ins Ausland exportiert werden und an den dortigen instabilen Netzen ständig ausfallen, schon ärgerlich genug, so kann es in Fertigungsanlagen zum Stillstand einer ganzen Abteilung und Kosten in Millionenhöhe führen.

Der Fehler vieler Systementwickler, an das Netzteil erst im letzten Moment der Entwicklung zu denken und dann irgendein halbwegs passendes Exemplar auszuwählen, kann hier üble Folgen haben. Es sei nur an das neue Produkthaltungsgesetz erinnert.

Literatur

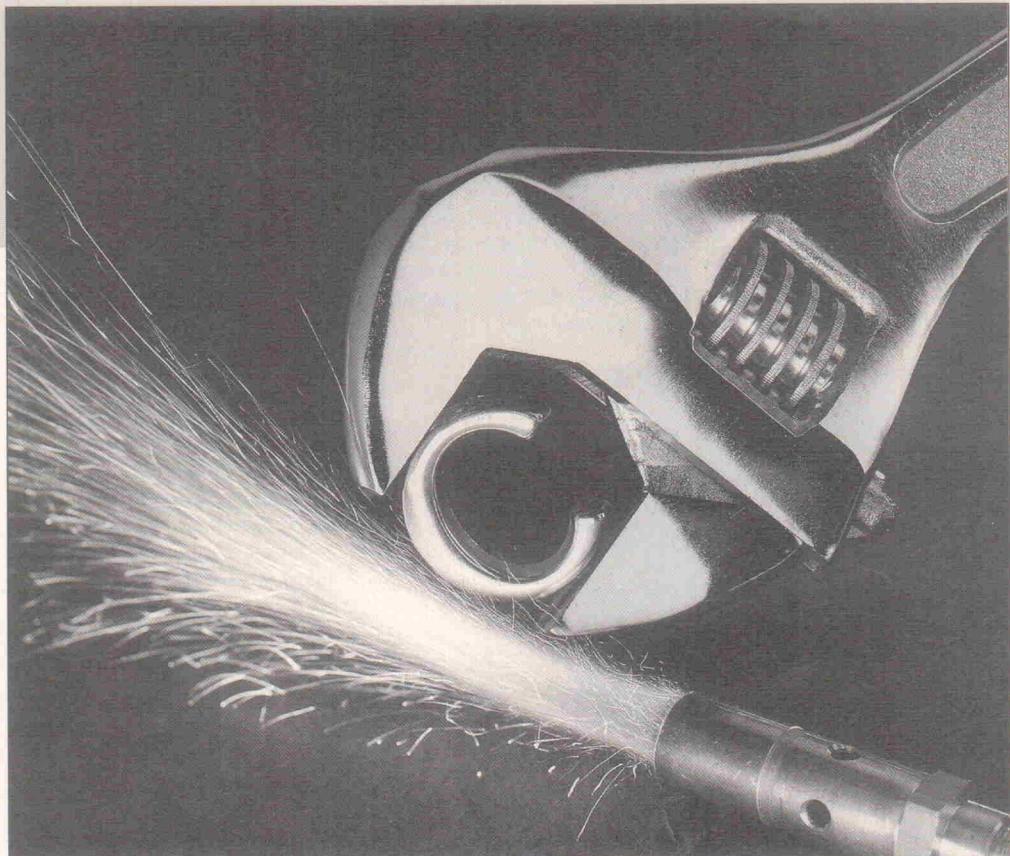
- [1] Blitz- und Überspannungsschutz, Klaus-Peter Müller, Elrad 1/91
- [2] VDE 0160
- [3] VDE 0843
- [4] IEC 801-5 E
- [5] Power Quality '89 Conference-Proceedings
- [6] Produktübersicht 1/1991, PULS GmbH München
- [7] Transientenfestigkeit: Prüfstand für Stromversorgungen, Elektronik 2/1991, Franzis-Verlag München

Signalverarbeitung in C

Teil 7: Faltung per Software

Howard Hutchings

Um das Thema Faltung in eine rechnergerechte Form zu bringen, ist es sicher keine schlechte Idee, die Grafikroutinen aus Teil 3 zur Darstellung des gefalteten Ausgangssignals auf dem Bildschirm zu verwenden.



Ein entsprechendes Programm zeigt Listing 7.1. Wer dieses Programm einsetzt, kann das digitale Ausgangssignal eines jeden linearen Signalverarbeitungsprozesses bestimmen, ohne eine Analyse im komplexen Frequenzbereich durchführen zu müssen.

Natürlich stellt das Programm auch eine geeignete Möglichkeit dar, die Gültigkeit der zuvor erläuterten Regeln und Konzepte in der Praxis zu belegen. Wenn man etwas mehr Zeit investieren kann, bietet es genügend Raum für den eigenen Forscherdrang.

Aliasing

Wer diese Zeit erübrigen kann, sollte untersuchen, was bei der

Verarbeitung eines Signals geschieht, das auf Grund einer zu geringen Anzahl von Abtastwerten nur unvollständig beschrieben wird. Dabei sollte man folgendermaßen vorgehen: einen geeigneten Eingangssignalverlauf wählen, das erhaltene Ausgangssignal untersuchen und dann die Anzahl der Abtastwerte Schritt für Schritt verringern, bis Aliasing auftritt.

z-Operator

Einen tieferen Einblick in die Bedeutung der z-Transformation als zeitliche Schiebeoperation erhält man, wenn man, wie Bild 5.7 (Elrad 9/91, S. 79) zeigt, eine Null in den Ursprung der z-Ebene legt. Jeder Term der Folge wird mit z multipli-

ziert, was sich auf die Reihenfolge der Koeffizienten in der Impulsantwort auswirkt. Die Impulsantwort, die man dabei erhält, lautet: 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, ... Anhand von Bild 7.1 soll das durch die Faltung eines Einheitssprungs gewonnene Ausgangssignal erläutert werden.

Erhöht man die Zeitkonstante, während das Abtastintervall konstant bleibt, so ändert sich das Tiefpassverhalten. Das Ergebnis ist eine immer schmalere Bandbreite und eine sich zeitlich ausweitende Impulsantwort. Man beachte Bild 7.2. Augenscheinlich zieht die wachsende Anzahl von Koeffizienten in der Impulsantwort das Ergebnis der Faltung immer mehr in die Länge.

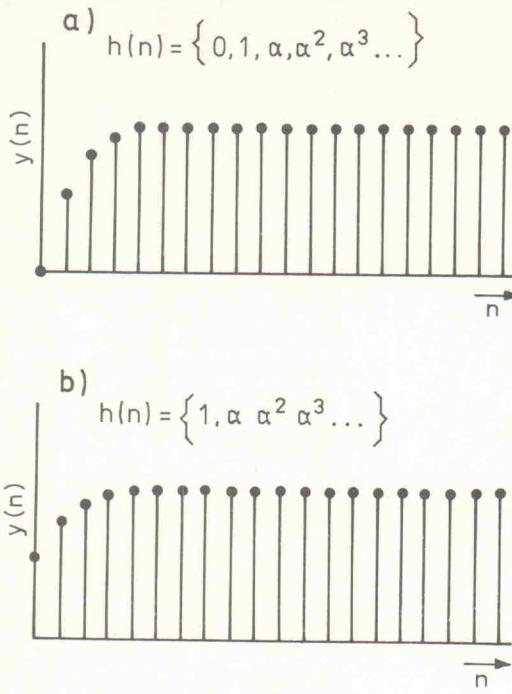


Bild 7.1. Die Antwort eines Systems auf den Einheitssprung. Bei a) ist die Antwort $h(n) = 0, 1, \alpha, \alpha^2, \alpha^3, \dots$, b) zeigt, wie eine Null im Ursprung die Reihenfolge der Koeffizienten in der Impulsantwort beeinflusst.

Verschiebung der Pole

Die Verschiebung der Lage der Pole ist in Bild 7.3 gezeigt. Um die Impulsantwort eines jeden Systems zu bestimmen, wird die Übertragungsfunktion einfach als Potenzreihe dargestellt. Zur Faltung der Impulsantwort $h(n)$ mit dem δ -Impuls kann man das Listing 7.1 verwenden. Man beachte den Einfluß des Poles bei (1,0). Der δ -Impuls wird integriert und bildet am Ausgang einen Einheitssprung. Die Verzögerung von einem Abtastintervall kann durch eine Null im Ursprung eliminiert werden.

Die andere Stabilitätsgrenze auf der reellen Achse stellt der Pol (-1,0) dar. Die Systemantwort auf einen δ -Impuls ergibt eine verzögerte Sinusschwingung, die, wie aus Bild 7.3 b ersichtlich, mit der halben Abtastfrequenz oszilliert. Die Lage eines Poles bei ($\alpha, 0$) bewirkt, wie bereits erläutert wurde, daß sich das System als Tiefpaß 1. Ordnung verhält. Eine typische Impulsantwort ist in Bild 7.3c dargestellt. Sobald α negativ wird, also wenn ein Pol bei (- $\alpha, 0$) liegt, ergibt sich eine Hochpaßcharakteristik. Die Koeffizienten in der Impulsantwort alternieren im Vorzeichen und schwingen mit der halben Abtastfrequenz, wie in Bild 7.3d gezeigt wird. Die Pole müssen innerhalb des Einheitskreises liegen, um Stabilität zu gewährleisten. Wird α

größer als eine Einheit, ergibt sich ein exponentieller Anstieg und das System wird instabil (Bild 7.3 e).

Digitale Filter

Das rapide Wachstum in der Mikroelektronik und der Preisverfall bei Personalcomputern hat dazu geführt, daß die Eigenschaften von Tief-, Band- und Hochpaßfiltern leicht in Software implementiert werden können. Dieser Artikel versucht, das Verhalten einiger Digitalfilter in Abhängigkeit von der Faltung, der Impulsantwort, der Amplituden- und Phasenantwort mit einfacher Mathematik zu beschreiben.

Der größte Teil der erforderlichen Grundlagen – abgetastete Signale und die Faltung – sind bereits abgehandelt worden. Die Untersuchung der Theorie geschah, bevor Anwendungen präsentiert wurden, um zum Experimentieren einzuladen.

Digitale Filter haben diverse Vorteile: Gewicht, Größe, Kosten und Flexibilität sprechen eindeutig für ihren Einsatz. Das Filterergebnis ist von Bauteiletoleranzen unabhängig, benötigt keine Abstimmung und ist gegen Temperaturschwankungen immun. Eine simple Programmänderung verändert die Filtercharakteristik, und man kann Ergebnisse erzielen, die mit der analogen Konkurrenz unmöglich sind.

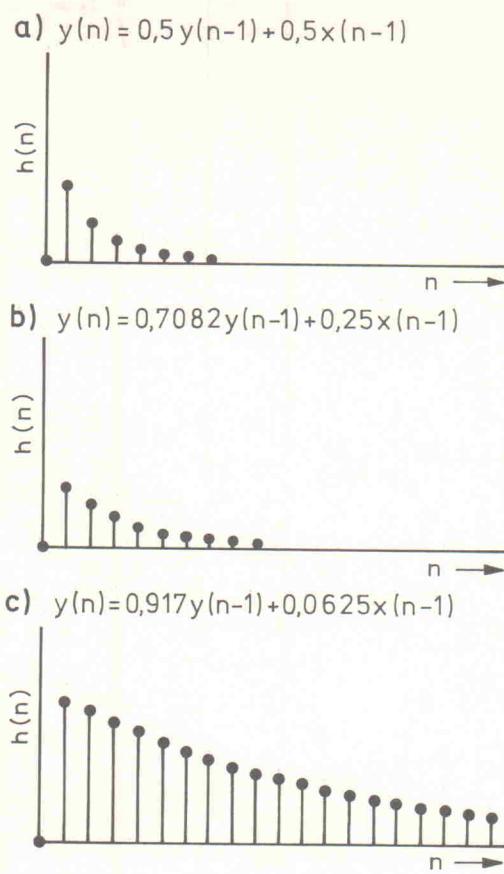
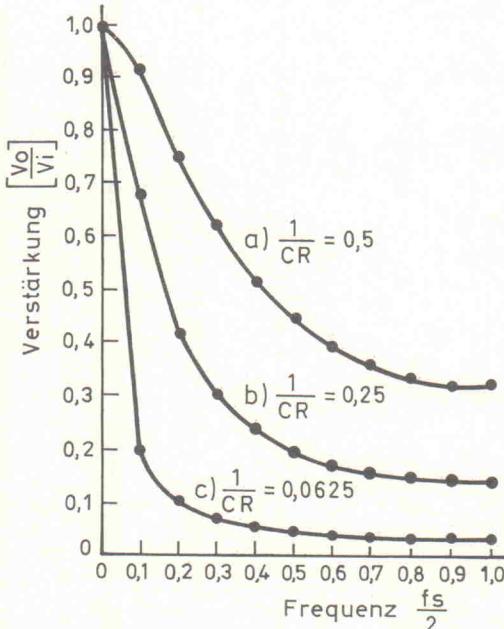


Bild 7.2. Eine Verringerung der Zeitkonstante verringert die Bandbreite und verlängert die Impulsantwort.



Einige Filter lassen sich nur in digitaler Technik realisieren. Alternativen können die Charakteristiken bewährter analoger Entwürfe – wie Butterworth und Tschebyscheff – durch die bilineare Transformation in eine digitale Form gebracht werden. Im Interesse der Klarheit wird zunächst der Entwurf digitaler Filter nur in der z-Ebene erläutert, da die zusätzliche Abstraktionsstufe der bilinearen Transformation nur Verwirrung stiften würde.

Hardware-Anforderungen

Bei einem Echtzeit-Digital-Filte muß das Abtasten, die Verarbeitung und die Ausgabe des Signals zurück an die Außenwelt innerhalb eines Verarbeitungsschritts geschehen. Bei Verwendung eines PC beschränkt sich die zusätzlich erforderliche Hardware auf ein Minimum, allerdings auf Kosten der Software für die Manipulation des Signals, die

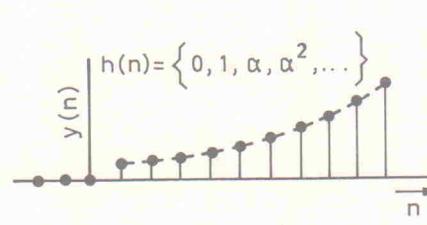
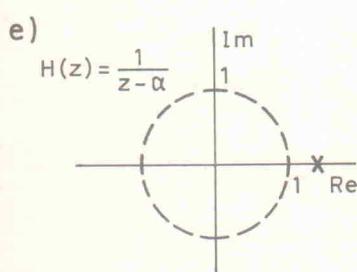
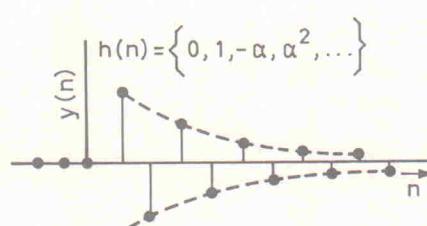
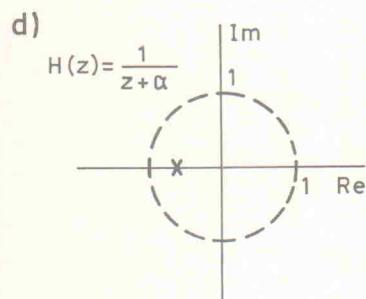
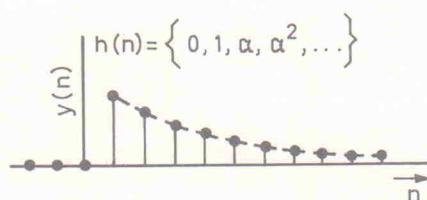
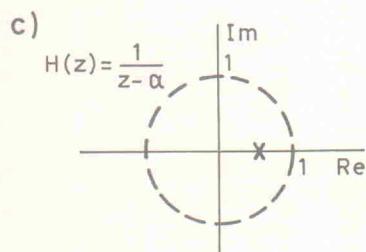
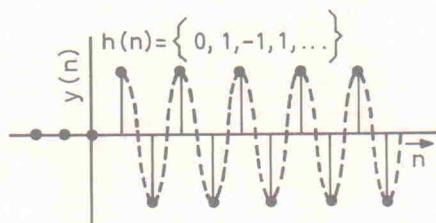
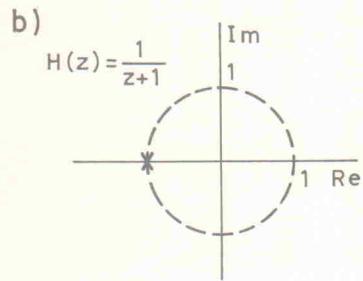
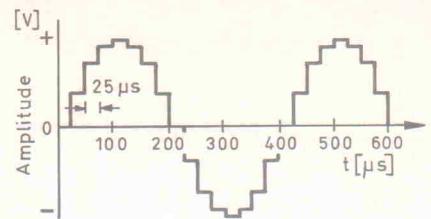
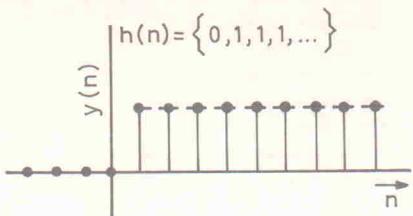
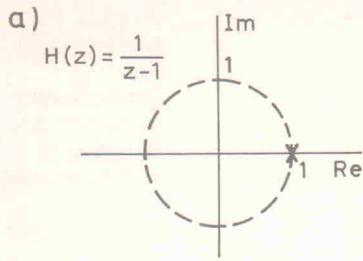


Bild 7.3. Die Lage der Pole in der z-Ebene ist in der linken Spalte aufgeführt, die durch Faltung gewonnene Impulsantwort findet man rechts.

für gewöhnlich recht langsam ist.

Standard-PCs, die mit einem 8086/8088-Prozessor arbeiten, können zwei Zahlen in etwa 1 μs addieren und in etwa 25 μs multiplizieren. Ein schnellerer AT-PC, mit einem 80286-Prozessor, schafft die Addition doppelt so schnell, während er die Multiplikation in einem Siebtel der Zeit erledigt. Trotz dieser eindrucksvollen Rechenleistung ist es möglich, die Geschwindigkeit extrem zu steigern, wenn man den Standardprozessor durch einen

Mathematik-Coprozessor unterstützt. Der XT-kompatible 8087-Coprozessor oder der AT-kompatible 80287-Coprozessor ist ein Chip mit 40 Pins, der einfach nur in einen Sockel auf der Hauptplatine des Computers gesteckt zu werden braucht. Beim AT ist noch einen Eintrag in das Setup erforderlich.

Es ist schwer zu sagen, wie hoch der Geschwindigkeitsgewinn mit einem Coprozessor genau sein wird, die eigentliche Berechnung ist zwischen 50- und 100mal schneller, aber der Overhead beim Datenaustausch

Bild 7.4. Eine genauere Darstellung eines Sinus am Ausgang eines D/A-Wandlers. Jeder Abtastwert ist 25 μs lang, was einer Periode der Abtastfrequenz entspricht.

zwischen den Prozessoren verringert diesen Vorteil etwa auf einen Faktor zwischen 5 und 20.

Wie der Name bereits ausdrückt, arbeitet der Coprozessor mit dem Hauptprozessor zusammen, um sowohl die Geschwindigkeit als auch die Genauigkeit der mathematischen Operationen zu erhöhen. Die Geschwindigkeitssteigerung wird durch ein Registermodell erzielt, auf dem die Software ihre Berechnungen aufbaut. Die Erhöhung der Genauigkeit wird erreicht, weil die Operanden mit einer Breite von 80 Bit verarbeitet werden. Dabei kommt ein Datenformat zum Einsatz, das man als 'temporary real' bezeichnet und eine Genauigkeit von 18 Dezimalstellen garantiert. Eine detaillierte Beschreibung der Register des Coprozessors würde den Rahmen dieser Serie sprengen. Für C-Programmierer ist der Coprozessor ohnehin transparent. Es werden keine zusätzlichen Funktionen benötigt – einfach das Programm schreiben, und der Compiler kümmert sich um den Rest.

Wandlung sinusförmiger Signale

Eine erfolgreiche digitale Signalverarbeitung erfordert, daß die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch ist wie die höchste auftretende Signalfrequenz. Dies ist ein wichtiger Parameter, der bei der Auswahl der Software und der A/D-Wandler-Charakteri-

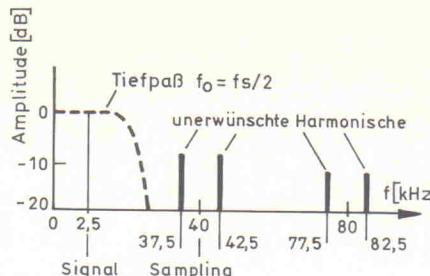
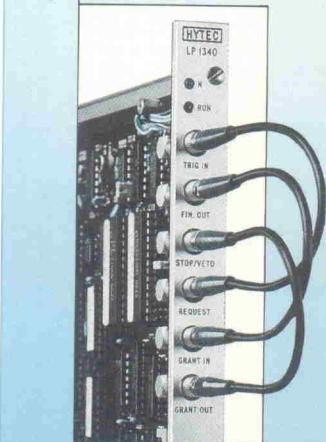
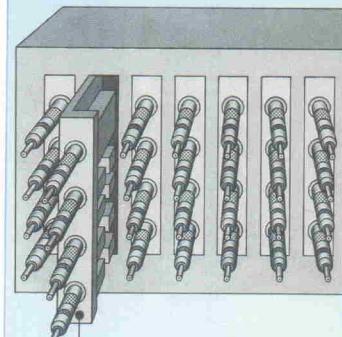


Bild 7.5. Spektrum des Ausgangssignals eines D/A-Wandlers.
Der treppenförmige Verlauf des Signals erzeugt Harmonische, die durch ein Tiefpaßfilter entfernt werden müssen.

Vielseitige Steck-kombinationen in der CAMAC-Technik durch



LEMO
Steckverbindungen
Koaxial
und mehrpolig



■ Die Typenreihe 00250 ermöglicht erstmals durch das LEMO-Verriegelungssystem ca. 5000 Apparatedosen je qm aneinander zu setzen.

■ Die LEMO-CAMAC-Serie 00250 ist auch für die Euro-Norm 41494 geeignet.

LEMO SA Gmbh

Stahlgruberring 7 · Postfach 820529
D-8000 München 82
Telefon (0 89) 423085-88 · Tx 5216610
Telefax (0 89) 4202192

```

/*
 * GRAFISCHE FALTUNG *
 ****
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
main()
{
int i,j,k,m,n;
float x,h;
float input[40];
float impulse[40];
float output;

/*-----*
 * ARRAY LOESCHEN
 *-----*/
for(i = 0;i <= 20;i++)
{
input[i] = 0;
}

/*-----*
 * EINLESEN DER EINGANGS
 * IMPULSE UND DER
 * IMPULSANTWORT
 *-----*/
printf("Geben Sie die Anzahl der \
Eingangsimpulse ein: (max 20)");
scanf("%d",&n);
printf("Geben Sie die \
Eingangsimpulse ein:");
for(i = 20;i <= 20 + n - 1;i++)
{
scanf("%f",&x);
input[i] = x;
}
printf("Geben Sie die Anzahl der \
Impulse der \
Impulsantwort ein: (max 20)");
scanf("%d",&m);
printf("Geben Sie die \
Impulsantwort ein:");
for(j = 1;j <= m;j++)
{
scanf("%f",&h);
impulse[j] = h;
}

/*-----*
 * VIDEO MODE KONFIGURIEREN
 * UND ACHSEN ZEICHNEN
 *-----*/
_setvideomode(_DEFAULTMODE);
_setvideomode(_MRES4COLOR);
_clearscreen(_GCLEARSCREEN);
_moveto(0,100);
_linet(200,100);
_moveto(0,199);
_linet(0,0);

/*-----*
 * FALTUNG
 *-----*/
for(i = 20;i <= 20 + n - 1;i++)
{
output = 0;

/*-----*
 * SUMME AUF NULL SETZEN
 *-----*/
for(j = 1;j <= m;j++)
{
output += input[i - j + 1] * impulse[j];
}

/*-----*
 * SCALIERUNG UND PLOTTEN
 * DER FALTUNGSDATEN
 *-----*/
_moveto((i - 20) * 10,100);
_linet((i - 20) * 10,50 * (2 - output));
}
}

```

stik die praktischen Grenzen bestimmt.

Das Ergebnis der digitalen Signalverarbeitung einer 2,5-kHz-Sinusshwingung zeigt Bild 7.4. Das Abtastintervall von 25 µs ist deutlich zu erkennen.

Es ist sinnvoll, ein wenig Zeit damit zu verbringen, die Auswirkungen der digitalen Annäherung des sinusförmigen Eingangssignals zu untersuchen. Jede Stufe der 2,5-kHz-Sinusshwingung wird in einen Abtastwert mit der Dauer 25 µs zerlegt, was der Abtastrate des Systems entspricht. Mit einem Spektrum-Analyser könnte man die Harmonischen des treppenförmigen Ausgangssignals bestimmen. Das Fourier-Spektrum zeigt Bild 7.5. Die wesentliche Komponente liegt wie zu erwarten bei 2,5 kHz. Die treppenförmige Struktur des Signals schlägt sich jedoch in Komponenten höherer Frequenzen nieder. Diese scheinen seitenbandsymmetrisch bezüglich des ganzzahligen Vielfachen der Abtastfrequenz zu sein. Wenn man Bild 7.5 sorgfältig betrachtet, erkennt man den Grund, warum ein Tiefpaß hinter den Ausgang des D/A-Wandlers geschaltet wird. Er soll diese unerwünschten Harmonischen aus dem Signal entfernen und den gewünschten Sinus zurücklassen.

Literatur

- [1] P. A. Lynn, *An Introduction to the Analysis and Processing of Signals*, Macmillan, 1982
- [2] *Electronic Signal Processing*, T326, O.U. Press, 1984.
- [3] W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Tenkolsky and W. T. Vetterling, *Numerical Recipes in C*, Cambridge University Press, 1988
- [4] H. J. Hutchings, *Convolution-time-domain signal processing*, Electronics & Wireless World, Februar 1988.
- [5] J. R. Johnson, *Digitale Signalverarbeitung*, Carl Hanser Verlag, 1991

REICHELT

ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven

Marktstraße 101 — 103

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

Katalog kostenlos!

Versand ab DM 10,- / Ausland ab DM 50,-
Versandkostenpauschale (Inland) DM 5,65
Versand per Nachnahme oder Bankenzug (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
128	0.60	547B	0.07	244B
128K	1.00	547C	0.07	244C
151R	0.59	548A	0.07	245
152	0.58	548B	0.07	245A
153	0.58	548C	0.07	245B
153K	1.00	549B	0.07	245C
187K	1.20	549C	0.06	246
188K	1.20	550C	0.10	246A

BC	BDX	BDW	BFW	BUZ
107A	0.31	558A	0.07	250
107B	0.31	558B	0.07	250B
108A	0.31	558C	0.07	250C
108B	0.31	559A	0.08	316
108C	0.31	559B	0.07	317
109B	0.31	559C	0.07	318
109C	0.31	560A	0.11	410
177C	0.41	560B	0.11	433
178C	0.33	560C	0.11	434
140-6	0.57	635	0.26	435
140-10	0.46	636	0.27	436
141-6	0.46	637	0.27	437
141-10	0.60	638	0.27	438
141-10	0.46	639	0.28	439
141-16	0.46	640	0.28	440
160-10	0.46	675	0.66	441
160-10	0.47	676	0.66	442
161-6	0.57	677	0.67	517
161-10	0.47	788	0.69	518
161-10	0.46	879	0.70	519
170C	0.18	880	0.70	520
173C	0.23			529
177A	0.31			530
177B	0.31			533
178B	0.31	58-10	0.33	537
179B	0.31	59-7	0.33	643
182A	0.09	59-8	0.33	644
182B	0.08	59-9	0.33	645
182B	0.08	59-10	0.34	646
183B	0.08	79-8	0.33	647
184B	0.07			648
212B	0.14			649
213B	0.14	135	0.34	651
213C	0.14	136	0.33	675
214B	0.15	137	0.35	676
237A	0.08	138	0.35	677
237B	0.08	139	0.36	678
238A	0.09	140	0.37	679
238B	0.08	175	0.48	680
238C	0.08	176	0.48	681
239B	0.07	177	0.52	682
239C	0.07	179	0.53	684
256A	0.12	180	0.54	697
258B	0.15	189	0.84	708
259B	0.15	190	0.84	711
301	0.65	201	0.85	712
303	0.25	0.58	809	1.05
307A	0.07	203	0.91	810
307B	0.07	204	0.91	825
308B	0.07	207	2.35	879
308C	0.07	233	0.51	880
309C	0.07	234	0.50	897
327-16	0.10	235	0.50	898
327-25	0.10	236	0.50	901
327-40	0.10	237	0.50	902
328-16	0.10	238	0.50	907
328-25	0.10	239B	0.63	908
328-40	0.10	239C	0.64	911
327-11	0.10	240B	0.65	912
337-25	0.10	240C	0.59	918
338-16	0.10	241A	0.62	921
338-25	0.10	241B	0.63	93C
338-40	0.10	241C	0.64	95
360-10	0.74	242	0.64	96
368	0.27	242A	0.64	97
369	0.27	242B	0.63	98
413B	0.12	242C	0.64	99
413C	0.12	243	0.67	64
516	0.25	243A	0.66	64B
517	0.23	243B	0.63	65B
546A	0.07	243C	0.63	65C
546B	0.07	244	0.66	66B

BDT

BDV

BU

MJE

BUZ

TIP

BU

MJE

BU

TIP

BU

MJE

IC-FASSUNGEN		SCART-STECKER		SCART-Kupplung		SCART-EINBAUBUCHSE	
Präzisionsausführung, superflach gedreht, vergoldet Bestellnummer:		Für Kondensatoren, 20polig Bestellnummer: SEC 20 1.90		SC-K2	2.80	SCF 20	2.05
GS 1P	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 40P	1.65						
GS 48P	1.82						
GS 64P	2.30						

2.70
2.55
8.25
8.40
12.00
12.00
4.80
7.50

19.95
17.95
30.95
13.50

NC-Akkus



Bestellnr.:

UM 1	MONO-Standart	DM 12,20
UM 1-C5000	MONO-5000mAh	DM 14,90
UM 2	BABY-Standart	DM 8,10
UM 3	MIGNON-Standart	DM 2,35
UM 3-C600	MIGNON-600mAh	DM 2,75
UM 3-C700	MIGNON-700mAh	DM 3,35
9-VOLT-AKKU		DM 15,80

Universal-Ladegerät MW 398



Ladegerät für MONO, BABY, MIGNON-AKKUS und 9-Volt-Akku. Es können wahlweise bis zu fünf Akkus gleichzeitig geladen werden (in unterschiedlicher Größe)! Testschalter zur Feststellung der Ladefähigkeit! LED-Ladekontrolle. Ladestrom: 10-100mA Ladezeit: je nach Akku 5-20 Std.

Bestellnr.: MW 398 DM 13.10

24 - Std. - Service

Tel. 0 44 21 / 2 63 81

ERSA MS 6000

Elektroniklötklötstation



Die MS6000 ist ein kompaktes Lötklötgerät für die Elektronik-Industrie, für Labors und den anspruchsvollen Amateur. Die großzügige Dimensionierung (60W), das neuartige PTC-Heizlement mit innenbeheizter Lötspitze (Anheizzeit nur 60s) erlauben einen breiten Anwendungsbereich. Der Regelbereich von 200 - 450°C wird mittels Potentiometer angewählt. - Also kein lästiges Wechseln der Lötspitzen für den jeweiligen Temperaturbereich.

Bestellnr.:

MS6000 DM 149,50

Auf High-Lights-Angebote
Kein Rabatt möglich!



