

ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

ös 58,- · sfr 6,80

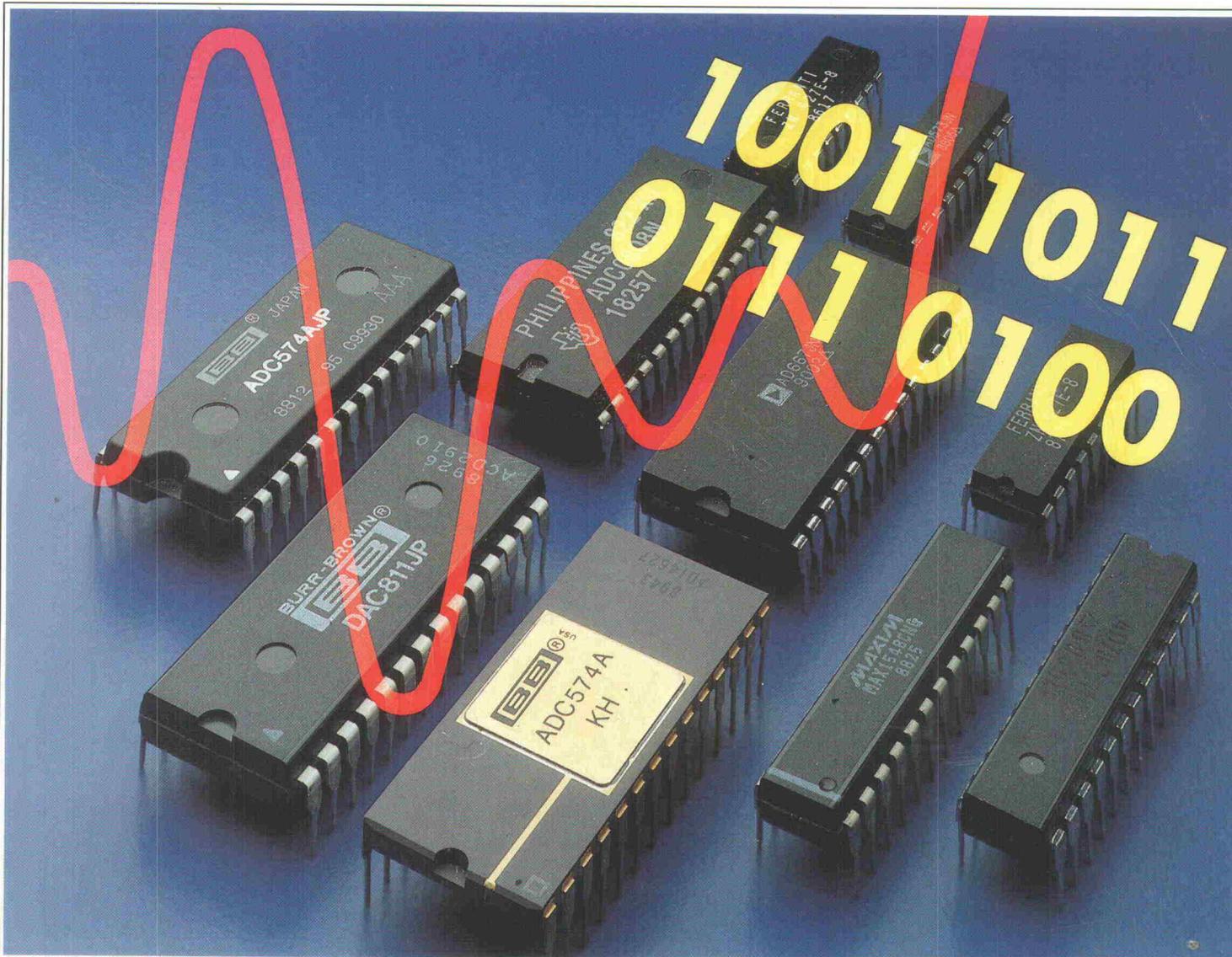
bfr 171,- · hfl 9,20

FF 22,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

4/91

4/91



AD/DA:

