

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345 E

DM 6,80

öS 58,- · sfr 6,80

bfr 171,- · hfl 9,20

FF 22,50

8/91

8/91



PreView:
Audio Analyser Brüel & Kjær 2012

Test:
Schrittmotor-Controller
Filterkarten für die PC-Meßtechnik

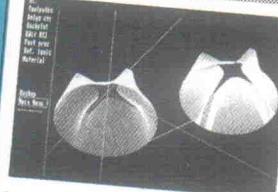
Projekte:
RS 232-Grafikkarte für Controller
Universal-Interface für Atari ST/STE

Design Corner:
HF-OpAmp OPA 660

Grundlagen:
Technik und Einsatz
von Quarzfiltern

Markt:
Alternative
Gerätebeschaffung

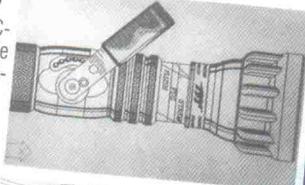
Für Sie ein Auszug aus unserem
Prozeßautomations-Spektrum



MasterCAM
3dim. CAD-CAM-System zur Bearbeitung von Freiformoberflächen

AutoCAD

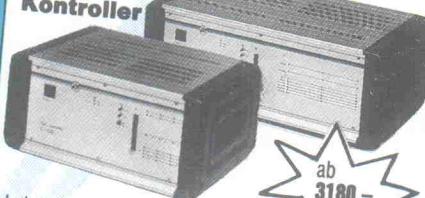
2½-dim. CNC-Treiber für alle gängigen CAD-Systeme ab DM 625,-



PAL-PC

Prozeßautomationsprache mit Teach-In, auch in DIN 66025-Version ab DM 625,-

CNC-Kontroller



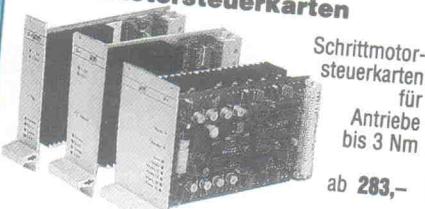
Leistung von 80 VA - 1000 VA für bis zu 3 Achsen

Integrierte Technologien

Schrittmotorsteuerung 36V, 2A mit integrierter Prozessorkarte u. RS 232



Schrittmotorsteuerkarten



Schrittmotorsteuerkarten für Antriebe bis 3 Nm ab 283,-

Schrittmotoren Getriebeschrittmotoren

Elektronisch komмуниerte Motoren von 0,2 bis 3 Nm Abgabeleistung

ab 77,50



Hauptspindelantrieb ISA

Industr. Hauptspindelantrieb 300 VA, DM 2228,-

isel-Präzisionsstahlwellen

Ø 8,10,12,14,16 u. 20 mm, bis 3 m Länge mit und ohne Bohrungen Ra 50 mm, z.B. Präzisionsstahlwelle, Ø 12 mm h6, L 1 m, DM 22,80

isel-Kugelgewindetriebe

Ø 16 mm, Steigung 5, 10 u. 20 mm mit spielfreier einstellbarer Kugelgewindemutter z.B. Kugelgewindemutter 16×5 mm, spielfrei einstellbar



DM 112,-

isel-Doppelspurvorschübe

verdreh sicher, bis 3 m L mit spielfrei einstellbarem Doppelspur-Set 1 u. 2



z.B. Doppelspurführung, L 1 m mit Doppelspurset 1 DM 148,-

isel-Doppelspureinheit

mit Schrittmotor und Kugelgewindetrieb



Verfahrweg max. 1,3 m Wiederholgenauigkeit ± 1/100 mm, z.B. Doppelspureinheit, L 1 m Hub 0,8 m DM 998,-

isel-Doppelspur-Hubvorrichtung

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb Hub max. 75 mm

Wiederholgenauigkeit ± 1/100 mm,

DM 962,-

isel-Doppelspur-Vorschubeinheit

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb



mit Verfahrwegen von

50-1250 mm, spielfrei einstellbar, z.B. Doppelspur-Vorschubeinheit, Verfahrweg 370 mm, DM 1254,-

isel-Doppelspur-Kreuztisch

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb



Hub 50-1250 mm spielfrei einstellbar, z.B. Doppelspur-Kreuztisch, Hub 270×370 mm, DM 2394,-

isel-x/y/z-Portalanlage

mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb, Verfahrwege

50-1250 mm,

z.B. x/y/z-Anlage

Verfahrweg

250×290 mm,

Hub 75 mm,

DM 3705,-



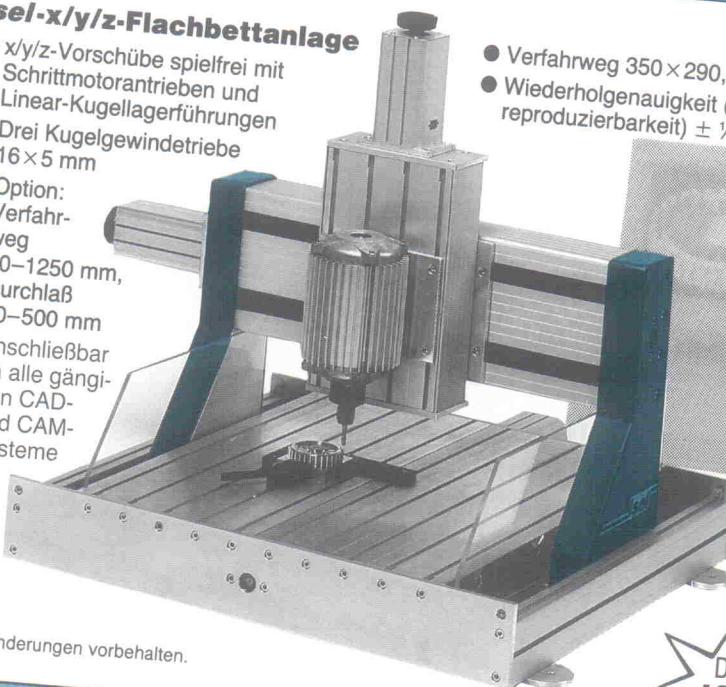
isel-x/y/z-Flachbettanlage

- x/y/z-Vorschübe spielfrei mit Schrittmotorantrieben und Linear-Kugellagerführungen

- Drei Kugelgewindetriebe 16×5 mm

- Option: Verfahrweg 50-1250 mm, Durchlaß 50-500 mm

- Anschließbar an alle gängigen CAD- und CAM-Systeme



Techn. Änderungen vorbehalten.

DM 4330,-

isel
automation

Hugo Isert · Im Leiboltgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493150 · Telefax (06672) 7575



Die Seriensieger

Wanted! Gesucht wird der beste Labgnirps-Programmierer. So der Aufruf zum diesjährigen Programmierwettbewerb auf der Echtzeit'91.

Wer oder was ist Labgnirps? Liest man das Wort rückwärts, kommt man der Lösung näher: Springbal(l) ist eine Erfindung von Professor Gerth vom Institut für Regelungstechnik der Universität Hannover.

Steuern/Regeln unter Echtzeit-Bedingungen. Im Klartext heißt das: man hat 'echt' kaum Zeit, weder für die Regelung, noch um die Aufgabe zu lösen.

Die Aufgabe im Originalton: 'Nach Einnahme einer Bereitschaftsposition durch den Rechner wird der 'Ball' vom oberen Ende der Führungsstange fangen gelassen. Danach soll der 'Ball' vom Rechner so zurückgeschlagen werden, daß der obere Scheitelpunkt seiner Flugbewegung mit Hilfe des Rechners frei gewählt werden kann. Sieger des Wettbewerbs ist, wer dies als erster wie folgt demonstrieren kann: die ersten 20 Schläge lassen den 'Ball' im oberen markierten Bereich anfahren, die nächsten 20 im unteren ...'

Alles klar? Jedes der zehn Teilnehmer-Teams bekam ein mechanisches Modell, dessen Aufgabe es ebenso hätte sein können, Teilnehmer wie Zuschauer in Hypnose zu versetzen. Ein Motor versetzt via Pleuel und Feder einen Hohlzylinder, der sich frei an einer senkrechten Führungsstange bewegen läßt, in Schwingungen. Der Labgnirps – in seiner Mitteilsamkeit recht sparsam – übergibt dem Rechner nur drei Ereignis-

se, auch Bits genannt: Ball ist da, die Pleuelstellung auf viertel vor und die Motorumdrehung; der Computer kann nur mit einem Bit zurückschlagen (Motor ein/aus).

Um 14:00 Uhr der Startschuß: Es ertönt der Hallenblues. Hektisches Blättern in Handbüchern, emsiges Hacken auf Tastaturen, fortwährendes Starren auf die hypnotisierende Bewegung des 'Balls'. Rauchende Köpfe, qualmende Zigaretten, dampfend stöhnende Rechner. Einzelkämpfer, Duette und 'Dreier-Banden' grübeln, diskutieren, beobachten. Immer wieder der ungläubige Blick der Teilnehmer zum Demomodell, wo ein batteriegetriebener 6809-Einplatinenrechner fast schadenfroh zeigt: die Aufgabe ist lösbar. So das Bild der nächsten eineinhalb Stunden.

Nach und nach bilden sich Trauben von Zuschauern um die einzelnen Teams. Kurze Zeit später ist es soweit. Was man auf der Echtzeit'90 noch als Zufall hätte werten können, kristallisiert sich nun als Sieg in Serie heraus. ForTech, das Rostocker Sieger-Team des Vorjahres, zwingt als erste dem 'Labgnirps' eine Schwingung mit konstanter Höhe auf. Und 15 Minuten später ist die 'Sensation' perfekt. ... 18, 19, 20 – die Aufgabe ist erfüllt, und wieder unter ComForth, nur dieses Mal nicht auf einem 'Trabbi' Robotron-Z80-System, sondern standesgemäß auf einem 386-AT.

Worin liegt das Erfolgsrezept? Dem aufmerksamen Zuschauer werden die unterschiedlichen Arbeitsweisen der einzelnen Teams nicht entgangen sein. Ein Bild: Der Meister sitzt auf seinem Thron, die Tastatur in den Händen haltend; die Lehrlinge wagen nur schüchtern die eine oder andere Bemerkung. Ein anderes: Der Eigenbrödler, weder nach links noch nach rechts blickend, sucht seinen

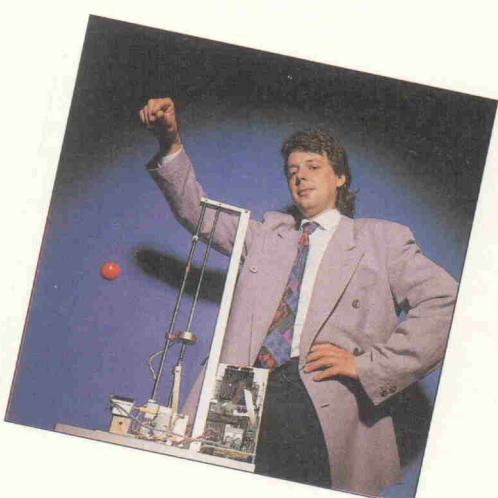
Weg im Alleingang. Beim Rostocker Erfolgs-Team ist Aufgabenverteilung angesagt: Konzeption, Beobachtung und Programmieren. Knappe Diskussionen, jeder gibt seinen Anteil zur Lösung bei.

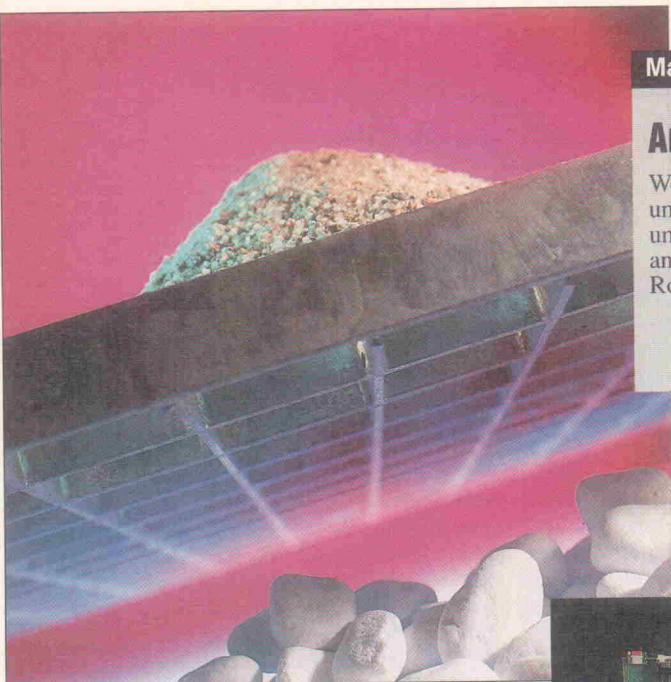
Nicht unerwähnt bleiben sollen auch die restlichen Teams: den zweiten Platz belegte das Forth-Team der Firma Delta t, die mit einem kleinen Muck angetreten waren. Auf Platz drei des Siegertreppchens stand eine Gruppe, die die Aufgabe mit einem AT und Turbo-Pascal gelöst hat. Die beiden PEARL-Teams schafften bis um 18:00 Uhr zwar eine Regelung, erreichten aber nicht die geforderte Schwingungshöhe und belegten – bewertet nach der erzielten Höhe – Platz vier und fünf.

Postskriptum: Die beiden Forth-Sieger hatten die Präzision der Modelle geschickt ausgenutzt und mit einer einfachen Steuerung das gesteckte Ziel erreicht. Professor Gerth gestand anschließend, er habe nicht damit gerechnet, daß Labgnirps durch eine pure Steuerung, 'try and error' sowie eine gute Beobachtungsgabe in der Kürze der vorgegebenen Zeit zu lösen wäre.

Peter Nonhoff

Peter Nonhoff



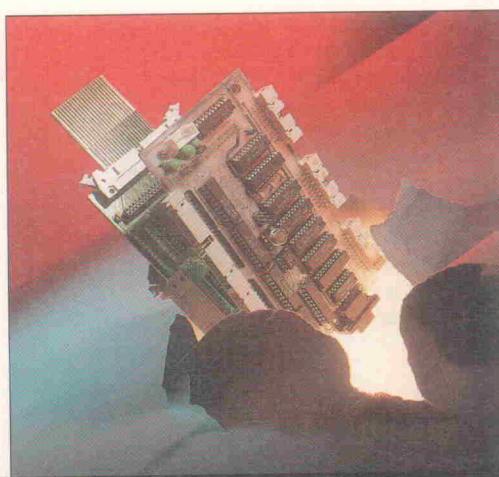


Markt

Angepaßte Tiefen

Wenn es gilt, analoge Signale mit digitalem Equipment zu erfassen und/oder auszuwerten, wird das Meßergebnis durch das Meßverfahren unter bestimmten Bedingungen verfälscht. Paßt man das Eingangssignal an das Meßverfahren an, so spielt die zu erwartende Verfälschung keine Rolle mehr. Dieser Sachverhalt ist Bestandteil des Artikels ab

Seite 49



Hardware

Der Aufmacher II

Der Atari öffnet sich nun noch weiter. Auf die Grundplatine 'Der Aufmacher' aufgesteckt, erweitern sich die Möglichkeiten dieses Universal-Interface erheblich: Im Duett verhelfen der Aufmacher I und II dem Atari ST zu insgesamt 48 digitalen Ein- und Ausgangsleitungen sowie zu acht analogen Ein- und Ausgängen. Die AD-/DA-Wandler arbeiten jeweils mit einer Auflösung von acht Bit. Mit einer komfortablen Test-Software können alle Kanäle auf einen Blick kontrolliert und eingestellt werden.

Seite 26

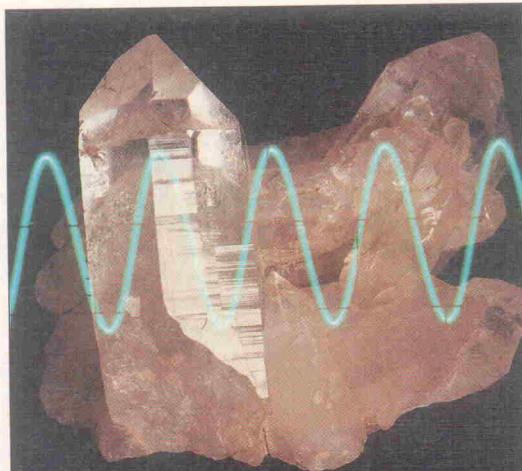


Test

Quickstep

Der Schrittmotor hat seine Vorteile: als digitale Antriebskomponente eignet er sich hervorragend für Leistungsantriebe. Die Einsatzpalette reicht von einfachen Positionier- bis hin zu komplexen Mehrachsensteuerungen. Die Redaktion hat sich auf dem Markt umgetan und einige Schrittmotor-Controller-Baugruppen unter die Lupe genommen. Als erstes sollte man aber den Grundlagenbeitrag auf Seite 34 lesen, um die Leistungsfähigkeit der Testkandidaten richtig würdigen zu können.

Seite 37



Grundlagen

Quarzfilter

Quarze stellen sich für den Elektroniker als Schwingkreise dar und lassen sich dank ihrer hervorragenden Langzeitstabilität bestens als Zeitreferenzen verwenden. Selbstverständlich kann man diese Eigenschaften auch dann ausnutzen, wenn man ein Filter mit hoher Güte und Stabilität benötigt.

Seite 62

Messen in Zeit und Raum

In der Vergangenheit dominierten in der Audio-Meßtechnik eigenständige Gerätelfamilien für Pegel-Zeit-, TDS- und FFT-Verfahren. Die dänischen Präzisionsfanatiker stellen nun mit ihrem neuen Audio-Analysator 2012 einen kombinierten Meßplatz vor, bei dem alle drei Verfahren in einem Gerät vereinigt werden sollten.

Seite 17

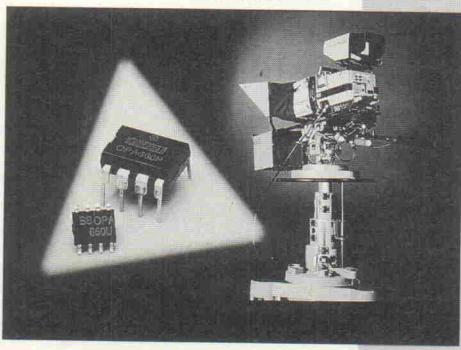
Design Corner

Der Diamond-Transistor

Spot an, Kamera läuft, 'Diamond-Transistor', die erste! Seit Ende letzten Jahres bietet Burr-Brown mit dem OPA 660 ein neues, universelles Makroelement an. Die monolithisch integrierte Schaltung beinhaltet eine spannungsgesteuerte Stromquelle, den sogenannten Diamond-Transistor (DT) und einen Push-Pull-Buffer. Der DT verhält sich in vielerlei Hinsicht wie ein idealer Transistor.

Neben Standardapplikationen kann der OPA 660 als Transconductance-Verstärker oder Current-Feedback-Verstärker beschaltet werden. Eine Besonderheit ist, daß sich bei höheren Ausgangspegeln das Verstärkungsbandbreitenprodukt vergrößert. Das Großsignalverhalten ist also gleich dem Kleinignalverhalten. Mehr über die Geheimnisse des Diamond-Transistors verrät die Design Corner ab

Seite 44



Inhaltsverzeichnis

Seite

Editorial	3
Briefe	7
aktuell	
Meßtechnik	8
Stromversorgung	10
CAD	12
Hardware	14
Echtzeit'91	16
PreView	
Messen in Zeit und Raum	17
Markt	
Alternativen zum Gerät-Neukauf	21
Hardware	
Der Aufmacher II	26
Antriebstechnik	
Wechselschritt	34
Test	
Quickstep	37
Design Corner	
Der Diamond-Transistor	44
Markt	
Angepaßte Tiefen	49
Steuerungstechnik	
FlexControl (3)	56
Grundlagen	
Quarzfilter	62
Hardware	
Seriell nach Hercules	72
Programmierung	
Signalverarbeitung in C (4)	78
Arbeit und Ausbildung	82
Die Elrad-Laborblätter	
MOSFET-Halbbrücken in SMT (2)	83
Mathematik	
Ableitungen anschaulich	86
Elektronik-Fachgeschäfte	100
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Gebr. Meß- u. Prüfgeräte zu günstigen Preisen

★★★HTB ELEKTRONIK★★★

Wir bieten Gebrauchtgeräte aus Leasing, Restposten, Konkursmassen, Behördenbeständen etc. Alle angebotenen Geräte sind von marktführenden Herstellern. Das Angebot reicht von „A“ wie Analyzer bis „Z“ wie Zubehör. Sollte Ihr gewünschtes Gerät nicht am Lager sein, können wir dieses meistens kurzfristig beschaffen. Auf Anfrage senden wir Ihnen gerne unsere gültige Lagerliste zu.

HTB ELEKTRONIK

Alter Apeler Weg 5, 2858 Schiffdorf
Tel. 047 06/7 44, Fax 047 06/7 49



BOARDMAKER®

Schaltplan & Leiterplatten-Layout auf PC/AT für DM 495,-

- SMD und Multilayer
- 30.000 Datenelemente
- WYSIWYG-Display (VGA, EGA, CGA & Hercules)
- Große Bibliothek
- Matrix- & Laserausdruck
- HPGL-Plotter
- Gerber-Photoplot
- Excellon, Bohrdaten
- Schaltungs-CAD
- getestet in ELRAD 12/90
- kein Koperschutz; Optionen: BoardRouter, Autorouter
- OrCAD-Netzlisten
- GERBER-Viewer

Rufen Sie jetzt das kostenlose **BoardMaker** Infomaterial und die Demodiskette ab!



Systemelektronik GmbH

Postfach 2928, 7500 Karlsruhe 1, Tel. 0721/37 70 44, Fax 0721/37 72 41

Tel. 0721 / 37 70 44

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, c1 und ELRAD.

Den Katalog können Sie kostenlos bei uns anfordern.

ELEKTRONIK
LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88
4930 DETMOLD 18
Telefon 05232/81 71
Fax 05232/861 97

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

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

320 W sin/4 Ohm, K \leq 0,002%, TIM nicht messbar, 0–180 000 Hz, Stewrate \geq 580 V/ μ s, DC-Offset 20 μ V, Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibser Str. 74, 7255 Rutesheim
Telefon 07152/55075, Telefax 07152/55570

TEASY
TIMECODE

Timecode-Verarbeitung im PC

PC-Einsteckkarte ♦ SMPTE-Timecode-Reader und Generator ♦ videosynchronisierbar ♦ RS232, RS422, 24bit I/O on board ♦ TEASY-Toolbox (umfangreiche Timecode-Bibliothek für MSC und TurboC) ♦ für Licht-, Ton-, Video- und Schnittplatztechnik, Messestände, Ablaufsteuerung von Präsentationen und Shows ♦ Service und Herstellung in Deutschland ♦ TEASY 1.2 komplett DM 2850,-



DDE Dialog GmbH
Problemlösungen in Hard- und Software
Arndtstr. 12
8500 Nürnberg 90
Tel. 0911/397494 FAX 397383

Sondernormdecoder

Schaltverstärker zur Darstellung von Astra 1a PAY-TV Programmen

Ab sofort Geräte der zweiten Generation

- 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.

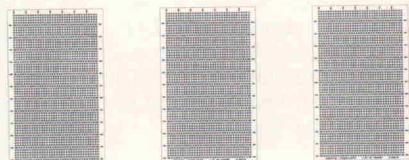
Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung

Turnerstraße 15 Tel. 050 52-83 05
3102 Hermannsburg Fax. 050 52-83 06

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

SMD-Fädelkarte
für Laboraufbauten

- ★ 35 x 60 pads = 2100 Lötpads pro Seite
- ★ Ø 0,4 mm gebohrt und durchkontaktiert
- ★ Bestücken auf B-Seite, Verdrahten auf L-Seite
- ★ Material: FR4, CU 35 μ , Blei/Zinn
- ★ Maße: 50 mm x 80 mm



ICOMatic GmbH

Industriestr. 30 · 4794 Hövelhof
Telefon: 052 57/50 06 42
Telefax: 052 57/50 06 51



MICROCAP III

P&P-HITECH

Design + Simulation. Bevor Schaltungsideen in die Falle gehen

- Schaltungs-Design, Experiment & Simulation in einem Paket auf PC, AT oder PS/2
- Spice-kompatibel
- Schaltungs-CAD & Bauteleditor
- Temperatur- & AC/DC-Analysen
- Transienten-, Fourier- & Noiseanalysen
- Monte Carlo serienmäßig
- Support für viele Drucker & Plotter
- über 4.000 mal im Einsatz
- Basisversion (5–10 Knoten) schon ab 345,- DM

Rufen Sie jetzt den kostenlosen **HOSCHAR MICROCAP III Farbprospekt** und die Demodiskette ab!

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

Postfach 2928, 7500 Karlsruhe 1, Tel. 0721/37 70 44, Fax 0721/37 72 41

Tel. 0721 / 37 70 44

Klirrarme Zeilenendstufe

Zum Röhrenverstärker 'Volles Haus', Heft 6/91 erreichte uns folgende kritische Anmerkung:

Jemandem, der heutzutage Röhrenverstärker entwickelt, sollte die Entgleisung mit der im Text erwähnten 'Beam-Power-Röhre' eigentlich nicht passieren. Handelt es sich hier doch nicht um eine besondere Bauform, sondern mehr um die Anwendung, denn Beam-Power-Tube heißt schlicht und einfach 'Zeilenendröhre'. Es sollte eigentlich einleuchten, daß bei der Entwicklung solcher Röhren das Klirrverhalten so ziemlich zuletzt interessiert hat und einfach nicht an das Verhalten einer waschechten NF-Endröhre heranreicht.

Die im Artikel erwähnte und untersuchte KT 88 konnte sich hierzulande vermutlich nur deswegen durchsetzen, weil sie nicht den tödlichen Anodenhub der hiesigen Color-TV-Beam-Power-Röhren (PL 519) aufweist.

Electronic Consulting
Johannes Assenbaum
Wohnschiff 'Bär von Berlin'
3250 Hameln

Elkos in Röhrenverstärkern?

Aus einer Zuschrift zum Projekt '3-Sterne-Eintopf' in Heft 10/90 und zu anderen Röhrenschaltungen:

Ich konnte mich auf der 'Scala 90' in Frankfurt von der akustischen Qualität dieser Endstufen überzeugen: Sie klingen hervorragend. Jedoch muß sich der Konstrukteur und Autor Ihres 'Eintopf'-Artikels die Anmerkung gefallen lassen, daß er sich hier wohl etwas arg an Transistorschaltungen orientiert.

Jedenfalls sind Elkos als Koppelkondensatoren im High-End-Bereich schon lange verpönt und in Röhrenschaltungen sogar äußerst kritisch, auch bei 'hochgezogener Kathode'. Ohne auf Schaltungsphilosophien eingehen zu wollen, sollte darauf geachtet werden, daß in Röhrenschaltungen als Kopplungskondensatoren nur Folienkondensatoren bester Isolation verwendet werden dürfen; die Verwendung von Elkos kann nicht nur zu Schäden an den Röhren selbst, sondern auch an angeschlossenen Quellen führen, von den akustischen Eigenschaften einmal abgesehen. Dies betrifft ebenso Ihren 'Röhrling' aus Heft 7 und 8/89.

Ebenfalls kritisch ist die 'Soft-start'-Schaltung. Wie der Autor sehr richtig ausführt, ist 'Unterheizung' kritisch, insbesondere für teure Endröhren. Im Artikel weisen Sie auf Seite 26 darauf hin, daß der Anheizvorgang etwa 2 min dauert. Die Anlaufzeit der Hochspannungsstabilisierung nach 'Bild 4' schätze ich auf bestenfalls ca. 20 s; sollte das nicht stimmen – Ihr Vorteil. Jedoch gilt allgemein, daß die Hochspannung bei empfindlichen Röhren erst dann angelegt werden darf, wenn die Kathode vollständig aufgeheizt ist. Ansonsten würde die Röhre aufgrund zeitweiliger Unterheizung bei jedem Anlaufvorgang geschädigt. Dies ist bei der Entwicklung unbedingt zu beachten, besonders, wenn auch der Heizkreis langsam hochgefahrt wird.

Stefan-Ernst Gibbert
6500 Mainz

Ein Blick in alte Schaltungsunterlagen zeigt tatsächlich, daß Elkos nur selten als Koppelglieder verwendet wurden. Das dürfte aber weniger mit 'Klang' und 'HiFi', sondern mehr mit mangelhafter Fertigungsqualität sowie häufigen Ausfällen der damaligen Elkos zu tun gehabt haben – die Platzprobleme seien hier nur am Rande erwähnt. Daher ist zu bezweifeln, daß Elkos heutiger Produktion aus diesen Anwendungsfeldern herausgehalten werden sollten: Weder im Netzteil noch am Ausgang, wo er die Anodenspannung vom nachfolgenden Gerät fernhält, darf der Elko hochgehen; bei des hätte spektakuläre Folgen!

Als Beitrag zu dem schon länger geführten Grabenkampf Elko gegen Folie kann ein Satz aus obiger Zuschrift gelten: 'Sie (die Endstufen) klingen hervorragend.' – Trotz Elkos!
(Red.)

Nachträge und Berichtigungen

Mathematik-Programme

Die im Rahmen der Mathematik-Reihe in Elrad veröffentlichten Programme und Listings sind direkt vom Autor auf Diskette erhältlich. Die Adresse lautet:

Franz-Peter Zantis
Albert-Schweitzer-Str. 10
W-5110 Alsdorf
Tel.: 0 24 04/6 96 22

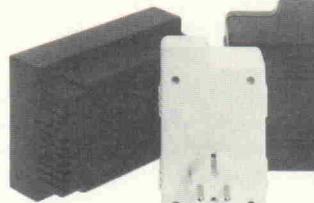
Leergehäuse für Steckerladegeräte

mit und ohne angespritztem Stecker aus antistatischem, schlagfestem, flammenhemmendem Kunststoff (UL 94 V1). Bitte Katalog anfordern.

Lieferung erfolgt durch den Fachhandel

LOTHAR PUTZKE

Vertrieb von Kunststofferzeugnissen und Steuerungs-Geräten für die Elektronik, Postfach 47 Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Tel. (05102) 42 34, Telex 9 230 469, Fax (05102) 40 00



pop
electronic GmbH

Xaruba



Im neu erschienenen Fachhandels-Katalog zeigt Pop ein umfassendes Programm hervorragender, preiswerter Elektronik:

- mechanische Bauteile (Knöpfe, Griffe)
- Opto-Elektronik (stark erweitert)
- sehr umfangreiches Meßgeräte-Programm
- Lötgeräte, Laborzubehör, Werkzeug (NEU!)
- Telefone, Anrufbeantworter und Zubehör (NEU!)
- Mischpulte, Mikrofone, Kopfhörer
- Alarmanlagen und Zubehör

Händler fordern den Katalog bitte schriftlich oder per Fax an (bitte Fotokopie der Gewerbeanmeldung beifügen).

POP electronic GmbH
Postfach 22 01 56 · D-4000 Düsseldorf 12
Tel. 02 11/2 00 02 33-34 · Fax 02 11/2 00 02 54
Telex 8 586 829 pope d

Vom Schaltplan zur Platine

- Leiterplattenentflechtung (einseitig bis Multilayer, auch SMD)
- Muster- und Serienfertigung
- FotoplotService
- Eildienste

ANRUF GENÜGT !

Tel.: 0 2106/49236

Lipinski • Niendorf • Busch
Robert-Koch-Str. 43
4047 Dormagen 1

20-MHz-Funktionsgenerator mit IEEE-Schnittstelle

Aufgrund der serienmäßig vorhandenen IEEE-Schnittstelle eignet sich der neue Funktionsgenerator TOE 7725 der Firma Toellner für den Einsatz in rechnergestützten Meß- und Prüfsystemen. Wie der Hersteller versichert, zeichnen sich die Geräte, die einen Frequenzbereich von 2 mHz bis 20 MHz überstreichen, ferner durch ein hohes Maß an Bedienkomfort im manuellen Betrieb aus.

Sämtliche Betriebsparameter lassen sich wahlweise direkt mit Hilfe eines Zahlentastenblocks oder über Inkrement-/Dekrement-Tasten einstellen bezie-

hungsweise ändern. Hierzu zählen neben dem bereits erwähnten Frequenzbereich die Spitze-Spitze-Ausgangsspannung mit maximal 20 V, der Offset von ± 10 V, die im Bereich 10 %...90 % einstellbare Symmetrie sowie die Verstärkung in der zusätzlichen Betriebsart 'Verstärker'. Dabei wird der numerische Wert auf dem sechsstelligen Display angezeigt, während in die Tasten integrierte LEDs die jeweils aktivierte Funktion anzeigen. Zu den weiteren Features zählen ein Wobbler mit einer Periodendauer zwischen 1 ms und 1000 s sowie verschiedene Wobbelcharakteristiken, eine Trigger/Gate-Funktion und ein über 10^6 Perioden einstellbarer Counted Burst. Die Möglichkeit, bis zu zehn komplett Geräteeinstellungen netzauffallsicher abzuspeichern, rundet das Leistungsspektrum des Generators ab.

Toellner Electronic
Instrumente GmbH
Gahlenfeldstr. 31
W-5804 Herdecke
Tel.: 0 23 30/7 30 23
Fax: 0 23 30/7 14 95



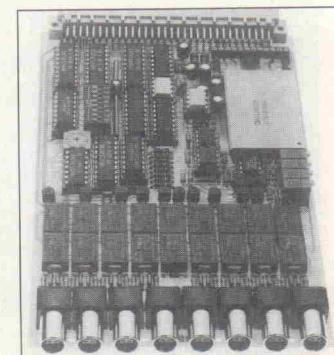
Mehrkanalige Temperatur erfassung

Die Thermoelement-Basiskarten IF 241 und IF 242 der Firma Hude wurden für das Meßdatenerfassungs- und Steuerungssystem Interfacer 4 entwickelt. Sie verfügen über jeweils acht Eingangskanäle und sind für Thermoelemente des Typs J, K und E (IF 241) beziehungsweise R, S und T (IF 242) vorgesehen. Eine Erweiterung auf 128 Eingangskanäle ist mit 15 achtkanaligen Erweiterungskarten möglich. Die für jedes Thermoelement vorgesehene eigene Steckverbindung und die zusätzliche galvanische Entkopplung der Thermoelementkanäle untereinander über thermospannungsarme Eingangsrelais unterbindet eine Verschleifung der Thermosignale in vielkanaligen Applikationen.

Die Temperatur an allen Steckverbindern wird durch einen Metallblock konstant gehalten und mit einem Pt-100-Sensor erfaßt. Sie dient als Bezugstemperatur zur Kaltstellenkompensation. Eine Linearisierung der Thermoelements signale erfolgt

mit einem Polynom im Systemprozessor. Dieser ermöglicht eine Ausgabe des Sensorsignals in mV sowie die Ausgabe des korrigierten und linearisierten Signals in °C, °F, °R und K. Die Signalauswertung erfolgt dabei unter Einsatz eines driftarmen Differenzverstärkers, dem ein 16-Bit-A/D-Wandler mit integriertem S&H-Verstärker nachgeschaltet ist. Ein DC/DC-Wandler erzeugt die notwendigen Versorgungsspannungen und stellt die galvanische Entkopplung zum System her. Optokoppler gewährleisten eine Trennung aller Digitalsignale.

Hude Datenmeßtechnik GmbH
Gewerbestraße Süd 55
W-5140 Erkelenz
Tel.: 0 24 31/20 28
Fax: 0 24 31/7 17 61



Sprechendes Multimeter

Ein echtes Novum im Bereich Meßgeräte ist das Multimeter HHM 1 von Newport: es ist in der Lage, die jeweils gemessenen Werte akustisch mitzuteilen. Das austauschbare Sprachmodul gestattet eine Ansage wahlweise in deutscher, englischer oder japanischer Sprache. Das HHM 1 erfaßt Spannungen, Ströme, Widerstände und Temperaturen. Im Spannungs- und Widerstandsmessbereich erfolgt dabei eine automatische Bereichsumschaltung. Der Anzeigebereich beträgt ± 3999 , für die maximale DC-Meßabweichung gilt ein Wert von 0,25 %. Wechselspannungen und -ströme mißt das Multimeter HHM 1 im Bereich 50 Hz...10 kHz als true-RMS-Werte.

Für Temperaturmessungen stehen zwei Eingänge zur Verfügung. Als Sensor dienen dabei NiCr/Ni-Thermoelemente des Typs K. Der Meßbereich um-

faßt Temperaturen von -200 °C bis 1370 °C, die man wahlweise auch in Grad Fahrenheit auslesen kann. Ohne Sprachausgabe liefert eine 9-V-Batterie den Betriebsstrom für rund 500 Betriebsstunden; mit Daueranfrage sinkt dieser Wert auf 20 Stunden. Bei Abmessungen von 180 mm \times 81 mm \times 60 mm weist das Gerät inklusive Batterie und Sprachmodul eine Masse von 450 g auf.

Newport Electronics GmbH
Gäustr. 26
W-7269 Deckenpfronn
Tel.: 0 70 56/30 17
Fax: 0 70 56/85 40



Meßwertdrucker

Ihre Produktpalette der frei konfigurierbaren Registriergeräte Logoprint hat Firma Juchheim um einen Meßwertdrucker mit Thermodrucksystem erweitert. Je nach Geräteausführung verfügt der 144 mm \times 144 mm große Meßwertdrucker über sechs Eingänge für Strom und Spannung – 0(4) mA...20 mA, 0 V...1(10) V – oder über spezielle, der jeweiligen Registrieraufgabe angepaßte Eingänge, beispielsweise für Thermoelemente, Widerstandsthermometer oder digitale Meßumformer. Alle für den Betrieb erforderlichen Parameter werden über die frontseitige Tastatur eingegeben oder aufgerufen. Den Geräteeingang muß man hierzu nicht herausziehen. Die Anzeige der Meßwerte übernimmt ein LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung. Ein Thermodruckkopf bringt den Tabellen- oder Kurvenausdruck in einer Breite von 80 mm zu Papier.

Den Meßwertdrucker kann man mit einer Memory Card zur Konfiguration des

Geräts beziehungsweise zur Sicherung der Konfigurationsdaten sowie zur Meßdatenspeicherung ausrüsten. Die Datenschnittstelle RS-232-C, RS-422/485 fragt die Momentanwerte ab, ebenso können Grenzwertüberschreitungen gemeldet, Texte geschrieben und der Papierzuschub sowie Betriebsparameter geändert werden. Der Meßwertdrucker verfügt über ein getaktetes Netzteil, dem man eine Wechselspannung von 24 V, 110 V oder 220 V zuführt. Möglich ist auch der Betrieb mit einer Gleichspannung von 24 V.

M. K. Juchheim GmbH & Co.
Moltkestr. 13 - 31
W-6400 Fulda
Tel.: 06 61/60 03-0
Fax: 06 61/60 03-500



Heavy-Duty-Multimeter

Das neue 3 3/4-stellige Digitalmultimeter MIC-3200 von Meter International verfügt über



die Möglichkeit, zwei frei programmierbare Alarmpiegel einzugeben. Zudem besitzt das von Brenner Elektronik vertriebene Gerät neben dem Meßwertspeicher eine intelligente Data-Hold-Funktion: Das Multimeter gibt nach dem Erfassen des ersten sicheren Meßwerts einen Summtom ab und zeigt den gemessenen Wert rund 3 s lang im Display an. Diese Zeit reicht aus, um einen Blick auf die Anzeige zu werfen und den Wert sicher abzulesen. Beide Funktionen sind wichtig beim Messen an schwer zugänglichen Stellen oder bei schlechten Sichtverhältnissen.

Weitere Funktionen des Multimeters MIC-3200 sind die automatische Speicherung des minimalen und maximalen Meßwerts, automatische und manuelle Bereichswahl, Relativmessungen, dBm-Messungen, Logiktest für TTL- und CMOS-Pegel mit optischer und akustischer Pegelanzeige, Fast-Mode mit 20 Messungen pro Sekunde (auch für den Bar-Graph) sowie die automatische Abschaltung nach 60 Minuten meßfreier Zeit. Die Geräte werden vom Werk mit 6 kV getestet, sind wasserdrift sowie beständig gegen die meisten Säuren und verfügen über abgesicherte Strommeßbereiche (400 mA und 20 A). Für die Fallfestigkeit nennt der Hersteller einen Wert von 6 m auf Beton. Das Gerät wird mit einem umfangreichen Handbuch, Ersatzsicherungen, Meßleitungen und Batterie geliefert. Der Preis beträgt 204,- DM plus MwSt.

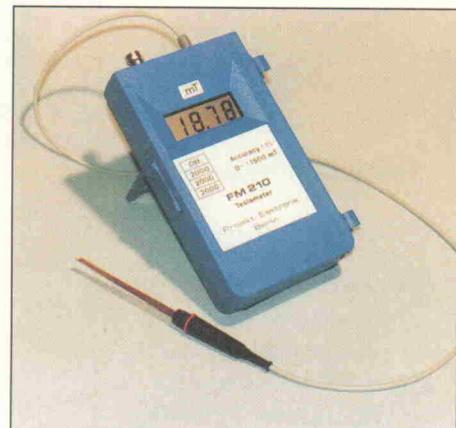
Brenner Elektronik & Meßtechnik
Kerneigenstr. 1
W-8348 Wittibreut
Tel.: 0 85 74/2 95
Fax: 0 85 74/8 52

Teslameter mit Analogausgang

Das Magnetfeldmeßgerät Teslameter FM 210 der Firma Projekt Elektronik stellt die Low-Cost-Version des bewährten FM 202 dar. Es arbeitet netzunabhängig, hat eine 3 1/2-stellige LC-Anzeige und drei Meßbereiche mit einem Anzeigegumfang von 0,01 mT bis 2 T (0,1 G bis 20 kG) mit einer Toleranz von $\pm 1\%$. Ein Vorzeichen zeigt die Polarität des Magnetfelds an. Das FM 210 kann man zur Messung von Gleich- sowie Wechselfeldern bis 35 kHz einsetzen. Bei einer Wechselfeldmessung kann es wahlweise den positiven oder negativen Spitzenwert anzeigen. Dank der drei Meßarten kann man somit den Minimal-, Maximal- und Mittelwert sowie den Spitze-Spitze-Wert eines überlagerten Wechselfeldes bestimmen.

Eine weitere Besonderheit des Teslameters FM 210 ist sein Analogausgang, den man beispielsweise für die Meßwertdarstellung auf einem Oszilloskop oder Schreiber, für die Meßwerterfassung mit einem Rechner oder zur Feldregelung nutzen kann. Die sehr flexible Sonde hat eine Dicke von lediglich 0,7 mm und ermöglicht somit Messungen in kleinen Luftspalten und an schwer zugänglichen Stellen.

Projekt Elektronik GmbH
Stubenrauchstr. 72
1000 Berlin 41
Tel.: 0 30/8 51 13 11
Fax: 0 30/8 52 80 18



Wir wollen,
daß Sie leicht
zu prima
Meßergebnissen
kommen.

KENWOOD

KENWOOD ELECTRONICS DEUTSCHLAND GMBH · REMBRÜCKER STRASSE 15 · 6056 HEUSENSTAMM · TELEFON (06104) 69010 · TELEFAX (06104) 63975



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.

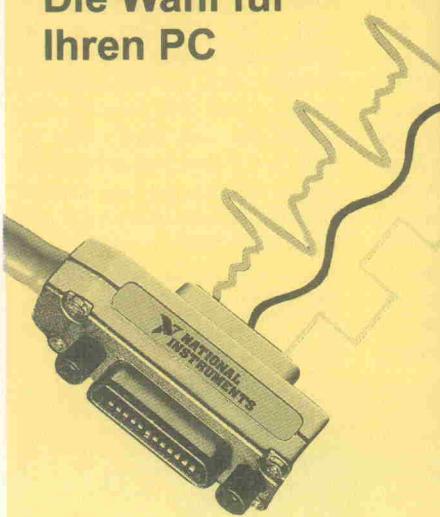
Fragen Sie uns nach weiteren, detaillierten Informationen über den DCS-8200.

Einige Besonderheiten des DCS-8200

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

IEEE-488.2

Die Wahl für
Ihren PC



...nach dem neuen Standard

Hardware

- NAT4882™ 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 Entfernen
- "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 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) 846 866 • SPAIN (908) 604 304
SWITZERLAND (056) 45 58 80 • UNITED KINGDOM (0635) 523 545

© Copyright 1991 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Stromversorgung

60 W im Einschub

Wegen der außerordentlich großen Nachfrage nach dem 60-W-Netzteileinschub PK 60 FKK hat sich Bicc-Vero entschlossen, diese Serie weiterzuentwickeln. FKK hat übrigens nichts mit der Körperkultur gleichen Namens zu tun, sondern steht für 'Frontkühlkörper'. Mit den neuen Netzteilen Monovolt PK 30 FKK und Bivolt PK 30 FKK wird jetzt auch der Leistungsbereich um 30 W abgedeckt. Bei dem ebenfalls neu herausgebrachten Trivolt PK 60 FKK stehen dem Anwender sogar drei Ausgangsspannungen mit einer Gesamtleistung von 60 W zur Verfügung.

aktuell

Alle Schaltnetzteile mit Frontkühlkörper weisen bis zu einer Temperatur von 70 °C im Baugruppenträger keinen Leistungsabfall auf. Durch Umschalten kann man eine Eingangsspannung von 110 V AC oder 220...240 V AC wählen. Die Netzteile passen in handelübliche 19"-Einschubträger, sie sind in einem Metallgehäuse untergebracht.

Der elektrische Anschluß erfolgt über kodierte H15-Steckverbinder; das standardeinteilte Pinning erlaubt den Austausch mit Geräten anderer Leistungen. Zur Gewährleistung der Sicherheit sind die Ausgänge mit einer Schutzkleinspannung (SELV) versehen. Die Isolationsfestigkeit wurde gemäß VDE 0805/IEC 950 geprüft.

Bicc-Vero-Electronics
Carsten-Dressler-Str. 10
W-2800 Bremen 61
Tel.: 0421/84 07-0
Fax: 0421/84 07-222



Von 150 W bis 32 kW

Bei den bisher üblichen Labornetzgeräten beschränkte sich die Regelung der Ausgangsgrößen auf Strom und Spannung; in den Geräten der neuen Serie PS-6000 (Vertrieb: Omni Ray) ist zusätzlich eine Leistungsregelung integriert. Durch die Kombination von Thyristorvorregelung mit nachgeschaltetem Längsregler wird dabei die anfallende Verlustleistung auf ein Minimum reduziert. Drei Analoginstrumente (Option: LC-Anzeigen) zeigen die Werte der Regelgrößen an, wobei man per Drucktaste alle Regelgrößen zwischen Soll- und Istwert umschalten kann. LEDs an der Frontplatte signalisieren den jeweiligen Betriebszustand (Konstantstrom, -spannung, -leistung) des Netzgerätes.

Zum Einstellen von U, I und P sind präzise Zahngangpotis vorgesehen. Die Einstellung

der OVP erfolgt mit einem Wendeltrimmer, das Voltmeter zeigt den eingestellten Wert an. Im Standby-Betrieb lassen sich Voreinstellungen durchführen, ohne daß die Ausgangsklemmen Spannung führen. In der Betriebsart 'Pulse' kann man Verbraucher mit doppeltem Anlaufstrom betreiben, ohne Gefahr zu laufen, daß das Netzgerät Schaden nimmt, denn das Netzgerät sorgt selbsttätig dafür, daß die Nennleistung im zeitlichen Mittel nicht überschritten wird. Die Netzgeräte der Serie PS-6000 überstreichen den Leistungsbereich 150 W ...32 kW; zu den serienmäßigen Features gehören Sensebetrieb, externe Programmierung und IEEE-488-Schnittstelle. Weitgehende technische Unterlagen sind erhältlich von

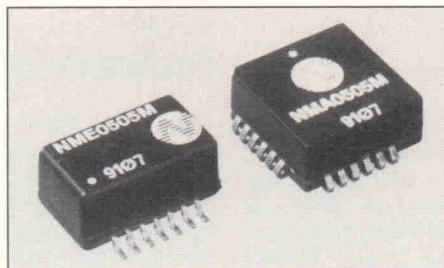
Omni Ray GmbH
Ritzbruch 41
W-4054 Netetal 1
Tel.: 02153/73 71-0
Fax: 02153/73 71 49



SMD-DC/DC-Wandler

Newport Components stellt erstmals galvanisch getrennte DC/DC-Wandler vor, die für SMD-Montage geeignet sind. Die von Firma Alfatron vertriebenen Wandler basieren auf den bekannten Typenreihen NMA und NME in Single- und Dual-Inline-Gehäusen, die die Industrie bereits seit einiger Zeit einsetzt. Die in einem 24poligen PLCC-Gehäuse untergebrachten Wandler der Serie NMA verarbeiten Eingangsspannungen von 5 V beziehungsweise 12 V und stellen Ausgangsspannungen von ± 5 V, ± 9 V, ± 12 V oder ± 15 V bereit. Für die maximale Ausgangsleistung gilt ein Wert von 750 mW.

Die Wandler der Serie NME stehen in der Anfangsphase nur mit einer Eingangsspannung von 5 V und mit Ausgangsspannungen von 5 V, 9 V, 12 V oder 15 V bei einer



maximalen Ausgangsleistung von 1 W zur Verfügung. Diese Wandler befinden sich in einem 14poligen SOIC-Gehäuse. Alle Bausteine zeichnen sich durch eine Isolationsspannung von 500 V DC sowie durch einen Betriebstemperaturbereich von -25°C bis $+70^{\circ}\text{C}$ aus.

Alfatron GmbH
Stahlgruberring 12
W-8000 München 82
Tel.: 0 89/42 04 91-0
Fax: 0 89/42 04 91-59

Multifunktionale Netzgeräte

Tektronix erweiterte seine Serie TM 250 – kostengünstige Meßgeräte für den Ausbildungsbereich – unter anderem um die multifunktionalen Netzgeräte PS 280 und PS 283 für Labor, Test und Ausbildung. Diese stellen eine feste Ausgangsspannung von 5 V/3 A für die Versorgung von Logikschaltungen und zwei variable Spannungen für Test- und Experimentieranwendungen zur Verfügung. Die Spannungsbereiche beider Geräte sind mit 0 V...30 V identisch, für den entnehmbaren Strom gilt ein Maxi-

malwert von 2 A (PS 280) beziehungsweise 1 A (PS 283). An der Frontplatte befinden sich LED-Displays zur Anzeige von Spannung und Strom sowie Schalter zur Wahl der Betriebsart, wobei man zwischen unabhängigem, seriell und parallelem Betrieb umschalten kann. Die Netzgeräte sind in einem stabilen Metallgehäuse untergebracht und besitzen auf der Oberseite einen Tragegriff.

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

20-W-DC/DC-Wandler für SMT

Computer Products stellt die neue Wandlerbaureihe NFC 20 mit einer Nennleistung von 20 W vor. Ohne Kühlung und Lastminde rung kann man die volle Leistung bis zu einer Temperatur von 60°C entnehmen. Die Wandler verfügen über einen weiten Eingangsspannungsbereich von 36 V ... 72 V beziehungsweise 18 V...36 V; sie

ermöglichen eine Kombination von fünf Ausgangsspannungen.

Die Version mit der höheren Eingangsspannung wurde primär für Anwendungen in der Telekommunikationstechnik und deren Peripherie entwickelt. Eine MTBF von 1 000 000 Stunden und ein Wirkungsgrad von 86 % sind typische Kennzeichen dieser Wandler, die gleichzeitig einen Überspannungsschutz bis 75 V DC aufweisen. Für

Aufgaben im industriellen Bereich sind hingegen die Wandler mit der niedrigeren Eingangsspannung konzipiert, die zudem einen extrem kleinen Ripple aufweisen. Alle Versionen verfügen über Funktionen wie Remote Control on/off, OVP und Sync. Der optionale Temperaturbereich reicht herab bis zu -40°C .

Computer Products
Deutschland
Werner-von-Siemens-Str. 62
W-8450 Amberg
Tel.: 0 96 21/8 10 92
Fax: 0 96 21/7 45 41

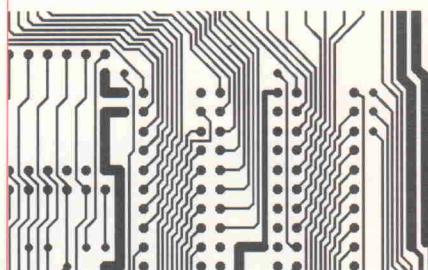


**Was dem Profi
recht ist, ist dem
Amateur billig!**



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,-). Wir liefern



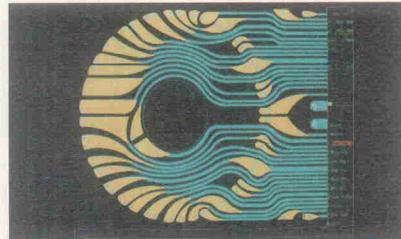
CadSoft Computer GmbH
Rosenweg 42
8261 Pleiskirchen
Tel. 08635/810,
Fax 08635/920

System mit neuen Merkmalen

Die Ulmer CAD-UL GmbH präsentiert die aktuelle Version 5.0 des CAE/CAD/CAM-Systems Ariadne. Das Programm besitzt in der PC-Version eine echte 32-Bit-Datenstruktur. Damit ist es möglich, auf einem Board von 1400×1400 mm Größe mit einer Rechengenauigkeit von einem millionst Millimeter zu arbeiten. Auf ein und demselben Layout kann der Anwender jetzt auch gleichzeitig metrische und Inch-Einheiten ver-

wenden. Das ist in der Praxis besonders bei der Generierung von Bauteilen nützlich.

Als praxisgerecht – besonders bei der Entflechtung von HF-Schaltungen – erweist sich, daß sich Leiterbahnen jetzt in Kreisbögen mit beliebigem Radius verlegen lassen. Ebenso interessant dürfte das sogenannte 'Copper-Sharing' sein: Beim Verlegen von Leiterbahnen realisiert das System echte T-Verbindungen und wählt damit automatisch den kürzesten Weg zum nächsten Anknüpfungspunkt des entsprechenden Potentials. Schließlich gibt es noch Erleichterungen im Ariadne-Postprocessing sowie eine Beschleunigung in puncto Bildaufbau zu verkünden.



CAD-UL GmbH
Einsteinstr. 37
W-7900 Ulm
Tel.: 07 31/93 76 00

Gerber-PostScript-Converter

Die Firma Walter Electronic aus Neenstetten hat die Ausgabefähigkeiten der CAD-Programme des Entwicklers Design Computation aus den USA erweitert. Der speziell an die Laserbelichter der Firma Linotype angepaßte Konverter wandelt Fotoplot-Dateien, die im Gerber-Format vorliegen, in PostScript-Dateien um. Damit hat der Anwender eine gute Basis, um hochgenaue und vor allem preiswerte Filmvorlagen herstellen zu lassen. Auch die Ausgabe auf PostScript-fähige Laserdrucker ist möglich. Hierbei muß der Anwender eine eingeschränkte Genauigkeit in Kauf nehmen, die jedoch für Labormuster akzeptabel ist.

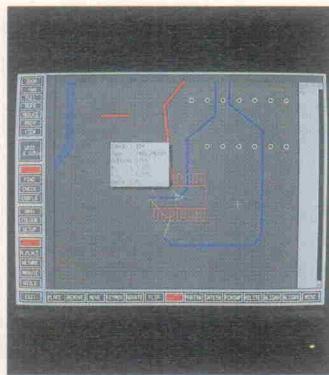
Walter Electronic fügt den Konverter allen Leiterplatten-Layout-Systemen von Design Computation bei. Die Programmpalette

reicht von der Version DC/CAD2500 bis hin zur professionellen Version, die auf 386-Rechnern im Protected Mode läuft. Das System DC/CADjunior beispielsweise enthält vom Modul zur Stromlaufplan-Erstellung bis hin zum Router alles, was man zur Erstellung eines Layouts benötigt. Dieses Paket ist zum Preis von 1874 D-Mark erhältlich; ein Einsteigerpaket gibt es bereits für 198 D-Mark.

Walter Electronic
Lindenstr. 6
W-7901 Neenstetten
Tel.: 0 73 40/2 46



CAD-Familie nun komplett



Je höher die Bedienungsfreundlichkeit eines CAD-Systems, desto geringer die Schwierigkeiten in der Einarbeitungszeit. In diesem Sinne haben die Softwareentwickler von Seetrax und der Pforzheimer Distributor Connection Design die Versionen des Elektronik-Layout-Programms Ranger optimiert; sie bieten jetzt alle eine durchweg gelungene Oberfläche. Gleichzeitig wurde die englische Menüführung von Ranger1 und Ranger2 gegen eine deutsche ausgetauscht, und die Handbücher – auch das der Demoversion – sind ins Deutsche

übersetzt. Ranger3 war schon von Anfang an so konzipiert, daß der Anwender ohne Probleme jede Sprache in das System integrieren kann.

Die Pakete sind aufwärtskompatibel und begleiten den Schaltungsentwickler durchgängig vom Schaltplan über die Bauteilplatzierung, interaktives oder automatisches Entflechten bis zum abschließenden Design-Check. Ab der Version Ranger2 läßt sich ein optional erhältlicher Rip-up-and-Retry-Router einbinden, und der Anwender kann unterschiedliche

Formate – auch Files von anderen Systemen wie Orcad oder Futurenet – einlesen. Auf der Ausgabeseite ist Ranger ebenso flexibel; es unterstützt neben den gängigen Formaten auch PostScript oder P-Spice. Für die unterschiedlichen Versionen nennt Connection Design die folgenden Preise (zzgl. Mehrwertsteuer): Ranger1 1298 D-Mark, Ranger2 5500 D-Mark, Ranger3 15 000 D-Mark und Ranger 'Unix' 32 000 D-Mark.

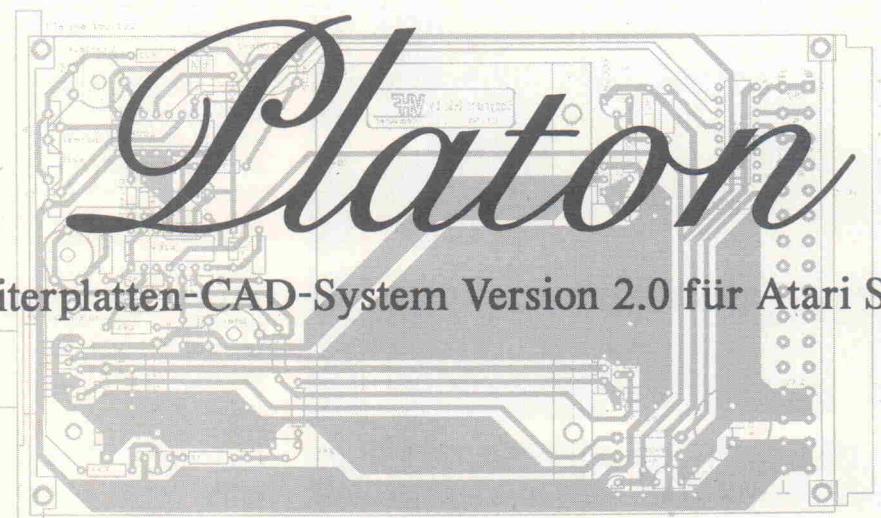
cd-connection design GmbH
Frankstr. 141
W-7530 Pforzheim
Tel.: 0 72 31/4 05 98

VHF-Computer
Vogt, Henne, Fleischmann GbR
Daimlerstr. 13
D-7036 Schönaich

Telefon:
07031/(6)50660
Telefax:
07031/(6)54031
Mailbox:
07031/(6)54106 (2400 Baud, 8N1)

VHF
Computer

Platon
Leiterplatten-CAD-System Version 2.0 für Atari ST/TT



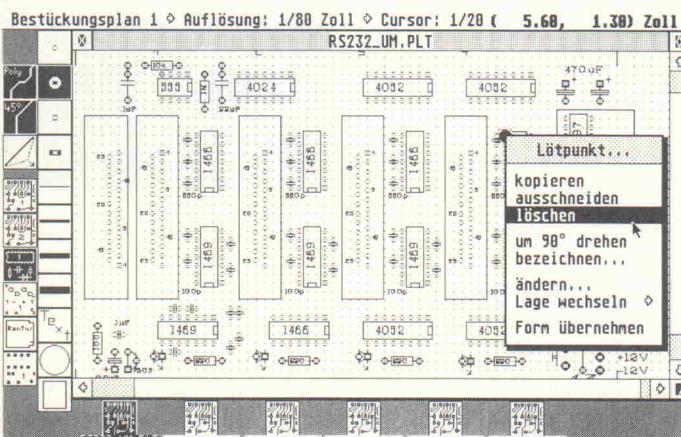
Neue Tools für Atari-CAD

Vor einigen Monaten stellte die Firma VHF Computer die Version 2.0 ihres Leiterplatten-CAD-Systems Platon vor. Platon ist eines der wenigen Layout-Programme, die der CAD-Markt für Atari ST/TT anbietet. Elrad wird in einem seiner nächsten Hefte die neueste Version ausführlich testen. Im Zuge der ständigen Weiterentwicklung von Platon bieten die Entwickler nun zwei Zusatzprogramme für die Einbeziehungsweise Ausgabe von Daten an.

Mit dem einen Tool lassen sich HPGL-Dateien in Platon einlesen. Dadurch erhöht sich die

Flexibilität des CAD-Systems erheblich, lassen sich jetzt auch Layouts anderer CAD-Systeme unter Platon bearbeiten. Des weiteren gibt es einen neuen Ausgangstreiber, mit dem sich PostScript-fähige Laserdrucker oder Fotosatzbelichter ansprechen lassen. Auf der Atari-Messe, die vom 23. bis 25. August wiederum in Stuttgart stattfindet, wird VHF Computer die neueste Version von Platon zeigen, die einen Design-Check, eine automatische Netzlistengenerierung aus dem Schaltplan bieten und auch auf Farbmonitoren ab einer Auflösung von 640×400 Punkten laufen soll.

VHF Computer
Daimlerstr. 13
W-7036 Schönaich
Tel.: 0 70 31/65 06 06



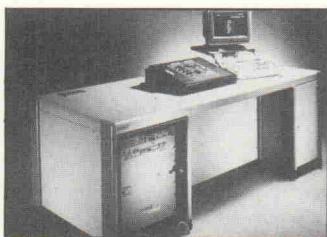
Ein Beitrag zur Integration

Die Digitest GmbH in Stutensee ist in Deutschland einer der führenden Anbieter von Testsystemen sowie Prüf- und Integrationssoftware für elektronische Baugruppen. Mit der Entwicklung der MTS-Tester-Familie bietet das Unternehmen ein flexibles und modular aufgebautes Prüf- und Qualitätssicherungswerkzeug an. Die neue Integrationssoftware C-Link soll nun die Lücke zwischen dem Design der Leiterplatten auf CAE/CAD-Systemen einerseits und dem Test der jeweili-

gen Boards mit Hilfe von Prüfadaptern sowie der Reparatur andererseits schließen; das heißt, alle CA-Inseln werden in einem übergreifenden Datenverbund integriert.

Die Software koppelt die verschiedenen CAD-, CAT- und CAM-Systeme, indem sie die unterschiedlichen Datenformate in DIF-Files übersetzt. C-Link greift auf Layout- und Schaltplandaten zu und erzeugt daraus Unterlagen sowie Programme für die Adaptererstellung, die Schaltungsbeschreibung für In-Circuit-Tester der verschiedensten Hersteller und Daten zur grafischen oder optischen Reparaturunterstützung. Während einer Übernahmeprozedur überprüft das Programm die Daten automatisch auf fehlende Bau teilinformationen und ergänzt sie gegebenenfalls aus der eigenen Bibliothek.

Digital Test GmbH
Lorenzstr. 3
W-7513 Stutensee-Blankenloch
Tel.: 0 72 44/96 40-0



Endecken Sie den Satelliten Himmel mit:

Tiny Sat TS300L



90 cm Spiegel aus 2mm Al
Polarmount u. Standrohr Al
Feedhalter gedreht Al
LNB 1.0 dB max

Receiver STR300 AP

Steuerarm 12 Zoll
15m Kabelsatz

Neu: ASTRA C60-84E
DM 675,-

Aktuelle Liste: 8/91



Micro Wave Components GmbH

Brunnenstr. 33

Tel 0228 645061

Fax 645063

D5305 Alfter / Bonn



5. Kongressmesse
für industrielle
Meßtechnik

17.-19. September 1991
Rhein-Main-Hallen
Wiesbaden

MessComp

Die Messe für die Meßtechnik

und nur für die Meßtechnik. Für nichtelektrische Größen: von der Meßwert-Erfassung über die Aufbereitung, Kodierung, Speicherung, Übertragung, Formatierung bis zur Verarbeitung und Darstellung im Computer. Für elektrische Größen (Labor-, Fertigungs- und Kommunikationsmeßtechnik): von Multimetern über Digitaloszilloskope bis zum PC-gestützten Labormeßplatz.

Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller wieder Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben.

Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (05033) 7057.

Bitte senden an:

X

El 8/91

NETWORK GmbH
Wilhelm-Suhr-Straße 14
D-3055 Hagenburg



Ich bin interessiert als: Kongreßteilnehmer
 Ausstellungsbesucher
 Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Unterlagen zu.

Name _____ Abt. _____

Firma/Institution _____

Adresse _____

Telefon _____ Telefax _____ Telex _____

Hardware

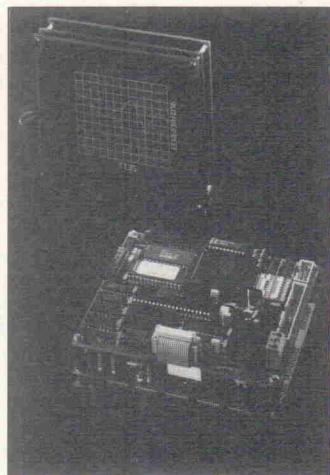
Grafikcontroller für EL-Anzeigen

Unter der Bezeichnung ELC-Mini bietet bit-electronic jetzt eine verbesserte Version des Stand-alone-Grafikcontrollers für Elektrolumineszenz-Flachbildschirme an. Er ist für den Anschluß aller EL-Flachbildschirmformate von Finlux geeignet, VT 100-kompatibel, weist einen leistungsfähigen Grafikbefehlssatz auf und kann vier Bildschirmseiten speichern. Des weiteren verfügt er über eine parallele und zwei serielle Schnittstellen sowie über eine Tastaturschnittstelle. Komfortable Setup- und Makrofunktionen und die Screensaverfunktion runden das Gesamtbild ab.

Der Controller arbeitet bei einer Betriebsspannung von 5 V mit

einer maximalen Stromaufnahme von 400 mA. Die Baugröße des Controllers entspricht mit 110 mm × 130 mm (H × B) exakt den Maßen des Displays MD 320.256 von Finlux.

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

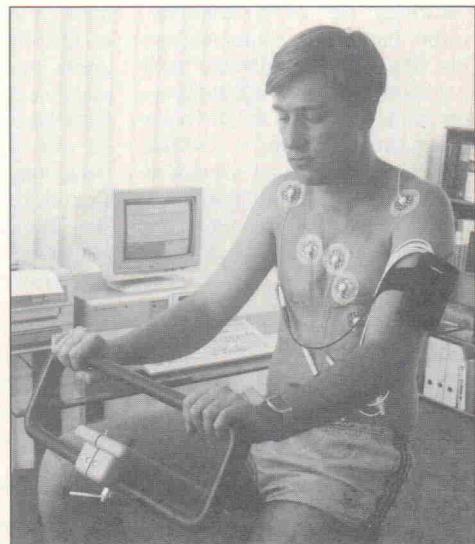


aktuell

dizinischen Hochschule Hannover zum Einsatz.

Diesem modernen EKG-System sagt man für das Gebiet der ehemaligen DDR gute Marktchancen voraus, da viele Ärzte sich privat niederlassen und dabei die Möglichkeit nutzen werden, sich mit zukunftsorientierten und gleichzeitig preiswerten Geräten auszurüsten. Weitere Informationen sind erhältlich von:

Biomedizinische Gerätetechnik
Dipl.-Ing. Volker Stöckmann
Liebknechtstr. 50
O-9933 Bad Elster
Tel.: 00 (37) 75 87/28 94

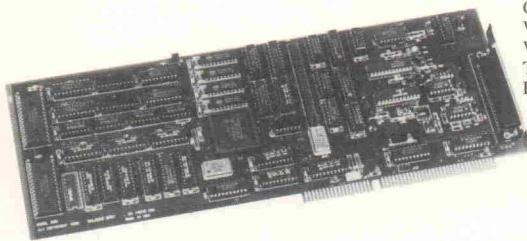


PC als EKG-Gerät

Forschungsergebnisse der Eidgenössischen Hochschule Zürich führten zur Entwicklung eines EKG-Sensors, der es gestattet, auf ein herkömmliches EKG-Gerät zu verzichten. Der Sensor überträgt dabei die Biostsignale über einen Infrarotstrahl direkt in den PC. Über einen im Laufwerksschacht eingesetzten Empfangssensor erhält der PC die Daten, die der üblicherweise am Oberarm des Patienten befestigte Sensor im Format eines Taschenrechners diffus ausstrahlt. Auf dem Monitor werden dann die EKG-Signale in Echtzeit dargestellt. Zu Dokumentationszwecken kann man die Kurvenzüge mit zusätzlichen Daten auf der Festplatte des PC abspeichern oder auch über einen Drucker als Hardcopy ausgeben. Für die automatische Vermessung und Auswertung des EKGs kommt ein Analyseprogramm der Me-

AT-Board mit Signalprozessor

Das neueste Produkt von Dalanco Spry (Vertrieb: Cosyco) enthält auf einem Standard-AT-kompatiblen PC-Board acht analoge Eingangs- und zwei analoge Ausgangskanäle mit einer maximalen Durchsatzrate von jeweils 250 kHz sowie einen digitalen 16-Bit-Bus für externe Datenübertragung. Zudem steht ein TI-Signalprozessor des Typs TMS 320C25 mit einer Rechenleistung von 10 MIPS bei einer Taktrate von 40 MHz zur schnellen Signalvorverarbeitung zur Verfügung. Das Board mit der Typenbezeichnung Model 250 ist auf Wunsch auch mit dem schnelleren TMS 320C25-50, dem mit einem EPROM ausgestatteten TMS 320E25 oder dem neueren TMS 320C26 lieferbar. Die Version mit dem Signalprozessor TMS 320E25 erlaubt dabei einen Stand-alone-Betrieb.

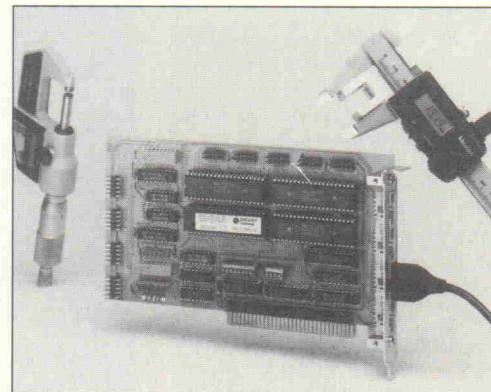


Cosyco GmbH
Westendstr. 26
W-8034 Germering
Tel.: 0 89/84 70 87
Fax: 0 89/8 41 61 29

Längenmessung mit dem PC

Zur Unterstützung der Digimatic-Längenmeßwerkzeuge des Herstellers Mitutoyo stellt die Didas Computer GmbH eine PC-Einsteckkarte mit der Bezeichnung DIG 48 vor. An diese Karte kann man bis zu acht Digimatic-Meßwerkzeuge anschließen, ohne auf eine serielle Schnittstelle für die Datenkomunikation zuzugreifen. Die Karte DIG 48 wird in den PC eingesteckt und benötigt dafür lediglich einen kurzen 8-Bit-Steckplatz. Darüber hinaus sind 40 BCD-IO-Ports sowie Anschlußmöglichkeiten für Fußtaster zur Meßgerätesteuerung vorhanden.

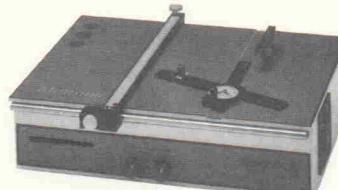
In der Standardversion steht ein Speicherumfang von 4K-Worten für Programme und 32K-Worten für Daten zur Verfügung; optional sind 64K-Worte Programmspeicher (0 wait state) und 128K-Worte Datenspeicher (1 wait state) lieferbar. Der Zugriff auf den Datenspeicher kann gleichzeitig vom PC oder vom Signalprozessor über den boardeigenen Controller erfolgen. Bei Datentransfers zwischen PC und Datenspeicher erreicht man Übertragungsraten bis zu 3 MB/s. Dadurch ist die maximale kontinuierliche Datenrate von und auf Platte nur durch deren technische Eigenschaften eingeschränkt. Zum Lieferumfang gehört neben der Hardware folgende Software: Assembler, Debugger, FFTs, grafische Darstellung von Signal und Spektrum, Beispiele digitaler Filter, Aufzeichnung auf beziehungsweise Wiedergabe von Systemplatte sowie ein Editor zur Anpassung der Hüllkurve.



Didas Computer GmbH
Schatzbogen 50
W-8000 München 82
Tel.: 0 89/4 20 46-0
Fax: 0 89/4 20 46-1 09

»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

DM 799,-

Diamanttrennscheibe, Lebensdauer ca. 20.000 Europakarten

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

HELMUT GERTH

- TRANSFORMATORENBAU -

SCHWEDENSTR. 9 · RUF (0 30) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

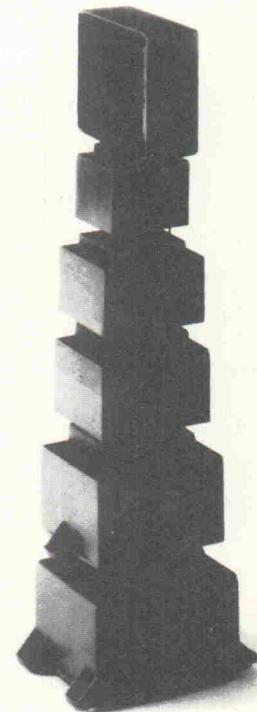
vergossene

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

Reproduktionen & Leiterplattenfertigung

Leiterplatten:

- einseitig & zweiseitig
- Material: FR2, FR3, FR4, CEM1
- Fotodruck / Siebdruck
- Lötkontrollmaske / Bestückungsdruck
- CNC - Bohren
- Chem. Zinn / Heißluftverzinnung
- Lieferung innerhalb 2 Tagen!

Reproduktionen:

- Layoutfilm von Computerausdrucken, Zeitschriftenlayouts etc.
- Format bis 50 x 60 cm
- Filmstärke 0,1 mm oder 0,18 mm
- Verkleinerung oder Vergrößerung
- z.B. Format 13x18cm/0,1mm..... 14,60 DM
18x24cm/0,1mm..... 17,30 DM
13x18cm/0,18mm..... 18,80 DM
18x24cm/0,18mm..... 22,95 DM
- Preis beinhaltet Positiv & Negativ!
- Lieferung innerhalb 3 Tagen!

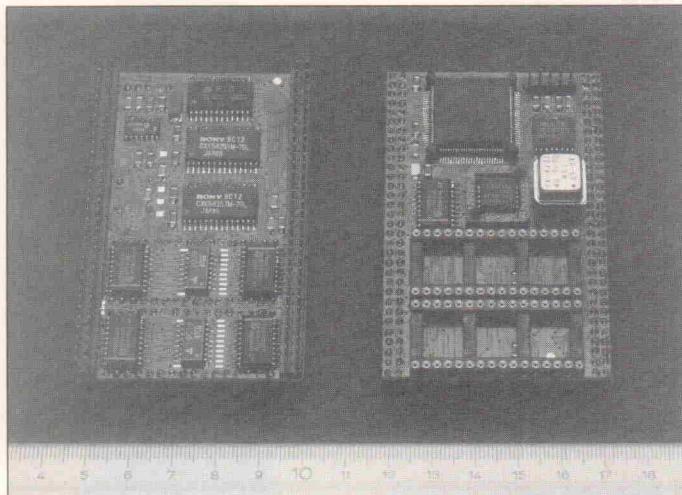
Preislisten und Informationen erhalten Sie kostenlos!
Lippmann Elektronik, Reproduktionen & Leiterplatten
Lindenring 14, 8028 Taufkirchen, Tel.: 089 / 61 2 57 33

Qualifiziertes Fachpublikum auf der Echtzeit '91

Sehr zufrieden – vor allem über das hohe Niveau der rund 3500 Echtzeitbesucher – äußerten sich die 83 Aussteller der Fachmesse für Echtzeit-Datenverarbeitung in Automation, Meßtechnik und Simulation, die Mitte Juni nun zum zweiten Male in Sindelfingen stattfand. Damit erfreute sich die Messe, der in diesem Jahr die doppelte Ausstellerfläche zur Verfügung stand, auch zweifachem Zuspruch.

Ähnlichen Aufwind erlebte mit gut 400 Teilnehmern der Kongreß zur Messe, den die Forth-Gesellschaft unter Mitwirkung des PEARL-Vereins veranstaltete. Die rund 60 Seminarvorträge informierten ihre Zuhörer über Themen wie 'Regelungstechnische Fallstudien', 'Signalprozessoren', 'Datenerfassung und -bewertung' und vieles andere mehr.

Ein Höhepunkt auf der Messe war der Programmierwettbewerb, bei dem zehn Teams antraten, um ein Echtzeitproblem aus dem Bereich Steuern/Regeln zu lösen. Wie schon im Vorjahr siegte das Team aus Rostock, nur diesmal nicht auf einem Robotron-Z80-System, sondern auf einem 386-AT; man paßt sich eben an. Zeit- und raumgleich fand die 'Messtechnik süd' statt, die eine ähnliche Resonanz zu verzeichnen hatte wie die Echtzeit.



Neues Controller-Board mit SAB 80C166

Auf der Echtzeit stellte die Firma Forth-Systeme Angelika Flesch aus Breisbach das neueste Mitglied der Modu-Norm-Familie vor. Es basiert auf dem kürzlich von Siemens vorgestellten Mikrocontroller 80C166, der mit sechs universellen Timern/Countern, 10-Kanal-10-Bit-A/D-Wandler, 1 KByte SRAM, zwei seriellen Schnittstellen, Watchdog, Interruptcontroller und maximal 76 I/O-Leitungen reichlich ausgestattet ist. Auf dem nur 50 × 80 mm großen Modul befinden sich außerdem 64 KByte SRAM, RTC, Reset- und Batterie-Backup-Logik sowie zwei Sockel für maximal 256 KByte EPROM. Ein 40-MHz-Quarzoszillator sorgt für

den nötigen Takt. Zu dem Modul sind die beiden Entwicklungsumgebungen Metacompiler und SwissForth erhältlich, die den speziellen Eigenschaften des Controllers angepaßt sind. Die orthogonale Struktur des Befehlssatzes sorgt für ein effizientes Laufsystem.

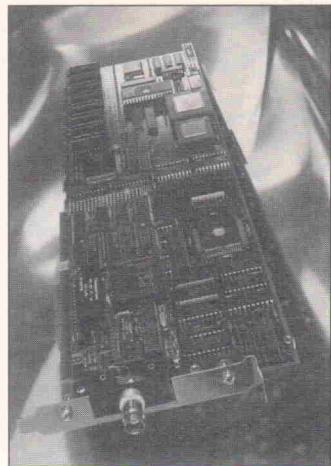
Da der 80C166 auf die schnelle Abarbeitung von Hochsprachen ausgelegt ist – die Zykluszeit beträgt 100 ns, bestehen viele Primitive aus einem einzigen Maschinenbefehl und dem NEXT, das sich aus nur zwei Befehlen zusammensetzt.