TAE-ANSCHLUßDOSEN

F-kodiert
für Telefon
Bestellnummer:
TAE 2x6F-AP 8.40
TAE 6F-UP 9.55



N-kodiert
für Zusatzeinrichtung
(z.B. Fax, BTX, Anrufbeantworter.)
Bestellnummer:
TAE 6N-AP 8.40
TAE 6N-UP 9.55

F/F-kodiert
für 2xTelefon und
Zweckverbindung
Bestellnummer:
TAE 2x6FF-AP 10.30
TAE 2x6FF-UP 12.85



N/F-kodiert
Telefon-Doppelsteckdose
(für Anrufbeamt. und Fax)
Bestellnummer:
TAE 2x6NF-AP 10.30
TAE 2x6NF-UP 12.85

N/F/F-kodiert
für 2xTelefon und
Zweckverbindung
Bestellnummer:
TAE 3x6NPF-AP 12.50
TAE 3x6NPF-UP 14.95



N/F/N-kodiert
für 1 Telefon u. 1 Anrufbeantworter u. 1 Fax
Bestellnummer:
TAE 3x6NPN-AP 12.50
TAE 3x6NPN-UP 14.95

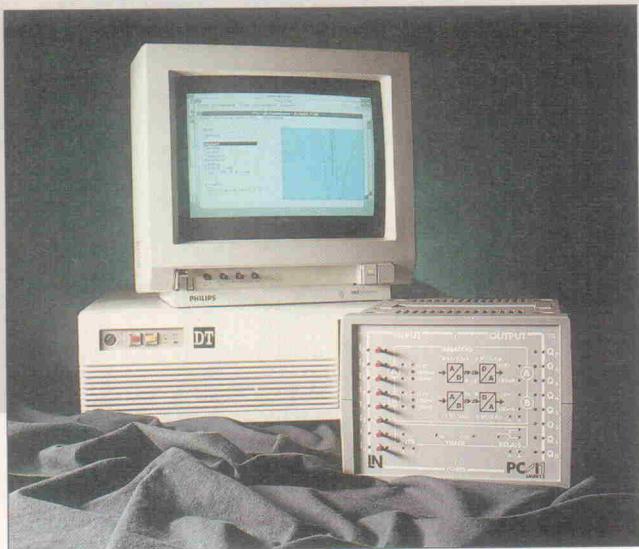
TAE-STECKER



Bestellnummer:
TAE 6F-S 2.65
TAE 6N-S 2.65

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 2.80	2902DIL 0.60 4500A	6.00 081DIP	0.59 4047 0.54 90	0.51 373 2.00			
7808 0.52 3090DIL 3.70	2903DIL 0.63		082DIP 0.62 4048 0.58 92	0.64 374 2.00			
7809 0.60 3096DIL 1.70	2907DIL 3.60		083DIL 1.90 4049 0.40 93	0.51 377 3.65			
7810 0.57 3100DIP 2.90	3020DIL 0.93 440	1.35 431DIP	0.63 4051 0.53 109	0.36 399 2.25			
7812K 2.30 3130DIP 2.05	3090DIL 1.35 1010A	2.30 494DIL	1.95 4052 0.53 112	0.36 540 3.85			
7815 0.52 3130TDT 3.20	3104DIL 5.15	6.65 604DIP	3.25 4054 0.74 123	0.57 543 7.50			
7815K 2.30 3140DIP 1.30	3105DIL 5.20	4.00 783CKC	6.00 4055 0.61 125	0.36 544 9.00			
7818 0.52 3140TDT 3.35	3120DIL 10.30	5.20 7702DIP	1.35 4056 0.61 126	0.36 545 7.90			
7818K 2.55 3146DIL 3.00	3170DIL 4.50	4.85 7705DIP	1.35 4059 6.01 132	0.43 568 8.10			
7820 0.67 3160DIP 1.90		1037 6.65		4060 0.55 136	0.34		
7824 0.52 3161DIL 2.45		1047 4.30		4063 0.61 138	0.48		
7824K 2.45 3162DIL 9.70		1053 6.15		4066 0.40 139	0.48		
7805 29.20 3183DIL 4.20	3130DIL 2.05	1060 5.25 251DIP	4.90 4067 2.30 145	1.10 00 0.32			
7815 29.00 3189DIL 3.75	3132DIL 4.90	1072 4.25 271DIP	1.15 4068 0.29 148	1.30 02 0.32			
7818 0.56 3240DIP 2.85	3177DIL 6.95	1074A 7.55 272DIP	1.80 4069 0.29 151	0.54 03 0.35			
7818K 0.81 3290DIP 3.60	3145DIP 0.41	1082 5.85 274DIL	3.30 4070 0.29 152	0.54 04 0.32			
7818L 0.50 3600DIL 11.70	1496TDT 3.35	1151 1.05 372DIP	1.75 4071 0.29 153	0.55 08 0.32			
7818K 0.51		1158DIL 2.10	1170S 2.70 374DIL	2.90 4072 0.29 154	1.40 10 0.32		
7817 0.64		3361N 4.30	1180P 4.70 555DIP	0.87 4073 0.29 155	0.50 11 0.32		
7818 0.51		1190Z 3.00	556DIL 1.70 106BS	4.95 4089 0.81 168	0.52 75 0.46		
7818K 0.83		1192 2.00	564DIL 1.80 106BS	4.95 4093 0.40 173	0.65 76 0.48		
7807 1.10		1198 2.00	567DIL 0.76 1521	7.30 4094 0.52 174	0.52 77 0.52		
7809 0.93		1200 2.00	571DIL 5.65 1522	2.65 4095 0.56 174	0.52 77 0.52		
7812 0.86		1206R 7.65	572DIL 7.70 1524A	5.25 2108 4.35 4095 0.77 175	0.53 85 0.56		
7815 0.88		1210 6.15	589DIL 9.70 1525	4.95 2178 2.25 4096 0.79 190	0.53 86 0.42		
7818 0.92		1210 14.00	592DIL 1.40 1526	1.57 2378 2.80 4097 2.50 191	0.48 93 1.00		
7824 0.94		1211 7.35	612DIL 4.10 170A	5.90 2678 2.80 4098 0.60 193	0.55 107 0.42		
7905 0.54		1212 7.50	614DIL 9.60 1905	2.40 427B 2.15 4104 1.00 194	0.47 126 0.73		
7907 2.65		1212 7.40	645DIL 6.00 1910	6.10 664B 3.05 4502 0.54 196	0.51 132 0.45		
7908 1.30		1213 15.40	646BDIL 6.00 1940	5.85 2400B 5.50 4503 0.56 221	0.81 138 0.46		
7909 0.65		1213 7.45	5205DIP 1.15 1950	5.90 2829B 4.40 4510 0.65 240	0.64 151 0.62		
7910 1.15		1214 12.90	5332ADIP2 1.00 2002	1.40 2004 3.00 4511 0.64 241	0.64 151 0.62		
7912 0.54		1214 13.10	5334ADIP1 1.60 2004	3.30 2005 3.25 4512 0.58 244	0.66 153 0.61		
7915 0.54		1215 9.90	2006 2.20 170	4.70 4151 1.90 248	0.65 158 0.70		
7915K 2.60		1216 3.05	2008 3.60 180	4.80 4151 1.20 251	0.49 161 0.59		
7918 0.54		1217 7.25	2009 5.75	4.50 4151 1.20 257	0.52 164 0.58		
7918K 2.90		1218 3.20	2010 6.00	4.50 4151 0.50 266	0.34 175 0.57		
7920 0.64		1219 3.80	2030 2.30	4.20 4152 2.50 266	0.30 166 0.68		
7924 0.54		1220 4.50	2040 4.20 210	4.20 4153 1.85 247	0.89 157 0.55		
79104 1.00		1221 7.80	2040 4.20 2170	4.20 4154 1.85 247	0.89 157 0.55		
79105 0.52		1222 10.00	4136DIL 1.50 2040	4.10 4155 1.20 230	0.52 120 0.47		
79106 0.91		1223 18.00	4156DIL 2.40 2040	3.05 4156 1.90 230	0.52 123 0.47		
79107 0.91		1224 22.55	4558DIP 0.72 2041	3.00 4157 0.66 231	0.52 124 0.47		
79108 0.91		1225 13.10	4559DIP 1.20 2042	2.50 4158 0.66 232	0.52 125 0.47		
79109 0.91		1226 1.90	2002 1.40 2043	0.66 4159 0.71 233	0.65 238 0.64		
79110 0.91		1227 1.90	2003 1.40 2044	0.66 4160 1.00 234	0.66 240 0.64		
79112 0.52		1228 1.90	2004 1.40 2045	0.66 4161 0.60 235	0.66 241 0.64		
79113 0.52		1229 1.40	2005 1.40 2046	0.66 4162 0.60 236	0.66 242 0.64		
79114 0.91		1230 4.20	2006 1.40 2047	0.66 4163 0.57 237	0.66 243 0.64		
79115 0.91		1231 9.50	2007 1.40 2048	0.66 4164 0.57 238	0.66 244 0.64		
79116 0.91		1232 1.60	2008 1.40 2049	0.66 4165 0.57 239	0.66 245 0.64		
79117 0.91		1233 1.60	2009 1.40 2050	0.66 4166 0.57 240	0.66 246 0.64		
79118 0.91		1234 1.60	2010 1.40 2051	0.66 4167 0.57 241	0.66 247 0.64		
79119 0.91		1235 1.60	2011 1.40 2052	0.66 4168 0.57 242	0.66 248 0.64		
79120 0.91		1236 1.60	2012 1.40 2053	0.66 4169 0.57 243	0.66 249 0.64		
79121 0.91		1237 1.60	2013 1.40 2054	0.66 4170 0.57 244	0.66 250 0.64		
79122 0.91		1238 1.60	2014 1.40 2055	0.66 4171 0.57 245	0.66 251 0.64		
79123 0.91		1239 1.60	2015 1.40 2056	0.66 4172 0.57 246	0.66 252 0.64		
79124 0.91		1240 1.60	2016 1.40 2057	0.66 4173 0.57 247	0.66 253 0.64		
79125 0.91		1241 1.60	2017 1.40 2058	0.66 4174 0.57 248	0.66 254 0.64		
79126 0.91		1242 1.60	2018 1.40 2059	0.66 4175 0.57 249	0.66 255 0.64		
79127 0.91		1243 1.60	2019 1.40 2060	0.66 4176 0.57 250	0.66 256 0.64		
79128 0.91		1244 1.60	2020 1.40 2061	0.66 4177 0.57 251	0.66 257 0.64		
79129 0.91		1245 1.60	2021 1.40 2062	0.66 4178 0.57 252	0.66 258 0.64		
79130 0.91							

Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



Der Meß-Backstein

PC/I1 – Autonome Labor-Schnittstelle für den PC

Jürgen Kappus

Die Idee ist bestechend: eine Box mit A/D- und D/A-Wandlern, digitalen Ein- und Ausgängen, Timer, Zähler und sogar einem Relais, mit Steckbuchsen für den schnellen Laboraufbau und einer V.24-Schnittstelle für den problemlosen Datenaustausch mit einem PC. Das Ganze heißt PC/I1, ist ein kompakter 16-Bit-Rechner und wird von Lucas-Nölle Lehrsysteme zusammen mit angepaßter Software und ausführlicher Dokumentation angeboten.

Auch wenn der Prospekt von universellen Möglichkeiten schwärmt, ist das ursprüngliche Anwendungsgebiet des PC/I1 der Einsatz in der schulischen, universitären und innerbetrieblichen Ausbildung. Schon rein äußerlich unterscheidet sich das große, solide verarbeitete Gerät mit Buchsen und Schaltern auf der deutlich lesbar beschrifteten Frontplatte von den Einstektkarten anderer Meßwerterfassungssysteme mit den üblichen Jumpern für die Konfiguration und den dürftigen Anschlußmöglichkeiten.

Das PC/I1 soll als autonomes Interface für einen Personal-Computer fungieren. Es arbeitet mit einem eigenen 68000-Mikroprozessor und ist über eine V.24-Schnittstelle mit dem Host-Rechner verbunden. Der PC übernimmt die Übermittlung der Steuerparameter an das Interface und die Aufbereitung und Darstellung der vom Gerät erfaßten und dort auch gespeicherten Meßdaten.

Ein- und Ausgabeseite des Interfaces sind symmetrisch auf-

gebaut, zu jeder Eingabefunktion gibt es das Pendant auf der Ausgabeseite. Dadurch ist es ohne großen Aufwand möglich, Prüfobjekte mit definierten Signalen zu speisen, die Reaktion aufzuzeichnen und auf diese Weise beispielsweise Kennlinien aufzunehmen. Eine andere spezielle Anwendung ist die Realisierung von Reglern. Daneben können natürlich die verschiedenen Funktionen auch einzeln genutzt werden. Das Gerät wird dann zu einem einfachen Spannungs-/Strommesser, Funktionsgenerator, Frequenzzähler/-generator oder Logikanalysator.

Der Hersteller bietet umfangreiche Software zum PC/I1 an. Das ist zum einen Programmiersoftware, die in Form von Modulen in BASIC- oder Pascal-Programme eingebunden werden kann. Zum anderen gibt es Anwendersoftware, die eine leichte Bedienung des Gerätes ermöglicht und zur komfortablen Verarbeitung und Darstellung der gewonnenen Meßdaten dient. Diese Anwender-Pro-

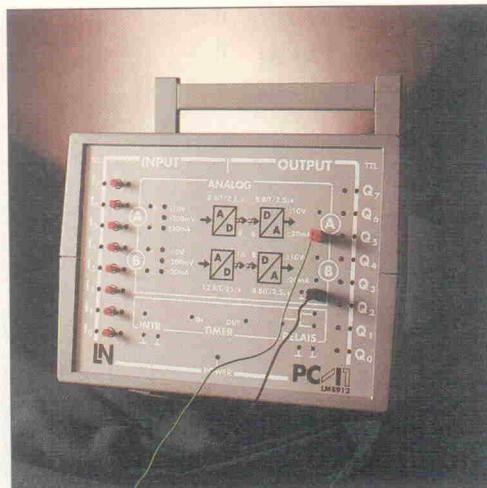


Bild 1. Auf der Frontplatte des PC/I1 lassen sich alle Ein- und Ausgänge mit 2-mm-Steckern abgreifen. Für die Eingänge können ± 10 V, ± 200 mV oder ± 20 mA, für die Ausgänge ± 10 V oder ± 20 mA gewählt werden.

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 · Netzteilsschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.
Wir informieren Sie gern näher.



SystemTechnik

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 101707, D-4300 Essen 1, Tel.: 0201-42777, Fax 0201-410683

Einladung zum Dialog:
INTERPÄDAGOGICA '91, Salzburg,
21.-23.11.91, Halle A, Stand 64/79



Wichtige technische Daten des PC/I1

- 68000-Prozessor mit 64 KByte RAM und 64 KByte ROM
- V.24-Schnittstelle mit 9600 Baud
- Zwei A/D-Wandlerkanäle: 8 Bit/2,5 µs und 12 Bit/25 µs, Eingangsbereich umschaltbar ± 10 V, ± 200 mV, ± 20 mA
- Zwei D/A-Wandlerkanäle: 8 Bit/2,5 µs, Ausgangsbereich umschaltbar ± 10 V, ± 20 mA
- Vier optionale A/D-Eingänge auf der Geräterückseite
- Acht digitale Eingänge (TTL oder Schalter)
- Acht digitale Ausgänge (TTL)
- Ein Relais-Ausgang (1 x UM)
- Ein Zählereingang (TTL; 0,1 Hz...100 kHz)
- Ein Timerausgang (TTL; 10 Hz...100 kHz)

gramme arbeiten unter der grafischen Benutzeroberfläche Microsoft-Windows. Windows bestimmt auch im wesentlichen die Hardware-Anforderungen auf der PC-Seite. Wer diese Software-Pakete effektiv nutzen will, kommt um einen schnellen IBM-AT (oder Kompatible) nicht herum, obwohl das Interface selbst mit einem beliebigen PC mit V.24-Schnittstelle zufrieden wäre.

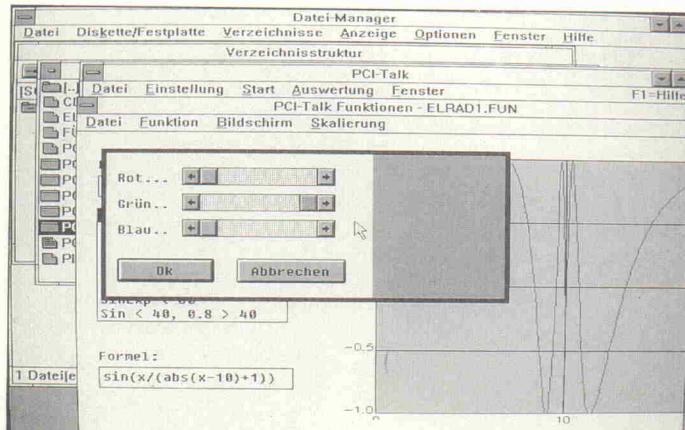
In der Programmiersoftware sind grundlegende Modul-Sammlungen enthalten, beispielsweise zur Bedienung der seriellen Schnittstelle, zur Ansteuerung des PC/I1, zur grafischen Darstellung von Signalen und zur Erstellung einer grafischen Benutzeroberfläche. Sie ist damit für die Software-Entwicklung gedacht.

Die Anwender-Software dagegen besteht aus mehreren Paketen, die einzelne Anwendungsfälle optimal abdecken. Wer sich mit Windows auskennt, wird kaum Probleme bei der Bedienung haben. Das wichtigste Anwendungsprogramm ist 'PC/I-Talk'. Es ermöglicht die

universelle Erfassung, Verarbeitung und Darstellung von Meßdaten. Über verschiedene Dialogfelder legt der Anwender die Parameter der Messung fest. Zusätzlich können fast beliebige Kurvenformen erzeugt und während der Messung ausgegeben werden (zum Beispiel für die Kennlinienaufnahme).

Nach Beendigung der Messung können die Daten ausgewertet und grafisch dargestellt werden. Möglichkeiten zum Import und Export anderer Datenformate (ASCII, Lotus 1-2-3) sowie zur Ausgabe der Grafiken über Drucker und Plotter runden das Programm ab. Hierbei nutzt 'PC/I-Talk' die komfortablen Möglichkeiten von Windows. Ein weiteres interessantes An-

Bild 2. Anwenderprogramme
– hier ein 'Farbmischer' für ein Diagramm in dem Modul 'PC/I-Talk' – benutzen die unter Windows üblichen 'Bedienelemente'.



Gehen Sie auf Satellitenjagd mit :

Tiny Sat EC3000HC

Satellitenempfangsanlage für unbegrenzten Sat Empfang

- Patentierter 90 cm Compact Dish
- Low Noise Empfangsconverter für 11 und 12,5 GHz
- Magnetische Wideband Polarizer
- Horizont zu Horizont Drive
- Spitzenreceiver GRUNDIG STR300AP
- Weitgehend vormontiert
- Optionaler, justierbarer Standfuss.
- Mit allen Anschlusskabeln (20 m)

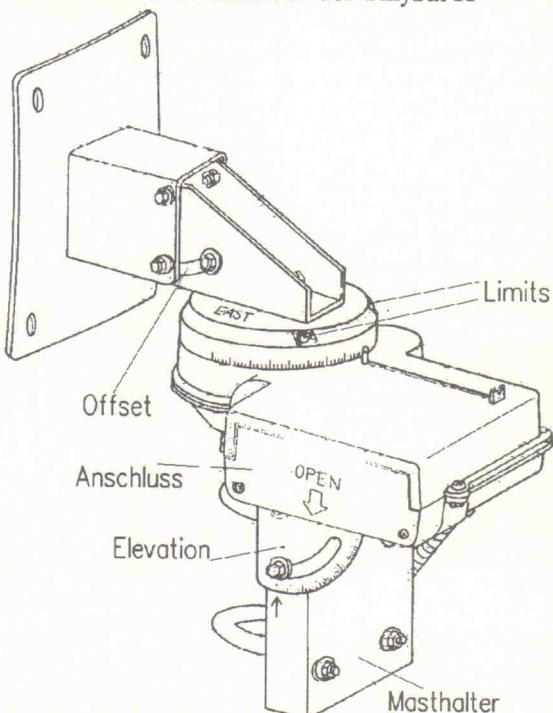
Das Wochenend -Projekt für Vater und Sohn

(Statt Eisenbahn spielen)

Bei MWC ab Lager lieferbar: DM 1995,- frei Haus

Wir liefern selbstverständlich weiter alles für den Satelliten Empfang, aktuelle Liste 12/91, bitte anfordern.

Das mechanische Herzstück der TinySat H



MicroWave Components GmbH

Brunnenstr. 33
D5305 Alfter/Bonn
Tel 0228 645061 (drei Leitungen) Fax 0228 645063

wendungsprogramm nennt sich 'PC/I-PID-Regler'. Damit läßt sich, zusammen mit dem PC/I1-Interface, ein PID-Regler aufbauen, bei dem nicht nur die einzelnen Reglerparameter interaktiv einzustellen sind, sondern auch das Regelverhalten beobachtet und optimiert werden kann. Die Regelung wird vom Mikroprozessor des Interface durchgeführt, ist also nicht von der Geschwindigkeit des PC und der V.24-Schnittstelle abhängig.

Der Personalcomputer übernimmt lediglich die Einstellung der Parameter und die grafische Darstellung der verschiedenen Meßgrößen des Regelkreises. Weitere Anwendersoftware beschäftigt sich mit der 2-Punkt-Regelung oder speziell mit der Kennlinienaufnahme.

Die Dokumentation zum Interface und zur Software ist übersichtlich aufgebaut. Die wesentlichen Funktionen werden vorab anhand eines einfachen Beispiels erläutert und anschließend in den einzelnen Kapiteln vertieft. In der umfangreichen Dokumentation sind jedoch einige Mängel vorhanden: So fehlen im Manual zum Interface mehrere technischen Daten. Die Angabe des Eingangswiderstandes eines A/D-Kanals oder des Fan-out eines Digitalausgangs ist gewiß kein Luxus. Diese Angaben sollen jedoch laut Lucas-Nülle bei der nächsten Überarbeitung des Handbuches nachgetragen werden. Beim Interface jedenfalls ist wenig zu kritisieren. Der leidgeprüfte Meßtechniker hätte sich allerdings eine galvanisch getrennte serielle Schnittstelle gewünscht.

Fazit: Ein sauber ausgeführtes Universal-Interface, das nicht nur für den Ausbildungssektor geeignet ist. Besondere Merkmale sind die Möglichkeiten, frei programmierbare Signale während der Messung auszugeben (Kennlinien) und Regler unabhängig vom Host-Rechner zu betreiben.

Abschließend eine Stilblüte aus dem Prospekt zum PC/I1; dort heißt es: 'Alle Buchsen sind 2-mm-Buchsen; eine Fehlbedienung mittels 4-mm-Steckern ist daher ausgeschlossen.' Stimmt.

Lucas-Nülle
Siemensstr. 2
W-5014 Kerpen-Sindorf
Telefon: 0 22 73/5 67-0
Fax: 0 22 73/5 67-30

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Die
Gfs – Gesellschaft für Strukturanalyse mbH
Pascalstraße 17
W-5100 Aachen
veranstaltet folgendes Seminar:

03. 12. 1991
Rechnergestützte Meßdatenerfassung und -verarbeitung
Teilnahmegebühr: kostenfrei
Ort: Aachen

Im:
Haus der Technik
Hollestr. 1
W-4300 Essen
finden folgende Veranstaltungen statt:

16. + 17. 01. 1992
Seminar Nr. 30-109-032-2
Fehlerhafte technische Dokumentation/Instruktion
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 985,-
Nichtmitglieder DM 1.035,-

20. 01. 1992
Seminar Nr. S-10-109-075-2
Fuzzy Logic
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 610,-
Nichtmitglieder DM 650,-

23. 01. 1992
Seminar Nr. R-10-103-075-2
Einführung in die digitale Industrie-Elektronik mit Laborübungen – Teile I...VI
Teilnahmegebühr alle Teile:
Mitglieder DM 1720,-
Nichtmitglieder DM 1800,-
Einzelpreise und Termine:
Teil I : 23. 01. 92
Teil II : 24. 01. 92
Teil III: 13. 02. 92
Teil IV : 14. 02. 92
Teil V : 19. 03. 92
Teil VI : 20. 03. 92
Einzelpreis:
Mitglieder DM 350,-
Nichtmitglieder DM 370,-

23. + 24. 01. 1992
Seminar Nr. 30-130-032-2
Sichere Gebrauchs-anleitungen
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 1.795,-
Nichtmitglieder DM 1.795,-
Veranstaltungsort: München

29. + 30. 01. 1992
Seminar Nr. K-10-107-074-2
Freiprogrammierbare Steuerungen am Beispiel der

SIMATIC S5 und SAIA PC
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 845,-
Nichtmitglieder DM 895,-

30. +31. 01. 1992
Seminar Nr. 30-124-052-2
Die Methode der Finiten Elemente Teil I
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 1.095,-
Nichtmitglieder DM 1.1160,-

Im Zeitraum
30. 01. – 24. 03. 1992
Seminar Nr. 30-128-052-2
Die Methode der Finiten Elemente Teil I-IV
Mitglieder DM 3.750,-
Nichtmitglieder DM 3.985,-

OTTI-Fortbildung
D.-Martin-Luther-Straße 10
W-8400 Regensburg
bietet folgende Seminare an:

20. + 22. 01. 1992
Programmieren in C – Grundkurs
Teilnahmegebühr: Mitglieder DM 1290,-
Nichtmitglieder DM 1390,-
Ort: Regensburg

24. + 26. 02. 1992
Programmieren in C – Fortgeschrittenenkurs
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 1290,-
Nichtmitglieder DM 1390,-
Ort: Regensburg

12. 02. 1992
PC-Vernetzung und Integration
Teilnahmegebühr:
Mitglieder DM 520,-
Nichtmitglieder DM 580,-
Ort: Passau

Die
Technische Akademie Wuppertal e.V.
Hubertusallee 18
W-5600 Wuppertal 1
gibt folgende Seminare bekannt:

04. + 05. 02. 1992
Seminar Nr. 811248012
Lagergestützte Technologien in der Leiterplattentechnik
Teilnahmegebühr: DM 760,-
Ort: Nürnberg

20. + 21. 02. 1992
Seminar Nr. 511255122

Operationsverstärker
Grundbausteine für den Schaltungsentwurf in Elektronik, Nachrichten-, Meß- und Regeltechnik
Teilnahmegebühr: DM 690,-
Ort: Wuppertal

24. 02. 1992
Seminar Nr. 111218022
Statische Elektrizität
Grundlagen – Gefahren – Schutz
Teilnahmegebühr: DM 420,-
Ort: Wien

25. 02. 1992
Seminar Nr. 111218032
Potentialausgleich
Grundlagen – Praktische Ausführungen – Weitere Möglichkeiten
Teilnahmegebühr: DM 420,-
Ort: Wien

26. 02. 1992
Seminar Nr. 511215112
Computer Aided Engineering in der Elektrotechnik
Teilnahmegebühr: DM 360,-
Ort: Wuppertal

Die
Technische Akademie Esslingen
Postfach 12 65
W-4300 Essen 1
bietet folgende Seminare an:

05. - 07. 02. 1992
Seminar Nr. 14880/70157
Entwurf und Simulation analoger Schaltungen
Teilnahmegebühr: DM 660,-

05. - 07. 02. 1992
Seminar Nr. 14877/44134
Praktischer Einsatz von berührungslos arbeitenden Sensoren
Teilnahmegebühr: DM 706,-

05. - 07. 02. 1992
Seminar Nr. 14879/06712
Einchip-Mikrocomputer-Programmierung
Teilnahmegebühr: DM 735,-

12. - 14. 02. 1992
Seminar Nr. 14932/71308
Mikroprozessoren in Anwendungen
der Leistungselektronik
Teilnahmegebühr: DM 700,-

12. - 14. 02. 1992
Seminar Nr. 14928/73345
Daten(fern)übertragung über Postleitungen, Nebenstellenanlagen und Lokale Netzwerke
Teilnahmegebühr: DM 670,-

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Heilstorfer 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: 6,80 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'ELRAD-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorauskasse.

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

_____ 199_____

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis
erteilt am: _____

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen **ELRAD**-Ausgaben ab Monat:

Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Das Jahresabonnement Inland: DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,- + Versandkosten DM 17,40)
kostet: Ausland: DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 + 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 Bankenzug _____ 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, Heilstorfer 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-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.

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)

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

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

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am _____ 199____

zur Lieferung ab

Heft _____ 199____

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

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

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.

Kontonr. _____

BLZ: _____

Bank: _____

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019 968

Scheck liegt bei.

Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

Absender
(Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10



**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen



eMedia GmbH

Postfach 61 01 06

3000 Hannover 61

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am _____ 1991

an eMedia GmbH _____

Bestellt/angefordert _____

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Nichtlineare Widerstände

Gewöhnliche Festwiderstände wie die bekannten Kohleschicht- oder Metallfilm-Widerstände sind lineare Bauelemente. Es existieren aber auch verschiedene Formen von Widerständen, bei denen der Zusammenhang zwischen Strom und Spannung nicht linear verläuft. Diese Nichtlinearität röhrt daher, daß der elektrische Widerstand von bestimmten äußeren Einflüssen abhängig ist.

Bei linearen Bauelementen besteht zwischen der anliegenden Spannung und dem durchfließenden Strom ein linearer Zusammenhang. Daß dieses Verhältnis konstant ist, kann man beispielsweise der Widerstandskenlinie in Bild 1 entnehmen. Die Kurve, die das Verhältnis zwischen Strom und Spannung repräsentiert, ist in diesem Fall eine Gerade. Wenn man die Spannung über dem Widerstand beispielsweise von 10 V auf 20 V verdoppelt, so verdoppelt sich auch der Strom. Den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung beschreibt das Ohmsche Gesetz:

$$R = U/I$$

Hängen die Spannung U und der Strom I linear voneinander ab, so

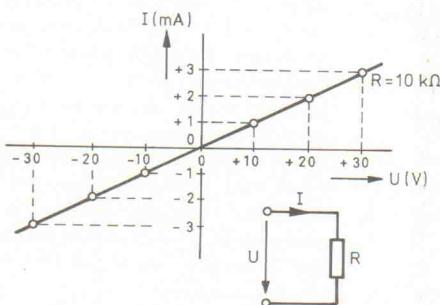


Bild 1. Eine Gerade kennzeichnet den linearen Zusammenhang zwischen Spannung und Strom eines gewöhnlichen Widerstands.

ist die Größe R konstant. Nun gibt es aber auch verschiedene Formen von Widerständen, bei denen das Verhältnis zwischen Strom und Spannung nicht konstant ist. Diese Nichtlinearität hat zur Folge, daß der Widerstand keinen konstanten Wert aufweist. Als Ursache kommen bestimmte äußere, zuweilen aber auch innere Einflüsse in Frage.

Die drei häufigsten nichtlinearen Widerstände sind:

- der VDR (voltage dependent resistor), bei dem der Widerstand abnimmt, wenn die Spannung über dem Bauteil ansteigt;
- der NTC (negative temperature coefficient), dessen Widerstand sinkt, wenn die Temperatur ansteigt. Da die Temperatur eines Widerstands auch von der im Bauelement umgesetzten Verlustleistung abhängt, ist der Zusammenhang zwischen der Spannung U und dem Strom I nicht linear;
- der PTC (positive temperature coefficient), dessen Widerstand ansteigt, wenn man das Bauteil erwärmt. Aus dem gleichen Grund wie beim NTC-Widerstand ist auch hier der Zusammenhang zwischen Spannung und Strom nicht linear.

Die typischen Kennlinien dieser drei nichtlinearen Bauelemente sind in Bild 2 wiedergegeben. Die seltsam anmutenden Kennlinien von NTC und PTC sind die Folge einer Reihe von sich überlagernden Nichtlinearitäten: Da sich Strom und Spannung nicht linear verhalten, besteht auch kein linearer Zusammenhang zwischen diesen Werten und der im Widerstand auftretenden Verlustleistung. Zudem ist auch der Zusammenhang zwischen der Verlustleistung

und der Temperatur des Bauteils nicht linear. Obendrein verläuft der Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand ebenfalls nicht linear.

Neben den drei eben erwähnten Spezialwiderständen existieren noch zwei weitere Widerstandsformen, die man ebenfalls zu den nichtlinearen Bauelementen zählt. Diese Einteilung ist allerdings nicht ganz korrekt, denn wenn man die von außen einwirkende Größe, auf die das betreffende Bauelement jeweils reagiert, konstant hält, verhält es sich wie ein gewöhnlicher Wider-

stand, also mit einem linearen Zusammenhang zwischen Spannung und Strom. Da jedoch in der gesamten Fachliteratur diese beiden Spezialwiderstände als nichtlineare Widerstände betrachtet werden, sollen sie auch hier zur Sprache kommen:

- der LDR (light dependent resistor) nimmt einen kleineren Widerstand an, sobald Licht auf dieses Bauteil fällt;
- der MDR (magneto dependent resistor) weist einen Widerstand auf, der von dem auf das Bauteil einwirkenden magnetischen Fluß abhängig ist.

LDR

Lichtempfindliche Widerstände kann man aus verschiedenen Materialien herstellen. In den meisten Fällen verwendet man gesintertes Kadmiumselenid oder Kadmiumsulfid, wobei die letzteren Verbindung den Vorteil aufweist, daß ihre Wellenlänge der maximalen Empfindlichkeit mit der des menschlichen Auges übereinstimmt. Daneben setzt man jedoch auch bestimmte Halbleiter als Basismaterial ein, beispielsweise Germanium, Galliumarsenid oder Indiumantimonid.

Die Lichtempfindlichkeit kann man damit erklären, daß in den erwähnten Materialien sehr viele frei bewegliche Ladungsträger in Form von Elektronen und Löchern vorhanden sind. Ihre Beweglichkeit steigt, sobald die Ladungsträger aus der auf sie einfallenden elektromagnetischen Strahlung Energie absorbieren. Zum Erzeugen eines Elektronen-Loch-Paares ist aber eine bestimmte minimale Energie notwendig, die von den Eigenschaften des verwendeten Materials abhängt. Die Energie einer elektromagnetischen Strahlung ist hingegen durch das Produkt aus einer Konstanten – dem Planckschen Wirkungsquantum – und der Frequenz der elektro-

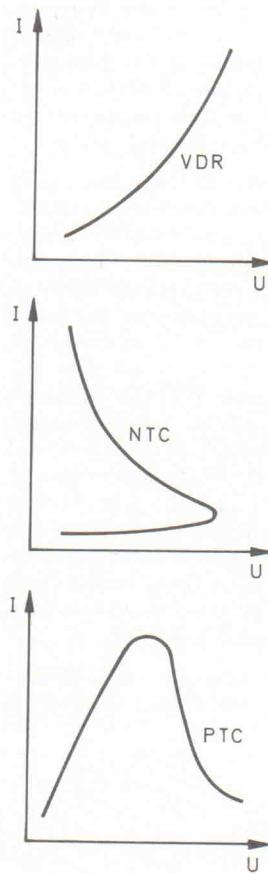
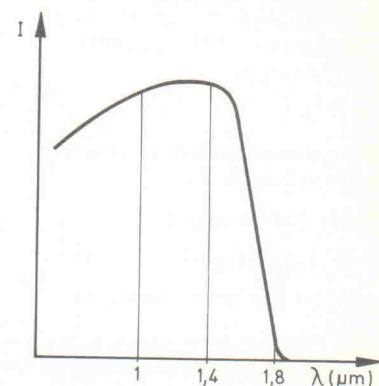


Bild 2. Typischer Verlauf der Kennlinien eines VDRs, eines NTCs und eines PTCs.



Material	A_{\min} (eV)	λ_{\max} (μm)
Ge	0,7	1,8
Si	1,1	1
InSb	0,23	6
GaAs	1,35	0,85

Tabelle 1. Minimalenergie und Empfindlichkeit verschiedener LDR-Materialien.

magnetischen Strahlung definiert; das Maß für diese Energie lautet Elektronenvolt (eV). Diese Zusammenhänge erklären, warum ein LDR nicht für alle Lichtfrequenzen gleichermaßen empfindlich ist. Als Beispiel ist in Bild 3 die Empfindlichkeitskennlinie eines Germanium-LDRs dargestellt; das Maximum liegt bei einer Lichteinstrahlung mit einer Wellenlänge von etwa 1,4 μm . In Tabelle 1 sind die typischen Kenndaten für verschiedene LDR-Basismaterialien wiedergegeben.

Verbindet man einen völlig abgedunkelten LDR mit einer Spannungsquelle, fließt dennoch ein relativ kleiner Strom durch den Stromkreis. Dieser Strom wird durch eine Verschiebung von freien Ladungsträgern hervorgerufen, die als Folge der Wärmebewegung im Material vorhanden sind.

Sobald Licht auf den LDR fällt, nimmt die Anzahl der freien Ladungsträger im Material stark zu. Einerseits bewegen sich dann die Löcher zum negativen Pol der Spannungsquelle, um dort Elektronen aufzunehmen; andererseits begieben sich die Elektronen zum positiven Pol, um sich mit den positiven Ionen zu verbinden. Als Folge fließt ein größerer Strom durch den Kreis – mit anderen Worten: der Widerstand des LDRs ist gesunken.

Die folgende mathematische Gleichung beschreibt den elektrischen Widerstand eines LDRs als Funktion der Lichtstärke:

$$R = A \cdot E^{-\alpha}$$

Die in dieser Gleichung verwendeten Variablen bedeuten:

- R der Widerstand in Ω ;
- E die Lichtstärke in lux;
- A und α sind Materialkonstanten.

In der Praxis setzt man in den allermeisten Fällen LDRs aus Kadmiumsulfid ein. Die typischen Kennwerte derartiger LDRs lauten in Kurzform:

- Dunkelwiderstand etwa 100 $M\Omega$;
- Widerstand bei 1000 lux rund 75 Ω ...300 Ω ;
- Reaktionsgeschwindigkeit 200 $\text{k}\Omega/\text{s}$;
- maximale Spannung 150 V;
- parasitäre Kapazität 6 pF.

MDR

Das Verhalten der magnetosensitiven MDR-Bauteile beruht auf dem Gauß-Effekt: Wenn man einen stromführenden Leiter senkrecht in ein magnetisches Feld einbringt, so versucht dieses Feld, die Ladungsträger von ihrer Bahn durch den Leiter abzulenken. Dadurch entsteht eine Verschiebung des Strompfads durch den Leiter, wodurch der leitende Querschnitt abnimmt und der elektrische Widerstand ansteigt.

Dieser physikalische Effekt tritt bei allen Materialien mit unterschiedlicher Intensität auf. Auf Silbermetalle beispielsweise hat er kaum Einfluß. Für den Einsatz in MDRs ist man hingegen bestrebt, Verbindungen zu entwickeln, auf die sich der Gauß-Effekt möglichst stark auswirkt. Ein brauchbarer Grundstoff ist InSb/NiSb, Indiumantimonid/Nickelantimonid, ein Material mit typischen Halbleitereigenschaften. Siemens verwendet dieses Material für die Produktion seiner MDRs, das man dazu in Form von Mäandern auf ein keramisches Substrat aufbringt. Diese Grundform ist in Bild 4 wiedergegeben.

Philips hingegen verwendet Permalloy, eine Legierung aus Eisen

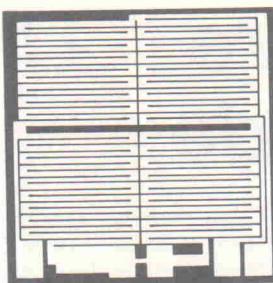


Bild 6. Einige MDRs bestehen aus vier zu einer Brücke angeordneten Teilkomponenten.

und Nickel. Wie man Bild 5 entnehmen kann, befinden sich zwischen den Permalloy-Streifen kleine Abschnitte in Form von Goldbahnen. Da sich der Gauß-Effekt auf Gold viel weniger auswirkt als auf Permalloy, verursacht diese Anordnung ein verstärktes Abknicken des elektrischen Stroms; der Strom läuft quasi im Zickzack durch den Leiter.

Der gleiche Hersteller bietet MDRs an, in denen vier identische Widerstände in Form einer Wheatstoneschen Meßbrücke auf dem Substrat untergebracht sind (Bild 6). Dadurch erzielt man einerseits eine höhere Empfindlichkeit der MDRs, andererseits reagieren diese Bauelemente unempfindlicher auf Einflüsse der Umgebungstemperatur; zudem steigt die Linearität der Kennlinie an.