Projekt: PC-Multifunktionskarte
Grundlagen: Wandlerverfahren
Markt: Daten von mehr als 700 Typen

Projekte:

Atari: Echtzeit für STs
MOPS: 68 HC 11-Architektur

Entwicklung:

Design Corner: Pt-100-Linearisierung
in 2-, 3- und 4-Leiter-Technik

Grundlagen:

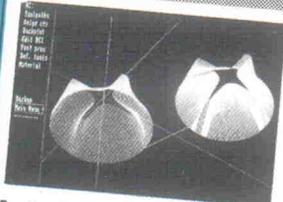
Audio: Datenreduktion
Laborblätter: Pyroelektrische
Detektoren (2)

Test: Universalzähler

Schwerpunkt:

AD/DA-Wandler

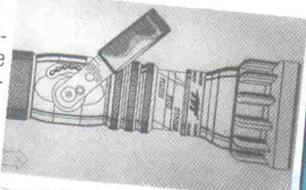
**Für Sie ein Auszug aus unserem
Prozeßautomations-Spektrum**



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

AutoCAD

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



PAL-PC
Prozeßautomations-sprache 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 36 V, 2 A mit integrierter Prozessorkarte u. RS 232

Schrittmotorsteuerkarten



Schrittmotorsteuerkarten für Antriebe bis 3 Nm ab 283,-



**Schrittmotoren
Getriebschrittmotoren**

Elektronisch kommutierte 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 16mm, Steigung 5, 10 u. 20 mm mit spielfreier einstellbarer Kugelgewindemutter z. B. Kugelgewindemutter 16x5 mm, spielfrei einstellbar



DM 112,-

isel-Doppelspürvorschübe

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



z. B. Doppelspur-führung, L 1 m mit Doppelspur-set 1 DM 148,-

isel-Doppelspureinheit

mit Schrittmotor und Kugelgewinde-trieb



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

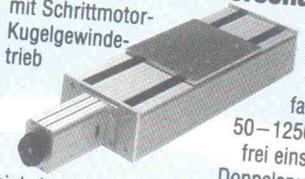
isel-Doppelspur-Hubvorrichtung



mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb Hub max. 75 mm

Wiederholgenauigkeit ± 1/100 mm, DM 962,-

isel-Doppelspur-Vorschubeinheit



mit 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, DM 2394,-

isel-x/y/z-Portalanlage

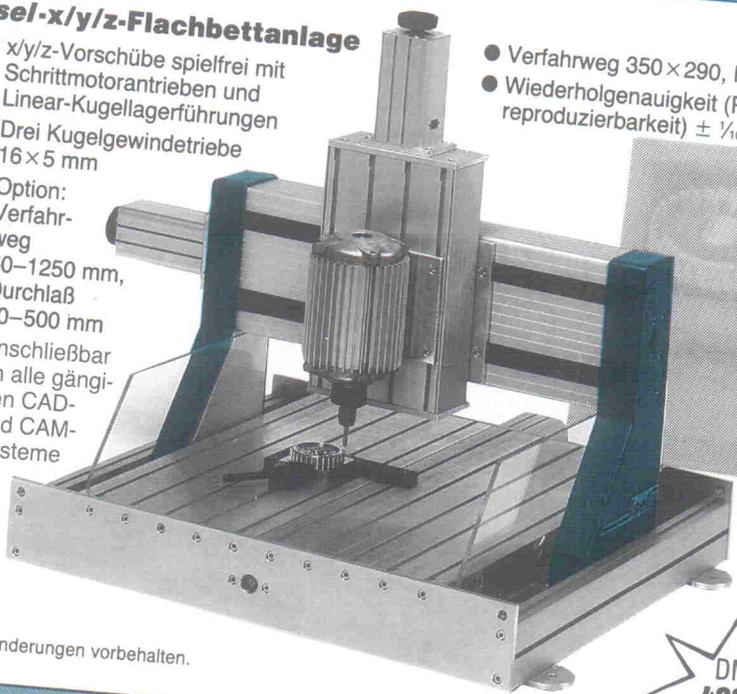
mit Schrittmotor-Kugelgewindetrieb, Verfahrwege 50–1250 mm, z. B. x/y/z-Anlage Verfahrweg 250x290 mm, Hub 75 mm, DM 3705,-