Forth-Systeme Angelika Flesch
Postfach 11 03
W-7814 Breisbach am Rhein
Tel.: 0 76 67/5 51

PC echtzeitfähig gemacht

Wenn es um Problemlösungen geht, die Echtzeit- und Multitasking-Fähigkeit sowie eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit erfordern, mußte der PC bisher passen. Solche Aufgabenstellungen werden vorzugsweise mit einem 680x0-System realisiert. Mit dem OS-9/C20-Paket der LP Elektronik GmbH aus Weingarten lassen sich jetzt beide, das 80x86- und das 680x0-System, verbinden. Das Zusatzboard verfügt über eine mit 33 MHz getaktete 68020-CPU und wird in einen freien PC/AT-Slot gesteckt. Nach der Installation des Professional-OS-9/68-020-Betriebssystems ist der DOS-PC gleichzeitig ein 68tausender Entwicklungssystem. Es braucht in seiner Funktionalität den Vergleich mit VME-Bus-Systemen nicht zu scheuen.

Bei einem derart aufgerüsteten PC kann der Anwender bei Soft- und Hardwareprojekten beliebig per Tastendruck zwischen den beiden Betriebssystemen hin- und herwechseln. Da-



teien, die unter dem einen System erstellt sind, lassen sich unter dem anderen problemlos weiterverarbeiten. Dabei kann der im Lieferumfang enthaltene OS-9-C-Compiler Dateien direkt aus der DOS-Datei-Struktur bearbeiten; OS-9-Quelldateien lassen sich also auch mit einem DOS-Texteditor erstellen. Den Preis für das Paket gibt LP Elektronik mit circa 7500 D-Mark an.

LP Elektronik GmbH
Ettishofer Str. 8
W-7987 Weingarten
Tel.: 07 51/5 23 27

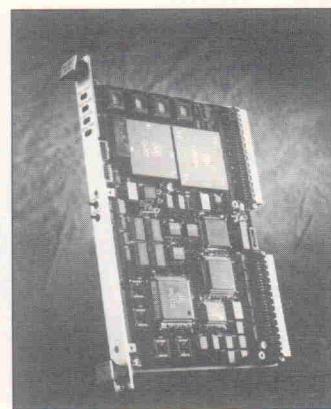
Neuer Single-Board-Computer mit MC68040

Der Geschäftsbereich Computersysteme der Motorola GmbH kündigte auf der Echtzeit den neuen Single-Board-Computer MVME167 an, der auf dem MC68040-CISC-Mikroprozessor basiert. Das neue CPU-Modul ist das Nachfolgemodell des weit verbreiteten MVME147 mit dem MC68030. Die Leistungen des VME-Single-Board-Computers sind auf die VME-D64-Spezifikationen abgestimmt. Das Modul beinhaltet bis zu 32 MByte DRAM, 8 KByte Non-Volatile-RAM, 128 KByte Static-RAM und kann bis zu 512 KByte ROM, EPROM sowie EEPROM aufnehmen.

Die gesamte SCSI-Peripherie wie Plattenlaufwerke et cetera werden über eine SCSI-Schnittstelle mit DMA und 32 Bit Datenbreite gesteuert. Sie unterstützt DMA zwischen dem SCSI-Bus und dem lokalen Memory. Weiterhin gibt es auf der Karte vier serielle RS-232-C-

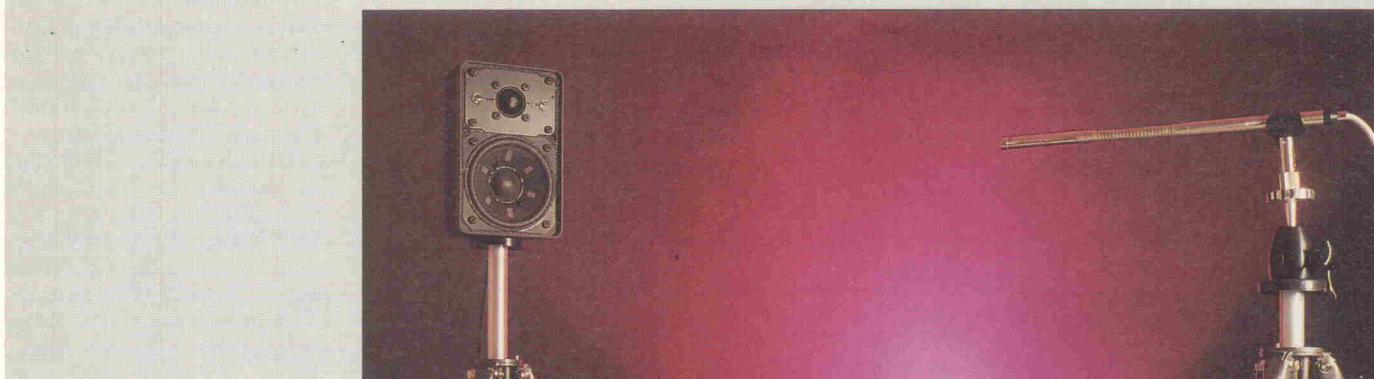
Ports sowie einen parallelen Port, der sowohl für Centronics-Drucker als auch für parallele I/O-Operationen geeignet ist. Das Board hat einen programmierbaren Interrupt-Handler für eine breite Palette von Echtzeitanwendungen und belegt nur einen Steckplatz im Doppel-Europakarten-Format. Die serienmäßige Auslieferung kündigt Motorola für November dieses Jahres an.

Motorola GmbH
Geschäftsbereich Computersysteme
Wendenstr. 435
W-2000 Hamburg 26
Tel.: 0 40/21 11 02-0



Messen in Zeit und Raum

Brüel & Kjær's neues Audio-Meßsystem 2012



Preview

Dieter Michel

Mit dem
Audio Analyser 2012
stellt der dänische
Audio-Meßgeräte-
Hersteller
Brüel & Kjær
ein neues Audio-
Meßsystem vor, das
(ähnlich wie das
TEF-20-Meßsystem)
auf der Basis einer
Schmalbandmessung
mit linearen
Sinussweeps arbeitet.

Diese Art von Meßverfahren bietet sich wegen der guten Unterdrückung von Störgeräuschen besonders für Messungen in geräuscherfüllter Umgebung an. Sie ist daher speziell in der Raum- und Bauakustik von besonders großem praktischen Nutzen.

Das neue B-&-K-System arbeitet ähnlich wie die bereits seit einigen Jahren bekannte Time-Delay-Spectrometry (TDS) mit einem Meßfahren auf der Basis linearer Sweeps, das aber gegenüber der klassischen TDS Verbesserungen erfahren hat, die sich in der Praxis vorteilhaft auswirken.

Neben der Firma Crown beziehungsweise Techron ist Brüel & Kjær eine der beiden Firmen auf dem Weltmarkt, die Meßsysteme auf der Basis der Time-

Delay-Spectrometry in kommerziellem Rahmen anbietet. Bisher wurde das TDS-System allerdings auf der Basis von größtenteils analogen Einzelkomponenten wie FFT-Analysierer, Mischer et cetera realisiert, die von einem TDS-Controller in geeigneter Weise angesteuert wurden (Bild 1). Diese Systemkonfiguration bot sich allerdings nur für Meßlaboranlagen an, die ohnehin über den für die Zusammenstellung des TDS-Systems notwendigen reichhaltigen Meßgerätepark oder aber die äquivalente Finanzdecke verfügten. Für den mobilen Einsatz vor Ort war dieses System praktisch ungeeignet. Das neue System vereinigt nun alle notwendigen Komponenten in einem Gehäuse, das zwar immer noch groß ist, nun aber als durchaus transportabel be-

zeichnet werden kann, wie unser Farbbild zeigt. Die Einheit hat die Abmessungen $31 \times 43 \times 40$ cm und beherbergt außer der Tastatur alle für den Meßbetrieb notwendigen Komponenten. Ein externer Rechner ist zum Betrieb des 2012-Audio-Analyzers nicht notwendig. Ein Datenaustausch mit IBM-PC/AT-kompatiblen Rechnern ist aber dennoch möglich, da das System über ein PC-kompatibles Diskettenlaufwerk verfügt, das auch High-Density-Disketten lesen und beschreiben kann. Eine Weiterverarbeitung der Daten nach der eigentlichen Messung unabhängig von der Verfügbarkeit des Meßsystems ist also auch hier möglich.

Zur Anzeige der Meßergebnisse verwendet das 2012er System

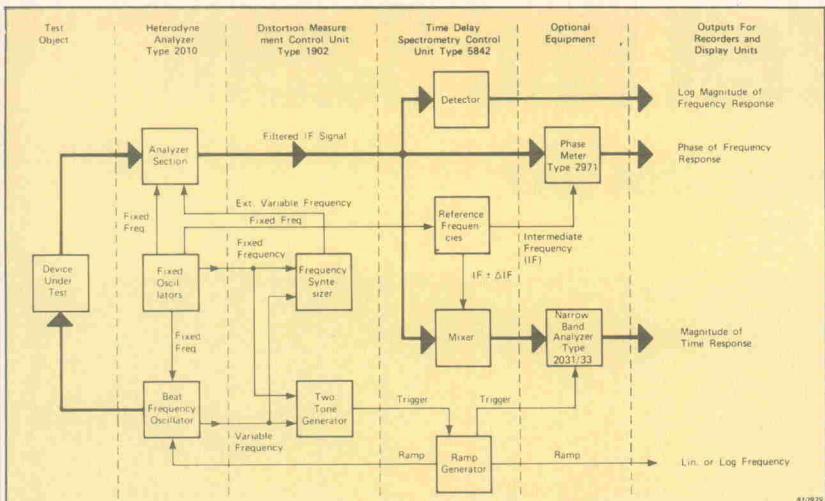


Bild 1.
Aufbau des bisherigen B-&-K-TDS-Meßsystems aus Einzelkomponenten.

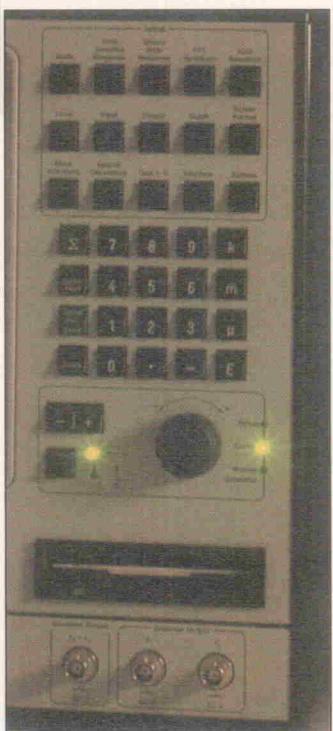


Bild 2. Details des Bedienfeldes mit Inkrementalgeber. Am rechten Bildschirmrand erkennt man die im Text erwähnten Softkeys.

einen ausreichend großen Farbbildschirm. Die Interaktion mit dem Benutzer erfolgt auf verschiedenen Wegen. Zum einen gibt es eine alphanumerische Tastatur für die Eingabe und das Editieren von Kommentaren, Texten und dergleichen.

Die Steuerung der eigentlichen Meßabläufe erfolgt zum einen über ein Bedienfeld rechts vom Bildschirm, das auch Bedienelemente wie beispielsweise einen Inkrementalgeber zur Eingabe und schnellen Veränderung von numerischen Werten und anderer Parameter auf-

weist (Bild 2). Zum anderen gibt es eine zusätzliche Bedienmöglichkeit über Softkeys, genauer einer Reihe von Funktionstasten direkt am rechten Bildschirmrand, deren Funktionsbelegung von der Software abhängig vom jeweiligen Betriebszustand geändert werden kann. Die gerade aktive Funktion wird auf dem direkt angrenzenden Bildschirm angezeigt.

Diese Art der Benutzerführung hat den Vorteil, den Bildschirm nicht mit Pulldown- oder Popup-Menüs zu überladen, durch die sich der Benutzer hindurchhangeln muß – die gewünschte Funktion kann direkt angewählt werden. Häufig benutzte Funktionen, wie beispielsweise der Start einer Messung, liegen wie bei einem herkömmlichen Meßgerät auf einem separaten, entsprechend beschrifteten Taster. Dies kommt Benutzern sehr entgegen, die eher mit der konventionellen Bedienung eines Meßgerätes vertraut sind. Auf der anderen Seite muß man sich natürlich mit drei verschiedenen Eingabemöglichkeiten – beziehungsweise Bedienzonen – Tastatur, Bedienfeld und Softkeys – vertraut machen.

Auf der elektrischen Seite verfügt der Audio-Analyser über einen Mikrofon- und einen Line-Eingang sowie über zwei Generatoren. Der Mikrofoneingang ist wie bei B & K üblich, für den Anschluß der hauseigenen Meßmikrofone mit einem Spezialsteckverbinder ausgestattet. Der Line-Eingang ist als vom Gehäuse isolierter BNT-Steckverbinder ausgeführt, der wahlweise elektro-nisch symmetriert oder unsymmetrisch betrieben wird.

Der Analyser 2012 verfügt über zwei interne Generatoren, wie

sie beispielsweise bei der Messung von Intermodulationsverzerrungen benötigt werden. Die Signale dieser beiden Generatoren stehen wahlweise an einem Summenausgang oder separat zur Verfügung.

An zusätzlichen Anschlüssen weist der 2012 eine Druckerschnittsstelle zur Erstellung von Bildschirmhardcopies sowie RS-232 und IEEE-488 zur Rechnersteuerung des Gerätes zur Verfügung.

Meßverfahren

Der 2012-Audio-Analyser kann in drei Betriebsarten betrieben werden, in denen jeweils unterschiedliche Meßverfahren zur Anwendung kommen. Diese Betriebsmodi werden von B & K als TSR (Time Selective Response), FFT (Fast Fourier Transform) und SSR (Steady State Response) bezeichnet.

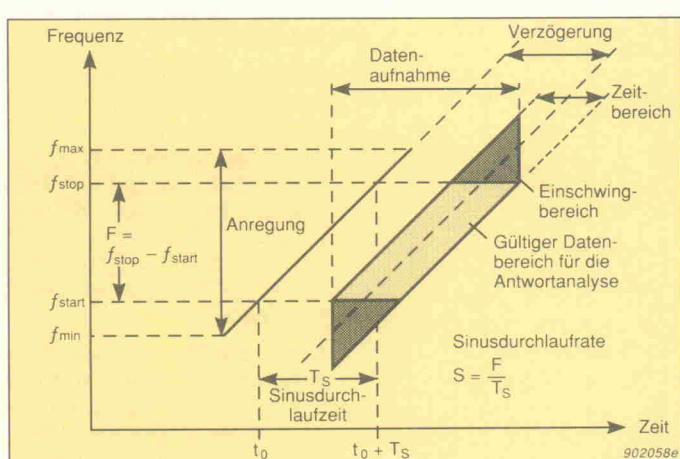
Von diesen drei Betriebsarten ist TSR sicherlich am interessantesten. Es handelt sich hier um eine Weiterentwicklung der Time-Delay-Spectrometry, bei der insbesondere Meßfehler bei kurzen Sweepzeiten vermieden werden. Ohne den im Rahmen

dieses Beitrages zur Verfügung stehenden Raum über Gebühr zu strapazieren, sei hier das Prinzip der Time-Delay-Spectrometry kurz vorgestellt.

Basis des Verfahrens ist ein sogenannter linearer Sinussweep. Das Anregungssignal ist also sinusförmig, wobei die Momentanfrequenz linear mit der Zeit ansteigt oder abfällt. Durch diese Beziehung zwischen Momentanfrequenz und Zeit können in der Folge Verzögerungszeiten als Frequenzdifferenzen ausgedrückt werden. Man kann nun während der Messung ein Mitlauffilter in den Signalweg einschleifen, dessen Mittenfrequenz mit derselben Geschwindigkeit verstellt wird wie die Momentanfrequenz des Anregungssignals, also des Sinus-sweeps. Auf diese Weise kann man bei entsprechender Wahl der Filterparameter durch Filtrierung im Frequenzbereich bestimmte Zeitbereiche hervorheben oder ausblenden. Dies ist beispielsweise besonders nützlich, wenn man bei Messungen des Frequenzganges von Lautsprechern Raumreflexionen ausblenden will, und so bei einer hinreichenden Größe des Raums effektiv unter reflexionsfreien Bedingungen messen kann.

Die Anregung des Testobjektes mit einem Sinussignal kombiniert mit entsprechender Filtrierung hat jedoch noch weitere Vorteile. Zum einen hat ein Sinussignal einen relativ niedrigen Crestfaktor, der als Verhältnis von Spitzenwert zu RMS-Mittelwert eines Signals definiert ist. Bei gegebener Übersteuergrenze des Meßobjektes ist also die Anre-

Bild 3. Zeit-Frequenz-Layout des vom B & K 2012 benutzten Testsignals.



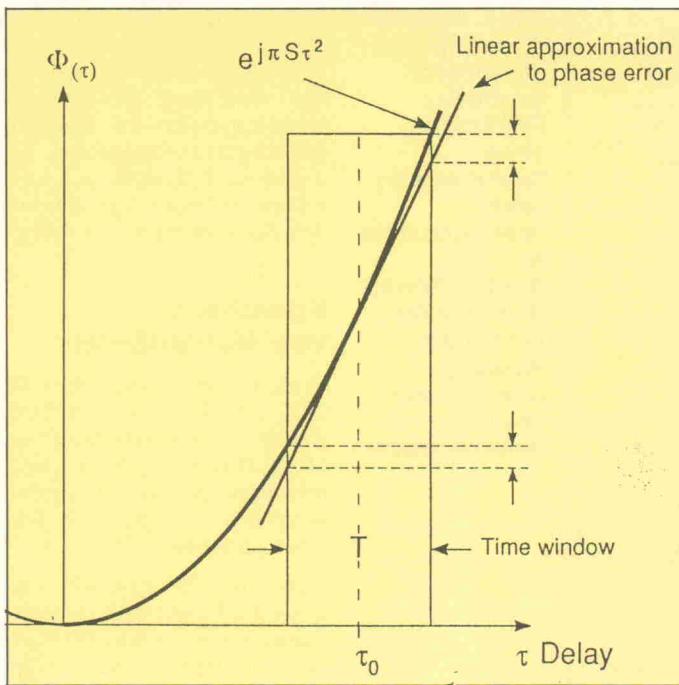


Bild 4. Abhängigkeit des Phasenfehlers von Sweepzeit und Verzögerungszeit beim konventionellen TDS-Verfahren.

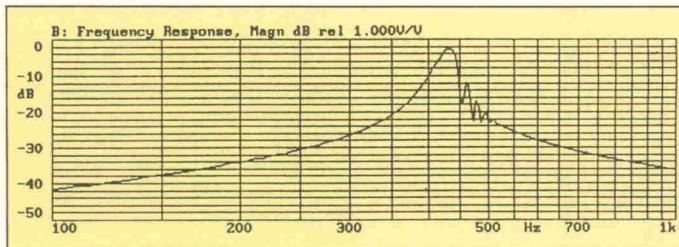


Bild 5. Einfluß des quadratischen Fehlers aus Bild 4 bei der Messung der Frequenzantwort eines Systems (zwischen 450 Hz und 500 Hz).

gungsenergie besonders hoch. Zusammen mit der anschließenden Bandpaßfilterung ergibt sich so ein großer Störabstand bei der Messung.

Durch die Einstellbarkeit des Mitlauffilters ergibt sich zudem die Möglichkeit, bei nichtlinearem Verhalten des Meßobjektes die entstehenden harmonischen Verzerrungsprodukte separat anzumessen. Der B & K 2012 bietet im Setup-Menü die Möglichkeit, die anzumessende Harmonische auszuwählen. Eine solche Trennung der Harmonischen ist bei Breitbandmeßsystemen nicht möglich. Erfolgt der Sweep mit fallender Momentanfrequenz, wird übrigens ausgeschlossen, daß versehentlich Reflexionen anstelle von Verzerrungsprodukten und umgekehrt angemessen werden, da die Verzerrungsprodukte immer höherfrequent als das Anregungssignal sind.

Bei der modifizierten Version der Time-Delay-Spectrometry,

die bei B & Ks 2012-Audio-Analyser zum Einsatz kommt, wird übrigens der einfache lineare Sweep durch eine Anregung mit einer geswepten komplexen Exponentialfunktion ersetzt. Da man jedoch als analoges Meßsignal nur reellwertige Signale erzeugen kann, wird der komplexwertige Sweep aufgespalten in je einen Sweep mit Sinus- und einen mit Cosinusphase – entsprechend Real- und Imaginärteil des Anregungssignals, die zwar zeitlich nacheinander erfaßt werden, deren Phasenbeziehungen jedoch bekannt sind.

Zudem wird versucht, Kanteneffekte durch das Ein- und Ausschalten des Testsignals am Anfang und am Ende des Sweeps dadurch zu unterdrücken, daß der Sweep über einen etwas größeren Frequenzbereich durchgeführt wird, als von den gewählten Eckfrequenzen vorgegeben ist (Bild 3). Die Kantenefekte treten dann in Frequenzbereichen auf, in denen

das erfaßte Datenmaterial nicht für die eigentliche Messung herangezogen, sondern verworfen wird.

Durch diese Modifikation beziehungsweise Weiterentwicklung des klassischen TDS-Verfahrens gelingt es insbesondere, die Übertragungsfunktion des zu messenden Systems zu ermitteln, ohne Rücksicht auf die Sweepzeit nehmen zu müssen, die durch die zugrundeliegende Theorie in keiner Weise beschränkt wird.

Im Gegensatz dazu existiert beim ‘konventionellen’ TDS-Verfahren eine von der Theorie geforderte Beschränkung der maximalen Sweepzeit, um Fehler, die eine quadratische oder nichtlineare Phasenverschiebung im Zeitbereich erzeugt, klein zu halten. Die Abhängigkeit dieses Phasenfehlers von Sweepzeit und Verzögerungszeit beim konventionellen TDS-Verfahren ist in Bild 4 zu sehen. Dieser Fehler tritt bei Messungen des Betrags der Zeitantwort (ETC) nicht in Erscheinung, führt aber im Frequenzbereich zu Verschiebungen, die bei Messung der Frequenzantwort sichtbar werden (Bild 5).

Bei Vergleichsmessungen zwischen konventioneller TDS und B & K 2012 konnte der Einfluß großer Sweepzeiten, das heißt kurzen Meßzeiten bei gegebenem Frequenzintervall, in der Tat nachgewiesen werden. Sichtbar werden die Meßfehler bei TDS-Systemen insbesondere bei schmalbandigen Meßobjekten und kurzen Meßzeiten unter einer Sekunde.

Für die Praxis sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Meßverfahren allerdings geringer, als es zunächst scheinen mag, da man bei schmalbandigen Systemen die Sweepzeit ohnehin so wählen sollte, daß die Meßzeit, beziehungsweise die Zeit, die zum Durchsweepen der Bandbreite des Systems benötigt wird, deutlich länger ist als die Einschwingzeit des Systems.

Praktische Erfahrungen mit beiden Meßsystemen haben gezeigt, daß bei Messungen an schmalbandigen Systemen im Audio-Frequenz-Bereich die effektive Meßzeit beim TDS-System im Vergleich zum B-&-K-System etwa verdoppelt werden muß, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen. Dies entspricht einer Vervierfachung.

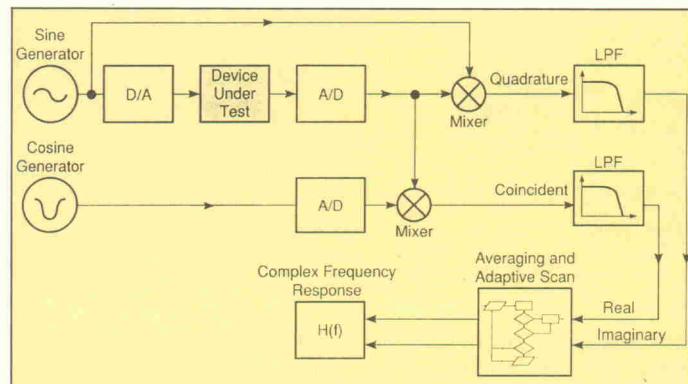


Bild 6. Blockschaltbild des Audio Analyzers 2012 im SSR-Modus.

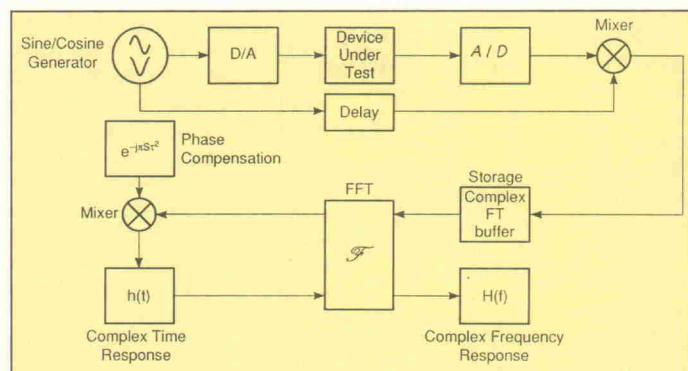


Bild 7. Blockdiagramm des B-&-K-2012-Meßsystems in der Betriebsart TSR.

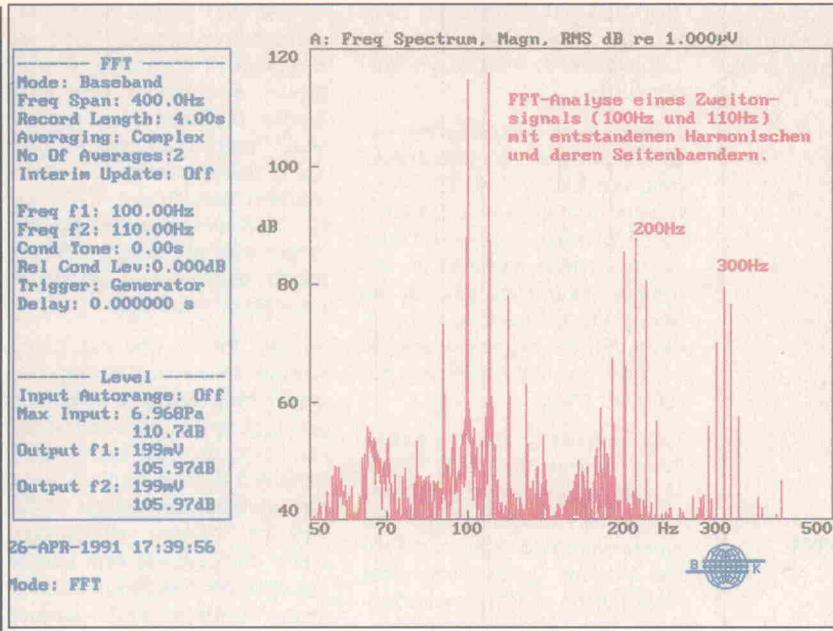


Bild 8. Beispiele für zwei farbige Tintenstrahl-ausdrucke: FFT-Analyse eines Zweitonsignals sowie Pegelmessungen an Bandpaßfiltern; Qualität nicht nur bei der Messung, sondern auch bei der Dokumentation!

tische Operationen wie beispielsweise die nachträgliche Bildung der Übertragungsfunktion, Entfaltung des Raumes beziehungsweise die Raumimpulsantwort, Polnullstellen, Simulation, Differentiation, Integration mehrerer Spektren aus dem Speicherinhalt ausführbar.

Speichern von Meßabläufen

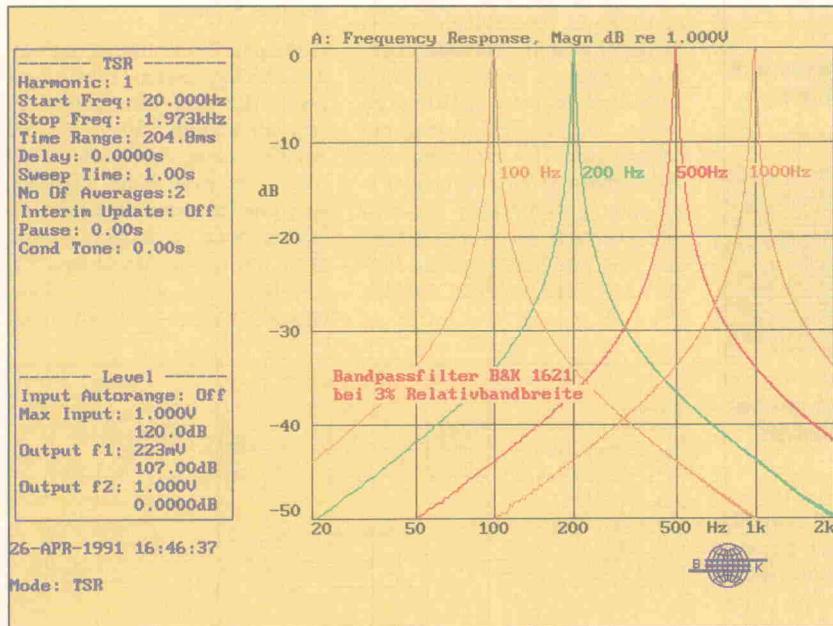
In allen Betriebsarten bietet der 2012 die Möglichkeit, Bediensequenzen abzuspeichern, um häufig benötigte Meßvorgänge, beispielsweise bei Qualitätskontrollen von Serienprodukten, zu automatisieren.

Dabei besteht natürlich zum einen die Möglichkeit, Befehlssequenzen direkt über das Keyboard einzugeben. Dies wird jedoch bei häufig wiederkehrenden Befehlsfolgen als lästig empfunden und kann bei umfangreichen Messungen zu Bedienfehlern führen. Aus diesem Grund kann der 2012 Bediensequenzen 'lernen'. Dazu wird dem Analyser per Tastendruck Beginn oder Ende einer Sequenz angezeigt. Die dazwischen vom Benutzer ausgeführten Bediensequenzen werden automatisch gespeichert und können abgerufen beziehungsweise bei Bedarf nachbearbeitet werden.

Zusammenfassung

Mit dem Audio Analyser 2012 stellt Brüel & Kjær ein sehr umfangreiches und leistungsfähiges Meßsystem für den Audio-Bereich vor. Es eignet sich sowohl für rein elektrische als auch raum- und bauakustische Messungen, wobei auch Messungen vor Ort in lärmfüllter Umgebung möglich sind. Hervorzuheben sind besonders die verbesserte Implementierung eines zeitselektiven Meßverfahrens ähnlich der Time-Delay-Spectrometry sowie die Möglichkeit zur Durchführung umfangreicher und detaillierter Verzerrungsmessungen.

Verglichen mit anderen Meßsystemen ist der Preis des Audio Analyzers 2012 von B & K nicht unbedingt niedrig. Das Preis/Leistungsverhältnis ist allerdings als durchaus gut zu bezeichnen, zumal es sich um ein offenes System handelt, dessen Leistungsumfang durch zusätzliche Software erweitert werden kann.



der Sweepzeit beim TDS-System. Bei breitbandigeren Systemen, etwa Lautsprechern, sind die Unterschiede geringer, die Einstellung der Sweepzeit unkritischer.

Neben Time-Selective-Response-Messungen bietet der B-&-K-Audio-Analyser-2012 zusätzlich die Meßarten FFT und Steady State Response. In der Betriebsart FFT arbeitet der 2012 wie ein herkömmlicher FFT-Analyser. Er läßt sich so beispielsweise für die Analyse von Geräuschen und dergleichen einsetzen.

Auch im SSR-Modus ist der 2012 immer auf seine internen Generatoren angewiesen. Es erfolgt eine Einzeltonanregung in der jeweils eingestellten Schrittweite und Form (LIN/

LOG/LOG-ISO, 1/3...1/96 Oktave, maximal 1600 Steps). Über digitale Mischer und anschließende Tiefpaßfilterung werden Realteil und Imaginärteil erfaßt, danach auf Standardabweichung im Rahmen der eingegebenen Eckwerte überprüft (adaptive Scan-Algorithm) und anschließend als $H(\omega)$ in $|H(\omega)|$, $h(t)$ et cetera überführt, wobei $H(\omega)$ als ErstgröÙe vorliegt (siehe Blockschaltbild SSR-Mode; Bild 6).

Die Bestimmung der Harmonischen erfolgt mittels schneller Digitalfilter, indem die Koeffizienten in Abhängigkeit der zu messenden Harmonischen abgeändert werden. Dies erfolgt während jeder Einzeltonanregung, also bei jedem Frequenzschritt, aufs neue; die Ergebnisse werden in einem entsprechenden Speicher Schritt für Schritt abgelegt. Über ein sehr übersichtliches Display können die interessierenden Harmonischen beziehungsweise Intermodulationsprodukte einzeln angewählt oder zu einem Summenwert akkumuliert werden.

Die Ergebnisse der FFT-Analyse können ebenso wie die Ergebnisse von Steady-State-Response-Messungen ausgedruckt sowie auf Diskette gespeichert werden.

In allen Betriebsarten verfügt der 2012 über insgesamt 10 Speicher, in denen Frequenzantworten, Zeitantworten, Spektren und dergleichen gespeichert werden können, um Vergleiche zwischen mehreren Messungen durchzuführen (Bild 7). Zudem sind mathema-

Kaufen? Leasen? Mieten?

Alternativen der Gerätebeschaffung



Mieten – das ist auch in der Elektronik die Alternative zum Kauf, wenn ein Gerät nur kurzzeitig benötigt wird. Auch lange Lieferzeiten lassen sich mit Mietgeräten überbrücken. Mieten, gelegentlich auch Leasing, vermeidet – wie beim Kfz – die Bindung von Kapital und ermöglicht dem Anwender die regelmäßige Aktualisierung seiner Geräteausstattung, wenn die Typenfolge rasch wechselt. Auch die Variante 'Mietkauf' wird von einigen Firmen angeboten. Die Anschaffung eines Gebraucht- oder Surplus-Gerätes anstelle eines neuen ist eine weitere Möglichkeit, die Kosten des Equipments niedrig zu halten.

Bei der Recherche zu dieser Marktübersicht stellten sich drei positive Eindrücke ein. Erstens sind Garantie- und Serviceleistungen in diesem Markt keine Fremdwörter. Zweitens gibt es die Alternativen zum normalen Kauf für eine denkbar breite Palette von Geräten und Zubehör. Die Ursache dafür – neben den beeindruckenden Lagerbeständen mancher Firmen: Unter den Anbietern wird fleißig kooperiert. Wer nicht liefern kann, läßt einen andern ran; der Lohn wird friedlich geteilt; nicht knallharte Konkurrenz scheint in der Branche zu dominieren, eher der kameradschaftliche Geist einer Feuerwehr, die brenzlige Beschaffungsprobleme am liebsten gemeinsam löst. Und drittens schließlich sind die Mietgeräte erstaunlich jung und aktuell, weil sie nach angemessen kurzer Angebotszeit ausgemustert werden – um bei seriösen Gebrauchtgerätehändlern zu landen, die auch bei Fragen nach der Kalibrierung nicht ins Stottern geraten. Umgekehrt freilich wird so manches nicht ab Lager verfügbare Mietgerät beim Gebrauchthändler be-

schafft, wenn es da noch im Regal steht.

Der Tag hat 24 Stunden

Laut Betriebswirtschaftslehre sollte jedes Gerät – vom Fotokopierer bis zum teuren Labor-equipment – 24 Stunden täglich im Einsatz sein. Die Praxis sieht anders aus: manchmal ist nachts, den Gewerkschaften sei's gedankt, keiner da, der die teuren Investitionsgüter füttert. Bei Standardgeräten wie Oszilloskop und Multimetern nimmt sich die Nutzungsbilanz trotzdem nicht schlecht aus, doch Spezialmeßgeräte, oft aus Anlaß einer einzigen Entwicklungsvorgabe benötigt, werden leicht zum toten Inventar.

Rent an Instrument

Totes Inventar muß nicht sein. Der Bedarf, der beispielsweise in der Elrad-Redaktion aus Anlaß der Testbeiträge entsteht, wird regelmäßig durch wochenweises Mieten gedeckt – vom Bradley-Kalibrator über einen SMX-Signalgenerator von R & S bis hin zur Hf-Kabine für EMV-Tests (die Kabine wird

freilich von keinem 'Vermieter' angeboten, da muß man mit dem Eigner verhandeln). Im Prüflabor des Verlags dagegen kann jederzeit Logikanalyse-Bedarf spontan auftreten; im Mietverfahren ist die Zugriffszeit viel zu lang – da sind dann 85 000 D-Mark in den richtigen Analyser richtig investiert. (Zu den Signalen in Richtung oben, wo solche Summen zu genehmigen sind, gehört freilich auch der Sparwillen, der sich zum Beispiel in scharfer, wochengenauer Terminierung der Mietgeräte äußert.) Gewiß ist obiges Praxisbeispiel nicht unbedingt typisch, Verlage treten als Käufer oder Mieter von Elektronik-Meßequipment eher selten auf.

Leasing spielt im Bereich der Elektronik eine untergeordnete Rolle. Für den Geräteanbieter stellt sich ein Leasinggeschäft nahezu wie ein glatter Verkauf dar; in der Regel bringt der Geräteanwender seine Leasingfirma mit, eine Bank zumeist, die dann den Pakt mit beiden Seiten schließt.

Mietspiegel

Auf 20 000 Geräte (über 2000 verschiedene Gerätetypen) im

Gesamtwert von über 120 Millionen D-Mark beziffert Euro Electronic Rent sein Mietgerätespektrum. Der Jahreskatalog, zu dem zwischenzeitlich Aktualisierungen erscheinen, gliedert sich in industrielle Meßtechnik, Labormeßtechnik, Hochfrequenztechnik, Telekommunikations-/Glasfasertechnik, Logikanalysatoren, Mikroprozessorentwicklungssysteme/Programmiergeräte, PC/Arbeitsplatzcomputer/Rechner, Computer-Peripherie und Instrumentelle Analytik. Ein Sachwort- und Herstellerverzeichnis sind wertvolle Orientierungshilfen, die Preisliste ist des Katalogs zweiter Band.

'Euro' ist laut Euro Electronic Rent wörtlich zu nehmen: 'Ein Netz von regionalen Niederlassungen bedient flächendeckend diesen wirtschaftlichen Ballungsraum', heißt es dazu, und zwar per 'Rund-um-die-Uhr-Service, der 24 Stunden am Tag und sogar am Wochenende mit Rat und Tat bereitsteht.' 'Ganz im Sinne der 'just in time'-Idee', heißt es weiter, 'bei

- momentanen Kapazitätsengpässen
- Liefer- oder Reparaturzeitenüberbrückung
- oder wenn befristete Projekt-aufgaben spezielles und sofort verfügbares Gerät erfordern.'

Legt man sich von vornherein auf eine längere Mietdauer fest, so gibt es Rabatte, zum Beispiel 5 % bei 4 bis 7 Wochen, 25 %

bei 12 bis 25 Wochen, 55 % bei über 52 Wochen.

Irgendwann wird natürlich die Grenze überschritten, jenseits welcher der Gerätekauf die bessere Entscheidung wäre. Wo diese Grenze liegt, rechnet Euro Electronic Rent unter Berücksichtigung aller wesentlichen Einflußfaktoren aus, wenn man den Fragebogen 'Kalkulations- und Rentabilitätsplaner' ausfüllt. Im Gegenzug erhält man die Auswertung mit der Empfehlung 'Mieten', 'Kaufen' oder 'beides möglich'.

Daß die Auswertung übertrieben selten mit der Empfehlung 'Kaufen' zurückkommt, ist bei Euro Electronic Rent freilich nicht zu erwarten. Bei näherer Betrachtung der uns im Zuge der Recherche bekannt gewordenen Miet- und Gebrauchtgeräte-Anbieteradressen fiel auf, daß die Hausnummer Neckarstraße 8–10 in Darmstadt nicht nur die bewußte Mietfirma beherbergt, sondern auch den Second-Hand-Technologiemarkt Carston. Daß die Kommunikation zwischen beiden Firmen klappt, dafür sorgt die gemeinsame Telefonanlage: Die höheren Durchwahlnummern gehören zu Carston.

Klughammer Elektronik bietet Gebrauchtgeräte zur Miete, zum Mietkauf und zum Kauf an. Die Mindestmietdauer beträgt einen Monat. 'Es steht ein äußerst breites Herstellerspektrum an preiswerten, gebrauchten Geräten aus der Meßtechnik

sowie Funktechnik zur Verfügung', schreibt die Firma dazu, und weiter:

'Die Geräte sind innerhalb kurzer Zeit verfügbar, da auf einen internationalen Pool zurückgegriffen werden kann. Dies ermöglicht auch, fast jedes auf dem Neugerätemarkt erhältliche Gerät gebraucht zu kaufen oder zu mieten. Es stehen Geräte zur Verfügung, die nur wenige Jahre alt sind, darunter auch originalverpackte. Die Geräte wurden ständig gewartet. Vor der Auslieferung wird jedes Gerät kalibriert und gereinigt. Für jedes Gerät wird eine Vollgarantie geleistet.'

Zu den jüngsten Kaufangeboten von Klughammer zählen beispielsweise Vorführgeräte von Rohde & Schwarz, die mit voller Herstellergarantie abgegeben werden. Der Preisunterschied zum Neupreis beträgt bis zu 60 %. Zur Miete bietet Klughammer neben den elektronischen Meßgeräten jetzt auch Sun-Workstations an. Die Mietdauer beträgt mindestens einen Monat und ist beliebig verlängerbar, wobei sich der Mieter nicht von Anfang an festlegen muß. Am Ende der Mietdauer können die Workstations auch käuflich erworben werden, ebenso ist Kauf ohne vorherige Miete möglich. Im Falle einer Miete erstreckt sich die Gewährleistung über die gesamte Mietdauer, bei Kauf auf drei Monate.

Im Klughammer-Katalog stehen neben jedem Gerätetyp

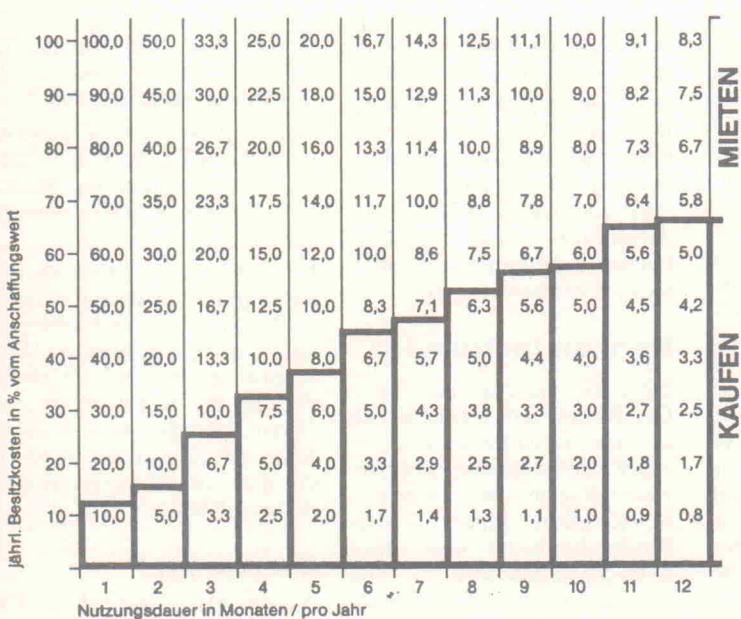
zwei Zahlen: (Gebraucht-) Kaufpreis und (Monats-)Mietpreis. Falls man ein Gerät nicht findet: 'Fragen Sie trotzdem bei uns an. Meistens können wir es Ihnen beschaffen.' Wie schon gesagt, die gegenseitige Hilfsbereitschaft in der Branche ist vorbildlich.

'Vermietung von Geräten aus Lagerbestand und Verkauf gebrauchter elektronischer Meß- und Datengeräte renommierter Hersteller' sind die Angebotschwerpunkte der Firma T.O.P. Elektronik GmbH. Das Lieferprogramm umfaßt Oszilloskope, Netzwerk-, Spektrum-, Logik-, Netzstörungsanalysatoren, Schnittstellen-Tester, Mikroprozessorentwicklungssysteme, Netzgeräte, Plotter, Workstations, Registriergeräte, Frequenzzählern, Mikrowellengeräte. Es könne (fast) alles beschafft werden, so eine Kernaussage der Firma.

Der 24seitige T.O.P.-Katalog kommt 3- bis 4mal im Jahr neu heraus; er listet derzeit rund 650 Gerätetypen auf, darunter allein sechs verschiedene Protokollanalysatoren von Hewlett-Packard zu Kaufpreisen (gebraucht) zwischen 4400 D-Mark und 29 900 D-Mark. Zielgruppen: die Industrie 'vom Konzern bis zum 1-Mann-Ingenieurbüro mit Bedarf an hochwertigen industriellen Geräten', Hochschulen, öffentliche Auftraggeber. 'Nutzen Sie unsere weltweiten Beschaffungsaktivitäten', heißt es im T.O.P.-Katalog-Vorwort. Die Kooperationsbereitschaft der Branche kennt offenbar keine Grenzen.

Ein junges deutsches Unternehmen, die MBMT, Manfred Bornmann Mikrowellentechnik, begann vor gut drei Jahren mit der Vermietung von Mikrowellenmeßgeräten. Aus der Bevorrtung mit neuwertigen Meßgeräten entwickelte sich ein 'schwunghafter Handel mit diesen', berichtet der Gründer. Die Spezialisierung auf Mikrowellentechnik wurde daraufhin aufgegeben. Der augenblicklich vorhandene Warenwert in neuwertigen gebrauchten Meßgeräten beträgt etwa 1 Million D-Mark. Nach eigener Aussage kauft die Firma Meßgeräte, die unter dem Marktwert weltweit angeboten werden, und hält sie für Vermietung oder Verkauf bereit. Leasing- und reine Handelsfirmen für gebrauchte Meßgeräte greifen regelmäßig auf die vorhandenen Meßgeräte zu; unter ihnen gibt es, folgt man

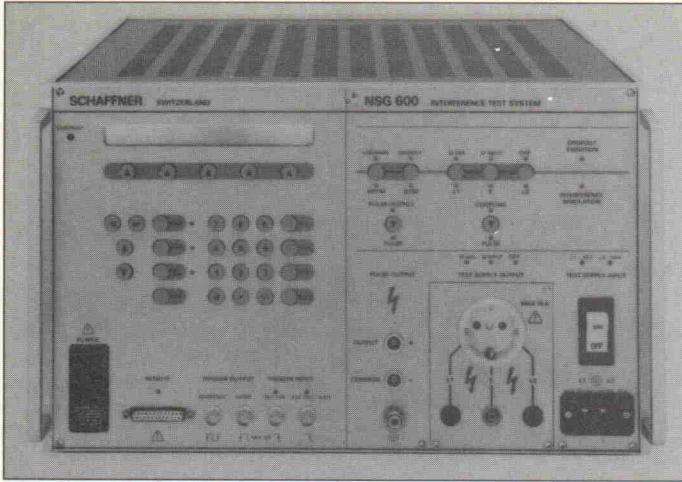
Effektive monatliche Besitzkosten als Prozentsatz der Anschaffungskosten in Abhängigkeit der Nutzungsdauer



Empfehlung:

- Mieten
- Kaufen
- beides möglich

Entscheidungstabelle im Auswerteteil des 'Kalkulations- und Rentabilitätsplaners' von Euro Electronic Rent.



Beispiel: der Netzstör-Simulator NSG 600 von Schaffner, Wochenniete 429 D-Mark.
Zubehör: Einschub 603 311 D-Mark, Impulsgenerator 622 257 D-Mark, Burstgenerator 625 376 D-Mark (Euro).

Bormann, auch solche, 'die mit Listen und Katalogen werben, aber keinen Warenbestand besitzen'. Das wäre eine zwar unwahrscheinliche, aber schlüssige Erklärung für den brüder-schaftlichen Geist, der in der Branche herrscht.

Bormann, von Haus aus Service-Ingenieur, verfügt über eine umfassende Betriebsausstattung, mit der er die Einhaltung der Herstellerspezifikationen gewährleisten und nachweisen kann; darunter sind ein Cäsium-Frequenzstandard, diverse Kalibrierstandards und Mikrowellensynthesizer. Die Kunden, darunter 'AEG, Siemens, SEL und MBB', nehmen vielfach die bei Bormann mögliche Gerätewer-führung wahr, um die Eignung des Meßgerätes für die Meßaufgabe festzustellen.

Ins Mietgeschäft steigen gelegentlich auch Firmen ein, die sonst nur verkaufen: aus gegebenem Anlaß und mit nachvollziehbarer Begründung. So überraschte Spezial-Electronic vor einigen Monaten mit der Mitteilung:

'Viele Entwickler standen schon vor dem Problem, ASICs zu testen oder freigeben zu müssen und die dazu notwendigen Geräte waren nicht vorhanden oder vorhandene Geräte waren nicht geeignet ... Viel-fach ist die Anschaffung eines für solche Zwecke geeigneten Testsystems oder die Aufrüstung eines vorhandenen Systems nach einer Kosten/Nutzenanalyse nicht zu rechtferti-gen. Spezial Electronic bietet nun folgenden Service an: Es kann ein Verifier/Tester mo-

dernster Technologie auf Stun-den, Tage- oder Wochenbasis gemietet werden, um diese Pro-bleme mit minimalem finanziellen Aufwand zu lösen. Auch geschultes Personal wird auf Anforderung gern zur Verfü-gung gestellt.'

Weiteres Beispiel: die nbn Elektronik, mit folgendem Angebot:

'Sie kennen den Fall: Eine typische Aufgabe für kontaktlose Temperaturmessung liegt vor. Die Anschaffung eines Thermo-graphie-Systems scheitert aber an Kostengründen. Ab sofort gibt es rasche Abhilfe: ... Schon für die Dauer von einer Woche vermietet nbn Elektronik anwendungsgerechte Thermogra-phy-Systeme. Speziell geschulte Ingenieure unterweisen und installieren auf Wunsch vor Ort. Bei der System-Anwendung und für die Interpretation der Meß-daten stehen erfahrene Fachleute der Präzisionsmeßtechnik aus dem Hause nbn Elektronik zur Verfügung. Preiswerte Thermo-graphie ist ab heute keine Uto-pie mehr.'

Ein wenig Werbegeschäft standen schon vor dem Problem, ASICs zu testen oder freigeben zu müssen und die dazu notwendigen Geräte waren nicht vorhanden oder vorhandene Geräte waren nicht geeignet ... Viel-fach ist die Anschaffung eines für solche Zwecke geeigneten Testsystems oder die Aufrüstung eines vorhandenen Systems nach einer Kosten/Nutzenanalyse nicht zu rechtferti-gen. Spezial Electronic bietet nun folgenden Service an: Es kann ein Verifier/Tester mo-

Englisch. Ende 1991 wird die deutschsprachige Ausgabe er-wartet. In der (deutschen) In-formationsbroschüre 'Mieten – der effektivste Weg zur neu-esten Technik' werden die Argu-mente, die für die Gerätemiete sprechen, ausführlich dargelegt, unter Berücksichtigung von Fi-nanzierungs- und steuerlichen Aspekten sowie der Wertmin-de-rung.

Die Vermietung beginnt bei Leasametric ab 1 Woche, au-ßerdem werden die Geräte auch verkauft. Darüber hinaus bietet die international operierende Firma weitere 'Finanzierungsalternativen': Miete mit Kaufopti-on, Mietkauf, Finanzkauf und 'Financial Leasing'. Ihr Inven-tar, das ist die Gesamtheit aller zur Vermietung verfügbaren Geräte, gibt sie für Mitte 1990 mit circa 2500 verschiedenen Einheiten im Gesamtwert von über 300 Millionen Dollar an.

Soviel Hardware müßte Durch-setzungskraft verleihen, doch röhrt man den Klatsch dieser bemerkenswerten Branche mit einigen Dingen, die normaler-weise als Abfallprodukt der Re-cherche im Papierkorb landen, zum bekannten Kaffeesatz zu-sammen, hat Leasametric in Deutschland nicht die ihrem In-ventar angemessene Marktstel-lung.

Lease me and love me – for two years at least

Aufgrund gesetzlicher Bestim-mungen ist das Leasing von elektronischem Gerät an eine Mindestzeit von 2 Jahren gebunden. Eine kürzere Laufzeit sowie eine vorzeitige Vertrags-auflösung mit finanziellem Ausgleich sind nicht möglich. Vielleicht sind diese deutschen Bestimmungen strenger als in anderen Ländern, vielleicht sind sie also auch ein Hemmnis für die 1962 in den USA ge-gründete Leasametric, deren Name schon die Botschaft ist.

Soweit zu sehen, gibt es nur einen Anbieter in Deutschland, der Geräte speziell im Leasing offeriert: die PCL-Leasing GmbH. Das Angebot liegt al-lerdings ausschließlich im Be-reich Computer und -peripherie, wobei die Leasingobjekte im (Neu-)Preisbereich von 5000 D-Mark bis 250 000 D-Mark angesiedelt sein können. Die in München ansässige Firma liefert nur an gewerbli-



WIR VERKAUFEN NEUWERTIGE GEBRAUCHTE MESSGERÄTE AB LAGER:

		DM
ASTRO DESIGN INC.		9 800
VG 802 PROGR. DIG. VIDEO — GEN.		9 800
VG 807 A PROGR. DIG. VIDEO — GEN.		14 400
BIRD		
8932-230 ABSORBER 10 KW — 1 GHZ		5 600
ENI		
A 500 BRB.LIN.AMPL. 500 WATT		18 900
411 LA BRB.LIN.AMPL. 10 WATT		4 800
603 L BRB.LIN.AMPL. —1000 MHZ		5 400
3100 LA BRB.LIN.AMPL. 100 WATT		12 900
3200 LA BRB.LIN.AMPL. 200 WATT		18 800
MRI-150 BRB.PULSE AMPL 150 W		7 900
FLUKE		
540 B THERM. TRANSF. STANDARD		8 500
6010 A SYNTH. SIGN. GEN. 110 MHZ		4 700
GENERAL RADIO		
1710 NW-ANALYZER 0,4—500 MHZ		9 800
HEWLETT PACKARD		
181 TR SPECTR.ANAL. GRUNDGERÄT		2 400
214 A POWER PULSE GENERATOR		1 900
716 B KLYSTROM POWER SUPPLY		1 900
735 A DC TRANSFER STANDARD		1 600
1980 A DIG. OSCILLOSCOPE		9 800
3400 A RMS VOLTMETER 10 MHZ		1 200
3437 A SYSTEM VOLTMETER		3 600
3488 A SWITCH / CONTROL UNIT		1 900
3497 A DATA AQU./CONTROL UNIT		4 200
3582 A NF-SPECTRUM ANALYZER		13 800
3717 A 70 MHZ-MODULATOR		10 800
5061 A CESIUM FREQUENCY STAND.		ANFR.
5065 A RUBIDIUM FREQU. STAND.		ANFR.
5340 A FREQUENCY COUNTER 18 GHZ		6 900
6260 B DC — PS 0—10 V/100 A		2 400
6261 B DC — PS 0—20 V/50 A		2 800
8016 A WORD GENERATOR 50 MHZ		7 900
8182 A DATA ANALYZER, OPT. 001		ANFR.
8170 A LOGIK PATTERN GENERATOR		8 900
8405 A VECTOR VOLTM. —1000 MHZ		3 000
8407 A NW-ANALYZER —110 MHZ		3 900
8501 A STORAGE NORMALIZER		3 300
8505 A NW-ANALYZER —1300 MHZ		24 800
8557 A SPECTR.ANALYZER 350 MHZ		5 900
8559 A SPECTR.ANALYZER 21 GHZ		15 900
8640 B SIGN. GEN. —1212 MHZ		7 000
8640 B SIGN. GEN. —1024 MHZ		9 000
8662 C SYNTH. SIGN. GENERATOR		8 900
8672 A SYNTHESIZER 2—18 GHZ		34 500
8690 B WOBLER GRUNDGERÄT		1 900
8694 A EINSCHUB 8—12,4 GHZ		ANFR.
8695 A EINSCHUB 12,4—18 GHZ		ANFR.
8696 A EINSCHUB 18—26,5 GHZ		ANFR.
8697 A EINSCHUB 26,5—40 GHZ		ANFR.
8698 B EINSCHUB 0,1—4,0 GHZ		3 000
8754 A NW-ANALYZER —1300 MHZ		13 500
8754 A NW-ANALYZER —2600 MHZ		17 500
8756 A SKALAR NETWORK-ANALYZER		9 800
8903 A AUDIO ANALYZER —100 KHZ		7 900
11710 B DOWN CONVERTER f. 8640		1 900
54201 A DIG. OSCILLOSC. 300 MHZ		11 400
MARCONI		
2017 SIGN. GEN. —1024 MHZ		11 900
2914 A INSERTION SIGN. ANALYZER		14 800
2917 A DATA SELECTOR FÜR 2914		2 800
6055 SIGNALQUELLE 850—2150 MHZ		3 200
6058 SIGNALQUELLE 8—12,5 GHZ		3 200
6059 SIGNALQUELLE 12—18 GHZ		2 900
6500 SKAL. NETWORK ANALYZER		8 900
ROHDE & SCHWARZ		
BDS DIG. SPEICHER FÜR SWOB 5		3 900
DSP2 HF-EICHLEITUNG 0—139 DB		4 200
ELT 2 SCHALLPEGELMESSER		790
SBUF TV TEST TRANSMITTER		27 800
SMFP FUNKMESSPLATZ		14 900
SMLU LEIST.MESSENDER —1 GHZ		ANFR.
SWOB 3 POLYSKOPE 3		ANFR.
SWOB 4 POLYSKOPE 0,1—1000 MHZ		11 800
SWOB 5 POLYSKOPE 0,1—1000 MHZ		16 500
SPMU FUNKMESSPLATZ		9 800
SMS SIGNAL GEN. 0,1—520 MHZ		8 900
SWOF 3 VIDEOSCOPE —60 MHZ		ANFR.
SMX SIGNAL GEN. —1000 MHZ		9 600
ZPV VECTOR ANAL. GRUNDGERÄT		9 800
ZPV-Z5 S-RAR. TEST SET —2000 MHZ		9 900
Tektronix		
P 6201 FET PROBE 900 MHZ		1 600
R 141 TV TEST SIGNAL GENERATOR		ANFR.
7 L 5 SPECTR.ANALYZER —5 MHZ		8 900
7 L 12 SPECTR.ANALYZER —1,8 GHZ		8 500
7 L 13 SPECTR.ANALYZER —1,8 GHZ		10 300
7 S 12 TOR-SAMPLER		7 800
148 INS. TV TEST SIGN. GEN.		ANFR.
492 P SPECTR.ANALYZER 21 GHZ		27 900
576 CURVE TRACER		10 600
1485 C WAVEFORM MONITOR		ANFR.
2465 300 MHZ OSCILLOSCOPE		7 000
7844 400 MHZ OSCILLOSCOPE-GG.		4 800
7904 500 MHZ OSCILLOSCOPE-GG.		6 400
ZUZÖGLICH 14% MWST.		
DIES IST NUR EIN AUSZUG AUS UNSEREM LAGERBESTAND.		
Manfred Bormann		
Mikrowellentechnik		
Auf der Alloge 18 · 2830 Bassum		
Telefon 0 42 41/35 16 · Telefax 55 16		

che Kunden, ihr Tochterunternehmen DataLease GmbH in Bautzen auch an private, wobei die untere Preisgrenze bei 3000 D-Mark liegt.

Laut Herrn Dresel von PCL-Leasing sieht man sich die Gerätehersteller und -lieferanten inzwischen ganz genau an, denn Crashfälle in dieser Produktkategorie wurden früher häufiger von Funktionsproblemen der Hardware als von Geldproblemen der Kunden verursacht. Einen Grund dafür, daß Leasing im Produktbereich Elektronikmeßgeräte eine untergeordnete Rolle spielt, vermutet man bei PCL in der geringen Fungibilität des Produktes, also der Wiederverwertbarkeit nach einem Leasingcrash. Beim Kraftfahrzeug ist sie optimal, bei EDV-Hardware annehmbar, bei Spezialsoftware beispielsweise null. Elektronische Meßgeräte sind für Banken und Firmen, die Leasing betreiben, zu schwierig, die Produktpalette ist zu groß.

So gut wie neu

Elektronische Geräte altern. Fernseh- und Rundfunkempfänger dürften die in dieser Hinsicht am besten erforschten Objekte sein; trägt man die Häufigkeit der Ausfälle einer großen Anzahl von Neugeräten über der Zeit auf, so erhält man die bekannte Badewannenkurve: hohe Ausfallrate am Anfang, dann passiert viele Jahre fast nichts, dann kommen die Geräte in die Jahre, die Ausfallraten steigen wieder. Die ausgefallenen Geräte lassen sich reparieren, doch ist es nicht üblich, etwa eine altersschwache Bildröhre auszutauschen.

Für elektronische Meßgeräte dürften prinzipiell dieselben

Überlegungen gelten, doch gibt es hier ein eindeutiges Go/NoGo-Kriterium: die Einhaltung der Herstellerspezifikationen nach erfolgter Kalibrierung. Selbst ein Funktionsgenerator aus den Fünfzigern produziert nach Abgleich keinen Sinus, der alt aussieht. Das Gerät ist heute aber zu groß, zu schwer, hat keinen Bedienungs- und Anzeigekomfort, keine Schnittstelle und muß wahrscheinlich zu häufig nachkalibriert werden; 'Technologieverfall' ist der Terminus technicus. Im Bereich der Computer liegt bekanntlich das Verfallsdatum bei 1 bis 2 Jahren nach der Markteinführung.

F.E.S. ist ein deutsches Unternehmen, das elektronische Gebrauchtgeräte 'führender Hersteller' vertreibt, wartet, kalibriert und repariert. Die Kalibrierung erfolgt gemäß den Herstellerspezifikationen, die Auslieferung dem standardmäßigen Lieferumfang. Der Kunde erhält eine Gewährleistung von mindestens 6 Monaten, darüber hinaus kann er 1-Jahres-Serviceverträge abschließen, auch für Geräte, die nicht bei F.E.S. gekauft wurden. 'Da sich die Verfügbarkeit auf dem Gebrauchtgerätemarkt ständig ändert, sollten Sie rückfragen, insbesondere auch dann, wenn Sie ein gesuchtes Gerät nicht bei uns im Katalog finden', rät die Firma ihren Kunden.

Instrumex ist international tätig; die hier angebotenen Gebrauchtgeräte 'stammen aus dem eigenen Leasinggeschäft im Ausland ... Wir können auf Lagerbestände von über DM 300 Millionen zurückgreifen.' Auch Instrumex wartet alle Geräte, prüft und kalibriert sie vor der Auslieferung. Die Gewährleistung wird für 6, in Einzelfällen für 12 Monate gegeben.

Adressen

Aussteller-Anmeldungen zur 'Electronic Surplus '91' bei:

Network GmbH
Wilhelm-Suhr-Str. 14
W-3055 Hagenburg
Tel.: 0 50 33/70 57
Fax: 0 50 33/79 44

HTB Elektronik
Alter Apeler Weg 5
W-2858 Schiffdorf
Tel.: 0 47 06/7 44
Fax: 0 47 06/7 49

Anschriften der
in dieser Markt-
übersicht genannten
Firmen:

SE Special-Electronic
Kreuzbreite 14
Postfach 13 08
W-3062 Bückeburg 1
Tel.: 0 57 22/2 03-0
Fax: 0 57 22/20 31 20

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

FES Elektronische Ge-
brauchtgeräte GmbH
Frohsinnstr. 14 a
W-8755 Alzenau
Tel.: 0 60 23/33 91
Fax: 0 60 23/33 94

PCL Leasing GmbH
Baaderstr. 12
W-8000 München 5
Tel.: 0 89/29 01 51 51
Fax: 0 89/29 01 51 55

DataLease GmbH
Behrungstr. 8 a
O-8600 Bautzen
Tel.: 0 54/54 43 12
Fax: 0 54/54 43 14

MBMT M. Bormann Mi-
krowellentechnik
Auf der Alloge 18
W-2830 Bassum
Tel.: 0 42 41/35 16
Fax: 0 42 41/35 16

Helmut Singer Elektronik
Nachrichten- und Meß-
technik
Feldchen 16-24
W-5100 Aachen
Tel.: 02 41/15 53 15
Fax: 02 41/15 20 66

Leasametric GmbH
Korbinianstr. 2
W-8057 Eching
Tel.: 0 89/31 90 04 39
Fax: 0 89/31 90 04 31

Rosenkranz Elektronik
Groß-Gerauer Weg 55
W-6100 Darmstadt
Tel.: 0 61 51/3 33 00
Fax: 0 61 51/31 81 92

Euro Electronic Rent
Neckarstr. 8-10
W-6100 Darmstadt
Tel.: 0 61 51/29 88-0
Fax: 0 61 51/29 88 77

Carston Vertriebs-GmbH
Neckarstr. 8-10
W-6100 Darmstadt
Tel.: 0 61 51/29 88 51
Fax: 0 61 51/29 88 55

Instrumex GmbH
Baaderstr. 82
W-8000 München 5
Tel.: 0 89/2 02 10 21
Fax: 0 89/2 02 14 53

T.O.P. Elektronik Ver-
triebs GmbH
Fröbelstr. 13
W-8502 Zirndorf
Tel.: 09 11/60 22 44
Fax: 09 11/60 26 86

Klughammer Elektronik
Straßbach 9
W-8062 Markt Indersdorf
Tel.: 0 81 36/57 39
Fax: 0 81 36/70 98

Rosenkranz Elektronik
Groß-Gerauer Weg 55
W-6100 Darmstadt
Tel.: 0 61 51/3 33 00
Fax: 0 61 51/31 81 92

Der schon erwähnte Second-hand-Technologiemarkt Carston bietet ein 'breitgefächertes Gebrauchtgeräteprogramm in der Meß- und Datentechnik sowie für PCs und Rechner ... Jedes Gerät ist quasi sofort verfügbar. Ohne lange Lieferzeiten, die bei der Beschaffung von Neugeräten allzuoft den eigenen Betriebsablauf empfindlich blockieren. Ein weiterer Vorteil der Gebraucht-Technologie ist ihre Zuverlässigkeit. Neugeräte weisen eine relativ hohe Fehlerhäufigkeit auf, die sich nach der 'Badewannenkurve' verteilt. Secondhand-Geräte haben den kritischen Teil der Kurve bereits

hinter sich.' Carston prüft alle Geräte vor der Auslieferung, kalibriert sie, unterzieht sie abschließend einem Gewährleistungs-Check und gibt 'aus diesem Grund' eine Vollgarantie von 12 Monaten auf fast jedes Gerät.

HTB Elektronik liefert 'gebrauchte Meß- und Prüfgeräte aus Leasing, Restposten, Konkurrenzmassen, Behördenbeständen et cetera. Das Angebot reicht von Analyzer bis Zubehör', formulierte HTB jüngst in einem Inserat. Die Recherche freilich lieferte eine interessante zusätzliche Information:

Elektronische Gebrauchtgeräte von Markenherstellern natürlich von:



T.O.P. Elektronik GmbH, Fröbelstraße 13, 8502 Zirndorf, ☎ 09 11 / 60 22 44, Fax 09 11 / 60 26 86
Wir stellen aus: Surplus '91, Westfalenhalle Dortmund, 27. u. 28. 11. 1991

Wir bieten:
Neuwertige Geräte mit 6 Monaten Garantie
Laufend günstige Angebote, z. B.:

- Hewlett Packard 3478A, 5½-stelliges DMM, HP-IB 1100,- DM
- Hewlett Packard 2227B, Quiet Jet Plus, HP-IB 790,- DM
- Hewlett Packard 1650A, Logik-Analysator, 80 Kanäle 7800,- DM
- Schaffner NSG 200E, 223A, 225A Netzstörungssimulator komplett mit Burstsenschub und Pulseinschub 12500,- DM
- Dranetz 626-101 mit Einschub 6003, Netzstörungsanalysator, dreiphasig 5900,- DM
- Siemens PG-685 Programmiergerät S5 5500,- DM
- TEKTRONIX 2465A, 350 MHz Oszilloskop, Vierkanal 9500,- DM

Alle Preise zuzüglich Mehrwertsteuer.

Wir beschaffen (fast) jedes Meßgerät. Fragen Sie uns an!

Neue Verkaufsliste 2/91

HTB ist im Gigahertzbereich besonders aktiv und bietet hierfür Hohlleiter, Richtkoppler et cetera von beispielsweise Hewlett-Packard, Microlab, Waveline, Narda und Silvers Lab an. Selbstverständlich kann auch dieser Anbieter das gewünschte Gerät 'meistens kurzfristig beschaffen', falls es nicht am Lager ist.

Schnäppchen fürs Privatlabor

Vorwiegend wohl für die anspruchsvolle Privatelektronik sind die Angebote der Firmen Rosenkranz und Singer gedacht. Typische Geräte von Rosenkranz betreffen den Bereich Amateurfunk, beispielsweise Frequenzsynthesizer, Hf-Milliwattmeter oder Wobbler, alle von hp. Über 3000 Gebraucht-Meßgeräte kann die Firma nach eigenen Angaben ab Lager liefern.

Die Helmut Singer Elektronik, eine seit vielen Jahren vertraute Gebrauchtgeräte-Adresse, die bisher ihr Angebot in den Qualifizierungssparten 'ab Stapel' und 'geprüft-betriebsbereit' gliederte, hat zeitgleich mit dem soeben erschienenen Katalog 91/92 eine dritte Klassifizierung eingeführt, die 'grundgeprüft' lautet. Geräte mit diesem Vermerk sind vor der Auslieferung bei Singer in Betrieb genommen worden und 'funktionieren, soweit man dies im Rahmen einer kurzen Inspektion beurteilen kann, ordnungsgemäß.' Ein offenes, ehrliches Wort. Da die Firma dank der guten eigenen Ausstattung mit Meßgeräten qualifizierte Reparaturen und Abgleicharbeiten auch an Geräten für den professionellen Einsatz durchführen kann, ist es nicht unwahrscheinlich, daß die 'kurze Inspektion' vielleicht doch etwas länger dauert.

Electronic Surplus

Was ist das? Surplus meint Geräte, die der Hersteller gern noch schnell (vor Jahresende) aus dem Lager haben möchte und dabei bereit ist, eine etwas geringere Marge in Kauf zu nehmen. Also Vorführgeräte, Auslaufmodelle oder Sonderverkauf hoher Bestände.

Wenn Beratung, Service- sowie Garantieleistungen stimmen und der Preis auf genügend niedrigem Level liegt, dann ist ein Surplus-Gerät nicht gerin-

ger einzuschätzen als ein neues. Dieser Hinweis scheint erforderlich, nachdem über rund zwei Jahrzehnte hinweg im Elektronikfach- und -versandhandel etliche schwarze Schafe mit minderwertiger Ware den Begriff 'Surplus' in Verruf gebracht haben. Insofern zeigen die Veranstalter der neuen Surplus-Messe Flagge, indem sie ihr den Titel

ELECTRONIC SURPLUS '91

gaben. Im Untertitel heißt es: Vorführgeräte, Auslaufmodelle und Sonderverkauf für professionelle Kunden aus Meßtechnik und Datenverarbeitung. Datum: 27. und 28. November 1991; Ort: Westfalenhallen Dortmund, Halle 5.

Der fünfköpfige Ausstellerbeirat ist mit Vertretern von OMC, Tektronix, Carston, Caesar-Datensystemen und Kontron hochkarätig besetzt. Interessierte Aussteller können sich beim Veranstalter noch anmelden. Eine Ausstellerliste liegt zum gegenwärtigen Zeitpunkt naturgemäß noch nicht vor; interessierte Besucher mögen ihre Erwartungen an dem Text orientieren, mit dem der Veranstalter um weitere Aussteller wirbt:

'Surplus bedeutet für Sie und Ihre anspruchsvollen Kunden, daß es sich um hochwertige und erklärbungsbedürftige Geräte handelt. Sonst bräuchte man schließlich keine Messe dafür. Surplus verringert die Hemmschwelle beim Kunden, nach günstigen Preisen zu fragen. Fast jeder Aussteller hat während der Messen eine sogenannte Sonderverkaufsliste unter der Theke. Aber wissen das auch Ihre Kunden? Surplus macht diese Frage überflüssig.'

Surplus liegt günstig – sowohl im Termin als auch mit der Ortswahl. 14 Tage nach der ersten Electronic Surplus ist Haushaltsschluß im Öffentlichen Dienst. Und ist nicht gerade Nordrhein-Westfalen, das bevölkerungsreichste Bundesland, die Region, die Sie schon immer beachten wollten? Jetzt haben Sie die Gelegenheit. Nutzen Sie die Surplus für 2 Tage als Ihr Außenbüro in Dortmund.

Übrigens: Natürlich dürfen Sie auch Ihre Seriengeräte aus Meßtechnik und Datenverarbeitung in Dortmund ausstellen ...'

Carston Second Hand Electronic

*Markt der guten
Gelegenheiten*

Netzüberwachungs- und Analysegeräte		Netto/DM
Dranetz		
626 Netzüberwachungssystem	2.200,-	
626-PA 6003-1 3-Phasen-Einschub	800,-	
626-PA 6006-1 Einschub	800,-	
656 A Netzüberwachungsgerät	16.500,-	
808 Leistungs- und Verbrauchsanalysator	2.000,-	

Registriergeräte – Schreiber, Bandgeräte, Transientenrecorder

Gould	8200 S 2-Kanal-Thermoschreiber	2.500,-
	8600 S 6-Kanal-Thermoschreiber	5.200,-
	RS 3600 6-Kanal-Thermoschreiber	12.000,-
	TA 2000 Thermoschreiber	21.000,-
	TA 550 3-Kanal-Thermoschreiber	4.800,-
Graphtec	HR 2500 30-Kanal-Schreiber	6.500,-
Philips	PM 8272 X-Y-t 2-Kanal-Schreiber	2.500,-
Yokogawa	3081-40 30-Kanal-Punktschreiber	4.900,-
	3087-43 Hybrid-Recorder	4.500,-

Programmiergeräte und Entwicklungssysteme – SPS, PROMs, Mikroprozessor

Elan	5/932 Programmiergerät	3.300,-
Hewlett Packard	1630 G Logikanalysator	4.300,-
	64100 A Entwicklungssystem	3.500,-
	64110 A Entwicklungssystem	1.500,-
Rohde & Schwarz	LAS Logikanalysator	5.500,-
	ZPV Vektoranalysator-Mainframe	8.500,-
	ZPV-E2 Einschub	2.800,-
Schlumberger	3530 D Data-Logger	5.500,-
Siemens	PG 675 Programmiergerät	5.500,-
	PG 685 Programmiergerät	6.900,-
	UV-Löscher	200,-

Labormeß- und Hochfrequenztechnik, Kommunikation und Logikanalyse

Gould	OS 1425 Speicheroszilloskop	2.800,-
	OS 1624 Speicheroszilloskop	12.800,-
Philips	PM 1414 Konstantspannung	700,-
	PM 3055 2-Kanal-Oszilloskop, 60 MHz	2.150,-
	PM 6671 Universalzähler	2.400,-
Tektronix	11402 A Sampling-Scope, 1 GHz	14.500,-
	11A71A Einschub, 16 GHz	2.500,-
	P 6015 Hochspannungstastkopf	800,-
	P 6204 Fet-Tastkopf	1.500,-
Wavetek	22 Funktionsgenerator	1.500,-
	23 Funktionsgenerator	4.200,-

Rechner und Peripherie

Digital Equipment Corp.	VT 220 Terminal	500,-
	VT 241 Terminal	600,-
Hewlett-Packard	2225 A Drucker	459,-
Tektronix	4107 A Graphik-Terminal	2.200,-
Toshiba	T 3100 Laptop	3.200,-
	T 3200 Laptop	4.950,-

Carston

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

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

Mehr Geräteangebote, Infos und Bestellung:

Telefon 06151/298851 · Telefax 06151/298855

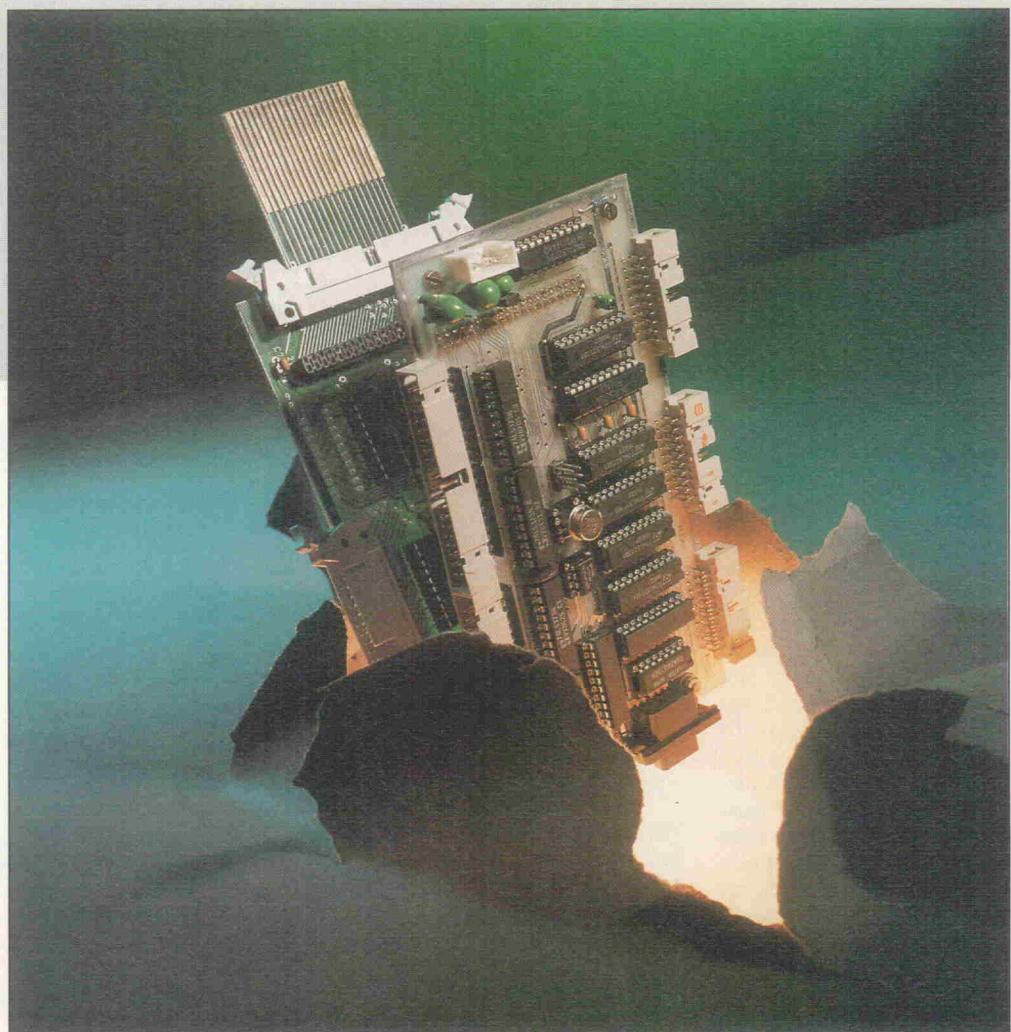
Der Aufmacher II

Das Universalinterface für den Atari ST wird aufgestockt

Hardware

Jens Uwe Timm

'Der Aufmacher' dürfte vielen Elrad-Lesern bereits bekannt sein. Das Universalinterface verschafft acht Analogsignalen mit jeweils acht Bit Auflösung und 16 digitalen Eingangsleitungen Zutritt zu den heiligen Hallen des Atari ST. Wem das nicht genügt: Die hier vorgestellte Huckepack-Platine erweitert das Interface um weitere 32 Eingangsleitungen, 48 digitale und acht analoge Ausgänge. Nun dürften keine Wünsche mehr offen stehen.