MDRs sind nur wenige Millimeter groß und weisen damit für zahlreiche Anwendungen ideale Abmessungen auf. Der MDR mit der Typenbezeichnung FP 17-D 500 E beispielsweise hat einen Grundwiderstand von 500 Ω . Mit diesem MDR erreicht man eine maximale

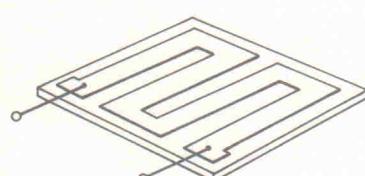


Bild 4. Schematischer Aufbau eines MDRs von Siemens.

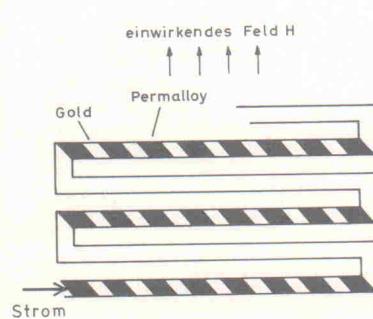


Bild 5. Schematischer Aufbau eines MDRs von Philips.

Widerstandsvariation von etwa Faktor 15; die maximal zulässige Spannung beträgt 100 V.

NTC

Als Grundstoff für die Herstellung von NTC-Widerständen – zuweilen auch als Thermistoren bezeichnet – verwendet man ein Oxid aus der Eisengruppe, die die Elemente Eisen, Chrom, Kobalt, Mangan und Nickel umfaßt. Obwohl diese Stoffe an sich einen unbrauchbar hohen Widerstand aufweisen, erhält man durch die Beimengung von guten Leitern wie Lithium und Titan einen verwendbaren Grundstoff. Den pulverförmigen Oxiden mengt man außerdem Bindemittel bei, um aus dieser Mischung anschließend mit Hilfe keramischer Techniken Scheiben oder Stäbe zu formen. Die elektrischen Anschlüsse erhält man durch Aufdampfen von Metall.

Typisches Kennzeichen von NTCs ist ihr relativ hoher negativer Temperaturkoeffizient. Aus der Grafik in Bild 7, die für drei verschiedene NTCs den Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand darstellt, geht hervor, daß dieser Zusammenhang nicht linear verläuft. Die Relation zwischen Widerstand und Temperatur verläuft exponentiell nach der Gleichung:

$$R_T = R_N \cdot e^{B(1/T - 1/T_N)}$$

Die Bedeutung der Größen:

- R_T ist der Widerstand bei der Temperatur T (K);
- R_N ist der Widerstand bei einer bestimmten Bezugstemperatur T_N (zumeist 25 °C = 298 K);
- B ist eine Materialkonstante, die auch von den Abmessungen und der Form des NTCs abhängt.

In der Praxis setzt man NTCs oft zum Messen von Temperaturen ein. In diesem Fall sollte jedoch ein linearer Zusammenhang zwischen Temperatur und NTC-Widerstand bestehen. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die NTC-Kennlinie zu idealisieren, sprich: zu linearisieren. Leider ist dies nicht für den gesamten Temperaturbereich möglich. Ein Gesamtbereich von 50 °C...100 °C ist dabei als Maximum anzusehen, der allerdings auch von der geforderten Linearität abhängt. In der Praxis wird man nur ein relativ kleines Gebiet selektieren und den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur um dieses Gebiet herum linearisieren.

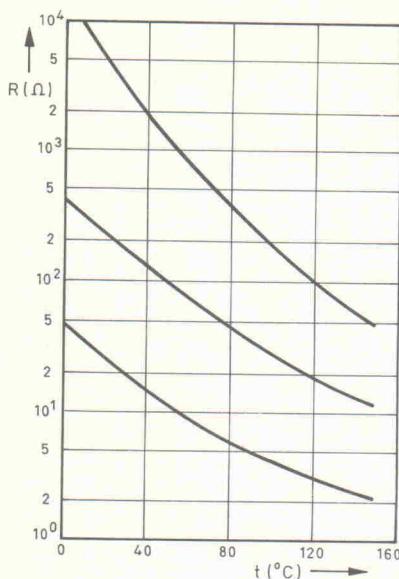


Bild 7. Widerstandsverlauf von drei NTCs als Funktion der Temperatur.

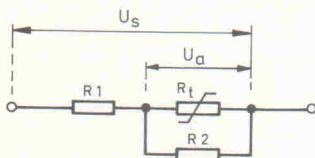


Bild 8. Standardschaltung zum Linearisieren eines NTCs.

Bild 8 zeigt die Standardschaltung zum Linearisieren eines NTC-Widerstands. Zwei Festwiderstände erweitern dabei den NTC zu einer kombinierten Serien-/Parallelorschaltung mit R_1 , R_2 und R_t . Folgende Gleichung beschreibt das Verhältnis zwischen der Spannung U_s über dem gesamten Kreis und der Spannung U_a über dem NTC:

$$U_a = U_s / (R_1 + 1/R_t + 1/R_2) + 1$$

Dabei ist:

- R_t der Widerstand des NTCs in der Mitte des zu linearisierenden Bereichs;
- R_1 der Serienwiderstand, dessen Widerstand gleich R_t ist;
- R_2 der Parallelwiderstand, dessen Widerstandswert $10 \cdot R_t$ beträgt.

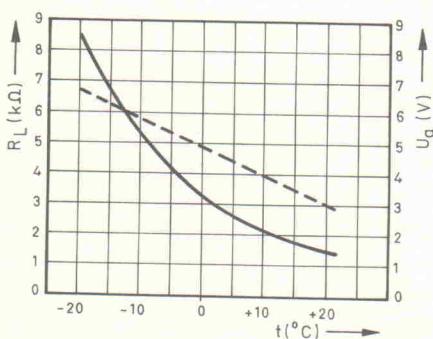


Bild 9. Einfluß der Linearisierung auf den Widerstandsverlauf des NTCs.

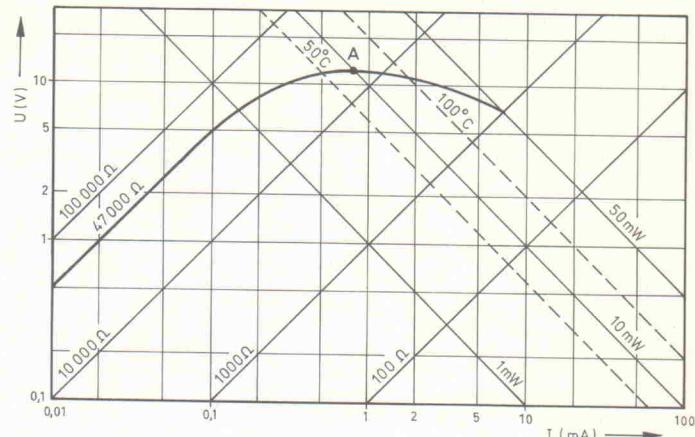


Bild 10. Leistungskennlinie eines NTCs.

In Bild 9 ist der Einfluß dieser Linearisierung dargestellt. Die ausgezogene Linie zeigt den normalen Widerstandsverlauf des NTCs, die gestrichelte Linie den Verlauf nach der Linearisierung.

Eine weitere wichtige Kenngröße eines NTCs ist sein Verlustfaktor. Als Verlustfaktor bezeichnet man diejenige Verlustleistung, die man benötigt, um den NTC um 1 °C zu erwärmen. Diese Größe bestimmt in der Realität die Empfindlichkeit des Bauteils. Den Wert des Verlustfaktors kann man der sogenannten Verlustgrafik entnehmen. Ein Beispiel für eine solche Grafik ist in Bild 10 gezeigt. In Punkt A beträgt die Temperatur 65 °C, die Verlustleistung weist hier einen Wert von 10 mW auf. Von der Standardtemperatur 25 °C ausgehend kann man annehmen, daß man eine Leistung von 10 mW benötigt, um einen Temperaturanstieg von 40 °C zu erreichen. Daraus läßt sich folgern, daß der Verlustfaktor 0,25 mW beträgt.

Nach einer plötzlichen Temperaturänderung verstreicht eine gewisse Zeit, bevor sich der NTC auf die neuen Temperaturverhältnisse eingestellt hat. Um diese Erscheinung mathematisch zu erfassen, kann man eine thermische Zeitkonstante definieren. Diese Größe gibt die Zeitdauer an, nach deren Ablauf die Temperaturdifferenz zwischen dem NTC und der Umgebung noch 37 % des Ausgangswerts beträgt. In Bild 11 ist der Zusammenhang zwischen der NTC-Temperatur in Bezug zur Umgebungstemperatur und der thermischen Zeitkonstante wiedergegeben.

NTC-Widerstände sind in scheiben- und stabförmigen Ausführungen erhältlich. Die scheibenförmigen NTCs haben eine maximale Leistung von 1 W bei einer maximalen Betriebstemperatur von 120 °C. Ihre thermische Zeitkonstante beträgt rund 60 s. Die Bauelemente werden mit einem Nennwert zwischen 2,2 Ω und 60 kΩ (bei 25 °C) hergestellt. Stabförmige NTCs sind mit Leistungen von 0,6 W, 1,5 W und 2,3 W erhältlich. Die maximale

Arbeitstemperatur beträgt 150 °C. Hier liegen die Nennwerte im Bereich zwischen 4,7 Ω und 150 kΩ.

PTC

Ausgangsmaterial für den klassischen PTC ist Bariumtitat. Die Kennlinie eines solchen PTCs weist einen typischen Widerstandssprung auf: bei einer bestimmten Temperatur steigt der Widerstand sehr schnell um einen Faktor von rund 1000 an. Außerhalb dieses Übergangsbereichs verläuft die Kennlinie relativ flach. Der Verlauf eines PTC-Widerstands als Funktion der Temperatur ist in Bild 12 dargestellt. Aus diesem Diagramm geht zunächst nichts von einem starken Widerstandsanstieg hervor. Berücksichtigt man jedoch die logarithmische Teilung der Widerstandssachse, so erkennt man schnell den Anstiegsbereich.

Dieser Widerstandssprung, den man zuweilen auch als PTC-Effekt bezeichnet, ist die Folge eines komplizierten physikalischen Prozesses, den man vereinfachend so erklären kann, daß der während des Sinterns eingeschlossene Sauerstoff bei einer bestimmten Temperatur von der Oberfläche der Kristallkörper absorbiert wird. Dadurch nimmt der Widerstand des Materials stark zu.

Den sprungartigen Verlauf des Widerstands eines gewöhnlichen PTCs oberhalb einer bestimmten Temperatur nutzt man in erster Linie dazu, um elektronische Geräte vor zu hohen Temperaturen zu schützen. Andere Anwendungen hingegen fordern einen möglichst linearen Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur.

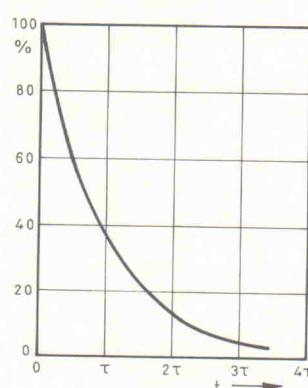


Bild 11. Die thermische Zeitkonstante ist ein Maß für die Ansprechgeschwindigkeit eines NTCs.

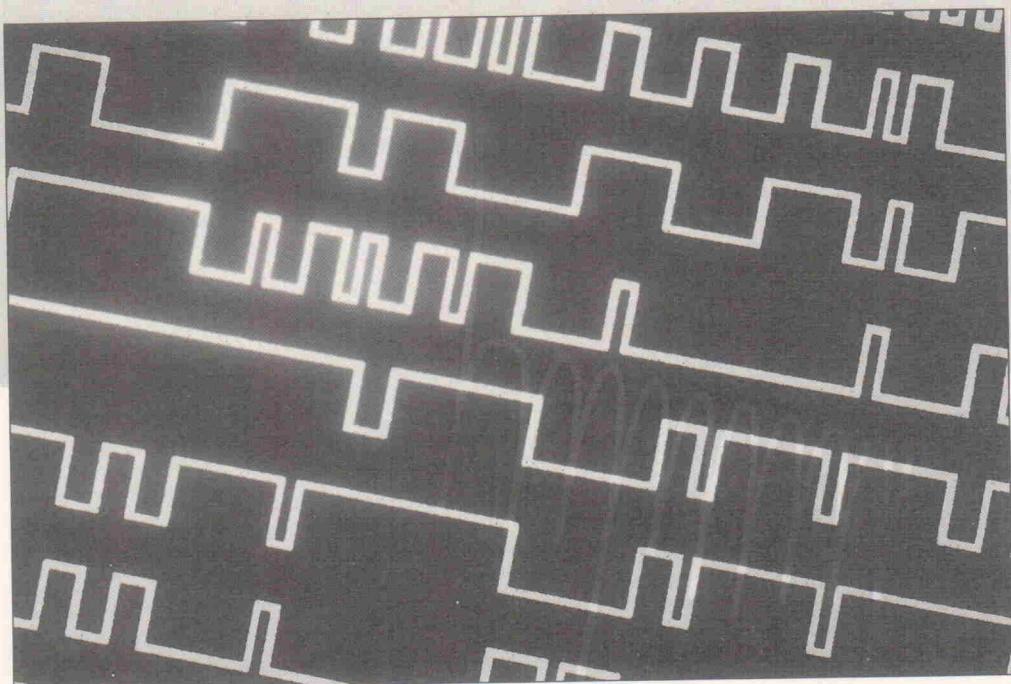
In Filter veritas

Teil 2: Digitale Filter in der Praxis

Entwicklung

Jürgen Petsch

Digitale Filter sind in der Literatur recht gut beschrieben, und ein brauchbarer Tiefpaß ist schnell entwickelt. Aber wohin mit seinen Koeffizienten, wie einen vernünftigen Algorithmus finden, der eine zügige Meßwerterfassung nicht ausbremst? An dieser Schnittstelle zur Praxis wird die Dokumentations-Luft plötzlich sehr dünn. 'In Filter veritas' sorgt deshalb für eine Sauerstoffdusche.



Zu diesem Zweck werden einige Hardware-Komponenten benötigt. Neben einem 286er AT mit Coprozessor, Festplatte und VGA-Grafik ist natürlich auch ein A/D-Board notwendig. Hier fiel die Wahl auf das in Elrad 10 und 11/90 beschriebene Hardware-Projekt 'Achtung, Aufnahme'. Diese 12-Bit-PC-Karte ist – wenn auch bei vielen Lesern nicht physikalisch vorhanden – so gut dokumentiert, daß man auch mit 'Trockenübungen' den praktischen Einsatz von Software-Filtern nachvollziehen kann.

Das abgedruckte Listing 'Filter' (Listing 1) in Turbo Pascal 6.0 ergibt ein funktionsfähiges Programm, das zum eigenen Experimentieren mit digitalen Filtern Gelegenheit gibt. Es enthält Abschnitte – auf die im Artikel ausführlicher eingegangen wird –, die so nur für das 'Achtung, Aufnahme'-Board gelten und nicht zu verallgemeinern sind, ohne völlig in die Theorie abzugleiten.

Der Frequenzgang und das Einstufigverhalten der verwendeten Filter sind auf dem Bild-

schirm in Echtzeit zu beobachten. 'Filter' enthält wegen des zur Verfügung stehenden Platzes kein komfortables Eingabemenü, sondern ist bei Veränderung der Kanalzahl, Abtastperiode oder Filterfrequenz neu zu kompilieren. Es kann aber als Grundlage für ein ausführlicheres, den eigenen Bedürfnissen angepaßtes Programm dienen.

Um eventuellen Enttäuschungen vorzubeugen: Eine A/D-Wandlerkarte mit digitalem Signalprozessor (DSP) 'on Board' läßt sich auf diese Weise natürlich nicht ersetzen. Solche Karten bewegen sich auch in anderen Preisregionen. Aber trotzdem reicht das Trio CPU-NDP-'Achtung, Aufnahme' aus, um bei mäßiger Abtastrate das Prinzip des Oversampling, der digitalen Filterung und der Dezimierung vorzuführen. Wen dabei näher interessiert, was unter 'mäßiger Abtastrate' zu verstehen ist, wirft erstmal einen Blick auf den Kasten 'Generationen'. Hier wird deutlich, daß ein schnellerer PC nicht nur beim flotten Blättern mit dem Textprogramm Vorteile hat.

FIR-Praxis

Mit den im Listing gesetzten Konstanten für Abtastfrequenz $F_a = 2000$ Hz, Bandbreite $F_b = 250$ Hz, Dezimierungsfaktor $D = 2$, halbe Filterlänge $M = 7$, $Clock_Cntrl = 29h$, $Abta = 10$ und $Kanza = 2$ ergibt sich eine effektive Abtastfrequenz von 1 kHz. Man erhält das Filterverhalten von Bild 1. Ein 386er Rechner mit 16-MHz-Takt ist mit dieser Einstellung zeitlich weniger als 50 % ausgelastet.

Um auf dem gleichen Rechner-Typ fünffaches Oversampling zu testen, setzt man $F_a = 5000$, $F_b = 250$, $D = 5$, $M = 20$, $Kanza = 1$ und $Clock_Cntrl = 11h$. Jetzt sollte das Filter in Bild 2 wirksam sein.

Bei Ansteuerung der A/D-Wandlerkarte ohne vorgeschalteten Tiefpaß aus einem Funktionsgenerator darf nun trotz der effektiven Abtastrate von 1 kHz für die erste Konfiguration die Schwebung des Aliasing nicht schon bei 1 kHz, sondern erst bei 2 kHz, bei der zweiten Konfiguration sogar erst bei 5 kHz auftreten. Das war das Ziel des ganzen Aufwandes.

Generationen

Drei PC-Generationen (8 MHz 286er, 16 MHz 386er und 25 MHz 486er, die ersten beiden mit zusätzlichem, der dritte mit internem Coprozessor) sollten zeigen, zu welcher Leistung sie bei der digitalen Filterung in Echtzeit fähig sind. Zu diesem Zweck erhielten sie die Aufgabe, die von einem A/D-Board gelieferten Daten mit Hilfe von FIR-Filters mit 41 Stützstellen zu filtern und um den Faktor zwei zu dezimieren. Dazu wurde das in diesem Beitrag vorgestellte Programm 'Filter' verwendet. Das Ziel war, eine möglichst hohe Abtastfrequenz und Kanalzahl zu erreichen, denn beide Parameter gehen direkt proportional in die Rechenzeit ein. Die angegebene Zahlenwerte basieren auf einer zeitlichen Auslastung der CPU von 50 % für die Filterung in bezug auf die zur Verfügung stehende Rechenzeit.

Die Zeitmessung läßt sich am einfachsten mit Hilfe des digitalen Ports auf dem A/D-Board verwirklichen, indem

nach Eintritt in die IR-Routine ein Bit gesetzt und beim Verlassen gelöscht wird. Das Ergebnis ist leicht mit einem Oszilloskop zu beobachten.

Die CPU befindet sich während der Hälfte ihrer Zeit in der Interruptroutine, die die Daten aus dem RAM des A/D-Boards liest, filtert und dezimiert. Die restliche Zeit dient als Reserve zur Darstellung der gefilterten Signalverläufe auf dem Bildschirm und zur Ablage auf der Festplatte. Die erreichte Abtastperiode gibt den Wert nach der Dezimierung um den Faktor zwei wieder. Die tatsächliche Rate des A/D-Wandlers ist wegen des zweifachen Oversampling also doppelt so hoch.

Das Ergebnis: Der 486er ist 12mal so schnell wie der 386er und dieser 5mal so schnell wie der 286er. Damit ergibt sich eine Leistungssteigerung über zwei Generationen um den Faktor 60. Auf die Enkel dürfen wir daher mit Recht gespannt sein.

Rechner	8 MHz 286	16 MHz 386	25 MHz 486
Kanalzahl	1	1	12
Abtastperiode	5 ms	1 ms	1 ms
Rel. Leistung	1	zu	5 zu 12

FIR-Filter einen Überblick über die Dynamik der Koeffizienten zu verschaffen. Dadurch wird die Entscheidung erleichtert, ob die gewählten Koeffizienten für eine Integerarithmetik geeignet sind.

Turbofilter

Das Programm 'Filter' ist in Turbo Pascal 6.0 geschrieben und verwendet einige Assemblerabschnitte. Ab dieser Compiler-Version ist die Verwendung von Assemblercode besonders einfach. Vor TP6 gab es dafür hauptsächlich zwei Möglichkeiten. Zum einen war die Verwendung von Inlinecode erlaubt. Dabei schrieb man den Maschinencode der auszuführenden Assemblerbefehle zwischen die Anweisungen INLINE und END. Die Übersetzung, die aus dem Nachschlag in Tabellen oder dem zeilenweisen Assemblieren mit Hilfe eines Assemblers (DEBUG) bestand, war sehr fehlerträchtig.

Die zweite, professionellere Methode bestand und besteht auch jetzt noch darin, vollständig in Assembler geschriebene Module mit einem Assemblerprogramm zu compilieren und dann über den TP-Compilerbefehl {\$L Modulname} in TP-Programme oder Units zu übernehmen.

Mit TP6 hat es aber in dieser Hinsicht einige Verbesserungen gegeben. In einem Programm dürfen jetzt zwischen den Anweisungen ASM und END Assemblerbefehle stehen. Der Compiler fügt den Maschinencode direkt zwischen die Anweisungen. Der Programmierer erhält damit die Möglichkeit, ohne die einengende Oberaufsicht des TP-Compilers, der auch schon mal das Programm mit angezogener Handbremse laufen läßt, zeitkritische Programmteile zu beschleunigen. Natürlich ist Vorsicht geboten. Auf keinen Fall darf man das DS- oder BP-Register bleibend verändern.

Der in Turbo Pascal enthaltene Assembler unterstützt auch Instruktionen für den Coprozessor. Diese Tatsache ist deshalb bemerkenswert, weil der Compiler beim Erzeugen einer EXE-Datei immer nur Befehle für den Emulator, aber nicht für den Coprozessor direkt, erzeugt. Während des erstmal-

gen Laufs der EXE-Datei ersetzt bei Vorhandensein eines Coprozessors der Emulator die für ihn bestimmten Befehle durch die entsprechenden Coprozessorbefehle und führt sie dann aus. Daraus ergibt sich ein geringfügig anderes Zeitverhalten während des ersten und der weiteren Durchläufe durch das Programm. Dagegen werden die vom Assembler erzeugten Instruktionen erbarmungslos ausgeführt – oder auch nicht, falls kein Coprozessor installiert ist.

Unter TP6 können auch vollständige Prozeduren nur aus Assemblerbefehlen aufgebaut sein. Dabei ist die Anweisung ASSEMBLER von besonderer Bedeutung. Mit ihr ist es möglich, auf BEGIN...END innerhalb einer Prozedur zu verzichten und statt dessen nur ASM...END zu verwenden. Sie veranlaßt den Compiler, außer dem RET am Ende keinen zusätzlichen Ein- und Austrittscode für die Prozedur zu erzeugen. Für die Übergabe von Variablen oder die Anlage von lokalen Variablen auf dem Stack ist deshalb der Assemblerprogrammierer zuständig.

Da es aber möglich ist, auf alle unter TP deklarierten globalen Variablen aus der Prozedur durch direkte Angabe des Variablenamens zuzugreifen, ist die Übergabe der Variablen über den Stack nicht zwingend notwendig. Die im Programm 'Filter' enthaltenen Prozeduren DISP_COL und DISP_NULL verwenden dieses zeitsparende Verfahren unter Berücksichtigung der erwähnten Einschränkungen.

Timing beschleunigt

Um zweifaches Oversampling zu bewirken, muß der Timer 8240B die doppelte Ausgangsfrequenz ADCLOCK liefern. Leider ist die Ausgangsfrequenz dieses Timers nur in groben Stufen mit einer 1-2-5-10-Sequenz einstellbar. Deshalb ist es zum Beispiel bei einer ADCLOCK von 1 kHz nur möglich, ein Oversampling von zwei oder fünf zu erreichen. Andere Faktoren wie beispielsweise drei oder vier sind nicht einstellbar. Das Programm 'Filter' setzt voraus, daß die Konstanten D (Dezimierung) und CLOCK_CNTRL sinnvolle, zueinander passende Werte enthalten. Der Kasten 'Timer-Steu-

Je nach vorhandenem Rechner kann man die Anzahl Tabs (*M*) oder die Kanalzahl (*Kanza*) allmählich steigern. Dabei ist es ratsam, das Bit 0 des digitalen OUT-Registers mit einem Oszilloskop zu beobachten, um den Rechner nicht zu überfordern. Erst bei einer Auslastung von wesentlich mehr als 50 % droht Absturz.

Im 'Filter'-Listing sind zwei verschiedene Windows (Hamming, Bild 3 und Potter310, Bild 4) enthalten, von denen man jeweils eines durch passendes Setzen von (**) ausblenden kann.

Nach Start des Programmes 'Filter' steht ein kleines Menü (Erfassung, Wiedergabe, Koeffizientenanzage) zur Verfügung.

Die eigentliche Aufnahme startet man während der Erfassung

mit 'A' und unterbricht sie mit 'Esc'. Während der Erfassung läßt sich der Abbildungsmaßstab in der Horizontalen (Raf fung) durch die Pfeiltasten '<' und '>' verändern. Für einen ausgewählten Kanal erscheint der Austeuerbereich des A/D-Wandlers in Rot auf dem Bildschirm. Diese Einblendung bewegt man mit 'Bild auf' und 'Bild ab' von Kanal zu Kanal. Für den gewählten Kanal ist der Abbildungsmaßstab (Teiler) mit den Pfeiltasten '↑' und '↓' einstellbar.

Die Wiedergabe erfolgt mit 'Return' und erlaubt das bildschirmweise Durchblättern einer Aufnahme.

Die Anzeige der Koeffizienten dient nur zu Kontrollzwecken. Durch sie hat man die Möglichkeit, sich bei der Verwendung verschiedener Windows für das

Timer-Steuerung

ADCLOCK [kHz]	CLOCK_CNTRL für D (Dezimierung)		
	1	2	5
1	0Ah	2Ah	12h
2	2Ah	-	09h
5	12h	09h	-
10	09h	29h	11h

Ein Beispiel: Um eine ADCLOCK von 10 kHz zu erzeugen, benötigt der Timer ein CLOCK_CNTRL von 09h. Ist ein Down-sampling von zwei beabsichtigt, so ist ADCLOCK auf 20 kHz zu erhöhen, wofür der Timer ein CLOCK_CNTRL von 29h erhalten muß. Außerdem ist zu erkennen, daß bei einer vorhandenen ADCLOCK von 2 kHz eine Verdopplung auf 4 kHz nicht möglich ist, weil der verwendete Timer 4 kHz grundsätzlich nicht liefern kann.

nung' kann bei der Auswahl hilfreich sein.

Beim Übergang von zwei- zu fünffachem Oversampling steigt die Rechenzeit, die die CPU in der Interruptroutine GET_ADDAT verbringt, nicht in diesem Verhältnis, sondern nur unwesentlich. Die Ursache dafür liegt in dem gleichbleibenden Rechenaufwand für das Filtern, der proportional zu Fa/D ist. Lediglich durch das Auslesen und Zwischenlagern der größeren Datenmenge aus dem RAM des A/D-Boards erhöht sich die Gesamtzeit etwas. Da man aber M proportional zu Fa/Fb wählt, steigt beim Übergang von zwei- zu fünffachem Oversampling die Rechenzeit entsprechend.

Bei zweifachem Oversampling ist die im RAM des A/D-Boards

angesammelte Datenmenge gegenüber dem Normalbetrieb doppelt so groß. Daraus ergeben sich Einschränkungen für die maximal einstellbare Raffung. Da das REG_ZYKL (Zyklusregister) nur acht Bit breit ist, kann es nur Zahlenwerte bis 255 aufnehmen. Es wird mit $(8 \cdot \text{Raffung} \cdot D) - 1$ geladen. Bei Normalbetrieb ($D = 1$, ohne Dezimierung) ist die größte Raffung = 32. Bei einem D von zwei beträgt die maximal erreichbare Raffung nur noch 16, bei D = 5 sogar nur vier.

Unterbrechung

Das A/D-Board enthält zwei RAMs von je 32 K × 8 Bit, die einen Wechselbuffer bilden. Während die vom A/D-Wandler digitalisierten Analogwerte das

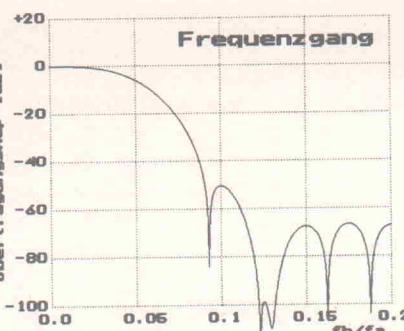
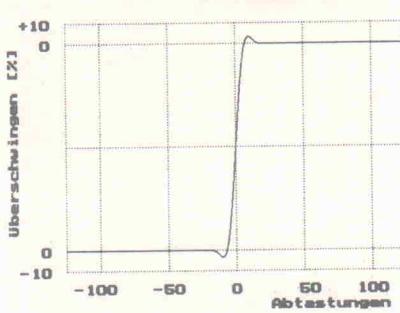


Bild 2. Tiefpaß mit den Konstanten $F_a = 5000$, $F_b = 250$, $D = 5$ und $M = 20$.



eine RAM füllen, liest die CPU das andere RAM.

Das eigentliche Filetstück an der 'Filter'-Software ist die Interruptroutine GET_ADDAT, die die Daten abwechselnd aus einem der beiden RAMs des A/D-Boards liest, filtert, dezimiert, bei Aufnahmeanforderung im WRITE_BUF ablegt und eine Spalte zur Darstellung auf dem Bildschirm im COL_BUFFER zusammenbaut.

Damit die CPU möglichst nur das tut, was unbedingt notwendig ist, kommt man um Assem-

blerprogrammierung nicht herum. Trotzdem ist die Maschinensprache kein Wundermittel, das automatisch hohe Geschwindigkeit garantiert.

CPU-Tuning

Um den Zeitbedarf der Interruptroutine messen zu können, setzt die CPU am Anfang von GET_ADDAT ein Bit des REG_DOUT und löscht es vor dem Verlassen wieder. Mit dieser Methode und einem angeschlossenen Oszilloskop hat sich schon mancher geniale Einfall zur Temposteigerung als

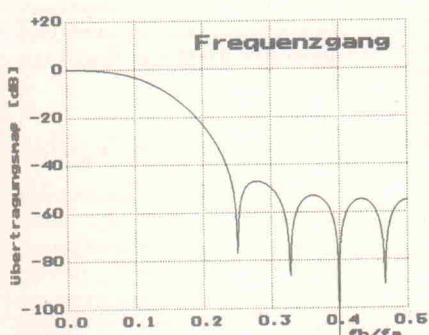


Bild 1. Mit den im 'Filter'-Programm gesetzten Konstanten erhält man einen solchen Tiefpaß.

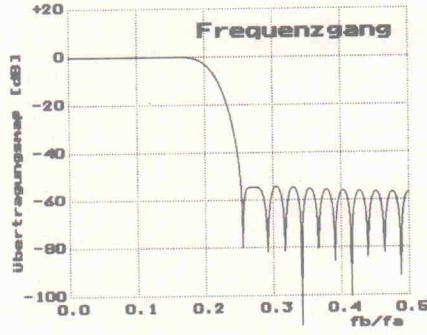
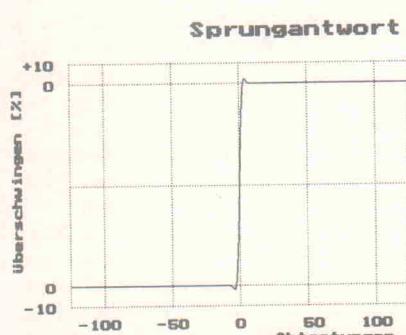
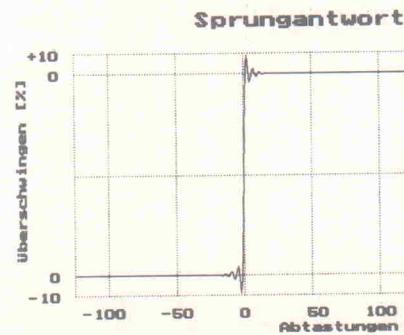


Bild 3. Steiler Abfall mit Hamming-Window.



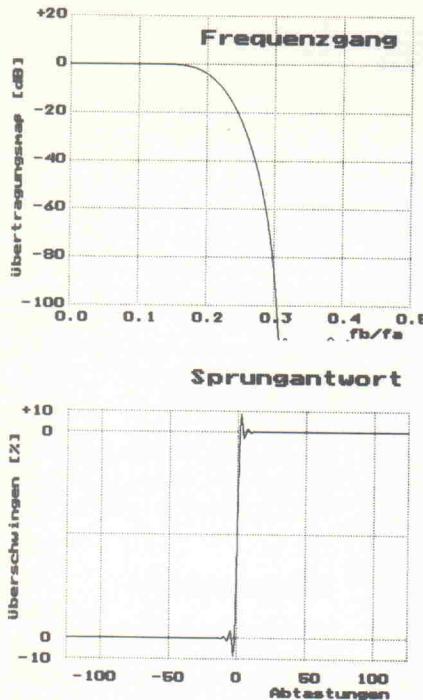


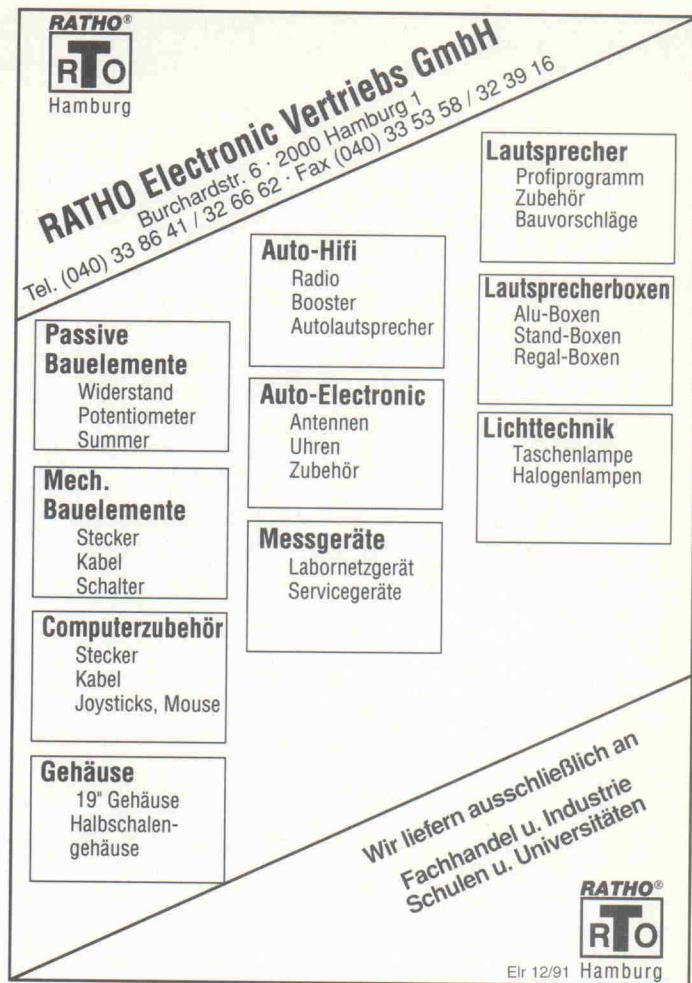
Bild 4. Das Potter310-Window weist eine extrem gute Sperrdämpfung auf.

belanglos entlarven lassen. Aussichtsreiche Kandidaten für Verbesserungen sind alle Instruktionen, die innerhalb von Schleifen liegen und oft zu durchlaufen sind.