isel-x/y/z-Flachbettanlage

- x/y/z-Vorschübe spielfrei mit Schrittmotorantrieben und Linear-Kugellagerführungen
- Drei Kugelgewindetriebe 16x5 mm
- Option: Verfahrweg 50–1250 mm, Durchlaß 50–500 mm
- Anschließbar an alle gängigen CAD- und CAM-Systeme

- Verfahrweg 350x290, Hub 75 mm
- Wiederholgenauigkeit (Positionsreproduzierbarkeit) ± 1/100



Techn. Änderungen vorbehalten.

DM 4330,-

isel automation

Hugo Isert · Im Leibolzgraben 16 · D-6419 Eiterfeld 1
Telefon (06672) 898-0 · Telex iseld 493 150 · Telefax (06672) 7575



Brücken und Eselsbrücken

'Wieder nur Sylvester', sagte der Mensch im ARD-Schneiderraum. Wer sich an Vietnam-Fernsehen erinnert, hat diesmal keinen Krieg gesehen. Bagdad bei Nacht und eine verölte Ente als erstes Kriegsoffer, als die Bush-Krieger längst zehntausende Zivilisten auf dem Konto hatten, das war's fast schon.

Den Friedensbewegten haben die eindrucksvollen Zielbilder der Videobomben offenbar erreicht – zur Erweiterung ihres Feindbildes. In einer Reihe mit den Aggressoren, die mal über Afghanistan, mal über Panama, mal über Kuwait herfallen, in einer Reihe mit den Militärs, die immer Standby stehen und im Ernstfall den Ausschalter nicht finden, in dieser Reihe stehen nun auch Elektronik- und Computerspezialisten.

Ein wenig hilflos wirken da die Parolen, die jetzt intern ausgegeben werden. Darunter ein Vorwort des weithin bekannten Computerexperten Joseph Weizenbaum in der c't 3/91. Zitat: 'Wir können und dürfen nicht abstreiten, daß wir für eine Katastrophe verantwortlich sind, die erst durch unsere Arbeit ermöglicht wurde.' Nach dem Schulbekenntnis das Glaubensbekenntnis: 'Ich glaube, die meisten Computerprofis würden sich weigern, in einer Pistolenfabrik tätig zu sein. Warum sollten sie dann an Systemen arbeiten, deren Zweck am Ende darin besteht, tausendfach zu vollziehen, was eine Pistole nur einzeln vermag?'

Man kann auch das Gegenteil glauben, daß nämlich der Ohnemich-Standpunkt in diesem Job nicht drin ist. Dieses Glaubensbekenntnis steht im Elrad-Vorwort 3/91. An der Hilflosigkeit freilich ändert dies nichts.

Kriegs-Vorwörter müssen, wie der Name sagt, vor dem Krieg geschrieben werden, also jetzt. Vorkriegszeit. Falls nicht, falls der letzte Krieg der allerletzte war, was ja wohl keiner glaubt: Besser, der ewige Friede ist ausgebrochen und hier steht was Falsches, als umgekehrt. Vorkriegszeit also, Zeit, die Waffen zu optimieren: Zu oft verrechneten sich die mobilen Rechenzentren der Patriot-Systeme. Oder Falludscha: Rakete 1 traf optimal Brücke 1, Rakete 2 aber nicht Brücke 2, sondern, wie gezielt, den Bazar. Ein Zivilist dazu: 'Fahrt doch zur Hölle mit eurer westlichen Zivilisation.' Ein Blackout der Elektronik, ein rufschädigender gar: Das darf nicht sein, da wird weiterentwickelt werden.