Nach dem Motto: 'Viele Wege führen zum Atari ST, nur wenige jedoch hinein', stellte Elrad im Heft 10/89 das Universalinterface 'Der Aufmacher' vor. Als Datenschleuse dient der ROM-Port des Sechzehnbitters. Es ist relativ einfach, sich hierüber eine entsprechende Anzahl von Eingangsleitungen zu verschaffen. Mit Ausgangsleitungen hat man es schon ein wenig schwerer, da der ROM-Port nur zum Lesen von EPROMs ausgelegt ist. Es geht aber dennoch, wenn man den Adressbus als Daten-Vehicle missbraucht. Das heißt, bei einem Lesezugriff auf Adressen zwischen FA0000h und FBFFFFh interpretiert man die zwei niederwertigen Adress-Bytes als Daten [1].

Mit der hier vorgestellten Huckepack-Platine lässt sich 'Der Aufmacher' um 32 Eingangsleitungen (zwei Worte) auf dann insgesamt drei Worte erweitern. Dazu kommen noch 48 Ausgangsleitungen (aufgeteilt in sechs Bytes) sowie acht analoge Ausgangskanäle mit einer Auflösung von jeweils acht Bit. Mit einer programmierbaren Spannungsreferenz lassen sich die Ausgänge der D/A-Wandler auf vier verschiedene Ausgangsspannungshübe umschalten.

Auf der doppelseitigen Platine geht es eng zu, wollen doch neben den für die Verbindung zur Außenwelt erforderlichen Steckern insgesamt 16 ICs untergebracht sein, von denen 13

jeweils zwanzigpolige 'Tausendfüßer' sind. Selbstverständlich kann man durch eine teilweise Bestückung der Zusatz-Platine auf einige Funktionen verzichten, doch dazu später mehr.

Zunächst zur Analyse der Schaltung (Bild 1 und 2): Von den jeweils acht Ausgängen der beiden LS138-Decoder (High und Low beziehungsweise gerade und ungerade Adresse) des 'Aufmacher I' wurden nur je zwei verwendet. Die übrigen zwei mal sechs Select-Leitungen sollen nun nicht weiter nutzlos auf der Platine herumgammeln. Deswegen waren sie schon seinerzeit mit auf den 40poligen Stecker gelegt worden, auf dem die Erweiterung

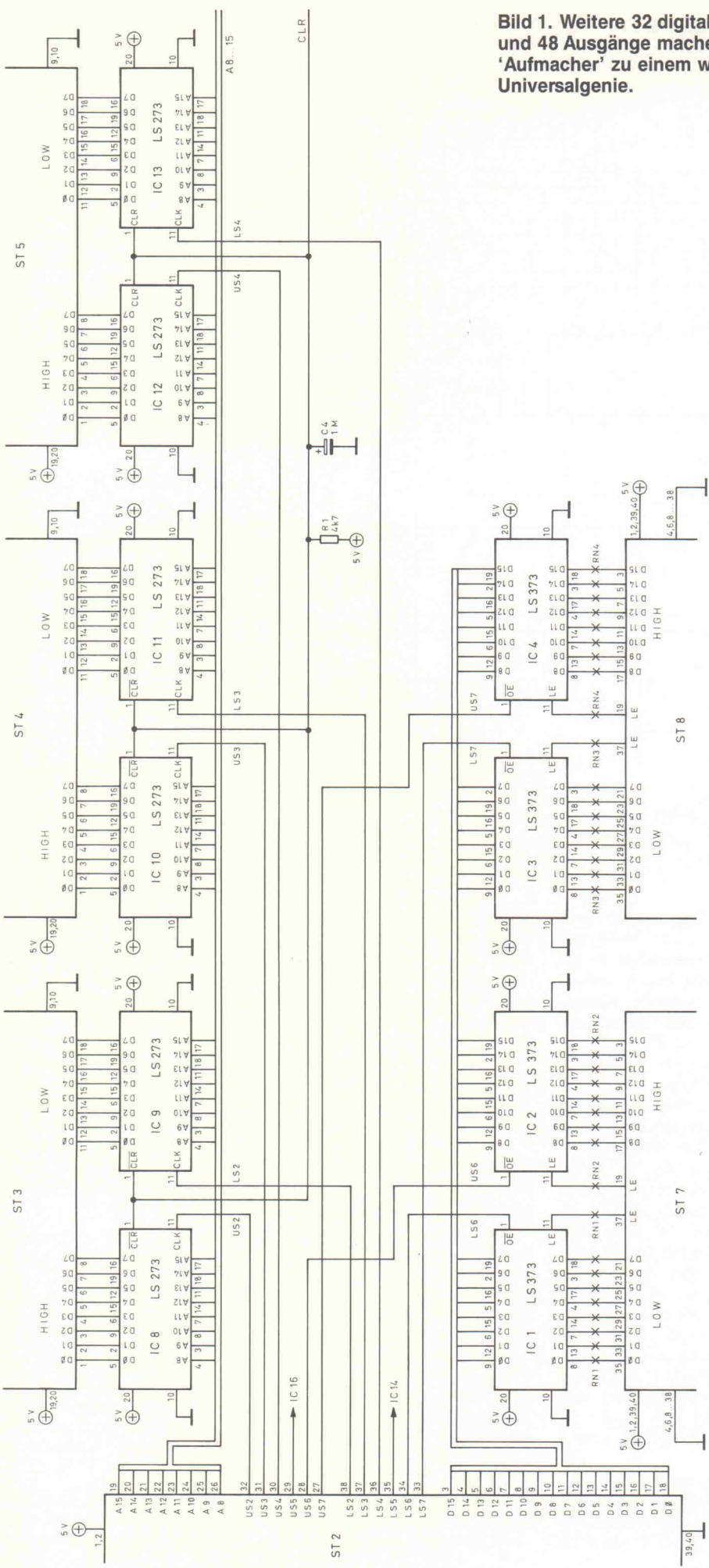


Bild 1. Weitere 32 digitale Eingänge und 48 Ausgänge machen den 'Aufmacher' zu einem wahrhaften Universalgenie.

Platz findet. Dort tummeln sich auch alle 16 Daten- und die Adreßleitungen A8...A15, die für die Ausgabe von Bytes benötigt werden – wie bereits im Heft 10/89 beschrieben.

Wege in den Sechzehnbitter ...

Die 32 Eingangsleitungen der Huckepack-Platine sind in zwei Worte zu je 16 Bits aufgeteilt. Jeweils die oberen und die unteren acht Bit eines Wortes sind an die Eingänge eines Latches LS373 (IC1...IC4) gelegt. Alle Eingänge sind durch die 4,7-k Ω -Pullup-Widerstandsnetzwerke RN1...RN4 auf 5 V gezogen. Da auch der LE-Eingang der LS373 durch einen Pullup-Widerstand auf 5 V gelegt ist, verhält sich das Latch normalerweise transparent, lässt also die momentan an den Eingängen anliegenden Pegel passieren.

Wie speichert man nun einen Eingangswert? Nachdem die gewünschte Eingangs-Bitkombination anliegt, muß die LE-Steuerleitung des LS373, die auf den 40poligen Stecker der Eingangsleitungen herausgeführt ist, auf Low-Pegel gehalten werden. Der Eingangswert des LS373 wird nun unverändert gespeichert, bis die LE-Leitung wieder auf High (5-V-Pegel) liegt. Da die LE-Leitungen für die jeweils unteren und die oberen acht Bit eines Wortes getrennt auf ST7 und ST8 herausgeführt sind, lassen sich die entsprechenden Bytes auch unabhängig voneinander speichern.

Das Auslesen der Latches erfolgt wie gewohnt über die Datenleitungen, wobei die Select-Leitungen LS6 und LS7 (lower = ungerade Adresse) beziehungsweise US6 und US7 (upper = gerade Adresse), die mit den OE-Leitungen (Output Enable = Ausgangs-Freigabe) der Latches verbunden sind, die Ausgangstreiber der LS373 freigeben.

... und wieder heraus

Nun zu den in sechs Bytes aufgeteilten 48 Ausgangsleitungen. Hier ist die Sache schon ein wenig komplizierter. Wie bereits im Heft 10/89 beschrieben, erlaubt der ROM-Port des Atari ST nur Lesezugriffe. Bei einem Schreibversuch wird

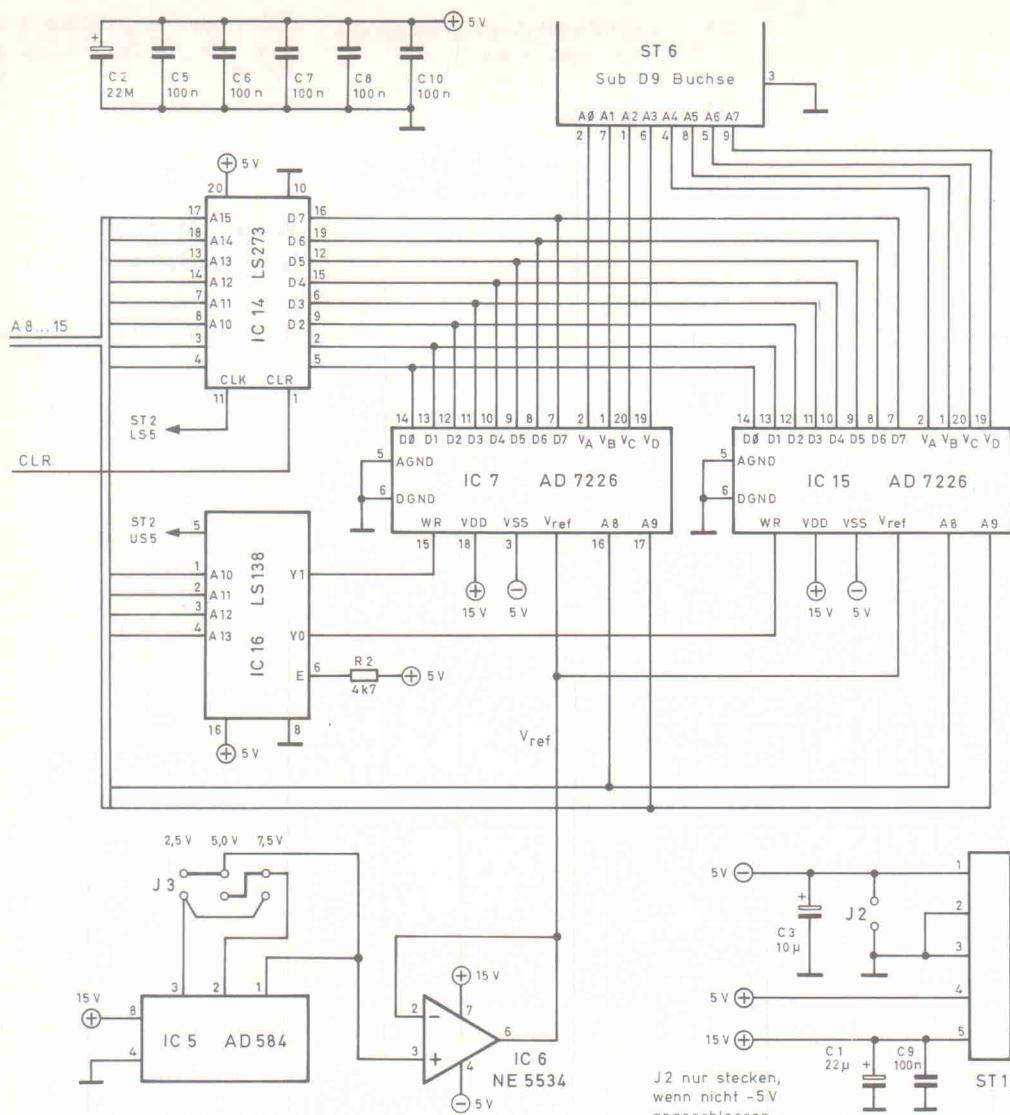


Bild 2. Die Analog-Sektion der Huckepackplatine bietet acht D/A-Wandler. Die programmierbare Referenzspannung stellt die maximalen Spannungshübe der Ausgänge zwischen 2,5 V...10 V ein.

man mit Bomben begrüßt. Daher kommt auch hier wieder der Trick mit den Adreßleitungen zum Einsatz. Da der Adreßraum des ROM-Ports 16 Bit umfaßt, kann man getrost acht Adreßleitungen als Ausgangsbytes mißbrauchen. Das heißt, daß die Adreßleitungen A8...A15 bei der gewünschten Adresse null sein müssen, da hier das mit 256 multiplizierte, beziehungsweise um acht Stellen nach links verschobene auszugebende Byte aufaddiert wird.

Da für die Ausgabe nur acht Adreßleitungen zur Verfügung stehen, kann hier anders als bei den Eingangsleitungen jeweils nur byteweise operiert werden. Die Eingänge aller sechs Ausgangslatches LS273 (IC8...IC13) sind jeweils parallel an die Adreßleitungen A8...A15 gelegt. Durch ein Low-Signal auf der entsprechenden Select-Leitung speichert das jeweilige Latch die durch A8...A15 vorgegebene Bit-Kombination. Die Ausgangsleitungen dürfen bei LS-Bausteinen laut Datenbuch bei Low mit knapp 10 mA belastet werden. Bei einem Ausgangsspegel von High dürfen dagegen nur etwa 0,5 mA entnommen werden. Setzt man statt der LS-Bausteine solche der CMOS-Familie HCT ein, sind Ausgangströme von circa 5 mA sowohl bei High- als auch bei Low-Pegel möglich.

Die CLR-Leitungen aller Latches LS273 sind verbunden und werden durch den Pullup-Widerstand R1 auf 5 V gehalten.

Beim Einschalten sorgt C4 dafür, daß die CLR-Leitung diesen Pegel erst mit Verzögerung annimmt, so daß die Ausgänge aller Latches nach dem Einschalten zunächst den Wert Null annehmen.

Wege in die analoge Welt

Ein weiteres Latch LS273 (IC14) dient zur Zwischenspeicherung des digitalen Ansteuer-Bytes für die Analog-Ausgabe. Um mit möglichst wenig Platz auf der Platine auszukommen, andererseits aber mehr als nur zwei Ausgangskanäle zur Verfügung stellen zu können, sind zwei vierfach Digital/Analog-Wandler AD7226 (IC7 und IC15) vorgesehen. Jedes dieser ICs enthält vier unabhängige Wandler mit den zugehörigen Eingangslatches, so daß insgesamt acht analoge Ausgangsleitungen zur Verfügung stehen. Die digitalen Eingangssignale müssen zuerst im Latch IC14 zwischengespeichert werden,

da man mit den Adreßleitungen A8...A15 sowohl den analogen Ausgangswert als auch die Kanalnummer selektieren muß.

Die Selectleitungen A0 und A1 sprechen über die Adreßleitungen A8 und A9 einen der jeweils vier internen Digital/Analog-Wandler der AD7226 an. Der Decoder LS138 (IC16) wertet zusätzlich die Adreßleitungen A10...A13 und die Select-Leitung US5 aus. Der Pegel auf der Adreßleitung A10 erzeugt über die Ausgänge des Decoders einen Impuls auf der WR-Leitung eines der beiden AD7226, so daß der angewählte Kanal den in IC14 zwischengespeicherten Digitalwert übernimmt.

Bei dem Decoder IC16 werden nur zwei der acht möglichen Ausgangsleitungen verwendet. Leider ist es aus Platzgründen nicht möglich, die restlichen sechs Leitungen mit den zugehörigen acht digitalen Leitungen auf einen Erweiterungsstecker zu legen, so daß dann ohne großen Aufwand eine Aufstockung um weitere sechs mal vier, also 24 analoge Ausgangsleitungen möglich wäre.

Der maximale Ausgangswert und die Genauigkeit der Ausgangsspannungen der AD7226 sind in erster Linie von der angelegten Referenzspannung abhängig. Um hier möglichst flexibel zu sein, kommt die programmierbare Referenzspannungsquelle AD584 zum Einsatz. Sie kann Referenzspannungen von 10 V, 7,5 V, 5 V oder 2,5 V erzeugen, die sich über den Jumper J3 einstellen lassen. Ist kein Jumper an den Pins von J3 gesteckt, hat die Referenzspannung einen Wert von exakt 10,0 V. Steckt man eine Kurzschlußbrücke auf jeweils einen der drei Doppelpins, reduziert sich die Ausgangsspannung in 2,5-V-Schritten bis auf 2,5 V.

Die Hersteller des AD584 bieten den Baustein in verschiedenen Genauigkeitsklassen und mit unterschiedlichen Temperaturdriften an. Selbstverständlich ändert sich mit der Genauigkeit auch der Preis – und zwar exponentiell. Für die Huckepack-Platine reicht, bedingt durch die Acht-Bit-Auflösung, die einfachste Version vollkommen aus.

Der Widerstand des Referenzspannungseingangs beim AD7226 ist abhängig vom digita-

len Eingangswort. Im ungünstigsten Fall, wenn nämlich die Bitkombination 0101 0101 anliegt, beträgt er laut Datenblatt 2 kΩ. Durch die Parallelschaltung der beiden AD7226 ergibt sich also ein Wert von 1 kΩ. Da der Eingangswiderstand der Referenzspannung codeabhängig ist, muß die Referenzspannungsquelle einen möglichst niedrigen Eingangswiderstand haben, um den analogen Fehler möglichst gering zu halten. Das Datenblatt fordert hier einen Wert von maximal 4 Ω; das sind bei zwei parallelen Bausteinen nur noch 2 Ω!

Diesen Wert erreicht die Referenzspannungsquelle bei weitem nicht; Werte um 100 Ω bezeichnet man hier schon als gut. Die Lösung ist: man puffert den Ausgang der Referenzspannungsquelle. Der Puffer darf natürlich keinen zusätzlichen Offset-Fehler erzeugen. Zum Einsatz kommt hier der als Spannungsfolger beschaltete Operationsverstärker NE5534. Er weist laut Datenblatt einen Ausgangswiderstand von 0,3 Ohm (!) auf. Das heißt natürlich nicht, daß man dem OP im Falle eines Kurzschlusses einige Ampere Ausgangsstrom abringen kann; das IC begrenzt seinen Ausgangsstrom intern auf einige zig Milliampere. Das reicht für diese Anwendung aus, da die AD7226 zusammen maximal 10 mA an ihren Referenzspannungsleitungen fordern.

Die Ausgangsleitungen der AD7226 sind für Lasten bis minimal 2 kΩ ausgelegt; bei 10 V Ausgangsspannung fließen dann je Analog-Ausgang maximal 5 mA. Die AD7226 erfordern zu der positiven Versorgungsspannung 15 V noch eine negative von -5 V. Es ist aber auch ein Betrieb ohne die negative Spannung möglich. Dazu muß mit J2 der entsprechende Pin der AD7226 auf Masse gelegt werden. Allerdings verhalten sich dann die analogen Ausgänge der DACs bei dem digitalen Eingangswert Null wie Widerstände mit circa 200 Ω. Muß ein Ausgang also einen Strom von 5 mA aufnehmen, erhöht sich die Ausgangsspannung von dem eigentlich exakten Wert 0 V auf 1,0 V. Bei einer Versorgung der AD7226 mit -5 V entfällt dieser Effekt.

Für die Huckepack-Platine ist eine vom Atari unabhängige Stromversorgung vorgesehen.

Das liegt hauptsächlich an der für den Analogteil notwendigen 15-V-Spannung, die sich nur unter großen Mühen und Platzbedarf aus 5 V erzeugen ließe. Rechnet man die bei der Wandlung von 5 V auf 15 V entstehenden Verluste mit ein, dürfte bei 5 V sicherlich etwa der vierfache Wert der bei 15 V fließenden Ströme zu erwarten sein. Bei voller Bestückung und maximaler Belastung aller Ausgänge wäre ein Strom von etwa 1 A auf der 5-V-Leitung zu erwarten. Das ist dem spartanischen Atari-ST-Netzteil garantiert zuviel.

Aus diesem Grunde ist eine Stromversorgung über ein externes Netzteil vorgesehen. Es sollte bei 5 V eine Belastbarkeit von mindestens 600 mA haben. Auf der negativen Seite von -5 V fließen etwa 50 mA, während die positive 15-V-Spannung einen Strom von 150 mA verkraften muß. Achtung: Ist die -5-V-Spannung angeschlossen, darf auf keinen Fall J2 gesteckt sein, da sonst ein Kurzschluß entsteht!

Wer auf die analogen Ausgänge verzichten will und sowohl auf der Aufmacher-Platine als auch auf der Erweiterungsplatine statt der LS-ICs solche der Familie 74HCT einsetzt, kann ganz auf ein externes Netzteil verzichten und durch Stecken von J1 die Zusatzplatine über den Atari versorgen. Dann sollten allerdings die digitalen Ausgangsleitungen so gering wie möglich belastet werden.

Universell auch in der Anpassung

Überhaupt gibt es einige Kombinationsmöglichkeiten, die es erlauben, nur einzelne Funktionsgruppen zu bestücken: für die 16 Eingabeleitungen von ST8 müssen neben den beiden Widerstandsnetzwerken RN1, RN2 nur IC1 und IC2 bestückt werden. Will man auch die Eingabeleitungen von ST7 nutzen, kommen noch IC3 mit RN3 und/oder IC4 mit RN4 hinzu.

Die IC8 und IC9 sind für die Ausgabeleitungen von ST3 zuständig; IC10 und IC11 versorgen ST4 sowie IC12 und IC13 die Ausgänge von ST5. Alle ICs können einzeln und unabhängig voneinander bestückt werden.

Zur Ausgabe von Analogspannungen müssen neben dem Pfo-

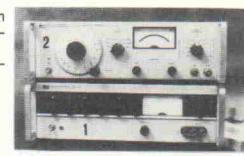
Meßgeräte zu Superpreisen

Ein winziger Auszug aus unserem 260 Seiten starken Katalog, welcher Tausende weiterer Angebote enthält. Sie finden dort jede erdenkliche Art von Meßgeräten, aber auch Angebote aus der Funktechnik, Mikrowellenbauteile, optische Geräte (Nachtsichtgeräte etc.), Röhren, bis hin zu reinen Bastlergeräten. Diesen Katalog (= Sonderliste 24) oder auch Datenblätter zu untenstehenden Angeboten senden wir Ihnen gerne zu.

- 1) HP 4204 A, NF-Generator, 10 Hz...1 MHz, an 4 Dekaden digital einstellbar DM 598,—
2) HP 651 B, 10 Hz...10 MHz. Ausgang 1 mV...3 V: DM 498,—



Synthesizer/Meßsender 4-158, 10 kHz...99.999 MHz, Digitalanzeige, Ausgangspegel +6...-119 dB, ebenfalls Digitalanzeige DM 995,—

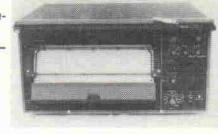


Philips PM 8235, Zwölfkanal-Punktschreiber, lieferbar in verschiedenen Konfigurationen (Meßeinschübe). Preise:.....

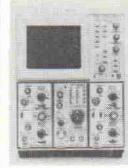
ab DM 648,—



Frieske & Hoepfner Strahlungsmeßatz, bestehend aus Handgerät FH 40 T, Sonderverlängerung, Ledertasche, Ersatzzährohre + anderen Kleinteilen, in Transportkoffer: DM 299,—



Microl SG-811, Meßsender + Wobbler für den Frequenzbereich von 10 MHz...40 GHz. Komplettprice: DM 24 450,—



Tektronix 7623 A, 100 MHz Speicheroszilloskop, komplett mit 2-Kanal Y-Einschub 7 A 12 und Doppelzeitbasis 7 B 53 A: DM 4 495,—



HP 3403 C, echtes Effektiv-Voltmeter, DC...100 MHz. Digitalanzeige. Ab DM 1 095,—

Unsere Preise beinhalten (wie auch vorgeschrieben) die gesetzliche Mehrwertsteuer (im Gegensatz zu anderen Angeboten anderer). Besuchen Sie unser Lager nur samstags, 10...14 h, oder nach Terminansprache.

HELmut SINGER ELEKTRONIK

Feldchen 16-24 · D-5100 Aachen · Tel. 02 41/15 53 15 · Telex 832 504 sitro d · Fax: 02 41/15 20 66

Beim PC-Kauf Geld sparen

Marian Hedgesheimer

Die ct-Checkliste zum PC-Kauf '91

Monitor

- Ac. O.K.
- Note: In der Karte ist angegeben, daß der Monitor durch falsche Verbindung keine Schärfe erhalten hat!
- Note: Wenn kein Monitor läuft, ist es möglich, daß es ein Problem mit dem Computer selbst ist.
- Note: Wenn der Monitor nicht funktioniert, kann es sein, daß es ein Problem mit dem Monitor selbst ist.

Ein Buch von ct

Monitor

- Note: Wenn der Monitor nicht funktioniert, kann es sein, daß es ein Problem mit dem Computer selbst ist.
- Note: Wenn der Monitor nicht funktioniert, kann es sein, daß es ein Problem mit dem Computer selbst ist.
- Note: Wenn der Monitor nicht funktioniert, kann es sein, daß es ein Problem mit dem Computer selbst ist.
- Note: Wenn der Monitor nicht funktioniert, kann es sein, daß es ein Problem mit dem Computer selbst ist.

HESSE

COMPUTER-
BUCH

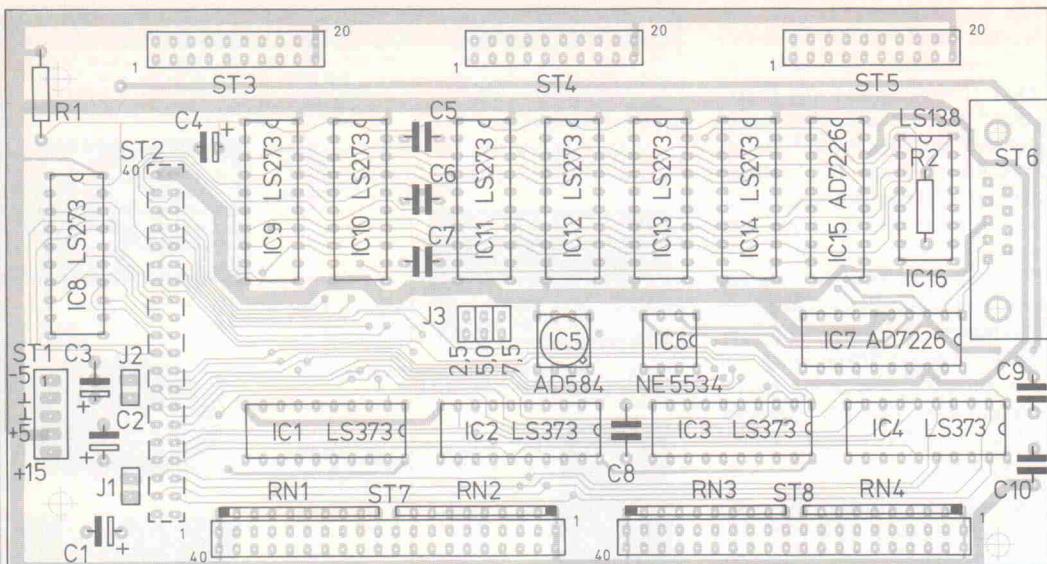
Die allgemeinverständlich kommentierte Checkliste ermöglicht es, Leistungsmerkmale und Preise objektiv miteinander zu vergleichen.

So können Sie einen Fehlkauf vermeiden und viel Geld sparen. Damit Sie auf das 'Fachchinesisch' der PC-Branche vorbereitet sind, werden im Glossar die wichtigsten Fachbegriffe ausführlich erläutert.

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

Geheftet, 88 Seiten
DM 15,—/ÖS 117,—/sfr 15,—
ISBN 3-88229-005-6

In Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich 005/1.
HEISE



stenfeld J3 IC5, IC6, IC14 und IC16 bestückt sein und mindestens natürlich einer der beiden DACs AD7226 (IC15 für die Analogkanäle 0...3 oder IC7 für Kanäle 4...7).

Die ICs der Familie 74HCT weisen die gleichen Eingangspegel wie 74LS-Bausteine auf, haben aber etwas weniger steile Ausgangsflanken wie LS- oder ALS-Bausteine, und nehmen praktisch nur bei einem Schaltvorgang Strom auf. Auf Bausteine der 74HC-Familie sollte man ganz verzichten, da diese nicht LS-kompatible Eingangspegel haben und deswegen zu Fehlfunktionen führen können.

Wie bei allen Platinen wird auch die Huckepack-Platine in der Reihenfolge der Größe der Bauteile bestückt (Bild 3) – also zuerst die beiden Widerstände R1 und R2. R2 liegt unter dem Sockel von IC16, der Sockel darf daher in der Mitte keinen Quersteig haben. Als nächstes lötet man die IC-Sockel ein, darauf die kleinen Kondensatoren und die Widerstands-Arrays.

Für die Stecker ST3...ST5 können Pfostenstecker mit Auswernern montiert werden, für ST7 und ST8 ist nur Platz für Steckerwannen (ohne Auswerner) vorhanden. Anschließend

werden die Pfostenfelder für die Jumper und die Stecker ST1 und ST6 eingelötet. Der überlange Pfostenstecker ST2 (Platinenverbinder) wird von der Lötseite (also von unten) bestückt und auf der Bestückungsseite verlötet. Schließlich soll die Huckepack-Platine mit ST2 ja auf den Aufmacher aufgesteckt werden.

Zusätzliche Stabilität lässt sich durch drei Abstandsröhrchen und M3-Schrauben erreichen. Zwei passen auf die Zungenseite des ‘Aufmachers’ durch die Löcher in beiden Platinen, die dritte durch die ungefähr in der Mitte der gegenüberliegenden Platinenschmalseite übereinander liegende Bohrung der SUB-D-Buchsen.

Wichtig ist, daß die DACs AD7226 die schmale Gehäuseform haben müssen, damit sie ins Platinenraster passen (Pin-Abstand der Beinchenreihen 7,62 mm). Es genügt hier die preisgünstigste Ausführung. Im Bezug auf die Monotonie bedeutet das, daß beispielsweise bei einem Wechsel des digitalen Wertes von 01111 auf 10000 nur eine Spannungsabweichung von weniger als einem Bit vom Idealwert auftritt und eine Abweichung der maximalen Ausgangsspannung von 1 1/2 LSB garantiert wird.

Die programmierbare Referenzspannungsquelle AD584 wird im allgemeinen in einem runden TO-Gehäuse geliefert. Die acht Pins müssen so gebogen werden, daß sie in die Aufnahmen der achtpoligen IC-Fassung passen. Das geht am einfachsten, indem man die Drähte durch die im Abstand entsprechenden Löcher einer Lochraster-Platine

Bild 3. Das Schaltungskonzept erlaubt auch eine teilweise Bestückung der Platine: Wer auf den Analogteil verzichten möchte, läßt die entsprechenden Bausteine einfach weg.

Stückliste

Widerstände:	
R1,R2	4k7
RN1...RN4	9x 4k7

Kondensatoren:	
C1,C2	22µ/25 V, Tantal
C3	22µ/16 V, Tantal (siehe Text)
C4	1µ/16 V, Tantal
C5...C7,C9,C10	100n, RM 5,0
C8	100n, RM 7,5

Halbleiter:	
IC1...IC4	74LS373
IC5	AD584JH
IC6	NE5534N
IC7, IC15	AD7226KN (schmale Ausführung)
IC8...IC14	74LS273
IC16	74LS138

Sonstiges:	
J1, J2	Pfostenfeld 1x2
J3	Pfostenfeld 3x2
ST1	Steckverbinder 5pol. (RM 2,5)
ST2	2x20pol. Stiftleiste (lang)
ST3, ST4, ST5	2x10pol. Steckerleiste 90°
ST6	9pol. SUB-D-Buchse (Platinenmontage)
ST7, ST8	2x 20pol. Steckerwanne 90°
	2 DIL-Fassungen, 8pol.
	1 DIL-Fassung, 16pol.
	13 DIL Fassungen, 20pol.
Platine	

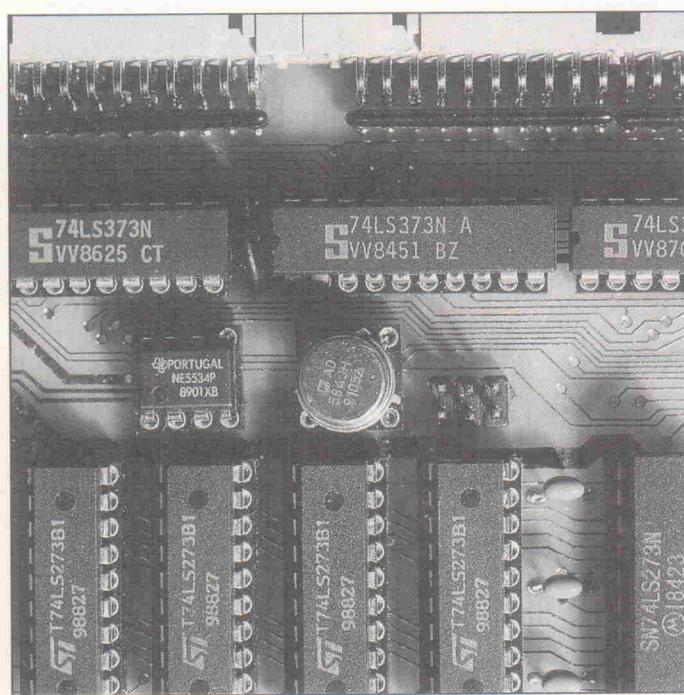


Bild 4. Die gängigste ‘Verpackung’ der programmierbaren Referenzspannungsquelle AD584 ist ein 8-PIN TO-99-Gehäuse. Die Nase kennzeichnet bei dieser Bauform den Pin 8.

steckt. Die Nase des runden Gehäuses markiert dabei Pin 8 (Bild 4). Durch abwechselndes Drücken auf das IC und Ziehen an den Drähten werden diese genau passend ausgerichtet und gegebenenfalls mit einem scharfen Seitenschneider passend gekürzt. Anschließend lässt sich die Referenzspannungsquelle vorsichtig in die 8polige IC-Fassung drücken.

Vor dem Bestücken der ICs prüft man zunächst die Stromversorgungsleitungen auf Kurzschluß und steckt dann erst die ICs ein. Es empfiehlt sich, die analogen Bauteile erst zuletzt

einzustecken. Mit einem Ampermeter überprüft man nun die Stromaufnahme. Vollbestückt zieht die Huckepack-Platine folgende Ströme:

300 mA bei +5 V
15...25 mA bei +15 V
20...25 mA bei -5 V.

Sehr bewährt hat sich nach dem Anlegen der Spannungen die Handauflegemethode: mit den Fingern prüft man, ob sich ein IC zügig erwärmt; mehr als gut mit den Fingern auszuhalten ist nicht zugelassen.

Für den Anschluß des mit der Huckepack-Platine erweiterten 'Aufmachers' an den Atari ST empfiehlt sich dringend die Zwischenschaltung eines ROM-Port-Puffers. Es hängen doch eine ganze Reihe von ICs parallel am Rechnerbus, der intern zum ROM-Port nicht extra gepuffert ist. Will man die erweiterte Platine trotzdem ohne Puffer direkt an den Atari anschließen, sollten der Aufmacher und die Erweiterung auf jeden Fall nur mit ICs der 74HCT-Familie bestückt sein. Und noch einmal: Einstecken oder Herausziehen einer Platine am

ROM-Port nur bei ausgeschaltetem Rechner!

One, two, testing

Das Testprogramm (siehe Listing) zum 'Aufmacher II' ist länger ausgefallen als das zum ersten Teil; dafür ist es komfortabler (Bild 5). Auf dem Bildschirm lassen sich alle digitalen und analogen Ein- und Ausgangsbefestigungen überwachen und bedienen. Das Programm ver-

zichtet auf spezielle Befehle (zum Beispiel LSR), damit es sowohl unter GFA-Basic 2.0 als auch unter allen 3.x-Versionen.

Der Bildschirm ist vertikal in zwei Teile unterteilt. Die linke Hälfte – mit 'Einlesen' überschrieben – ist den Eingangswerten vorbehalten. Im oberen Teil sind die analogen Eingangskanäle als waagerechte Balken symbolisiert. So ist eine gute Tendenzbeobachtung der analogen Eingangs-

werte möglich, auch wenn diese regelmäßig schwanken. Zusätzlich steht rechts neben jedem Balken in dezimaler Darstellung der exakte Wandlerwert des ZN427 (0...255).

Mit ST3 sind die sechzehn digitalen Eingangswerte der ersten 'Aufmacher'-Platine bezeichnet. ST7 und ST8 beziehen sich auf die beiden Stecker der Erweiterungsplatine. Die digitalen Eingangswerte sind dabei jeweils zuerst als hexadezimale

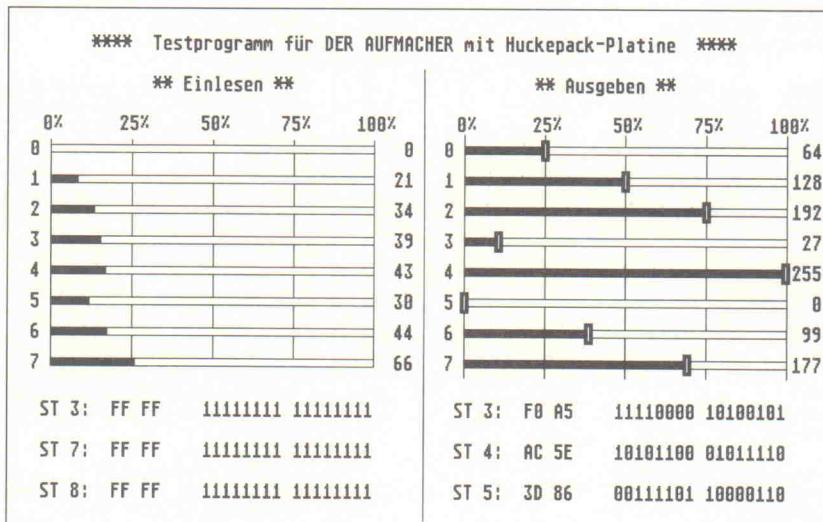
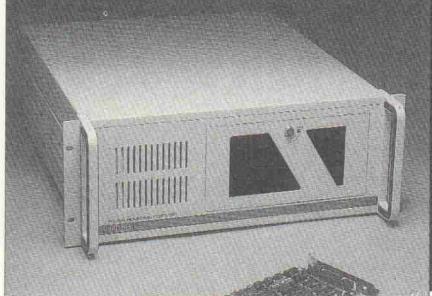


Bild 5. Mit acht 'Soft-Schiebepotis' lassen sich die Ausgangsspannungen der acht analogen Ausgangskanäle auf das Bit genau einstellen.

HARTE WARE FÜR PROFIS

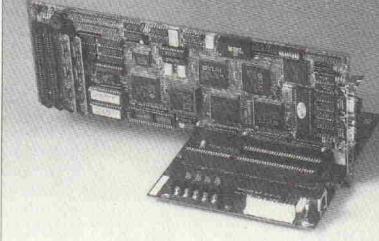
INDUSTRIE - PC



IPC-600
Industrie-PC-Chassis

- 19" Gehäuse 3 HE
- passiver Bus mit 10 AT und 2 XT Slots, mit speziellem Arretierungsmechanismus
- 185 Watt Schaltnetzteil
- Einbauvorrichtung, 2 halbhöhe Laufwerke
- vibrationsgeschützte Lagerung
- Lüftungssystem mit 2 Lüftern
- Überdrucksystem zum Schutz gegen Staub und Schmutz

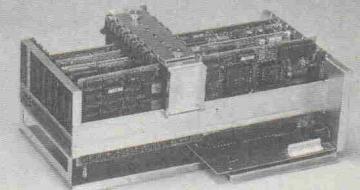
SLOT CPU



PCA-6125
All-in-one CPU Karte

- 80286 Prozessor mit 12 MHz
- VLSI-CMOS Chips für geringen Stromverbrauch
- bis 4 MB on board aufrüstbar
- IDE (AT-Bus) Controller
- Interface für Floppylaufwerk
- 2 ser./1 par. Schnittstelle
- Tastaturanschluß
- Echtzeituhr

KARTENKÄFIG



IPC-6010
PC-BUS Kartenkäfig

- inkl. PCA-6101, passiver PC-Bus mit 6 AT und 2XT Slots
- unterstützt alle PC XT/AT Karten
- Arretierungsmechanismus gegen Herausfallen der Einsteckkarten
- 8 Ohm Lautsprecher

*Fordern Sie unseren
Katalog an!*



Spectra GmbH Karlsruher Straße 11/1 7022 Leinf.-Echterdingen 2 Tel. 07 11/79 80 30 Fax 07 11/79 35 69

Werte und daneben als Binärwert dargestellt, so daß sich auch der Zustand einzelner Bits gut überprüfen läßt.

In der rechten Bildschirmhälfte kann man alle Ausgangswerte mit der Maus bedienen. Die Balken entsprechen denen der analogen Eingabe. Allerdings kann man hier, wie bei einem Schiebepotி, den gewünschten

analogen Ausgangswert eines jeden Kanals durch entsprechende Positionierung des 'Schiebers' mit der Maus genau eingestellen.

Darunter befinden sich auf der linken Bildschirmseite die mit ST3...ST5 bezeichneten digitalen Ausgangsleitungen. Durch kurzes Anklicken mit der Maus auf die binäre Darstellung las-

sen sich einzelne Bits löschen beziehungsweise setzen. Hält man die linke Maustaste länger gedrückt, 'toggelt' das entsprechende Bit, wodurch zum Beispiel eine über einen Vorwiderstand an die entsprechende Ausgangsleitung angeschlossene Leuchtdiode regelmäßig blinkt. Will man das Programm verlassen, drückt man die ESC-Taste.

Literatur

- [1] Jens Uwe Timm, *Der Aufmacher*, Elrad 10/89, S. 14
 [2] Brückmann, *Englisch, Grits, Atari ST Intern*, Data Becker, Düsseldorf 1988

```

PRINT AT(3,20); "ST 3:"; ! Einlesen
PRINT AT(3,22); "ST 7:";
PRINT AT(3,24); "ST 8:";

FOR i% = 0 TO 7
  TEXT x_an_ein% - 16, y_an_ein% + 8 + i% * 24, STR$(i%)
  TEXT x_an_aus% - 16, y_an_aus% + 8 + i% * 24, STR$(i%)
  @up_show_analoge_ausgabe(i%)
NEXT i%

PRINT AT(44,20); "ST 3:"; ! Ausgeben
PRINT AT(44,22); "ST 4:";
PRINT AT(44,24); "ST 5:";
@up_show_digitale_ausgabe

SHOWM
REPEAT

' ++++++ Analogwerte einlesen und ausgeben ++++++
' Analogwerte einlesen und ausgeben
' ++++++ Digitale Werte einlesen und ausgeben ++++++
VOID FN ana_kan(0) ! Kanalnummer 0 für Eingabe selectieren
HIDEM
FOR i% = 0 TO 7
  VOID FN starte_wandler
  daten% = FN ana_kan(i% + 1) ! Auslesen und neuen Kanal wählen
  y% = i% * 24 + y_an_ein%
  TEXT x_an_ein% + 264, y% + 8, RIGHT$(" " + STR$(daten%), 3)
  DEFFILL, 1 ! schwarzer Abschnitt
  PBOX x_an_ein%, y%, x_an_ein% + daten%, y% + 6
  DEFFILL, 0 ! weißer Rest
  PBOX x_an_ein% + daten%, y%, x_an_ein% + 256, y% + 6
NEXT i%
SHOWM
'

' ++++++ Digitale Werte einlesen und ausgeben ++++++
' Digitale Werte einlesen und ausgeben
' ++++++ VSYNC ! damit Maus zu sehen ist ++++++
VSYNC ! damit Maus zu sehen ist
VSYNC
HIDEM
@up_show_digital(10, 20, FN high_byte, FN low_byte)
@up_show_digital(10, 22, FN high_byte_st7, FN low_byte_st7)
@up_show_digital(10, 24, FN high_byte_st8, FN low_byte_st8)
SHOWM
'

IF MOUSEK = 1 ! linke Maustaste gedrückt
  mx% = MOUSEX
  my% = MOUSEY
  hilf% = (my% - y_an_aus%) + 5
  IF (hilf% > 0) AND (hilf% < 192) ! Y im Schieber-Feld
    IF (hilf% MOD 24) < 16
      an_nr% = hilf% DIV 24 ! Schieber-Nummer
      an_x% = mx% - x_an_aus%
      IF an_x% > -4 AND an_x% < 260
        IF (an_x% >= an_aus_wert%(an_nr%) - 4) AND
          (an_x% <= an_aus_wert%(an_nr%) + 4)
          WHILE MOUSEK = 1
            an_aus_wert%(an_nr%) = MIN(MAX((MOUSEX - x_an_aus%), 0), 255)
            @up_show_analoge_ausgabe(an_nr%)
          WEND
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  ELSE
    hilf% = mx% - 471
    IF hilf% > 0 AND hilf% < 136
      bit_nr% = hilf% DIV 8
      IF bit_nr% = 8
        bit_nr% = 100
      ELSE
        IF bit_nr% > 8
          DEC bit_nr%
        ENDIF
      ENDIF
      bit_nr% = 15 - bit_nr%
      IF bit_nr% >= 0

```

```

IF (my%>305 AND my%<319) ! Ausgabe ST 3
  IF bit_nr%<8
    dig_aus_low_st3%=dig_aus_low_st3% XOR 2^bit_nr%
  ELSE
    dig_aus_high_st3%=dig_aus_high_st3% XOR 2^(bit_nr%-8)
  ENDIF
  @up_show_digitale_ausgabe
ELSE
  IF (my%>337 AND my%<351) ! Ausgabe ST 4
    IF bit_nr%<8
      dig_aus_low_st4%=dig_aus_low_st4% XOR 2^bit_nr%
    ELSE
      dig_aus_high_st4%=dig_aus_high_st4% XOR 2^(bit_nr%-8)
    ENDIF
    @up_show_digitale_ausgabe
  ELSE
    IF (my%>368 AND my%<382) ! Ausgabe ST 5
      IF bit_nr%<8
        dig_aus_low_st5%=dig_aus_low_st5% XOR 2^bit_nr%
      ELSE
        dig_aus_high_st5%=dig_aus_high_st5% XOR 2^(bit_nr%-8)
      ENDIF
      @up_show_digitale_ausgabe
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
UNTIL INKEY$=CHR$(27) ! Abbruch mit ESC
END
'

PROCEDURE up_show_digital(x%,y%,high_byte%,low_byte%)
PRINT AT(x%,y%);RIGHT$(" "+HEX$(high_byte%),2)
PRINT RIGHT$(" "+HEX$(low_byte%),2)^" "
PRINT RIGHT$("000000"+BIN$(high_byte%),8)
PRINT RIGHT$("000000"+BIN$(low_byte%),8);
RETURN
'

PROCEDURE up_show_analoge_ausgabe(nr%)
LOCAL y%
VOID FN ana_aus(an_aus_wert%(nr%))
VOID FN ana_aus_kanal(nr%)

```

```

y%=nr%*24+y_an_aus%
DEFFILL ,0 ! zuerst Schieber löschen
DPOKE INTIN,0
VDISYS 104 ! Rahmen aus (für GFABAS 2; in 3.0 mit Befehl BOUNDARY möglich)
PBOX x_an_aus%+alt_an_aus%(nr%)-4,y%+6,x_an_aus%+alt_an_aus%(nr%)+4,y%+6+6
DPOKE INTIN,1
VDISYS 104 ! Rahmen an
' Linien restaurieren
DRAW x_an_aus%,y%+9 TO x_an_aus%,y%+14 ! 0
DRAW x_an_aus%+64,y%+9 TO x_an_aus%+64,y%+14 ! 64 = 1/4
DRAW x_an_aus%+128,y%+9 TO x_an_aus%+128,y%+14 ! 128 = 1/2
DRAW x_an_aus%+192,y%+9 TO x_an_aus%+192,y%+14 ! 192 = 3/4
DRAW x_an_aus%+256,y%+9 TO x_an_aus%+256,y%+14 ! 256 = 4/4
' Balken darstellen
DEFFILL ,1 ! schwarzer Balken
PBOX x_an_aus%,y%_x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%),y%+6
DEFFILL ,0 ! weißer Balken
PBOX x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%),y%,x_an_aus%+256,y%+6
' Schieber
DEFFILL ,1
PBOX x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%)-3,y%+5,x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%)+3,y%+6+2
COLOR 0
DRAW x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%),y%+2 TO x_an_aus%+an_aus_wert%(nr%),y%+6+2
COLOR 1
alt_an_aus%(nr%)=an_aus_wert%(nr%)
TEXT x_an_aus%+260,y%+8,RIGHT$(" "+STR$(an_aus_wert%(nr%)),3)
RETURN

PROCEDURE up_show_digitale_ausgabe
@up_show_digital(51,20,dig_aus_high_st3%,dig_aus_low_st3%)
@up_show_digital(51,22,dig_aus_high_st4%,dig_aus_low_st4%)
@up_show_digital(51,24,dig_aus_high_st5%,dig_aus_low_st5%)
VOID PEEK(&HFB0020+256*dig_aus_high_st3%)
VOID PEEK(&HFB0021+256*dig_aus_low_st3%)
VOID PEEK(&HFB0028+256*dig_aus_high_st4%)
VOID PEEK(&HFB0029+256*dig_aus_low_st4%)
VOID PEEK(&HFB0080+256*dig_aus_high_st5%)
VOID PEEK(&HFB0081+256*dig_aus_low_st5%)
RETURN

```

Mit dem abgedruckten Programm lassen sich alle Funktionen der 'Aufmacher I + II' testen.

AM BESTEN...

... Sie bestellen sofort und kostenlos das 216-seitige DDS-Handbook und schrauben es nach Erhalt an Ihren Arbeitstisch. (Schraubzwinge kann zusätzlich mitgeliefert werden).

STANFORD TELECOM
Es geht um:
Numerically Controlled Oscillators (NCOs)

Überall wo es um Frequenzsynthese, um digitale Signalverarbeitung oder um mobile Kommunikation (Mobiltelefon, Satellitenfunk, Sprechfunk usw.) geht, sind NCOs unentbehrlich.

Zum Beispiel: STEL-1178 der preiswerte 32-bit NCO

- mit hoher Frequenzauflösung, 12 mHz bei 50 MHz Takt
- mit 2 voneinander unabhängigen NCOs in einem 68-pin PLCC-Gehäuse
- mit einer Ausgangsfrequenz von 0 bis 22 MHz
- er ist ab Lager lieferbar.



ALFATRON GmbH
MITGLIED DER ELECTRONIC 2000 GRUPPE

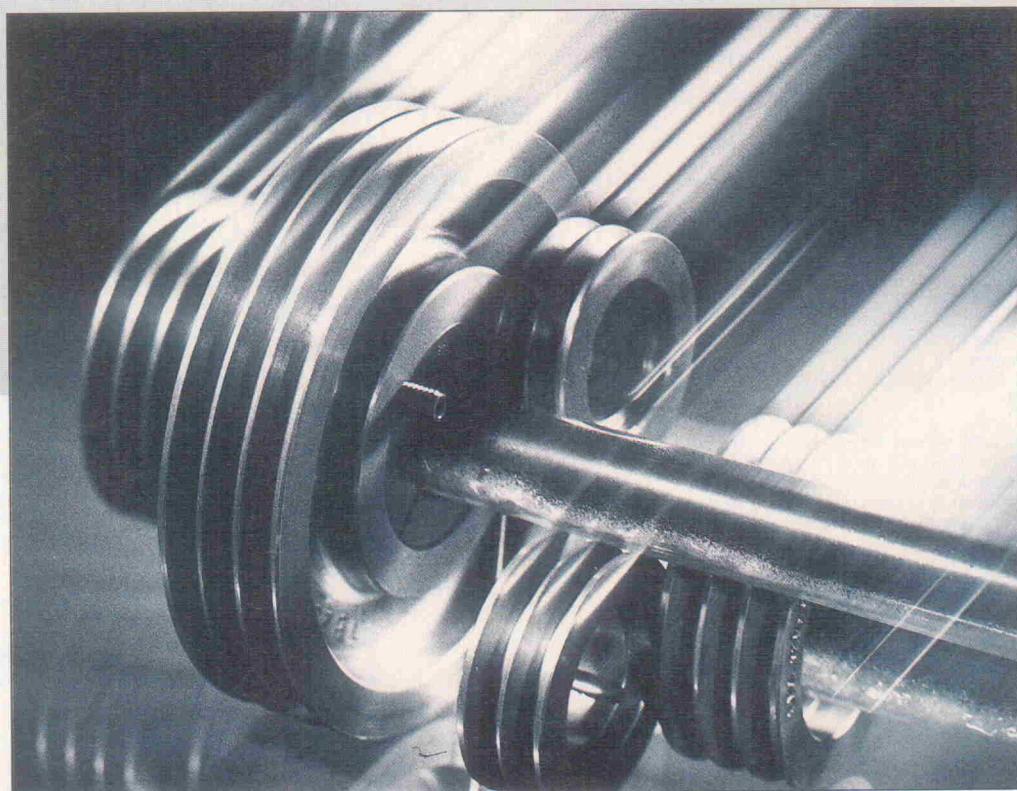
Stahlgruberring 12 · 8000 München 82 · Telefon 089/42 04 91-0 · Fax 089/42 04 91-59 · Telex 5 216 935
TECHNISCHE BÜROS, TEL: Nürnberg (09 11) 500 96 57 – Leonberg (0 71 52) 210 67/68 – Rödermark (0 60 74) 9 00 01 – Neuss (0 21 01) 210 93 – Hamburg (0 40) 78 15 83

Wechselschritt

Grundlagen der Schrittmotorantriebe

Tomas Kalender

Wenn es in Mechaniksystemen auf digital gesteuerte Positionierung ankommt, wird man immer häufiger auf Schrittmotoren treffen. Wie bei anderen Antrieben auch, existieren gleich mehrere unterschiedliche Mechanismen zur Erzeugung von – in diesem Falle – mehr oder weniger fein abgestuften Drehbewegungen.



Auf sich allein gestellt, drehen sich Schrittmotoren noch lange nicht. Digitale Impulse von der Prozeßsteuerung müssen in Leistungssignale umgewandelt werden, die die einzelnen Wicklungen des Schrittmotors in der richtigen Reihenfolge mit entsprechender Spannung beziehungsweise Strom erregen.

Zur Ansteuerung eines Schrittmotors gehören vor allem die Leistungsstufe, der Logikteil und die Speisung. Je nach Aufgabenstellung benötigt man noch eine mehr oder weniger aufwendige Prozeßsteuerung, die die Steuerimpulse für die Ansteuerung generiert (Bild 1).

Leistungsstufe

Für die Erzeugung des Statorfeldes durch die Erregung der Phasenwicklungen gibt es zwei Möglichkeiten der Ansteuerung:

Bipolar

Die Phasen A und B bestehen aus je einer Wicklung, die auf beide Pole verteilt ist.

Unipolar

Die Phasen A und B bestehen aus je zwei Teilwicklungen, die auf die Pole verteilt sind.

Für eine Rotorbewegung ist es notwendig, die Richtung des Statorfeldes zu variieren, was durch Umkehren der Stromrichtungen geschieht. Bei bipolarer Ansteuerung muß der Strom tatsächlich umgepolt werden. Bei unipolarer Ansteuerung wird immer nur eine Wicklungshälfte mit Strom bleibender Polarität erregt. Das Statorfeld wird durch Umschalten der Teilwicklungen geschaltet (Bild 2).

Unipolare Ansteuerung erfordert je einen Leistungstransistor für jede Teilwicklung (und somit zwei pro Phase). Bei bipolarer Ansteuerung ist hingegen eine Brücke mit vier Transistoren pro Phase fällig, der Schaltungsaufwand ist doppelt so hoch. Vollintegrierte Transistorbrücken wie zum Beispiel LMD 18200, L 293E oder L 298 helfen aber, den Schaltungsaufwand niedrig zu halten

(die beiden letzten genannten ICs enthalten je zwei Transistorbrücken in einem Gehäuse). Integrierte Schaltkreise wie beispielsweise der TCA 1561B erlauben sogar die Ansteuerung des Schrittmotors mit konstantem Strom ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand.

Zwei Teilwicklungen pro Phase können auch bei der bipolaren Ansteuerung nützlich sein: Steht ein Leistungsteil mit hohem Strom und niedriger Spannung zur Verfügung, schaltet man die Teilwicklungen parallel, andernfalls in Reihe.

Die Energiespeisung in die Motorwicklungen kann prinzipiell auf zwei verschiedene Arten erfolgen.

Speisung mit konstanter Spannung

Die Motorphasen werden über Schalttransistoren an eine Spannungsquelle gelegt. Den maximalen Strom muß man durch Vorwiderstände begrenzen.

Bild 1:
Antriebssystem mit Schrittmotoren.

zen. Bei hohen Drehzahlen oder Beschleunigungsvorgängen, wenn die Phasenströme schnell geschaltet und ein hohes Drehmoment benötigt wird, muß man berücksichtigen, daß der Phasenstrom und das zu ihm proportionale Drehmoment nicht sofort nach Anlegen der Spannung in voller Höhe verfügbar sind. Grund dafür sind die Induktivitäten der Phasenwicklungen. Der Widerstand R und die Induktivität L bilden ein Verzögerungsglied mit der Zeitkonstanten L/R .

Speisung mit konstantem Strom

In dieser Betriebsart ist die Speisespannung oft deutlich höher, als es dem stationären Maximalstrom entsprechen würde. Der Strom wird gemessen und mit Hilfe eines Zweitpunktreglers oder über Pulsweitenmodulatoren geregelt. Bedingt durch die Wicklungsinduktivität und die Freilaufdiode stellt sich ein annähernd konstanter Strom ein. Die Motordynamik ist besser als bei einer Ansteuerung mit konstanter Spannung (hohe Drehzahlen und Beschleunigungen sind erreichbar). Durch die relativ hochfrequente Stromwelligkeit kann es zu einer Erwärmung des Motors kommen (Wirbelströme).

Von modernen Leistungsstufen sollte man folgendes erwarten:

- Stromreduzierung im Stillstand,
- Einstellung des maximalen Stroms für verschiedene Motoren (Haltestrom, Betriebsstrom),
- Überstromschutz und Temperaturüberwachung,
- Möglichkeit zur kurzzeitigen Erhöhung des Maximalstroms bei Beschleunigungsvorgängen.

Logikteil (Sequenzer)

Der Sequenzer setzt die Impulsfolge von der Prozeßsteuerung in eine Sequenz von phasenverschobenen Signalen um, die durch das Leistungsteil an die Phasenwicklungen weitergeleitet werden. Die klassische Realisierung ist ein Schaltwerk, bestehend aus einem ROM und

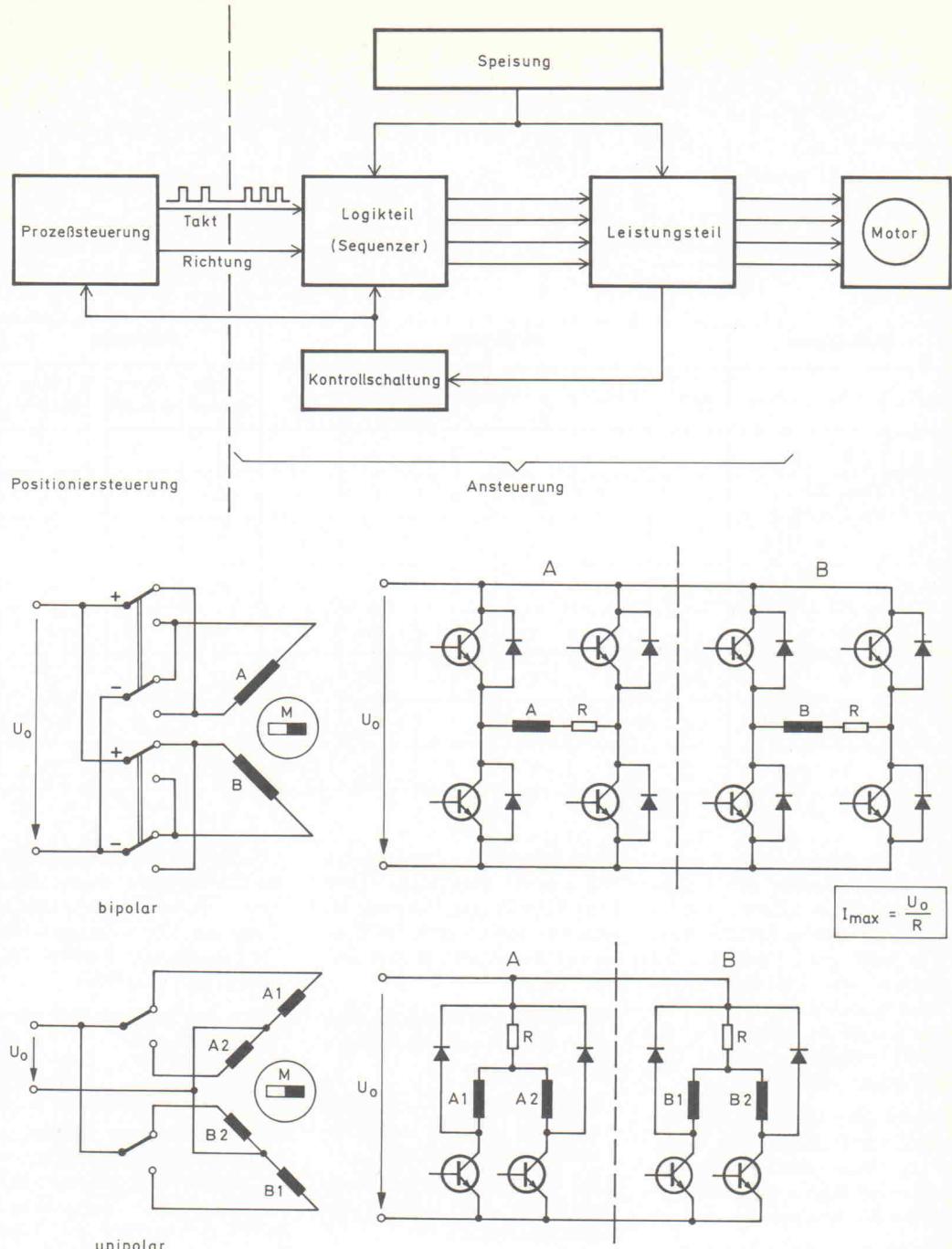


Bild 2: Bipolare und unipolare Ansteuerung eines Schrittmotors. Der Widerstand setzt sich aus dem Spulenwiderstand und einem eventuell zusätzlich vorhandenen Widerstand zur Strombegrenzung zusammen.

einem Latch. Oft wird die Erzeugung der Sequenzen von einem Mikrocontroller übernommen. Ein einfacher Sequenzer für einen Zweiphasenmotor ist in Bild 3 dargestellt.

Mit ihm sind Sequenzen sowohl für eine bipolare als auch

für eine unipolare Ansteuerung erzeugbar. Da lediglich Vollschrittbetrieb berücksichtigt ist, reichen für die Zustandsbeschreibung zwei Bit (z_1 und z_2). Das Richtungssignal R ist eine unabhängige Eingangsgröße, die zusammen mit dem aktuellen Zustand $z(k)$ als ROM-Adresse dient. Bei jedem Taktimpuls werden der neue Zustand und die Information zur Ansteuerung der Leistungsstufe ausgelesen. Sollte auch der Halbschrittbetrieb berücksichtigt werden, müßte noch ein Zustandsbit hinzugefügt werden.

Üblicherweise bilden der Leistungs- und Logikteil eine Einheit.

Logikteile der oberen Leistungsklasse verfügen über Mechanismen zur elektronischen Dämpfung von Rotorresonanzen.

Prozeßsteuerung

Je nach Problemstellung ergeben sich ganz unterschiedliche Anforderungen an die Impulserzeugung für den Logikteil. In Abhängigkeit davon, ob nur Einzelschritte, variable Drehzahl oder gleich Positionierung mehrerer Achsen erwünscht sind, reicht die hierzu benötigte Hardware von einem Einzel-IC bis zu eigenständigen Rechnern.

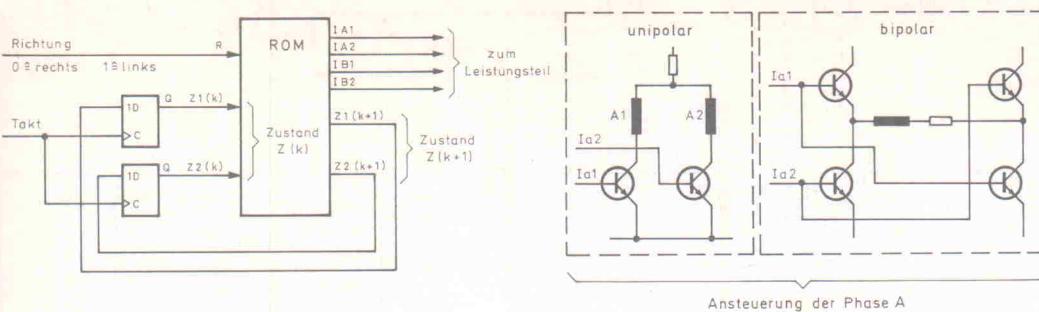


Bild 3. Beispiel eines einfachen Sequenzers für einen Zweiphasenmotor mit den Eingängen Takt und Richtung.

ROM-Adresse			ROM-Inhalt				Kommentar					
R	Z ₁ (k)	Z ₂ (k)	Z ₁ (k+1)	Z ₂ (k+1)	Ansteuerung Leistungsstufe				Stromphase A	Stromphase B	Richtung Statorfeld	
					I _{A1}	I _{A2}	I _{B1}	I _{B2}				
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	↓	
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	→	
0	1	0	1	1	0	1	0	0	-1	0	↑	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	-1	←	
1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	↓	
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	→	
1	1	0	0	1	0	1	0	0	-1	0	↑	
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	←	

Die Prozeßsteuerung liefert Steuerimpulse für den Logikteil. Das kann entweder die Signalkombination Takt/Richtung sein oder zwei Leitungen für Rechts- und Linkslauf. Viele Steuerungen können in beiden Modi arbeiten. Meistens ist die Wahl zwischen positiver und negativer Logik möglich.

Sehr häufig werden Schrittmotoren zur Positionierung eingesetzt. Was eine Positioniersteuerung leisten sollte, wird im folgenden beschrieben.

Selbst für einfache Positionieraufgaben benötigt man mehrere Features:

- Verfahren für eine programmierbare Anzahl an Schritten, unter Umständen für mehrere Achsen,
- programmierbare Geschwindigkeit für jede Achse,
- programmierbare Beschleunigung für jede Achse (Rampe),
- digitale Ein- und Ausgänge, die die Positionierung beeinflussen können.

Ältere Steuerungen arbeiten in der Regel mit einem 16-Bit-Impulszähler, das entspricht +32 768 Schritten. Beim Positionieren mit der Auflösung von 0,01 mm bedeutet das einen Verfahrtweg von etwa +32 cm. Modernere Steuerungen enthalten meist einen 32-

Bit-Schrittzähler. Steuerungen der unteren Preisklasse erlauben oft die Programmierung der Geschwindigkeit und Beschleunigung nur in sehr groben Stufen.

Für komplexere Positionieraufgaben müssen weitere Funktionen bereitstehen:

- Programmierbarer Wechsel zwischen relativen und absoluten Bezugskoordinaten;
- die Geschwindigkeit (Schritt-frequenz) muß genau programmierbar sein;
- lineare Interpolation zur automatischen, geradlinigen Verbindung von zwei Punkten in der Ebene (bzw. im 3-D-Raum) mit einer programmierbaren Bahngeschwindigkeit;
- Kreisinterpolation zur automatischen Erzeugung von kreisförmigen Trajektorien (ganze Kreise oder Kreissegmente sind möglich). Die Bahngeschwindigkeit entlang des Kreises ist programmierbar. Eine ‘echte’ Kreisinterpolation ist sehr aufwendig und wird oft mit spezieller Hardware realisiert. Meistens hat man jedoch die Möglichkeit, Kreise in feine Polygone aufzuteilen, die mit Hilfe linearer Interpolation durchgeführt werden;

– ‘Override’: Die Ausführungs-geschwindigkeit eines fertigen Bewegungsprogramms kann mit einem einzigen Befehl verändert werden (typisch sind 0...200 %);

– automatisches Anfahren eines Referenzpunktes.

Programmierung

Viele Steuerungen können in einem Verarbeitungsschritt einen Steuerbefehl speichern und bearbeiten. Erst wenn dieser Befehl durchgeführt ist, kann eine weitere Anweisung vom Host-Rechner (z. B. einem PC) empfangen werden. Andere Steuerungen besitzen einen eigenen Programmspeicher, in dem man ganze Bewegungsabläufe laden kann.

Unabhängig davon, ob eine Positioniersteuerung als PC-Einsteckkarte aufgebaut ist oder über die serielle Schnittstelle angesprochen wird, sind mehrere Arten der Programmierung denkbar:

Binärorientiert

Bei dieser Programmierungsart werden direkt Register einer Steuerkarte gesetzt oder die Steuerbefehle in einer sehr kompakten Form kodiert. Man hat es mit einer Art Maschinencode zu tun, denn es wird hier

mit Bitmustern gearbeitet. Vor allem bei einfacheren Steuerungen ist diese Form der Programmierung häufig anzutreffen.

Elementare Steuerbefehle

Wenn bei der binärorientierten Programmierung der Vergleich zum Maschinencode herangezogen wurde, müßte hier das Stichwort Assembler-Mnemonics fallen. Die Steuerung besitzt einen Interpreter, der einfache ASCII-Befehle entgegen nimmt und diese entsprechend umsetzt. Ein Beispiel:

‘SPEED X 1000’

könnte bedeuten: ‘Setze Geschwindigkeit der x-Achse auf 1000 Impulse/s’. Für die Befehlskürzel besteht keine Normung, sie sind herstellerabhängig.

CNC-Programme

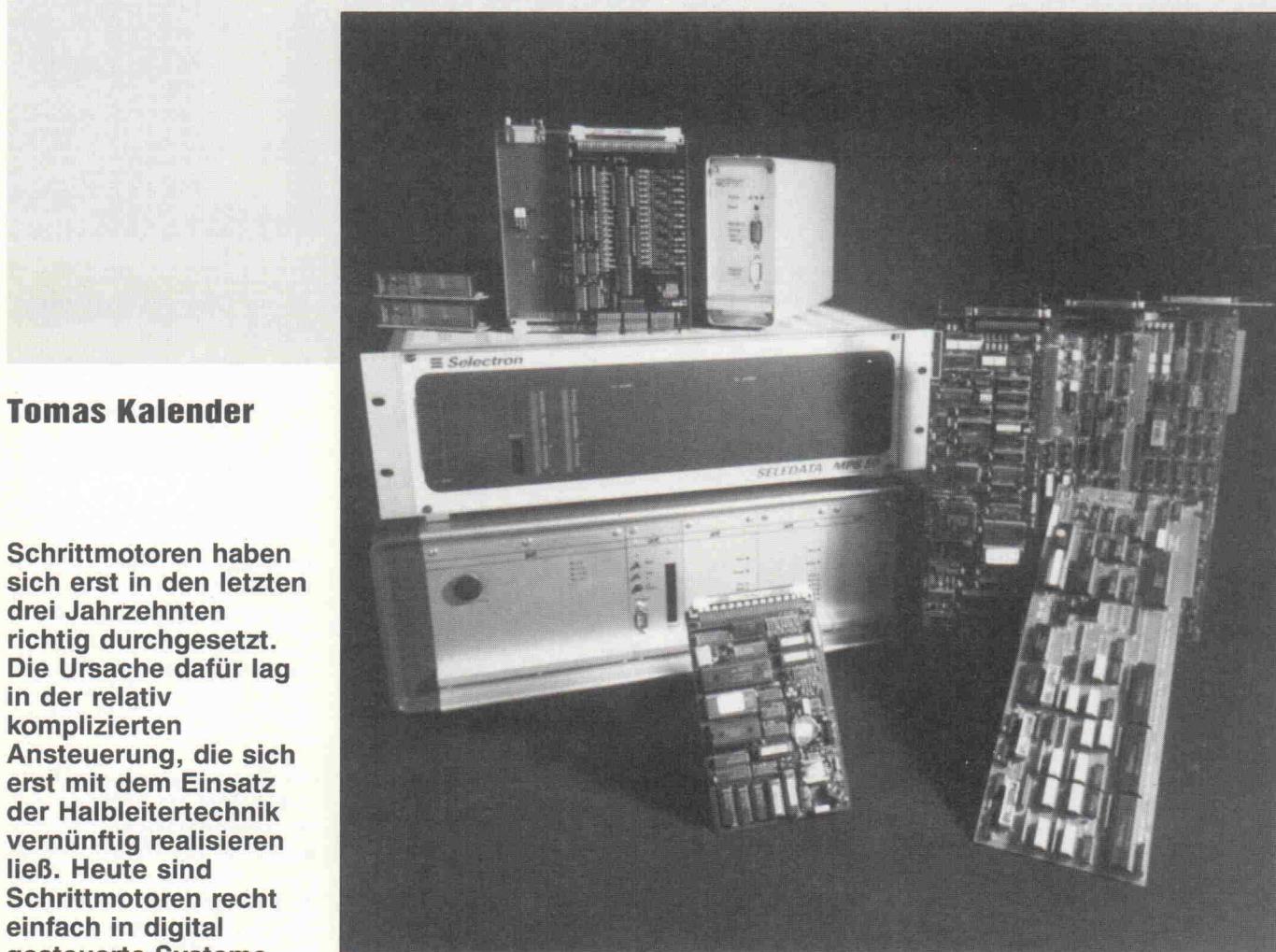
Was ursprünglich nur großen, numerisch gesteuerten Maschinen vorbehalten war, ist heute auch im Kleinen möglich. Einige Schrittmotorsteuerungen sind nicht nur in der Lage, denkbar komplizierte Bewegungsabläufe zu steuern, sie verstehen auch die weitgehend genormte CNC-Sprache nach DIN 66 025.

Programmiersysteme

Gelegentlich bieten Hersteller Hilfsmittel zur Programmierung der Positioniersteuerungen an. Anstelle einer zeitaufwendigen elementaren Programmierung arbeitet man mit einem Programmiersystem, mit dem die Positionieraufgabe in einer Hochsprache formuliert oder interaktiv eingegeben wird. Das Detailprogramm für die Steuerung wird dann automatisch generiert. Die tatsächliche Leistungsfähigkeit solcher Systeme muß von Fall zu Fall geprüft werden. Die meisten Steuerungen bieten auch die Möglichkeit, auf digitale Eingänge und Ausgänge zuzugreifen. Bei ‘echter’ Positioniersteuerung sind separate Eingänge für Endschalter, Referenzschalter und Not-Aus selbstverständlich.

Qickstep

6 + 1 Schrittmotor-Controller im Vergleich



Test

Tomas Kalender

Schrittmotoren haben sich erst in den letzten drei Jahrzehnten richtig durchgesetzt. Die Ursache dafür lag in der relativ komplizierten Ansteuerung, die sich erst mit dem Einsatz der Halbleitertechnik vernünftig realisieren ließ. Heute sind Schrittmotoren recht einfach in digital gesteuerte Systeme integrierbar. Nachteile wie schlechter Wirkungsgrad, kleine mechanische Leistung, eingeschränkter Drehzahlbereich oder hoher Lärmpegel werden durch ein hervorragendes Preis/Leistungsverhältnis wettgemacht. Applikationen, beispielsweise bei Computerdruckern, zeigen, daß insbesondere im kleinen Leistungsbereich Schrittmotoren unschlagbar sind.

Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet für Schrittmotoren ist das Positionieren. Oft sind es zum Beispiel kleinere Roboter oder Koordinatentische, die mit Schrittmotoren bewegt werden. Insbesondere wenn keine extremen Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit gestellt sind, kann sich die Schrittmotor-Lösung als sehr wirtschaftlich erweisen. Grund genug, um nach verfügbaren Steuerungen auf dem Markt zu schauen und sie hier zu präsentieren.

Bei der Auswahl ging es nicht darum, möglichst gleichartige Steuerungen gegeneinander auszuspielen. Vielmehr soll hier ein Überblick über die am Markt befindlichen Steuerungslösungen und Philosophien vermittelt werden. Die Palette der vorge-

stellten Systeme reicht von PC-Einsteckkarten, die eher fürs Labor gedacht sind, bis zu voll industrietauglichen Komplettsystemen im 19"-Gehäuse.

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Programmierung dieser Positioniersteuerungen gelegt. Denn erfahrungsgemäß sind die meisten Anwender keine Computer-Profis.

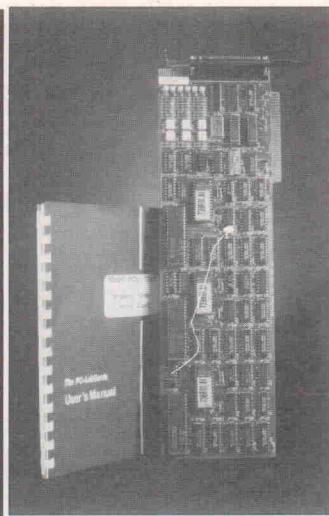
Spectra PCL-738B und PCL-838

Die PCL-738B ist eine PC-Einsteckkarte, die für Steuerungen bis zu drei Schrittmotor-Achsen eingesetzt werden kann. Die einzelnen Achsen sind zwar unabhängig voneinander programmierbar, eine

wirklich koordinierte Bewegung ist aber nur mit Einschränkungen möglich. Die Karte nimmt die Funktion einer reinen Prozeßsteuerung wahr: Als Ausgang werden wahlweise die Signale Takt und Richtung oder Impulse für Rechts- und Linkslauf bereitgestellt.

Im Lieferumfang enthalten ist neben der eigentlichen Slot-Karte lediglich ein dünnes DIN-A5-Ringhandbuch. Das Handbuch ist übersichtlich gestaltet, und wenn man des Englischen mächtig ist, findet man schnell alle wichtigen Informationen über Inbetriebnahme und Programmierung.

Die Karte bietet kein Übermaß an Leistungsfähigkeit: Verfahrt-



bewegungen können im Bereich von $\pm 32\,767$ Schritten programmiert werden. Die Geschwindigkeit (Schrittfrequenz) und Beschleunigungsrampen kann man mit Einschränkungen frei vorgeben. Die Schrittzahl lässt sich getrennt für jede Achse von 3,33 Hz...3333 Hz in 1000 Stufen einstellen. Beschleunigungs- und Abbremsrampen sind unterschiedlich für jede Achse in 11 Stufen programmierbar. Zusätzlich besitzt die Karte je acht digitale Ein- und Ausgänge. Sie sind jedoch im Unterschied zu den Ansteuerungsleitungen für die Schrittmotoren nicht optoelektronisch von der Außenwelt entkoppelt.

Die Inbetriebnahme fällt nicht besonders schwer. Die Kommunikation mit dem PC wird über einen acht Byte großen Registerblock im I/O-Bereich abgewickelt. Basisadressen sind über DIP-Schalter einstellbar. Jede der drei gesteuerten Achsen wird über einen 2-Byte-Register programmiert. Zusätzlich gibt es ein Kontrollregister zum Zurücksetzen der Karte und ein Register zum Abfragen beziehungsweise Setzen der digitalen I/O-Ports. Die Programmierung ist beispielsweise in Turbo-Pascal über vordefinierte Pseudo-Arrays *Port* und *PortW* denkbar einfach. So ist zum Beispiel ein Reset der Achse 1 durch Beschreiben des Kontrollregisters mit einer 1 zu realisieren.

```
Port[Basis_Adresse] := 1;
Um die aktuelle Position der Achse 1 auf den Bildschirm zu bringen genügt:
writeln(PortW[BasisAdresse + 2]);
Als Einstiegshilfe in die Programmierung findet man im
```

Handbuch ein etwas unübersichtliches BASIC-Listing, das allerdings nicht auf Diskette mitgeliefert wird.