Ein Beispiel für eine Laufzeit-optimierung befindet sich in der Schleife ab *GET_ADDAT_36*, die die Abtastwerte mit den Filterkoeffizienten multipliziert und zur laufenden Summe addiert. Es ist naheliegend, aber leider falsch, das *FADD* unmittelbar nach dem *FMUL* anzurufen, weil während der Zeit, die der NDP für die Multiplikation benötigt, die CPU die Berechnung der Indizes zum zeitlichen Nulltarif ausführen kann. Die Wahl der richtigen Reihenfolge kann je nach Kanalzahl einen Zeitvorteil von gut 10 % bringen.

Sobald das A/D-Board die ausreichende Menge Daten zur Darstellung einer Spalte auf dem Bildschirm im RAM gesammelt hat, schaltet es die Datenablage mit Hilfe des Select-Flipflops der Karte auf das jeweils andere RAM um und löst einen Interrupt aus.

GET_ADDAT löscht zunächst die Interruptanforderung des A/D-Boards und trifft dann einmalig die Entscheidung, ob die bei diesem Interrupt gelieferten Daten auf die Festplatte zu schreiben sind. Das ist deshalb wichtig, weil erst während der Abarbeitung der Routine die Aufforderung dazu über die Tastatur gegeben werden könnte.



Keine Kompromisse beim Selbstbau

Lautsprecher•Frequenzweichen•Elektronik•Bauteile•Bausätze•Holz•Aluprofile•Zuschnitte•Ecken•Griffe•Kabel•Cases•Casebauteile•Schaumstoffe•Steckverbindungen•Schrauben•Nieten•Gitter•Lüfter•Blenden•Anschlüsse•Regler•Multicore•Krallen•Spulen•Weichenbauteile•Rollen•Lautsprecher•Frequenzweichen•Elektronik•Bauteile•Bausätze•Holz•Aluprofile•Zuschnitte•Ecken•Kabel•Cases•Casebauteile•Schaumstoffe•Studnungen•Schrauben•Nieten•Gitter•Lüfter•Peschlüsse•Regler•Multicore•Krallen•Spulen•Rollen•Lautsprecher•Frequenzweichen•Bauteile•Bausätze•Holz•Aluprofile•Griffe•Kabel•Cases•Casebauteile•verbindungen•Schrauben•Nieten•Anschlüsse•Regler•Multicore•Bauteile•Rollen•Laueronik•Bauteile•Baukeren•Griffe•Kabteckverbindungen•An

Rechenknecht

Der Numeric Data Processor (NDP) arbeitet parallel zur CPU. In jedem Fall hat die CPU das Oberkommando, weil nur sie über Zugriffsrechte im Protected Mode (ab 286) auf Operanden entscheiden kann. Im Laufe der Zeit hat sich das Prinzip verändert, wie die CPU dem Zahlenfresser das Futter serviert. Das Gespann 8086/8087 lauschte noch gemeinsam am Instruktionstrom und teilte sich die Arbeit, indem der 8086 die Operanden adressierte und der 8087 sie einlas und verarbeitete. Die 286er- und 386er-CPUs steuern ihre NDPs über reservierte Portadressen. Ab der 486er-CPU ist der NDP bereits integriert, so daß der zeitliche Aufwand für die Übergabe von Kommandos und Operanden und das Rücklesen von Ergebnissen über Portadressen wegfällt. Bei Befehlen mit kurzer Ausführungszeit beschränkt dieses Hin und Her wesentlich die Leistungsfähigkeit. Zweitlieferanten für den 80387 konnten zwar das Rechenwerk beschleunigen, waren aber weiterhin auf das langsame Hardwareinterface angewiesen, so daß ihre Verbesserungen nicht voll zum Tragen kamen.

Durch geschicktes Programmieren läßt sich die Anwesenheit von zwei unabhängigen Recheneinheiten zur Parallelverarbeitung nutzen. Während der NDP Fließkommaoperationen ausführt, berechnet die CPU zum Beispiel die Operandenadressen in mehrdimensionalen Datenfeldern.

D = 5 wird viermal nicht gefiltert. Erst die fünfte Abtastung durchläuft die Filterfunktion, dann aber unter Berücksichtigung aller, auch der dezimierten Abtastungen.

Bei der Filterung stehen sich die Koeffizienten, auf die das Register SI zeigt und die Werte eines Kanals, adressiert mit [BX+DI], gegenüber, so daß die Multiplikation und Addition leicht möglich sind. Da sich die Abtastungen in dem als Ringbuffer betriebenen FIL_BUF befinden, ist DI beim Erreichen des Bufferendes zurückzusetzen. Die Schleife bei GET_ADDAT_36

Der NDP kann sowohl mit Integer- (16, 32 und 64 Bit) und Fließkommaoperanden (32, 64 und 80 Bit) umgehen. Außerdem beherrscht er noch gepackte BCD-Operanden (18 Stellen). Während des Ladens der Daten wandelt der NDP ohne weiteres Zutun des Programmierers die verschiedenen Formate in die 80 Bit Fließkommadarstellung (Extended Precision). Bei der Ablage der Ergebnisse findet der umgekehrte Vorgang statt. Das Format eines Speicheroperanden ist im Maschinencode enthalten, so daß der NDP genau über die Art der Wandlung informiert ist. Allein die Fähigkeit zur schnellen Umwandlung zwischen den verschiedenen Datenformaten würde den Einsatz des NDP in vielen Fällen rechtfertigen.

Der NDP enthält acht 80 Bit breite Stackregister zur Aufnahme der Operanden, die die Namen St(0)...St(7) tragen. Aufgrund des vorhandenen Instruktionssatzes gibt es zwei verschiedene Betrachtungsweisen für die Architektur.

Die einfachere besteht darin, ihn wie einen Taschenrechner mit UPN (umgekehrter polnischer Notation) mit Datenstack zu verwenden: 1. Operanden laden (FLD [OP1]), 2. Operanden laden (FLD [OP2]), Befehl ausführen (FMUL), Ergebnis vom Stack holen und wegspeichern (FSTP [RESULT]). Diese Vorgehensweise bietet sich an, weil jeder Ladevorgang den Operanden in das Register St(0) lädt und alle bereits

vorhandenen weiterschiebt. Die Verwendung geeigneter Rechenbefehle baut den Stack wieder ab, bis zum Schluß das Ergebnis im St(0) übrigbleibt und mit einem FSTP (das P steht für Pop) in den Speicher geschrieben wird. Danach ist der NDP wieder leer. Turbo Pascal verwendet dieses Verfahren und erreicht damit die Bearbeitung eines Ausdrückes mit mehreren Variablen ohne Ablage von Zwischenergebnissen, jedenfalls solange die Stacktiefe von acht ausreicht.

Die aufwendigere Methode besteht darin, die direkte Adressierung der Stackregister zu nutzen. Es ist zum Beispiel möglich, nicht nur die beiden obersten Register St(0) und St(1) zu verrechnen und das Ergebnis unter Verlust der beiden Operanden im St(0) zu erhalten, sondern St(0) mit beliebigen St(n) zu verknüpfen. Allerdings ist dabei zu beachten, daß sich beim Nachladen von Operanden in St(0) die Bezeichnung der darüberliegenden Stackregister verändert, in denen man vielleicht an einer bestimmten Stelle einen Operanden vermutet. Man vermeidet Überraschungen, wenn man zu jedem Zeitpunkt genau über den Stackaufbau informiert ist. Als Lohn der Mühe winken solche Erlebnisse wie beispielsweise die Genugtuung, eine laufende Summe über eine Vielzahl von Iterationen auf dem wogenden Stapel des NDP ohne Absturz balanciert zu haben. Das vielgequälte Apfelmännchen läßt grüßen.

spätere Anzeige auf dem Bildschirm abzulegen, nachdem er durch den Teiler (Abbildungsmäßig in Y-Richtung) dividiert und mit dem Offset (Spurlage des Kanals) addiert worden ist. Natürlich dürfen dabei keine Übersteuerungen der Bildschirmgrenzen auftreten. Ein Spaltenbuffer hat eine Länge, die der Bildschirmhöhe entspricht und enthält acht nebeneinander liegende Pixel. Sechzehn Spaltenbuffer bilden einen Ringbuffer, mit denen es möglich ist, die Anzeige während des Plattentransfers zu unterbrechen, aber später ohne Datenverlust nachzuholen.

Warteschleife

Mit dem Start der Erfassung beginnt sich der Prozessor nach dem Öffnen der Aufnahmedatei, dem Initialisieren einiger Variablen und dem Vorbereiten der Hardware in eine Abfrageschleife und hofft, daß etwas Interessantes passiert. Dazu gehört aus seiner Sicht, daß eine Spalte auf dem Bildschirm anzuzeigen ist (*COL_BASE < DISP_BASE*), das *FLAG_RFT* ihn zum Wegschreiben eines Puffers auffordert oder eine Taste betätigt worden ist (*KeyPressed = True*).

Lange braucht er nicht zu warten, denn das A/D-Board reißt ihn bereits nach kurzer Zeit mit einem Interrupt aus seinen Träumen. Er springt umgehend voller Tatendrang in die Routine *GET_ADDAT*, aber kehrt eilfertig so bald wie möglich aus ihr zurück, weil er, um Datenverluste zu vermeiden, den nächsten Interrupt nicht verpassen darf. Ob ihm dieser Fehler unterlaufen ist, könnte er leicht durch Abfrage des ERROR-FF auf dem A/D-Board erfahren. Um die Verweildauer des Prozessors in der Interrupt-Routine so kurz wie möglich zu halten, zeigt *GET_ADDAT* die Spalte nicht selbst auf dem Bildschirm an. Auch das Wegschreiben der Aufnahmedaten auf die Platte kann sie nicht selbst erledigen, weil man vermeiden muß, daß der Interrupt den Prozessor während der Abarbeitung einer DOS-Funktion erwischt. Das könnte leicht eine Katastrophe bedeuten, weil DOS nicht wiederereintrittsfähig ist. Deshalb signalisiert *GET_ADDAT* dem Prozessor in der Warteschleife nur, was zu tun ist, und gibt ihm sogar Gelegenheit, mehrere Spalten ohne Datenverlust nach-

ist besonders zeitkritisch, so daß oft benötigte Konstanten wie die Bufferlänge, der Abstand der Koeffizienten und der Abtastungen in Registern bereitstehen.

Die berechnete Produktsumme, also der gefilterte Wert, gelangt mit einem *FISTP* bei gleichzeitiger Wandlung nach Integer in die Speicherstelle *TEMP*, von wo sie sich später die CPU abholt. Dieser Umweg ist deshalb notwendig, weil es (fast) keine interne Datenverbindung zwischen NDP und CPU gibt.

Falls die Filterwerte nicht nur auf dem Bildschirm anzuzeigen, sondern auch auf die Festplatte

zu schreiben sind, gelangen sie mit Hilfe von *WRITE_BASE* und *WRITE_INDEX* in einen der beiden Wechselbuffer. Sollte der *WRITE_INDEX* nach der Datenablage und dem anschließenden Inkrementieren übergelaufen sein, so ist er zurückzusetzen, die Datenablage mit Hilfe von *WRITE_BASE* auf den jeweils anderen Buffer umzuschalten und dem Hintergrundprogramm mit dem *FLAG_RFT* (Ready for Transfer) der Aufruf zum Wegschreiben des Buffers zu geben.

Anschließend ist der Filterwert in einem Spaltenbuffer für die

zuholen, falls er mit der Anzeige wegen eines Plattentransfers nicht schnell genug nachkommt. Der Prozessor bleibt in der Warteschleife, bis er durch die Eingabe von ESC in das Menü zurückgeschickt wird.

Fazit

Die hier vorgestellte ‘In Filter veritas’-Methode, das bei der Digitalisierung anfallende Filterproblem zu lösen, ist noch nicht ideal, aber wie unsere Politiker zu sagen pflegen, ‘ein Schritt in die richtige Richtung’.

Vorteilhaft ist, daß die Anforderungen an die analogen Filter gemildert werden. Sie müssen nun nicht mehr so steilflankig (vielpolig) sein und lassen sich deshalb leichter in der Frequenz umschalten. Mit Hilfe der vorgestellten Software ist es leicht

möglich, die nachgeschalteten digitalen Filter in ihrem Verhalten zu beeinflussen.

Nachteilig ist, daß die digitalen Filter in der hier vorgestellten Form den Anwender zu einen Kompromiß zwischen Steilflankigkeit und Überschwingen zwingen. Dieses Problem bliebe auch bei Einsatz eines DSPs bestehen. Es ist denkbar, daß es durch die Erzeugung geeigneter, optimierter Filterkoeffizienten zu verringern ist. Viele Autoren beschäftigen sich mit dem Entwurf steilflankiger Filter und erreichen ausgezeichnete Eigenschaften im Frequenzbereich. Sie scheinen aber den geplagten Meßtechniker, der seine Signale unverzerrt, also ohne Klingeln übertragen möchte, vergessen zu haben. Vielleicht hat eine Leserin oder ein Leser entsprechende Tips?

```

1 { Programm zur fortlaufenden Datenerfassung mit Oversampling,
2 digitaler Filterung, Dezimierung, Anzeige auf dem Bildschirm
3 in Echtzeit und Ablage auf der Festplatte in TURBO-Pascal 6.0
4 ----- Jürgen Petsch für ELRAD im September 91 -----
5
6 program FILTER;
7 {$N+} { $G+} { NDP verwenden, CPU >= 286 }
8 {$I-} { $S-} { Kein I/O-Check, Kein Stack-Check }
9 Uses CRT, GRAPH, DOS;
10
11 Const
12   Fb      = 250; { Bandbreite des Tiefpasses [Hz] }
13   Fa      = 2000; { Abtastrate des A/D-Wandlers [Hz] }
14   D       = 2; { Dezimierungsfaktor }
15   M       = 7; { Anzahl Taps einer Seite o. Mitte }
16   Kanza   = 2; { Anzahl der Kanäle }
17   Clock_Cntrl = $29; { ergibt 20 kHz A/D-Wandlertick }
18   Abta   = 10; { 10 * 0.05 = 0.5 ms Abtastperiode }
19   Filter_Len = 2*M+1; { Gesamte Anzahl Stützstellen }
20   Screen_Segm = $A000; { Segment des Bildschirmspeichers }
21   Col_Len   = 480; { Spaltenlänge = Bildschirmhöhe }
22   Col_N     = 16; { Anzahl Spalten Spaltenbufferring }
23   X_Pos_Min = 0; { linker Bildschirmrand }
24   X_Pos_Max = 639; { rechter Bildschirmrand }
25   Filename  = 'TESTFILE.DAT'; { Filenames der Aufnahme }
26   Buf_Len   = 8192;
27   ADBAS    = $300; { Basisadresse des AD-Boards }
28   PORT_DAT = ADBAS+0; { Daten vom/zum RAM, }
29   PORT_STAT = ADBAS+1; { A/D Status-Port }
30   PORT_DIN = ADBAS+2; { Digital IN Port }
31   REG_DOUT = ADBAS+3; { Digital OUT Register }
32   REG_KANZA = ADBAS+4; { Kanalzahl-Register }
33   REG_ABTA = ADBAS+5; { Abtastrate-Register }
34   REG_ZYKL = ADBAS+6; { Zyklus-Register }
35   REG_TIMER = ADBAS+7; { Timer-Register }
36   EVBAS   = $308; { Basisadresse Event-Board }
37   REG_EVEN = EVBAS+2; { Reg. Enable der Eventkan }
38 Type
39   Col = Array [1..Col_Len] of Byte;
40 Var
41   Disp_Buf : Col;
42   Col_Buf_Ring : Array [1..Col_N] of Col;
43   Kan_Attr : Array [0..31] of Integer;
44   Filt_Buf : Array [1..Kanza * Filter_Len] of Integer;
45   Koeff : Array [0..2*M] of Double;
46   File_Buf_A : Array [1..Buf_Len] of Integer;
47   File_Buf_B : Array [1..Buf_Len] of Integer;
48   f           : File;
49   Bit_Pos     : Byte;
50   Ch          : Char;
51   IntVectSave : Pointer;
52   Flag_MinMax, End_Of_File : Boolean;
53   Flag_RFT, Flag_Aufn, Flag_Aufn_Req : Boolean;
54   Treiber, Modus, i, k, X_Pos, Temp, Sing_Kan : Integer;
55   Raffung, Raff_Del_1, Raff_Del_2 : Integer;
56   Count_Raff, Count_Bit_Pos, Count_Downsmpl : Integer;
57   Col_Base, Disp_Base : Word;
58   Write_Base, Write_Indx, Trnsf_Base : Word;
59   Teiler_Indx, Offset_Indx : Word;
60   Read_Indx, Last_Indx, Abtast_Indx : Word;
61   Result : Word;
62
63 { Berechnung der Koeffizienten nach der sin(x)/x Methode }

```

```

167 MOV CX,Filter_Len { Anzahl Koeffizienten }
168 MOV DI,[ABTAST__INDX]
169 MOV BP,CX
170 ADD BP,CX { Bufferlänge der Abtastungen }
171
172 MOV DX,8 { Abstand der Koeffizienten }
173 MOV AX,2 { Abstand der Abtastungen }
174 FLDZ { Summe := 0 }
175 @GET_ADDAT_36:
176 FILD WORD PTR [BX+DI] { Hole Abtastung }
177 FMUL QWORD PTR [SI] { Abtastg * Koeffizient }
178 ADD DI,AX { Inc Abtast_Indx }
179 CMP DI,BP { Am Bufferende ? }
180 JNZ @GET_ADDAT_38 { Nein, skip }
181 SUB DI,DI { Setze Abtast_Indx zurück }
182 @GET_ADDAT_38:
183 ADD SI,DX { SI-> nächst. Koeffizient }
184 FADD { Add Produkt zur Summe }
185 LOOP @GET_ADDAT_36 { Loop mit Filterlänge }
186
187 FISTP WORD PTR [TEMP] { Legt gefilt. Wert ab }
188 POP CX { Restore CX = Loopcount Kanza }
189 POP DI { DI-> VAR_KAN }
190 { Wenn FLAG_AUFN = TRUE, dann lege die Daten im Write Buffer ab }
191 CMP [FLAG_AUFN],0 { Keine Aufnahme ? }
192 JZ @GET_ADDAT_44 { Ja, überspringe }
193 ;
194 PUSH DI { Rette DI-> KAN_ATTR }
195 PUSH BX { BX-> FILT_BUF }
196 MOV AX,[TEMP] { Hole gefilt. Abtastg }
197 ADD AH,08 { Wandle nach Strait Bin }
198 MOV BX,[WRITE_BASE]
199 MOV DI,[WRITE_INDX] { [BX+DI] -> File_Buf }
200 MOV [BX+DI],AX { Legt gefilt. Abtastg. ab }
201 INC DI { Inc WRITE_INDX }
202 INC DI
203 { Wenn der File_Buf gefüllt ist, dann }
204 WRITE_INDX:= 0; WRITE_BASE <-> TRANSF_BASE; FLAG_RFT:= TRUE
205 CMP DI,Buf_Len { WIRITE_INDX an Ende ? }
206 JNZ @GET_ADDAT_42 { nein, skip }
207 SUB DI,DI { Setze WRITE_INDX zurück }
208 XCHG BX,[TRNSF_BASE] { Tausche WRITE_BASE <-> }
209 XCHG BX,[WRITE_BASE] { mit TRNSF_BASE }
210 MOV [FLAG_RFT],True { Ready for Transfer }
211 @GET_ADDAT_42:
212 MOV [WRITE_INDX],DI { Legt WRITE_INDX ab }
213 POP BX { Restore BX-> FILT_BUF }
214 POP DI { DI-> KAN_ATTR }
215 @GET_ADDAT_44:
216 { DIV / TEILER, ADD OFFSET und bringe in den COL_BUFFER }
217 MOV AX,[TEMP] { Hole gefilt. Abtastg. }
218 CWD { Signextend ins DXAX }
219 IDIV WORD PTR [DI+2] { Div / TEILER }
220 ADD AX,[DI] { + OFFSET }
221 { Teste auf Bereichsüberschreitungen }
222 OR AX,AX { AX < 0 ? }
223 JNS @GET_ADDAT_45 { nein, skip }
224 SUB AX,AX { AX := 0 }
225 @GET_ADDAT_45:
226 CMP AX,COL_LEN-1 { AX > Maxwert ? }
227 JNG @GET_ADDAT_47 { nein, skip }
228 MOV AX,COL_LEN-1 { AX := Maxwert }
229 @GET_ADDAT_47:
230 { Legt im COL_BUFFER ab }
231 ADD AX,[COL_BASE] { Add zur Spaltenbasis }
232 XCHG SI,AX { Zeiger ins SI }
233 MOV AL,[BIT_POS] { Bitpos in der Spalte }
234 OR [SI],AL { Setze das Pixel }
235 @GET_ADDAT_50:
236 ADD DI,4 { DI-> nächste KAN_ATTR }
237 ADD BX,2*Filter_Len { BX-> nächsten Kanal }
238 DEC CX { Dec Kanalzahl }
239 JZ @GET_ADDAT_52 { = 0 ?, dann fertig }
240 JMP @GET_ADDAT_34 { Loop mit KANZA }
241 @GET_ADDAT_52:
242 { Loop mit COUNT_RAFF }
243 DEC [COUNT_RAFF]
244 JNZ @GET_ADDAT_20
245 { Loop mit BIT_POS }
246 SHR [BIT_POS],1 { nächste BitPos }
247 JNZ @GET_ADDAT_10 { alle 8 Bitpos fertig ? }
248 { Schalte weiter auf die nächste COL }
249 MOV AX,[COL_BASE] { AX-> Spaltenbasis }
250 ADD AX,COL_LEN { AX-> Spaltenende }
251 CMP AX,OFFSET_COL_BUF_RING*(COL_N*COL_LEN)
252 JNZ @GET_ADDAT_54 { Am Ende des Ringes ? }
253 MOV AX,OFFSET_COL_BUF_RING { Ja, setze zurück }
254 @GET_ADDAT_54:
255 MOV [COL_BASE],AX { Legt ab für nächste }
256 MOV AX,[RAFF_DEL_1] { Spalte }
257 MOV [RAFF_DEL_2],AX { RAFF_DEL_2:=RAFF_DEL_1 }
258 MOV AX,[RAFFUNG]
259 MOV [RAFF_DEL_1],AX { RAFF_DEL_1:= RAFFUNG }
260 { Setze ZYKLUS (8 * RAFFUNG * D) - 1 AX hat noch RAFFUNG }
261 IMUL AX,AX,8*D
262 DEC AX
263 MOV DX,REG_ZYKL
264 OUT DX,AL
265 { Sende NON-Specific-End-Of-Interrupt zu beiden ICTL }
266 MOV AL,20H
267 OUT 20H,AL
268 OUT 0A0H,AL
269 { 0000000000000000 für Test mit OSZI 000000}

```

```

373     IMUL    BP,BP,80 { * 80 }
374 { Zeichne den horizontalen Teil der MIN-Linie }
375     POP    DI { Restore X_Pos/8 }
376     ADD    DI,BP
377     MOV    AL,0FFh { durchgehende Linie }
378     STOSB { zum Screen }
379 { Zeichne die schrägen Linien unter der MIN-Linie }
380     MOV    CX,79 { Scanlineabstand -1 }
381     MOV    AL,01h { beginne mit dem rechten Pixel }
382 @DISP_NULL_6: ADD    DI,CX { DI-> nächste Scanline }
383     STOSB { Pixel zum Screen (inc DI) }
384     SHL    AL,1 { Pixel nach links }
385     JNZ    GDISP_NULL_6
386     POP    BP
387     END; { von ASM }
388
389 { Stellt eine Spalte von 8 nebeneinander liegenden Pixeln bereit }
390 Procedure BUILD_COL;
391 Begin
392     BIT_POS := $80; { Beginne links }
393     For Count_Bit_Pos:= 1 to 8 do
394     Begin
395         For Count_Rafff:= 1 to Rafff do
396         Begin
397             For i:= 0 to Kanza -1 do
398             Begin
399                 Temp:= File_Buf_A [Read_Indx]-$800;
400                 INC (Read_Indx);
401                 If Read_Indx = Last_Indx Div 2 then
402                 Begin
403                     Blockread (f, File_Buf_A, Buf_Len Div 128, Result);
404                     Last_Indx:= 128*Result;
405                     End_of_File := False;
406                     If Last_Indx <> Buf_Len then End_of_File := True;
407                     Read_Indx:= 0;
408                 End;
409                 Temp:= Temp Div Kan_Attr[2*i+1]+ Kan_Attr[2*i];
410                 Disp_Buf[Temp]:= Disp_Buf[Temp] OR Bit_Pos;
411             End;
412         End;
413         Bit_Pos:= Bit_Pos shr 1;
414     End;
415 END; { Procedure BUILD_COL }
416
417 Procedure Menue;
418 Begin
419     ClrScr;
420     Writeln ('E.....Erfassung; Aufnahmestart = A; Ende = ESC');
421     Writeln ('W.....Wiedergabe einer Aufnahme; Blättern mit Return');
422     Writeln ('K.....Koeffizientenanzeige');
423     Writeln ('Esc...Zurück nach DOS');
424 End; { Procedure Menue }
425
426 Procedure Erfassung; { Startet die Erfassung; noch nicht die Aufn. }
427 Begin
428     Flag_Aufn:= False; Flag_Rft:= False; Flag_Aufn_Req:= False;
429     Assign (f,filename);
430     Rewrite (f); { Öffne den Aufnahmefile }
431     Treiber:=9; Modus:=2; { 640 * 480 Pixel ,16 Farben }
432     InitGraph (Treiber, Modus,'/Turbo6/BGI');
433     GetIntVec ($77, IntVectSave); { Rette alten Interrupt Vector }
434     SetIntVec ($77, @Get_Addat); { Setze Int Vector-> Get_Addat }
435     Write_Base := Ofs (File_Buf_A); { Ablage zunächst im File_Buf_A}
436     Write_Indx:= 0; { an der Stelle #0 }
437     Trnsf_Base := Ofs (File_Buf_B); { Plattenttransf von File_Buf_B }
438     Col_Base := Ofs (Col_Buf_Ring); { Aufbau + Anzeige beginnt mit }
439     Disp_Base := Ofs (Col_Buf_Ring); { 1. Spalte in Col_Buf_Ring }
440     X_Pos := X_Pos_Min; { Linke Seite des Bildschirmes }
441     Rafff_Del_1 := Rafff; Rafff_Del_2 := Rafff;
442     Abtast_Indx := 0; { Ablage im Filt_Buf bei #0 }
443 { Bereite die Hardware auf die Erfassung vor }
444     Port [Reg_Kanza]:= Kanza-1; { Lade Kanalzahl }
445     Port [Reg_Abta]:= Abta-1; { Setze Abtastperiode }
446     Port [Reg_Zykl]:= 8 * Rafff * D; { Anzahl Zyhlen je Abtastung }
447     Port [Reg_Timer]:= Clock_Cntrl; { Setze ADCLOCK }
448     Port [Reg_Event]:= 0; { Keine Events erlauben }
449     Port [$A1]:= (Port [$A1] and $7F); { Enable IRQ 15 am 8259-Slave }
450     Port [Reg_Kanza]:= (Port [Reg_Kanza] or $FO); { Enable IRQ vom ADC}
451     ASM
452     STI; { Enable Interrupt an der CPU }
453     END; { Jetzt geht's los. Erfassung läuft }
454     While not ((ch = ^C) or (Ch = #27)) do { Achte auf Tasteneingaben}
455     Begin
456         if Col_Base <> Disp_Base then { Solange kein Ctrl C oder ESC }
457             if Col_Base <> Disp_Base then { Spalte bereit ? }
458                 Begin
459                     Disp_Col; { Zeige Spalte an }
460                     Disp_Null; { Zeige Nulllinien an }
461                     Inc (X_Pos,8); { nächste X_Pos }
462                     if X_Pos > X_Pos_Max then X_pos := X_Pos_Min;
463                     Disp_Base := Disp_Base + Col_len; { Nächste Spalte }
464                     if Disp_Base = Ofs (Col_Buf_Ring) + Col_N*Col_Len then
465                         Disp_Base := Ofs (Col_Buf_Ring);
466                 End;
467         if Flag_Rft = True then { Puffer wegschreiben ? }
468             Begin
469                 Flag_Rft := False;
470                 if Trnsf_Base = Ofs (File_Buf_A) then { welcher Puffer? }
471                     Blockwrite (f,File_Buf_A,Buf_Len Div 128)
472                 else Blockwrite (f,File_Buf_B,Buf_Len Div 128);
473             End;
474         Ch := #0;
475         if Keypressed then { Taste betätigt? }
476             Begin

```

```

476         ch:= ReadKey; { welche Taste? }
477         if ((Ch='A') or (Ch='a')) then Flag_Aufn_Req := True;
478         if Ch=#0 then { Spezialtaste ? }
479         Begin
480             Ch:= Readkey; { Hole Scancode }
481             if Ch=#72 then Dec(Kan_Attr [2*Bing_Kan+1]); { Up ? }
482             if Ch=#80 then Inc(Kan_Attr[2*Bing_Kan+1]); { Down ? }
483             if ((Ch=#77) and (Rafff>1)) then { Right ? }
484                 Rafff:=Rafff DIV 2;
485             if ((Ch=#75) and (Rafff<16)) then { Left ? }
486                 Rafff:=Rafff * 2;
487             if ((Ch=#81) and (Bing_Kan>0)) then { Page Down ? }
488             Begin
489                 Dec(Bing_Kan); Dec(Offset_Indx,4); Dec(Teiler_Indx,4);
490             End;
491             if ((Ch=#73) and (Bing_Kan < Kanza-1)) then { Page Up ? }
492             Begin
493                 Inc(Bing_Kan); Inc(Offset_Indx,4); Inc(Teiler_Indx,4);
494             End;
495             if Ch=#71 then Inc(Kan_Attr[2*Bing_Kan]); { Pos 1 ? }
496             if Ch=#79 then Dec (Kan_Attr[2*Bing_Kan]); { End ? }
497             End;
498         End;
499         End; { Unterbricht die Erfassung }
500         Port [$A1]:= (Port [$A1] or $80); { Disable IRQ am 8259 }
501         Port [$20]:= $20; { Non-Specific-End-of-Interrupt zu }
502         Port [$AO]:= $20; { beiden 8259 }
503         Port [Reg_Kanza]:= Port[Reg_Kanza] and $OF; { Disable IRQ von ADC }
504         Close (f); { Schließe den Aufnahmefile }
505         SetIntVec ($77, IntVectSave); { Restore alten Interrupt Vector }
506         Ch:= ReadKey; CloseGraph; Menue;
507     End; { Procedure Erfassung }
508
509 Procedure Wiedergabe; { Zeigt einen Aufnahmefile an }
510 Begin
511     Assign (f,filename);
512     Reset (f);
513     Blockread (f, File_Buf_A, Buf_Len Div 128, Result);
514     if (Result = 0) then Writeln ('Dateifehler')
515     else
516     Begin
517         Last_Indx:= 128*Result;
518         Treiber:=9; Modus:=2;
519         InitGraph (Treiber, Modus,'/Turbo6/BGI');
520         Disp_Base := Ofs (Disp_Buf);
521         Read_Indx := 1;
522         End_of_File := False;
523         Repeat
524             ClearDevice;
525             X_Pos := X_Pos_Min;
526             Repeat
527                 Build_Col;
528                 Disp_Col;
529                 Inc (X_Pos,8);
530                 Until (X_Pos > X_Pos_Max) or (End_of_File = True);
531                 ch:= ReadKey;
532                 Until (Ch = #27) or (End_of_File = True);
533             End;
534             Ch:= ReadKey;
535             CloseGraph;
536             Menue;
537     End; { Procedure Wiedergabe }
538
539 Procedure KoeffizientenAnzeige;
540 Var
541     Sum_of_Koeff: Double;
542 Begin
543     ClrScr;
544     For i:= 0 to M do WriteLn (i, ' ', Koeff[M+i]);
545     Sum_of_Koeff := 0;
546     For i:= -M to M do Sum_of_Koeff := Sum_of_Koeff + Koeff[M+i];
547     GotoXY (40,10);
548     Writeln (Sum_of_Koeff);
549     Ch:= ReadKey;
550     Menue;
551 End; { Procedure KoeffizientenAnzeige }
552
553 BEGIN { Hauptprogramm }
554     Eing_Kan := 0;
555     Offset_Indx:= Ofs (Kan_Attr)+4*Bing_Kan;
556     Teiler_Indx:= Ofs (Kan_Attr)+4*Bing_Kan+2;
557     Flag_MinMax := True;
558     Rafff := 1;
559     For i:= 0 to 15 do
560     Begin
561         Kan_Attr[2*i] := 240 * (2*i+1) Div Kanza; { Offset }
562         Kan_Attr[2*i+1] := 10*Kanza; { Teiler }
563     END;
564     Get_Koeff;
565     Menue;
566     Repeat
567         ch:= ReadKey;
568         if ((ch = 'W') or (Ch = 'w')) then Wiedergabe;
569         if ((ch = 'E') or (Ch = 'e')) then Erfassung;
570         if ((ch = 'K') or (Ch = 'k')) then KoeffizientenAnzeige;
571     Until ch = #27;
572 End.

```

Listing 1. Das Duo 286er AT und A/D-Wandlerkarte
'Achtung, Aufnahme' und das hier abgedruckte Programm
ergeben ein vollständiges Datenerfassungssystem inklusive
Echtzeitfilterung.

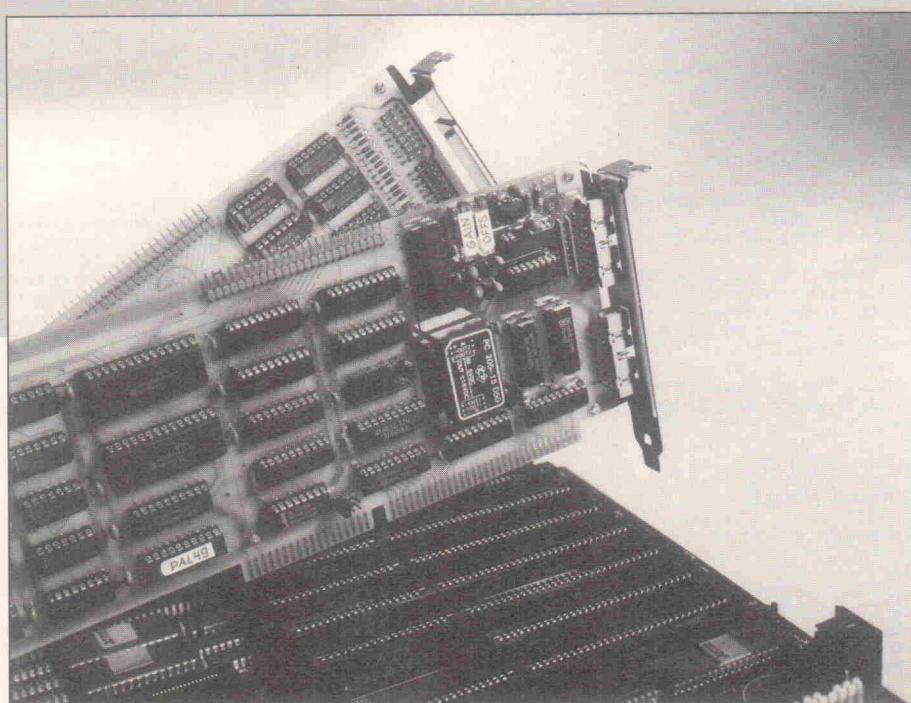
D2: Die neue D1

**Software-Erweiterungen und
Hardware-Verbesserungen zum 'Achtung, Aufnahme'-Projekt**

Entwicklung

Jürgen Petsch

Wie im Artikel zum 12-Bit-A/D-Wandlerboard-Projekt 'Achtung, Aufnahme' in den Elrad-Ausgaben 10 und 11/1990 erläutert, wurde für die Anwendungs-Software der Name 'D1' gewählt, um Weiterentwicklungen mit fortlaufenden Ziffern zu versehen. Nun ist es soweit, 'D2' ist da. Neben der Implementierung von Digitalfiltern hat dieses Update noch einiges mehr zu bieten. Des weiteren wurden die Rückmeldungen bezüglich des praktischen Hardwareeinsatzes ausgewertet.