Währenddessen bauen Iraker neue Brücken. Und Elektroniker basteln an Eselsbrücken: zur Rechtfertigung ihres Tuns und als Fluchtweg, wenn es wieder schiefliegt. Alte Eseleien gefällig? Die erste: Die Teflon-Bratpfanne aus dem Weltraum, in der nichts anbrennt, als Rechtfertigung der Kosten eines Mondlandeprogramms. Die nächste: Der Standpunkt eines Physikers, der brav völlig zweckfrei Halbleitergrundlagen erforscht und dann sein Wissen für ein Nachtsichtgerät einsetzt, weil er bei der Firma bleiben will: 'Wenn ich's nicht tue, tut's ein anderer.' Und noch eine: Die Rechtfertigung der militärischen Elektronikforschung mit ihrem zivilen Nutzen (siehe dazu: Elektronik 13/86, S. 95ff.: 'Wirft die militärische Elektronikforschung zivilen Nutzen ab? Eine kritische Studie stellt herkömmliche Weisheiten in Frage.').

Alles Brücken, die nicht tragen oder nach nirgendwo führen. Am Golf hat sich jetzt eine andere, zuverlässig erscheinende Konstruktion, eine besonders für Elektroniker mit Military-Skrupeln sehr attraktive Erwartung als trügerisch erwiesen: Die Elektronik selbst, nämlich das Fernsehen, werde nach Vietnam jeden größeren Krieg verhindern; kein zivilisiertes Land könne es sich leisten, bei seiner Blutorgie beobachtet zu werden.

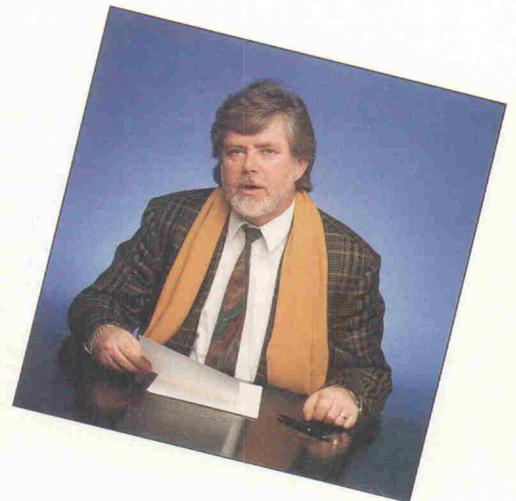
Blauäugig? Nein. Schon der Krim-Krieg, war in den letzten Wochen zu lesen, sei dank Kriegsberichterstattung verkürzt worden. Die endgültige Bestätigung der Elektronik-Theorie aber kam ausgerechnet von den Militärs: Mit dem Fire-Knopf schalteten sie die Zensur ein, übernahmen die Bildschirmherrschaft. Sie beseitigten die Zeugen noch vor der Tat.

Sie ließen die Kommunikationsbeauftragten in aller Welt, selbst unsere öffentlich-rechtlichen Journalisten ausbluten. Die ARD-Chefredakteure protestierten auf schärfste, vier französische Programme berichteten zeitweise nicht vom Golf – was denn auch? Krieg? Eine Ente!

Uns Elektronikern wurde eine echte, die einzige real existierende Brücke kurzerhand gesperrt. Was jetzt? Sollen wir die Kriegsindustrie ausbluten lassen? Das wird uns, Weizenbaums Glaubenssätze in allen Ehren, nicht gelingen. Von 'gesellschaftlicher Einflußnahme' spricht der Kollege im letzten Elrad-Vorwort. Nur so kann es gehen: Die Demokratie durchsetzen, gegen die Militärs.