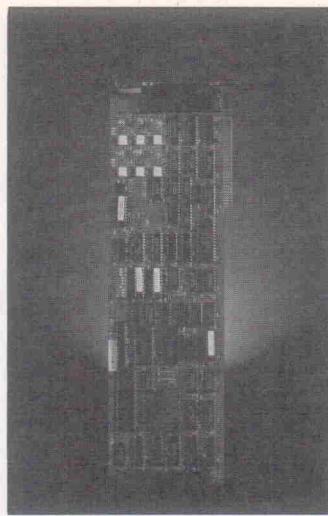
Beim praktischen Test trat eine kleine Differenz zwischen Handbuch und dem Verhalten der Karte auf. Das Setzen von Reset-Bits im Kontrollregister hält die laufende Bewegung zwar an, die aktuellen Parameter gehen jedoch entgegen der Behauptung im Handbuch nicht verloren. Im Kontrollregister können neben RESET- auch noch STOP-Bits gesetzt werden. Und nur hier sollten, laut Handbuch, die Einstellungen beibehalten werden (und sie werden es auch). Nun aber der Pferdefuß: nach einem ausgeführten STOP muß bei der vorliegenden Karte immer ein RESET folgen, sonst geht es keinen Schritt weiter. So etwas wie CONTINUE gibt es nämlich nicht. Schwer zu sagen, was sich die Entwickler dabei gedacht haben.

Fazit

Abgesehen von dieser Kleinigkeit konnten bei der PCL-738B keine Mängel entdeckt werden. Es handelt sich um eine einfache Positioniersteuerung der unteren Leistungs- und Preisklasse, die wenig Einarbeitungsaufwand erfordert und für viele Aufgaben durchaus ausreichend ist. Werden aber genau einstellbare Geschwindigkeiten oder präzise Koordination zwischen den Achsen gefordert, muß nach einer leistungsfähigeren Steuerung gegriffen werden.

PCL-838

Kurz vor Redaktionsschluß erhielten wir den Nachfolger der PCL-738, die gerade auf dem Markt eingeführte PCL-838. Die Leistungsfähigkeit hat sich – natürlich – erhöht, die Gesamtphilosophie ist aber ähnlich der der PCL-738. Der gravierendste Hardware-Unterschied: die Schrittzahl kann frei von 1 Hz...10 000 Hz programmiert werden. Der 16-Bit-Schrittzähler blieb aber erhalten. Die Unterstützung des Anwenders hinsichtlich der Programmierung wurde stark verbessert: Programmbeispiele in MS-C, Turbo C, Turbo-Pascal und BASIC lassen kaum Wünsche offen. Für eine besonders einfache Programmierung

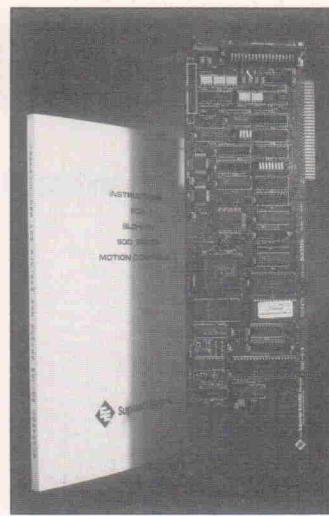


sorgt der mitgelieferter Treiber ADEVICE.SYS, der es möglich macht, die Karte mit einfachsten Standardbefehlen anzusprechen. Aus Zeitgründen war es nicht mehr möglich, diese Karte eingehend zu testen.

Superior Electric SNC-912

Die SNC-912 ist eine Add-in-Karte zur Steuerung von zwei Schrittmotorachsen, die in vieler Hinsicht als vorbildlich bezeichnet werden darf. Auch mit der Beschränkung auf zwei Achsen dürfte sie für viele Positionieraufgaben einen optimalen Leistungsumfang bieten.

Neben dem obligatorischen Verfahren von einem Punkt der Ebene zum anderen mit einer (exakt) programmierbaren Geschwindigkeit bietet die SNC-912 eine Reihe besonderer Fähigkeiten. So sorgt beispielsweise ein VLSI-Chip dafür, daß kreisförmige Bewegungen mit feinster Auflösung realisierbar sind. Im Unterschied zur verbreiteten Approximation der Kreissegmente durch Polygonzüge treten hier – auch bei größten Durchmessern – keine Kanten auf. Die Kreisbewegung wird exakt und online ausgerechnet. Ein vollautomatisches Anfahren eines Referenzpunktes, relative und absolute Bezugskoordinaten, Hard- und Software-Endschalter oder die Möglichkeit, beliebige Beschleunigungsprofile vorzugeben, sind nur einige herausragende Punkte, die diese Karte bietet. Apropos Beschleunigungsprofile: neben der üblichen (linearen) Rampe ist auch



ein sinusförmiges Profil implementiert.

Das englische Handbuch verdient ein Lob. Von den ersten Schritten bei der Inbetriebnahme bis zu speziellen Timing-Informationen findet man hier schnell alles, was zum Betrieb der Karte notwendig ist. Besonders positiv fielen die präzisen Hinweise auf einige wenige Fälle auf, wo es zum Beispiel wegen Rundungsfehlern zu Abweichungen bei Beschleunigungsvorgängen kommen kann. Allzu oft bleiben solche 'Kleinigkeiten' in der Praxis einfach unerwähnt.

Die Programmierung der Karte erfolgt über ein 256 Byte großes Dual-ported-RAM, das sich innerhalb des freien Adressraums befinden muß. Bei der Benutzung einer VGA-Karte könnte die Basisadresse zum Beispiel B0000h lauten. Vorsicht ist dann angebracht, wenn bei einem 386er ein Speichermanager wie Qemm386 verwendet wird.

Sowohl im Handbuch als auch auf der mitgelieferten Diskette findet man Programmbeispiele in Turbo-Pascal zur Realisierung der Schnittstelle zwischen PC und Controller.

Die SNC-912 kann zu einem Zeitpunkt nur einen Bewegungsbefehl zur Kenntnis nehmen und verarbeiten. Da kein Programmspeicher vorhanden ist, muß nach der Beendigung eines jeden Positionierabschnitts ein neuer Befehl vom PC übermittelt werden. Das kann entweder durch ständiges Abfragen (Polling) oder interruptgesteuert geschehen.

Die Kommunikation mit der Karte ist in zwei grundverschie-

denen Modi möglich: entweder im Klartext, indem an einer bestimmten Speicherstelle im gemeinsamen RAM ASCII-Strings abgelegt und Statusmeldungen empfangen werden, oder binärorientiert. Die zweite Möglichkeit ist von der Geschwindigkeit her sehr effizient, erfordert aber eine Kodierung der Befehle in Bitmustern.

Die Klartext-Befehle erinnern etwas an die CNC-Sprache nach DIN 66025. Bei manchen Kommandos muß man allerdings raten, ob das jeweilige Befehlskürzel überhaupt etwas mit der Kurzerläuterung zu tun hat. So wäre es für die Erlernbarkeit besser gewesen, bei Befehlen wie CPW statt 'set present position counter' lieber 'counter position write' zu schreiben. Im Befehlssatz ist auch ein 'Override'-Befehl (Änderung aller programmierten Geschwindigkeiten um einen Faktor) enthalten. Es ist allerdings nicht möglich, die Schrittzahl während eines Positionierungsvorgangs zu verändern.

Außer digitalen Eingängen für Endschalter, Referenzpunktenschalter und Not-Aus besteht die Möglichkeit, weitere externe I/O-Ports anzuschließen. Hierzu steht auf der Karte ein spezieller I/O-Bus mit sieben Adreßleitungen zur Verfügung. Die zusätzlichen Ports mit der dazugehörigen Adressdekodierung müssen vom Anwender bereitgestellt werden.

Fazit

Die SNC-912 ist eine Steuerung, die mächtige Funktionen zur Realisierung eines leistungsfähigen Zweiachsen-Positioniersystems zu einem vernünftigen Preis bietet. Auch die Anpassung an verschiedene Leistungsansteuerungen dürfte keine Probleme bereiten, denn sowohl die Impulsbreite als auch die Impuls-Logik-Polarität können vorgegeben werden. Von Nachteil könnte in einigen Anwendungen das Fehlen eines Speichers für Bewegungsprogramme sein.

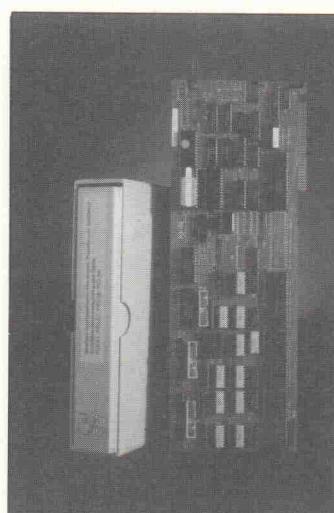
Disys PCI-50

Auf den ersten Blick macht eine Schrittmotorsteuerung der Reihe PCI-50 den besten Eindruck: sauber gefertigte Platine zur Steuerung von bis zu vier Schrittmotorachsen, dickes Ringhandbuch mit Schieber und

eine Reihe an interessanten Eigenschaften, die auf den ersten Seiten im Handbuch versprochen werden. Auf dem Zentralprozessor der Karte ist ein Echtzeitbetriebssystem implementiert, das die gleichzeitige Abarbeitung von mehreren Bewegungsprogrammen gleichzeitig erlaubt. Am Ausgang werden entweder die üblichen Signale Takt/Richtung oder auch Impulse zur Phasenansteuerung zur Verfügung gestellt. Über ein Kommando läßt sich für jeden Motor getrennt die Phasenzahl zwischen drei und fünf, die Schrittschaltfolge und die Signalpolarität einstellen. Die Kommunikation mit der Außenwelt besorgen getrennte Interface-Module, die den Anschluß von maximal vier Endschaltern und einem Referenzschalter erlauben.

Es gibt zwei Programmiermöglichkeiten: zum einen können eigene, in 8085-Maschinensprache erstellte Programme ausgeführt werden. Zum anderen kann man von einem Fahrprogramm-Interpreter Gebrauch machen, der binärkodierte Bewegungsbefehle in die gewünschten Aktionen umsetzt (Normalfall). Diese Befehle orientieren sich stark an der Programmierung der verwendeten Achscontroller, so daß auch für eine einfache Verfahrbewegung mehrere Befehle benötigt werden (mehrere Register des Achscontrollers müssen gesetzt werden). Zur Erleichterung der Programmierung wird optional die Programmiersprache 'disyMove' angeboten, die die bitorientierte Programmierung durch Klartext ersetzt.

Mit 'disyMove' kann man Schleifen, IF...THEN-Entscheidungen, Umrechnungen mit



5. Kongreßmesse
für industrielle
Meßtechnik

17.-19. September 1991
Rhein-Main-Hallen
Wiesbaden

MessComp

Die Messe für die Meßtechnik

und nur für die Meßtechnik. Für nichtelektrische Größen: von der Meßwert-Erfassung über die Aufbereitung, Kodierung, Speicherung, Übertragung, Formatierung bis zur Verarbeitung und Darstellung im Computer. Für elektrische Größen (Labor-, Fertigungs- und Kommunikationsmeßtechnik): von Multimetern über Digitaloszilloskope bis zum PC-gestützten Labormeßplatz.

Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller wieder Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben.

Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (05033) 7057.

Bitte senden an:

EI 8/91

NETWORK GmbH
Wilhelm-Suhr-Straße 14
D-3055 Hagenburg



Ich bin interessiert als: Kongreßteilnehmer
 Ausstellungsbesucher
 Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Unterlagen zu.

Name _____ Abt. _____

Firma/Institution _____

Adresse _____

Telefon _____ Telefax _____ Telex _____

konstanten Faktoren oder Befehle wie *MoveAbs(100)* sehr bequem programmieren, es fehlen aber Anweisungen für Interpolationen jeglicher Art und mathematische Funktionen wie *sin()* – von speziellen Sachen wie beispielsweise Override ganz zu schweigen.

Soviel zur allgemeinen Beschreibung laut Handbuch, die mich zugegebenermaßen sehr neugierig gemacht hat. Mindestens einige der genannten Features wollte ich auch gleich ausprobieren. Die erste Überraschung kam, als ich in den Unterlagen keinen Hinweis zur Inbetriebnahme fand – mit Ausnahme einer Bemerkung, daß die Kommunikation mit dem PC interruptgesteuert abläuft, und zweier eher unverständlicher Flußdiagramme vom Typ 'Wenn Bit 7 von Statusport = 0, dann Bit 6 einlesen'.

Als Praktiker wendet man sich in einem solchen Fall sofort der mitgelieferten Demodiskette zu. Auf ihr befand sich eine Kurzanleitung für ein mitgeliefertes Testprogramm. Dieses Programm blieb nach dem Start jedoch hoffnungslos hängen. In der Readme-Datei war zu lesen, daß man in der Parameterzeile angeben kann, mit welchem Interrupt-Vektor die Karte arbeiten soll – entsprechend der Steckbrücke JP 4/5 auf der Karte. Auf der Karte gab es aber keinen solchen Jumper. Bei der Gelegenheit stellte sich auch heraus, daß in der Dokumentation jegliche Information über die Stellung anderer (auf der Karte tatsächlich vorhandener) Jumper fehlt.

Um Bus-Timing-Probleme auszuschließen, wurde die Karte in einem original IBM-AT (Urmödell mit 6 MHz, Bustakt 3 MHz) betrieben. Und siehe da: Es kam eine Kommunikation zustande.

Die Installation der PCI-50 auf unterschiedlichen Rechnern führte schließlich zu folgendem 'Arbeits'-Profil:

25-MHz-386, NEAT: Absturz,
33-MHz-386, TI TACT: Absturz,
20-MHz-386SX, Headland HT
21: okay,
6-MHz-286, IBM-AT: okay,
12-MHz-286, Suntac: okay,
16-MHz-286, Headland HT12:
okay.

Eine ausgedehnte Sitzung am Logic-Analyser gab Aufschluß über das eigenartige Verhalten:

Die Testsoftware – bemüht, den Anwender möglichst umfassend über den Systemzustand zu informieren – harmonierte nicht mit dem unspezifizierten ISA-Bus.

Um die Anzahl der installierten PCI-50 zu ermitteln, adressiert das Programm alle Karten, die gesteckt sein könnten. Erfolgt keine Identifizierung, erwartet es FFh auf dem Bus. Bei den 'Absturz'-Fällen erschien aber FEh – aus welchen Gründen auch immer.

Ein Sprecher der Herstellerfirma erklärte, daß sämtliche Routinen der PCI-50-Software auf das 'unsinnige' Busverhalten eingestellt werden.

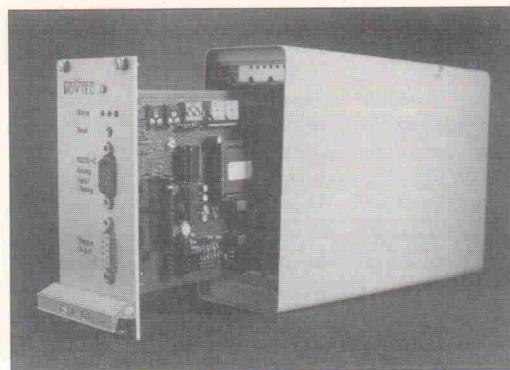
Fazit

Unabhängig von den Schwierigkeiten, die es bei der Inbetriebnahme gab: Gemessen am Preis dürfte es eigentlich nicht sein, so wichtige Dinge wie Jumperbelegung, Hinweise zur Inbetriebnahme oder ein paar einfache Programmierbeispiele der Phantasie des Anwenders zu überlassen. Das Handbuch ist im wesentlichen als Referenzhandbuch zu dem implementierten Betriebssystem ausgelegt. Für eine wirklich effektive Nutzung der PCI-50-Karte werden solide Kenntnisse der Systemprogrammierung benötigt, sonst ist der Einarbeitungsaufwand zu hoch. Beim Programmiersystem 'disyMove' überrascht vor allem, daß hierzu mit Ausnahme der Datei 'Kurz.doc' (etwa 6 KB) und einem Beispielprogramm keine weitere Dokumentation ausgeliefert wurde. Insbesondere auf die theoretisch vorhandene Möglichkeit paralleler Bewegungsprogrammierung wurde nicht näher eingegangen.

Die Positioniersteuerung für drei Achsen kostet 4560 DM. Hinzu kommen noch die Kosten für drei Interface-Module zu je 570 D-Mark. Für die Software 'disyMove' sind 1140 D-Mark zu bezahlen.

Movtec MSM-01

Die MSM-01 ist eine vielfältig einsetzbare Ansteuerung für eine Schrittmotorachse. Auf einer Front-End-Platine im Europa-Format ist eine Leistungs-



stufe und die dazu gehörende Ansteuerungslogik für einen Zweiphasen-Schrittmotor untergebracht. Man kann die MSM-01 entweder als reine Mikroschritt-Leistungsstufe nutzen oder zum Antreiben von Schrittmotoren mit programmierbarer Geschwindigkeit einsetzen.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt nach dem Konstantstrom-Prinzip. Speisespannungen bis 45 V und Ströme bis 2,5 A stellen die Leistungsgrenze dar. Mikroschrittbetrieb mit einer Auflösung bis zu 1/128 eines Vollschritts ist ebenfalls realisierbar.

Es stehen drei Verfahren der Motoransteuerung zur Verfügung:

1. Vorgabe von Takt/Richtung (TTL). In diesem Modus ist wahlweise Mikroschrittbetrieb möglich.
2. Analoge Geschwindigkeitsvorgabe im Bereich 0...5 V (2,5 V Offset).
3. Programmierung der Schrittfrequenz über die RS-232-C. In den Modi 2 und 3 existiert eine automatische Schrittweitenanpassung. Das heißt, der Drehwinkel ist geschwindigkeitsabhängig: Halbschritte bei maximaler, Mikroschritte bei geringster Geschwindigkeit. Eine in 16 Stufen programmierbare Rampenfunktion sorgt für sicheren Anlauf und Beschleunigung.

Die Werte für den Maximal- und den Haltestrom werden über Trimmpotis eingestellt, sie lassen sich jedoch auch über die serielle Schnittstelle programmieren. Auch andere Parameter (z. B. die Beschleunigungsrampe) können entweder auf der Karte direkt eingestellt oder über die Schnittstelle programmiert werden.

Der erste Eindruck von der Movtec MSM-01 war, um der Wahrheit die Ehre zu geben, nicht gerade überzeugend: die

Dokumentation bestand aus mehreren zusammengehefteten Blattsammlungen mit handschriftlichen Korrekturen, die Demo-Software wurde nachgeliefert. Nach eingehender Beschäftigung mit der MSM-01 war ich aber doch angenehm überrascht. Die Karte hinterließ einen wirklich innovativen und zuverlässigen Eindruck. Es scheint, daß Movtec mit diesem Produkt soeben das Prototypen-Stadium überstanden hat. Laut Herstellerangabe war zum Testzeitpunkt das monierte Handbuch gerade in Produktion.

Als Beispiel für die Ansteuerung über die RS-232 war auf der mitgelieferten Diskette ein kurzes C-Programm enthalten. Der Versuch, es mit kleinen Änderungen neu zu kompilieren, scheiterte zunächst, da für ein an sich einfaches Auswahlmenü eine Bibliothek verwendet wurde, die meinem Turbo-C unbekannt war (*wnd.h*). Das Programm ist aber so einfach, daß eine Umsetzung in andere C-Dialekte oder andere Programmiersprachen ohne Probleme möglich sein müßte.

Die Inbetriebnahme klappte auf Anhieb; die Steuerung erwies sich auch als durchaus robust gegenüber unsinnigen Befehlsworten, die über die RS-232 gesendet wurden.

Fazit

Es ist schade, daß die MSM-01 nicht auch ein bißchen von der Intelligenz einer Positioniersteuerung besitzt (man kann keine Wege, nur Geschwindigkeiten programmieren). Die bestehende Möglichkeit einer 16-Bit-Positionsrückmeldung kann nicht als Ersatz gewertet werden. Für eine Drehzahlsteuerung bietet die Karte ansonsten alle notwendigen Funktionen. Sie ist einfach zu bedienen und ermöglicht eine sehr feine Mikroschrittauflösung bei einem guten Preis/Leistungsverhältnis.



Selectron SELEDATA

Das Positionier-System Seledata MPS 50 besteht aus einer Reihe von Front-End-Karten im Euroformat, die in einem 19"-Gehäuse untergebracht sind. Verbunden über einen Bus bilden sie eine Einheit, die nach Wunsch konfiguriert werden kann und alles, vom Zentralprozessor bis zur Leistungssteuerung, enthält. Das System ist von einer bis auf sechs Achsen ausbaufähig.

Kern der MPS 50 ist ein Positionier-Controller, der für die Programmabarbeitung zuständig ist. Er eignet sich nicht nur für die Steuerung von Schrittmotoren, mit dem richtigen Umfeld können auch Servos betrieben werden. Auf dem Prozessor dieser Karte läuft ein Multitasking-Betriebssystem, das die Bearbeitung mehrerer Aufgaben zum gleichen Zeitpunkt erlaubt. Die Controller-Karte kann direkt zwei Schrittmotorantriebe mit den Signalen Impuls und Drehrichtung ansteuern. Sie verfügt über eine RS-232-Schnittstelle, vier Endschaltereingänge, zwei Digitalausgänge und einen 8-Bit-Analogeingang. Die Ansteuerung der Antriebe erfolgt über den Systembus. Sequenzer und Leistungsteil bilden eine Einheit, wobei eine Mikroschrittpositionierung bis 1/40 Vollschrittwinkel – per Kodierschalter wählbar – möglich ist. Über Schalter ist ebenfalls der Maximalstrom einstellbar.

Die MPS 50 bietet die Möglichkeit einer linearen Interpolation für bis zu sechs Achsen gleichzeitig. Die Gesamtstrecke, die ohne Halt zu durchfahren ist, darf dabei aus maximal 255 Geradenstücken bestehen. Der Grund für die Beschränkung liegt in der Offline-Berechnung der Schrittparameter für die einzelnen Achsen vor

Beginn der Bewegung. So ist auch die Kreisinterpolation keine echte, sondern eine Annäherung des Kreises durch (bis zu 255) Polygonzüge. Bei kleinen Kreisen ist dies durchaus ausreichend, nur können komplizierte, aus mehreren Kreissegmenten zusammengesetzte Bahnen kaum ohne Zwischenhalt durchfahren werden.

Weiterhin kann man Datenfelder für die Interpolationen laden. Dies kann zum Beispiel über eine 8-KB-EEPROM-Memorycard erfolgen. Das Karten-speichermodul bildet eine eigene Einschubkarte.

Ein herausragendes Merkmal des MPS-50-Systems sind die exzessiven Programmiermöglichkeiten. Das flexibelste Werkzeug ist hier die MPL-50-Programmiersprache, die eigens für die MPS 50 entwickelt wurde. Basis dieser Sprache ist ein umfassender, assemblernahe Instruktionssatz. Eine Reihe von mitgelieferten Standardprozeduren erleichtern die Programmierung wesentlich. Im Sprachumfang sind auch eine Reihe mathematischer Funktionen enthalten, mit denen zum Beispiel leicht eine sinusförmige Bewegung realisierbar ist. Es stehen weiterhin Funktionen zur Daten-Ein- und -Ausgabe, Kommunikation über die serielle Schnittstelle, logische Datenverknüpfung und Interpolation zur Verfügung. Der Aufruf von Unterprogrammen ist ebenfalls möglich. Ein wesentliches Leistungsmerkmal ist der Echtzeit-Kernel. So ist zum Beispiel sehr leicht eine Online-Positionsanzeige realisierbar.

Die Softwareentwicklung mit dem MPL-50-Compiler erfolgt auf einem PC. Für die Erstellung der Quelltexte ist ein beliebiger Editor einsetzbar. Der Compiler übersetzt den Sourcecode in Maschinenprogramme, die auf der Prozessorkarte ausgeführt werden.



Für die Inbetriebnahme und Fehlersuche steht ein Source-Level-Debugger zur Verfügung. Das heißt, man ist über die RS-232 mit dem Positioniersystem verbunden und kann auf der Quelltextebene Variableninhalte lesen oder modifizieren, Breakpoints setzen, Memory-Dumps durchführen oder im Trace-Modus die Funktion des Programms Zeile für Zeile überprüfen.

Fazit

Die MPS 50 ist eine Steuerung, die für den harten Industrie-einsatz ausgelegt ist. Für viele Anwendungen dürfte die Kombination von Schrittmotor- und Servoantrieben in einem System interessant sein. Durch die Möglichkeiten der Multitasking-Prozeßsteuerung können Bahnen mit variablen Geschwindigkeiten in Echtzeit gefahren werden. Neben der MPL-Sprache besteht auch eine Programmiermöglichkeit nach der CNC-Norm oder durch eine interaktive Benutzerführung. Das Systemhandbuch ist vollständig und übersichtlich, außerdem ist eine vorbildliche Kundenbetreuung der Firma Selectron erwähnenswert.

Die vorliegende Konfiguration bestand aus einem 19"-Gehäuse mit Netzeil, einer Prozessorkarte, einem digitalen I/O-Interface, Anschlußmodulen für die RS-232 und I/O-Leitungen sowie zwei Leistungsverstärkern für Zweiphasenschrittmotoren (bipolar, 42 V, 4 A).

Der Komplettprice beträgt 5625 D-Mark. Für den MPL-50-Compiler fallen zusätzlich 633 D-Mark an.

isel CNC-Controller C 142

Ähnlich wie das Positionier-System von Selectron besteht der CNC-Controller C 142 von

isel-automation aus mehreren Modulen, die in einem Rack ein Komplettsystem bilden und meistens auch so verkauft werden.

Das Herz der Steuerung ist eine Interface-Karte, die die eigentliche Positioniersteuerung bildet. Sie ist für den Betrieb von drei Achsen ausgelegt, wobei in der neusten Version 5.0 lineare Interpolationen aller drei Achsen und zirkulare Interpolationen von zwei aus drei Achsen möglich sind. Die Interface-Karte ist über die serielle Schnittstelle vom Host-Rechner programmierbar. Dabei können entweder Einzelbefehle direkt ausgeführt oder zunächst komplett Bewegungsprogramme übertragen werden. Eine weitere Form, Bewegungsprogramme in das System zu bekommen, ist ein optionales SRAM-Karten-Modul.

Die aus einer Kennung (1–2 Zeichen) und Parametern bestehenden Befehle sind ASCII-Strings und können zum Beispiel folgendermaßen aussehen: '0 5400,2000,3300,2000,100,350,-100,2000'

Die Zeile bedeutet: positioniere relativ in x-Richtung um 5400 Inkremente mit der Schrittfrequenz 2000 Hz und in y-Richtung um 3300 Schritte mit der Frequenz 2000 Hz. Bewege anschließend die Achse z mit der Geschwindigkeit 100 um 350 Schritte und fahre dann zurück mit Geschwindigkeit 2000.

Der implementierte Befehlsumfang ist für viele Anwendungen ausreichend. Bei linearen Interpolationen wird nur der erste Geschwindigkeitsparameter ausgewertet, die restlichen Achsgeschwindigkeiten ergeben sich aus den Wegverhältnissen der Achsen. Demzufolge ist es nicht möglich, mehrere Segmente einer kontinuierlichen Bahn mit einer vorher festgelegten Geschwindigkeit zu

durchfahren. Das Beschleunigungsverhalten ist nur am Anfang und Ende eines Bahnabschnitts beeinflussbar.

Bei der Kreisinterpolation müssen an der Host-Seite schon einige trigonometrische Klimmzüge gemacht werden, um die richtigen Parameter für die Befehlszeile zu erhalten.

Der Befehlsumfang erlaubt es, Schleifen und Verzweigungen in das Programm aufzunehmen. Digitale Ausgänge können per Programm gesetzt und in Abhängigkeit vom Zustand digitaler Eingänge verzweigt werden. Eine Art lokale Variable existiert aber nicht. Die Beschleunigungs- und Abbremsrampen sind nicht frei programmierbar, es ist lediglich eine Einstellung per DIP-Schalter möglich. Während eines Positionierungsvorgangs ist keine Abfrage der aktuellen Position vom Host-Rechner aus möglich.

Um dem Anwender die Programmierung der Interface-Karte zu erleichtern, wurde die Programmiersprache PAL-PC (Process Automation Language for PCs) entwickelt. Sie übernimmt insbesondere die aufwendigen und fehlerträchtigen Umrechnungen von metrischen oder englischen Maßen in Schrittanzahlen, die von der Interface-Karte gefordert werden. Spindelsteigung, Getriebeübersetzung und Schrittanzahl pro Umdrehung werden automatisch berücksichtigt. Die Positionieraufgabe ist so in einer angenehmen Form formulierbar. Der PAL-PC-Compiler führt die Umsetzung in die Befehle der Interface-Karte durch. Die obenstehende Befehlszeile sieht in PAL-PC dann etwa so aus:

```
#elev 4,4,4 {Spindelsteigung 4 mm}
#define bohre 1(350),-1(2000) {Macro}
move 54(2000),33(2000),bohre;
```

Die Einarbeitung in die Programmierung wird durch ein gutes Lernprogramm erleichtert. Eine nützliche Option bei der Programmierung mit PAL-PC ist auch das Teach-In-Modul. Neben PAL-PC existiert noch ein Programm Paket namens PAL-DIN, das zur Umsetzung von CNC-DIN-66025 dient.

Eine weitere interessante Option stellt der ADI-Treiber (Autodesk Device Interface) dar.

Mit dessen Hilfe können unter AutoCAD erstellte Zeichnungen direkt an die Steuerungselektronik übergeben werden.

Fazit

Der isel CNC-Controller C 142 ist eine solide aufgebaute und preiswerte Positioniersteuerung. Der Befehlsumfang enthält alle wichtigen Elemente zum reibungslosen Ablauf einfacher Positionieraufgaben: An-

fahren des Referenzpunkts, Verschiebung des Nullpunkts, relative und absolute Wegangaben. Problemlos können damit Punkt-zu-Punkt-Bewegungen durchgeführt werden (typisch zum Beispiel fürs Bohren). Auch geradlinige Bahnen oder Kreissegmente bereiten keine Schwierigkeiten, solange die Bewegung – wie beispielsweise beim Fräsen – langsam ist.

Wird hohe Dynamik gefordert, kann das nicht gerade optimal

gelöste Beschleunigungsverhalten zwischen den einzelnen Bewegungsschritten zu Schwierigkeiten führen.

Für ein C-142-Komplettsystem, bestehend aus einer Interface-Karte 5.0, einer E/A-Erweiterungseinheit mit 16 Aus- und 8 Eingängen, drei Leistungsstufen 70 V/6 A, einem Netzteil 1000 VA und 19"-Gehäuse, sind etwa 6130 D-Mark zu bezahlen. Der PAL-PC-Compiler kostet zusätzlich 625 D-Mark.

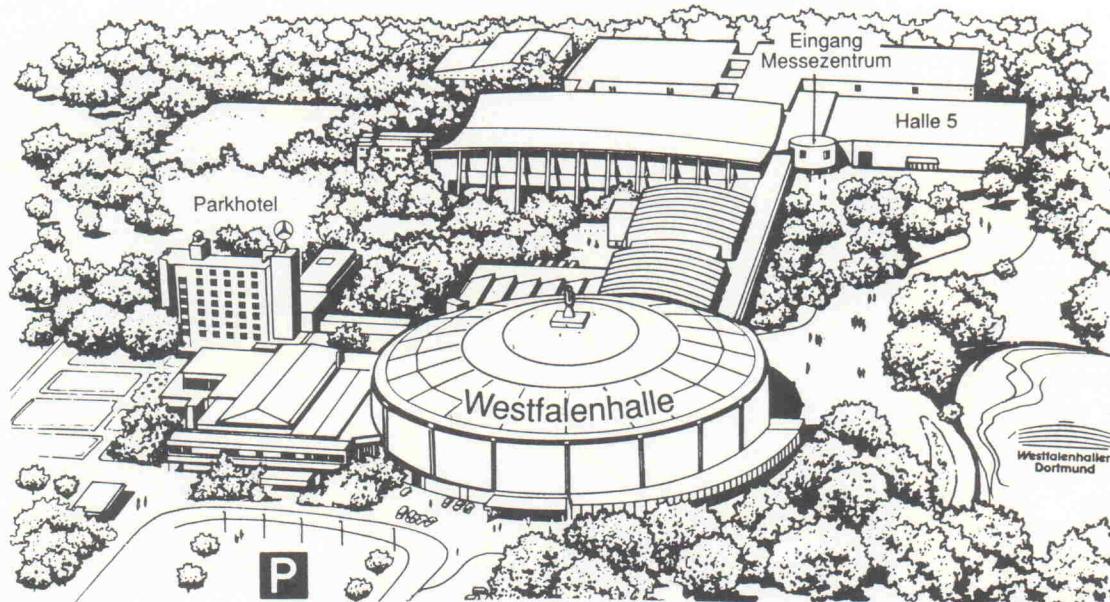
	Spectra PCL-738B	Superior SNC-912	disys PCI-50	Movtec MSM-01	isel C 142	Selectron Seledata MPS 50
Vertrieb	Spectra GmbH Karlsruher Str. 1/11 7022 Echterdingen	Omni Ray GmbH Ritzbruch 41 4045 Nettetal	disys GmbH Grefenfurth 1-3 5064 Rösrath	Movtec GmbH Kastanienstr. 8 7542 Schömberg	isel Am Hisselberg 6 6419 Eiterfeld	Selectron GmbH Schupfer Str. 1 8500 Nürnberg
Preis (in D-Mark)	1003,20	2815,80	4560,-	775,20 ohne Gehäuse	6133,20	5625,-
Art	PC-Karte	PC-Karte	PC-Karte	Front-End	Front-End	Front-End
Schritt-frequenz	3,33 Hz... 3333 Hz	10/16 Hz... 400 kHz	10 kHz ²	0 Hz... 20,2 kHz	30 Hz... 10 kHz	bis 100 kHz
Frequenz- auflösung	3,33 Hz	10 Hz oder Teilung bis 10/16 Hz	k. A. ²	256 Stufen in 16 Bereichen	1 Hz	1 Hz
Rampe	ja (stufenweise einstellbar)	ja (linear, Sinus, freie Form)	ja	ja (einstellbar in 16 Stufen)	ja nicht programmierbar	ja exponentiell
Schritt- zähler	16 Bit	32 Bit	24 Bit	16 Bit (nicht programmierbar)	24 Bit	24 Bit
Programm- speicher			ja		ja	ja
Linear- inter- polation		ja			ja	ja (bis 255 Segmente)
Kreis- inter- polation		ja			ja ¹	ja (Polygon- Approximation)
Referenz- punkt anfahren		ja	ja		ja	ja
Override		ja (offline)				ja (offline)
Sequenzer		ja	ja	ja	ja	ja
Leistungs- teil				ja, max. 45 V/2,5 A (kein Netzteil)	ja 70 V/6 A	ja 42 V/4 A
Mikro- schritt				ja bis 1/128		ja bis 1/40
Besonderes	Hardware Interpolator	Echtzeit- Betriebs- system	Emulierte Quadratur- ausgänge	optional Treiber für AutoCAD	Echtzeit- Betriebs- system	

1 = Einschränkungen siehe Test

2 = keine eindeutige Angabe im Handbuch

ELECTRONIC SURPLUS '91

**Vorführgeräte, Auslaufmodelle
und Sonderverkauf
für professionelle Kunden
aus Messtechnik und
Datenverarbeitung**



27.+28. November 1991 · Westfalenhallen Dortmund · Halle 5

Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (050 33) 70 57.

NETWORK
GmbH

EI 8/91

Bitte senden an:

NETWORK GmbH
Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-3055 Hagenburg

Telefon (050 33) 70 57
Telex 92 45 45 · Telefax (050 33) 79 44

Ich bin interessiert als

Aussteller

Fachbesucher

Name

Firma/Institution

Adresse

Telefon

Telex

Telefax

ELECTRONIC SURPLUS '91

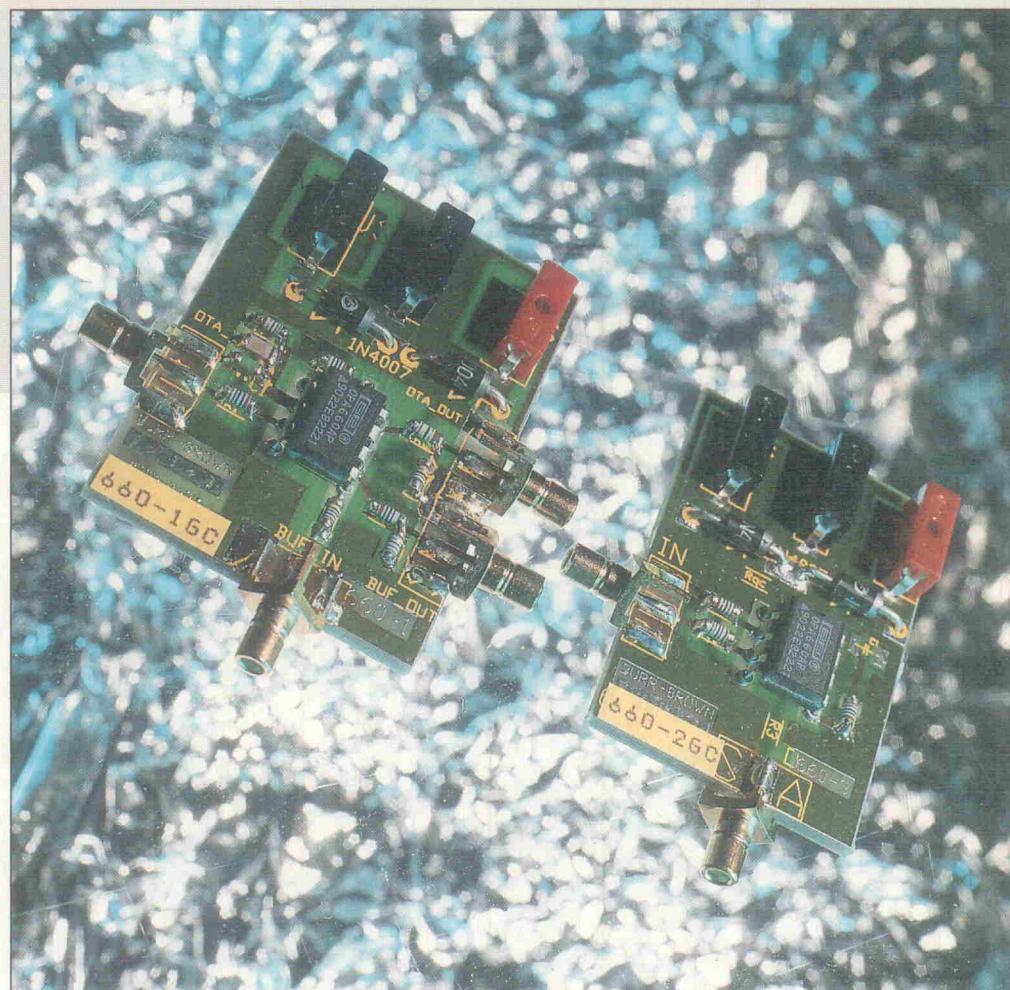
Der Diamond-Transistor

Zwei Experimentierplatten mit dem OPA 660

Design Corner

Christian Henn

Seit Ende letzten Jahres bietet Burr-Brown mit dem OPA 660 ein neues, universelles Makroelement an. Es vereinfacht den Entwurf von HF-Schaltungen und erlaubt neue Strukturen. Die hier vorgestellten Demoboards zeigen die Leistungsfähigkeit dieses sogenannten Diamond-Transistors. Gleichzeitig erleichtern sie die schnelle Laborerprobung und geben wichtige Hinweise für ein optimales Layout.



Die moderne Schaltungstechnik verwendet bis auf wenige Ausnahmen zur Verarbeitung analoger Signale integrierte Schaltkreise. Der Anteil der Operationsverstärker als niederohmige Spannungsquelle mit hoher Leerlaufverstärkung sowie guten Drift- und Gleichspannungseigenschaften beträgt hiervon gut die Hälfte. Betrachtet man das Großsignalverhalten als entscheidenden Parameter, beschränkte sich bis vor einigen Jahren der Einsatz monolithisch integrierter OPs aus technologischen und schaltungstechnischen Gründen auf Anwendungen im unteren MHz-Bereich. Die mittlerweile erhältlichen Transimpedanz- oder Current-Feedback-Verstärker und verbesserte Technologien lassen die Verarbeitung von Frequenzen bis zu 100 MHz zu.

Die monolithisch integrierte Schaltung OPA 660 beinhaltet eine spannungsgesteuerte Stromquelle, den sogenannten Diamond-Transistor (DT), und einen Push/Pull-Buffer. Der DT verhält sich in vielerlei Hinsicht wie ein idealer Transistor. Des-

wegen schlägt der Hersteller als Schaltsymbol das Transistor-Symbol mit zwei Emitterpfeilen vor (Bild 1). Die zwei entgegengesetzten Pfeile sollen auf den komplementären Aufbau hinweisen: Die Stromquelle kann auch als Stromsenke ar-

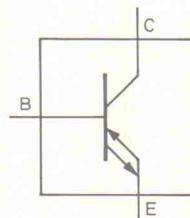


Bild 1. Der Diamond Transistor zeigt so manche Eigenschaften eines idealen Transistors.

Parameter	Wert
Eingangsruhestrom	2,5 µA
Ausgangsruhestrom	±10µA
Eingangswiderstand	1,4 MΩ II 1 pF
Ausgangswiderstand	15 kΩ II 2,5 pF
Ausgangsstrom	±14 mA
Ruhestromaufnahme	±14 mA
Ruhestromaufnahme (programmierbar)	±20 mA
Versorgungsspannung	max. ±6 V
Eingangsspannung	max. ±0,7 V

Tabelle 1. Die Parameter des OPA 660 können sich sehen lassen.

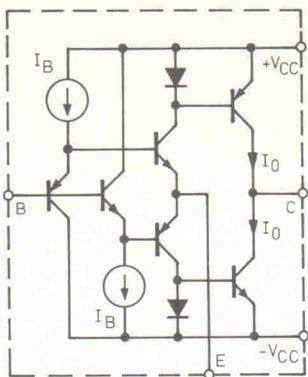


Bild 2. Das Innenleben zeigt, daß es sich bei dem Diamond-Transistor nicht um einen einfachen npn- oder pnp-Übergang handelt.

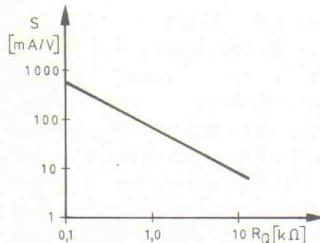


Bild 3. Zwischen der Steilheit S und dem Ruhestrom I_Q beziehungsweise R_Q besteht ein linearer Zusammenhang.

beiten. Allerdings gibt es doch einen kleinen aber auch wichtigen Unterschied zum konventionellen Transistor. Beschaltet man den DT als Emitterverstärker, so erscheint die Ausgangsspannung phasengleich zum Eingangssignal. Tabelle 1 zeigt einige Parameter des DTs, bei dessen Einsatz man sich nicht mehr um Arbeitspunkt- oder Temperaturprobleme kümmern muß.

Das vereinfacht dargestellte 'Innenleben' des DTs zeigt Bild 2. Die Ruhestrome liefern ein PTAT-Netzteil. Dieses erlaubt zum einen eine Veränderung der internen Ruhestrome von außen, indem man den Widerstand R_Q gegen die negative

Versorgung (-5 V) legt, und sorgt zum anderen für eine konstante, temperaturunabhängige Steilheit S der Gesamtschaltung. Dazu gleicht der in Abhängigkeit von der Temperatur gesteuerte Ruhestrom [$I_Q = I_Q(T)$] die temperaturbedingte Zunahme der Steilheit aus.

Den Zusammenhang zwischen R_Q und I_Q zeigt Bild 3.

Es gilt: $I_Q = U_T \ln(10)/R_Q$;

U_T kennzeichnet hier die Temperaturspannung. Je kleiner der Widerstand R_Q ist, desto mehr Ruhestrom nimmt der OPA 660 auf und desto größer ist die Steilheit. Sie ist definiert durch:

$$S = 2 K I_Q/U_T$$

Setzt man den Ausdruck für I_Q in die untere Gleichung ein, so ergibt sich daraus der direkte Zusammenhang von S und R_Q zu:

$$S = 2 K \ln(10)/R_Q$$

Der mit R_Q eingestellte Wert der Steilheit beeinflußt letztlich den Ausgangstrom I_Q in Abhängigkeit von der Basis-Emitter-Spannung U_{BE} . Hierbei gilt der Zusammenhang:

$$I_Q = (U_B - U_E) \cdot S$$

Der komplementäre Emitterfolger entkoppelt die Spannung an der Basis und überträgt sie zum niederohmigen Emitterausgang, der auch als Eingang benutzt werden kann. Zwei komplementäre Stromspiegel kopieren den Strom durch die beiden Emittertransistoren zum hochohmigen Kollektorausgang.

Flexibel in der Anwendung

Die wichtigsten Einsatzgebiete für den OPA 660 sind die Videosignalverarbeitung, Meßtechnik und schnelle Datenerfassungssysteme. Die platzsparenden DIP-8- oder SO-8-Gehäuse (Bild 4) reduzieren den Bedarf an Leiterplattenfläche; geringe Ruhestrome erleichtern die Auslegung der Stromversorgung.

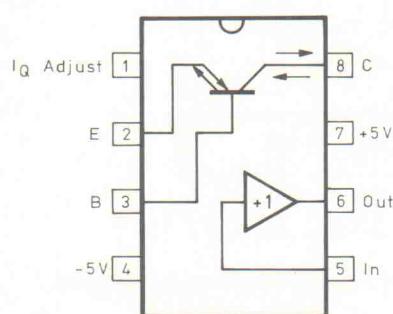


Bild 4. Neben dem Diamond-Transistor befindet sich noch ein Pufferverstärker im Gehäuse des OPA 660.

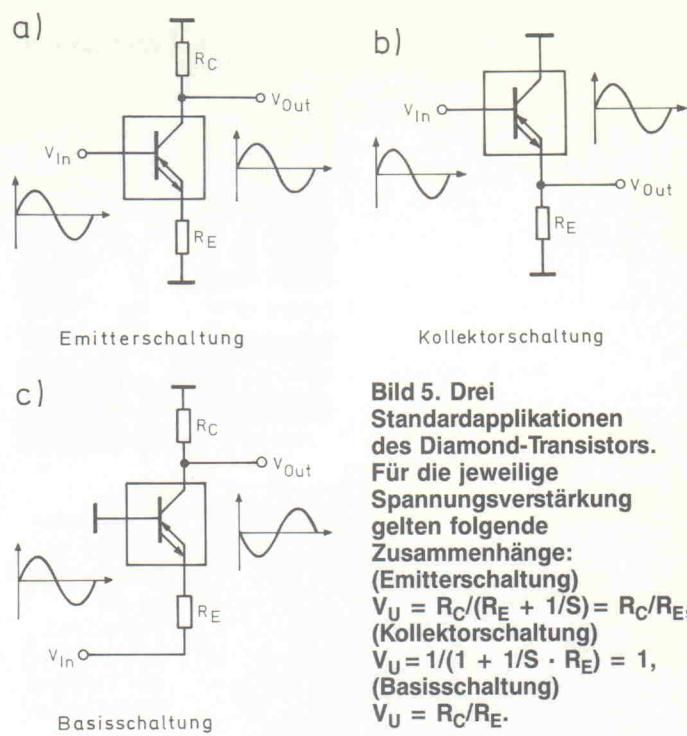


Bild 5. Drei Standardapplikationen des Diamond-Transistors. Für die jeweilige Spannungsverstärkung gelten folgende Zusammenhänge: (Emitterschaltung) $V_U = R_C/(R_E + 1/S) = R_C/R_E$, (Kollektorschaltung) $V_U = 1/(1 + 1/S \cdot R_E) = 1$, (Basisschaltung) $V_U = R_C/R_E$.

Bild 5 zeigt einige Standardapplikationen und die jeweilige Formel für die Berechnung der Spannungsverstärkung. Weitere mögliche Schaltungen sind der Transconductance-Verstärker (OTA), der Current-Feedback-Verstärker sowie Direct-Feedback- und Voltage-Feedback-Verstärker. Hervorragend geeignet ist der OPA 660 als Steuerelement für stromgesteuerte Bausteine wie Spulen, Kapazitäten und Dioden. Ebenso ist es möglich, Diamond-Transistoren zu kaskadieren oder parallel zu schalten, um dadurch den Ausgangstrom zu erhöhen. Will man die Ausgangsspannung erhöhen, so läßt sich auch eine Brückenschaltung realisieren. Als letzte An-

wendung sei an dieser Stelle die Steuerung der Steilheit und damit des Ausgangssignals über den Ruhestrom erwähnt.

Eine gute Möglichkeit, die Qualitäten eines HF-Bausteins zu zeigen, sind Demoboards. Nicht nur der Entwicklungsingenieur, der die Frage zu beantworten hat, ob ein VHF-OpAmp den geforderten Ansprüchen gewachsen ist, sondern bereits der Hersteller kommt in der Testphase und während der Produktion nicht um die Entwicklung von Testboards herum.

Diese neuen integrierten Schaltkreise bewegen sich mit ihrer Leistungsfähigkeit in einem Frequenzbereich, in dem

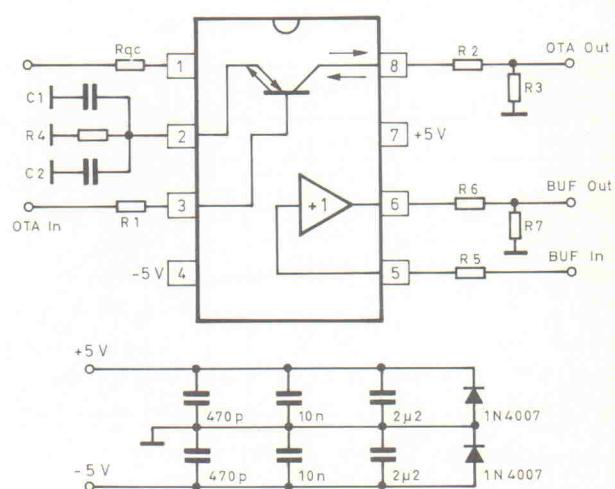


Bild 6. Mit dieser Schaltung zum ersten Demoboard lassen sich die Performance-Daten des OPA 660 nachvollziehen.

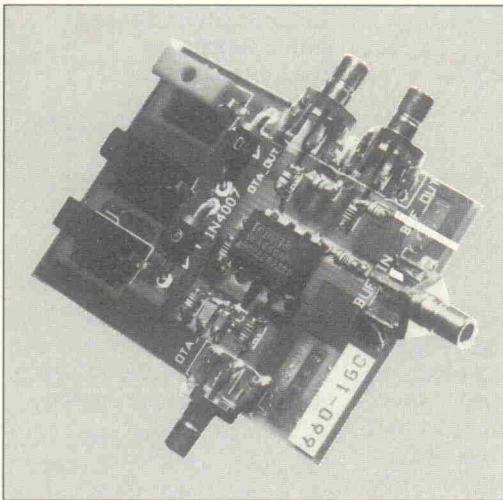
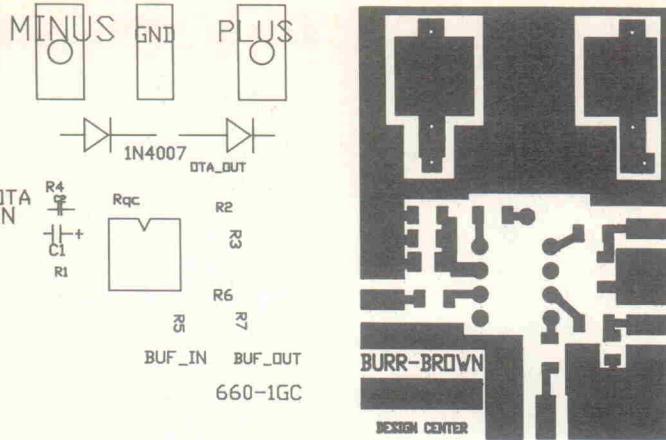


Bild 8.
Speziell für
Signale im
GHz-Bereich
ist die
Platine mit
SMA-anstatt
der üblichen
BNC-Stecker
bestückt.

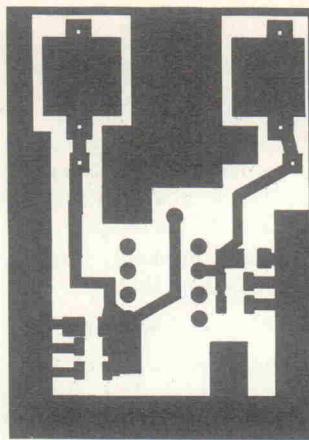


Bild 7. Layout und
Bestückungsplan zur
Performance-Platine. SMD-
Bauelemente verbessern die
Hochfrequenzeigenschaften.

dem zweiseitigen Layout für die erste Platine. Mit diesem Board lassen sich in einigen Stunden wichtige Performance-Daten wie die Bandbreite, die Anstiegsgeschwindigkeit sowie Fehler der differentiellen Phase und der Verstärkung bestimmen. Auf Grund von Frequenzen bis über 1 GHz sind SMA-anstatt der sonst in der Videotechnik üblichen BNC-Steckverbinder eingesetzt (Bild 8).

Die in den Bildern 9 und 14 gezeigten Messungen der Bandbreite bei unterschiedlichen Verstärkungen und Ausgangsamplituden wurden mit einem Netzwerkanalysator, der bis 3 GHz einsetzbar ist, unter S-Parameter-Bedingungen aufgenommen. Diese Meßgeräte und entsprechend die Abschlußwiderstände sowie Zuleitungen bilden ein niederohmiges 50- Ω -Übertragungssystem. Der 50- Ω -Eingangswiderstand sollte am Ende der Signalzuleitung sitzen, um bei der Kalibrierung zu Beginn der Messung die Länge der Zuleitung zu berücksichtigen.

Besonderes Augenmerk haben die Entwickler den Abblockkondensatoren und ihrer Platzierung im Layout sowie der Masserverbindung zwischen den Versorgungsspannungsanschlüssen und dem Fußpunkt des Lastwiderstandes gewidmet. Die ge-

Das Performance-Board

Im folgenden werden die beiden Demoboards vorgestellt, mit denen sich zum einen die Einzelkomponenten Diamond-Transistor und -Buffer und zum anderen die Konfiguration des Current-Feedback-Verstärkers testen lassen. Die Boards geben wertvolle Hinweise für die Layoutgestaltung, die Dimensionierung der Abblockkondensatoren und Auswahl der Bauteile und Steckverbinder.

Bild 6 zeigt das Schaltbild und Bild 7 den Bestückungsplan mit

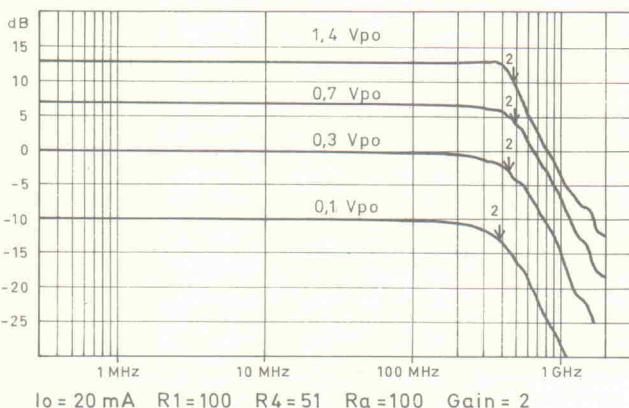
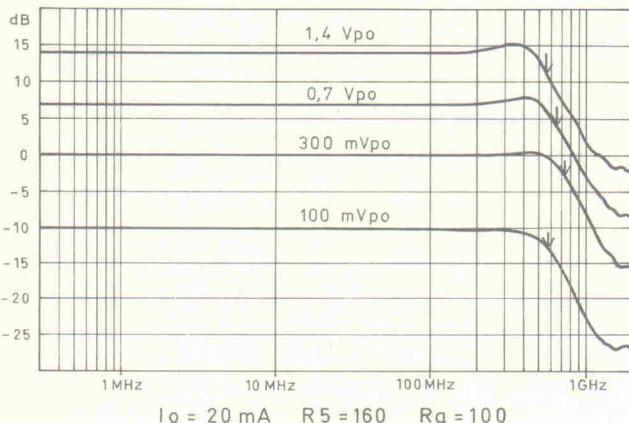


Bild 9. Der Frequenzgang des Buffers für verschiedene Ausgangsspannungen (oben) und (unten) der des OTA bei einer Verstärkung von zwei.

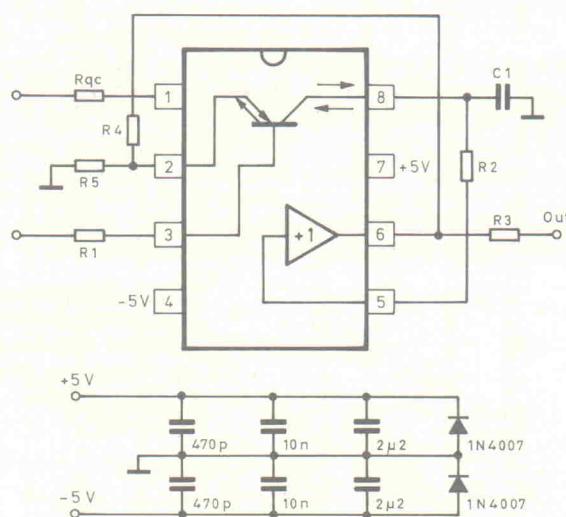
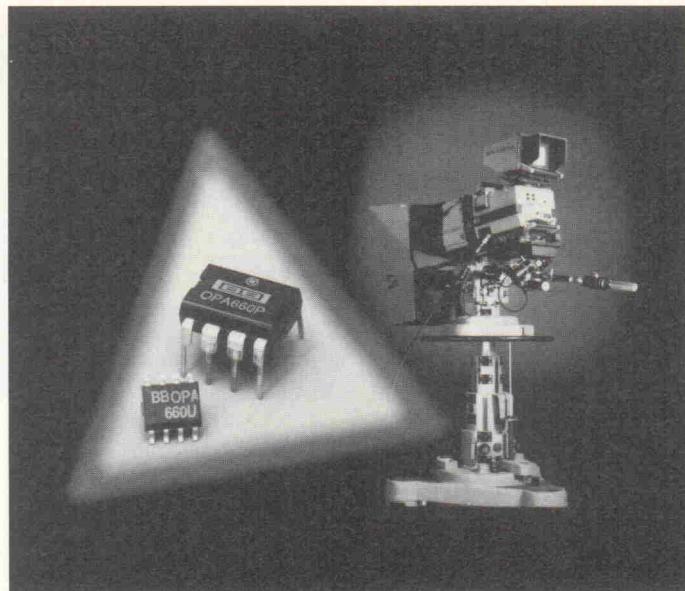


Bild 10. Die Schaltung des Current-Feedback-Verstärkers zum zweiten Demoboard.

wählte Kombination ergibt einen niederohmigen und konstanten Impedanzverlauf bis zu 1 GHz. Der Emitterwiderstand der DT-Schaltung ist für Wechselspannungen über die Kondensatoren C1 und C2 gegen Masse kurzgeschlossen, so daß der ‘Transistor’ für Wechselspannungen als spannungsgesteuerte Stromquelle arbeitet. Den Ruhestrom des OPA 660 stellt – wie bereits erwähnt – der Widerstand R_{QC} , der zwischen Pin 1 und -5 V liegt, ein. Damit läßt sich auf sehr einfache Weise die Performance auf die Applikation hin optimieren, eine Verstärkungsregelung außerhalb des Signalfades erzeugen oder eine EN-Funktion realisieren.

Bild 11. Den OPA 660 gibt es für alle Varianten in DIL- und SO-Gehäusen.

Die obere Hälfte von Bild 8 zeigt den Frequenzgang des Buffers für unterschiedliche Eingangsspannungen von $\pm 100 \text{ mV}_{\text{p}0} \dots \pm 2,5 \text{ V}_{\text{p}0}$. Die -3-dB-Bandbreite liegt bei einer Aussteuerung von $\pm 2,5 \text{ V}_{\text{p}0}$ knapp unter 500 MHz. Die entsprechenden Frequenzgänge des DT bei einem Lastwiderstand von 50Ω und einer Verstärkung von zwei zeigt die untere Hälfte. Die erreichbaren -3-dB-Bandbreiten liegen über



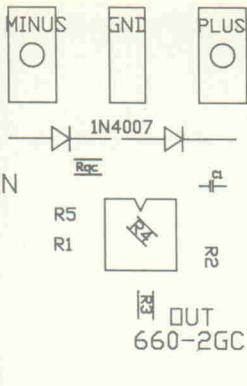


Bild 12. Layout und Bestückungsplan zum Current-Feedback-Verstärker. Die SMD-Widerstände R₃, R₄ und R_{QC} werden von unten auf die Platine gelötet.

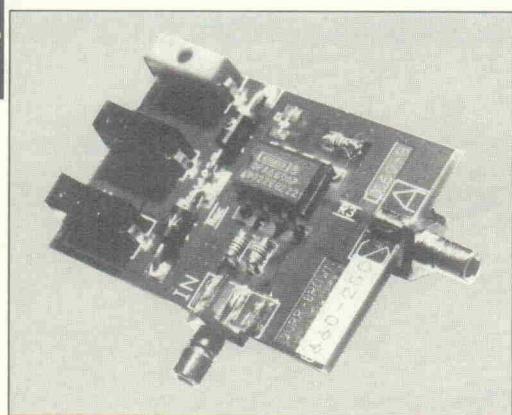
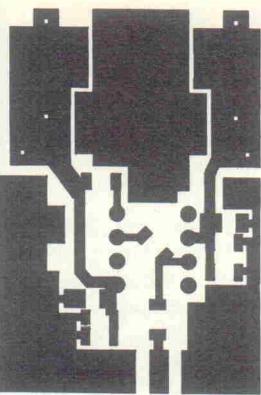


Bild 13. Der Current-Feedback-Verstärker, aufgebaut mit einem OPA 660 im DIL-Gehäuse.

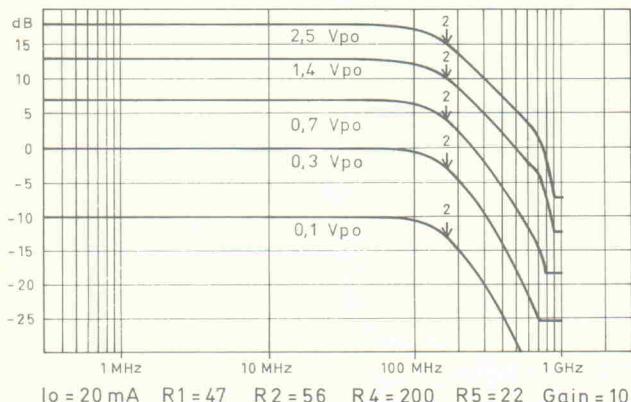
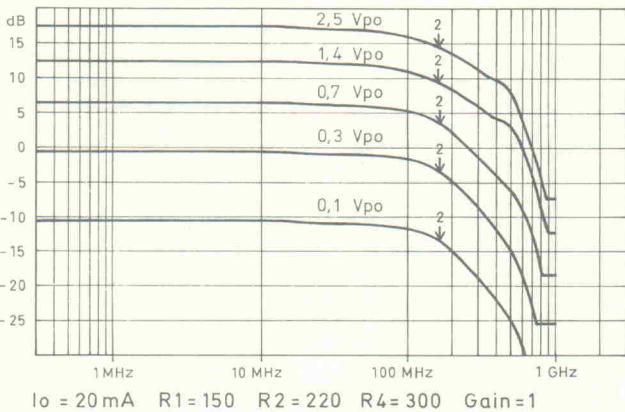


Bild 14. Großsignalverhalten = Kleinsignalverhalten: Die Frequenzgänge des Current-Feedback-Verstärkers bei Verstärkungen eins (oben) und zehn (unten).

len. Eine durch die kürzere Signallaufzeit begründete Verbesserung der Bandbreite und der einfachere und damit auch günstigere Schaltungsaufbau erklären die inzwischen weite Verbreitung der Current-Feedback-Verstärker.

Den Vorteilen des Current-Feedback-Konzeptes stehen einige Nachteile gegenüber. Ganz pauschal wird es Anwendungsfälle geben, bei denen hochohmige Differenzeingänge erforderlich sind. Direkte Folge der ungleichen Eingänge sind die schlechtere Gleichtaktverstärkung sowie höhere Offsetwerte für Ströme und Spannungen.

Die Frequenzgänge, die Bild 14 für unterschiedliche Ausgangsamplituden und die Verstärkungen eins sowie zehn darstellt, demonstrieren dennoch, daß sich mit Stromgegenkopplung breitbandige und verzerrungssarme Verstärker für die Verarbeitung analoger Signale aufbauen lassen, die sich zudem durch einen niedrigen Ruhestrom und geringen Platzbedarf auszeichnen.

Wie bei Current-Feedback-Verstärkern erwartet, bleibt die -3-dB-Bandbreite von 180 MHz unabhängig von der geschlossenen Verstärkung konstant. Ein prinzipieller Unterschied, den bisher nur Current-Feedback-Verstärker mit dem OPA 660 zeigen können, ist die konstante Bandbreite sowohl bei unterschiedlichen Aussteuerungen als auch bei unterschiedlichen geschlossenen Verstärkungen.

Neben den sogenannten Geraudeausverstärkern, Integrator- und Spitzenwert-Gleichrichter-Schaltungen für schnelle Impulse ist die Konfiguration als Current-Feedback-Verstärker ein weiteres Hauptanwendungsgebiet der Makroelemente Diamond-Transistor und Buffer. Das entsprechende Schaltbild für den Current-Feedback-Verstärker wird im Bild 10 gezeigt. Dieser Verstärker ist auf dem zweiten Demo-Board realisiert. Bild 12 gibt die beiden Layoutseiten und den Bestückungsdruck wieder.

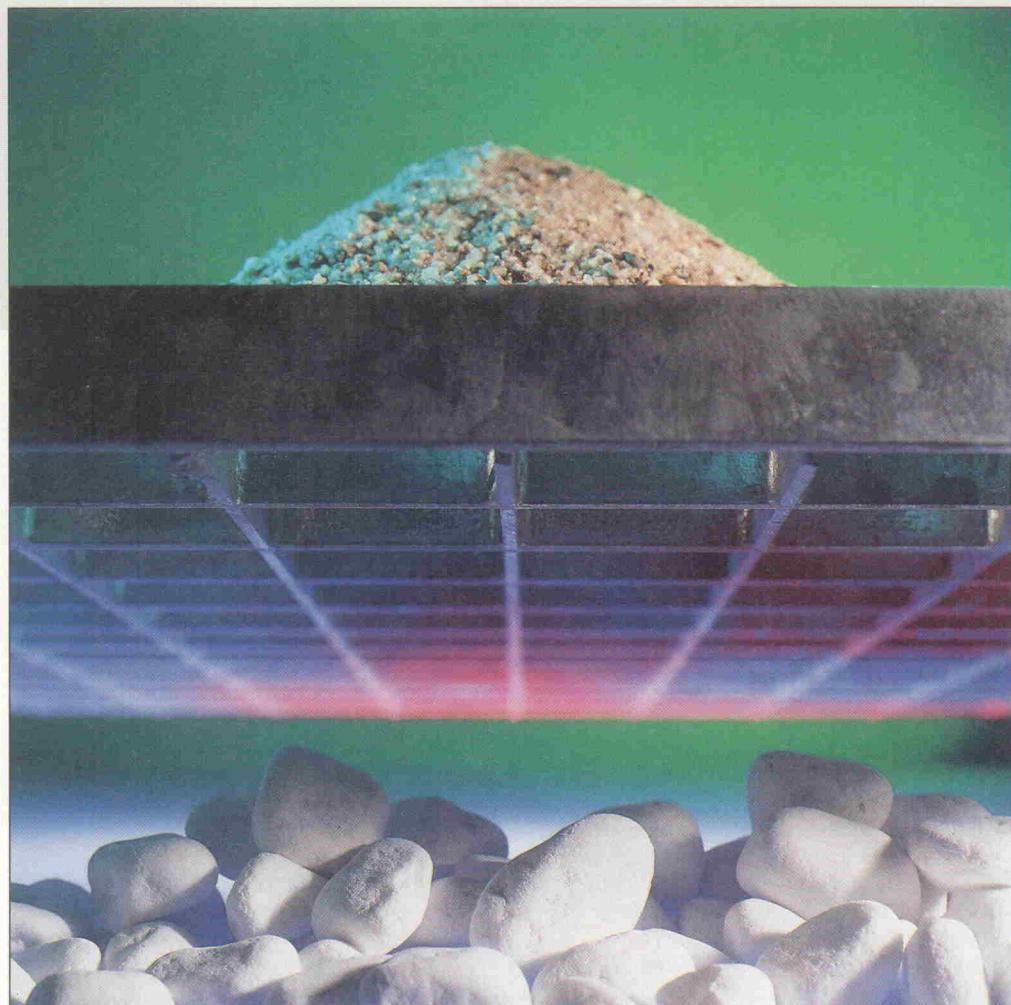
Diese OpAmp-Struktur verwendet anstelle der üblichen Spannungsgegenkopplung die Stromgegenkopplung. Vorteil dieser Gegenkopplung ist die Möglichkeit, mit R₄ die offene Verstärkung und damit die Bandbreite sowie mit R₅ die geschlossene Verstärkung unabhängig voneinander einzustellen. Eine durch die kürzere Signallaufzeit begründete Verbesserung der Bandbreite und der einfachere und damit auch günstigere Schaltungsaufbau erklären die inzwischen weite Verbreitung der Current-Feedback-Verstärker.

Angepaßte Tiefen

Filter in der Meßtechnik

Jürgen Petsch

Bei der Digitalisierung von analogen Spannungsverläufen ist es wichtig, das Originalsignal so unverfälscht wie nur möglich dem A/D-Wandler zuzuführen. Richtig oder falsch? Falsch ist richtig, denn nur durch eine Filterung – also Verfälschung – lassen sich gravierende Fehler vermeiden. Alles klar?



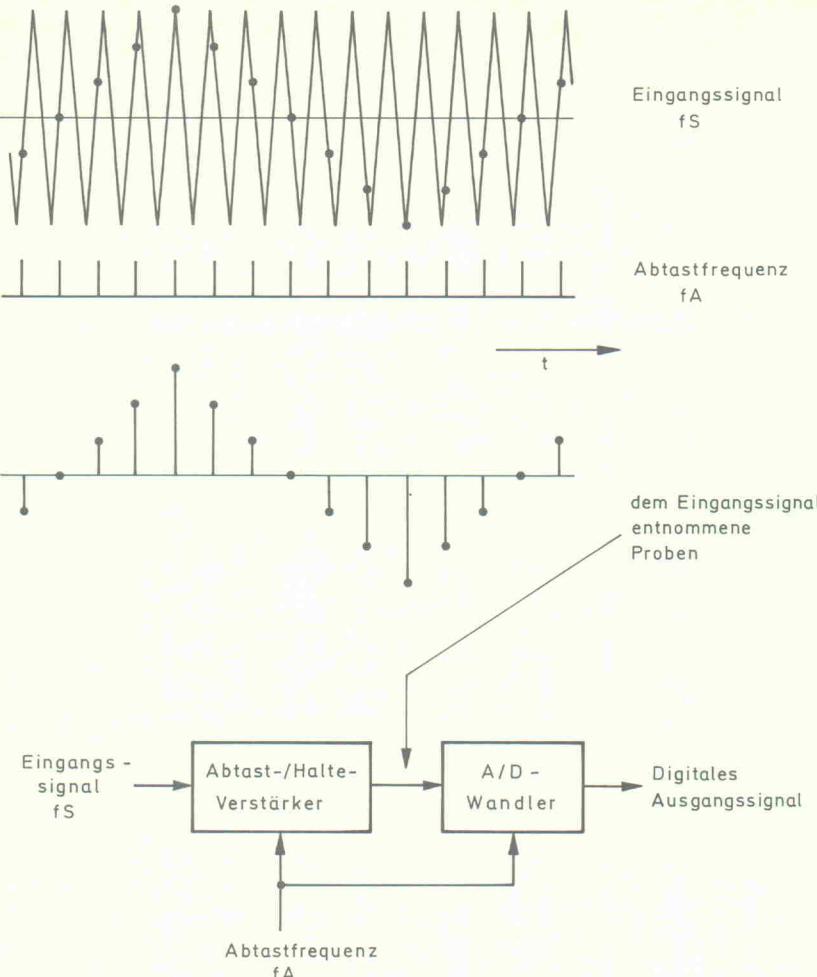
Ein A/D-Wandler entnimmt mit Hilfe eines vorgeschalteten Abtast/Halte-Verstärkers (Sample/Hold) in gleichbleibenden Abständen dem zu wandelnden Eingangssignal Proben und erzeugt einen der Spannungsgröße proportionalen Zahlenwert, der in digitaler Form am Ausgang erscheint. Erfolgt die Abtastung im Verhältnis zur anliegenden Signalfrequenz (f_s) zu langsam, so tritt ein Schwebungseffekt auf, den man als Aliasing bezeichnet. Unter 'zu langsam' ist zu verstehen, daß die Abtastfrequenz (f_a) nicht mehr als doppelt so groß wie die Signalfrequenz (f_s) ist (Bild 1). Zum Beispiel ergibt ein mit 1000 Hz abgetastetes Sinussignal von 990 Hz eine sinusför-

mige Schwebung von 10 Hz, die sich in den digitalen Werten in keiner Weise von einem 10-Hz-Sinussignal unterscheidet. Daran ist auch später mit digitaler Filterung nichts mehr zu korrigieren. Natürlich bleibt beim Aliasing die Kurvenform des abgetasteten Signales erhalten, so daß die zuvor angestellten Betrachtungen nicht nur für Sinusschwingungen gelten.

Alle Signalanteile im Frequenzbereich $f_a/2 \dots f_a$ gelangen durch Spiegelung an $f_a/2$ in den Bereich $0 \dots f_a/2$ (Bild 2). Leider ist das noch nicht die ganze Wahrheit. Im genannten Beispiel würde auch ein f_s von 1010 Hz ebenfalls ein 10-Hz-Signal vortäuschen. Zusätzlich

gelangen die Signale $f_3 = 1990$ und $f_4 = 2010$ Hz (Bild 3) in der Nachbarschaft von $2 \cdot f_a = 2000$ Hz in den Nutzsignalbereich $0 \dots f_a/2$ und täuschen 10 Hz vor. Grundsätzlich gilt das auch für Signale in der Umgebung aller weiteren Vielfachen der Abtastfrequenz $n \cdot f_a$. Für dieses Problem gibt es nur eine Lösung: Ein Tiefpassfilter muß aus dem Eingangssignal alle Anteile entfernen, die größer als die halbe Abtastfrequenz sind. Auf diese Weise verschwinden alle Frequenzspektren in der Umgebung von $n \cdot f_a$.

Es ist sehr eindrucksvoll, sich mit einem Funktionsgenerator und einer A/D-Wandlerkarte



von diesen unerwünschten Effekten zu überzeugen. Gut geeignet ist dafür z. B. die Platine des ELRAD-Projektes 'Achtung, Aufnahme' zusammen mit der beiliegenden Software 'Recorder' [5], weil sie die digitalisierten Daten in Echtzeit auf dem Bildschirm als Kurvenverläufe anzeigt. Bei der Vorführung des häufig als vernachlässigbar angesehenen Aliasing sind auch schon versierte Meßtechniker ins Grübeln geraten!

Nur wer sicher ist, daß im zu digitalisierenden Signal keine hochfrequenten Anteile (also $> f_A/2$) enthalten sind, kann auf das vorgeschaltete Tiefpaßfilter

(Antialiasingfilter) verzichten. Aus der vorangegangenen Betrachtung ist aber deutlich geworden, daß nicht nur die Grundwelle von f_S der Verfälschungsgefahr ausgesetzt ist, sondern alle Oberwellenanteile, die naturgemäß näher an $n \cdot f_A$ liegen.

Zum Glück haben viele physikalische Meßaufnehmer von Hause aus eine gewisse Tiefpaßwirkung und enthalten keine hohen Frequenzanteile. Eine Temperaturmessung könnte z. B. auf den ersten Blick als unkritisch erscheinen. Da man sie aber mit entsprechend niedriger Abtastrate ausführt, ist das Problem prinzipiell nicht aus

der Welt. In jedem Fall ist Vorsicht geboten, wenn die nachfolgende Auswertung der digitalen Daten eine Analyse der Frequenzspektren beinhaltet.

Wunsch-vorstellungen

Die Forderungen an das vorzuschaltende Tiefpaßfilter sind eindeutig: Der Durchlaßbereich soll nur eine geringe Welligkeit aufweisen und bis knapp unterhalb von $f_A/2$ reichen. Danach muß ein steiler Abfall des Übertragungsmaßes folgen, der bei $f_A/2$ eine große Dämpfung erreicht und darüber hinaus auch beibehält. Außerdem

braucht das Filter einen linearen Phasengang, damit alle im Eingangssignal enthaltenen Frequenzanteile die gleiche zeitliche Verzögerung erfahren. So ist sichergestellt, daß ein gefiltertes Rechtecksignal zwar größere Anstiegszeiten aufweist, aber kein Überschwingen enthält. Dabei sind unter 'geringer Welligkeit', 'großer Dämpfung' und 'wenig Überschwingen' solche Werte zu verstehen, die die vielgepriesene und teuer bezahlte A/D-Wandlerauflösung von 12 Bit nicht verderben. Da es sich in diesem Fall um 4096 verschiedene Spannungswerte handelt, muß die Summe der Fehler unter 1/4096, also 0,024 % liegen!

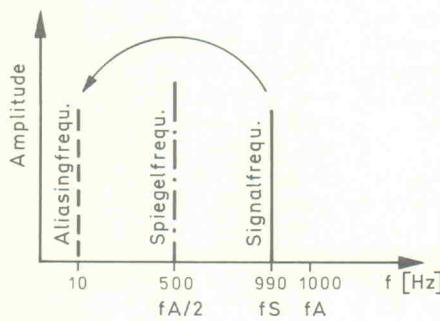


Bild 2. Durch Spiegelung an $f_A/2$ entsteht eine Spektrallinie bei 10 Hz.