Mittlerweile ist nicht nur gut ein Jahr seit der Veröffentlichung des 'Achtung, Aufnahme'-Projekts ins Land gegangen, in dem sich die Anwender zufrieden zurückgelehnt haben und sich an der Arbeit des Trios A/D-Karte, Eventboard und D1-Software erfreuten, sondern es gab auch Anregungen und Verbesserungsvorschläge, denen sich der Entwickler dieser Hard- und Software nicht verschließen konnte. Ganz oben auf den Wunschlisten stand die Integration von Digitalfiltern. Man verrät kein Geheimnis, daß der vorangegangene Artikel 'In Filter veritas' quasi die Dokumentation der Entwicklungsarbeit für diese Erweiterung von D1 in Richtung D2 ist. Die folgende Aufzählung gibt die wichtigsten Verbesserungen wieder.

Einschalten von Tiefpaßfiltern

Bei ausreichender Rechnerleistung ($\text{CPU} \geq 386\text{er}$ + numerischer Coprozessor) ist Tiefpaß-

filterung der Analogkanäle bei gleichzeitigem Verzicht auf die Event-Kanäle möglich. Da die Tiefpaßfilterung mit einem Downsampling um den Faktor zwei verbunden ist, können die Anforderungen an die notwendigen Anti-Aliasingfilter verringert werden. Allerdings ist die digitale Filterung ein sehr rechenintensiver Vorgang, der je nach verwendetem Rechner die freie Wahl der Kanalzahl und Abtastrate einschränken kann, sowie die Aufzeichnung von Events unmöglich macht. Zur Beurteilung der noch zur Verfügung stehenden Rechenleistung erscheint am digitalen IN/OUT-Port an Bit 0 während des Filterbetriebs ein Rechtecksignal, dessen 'High'-Zeit ein Maß für die Inanspruchnahme der Rechenzeit ist.

Ausmessen einer vorhandenen Aufnahme

An einer vorhandenen Aufnahme lassen sich mit Hilfe beweglicher Cursorlinien Messungen

(Spannung, Zeit, Frequenz, Steigung) vornehmen und in eine Datei schreiben, die von Tabellenkalkulationsprogrammen wie Lotus 1-2-3 lesbar ist.

Die Einzelmessungen sind mit einer laufenden Nummer versehen. Der Zeitpunkt der Messung innerhalb der Datei läßt sich jederzeit zurückverfolgen. Bereits vorhandene Messungen kann man mit Hilfe eines Texteditors verifizieren und eventuell korrigieren.

Das Ausmessen von Aufnahmen per Hand ist eine ernst zunehmende Alternative, wenn die Anzahl der Meßwerte nicht allzu groß ist, oder wenn noch keine Programme für die automatische Auswertung der Meßwertdateien zur Verfügung stehen.

Registrierung von Datum und Uhrzeit bei Start der Messung

Beim Start der Aufnahme (nicht bei Start der Erfassung!) liest

das Programm aus der Real-Time-Clock des Rechners mit Hilfe des BIOS die momentane Uhrzeit und das Datum und schreibt beide in den Header der Aufnahmedatei. Der Eintrag besteht aus sieben Bytes beginnend an der Adresse 6h des Headers und enthält (in dieser Reihenfolge) für Jahrhundert, Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute, Sekunde jeweils zwei BCD-kodierte Stellen.

Zwar kennzeichnet DOS die Aufnahmedatei mit ähnlichen Zeitangaben, allerdings ohne Sekundenangabe. Außerdem gibt die DOS-Zeitangabe den Augenblick wieder, zu dem die Datei nach beendeter Aufnahme geschlossen wurde.

Kommandozeilenoptionen

Das Programm D2 läßt sich bei seinem Aufruf durch Zusatzangaben in der Kommandozeile in seinem Verhalten beeinflussen. Die zusätzlichen Eingaben bestehen aus dem Zeichen / und einem nachfolgenden Buchstaben. Mehrere Optionen sind kombinierbar. Hier die wichtigsten:

/F (Fehler) gibt unter bestimmten Betriebsbedingungen erweiterte Fehlermeldungen aus, die hauptsächlich zum Debugging von Sonderfällen dienen. Zum Beispiel hat es bei Netzwerkbetrieb zuweilen den vorzeitigen Abbruch der Messung wegen des angeblichen Mangels an Festplattenkapazität gegeben. In diesem Fall erscheinen Zusatzinformationen auf dem Bildschirm, die bei der Fehlersuche hilfreich sein können.

/H (Hardwarestart) ermöglicht den Start und die Unterbrechung der Aufnahme bei laufender Erfassung über den digitalen I/O-Port am Befestigungswinkel der A/D-Wandlerkarte. Der Vorgang entspricht den Tastatureingaben 'A' und 'U'. Dadurch ist es möglich, die Aufnahme beim Auftreten einer besonderen Bedingung der zu erfassenden Signale zu starten oder zu unterbrechen. Der Start erfolgt nach einer abfallenden und die Unterbrechung nach einer ansteigenden Flanke (TTL-Pegel) an Bit 0 des DIN-Ports. Tastatureingaben und Flanken sind gleichberechtigt. Der Start einer Messung kann zum Beispiel über eine abfallende Flanke am Port und die Unterbrechung über die Tastatur bewirkt werden. Die Aktivierung

über eine Kommandozeileoption ist deshalb notwendig, weil der DIN-Port offene TTL-(oder je nach Bestückung CMOS-) Eingänge besitzt. Einstreuungen auf diese Eingänge könnten unbeabsichtigte Starts und Unterbrechungen zur Folge haben, falls keine steuernde Hardware angeschlossen ist.

Der digitale I/O-Port hat beim Betrieb mit D2 folgende Funktionen:

Bit 0, Ausgang, kennzeichnet durch TTL-High-Pegel die Zeit, während der die CPU die Daten aus dem RAM des A/D-Boards liest und eventuell filtert. Durch Anschluß eines Oszilloskopes ist eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Rechners möglich. Bei Filterbetrieb läßt sich auf diese Weise die maximal mögliche Abtastrate und Kanalzahl bei einer vorgegebenen Anzahl von Filterstützstellen bestimmen.

Bit 1, Ausgang, kennzeichnet die laufende Aufnahme. Bei Start der Aufnahme (nicht schon bei Start der Erfassung!) erscheint an diesem Bit TTL-High-Pegel. Die Unterbrechung (Taste 'U') oder der Abschluß der Aufnahme (ESC) setzt den Pegel auf TTL-Low zurück.

Bit 2...Bit 7, Ausgang, werden nicht verwendet.

Bit 0, Eingang, ermöglicht den Start oder die Unterbrechung der Aufnahme bei laufender Erfassung. (Siehe Option /H)

Bit 1...Bit 7, Eingang, werden nicht verwendet.

Nachrichten zur Hardware

Bei starker Erwärmung des A/D-Boards, wie sie in schlecht belüfteten Rechnern vorkommen kann, treten Fehler bei der Digitalisierung der Analogsignale auf. Dabei wird der kontinuierliche Signalverlauf bei der Darstellung auf dem Bildschirm und der Aufnahme stark gestört.

Ursache hierfür: Der A/D-Wandler AD 7870 arbeitet intern mit einem Takt von 2,5 MHz und meldet das Ende der Wandlung asynchron zu den übrigen auf dem A/D-Board ablaufenden Vorgängen durch das Signal /BUSY. Das PAL48 synchronisiert /BUSY mit dem 1-MHz-Takt und erzeugt im Anschluß die weiteren Signale QC bis QH. Leider steuert /BUSY gleichzeitig mehrere Gatterein-

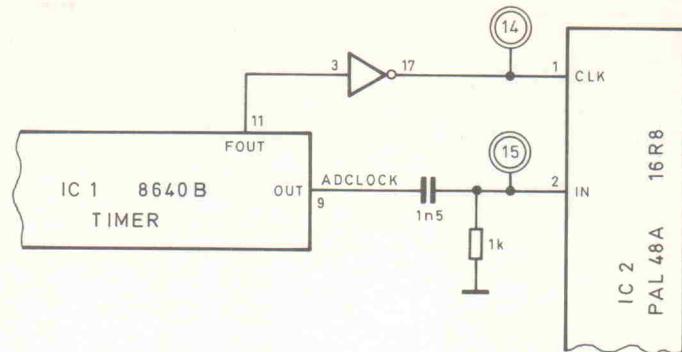


Bild 1. Mit einem R/C-Glied (und einem neuen PAL) statt eines Flankendetektors kann man der Temperaturabhängigkeit der internen A/D-Wandler-Clock beikommen.

gänge des PAL48, so daß durch unterschiedliche Laufzeiten für die Fälle, in denen die Flanke von /BUSY zeitlich mit der 1-MHz-Clock zusammenfällt, die Erzeugung von QC bis QH durcheinander gerät. Dieses Verhalten tritt bei Erwärmung des A/D-Wandlers auf, weil dessen interner Clockgenerator temperaturabhängig ist. Eine Lösung des Problemes wäre, den ADC mit dem externen Takt von 1 MHz zu betreiben, wodurch sich aber die Wandelzeit auf das 2,5fache erhöhen würde.

Eine akzeptable Lösung zur Abhilfe erhält man bei Verwendung eines neuen PALs, das zuerst /BUSY mit dem 1-MHz-Takt synchronisiert und dann an die Gattereingänge weiterleitet. Dazu ist im PAL ein zusätzliches Flip-Flop notwendig. Leider sind alle acht FFs bereits im Einsatz. Deshalb mußte auf den

digitalen Flankendetektor für ADCLOCK (QA) verzichtet werden, der sich durch ein differenzierendes RC-Glied in der ADCLOCK-Leitung ersetzen läßt (Bild 1).

Der beste Platz für die beiden Bauelemente des RC-Gliedes

Title	PAL48A
Pattern	AD-Board
Revision	-
Author	J. Petsch
Company	IfP, FU Berlin
Date	26/6/91
Chip	Timing PAL16R8
CLK IN	/BUSY /EN NC NC NC NC NC NC GND
/OE /QH /QG /QE /QE /QD /QC /QB /QA VCC	
EQUATIONS	
QA := /BUSY * EN	
QB := IN * /QA * /QB * /QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 0	
+ EN * /QA * QB * /QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 1	
+ EN * QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 2a	
+ EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 2b	
+ EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 3	
QC := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 1	
+ EN * QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 2a	
+ EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 3	
QD := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 2b	
+ EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 3	
+ EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 4	
QE := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 5	
QF := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 6	
QG := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 7	
QH := EN * /QA * QB * QC * /QD * /QE * /QF * /QG * /QH ; 8	

Listing 1. Mit diesem PAL-Inhalt werden Timing-Fehler des A/D-Wandlers, die durch zu hohe PC-Temperaturen entstehen, verhindert.

Unser neu erschienener Ergänzungskatalog zeigt viele Neuheiten wie z.B.:

- Metex-Multimeter mit serieller Schnittstelle und Software
- viele Meßgeräte-Neuheiten
- neue Telefone, u.a. sehr preiswerte Neon-Telefone
- programmierbare IR-Fernbedienung
- Sommerartikel wie Kühlertasche mit Radio, Walkman etc.
- Halogen-Trafos u. a. Bauteile

POP elektronische Geräte

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®

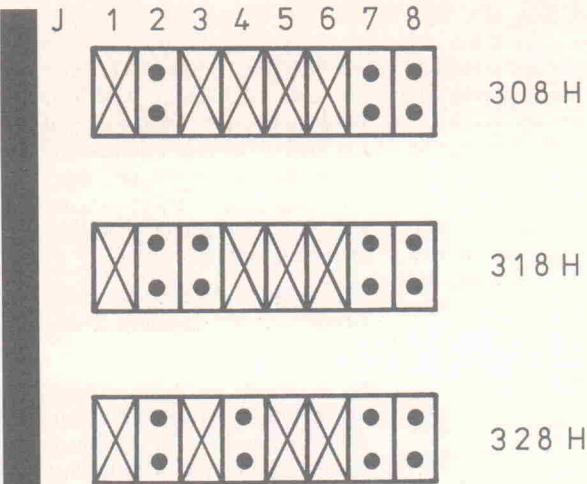


Bild 2. Adressierung des Eventboards.

($R = 1\text{k}\Omega$, $C = 1,5 \text{nF}$) befindet sich zwischen IC 4 und IC 9. Die Leiterbahn von IC 1, Pin 9 nach IC 2, Pin 2 für das Einfügen des Kondensators ist aufzutrennen. Der Widerstand liegt zwischen IC 2, Pin 2 und Masse. Das vorhandene PAL48 ist gegen das neue PAL48A (Listung 1) auszutauschen. Die beschriebenen Maßnahmen sind tatsächlich nur in Fällen von hoher Rechner-Innenraumtemperatur notwendig.

kanäle mit unterschiedlichen Signalen, ein Eventkanal 500 Hz ± 1 Hz, Abtastperiode 1 ms, Raffung = 1. Treten auf dem Bildschirm keine Vertauschungen zwischen den Analogkanälen auf, so existiert auf dem Board kein Timing-Fehler. Andernfalls ist ein Kondensator von 680 pF zwischen CLRCO (IC 19, Pin 12) und Masse einzulöten, um das CLRCO-Signal zu verzögern.

Zur Projektbeschreibung selbst (Elrad 10 und 11/90) sind noch folgende Nachträge zu machen:

- Die Beschriftungen der Interrupt-Jumper IRQ 15 und IRQ 11 (Elrad 10/90, Seite 43, Schaltbild 1) sind zu vertauschen.
- Der mit 8 beschriftete Meßpunkt im Schaltbild 2 der gleichen Ausgabe auf Seite 44 erhält die Nummer 14. Der Meßpunkt 8 befindet sich tatsächlich am Pin 12 von IC 6.
- Die Steckbrücken für die Wahl der Adressen des Eventboards (Elrad 11/90, Seite 58, Schaltbild 1) sind nicht beschrieben. Beispiele für drei verschiedene Adressbereiche zeigt Bild 2.

Als Ursache hat sich herausgestellt, daß CLRCO in bezug auf den vorangegangenen Schreibvorgang zu früh auftritt. Um festzustellen, ob das A/D-Board die potentielle Neigung zu diesem Fehler hat, lötet man vorübergehend einen Kondensator von 220 pF zwischen Meßpunkt 6 und Masse ein. Dadurch verzögert man absichtlich den Schreibvorgang noch stärker. Anschließend führt man eine Erfassung mit folgender Einstellung durch: vier Analog-

Software für Forschung und Technik

Dr. Ralf Dittrich

Husarenstr. 10H · 3300 Braunschweig · Tel.: 0531/345063 · FAX: 0531/333403

TechPlot

Hardware: IBM/PC, 640kB, Festplatte, EGA, VGA, Hercules

Grafik: Lin.-Log.-Diagramme: 2 unabhängige Y-Achsen; Schraffur zwischen Datenkurven; viele Teilungs- und Beschriftungsoptionen; Balkendiagramme: horizontal-vertikal-gestapelt; Kreisdiagramme; Fenster für Inset-Bilder; Vektorplots (u.a. griech.); Zahleneditor; 20 Kurven pro Diagramm; jeder Datenpunkt mit eigener X- und Y-Koordinate, Kurvenlängen nur durch Massenspeicher begrenzt;...

Bedienung: komfortable über Menüs

Bearbeitungsprogramme: Lin-Fit, Polynom-Fit, Spline-Fit, Stammfunktion, Ableitung, Umskalieren, kumulierte Summen, Fkt.-Plotter, Verknüpfen von Kurven, Kurven in Parameterform, FFT, Auto-Kreuzkorrf., Verteilungsfkt., Momente,...

Legenden: versch. Beschriftungstypen

GoScript: Macht einfache Matrix- und Laserdrucker PostScript-fähig; Preis DM 288,00 (13 Fonts); nur für HP-LaserJet/Desktop: DM 198,00

Eingetragene Warenzeichen: HPGL, HP-LaserJet: Hewlett-Packard, PostScript: Adobe; GoScript: LaserGo

als Ursache hat sich herausgestellt, daß CLRCO in bezug auf den vorangegangenen Schreibvorgang zu früh auftritt. Um festzustellen, ob das A/D-Board die potentielle Neigung zu diesem Fehler hat, lötet man vorübergehend einen Kondensator von 220 pF zwischen Meßpunkt 6 und Masse ein. Dadurch verzögert man absichtlich den Schreibvorgang noch stärker. Anschließend führt man eine Erfassung mit folgender Einstellung durch: vier Analog-

Support

Für Anwender der D1-Software gibt es gegen Einsendung der Originaldiskette und eines frankierten Rückumschlags ein kostenloses Update auf D2.

TELEFAX-VORLAGE

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



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX
Direkt-Kontakt

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Kontrollabschnitt:

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

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

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

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

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

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

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

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

Anzeige

Beilage über

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

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____ Telefax: _____

 **ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

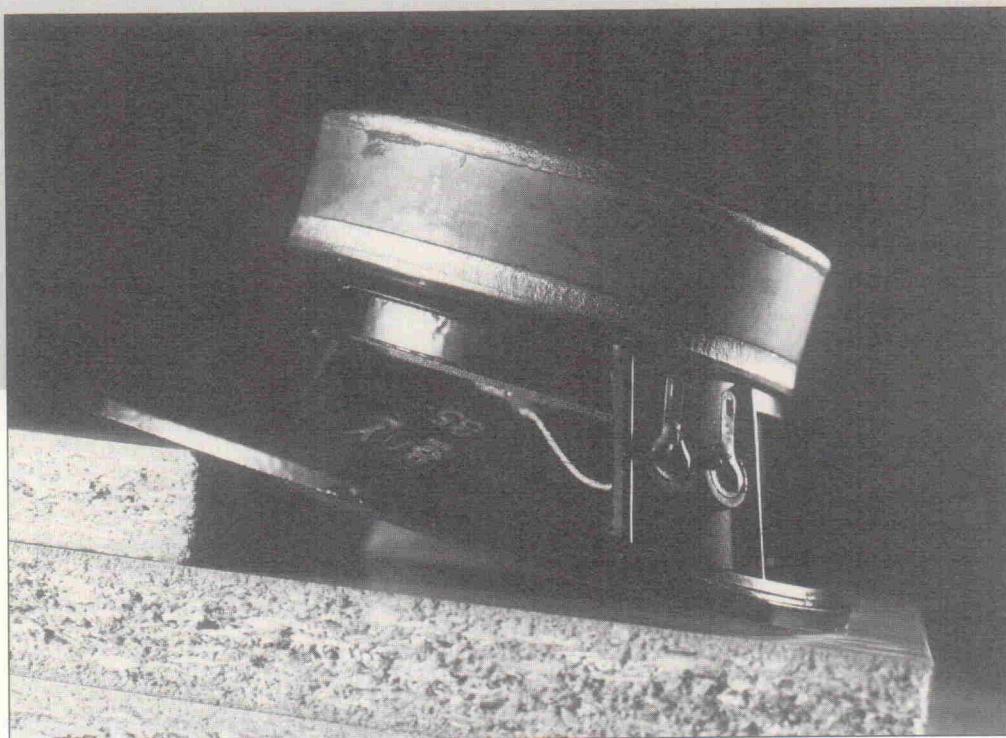
Softe Spanplatten

Berechnung von Lautsprecher-Boxen mit PSpice/ASpice, Teil 2

Audio

Roy Mallory

Ursprünglich wurde das Programm 'Spice' zur Berechnung des Innenlebens komplexer Analog-ICs entwickelt. Im ersten Teil dieses Beitrags zeigten wir jedoch, daß auch 'artfremde' Aufgaben wie beispielsweise die Simulation von Lautsprechergehäusen zu durchaus vernünftigen Ergebnissen führen. Im vorliegenden zweiten Teil gehen wir unter anderem auch auf die Besonderheiten der Atari-Portierung ASpice ein.



Die Schaltungsdatei für das geschlossene Gehäuse und die dazugehörigen Ersatzschaltbilder (Bild 7 und 8) zeigen die Berechnungsgrundlagen für ein geschlossenes Gehäuse. Bei diesem Gehäusetyp arbeitet eine Seite der Membran (die Vorderseite) auf eine unendliche Schallwand (den Abhörraum) und ist damit an Masse kurzgeschlossen. Die andere Seite arbeitet auf das Luftvolumen des Gehäuses und ist daher wie eine akustische Compliance (Kapazität) dargestellt.

Innere Federung

Wir haben die Größe des Kondensators bestimmt, indem wir V_{AB} aus einer Alignmentstabelle entnommen und dessen Ersatzcompliance anhand der Gleichung in Tabelle 1 (s. Elrad 11/91, S. 73) berechnet haben. In diesem Beispiel wurden für das gesamte System $Q = 0,707$ gewählt (maximal flach). Ein Verkleinern des Gehäuses durch einen geringeren Wert für C_{CAB} zeigt, wie eine Vergrößerung des Q-Wertes für das System

eine Anhebung des Frequenzganges am unteren Ende verursacht. Beachten Sie, daß die Gehäuseverluste R_{AB} in diesem Beispiel ignoriert wurden.

Die Auswirkungen des Füllmaterials auf das Frequenzverhalten und den Wirkungsgrad von Lautsprechersystemen mit geschlossenem Gehäuse sind sehr kompliziert und gehen weit über den Rahmen dieses Artikels hinaus. Nähere Informationen finden Sie dazu bei Small [4] und Bradbury [5].

Baßreflex

Wie die Bilder 9 und 10 zeigen, strahlt eine Membranseite des Lautsprechers in den Abhörraum und ist somit an Masse kurzgeschlossen, während die andere Seite durch das Baßreflexgehäuse bedämpft ist, dessen Werte für die Ersatzschaltung anhand von Tabelle 1 berechnet wurden. Beachten Sie, daß der einzige nachgebildete, auf das Gehäuse zurückzuführende Verlust R_{AL} ist.

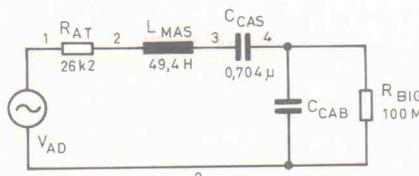


Bild 7.
Ersatzschaltbild für
das geschlossene
Gehäuse (PSpice).

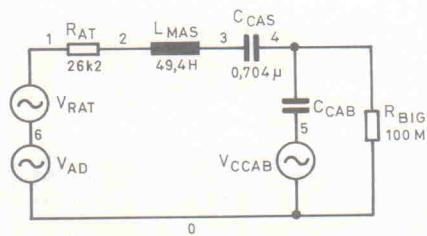


Bild 8.
Ersatzschaltbild für
das geschlossene
Gehäuse (ASpice).

Geschlossenes Gehäuse

Design Example für PSpice

```
VAD 1 0 AC 310 PULSE
(-25V 25V .1SEC 10U .5SEC 1SEC)
RAT 1 2 26.2K
LMAS 2 3 49.4
CCAS 3 4 .704U
CCAB 4 0 .182U
RBIG 4 0 100MEG
.AC DEC 20 1 1K
.TRAN .05 .2 UIC
.IC V(1)=0
.PRINT TRAN V(4)
.PRINT AC V(4)
.END
```

Frequenzgang: $I(CCAB)^*\text{Frequency}$

Phasengang: $IP(CCAB)+90$

Einschwingen: $D(I(CCAB))$

Konusauslenkung: $I(RAT)/\text{Frequency}$

Geschlossenes Gehäuse

Design Example für ASpice

```
AcousticSuspension
.options limpts = 1000
vad 6 0 ac 310 pulse
(-25Volt 25Volt .1sec
10usec 10usec .5sec 1sec )
vccab 5 0 0
vrat 1 6 0
rat 1 2 26.2kOhm
lmas 2 3 49.4Henry
ccas 3 4 .704uF
ccab 4 5 .182uF
rbig 4 0 100Meg
.ac dec 20 1 1kHz
.tran 5msec .2sec uic
.ic v(1) = 0 Volt
.print ac i(vccab) ip(vccab)
i(vrat)
.print tran i(vccab)
.end
```

Frequenzgang: $I(VCCAB)^*\text{Frequency}$

Phasengang: $IP(VCCAB)+90$

Einschwingen: $D(I(VCCAB))$

Konusauslenkung: $I(VRAT)/\text{Frequency}$

Thiele [6] ignorierte die Gehäuseverluste bei der Herleitung seiner Alignments, aber Versuche von Small [7] weisen darauf hin, daß der Q-Wert der meisten Baßreflexlautsprecher im Bereich zwischen 5 und 20 liegt und daß die Verluste trotz ihres (zumindest von Small) irgendwie unerklärten Ursprungs so wirken, als wäre ein 'Leck' die Ursache. Daher ist R_{AL} in der Ersatzschaltung enthalten und sein Wert errechnet sich anhand von Tabelle 1, wobei ein Q-Wert von 7 für das Gehäuse vorausgesetzt wird.

Ein Baßreflexlautsprecher hat vier Zweige, an denen man den Strom oder den Schallfluß messen kann. Sowohl Small [7] als auch Beranek [2] zeigen, daß der Schalldruck des Systems proportional zu dem Strom im Gehäusezweig in der Schaltung ist – also dem Strom durch C_{CAB} . Die Konusauslenkung ist dagegen (wie überraschend) proportional zu dem Strom im Chassiszweig der Schaltung.

Passivmembran

Das Ersatzschaltbild für ein Passivmembran-Lautsprechersystem ähnelt stark dem eines Baßreflexlautsprechers, abgesehen davon, daß der Rohreingang durch die Passivmembran ersetzt ist. Wie Tabelle 1 zeigt, ist der Passivmembrankonus selbst fast wie ein normaler Lautsprecher nachgebildet. Tatsächlich ist es möglich, einen normalen Lautsprecher als Passivmembran zu verwenden, wenn man seine Schwingspule nicht anschließt und seine Ersatzschaltung mit Q_{MS} und nicht mit Q_{TS} berechnet. R_{AL} ist wieder enthalten, wobei ein Q-Wert (ausschließlich R_{AS} für den Passivmembrankonus) von 7 für das Gehäuse vorausgesetzt wird.

Compound

Unser Ersatzschaltbild für die Compound-Box (Bild 12) zeigt dagegen, daß ein Compound- oder auch Isobarik-Lautsprechersystem aus zwei parallel angetriebenen Chassis aufgebaut ist, einem internen, dessen Rückseite mit einem geschlossenen Gehäuse bedämpft ist und dessen Vorderseite den externen Lautsprecher sozusagen von hinten mit 'anschiebt'. In der Ersatzschaltung sind die Lautsprecher durch zwei Spannungsquellen mit den jeweiligen Bauteilen dargestellt.

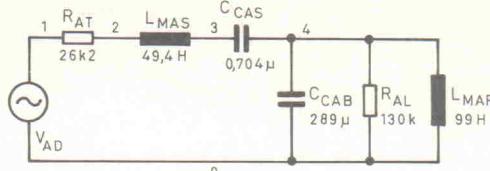


Bild 9.
Ersatzschaltbild für das Baßreflexgehäuse (PSpice).

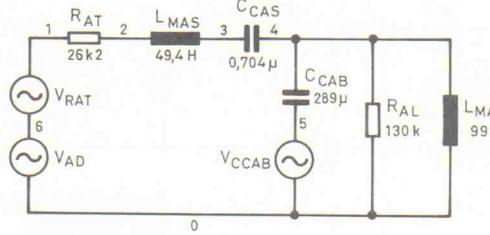


Bild 10.
Ersatzschaltbild für das Baßreflexgehäuse (ASpice).

Reflex

Design Example für PSpice

```
Bass Reflex
VAD 1 0 AC 310 PULSE
(-25V 25V .1SEC 10U
10U .5SEC 1SEC)
RAT 1 2 26.2K
LMAS 2 3 49.4
CCAS 3 4 .704U
CCAB 4 0 .289U
RAL 4 0 130K
LMPA 4 0 99
.AC DEC 20 1 1K
.TRAN .05 .2 UIC
.IC V(1)=0 .PROBE
.END
```

Frequenzgang: $I(CCAB)^*\text{Frequency}$

Phasengang: $IP(CCAB)+90$

Einschwingen: $D(I(CCAB))$

Konusauslenkung: $I(RAT)/\text{Frequency}$

Reflex

Design Example für ASpice

```
Bass Reflex
.options limpts = 1000
vad 6 0 ac 310 pulse
(-25Volt 25Volt .1sec
10usec 10usec .5sec 1sec )
vccab 5 0 0 vrat 1 6 0
rat 1 2 26.2kOhm
lmas 2 3 49.4Henry
ccas 3 4 .704uF
ccab 4 5 .289uF
ral 4 0 130kOhm
lmap 4 0 99Henry
.ac dec 20 1 1kHz
.tran 5msec .2sec uic
.ic v(1) = 0 Volt
.print ac i(vccab) ip(vccab)
i(vrat)
.print tran i(vccab)
.end
```

Frequenzgang: $I(VCCAB)^*\text{Frequency}$

Phasengang: $IP(VCCAB)+90$

Einschwingen: $D(I(VCCAB))$

Konusauslenkung: $I(VRAT)/\text{Frequency}$

In der PSpice-Schaltungsdatei 'Compound' sind diese Spannungsquellen mit identischen Parametern aufgelistet. Daher behandelt PSpice die Spannungen so, als wären ihre Amplituden und Phasen identisch, so wie es auch bei der Ausgangsspannung zweier identischer, parallel geschalteter Lautsprecher wäre. Das kleine Volumen, das die beiden Lautsprecher verbindet, ist mit C_{CAT}

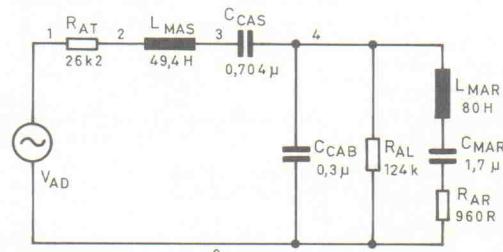


Bild 11.
Ersatzschaltbild für das Reflexgehäuse mit Passivmembran.

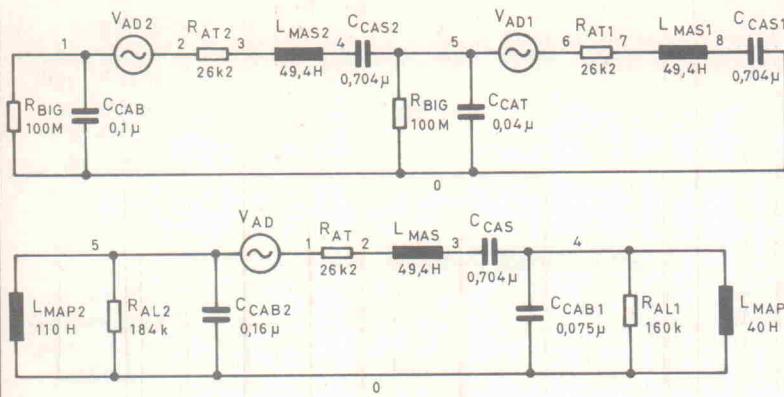


Bild 12.
Ersatzschaltbild für
das Compound-
Gehäuse.

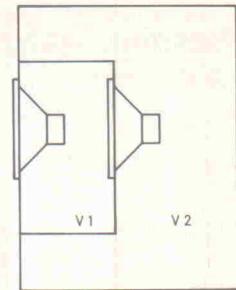
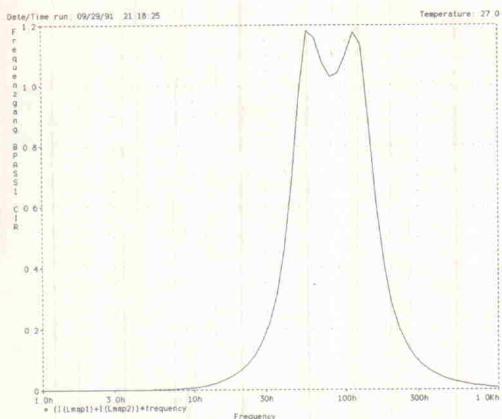
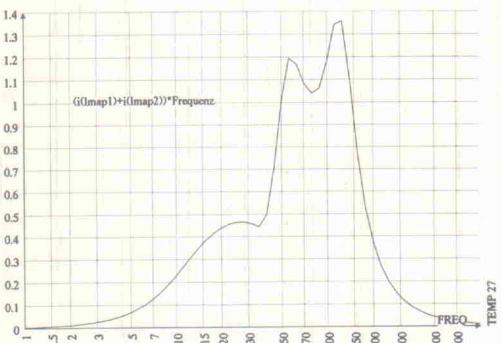


Bild 13.
Prinzipzeichnung
eines Compound-Gehäuses.



Frequenzgang
von Bandpaß
1, ermittelt
mit PSpice.



Frequenzgang
von Bandpaß
1, ermittelt
mit ASpice.

teren Gehäuses ist (der externe Lautsprecher 'sieht' an seiner Rückseite nicht tatsächlich immer den gleichen Druck), und (2) daß das kleine Volumen, das die beiden Lautsprecher verbindet, in den Frequenzgang eingeht, insbesondere dann, wenn das hintere Gehäuse kleiner wird.

Bandpaß (Typ 2)

Bild 15 zeigt ein Bandpaßlautsprechersystem, bei dem eine Membranseite eines internen Lautsprechers an ein geschlossenes Gehäuse und die andere an ein Baßreflexgehäuse angegeschlossen ist.

Bandpaß (Typ 1)

Bei dieser Art von Bandpaßlautsprechersystemen sind beide Membranseiten eines internen Lautsprechers, wie in Bild 16 dargestellt, an jeweils ein Baßreflexgehäuse angeschlossen (wie beim Bose Acoustimass-System). Wenn Sie ein wenig experimentieren, werden Sie feststellen, daß für jeden Lautsprecher unendlich viele Alignments möglich sind, deren Durchlaßfrequenz und Wirkungsgrad sich unterscheiden.

PSpice und ASpice

Spice war als Programm für sogenannte Großrechner entwickelt worden, PSpice ist die Version für PCs unter MSDOS und ASpice nun die Anpassung an den Atari ST. Die verschiedenen Portierungen haben natürlich auch geringe Unterschiede in

der Handhabung der Befehle zur Folge gehabt. So ist es beispielsweise bei ASpice nicht möglich, den im Text beschriebenen Strom durch CCAB ohne weiteres darzustellen. Eine entsprechende Anweisung im Verknüpfungsfenster zwischen Strom I(CCAB) und FREQUENCY quittiert das Programm mit einer Alert-Box und entsprechender Meckermeldung. Ströme können in ASpice nämlich nur ausgegeben werden, wenn in den entsprechenden Zweig eine Spannungsquelle mit 0 V eingesetzt wird (Beispiel VRAT). Die Ausgabe des Stroms wird durch die Anweisung .PRINT AC I(VRAT) oder .PRINT AC IDB(VRAT) IP(VRAT) oder .PRINT TRAN I(VRAT) ausgeführt. Die bei den .TRAN-Anweisungen ursprünglich angegebenen Auflösungen von 50 ms sind bei einer Simulationszeit von 200 ms nicht ausreichend, da hierbei nur vier Werte über den ganzen Zeitraum ausgegeben würden. Eine Erhöhung der Auflösung von 50 ms auf 500 µs bringt die erforderliche Genauigkeit. Zum besseren Verständnis haben wir die Ersatzschaltungen und Schaltungsdaten für die geschlossene Box und die Reflexbox sowohl für ASpice als auch für PSpice noch einmal dargestellt.