Manfred H. Kalsbach

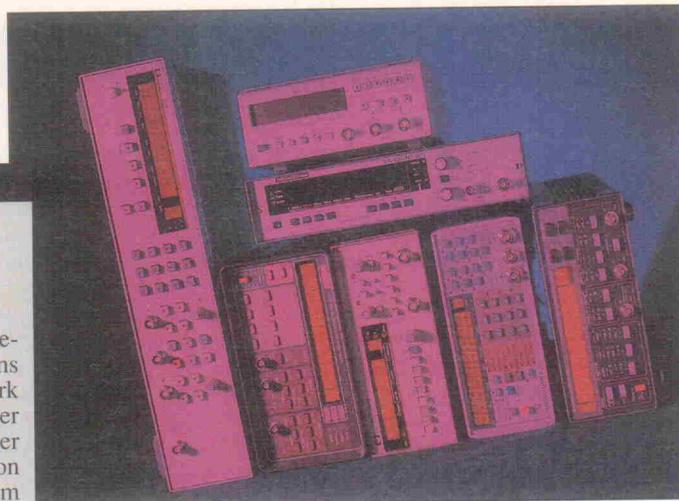


Test

Zählen allein genügt nicht mehr

Angesichts eines recht bescheidenen Marktvolumens von etwa 10 Millionen Mark im Bereich Universalzähler müssen sich Anbieter dieser Art Laborequipment schon etwas einfallen lassen, um wenigstens ein großes Stück vom kleinen Kuchen abzubekommen. Und in der Tat: Die meisten Geräte, die der Elrad-Redaktion zum Test zur Verfügung standen, bestachen durch ihre Funktionsvielfalt.

Seite 20

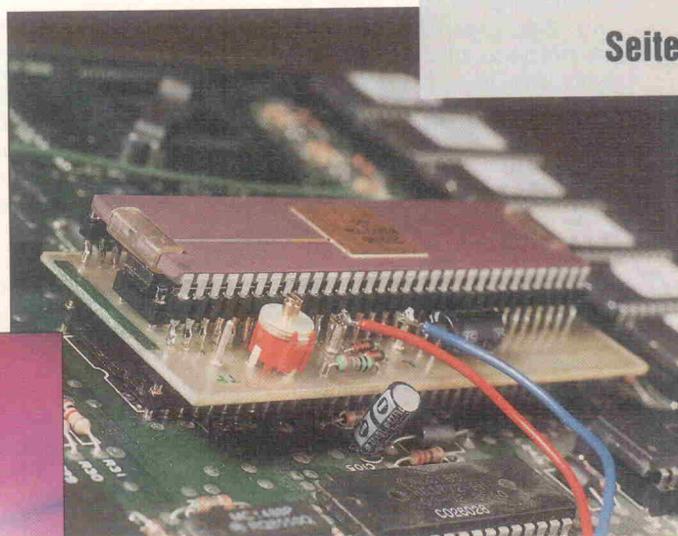


Atari-Hardware

Wem die Stunde schlägt ...

Was die Stunde geschlagen hat, weiß man beim Atari ST nie so ganz genau. Nach dem Einschalten steht die interne Uhr immer auf Mitternacht, und das angezeigte Datum gibt den Geburtstag der ROMs an. Grund genug, mit einem kleinen Projekt die ST-Besitzer in den Genuß einer 'Mega-Uhr' zu bringen.

Seite 93



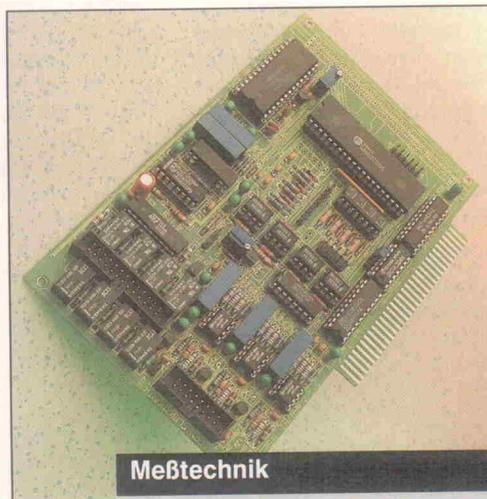
Audio-Grundlagen

Daten-Diät

Wo immer man in der Audiotechnik mit digitalisierten Signalen arbeitet, taucht neben all den vielen Vorteilen ein großes Problem auf: die enorm hohe Bandbreite (sprich Datenrate). Wenn auf längere Sicht der digitalen Signalübertragung zum Durchbruch auch auf dem Consumer-Markt verholten werden soll, führt kein Weg an einer Reduzierung der bisherigen Datenrate von 705,6 kBit/s vorbei. Diese Datenflut erzeugt nämlich sowohl bei der Übertragung als auch bei der Speicherung einige Schwierigkeiten, denn Übertragungsbandbreite und Speicherplatz sind in diesen Größenordnungen teuer.