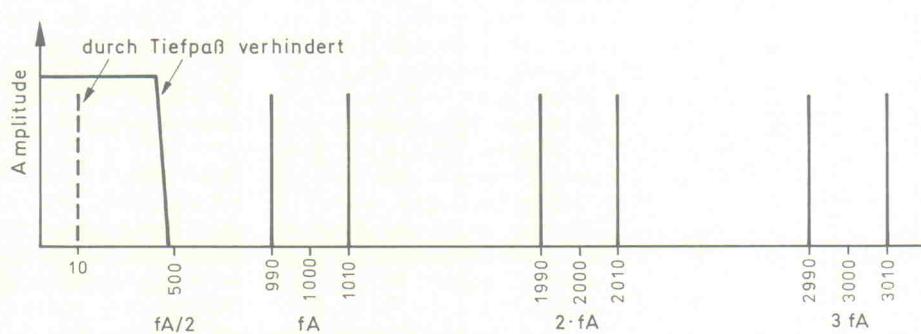
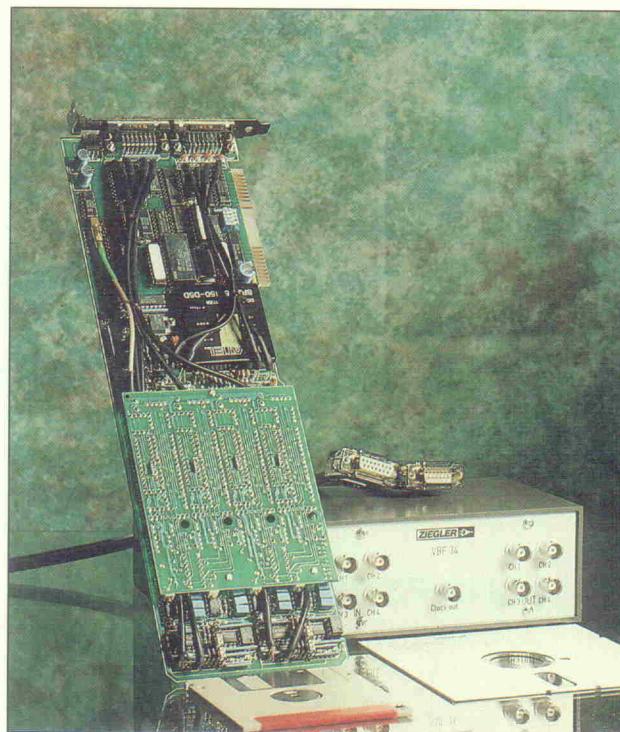


Bild 3. Das Tiefpaßfilter verhindert das Eindringen von Frequenzanteilen aus der Umgebung von $n \cdot f_A$ in den ausnutzbaren Bereich $0 \dots f_A/2$.

Bild 1. Bei Unterabtastung ergeben die entnommenen Proben die Kurvenform des Eingangssignals mit zu tiefer Frequenz.



Die Filterkarte von Ziegler. Der Anschlußkasten erleichtert den Übergang von der analogen Welt in die digitale.

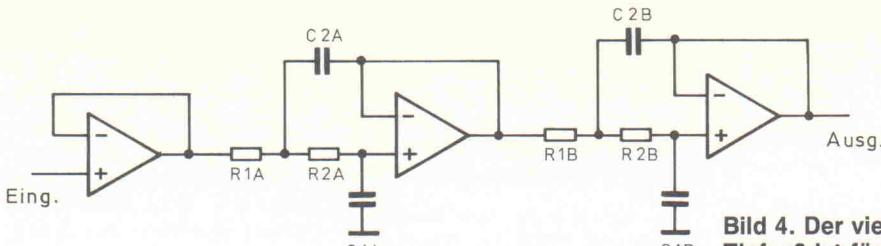


Bild 4. Der vierpolige Tiefpaß ist für verschiedene Filtertypen konfigurierbar.

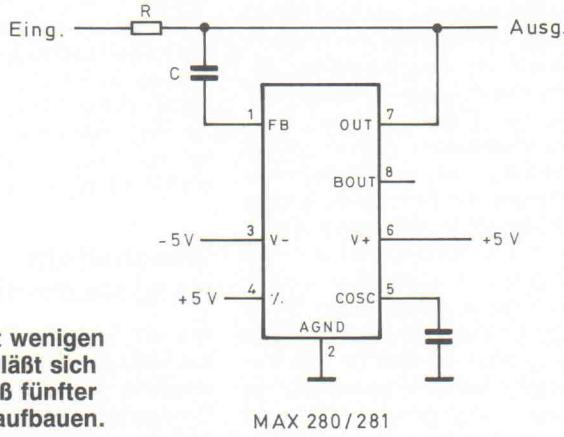


Bild 5. Mit wenigen Bauteilen lässt sich ein Tiefpaß fünfter Ordnung aufbauen.

Dementsprechend sollte die Dämpfung bei $f_a/2 > 72$ dB betragen. Das sind die berechtigten Forderungen!

Bei der Suche nach geeigneten Filtern stellt sich als erstes die Frage: Selberbauen oder kaufen? So schwer kann doch die Verwirklichung der aufgestellten Forderungen nicht sein. Also kommt Selbstbau in Frage. Bevor man sich jedoch für eine der beiden ernstzunehmenden Alternativen 'aktives Filter' oder 'geschaltetes Kondensatorfilter' entscheidet, lohnt ein Blick auf die grundsätzlichen Eigenschaften der Tiefpaßfilter.

Mit einer einzigen Schaltung sind durch passende Wahl der Bauelemente drei verschiedene Filtertypen machbar, die durch die Namen Bessel, Butterworth- und Tschebyscheff gekennzeichnet sind (Kasten: Filtertypen). Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften hauptsächlich durch ihren Frequenzverlauf im Durchlaßbereich und in ihrem Einschwingverhalten (Phasengang). Durch Kaskadieren von mehreren Stufen lässt sich ein steilerer Anstieg der Dämpfung im Sperrbereich verwirklichen, dessen Größe von der Polzahl oder auch Ordnung des Filters abhängt. Unter diesen Begriffen versteht man die Anzahl von RC-Gliedern, die in einem Filter enthalten sind. Unabhängig vom gewählten Filtertyp ergibt sich für eine bestimmten Polzahl ein annähernd gleicher

[1], die Diagramme zum Abschätzen der erreichbaren Filtereigenschaften und Formeln zur Berechnung der Bauelemente enthalten. Wer auch die Theorie kennenlernen möchte, ist damit sicher gut beraten. Aber wer ein Tiefpaßfilter braucht, hat häufig ein meßtechnisches Problem und ist weniger an der Herleitung von Filterkoeffizienten als vielmehr an einer schnellen Lösung interessiert. Deshalb empfiehlt sich die Verwendung eines interaktiven Filterdesignprogrammes [4], mit dem man bequemer und schneller zum Ziel kommt. Es läuft auf jedem PC und bietet ein Menü, das nach der Eingabe von Filtertyp, Polzahl und Grenzfrequenz umgehend die Größe der Bauteile anzeigt.

Außerdem berechnet es die zu erwartende Dämpfung für beliebige Frequenzen im Durchlaß- und Sperrbereich.

Als Grundbausteine dienen ein- und zweipolige Filter mit einem Operationsverstärker, die eine Gleichspannungsverstärkung von eins besitzen. Das Programm unterstützt eine Kaskadierung bis zu einer Gesamtpolzahl von sieben.

Da eine A/D-Wandlerkarte häufig 16 Kanäle aufweist, ist die gleiche Anzahl Filter wünschenswert. Um den Aufwand in Grenzen zu halten, entschließt sich der nun vom Aliasproblem aufgeschreckte Meßtechniker in einem ersten Versuch für eine Tiefpaßschaltung (Bild 4) mit zwei Operationsverstärkern, vier RC-Gliedern (Polen). Ein dritter Op-Amp ist als Eingangsbuffer notwendig. Während er sich noch über die einfache Schaltung freut, schätzt er den Platz auf der Platine ab, den die 48 OpAmps wohl mit den dazugehörigen 64 Kondensatoren und Widerständen einnehmen werden. Dazu kommen noch die 48 Widerstände zum Abgleich der Offsetspannungen und die Kondensatoren zum Abblocken der Betriebsspannung.

Wegen des freundlichen Einschwingverhaltens fällt die Wahl zunächst auf ein Bessel-Filter, das als Beispiel für eine

Aktive Filter

Für die Dimensionierung von aktiven Tiefpaßfiltern stehen Standardwerke zur Verfügung

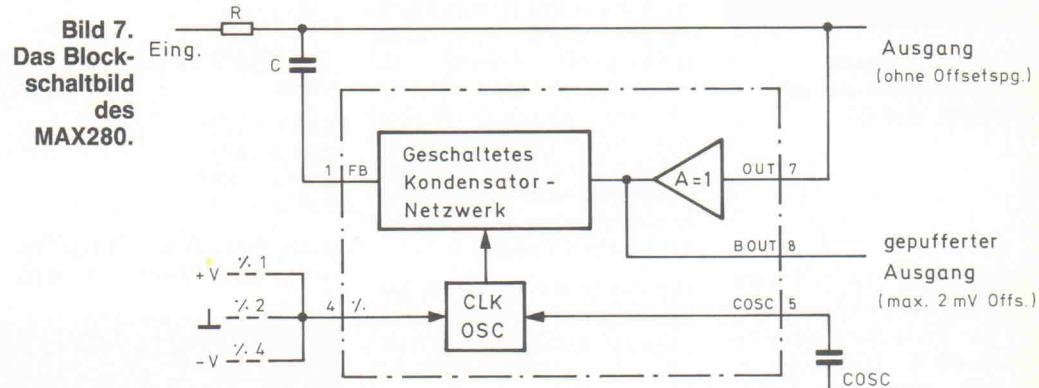


Bild 8. Bei Verwendung von nur einer Versorgungsspannung liegt V- an Masse und AGND 'schwebt'.

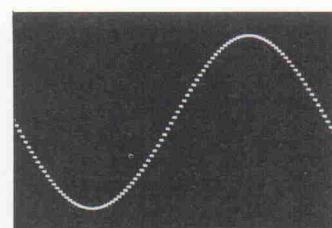
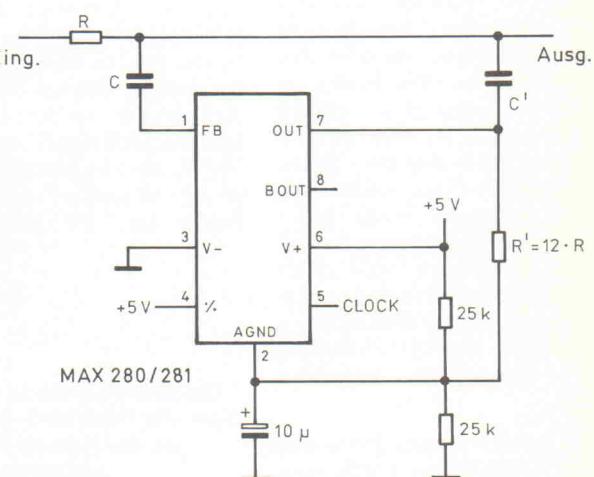


Bild 6. Anteile der Clockfrequenz am Ausgang eines MAX280 bei $f = fc = 100\text{Hz}$.



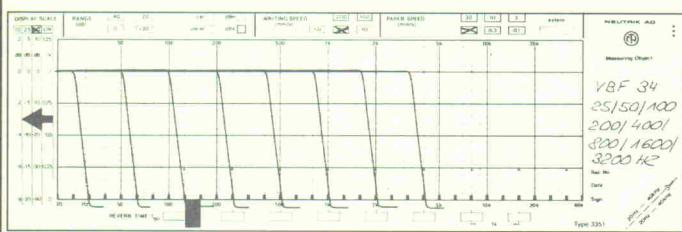
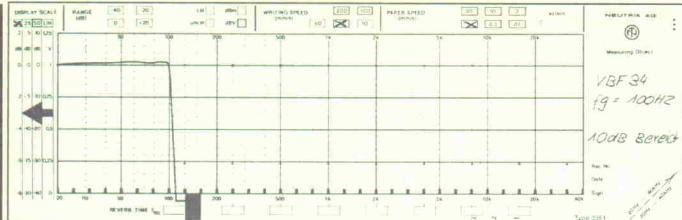


Bild 9. Frequenzgang der Filterkarte VBF 34.

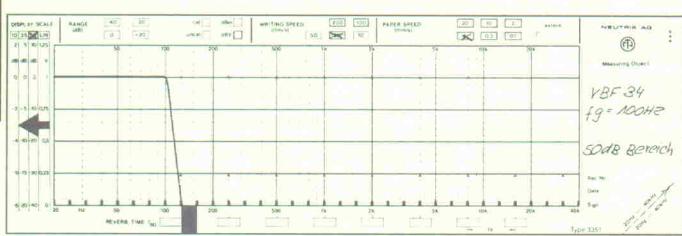


Bild 10. Welligkeit im Frequenzgang bei der Filterkarte VBF 34 (höhere Auflösung im Pegelbereich gegenüber Bild 9).

bei dem zuvor verwendeten Beispiel, so wäre nun für die gleiche Dämpfung von 72 dB ein f_g von 64 Hz notwendig. Dafür sind jetzt 10% Über- schwingen bei Rechtecksignalen vorhanden.

Auch mit einem Tschebyscheff-Tiefpaß ergibt sich keine befriedigende Lösung. Mit einem Ripple von 3 dB wäre für das verwendete Beispiel nun schon ein f_g von 95 Hz möglich. Aber 30 % Fehler im Durchlaßbereich decken sich bei weitem nicht mit den aufgestellten Forderungen.

Abtastfrequenz von $f_a = 1000$ Hz dimensioniert werden soll. Um die verlangte Dämpfung von 72 dB bei einer Frequenz von $f_a/2 = 500$ Hz zu erhalten, müßte die 3-dB-Frequenz (f_g) des vierpoligen Bessel-Filters bei 40 Hz liegen, was immerhin noch mit circa 30% Fehler bei dieser Frequenz gleichzusetzen ist. Erst bei 7 Hz wäre ein Fehler von 0,1 db also etwa 1% zu erwarten. Auf der Suche nach dem geeigneten Filter leistet das Filter-Designprogramm [4] jetzt gute Dienste, weil es für verschiedene Grenzfrequenzen die zu erwartende Welligkeit im Durchlaß- und die Dämpfung im Sperrbereich berechnen kann.

Der nächste Versuch gilt einem Butterworth-Filter. Bleibt man

Die Erkenntnis: Mit einem 4poligen aktiven Tiefpaß sind die eingangs gemachten Forderungen nicht erfüllbar. Ein Bessel-Filter sollte es schon sein. Selbst die Erhöhung der Polzahl auf sieben ergäbe nur ein f_g von 145 Hz. Nach einem gedanklichen Kompromiß, der darin besteht, für einen vierpoligen Besseltiefpaß bei $f_a/2 = 500$ Hz nur eine Dämpfung von 40 dB zu fordern (was einem Fehler von 1% entspräche),

Die Stemmer-Karte verfügt über vier Filtereinheiten, die als Huckepack-Platinen ausgeführt sind.

rückt f_g auf 105 Hz hoch: Die 12-Bit-Auflösung des A/D-Wandlers erscheint in bezug auf das erreichbare Einschwingverhalten und den tatsächlichen Frequenzgang eines einfachen Filters überdimensioniert.

Die Berechnung der Bauelemente mit Hilfe des Programmes [4] geht von gemessenen Kondensatoren aus und liefert nach der Eingabe der exakten Werte die dazu passenden Widerstände. Diese Vorgehensweise ist deshalb sinnvoll, weil Kondensatoren nur in grober Stufung zu erschwinglichen Preisen käuflich sind. Stehen Widerstände mit einem Raster von 1% (E96-Reihe) zur Verfügung, so kann ohne Bedenken für die errechneten Werte der jeweils nächstliegende Wert eingesetzt werden. Da das Programm auch die Dämpfung für eine vorgegebene Frequenz (z. B. bei $f_a/2$) anzeigt, ist es leicht möglich, f_g so lange zu variieren, bis die Dämpfungsbedingung bei $f_a/2$ erfüllt ist.

Mit dieser Methode wurden für die Schaltung nach Bild 4 (Vierpoliger Bessel-Tiefpaß, $f_g = 105$ Hz, Dämpfung bei 500 Hz = 40 dB) nach der Vorgabe der Kondensatoren:

$$\begin{aligned} C1A &= 91,6 \text{ nF} \\ C2A &= 228 \text{ nF} \\ C1B &= 68,4 \text{ nF} \\ C2B &= 250 \text{ nF} \end{aligned}$$

die folgenden Widerstände ermittelt:

$$\begin{aligned} R1A &= 2,77 \text{ k}\Omega \\ R2A &= 19,4 \text{ k}\Omega \\ R1B &= 3,96 \text{ k}\Omega \\ R2B &= 13,2 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

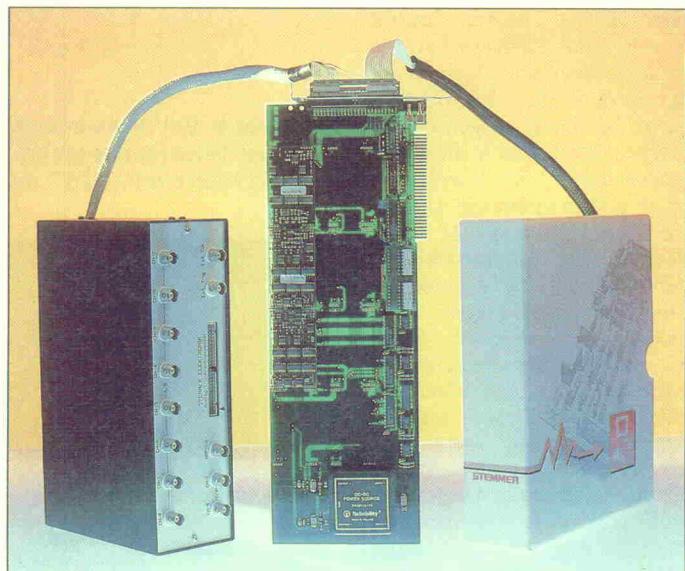
Beim Entwurf des Tiefpaßfilters wurde bisher von einer

konstanten Abtastfrequenz (f_a) und damit von gleichbleibenden Filtereigenschaften ausgegangen. Bei Änderung von f_a ist aber auch proportional die Grenzfrequenz des Filters zu verschieben. Dazu ist je Pol des Filters ein RC-Glied umzuschalten. Innerhalb des Bereiches von maximal zwei Zehnerpotenzen reicht es aus, die Widerstände zu verändern. Darüber hinaus sind andere Kondensatoren notwendig. Für Filter großer Polzahl ergibt sich daraus ein erheblicher Aufwand an mechanischen Schaltern oder CMOS-Multiplexern.

Geschaltete Kondensatorfilter

Bei der Suche nach handlichere Lösungen lohnt es sich, geschaltete Kondensatorfilter in Erwägung zu ziehen. Die Firma Maxim bietet z. B. die Typen MAX 280/281 [6] an, mit denen sich auf verblüffend einfache Weise (Bild 5) fünfpolige Butterworth/Bessel-Tiefpässe verwirklichen lassen. Bei ihnen ist die Grenzfrequenz durch Verändern der Clockfrequenz einstellbar. So ist zum Umschalten von f_g nur noch der frequenzbestimmende Kondensator am Pin 5 (COSC) und ein Element des Eingangs-RC-Gliedes umzuschalten.

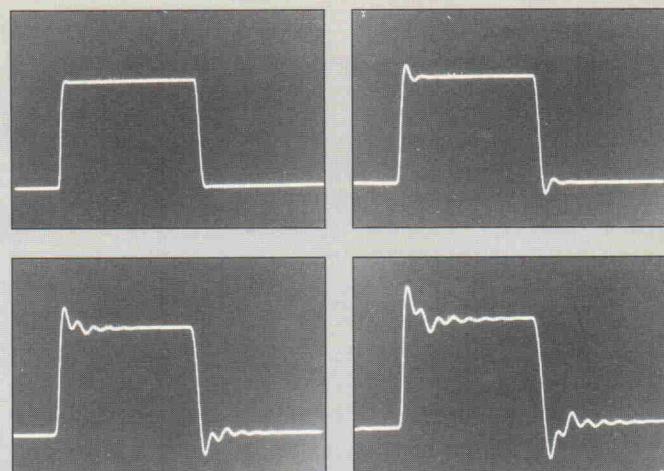
Aber nur Vorteile hat auch dieses Filter nicht. Im Einschwingverhalten und Dämpfungsverlauf gleicht es zwar seinen rein analogen Mitbewerbern völlig. Aber da das geschaltete Kapazitätsfilter ein Abtastsystem ist, erscheinen am Ausgang Anteile der Clockfrequenz (Bild 6). Außerdem fällt es selbst dem



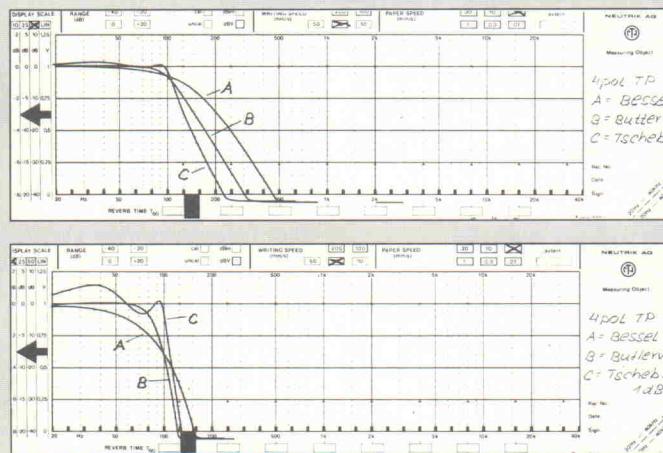
Filtertypen

Butterworth-Tiefpässe haben die geringste Welligkeit des Übertragungsfaktors im Durchlaßbereich, der dann einen verhältnismäßig scharfen Übergang in den Sperrbereich aufweist. Allerdings zeigt das Filter ein Überschwingen von etwa 10% bei der Ansteuerung mit Rechtecksignalen.

Tschebyscheff-Tiefpässe haben den schärfsten Knick der Dämpfung bei der Grenzfrequenz, der aber von der zulässigen Schwankungsbreite im Durchlaßbereich (Ripple) abhängig ist, die vor Beginn der Dimensionierung festzulegen ist. Übliche Werte des Ripples sind 0,5...3 dB. Immerhin liegt bei einem Ripple von 3 dB das Überschwingen bei Ansteuerung mit Rechtecken in der Größenordnung von 30 %. Wählt man die Schwankung im Durchlaßbereich kleiner, so verringert sich das Überschwingen, und man nähert sich allmählich den Eigenschaften des Butterworth-Tiefpasses. Bei Butterworth- oder Bessel-Tiefpässen ist die Grenzfrequenz als die Stelle im Frequenzgang definiert, bei der das Übertragungsmaß den 3-dB-Punkt unterschreitet. Im Gegensatz dazu ist die Grenzfrequenz des Tschebyscheff-Tiefpasses diejenige Stelle, bei der das



Sprungantworten von Bessel-, Butterworth- und Tschebyscheff-Filtern 4. Ordnung.



Frequenzgänge und Welligkeiten für Bessel-, Butterworth- und Tschebyscheff-Filter.

Aliasing zum Opfer, das es eigentlich verhindern sollte.

Beide Nebeneffekte werden glücklicherweise durch das große Verhältnis von Clock- zu Grenzfrequenz, das 100 zu 1 beträgt, gemildert. Die am Ausgang vorhandenen Anteile der Clockfrequenz kann ein nachgeschalteter aktiver Tiefpass leicht herausfiltern, zumal die Größe der Stufen proportional zum Nutzsignal sind. Das Eingangs-RC-Glied, das den fünften Pol des Filters bildet, liegt mit seiner Grenzfrequenz etwa um den Faktor 100 unter der Clockfrequenz, so daß Eingangsfrequenzen, die zum Aliasing führen könnten, mit etwa 40 dB Dämpfung das Filter verlassen.

Für das Butterworth-Filter (MAX280) ist das RC-Glied für eine 3-dB-Grenzfrequenz f_c (Cut-Off-Frequency) so zu wählen, daß

$$2 \cdot \pi \cdot f_c \cdot R \cdot C = 1,62 = K$$

gilt. Durch geringfügige Variation von K im Bereich 1,61...1,66 lässt sich der Frequenzgang in der Umgebung von f_c optimieren. Eine Vergrößerung bis zum Wert von $K = 2$ verändert das Filter so grundlegend, daß für das Butterworth-Filter eine angenehmere Bessel-Charakteristik erreichbar ist. Trotzdem ist das Einschwingverhalten des direkt als Bessel-Filter vorgesehene MAX281 besser. Bei diesem Baustein ist das RC-Glied passend für $K = 1,1579$ zu wählen. Die Veränderung von K zwischen 1,1 und 1,216 beeinflusst auch hier wieder den Frequenzgang in der Umgebung von f_c . Der Wert des Widerstandes R sollte im Bereich von etwa 20 kOhm liegen.

Die gezeigte Minimalschaltung (Bild 5) braucht noch je einen Bufferverstärker am Ein- und

Ausgang. Ein Ausgangsbuffer ist im Schaltkreis bereits enthalten, wie dem Blockschaltbild (Bild 7) zu entnehmen ist. Er dient zur internen Ansteuerung des geschalteten Kondensatornetzwerkes. Sein Ausgang ist auch herausgeführt (Bout, Pin 8). Er ist allerdings mit einer nicht abgleichbaren Offsetspannung von maximal 2 mV behaftet.

Die benötigte Oszillatorfrequenz $fosc$ ergibt sich aus der 3-dB-Grenzfrequenz f_c durch:

$$fosc = 100 \cdot f_c \quad (\text{für das Butterworth-Filter MAX280})$$

$$fosc = 101 \cdot f_c \quad (\text{für das Bessel-Filter MAX281})$$

Um den internen Oszillator in Betrieb zu nehmen, reicht es aus, an Pin 5 ($Cosc$) einen Kondensator zu schalten. Seine Größe beträgt:

$$Cosc = (140 \text{ kHz}/fosc - 1) \cdot 33 \text{ pF}$$

Durch Reihenschaltung des $Cosc$ mit einem variablen Widerstand ist ein Feinabgleich der Frequenz möglich. Viel mehr als einige 10 kHz sind aber mit dem internen Oszillator nicht zu erreichen. Für höhere Frequenzen (bis 4 MHz) sollte eine externe Quelle für $fosc$ Verwendung finden. Sie muß den Eingang $Cosc$ mit einer Spannung ansteuern, die fast bis an die Betriebsspannungen heranreicht. Deshalb ist in diesen Fällen die Verwendung von nur einer Betriebsspannung vorzuziehen, weil dadurch die Ansteuerung aus einem CMOS-Gatter erleichtert wird.

Die Spannung an Pin 4 (Divider Ratio) bestimmt das Verhältnis zwischen dem internen Takt f_{clk} für das geschaltete Kondensatorfilter und der Oszillatorkennfrequenz $fosc$. Durch Anlegen von +V, Gnd oder -V

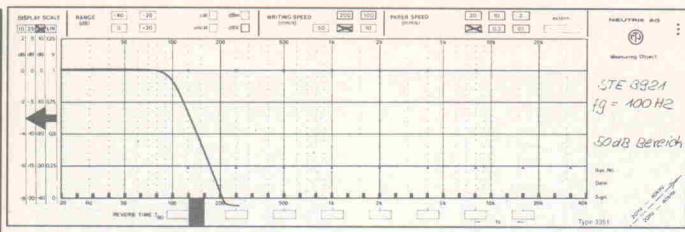


Bild 12. Frequenzgang der Filterkarte STE 3912.



Bild 13. Welligkeit im Frequenzgang bei der Filterkarte STE 3912.

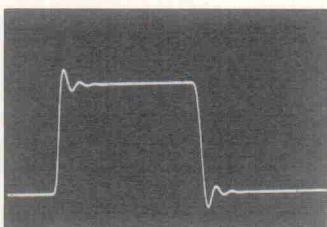


Bild 14. Sprungantwort der Filterkarte STE 3912.

an Pin 4 ergeben sich Teiler von 1 : 1, 1 : 2 und 1 : 4. Dadurch ist es möglich, das Verhältnis von f_{C}/f_{OSC} von 100 auf 200 oder sogar 400 zu steigern. Auf diese Weise verringert sich der Anteil von f_{OSC} im Ausgangssignal, weil das RC-Glied nun eine größere Dämpfung von f_{OSC} verursacht. Allerdings reicht allein das Umschalten des Pegels an Pin 4 nicht aus, um die Grenzfrequenz des Filters im Verhältnis 1 : 2 : 4 zu verändern. Dazu ist gleichzeitig das RC-Glied umzuschalten.

Zwischen seinen Betriebsspannungsanschlüssen verträgt der Baustein maximal 18 V. Das Datenblatt empfiehlt, ihn mit ± 5 V zu betreiben. Bei dieser Betriebsspannung ist dann ein Spannungshub von $\pm 3,5$ V am Ausgang möglich.

mehr notwendig. Allerdings tobt im PC auf den Betriebsspannungen und Nullpotentiale häufig ein Störstrahlungsgegitter, das den sensiblen analogen Filtern die kostenlose Unterkunft verleidet kann. Deshalb ist es ratsam, die 'schmutzige' digitale Erde des PC völlig unberührt zu lassen. Mit Hilfe eines Gleichspannungswandlers für die Betriebsspannung und mit Optokopplern für die Übertragung der steuernden digitalen Signale ist eine vollständige Potentialtrennung möglich. Die Filterkarte erhält am Eingang die Masse der Signalquelle und liefert sie am Ausgang unverdorben zurück, ohne sie mit PC-Ground kontaktiert (kontaminiert wäre auch richtig, schafft aber unpassende Assoziationen) zu haben. Damit ist das Problem, die analoge Masse und PC-Ground zu verbinden erstmal auf die an-

auch richtig, schafft aber unpassende Assoziationen) zu haben. Damit ist das Problem, die analoge Masse und PC-Ground zu verbinden, erstmal auf die anderen Teilnehmer der Signalaufbereitung, wahrscheinlich die A/D-Wandlerkarte, abgewälzt.

Fertigprodukte

Wer sich lange genug mit dem Selbstbau von Filtern herumgeärgert und eingesehen hat, daß die eingangs aufgestellten Forderungen doch nicht so einfach zu erfüllen sind, kommt leicht auf die Idee, danach Ausschau zu halten, was Produzenten von fertigen Filterkarten denn so zu bieten haben.

VBF 34

Die vierkanalige Filterkarte VBF 34 [7] arbeitet auf der Grundlage der völligen Masse-trennung. Bereits bei dem 1,5fachen der eingestellten Grenzfrequenz erreicht sie 72 dB Sperrdämpfung und kommt in dieser Hinsicht den eingangs aufgestellten Forderungen für ein Idealfilter schon recht nahe (Bild 9). Leider erkauft man sich die ausgezeichnete Sperr-wirkung mit einer Schwankung der Dämpfung von 0,2 dB im Durchlaßbereich (Bild 10) und einem heftigen Überschwingen von circa 15% mit langnachhal-lem Scheppern (Bild 11).

Das Datenblatt verweist auf die Verfügbarkeit von Filtern mit optimiertem Phasenverlauf, die dann weniger überschwingen und einen sanfteren Frequenzgang haben.

Die VBF 34 verwendet ein achtpoliges Cauerfilter. Dieser

Filtertyp erreicht eine besonders große Steilheit des Dämpfungsanstieges, weil im Sperrbereich Nullstellen im Frequenzgang enthalten sind [1]. Außerdem lässt sich durch Optimierung eine geringere Welligkeit im Durchlaßbereich als bei Tschebyscheff-Filtern erzielen [3]. In der VBF 34 sind die Cauerfilter mit Hilfe von geschalteten Kondensatoren verwirklicht und werden durch analoge Eingangs- und Ausgangsfilter ergänzt. Die Filterfrequenz ist vom PC aus entweder über eine Signalys-Schnittstelle oder ein kleines Menü in sehr feiner Abstufung steuerbar. Die eingestellte Grenzfrequenz ist für alle vier Kanäle gleich.

Die Eingänge sind differentiell ausgelegt. Die Verstärkung ist durch Steckbrücken in Schritten von 1/2/4 im Bereich von 1...400 wählbar. Eingänge und Ausgänge erscheinen an 15poligen D-Sub-Steckverbinder auf dem Haltwinkel der Steckkarte.

Die Karte belegt 16 aufeinanderfolgende Byte ab einer einstellbaren Adresse im In/Out-Bereich 300H..3F0h des PC. Davon bestimmen zwei Register, die einen 8253-kompatiblen Timer emulieren, die Grenzfrequenz fc der vier Filter nach der Formel:

$$f_c = \frac{320000}{(N_{Shr} + 1) + 2}$$

wobei N der in den Timer zu la-
dende 16-Bit-Wert ist.

Vier weitere Register dienen dazu, in batteriegepufferte RAMs Korrekturdaten zu schreiben, die über D/A-Wandler den Offset der Kanäle bei Änderung der Grenzfrequenz beeinflussen. Jeder Zugriff auf den Timer zur Einstellung der Filterfrequenz adressiert gleichzeitig das RAM und liefert den passenden Offset. Normalerweise muß sich der Anwender aber mit diesem Problem nicht befassen, weil er ein bereits vor Auslieferung der Karte initialisiertes RAM erhält.

Vier der beschriebenen VBF34-Filterkarten können gleichzeitig im PC installiert werden, um den Bedarf für einen 16kanaligen A/D-Wandler zu decken. Angesichts des Preises jeder Karte wird wohl harte Überzeugungsarbeit bei den jeweiligen Arbeitgebern zu leisten sein, um sie von der Notwendigkeit

eines Zubehörs zu überzeugen, dessen Preis nicht nur den der A/D-Wandlerkarte übersteigt, sondern sich zu den finanziellen Höhen eines kompletten Rechners aufschwingt.

STE 3921

Auch die PC-Steckkarte STE 3921 [8] trennt die analogen Signale völlig von der PC-Masse. Im Gegensatz zur VBF 34 verwendeten die Entwickler hier aktive Butterworth-Tiefpass mit je 6 Polen, die als Steckbaugruppen auf der PC-Karte angeordnet sind. Der Anstieg der Dämpfung im Sperrbereich erreicht zwar nur 36 dB/Oktave (Bild 12), aber das Handbuch verspricht eine Genauigkeit der DC-Übertragung von $\pm 0,025\%$ und entspricht damit den Wunschvorstellungen. Die Welligkeit im Durchlaßbereich (Bild 13) ist gering. Das Überschwingen beträgt, wie bei Butterworth-Filters nicht anders zu erwarten, traurige 10% (Bild 14).

Vorteilhaft ist, daß eine einzige PC-Karte Filtermodule für insgesamt 16 Kanäle aufnehmen kann. Derzeit sind Module mit Frequenzen von 3,2 und 20 kHz lieferbar. Jedes Modul ist, ausgehend von seiner Nennfrequenz auf acht verschiedene Grenzfrequenzen, die man durch die Teilerfaktoren 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 und 256 erhält, einstellbar. So sind für das 3,2-kHz-Modul Frequenzen von 3,2, 1,6, 0,8, 0,4, 0,2, 0,1, 0,05 und 0,025 kHz möglich. Jeweils zwei Module müssen die gleiche Frequenz verwenden.

Die Eingänge sind differentiell ausgelegt. Die Verstärkung beträgt für alle Kanäle eins und ist nicht wählbar. Eingänge und Ausgänge erscheinen gemeinsam an einem 50poligen Flachkabel-Steckverbinder am Haltwinkel der Steckkarte, dessen Pinbelegung kompatibel zu den A/D-Wandlerkarten des Herstellers ist.

In jedem sechspoligen Tiefpaß sind mit Hilfe von CMOS-Multiplexern sechs Widerstände auf je acht verschiedene Werte umzuschalten. Zur Ansteuerung eines Multiplexers reichen drei Bit. Da acht verschiedene Filterfrequenzen möglich sind, hatten die Entwickler die Aufgabe, insgesamt 24 Bit über Optokoppler auf das Potential der getrennten Analogmasse zu übertragen. Dieses Verfahren

scheint wohl zu aufwendig gewesen zu sein. Man leitet deshalb nur acht Bit über zwei Vierfach-Optokoppler an die Eingänge von drei Registern, die dann die Multiplexer ansteuern. Die Schreibsignale zu den Registern sind natürlich auch über Optokoppler zu führen. Allerdings eignen sich die direkten Schreibsignale des PC wegen ihrer kurzen Zeitdauer nicht dafür. Deshalb muß der Anwender Hilfssignale durch Schreiben von Dummywerten in drei verschiedene Adressen (je nach Register) erzeugen und anschließend wieder löschen. Erschwerend kommt hinzu, daß die drei Bit, die eine Frequenz festlegen, nicht unbedingt in nur einem Register enthalten sein müssen.

Um diesen Ablauf zu vereinfachen, gibt es auf einer mitgelieferten Diskette sowohl ein Menü zur Einstellung der Filter über die PC-Tastatur als auch ein Beispiel für eine C-Funktion, die man in eigene Programme einbinden kann.

Ausblick

Wenn die eigenen Probleme zu groß erscheinen, kann es hilfreich sein, sich bei Kollegen umzusehen und sei es auch nur, um festzustellen, daß deren Schwierigkeiten noch größer sind. Bei der Aufnahme und Wiedergabe einer CD treten wesentlich höhere Anforderungen auf, da die zu übertragenen Frequenzen bis 20 kHz reichen, aber die Abtastrate nur 44,1 kHz beträgt. Somit ist ein Filter notwendig, das in dem schmalen Bereich von 20

Fazit

Keine der vorgestellten Lösungen wird den eingangs genannten Wunschvorstellungen gerecht. Was nun? Meine ganz persönliche Meinung dazu: Wir müssen mit den Fehlern leben. Das bedeutet, von der Vorstellung Abschied zu nehmen, man könne in der Meßtechnik mit den hier vorgestellten Filtern die 12-Bit-Genauigkeit des A/D-Wandlers voll erhalten. Zwischen erreichbarem Frequenzgang, noch tolerierbarem Überschwingen bei Rechteckansteuerung und unvermeidlichem Aliasing ist ein gangbarer Mittelwert zu finden, der von der Anwendung abhängt. Wer sich für das Frequenzspektrum interessiert, legt eher Wert auf einen ebenen Frequenzgang im Durchlaßbereich und steilen Anstieg der Dämpfung im Sperrbereich. Das Einschwingen ist in solchen Fällen zweitrangig. Wer dagegen auf möglichst formtreue Übertragung von Signalverläufen angewiesen ist, kann den Frequenzgang eines Bessel-Filters eher verkraften und erhält dafür minimales Überschwingen. Ein teures Filter mit 80-dB-Dämpfung zur Unterdrückung von Aliasing ist sicher keine Universalslösung, wenn es gleichzeitig 10 % Überschwingen besitzt.

Jürgen Petsch

bis 22,05 kHz (halbe Abtastrate) eine ausreichende Dämpfung erreicht und dementsprechend zum 'Klingeln' neigt [9]. Auf der Aufnahmeseite lassen sich diese Probleme durch Überabtastung (Oversampling) verringern. Dabei digitalisiert der A/D-Wandler das Eingangssignal mit dem Mehrfachen der notwendigen Abtastrate, wodurch $f_a/2$ um den entsprechenden Faktor nach oben rückt. So ist ein weniger steiles Filter (Bessel-Typ) notwendig, das auch weniger zum Überschwingen neigt. Da aber die digitalisierten Daten jetzt mit der mehrfachen Datenrate anfallen, sind sie nach Durchlauf durch ein digitales Tiefpaßfilter zu dezimieren. Bei der Anwendung dieses Verfahrens in der PC-Meßtechnik begrenzen die Geschwindigkeit der A/D-Wandlung und vor allem

die Rechenleistung des PC die Abtastrate und die Anzahl der zu bearbeitenden Kanäle, weshalb eigentlich ein DSP (Digitaler Signalprozessor) notwendig wird. Wie man mit Hilfe der A/D-Wandlerkarte aus dem ELRAD-Projekt 'Achtung, Aufnahme' [5] dieses Prinzip der Überabtastung, Filterung und anschließender Dezimierung mit der CPU und dem Koprozessor des PC verwirklicht, wollen wir zu einem späteren Zeitpunkt in ELRAD vorstellen.

Literatur

- [1] U. Tietze, Ch. Schenk, *Halbleiterschaltungstechnik*, Springer Verlag
- [2] Norbert Hesselmann, *Digitale Signalverarbeitung*, Vogel Buchverlag
- [3] M. Vieten, G. Ulbrich, *Computeroptimierte Signalfilter*, Elektronik 8/90
- [4] Bruce Trump, R. Mark Stitt, *Sallen-Key Low-Pass Filter Design Program*, Burr-Brown Application Bulletin
- [5] Jürgen Petsch, *Achtung, Aufnahme*, ELRAD 10/90 und 11/90
- [6] *Tiefpaßfilter fünfter Ordnung ohne Offsetspannung*, Datenblatt MAX 280 (Butterworth) und MAX 281 (Bessel), Fa. Spezial-Electronic KG
- [7] KEMO Variable Filter VBF 34 Technical Information, Fa. Ziegler
- [8] Programmierbare Filterkarte STE 3921 für PC-Rechner, Fa. Stemmer
- [9] Jos Verstraten, *Das CD-System*, ELRAD 2/90

Vergleich PC-Steckkarten

(nach Angaben in den Handbüchern)

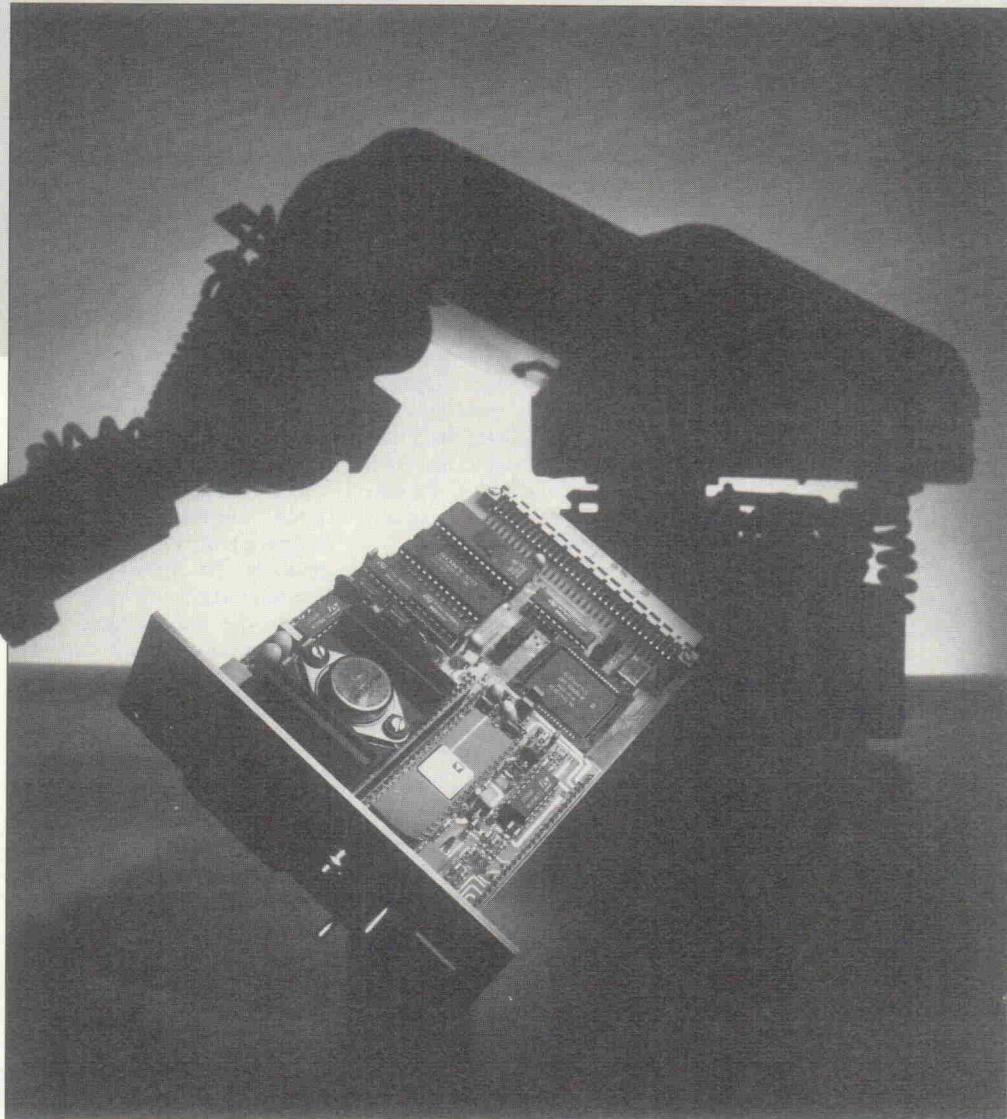
	STE 3921	VBF34
Filterprinzip	aktives Filter	geschaltetes-Kondensatorfilter + Vor- und Nachfilter
Max. Filter je PC-Karte	4	16
Stufung der Filterfrequenz	z. B. bei 3,2 kHz-Modul 3,2, 1,6, 0,8, 0,4 kHz 200, 100, 50, 25 Hz 20 kHz entsprechend	Feine Stufung
Wahl der Filterfrequenz	für 2 Kanäle gleichzeitig	für 4 Kanäle gleichzeitig
Anstieg der Dämpfung im Sperrbereich	36 dB/Oktave	> 80 dB/Oktave
Genauigkeit bei DC	$\pm 0,025\%$	$\pm 2\%$

FlexControl

Teil 3: MSPS, funktionsorientiertes Programmiersystem für das Controllerboard

Ioannis
Papadimitriou

In diesem Beitrag wird ein Offline-Programmiersystem vorgestellt, das in erster Linie für Mikrocontrollerbeziehungsweise Mikroprozessorsysteme entwickelt wurde, die im Steuerungs-, Regelungs- und Überwachungsbereich arbeiten. Für die Erstellung von FlexControl-Anwendungen sind auf der Benutzeroberseite keine speziellen Programmierkenntnisse notwendig. Obwohl diese Mini-SPS-Software eine fertige Anwendung ist, steht einer Erweiterung des Funktionsumfangs nichts im Wege.



Das Programmiersystem ist auf einem DOS-PC implementiert und hat folgende Eigenschaften:

- Die Programmierung des Controllers findet menügesteuert von einer Benutzeroberfläche aus statt.
 - Die Programmeinstellung erfolgt hierarchisch in drei Ebenen: Definitions-, Verknüpfungs- und Aktionsebene.
- Während in der Definitionsebene die Aufgaben der einzelnen I/O-Ports und Spannungsbereiche sowie Abtastraten für die A/D- und D/A-Umsetzung festgelegt werden, findet in der Ver-

knüpfungsebene die logische Verbindung der Eingangsinformationen statt. In der Aktionsebene erfolgt schließlich die Erstellung von Aktionsplänen und die Aktivierung der beteiligten Komponenten.

Die Implementation des Programmiersystems erfolgt in zwei Teilsystemen (Bild 1). Das erste Teilsystem stellt die Benutzeroberfläche und somit die Verbindung zum Anwender dar. Sie erlaubt in einfacher und überschaubarer Form die Wahl einer beliebigen Konfiguration des Mikrocontrollers sowie die Eingabe von anwendungsspezifischen Parametern.

Durch das zweite Teilsystem erfolgt die Verwaltung der Systemschnittstellen sowie der Informationsaustausch zwischen Mikrocontroller, Prozeß und Anwender. Die zu diesem Zweck notwendigen Routinen werden nach dem Systemstart in das Mikrocontrollersystem geladen. Sie umfassen den Systemmanager mit der Kommunikationsprozedur, den Befehlsinterpretierer und die Funktionen-Bibliothek. Die Eingaben des Anwenders werden dem Systemmanager des Mikrocontrollers als Datensätze übergeben und als Parameter ausgewertet. Sie bestimmen, welche Module

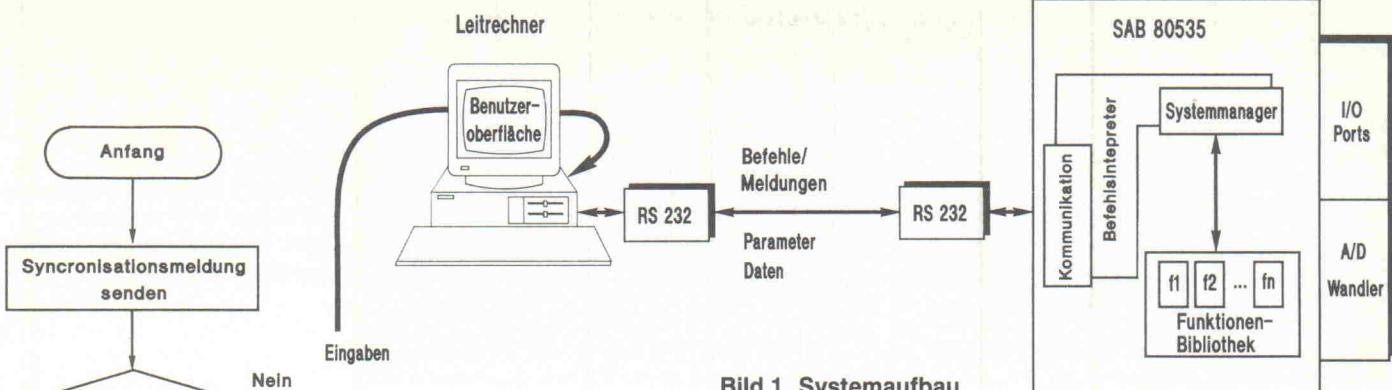


Bild 1. Systemaufbau.

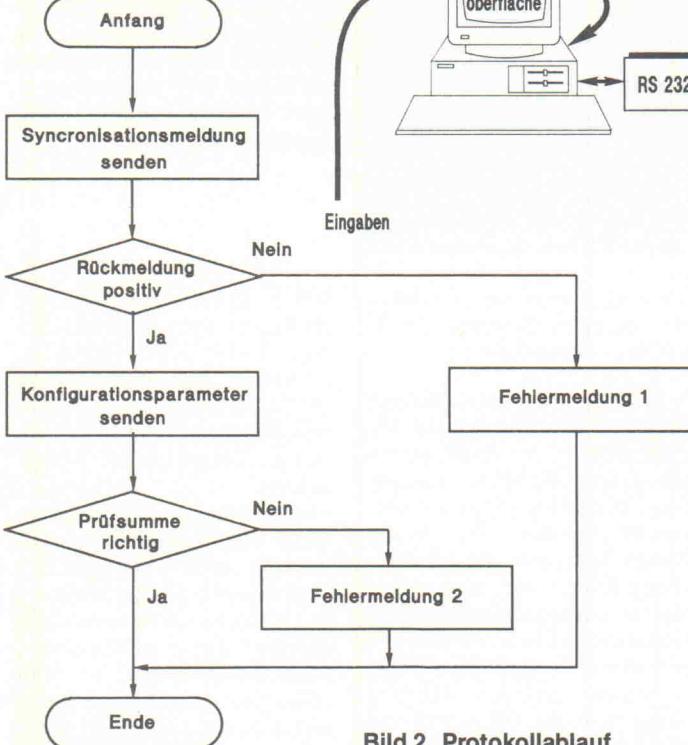


Bild 2. Protokollablauf.

der Funktionenbibliothek aufzurufen sind, um den Prozeßlauf festzulegen.

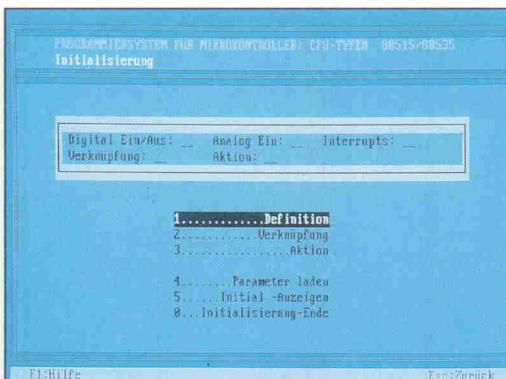
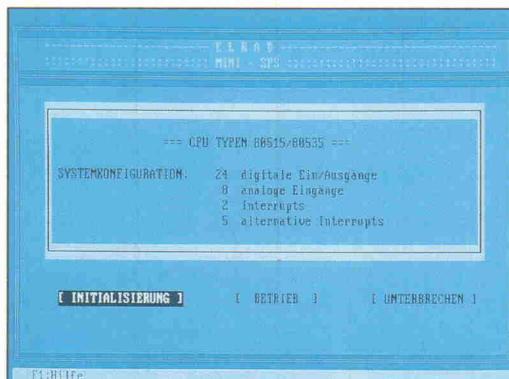
Die Funktionenbibliothek enthält verschiedene Module, die die Überprüfung der Eingangsleitungen, die A/D-Wandlung und die Berechnung von Ausgangssignalen durchführen und die Bearbeitung von Unterbre-

chungsanforderungen übernehmen. Alle diese Module sind in einen Algorithmus eingebunden.

Benutzeroberfläche

Beim Entwurf der Benutzeroberfläche stellte sich die Frage, inwieweit verschiedene Prozessoren mit unterschiedlichen Port-Architekturen berücksichtigt werden können. Die Benutzung eines anderen Prozessors als die des SAB 80535 ist prinzipiell möglich, da die Benutzeroberfläche ein abgeschlossenes System und somit unabhängig vom Prozessortyp ist. Jedes Prozessor- oder Controllersystem, das über die geeignete Software und über eine geeignete Ein- und Ausga-

Bild 3. Mit diesem Bildschirm meldet sich das Programmiersystem. Es zeigt die Konfiguration von FlexControl. Erster Schritt der Programmierung ist die Initialisierung.



bekonfiguration verfügt, kann eingesetzt werden. Die notwendige Software muß die Kommunikation mit dem PC/AT abwickeln können und die Routinen zur Prozeßüberwachung enthalten. Die Kommunikationsprozedur des einzusetzenden Systems muß sich an das vereinbarte Protokoll und an die vereinbarten Befehle halten (siehe Protokollablauf in Bild 2).

Über die Programmieroberfläche kann man folgende Aufgaben abwickeln:

- Initialisierung
- Betrieb
- Ende

Über den Menüpunkt 'Initialisierung' wird das Initialisierungsmodul aktiviert. Dieses Modul steuert die aufgabespezifische Definition der Systemkonfiguration, die Auswahl der logischen Verknüpfungen, die actionsorientierte Zuordnung der Ausgänge sowie die Parameterübergabe zum Mikrocontroller (Bild 4). Abgeschlossene Aktionen des Anwenders werden vom System quittiert.

Der Unterpunkt 'Definition' im Initialisierungsmodul führt den Benutzer zur Definitionsebene (Bild 5). Hier wird die Rolle der Systemschnittstellen für einen Prozeß definiert. Das heißt, es geht um die Festlegung von Aufgaben der einzelnen Ports für den Informationsaustausch sowie für die Prozeßüberwachung und Steuerung. Zu diesem Zweck sind im Programmiersystem drei Menüpunkte vorgesehen:

Bild 4. Im Initialisierungsmodul kann zwischen aufgabenspezifischen Definitionen, der Systemkonfiguration, den logischen Verknüpfungen sowie der actionsorientierten Zuordnung der Ausgänge gewählt werden. Außerdem erfolgt von hier aus die Parameterübergabe zum Mikrocontroller.

PROGRAMMERSYSTEM FÜR MIKROCONTROLLER: CPU-TYPEN 8051/80535

Initialisierung/Definition

- 1.....digitale Ein/Ausgänge
- 2.....analoge Eingänge
- 3.....Interrupts
- 4.....Konfiguration laden
- 5.....Konfiguration reiben
- 6.....Definition Ende

Fl:Hilfe

Esc/Zurück

PROGRAMMERSYSTEM FÜR MIKROCONTROLLER: CPU-TYPEN 8051/80535

Initialisierung/Definition/Digitale Ein/Ausgänge

```

P1.1 : < Ein > P2.1 : < Aus > P3.1 : < Ein >
P1.2 : < Ein > P2.2 : < Aus > P3.2 : < Ein >
P1.3 : < Ein > P2.3 : < Aus > P3.3 : < Aus >
P1.4 : < Aus > P2.4 : < Ein > P3.4 : ----
P1.5 : < Aus > P2.5 : < Ein > P3.5 : ----
P1.6 : < Aus > P2.6 : ---- P3.6 : ----
P1.7 : ---- P2.7 : ---- P3.7 : ----
P1.8 : ---- P2.8 : ---- P3.8 : ----

```

Fl:Hilfe

Enter:Ein/Aus

Esc/Zurück

Bild 5. Der Unterpunkt 'Definition' im Initialisierungs menü legt die Aufgaben der Systemschnittstellen für einen Prozeß fest. Das heißt, es geht um die Rolle der einzelnen Ports für den Informationsaustausch sowie um die Prozeßüberwachung und Steuerung.

Bild 7. Definition der analogen Eingänge. In diesem Untermenü des Definitionsabschnitts kann die Benutzung der verfügbaren Analog-Eingänge vereinbart werden. Das Bearbeitungsfenster zeigt die Analog-Eingänge AN0...AN7 und ein zweites Fenster mit Ausgangsports an. Die in diesem Fenster wählbaren Ausgangsports müssen vorher im Unterpunkt 'digitale Ein-/Ausgänge' als Ausgang definiert worden sein. Der Anwender stellt als erstes durch interne Referenzspannungen den Meßbereich des A/D-Wandlers ein. Über die weiteren Menüpunkte ist die Abtastzeit sowie die Aktivierung der verfügbaren analogen Eingänge einstellbar.

Digitale Ein-/Ausgänge

– Durch die Wahl dieses Menüpunktes meldet sich das Programmiersystem mit der Anzeige der vorhandenen digitalen Ports (Bild 6). Der Benutzer kann die Konfiguration dieser Schnittstellen vornehmen.

Er kann jede Leitung aktivieren und separat, je nach Aufgabe, als Ein- oder Ausgang festlegen. Die Definition einer Leitung erfolgt durch Positionieren des Cursors auf den entsprechenden Port und Drücken der Returntaste. Durch mehrfaches Drücken dieser Taste kann der Port nacheinander als Eingang oder Ausgang gewählt oder deaktiviert werden.

Analoge Eingänge

– Hier kann die Benutzung der verfügbaren Analog-Eingänge vereinbart werden. Das Bearbeitungsfenster zeigt die Analog-Eingänge AN0...AN7 und ein zweites Fenster mit Ausgangsports an. Die in diesem Fenster wählbaren Ausgangsports müssen vorher im Unterpunkt 'digitale Ein-/Ausgänge' als Ausgang definiert worden sein. Jede Leitung ist dann aktivierbar. Der Anwender stellt als erstes durch interne Referenzspannungen den Meßbereich des A/D-Wandlers ein. Über die weiteren Menüpunkte kann die Abtastzeit vorgegeben sowie

die Aktivierung der verfügbaren analogen Eingänge durchgeführt werden (Bild 7).

– Die Signale der analogen Eingänge können nach der Digitalisierung in Kombination mit einem digitalen Ausgang für Überwachungszwecke eingesetzt werden. Zu diesem Zweck kann man im Überwachungsfenster für jeden aktvierten analogen Eingang einen Grenzwert zwischen 0 und 5 V definieren sowie die Zuordnung zu einem digitalen Ausgang vornehmen. Bei Überschreitung des Grenzwertes wird der entsprechende digitale Ausgang gesetzt beziehungsweise bei Unterschreitung zurückgesetzt.

Interrupts

– In diesem Bearbeitungsfenster findet man alle verfügbaren Interruptleitungen (Bild 8).

Der Anwender hat hier die Möglichkeit, die verwendeten Interruptquellen zu aktivieren und darüber hinaus eine direkte Zuordnung zwischen einer Interruptquelle und einem digitalen Ausgang vorzunehmen. Der hier betrachtete Mikrocontroller verwaltet die Interruptquellen über die Mehrfunktionen-Ports. Das führt dazu, daß sich die Benutzung von Interruptleitungen und die von Ein- und Ausgangsleitungen in bestimmten Fällen ausschließt. Beim SAB

Bild 6. Durch die Wahl des Punktes 'digitale Ein-/Ausgänge' im Menü 'Definition' meldet sich das Programmiersystem mit der Anzeige der vorhandenen digitalen Ports. Der Benutzer kann jede Leitung aktivieren und separat, je nach Aufgabe, als Ein- oder Ausgang festlegen.

80535 stehen zwei Unterbrechungsleitungen frei zur Verfügung (INT0, INT1), fünf weitere werden über Port 1 geführt (INT2...INT6). Da das Programmiersystem die zuvor definierten Eingangsports berücksichtigt, ist die Aktivierung eines Interrupts nicht möglich, wenn die Leitung schon als Eingang definiert wurde. Die Prioritätsstruktur der Interrupts ist im Programmiersystem nicht änderbar. Sie entspricht der Interruptinitialisierung der Prozeßroutine im Mikrocontroller und liegt somit fest. Eine Änderung der Prioritäten kann nur dann erfolgen, wenn die Prozeßroutine des Moduls entsprechend einer neuen Struktur auch geändert wird.

Nach Abschluß der Definition meldet sich das Programmiersystem aus der Initialisierungsebene wieder (Bild 4). Durch die Auswahl des Menüpunktes 'Verknüpfung' kommt der Anwender in die Verknüpfungsebene (Bild 9).

Hier ist zum einen der Zustand von einzelnen digitalen Eingängen abfragbar und zum anderen die logische Verknüpfung der binären Eingänge festzulegen.

Die Zustandsüberprüfung digitaler Leitungen erfolgt durch das Aktivieren der Funktion BIN (Binär). Als logische Funktionen stehen die Funktio-

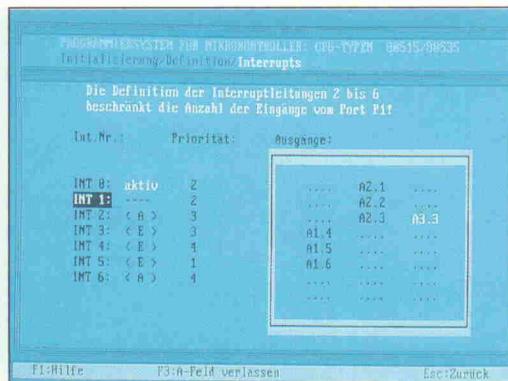
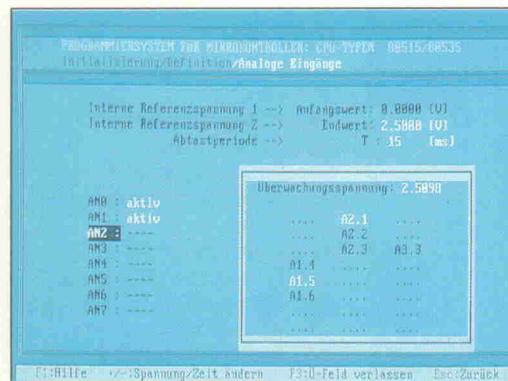
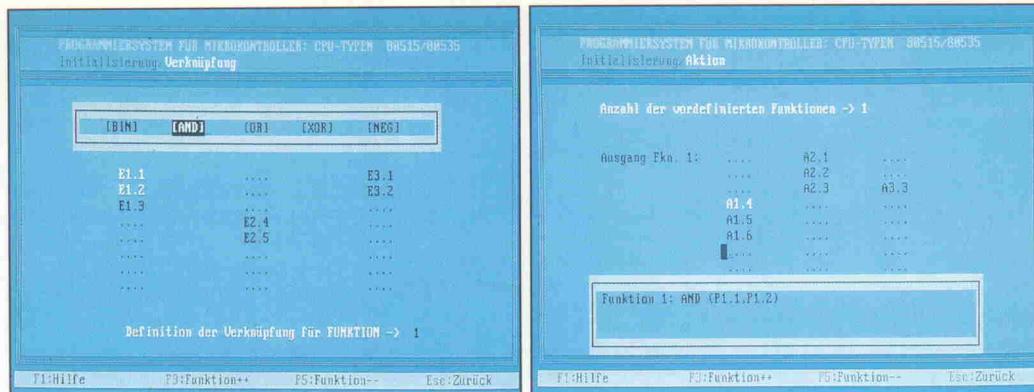


Bild 8. Definition der Interruptquellen. Der Anwender hat in der Ebene Definition/Interruptquellen die Möglichkeit, Interruptquellen zu aktivieren und darüber hinaus eine direkte Zuordnung zwischen einem Interrupt und einem digitalen Ausgang vorzunehmen.

Bild 9. Nach Abschluß der Definition meldet sich das Programmiersystem aus der Initialisierungsebene (Bild 4). Durch die Auswahl des Menüpunktes 'Verknüpfung' ist zum einen der Zustand von einzelnen digitalen Eingängen abfragbar und zum anderen die logische Verknüpfung der binären Eingänge festzulegen.



nen AND, OR, XOR sowie deren Antivalenzen zur Verfügung. Beim Einsatz der Negation muß zuerst die Option NEG gewählt und dann die entsprechende Funktion aktiviert werden. Nachdem die Art der Verknüpfung bestimmt wurde, kann man an die Auswahl der Eingänge gehen. Die definierten logischen Verknüpfungen werden in einer Funktionenmatrix zusammengefaßt und dem Mikrocontroller übertragen. Die Überwachung der Verknüpfungen erfolgt in der gleichen Reihenfolge, in der die Funktionen definiert wurden.

Der Menüpunkt 'Aktion' der Initialisierungsebene bietet die Möglichkeit, den Funktionen aus der Verknüpfungsebene ein oder mehrere Ausgangssignale zuzuordnen (Bild 10).

Zu diesem Zweck erscheint ein Feld mit allen aktivierten Ausgangsleitungen. Die Verknüpfung zeigt ein Ausgabefeld. Nun können Eintragungen im Feld der Ausgangsports vorgenommen werden. Jede Funktion ist durch eine Kennnummer identifizierbar. Die Kennnummer entspricht der Reihenfolge der Definitionen in der Verknüpfungsebene. Die Überwachung der Verknüpfungen erfolgt in der gleichen Reihenfolge, in der die Funktionen definiert wurden.

Konfiguration speichern:
Schreibt die Eingaben der aktuellen Konfiguration in eine Datei.

Konfiguration laden: Die zuletzt gespeicherte Konfiguration wird geladen. Die digitalen Ports, die Analog-Eingänge und die Interruptleitungen bekommen den in der Datei enthaltenen Status.

Der Unterpunkt 'Betrieb' startet die Prozeßüberwachungsroutinen im Mikrocontroller mit den bei der Initialisierung übergebenen Parametern. Mit diesem

Unterpunkt des ersten Menüs wird ein Befehl zur Betriebsaufnahme zum Mikrocontrollermodul gesendet sowie die Quittierung des Befehls geprüft. Bei erfolgreicher Rückmeldung kommt die Mitteilung 'Prozess läuft'. Andernfalls erscheint eine Mitteilung, die auf einen möglichen Fehler hinweist.

Der Unterpunkt 'Ende' unterbricht einen laufenden Prozeß. Der Mikrocontroller bleibt im Wartezustand, und man kann neue Parameter übergeben. Dieser Unterpunkt des ersten Menüs bewirkt einen Abbruch der laufenden Überwachungsaufgaben durch Senden eines Unterbrechungsbefehls. Danach kann eine erneute Initialisierung erfolgen, oder man kann die Programmierebene verlassen.

Funktionen im Mikrocontroller

Die für das Mikrocontrollersystem entwickelte Software enthält anwendungsspezifische und Verwaltungsfunktionen (Bild 1).

Während erstere die Aufnahme und Vorverarbeitung von Meßwerten durchführen, regeln die anderen den Ablauf der anwendungsspezifischen Funktionen. Diese Verwaltungs- und die Überwachungsfunktionen stehen dem Systemmanager zur Abwicklung von Diensten zur Verfügung. Mit ihnen kann er das Laden von Daten und Parametern sowie die Kommunikation mit anderen Einheiten durchführen und die Ablaufkoordination der Verarbeitungsprogramme übernehmen.

Der Systemmanager verwaltet den Empfang von Arbeitsparametern und die Abwicklung der System- und Überwachungsaufgaben im Mikrocontroller. Nach dem Start übernimmt er die Rolle eines Slaves. Er wartet auf eine Meldung, um dann

über eine weitere Aktion zu entscheiden. Jede Meldung wird dekodiert und nach der Identifizierung die entsprechende Aktion durchgeführt. Wird eine Meldung nicht erkannt, sendet der Systemmanager eine Fehlermeldung zurück und geht wieder in den Wartezustand. Zur Unterstützung des Systemmanagers gibt es eine Kommunikationsprozedur, einen Befehlsinterpret und Routinen zur Ausführung der Überwachungsaufgaben (Funktionenbibliothek).

Befehlsinterpret

Zur Entscheidung über die Aktionen im Mikrocontrollermodul wurde eine Anzahl von Befehlen und Meldungen vereinbart. Jeder Befehl beziehungsweise jede Meldung hat eine Länge von fünf Zeichen und wird mit Carriage Return abgeschlossen. Tabelle 1 zeigt die vereinbarten Befehle und Meldungen.

Das Mikrocontrollermodul verhält sich als Slave; es wartet auf einen Befehl, dekodiert ihn und meldet sich dann zurück. Die Rückmeldung kann die Quittierung eines erkannten Befehls oder eine Fehlermeldung ('err01') sein.

Bild 10. Der Menüpunkt 'Aktion' der Initialisierungsebene bietet die Möglichkeit, den Funktionen aus der Verknüpfungsebene einen oder mehrere Ausgangssignale zuzuordnen.

Tabelle 1.
Vereinbarte Befehle und Rückmeldungen zwischen FlexControl und der MSPS-Software.

Befehl PC → Controller	Rückmeldung Controller → PC
_msps	mc_ok
matrx	mtxok
start	staok
summe	mtxok
_ende	endok
_stop	stpk
_msps:	Synchronisationsmeldung
matrx:	kündigt die Parameterübertragung an
start:	startet einen Überwachungsprozeß
summe:	kündigt die Übertragung der Checksumme der Daten an
_ende:	das Kontrollprogramm wird verlassen
_stop:	beendet einen Überwachungsprozeß

Nachträge

In den ersten beiden Teilen der FlexControl-Trilogie kam es zu bedauerlichen Satzfehlern bei der Wiedergabe wichtiger Formeln. Hier die korrigierten Versionen:

In Ausgabe 6/91, Seite 47 muß es für den PID-Algorithmus heißen:

$$u(k) = u(k-1) + q_0 \cdot e(k) + q_1 \cdot e(k-1) + q_2 \cdot e(k-2)$$

mit:

$$q_0 = K ((1+T_0)/2T_1) + T_D/T_0$$

$$q_1 = -K (1+2T_D/T_0) - (T_0/2T_1)$$

$$q_2 = K (T_D/T_0)$$

K = Verstärkungsfaktor

T₁ = Nachstellzeit

T_D = Vorhaltezeit

T₀ = Abtastzeit

Die Gleichung für die Induktionsspannung in Elrad 7/91, Seite 50 lautet:

$$u_L(t) = L(di_L/dt)$$

mit

$$u_L = U_{\text{ges}} - i_L(t) \cdot R$$

$$i_L(t) + L/R \cdot (di_L/dt) = U_{\text{ges}}/R$$

somit folgt für den Strom:

$$i_L(t) = (U_{\text{ges}}/R) \cdot (1 - e^{-(2Rt/L)})$$

Nach der Zeit t umgeformt ergibt sich:

$$t = -\ln(1 - i_L(t) \cdot (R/U_{\text{ges}})) / (L/R)$$

Für die Dimensionierung der Kondensatoren C₁, C₂, C₄ und des Skalierungswiderstandes R₄ sowie von R₅ auf dem R/D-Wandler-Modul (gleiche Ausgabe, Seite 56) gilt:

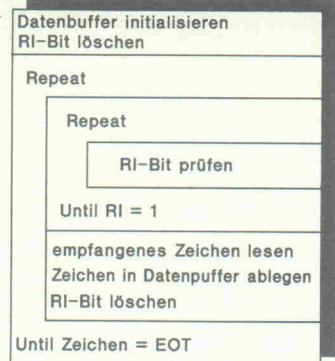
$$C_1 = C_2 = 1/(2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot f_{\text{ref}})$$

$$C_4 = 40 \cdot 10^{-3} / (R_6 \cdot f_{\text{BW}})$$

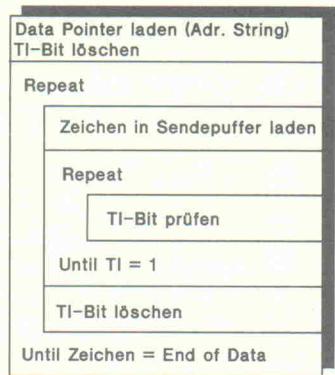
$$R_4 = (E_{\text{DC}} / (300 \cdot 10^{-9})) \cdot \Omega$$

mit $E_{\text{DC}} = 2,5 \cdot 10^{-3}$

$$R_5 = 4 / (2 \cdot \pi \cdot f_{\text{BW}} \cdot C_5)$$



a) Empfangen



b) Senden

Bild 11. Das Struktogramm der Kommunikation zwischen FlexControl und dem PC.

Kommunikationsprozedur

Der Datenaustausch mit dem Leitrechner erfolgt über die serielle Schnittstelle des SAB 80535. Die Kommunikationsprozedur benutzt die Betriebsart 2 (SM0 = 1, SM1 = 0 im Register SCON). Sie entspricht einer asynchronen Datenübertragung. Die Baudrate in Betriebsart 2 ist an die Prozessor-

frequenz fest gekoppelt. Sie beträgt 4800 oder 9600 Bit/s. Sie wird in der Initialisierung des Hauptprogramms im FlexControl-Modul auf 9600 Bit/s festgelegt.

Die Kommunikationsprozedur besteht aus zwei Routinen zum Senden und Empfangen von Zeichenketten. Das Empfangsteil liest eine Zeichenkette von der seriellen Schnittstelle ein und legt sie in einem Datenpuffer ab. Beide Routinen arbeiten im Pollingbetrieb. Dabei wird das Bit RI im SCON-Register abgefragt, bis ein Zeichen empfangen oder gesendet wurde. Bild 11 zeigt die Struktogramme der beiden Routinen.

Funktionen-Bibliothek

Im implementierten System sind die Module der Überwachungsfunktionen in einer Funktionen-Bibliothek zusammengefaßt. Die Funktionen-Bibliothek enthält alle Routinen, die eine Aufgabe in der Prozeßüberwachung übernehmen. Sie sind wie folgt aufgeteilt:

Überwachung und Verknüpfung der digitalen Eingänge

– Alle logischen Verknüpfungen sowie die Überprüfung einzelner Leitungen werden hier bearbeitet. Auch das Setzen und Zurücksetzen der Ausgänge gehört zur Bearbeitung der digitalen Eingänge. Der Leitrechner sendet alle definierten logischen Verknüpfungen der digitalen Eingänge kodiert zum Mikrocontroller. Diese Informationen werden vom Systemmanager des Mikrocontrollers in einem Funktionenpuffer abgelegt. Die Kodierung der Portleitungen entspricht der Bit-Benennung der Eingangsports des SAB 80535. Algorithmen zur Überprüfung logischer

Verknüpfungen sind so geschrieben, daß sie eine möglichst kurze Durchlaufzeit ergeben, sie verhalten sich funktionsmäßig wie logische Operationen, obwohl sie keine echte logische Verknüpfung der Ports durchführen. Die zu einer Funktion gehörenden Bits werden in den Ports mit einer Maske selektiert, danach auf eine Verknüpfung hin überprüft.

Der Funktionenpuffer hat folgendes Format:

adr_fkn + 0 × dx: f0.0 f0.1 f0.2 f0.3

adr_fkn + 1 × dx: f1.0 f1.1 f1.2 f1.3

adr_fkn + n × dx: fn.0 fn.1 fn.2 fn.3

fi.j = Funktions- bzw. Portcode, i = Funktionsnummer, j = Portnummer, dx = Speicherbedarf für die Parameter einer Verknüpfung (4 Bytes).

Die Parameter fi.j, mit j > 0, enthalten die Information, welche Bits der Ports j, mit j = 1, 2, 3 ... zu verknüpfen sind. Die fi.0 enthalten den Funktionscode für die Funktion i nach folgender Tabelle:

Code	Funktion
1	BIN
2	AND
3	OR
4	XOR
5	NBIN
6	NAND
7	NOR
8	NXOR

Ein Beispiel soll die verwendete Portkodierung verdeutlichen:

Die Funktionsbeschreibung im Puffer für die Funktion i ist

adr_fkn + (i - 1) × dx: fi.0 fi.1 fi.2 fi.3 mit

fi.1 = 00000101b

fi.2 = 00000000b

fi.3 = 00000000b

In diesem Beispiel verknüpft die Funktion i die Bits P1.0 und P1.2 nach dem Funktionscode fi.0.

Der Index j ordnet einem virtuellen Port (von der Programmoberfläche angesprochener Port) einen realen Port zu (im Mikrocontrollermodul zur Verfügung stehender Port).

Die Überprüfung der digitalen Eingänge erfolgt zyklisch, dabei werden die Funktionen sequentiell, in der Reihenfolge der Definition, bearbeitet.