Fazit

Spice bietet ein schnelles Verfahren zur graphischen Darstellung des Frequenzgangs praktisch aller geläufigen Lautsprechersysteme. Da die Ergebnisse so schnell verfügbar sind, müssen Sie sich nicht an bekannte Alignments halten, sondern

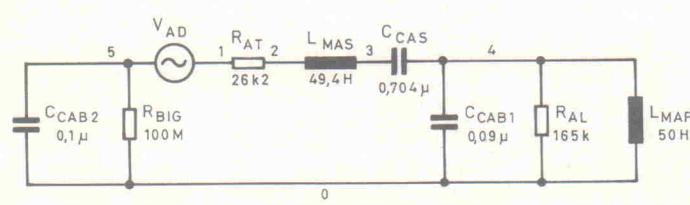
Bandpaß 1

Design Example für PSpice

```
Bandpass1
VAD 5 1 AC 310 PULSE
(-25V 25V .1SEC 10U
10U .5SEC 1SEC)
RAT 1 2 26.2K
LMAS 2 3 49.4
CCAS 3 4 .704U
CCAB1 4 0 .075U
RAL1 4 0 160K
LMAP1 4 0 40
CCAB2 5 0 .16U
LMAP2 5 0 110
RAL2 5 0 184K
.AC DEC 20 1 1K
.TRAN .05 .2 UIC
.IC V(1)=0 .PROBE
.END
```

Frequenzgang:
 $(I(LMAP1)+I(LMAP2)) * Frequency$

Phasengang:
 $I(P(LMAP1)+I(LMAP2))+90$
Einschwingen:
 $D(I(LMAP1)+(LMAP2))$
Konusauslenkung:
 $I(RAT)/Frequency$



können bequem mit allen möglichen verrückten Ideen experimentieren. Das 'Spiel' mit Gehäuse, Reflexrohr und Verlustparametern ist so kinderleicht, daß Sie viele Lautsprechersysteme in einer oder zwei Stunden entwerfen und simulieren können. Die generelle Vorgehensweise ist recht einfach; führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Wählen Sie einen Lautsprecher und berechnen Sie dessen

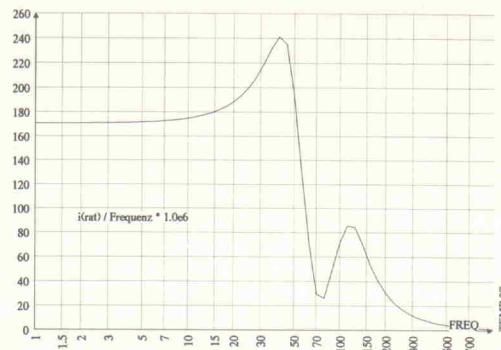
Bild 15.
Ersatzschaltbild für
das zweite
Bandpaßgehäuse.

Bandpaß 2

Design Example für PSpice

Bandpass2
VAD 5 1 AC 310 PULSE
(-25V 25V .1SEC 10U
10U .5SEC 1SEC)
RAT 1 2 26.2K
LMAS 2 3 49.4
CCAS 3 4 .704U
CCAB1 4 0 .09U
RAL 4 0 165K
LMAP 4 0 50
CCAB2 5 0 .1U
RBIG 5 0 100MEG
.AC DEC 20 1 1K
.TRAN .05 .2 UIC
.IC V(1)=0 .PROBE
.END

Frequenzgang:
I(LMAP)*Frequency
Phasengang:
IP(LMAP)+90
Einschwingen:
D(I(LMAP))
Konusauslenkung:
I(RAT)/Frequency



Membran-auslenkung des zweiten Bandpaßgehäuses (ASpice).

PSpice
Hoschar, Karlsruhe PC/IBM
ASpice
H. Ruff, Neu-Ulm Atari
Microcap
GSH-Systemtechnik,
München PC/IBM

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung aus
Speaker's Builder, 3/91 Petersborough, USA

Ersatzschaltungswerte anhand von Tabelle 1.

2. Wählen Sie eine grundlegende Gehäuseanordnung (Bandpaß, Baßreflex und so weiter) und zeichnen Sie die dazugehörige Ersatzschaltung.

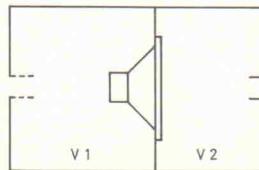


Bild 16. Prinzipzeichnung für beide Arten von Bandpaßgehäusen.

3. Berechnen Sie die Schaltungswerte der Gehäusebauteile anhand von Tabelle 1 und mit Maßen, die Sie einer Alignmentstabelle oder Erfahrungswerten entnehmen.

4. Erstellen Sie eine Schaltungsdatei.

5. Run

Zum Ende ist es wichtig, mit einigen der variablen Schaltungswerten zu spielen, um beispielsweise zu erkennen, ob und welche ungewöhnlichen Konstruktionen möglich sind. Vergessen werden darf dabei aber nicht, daß diese Simulationen nur Hilfsmittel sind und nicht die Realität wiedergeben.

Literatur

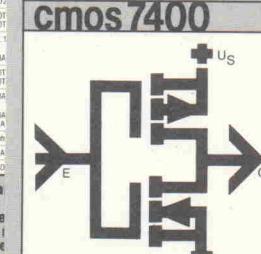
- [2] Beranek, L. L., *Acoustics*, McGraw-Hill, 1954
- [3] Small, R., *Direct-Radiator Loudspeaker System Analysis*, JAES, June 1972
- [4] Small, R., *Closed-Box Loudspeaker System*, JAES, December 1972
- [5] Bradbury, L. J. S., *Der Einsatz von Fasermaterial in Lautsprechergehäusen, Hifi-Boxen selbstgemacht Nr. 7*, Heise-Verlag Hannover
- [6] Thiele, A. N., *Loudspeaker in vented Boxes*, JAES, May 1971
- [7] Small, R., *Vented-Box Loudspeaker System*, JAES, July 1973

NEU VON

ECA

Ausgaben '91

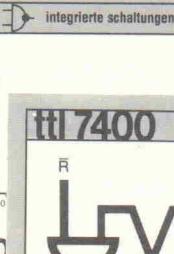
vrt		transistoren, dioden thyristoren, IC		A...Z		band 1	
Type	Art	Art	Kurzbeschreibung	Shortdescription	Description acc.	Bild	Vergleichstypen
Type	Device	Genre	Pinbelegung	Description somm.	Description breve	Fig.	Comparison types - Types d'équivalence
Specs	Specs	Specs	Specs	Specs	Specs		Tip/correspondent
ESM							ECA-Bd
ESM28	Si-N	NF-L	30V, 4A, 25W, 3MHz	17	ROT		Volume
ESM29	Si-P	NF-L	30V, 4A, 25W, 3MHz	17	ROT		Tone
ESM217	Si-N-Dar	NF-L	80V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	17	ROT		Tone
ESM218	Si-N-Dar	=ESM217	80V	17	ROT		Tone
ESM227	LN-IC	Motorende/speed control		14-QIP+d	UL 1		
ESM230(N)	LN-IC	=E 1941(BW140)		14-QIP+d	UL 1		
ESM231(N)	LN-IC	=E 1941(BW140)		14-QIP+d	UL 1		
ESM261	Si-P-Dar	NF-L, 80V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000		17	ROT		
ESM262	Si-P-Dar	=ESM261	80V	17	ROT		
ESM273	LN-IC	=TDA1104(SPI)		17-SQ	TDA		
ESM 303	LN-IC	Motor Control		11-SQ	TDA		
ESM 320	LN-IC	=TDA1104(SPI)		11-SQ	TDA		
ESM 352	LN-IC	=TEA1000		14-QIP	TEA		
ESM 374	Z-IC	Z-IC, <12V, 140mA		7c	seh		
ESM 375	LN-IC	=TEA1035		OP	TEA		
ESM 400(A)	Si-N	TV-VA, 170V, 1.5A, 20W, 1MHz		17	2SD		
vergleichstabelle		referenztafel		datenlexikon		integrierte schaltungen	
comparison table		reference table		data dictionary		integrated circuits	
tabelle d'équivalence		tableau de comparaison		lexique de données		comparative table	
tabela comparativa		tabla comparativa		encyclopedia dati		comparison table	
vergleichstabellen		vergleichstabellen		lexicon de datos		vergleichstabellen	



cmos 7400

Datenlexikon und Vergleichstabelle für integrierte Digitalschaltungen der Serie 74... von 7400 bis 747266.
1. Aufl., 1991, 384 Seiten, fünfsprachig.
ISBN 3-88109-050-9
Bestell-Nr. 111

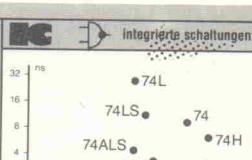
DM 30,80



ttl 7400

Datenlexikon und Vergleichstabelle für integrierte Digitalschaltungen der Serie 74... von 7400 bis 748003.

1. Auflage 1991, 864 Seiten, fünfsprachig.
ISBN 3-88109-049-5, Bestell-Nr. 112



cmos 7400

Daten- und Vergleichstabelle für integrierte Digitalschaltungen der Serie 74... von 7400 bis 748003.

1. Auflage 1991, 864 Seiten, fünfsprachig.
ISBN 3-88109-049-5, Bestell-Nr. 112

DM 42,80

vrt band1 A...Z

Vergleichstabelle Transistoren, Dioden, Thyristoren, IC.
Etwa 29150 Typen mit Kurzdaten, PIN-Belegung sowie ungefähr 80000 Vergleichstypen und Referenzbuchangaben.
4. Aufl., 1991, 512 S., fünfsprachig.
ISBN 3-88109-033-9
Bestell-Nr. 34

DM 35,80

ECA

ECA Electronic GmbH
Postfach 40 05 05
8000 München 40
Telefax (089) 16 6231

Unsere Daten- und Vergleichstabellen erhalten Sie im Elektronik- und Buchhandel oder auch direkt von uns. Wir schicken Ihnen auf Wunsch gerne unser aktuelles Verlagsverzeichnis zu.

Extremwerte

Die Extremwerte einer Funktion sind mit den lokalen Ordinaten der höchsten und tiefsten Punkte (die 'Berggipfel' und 'Talsohlen') des zugehörigen Funktionsgraphen gleichzusetzen. Das Berechnen dieser Extremwerte gehört in der Mathematik zum Bereich der Kurvendiskussion; erst die Differentialrechnung ermöglicht ein exaktes Berechnen der Extremwerte.

Bei der Lösung technischer Probleme steht man oft vor der Aufgabe, für einen gegebenen funktionalen Zusammenhang innerhalb eines bestimmten Funktionsabschnittes ein durch den Höchst- oder Niedrigstwert definiertes Optimum zu ermitteln. Diese Ermittlungsarbeit ist somit nichts anderes als die Suche nach den Extremwerten des funktionalen Zusammenhangs $y = f(x)$. Das Anwenden der Differentialrechnung allein reicht zum Bestimmen der Extremwerte in der Praxis allerdings nicht aus, denn im Endeffekt läuft das Berechnungsverfahren immer auf die Suche nach einer Nullstelle hinaus. Im Gegensatz zu theoretischen Rechenaufgaben erhält man in der Praxis als Ergebnis fast nie ganze Zahlen. Den letzten Schritt – das Berechnen der Lösung – erledigt deshalb heutzutage ein Computer. Dabei kann eines der in der letzten Folge beschriebenen Verfahren beziehungsweise Programme zur Anwendung kommen.

Genauer betrachtet sind bei den Extremwerten mehrere Fallunterscheidungen notwendig. Bild 1 gibt dazu einen Überblick. Unter dem Begriff Extremwerte fallen sowohl Stellen, an denen der Funktionswert einen Höchstwert annimmt (Maximalstelle beziehungsweise Maximum), als auch Stellen, an denen der Funktionswert einen Minimalwert aufweist (Minimalstelle beziehungsweise Minimum). Dabei gilt: An der Stelle x_1

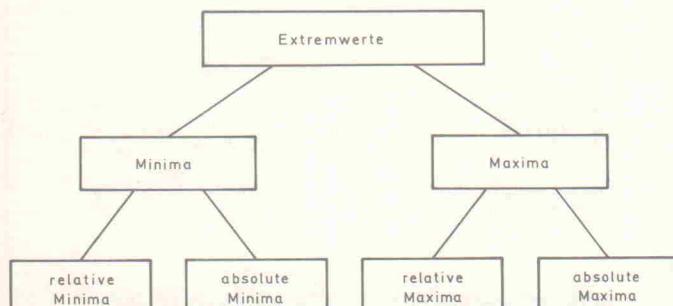


Bild 1. Die Extremwerte kann man in verschiedene Gruppen unterteilen.

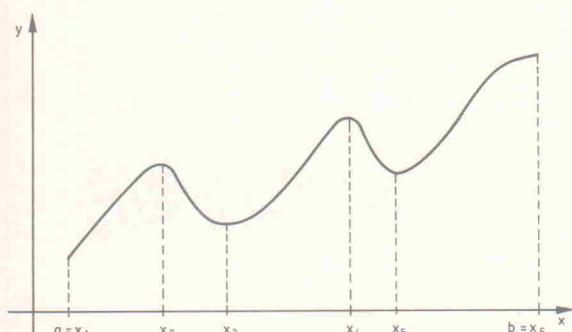


Bild 2. Hier ist ein Abschnitt eines Funktionsgraphen mit verschiedenen Extremstellen beispielhaft abgebildet. Betrachtet man nur diesen Abschnitt, so handelt es sich bei a und b um absolute Extremwerte, bei allen anderen eingezeichneten x -Werten hingegen um relative Extremwerte.

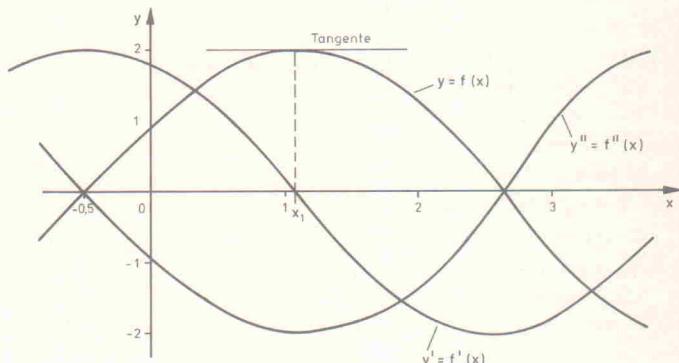


Bild 3. Dieses Bild macht die Zusammenhänge zwischen einer Funktion und deren Ableitungen erster und zweiter Ordnung in bezug auf die Extremwerte deutlich.

liegt ein absolutes Maximum vor, wenn für alle anderen Stellen x folgende Bedingung erfüllt ist:

$$f(x_1) \geq f(x)$$

Beim absoluten Maximum handelt es sich folglich um den tatsächlich höchsten Wert, der im jeweils betrachteten Intervall existiert. Beim relativen oder lokalen Maximum genügt es, wenn die obige Bedingung in einer Umgebung um die Stelle x_1 erfüllt ist:

$$x_1 - \delta \leq x \leq x_1 + \delta$$

Die Darstellung in Bild 2 zeigt deutlich den Unterschied: An den Stellen x_2 beziehungsweise x_4 weist die Funktion $y = f(x)$ jeweils ein relatives Maximum auf, an der Stelle x_6 hat die Funktion das absolute Maximum. Hier kann man kein relatives Maximum annehmen, da die Funktion in der Umgebung der Stelle x_6 nicht definiert ist. In der Praxis ist das absolute Maximum einer Funktion also entweder gleichzeitig ein relatives Maximum, oder es liegt an den Grenzen des definierten Intervalls. Das gleiche gilt äquivalent für Minimalstellen. Eine Funktion $y = f(x)$ hat an der Stelle x_2 ein absolutes Minimum, wenn für alle x -Werte gilt:

$$f(x_2) \leq f(x)$$

Ein relatives Minimum liegt vor, wenn die obige Bedingung für alle x in einer Umgebung der Stelle x_2 erfüllt ist. Somit ist ein absolutes Minimum entweder gleichzeitig ein relatives Minimum, oder es liegt an den Enden des Definitionssintervalls. In der täglichen Praxis sind in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle nur die relativen Extremwerte von Interesse. Die absoluten Extrema haben mehr akademischen Charakter, so daß sie hier nicht weiter behandelt werden.

Nach diesen kurzen, grundsätzlichen Erläuterungen bleibt nun noch zu klären, wie man die Extremwerte einer Funktion in der Praxis berechnet. Zwischen den Extremwerten einer Funktion und ihren Ableitungen an diesen Stellen existieren Beziehungen, die es ermöglichen, diese Stellen mit Hilfe der Ableitungen zu bestimmen. Zum besseren Verständnis hilft dabei die Grafik in Bild 3. Sie zeigt den Verlauf einer Funktion $y = f(x)$ sowie deren Ableitungen $y' = f'(x)$ als auch $y'' = f''(x)$. Eindeutig ist zu erkennen, daß die Funktion $y = f(x)$ an der Stelle x_1 ein Maximum aufweist. Die Tangente an diesem Maximum ist eine Gerade, die parallel zur Abszissenachse verläuft. Die Steigung dieser Geraden beträgt Null. Die Ableitung einer derartigen Geraden ist aber ebenfalls gleich Null (siehe auch Folge 26). Deshalb gilt:

$$f'(x_1) = 0$$

Diese Regel gilt für beliebige Extremwerte. Bei genauer Betrachtung besagt dieser Zusammenhang aber nur, daß die Tangente des Funktionsgraphen an denjenigen Stellen, die die Gleichung erfüllen, waagerecht verläuft. Erst das Erfüllen weiterer Bedingungen läßt einen Rückschluß auf die Anwesenheit eines Extremwerts an den berechneten Stellen zu. Dazu kann man folgende Besonderheiten festhalten: Links von x_1 steigt der Funktionsgraph in Bild 3 monoton an. Für ansteigende Kurvenzüge gilt aber:

$$f'(x) > 0$$

Rechts von x_1 fällt der Funktionsgraph. Somit gilt hier:

$$f'(x) < 0$$

Die Ableitung der Funktion $f(x)$ in der Umgebung von x_1 weist also durchweg eine negative Steigung auf. Sie ist, genau gesagt, monoton fallend. Für die in diesem Fall zweite Ableitung eines Kurvenzuges mit negativer Steigung gilt aber:

$$f''(x) < 0$$

Als Schlußfolgerung kann man festhalten, daß für den Nachweis eines relativen Maximums an der Stelle x_1 die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:

$$f'(x_1) = 0$$

$$f''(x_1) < 0$$

Mathematisch exakt müßte man die zweite Bedingung noch etwas verschärfen, denn es ist vorstellbar, daß die zweite Ableitung an der untersuchten Stelle nicht existiert. Die zweite Bedingung lautet somit exakt: Die erste bei x_1 existierende Ableitung hat eine gerade Ordnung und ist kleiner als Null.

In der Anwendung auf technische Probleme trifft dies aber nahezu ausschließlich für die Ableitung zweiter Ordnung zu, so daß die obige, vereinfachte Forderung hier genügen soll.

Für den Nachweis eines relativen Minimums ändert sich die zweite Bedingung wie folgt:

$$f''(x_1) > 0$$

Mathematisch exakt lautet die Bedingung: Die erste bei x_1 existierende Ableitung hat eine gerade Ordnung und ist größer als Null.

Besonders anschaulich gelingt die beispielhafte Darstellung wieder mit Hilfe eines Polynoms. Gegeben sei die Funktion:

$$y = f(x) = 2x^3 - 3x^2$$

Für diese Funktion ist die Position der Null- sowie die der Extremstellen zu berechnen. Zudem interessiert der tatsächliche Funktionswert (die Ordinate) der Extrema. Zunächst zu den Nullstellen:

$$2x^3 - 3x^2 = 0$$

Eine Nullstelle liegt eindeutig bei $x = 0$ vor. Den Nachweis kann man leicht erbringen, wenn man für x Null einsetzt und dann den Funktionswert berechnet. Damit ist die Lage der ersten Nullstelle gefunden. Da es sich jedoch um eine Gleichung dritten Grades handelt, können noch zwei weitere Nullstellen vorhanden sein. Um diese zu finden, dividiert man die Ausgangsgleichung durch x (anschaulich: durch die erste gefundene Lösung beziehungsweise Nullstelle):

$$(2x^3 - 3x^2) / x = 2x^2 - 3x$$

Nun mehr verfügt man über eine quadratische Gleichung, für die ein Lösungsverfahren existiert. Unter Anwendung dieses Verfahrens beziehungsweise eines der in Folge 8 und 9 angegebenen Computerprogramme erhält man:

$$2x^2 - 3x = 0$$

$$x^2 - \frac{3x}{2} = 0$$

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

$$x_1 = -\frac{-\frac{3}{2}}{2} + \sqrt{\frac{\frac{9}{4}}{4} - 0} = 1,5$$

$$x_2 = -\frac{-\frac{3}{2}}{2} - \sqrt{\frac{\frac{9}{4}}{4} - 0} = 0$$

Das zweite Ergebnis liefert keinen praktischen Wert. Somit existieren zwei Nullstellen: eine bei $x = 0$, die andere bei $x = 1,5$.

Nun folgt die Berechnung der Extremwerte. Die Ableitung der Funktion führt zu:

$$y' = 6x^2 - 6x$$

Durch Nullsetzen dieser Gleichung erhält man die Bestimmungsgleichung für die Extremwerte:

$$6x^2 - 6x = 0$$

Auch für diese quadratische Gleichung kann man das oben verwendete Lösungsverfahren anwenden. Es geht jedoch auch anders: Ein Extremum liegt vermutlich bei $x = 0$, denn an dieser Stelle muß der Funktionswert der Ableitung gleich Null sein, da jeder Term der Gleichung ein Produkt aus einem konstanten Faktor (hier: 6) und der unabhängigen Variablen x ist. Zur Bestätigung folgt nun noch die Untersuchung, ob für dieses Ergebnis die zweite Bedingung erfüllt ist:

$$y'' = 12x - 6$$

$$y''(0) = -6$$

Die zweite Bedingung ist somit eindeutig erfüllt. Demnach existiert bei $x = 0$ tatsächlich ein Extremum. Da $y''(0)$ negativ ist, handelt es sich folglich um ein Maximum. Bemerkenswert ist, daß hier der Extremwert mit einer Nullstelle übereinstimmt. Den Ordinatenwert dieses Extremums erhält man durch Einsetzen in die Funktionsgleichung:

$$y(x) = 2x^3 - 3x^2$$

$$y(0) = 0$$

Der Extremwert liegt also bei $x = 0$ und hat den Funktionswert $y = 0$. Die Gleichung für y' enthält aber noch eine weitere Lösung:

$$6x^2 - 6x = 0$$

$$6x - 6 = 0$$

$$x - 1 = 0$$

$$x = 1$$

Die zweite Stelle, an der ein Extremum vorhanden ist, liegt also bei $x = 1$. Das Überprüfen der zweiten Bedingung für diesen Extremwert führt zu:

$$y'' = 12x - 6$$

$$y''(1) = 12 - 6 = 6$$

Da dieser Wert positiv ist, handelt es sich hier eindeutig um ein Minimum. Durch Einsetzen in die Ausgangsgleichung erhält man wieder den zugehörigen Ordinatenwert:

$$y(x) = 2x^3 - 3x^2$$

$$y(1) = 2 - 3 = -1$$

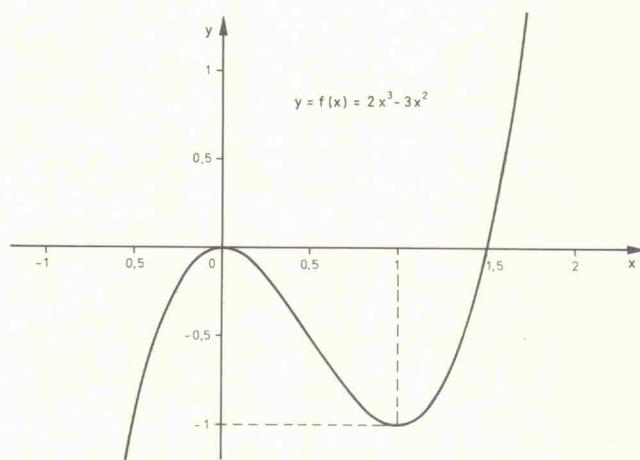


Bild 4. Verlauf der im Text untersuchten Beispiefunktion.

Ein Blick auf den in Bild 4 wiedergegebenen Funktionsgraphen bestätigt die errechneten Werte. In der Praxis ergeben sich allerdings nur selten derart glatte Werte, so daß dann die numerischen Suchmethoden zum Zuge kommen.

P L A T I N E

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötzopplack versehen bzw. verzinnt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; ob — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 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 (Eepromer)	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				
— 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			
4/-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	060-833	30,00			
DSP-AD/DA-Wandlerkarte	049-717/ds/E	64,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132M8	138,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133M8	88,00	HALLO.					
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	Beigeordnete	080-842	35,00			
— Auswerteplatine	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-Delay	090-850	32,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
SMD-Mefwertgeber	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-Pulsföhler	099-749	13,00	— AT/A-D-Wandlerkarte 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-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
LEUCHTLAUFSPCHRIFT			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			
Antennennischer	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
 — Steuermann 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 Steuersoftware S 101-899A 30,00

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 grundlegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneide + Dokumentation
S117-599S	Schriftmotorsteuerung	11/87	248,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Schneide + Dokumentation Diskette/Atari (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editeren, String suchen, Gemb-Oberfläche)
S018-616M	EPROMmer	1/88	38,- DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)
S029-698A	ELISE	1/89	29,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filteprogr. (Source)
S099-748A	Display-Treiber	9/89	98,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/MS-DOS (Source) GFA-Basic SS
S119-768M	U/D/A Wandlertarife	11/89	35,- DM
S129-767A	DCF-77-Echzzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-772C	UMA - C64	12/89	35,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/C64
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/Atari (Entwicklungsysteem)
			Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)
			29,- DM

ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales Schlagzeug	25,- DM

Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar.
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückdressierten Freiumschlages.

je EPROM 25,- DM

Hygrometer	1/87		25,- DM
MIDI-TO-DRUM	5/87		25,- DM
D.A.M.E.	6/87		25,- DM
mPegelschreiber	9/87		25,- DM
E.M.M.A.	3/88	-Betriebssystem, Mini-Editor Bedienungsanleitung	25,- DM
E.M.M.A.	4/88	DCF-77-Echzzeituhr	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	Betriebssw	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	Sin/Cos-Generator	25,- DM
Printerface	7-8/88	Betriebssw	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	IEC-Konverter	25,- DM
ELISE	1/89	Betriebssystem mit Update aus 1/90	25,- DM
DSP	3/89	Controller	25,- DM
Grafisches Display	3/89	PROM Typ 1 (kleine Ausf.)	35,- DM
Grafisches Display	9/89	PROM Typ 2 (große Ausf.)	35,- DM
Midi Master/Controller	10/89	siehe Paketangebot Platinenanzeige	35,- DM
Leuchtaufschrift	11/89	Betriebssw	25,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	Bootprogramm	25,- DM
SESAM	1/90	Sender	25,- DM
HALL.O.	6/90	Empfänger	25,- DM
HALL.O.	6/90	Controller	25,- DM
TV-TUNER	8/90	Betriebssw	25,- DM
Hercules Interface	8/91	GAL	19,- DM

PAL	Preis
Autolarmanlage	5,68
SESAM - System	11,68
SESAM - Interface	12,68
SESAM - AD	3,90
ST-Uhr	4,91
	2 Stück
	GAL

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

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

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

Ihre Bestellung richten Sie an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Straße 8 · 3000 Hannover 61

U. Silzner Int. Electronics

**Sonderangebote,
solange der
Vorrat reicht:**

Original Siemens 5 mW Laserrohr DM 248,-
Lasernetzteil 220 V Modul, vergossen . DM 64,-

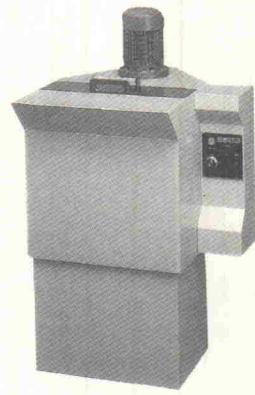
2,5 Watt CO₂ Einsteiger Kit Bestehend aus: CO₂ Rohr, Laser-Netzteile, Germanium-Linse, Wasserpumpen, Kleinteile! Unser Schlägerangebot mit ausführlicher Anleitung, nur . DM 1150,-
Sie suchen CO₂ Rohre bis 80 Watt für Materialbearbeitung? Fragen Sie uns!
Kunststoffe und Aluminium Folien für Laserbeschriftung in verschiedenen Farben und Größen auf Anfrage.
QJH- 80 >20 mW . QJH- 80S >30 mW . DM 699,-
QJH-100 >30 mW . DM 750,- QJH-100S >40 mW . DM 945,-
Laserdiode, sichtbar mit Kolimator und Treiberelektronik 0,8 mW nur . DM 260,-
Laserpointer mit Blinken . DM 557,50 Laserpointer ohne Blinken 11,5 x 155 mm . DM 484,50
IR-Pulsaserdiode 10 W, 904 nm . DM 146,- IR-CW Laserdiode 5 mW, 780 nm . DM 79,50
Laserscanngesystem, mit high speed open loop Galvanometern, SCS 256/3 . DM 3990,-
Laserscanngesystem, wie oben, aber mit Blankingzusat, SCS 256/3 . DM 5900,-
Fordern Sie unseren Katalog an, Schutzgebühr DM 5,- wird bei Bestellung erstattet, oder besuchen Sie uns.

**Im Lindenbosch 37
7570 Baden-Baden 22**

**Tel. 0 72 23/5 89 15
Fax 0 72 23/5 89 16**

PFLICHT UND KÜR

Die Jet 34d setzt auf die Standards der Ätztechnik noch einiges drauf: Das bewährte Bungard-Pumpensaugrohr. Linienauflösung von weniger als 0,1 mm. Hohe Ätzgeschwindigkeit. Extrem kompakte Maße. Maximales Ätzformat 300 X 400 mm. Frontseitig integrierte Klarspülzone, als Stand- oder Fließspüle nutzbar. Diese Maschine stellt nicht nur durch ihre Form einiges in die Ecke.

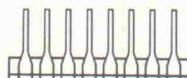


Bungard Elektronik Postfach 1107 D-5227 Windeck / Sieg

Tel. 0 22 92 / 50 36 Fax 0 22 92 / 61 75

BUNGARD

BEZ / Ihr Weg zur Leiterplatte...



WM-Electronic
Electronische Bauteile · Bauelemente · Geräte

Postfach 253 , 7958 Laupheim

**Tel.: 07392 / 7786
Fax.: 07392 / 7729**

Neues LIEFERPROGRAMM

über Halbleiter, aktive und passive Bauteile, sowie Sonderheft MICROPROZESSOREN sofort gegen DM 2,- (in Briefmarken) anfordern!!!

Da fliegen dir die Ohren weg!

Boxen selbstbauen

Katalog kostenlos anfordern

HAMBURG
Lautsprecher Spezial Versand
Pl. 76 08 02 / M 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

Metallsuchgeräte

20 Sorten von 3 führenden Firmen

- Whites
- Garrett
- Cscope

2 Jahre Garantie auch zu vermieten

Tel.: (0 6105) 43659
Fax: (0 6105) 44240

KT-Sicherheitstech.
Dipl.-Ing. T. Yazdani
Langstr. 79
6082 M-Walldorf

Reflektor-Lampen

Halogen 12 Volt

12

35mm Ø	20W: 10/17° 35W: 8/20°
50mm Ø	20W: 11/24/36° 35W: 18/38° 50W: 10/21/38/60° 75W: 12/20/38°
Rückkern-Netztrafo 12 V	
50 W	DM 36
75 W	DM 41
100 W	DM 47
160 W	DM 54
200 W	DM 62

Im Programm:
Spots, Sälysysteme etc.
Neuen Katalog KOSTENLOS anfordern
Versand per Nachnahme + Porto

redline
Wolfgang Dickels
Carl-Hilt-Str. 44
D-5120 Herzogenrath
Tel. 02407-4732
STAGE TECHNOLOGIES Fax. 02407-7296

LEHMANN-ELECTRONIC

Inh. Günter Lehmann
6800 Mannheim 81 Bruchsaler Str.8
Tel:0621/8967800 Fax:0621/8019410

Top-Angebote

Kohleschichtwiderstände (farbcodiert)
1/4 Watt; 5% Toleranz; Reihe E12; Typ 0207

Sortimente von 100 - 3.3MΩ

K1-5% E12 (67 Werte a. 10 Stück)	DM 14,95
K2-5% E12 (67 Werte a. 25 Stück)	DM 32,80
K3-5% E12 (67 Werte a. 100 Stück)	DM 92,75

Sortimente von 1Ω - 10MΩ

K4-5% E12 (85 Werte a. 10 Stück)	DM 20,75
K5-5% E12 (85 Werte a. 25 Stück)	DM 42,95
K6-5% E12 (85 Werte a. 100 Stück)	DM 118,00

Lieferbare Werte: Reihe E12 von 1Ω - 10MΩ

Packung 100 Stück/Wert DM 1,80

Metallschichtwiderstände (farbcodiert)
1/4 Watt; 1% Toleranz; Reihe E24; Typ 0207

Sortimente von 100 - 1MΩ

M1-1% E24 (121 Werte a. 10 Stück)	DM 44,95
M2-1% E24 (121 Werte a. 25 Stück)	DM 109,85
M3-1% E24 (121 Werte a. 100 Stück)	DM 324,00

Sortimente von 10Ω - 10MΩ

M4-1% E24 (141 Werte a. 10 Stück)	DM 49,85
M5-1% E24 (141 Werte a. 25 Stück)	DM 122,95

Sortimente von 4,7Ω-10MΩ (1,5MΩ-10MΩ - E12)

M6-1% E24 (149 Werte a. 100 Stück)	DM 398,00
------------------------------------	-----------

Lieferbare Werte:

Reihe E24 von 4,7Ω-74,7MΩ + 5,6/6,8/8,2/10MΩ

Packung 100 Stück/Wert DM 3,05

Alle Sortimente a.10 u. 25 Stück sind gegurzt sortiert und zusätzlich ohmverbstiftet.

Platinen CAD-Programm: "RULE (51/30%)"

Für alle PC-XT/AT-Arten! (Info gratis anfordern)

RULE V1.2L (Grundversion)	DM 99,00
RULE V1.2dm (Maus-Version)	DM 129,00
Autobelle-Bibliothek (zu V1.2dm)	DM 50,00
RULE-DEMOKSIS	DM 10,00
Dioden IN4148 100St.	DM 2,22 500St.
IC-Socket-Sortimente gut sortiert.	DM 9,95
SORT100 (100St. Low cost-Fassungen)	DM 19,95
SORT50 (50 St. Präzisionsfassungen)	DM 29,95
Z-Dioden-Sortiment 0,5 A 24V 51V	DM 24,95
ZP-SORT (32 Werte a. 10 Stück)	DM 7,50
1N4001-SORT 2/3/4/5/6/7 100 Stück	DM 7,50
BC547+BC557-A/B/C 100 Stück	DM 6,95

Platinen UNI-Format 160 x 100mm

HP1-CU (Hartpapier mit Kupfer)	DM 0,79
HP2-FOTO (Hartpap. Fotobeschichtet)	DM 1,75
EP3-CU (Epoxyd mit Kupfer)	DM 1,75
EP4 FOTO (Epoxyd-Fotoschicht)	DM 2,95

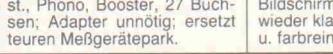
NN-Versand ab DM 15,- Ausland DM 200,- + P/V

Unter Hauptkatalog
heigt jeder Bestellung kostenlos bei,
oder für DM 5,- (Bfr.) anfordern.

MÜTER · AT · BMR · CBE · CSG · RTT



Regenerier-Computer u. Meßgeräte für Bildröhren; m. Katodenschutz, Entgasungshilfe, Schlußrepar.; total taube Röhren strahlen wieder neu, auch wenn andere Regenerierer versagen.



RTT 2: Regel-Trenn-Trafo 0 - 270 Volt stufenlos, VDE; 1100 Watt.



CSG 5: Testbildsender; UHF, VHF, S-Kanäle; Video für RGB-Monitore.



Ion 2 Luftreiniger gegen Haussaub und Milben; für Vogelhalter, Allergiker, Asthmiker.



Infos kostenlos: U. Müter
Kreideweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick
Tel. (0 23 68) 20 53
Fax (0 23 68) 57 10 7

PC - I/O-Karten

AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal
1*12Bit/D/A, unip. 0-9V, bip. -9-+9V, 500ns, 16*12Bit A/D, 60sec. mit 25pin Kabel und viel Software

AD-DKarte 14 Bit 16 Kanal
1*14Bit/D/A, 2usec, 16*14Bit D, 28usec, unip./bip. 2.5/10V, mit 25pin Kabel und viel Software

Relais I/O Karte
16 Relais 150V/1A out und 16*Photo in.