Unser Beitrag gibt einen Überblick über den Stand der Forschung im Bereich Datenreduktion und -kompression.

Seite 77

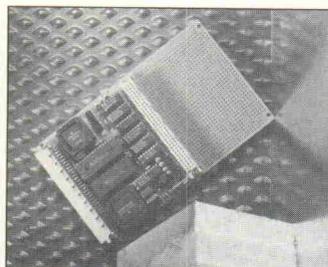


Meßtechnik

UniCard

Für die Realisierung einer PC-Multifunktionskarte im Europakartenformat muß man sich, allein um einer gängigen Ausstattungsfülle zu genügen, schon einiges einfallen lassen. Wie eine Karte aussieht, bei der die meisten Ein- und Ausgänge obendrein noch von der Außenwelt potentialgetrennt sind, zeigt die Projektbeschreibung auf

Seite 33



Hardware

MOPS (2)

Das Controller-Projekt geht in die zweite Runde. Nach der eingehenden Beschreibung der Hardware stehen nun die Register des 68 HC 11 im Mittelpunkt. Die Ports A...E können als TTL-Ein- beziehungsweise -Ausgabeports oder für Sonderaufgaben benutzt werden. Dazu gehören die Adressierung externer Speicher, Analog- oder Timerfunktionen sowie serieller Datentransfer.

Seite 84

Design Corner

Pt-100 zurechtgebogen

Fast ideale Eigenschaften und ein breites Angebot an Ausführungsformen machen den Platin-Widerstand vom Typ Pt-100 zu einem vielverwendeten Temperatursensor. Zur Linearisierung der Kennlinie des Sensors bieten sich verschiedene Verfahren an. Unser Beitrag bringt eine Reihe sehr aktueller Schaltungen, die eine optimale Annäherung an die ideale Kennlinie möglich machen.

Seite 60



AD/DA-Wandler

Bekanntlich besteht die Aufgabe eines A/D-Wandlers darin, die ihm zugeführte Eingangsspannung in eine dazu proportionale Binärzahl umzuwandeln. Zunehmende Anforderungen in der Meßtechnik, der steigende Einsatz von DSPs und Fortschritte in der digitalen Videosignalverarbeitung führen dabei zu unterschiedlichen Wandlerverfahren. Mit den aktuellen Verfahren beschäftigt sich ein ausführlicher Grundlagenbeitrag. Eine tabellarische Übersicht spiegelt die aktuelle Marktsituation wider.

Seite 40

	Seite
Editorial	3
Briefe	7
aktuell	
100-MHz-DSO HP 54 600 A	9
Meßtechnik	10
CAD	12
Stromversorgung	14
Messebericht: didacta 91	16
Hannover-Messe Industrie 91	18
Test	
Zählen allein genügt nicht mehr	20
Meßtechnik	
UniCard	33
A/D-Grundlagen	
Architektur-Wettbewerb	40
Marktübersicht AD/DA-Wandler	
Extrem wandlungsfähig	52
Design Corner	
Pt-100-Linearisierung	60
SMD-Projekt	
BattControl	66
Die Elrad-Laborblätter	
Pyroelektrische Detektoren (2)	71
Bücher	76
Audio-Grundlagen	
Daten-Diät	77
Hardware	
MOPS (2)	84
Atari-ST-Hardware	
Wem die Stunde schlägt	93
Elektronik-Fachgeschäfte	96
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



MICROCAP III

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 & Bauteileditor
- 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.