Die Algorithmen zur Überprüfung logischer Verknüpfungen

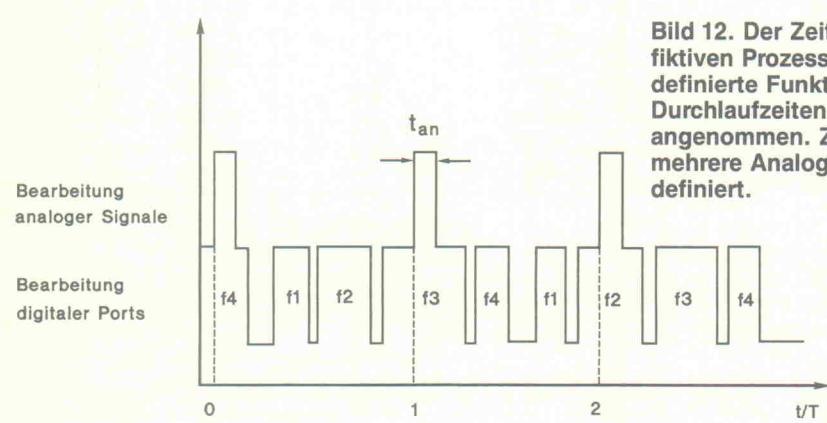


Bild 12. Der Zeitverlauf eines fiktiven Prozesses. Es werden vier definierte Funktionen f1...f4 mit Durchlaufzeiten von t1...t4 angenommen. Zusätzlich sind mehrere Analog-Eingänge aktiv definiert.

```

; -----  

; Initialisierung der AD-Wandlung  

; -----  

init_adw: nop  
          ;  
          clr trl  
          ; Timer deaktivieren  
          clr tfl  
          ; Overflow bit löschen  
          orl tmod,$10  
          ; Modus 1 für Timer 1  
          orl ien0,$88  
          ; Timer 1 Interrupts setzen  
          lcall set_vref  
          ; Interne Referenzspannungen laden  
          lcall set_time  
          ; Zeitbasis berechnen  
          mov t1l,[tr1_l]  
          ; Zeitbasis laden  
          mov th1,[tr1_h]  
          ;  
          mov dptr,ser_adw  
          ; Interrupt-Vektor laden:  
          mov r0,dpl  
          ; Adresse der Routine abfragen  
          mov r1,dph  
          ; und retten.  
          mov dptr,$1B  
          ; Vektor für Timer1-Interrupts  
          mov a,#02  
          ; Code fürljmp in $1B laden  
          movx @dptr,a  
          ;  
          inc dptr  
          ; Oberes Adressen-Byte laden  
          mov a,r1  
          ;  
          moveq @dptr,a  
          inc dptr  
          ; Unteres Adressen-Byte laden  
          movx @dptr,a  
          ;  
          ret  
          ;  

; -----  

; Internen Referenzspannungen laden (IVAREF und IVAGND). Beide Werte  

; liegen zwischen 0 und F und werden zu einem Byte zusammengefaßt.  

; -----  

set_vref: mov dptr,#adr_adw      ; Höhere Referenzspannung in den  
          mov b,#00          ; Akkum. laden. Reg. b wird beide  
          movx a,@dptr       ; Nibbles enthalten.  
          dec a  
          ;  
          ejne a,$10,b_incl ; Wenn Wert=10H keine Anpassung  
          sjmp iva_gnd     ;  
b_incl:  inc b  
          ;  
          dec a  
          ;  
          jnz b_incl        ;  
          xch a,b  
          ; Oberen und unteren 4-Bits von  
          swap a            ; Register b vertauschen  
          xch a,b  
          ;  
iva_gnd: inc dpl  
          ; Untere Referenzspannung einlesen  
          movx a,@dptr  
          jz end_svref  
          ; Wenn Wert=0 keine Anpassung  
b_inc2:  inc b  
          ;  
          dec a  
          ;  
          jnz b_inc2        ;  
end_svref: mov [vref],b  
           ; Ergebnis in Internen Ram laden  
           ret  
           ;  

; -----  

; Laden der Timer-Register für die Wandlungsrate  

; -----  

set_time: mov dptr,#(adr_adw+2)    ; Zeitraster einlesen  
          movx a,@dptr  
          mov r7,a  
          ; Abtastzeit in Reg. r7  
          mov [tr1_l],$20  
          ;  
          mov r6,$FFA  
          ;  
          inc r6  
          ;  
          inc r6  
          ;  
dec_r6:  dec r6  
          ; 3-Mal dec entspricht etwa 1 ms  
          dec r6  
          ; ( t1h=$FD, t1l=$20 ) wenn tlh  
          djnz r7,dec_r6  
          ; erniedrigt wird vergrößert sich  
          mov [tr1_h],r6  
          ; die Periode.  
          ret  
          ;  

; -----  

; Offset für die Tabelle der AusgangsPorts berechnen. Die Werte werden  

; ab $53 (ANO) abgelegt.  

; -----  

get_offset: mov dptr,#(adr_adw+2)    ;  
            mov r0,$52          ; r0 enthält Adresse für Daten  
            mov r5,#08          ; r5 ist zähler  
nxt_off:  mov a,dpl  
            add a,#03          ; dptr inkrementieren  
            mov dpl,a  
            inc r0  
            ;  
            movx a,@dptr  
            dec a  
            ; Um eins dekrem. weil die Benutzer-  
            mov b,#04          ; ebene die Analog-Ports um eins  
            mul ab  
            ; höher numeriert.  
            mov @r0,a  
            djnz r5,nxt_off  
            ;  
end_off:  ret  
            ;  

; -----  

; Service-Routine der AD-Wandlung  

; -----  

ser_adw: push psw  
          ; Register retten  
          push acc  
          ;  
          push b  
          ;  
          push dpl  
          ; Data Pointer retten  
          push dph  
          ;  
          xch a,r6  
          ; Register r6 retten  
          push acc  
          ;  
          clr trl  
          ; Timer 1 deaktivieren

```

```

        mov t1l,(tr1_l) ; Zeitbasis laden
        mov thl,(tr1_h) ;
        setb tr1 ; Timer 1 starten
        mov dptr,#(adr_adw+3) ; Adresse des ersten Port laden
        mov r6,#$00 ; Port-Zähler initialisieren
sta_adc:  movx a,@dptr ; wenn Flag gleich Null dann nächstes
          jnz convert ; Port bearbeiten
          inc dptr ; Pointer verschieben
          inc dptr ;
          ljmp nxt_port ;
convert:  mov a,r6 ; Port-Nummer in adcon laden
          orl adcon,acc ;
          inc dptr ;
          movx a,@dptr ;
          inc dptr ;
          mov b,a ;
          mov dapr,(vref) ;
          clr c ;
wait_adc: jb adcon.4,wait_adc ;
          mov a,addat ;
          subb a,b ;
          jnc set_port ;
          lcall reset_adw ;
          sjmp nxt_port ;
set_port: lcall set_adw ;
nxt_port: inc r6 ; Port-Zähler inkrementieren
          inc dptr ;
          mov a,r6 ;
          subb a,#$08 ; Dptr zeigt aus nächstes Port
          jz end_adw ; Zähler auf Ende prüfen
          ljmp sta_adc ;
end_adw:  nop ;
          pop acc ;
          xch a,r6 ;
          pop dph ;
          pop dpl ;
          pop b ;
          pop acc ;
          pop psw ;
          reti ;

```

Listing 1. Modul zur Einstellung und Durchführung der A/D-Wandlung.

wurden so geschrieben, daß sie eine möglichst kurze Durchlaufzeit ergeben.

Die zu einer Funktion gehörenden Bits werden in den Ports mit einer Maske selektiert und danach auf eine Verknüpfung hin überprüft.

Analog/Digital-Wandlung

Zur Einhaltung des Abtasttheorems und zur Anpassung an Signale mit unterschiedlicher Frequenz ist es notwendig, eine variable Abtastrate zu verwenden. Aus diesem Grund steuert ein Timer des Controllers die Bearbeitung von Analog-Signalen. Der Timer erzeugt periodisch einen Interrupt, dessen Serviceroutine die des A/D-Wandlers ist. Die Größe der Periode wird vom Anwender im Unterpunkt 'Definition/analoge Eingänge' angegeben.

Der A/D-Wandler arbeitet mit einem vorgeschalteten Multiplexer, die Routine wählt nacheinander alle acht Eingänge und prüft, ob sie definiert sind. Ist ein Eingang aktiv definiert, wird die Wandlung ausgelöst gefolgt von einem Wartezyklus (maximal 29 µs) bis zum Ende der Umsetzung. Bevor der nächste Eingang bearbeitet

werden kann, muß noch die Aktion 'Ausgangsport setzen' erfolgen. Dieser Ablauf legt folgende Eigenschaften in der Prozeßüberwachung fest:

- Die Bearbeitung der digitalen Eingänge wird periodisch unterbrochen und nach einer Zeitspanne t_{an} fortgesetzt.
 - Diese Zeitspanne ist von den angegebenen Referenzspannungen und von der Anzahl der zu bearbeitenden Analog-Eingänge abhängig.
 - Die Angabe des Abtastintervalls muß sich nach dem schnellsten Signal richten, da nur eine Unterbrechung zur Bearbeitung aller Signale vorhanden ist.

Die Information zur Bearbeitung analoger Signale wird beim Einlesen der Arbeitsparameter mit folgendem Format in den Datenpuffer abgelegt.

adr_adw + 0 × dx: IVAREF IVAGND dt
adr_adw + 1 × dx: Flag1 VA_1 Bit_1
adr adw + 8 × dx: Flag8 VA_8 Bit_8

adr_adw = Anfangsadresse für die AD-Wandlungsparameter
 IVAREF, IVAGND = programmierbare Referenzspannungen,
 Flag = Erkennungsflag für die Bearbeitung eines Analog-Ein-

gangs, VA_i = zu überwachender Grenzwert, Bit_i = zu setzendes Bit, wenn der Grenzwert VA_i überschritten wird, dt = Abtastperiode, dx = Speicherbedarf für eine Parametergruppe (3 Bytes).

Bedienung der Interrupts

Es handelt sich dabei um die Interruptserviceroutinen. Als Ausgangssignal dienen die Ports, die in der Definitionsebene den Interrupts zugeordnet wurden.

Zeitverhalten in der Prozeßebene

Wie schon erwähnt, erfolgt die Überprüfung der digitalen Eingänge in zyklischer Form und in der gleichen Reihenfolge, in der die Funktionen definiert wurden.

Die Durchlaufzeiten für die Überprüfung der logischen Verknüpfungen sind für jede Operation unterschiedlich und außerdem vom Portstatus abhängig. Daher können nur empirisch ermittelte Werte angegeben werden. Die nachstehenden Tabellen zeigen die Durchlaufzeiten in Abhängigkeit vom Verknüpfungstyp und Portstatus für eine 2-Bit-Operation.

IDN		
P1	T [μs]	
0	150	
1	120	
OR		
P1	P2	T [μs]
0	0	150
0	1	120
1	0	120
1	1	120
AND		
P1	P2	T [μs]
0	0	140
0	1	140
1	0	140
1	1	135
XOR		
P1	P2	T [μs]
0	0	160
0	1	150
1	0	150
1	1	95

Die angegebenen Zeiten können, mit einem geringen Approximationsfehler, auch für Verknüpfungen mit mehr als zwei Eingängen benutzt werden.

Der Zeitbedarf für die Bearbeitung analoger Signale kann wie folgt angegeben werden:

$$t_{an} = n \cdot (t_{Wandlung} + t_{Aktion}) + dt \quad [\mu s]$$

mit

n = Anzahl der aktiv definierten Analog-Eingänge

t_{Wandlung} = 15 μs

wenn IVAGND = 0 V
und IVAREF = 5 V

t_{Wandlung} = 22 μs

wenn IVAGND = 0 V
oder IVAREF = 5 V

t_{Wandlung} = 29 μs

wenn IVAGND = 0 V
und IVAREF = 5 V

Die Werte gelten für
f_{OSC} = 12 MHz.

t_{Aktion} = Zeit, die notwendig ist, um die mit dem Analogwert verbundene Aktion durchzuführen.

dt = Ausgleichszeit. Zusätzliche Verzögerung aufgrund des Routinenverlaufs.

Für die implementierten Routinen ergibt sich somit folgende Durchlaufzeit, abhängig von der Anzahl der zu bearbeitenden Analogsignale:

$$t_{an} = (n \cdot 95 + 36) \quad [\mu s]$$

Es wurde die maximale Wandlungszeit (29 μs) berücksichtigt.

Das Beispiel in Bild 12 zeigt den Zeitverlauf eines fiktiven Prozesses. Es werden vier definierte Funktionen f1...f4 mit Durchlaufzeiten von t1...t4 angenommen. Zusätzlich sind mehrere Analog-Eingänge aktiv definiert. Die Bearbeitungszeit der analogen Signale ist t_{an}.

Die Überwachung der binären Eingänge hat die niedrigste Priorität der Funktionen in der Prozeßebene. Der Timer 1 unterbricht periodisch die Überwachungsschleife und löst die Bearbeitung der analogen Eingänge aus. Nach der Durchlaufzeit t_{an} wird die Bearbeitung der binären Eingänge fortgesetzt.

Einen Überblick in die Funktionsmodule des Mikrocontrollers gibt das Listing 1. Als Beispiel wird das Modul vorgestellt, das die Einstellung sowie die Durchführung der A/D-Wandlung ermöglicht. Das vollständige PC-Programm liegt als C-Quelldatei vor.

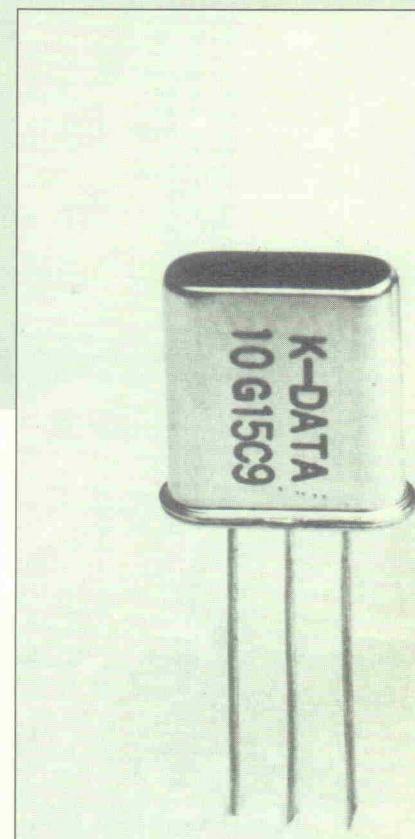
Quarzfilter

Aufbau und Einsatz von Quarzfiltern

Grundlagen

Bernd Neubig

Die Gebrüder Curie entdeckten bei ihren Untersuchungen an Kristallen einen Effekt, der heute als piezoelektrischer Effekt bekannt ist: Übt man auf einen Quarz einen mechanischen Druck (griechisch piezein = drücken) aus, so entsteht an ihm eine elektrische Spannung.



Da einerseits dieser Vorgang umkehrbar ist und andererseits ein Quarz in sich (mechanisch) schwingfähig ist, weist ein geeignet konstruierter Quarz ein Verhalten auf, das sich für den Nachrichtentechniker in erster Näherung wie die in Bild 1 gezeigte Anordnung darstellt. Hierbei entspricht die Induktivität L₁ der schwingenden Masse des Schwingkörpers, während die Reihenkapazität C₁ seine Elastizität repräsentiert. Der Reihenverlustwiderstand R₁ ist ebenfalls rein mechanischer Natur: Er verkörpert in erster Linie die modularen Reibungsverluste des Quarzvibrators sowie die Verluste, die zwangsläufig an seiner Aufhängung entstehen. Die Parallelkapazität C₀ setzt sich aus drei einzelnen Kondensatoren zusammen, dies sind C_{0q} und zwei Kondensatoren C_{0H}: Bei der Kapazität C_{0q} handelt es sich um einen 'gewöhnlichen' Kondensator, der auf herkömmliche Art von zwei Elektroden – den auf den Quarz gedämpften

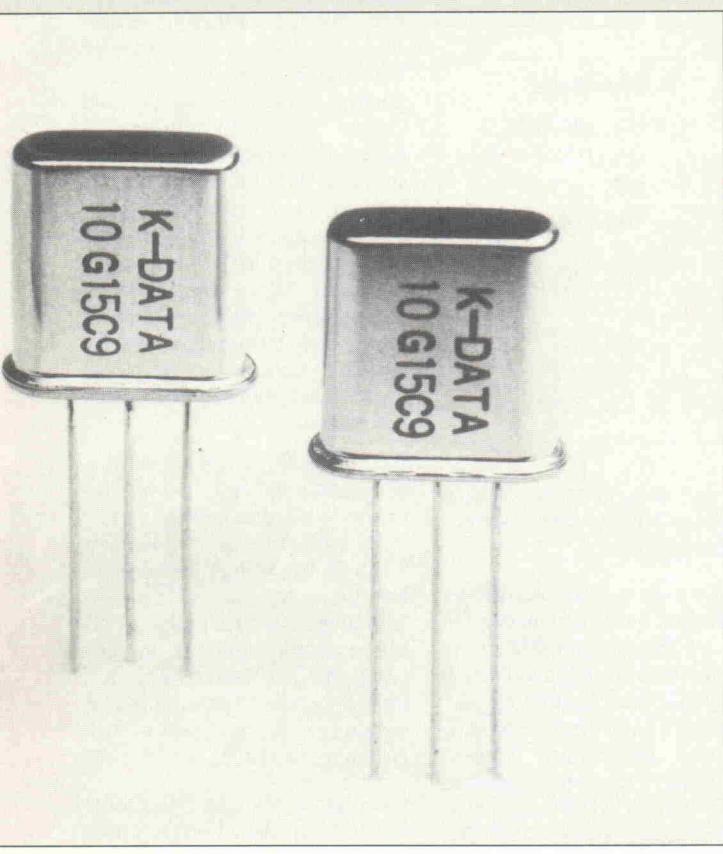


Foto: Data Modul AG

Der Autor



studierte Neubig bis 1975 Physik an der TU Berlin.

Seit Juli 1983 ist er Leiter des Bereichs Baugruppen (Quarzfilter und Quarzoszillatoren) der Tele Quarz GmbH in Neckarbischofsheim. Außerdem ist er Obmann der Kommission K642 bei DIN/DKE und deutscher Sprecher bei IEC TC49.

Bernd Neubig wurde am 29. Juli 1947 in Klingenberg geboren. Im Anschluß an seinen Besuch der Ingenieurakademie der DBP in Berlin, wo er zum damaligen Titel Ing. (grad.) Nachrichtentechnik absolvierte,

Kontaktierungen – und einem Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstanten ϵ und der Weite d , die durch die Abmessungen des Quarzes gegeben ist, gebildet wird. Noch trivialer ist das Entstehen der beiden C_{0H} -Kondensatoren zu deuten: Es sind die – zumeist symmetrischen – Kapazitäten zwischen den Kontaktierungen des Quarzes und seinem Gehäuse. Da es für den Anwender keinerlei Möglichkeiten gibt, das Verhältnis dieses Trios zu beeinflussen, werden sie wie gesagt zu C_0 zusammengefaßt.

Weitaus weniger trivial sind die Bemühungen, die Quarzhersteller auf sich nehmen, um diese Halterungen nicht nur nach elektrischen, sondern auch mechanischen Gesichtspunkten zu optimieren: Derzeit sind Quarze erhältlich, die Beschleunigungen bis etwa zur 20 000fachen Erdbeschleunigung schadlos verkraften.

Ein in diesem Zusammenhang weiterer nennenswerter Aspekt

sind die Technologien, die man anwendet, um den Quarz in einem hermetisch dichten Gehäuse unterzubringen. Dies ist wichtig, um die Alterung des Quarzes zu minimieren. Da ein direkter Kontakt zur Umgebungsluft zu Strukturänderungen führt, die ihrerseits wieder die Langzeitstabilität des Bausteins negativ beeinflussen, befindet sich in dem Gehäuse ein Schutzgas. Eine technisch einfache Verschlußart stellt das Zusammenlöten von Gehäusekappe und -boden dar. Dieses Verfahren birgt jedoch den Nachteil, daß Flußmittelzusätze und andere beim Erhitzen freiwerdende Gase das Schutzgas verunreinigen. Eine nicht mit diesem Nachteil behaftete Verschlußart ist die Strom- oder Widerstandsverschweißung: Hierbei werden Kappe und Bodenteil zusammengepreßt und mittels eines Stromimpulses verschweißt.

Abhängig davon, wie ein Schwingquarz aus dem Quarzmaterial herausgeschnitten wird, stellen sich unterschiedliche Betriebsparameter ein. Ein aufgrund seiner hervorragenden physikalischen Eigenschaften häufig verwendeter Schnitt ist der AT-Schnitt. Derart geschnittene Quarze nennt man Dickenscherungsschwinger; für die Grundfrequenz derartiger Schnitte gilt:

f = \frac{N}{d} [\text{kHz}]

mit $N = 1660 \text{ kHz} \cdot \text{mm}$ für den AT-Schnitt. Wie man leicht erkennt, ist die Resonanzfrequenz – N entsprechend dem Schnitt vorausgesetzt – ausschließlich von der Dicke d des Quarzes abhängig. In Bild 2a ist nun dargestellt, wie sich eine Grundschwingung im Quarz ausbreitet. Weder das Auftreten der Minima beziehungsweise

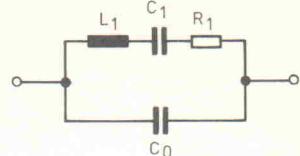


Bild 1. Das Ersatzschaltbild der elektomechanischen Einheit 'Schwingquarz' präsentiert sich als Parallel- und Serienschwingkreis.

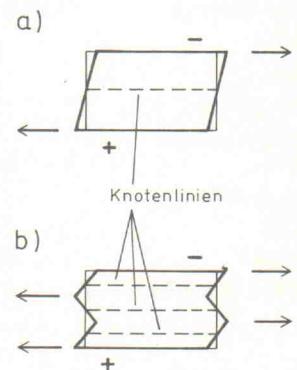


Bild 2. In einem Quarz sind neben der in Bild 2a dargestellten Grundschwingung auch Oberwellenschwingungen ausbreitungsfähig.

Maxima an den Ober- und Unterflächen des Quarzes sollte weiter verwundern, da diese Zustände die Effekte unterschiedlich gepolter Spannungen sind, noch das Vorhandensein einer bewegungsneutralen Knotenlinie in der Mitte des Quarzes. Dieselben Zustände stellen sich jedoch auch für eine ungeradzahlige Vielfache der Grundfrequenz ein; Bild 2b verdeutlicht die Zusammenhänge für eine Frequenz, die (weitestgehend) genau ein Drittel der Wellenlänge der Grundfrequenz aufweist. In dieser Betriebsart eines Quarzes spricht man – den üblichen Geflogenheiten

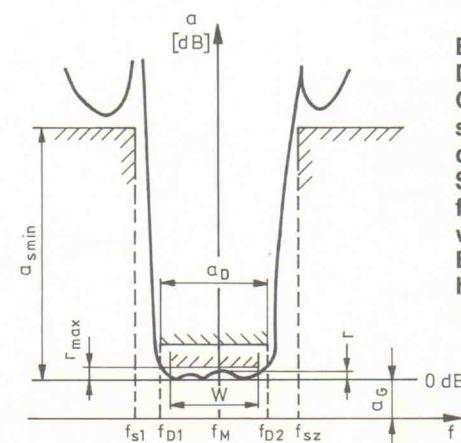


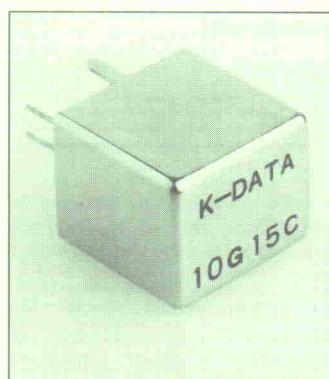
Bild 3. In den Datenblättern zu Quarzfiltern finden sich Diagramme wie die hier dargestellte Selektionskurve. Die für den Entwickler wichtigsten Benennungen sind hier mit angegeben.

Charakteristik	Grundwelle	3. Oberwelle	5. Oberwelle
Frequenzbereich	1 MHz...40 MHz	20 MHz...110 MHz	40 MHz...180 MHz
Butterworth	$20 \dots 30 \cdot 10^{-4}$	$2 \dots 3 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \dots 1 \cdot 10^{-4}$
Legendre	$20 \dots 40 \cdot 10^{-4}$	$2 \dots 4 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \dots 1,5 \cdot 10^{-4}$
Tschebyscheff (0,001...1 dB)	$30 \dots 60 \cdot 10^{-4}$	$3 \dots 6 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \dots 2 \cdot 10^{-4}$
Cauer	$20 \dots 50 \cdot 10^{-4}$	$2 \dots 5 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \dots 1,5 \cdot 10^{-4}$

Charakteristik	Grundwelle	3. Oberwelle	5. Oberwelle
Frequenzbereich	1 MHz...40 MHz	20 MHz...110 MHz	40 MHz...180 MHz
Gauß	$5 \dots 6^{-4}$	$0,5 \dots 0,6^{-4}$	$0,2 \dots 0,25^{-6}$
Bessel	$6 \dots 8^{-4}$	$0,6 \dots 0,8^{-4}$	$0,25 \dots 0,3^{-4}$
Ulrich Piloty	$12 \dots 16^{-4}$	$1,2 \dots 1,6^{-4}$	$0,4 \dots 0,6^{-4}$
Transitional-Gauß (12 dB)	$14 \dots 18^{-4}$	$1,4 \dots 1,8^{-4}$	$0,5 \dots 0,7^{-4}$
Transitional-Gauß (6 dB)	$20 \dots 25^{-4}$	$2 \dots 2,5^{-4}$	$0,8 \dots 1,0^{-4}$
Rakovich	$20 \dots 30^{-4}$	$2 \dots 3^{-4}$	$0,8 \dots 1,2^{-4}$
Feistel-Unbehauen	$15 \dots 20^{-4}$	$1,5 \dots 2^{-4}$	$0,6 \dots 0,8^{-4}$

mit $N = 1660 \text{ kHz} \cdot \text{mm}$ für den AT-Schnitt. Wie man leicht erkennt, ist die Resonanzfrequenz – N entsprechend dem Schnitt vorausgesetzt – ausschließlich von der Dicke d des Quarzes abhängig. In Bild 2a ist nun dargestellt, wie sich eine Grundschwingung im Quarz ausbreitet. Weder das Auftreten der Minima beziehungsweise Maxima an den Ober- und Unterflächen des Quarzes sollte weiter verwundern, da diese Zustände die Effekte unterschiedlich gepolter Spannungen sind, noch das Vorhandensein einer bewegungsneutralen Knotenlinie in der Mitte des Quarzes. Dieselben Zustände stellen sich jedoch auch für eine ungeradzahlige Vielfache der Grundfrequenz ein; Bild 2b verdeutlicht die Zusammenhänge für eine Frequenz, die (weitestgehend) genau ein Drittel der Wellenlänge der Grundfrequenz aufweist. In dieser Betriebsart eines Quarzes spricht man – den üblichen Gepflogenheiten folgend – von Oberwellenschwingern. Gebräuchlich sind die 3., 5., 7., und 9. Ober schwingung, wobei allerdings die Frequenzen der Ober schwingungen um bis zu einigen Prozenten von den tatsächlichen Vielfachen der Grund schwingung des Quarzes abweichen können.

Dank der hohen Frequenzstabilität und der Güte von Schwingquarzen eignen sich Quarze hervorragend zur Realisierung von Bandfiltern, Bandsperren sowie Sonderfil



Neben der hier und auf Seite 62 gezeigten Bauform kommen auch für Quarze verstärkt SMD-Typen zum Einsatz.

tern wie etwa quarzversteilerten Hoch- und Tiefpässen respektive Kammfiltern.

Hierzu stehen dem Anwender Quarzfilter im Frequenzbereich von 1 MHz bis 180 MHz und für Sonderanwendungen auch ab 60 kHz zur Verfügung, die bevorzugt nach Kundenspezifikationen konstruiert werden. Mit Hilfe von umfangreichen CAE- und CAD-Programmen für Synthese, Analyse und Optimierung wird heute für jede Spezifikation direkt am Rechnerbildschirm ein optimales Filterdesign ermittelt.

Bei der häufigsten Form von Quarzfiltern – den Quarzbandfiltern – unterscheidet man je nach Anwendungsfall zwischen reinen Selektionsfiltern und Phasenlinearfiltern sowie zwischen den verschiedenen Übergangscharakteristiken.

Selektionsfilter sollen ein schmales Frequenzband möglichst wirkungsvoll aus einem Frequenzgemisch herausfiltern. Geeignete Filter weisen einen möglichst flach verlaufenden Durchlaßbereich sowie steil abfallende Flanken und eine hohe Sperrdämpfung auf. Die gebräuchlichen Filtercharakteristiken sind – mit aufsteigender Selektivität – Butterworth-, Legendre-, Tschebyscheff- und Cauer- (sogenannte elliptische) Filter. Die erzielbare Flankensteilheit ist um so größer, je mehr Quarze verwendet werden. Die gebräuchlichsten sind die Tschebyscheff-Filter; durch Variation der theoretischen Durchlaßwelligkeit ('ripple') lassen sich Übergangscharakteristiken zwischen Tschebyscheff- und Butterworth-Filtern realisieren.

Bei höchsten Selektionsanforderungen setzt man auch Cauerfilter ein, die jedoch wegen ihrer größeren Empfindlichkeit einen hohen Abgleichaufwand erfordern. In den meisten Anwendungen sind 2- bis 8-Pol-Filter ausreichend, für Sonderanwendungen lassen sich natürlich auch Filter höherer Ordnung, beispielsweise 16. Ordnung, erstellen.

Die kleinstmögliche Bandbreite ist, wie bei allen Filtern, durch die Güte und den Temperaturgang der Quarze bestimmt. Bei nicht thermostatisierten Filtern sollte die Relativbandbreite $20 \cdot 10^{-6}$ nicht unterschreiten. Bei der Relativbandbreite handelt es sich um den Quotienten aus der -3-dB-Bandbreite des Filters und der Mittenfrequenz, kurz B_{-3dB}/f_0 . Die größtmögliche Bandbreite ergibt sich durch die Güte und den Temperaturgang der Spulen sowie das

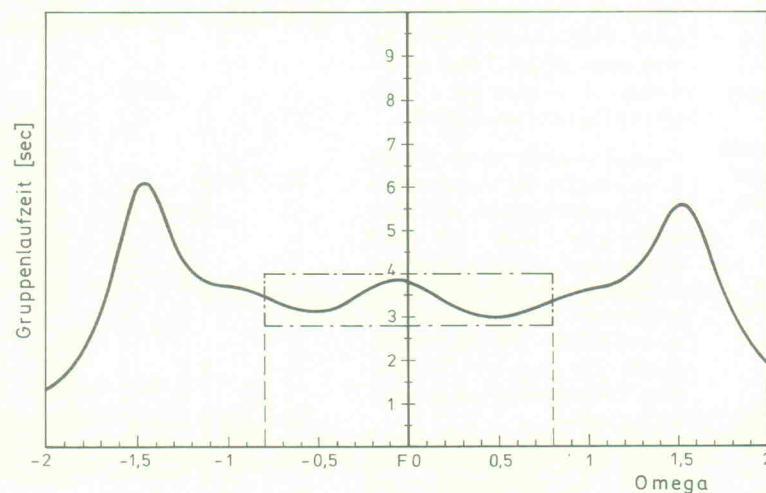
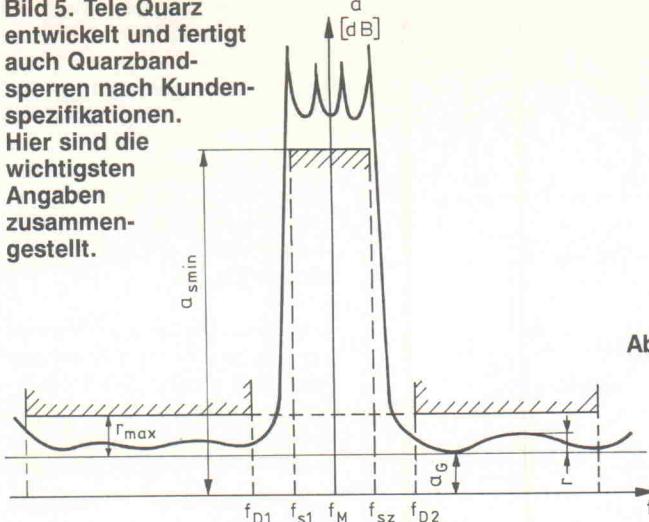


Bild 4. Ein Beispiel für den Verlauf der Gruppenlaufzeit über der Frequenz.

Bild 5. Tele Quarz entwickelt und fertigt auch Quarzbandsperrnen nach Kunden-spezifikationen. Hier sind die wichtigsten Angaben zusammen-gestellt.



C_0/C_1 -Verhältnis der Quarze.

Je nach Charakteristik sind die in Tabelle 1 angegebenen maximalen Relativbandbreiten möglich. Ergänzend dazu sei angemerkt, daß ein spezielles Breitbanddesign bei Grundwellenquarzen Butterworth- und Tschebyscheff-FILTER mit Relativbandbreiten zwischen $70 \cdot 10^{-4}$ und $150 \cdot 10^{-4}$ erlaubt.

Als Selektionsmittel bei der Übertragung von klirrarmen Signalen und digitalen Daten können die bisher genannten Charakteristiken nicht verwendet werden, da bei diesen sich die Gruppenlaufzeit $t_g = \Delta\phi/\Delta\omega$ im Durchlaßbereich sehr stark ändert.

Für eine möglichst unverzerrte Übertragung ohne Überschwingen sind Quarzfilter mit linea-

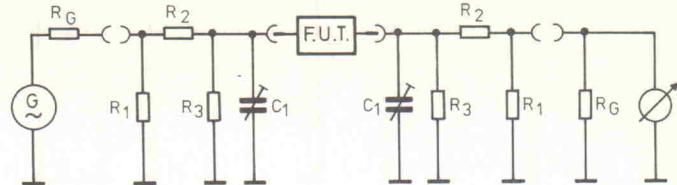


Bild 6. Für die allgemein gebräuchliche Schaltung eines Filters (F.U.T.) – also auch eines Quarzfilters – mit der Abschlußimpedanz $R_F // C_F$ errechnen sich die Anpaßwiderstände nach diesen Formeln.

$$\text{mit } K = 10 \frac{a (\text{dB})}{10}$$

$$K_{\min} = 2 \frac{R_G}{R_F} - 1 + 2 \sqrt{\frac{R_G}{R_F} \left(\frac{R_G}{R_F} - 1 \right)}$$

minimale Dämpfung ($K = K_{\min}$):

$$R_1 = \frac{R_G}{\sqrt{1 - \frac{R_G}{R_F}}}$$

$$R_2 = R_F - \frac{R_G}{1 + \sqrt{1 - \frac{R_G}{R_F}}}$$

$$R_3 = \infty$$

Dämpfung $a > a_{\min}$ ($K > K_{\min}$):

$$R_1 = \frac{(k-1) \cdot R_G}{(k+1) - 2\sqrt{k}}$$

$$R_2 = \frac{k-1}{2} \sqrt{\frac{R_G R_F}{k}}$$

$$R_3 = \frac{(k-1) \cdot R_F}{(k+1) - 2\sqrt{k} \frac{R_F}{R_G}}$$

rem Phasengang im Durchlaßbereich, das heißt Gauß- und Besselfilter, notwendig. Diese weisen jedoch eine relativ ge-

ringe Selektivität auf. Da sich grundsätzlich nicht gleichzeitig eine hohe Selektivität und ein linearer Phasengang (konstante

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

Gruppenlaufzeit) realisieren lassen, gibt es eine Reihe von sogenannten Übergangscharakteristiken, bei denen die Gruppenlaufzeit im Durchlaßbereich geeignet ist und erst außerhalb dieses Bereichs stärker ansteigt, wodurch relativ steile Flanken erreicht werden können.

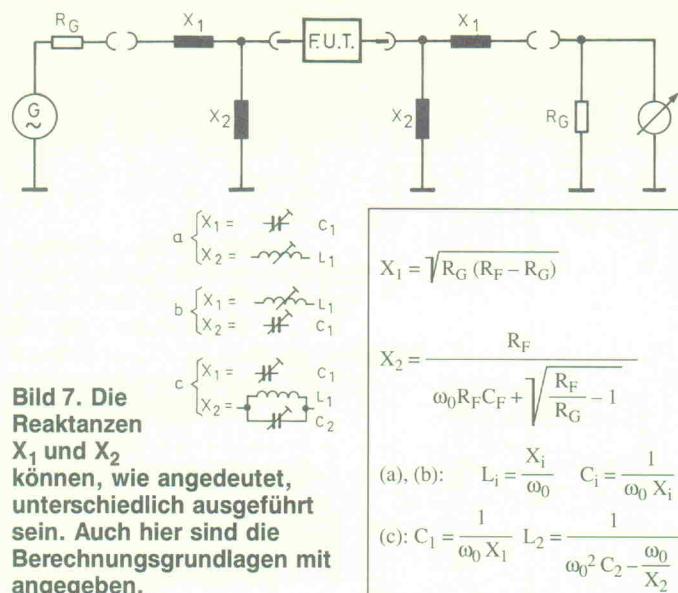
Die gebräuchlichsten Übergangscharakteristiken sind:

- Ulbrich-Piloty-Filter ('equiripple linear phase')
- Transitional-Gauß-Filter (12 dB)
- Transitional-Gauß-Filter (6 dB)
- Rakivich-Filter ('selektive linear phase')
- Feistel-Unbehauen-Filter

Die jeweils maximal möglichen Bandbreiten sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Phasenlinearfilter sind bis zur 10. Ordnung möglich, allerdings steigt die Empfindlichkeit und der Abgleichaufwand stark an.

Mit Quarzbandsperrern dagegen können schmale Frequenzbänder aus einem breiten Fre-



quenzbereich unterdrückt werden. Für deren Verfügbarkeit gelten die bereits weiter oben getroffenen Aussagen. Die relativen Sperrbandbreiten können im Grundtonbereich bis zu $20 \cdot 10^{-3}$, im Bereich des 3. Obertons bis zu 10^{-3} und im 5. Oberton bis zu $5 \cdot 10^{-4}$ betragen. Die erzielbare Sperrtie-

fe erreicht je nach Sperrbandbreite sowie Schaltungsaufwand zwischen 20 dB und 90 dB. Wegen der großen Vielzahl unterschiedlichster Anforderungen sind die erzielbaren Daten beim Hersteller abzufragen beziehungsweise abzusprechen. In Bild 5 sind einige der wichtigsten Spezifikations-

punkte für Quarzbandsperrern zusammengestellt.

Das Übergangsverhalten von Quarzfiltern ermittelt man mit einem Pegelmeßplatz oder Netzwerkanalysator. Dazu ist es in der Regel erforderlich, die Filterabschlußimpedanzen an die Impedanz des Meßsystems anzupassen.

Für hohe Abschlußimpedanzen ergeben sich bei der Schaltung nach Bild 6 hohe Zusatzdämpfungen, in diesem Fall wird die Schaltung mit LC-Transformation nach Bild 7 bevorzugt.

Die Messung einzelner Schwingquarze erfolgt gemäß DIN 45 105 (IEC 444) in einem standardisierten Pi-Netzwerk. Bis 100 MHz wird die Resonanzfrequenz mit der Nullphasenmethode ermittelt; die Ersatzdaten des Schwingquarzes werden durch ein Phasenoffset-Verfahren berechnet. Oberhalb 100 MHz führt dieses Verfahren infolge der statischen Kapazität C_0 zu großen systematischen Fehlern.

Ein softwaregestütztes Meßverfahren nach Neuscheler

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.

Rechntyp/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 Original-
disketten mit einreichen.

- einen Verrechnungsscheck über DM 38,— lege ich bei.
- ich bin **ELRAD**-Abonent.
Meine Kundennummer: _____
(auf dem Adreßaufkleber)
- Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.
- ich bin bisher noch nicht Abonent, 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)

ELRAD-Abonnement**Abrufkarte**

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Abgesandt am _____

199____

zur Lieferung ab

Heft _____ 199____

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

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

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

- Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.
Kontonr.: _____
- BLZ: _____
- Bank: _____
- Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,
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 _____

Antwortkarte**ELRAD-Kleinanzeige****Auftragskarte**

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Antwort

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

3000 Hannover 61

Postkarte**eMedia GmbH****Postfach 610106**

3000 Hannover 61

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

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 Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

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

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

TELEFAX-VORLAGE

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

*

Kontrollabschnitt:

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

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

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

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

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

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



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX
Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

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

Anzeige

Beilage über

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

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____ Telefax: _____

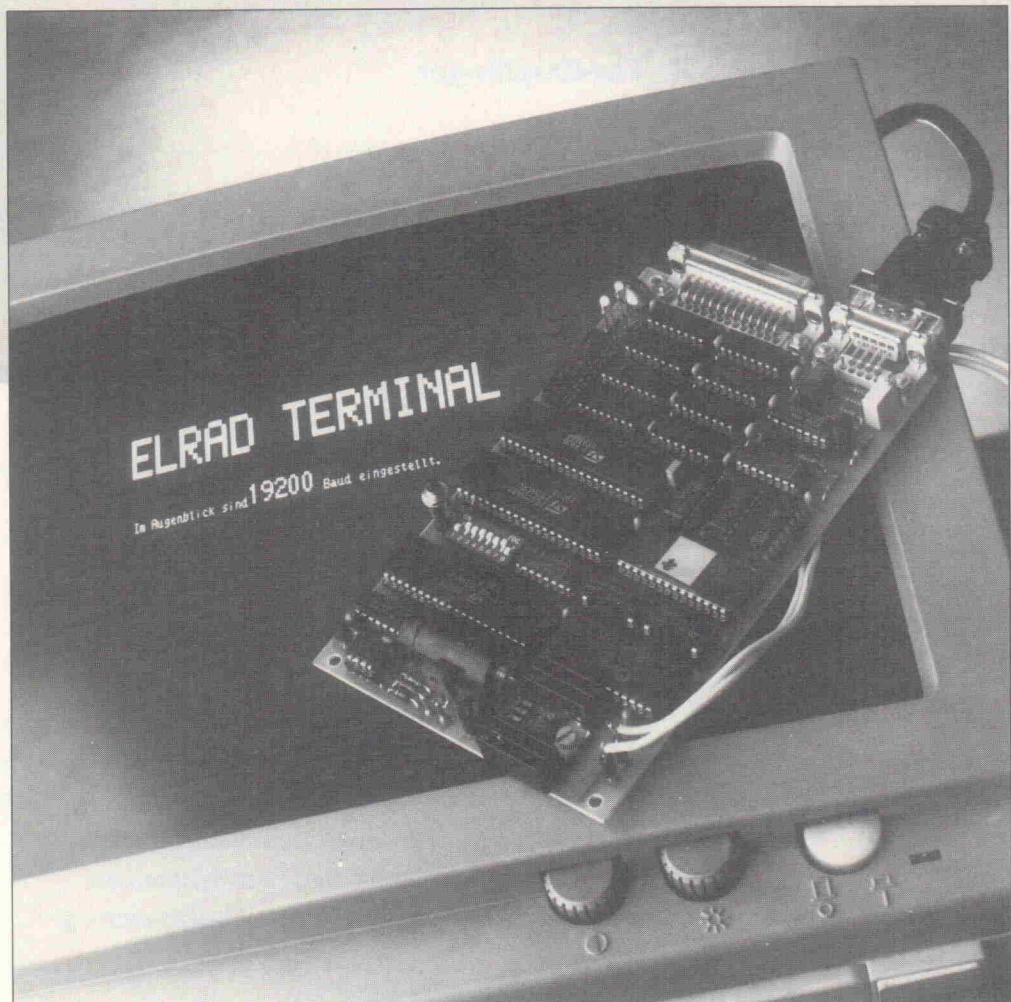
ELRAD-Fax-Kontakt: Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

Seriell nach Hercules

TTL-Monitore über RS-232 angesprochen

Ulrich Vietzen

Wer beispielsweise einen Einplatinenrechner sein eigen nennt, ist mit kryptischen Kürzeln wie etwa 'Wn Ton → F1 dr' vertraut. Eigentlich soll dieser Text bedeuten: 'Wenn ein Ton erklingt, dann drücken Sie bitte die Taste F1'. Nur paßt der Text leider nicht auf die angeschlossene einzeilige 16-Zeichen-LCD-Anzeige. Weiter wachsen die Ableseprobleme mit dem Quadrat der Entfernung zum Display, und wenn man gar eine Grafik anzeigen will, geht nichts mehr.



Um nun den Minirechner an einen (TTL-)Monitor zu koppeln, muß man nicht gleich einen ganzen PC zweckentfremden: Das hier vorgestellte Projekt erlaubt die Fütterung eines TTL-Monitors via RS-232.

Dies sind besonders sogenannte Hercules-Monitore, die auch an MSDOS-Rechnern funktionieren. Die Merkmale dieses Duets sind folgende:

- Der komplette ASCII-Zeichensatz ist implementiert;
- horizontale und vertikale Schrift in 64 Variationen;
- jedes Register des Grafikprozessors läßt sich unmittelbar ansprechen;
- Grafiksequenzen für schnellen Bildaufbau;

– 8 Baudraten bis maximal 19,2 kBaud;

– 8 Testbilder mit Funktionsbeschreibung zur Einstellung des Monitors;

– Beep-Funktion mit Tonhöhenbyte und einstellbarer Tonlänge;

– alle Monitorleitungen sind invertierbar;

– Leistungsaufnahme 3 W; dadurch eventuell in den Monitor integrierbar und mit dessen 12-V-Netzteil zu betreiben.

Die Ansteuerung kann jedes Gerät übernehmen, das über eine serielle Schnittstelle verfügt. Über diese können alle ASCII-Zeichen, Steuerzeichen und Grafikbefehle übermittelt werden. Als Anwendungsbereiche ist neben der

Datenausgabe von Einplatinenrechnern natürlich auch ein Zweitmonitor am PC zu nennen.

Zwei Herzen schlagen, ach, in seiner Brust

Das Terminal besteht aus zwei fast unabhängigen Rechnersystemen, nämlich einmal der Schaltung um den Z 80, welche die Schnittstellen zwischen der Außenwelt und des Graphic Display Processors (GDP) überwacht, und zweitens der Schaltung um den Grafikprozessor 9366, die selbstständig den gesamten Bildaufbau übernimmt. Verbunden sind beide über acht Datenleitungen, Read sowie Chipselect. Die CPU spricht ihre Peripherie über die

Memory-Address-Leitungen an; eine IO-Dekodierung kann also entfallen. Im Schnittstellenbaustein Z 80 STI (MK 3801 N) sind der Baudratengenerator, der Parallelport und serielle Schnittstelle enthalten.

Aus der Frequenz des Quarzgenerators IC4 (2,45 MHz) werden die Baudrate und der CPU-Takt gewonnen. Zunächst sorgt ein 555 zusammen mit T1 und R1 für einen definierten Power-On-Reset. Der zweite Teil der Terminalschaltung besteht eigentlich nur aus dem GDP und dem Bildwiederholspeicher. Da der GDP schon alle Signale für dynamische RAMs zur Verfügung stellt, bietet sich deren Benutzung hier ausdrücklich an. Der 14-MHz-Quarzoszillator (IC24) und IC22 bestimmen das Timing für den GDP und das RAM. Dies besteht aus dem Pixeltakt von 14 MHz, dem Arbeitstakt für den GDP von

1,75 MHz, dem CAS-Signal für die RAMs und dem Ladesignal für das Schieberegister IC12. Der EF 9366 kann nur 16K-RAM ansprechen; da aber 64K-RAMS deutlich billiger und besser erhältlich sind, ist die Schaltung für diese Typen ausgelegt: A7 liegt dabei einfach auf Masse. Um IC23 sind die Ausgangsstufen zum Monitor aufgebaut. Ein einfaches Netzteil versorgt die gesamte Schaltung mit 5 V.

Der EF 9366 arbeitet mit einem Bildfenster von vertikal 256 und horizontal von 512 Bildpunkten. Dies ist die Standardeinstellung des Terminals im Non-interlaced-Modus. Legt man den Eingang FMAT mittels Jumper 1 auf Masse, so erhält man eine höhere Auflösung von 512×512 Bildpunkten im Interlaced-Modus. Das Zeilensprungverfahren (Interlaced Mode) stammt eigentlich aus der Fernsehtechnik, wo ein Bild aus zwei Halbbildern zusammengesetzt ist. Dies gibt bei einer Vertikalfrequenz von 50 Hz (≤ 50 Halbbildern) eine Bildwechselrate von 25 Vollbildern pro Sekunde, was für bewegte Bilder noch ausreicht. Für statische Bilder, wie sie dieses Terminal in den

dezimal	hex	binär	Zeichen	Bedeutung
07	07	0000 0111	BEL	Bell/Piepser
10	0A	0000 1010	LF	Line Feed/Zeilenvorschub
12	0C	0000 1100	FF	Form Feed/Seite löschen
13	0D	0000 1101	CR	Carriage Return/Wagenrücklauf

Tabelle 1. Die im Charaktermodus benötigten Steuerzeichen.

meisten Fällen ausgibt, ist die geringere Auflösung des Non-interlaced-Modus einem flimmernden, höher auflösenden Bild eindeutig vorzuziehen.

Die Jumper 2, 3 und 4 legen die Polarität der Ausgangssignale zum Monitor – also positive oder negative Logik – fest. Für TTL-Monitore ist folgende Jumperung einzustellen:

- 32: 2-3
- 33: 1-2
- 34: 2-3

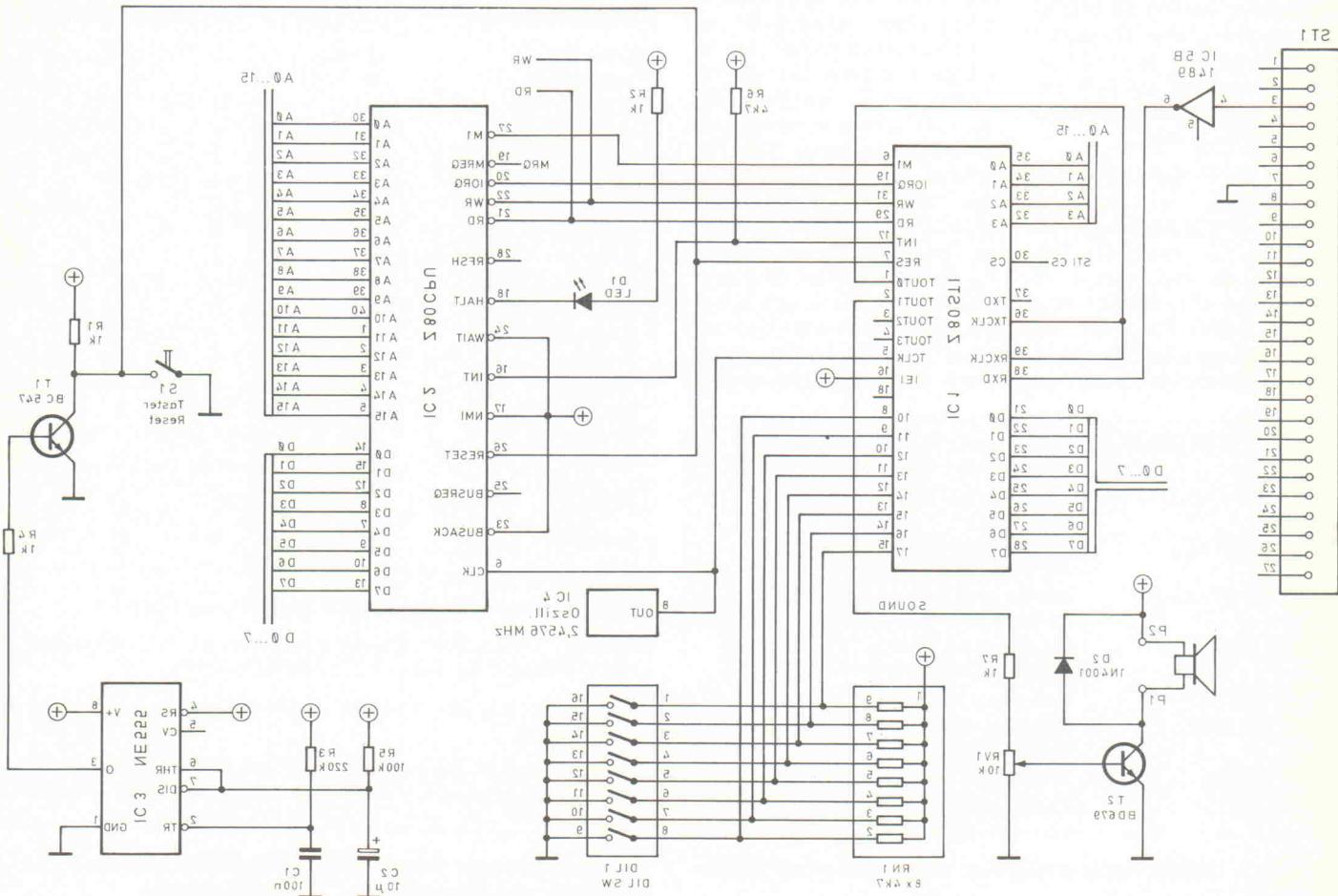
Zuerst ...

Wenn das Terminal eingeschaltet wird, meldet es sich mit dem Logo 'ELRAD TERMINAL' und der mit den DIL-Schaltern x...y eingestellten Baudrate; eine Änderung erkennt die Schaltung erst nach einem Reset beziehungsweise Neustart.

Generell unterscheidet das Terminal zwei Modi: den Grafikmodus und den Charaktermodus. Nach dem Einschalten befindet sich das Terminal im Charaktermodus. Das bedeutet, daß das erste empfangene ASCII-Zeichen (nach dem Löschen des Bildschirms mit 'FF') sofort mit der Schriftgröße 11h, beginnend in der linken oberen Bildschirmecke, auf dem Bildschirm erscheint. Jedes weitere Zeichen wird in der Zeile angehängt. Ist die Zeile im Bildschirmfenster voll, scheibt die Steuerung im 'dunkeln' weiter, und zwar so lange, bis der Steuerrechner ein 'CR' (Carriage Return = Wagenrücklauf) sendet.

Danach gelangt das folgende Zeichen wieder in die erste Position – und überschreibt dabei natürlich den bisherigen Zeilen-

Bild 1. Z-80-CPU und -STI unterhalten hier die serielle Schnittstelle zum Steuerrechner. Der Quarzoszillator IC4 erzeugt den benötigten CPU-Takt.



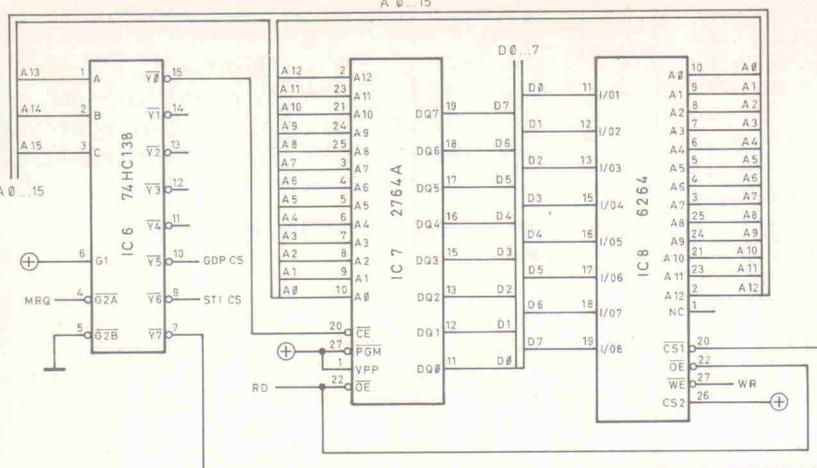


Bild 2.
Während das EPROM IC7 das Betriebssystem des 'Schnittstellen-Wandlers' enthält, dient IC8 als Zwischen-speicher für empfangene Daten.

Inhalt. Deshalb ist es im allgemeinen sinnvoll, die Kombination 'CR-LF' (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub) zu senden ... Zum Löschen einer Bildschirmsseite benutzt man den Befehl FF (Form Feed = Seitenvorschub): Er löscht den Bildschirm und setzt den 'Schreibstrahl' auf das nächste Zeichen in die linke obere Ecke.

Hieraus läßt sich ersehen, über wie wenig 'eigene Intelligenz' das Terminal verfügt: die meiste Arbeit muß der Sender verrichten. Im Charaktermodus werden nur die reinen ASCII-Buchstaben und -Zeichencodes auf dem Bildschirm dargestellt. Dies sind die Zeichen von 20h bis 7Fh. Einige Steuerzeichen interpretiert der Rechner und führt sie aus. Tabelle 1 gibt die ASCII-Steuerzeichen, die den Charaktermodus betreffen, wieder.

BEL, LF, FF und CR sind 1-Byte-Befehle, auf die sofort wieder ein Charaktercode folgen kann. BEL steuert den Tongenerator an und erzeugt abhängig von DIL-Schalter Nr. 2 einen kurzen Ton, der aus einem Lautsprecher oder ähnlichen Schallwandler ertönt; mit

RV 1 läßt sich die Lautstärke einpegeln.

In Tabelle 2 finden sich nun einige Steuerzeichen, die 'zweckentfremdet', das heißt, nicht ihrer Bedeutung nach verwendet werden, aber im ASCII-Steuerzeichenbereich von 0 bis 1Fh liegen.

Für die Charaktergröße zeichnet eine 2-Byte-Sequenz verantwortlich, die mit dem Steuerzeichen DC1 beginnt. Das nachfolgende Byte enthält die Größenangabe in der Form xxxxyyyy mit: x = Nibble für die Breite; y = Nibble für die Höhe.

Der nächste empfangene Charaktercode wird in der vorher eingestellten Schriftgröße auf dem Schirm dargestellt. Im laufenden Text kann dies aber bedeuten, daß ein sehr großes Zeichen die kleineren in der Zeile darüber überschreibt. Der Programmierer muß deshalb auf den richtigen Zeilenabstand achten, was natürlich eine lästige Angelegenheit ist. Deshalb hat das Terminal im Charaktermodus schon zu einigen Schriften den passenden Zeilenabstand im Silizium-Gedächtnis. Dies sind die Schriftgrößen:

11h, 12h, 21h, 22h, 23h, 33h, 43h sowie 44h.

Im Testbild 5 sind diese Zeichen in Originalgröße mit Steuercode abgebildet. Wenn also DC1 und eine der oben angeführten Größenbytes empfangen werden, so 'stimmt' bei einem LF-Befehl (LF = Line Feed = Zeilenvorschub) der Zeilenabstand. Mit der Schriftgröße ändert sich natürlich auch die Anzahl der Zeichen, die in eine Zeile passen. Auf den Charaktergenerator kann nicht zu-

gegriffen werden. Wenn einem der im GPD implementierte Zeichensatz nicht gefällt, kann man sich mit den Kurzvektorbefehlen einen eigenen Zeichensatz plotten – hierzu ist das Datenblatt des GPDs zu Rate zu ziehen.

Empfängt das Terminal einen Steuercode, den es nicht interpretieren kann, so gibt es die Fehlermeldung

F E H L E R !!!

Der Befehlscode nn kann nicht bearbeitet werden

im oberen Bildschirmdrittel aus. Diese Meldung läßt sich mit dem Befehl FF wieder löschen. Der Steuercode 00 ruft hingegen keine Reaktion hervor. Er hat die ASCII-Funktion NUL und bedeutet No Operation. Benutzt werden kann NUL – um Zeit zu gewinnen.

Im Grafikmodus

... kann das Terminal in 3 Abteilungen gegliedert werden. Namentlich sind dies die Programmierungen mittels Strings, Registermanipulation oder Makros.

Der DIL-Schalter

Schalternummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Testbild ein	1	x	x	x	x	x	x	x
Testbild aus	0	x	x	x	x	x	x	x
Piepstön lang	x	1	x	x	x	x	x	x
Piepstön kurz	x	0	x	x	x	x	x	x
Baudrate 19,2 kBd	x	x	1	1	1	x	x	x
Baudrate 9,6 kBd	x	x	1	1	0	x	x	x
Baudrate 4,8 kBd	x	x	1	0	1	x	x	x
Baudrate 2,4 kBd	x	x	1	0	0	x	x	x
Baudrate 1,2 kBd	x	x	0	1	1	x	x	x
Baudrate 600 Bd	x	x	0	1	0	x	x	x
Baudrate 300 Bd	x	x	0	0	1	x	x	x
Baudrate 150 Bd	x	x	0	0	0	x	x	x
Testbild 1	x	x	x	x	x	1	1	1
Testbild 2	x	x	x	x	x	1	1	0
Testbild 3	x	x	x	x	x	1	0	1
Testbild 4	x	x	x	x	x	1	0	0
Testbild 5	x	x	x	x	x	0	1	1
Testbild 6	x	x	x	x	x	0	1	0
Testbild 7	x	x	x	x	x	0	0	1
Testbild 8	x	x	x	x	x	0	0	0

Schalter geschlossen = 1; Schalter offen = 0; don't care = x

Schalter 1: Wenn dieser Schalter geschlossen ist, so ist das mit den DIL-Schaltern 6 bis 8 eingestellte Testbild zu sehen.

Schalter 2: Mit ihm kann die Tonlänge des Signaltons eingestellt werden.

Die Schalter 3, 4 und 5 sind für die Einstellung der Baudrate vorgesehen; die Schalter 6, 7 und 8 wählen das gewünschte Testbild.

Tabelle 2. Makrobefehle erleichtern das Erstellen einfacher Grafiken.

Tabelle 3. Die acht 'eingefrorenen' Testbilder dienen zum Austesten und Einstellen der Terminalhardware.

ELRAD TERMINAL

In Augenblick sind 150 Baud eingestellt.

Nach dem Einschalten meldet sich das Terminal mit diesem Logo. Damit die Synchronisation mit dem Rechner nicht zur Lotterie verkommt, zeigt das Terminal die erwartete Baudrate mit an.

Steuercodes

Dies sind Zeichen, die im Bereich der ASCII Steuercodes liegen, aber nur dieses Terminal spezifische Funktionen aufrufen:

02h	Rechteckdemo Zeichnet Rechteck mit kleinem Text. Kein weiteres Byte
04h	CIRCLE Cursor In Untere, Linke Ecke. Kein weiteres Byte
05h	GOTO xy erwartet 3 Bytes 05h,xlo,xhi,ylo
06h	Kreisdemo erwartet keine Bytes
08h	TUNE erwartet 1 Byte welches der Telefaktor von 12288 Hz ist
dc1	CSIZE erwartet 1 Byte. Format siehe Testbild 5
dc2	STRING erwartet 3 Bytes. Format siehe Testbild 7
dc3	RECHTECK erwartet 5 Bytes. Reihenfolge: xlo,xhi,ylo,yhi,dx
dc4	KREIS erwartet 4 Bytes dc4,xlo,xhi,ylo,radius

Tonhoehenbyte bei TUNE 0eh = Kammerton mit 440 Hz.

Die Schriftgroessen in hex Zahlen (h = hex):

11h 12h 21h 22h 23h 33h 43h 44h

Die Steuersequenz fuer die Schriftgroesse setzt sich aus ASCII Steuerwort dc1 (11h) und nachfolgendem Datenbyte zusammen:

```
dc1,xxxx4444b  x = nibble fuer die Breite
      -byt---  y = nibble fuer die Hoehe
      b = binair
      dc1 = ASCII Steuerwort
```

Wenn andere Schriftgroessen verwendet werden, als die angegebenen, so stimmt im laufenden Text der Zeilenabstand nicht. Das Terminal errechnet aus dem Datum der Schriftgroesse automatisch den richtigen Zeilenabstand.

Auf der Seite 2 gibt das Terminal die moglichen Makrobefehle und ihre Syntax aus. Dies erspart unnötiges Blättern in den Tabellen.

Bei den hier gezeigten Zeichen-Formaten ist sichergestellt, daß große Zeichen benachbarte kleine Zeichen nicht überschreiben.

Um den 7805-Spannungsregler nicht unnötig zu belasten, sollte die Spannung an Elko C3 8 V nicht überschreiten. Bei der Versorgung aus einer vorhandenen DC-Versorgung sollte man einen entsprechend angepaßten Vorwiderstand nicht vergessen.

* Disco · Sounds *

LEM DM 81 . . . 35 033 . . . 1.849,— DM



Das Mischpult für Diskotheken und Clubs; 8 Kanäle: 3 in Mono mit 60 mm Fadern, 5 in Stereo mit 100 mm Fadern; 2-fach Klangregelung für jeden Kanal; 4 Ausgänge! Gain-Regler für jeden Kanal; Autofader für Mikrofonkanal. Technische Daten: LLV-Katalog Seite S 53 oder separates Datenblatt anfordern!

Der große Bruder vom DM 81:

LEM DM 82 . . . 35 034 . . . 2.598,— DM



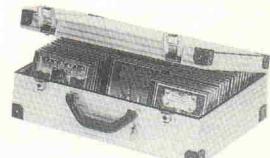
ADDA-CD-Koffer

zur Aufbewahrung und zum geschützten Transport der wertvollen CD's. Stabile Koffer aus speziellen Fibre-Kunststoffen, schwarz. Abnehmbarer Deckel, geringes Eigengewicht.

ca. 100 CD's . . . 38 083 . . . 115,— DM

ca. 150 CD's . . . 38 084 . . . 137,— DM

ca. 200 CD's . . . 38 085 . . . 159,— DM



CD-Alu-Koffer

für ca. 60 CD's oder 30 Doppel-CD's. Die mitgelieferten Vario-Flip-Einsätze schaffen Ordnung und ermöglichen ein einfaches „Durchblättern“ der CD's.

Stück . . . 38 081 . . . 79,80 DM

ab 3 Stück 75,— DM

FANE

ACOUSTICS LTD

FANE-Lautsprecher sowie viele Bauteile für den Flightcase- und Boxenbau stellen einen Teil unseres umfangreichen Lieferprogrammes dar. Wir führen ständig auf Lager: Studio 5M, 8M, 10M, 12B, 15B, Colossus 18 Bass, Classic 12/100 und 15/150 sowie verschiedene Hochtöner und Treiber (MD 2050) zu äußerst günstigen Preisen!!!

»LLV-Katalog«

Weitere interessante Artikel aus den Bereichen Licht-Ton-Effekte finden Sie in unserem LLV-Katalogordner. Bitte gegen Einsendung der Schutzgebühr 10,- DM (Briefmarken, Scheck, Schein) anfordern.

SAPHIR

Diskothekenausstattung

Inh. Thomas Naumann
Ringbergstraße 6, PF 25
0-6019 Suhl / Thüringen
Tel.: 09 66 / 4 06 83
(00 37 / 66 / 4 06 83)



Lautsprecher- und Lichtanlagen

Versandhandel
Inh. M. Grimm, Provinzialstr. 40
W-5216 Niederkassel 5
Tel.: 02 28 / 45 40 58
Fax: 02 28 / 45 39 51

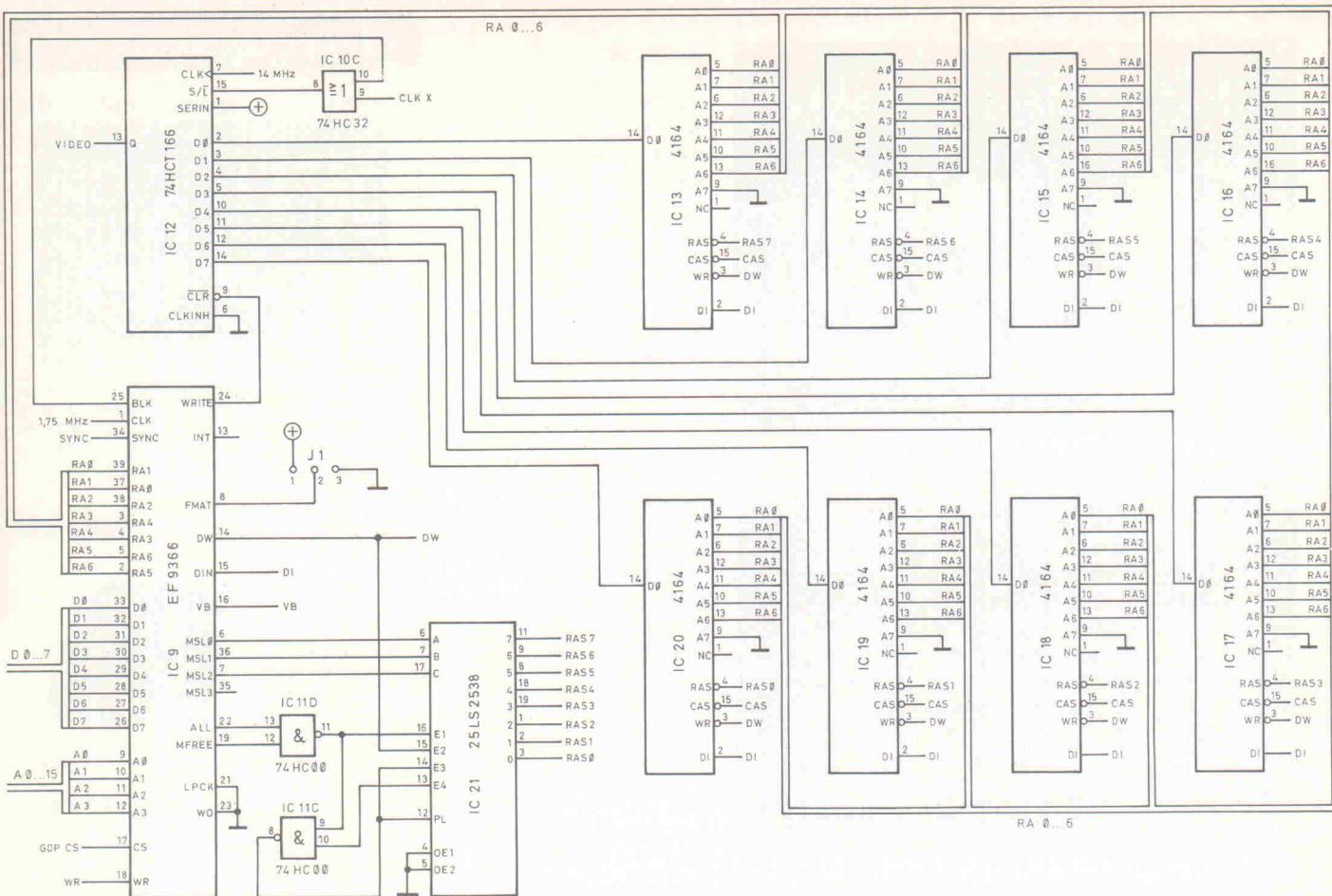


Bild 3. In den RAMs
IC13...20 liegt der vom
EF 9365 errechnete
Bildschirminhalt bereits als
Bitmuster vor.

Ein DC2-Steuerzeichen kennzeichnet den Beginn eines Strings, danach erwartet das Terminal eine Folge von 7 Bytes, die einen kompletten Vektor beschreiben. Das Format ist folgendes (in Klammern das Bitmuster):

0. DC2	(12h)
1. xhi	(0nh)
2. xlo	(nnh)
3. ylo	(nnh)
4. ctrl2	(0nh)
5. deltax	(nnh)
6. deltay	(nnh)
7. Richtung	(0..7)

mit $0 < n < Fh$

und den Richtungen:

- 0 = ost
- 1 = nordost
- 2 = nord
- 3 = nordwest
- 4 = süd
- 5 = südost
- 6 = west
- 7 = südwest

Alle Register kann man einzeln ansprechen. Zu der Registerliste wird einfach 80h addiert,

und schon hat man den Steuercode für das betreffende Register. Nachfolgend zu diesem Byte noch der einzuschreibende Registerinhalt. Ein Beispiel: Das Delta-X-Register soll mit 32h beschrieben werden. Delta-X hat die Registernummer 5; daraus ergibt sich folgendes Format:

1. Byte: 85h; 2. Byte: 32h; im Delta-X-Register steht jetzt 32h. So läßt sich jedes der 16 Register des GDP beschreiben. Die Bedeutung der Register ist in Tabelle 4 wiedergegeben.

Makros sind im Gegensatz dazu Steuerworte, die eine Grafik mit bestimmten Abmessungen plotten. Dies sind Rechtecke und Kreise.

Wenn der Steuercode DC3 (13h) gesendet wird, so erwartet das Terminal noch fünf weitere Bytes zur Darstellung eines Rechtecks, deren Format folgendermaßen aussieht:

DC3, xRegister lo, xRegister hi, yRegister lo, Deltax, Deltay

Da ein 8-Bit-Register bekanntlich nur Platz für 256 Werte – hier also unterschiedliche Koordinaten – bietet, der Schirm aber doppelt so ‘breit ist’, muß ein komplettes Register für das neunte X-Adressbit geopfert

werden. Sobald jedenfalls alle Zeichen empfangen sind, errechnet das Terminal aus diesen Koordinaten ein entsprechendes Rechteck.

Der Steuercode DC4 (14h) dagegen veranlaßt die Konstruktion eines Kreises. Hierzu benötigt das Terminal 4 weitere Bytes. Nach deren Empfang errechnet das Terminal daraus einen Kreis mit den Koordinaten x,y als Mittelpunkt und

einem Wert von 2 bis 255 als Radius. Die Reihenfolge der benötigten Bytes lautet:

DC4, xRegister lo, xRegister hi, yRegister lo, Radius

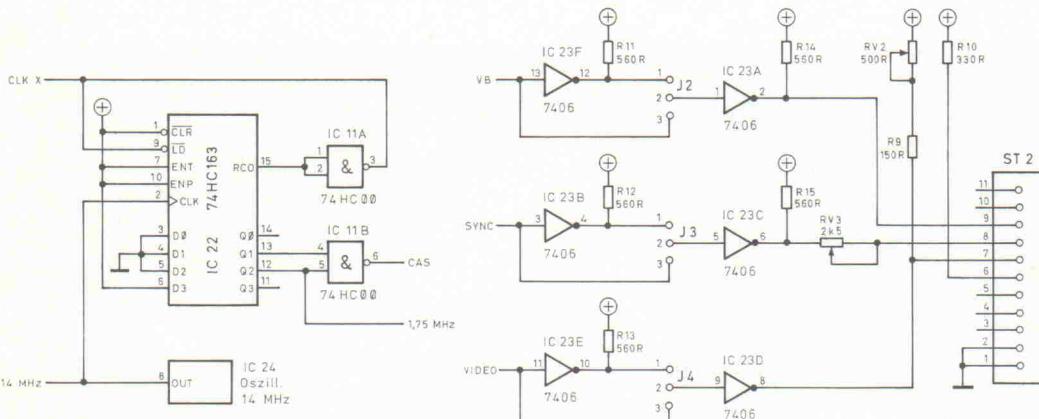
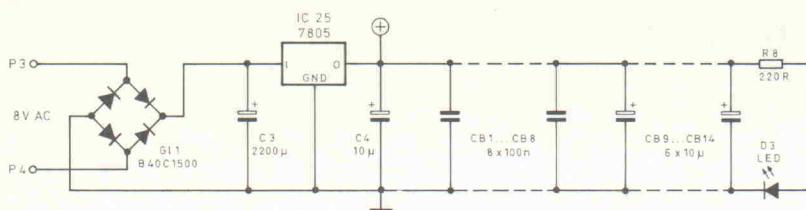
Die Testbilder und der Abgleich

Testbild 1 füllt den Bildschirm mit einem Titelbild. Man gewinnt hier eine Vorstellung über die Größe des Bildaus-

Liste der Register des EF 936x

hex	Register	Bits	ASCII-Nr. des Registers
0	Command	8	80h
1	Control 1	7	81h
2	Control 2	4	82h
3	Charakter-Size	8	83h
4	nicht verwendet		84h
5	Delta x	8	85h
6	nicht verwendet		86h
7	Delta y	8	87h
8	X-Register hi	4	88h
9	X-Register lo	8	89h
A	Y-Register hi	4	8Ah
B	Y-Register lo	8	8Bh
C	nicht verwendet		8Ch
D	nicht verwendet		8Dh
E	nicht verwendet		8Eh
F	Status nur 9367	8	8Fh

Tabelle 4. Die Kurzbeschreibung der Register des Grafikprozessors soll einen Eindruck von den Möglichkeiten vermitteln; sie kann das Datenblatt auf keinen Fall ersetzen.



schnittes auf dem Monitor. Ferner enthält diese Seite einige wichtige Informationen.

Testbild 2 erläutert die Steuercodes, die nicht an die eigentliche ASCII-Funktion gebunden sind.

Mit Hilfe des Grafiktestbildes 3 läßt sich die Kissenentzerrung am Monitor leicht einstellen. Bei manchen Monitoren kann man überdies auch die Linearität justieren. Das bedeutet, daß am oberen oder unteren Bildschirmrand die Pixel (Picture Elements) genau den gleichen Abstand voneinander haben müssen. Diese Einstellung kann man aber besser mit dem Testbild 7 vornehmen. Die Schriftgröße sollte am oberen

und unteren Bildschirmrand gleich groß sein.

Auch die Kabellänge zwischen Terminal und Monitor verdient Beachtung: In einem langen Kabel kann der Kontrast verlorengehen. Mit vorsichtigen Einstellungen an RV2 ist dieser in den meisten Fällen wiederherzustellen. Sollte ein Monitor kein Bild erzeugen und auch das 'Spielen' an den Trimmern nichts bringen, so kann man diesen Monitor nicht verwenden. Es gibt keine weitere Einstellungsmöglichkeit.

Testbild 4 zeigt das Übertragungsformat der seriellen Schnittstelle sowie die Einstellung der Baudrate an. Testbild 5 gibt eine Übersicht über einige Schriftgrößen und über das For-

mat von CSIZE. Ein Beispiel über die Programmierung eines solchen Testbildes ist in Testbild 6 wiedergegeben. Hier ist der Inhalt des Testbildes 5 mit allen Steuerzeichen erläutert. Mit dem Testbild 7 kann sehr gut die Bildschirmlinearität eingestellt werden. Überdies gibt es eine Übersicht über die Grafikmodi. Im Testbild 8 sind einige Register des GDP beschrieben.

Wenn für EPROM und CPU die CMOS-Versionen eingesetzt werden, lassen sich nochmals 100 mA einsparen. Die Spindeltrimmer sollten von guter Qualität sein, da sie direkt das Bild beeinflussen. Für die DRAMs können relativ langsame Typen (300 ns) Verwendung finden.

Bild 4. Normalerweise müssen sich die Jumper 2 und 3 in den Positionen 2-3 befinden, J4 ermöglicht unabhängig davon die Invertierung des Bildes. Während IC24 den Pixeltakt von 14 MHz erzeugt, sorgen IC22 und IC11 für das Video-Timing.

Stückliste

Widerstände:	
R1,2,4,7	1k
R3	220k
R5	100k
R6	4k7
R8	220R
R9	150R
R10	330R
R11...15	560R
RN1	Array, 4k7
RV1	Trimmer, 10k
RV2	Spindeltrimmer, stehend, 500R
RV3	Spindeltrimmer, stehend, 2k5
Kondensatoren:	
C1,CB1...8	100n
C2,4	10 μ F/10 V, Tant.
C3	2200 μ F, 16 V, liegend
CB9...14	1 μ F/10 V, Tant.
Halbleiter:	
D1,3	LED, 3 mm, rot
D2	1 N 4001
Gl1	Rundbrücke, B 40 C 1500
T1	BC 547
T2	BD 679
IC1	Z 80 STI (MK 3801 N)
IC2	Z 80 CPU
IC3	NE 555
IC4	Quarzoszillator, 2,4576 MHz
IC5	MC 1489
IC6	74 HC 138
IC7	2764 A
IC8	6264
IC9	EF 9366 (EF 9365)
IC10	74 HC 32
IC11	74 HC 00
IC12	74 HCT 166
IC13...20	4164
IC21	25 LS 2538
IC22	74 HC 163
IC23	7406
IC24	Quarzoszillator, 14 MHz
IC25	7805
Sonstiges:	
Sub-D-25-Buchse (mask.), 90°	
Sub-D-9-Buchse (fem), 90°	
8fach-DIL-Schalter	
Kühlkörper für 7805	
Datenblatt EF 936x(I)	
Platine	

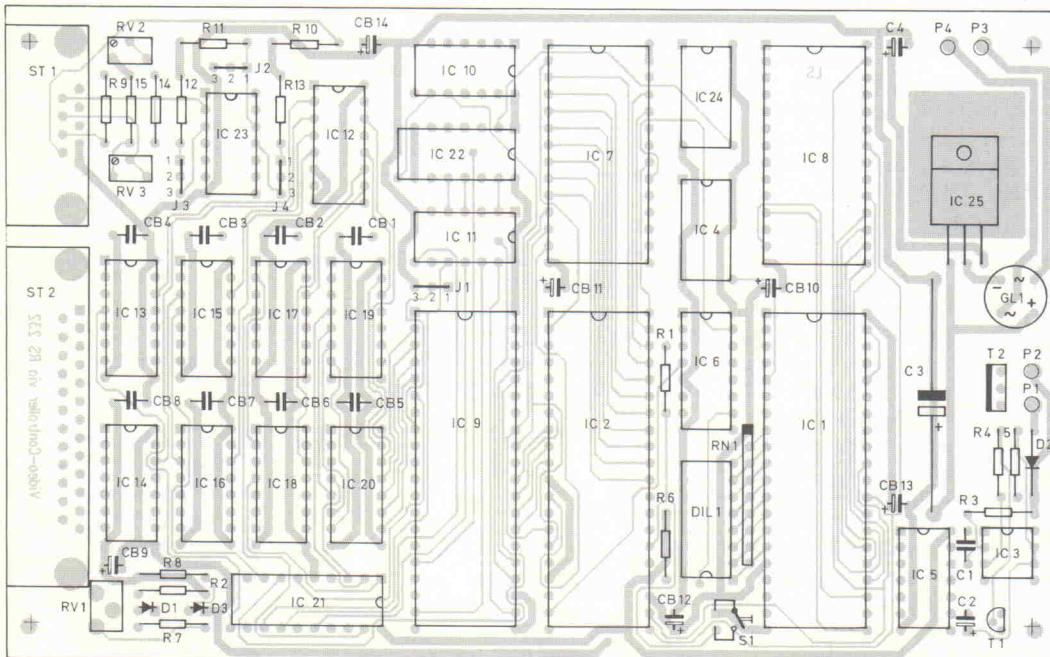


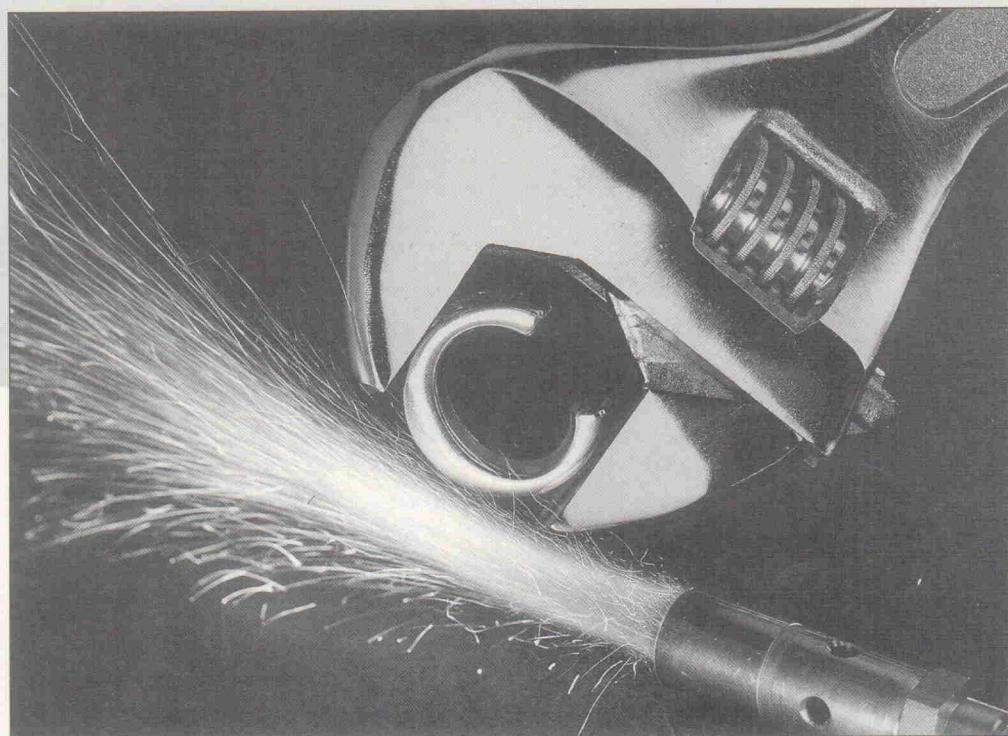
Bild 5. Der Bestückungsplan.