8255 Parallel 48 I/O Karte
48 *IO, max 2MHz, 3*16Bit Counter, 16 LED, Software mit Kabel und GW-Basic Beispiele

IEEE 488 Karte
8 DI/Channel, ref-V-9V -+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

Multi D/A 8 Bit 2 Kanal
8 DI/Channel, ref-V-9V -+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß

RS 232 Dual Karte für AT
4* RS 232 für DOS
Mit 2 Doketten Treiber/Testsoftware, einstellbar als COM1/2 + 3/4 oder 3-4-5-6 ...

Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkäufe vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

4543 Lizenzen
MERZ
JÜRGEN
Computer & Electronic
Lengericher Str.21
Telefon 05483-1219
Fax 05483-1570

UniCard

(Vorgestellt in ELRAD 4/91)

UniCount

(Vorgestellt in ELRAD 11/91)

Bauteile, Platine, komplette Bausätze, Fertigplatinen
Bitte Preisliste anfordern!

ROM

ROM-Elektronik

Babenhauser Str. 55

DW-8908 Krumbach 1

Tel.: 0 82 82/73 85

FAX: 0 82 82/73 05

7056 Weinstadt 1 (Benzach)

Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16

TEL.: (0 7151) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (0 7151) 6 82 32

NEUHEIT: MOSFET-MODELLE für HIFI und PA!

Techn. Daten Amp. 120 Amp. 220 Amp. 380

SiNus 4 Chm. 120 W 220 W 380 W

SiNus 8 Chm. 100 W 180 W 330 W

freq. Symmetrisch 0,775 V 0,775 V 0,775 V

Klirrfaktor <0,001% kHz

Input R - ca. 20 K

Match-TxRx Hitachi-Mosfet auf Kühlwinkel für Kühlkörperbefestigung.

PREISE: Bausatz 99,50 DM 128,50 DM

Amp 120 119,50 DM 149,50 DM

Amp 220 149,50 DM 189,50 DM

Netz 12 V 98,50 DM 98,50 DM

Netz 230 V 115,50 DM 138,50 DM

Netz 230 V 129,50 DM 155,50 DM

Netzelektrolyt mit LS-Schutzschaltung, Gleichrichter und Elkos 2 x 1000

Uf für Stereo ohne Trafo 1 Amp 120 Amp 220 Amp 380 Stereo

Ringkettentrafo für Amp 120 500VA 99,- 1000VA 139,-

Incl. Befestig. Mat. 22,50 DM 24,50 DM 29,50 DM Mono

ZUBEHÖR: Chinchbuchse 1,20 DM 1,20 DM

XLR-Pc 3pol. M 4,70 DM 4,70 DM

XLR-F 3pol. W 4,70 DM 4,70 DM

Pol. 2pol. 16A Sw 1,80 DM Pol. 2pol. 16 Amp 1,80 DM

Gerätebausteck mit Si-Halter 4,90 DM nur 4,90 DM

Netzschatzer Bel. 32x22 mm 6,50 DM nur 6,50 DM

MOSFET-BAUMAPPE sep. nur 49,- DM

Wird bei Kauf ab 180,- DM verrechnet!!

Sonderliste 4/91 anfordern! Kostenlos! 24-Std.Service

MOSFET-MODUL-INFO gegen 2,- DM Briefmarke!

WIR LIEFERN NUR ZU UNSEREN LIEFER- UND ZAHLUNGSBEDINGUNGEN.

POSTNACHNAHME oder VORKASSE UNFREI!

WELÜ-ELEKTRONIK-AUDIOPRODUKTE

Inh. W. Lückemeier

Villenstr. 10 · 6730 Neustadt/Wstr.

Tel. 0 63 21/3 36 94 · Fax. 0 63 21/8 63 73

STARKE PREISSENKUNGEN!

Kontakt-Chemie
Sprays ab DM 5,00
ERSA Lötgeräte ab DM 22,70
Knipex-Werkzeuge ab DM 9,90
Vielzweckgehäuse versch. Maße, versch.
Sortimente, z. B. Metall-filmwiderstände DM 36,50
Bei Steckdosenmangel:
Euro-Duplex, Triplex, Combi-Duplex
Fordern Sie unsere Liste an.
Elektronikversand D. Seeger
Teichstr. 14, 3418 Uslar 1

EMPFANGSPROBLEME im Langwellenbereich?

- unsaubere Faxbilder?
- Zeitzeichenempfang gestört?

Sind Sie der bedauernswerte Besitzer einer breitbandigen Aktivantenne? Das muß nicht sein! Unsere GS1 können Sie auf jeden Sender zwischen 30 und 150 kHz exakt ausrichten und abstimmen!

Bausätze ab 68,—
Fertigerät 159,—

Kostenlose Info anfordern bei
GRAHN - Spezialantennen
Rembrandtstr. 5, W-1000 Berlin 41
Telefon: 0 30/8 55 40 10

Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten

Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

SALHÖFER-Elektronik
Jean-Paul-Str.19
w8650 Kulmbach

C0570

Information + Wissen

HEISE Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helfstifter Straße 7
3000 Hannover 61



Angebot 12/91

RAM 41256-10	2,75	LT 1007-ACN	19,95	MAX 631,2,3 á	14,50	SL 486	7,95
AD 711-JN	4,50	LT 1010 CT	12,80	MAX 641,2,3 á	19,40	SLB 0586A	6,55
AD 712-JN	5,15	LT 1028-ACN	24,95	MAX 654,6,7 á	19,70	SSM 2014P	21,25
AD 744-JN	13,95	LT 1937-ACN	17,15	MV 500/601 á	7,90	SSM 2016P	21,70
GAL 16V8-20HB	3,10	LT 1115 CN	13,95	OP 27 GP	5,85	TDA 7370V	16,80
GAL 20V8-20HB	3,99	LT 1070 CKI	25,80	OP 37 GP	6,25	TDA 8440	11,95
GM 76-C28-10	5,35	MAT 02 FH	15,50	OP 227 GY	22,80	TDE 4061	11,15
LF 411-CN	2,70	MAT 03 FH	15,20	OP 270 FZ	16,90	UC 3843N	1,99
LF 412-CN	2,50					UC 3906N	13,50

Albert Mayer Electronic, D-8941 Heimertingen
Nelkenweg 1, Tel. 0 83 35/12 14, Mo.-Fr von 9-19 Uhr

Ein solides Fundament

Neu- erscheinung

ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 1



Der erste Band der drei-teiligen Buchreihe beschäftigt sich mit den Grundlagen der Elektrotechnik sowie mit einfachen passiven Bauelementen und deren elektrischem Verhalten. Eine größere Anzahl einfacher Versuche, die problemlos nachzuholen sind, und detaillierte Fragen zu jedem Kapitel erleichtern den Einstieg in die Materie.



Verlag

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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 33/4/1

ELEKTRONIK

Broschur, 292 Seiten
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-
ISBN 3-922705-33-2

Entwicklung, Prototyping, Herstellung
PCB-Design, Dokumentation

8051-Modul nur 45 x 70 mm
Sockel f. max. 16K EPROM und 32K RAM
RS232-Schnittstelle. Alle Bussignale an Buchsenleisten.

178,-

Echte 2-Kanal 12 Bit DIA-Karte für AT
Ausgänge +/- 5V bis +/- 10V einstellbar.
Simultane Ausgabe möglich

698,-

Schrittmotor-Treibermodul getaktet
Bipolar max. 1,5A/24V pro Phase
Einstellbare Stromregelung
Voll/Halbschrittbetrieb

98,-

Joachim Müller
Robert-Koch-Str. 9
7208 Spaichingen
Tel. 07424/501693

ENTWICKLUNG

Österr. Elektroniker aufgepasst !!
Ständig aktuelle Angebote und
interessante Industrierestposten
zu Toppreisen

DRAU ELECTRONIC GmbH & Co KG A - 9503 Villach, Postfach 16
Tel: 04242-53774 Fax: 04242-56777

LEITERPLATTEN

auch Muster und Kleinserien

ALU-FRONTPLATTEN

CNC - FRONTPLATTENBEARBEITUNG

CAD-LAYOUTS

Katalog anfordern!

BAUER ELEKTRONIK

LEITERPLATTEN UND DESIGN

Hasenbruch 1

6690 ST. WENDEL

0 68 51/7 03 66

Fax 0 68 51/8 35 83

Leuchtdioden

LED's 3mm oder 5mm
in den Farben: rot, grün oder gelb
bei Einzelnahme 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

	Intel		
2C87-10MHz	134,-	8087-5MHz	179,-
2C87-12MHz	39,-	8087-8MHz	249,-
2C87-14MHz	18,-	8087-87-XL	179,-
3C87-18SX	219,-	2,5MHz	
3C87-18MHz	339,-	8087-16SX	289,-
3C87-20MHz	249,-	8087-19MHz	459,-
3C87-20MHz	339,-	8087-20SX	329,-
3C87-25MHz	339,-	8087-20MHz	459,-
3C87-33MHz	349,-	8087-25MHz	458,-
3C87-40MHz	479,-	8087-33MHz	469,-

Cyntex

8285-20MHz	189,-
83587-18SX	229,-
83D87-1MHz	379,-
83S87-20SX	249,-
83D87-20MHz	379,-
83D87-25MHz	349,-
83D87-33MHz	379,-
83D87-40MHz	449,-

Weltak

3167-25GC	658,-
3167-33GC	1199,-
4167-25GC	1199,-
4167-33GC	1899,-

CA 3130 E	2,26	OP 77	4,99
CA 3140 E	1,33	OP 90	7,99
DAC 8	4,95	SO 107	22,99
DAC 10	18,45	SO 42	4,99
L 165	3,69	SSM 2015 P	13,99
L 200	2,17	SSM 2016 P	21,99
LW 503	1,39	SSM 2017 P	10,99
MC 3479	12,94	TDA 1616 Q	7,99
NE 6532	1,49	TDA 1624 A	6,47
NE 6532 A	1,59	TDA 1624 B	4,99
NE 6534	1,47	TEA 2026 B	6,99
NE 6534 A	1,65	Tl. 497 A	3,77
OP 27	5,89	U 401 BR	12,95
OP 37	5,89	U 2400 B	4,99
OP 60	22,79	ZN 427	18,99

Weller-Lötstationen

	WTCP-S	
	165.90	

WTCP-S

165.90

Lötstation mit elektron. Temperaturregelung

- Schutztransistor

- Lötkolben TCS-P

- Lötkolbenhalter KH-20

- Potentialausgleich

- Temperaturautomatik

WECP 20

229,-

Lötstation mit mechan. Temperaturregelung

- Schutztransistor

- Lötkolben LR-20

- Lötkolbenhalter KH-20

- potentialfrei

- stufenlose Temperaturreg. 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 kostenfrei an!

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:

1/4 Watt; 1 % Toleranz E12

84 (je 10St. = 810St.) 23,95

86 (je 50St. = 3050St.) 84,95

88 (je 100St. = 8100St.) 169,00

Reihe E24 (121 Werte)

86 (je 10St. = 1210St.) 39,90

82 (je 50St. = 3050St.) 54,90

87 (je 50St. = 6050St.) 104,90

83 (je 100St. = 8100St.) 299,00

89 (je 100St. = 12100St.) 299,00

Metalfilmwiderstände:

1/4 Watt; 1 % Toleranz E12

84 (je 10St. = 810St.) 23,95

86 (je 50St. = 3050St.) 84,95

88 (je 100St. = 8100St.) 169,00

Co-Prozessoren und RAM-

Preise unterliegen zur Zeit

starken Schwankungen. Um

Misverständnissen bei der

Berechnung des aktuellen Ta-

gespreises vorzubeugen, ste-

hen wir Ihnen telefonisch zur

Verfügung.

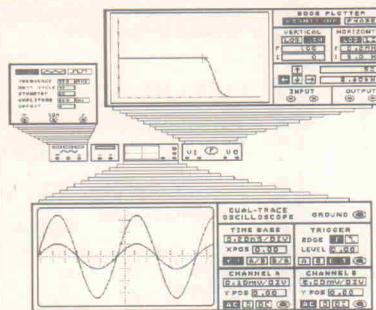
elpro

Harald-Wirag-Elektronik

Pragelatostraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4

Tel. 06154/3006

Fax 06154 / 5521



Com Pro
Hard & Software Beratung
Vogelsangstr. 12
D-7000 Stuttgart 10
Tel. 0711 - 628275
Fax. 0711 - 613516

Fordern Sie ausführliches Info-material an!

Testbericht
ELRAD 11 / 91

Electronics Workbench™

Das Elektroniklabor im Computer

Electronics Workbench ist ein Warenzeichen der Interactive Image Technologies Ltd.



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

Daten-Kommunikation



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, verfälscht nichts und muß in kein System eingebunden werden. Für 4 User kostet diese Einfachheit 398 DM.

Drucker bis 100m entfernt W&T's 1- oder 2-fach-Karte macht's möglich. Und für eingebaute Schnittstellen gibt es den externen Zwischenstecker.

Anschlußprobleme? Seit über 12 Jahren produziert W&T Interface-Produkte. Das merken Sie von der Vielfalt und dem sorgfältigen Entwurf der Produkte und an einem technischen Service, wie ihn nur ein Hersteller bieten kann.

Info 43 anfordern
Fax 0202/2680-265

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Anzeigenschluß
Heft 2/92: 12.12.91

Schon geschaltet?

Unter
(05 11) 53 52 - 121/155
erreichen Sie unsere
Anzeigenabteilung.

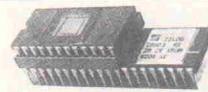
Rufen Sie uns an.

Super Angebot!

Arbeiten mit einem Mikroprozessor

Eine Reglung oder Steuerung selber bauen und Programmieren. Senden Sie einen Brief mit frankiertem Umschlag (22 x 11) mit Ihrer und meiner Adresse an:

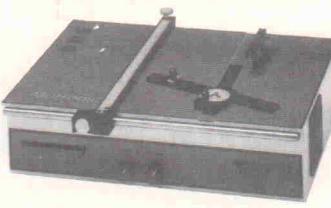
Fries & Keßler, Auf Wamesch Nr. 5, 6639 Rehlingen Fürw.



Neu!!

»LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK)
Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben!
Auch für Alu, Messing, Stahl und Kunststoffe



ab DM 799,-

Grundgerät, Drehzahl stufenlos einstellbar
Diamanttrennscheibe, Lebensdauer ca. 20.000 Europakarten

DM 799,-
DM 215,-

Bitte Prospekt ED 4000 anfordern!

Mutronic ®
Trennsägen

St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 0 83 62/70 62 · Telefax 0 83 62/70 65

Wickelmaschinen-Ramm

für gebrauchte Maschinen

An- und Verkauf von gebrauchten Spulenwickelmaschinen aller Fabrikate sowie zentrale Ersatzteilbeschaffung und Reparaturen

Ing. Karlheinz Ramm · Rumeyplan 8 · D-1000 Berlin 42
Tel. (0 30) 7 86 60 58 Fax.: (0 30) 7 86 71 75

Crossware/Programmer/Emulatoren

Integrierte Entwicklungsumgebungen

500 PA MOS-FET	DM 298,50	Eprom-Programmiergeräte	EMU I
Kontroller für 500 PA	DM 72,90		EMU II
300 PA incl. Platine	DM 158,60		EMU III
2 HE 88 mm	DM 67,20	EPP I (ART)	298,00 DM
3 HE 132,5 mm	DM 81,00	Eproms bis 512 KBit/28pol.	8-Bit-Systeme bis 64 KByte,
4 HE 177 mm	DM 86,00	Sockel, Aluminiumgehäuse,	Aluminiumgehäuse,
5 HE 221,5 mm	DM 95,00	RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Strömvorsorg., inkl. Handbuch und Software	RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/div. Formate, Kabel, Netzteil, Handbuch, Software
6 HE 266 mm	DM 102,00	8051/52-Familie .	438,00 DM
Höhe 1HE 44 mm		280	8-Bit-Systeme bis 64 KByte,
52,00 DM		65C02	Aluminiumgehäuse,
RÖH 1 Röhrenvorverstärker incl. Platine/Trafo	389,00	8048/49-Familie .	RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Strömvorsorg., inkl. Handbuch und Software
RÖH 2 Röhrenendstufe incl. Platine/Trafo's 2 x 32 W	590,00	8080/85	8-Bit-Systeme bis 2x 128 KByte, Aluminiumgehäuse, Centronics-Schn., eig. Microcontroller/div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software
Übertrager RÖH 2	DM 142,00		EMU II
Netztrafo RÖH 2	DM 84,60		598,00 DM

Weitere Prozessoren und Microcontroller auf Anfrage!

Soft- und Hardwareentwicklung

Jürgen Engelmann & Ursula Schrader

Am Fuhrengehege 2, 3101 Eldingen, Tel. 0 51 48/2 86, Fax 0 51 48/8 53

AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL •

19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494, Frontplatte 4 mm
ALU/sw, stabile Konstruktion,
geschlossene Ausführung, Be-
lüftungsblech/Chassis Option
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahl-
blech schwarz epoxiert.

2 HE 88 mm DM 67,20
3 HE 132,5 mm DM 81,00
4 HE 177 mm DM 86,00
5 HE 221,5 mm DM 95,00
6 HE 266 mm DM 102,00

Höhe 1HE 44 mm

52,00 DM

RÖH 1 Röhrenvorverstärker incl. Platine/Trafo

RÖH 2 Röhrenendstufe incl. Platine/Trafo's 2 x 32 W

Übertrager RÖH 2

Netztrafo RÖH 2

389,00

590,00

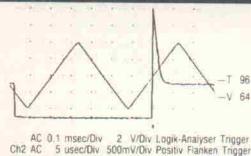
DM 142,00

DM 84,60

KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN

Oppenwehe 131 · Telefon 0 57 73/16 63 · 4995 Stemwede 3

PC-Oszilloskop-Platine



20 MHz maximale Abtastrate
ab 499,- DM je Kanal/Karte
Oszilloskop-Software 100,- DM

aufßerdem: industrieller Programmier-Service,
Erstellung von speziellen Meßplänen, Beratung,
Software und Vertrieb von beliebigen Einsteckkarten

W-6914 Rauenberg, Pfarrstraße 10
Telefon 06222 63376

Mitgift

Batterien im Haussmüll belasten Boden, Wasser und Luft mit Gift, das letztendlich in unserem Körper landet.



Wenn
Sie mehr
darüber wissen
möchten, schicken
Sie uns bitte diese Anzeige.

BUND · Im Rheingarten 7 · 5300 Bonn 3



BUND

LEITERPLATTEN IN ALLEN GÄNGIGEN AUSFÜHRUNGEN

FRONTPLATTEN AUS ALUMINIUM, CNC GEFRÄST

ALU-GEHÄUSE SONDERANFERTIGUNGEN

KÜHLKÖRPER BEARBEITUNG

INFOS UND KATALOG KOSTENLOS VON:



POSTFACH 1140 · BERGSTRASSE 17
W-8417 LAPPERSDORF

TEL.: 0941-647171 · FAX: 84527

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der direkte Draht

Tel.: (05 11)
5 47 47-0

Technische
Anfragen:

mittwochs
10.00 bis 12.30 Uhr
und
13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax:
(05 11) 5 47 47-33

Telex:
923173 heise d

MIDI Bausätze



MIDI-Masterkeyboard LMH3 ab 998,-
(88 Tasten, Tests: FACHBLATT 2/90,

KEYBOARDTESTS 11/90, Bauanl. ELRAD 11/89)

MIDI-Keyboard LMH1V2 ab 448,-

(Bauanleitung ELEKTOR 4/90)

MIDI-Doppelkeyboard H2B ab 598,-

(2 x 5 Octaven + Baßpedal)

Mischpultautomation MIAU ab 298,-

(8 Kanäle für Insert-Einschleifung)

MIDI-Expander SX-16 ab 398,-

(16-stimmig, 8-facher Multimode, 16 Bit)

MIDI-Nachrüstung MONA ab 196,-

(bis 128 Kontakte + Baßpedal)

MIDI-Merger MMG4/2 ab 158,-

(4 Eingänge, 2 Ausgänge)

MIDI-CV-Interf. MCY1 ab 128,-

(1CV 1 Gate, Pitch-Bend)

MIDI-CV-Interf. MCY8 ab 248,-

(8 CV, 8 Gate, mono/poly, Dynamik)

MIDI-Baßpedal MBP2 ab 198,-

(13 Tasten, PrgCh., Transpose, Start/Stop)

MIDI-Gate-Interf. MTG128 ab 198,-

(64/128 TTL-Ausgänge MIDI-gesteuert)

MIDI-Filter/Converter MFC ab 78,-

(Kanal/Event-Filter/Konverter)

MIDI-Prg-Changer MPC128 ab 98,-

(bis 128 Taster anschaltbar)

Zubehör: Fußpedale, Fußregler, Tastaturen,

MIDI-Spezial-ICs, Steckernetzteile etc.

Gesamt-Info DM 2,- in Briefmarken
Preise ohne Netzzeile, zuzügl. Versand-
kosten, Versand per UPS-Nachnahme
Kein Ladenverkauf, Vorführung und
Abholung nur nach Vereinbarung

DOEPFER
MUSIKELEKTRONIK

Inhaber Dieter Doepfer
Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Einzelheft-Bestellung

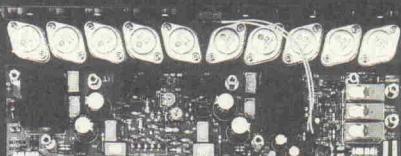
ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 6,80) – plus Versandkosten – direkt beim Verlag nach bestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis einschließlich 12/90 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 610407, 3000 Hannover 61

albs



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, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte, symmetrische Vore verstärker
- Aktive Frequenzweichen – variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkos 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
- Verschiedene vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ... u. v. a.
- Ausführliche Infos DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutsschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt - Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Fax 07041/83850

EINFACH phantastisch MOS PRO 200 MOS-FET Leistungsverstärker Das Klangerlebnis!



Beisp. aus unserem A/B-Verst.-Angebot

Typ	MOS PRO 200
Leist.-Sin./Mus. (4 Ω)	200/300 W
Maße m. Kühlk., LxBxH	190,5x100x80
Preis mit/ohne Kühlk.	215,-/190,-
Ringk.-trafo	
Mono TR 200	195,-
Stereo TRS 200	220,-

Gesamtkatalog gratis
KLEIN
ELEKTRONIK GMBH
7531 Neuhausen/Hamberg bei Pforzheim
Telefon (0 72 34) 77 83 · Fax (0 72 34) 52 05

Im Lieferprogramm: Power-MOS-Verst. von 20-800 W. Vorverstärker, Aktivweichen. LS-DC-Lautsprecherschutz. Aktivweichen. Monoblock. Gehäuse und viel sinnvolles Zubehör.
»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«

BENKLER Elektronik**Ringkertransformatoren**

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	8,95 DM	
2 SK 135	8,95 DM	

ca. 4000 weitere Japan-Typen sind auf Anfrage lieferbar

Sonderliste 1/91 für elektr. Bautelle kostenlos anfordern Tel. 06321/30088**Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente
Audio- und Video-Produkte**

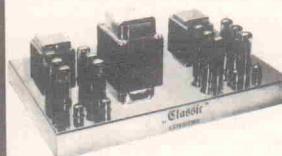
19"-Gehäuse	Elkos	NKO	Metalibrücken Gleichrichter
1HE 250 mm	49,90 DM	10000µF	KBPC-Brücken
2HE 250 mm	59,90 DM	10000µF	B 50 C10 4,90
2HE 360 mm	69,90 DM	12500µF	B 200 C10 5,40
3HE 250 mm	69,90 DM	12500µF	B 400 C10 5,80
3HE 360 mm	82,50 DM	12500µF	B 600 C10 6,95
Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw		100/110V	B 800 C10 7,95
Front: ALU o. schwarz eloxiert		24,50 DM	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. 06321/30088 · Fax 06321/30089

Information + Wissen

Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61**ct** magazin für
computer
technikMultiuser
Multitasking
Magazin**ELRAD**
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

● RÖHRENVÄRSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRÄGER ●

PPP-Hifi-Endstufe
Modell 1991
Stereo-Endstufe 2 x 100 W
Komplettbausatz DM 3000,—
Mono-Endstufe 1 x 100 W
Komplettbausatz DM 2000,—
(Bauleitung in Elrad 12/88 und 1/89)Siehe Test in Klang & Ton
April/Mai 1991**EXPERIENCE** electronics
Gerhard Haas**Übertrager für Röhrenverstärker**

A-181 S Eintakt-HIFI-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä.	DM 250,—
A-484 US Gegenaktübertrager für 2 x EL 34	DM 130,—
A-234 S Gegenaktübertrager für 2 x EL 34	DM 130,—
A-434 S Gegenaktübertrager für 4 x EL 34	DM 155,—
A-465 SG Gegenaktübertrager für 4 x KT 88, 6550 A	DM 220,—
AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe	DM 230,—

Gegenaktübertrager 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 Trafohauben ab Lager lieferbar.

Weststraße 1 7922 Herbrechtingen Tel. 07324/5318 Fax 07324/5533

Röhrenverstärker mit KT 88 2x50 W

Komplettbausatz inkl. Chassis

DM 3600,—

Röhrenverstärker mit EL 34 2x35 W

DM 3400,—

Komplettbausatz inkl. Chassis

DM 230,—

High-End-Übertrager B-234 S für 2 x EL 34 oder KT88

DM 170,—

Netztrafo NTR-12

Bauanleitung in Elrad 9/91

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, Spezialtrifas., Audiomodule) gegen DM 12,— und DM 2,50 (Ausland DM 4,—) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzint.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989.

Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = elektronisch geprüft.

Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 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	MIDI-MONITOR	058-649	17,50	DATA-REKORDER	—	
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Midi-Logik	047-559	15,50	Hauptplatine	058-650	9,00	Hauptplatine	109-754/ds	64,50
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Midi-Anzeige	047-560	3,40	Tasturplatine	058-651	9,00	Anzeigeplatine	109-755/ds	
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	Leistungsumschwandler	067-570	5,00	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	Schalterplatine	109-756/ds	
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Spannungsreferenz	077-573	4,00	SCHALLVERZOGERUNG	068-654	17,50	Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	Video-PPLL	077-574	1,10	Digitalteil	068-655	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE	—	
Schnellader	075-432	10,25	Video-EM	077-575	2,30	Filterteil	068-655	17,50	ST-Platine	109-760/ds	16,00
VIDEO-EFFEKTGERÄT	075-433/1	6,70	H-PEGELSCHREIBER	107-593	19,25	x/-Schreiber	078-658	49,00	Display-Platine	109-761/ds	16,00
— Einstellbares	075-433/2	5,95	AD-Wandler	117-597	12,90	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	RAM-Platine	109-762/ds	16,00
— ADDA-Wandler	075-432/2	5,95	Netzteil	117-598	29,40	Sender	078-661	11,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)	ELISE	
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	Interface	117-598	29,40	UNIVERSAL-NETZGERÄT	078-662	22,50	Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
KEYBOARD-INTERFACE			Ausgangsverstärker	018-618	20,00	DIGITAL-Netzteil	078-663	15,00	PCI-Adapter	010-775	3,00
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Wechselschalter	097-589	2,50	DIGITAL-Netzteil	078-664	17,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Mäuse-Klavier	097-590	31,50	AD-Netzteil	098-667	13,50	AUTOSCOPIC	—	
Doppelnetzteil 50V	115-450	16,50	Mini-Sampler	107-595	4,40	DC-Netzteil	098-670	6,50	— V.A.-Modul	020-787	16,00
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Impedanzwandler	117-601	0,85	DIG. Temperatur-Messsystem	098-671	7,50	— TZ-Modul	020-788	5,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Staunusspannungswandler	127-604	9,95	NETZ-MONO	098-672	17,50	— B-Modul	020-789	16,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	MIDI-Interface für C 64	127-608/ds	13,20	Netzteil	098-673	8,00	AUTOSCOPIC II	030-802	16,00
Dämmerungsschalter	116-521	6,45	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	Makrovisions-Killer	098-674	7,50	DC-Modul	030-803	16,00
Flurlichtautomat	116-522	3,90	SCHRITTMITORSTEUERUNG	127-614	33,00	SMD-DC/CD	098-673/ds	8,00	Hochspannungs-Modul	030-804	8,00
Multiboard	126-527	14,95	Leiterplatten	018-619	7,80	SMD-DC/DC	098-674	7,50	— Modul	030-805	8,00
Autopilot	037-548	3,75	Händesteuer-Interface	018-620	3,75	MIDI-Baßpedal	108-675	7,50	AUTOSCOPIC III	—	
SWEEP-GENERATOR			Treibplatine	038-632/ds	9,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	108-676	12,50	Vorsteuer	040-818	8,00
— Hauptplatine	037-551	14,50	— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	SATZ (2 Platten)	108-677	2,50	Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
— Netzteil	037-552	8,30	— ST-Teile	128-687/B	32,50	SMD-Balancemeter	108-678	10,00	AUTOSCOPIC I	—	
Widerstandsföte	047-556	0,80	Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Türoffner	118-680	10,00	— VT-Modul	020-789	16,00
			RMS-Konstantstromquelle	018-621	2,00	Schweißplatine	019-694	17,50	— PRZ-Modul	050-820	3,00
			E.M.M.A.	028-623	5,25	Autoranging Multimeter	049-711	32,00	— N-Modul	050-821	11,50
			— Hauptplatine	028-627	29,50	Energiemesser (2 Platten)	069-726	16,50	— W-Modul	050-822	11,50
			— V24-Interface	058-683	3,00	AUTOCHECK I	079-731	20,00	AUTOCHECK II	—	
			— IEC-Bus	098-669	8,00	— 5 x LED-Anzeige	079-732	10,00	— P-Modul	060-828	16,00
			— Kabel-Brücke	108-678	15,00	Noise-Gate-Frontplatine	079-733	12,50	— E-Modul	060-829	11,00
			Netzteil 0—16 V/20 A	038-628	16,50	Noise-Gate-Basisplatine	079-734	12,50	— B-Modul	060-831	16,00
			Amplivertärker	048-640	18,25	DISPLAY	—		AUTOCHECK III	—	
			— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	Spaltentreiber	099-746/ds	11,50	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	Zeilentreiber	099-747/ds	17,50	— DPZ-B-Modul	070-841	16,00
						Matrixplatine	099-753/ds	35,00			
						Bierzel-Stabilisator	099-751	16,00			

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorauskasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

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

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

KLEINANZEIGEN

Kleine Platinenlötanlage bis 120 mm Lötbreite (m. Fluxer) neuwertig VB. 4825,— + 14% MwSt. zu verkaufen. (Neupreis ca. 8500,—). Worch Elektronik GmbH, Stgt., Tel. 07 11/28 15 46, Fax. 07 11/2 86 53 22. [G]

Spezial-Elektronik-Katalog f. Sicherheit, Schutz, Überw. u. Spionageabwehr, DM 30,—. TELEKOM-MUNIKATION-Katalog DM 10,—. Kataloggebühr in V-Scheck, Schein od. Briefm. T:S: Tronix, PF. 22 44, W-3550 Marburg. [G]

Generalüberh. elektron. Meßgeräte, Liste Tel. 0 95 45/75 23, Fax. 56 68. [G]

8052-ECB Basicrechner mit Businterface, Eurokarte, RTC, Pufferakku, 2 ser. Schnittst., Watchdog, Reset., 32kB RAM, auch 8051/32/31, Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— DM incl.; Platine, GAL, Doku 100,— DM incl.; Buskarten, LCD-Display, Tast. auf Antr. Tel. 02 41/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr. 22, D-5100 Aachen.

Pay-TV-Decoder als Bausatz oder Fertigerät für Kabelfernseher, diverse Normen, auch neues System. Tel. 0 91 92/17 77, Fax. 89 76. [G]

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, Tel. 06 51/4 82 51. [G]

Neu * Jetzt auch im Rhein-Siegkreis * Neu * Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken und Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel. 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr. [G]

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D.Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

Technisches Büro übernimmt **Entwicklungsarbeiten**. Tel.: 0 40/56 47 51. [G]

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless, 12 V Lichttransistor mit Gehäuse. Info von Stübing, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar, 0 99 51/67 97. [G]

Energiesparteufel (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, 15,— DM. R. Ufermann, 413 Moers 1, Scherpenberger Str. 111.

CAD-Layouterstellung und Bestückungsservice! Infos bei: 0 69/49 73 17 oder 5 96 35 01.

MANGER-Präzision in Schall: Jetzt Selbstbau mit dem referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref.Liste sof. anfordern bei Dipl.-Ing. (FH) D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriestr.17, Tel. 0 97 76/98 16, Fax. 0 97 76/71 85.

Public Domain 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 Tanusstein, Tel. 0 61 28/7 11 73 (abends).

A/D-Wandler für RS 232-Schnittstelle m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge 2 I/O Ports 1x8 Bit Aus. Preis 199,— (mit Testsoftware für PC's, Atari ST, c64). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, M. Ernst u. B. Peters, 2398 Harrislee, Stein Kamp 29.

SMD-Automatenbestückung, REL-Elektronik R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23, Fax. 0 80 41/88 24.

Solarmodul amorph 12 Watt 5 Jahre Leistungsgarantie nur DM 169,—; Solarmodul monokristallin 53 Watt 10 Jahre Leistungsgarantie nur DM 830,— und vieles mehr! Kessler Solarcomponenten, Im Härdle 42, 7 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80, Fax. 33 92 02.

isel-x/y/z-Flachbettanlagen • isel • isel-x/y/z-Flachbettanlage • isel-x/y/z. FORDERN SIE HEUTE NOCH UNTERLAGEN UND PREISE FÜR IHRE PERSÖNLICHE KONFIGURATION. Info: Okatech, Bleibtreustr. 26, 8000 Mü. 71 • CNC-Controllers Spindelantrieb • PAL-PC • isel • isel-x/y/z-Flachbettanlage • isel. Tel. 0 89/79 97 01, Fax. 0 89/7 91 83 97. [G]

Jedem das Seine: Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. **Weiterhin:** Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel.: 0 6105/750 65. [G]

8051 Simulator auf PC: Fenster für SFR, Code, Debugger (mit Break), Help, 46,—. Tel. 07 11/37 67 18.

Fabrikneue ISEL Flachbettanlage Verfahrenweg 350x300 mm mit CNC Kontroller preiswert abzugeben. Tel. 04 21/48 14 15.

MOS-FET-TECHNOLOGIE vom Feinsten – für den anspruchsvollen Audiphilen.

Die MODAC A 5-Serie Das modulare Leistungsverstärkersystem in individuellen Leistungsstufen.

Ein Beispiel von 11 Möglichkeiten:
3-Wege-Aktiv-System

Tiefotoner 200 Watt, 4Ω; Mitte 100 Watt, 4Ω;
Hochtoner 100 Watt, 4Ω.

Frequenzweiche 24 dB, 4. Ordnung,
Allpaßcharakteristik.

Netzteil für absolut stabilen

Betrieb, auch bei komplexen Lasten.

Ringkerntrafo 500 VA.

Siebung 94000 µF.



Komplett mit Netzteil,
Kabelsatz und Handbuch

Art.-Nr. 10985 **DM 1250,-**

Verlangen Sie ausführliche und kostenlose Informationen und Händlernachweise.

Henzler 7252 Weil der Stadt-
Merklingen
Lilienstraße 45
Tel. 07033/35472

Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren
Zweiseitiger Platinen. L 2 mm, TYP-InnenØ-AußenØ:
A-0.6-0.8; B-0.8-1.0; C-1.1-1.5. 1000 St. 30 DM 7x
1000 St. 170 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers
Park 3, 2000 Wedel, Tel. 0 41 03/8 74 85. [G]

Zweidraht-Gegensprechanlage für 9V Baus. DM 65,— mit Mikros u. Lautsp. Kaho, PF. 23 33, 6500 Mainz. [G]

SUCHE ELRAD 2/90, zahle gut, Zuschrift an G. Eise-
mann, Festungsberg 2B, 8650 Kulmbach.