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

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

Tel. 0721 / 37 70 44



S5PG ist ein Ausbildungs-, Trainings-, und Entwicklungssystem für Speicherprogrammierbare Steuerungen. S5PG richtet sich an alle, die den Anschluß nicht verlieren wollen. Mit S5PG lassen sich Maschinen, Prozesse und digitale Netze dynamisch am Monitor simulieren. S5PG simuliert alle SPS der SIMATIC S5-Serie bis zur S5-116U. Über den Modem-Port kann der ST mit jeder S5 On-Line betrieben werden. Der S5PG-Compiler erzeugt einen 100% kompatiblen Code. Zum Lieferumfang gehört ein SPS-Kurs der keinerlei Vorkenntnisse verlangt. Investieren auch Sie in Ihre Zukunft. Vergessen Sie Basic, C und Pascal. Der erfolgreiche Programmierer arbeitet mit S5PG. Speicherprogrammierbare Steuerungen beherrschen.

S5PG-Info anfordern bei:
KARSTEIN DATENTECHNIK
D-8451 Birgland, Aicha 10a
Tel.: 0 91 86/10 28, Fax 0 91 86/704

MOPS11 mit HC11

aus ELRAD 3/91

MOPS-LP	Leerplatte	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	Betriebssystem für MS/DOS	100,- DM

In unserem Katalog „Von EMUFs und EPACs“ finden Sie diesen und viele andere Einplatinenrechner aus mc, c't und ELRAD.

Den Katalog können Sie kostenlos bei uns anfordern.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88
4930 DETMOLD 18
Telefon 052 32/81 71
Fax 052 32/8 61 97

oder 1000 BERLIN 030/78 40 55 -
2000 HAMBURG 041 54/28 28
3300 BRAUNSCHW. 0531/7 92 31
4400 MÜNSTER 02 51/79 51 25
5100 AACHEN 02 41/87 54 09
6000 FRANKFURT 089/5 97 65 87
8000 MÜNCHEN 089/6 01 80 20
7010 LEIPZIG 09 41/28 35 48
SCHWEIZ 084/71 69 44
ÖSTERREICH 02 22/2 50 21 27

SiPsy - Mini SPS



Software: (vorgestellt in ELRAD 1/91)
Im Vordergrund steht die Anwenderfreundlichkeit und klare Bedienführung. Lauffähig auf allen PCs mit mindestens 256kB RAM und einem Diskettenlaufwerk. Alle gängigen Grafikkarten werden unterstützt. Die Eingaben erfolgen menügeführt (PULL-DOWN-MENÜS). Die logischen Verknüpfungen werden entweder in der Form einer Anweisungsliste, oder als einfache Wahrheitstabelle eingegeben. Neben der Tastatur kann das Programm mit einer MS-Mouse bedient werden. Alle Hardwareeinstellungen können vom Programm aus gesetzt und rückgesetzt werden. DM 49,-

Hardware:
Das Interface wird mit einem Druckerkabel (Centronics) am Druckerport (LPT1, LPT2, LPT3) programmiert. Dazu eignen sich alle am Markt befindlichen PCs (8086, 80286, 90386, PS2 etc.). 8 potentialgetrennte Relaisausgänge sind mit 48V/0,5A belastbar. Die 8 potentialgetrennten Eingänge (Optokoppler) sprechen im Bereich 2V-15V an. Bedingt durch die potentialfreien Ein- & Ausgänge ist eine Beschädigung des PCs ausgeschlossen. DM 249,-

Zusatzhardware:
Aufsteckbarer 4 Bit Binärzähler zum Anlegen der Wahrheitstabelle. DM 35,-
Aufsteckbares doppeltes Zeitglied (ca. 2.25s & ca. 2.50s). DM 55,-

Einsatzgebiet:
Eingesetzt wird unsere Mini-SPS in der Aus- & Weiterbildung, sowie an Schulen im Rahmen von z.B. Digitaltechnik Seminaren. Eine herstellerunabhängige Einführung in programmierbare Hardware (SPS) ist möglich. Einfache Steuerungen sind schnell und unkompliziert realisierbar.