Signalverarbeitung in C

Teil 4: Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung

Howard Hutchings

Wer digitale Signale in C verarbeiten will, benötigt ein solides mathematisches Hintergrundwissen. In dieser Folge werden deshalb Grundlagen vermittelt, die für eine erfolgreiche Applikationsentwicklung unumgänglich sind.



Wenn Computer zur Steuerung technischer Systeme eingesetzt werden, besteht ihre Aufgabe darin, zu bestimmten Zeitpunkten Meßwerte aufzunehmen und auszugeben. Dabei wird im allgemeinen vorausgesetzt, daß sich die gemessenen Signale nur langsam ändern dürfen und der Computer schnell genug abtastet. Nur in diesem Fall wird Shannons Abtasttheorem genüge getan, und es ist möglich, die digital verarbeiteten Signale wieder zurückzuwandeln, ohne sie durch Aliasing zu verfälschen.

Um die potentielle Gefahr bei periodischer Abtastung zu begreifen, stellt man sich am besten einen rotierenden Radarscanner vor, der den Prozeß eines sich nähern Flugzeugs überwacht. Der Fluglotse sieht auf seinem flackernden Schirm einen stetigen Anflug, obwohl die tatsächliche Flugbahn natürlich zwischenzeitlich ständig horizontal oder vertikal vom angezeigten Weg abweicht. Da sich das Radar im Vergleich zu den Änderungen der Flugbahn nur langsam dreht, fehlt ein Großteil der Daten völlig.

Dieser Stroboskopeffekt der Abtastung trägt zur Verwirrung bei: Ein Ereignis, das mit einer bestimmten Frequenz auftritt, ist mit einer ganz anderen Frequenz sichtbar.

Wieviel Abtastwerte?

Es ist zwar nicht das Ziel dieses Artikels, sich im Abtasttheorem zu verstricken, doch ist es an der Zeit, ein paar Fragen zu stellen. Das Analogsignal wird über einen A/D-Wandler in eine Folge digitaler Meßwerte zerlegt. Wieviel Werte muß man eigentlich aufnehmen, um das Signal vollständig zu beschreiben? Um Aliasing zu vermeiden, ist es notwendig, mit einer Frequenz abzutasten, die mindestens doppelt so hoch ist, wie

die höchste im Signal auftretende Frequenz, die man auch als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Aus dem Fourierspektrum des Signals (Bild 4.1) läßt sich diese Frequenz sehr einfach bestimmen.

Einige A/D-Baugruppen speichern das Analogsignal beim Anlegen eines 'Start Conversion'-Impulses und halten diesen Wert fest, bis ein vollständiger Wandlungszyklus vorüber ist. Einen solchen Baustein bezeichnet man als 'Sample-and-Hold'. Wird das Eingangssignal vor der A/D-Wandlung nicht zwischengespeichert, darf es sich während der Umsetzung nicht mehr als 0,5 LSB ändern. Erfüllt das Eingangssignal dieses Kriterium nicht, so ist das digitale Ausgangssignal nur Lug und Trug.

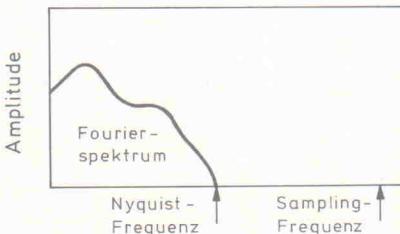


Bild 4.1. Um eine Signalbeeinflussung durch Aliasing zu vermeiden, muß die Abtastfrequenz mindestens der doppelten Nyquist-Frequenz entsprechen.

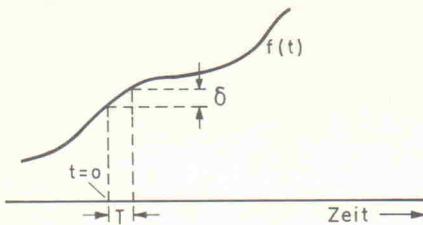


Bild 4.2. Die geometrische Interpretation einer A/D-Wandlung.

Gegeben sei ein n-Bit-A/D-Wandler ohne Sample-and-Hold. Der Vollausschlag des Analogsignals für dieses System soll U_{fs} betragen und die Wandlung eine Zeit von T Sekunden beanspruchen. Bei einer Auflösung von 2^{-n} oder auch $1/2^n$ kann man schreiben:

$$\frac{\delta U}{U_{fs}} = \frac{1}{2^n}$$

Daraus errechnet sich die kleinste erkennbare Änderung im Analogsignal zu:

$$\delta U = U_{fs}/2^n$$

Während der Wandlung darf sich das Analogsignal um nicht mehr als δU ändern, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Aus Bild 4.2 geht hervor:

$$T\delta f(t)/\delta t \leq U_{fs}/2^n$$

Um es einfacher auszudrücken: Am Anfang des Wandlungszyklus sollte die Änderung des Analogsignals kleiner oder gleich dem Vollausschlag dividiert durch 2 potenziert mit der Wortbreite des Wandlers sein. Als einfaches Beispiel soll ein Sinussignal dienen:

$$f(t) = U_{fs} \sin(\omega t)$$

Differenziert bezüglich der Zeit ergibt das:

$$\delta f(t)/\delta t = \omega U_{fs} \cos(\omega t)$$

Angenommen die Wandlung beginnt bei $t = 0$:

$$\delta f(0)/\delta t = \omega U_{fs} = 2\pi f U_{fs}$$

Die Anzahl der Änderungen ergibt sich zu:

$$2\pi f U_{fs} = \frac{U_{fs}}{2^n T}$$

Die höchste Frequenz, die ohne Sample-and-Hold verarbeitet werden kann, ist also:

$$f = \frac{1}{2^{n+1} \pi T} \text{ Hz}$$

Das Einsetzen von gebräuchlichen Werten bringt sofort eine der Schwächen dieses Konvertertyps ans Licht. Ein 8-Bit-Wandler konvertiert beispielsweise innerhalb von $2 \mu\text{s}$. Mit Sample-and-Hold bestimmt das Abtasttheorem eine Nyquist-

Frequenz von 250 kHz. Ohne Sample-and-Hold liegt die Frequenz nur bei etwa 300 Hz.

Bevor diese Einleitung zu Ende geht, ist es sinnvoll, eine Form der Rückwandlung anzuführen, die dem Wandlungsprozeß zwangsläufig folgt. Unter der Voraussetzung, daß die Bedingungen des Abtasttheorems erfüllt sind, ist es möglich, das Signal zurückzugewinnen, ohne es durch Alias-Effekte zu verfälschen. Um die Daten der analogen Welt zurückzugeben, ist eine weitere Schaltung erforderlich. Diese besteht im allgemeinen aus einem D/A-Wandler sowie einem Tiefpaß-Filter (Bild 4.3).

Der A/D-Wandler wird vom Hauptprogramm über Steuersignalen synchronisiert, die die Verarbeitungszeit (T) bestimmen. Eine konstante Wandler- sowie eine bestimmte Verarbeitungsgeschwindigkeit sind für den erfolgreichen Entwurf lebenswichtig, da nur dann eine mathematische Nachbildung des Systems möglich ist. Die bearbeitenden Ausgabedaten werden über einen D/A-Wandler in die analoge Form zurückgebracht.

Mathematische Modelle

Niemand hat bisher ein Elektron gesehen, obwohl mancher sie bereits zu spüren bekam. Trotzdem werden Fortschritte erzielt, wie kommt das? Die Antwort ist im Ohmschen Gesetz zu finden, das nichts anderes als ein mathematisches Modell darstellt. Dieses Modell erlaubt es, das Verhalten einer Schaltung im voraus zu berechnen. Die Möglichkeit, das Verhalten eines Systems vorherzu-

sagen, bevor es gebaut wird, bildet die Basis für ein erfolgreiches Design.

Elektronische Signalverarbeitung beinhaltet die Operationen Integration, Differentiation und Zeitverzögerung. Anstatt die Eigenschaften eines Signals oder elektronischen Systems im Zeitbereich zu beschreiben, ist es gewöhnlich sinnvoller, den komplexen Frequenzbereich oder, bei einer Sinusschwingung, den reellen Frequenzbereich zu verwenden.

Das Studium digitaler elektronischer Systeme führt zwangsläufig zu Differentialgleichungen, deren Lösung eine gewisse Vertrautheit mit der Laplace- und z-Transformation erfordert. Jegliche Mathematik in diesem Text soll aber nur eine Verständnishilfe darstellen, und die mathematischen Methoden werden nur verwendet, da es auf anderem Wege unmöglich ist, weitere Fortschritte zu erzielen oder ein realistisches, intuitives Verständnis für die Materie zu erlangen.

Wo die Möglichkeit besteht, werden die mathematischen Zusammenhänge in Diagrammen dargestellt, um die Nebel der Abstraktion zu erhellen. Dabei sollte nicht vergessen werden, daß die mathematische Schreibweise eine kurze und knappe, sehr präzise Beschreibung der Zusammenhänge darstellt. Wenn man dies akzeptiert, wird das Verständnis zusammen mit der Übung kommen.

Laplace-Transformation

Die Laplace Transformation zerlegt eine Differentialgleichung in eine algebraische Gleichung und ermöglicht so, viele Berechnungen durch einfachere Manipulationen durchzuführen. Beispielsweise stellt eine Differentiation im Zeitbereich im Frequenzbereich eine Multiplikation mit dem Faktor s dar. Dies ist in Bild 4.4 dargestellt, die Doppelpfeile sollen den mathematischen Zusam-

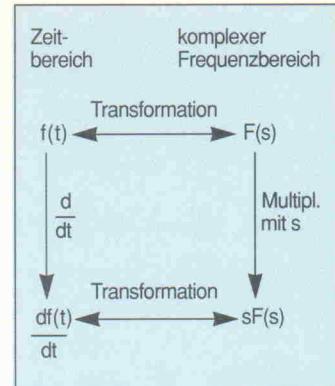


Bild 4.4 Um die Laplace-Transformierte von $df(t)/dt$ zu erhalten, folgt man dem oberen Pfad nach rechts und erhält $F(s)$. Dieser Wert wird dann mit s multipliziert. Genauso gut kann man zunächst differenzieren und dann transformieren. Beide Wege sind äquivalent.

Signal $f(t)$	Transformation $F(s)$
$\delta(t)$ [Impuls]	1
$u(t)$ [Schritt]	$1/s$
t [Rampe]	$1/s^2$
e^{-at}	$1/(s+a)$
$1 - e^{-at}$	$a/(s+a)$
$\sin(at)$	$a/(s^2 + a^2)$

Tabelle 4.1. Elementare Laplace-Transformationen.

menhang zwischen den Bereichen symbolisieren.

Als Formel sieht die Transformation vom Zeit- in den Frequenzbereich folgendermaßen aus:

$$F(s) = \int_0^\infty f(t)e^{-st} dt$$

Nun zum umgekehrten Prozeß, auch inverse Transformation genannt:

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\delta-j\omega}^{\delta+j\omega} F(s)e^{st} ds$$

Das ist nicht so einfach zu berechnen, die komplexen Grenzen geben dem Integral die

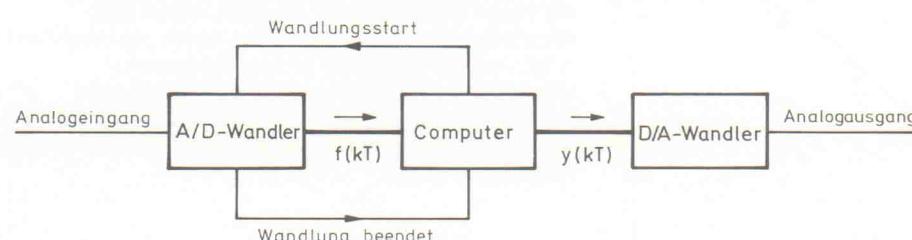


Bild 4.3. Die Verarbeitung analoger Signale in einem digitalen System.

Zeitbereich	komplexer Frequenzbereich
Orig.-Signal $f(t)$	$\longleftrightarrow F(s)$
Differentiation $\frac{df(t)}{dt}$ ($f(0) = 0$)	$\longleftrightarrow sF(s)$
Integration $\int f(t)dt$	$\longleftrightarrow \frac{F(s)}{s}$
Verzögerung $f(t-T)$	$\longleftrightarrow e^{-sT}F(s)$

Bild 4.5: Einige wichtige Ergebnisse, die die Gleichwertigkeit von Zeit- und Frequenzbereich verdeutlichen.

reiche Verarbeitung des Signals mit digitalen Methoden möglich. Das ist jedoch noch nicht alles. Wenn ein gültiges mathematisches Modell für die Abtastung gefunden werden soll, muß man eine asynchrone Wandlung unbedingt vermeiden.

rentiation im Zeitbereich identisch ist. Entsprechend ist eine Multiplikation mit z im z -Bereich mit einer Verzögerung um eine Zeiteinheit im Zeitbereich identisch.

Es ist eine Synchronisation des Unterprogramms für die A/D-Wandlung mit dem Hauptprogramm gefordert, damit die Zeit zwischen den einlaufenden Meßwerten auch sicher konstant ist. Nur in diesem Fall ist es möglich, das Verhalten des Systems durch die z -Transformation zu beschreiben.

Nachdem einige wichtige Bedingungen für die z -Transformation dargestellt wurden, stellt der nächste Schritt den Zusammenhang zur Laplace-Transformation her. Das s -Bereich-Modell für verzögerte Signale enthält den exponentiellen Ausdruck $e^{(-skT)}$, was die Anwendung folgender Gleichung erschwert:

$$f(t - kT) \rightarrow e^{(-skT)} \cdot F(s)$$

Glücklicherweise gibt es für diesen speziellen Fall eine andere Transformation, die z -Transformation, die solche zeitlichen Verzögerungen und 'Vorsprünge' leicht verkraftet. Man braucht nur zu substituieren:

$$z = e^{sT}$$

(Zeitvorsprung eines Intervalls) oder:

$$z^{-1} = e^{-sT}$$

(Zeitverzögerung eines Intervalls)

Bild 4.6 zeigt die Zusammenhänge zwischen den Transformationen in einem Diagramm. Als Vorstellungshilfe erinnere man sich daran, daß die Multiplikation mit s im komplexen Frequenzbereich mit der Diffe-

Das Modell der A/D-Wandlung

Im ersten Versuch, die Merkmale eines zeitdiskreten Signals zu beschreiben, stellt man sich den A/D-Wandler am besten als Impulsmodulator vor (siehe Bild 4.7). Wenn der Schalter in der Stellung A steht, entspricht der Ausgang $f^*(t)$ dem Eingang $f(t)$. Schaltet man den Schalter nach B um, so ist der Ausgang stets null. Das Intervall zwischen den Abtastwerten T hängt von der Abtastfrequenz ab, wobei gilt: $f = 1/T$.

In einem realen A/D-Wandler ist der Schalter elektronisch gesteuert und erzeugt eine Folge von Impulsen, deren Amplituden vom Eingangssignal $f(t)$ moduliert werden.

In der Ausgangsimpulsfolge des Impulsmodulators ist die Pulsweite eines jeden Abtastwertes unendlich klein, während die Höhe eine genaue Abbildung der Signalamplitude für diesen Zeitpunkt darstellt. Unter dieser Voraussetzung kann die Impulsfolge aus Bild 4.8 vollständig durch folgende Gleichung beschrieben werden:

$$f^*(t) = f(0) \delta(t) + f(T) \delta(t - T) + f(2T) \delta(t - 2T) + \dots$$

Die Laplace-Transformation der gewichteten Impulsfolge ist:

$$F(s) = f(0) + e^{-sT} f(T) + e^{-s2T} f(2T) + \dots$$

Durch Substitution von $z = e^{-sT}$ gelangt man vom s -Bereich in den z -Bereich:

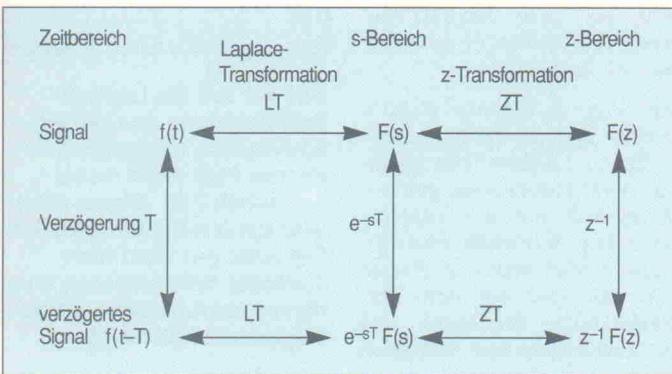
$$F(z) = z^0 f(0) + z^{-1} f(T) + z^{-2} f(2T) + \dots$$

Unser mathematisches Werkzeug reicht nun aus, um die z -Transformation der abklingenden Exponentialfunktion $f(t) = e^{-at}$ zu berechnen, wobei das Signal, wie in Bild 4.9 gezeigt, jede T Sekunden abgetastet wird.

Es zeigt, daß am Ausgang des Impulsmodulators die Datenfolge

$$1, e^{-aT}, e^{-2aT}, \dots$$

Jeder dieser Terme wichtet den dazugehörigen verzögerten Impuls, womit der Zeitbereich des



Würze. Glücklicherweise ist es in der Praxis selten erforderlich solch schwere Geschütze aufzufahren.

Zur Lösung solcher Ungetümme bietet es sich an, die Methode der Partialbruchzerlegung zu verwenden und die dabei entstehenden Terme in Tabellen für die Laplace-Transformationspaare nachzuschlagen. Wenn man genügend Zeit hat, sollte man die Korrektheit dieses mathematischen Rüstzeugs nachvollziehen. Diese Art 'Entspannungstechnik' erhöht gleichzeitig das Vertrauen in die berechneten Ergebnisse.

Die Integration und Differentiation im Zeitbereich bergen keine Geheimnisse. Vorausgesetzt, das Problem wurde sorgfältig modelliert, ergeben klassische Analysen ohne große Mühe elegante Lösungen. Die

Einführung der Elektronenrechner zwang die Ingenieure dazu, sich erneut Gedanken zu machen und alternative Methoden zu entwickeln, um diese Charakteristiken einem Prozessor verständlich zu machen.

Der formelle Zusammenhang zwischen Zeit- und Frequenzbereich wurde zuvor dargestellt. Man kann darin bestimmte Schlüsseloperationen entdecken und den Zusammenhang anhand von Pfeilen beschreiben. In Bild 4.5 ist eine adäquate, doch keinesfalls vollständige Zusammenfassung zu finden.

Zeitdiskrete Signale bestehen aus einer Folge numerischer Werte, die die Amplituden des Signals zum Zeitpunkt der Abtastung darstellen. Angenommen die Abtastfrequenz beträgt mehr als das Doppelte der Signalfrequenz, dann ist eine erfolg-

Bild 4.7. Die periodische Verarbeitung eines kontinuierlichen Signals im Zeitbereich. Die *-Schreibweise symbolisiert das periodische Auftreten des zeitdiskreten Signals alle T Sekunden.

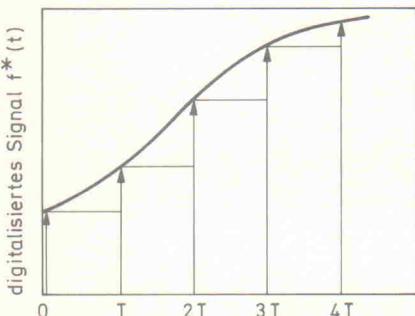
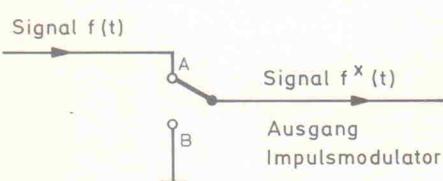
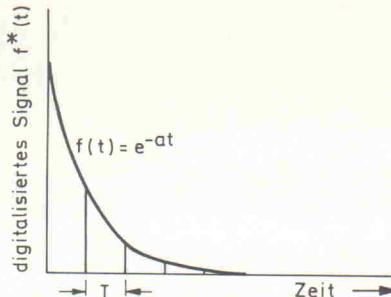


Bild 4.8. Das Modell eines zeitdiskreten Signals als Folge gewichteter δ -Impulse. Wenn das abzutastende Signal durch die Kurve repräsentiert wird und die Zeitspanne jedes Abtastwerts unendlich klein ist, kann das diskrete Signal durch eine Folge gewichteter δ -Impulsfunktionen beschrieben werden, die hier als vertikale Pfeile dargestellt sind.

Bild 4.9. Das Signal
 $f(t) = e^{-at}$ wird alle
 T Sekunden abgetastet.



zeitdiskreten Signals wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$f^*(t) = 1 \delta(t) + e^{-aT} \delta(t-T) + e^{-2aT} \delta(t-2T) + \dots$$

Die Eigenschaften der Impulsfunktion $\delta(t)$ erlauben, die Laplace-Funktion sofort ohne lästige Integration angeben zu können:

$$F(s) = 1 + e^{-aT} e^{-sT} + e^{-2aT} e^{-2sT} + \dots$$

Der Zusammenhang zwischen t , s - und z -Bereich ist Bild 4.6 zu entnehmen. Für die z -Transformation ergibt das:

$$F(z) = 1 + e^{-aT} z^{-1} + e^{-2aT} z^{-2} + \dots$$

Diese Darstellung von $F(z)$ entspricht einer geometrischen Reihe der Form:

$$1 + r + r^2 + r^3 + \dots$$

Unter der Voraussetzung $|r| < 1$

ergibt sich die Summe einer solchen Reihe zu:

$$\frac{1}{1-r} = 1 + r^2 + r^3 + \dots$$

Unter Verwendung dieses Ergebnisses kann man schließlich $F(z)$ in geschlossener Form ausdrücken und schreiben:

$$F(z) = \frac{1}{1 - e^{-aT} z^{-1}}$$

Die Multiplikation von Zähler und Nenner mit z ergibt den normierten Ausdruck:

$$F(z) = \frac{z}{z - e^{-aT}}$$

Sample-and-Hold nullter Ordnung

Ein Großteil der vorangegangenen Analysen war notwendig,

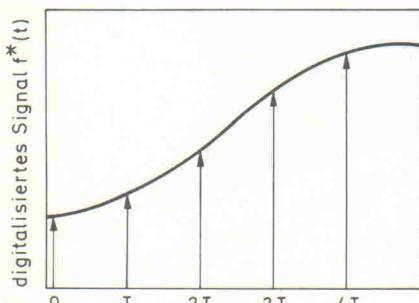


Bild 4.10. Die Betrachtung des zeitdiskreten Signals als Folge gewichteter δ -Impulse.

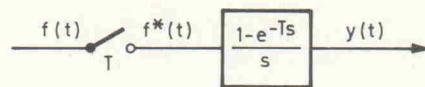


Bild 4.11. Das Übertragungsmodell eines A/D-Wandlers.

$$F^*(s) = \frac{(1 - e^{-Ts})}{s} [f(0) + f(T) e^{-Ts} + f(2T) e^{-2Ts} + \dots]$$

Das Verhalten des Sample-and-Hold-A/D-Wandlers 0. Ordnung kann also durch die folgende Übertragungsfunktion beschrieben werden, deren schematische Darstellung Bild 4.11 zeigt.

$$\frac{F^*(s)}{F(s)} = \frac{(1 - e^{-Ts})}{s}$$

Die Laplace-Transformation der abgetasteten Werte wird am besten in Termen ihrer z -Transformation angegeben. Um die Berechnungen zu vereinfachen, wird bei derartigen Problemen einfach e^{-st} in der Transferfunktion durch z^{-1} substituiert.

$$F(z) = (1 - z^{-1}) \sum \left[\frac{F(s)}{s} \right] = \frac{(z-1)}{z} \sum \left[\frac{F(s)}{s} \right]$$

Das Symbol Z steht für die z -Transformation des eingeklammerten Ausdrucks.

Tabelle 4.2 zeigt einige nützliche Laplace- und z -Transformationspaare.

Nun ein Beispiel, um die Impulsübertragungsfunktion für ein kontinuierliches System zu bestimmen:

$$F(s) = \frac{ka}{s(s+a)}$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \left[\frac{1 - e^{-sT}}{s} \right] F(s)$$

was auch in z -Transformations-Termen ausdrückbar ist:

$$\frac{Y(z)}{X(z)} = (1 - z^{-1}) \sum \left[\frac{ka}{s(s+a)} \right] = \frac{(z-1)}{z} \left[\frac{z(1 - e^{-aT})}{(z-1)(z-e^{-aT})} \right] = \frac{k(1 - e^{-aT})}{z - e^{-aT}}$$

Die resultierende z -Transformation führt zu einer Differentialgleichung. Beim Übergang von der Transformation zu den Folgen benutzt man die in Tabelle 4.3 gezeigte Methode, um das Verhalten des Systems über eine gewisse Zeitspanne und/oder ein Abtastintervall zu bestimmen.

Sicherer Umgang mit den in Tabelle 4.1 aufgelisteten Transformationen erfordert Erfahrung, und der schnellste Weg Erfahrungen zu machen, ist aus Fehlern zu lernen.

In der nächsten Folge: Verwendung der Faltung, um zwischen Frequenz- und Zeitbereich zu wechseln.

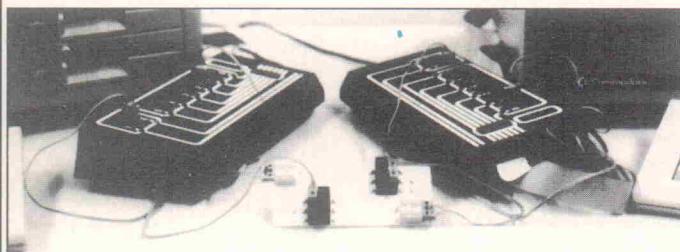
Signal $f(t)$	Transformation $F(s)$	$F(z)$ -Transformation des digitalisierten Signals
$u(t)$ [Schritt]	$\frac{1}{s}$	$\frac{z}{z-1}$
t [Rampe]	$\frac{1}{s^2}$	$\frac{Tz}{(z-1)^2}$
$e^{(-at)}$	$\frac{1}{s+a}$	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$
$e^{(-at)}$	$\frac{a}{s(s+a)}$	$\frac{z(1-e^{-aT})}{(z-1)(z-e^{-aT})}$

Tabelle 4.2. Oft benötigte Laplace- und z -Transformationen.

Sample Nummer	Erwartetes Eingangs-signal	Aktuelles Eingangs-signal	Erwartetes Ausgangs-signal	Aktuelles Ausgangs-signal
n	$x(n-1)$	$x(n)$	$y(n-1)$	$y(n)$
0	0	1	0	0
1	1	1	0	1
2	1	1	1	2
3	1	1	2	3
4	1	1	3	4

Tabelle 4.3.

Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



Lego 'light'

Spielend leichter Einstieg in die Controller-Technik

Nicht für Spielzimmer gedacht sind die Produkte der Lego dacta, sondern für den Schulbereich und die Ausbildung. Bereits seit einigen Jahren gibt es den Lego TC Controller, der sich auch als Starthilfe für jene eignet, die längst im Beruf stehen, aber unter dem Gesichtspunkt der beruflichen Weiterbildung den Einstieg in die technischen Rechneranwendungen jetzt vollziehen wollen oder dies müssen. Programmierkenntnisse in Turbo- oder Quick-Pascal sind erforderlich.

Als 'Unterrichtsvorschlag zur Informatik' bringt der 'TC-Newsletter Nr. 7' jetzt die Signalübertragung mit Lichtleitern ins Spiel – sozusagen. Mit Hilfe einer Lichtschranke aus Leuchtstein und Optosensor sowie der Software Lego TC Controller werden die Grundlagen der Datenkommunikation anschaulich dargestellt. Eine anspruchsvolle Erweiterung und ein Beispiel für die Kommunikation im Computerver-

bund und in der Datenfernübertragung ist das gleichzeitige Senden und Empfangen mit Hilfe einer Interruptsteuerung.

Die bisher erschienenen TC-Newsletter haben folgende Themen:

- Nr. 1 Computersteuerung eines Buggy
- Nr. 2 Steuerung und Regelung eines Industrierobotermodells
- Nr. 3 Datenkodierung am Beispiel eines Codelesers
- Nr. 4 Datenkodierung am Beispiel eines CD-ROM-Modells
- Nr. 5 Computer arbeiten parallel
- Nr. 6 Lego-Objekte und objektorientiertes Programmieren

Weitere Informationen und Bezugssquellenverzeichnis von:

Lego GmbH, Schulbereich
Postfach 12 63
W-2354 Hohenwestedt
Tel.: 0 48 71/2 90

Neue Schulrechner

'Maßgeschneidert' durch Lehrermitarbeit

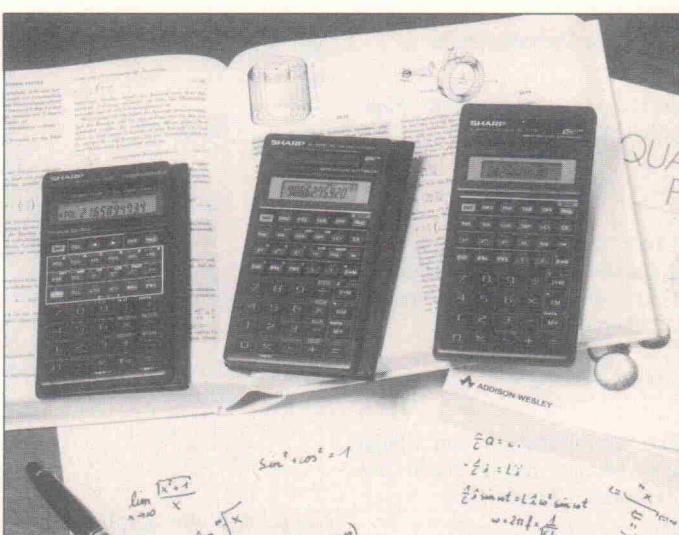
Die neuen Schulrechner EL-531P, EL-520D und 5020 von Sharp wurden laut Hersteller nach den Ergebnissen einer bundesweiten Umfrage bei Lehrern konzipiert, die zunächst Rechnermodelle für die Unterrichtspraxis erhalten hatten und anschließend ihre Kritik äußerten.

Die drei jetzt erschienenen Modelle verfügen über eine 10stellige LC-Anzeige. Zahlen können mit bis zu 10stelliger Mantisse und zwei Exponentenstellen angezeigt werden.

Der 531P hat, bei insgesamt 147 Funktionen, unter anderem einen salzierenden Speicher, 15

Klammeregeln, einen Zufallszahlengenerator und gestattet Prozent- sowie Bruchrechnung. Der 520D, der sich auch als Solarrechner betreiben lässt, weist 20 zusätzliche Funktionen auf, darunter das Rechnen im Hexadezimalsystem und die Umformungen zwischen den Zahlensystemen dezimal, hexadezimal, oktal und binär. Der 5050 schließlich hat 256 eingebaute Funktionen bis hin zur numerischen Integration und ist zusätzlich programmierbar.

Der Hersteller nennt Preisempfehlungen von 29,95 DM, 39,95 DM und 49,95 DM für die neuen Rechnermodelle.



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

Elektronik wird transparent...

...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.** Wir informieren Sie gern näher.



SystemTechnik

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



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 7/91.

MOSFET-Halbbrücken in SMT (2)

Aufgrund ihrer elektrischen und thermischen Eigenschaften eignen sich MOSFET-Halbbrücken insbesondere für Anwendungen mit induktiven Lasten. Dabei sind jedoch die durch Rückströme und Kommutierungseffekte hervorgerufenen Störereinflüsse zu berücksichtigen.

Im praktischen Einsatz der Halbbrücken kommen als induktive Last vornehmlich Motoren vor. In derartigen Anwendungen arbeitet die Inversdiode als Freilaufdiode, sie übernimmt also den Rückstrom. Welche Auswirkungen hat dies auf die thermische Belastbarkeit der Halbbrücken? In Bild 11 ist eine Vollbrücke dargestellt, in der die Transistoren T1 und T3 beziehungsweise T2 und T4 abwechselnd schalten, so daß sich die Spannung an der induktiven Last umpolzt. In Bild 11a ist der Motorstrom I_m eingezeichnet, die Transistoren T1 und T3 sind durchgeschaltet. In Bild 11b sind sämtliche Transistoren gesperrt, es fließt also kein Laststrom. Eingezeichnet ist hier der Rückstrom $I_{rück}$, der über die Dioden D2 und D4 zur Quelle zurückfließt. Wären in Bild 11a die Transistoren T2 und T4 leitend gewesen, würde der Rückstrom nach dem Sperren der Transistoren über die Dioden D3 und D1 fließen. Die Freilaufdioden D1 bis D4 müssen stets vorhanden sein, da andernfalls kein Weg für den Rückstrom zur Verfügung steht. Die Folge wäre ein extrem hoher Spannungsimpuls am Motor, der unweigerlich die komplette Brücke zerstören würde.

Vom Betrag her gleicht dieser Rückstrom dem Motorstrom, der sein Maximum jeweils beim Be-

schleunigen beziehungsweise Abbremsen des Motors erreicht. Obwohl der Rückstrom im Gegensatz zum Laststrom nur kurzzeitig fließt, kann er dennoch maßgeblich an der Gesamtverlustleistung und somit an der Wärmeentwicklung eines MOSFETs beteiligt sein. Die Höhe der Verlustleistung hängt in diesem Fall nicht vom Spannungsabfall zwischen Drain und Source des Transistors im eingeschalteten Zustand ab, sondern vom Spannungsabfall der Dioden in Durchlaßrichtung. Dieser beträgt bei normalen Siliziumdioden rund 0,65 V. Bei den p-Kanal- beziehungsweise n-Kanal-Halbbrücken ist im Datenblatt ein Wert von 1,6 V spezifiziert. Vergleicht man diesen Wert mit dem Spannungsabfall, der im

ungünstigsten Fall im eingeschalteten Zustand entstehen würde ($R_{DS(on)} \cdot I_{max}$), also etwa $0,2 \Omega \cdot 2 A = 0,4$ V, so wird schnell klar, daß selbst in dem relativ kurzen Zeitraum, in dem der Rückstrom fließt, ein beachtlicher Wärmean teil entstehen kann. Derartige Tatsachen werden bei der Schaltungsauslegung schnell übersehen und führen später zu unerklärlichen Ausfällen.

Dieser Sperrverzögerungszeit t_{rr} ist immer dann von Bedeutung, wenn der Motorstrom durch Abschalten der MOSFETs unterbrochen und ein Transistorpaar wieder eingeschaltet wird, bevor der Rückstrom durch die jetzt in Sperrrichtung liegende Diode nicht vollständig ab

gebaut ist (Bild 11c). Aufgrund der endlichen Sperrverzögerungszeit der Diode ist diese noch nicht in der Lage, eine Sperrspannung korrekt zu verarbeiten. Somit entsteht ein Strompfad zwischen dem positiven und negativen Pol, der zu einem Kurzschluß mit dem Strom I_{K1} beziehungsweise I_{K2} führt.

Dieser Kurzschlußstrom ist für die Dauer der Sperrverzögerungszeit dem Laststrom I_{m1} (oder I_{m2}) überlagert. Der Gesamtstrom wird selbstverständlich durch die Einschaltwiderstände der MOSFETs begrenzt. Da diese Widerstände allerdings recht kleine Werte aufweisen, können innerhalb der Sperrverzögerungszeit beachtliche Ströme fließen, die in bestimmten Fällen

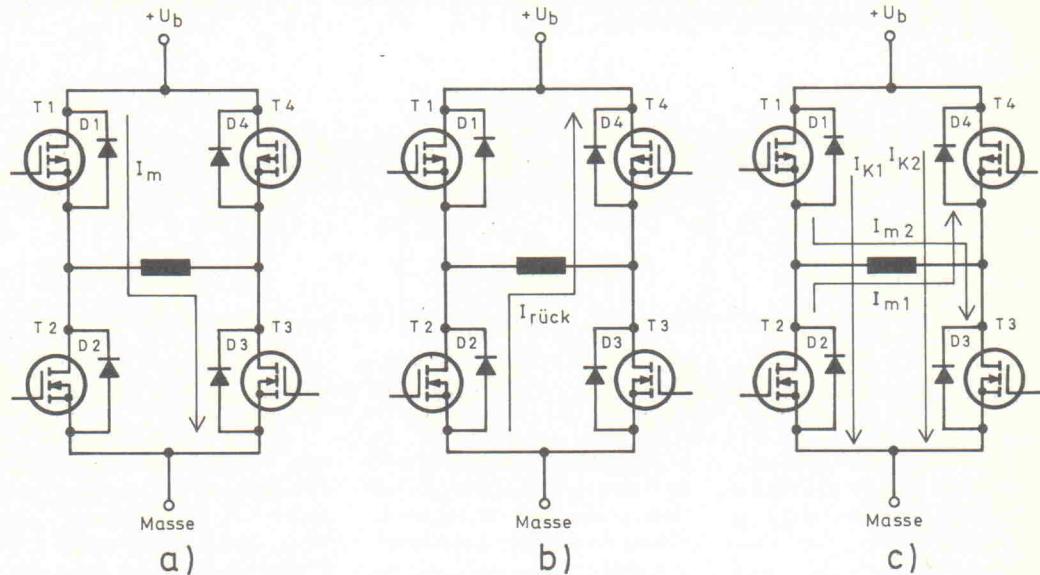


Bild 11. Ströme in einer Vollbrücke mit induktiver Last.

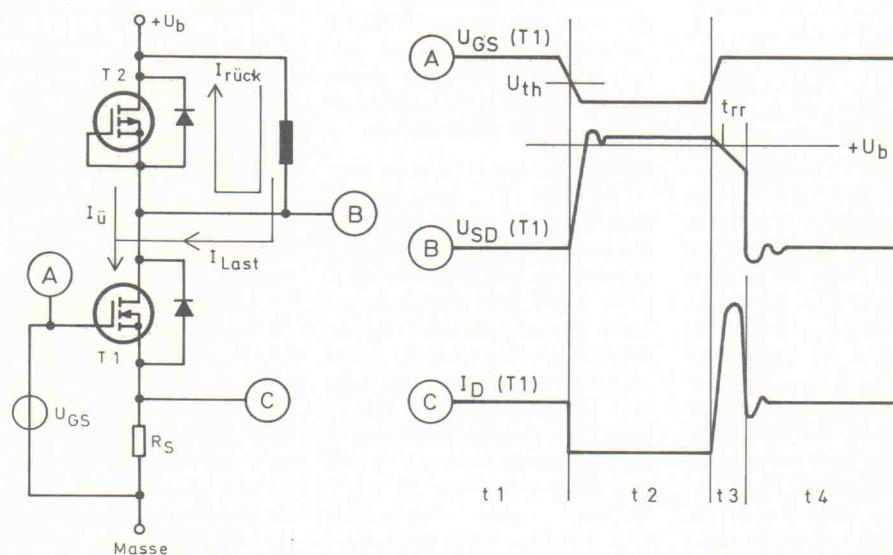


Bild 12. Schaltverhalten bei niederohmiger Ansteuerung.

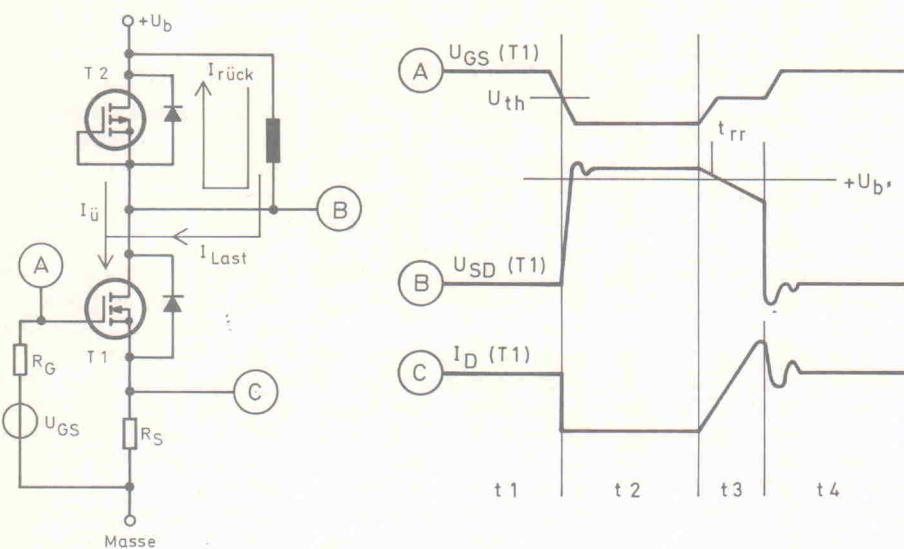


Bild 13. Schaltverhalten mit Gate-Vorwiderstand.

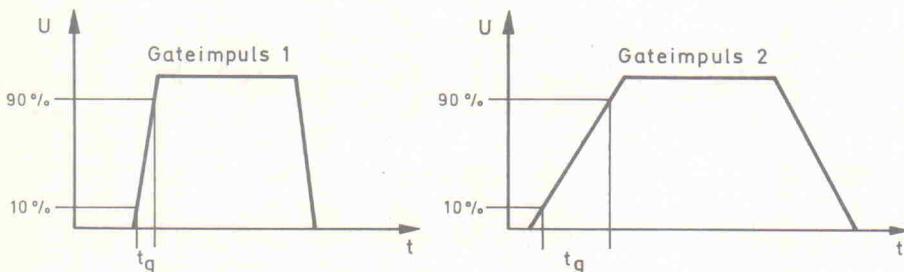


Bild 14. Zur Definition der Schaltzeit t_g .

len sogar den Laststrom übersteigen können. Für die Halbbrücken der Si 995x DY-Reihe beträgt die Sperrverzögerungszeit der integrierten Inversdiode bei einem Laststrom von 2 A und einem dI/dt -Wert von 100 A/ μ s etwa 100 ns.

Wie verhält sich aber die Inversdiode der SMD-Halbbrücken bei einer induktiven Last, wenn die treibende Quelle einen endlichen Innenwiderstand aufweist beziehungsweise die Halbbrücke über einen Gate-Vorwiderstand gesteuert wird? Letzteres entspricht im Prinzip einem endlichen Widerstand der Steuerschaltung, der in der Praxis stets vorhanden ist. Dazu ein Blick auf die Bilder 12 und 13. Die Steuerquelle U_{GS} ist hier als ideal anzusehen, ihr Innenwiderstand beträgt null. Die induktive Last liegt zwischen dem Mittelpunkt der Brücke und dem positiven Betriebspotential; das Gate des oberen p-Kanal-MOSFETs ist direkt mit Source verbunden, um die Diode für diesen Versuch zu isolieren. Der Transistor T2 selbst weist keine elektrisch relevante Bedeu-

tung auf. Diese Meßschaltung stellt im Prinzip eine Simulation der Verhältnisse dar, die in der rechten beziehungsweise linken Brückenhälfte in Bild 11 vorkommen. Der Widerstand R_s dient lediglich als Stromfühler; die an ihm abfallende Spannung lässt Rückschlüsse auf den durch den unteren MOSFET und durch die Inversdiode des oberen MOSFETs fließenden Strom zu. Mit U_{th} ist die Schwellenspannung des MOSFETs bezeichnet.

Während der Zeit t_1 leitet der untere MOSFET T1, der Laststrom fließt über die Induktivität nach Masse. Zu Beginn der Zeitspanne t_2 sperrt der MOSFET, am Meßpunkt B fällt dann nahezu die gesamte Betriebsspannung $+U_b$ ab. Die induktive Last treibt den Strom aber weiter durch die Inversdiode des oberen MOSFETs (Rückstrom). Innerhalb der Zeitspanne t_3 – der Erholphase – entsteht nun ein Kurzschlußstrom, wenn der untere MOSFET erneut eingeschaltet wird, was einen hohen Spannungsabfall am Punkt C verursacht. Hierbei ist selbstverständlich vorausge-

setzt, daß sich der Rückstrom während der Zeit t_2 noch nicht abgebaut hat. Die Richtung des Stroms durch die Inversdiode von T2 kehrt sich um, da die Diode ihre Sperrfähigkeit noch nicht wiedererlangt hat.

Die Stromspitze entsteht also durch eine Überlagerung des Laststroms mit dem entstehenden Kurzschlußstrom. Die Zeitspanne t_3 , also die Dauer des Strommaximums, ist von der Sperrverzögerungszeit t_{rr} der integrierten Inversdiode abhängig, wobei t_{rr} wiederum eine Funktion des Diodenrückstroms und der Anstiegszeit beziehungsweise der Steilheit dI/dt der Stromspitze ist. Es wird deutlich, wie kompliziert die Verhältnisse bei einer doch relativ einfachen Schaltung sind, wenn induktive Lasten vorliegen. Mathematisch erfassen kann man diese Stromüberhöhung, die man auch als Kommutierungsstrom bezeichnet, über das Produkt aus der Gatesteuerspannung U_{GS} des unteren MOSFETs mit der Steilheit g_m dieses Transistors innerhalb der Zeitspanne t_3 :

$$I_{\text{ü}} = U_{GS} \cdot g_m$$

Dazu ein Zahlenbeispiel: Der typische Wert der Steilheit der Halbbrücke Si 9950 DY beträgt für den n-Kanal-Transistor 1,5 S. Jetzt ist noch zu berücksichtigen, daß die Spannung am Gate während der Erholphase t_3 im Mittel nicht so hoch ausfällt wie im vollständig eingeschalteten Zustand. Eine durchaus realistische Annahme geht von einem Drittel der maximalen Gate-Source-Spannung in Höhe von 12 V aus. Die Stromspitze beträgt in diesem Fall $4 \text{ V} \cdot 1,5 \text{ S} = 6 \text{ A}$. Zur Festlegung des Gesamtstroms ist zu diesem Strom noch der Laststrom I_{last} zu addieren.

Mit Ausnahme des Gate-Vorwiderstands R_g ist die Schaltung in Bild 13 identisch mit der in Bild 12. Der Vorwiderstand kann als realer Widerstand vorhanden sein, er kann aber auch durch den Innenwiderstand der Steuerschaltung gegeben sein. Dieser Widerstand reduziert entsprechend der Darstellung in Bild 13 deutlich die Schaltgeschwindigkeit während des Wiedereinschaltens von T2, also während der Zeitspanne t_3 . Durch die Verminderung der Spannungssteilheit dU_{GS}/dt fällt aber gleichzeitig auch der Spannungsspeil während der Erholphase der Inversdiode wesentlich kleiner aus, was wiederum entsprechend der obigen Gleichung auch eine Reduzierung des Strommaximums während des Intervalls t_3 zur Folge hat. Aus dem Bild geht ebenfalls hervor, daß durch das Einfügen des Gate-Vorwiderstands (beziehungsweise durch eine hochohmige Ansteuerschaltung) der Stromanstieg dI/dt der Stromspitze wesentlich kleiner ausfällt, wodurch aber die Dauer der Sperrverzögerungszeit der Inversdiode von t_2 zunimmt. Ein Vorwiderstand verlängert somit die Erholphase t_3 , er reduziert hingegen die Stromamplitude.

Dieser Umstand läßt sich durch einfache mathematische und physikalische Zusammenhänge erklären. Die Sperrverzögerungszeit wird dadurch verursacht, daß ein Teil der in der Raumladungszone der Diode gespeicherten Ladung noch ausgeräumt werden muß. Für die zeitliche Änderung der Ladung gilt:

$$dQ = I_{\text{ü}} \cdot dt$$

Mit dt ist hier die Zeitspanne der Erholphase bezeichnet. Aus der Gleichung ist zu ersehen, daß der

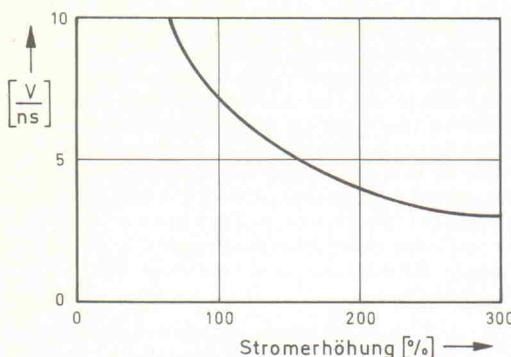


Bild 15.
Diagramm zur
Ermittlung
sicherer
 dU_{DS}/dt -
Werte.

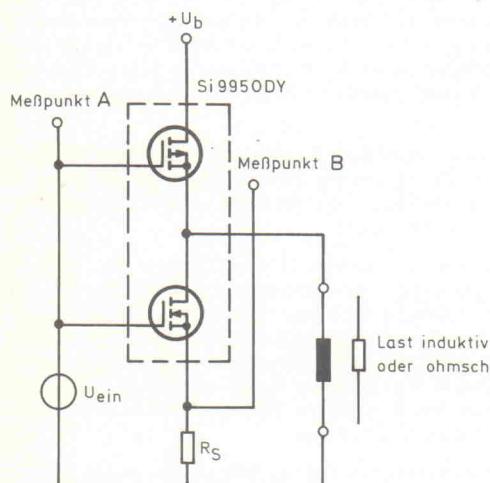


Bild 16.
Meßschaltung zur
Demonstration
der Stromspitzen
bei Gleichtaktan-
steuerung.

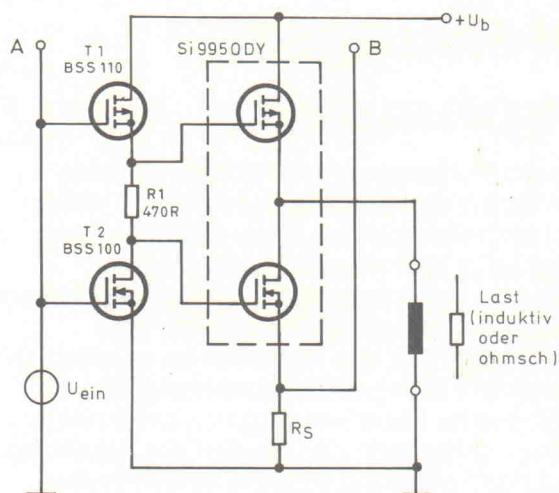


Bild 18. Zwei zusätzliche Kleinsignal-FETs führen zu einem Schaltvorgang ohne ausgeprägte Stromspitzen.

Ausräumvorgang bei kleineren Strömen $I_{ü}$ länger andauert. Beim Strom $I_{ü}$ handelt es sich um den Kurzschlußstrom, der in entgegengesetzter Richtung des Rückstroms $I_{Rück}$ fließt. Der Rückstrom bringt also die Ladung in die Raumladungszone ein, die der Strom $I_{ü}$ wieder ausräumt.

Es sei noch angefügt, daß der Wirkungsgrad einer Brücke entsprechend Bild 11 durch eine Reduzierung der Rückstromspitze nicht ansteigt, sondern kleinere Werte annimmt. Andererseits ist eine Reduzierung der Rückstromspitze immer dann von Vorteil, wenn es auf geringe Störstrahlung (EMV) ankommt. Für die Dimensionierung des passenden Vorwiderstandes gibt es im Grunde keine exakten mathematischen Zusammenhänge. Die Auswahl richtet sich in erster Linie nach der gewünschten Sperrverzögerungskarakteristik sowie nach der zulässigen elektromagnetischen Störstrahlung. Im Prinzip ist die Schaltzeit experimentell und mit einigen Kompromissen zu ermitteln, wobei von Fall zu Fall zu entscheiden ist, ob die bei einer Abflachung der Schaltflanke ge-

mäß Bild 13 zusätzlich entstehenden Schaltverluste noch akzeptabel sind. Zur Erinnerung: Die Schaltzeit t_g in Bild 14 ist als diejenige Zeit definiert, die die Flanke benötigt, um von 10 % bis auf 90 % ihres Endwertes zu gelangen.

Bezüglich einer Reduzierung der Schaltgeschwindigkeit ist zu überlegen, wie stark die Schaltverluste in den Gesamtwirkungsgrad eingehen, da Schaltverluste nur zu den Zeitpunkten auftreten, an denen der Transistor entweder ein- oder ausschaltet. Dieser Zeitraum ist beispielsweise bei einem Schaltnetzteil wesentlich kürzer als die gesamte Einschaltdauer einer Periode (etwa 1 %...5 %), so daß in diesem Fall eine Verringerung der Schalt-

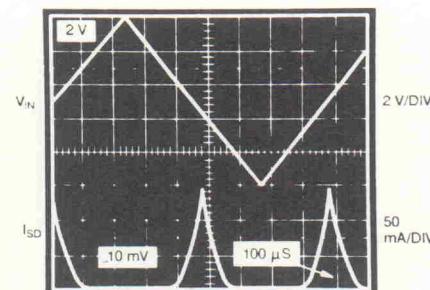
verluste den Gesamtwirkungsgrad nicht wesentlich erhöht. Ähnliches gilt auch für Motorsteuerungen.

Nach Ablauf der Zeit t_3 kann die Spannungssteilheit dU_{DS}/dt sehr hohe Werte annehmen. Die Höhe dieser Spannungssteilheit, die man auch als Kommutierungssteilheit bezeichnet, ist wiederum eine Funktion der Stromsteilheit di/dt sowie der Höhe der Stromspitze während der Erholphase der Inversdiode. Auf zu hohe Werte der Spannungssteilheit reagieren sämtliche MOSFETs, also nicht nur die in diesem Beitrag beschriebenen SMD-Halbbrücken, sehr empfindlich. Die Darstellung in Bild 15 zeigt den Bereich der 'sicheren Spannungssteilheiten' nach Ablauf der Zeitspanne t_3 , die bei einer Zunahme des Diodenstroms durch den zusätzlichen Kommutierungsstrom während der Erholphase noch erlaubt sind, ohne daß eine Gefahr für den MOSFET besteht.

Steigt der Diodenstrom wegen des unvermeidlichen zusätzlichen Kommutierungsstroms während der Zeit t_3 beispielsweise um 100 % an (Verdopplung) – dies ist in Bild 13 an Meßpunkt C nach Ablauf von t_3

näherungsweise der Fall –, so darf die maximale Spannungssteilheit etwa 7 V/ns betragen. Aufgrund der Zeitverhältnisse (Sperrverzögerungszeit $t_{irr} \gg 1$ ns) läßt sich ein Wert von 7 V/ns in den Bildern 12 und 13 nicht darstellen. Mit einem Oszilloskop kann man den Effekt jedoch sehr gut nachweisen. Die Kurve in Bild 15 gilt jedoch nur für den Fall, daß die Spannung am Transistor mindestens 85 % der Durchbruchspannung des MOSFETs beträgt. Bei der SMD-Halbbrücke Si 9954 DY ($U_{max} = 50$ V) sind dies 42,5 V. Hierdurch verfügt man insbesondere beim Arbeiten mit geringen Spannungen nur noch über kleine Reserven für Überspannungen, in diesem Beispiel nur 7,5 V. Eine tiefgreifende Verbesserung können hier in Zukunft moderne DMOS-Strukturen bringen, die auf derartige Kommutierungssteilheiten wesentlich unempfindlicher reagieren. Sofern man von vornherein eine Betriebsspannung wählt, die etwa 60 % der Maximalspannung oder weniger beträgt, steigen die Reserven für Überspannungen auf derart sichere Werte an, daß man sich keine Gedanken über diesen Effekt zu machen braucht.

Bild 17. Oszillosgramm für die Meßpunkte A (oben) und B (unten) der Schaltung aus Bild 16.



SMD-Halbbrücken kann man nicht nur in Leistungsstufen einsetzen, sondern auch in Steuerstufen. Die Halbbrücken Si 9950 DY und Si 9954 DY lassen sich vorteilhaft als Ansteuerbaustein in derartigen Steuerstufen einsetzen. In der einfachsten Form schaltet man dabei die beiden Gateanschlüsse parallel.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 9/91.

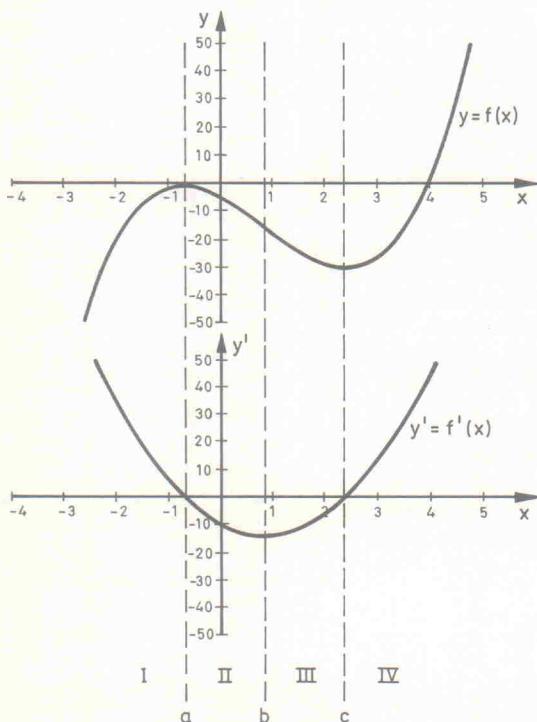
Ableitungen anschaulich

Ein stures Vorgehen nach mathematischen Regeln ist für den praktischen Alltag in vielen Fällen nicht sinnvoll und bedeutet auch nicht zwangsläufig, daß man die betrachteten technischen Zusammenhänge tatsächlich erkennt und begreift. Dies gilt besonders für das Differenzieren. Für den Praktiker ist es nämlich in den meisten Fällen viel zu aufwendig, die Ableitung einer Funktion exakt zu berechnen. Allerdings sollte man den Verlauf der Ableitung anhand des Funktionsgraphen einigermaßen genau abschätzen können.

Überhaupt ist das richtige Interpretieren einer Gleichung oder eines Funktionsgraphen in der Praxis viel wichtiger als die exakte Berechnung nach vorgegebenen mathematischen Methoden. Unabhängig davon ist zur richtigen Beurteilung mathematischer Zusammenhänge und Funktionsverläufe natürlich nur derjenige in der Lage, der im Fall der Fälle auch die exakte Berechnung durchführen könnte.

Das Ableiten eines Polynoms ist besonders einfach – dies wurde bereits im letzten Beitrag deutlich. Dort war ein Polynom mit sämtlichen relevanten Ableitungen abgebildet, die nun etwas genauer untersucht werden sollen. Der direkte Vergleich zwischen dem Funktionsgraphen $y = f(x)$ und seiner ersten Ableitung führt bei näherer Betrachtung zu einigen grundlegenden Erkenntnissen. Die beiden in Bild 1 dargestellten Graphen sind untereinander gezeichnet und in vier Bereiche eingeteilt. Im Bereich I vollzieht der Funktionsgraph $y = f(x)$ eine Rechtskrümmung, wobei die Steigung allmählich abnimmt. Der Graph steigt von links nach rechts an – die Steigung der Kurve ist also positiv.

Bild 1. Kurvenverlauf eines Polynoms dritten Grades und die zugehörige erste Ableitung. An den Maximal- und Minimalstellen der Stammfunktion nimmt die erste Ableitung den Wert Null an.



Die Ableitung einer Funktion gibt Auskunft über die Steigung des Funktionsgraphen. Dementsprechend nimmt der Funktionswert der Ableitung $y' = f'(x)$ in Bild 1 allmählich ab. Zudem ist der Funktionswert von $y' = f'(x)$ in diesem Bereich positiv. Der Graph der Ableitung erreicht die Abszisse (der Funktionswert der Ableitung wird zu Null), wenn der Graph der Funktion $y = f(x)$ nicht mehr steigt. Dies ist genau an der Stelle der Fall, bei der sich die Steigung von links unten nach rechts oben umkehrt in eine Steigung (beziehungsweise Gefälle) von links oben nach rechts unten. Diese Stelle ($x = a$) ist von besonderem Interesse: Es handelt sich hierbei um ein Funktionsmaximum. Im Bereich II ist die Steigung von $y = f(x)$ negativ. Entsprechend verläuft der Graph von $y' = f'(x)$ unterhalb der Abszisse.

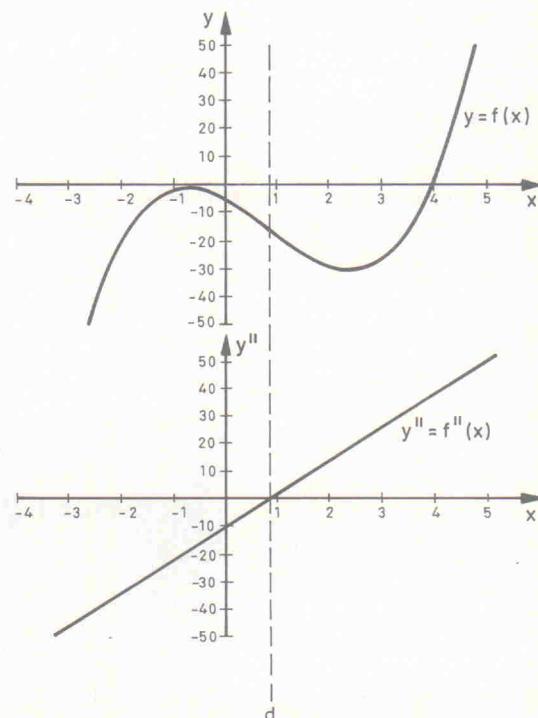
Der nächste zu erörternde Punkt ist die Übergangsstelle zwischen Bereich II und III ($x = b$), denn hier ändert sich die Krümmung des Funktionsgraphen $y = f(x)$. Der Kurvenverlauf war zunächst rechts gekrümmt und ändert sich nun in eine Linkskrümmung. Diejenige Stelle, an der sich die Krümmung von rechts nach links (oder umgekehrt) ändert, bezeichnet man als Wendepunkt. Interessanterweise nimmt die Steigung der Ableitung $y' = f'(x)$ im Wendepunkt den Wert Null an. In diesem Punkt verläuft der Graph der Ableitung parallel zur Abszisse des Koordinatensystems.

Innerhalb des Bereichs III nimmt der Betrag der Steigung des Funktionsgraphen allmählich wieder ab. Entsprechend strebt der Graph der Ableitung wieder gegen die Abszisse. Zwischen Bereich III und Bereich IV liegt der nächste interessante Punkt:

Der Funktionsgraph weist an der Stelle $x = c$ ein Minimum auf. Der Graph der Ableitung kreuzt hier die Abszisse und nimmt in diesem Punkt den Wert Null an. Wie oben bereits festgestellt wurde, kreuzt der Graph der Ableitung auch bei einem Funktionsmaximum die Abszissenachse. Folgerichtig gibt die Ableitung einer Funktion also Auskunft über mögliche Maxima und Minima einer Funktion: Exakt an diesen Stellen nimmt die Ableitungsfunktion den Wert Null an. Diese Tatsache kann bei technischen Problemen äußerst hilfreich sein.

Bild 2 läßt einen direkten Vergleich der Graphen $y = f(x)$ und $y'' = f''(x)$ zu. Hier existiert eine bemerkenswerte Stelle: Am Wendepunkt $x = d$ ($= b$ in Bild 1) beträgt die Funktion $y'' = f''(x)$ nämlich Null. Dies war zu erwarten, denn an dieser Stelle nimmt die Steigung der Funktion $y' = f'(x)$

Bild 2. Polynom aus Bild 1 mit zugehöriger zweiter Ableitung. An den Wendepunkten der Stammfunktion beträgt die zweite Ableitung Null.



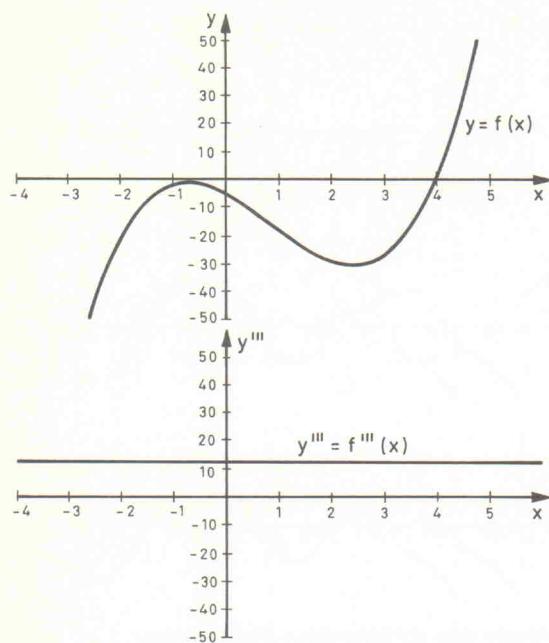
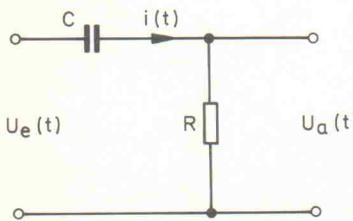


Bild 3. Polynom aus Bild 1 mit zugehöriger dritter Ableitung.



**Bild 4.
Ein RC-Differenzierglied bringt den direkten Bezug zur Differentiation in der Mathematik.**

den Wert Null an, und die Funktion $y'' = f''(x)$ gibt bekanntlich die Steigung der Funktion $y' = f'(x)$ wieder. An derjenigen Stelle, an der der Funktionswert der zweiten Ableitung zu Null wird, weist die Funktion $y = f(x)$ demzufolge einen Wendepunkt auf. Auch diese Tatsache läßt sich nutzbringend auf technische Problemstellungen anwenden.

In Bild 3 sind die Funktionsgraphen von $y = f(x)$ und $y''' = f'''(x)$ geübergestellt. Diese Kombination ergibt allerdings keine praktisch verwertbaren Erkenntnisse mehr. Das gleiche gilt für alle weiteren Ableitungen. Vergleicht man allerdings die zweite Ableitung (Bild 2 unten) und die dritte Ableitung (Bild 3 unten) unter dem Gesichtspunkt, daß es sich bei der dritten Ableitung um die erste Ableitung der zweiten Ableitung handelt, kommt man zu dem Schluß, daß der Differentialquotient konstant ist, wenn der Graph der Funktion geradlinig verläuft. Verläuft der Graph einer Funktion waagerecht, so ist der Differentialquotient gleich Null.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen ist es möglich, den Verlauf der Ableitung einer Funktion qualitativ abzuschätzen, ohne diese wirklich zu berechnen.

Ein typisches Beispiel aus der Praxis ist das in Bild 4 wiedergegebene RC-Differenzierglied. Um den grafischen Verlauf des Stromes durch den Kondensator C zu erhalten, muß man den Spannungsverlauf differenzieren. Somit gilt die mathematische Aussage:

$$i_C = C \cdot \frac{du_e}{dt}$$

Der grafische Verlauf des Stromes gibt zu jedem Zeitpunkt die Steigung der Eingangsspannung an. Um nun die Ausgangsspannung des Differenziergliedes zu erhalten, ist dieser Strom noch mit dem Wert des Ausgangswiderstandes R zu multiplizieren:

$$u_a = R \cdot C \cdot \frac{du_e}{dt}$$

Die Ausgangsspannung des Differenziergliedes verläuft qualitativ also wie der Differentialquotient der Eingangsspannung. Allein aus dieser

Tatsache heraus kann man den Kurvenverlauf der Ausgangsspannung bereits abschätzen. In Bild 5 ist das Oszillosgramm für ein Differenzierglied dargestellt. Der obere Kurvenzug (Rechteckspannung) beschreibt die Eingangsspannung, der untere Kurvenzug die Ausgangsspannung. Die Ausgangsspannung ist immer dann groß, wenn die Steigung der Eingangsspannung einen hohen Wert aufweist. Bei einer Rechteckspannung ist die Steigung an der ansteigenden Flanke sehr groß. Solange diese Steigung andauert, erhält man am Ausgang eine hohe positive Spannung in Form eines Nadelimpulses. Bei der abfallenden Flanke einer Rechteckspannung ist die Steigung ebenfalls sehr groß, allerdings negativ gerichtet. Entsprechend erhält man am Ausgang kurzzeitig einen hohen negativen Spannungswert. Zwischen der ansteigenden und der abfallenden Flanke eines Rechtecks verläuft die Spannung auf konstantem Niveau – die Steigung beträgt Null. Entsprechend erhält man am Ausgang eines idealen Differenzierglieds während dieser Zeitspanne keine Spannung.

Ein weiteres Beispiel ist in Bild 6 abgebildet. Hier wurde auf den Eingang des Differenziergliedes eine dreieckförmige Spannung gegeben. In Bild 7 verläuft die Eingangsspannung sägezahnförmig. Es sollte nun nicht mehr schwerfallen, die jeweilige Ausgangsspannung zu interpretieren. Dabei spielt die Zeitkonstante $\tau = R \cdot C$ eine wichtige Rolle für die Form der Ausgangsspannung.

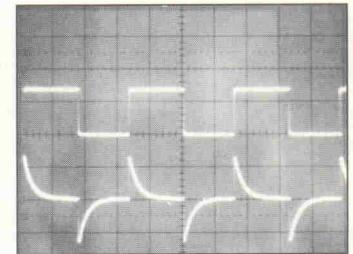
Auch ein Transformator überträgt grundsätzlich nur Änderungen der Eingangsspannung – also deren Steigung. Eine Eingangsspannung ohne Steigung ist eine Gleichspannung, die von einem Transformator bekanntlich nicht übertragen werden kann. Somit kann man auch für einen Transformator die Regeln des Differenzierens heranziehen, um den Verlauf der Ausgangsspannung bei gegebener Eingangsspannung abzuschätzen.

Die Energieübertragung erfolgt beim Transformator gemäß dem Induktionsgesetz:

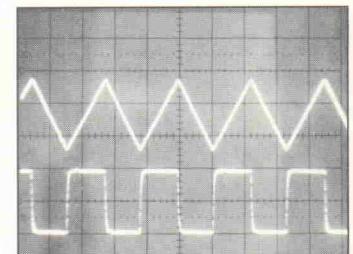
$$u = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

Dabei ändert sich der magnetische Fluß ϕ in Abhängigkeit vom Strom i, der die speisende Primärwicklung durchströmt. Die Ausgangsspannung ergibt sich demnach durch Differenzieren des durch die Primärwicklung

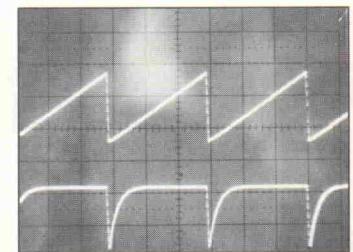
**Bild 5.
Oszillosgramm der Ein- und Ausgangsspannung eines Differenzierglieds. Die Eingangsspannung ist hier rechteckförmig.**



**Bild 6.
Wie Bild 5, jedoch mit dreieckförmiger Eingangsspannung.**



**Bild 7.
Wie Bild 5, jedoch mit sägezahnförmiger Eingangsspannung.**



fließenden Stroms. Dieser wiederum ist abhängig von der anliegenden Primärspannung. Wenn man eine Konstante K für alle bislang nicht berücksichtigten Faktoren einführt, kann man vereinfachend schreiben:

$$u_a = K \cdot du_e/dt$$

Trotz der Abschätzmethoden müssen Ableitungen in der Elektrotechnik oft mathematisch exakt durchgerechnet werden. Dies gilt vor allem dann, wenn es um die Dimensionierung von Bauteilen oder um die Optimierung einer Schaltung geht. Wie man dabei vorgeht, soll Thema der nächsten Beiträge sein.

Den Abschluß bildet wieder ein kleines GFA-BASIC-Programm. Es ist in der Lage, bei gegebenem Verlauf der Eingangsspannung $u_e(t)$ den Verlauf der Ausgangsspannung $u_a(t)$ eines unbelasteten RC-Differenzierglieds zu berechnen und grafisch darzustellen. Zusätzlich wird auch der Strom $i(t)$ angezeigt. Als Eingabewerte benötigt das Programm die Bauteilwerte für R und C sowie die Länge des zu betrachtenden Zeitintervalls. Da die Rechnung vollständig numerisch mit begrenzter Genauigkeit erfolgt, müssen Bauteilwerte und Zeitintervall zusammenpassen. Zu große Zeitintervalle führen zu falschen Ergebnissen. Eventuell sind mehrere Startversuche mit unterschiedlichen Zeitintervallen notwendig, um ein brauchbares Ergebnis zu erhalten. Ansonsten ist die Anwendung des Programms problemlos. Es bietet sich besonders an, um den Einfluß des Eingangsspannungsverlaufs und der Bauteildimensionierung auf die Ausgangsspannung zu untersuchen. Damit ist es möglich, unbelastete RC-Glieder vollständig am Computer – ohne praktischen Aufbau – zu entwerfen. Die Eingabe der Eingangsspannung erfolgt unter der Prozedur 'Eingangsspannung' an der dafür gekennzeichneten Stelle im Programmlisting. Zeitangaben sollten dabei auf die Intervallgröße normiert werden. Um die Programmierung der Eingangsspannung zu vereinfachen, folgen hier fünf Beispiele.

1. Rechteckimpulsfolge, Intervalllänge 1 s, Impulsdauer = Pausendauer = 200 ms, Amplitude der Eingangsspannung 12 V:

```
IF t>0*intervall
ue=0
ENDIF
IF t>0.2*intervall
ue=12
ENDIF
IF t>0.4*intervall
ue=0
ENDIF
IF t>0.6*intervall
ue=12
ENDIF
IF t>0.8*intervall
ue=0
ENDIF
```

Wird eine Intervalllänge von 0,5 s eingegeben, ändert sich bei diesem Beispiel die Impuls- und Pausenzeiten auf jeweils 100 ms. Wenn man das nicht möchte, muß der Bezug zur Intervalllänge (*intervall) entfernt werden.

2. sinusförmige Eingangsspannung mit $f = 1/\text{Intervall}$ und einer Amplitude von 6 V:

$$ue=6*\sin(2*\pi*t)$$

Ausgleichsvorgang Differenzierglied

$t = 0.1 \text{ s}$
 $C = 0.001 \text{ F}$
 $R = 8 \Omega$
 $U_{\max} = 9 \text{ V}$
 $U_{\min} = -6 \text{ V}$
 $U_{\max} = 9 \text{ V}$
 $U_{\min} = -6.84 \text{ V}$
 $I_{\max} = 1.078 \text{ A}$
 $I_{\min} = -0.82 \text{ A}$

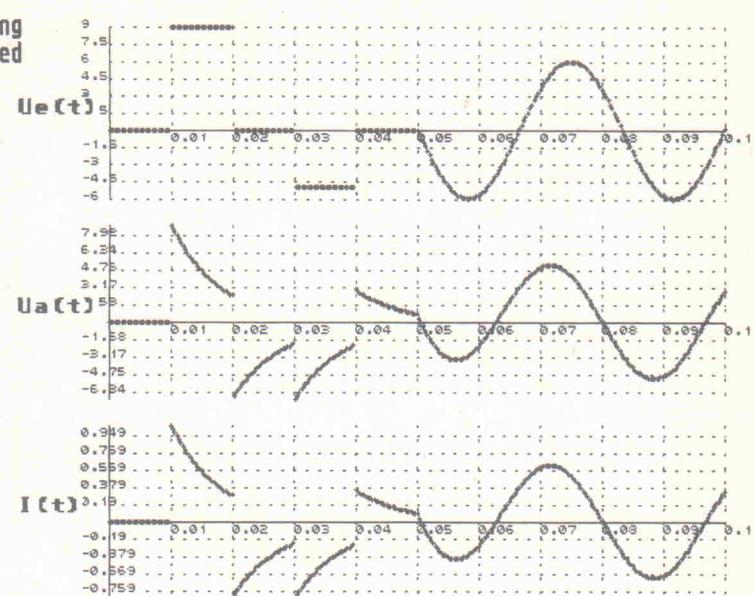


Bild 8. Hardcopy des vorgestellten Programms mit den Eingangswerten $R = 8 \Omega$, $C = 1000 \mu\text{F}$ und Intervall $t = 0,1 \text{ s}$.

Ausgleichsvorgang Differenzierglied

$t = 0.2 \text{ s}$
 $C = 0.000022 \text{ F}$
 $R = 390 \Omega$
 $U_{\max} = 12 \text{ V}$
 $U_{\min} = 0 \text{ V}$
 $U_{\max} = 1.286 \text{ V}$
 $U_{\min} = -10.814 \text{ V}$
 $I_{\max} = 0.003 \text{ V}$
 $I_{\min} = -0.026 \text{ A}$

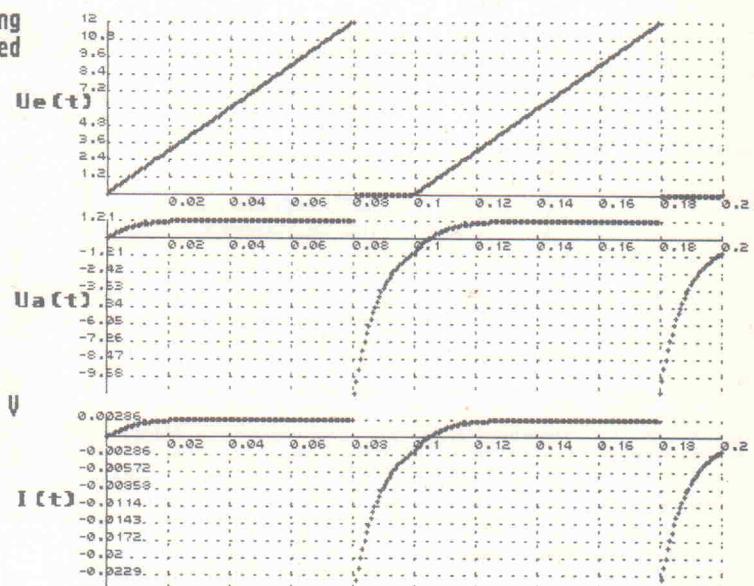


Bild 9. Hardcopy für eine sägezahnförmige Eingangsspannung. Besonders interessant ist ein Vergleich mit Bild 7.