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Anzeigenschluß Heft 2/92: 23.01.92

Schon geschaltet?

Unter (0511) 53 52 - 121/155

erreichen Sie unsere
Anzeigenabteilung.

Rufen Sie uns an.

PHILIPS PM 3551 A LOGIC ANALYSER INCL. PROBESPM 8820/8821 + PM 8820/8821 + PM8825 + 8811 SERIAL DATA POD NPRS 35000,— DM. VB 10000,— DM Tel. 0 52 31/2 74 10.

Verkaufe meine Public Domain Sammlung aus 300 Prog. für AT für 130,— Tel. 09 41/99 99 15.

Verkaufe DREWS BTX Manager V3.0 für ATARI ST FÜR 100 DM. Tel. 0 97 21/4 51 11.

Entlüftergerät (Vakuumfußpumpe) mit diversen Ersatzspitzen, DM 45,— Tel. 0 82 48/16 70.

Regelungstechnik: Real + Simulation von Regler, Strecke und Kreis 89,— Info: Klaus Eberle, A. d. Windmühle 1, 4230 Wesel.

2 NETZTRAFOS NTT2 (BLACK DEVIL) ZU VERK. FP 120,— DM. JÜRGEN FIEHLAND, BRESLAUER STR.1, 2178 OTTERNDORF. VERSAND PER NN — DAS SCHNELLSTE ANGEBOT.

CIM-802-RACK mit CPU-NSC800, Speicher, NT, Mon. 19" -Rack für 250,— DM zu verk. Tel. 0 76 57/13 95.

AUTOSCOPE aus ELRAD 2/90 im robusten Stahlgehäuse zu verkaufen, VB 500,— DM. Tel. 02 08/43 12 44.

Verkaufe **PHILIPS OSZILLOSKOP PM 3208 2x20 MHz NEU**. Tel. 02 31/82 08 29.

310 Sennheiser-Ultrasonic microphone 40 KHz a. Nachlaß, NR 4030,— f. 3,50/St. Tel. 05 11/40 57 61.

Verkaufe **ELRAD vollständig** von der ersten Probenummer (11/77) bis 12/91. SFr 480,— en Block. LAZECKI, Möslweg 12, CH-3645 Gwatt.

Trennverstärker ISO-100 BurrBrown 20,— Micro Channel Entwicklungsbrett-Gold 50,— 37-pol.Cannon-Hauben -.25. Tel. 0 72 22/8 16 35.

Ich brauche Platz! Zu Spottpreisen: Bauteile (akt. pass. mech.), Christiani Z80 Labor, Gehäuse, Netz., Lichteif., C't 68K, Comp.Zub., Hifi, PA-Bedarf, Daten., ELRADs C'ts, EPROMs Layoutklebesymb., Lauflaufen, Liste g. Rückp. R.Benker 8590 Marktredwitz, Kaisersteinstr. 30.

Student sucht Informationen über Studienarbeit Mikrocontoller gesteueter Wechselrichter mit Direkt-Einspeisung ins vorhandene Stromnetz. Angebote unter Tel. 0 30/7 52 47 26.

WIR ÜBERNEHMEN IHRE PROGRAMMIERARBEITEN für DOS- Systemprogramme, Steuerungen etc. in C, Pascal, Assembler und Basic. Vogt-Daten-technik W-8920 Schongau Tel. 0 88 61/70 35. [G]

PLATINEN LAYOUT, FILM, PLATINE: 1 DM/PIN LAYOUT, 20 PF/CM² PLATINE. TEL. 0 89/88 09 27 AB 18 H. [G]

Klirrfaktormeßbrücke 339 A, HP, DM 4900 aus Entwicklungslabor, neuwertiger Zustand. Tel. 0 21 73/7 80 60. [G]

SMD-Bauteile • Breites Sortiment, Zubehör, günstige Staffelpreise, keine Mindestmengen, Katalog kostenlos: Bernd Uschwa, Am Nippenkreuz 18, 5300 Bonn 2, Tel. 02 28/34 84 73.

MONACOR-Katalog 91/92. Das Katalog-Paket! 660 Seiten von A wie Audio H wie Halogen und Z wie Zange. Geg. DM 25,—/20,— Schein + DM 5,— in gült. BFM. Preisl. B91 sep. geg. DM 6,— in BFM; Hallo-Preisl. geg. DM 3,— in BFM! Gratis gibt's die EL91-Liste mit Trans./IC's etc. z.B. 8088 DM 5,30 bei RE-KON, PF. 15 33 in W-7880 Bad Säckingen. [G]

Aus Industrierestposten: Stereotuner, UKW/MW/LW, im Gehäuse 28,50 DM 12V erforderlich; wie oben, mit 4 Stationstablen 39,50; Platinenmat. z. Aus-schl. (FS/RF/Comp) Kg 4,75; IC-Sort. div. TTL/CMOS/OP-Amp, 50 Stck. 15,—; ELKO's, versch. Typen, 5-100V, 100 Stck. 7,50; Trans.-Trafo 220V/12-0-12/8-16V 65VA 4,90; RK-Trafo, 220V, 45/38-25V, ca. 140VA 9,40; 220V-Motoren für universelle Antriebszwecke (Prospekt anfordern); Kleinmotoren-sortiment, 12-220V, 5 Stck. 7,50; Motorregelbausteine, Sortiment, 5 Stck. 4,50; Computerzubehör (Tastatur, Mouse, Software, Monitore), Prospekt anfordern. WESTA-electronics R. Wehrhahn, Bonner Str. 20B, D-5205 St. Augustin 1, Tel./FAX. 0 22 41/2 87 29. [G]

X-Y-Schreiber HP 7040A Bereiche 10...5000mV/cm einwandfrei 1500,— (NP 9000,—) und EPSON SQ 2500, 24-Tintenstrahldrucker + 4 Patronen, A3-Format professionell, 1200,— DM (NP 2500,—). Tel. 02 21/37 56 77.

ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1



GEMEINHARDT
Lautsprecher + Elektronik
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42
Telefon: 0 30/7 05 20 73

Postleitbereich 2



Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 0 42 1 / 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: 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



Postleitbereich 3



RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürruper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 2161/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 2166/42 04 66



Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Kreuzfelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal+Versand · Tel. 02135-22064



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1
Telefon 0 2841/3 22 21

**ELSA - ELEKTRONIK**

Elektronische Bauteile und Geräte, Entwicklung, Wartung, Groß- und Einzelhandel, Kunststoffgehäuse für die Elektronik, Lernsysteme

N.Craesmeyer, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

Berger GmbH
Hoepke Str. 184+186
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Tele: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Postleitbereich 5

Leinweber & Bock

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's
Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

Postleitbereich 6

Armin **elektronische
Bauteile
und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 · Tel. 06 41/25 17 77
6300 Giessen

Postleitbereich 7

**Worch Elektronik GmbH**

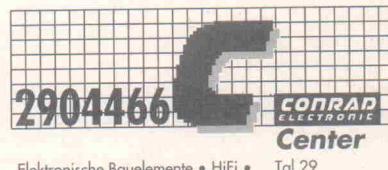
Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (0 711) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 7131/6 81 91
7100 Heilbronn

PHM-Electronic

Vertr. Electronischer Bauelemente
Tel. 0 75 75/24 48 · Fax 0 75 75/29 27
Postfach 11 42 · 7790 Meßkirch

Postleitbereich 8



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

(0 9 41) 40 05 68
Joldbauer Elektronik
Regensburg, Instr. 23
... immer ein guter Kontakt!



Radio - **TAUBMANN**
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (0 9 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu günstigen Preisen

Postleitbereich 8

RH ELECTRONIC

Eva Späth Tel: 0821 - 37 431, Fax 51 8727
Bauteile, Bausätze, Messgeräte.
Sonderposten: Beratung & Service.

CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel
Telefon 0821 - 39 830 Fax: 51 8727
Lautsprecher & Audio Zubehör,
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik
Sat.Antennen Visaton Vertragshändler
Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

Österreich



VERTRIEB ELEKTRONISCHER
BAUELEMENTE UND GERÄTE
COMPUTER UND ZUBEHÖR
HIFI-LAUTSPRECHER
Cart-electronic®

Marktplatz 26
A-4680 Haag/Hausruck
Tel. 07732/3366-0
Fax 07732/3366-6

Bitte Katalog anfordern

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren
von Leiterplatten
Schaft: 1/8" = 3,2 mm
Länge: 1 1/2" = 38 mm
Schneidegeometrie: 130Grad
rechtschneidend
Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm
1/10 mm steigend.
Nur Deutsche Markenware

4.40 10 St. 36.--

Versand: NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste &
Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkvertrag.

Computerwerbung Mac Goof
D-8851 Holzheim
Werbung aus der besten Computerwelt

ELECTRONIC vom BAUBRNHOF E. Späth
Osterstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon: 08276-1818 Fax: 08276-1508

Electronic-Katalog

200 Seiten

kostenlos

bitte anfordern bei

SCHUBERTH
electronic

8660 Münchberg

Wiesenstraße 9 E

Tel.: 09251/6038

Fax: 09251/7431

Händlerliste mit Gewerbenachweis
anfordern!

Kaufen Restposten

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	97	gsh Systemtechnik, München	6	Mutronic, Rieden	96
Andy's Funkladen, Bremen	9	Henzler Elektronik,	99	MWC, Micro Ware Components,	65
axis Technology, Ettingen	31	Weil der Stadt Merklingen	97	Alfer-Oedekoven	65
Bauer Elektronik, St. Wendel	95	Hofmann, Lappersdorf	97	National Instruments, München	15
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr.	98	Hoschar, Karlsruhe	47	Oberbeck, Lemgo	8
Bitzer, Schorndorf	6	hps System Technik, Essen	64	Oktogon, Mannheim	52
Boddin, Hildesheim	96	Innotron, Wuppertal	6	Phytec Meßtechnik, Mainz	104
BTV Technischer Vertrieb, Hannover	6	Isert Electronic, Eiterfeld	103	PoP electronic, Erkrath	84
Bungard Elektronik, Windeck	93	IWT Verlag, Vaterstetten	35, 51	Ramm, Wickelmaschinen, Berlin	96
Burmeister, Rödinghausen	50	Kenwood Electronics, Heusenstamm	7	Ratho Electronic, Hamburg	77
CadSoft Computer, Pleiskirchen	13	Klein Elektronik, Neuhausen b. Pforzheim	97	Redline, Herzogenrath	94
Com Pro Hard & Software Beratung,		Kolter Electronic, Erftstadt-Levernich	6	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven	62, 63
Stuttgart	96	KT-Sicherheitstechnik, Walldorf	94	ROM Elektronik, Krumbach	94
Dittrich, Dr., Braunschweig	84	Layout-Service-Kiel, Kiel	52	Salhöfer Elektronik, Kulmbach	95
Doepfer, Dipl.-Phys., Gräfelfing	97	Lehmann Elektronik, Mannheim	94	Seeger Elektronikversand, Uslar	95
Drau Electronic, Villach	95	Leister Elektronik-Gerätebau,	52	Silzner, Baden-Baden	93
ECA Electronic GmbH, München	89	Kägiswil/Schweiz	52	Späth, Holzheim	101
Eisch electronic, Ulm Gögglingen	8	Lemoso GmbH, München	61	Schuberth, Münchberg	101
Elektronik Laden, Detmold	6, 8	LSV-Lautsprecher, Hamburg	94	Tektronix GmbH, Köln	33
eipro, Ober-Ramstadt	95	Mathies, Rauenberg	97	Tennert Elektronik, Weinstadt Endersbach	94
eMedia, Hannover	93	Merkur elektronik, Berlin	14	Ultimate Technologie, Naarden	2
Engelmann & Schrader, Eldingen	96	A. Mayer Elektronik, Baden-Baden	50	Ventras Technologies, Köln	8
es Lasersysteme, Mössingen	95	A. J. Mayer Import Elektronik, Heimertingen	95	Welü Electronic, Neustadt/Weinstr.	94
Experience Electronics, Herbrechtingen	98	Merz, Computer Electronic Versand, Lienen	94	Wiesemann & Theis, Wuppertal	96
Friedrich, Eichenzell	52	Metec GmbH, Müden/Örtze	6	WM Electronic, Laupheim	93
Fries & Keßler, Rehlingen-Fürw.	96	Movtec, Schütz & Wacht, Schömberg	6	Zeck Music, Waldkirch	77
Gerth, Berlin	47	Müller elektronik, Stemwede	96		
gn electronics, Rutesheim	8	Müller & Weigert, Nürnberg	11		
Grahn, Berlin	95	Müter, Oer-Erkenschwick	94		

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 52-19
Postgiroamt 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:

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge
Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Dörr, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Redaktionsscretariat: Lothar Segner, Carmen Steinisch
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath, Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Totsches, Dieter Wahner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.), Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöffer, 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 52-19
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrberg

Verlagsbüro: Ohm-Schmidt GmbH, Obere Straße 39, 6781 Hilst, Telefon: 0 63 35/51-54, 0 63 35/50 61

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Friedrichstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, 17th Fl., Unit D, One Capital Place Bldg., 18 Luard Road, Wan Chai, Hong Kong, Tel.: (8 52) 5 28 57 27, Fax: (8 52) 5 28 57 16

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel: 0 65-2 26 11 17, Fax: 0 65-2 21 31 04

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel: 0 08 86-2 18 72 46 und 0 08 86-2 7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2 7 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 13 vom 1. Januar 1991

Vertrieb: Wolfgang Bormschein

Produktion:

Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin

Satztechnik (DTP): Thomas Nießen

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/00-0

ELRAD erscheint monatlich

Einzelpreis DM 7,50 (ES 60,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 182,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40, Ausland DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40); Studentenabonnement/Ausland DM 69,- (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG,

Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Osterreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

VERSAND UND ABONNEMENTVERWALTUNG:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring per PB 313, 1382 jl Weesp

Jahresabonnement hfl. 91,-; Studentenabonnement: hfl. 81,-

In Österreich Bestellung über:

EBV - Friederike Sträßler, Marktplatz 26, 4680 Haag

Jahresabonnement: öS 600,-; Studentenabonnement: öS 540,-

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

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 gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungssrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Mauskarte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

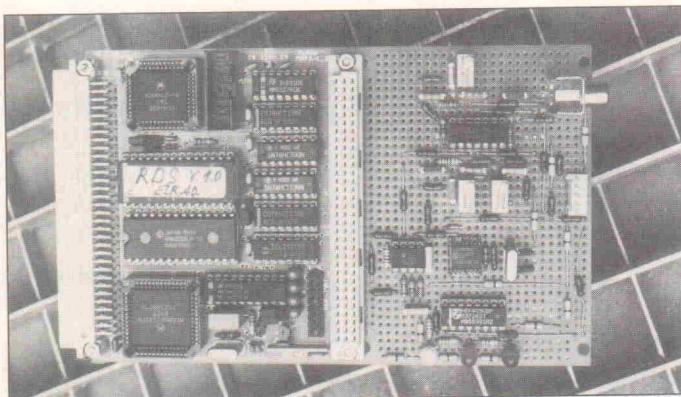
Printed in Germany

© Copyright 1991 by

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

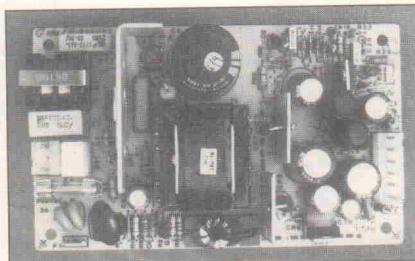
ISSN 0170-1827





MOPS steuert RDS-Decoder

Die Übertragung von Zusatzinformationen zum normalen Hörfunkprogramm ist nicht neu. Bereits seit 1974 sendet die ARD in den Verkehrsfunkprogrammen Signale nach dem Autofahrer-Rundfunk-Informationssystem, wohl bekannter als ARI. Das Radio-Daten-System (RDS), der 'Videotext fürs Radio', ist eine weitere Dienstleistung, die seit geraumer Zeit von allen öffentlichen Sendeanstalten in ganz Europa ausgestrahlt wird. Die bisher wenig bekannten Grundlagen und Möglichkeiten von RDS werden konkret aufgezeigt: als Anwendung von MOPS, dem 68-HC-11-Controllerboard aus Elrad 3-5/91.



gungseinheit abquälen wollen, sind Netzeilmoduln Bauteile im weiteren Sinne. Um Entscheidungskriterien für die Auswahl der 'passenden' Einheit festlegen zu können, hat sich Elrad mit einigen typischen Vertretern der Leistungsklasse bis 200 VA näher beschäftigt.

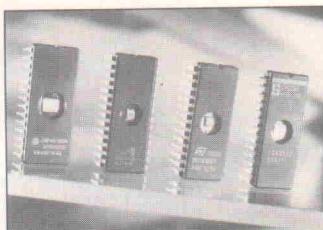
Regelungstechnik auf drei Säulen

Der Einsatz zeitgemäßer Werkzeuge wird das auffälligste Merkmal einer Artikelreihe sein, deren Startschuß in der nächsten Elrad-Ausgabe fällt. Stärkstes Standbein ist der PC-Regelungssimulator 'Flowlearn'. Er erlaubt die sofortige Umsetzung frisch erworbener Kenntnisse und lädt zum Experimentieren ein – ohne den sonst üblichen apparativen Aufwand. Zweite Stütze

ist ein Turbo-Pascal-Realtime-Kernel, unverzichtbar für die Umsetzung von Regelungen in der realen Anwendung. Dritter – aber nicht unwesentlicher Bestandteil der Serie sind regelmäßige Fachbuchrezensionen, die sowohl dem Einsteiger als

Markt: EPROM-Programmiergeräte

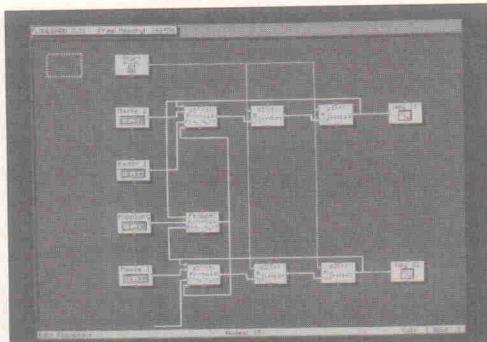
Wer glaubt, daß sie sowieso alle nur das eine tun, nämlich Nullen und Einsen in den Speicher brennen, liegt daneben: Die einen tun es langsam, die anderen schnell, die einen kön-



nen simulieren, die anderen nicht, ja es gibt sogar welche, die können es mit mehreren gleichzeitig. Kurz gesagt, die Bandbreite in Bedienung, Preisgestaltung, Möglichkeiten und Software ist so groß, daß eine Marktübersicht nunmehr fällig ist.

Bussysteme: P-NET

In Deutschland ist er noch recht unbekannt: P-NET, der von einer dänischen Firma entwickelte serielle Feldbus. Seine herausragenden Leistungsmerkmale sind Multi-Master- und Multi-Net-Fähigkeit bei niedrigem Preis. Das einfache Konzept dieses Bussystems macht es auch ideal für die Realisierung von 'intelligenten' Sensorsystemen. Ein weiterer aktueller Beitrag in der Reihe über Bussysteme.



auch dem 'Regelungs-Crack' ausführliche Einblicke in die weiterführende Literatur geben.

Dies & Das

Countdown 91

Systems, Mikrosystemtechnik, Applikationsseminar, Pressekonferenz, DSP-Kongressmesse, Productronica. Oktober und November, die heißeste Zeit des Jahres. Messen und Kongresse stressen die Presse, the same procedure as every year. Die Redaktion hat abgehoben, München-Berlin-Hamburg-München, die Medienjäger 90 sehen Hannover und den Verlag fast nur noch von oben.

Wo ist Kollege A? Sein Autor an der Strippe, dringend. Laut letztem Fax vor fünf Minuten noch im Hotel, leider schon weg. Wo kann er Sie denn erreichen? Heute am Messestand, morgen in der Firma, übermorgen im Ausland.

Wieder Telefon. Wieviel Oberhemden brauchst Du? Gottlob, wenigstens die Logistik klappt. Telefon. Der junge Kollege von der Messe. Er mache, sorry, brauche anschließend eine Woche Urlaub. Ob er das bis dahin bestätigt haben könnte. Der Optimist. Wer jetzt Urlaub macht, ist auch ganz entbehrliech. That's training on the job, man. Was uns nicht umbringt, macht uns stark. Think positive!

Die Sekretärin hat ein Fax für Müller-Transformatoren an die Nummer von Spulen-Maier geschickt. Auch urlaubsreif. Am nächsten Morgen sind die Unterlagen von Maier da, Papierkorb. Im Anschreiben Fr. Maier: Müller habe ihr 'zuständigkeitshalber' unsere Anfrage zugeleitet. Reif für die Insel.

Telefon. Nein, jetzt nicht. Irgendwann muß man doch mal die Sekundärseite des Stoffwechsels ... Vor der Tür zum Naherholungsgebiet ein Kartonagengebirge. Nein, nicht Weihnachtspakete. Sieht aus wie tausend Multimeter. Wieviel sind's denn geworden, hält der Ruf über den Flur. Weiß nicht mehr genau, ruft der Kollege Tester zurück, read the story. Das muß bis zwischen Weihnachten und Neujahr warten, die Zeit für Rückblicke. Apropos Rückblick: Bringt mir den Hinweis 10 Jahre Elrad Laborblätter noch in die Zwölfe? Nein, rufen zwei; bringt dem Leser nichts, einer. Macht zusammen drei, stimmt, ist ja sonst keiner da.

Weihnachten, die streßfreie Zone. Der Countdown läuft. The same procedure as every year.

Sie suchen

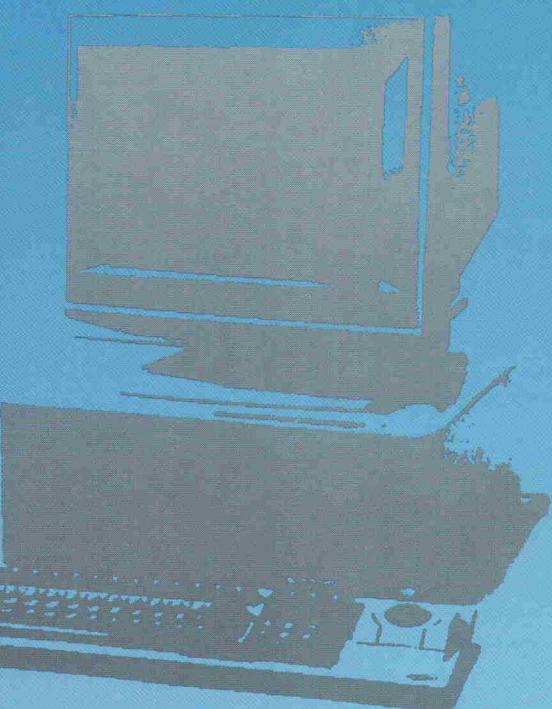
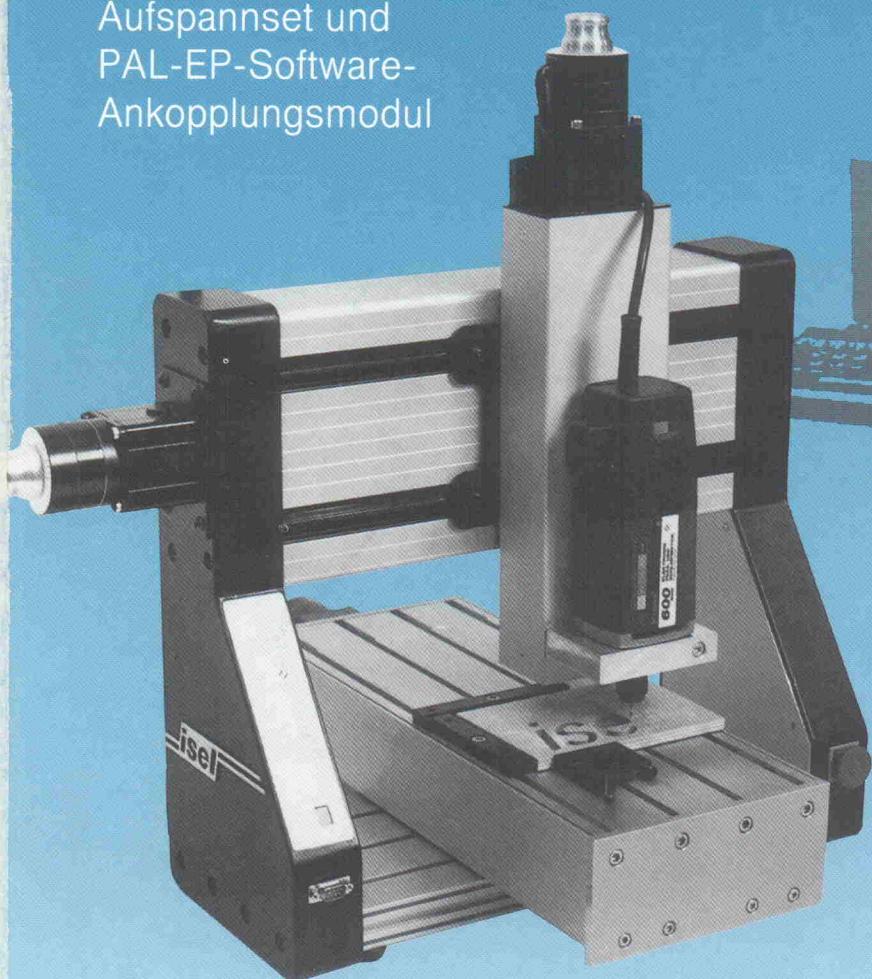
eine präzise Bearbeitungsmaschine zum Bohren, Fräsen, Gravieren ...?

Wir bieten Ihnen

EP 1090

DM 4993,-
incl. MWSt.

die komplette Bearbeitungseinheit
mit integrierter Antriebselektronik,
Bohr-Fräs-Maschine,
Aufspannset und
PAL-EP-Software-
Ankopplungsmodul



2.5D-CNC-Maschine
bearbeitet:
Leiterplatten
Aluminium
Kunststoffe
Holz etc.

... die intelligente Mechanik von

isel automation

Fordern Sie nähere Informationen an.

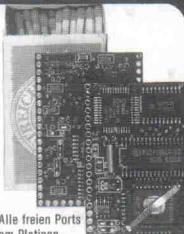


isel automation · Hugo Isert · 6419 Eiterfeld · Im Leibolzgraben 16 · ☎ (06672) 898-0 · Fax 75 75

microMODUL-1

Universelles Mikrocontrollerboard in der Größe einer Streichholzschachtel

- Kompletter Rechner im Format einer Streichholzschachtel
Maße ca. 51x36x8 mm
- Bestückbar mit den Mikrocontrollern 80C31, 80C154 und anderen pinkompatiblen Typen.
- 40 Pin Layout, Raster 2,54 mm
- On Board maximal 64 KByte ROM oder EEPROM
- On Board maximal 128 KByte RAM
- Serielles EEPROM bis 4 KBit
- 8 freie Chip Select-Signale für externe I/O-Schaltungen
- RS485 Transceiver auf Board, dadurch netzwerkfähig mit PHYNET, dem Netzwerk für Mikrocontrollerbaugruppen der 8051-Familie
- Einzige Versorgungsspannung 5 V/ca. 50 mA



PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

miniMODUL-537

Das universelle Mikrocontrollermodul im Scheckkartenformat mit SIEMENS 80C537



- universelles Mikrocontrollermodul im Scheckkartenformat mit SIEMENS 80C537 Controller
- standardmäßig 32 KB RAM und 32 KB ROM
- maximal bis 160 KB RAM (Bankswitching) oder 132 KB RAM und 32 KB EEPROM
- zwei serielle Schnittstellen nach RS232 oder wahlweise RS232 und RS485
- zwölf Analogeingänge
- vier vielfach verwendbare Timer/Counter
- 32 parallele I/O-Leitungen
- netzwerkfähig durch RS485-Schnittstelle
- komfortables Monitorprogramm oder kombiniertes Monitor-Basic
- Kommunikationssoftware für MS-DOS-Rechner
- umfangreiche Entwicklungssoftware wie C-Compiler, Assembler und Simulator/Debugger verfügbar
- Entwicklung, Layouterstellung und Produktion kundenspezifischer Schaltungen durch unseren PHYTEC-Service

Preise: ab DM 230,- (zzgl. MwSt.)
(ab DM 262,20 inkl. MwSt.)

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

phyNET

Preiswertes Mikrocontroller-Netzwerk mit großem Leistungsumfang

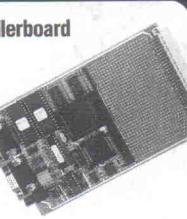
- Multimasternetzwerk für alle auf 8051 Mikrocontrollern basierenden Rechner
- Deterministisches Zugriffsvorfahren (als Prozeß-/Feldbus einsetzbar)
- Flexible Adressierung (Einzel-, Gruppen- und Rundsendungen sind möglich)
- Bis zu 32 Knoten an einem Strang
- Nutzdatenraten von bis zu 200 kBits/s bei 375 kBaud erreichbar
- Störungssichere RS-485 Bustechnologie mit verdreifliger 2-Draht Leitung als Bus
- Hohe Datensicherheit durch frei einstellbare Datenredundanz (0,39 % - 100 %)
- Download und Start von Programmen über das Netzwerk ist möglich
- Buslänge bis zu 500 Metern bei 375 kBaud
- Es wird nur eine serielle Schnittstelle des Controllers, ein Interrupteingang sowie zwei Steuerleitungen benötigt
- Die Netzwerksoftware besteht aus 4 KByte Code und benötigt nur 256 Bytes externes RAM
- Softwareentwicklung mit den gängigen Tools (ASM 535, A51, C51) möglich
- Einfache Programme sind auch in BASIC realisierbar
- Rechneranbindung (PC's) über RS-232, parallel oder PC-Bus Interface
- Eine komfortable Pufferverwaltung für Netzwerkdaten ist bereits im Netzwerkern implementiert

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

miniCON-196

Universelles Mikrocontrollerboard mit 16 Bit Controller INTEL 80C196KC



Universelles Controller-Board im Europaformat 100 x 160 mm mit 16 Bit-Controller INTEL 80C196KC (16 MHz Taktfrequenz)

- Lochrasterfeld 90 x 55 mm zum schnellen Aufbau eigener Peripherieschaltungen
- Bis zu 256 KByte RAM und 128 KByte EEPROM mit 16 Bit Datenbusbreite, durch Bankswitching in 16 KWord Blöcken organisiert
- Bis zu 32 KByte EEPROM mit 8 oder 16 Bit Datenbusbreite bestückbar
- Acht Kanal A/D-Wandler mit 10 Bit Auflösung und Sample & Hold-Stufe
- Eine serielle Schnittstelle wahlweise nach RS232 oder RS485, zusätzliche Treiber für eine zweite, softwaregetriebene RS232-Schnittstelle vorbereitet
- Real Time Clock und RAM batteriegepuffert
- Zwei 16 Bit Counter/Timer, High Speed I/O Ports und PWM Output
- Einzige Betriebsspannung 5 V/ca. 110 mA
- Komfortables Monitorprogramm in Standardlieferumfang
- Entwicklungssoftware für MS-DOS Rechner verfügbar

Preise: ab DM 600,- (zzgl. MwSt.)
(ab DM 684,- inkl. MwSt.)

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

80C535 80C537 Boards

Alle Boards mit 80C535 oder 80C537 Controller jetzt auch mit 80C515A und 80C517A!

Die neuen Features dieser Controller:

- 1 KByte ('515A) bzw. 2 KByte ('517A) internes RAM
- echter 10 Bit A/D-Wandler
- bis 18 MHz Taktfrequenz
- 32 KByte internes ROM (83C515A / 83C517A)
- neue Baudrate-Generatoren
- Hardware Power Down

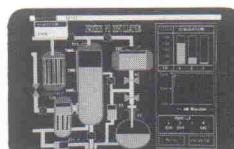
Ab Lager oder in Kürze lieferbar!

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

proVISION

Komplettystem zur Prozeß-Visualisierung auf PC's



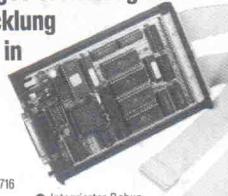
- Menü- und mausgeführte Bedienoberfläche
- Komfortable Erstellung und Verwaltung der Prozeßbilder
- Unterstützung hierarchischer Bilderbäume
- Ablegen häufig benutzter Elemente in Symbolbibliotheken
- Vollgrafischer Editor – auch für andere Zwecke einsetzbar
- Rechneranbindung (PC's) über RS-232, parallel oder PC-Bus Interface
- Eine komfortable Pufferverwaltung für Netzwerkdaten ist bereits im Netzwerkern implementiert
- Steuerprogramm und proVISION laufen unter MS-DOS als zwei EXE-Files parallel
- Außerordentlich günstiger Preis

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

EPROM-Simulator

Ein leistungsfähiges Werkzeug zur Programmierung und Fehlersuche in Hard- und Software



EPROM-Simulator im Europaformat 100 x 160 mm

- Simuliert die EPROM-Typen 2716 bis 2712 (2 K bis 64 K)
- 8 oder 16 Bit Simulation
- Download im INTEL HEX-, MOTOROLA S2 – und Binär-Format möglich
- Ausgang für Resetimpuls der Zielhardware integriert
- Drei Möglichkeiten der Datenübertragung: RS 232 mit automatischer Baudratenerkennung, über die PC-Druckerschnittstelle oder über RS 485-Schnittstelle
- Integrierter Debugmonitor zum Editieren der EPROM-Daten
- Komfortable MS-DOS-Bedienoberfläche
- Integrierte Spannungsstabilisierung ermöglicht den Anschluß handelsüblicher Steckernetzteile
- Zwei Anschlußadapter für DIL-EPPROM's (LCC-Adapter optional)

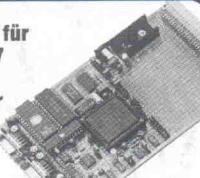
Preise: ab DM 410,- (zzgl. MwSt.)
(ab DM 467,40 inkl. MwSt.)

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

miniCON-537

Das universelle Board für Siemens 80517/80537 Mikrocontroller mit komfortablem Monitor oder Monitor-Basic



universelles Mikrocomputer-Board mit Siemens 80537 Controller

- integrierte Spannungsstabilisierung
- flexible Logik durch Einsatz von CPLD
- komfortables Monitorprogramm oder kombiniertes Monitor-Basic
- Kommunikationssoftware für MS-DOS-Rechner
- Entwicklung, Layouterstellung und Produktion für kundenspezifische Schaltungen auf Basis miniCON-537 durch unseren PHYTEC-Service

Preise: ab DM 395,- zzgl. MWST.
(ab DM 453,72 inkl. MWST.)

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50

PHYTEC-Service

Technische Konzeption und Systemanalyse

Aufzeigen praktikabler Lösungswege, Hinweis auf eventuelle Schwierigkeiten, Kostenvoranschläge

Schaltungsentwicklung

Ergänzung unserer Standardboards mit ihrer Entwicklung, oder komplett neue Entwicklung auf Basis der Controller der 8051-Familie

Layouterstellung

Erstellung fachgerechter Layouts auf der Basis Ihrer bereitgestellten oder von uns entwickelten Schaltungsunterlagen auf unseren CAD-Systemen

Prototypenentwicklung und Nullserienfertigung

Herstellung von Platinen durch bewährte Leiterplattenhersteller. Bestückung und Test in unserem Hause

Softwareerstellung

Keine Softwarekapazität frei oder nicht vertraut mit der Programmierung von Mikrocontrollern? Unser Softwareteam erstellt Ihnen gerne ein Angebot für Ihre Problemlösung

Serienproduktion

Eine komplette Fertigungsline für herkömmliche und SMD-Bestückung/Produktion ist vorhanden. Das Schwerpunkt liegt auf den schnellen und flexiblen Fertigung kleinerer und mittlerer Stückzahlen

PHYTEC

PHYTEC Meßtechnik · Postfach 705 · 6500 Mainz 42
Tel. (0 6131) 58 05 0 · Fax (0 6131) 58 05 50