3. Einschaltvorgang, Intervalllänge 0,1 s, Amplitude 1 V. Das Einschalten erfolgt in der Mitte des Intervallbereichs:

```
IF t>0*intervall
ue=0
ENDIF
IF t>0.5*intervall
ue=1
ENDIF
```

4. Rampenfunktion, Amplitude 24 V:

$$ue=24*t/intervall$$

5. Sägezahnspannung mit einer Amplitude von 12 V. Die Rampe steigt unabhängig von der Intervallgröße innerhalb von 80 ms von 0 V auf 12 V:

```

IF t>0
ue=12*t/0.08
ENDIF
IF t>0.08
ue=0
ENDIF
IF t>0.1
ue=12*(t-0.1)/0.08
ENDIF
IF t>0.18
ue=0
ENDIF
IF t>0.2
ue=12*(t-0.2)/0.08
ENDIF

```

Man kann natürlich auch gemischte Spannungsformen programmieren. Der Verlauf der Eingangsspannung hängt lediglich von der Phantasie des Programmierers ab.

Ein Ausdruck des vom Programm generierten Ergebnisses ist ebenfalls möglich; Bild 8 zeigt ein Beispiel. Dieses Bild entstand mit folgenden Eingabewerten: Intervall $t = 0,1$ s, $C = 1000 \mu F$ und $R = 8 \Omega$. Die Eingangsspannung verursacht zunächst einen positiven Impuls mit einer Amplitude von +9 V und einer Breite von 10 ms. Nach einer Pause von 10 ms wird ein negativer Impuls mit einer Amplitude von -5 V generiert. Die Impulsbreite beträgt wiederum 10 ms. Nach einer weiteren Pause von 10 ms erscheint am Eingang des Differenziergliedes eine sinusförmige Spannung. Die Frequenz dieser Spannung beträgt $3/\text{Intervall}$, hier also $3/0,1$ s; somit beträgt die Frequenz 30 Hz. Dieser Eingangsspannungsverlauf ist im abgedruckten Programmlisting bereits enthalten und kann als weiteres Beispiel für die Eingabe dienen.

Ein zweites Beispiel ist in Bild 9 wiedergegeben. Der Verlauf der Eingangsspannung entspricht dem obigen Programmierbeispiel 5 (Rampenspannung). Die Bauteilwerte betragen dabei $R = 390 \Omega$ und $C = 22 \mu F$, für die Intervalllänge gilt $t = 0,2$ s. An diesem Ausdruck sind die Eigenarten der Ableitung besonders deutlich wiederzuerkennen. Während des Anstiegs der Sägezahnspannung bleibt die Ableitung konstant (etwa 1,21 V). Der negativ gerichtete Sprung von +12 V nach 0 V führt nach dem Ableiten zu einer kurzen, nadelförmigen Spannung mit einer Amplitude von rund -10 V. Interessant ist ein Vergleich der berechneten Kurvenform aus Bild 9 mit dem tatsächlich gemessenen Verlauf der Ausgangsspannung in Bild 7.

```

REM ein Programm zur Serie Mathematik für Elektroniker
REM von F.-P. Zantis
REM Sprache: GFA-Basic 2.0
CLS
HIDEM
PRINT AT(16,2);"Numerische Berechnung von Ausgleichsvorgängen"
PRINT AT(16,3);"====="
PRINT AT(16,5);" bei einem Differenzierglied"
PRINT AT(16,6);" ====="
PRINT AT(40,10);" || I(t)"
PRINT AT(40,11);"-----||----->-----+-----"
PRINT AT(40,12);" || C || "
PRINT AT(40,13);" "
PRINT AT(40,14);"Ue(t) | R Ua(t)"
PRINT AT(40,15);" | "
PRINT AT(40,16);" -"
PRINT AT(40,17);" | "
PRINT AT(40,18);"-----+-----"
PAUSE 50
CLEAR
PRINT AT(5,9);"Eingabe der Variablen"
PRINT AT(5,10);"-----"
PAUSE 25
PRINT AT(5,11)
INPUT " R in Ohm ";r
INPUT " C in Mikrofarad ";c
csc/1000000
INPUT " Zeitintervall in Sekunden ";intervall
CLS
PRINT AT(10,10);"Bitte etwas Geduld!"
PRINT AT(10,12);"Die Startwerte werden festgelegt."
GOSUB startwerte
PRINT AT(10,13);"Berechnung der Einzelwerte."
GOSUB werteberechnen
PRINT AT(10,14);"Berechnung der Koordinatensysteme."
GOSUB grenzen
PRINT AT(10,15);"Berechnung der Grafik. (Anschließend Grafikausgabe!)"
CLS

```

```

GOSUB grafik
DO
  PRINT AT(1,24); "H=Hardcopy N=Neustart Q=Quit"
  z$=INP(2)
  IF z$=81 OR z$=113
    QUIT
  ENDIF
  IF z$=72 OR z$=104
    PRINT AT(1,24);"
    PAUSE 50
    HARDCOPY
    PAUSE 50
  ENDIF
  IF z$=78 OR z$=110
    RUN
  ENDIF
LOOP
END
PROCEDURE startwerte
t=0
ua=0
i=0
h=intervall/300
DIM t$(intervall/h), ue$(intervall/h), ua$(intervall/h), i$(intervall/h)
RETURN
REM *****
REM an dieser Stelle die Eingangsspannung eingeben
REM *****
PROCEDURE eingangsspannung
  IF t>0*intervall
    ue=0
  ENDIF
  IF t>0.1*intervall
    ue=9
  ENDIF
  IF t>0.2*intervall
    ue=0
  ENDIF
  IF t>0.3*intervall
    ue=-5
  ENDIF
  IF t>0.4*intervall
    ue=0
  ENDIF
  IF t>0.5*intervall
    ue=6*SIN(2*PI*i/intervall*3*t)
  ENDIF
RETURN
REM *****
PROCEDURE crglied
  REM **** Eingangsspannung differenzieren ****
  ueu=ue
  t=t-h
  GOSUB eingangsspannung
  due=(ueu-ue)/h
  t=t+h
  REM *****
  dua=due-ua/(r*c)
  di=dua/r
RETURN
PROCEDURE strom
  GOSUB eingangsspannung
  GOSUB crglied
  i=i+h*di
RETURN
PROCEDURE ausgangsspannung
  GOSUB eingangsspannung
  GOSUB crglied
  ua=ua+h*dua
RETURN
PROCEDURE werteberechnen
  FOR n% = 0 TO intervall/h
    GOSUB eingangsspannung
    ue(n%)=ue
    GOSUB ausgangsspannung
    ua(n%)=ua
    GOSUB strom
    i(n%)=i
    t(n%)=t
    t=t+h
  NEXT n%
RETURN
REM *****
REM Achsenkreuz dimensionieren
REM *****
PROCEDURE grenzen
  FOR n% = 0 TO intervall/h
    REM Hoechstwerte suchen
    IF i(n%)>igroesst
      igroesst=i(n%)
    ENDIF
    IF ue(n%)>uegroesst

```

```

uegroesst=ue(n%)
ENDIF
IF ua(n%)>ugroesst
ugroesst=ua(n%)
ENDIF
REM Niedrigstwerte suchen
IF i(n%)<iniedrigst
iniedrigst=i(n%)
ENDIF
IF ue(n%)<ueniedrigst
ueniedrigst=ue(n%)
ENDIF
IF ua(n%)<uaniedrigst
uaniedrigst=ua(n%)
ENDIF
NEXT n%
RETURN
REM *****
REM Werte anzeigen
REM *****
PROCEDURE grafik
REM Bauteildaten angeben
PRINT AT(2,2); "Ausgleichsvorgang"
PRINT AT(2,3); "Differenzierglied"
PRINT AT(2,10); "t = :intervall;" s"
PRINT AT(2,11); "C = ";c;" F"
PRINT AT(2,12); "R = ";r;" Ohm"
PRINT AT(2,13); "Umax = ";INT(ugroesst*1000)/1000;" V"
PRINT AT(2,14); "Umin = ";INT(ueniedrigst*1000)/1000;" V"
PRINT AT(2,15); "Umax = ";INT(ugroesst*1000)/1000;" V"
PRINT AT(2,16); "Umin = ";INT(uaniedrigst*1000)/1000;" V"
PRINT AT(2,17); "Imax = ";INT(igroesst*1000)/1000;" A"
PRINT AT(2,18); "Imin = ";INT(iniedrigst*1000)/1000;" A"
REM Voreinstellung
y1=1.0E-150
y0=-y1
x0=0
x1=intervall
plx=200
REM Position der Achsenkreuze Anfang
DATA 25,140,255
REM Position der Achsenkreuze Ende
laenge=400
hoehe=100
pxz=plx+laenge
GOSUB uezeichnen
GOSUB uazeichnen
GOSUB izeichnen
RETURN
PROCEDURE uezeichnen
RESTORE
READ ply
p2y=ply+hoehe
y1=ugroesst
y0=ueniedrigst
GOSUB koordinatensystem
DEFTEXT 1,0,0,8
TEXT plx-60,ply+(p2y-ply)/2,"Ue(t)"
FOR n%=0 TO intervall/h
py=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*ue(n%)
px=p0x+(p2x-plx)/(x1-x0)*t(n%)
CIRCLE px,py,1
NEXT n%
RETURN
PROCEDURE uazeichnen
RESTORE
READ ply
READ plx
p2y=ply+hoehe
y1=uagroesst
y0=uaniedrigst
GOSUB koordinatensystem
DEFTEXT 1,0,0,8
TEXT plx-60,ply+(p2y-ply)/2,"Ua(t)"
FOR n%=0 TO intervall/h
py=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*ua(n%)
px=p0x+(p2x-plx)/(x1-x0)*t(n%)
CIRCLE px,py,1
NEXT n%
RETURN
PROCEDURE izeichnen
RESTORE
READ ply
READ plx
p2y=ply+hoehe
y1=igroesst
y0=iniedrigst
GOSUB koordinatensystem
DEFTEXT 1,0,0,8
TEXT plx-60,ply+(p2y-ply)/2,"I(t)"
FOR n%=0 TO intervall/h

```

```

py=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*i(n%)
px=p0x+(p2x-plx)/(x1-x0)*t(n%)
CIRCLE px,py,1
NEXT n%
RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
p0x=plx+(p2x-plx)/(x1-x0)*(-x0)
p0y=p2y-(p2y-ply)/(y1-y0)*(-y0)
pox=p0x
poy=p0y
IF p0x<plx
pox=plx
ENDIF
IF p0x>p2x
pox=p2x
ENDIF
IF p0y<p2y
poy=p2y
ENDIF
IF p0y>p2y
poy=p2y
ENDIF
DEFTEXT 1,0,0,4
DEFNUM 3
DEFLINE 3,1,0,0
d=(x1-x0)/10
IF pox=p2x
x=x1
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO plx STEP -(p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
IF i>pox
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x-d
NEXT i
IF pox=p2x
x=x0
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
IF i>pox
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x+d
NEXT i
d=(y0-y1)/10
IF poy=p2y
y=y0
ELSE
y=0
ENDIF
FOR i=poy TO ply STEP -(p2y-ply)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
IF i>poy
TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF
y=y-d
NEXT i
IF poy=ply
y=y1
ELSE
y=0
ENDIF
FOR i=poy TO p2y STEP (p2y-ply)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
IF i>poy
TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF
y=y+d
NEXT i
DEFNUM 5
GOSUB kreuz
RETURN
PROCEDURE kreuz
DEFLINE 1,1,0,0
IF p0y>=ply AND p0y<=p2y
DRAW plx,p0y TO p2x,p0y
ENDIF
IF p0x>=plx AND p0x<=p2x
DRAW p0x,ply TO p0x,p2y
ENDIF
RETURN

```

**GFA-BASIC-Programm zum Darstellen
der Ausgangsspannung eines unbelasteten
RC-Differenzierglieds.**

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 elred

Katalog kostenlos!

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

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 500,- = 5%
ab DM 750,- = 10%
ab DM 1.000,- = 15%
ab DM 2.000,- = 20%

Transistoren

BC	BC	BD	BD	BD
107A	0.31 327-16	0.10 115	0.82 246	1.65 675
107B	0.31 327-25	0.10 127	0.72 246A	1.70 675A
108A	0.31 327-40	0.10 128	1.10 246B	1.65 676
108B	0.31 328-16	0.10 129	0.84 246C	1.65 676A
108C	0.31 328-25	0.10 130	1.60 249	2.00 677
109B	0.31 332-40	0.10 131	1.60 249B	2.10 677A
109C	0.31 337-16	0.10 132	1.60 249C	2.15 678
177C	0.41 337-25	0.10 135	0.34 250	2.15 678A
178C	0.33 337-40	0.10 136	0.33 250B	2.15 679
300	0.51 338-16	0.10 137	0.35 250C	2.15 679A
557C	0.07 338-25	0.10 138	0.35 262	2.15 680
140-6	0.57 338-40	0.10 139	0.36 301	1.30 680A
140-10	0.46 360-10	0.74 140	0.37 302	0.94 681
140-16	0.46 368	0.27 142	1.40 303	1.45 682
141-6	0.60 369	0.27 157	1.65 304	0.94 683
141-10	0.46 393	0.76 158	1.72 311	2.40 684
141-16	0.46 394	0.77 159	1.60 312	2.40 705
159C	0.40 477	1.40 160	2.50 313	2.65 706
160-6	0.57 413B	0.12 165	0.76 314	2.65 707
160-10	0.46 413C	0.12 166	0.76 315	2.70 708
160-16	0.47 414B	0.12 167	0.77 316	2.70 709
161-6	0.57 415A	0.11 168	0.78 317	2.90 710
161-10	0.47 415B	0.12 169	0.79 318	2.90 711
161-16	0.46 415C	0.12 170	0.80 319	2.90 712
167A	0.15 516	0.25 175	0.48 330	0.62 743D
167B	0.15 517	0.23 176	0.48 331	1.80 744D
168A	0.16 546A	0.07 177	0.52 332	1.80 745C
168B	0.16 546B	0.07 178	0.51 333	1.80 745D
168C	0.17 547A	0.07 179	0.53 334	1.80 746C
169B	0.19 547B	0.07 180	0.54 335	1.54 746D
169C	0.17 547C	0.07 181	1.80 336	1.55 759
170A	0.18 548A	0.07 182	1.80 375	0.50 796
170C	0.18 548B	0.07 183	1.80 376	0.50 797
173C	0.23 548C	0.07 185	0.79 377	0.52 798
177A	0.31 549B	0.07 186	0.79 378	0.54 799
177B	0.31 549C	0.06 187	0.79 379	0.53 800
178A	0.30 550B	0.10 188	0.79 380	0.55 810
178B	0.31 550C	0.10 189	0.84 410	0.85 825
179A	0.27 556A	0.07 190	0.84 433	0.53 827
179B	0.31 556B	0.07 201	0.85 434	0.56 828
182A	0.09 557A	0.07 202	0.85 435	0.56 829
182B	0.08 557B	0.07 203	0.91 436	0.56 830
183A	0.07 558A	0.07 204	0.91 437	0.56 877
183B	0.09 558B	0.07 207	2.35 438	0.56 878
183C	0.08 558C	0.07 208	2.35 439	0.57 879
184B	0.07 559A	0.08 226	0.84 440	0.57 880
184C	0.08 559B	0.07 227	0.86 441	0.57 887
192	0.98 559C	0.07 228	0.86 442	0.80 898
212A	0.14 560A	0.11 229	0.89 517	1.85 899
212B	0.14 560B	0.11 230	0.93 518	1.65 900
213A	0.14 560C	0.11 231	0.93 519	1.65 901
213B	0.14 635	0.26 232	0.88 520	1.65 902
213C	0.14 636	0.27 233	0.51 529	1.85 905
214B	0.15 637	0.27 234	0.50 530	1.85 906
214C	0.15	0.27 235	0.50 533	0.76 907
237A	0.08 639	0.28 236	0.50 534	0.78 908
237B	0.08 640	0.28 237	0.50 535	0.79 909
238A	0.09 875	0.66 238	0.50 536	0.79 910
238B	0.08 876	0.66 239	0.60 537	0.81 911
238C	0.08 877	0.67 239	0.63 538	0.81
239B	0.07 878	0.69 239C	0.64 543B	1.30
239C	0.07 879	0.70 240	0.62 543C	1.30
250A	0.12 880	0.70 240B	0.65 543D	1.30
250C	0.16	0.240C	0.59 544B	1.30
251A	0.18	0.241	0.62 544C	1.30
253A	0.13	0.241A	0.62 544D	1.30
256A	0.12	0.241B	0.63 545A	2.15
258A	0.15 556	0.63 241C	0.64 545B	2.35
259B	0.15 557-7	0.32 242	0.64 545C	2.30
264A	0.76 558-8	0.32 242A	0.64 546A	2.30
264B	0.76 558-9	0.33 242B	0.63 546B	2.30
264C	0.76 558-10	0.33 242C	0.64 546C	2.30
264D	0.76 559-7	0.33 243	0.67 643	0.76 811
301	0.65 559-8	0.33 243A	0.66 644	0.76 812
302	0.65 559-9	0.33 243B	0.63 645	0.76 815
303	0.65 559-10	0.34 243C	0.63 646	0.81 866
304	0.65 70	0.48 244	0.66 647	0.78 877
307A	0.07 71	0.52 244A	0.66 648	0.81 888
307B	0.07 78-7	0.33 244B	0.63 649	0.80 911
308A	0.07 78-8	0.33 244C	0.65 649B	1.10 92
308B	0.07 78-9	0.34 245	1.65 650	0.80 93
308C	0.07 78-10	0.33 245A	1.65 650F	1.10 94
309B	0.09 79-7	0.33 245B	1.65 651	0.80 95
309C	0.07 79-8	0.33 245C	1.70 652	0.80 96

Transistoren / Integrierte Schaltungen

BDV	BF	BFW	I BU	BUR	BUY	TIP	UA
64	2.20 255	0.18 10	1.70 137	8.70 21	18.70 47	3.35 100	1.70 758N
64B	2.20 256A	0.59 11	1.70 180	2.80 50	34.65 48	3.50 101	1.60 776
64C	2.25 256B	0.59 16A	2.80 180A	3.70 50S	22.40 49S	3.40 102	1.65 2240CN
65	1.85 256C	0.59 17A	2.55 184	2.35 51	40.00 50	5.60 105	1.70
65B	2.10 257	0.65 30	2.55 204	2.90	51	7.80 106	1.70
65C	2.55 258	0.65 92	0.74 205	2.75	69A	3.40 107	1.70
66B	5.55 259	0.70 93	1.15 206	3.00	69B	3.60 110	0.66
66C	5.70 272A	1.25	207	2.90	69C	3.25 111	0.73
67B	5.55 297	0.24	208	2.80 11A	6.90 71	5.70	112
67C	5.95 298	0.25	208A	2.85 12	5.55	115	0.64
299	0.26	208D	3.00 12A	5.55	116	0.73	537JH
310	0.33 34	1.40	209	2.95 13	7.20	117	0.74
311	0.23 37	1.20	225	3.70 14	12.15	10	1.50
51C	2.15 324	0.17 40	0.95 310	4.50	10A	1.35	121
52C	2.30 327	1.50 41	0.98 312	4.50	11A	2.35	122
54	2.20 336	0.65 48	0.83 323A	3.85	12	7.50	126
74A	2.45 337	0.79 65	0.80 326S	2.75	13	7.50	127
83B	2.40 338	0.90 89	1.20 406	1.50 11	2.20	8.45	130
83C	2.45 362	0.88	406D	1.95 11A	2.15	8.45	130
83D	2.65 363	0.98	407	1.30 11AP	1.55	8.45	130
84B	2.50 370	0.69	407D	1.80 12A	1.90	8.45	130
84C	2.45 391	0.32	408	1.25 12AP	2.55	8.45	130
84D	2.50 392	0.32 39	408D	2.55 13	7.45	8.45	130
93B	0.90 393	0.25 50	0.71 409	1.50 13P	7.80	8.45	130
93C	0.92 397	0.64 51	0.71 413	4.80 18AP	3.25	8.45	130
94B	0.91 398	0.56 52	1.20 426	2.00 322	38.65	4.25	8.45
94C	0.96 414	0.43 55	0.70 426A	2.00 56A	1.45	4.25	8.45
416	0.68	1.40	500	3.70 70	19.15	4.75	8.45
417	0.68	505D	505D	2.75 72	34.70	9.05	8.45
418	0.69	508AF	508AF	2.80 90	26.85	8.20	8.45
18	2.20 420	0.26	508D	2.80 91	28.20	7.15	8.45
20	2.50 421	0.29 60	508F	2.80 92	30.20	50	8.45
33	0.86 422	0.26 88A	42.00 526	2.80 92A	33.70	60B	8.45
33C	0.84 423	0.26 89A	48.75	3.40 93	2.15	71	8.45
34	0.86 440	0.65	546N	3.25	71A	1.25	600
35	2.55 450	0.19	606D	5.10 46A	2.30	602	6.40
37	2.00 451	0.19	607D	3.25	100	37.60	605
42	2.20 457	0.45	107	0.72	3.85	102	606
44	2.20 458	0.47	108	1.45	608	4.10	607
45	2.70 459	0.48	109	0.53	608D	5.00	607
46	2.75 469	0.47	208	1.30	626A	3.95	21
47	2.75 470	0.51	250	0.58	705	2.60	22
502	0.74 471	0.51	706	2.70	23	14.80	9.15
53C	0.76 472	0.51	800	3.85	24	14.90	9.15
801	0.76 473	0.51	801	2.20	25	15.50	9.15
802	0.76 474	0.51	802	1.45	26	15.50	9.15
803	0.76 475	0.51	803	2.45	27	15.50	9.15
910	0.76 476	0.51	804	3.45	28	15.50	9.15
912	0.76 477	0.51	805	2.35	29	15.50	9.15
914	0.76 478	0.51	806	3.15	30	15.50	9.15
916	0.76 479	0.51	807	2.30	31	15.50	9.15
918	0.76 480	0.51	808	3.15	32	15.50	9.15
920	0.76 481	0.51	809	2.35	33	15.50	9.15
922	0.76 482	0.51	810	3.15	34	15.50	9.15

Stark erweitertes Halbleiterprogramm!

ICM	LM	MC	OM	SAE	TCA	TDA	TDA	TDA	74ALS	74F	74HC	74HCT			
7216D 75.90 306T0	12.10 3423DIP	2.20 335	25.00 SAE070	5.20 810A	9.65 2009	5.75 3766	13.40 8371	29.00 534	4.50 377	3.65 139	0.46 86	0.56			
7217A 22.55 307DIP	1.70 3446DIL	7.90 350	17.00	830S	1.45 2010	3.95 3770	13.35 8380N	6.10 540	2.35 378	2.50 147	0.65 93	1.05			
7217B 29.90 307TO	2.55 3450DIL	2.70 360	24.60	871	2.85 2020	6.60 3771	15.20 8390	26.00 541	2.35 379	2.40 148	0.63 107	0.88			
7217C 34.70 308DIP	0.90 3452DIL	2.70 361	30.50	900	1.25 2030	2.30 3780	16.70 8390N	24.95 560	3.60 381	7.10 151	0.62 109	0.88			
7217I1 31.80 308TO	2.70 3453D	2.40 370	43.85 SAF	910	1.65 2030AV	4.00 3800	18.85 8405	15.80 561	3.60 382	7.10 153	0.61 112	0.90			
7218A 14.35 309T03	3.75 3470DIL	7.80 991	97.70	920	6.60 2030H	3.10 3803A	15.40 8421V	29.55 563	3.60 385	15.80 154	2.00 123	0.92			
7224 36.70 310DIP	4.15 3471DIL	6.80	1032P	10.25 940	2.65 2040	4.20 3810	6.00 8433	25.30 564	3.60 399	2.25 155	0.60 125	0.83			
7226B 79.20 311TO	3.50 3487DIL	1.55	1039P	4.00 955	6.00 2054	3.85 3825	3.50 8442	5.15 573	2.00 412	7.05 157	0.55 126	0.86			
7242 10.20 317T03	3.50 75451	1.05	1091	10.70 965	4.40 2104	19.30 3950A	9.10 8443	9.85 574	2.00 432	7.05 158	0.70 132	0.69			
7250 14.20 317-220	0.75 75452	1.05	1092	10.70 971	3.10 2105	8.25 4050B	4.05 8444	8.45 575	3.60 455	7.30 160	0.72 137	0.71			
7555 0.91 318DIP	1.60 75453	0.98	4136DIL	1.50	991	2.90 2110	24.00 4092	11.45 576	3.60 456	7.30 161	0.59 138	0.59			
7556 1.90 318TO	5.05 75454	1.20 4151DIP	1.80	4500A	6.00 2151	10.95 4100	10.95 8703	42.05 580	3.60 521	2.00 162	0.62 139	0.69			
L 323T03 4.85 75492	1.90 4153DIL	13.65	323T03	2.45 120	2.220	4.45 4182	9.75 9403	5.55 639	2.40 533	2.70 164	0.58 151	0.88			
324DIL 0.39	4156DIL	2.40 110	560S	3.00 4200	9.25 9513	7.80 641	2.35 537	8.80 166	0.68 154	2.80					
325DIL 13.70	4157DIL	3.60 300R	6.30	4070D	4.10 2230	1.10 4210	10.20	646	12.35 538	8.80 173	0.61 157	0.92			
131 1.80 331DIL	12.15	4194DIL	5.80 300T	1001	6.60 2500	11.30 4250B	4.60	651	12.50 539	8.80 174	0.59 158	0.92			
149 4.20 334TO92	1.75	4195DIP	2.80	4200D	7.75	1002A	5.00 2503	7.85 4260	4.50	652	12.50 540	3.85 175	0.57 160	1.05	
165 4.45 335TO92	2.00	5369DIP	8.20 4558DIP	1.70 420	1003A	6.10 2504	7.85 4280	6.55 TL	667	16.50 541	3.90 176	1.35 161	1.05		
194-15 5.55 336TO92	2.00	5369DIP	0.72	1005A	5.50 2505	9.90 4281T	17.00 002 DIP	2.30 677	12.20 543	7.50 177	1.35 162	1.05			
194-18 5.55 337TO3	5.85	74C10	1.10 4559DIP	1.20	1006A	14.30 2500	18.45 4292	14.80 032 DIP	2.55 688	9.00 181	2.50 163	1.05			
200-220 2.25 337-220	1.40	74C20	1.65	1008	7.25 2514A	12.50 4400	7.05 034 DIL	4.00 7496	4.40 545	7.90 182	0.73 164	0.96			
200-T03 7.30 338T03	12.50	74C30	0.92	1010	10.80 2520	15.75 4410	7.15 044 DIL	4.30 8084	3.45 547	8.70 190	0.86 165	1.00			
201B 0.87 339DIL	0.40	74C32	2.00	570S	4.10 1010A	2.30 2532	3.75 4420	4.25 051CP	2.00 805	3.45 548	8.50 191	0.80 166	1.10		
202B 0.87 346DIL	2.45	74C73	1.45	580	7.40 1011A	2.45 2540	3.05 4421	6.90 052CP	2.55 811	1.80 568	8.10 192	0.76 173	0.90		
203B 0.72 348DIL	0.55	74C83	4.40 S	590	7.40 1015A	2.80 2541	3.00 4426	4.90 054CN	4.05 832	2.65 569	8.30 193	0.69 174	0.80		
204B 0.72 349DIL	3.75	74C95	1.85 0280DIL	3.85 660	10.30 1016	3.30 2542	3.00 4427	4.90 061 DIP	1.55 870	18.90 579	12.30 194	0.69 175	0.91		
272 2.80 350T03	11.90	74C151	7.10 0281DIL	5.15 670	10.70 1022	3.35 2543	6.70 4429	7.50 061 DIP	4.65 873	4.25 582	17.65 195	0.78 181	3.15		
272M 2.50 350-220	6.15	74C174	3.25 041PDL	3.85 6600	10.70 1022	6.65 2544	8.25 4430	7.85 062 DIP	7.17 874	4.25 583	14.85 221	0.71 182	1.30		
290B 8.85 358DIP	0.39	74C932	1.10 042PDL	4.50 6610	10.25 1024	3.65 2545	4.95 4431	4.50 064 DIL	9.69 990	14.30 588	12.05 237	0.80 190	1.25		
291B 8.85 359DIL	6.65	74C938	18.45 551DIL	2.50 6700	3.70 1024	4.00 2546	7.55 4432	6.50 066 DIL	2.50 991	14.30 604	6.30 238	0.64 191	1.25		
292 13.75 376DIP	1.40	74C941	1.85 552DIL	2.55	1026	8.20 2544	7.20 4433	4.35 071 DIP	0.59 1005	1.10 605	6.30 240	0.78 192	1.25		
293B 5.95 377DIL	7.50	SG	1026	5.30 2549	7.80 4437	5.55 072 DIP	0.64 1008	1.90 620	4.90 241	0.81 193	1.20				
293D 6.45 380DIL	2.15	1029	5.20 2555	7.80 4442	5.55 074 DIP	0.64 1012	1.90 621	4.90 242	0.75 194	1.25					
293E 8.30 380DIL	2.70	1029	5.00 2558	9.75 4443	5.30 082 DIP	0.59 1003	1.10 622	4.90 243	0.79 195	1.25					
294 11.40 381DIL	6.80	NE	1029	4.00 2574	8.70 4450	7.00 084 DIL	0.85	640	6.50 245	0.83 237	1.55				
295 7.40 382DIL	7.85 N	1004	16.75 3525A	1.20	1037	6.65 2557	5.80 4442	6.60 080 DIP	0.59 1003	1.35 623	4.90 244	0.73 221	1.55		
296 8.65 383DIL	6.50	1006	2.55 3526N	10.70 1041	10.00 1041	4.95 2560	5.80 4445B	6.00 083 DIL	1.90	641	6.60 251	0.69 238	1.50		
297 10.70 383-220	7.00	8726A	3.50 1008	19.80 3527A	2.45 1044	4.00 2574	7.55 4443	7.00 084 DIL	0.85	642	6.60 253	0.53 240	0.80		
298 10.10 385Z2	5.30	8728A	3.95 1010	10.20	1044	7.20 2576A	7.50 4500	14.15 136 DIL	3.10 74F	646	10.85 257	0.61 241	0.95		
387 4.30 386DIP	1.30	1024	10.00	1047	4.30 2577A	6.65 4502	18.20 191 DIL	6.75 647	14.90 258	0.61 242	0.95				
465A 10.70 387DIP	2.80	1025	12.65 SL	1025	4.75 2578	7.65 4503	15.20 317T092	1.20 00	0.52 648	12.75 259	0.68 243	0.95			
482 9.60 388DIP	4.20	1026	16.50 1430DP	4.35	1026	5.15 2579	7.55 4505	13.35 321DIP	1.70 004	0.52 649	14.10 266	0.52 244	0.82		
485 9.25 389DIL	4.10	1027	8.45 1431D	5.05 1057	1.70 2581	4.95 4510	13.35 322DIP	1.70 004	0.52 651	17.20 273	0.74 245	0.97			
486CB 5.55 390DIL	5.80	1029	1.30 1612CDP	13.60 1060	1.30 2582	5.20 4555	12.30 303T092	0.08	0.52 652	12.75 279	0.65 251	1.10			
487 5.50 391N80	1.95 1041	11.90 1612CDP	13.60 1060	1.30 2583	5.25 2590	5.05 4556	13.80 317T092	0.63 10	0.52 653	13.30 280	0.69 253	1.05			
497B 8.45 399H	20.20	521DIL	6.00 1043P	16.85 1613CDP	10.95 1062	3.45 2591	3.80 4567	8.45 495DIL	5.50 11	0.52 654	13.30 283	0.77 257	1.00		
601C 1.45 391N100	6.00 1044P	5.95 1044P	6.65 1640D	21.00	1072	4.25 2593	3.80 4560	7.40 496DIL	5.40 14	0.71 655	7.00 292	1.35 258	1.30		
602C 1.45 392DIL	3.00	527DIL	4.30 1049P	6.40 1049	10.70 1072	3.95 2594	4.00 4560	7.40 496DIL	5.50 15	0.71 656	7.15 294	1.40 259	1.20		
603C 1.20 393DIL	0.36	529DIL	4.55 1056	9.30 1049	10.70 1072	3.95 2595	4.00 4565	7.40 496DIL	5.50 16	0.71 657	7.15 295	1.40 260	1.20		
604C 1.20 394T04	11.40 1530DIP	11.50 303DIP	11.50 1530DIP	11.40 1530DIP	16.40 1073	3.95 2596	4.00 4570	7.40 496DIL	5.50 17	0.71 658	7.15 296	1.40 261	1.20		
583Z 8.55 294DIL	0.58 1612DIL	4.10 1530DIL	3.60 1530DIL	3.60 1530DIL	16.40 1074	3.95 2597	4.00 4571	7.40 496DIL	5.50 18	0.71 659	7.15 297	1.40 262	1.20		
6114 17.40 2905DIP	10.70 614DIL	9.60 1294	16.40 1294	16.40 1294	16.40 1075	3.95 2598	4.00 4572	7.40 496DIL	5.50 19	0.71 660	7.15 298	1.40 263	1.20		
6115 21.10 2907DIL	3.60 644DIL	8.30 1300N	5.30 1300U	1.20	1020	3.95 2599	4.00 4573	7.40 496DIL	5.50 20	0.71 661	7.15 299	1.40 264	1.20		
6202 10.80 2907DIP	3.85 645DIL	6.00 13050	11.55 231A	2.20	1020	3.95 2600	4.00 4574	7.40 496DIL	5.50 21	0.71 662	7.15 300	1.40 265	1.20		
6203 10.55 2917DIL	4.00 1646DIL	6.00 1351	20.30 331	1.20	1021	3.95 2601	4.00 4575	7.40 496DIL	5.50 22	0.71 663	7.15 301	1.40 266	1.20		
6210 4.70 2917DIL	3.30 649P	10.05 3000	13.00 440N	4.90 9.90	1022	3.95 2602	4.00 4576	7.40 496DIL	5.50 23	0.71 664	7.15 302	1.40 267	1.20		
7180 9.65 2930A	1.90 650	6.60 3004P	4.90 460Q	1.20	1023	3.95 2603	4.00 4577	7.40 496DIL	5.50 24	0.71 665	7.15 303	1.40 268	1.20		
2931A 2.20 5007DIL	5.75 3005	9.25 4548	2.80 4765A	1.20	1024	3.95 2610	4.00 4578	7.40 496DIL	5.50 25	0.71 666	7.15 304	1.40 269	1.20		
2932DIL 2.50 5008DIL	5.30 3006P	6.80 490	7.80 1518	1.20	1025	3.95 26									

P L A T I N E

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktplastik 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 den Buchstabenkombinationen 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 0511/4747-0.

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	UniCard	041-877	70,00
Byte-Brenner (Eepromer)	018-616	30,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
C64-Sampler	118-682	12,00	— Steuerplatine	020-783A		Temperatur-Monitor		
EVU-Modem	118-683	35,00	— Leistungsplatine	020-783B		+ Diskette/PC (Sourcecode) 5 1/4"	061-887	25,00
MASSNAHME			— Netzteil	020-783C	78,00	Audio Light (Satz 2 Stck.)	071-888	29,80
— 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 Nachabsenkung	128-690	18,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
TV-Modulator	128-691	7,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
Universelle getaktete			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	DemoScope	030-812	14,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	Antennenverstärker	050-825	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	TV-TUNER					
SMD-Puffer	039-710	16,00	— Videoverstärker	060-826	32,00			
BREITBANDVERSTÄRKER			— Stereodecoder	070-839	18,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— Netzteil	080-846	32,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
Metronom	049-715	26,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
DSP-Speicherkarte/E	049-716/ds	64,00	— Netzteil	060-832	13,50			
DSP-AD/DA-Wandlerkarte/E	049-717	64,00	— Filter	060-833	30,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805135MBE	88,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	HALLO					
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	— Lichtstation	060-836	78,00			
KAPAZITIVER ALARM			— Controller	060-837	46,00			
— Sensorplatine	059-720	9,00	MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
— Auswerteplatine	059-721	10,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
PAL-Alarm	059-724	10,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			FÜR HALOGEN-LAMPEN					
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	— Sender	080-844	12,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	— Empfänger	080-845	6,00			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	Multi-Delay	090-850	32,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
HEX-Display	079-737	15,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00			
RÖHREN-VERSTÄRKER			LWL-TASTKOPF					
— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	— Sender	120-864	7,00			
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Empfänger	120-865	7,00			
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	RÖHRENVERSTÄRKER: „DREI STERNE...“					
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	— Endstufe	100-854	13,00			
SMD-Pulsföhler	099-749	13,00	Achtung, Aufnahme					
SMD-Lötstation	099-750	32,00	— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALS, Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software im EPROM) komplett	119-763	128,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00			
SESAM			— Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00			
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	MultiChoice					
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs und Test-/Kalibrier-Software (Source)					
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
U/I-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	Midi-To-Gate-Interface					
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	— Platinensatz (2 Stck.)					
— Interface	129-768/ds/E	58,00	— incl. EPROM	011-866/ds	110,00			
LEUCHTLAUFSCHRIFT			— Erweiterungsplatine					
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	einzelner erhältlich					
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	μPA	011-867/ds	14,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	LowOhm	011-868/ds	32,00			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	ELEKTRONISCHE SICHERUNG (2-Plat.-Satz)					
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	— Stromversorgung	031-872A				
DATENLOGGER 535			— Elektronische Sicherung	031-872B				
— DATENLOGGER-535-Controller- Platine	010-780/ds/E	64,00	Freischalter	031-873	24,00			
— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	ST-Uhr	041-875	14,50			
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	BattControl	041-876	7,50			
— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00						

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 100,00

Wickelmaschinen-Ramm

liefert weiterhin
Wickelmaschinen für die Elektroindustrie
An- und Verkauf

Ingenieur Karlheinz Ramm
Rumeyplan 8 · 1000 Berlin 42
Tel. (0 30) 786 60 58 · Fax (0 30) 786 71 75

FABRIKNEUE WARE

originalverpackt günstig abzugeben:

8 000 Stck. TBA 2800 6 000 Stck. SAA 1293A-03
10 000 Stck. MDA 2062-14 10 000 Stck. SAA 1250-1

Bitte sprechen Sie uns an. Wir unterbreiten **Sonderpreise!**

SPV Electronic Vertriebs GmbH
Postfach 91 02 29 Tel.: 09 11/34 64 20
8500 Nürnberg 91 Fax: 09 11/34 64 22



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Anzeigenschluß Heft 10/91: 15. 08. 91

Schon geschaltet?
Unter (05 11) 53 52 - 121 - 155
erreichen Sie unsere Anzeigenabteilung.
Rufen Sie uns an.

Bauelemente
IC-Applikationen
Schaltungstechnik
— komplett!



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

Gebunden, 130 Seiten
DM 34,80/öS 271,—/sfr 32,—
ISBN 3-922705-81-2

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich: 81/14
HEISE
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

BITPARADE

		RABATTE: ab 16 St.	- 2%	CO-PROZESSOREN: (KEINE RABATTE !)
		ab 32 St.	- 4%	5 JAHRE GARANTIE
		ABUCH IM MIX	ab 72 St.	80387-33 INT 578.00
4164-100	64K*1	2.98	6116-LP2	2K*8 2.48
41256-70	256K*1	3.48	6264-LP07	8K*8 4.18
41256-80	256K*1	3.18	43256-70	32K*8 9.48
41464-80	64K*4	3.98	43256-100	32K*8 8.48
511000-60	1M*1	11.48	43256-LFP10	32K*8 8.48
511000-70	1M*1	9.98	628128-100	128K*8 37.95
511000-80	1M*1	9.78	628128-LFP	128K*8 36.95
511000-100	1M*1	9.48	2764-250	8K*8 4.18
514256-70	256K*4	10.78	27C64-150	8K*8 4.18
514256-80	256K*4	10.48	27C64-200	8K*8 3.78
514256-80	ZIP/SOJ	11.98	27128-250	16K*8 4.98
514100-B0ZIP	4M*1	43.95	27C128-150	16K*8 5.28
514400-B0ZIP	1M*4	43.95	27C128-250	16K*8 4.98
SIMM-70	256K*9	31.95	27256-250	32K*8 5.18
SIMM-70	1M*9	97.95	27C256-100	32K*8 8.18
SIPP-70	1M*9	99.95	27C256-120	32K*8 5.48
SIMM-70	1M*8	94.95	27C256-150	32K*8 4.98
SIMM-80	1M*9	94.95	27C512-120	64K*8 9.98
SIMM-80	4M*9	369.00	27C512-150	64K*8 7.98
SIM-PS2	512K*36	269.00	27010-120	128K*8 14.95

CO-PROZESSOREN:
(KEINE RABATTE !)
5 JAHRE GARANTIE
80387-33 INT 578.00
2CB7-10 IIT 179.00
2CB7-12 IIT 198.00
2CB7-20 IIT 248.00
3CB7-20 IIT 418.00
3CB7-25 IIT 448.00
3CB7-33 IIT 498.00
3CB7-16SXCYR 278.00
3CB7-25 CYR 448.00
3CB7-33 CYR 498.00
ANDERE AUF ANFRAGE !
SIMONS
ELECTRONIC GMBH
MEISENHEG 4 PF2254
5012 BEDBURG
TEL: 0227/81619
0227/5980
FAX: 0227/6159
NEU IM PROGRAMM: CYRIX CO-PROZESSOREN ! TAGESPREIS TEL. ERFRAGEN !

LEITERPLATTEN in allen gängigen Ausführungen;
FRONTPLATTEN aus Alu, CNC-gefräst;
GEHÄUSE + K-KÖRPER Herstellung und Bearbeitung;
Infos und Katalog kostenfrei.
HOFMANN · LEITER- UND FRONTPLATTEN
POSTFACH 1140 · BERGSTR. 17 · W-8417 LAPPERSDORF
TELEFON: 09 41/64 7171 · TELEFAX: 09 41/8 4527

Selbst gebaut – Geld gespart. AT-286, 386, 486 u. Laptops

Personal Computer-Bausatz

Katalog anfordern

Werner HÖSCH Elektronik Bruchstraße 43 W-4000 Düsseldorf 1 Tel. 02 11/67 62 14

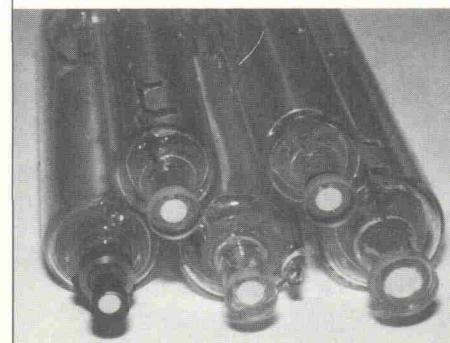


Da fliegen dir
die Ohren
weg!

Katalog
kostenlos anfordern

HAMBURG
Lautsprecher Spezial Versand
Pf. 76 08 02 / M 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

Laser vom Feinsten!



Laserquellen
und
Komponenten

eS Lasersysteme
Berggasse 10
D-7406 Mössingen
Telefon (0 74 73) 7142
Fax (0 74 73) 2 46 61

Die Nr. 1
in
Lasertechnik

ELEKTRONIK

MÜTER · AT · BMR · CBE · CSG · RTT



Regenerierer-Computer u. Meßgeräte für Bildröhren; m. Katodenschutz, Entgasungshilfe, Schlußreparat.; total taube Röhren strahlen wieder neu, auch wenn andere Regenerierer versagen.



AT 2: Audio-Meßplatz, 16 Testgeräte für Tonband, CD, Carradio, Micro, Kopfh., Tuner, Boxen, Verst., Phono, Booster, 27 Buchsen; Adapter unnötig; ersetzt teuren Meßgerätepark.

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 Haustaub u. Milben; für Vogelhalter, Allergiker, Asthmatischer.



Infos kostenlos:
U. Müter

Krikedillweg 38, 4353
Oer-Erkenschwick
Tel. (0 23 68) 20 53
Fax (0 23 68) 5 70 17

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

* AB LAGER LIEFERBAR *
* AD-DA-WANDLER-ICs *
* CENTRONICS-STECKVERBINDE *
* C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx *
* DC-DC-WANDLER-MODULE 160W *
* DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP *
* DIP-KABELVERBINDE + KABEL *
* EINGABEZUBEHÖR DIGITASTEN *
* EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH *
* IC-SOCKET-TEXTOL-ZINZ-DIP *
* KABEL RUND-FLACHE-OAAX *
* KERAMIK-FILTER + DISKRIM. *
* KONDENSATOREN *
* KÜHLKÖRPER-ZUBEHÖR *
* LABOR-EXP.-LEITERPLÄTTE *
* LABOR-SORTIMENTE *
* LCD-PUNKTMATRIX-MODULE *
* LEITUNGSTREIBER-ICs V24 *
* LINEARE + SONSTIGE-ICs *
* LOTKOLBEN-STATIONEN-ZINN *
* LUFTER-AXIAL *
* MIKROPROZESSOREN UND *
* PERIPHERIE-BAUSTEINE *
* MINIATUR-LAUTSPRECHER *
* OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEG. *
* QUARZE + OSZILLATOREN *
* RELAIS -REED-PRINT-KARTEN *
* SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK *
* SCHALTER KIPP -WIPP + DIP *
* SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST *
* SMD-BAUTEILE AKTIV+PASSIV *
* SOLID-STATE-RELAIS *
* SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR *
* SPEICHER EPROM-RAM-PAL *
* STECKVERBINDE DIVERSE *
* TASTEN + CODIERSCHALTER *
* TRANSFORMATOREN 1.6—150 VA *
* TRANSISTOREN *
* TRIAC-THYRISTOR-DIAC *
* TTL-74LS-74S-74F-74ALSXX *
* WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE *
* Z-DIODEN + REF.-DIODEN *

* KATALOG AUSG. 1989/90 *
* MIT STAFFELPREISEN *
* ANFORDERN — 240 SEITEN *
* SCHUTZGEB. 3.— (BRIEFMARKEN) *

7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

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

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 6,80 — plus Versandkosten — direkt beim Verlag nachbestellen. 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 8/90 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 61 04 07, 3000 Hannover 61



eMedia GmbH

SOFTWARE

ELRAD-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines 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/Schneider + Dokumentation
S117-590S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation
S018-616A	EPROMmmer	1/88	Diskette/Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editer, String suchen, Gem-Oberfläche
S018-616M	EPROMmmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-780M	Kurz Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source)
S099-748A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari Erfassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-Basic) SS
S119-766M	UI-T/D/A Wandlkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Meldewert erfassung (Source)
S129-767A	DCF-77-Echzzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-772C	UMA — C64	12/89	Diskette/C64
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem)
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)

ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25.— DM
Atomuhru	25.— DM
Digitaler Sinusgenerator	25.— DM
Digitales Schlagzeug	

Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar.
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines ruckadressierten Freiumschlages.

25.— DM
je EPROM

Hygrometer	1/87	25.— DM
MIDI-TO-DRUM	5/87	25.— DM
D.A.M.E.	6/87	25.— DM
µPegelschreiber	9/87	25.— DM
E.M.M.A.	3/88	
E.M.M.A.	4/88	25.— DM
MIDI-Monitor	5/88	25.— DM
Frequenz-Shifter	5/88	25.— DM
Printerface	7-8/88	25.— DM
E.M.M.A.	9/88	25.— DM
ELISE	1/89	25.— DM
DSP	3/89	25.— DM
Grafisches Display	9/89	35.— DM
Grafisches Display	10/89	35.— DM
Midi Master/Controller	11/89	35.— DM
Leuchtaufschrift	12/89	25.— DM
SESAM	1/90	50.— DM
HALL.O.	6/90	25.— DM
HALL.O.	6/90	25.— DM
TV-TUNER	8/90	25.— DM

PAL	Preis
Autoalarmanlage	5/89
SESAM — System	11/89
SESAM — Interface	12/89
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, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

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

UniCard

Vorgestellt in elrad 04/91
direkt vom Entwickler
Bauteile, Platine, komplette
Bausätze, Fertigplatinen

Bitte Preisliste anfordern!

ROM ROM-Elektronik

Babenhauser Str. 55,
DW-8908 Krumbach 1
Tel.: 08282-7385, FAX 08282-7305

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

ITT	Intel
2CB7-8MHz	179,-
2CB7-10MHz	184,-
2CB7-12MHz	189,-
2CB7-14MHz	194,-
2CB7-20MHz	245,-
2CB7-18MHz	280,-
3C87-16MHz	319,-
3C87-20MHz	389,-
3C87-25MHz	399,-
3C87-33MHz	459,-
3C87-40MHz	559,-
2CB7-8MHz	8087-5MHz
2CB7-10MHz	8087-7MHz
2CB7-12MHz	8087-9MHz
2CB7-14MHz	8087-11MHz
2CB7-16MHz	8087-13MHz
2CB7-20MHz	8087-17MHz
2CB7-25MHz	8087-22MHz
2CB7-33MHz	8087-29MHz
2CB7-40MHz	8087-36MHz
3C87-16MHz	B0387-16SX
3C87-20MHz	B0387-20SX
3C87-25MHz	B0387-25SX
3C87-33MHz	B0387-33MHz
3C87-40MHz	B0387-40MHz
CA 3100 E	OP 77
CA 3140 E	1.33
DA 10	OP 27
L 165	SO 42
200	SSM 2015 P
LM 633	SSM 2015 P
MC 3479	SSM 2024 P
NE 5522	TEA 1516 Q
NE 5522 A	TL 1524 A
NE 5524	TL 1524 B
NE 5534	TEA 2026 B
NE 5534 A	TL 497 A
DP 37	U 2404 B
OP 37	U 2404 B
OP 50	ZN 427
2.26	4.99
3.33	7.98
4.46	22.49
4.36	13.96
2.19	21.38
1.99	10.67
6.47	6.47
2.49	2.49
6.99	6.99
3.77	3.77
12.25	12.25
4.99	10.88
22.78	

Weller-Lötstationen

Magnastat-Lötstation	WTCP-S
- Schutztransformator	165.90
- Lötkolben TCP-S	
- Lötkolbenhalter KH-20	
- Potentialausgleich	
- Temperaturautomatik	
Lötstation mit elektron. Temperatursteuerung	WECP 20
- Schutztransformator	229--
- Lötkolben LR-20	
- Lötkolbenhalter KH-20	
- potentiellfrei	
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C	
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED	

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogramms wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog kostenlos an!

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)
56 (je 100St.)	299.00

Textool-Testsockel

16-polig	21.39	28-polig	18.99
20-polig	22.28	28-polig schmal	59.90
24-polig	19.79	40-polig	36.99

Metallfilmwiderstände:

1/4 Watt; 1% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)
56 (je 100St.)	299.00

Reihe E24 (121 Werte)

56 (je 10St.)	12.90
56 (je 50St.)	54.90
56 (je 100St.)	1164.90
56 (je 100St.)	11200)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00
56 (je 100St.)	12100)

Widerstandsortimente

1/4 Watt; 5% Toleranz	E12
56 (je 10St.)	810St.
56 (je 50St.)	3050St.
56 (je 100St.)	184.90
56 (je 100St.)	169.00

KLEINANZEIGEN

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51.

Neu • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis **Neu** Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken u. 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.

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.

Technisches Büro übernimmt **Entwicklungsarbeiten**. Tel.: 0 40/56 47 51.

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar, 0 99 51/67 97.

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Liste 0 95 45/75 23, Fax: 56 68.

Jedem das Seine: **Mischpulte nach Kundenwunsch**. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf. Tel.: 0 61 05/70 55.

Pay-TV-Decoder als Bausatz oder Fertigerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen, auch neues System. Tel.: 0 91 92/17 77, Fax: 89 76.

Manger - Präzision in Schall: Jetzt Selbstbau m.d. 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.

Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren 2 seitiger Platten. L 2 mm, Typ-InnenØ-AußenØ: Typ A: 0,6—0,8; B: 0,8—1,0; C: 1,1—1,5. 1000 St. 30 DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85.

Räumungsverkauf! Bis zu 50%! Sofort zugreifen! Elektronikversand Dietlind Seeger, 3418 Uslar 1, Teichstr. 14, Preisliste anfordern solange der Vorrat reicht. U.a. Metallfilmwiderstände, Mehrfachsteckdosen, Zündkerzenprüfer, Lötkolben.

Energiesparaufel (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, DM 15,— R. Ufermann, 4130 Moers 1, Scherpenberger 111.

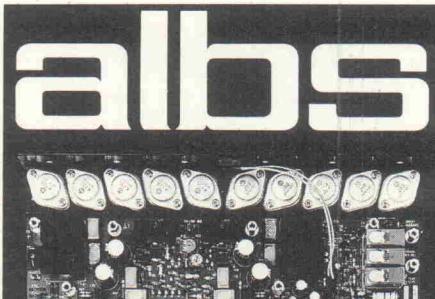
CAD-Layouterstellung und Bestückungsservice! Info's bei: 0 69/49 73 17 oder 5 96 35 01.

Verkaufe elektr. Orgelbausatz (Dr.Böhm, DNT) 2 Man. u. Pedal z.T. original verp. 0 71 92/14 23.

Digitales Schlagzeug aus ELRAD 10/86, kompl. mit 10 Voice Steckkarten u. 18 Soundproms im 19" Geh. Mat.pr. 1550,— für 650,— 0 62 24/1 08 48.

Restposten — Tuner (deutsches Markengerät) Steuertuner in Gehäuse 4 Feststat. MW/LW/UKW Signalmitteanz. (LED's), ext. Stromvers., 12V = erf. (Einh. mögl.). Anschl.Kabel DIN, Schaltpl. Bedienungsanl. — 54,50,— DM — Weitere Restposten (div. elektr. Bauteile) auf Anfrage. Westa-electronics R. Wehrhahn, Bonner Str. 208, D-5205 St. Augustin 1, Tel/Fax: 0 22 41/2 87 29 werktags von 10.00—16.00 Uhr.

Sauber und Klar, Mr.Pfarlap ist da! Lautspr. & Zubehör kostenl. Prospekt durch G-LS-Akustik, 5600 Wuppertal 22, Beyerhöde 38, Tel.: M.—Sa. 02 02/60 35 77.



QUAD-MOS 600 — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolierierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 — Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik

DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse).

High-End-Modul von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
- DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen — variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkoaks von 4700-70000 µF
- Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
- Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-Grade Potentiometer — auch mit Motorantrieb u.u. v. a. Ausführliche Infos. DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutchrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet) 7136 Ötisheim · Tel. 0 70 41/2747 · Fax 0 70 41/83 850

Mr.Pfarlap bringt den Vorsprung! ... und ab geht die Post. Lautsprecherchassis & Zubehör Prospekt gegen 3,— DM von Fa. Götzen, 5600 Wuppertal 22, Beyerhöde 38, Tel.: 02 02/60 35 77.

Logik-Tester mit Leads u. Piepsr DM 59,—, Baus. DM 39,—. Liste frei. Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz.

SAB 80535 SAB 80535 Verkaufe wegen Hobbyaufgabe, 1 Stück = 65,— DM. Habe noch 25 Stück da, wer alle haben will bezahlt 1250,— DM. Versand per Post-Nachnahme. Peter Kuhnecke, Chausseestr. 71, 1000 Berlin 65.

Verkaufe Apple II Teile. Liste anfordern. U. Gussen, Nideggener Str. 25, 5165 Hürtgenwald 4.

Welche PA wickelt spezial klein Trafos? Angebote an Rudolf Schmidkonz, Ringstr. 5, 8969 Probstdorf.

Ingenieurbüro für Hardware & Software übernimmt Entwicklungsaufgaben. Tel. 0 23 03/1 57 73.

bew Technischer Vertrieb GmbH
Electronic Kabelfernsehen Satellitenfunktechnik Telecommunication

**Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen**

**alle Normen —
alle Kabelgrößen**

**Verkauf
nur an den Fachhandel**



Innersteweg 3 Telefon 05 11/75 70 86
3000 Hannover 21 Telefax 05 11/75 31 69

Disco-Bühnen-Party-Deko-Licht extrem günstig. Elko, Breslauer Str. 19, 8632 Neustadt, 0 95 68/20 03.

Digitale LED-Großanzeigen von 8—57 mm Ziffernhöhe z.B. Präzisionsthermometer, Großraumuhren. Rossmeisl Frank, Johann-Dorn-Str. 7, 8911 Prittriching. Tel. 0 82 06/12 21.

Vom Schaltplan zur fertig bestückten Platine, eigene Fertigung. Alles aus einer Hand. PALs. Peter Müller Vertr. Sanderstr. 39, 8700 Würzburg.

Platinenlayoutsoftware für Atari ST/TT: Platon 2.0 mit Gerber- und Bohrdatenprogramm (Fotoplots, CNC) sowie Fräser-Bohrprogramm (XYZ). Nagelneu NP 1000,— Preis VB. Andere Programme auf Anfrage. Tel.: 0 21 04/4 45 56 (Helmut).

Brenne EPROMs mit PC-Daten. Verkaufe 27C256-20 für 3,— DM. Info: Olaf Helper, 0 52 35/12 90, 16—21 Uhr.

2,5 MB für die Atari ST's Leerplatine, Bausatz o. mit Einbau. Carsten Trachte, 05 61/4 91 14 42.

Verk. Hameg Oszi Typ HM 204/2, 20 MHz neuwertig DM 800,— NP 1418,— DM. R. Burg, Tel. 02 61/3 84 10.

8052-ECB Basisrechner mit Businterface, Eurokarte, RTC, Pufferakku, 2 ser. Schnittst., Watchdog, Reset, 32kB RAM, auch 8051/32/31, Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— incl.; Platine, GAL, Dokument 100,— incl.; Buskart, LCD-Display, Tast. auf Anfr. Tel.: 0 24 1/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr. 22, D-5100 Aachen.

Elektr. Bauteile, Restposten, Angebote. Kostenlose Sonderliste: H. Mlynar Elektronik-Versand, Postf. 22 63, 5880 Lüdenscheid.

Zweikanalvorsatz f. Oszilloskop Baus. DM 75,— Resonanzmeter für 0,1 bis 50 MHz DM 119,— Baus. DM 79,— Info frei. Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz.

32 St. 4MB DRAM 514100-80 à 45,— DM; 511000 à 9,— DM; 2 Quantum Pro 40AT à 610,— DM neu. 0 78 21/3 91 12.

Trennverstärker ISO100 (BB) mit Datenblatt à 20,— A/D-Wandl. MC14433P à 5,— 0 72 22/8 16 35.

Frontplatten, Gehäuse, Kühlkörper Bohren, Fräsen, Gravieren, Bedrucken, Endmontage. Fertigung in modernster CAD/CNC-Technik garantiert höchste Qualität und Präzision; schnell, zuverlässig und kostengünstig. Preis/Angebot? Anruf genügt! rieck CAD-engineering, Telef. 0 73 21/7 14 58.

GAL für HD-Laufwerk am ST/TT-Centronic PLT. 1x ein, 5x Aus-Brennen von GAL und Eproms. Info K.H. Nerner, 0 22 23/15 67.

Profi Oszilloskope HC5604 40MHz 2 Kanal Read-Out DM 1598,— 2. Zeitbasis, stufenloses Delay HC5506 60MHz 3 Kanal: DM 1748,— 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Sweep Time 5 ns; Frequenzzähler HC8100A 1 GHz: DM 365,— Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 0 73 1/38 76 69, FAX: /6 02 03 23.

Wir Bestücken und Löten Ihre Platinen nach Bestückungsdruck o. Muster. Konfektionierung von Kabel und Leitungen auch in Großaufträgen. Peter Wäschebach, Schmiedeweg 6, 5239 Niester, Tel. 0 26 62/73 43.

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Anzeigenschluß:

Heft 09/91: 11.07.91

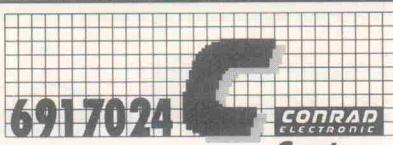
Heft 10/91: 15.08.91

Heft 11/91: 12.09.91

Heft 12/91: 10.10.91

ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD
ELECTRONIC

GEMEINHARDT
Lautsprecher + Elektronik
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42
Telefon: 0 30/7 05 20 73

Postleitbereich 2

balü
electronic

2000 Hamburg 1

Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —

✉ 0 40/33 03 96

2300 Kiel 1

Schülperbaum 23 — Kontorhaus —

✉ 0 431/67 78 20



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD
ELECTRONIC

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 0 42 21 / 35 30 60

Ladenöffnungszeiten: Mo. — Fr. 8.30—12.30, 14.30—17.00 Uhr.

Sa. 10.00—12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.

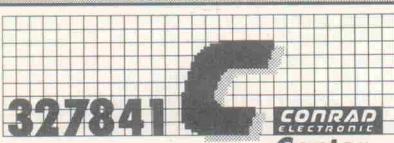
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,00



V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/1 77 68
Fax 0 42 21/1 76 69



Postleitbereich 3



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD
ELECTRONIC

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limtenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/4 04 06

K KUNITZKI
ELEKTRONIK

Asterlager Str. 94a
4100 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 21 35/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze, Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Preuß-Elektronik

Scheibenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal+Versand · Tel. 0 2135-22064

NÜRNBERG
ELECTRONIC-
VERTRIEB

Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1
Telefon 0 28 41/3 22 21



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

alpha electronic
Berger GmbH
Hoepfer Str. 184—186
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Telex: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Postleitbereich 5

Leinweber & Bock

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's
Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

Postleitbereich 6

Armin elektronische
Bauteile
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ✉ 06 41/2 51 77
6300 Giessen

S SCHAPPACH
ELECTRONIC
SG, 37
6800 MANNHEIM 1

Postleitbereich 7



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD
ELECTRONIC

Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
07 11/236 98 21

Worch
Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (0 71 1) 28 15 46 · Fax 28 53 22

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 81
7100 Heilbronn

Postleitbereich 8



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

✉ (0 9 41) 40 05 68
Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Instr. 23
... immer ein guter Kontakt!



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Radio - TAUBMANN
Vordere Sterngasse 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



Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 43 1, 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



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

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) 232 08

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren von Leiterplatten
Schafft: 1/8" = 3,2 mm
Länge: 1 1/2" = 38 mm
Schneldgeometrie: 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 Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Goof**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der beseren Computerwelt

E. Späth

ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth
Osterfeldstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telex: 08276-1818 Fax: 08276-1508
Telefon: 08276-1818

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

schrift und zusätzlich ohmwerbeschritten.

Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4W, Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 10 Stück DM 16,45
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 25 Stück DM 34,95
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 100 Stück DM 92,75
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 1Ω - 10 MΩ)

Metalwiderrstands-Sortimente, 1/4W, 1%, Reihe E24, Typ 0207

121 Werte v. 10Ω - 1MΩ à 10 Stück DM 47,95

121 Werte v. 10Ω - 1MΩ à 25 Stück DM 114,00

121 Werte v. 10Ω - 1MΩ à 100 Stück DM 342,00

Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7Ω - 4,3MΩ)

Dioden 1N4148 100 St. DM 2,22 500 St. DM 9,95

100 St. IC-Sockel-Sortiment DM 19,95

50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen DM 29,95

Für alle Atari ST

PCB Edit Platinenlayoutprogramm V 2.0

Kompl. mit Handbuch und Diskette DM 199,00

PCB Edit-Demodisk 3½" inkl. P/V DM 20,00

N.N.-Versand ab DM 15,- (+P/V), Ausl. DM 200,- (+P/V)

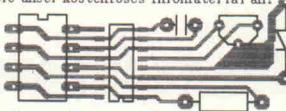
Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei, oder für DM 5,- (Bfrm.) anfordern. Aktuelle Infoliste gratis.

LEHMANN-electronic

Inh.: G. Lehmann, Tel.: 06 21/89 67 80 o Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

Platinen CAD für PC/XT/AT: RULE

zum Erstellen Ihrer Platinenvorlagen. Schnell von der Idee zur Platine. Praxisorientiert. Programm und Handbuch in dt. Sprache. Einfach zu bedienen. Von einem erfahrenen Layouter entwickelt. Forderen Sie unser kostenloses Infomaterial an!



ING. BÜRO FRIEDRICH
Dipl.Wirtsch.Ing.(ET/TH) Harald Friedrich
Südetenstrasse 14, D-6405 Eichenhelden
Tel.+FAX: 0 68 59 / 22 49 Info gratis!

EBV A-4680 Haag HESS HF-Technik
Marktplatz 26 CH-3014 Bern
Tel.: 0 77 32 / 33 66 0 Allmendstr. 5
FAX: 0 77 32 / 33 66 6 Tel.+FAX: 0 31 / 41 02 41
DM 99,-
ÖS 750,- + P/V SFR 99,-

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	99	gn electronics, Rutesheim	6	National Instruments, München	10
Alfatron, München	33			Network GmbH, Hagenburg	2, 14, 39
Bauer-Elektronik, St. Wendel	97	Haag, Adelberg	98	POP electronic GmbH, Erkrath	7
Benkler Elektronik,		Hofmann, Lappersdorf	95	Putzke, Laatzen	7
Neustadt/Weinstr.	97	Hösch, Düsseldorf	95	Ramm Wickelmaschinen, Berlin	95, 97
Bitzer, Schorndorf	6	Hoschar Systemelektronik,		Reichert elektronik,	
Briechle, Aletshausen	91	Karlsruhe	6	Wilhelmshaven	92, 93
BTV Technischer Vertrieb, Hannover	99	hps System Technik, Essen	82	ROM-Electronik, Krumbach	98
CadSoft Computer GmbH,		HTB, Schiffdorf	6	Salhöfer Elektronik, Kulmbach	91
Pleiskirchen	11	icomatic, Hövelhof	6	Simons electronic, Bedburg	95, 97
Carston, Darmstadt	25	Isert Elektronic, Eiterfeld	104	Singer, Aachen	29
DDE Dialog GmbH, Nürnberg	6	Kenwood Electronics, Heusenstamm	9	Späth, Holzheim	101
Eisch electronic, Ulm-Göggingen	101	Lehmann Elektronik, Mannheim	101	Spectra Computersysteme,	
Elektronik Laden, Detmold	6	Lipinski Niendorf Busch GmbH,		Leinfelden-Echterdingen	31
Elpro, Ober-Ramstadt	98	Dormagen	7	SPV Electronic, Nürnberg	95
eMedia, Hannover	41, 43, 59, 96, 103	Lippmann, Taufkirchen	15	Schuberth, Münchberg	98
Engelmann & Schrader, Eldingen	91	LLV Grimm, Niederkassel-Mondorf	75	Tennert, Weinstadt-Endersbach	96
es Lasersysteme, Mössingen	95	LSV Lautsprecher, Hamburg	95	Top Elektronik, Zirndorf	24
Experience Electronic,		Merz Electronic Versand, Lienen	91	VHF Geb., Böblingen	12
Herbrechtlingen	97	Metec GmbH, Hermannsburg	6	Zeck Music, Waldkirch	91
Frech-Verlag, Stuttgart	47	MBMT Microwellentechnik, Bassum	23		
Friedrich, Eichenzell	101	Müter, Oer-Erkenschwick	96		
Gerth, Berlin	15	Mutronic, Rieden	15		
		MWC Micro Wave Components,			
		Alfter-Oedekoven	13		

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)

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/5 47 47-00 oder Fax 05 11/5 47 47-33

Herausgeber: Christian Heise

Redaktion:

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge
Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff, Peter Röbke-Doerr, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath, Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.), Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhoffer, 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 35/50 51-54, Telefax: 0 63 35/50 61

Anzeigen-Auslandsvertretungen:
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong, Tel.: (852) 72 1 5151, Fax: (852) 72 1 38 81

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax: 0 65-2 21 31 04

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel: 0 08-2-7 18 72 46 und 0 08-62-2 718 27 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 13 vom 1. Januar 1991

Vertrieb: Wolfgang Bornschein

Produktion:

Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin

Zastechnik (DTP): Thomas Nießen

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2-00

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6.80 (8S 58,-/sfr 6.80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,- + Versandkosten DM 17,40), 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-Zählungen: Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060 0

Versand und Abonnementsverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkring bv PB 313, 1382 jl Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 91,-; Studentenabonnement: hfl. 81,-)

In Österreich Bestellung über:

EBV - Friedericke Strappeler, 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 veröffentlichten Angaben kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und 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

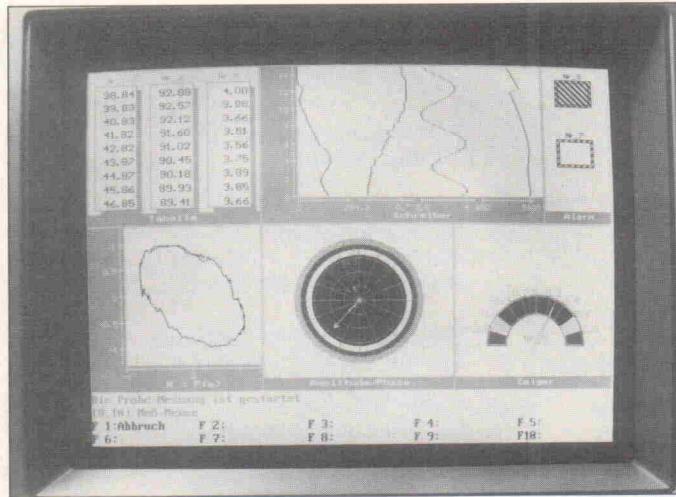
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



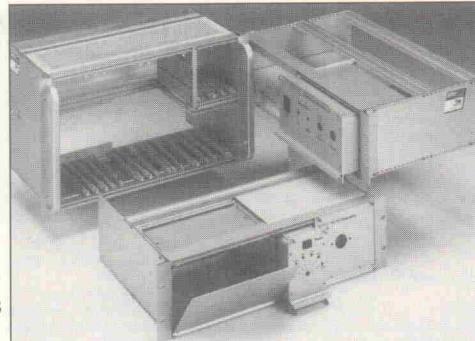
Test: Meßwerterfassungssoftware

Die Aufgaben einer Software zur Meßwerterfassung sind eindeutig: Sie soll zunächst eine entsprechende Hardware beim Einlesen von Daten unterstützen und danach mittels mathematischer Funktionen dem Anwender bei der Extraktion der für ihn relevanten Aussagen behilflich sein. Um die Wahl des 'richtigen' Programms zu erleichtern, untersuchte Elrad einige dieser Meßknechte im Praxistest.



Markt: Neue 19"- Gehäuse

Rund 30 Jahre hat die 19"-Gehäusetechnik schon auf dem Buckel, ist aber putzmunter, weil die Anwender inzwischen bestens mit ihr vertraut sind und den Herstellern die Ideen nicht ausgenommen. Folglich kommt die Umstellung auf metrische Abmessungen nur schlecht voran; das Marktangebot an metrischen Gehäusen und der passenden Peripherie – Steckverbinder,



Busplatinen – ist noch sehr dünn, und die Normung ist noch nicht abgeschlossen. Die Recherche für eine aktuelle Marktübersicht hat daher auch im Jahre 1991 durchaus den Charakter einer 'Zollfahndung'.

Projekttechnik Mikrocontroller

Der Einsatz von Mikrocontrollern nimmt rapide zu. Die Entwickler stehen unter Zeitdruck – um so größer ist die Gefahr, daß sie das, was sie am liebsten

tun, zuerst tun: zum Lötkolben und in die Tasten greifen. Ohne ausreichende Problemanalyse, ohne Anforderungskatalog und Systemspezifikation, ohne Projektplan. Doch nur mit sachgerechter Systematik läßt sich ein Controllerprojekt erfolgreich durchführen.

Midi-To-Power

Leistung schalten über den Midi-Ausgang eines Rechners – zumeist also eines Atari-ST: Während die eine Platine den Datentransfer kontrolliert, fällt der anderen die Aufgabe zu, bis zu acht 220-V-Verbraucher der 500-W-Klasse mit Strom zu versorgen. Doch damit nicht genug: falls nötig, können bis zu 16 dieser Leistungsschalterplatten kaskadiert werden.

Störspannungs- sicherung

In netzbetriebenen Stromversorgungen sollten Maßnahmen gegen Störspannungen inzwischen ebenso selbstverständlich sein wie die übliche Überstromsicherung. Nur so lassen sich Schäden an Bauelementen und Programmfehler in digitalen Steuerungen weitestgehend vermeiden.

Der Beitrag beschäftigt sich mit der Entstehung von Störspannungen sowie deren Unterdrückung durch Filter und übliche Netztransformatoren und geht auch auf die schädlichen Auswirkungen auf angeschlossene Verbraucher ein. Als sinnvolle Schutzmaßnahme bietet sich der Einsatz eines speziellen Trafos an, der Störspannungen weitgehend eliminiert.

Projekt Signalanalyse

Um an Spektren höchster Qualität zu gelangen, muß man normalerweise recht tief in die Tasche greifen. Der Applikations-Chef eines namhaften Halbleiterherstellers hat über dieses Problem nachgedacht und präsentiert in der nächsten Ausgabe sein Konzept, High-End-Meßtechnik bezahlbar zu gestalten. Im ersten Schritt geht er das Problem der Datenerfassung an. Eckdaten dieses Hardware-Moduls:

- Sample-Rate: bis 20 MHz.
- Auflösung: bis 20 Bit.

Weitere Bestandteile des Projekts werden zwei Analog-Interface-Module und die Signalanalyse-Software sein.

Dies & Das

Glasfaser bis in die Wohnung

Wieder einmal beginnt die Zukunft, diesmal in einem Neubauviertel von Amsterdam. Die niederländische Post PTT hat dort das Pilotprojekt 'Fibre to the Home' in Betrieb genommen. Bei diesem Feldversuch hat Philips 200 Haushalte über acht sogenannte passive optische Netze mit einer Kopfstation verbunden. Es handelt sich um ein Einmodenfaser-System, das bidirektional betrieben wird.

Einige technische Einzelheiten: Die Netzabschlußgeräte bei den Teilnehmern haben Zugang zu den entsprechenden Zeitschlitten des Time-Division-Multiplex-Signals von 20,48 MBit/s, das von der Kopfstation an alle Teilnehmer verteilt wird. Das Netzabschlußgerät überträgt in der Rückrichtung mittels Time Division Multiple Access (TDMA).

Die Teilnehmer des Feldversuchs erhalten Fernmelddienste, 20 TV-Kanäle und 32 DSR-Radio-Kanäle über die Faser – kein Fortschritt also, sollte man meinen, denn die Niederlande sind höchstverkabelt. Aber, so heißt es von Philips dazu: 'Die Glasfaser-Infrastruktur wurde so ausgelegt, daß sie auch die in Zukunft angebotenen Dienste übertragen kann.' Kein Wort darüber, welche das sind, aber Spielmaterial für die Phantasie: 'Ein hochentwickeltes Management-System sorgt für die gleichzeitige Konfigurierung und Fehlerüberwachung aller acht Netze. Das Abtrennen von Teilnehmer-einrichtungen, der Anschluß von neuen Netzabschlüssen sowie die Zuordnung von Kanalkapazität kann während des Betriebs über ein komfortables Benutzermenü des Management-Systems durchgeführt werden.' Alles klar: alles controlliert. Vernetzt ist eben was anderes als verkabelt.

Endlich . . .



Orientierung kann so einfach sein

Angebotsfülle und Schnellebigkeit des Computermarktes machen es nicht leicht, den Überblick zu behalten und die Spreu vom Weizen zu trennen. Hier ist das **c't**-Sonderheft die unentbehrliche Informationsquelle.

c't report bringt umfassend und kompetent

- Maßstäbe für die Bewertung von Neuheiten
- wertvolles, langfristig nutzbares Grundlagenwissen für den Anwender
- zuverlässige Kriterien für die qualitätsbewußte Kaufentscheidung.

c't report bietet geballtes Know-how über die wichtigsten Betriebssysteme, Programmiersprachen, Anwenderprogramme wie Datenbanken oder Tabellenkalkulation. Es bringt Sie auf den Stand der Netzwerktechnik und Datenfernübertragung, berichtet über zukunftsträchtige Entwicklungen wie neuronale Netze und Multimedia. Auch die Hardware kommt nicht zu kurz: konkrete Fakten und Details zu Prozessoren, Speichern, Festplatten, Grafikkarten, Netzwerken, Monitoren und Druckern.

**Für 10 DM direkt beim Verlag erhältlich.
Nutzen Sie die Bestellkarte am Heftende
(Bestellung nur gegen Vorauszahlung).**

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

XT oder 80486?

Windows, OS/2, Unix

EGA bis TIGA

Floppy bis Optical

Netzwerke

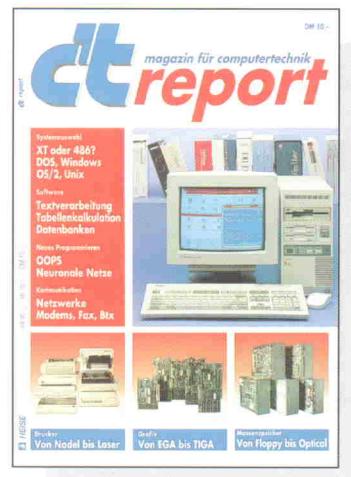
Nadel oder Laser?

Modem, Fax, Btx

Anwendersoftware

Neuronale Netze

**Know-how
rund um den PC**



ULTIBOARD

5 Jahre

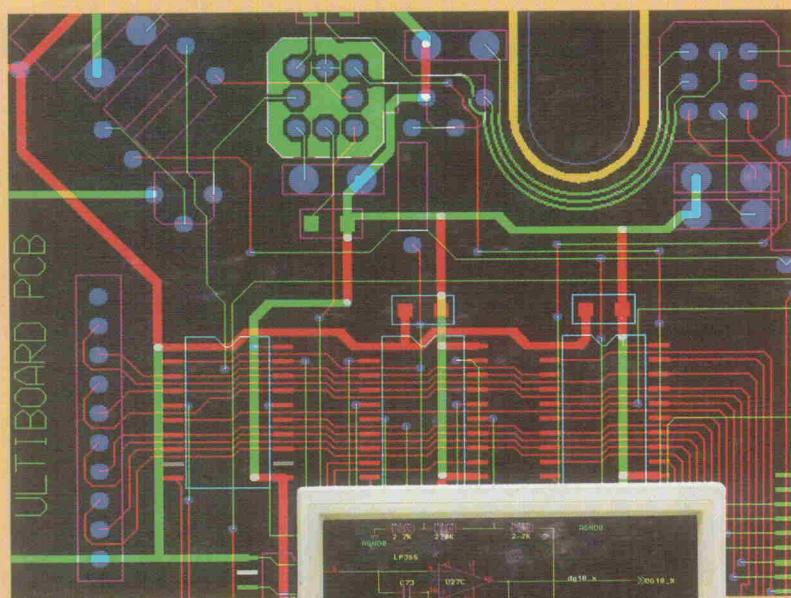
1991 Genau fünf Jahre später
Etwa fünfundzwanzig Mannjahre Entwicklung
Mehr als dreitausendfünfhundert Benutzer

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

ULTIBOARD + ULTICAP
COMPUTER AIDED PCB DESIGN SCHEMATIC CAPTURE

995.-
zzgl.
Mwst.

- 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

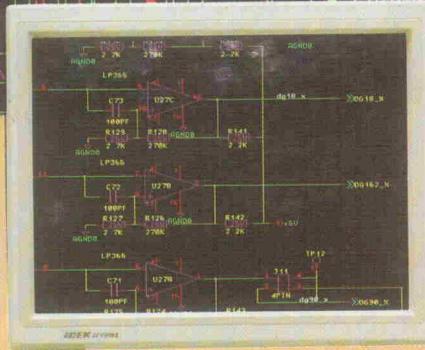
TEL. (05733) 3031

FAX. (05733) 6549

ING. BÜRO ARNDT

TEL. (07026) 1055

FAX. (07026) 4781



ULTIBOARD
Computer Aided PCB Design

- ECHTZEIT (Direct) Reconnect Plazierungsvektoren & Histogramme garantieren optimale Plazierung
- 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
- Netlist Toolkit bietet Interface zu jedem CAD/CAE System
- Unlimitierte Anzahl von Attributen pro Bauteil, Pin oder Netz

ULTIMATE

TECHNOLOGY GMBH • Stangenstraße 1 • W-7022 L.-Echterdingen 2 • Tel. (0711) 796057 • Fax. (0711) 791939