Ingenieurbüro Schön GmbH, F.-Haas-Str.6, 6556 Wöllstein
Tel. 06703/3837, Fax 2410

PC-Meßtechnikkarten

LPI-06	DM 210,-	LPI-33	DM 420,-
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 12 Bit		192 dig. I/O	
LPI-07	DM 430,-	LPI-28	DM 525,-
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 14 Bit		8 Kanal D/A, 8 Bit	
LPI-31	DM 110,-	LPI-212	DM 805,-
48 dig. I/O, drei 16 Bit Timer, kurze Karte		8 Kanal D/A, 12 Bit	
LPI-32	DM 420,-	LPI-PC	DM 130,-
16 Relais, 10 opto. Input		XT-Prototypkarte mit Businterface und Adressendekodierung	

Nachnahmepreise, einschl. MwSt.
Telefonischer Bestellservice Mo. - Fr. 15.00 - 17.00 Uhr

A. Edel

Elektronik Import/Export

Alte Kölner Str. 10 · D-5064 Rösrath
Tel. 0 22 05/8 27 49 · Fax 0 22 05/8 52 44

Sondernormdecoder

zum Entschlüsseln von ASTRA-PAY-TV-Programmen

z. B.: TCD-3 DM 398,-

Modul für C 64
TCD-64 Bausatz ab DM 148,-

Leichte Erweiterung auf neue Codierungen durch Verwendung einer Mikroprozessor-Steuerung.

Händleranfragen erwünscht.

Anschlußfertige Geräte aus eigener Entwicklung und Fertigung von:

Metec GmbH

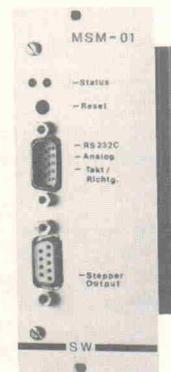
Turnerstraße 15 · 3102 Hermannsburg
Telefon: 0 50 52/83 05
FAX 0 50 52/83 06

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

Dieses ist der erste Streich...

MSM-01

Microstep-Steuerkarte
— universell einsetzbar —



Eingang: — Analog
— Seriell
— Takt/Richtg.

Ausgang: — 2 Phasen
45 V/2,5 A

- max. 256/Vollschritt
- Ausgabe 0—18 kHz
- Geschw.-Bereiche einstellbar (E.-Getriebe)
- simulierte Impulsgeber (TTL/90°)

und weitere sehr interessante Merkmale

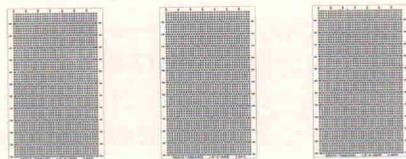
Option: Motoranpassung für Schrittwinkelkorrekturen

SW-Elektronik

Inh. Siegfried Wacht · Kastanienstr. 8
7542 Schönbörs · Tel. 0 72 35/83 07

SMD-Fädelkarte für Laboraufbauten

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



ICOMatic GmbH

Industriestr. 30 · 4794 Hövelhof
Telefon: 0 52 57/50 06 42
Telefax: 0 52 57/50 06 51



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 Kopierschutz
- Optionen: BoardRouter- Autorouter
- OrCAD-Netzlisten
- GERBER-Viewer

Rufen Sie jetzt das kostenlose BoardMaker Infomaterial und die Demodiskette ab! Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder viel schneller über die HOSCHAR CAE-Hotline.

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

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

Tel. 0721 / 37 70 44

Doch Testsieger?

Nicht ganz einverstanden war man im Hause Wavetek mit der Darstellung seines Produkts im Funktionsgenerator-Test in der Ausgabe 1/91.

Unser Funktionsgenerator FG 5000 A hat in dem von Ihnen veröffentlichten Testbericht (Elrad 2/91) relativ schlecht abgeschnitten.

Wir sind da nicht ganz Ihrer Meinung!

Nachfolgend technische Fakten über den FG 5000 A, die entweder gar nicht oder nur zum Teil in Ihrer Aufstellung Beachtung gefunden haben:

- Robustheit,
- Betriebssicherheit - Reklamationen liegen sowohl innerhalb als auch nach der Garantiezeit unter 1% (Ausgangsbasis: über 2000 verkaufte Geräte)

Der Aufbau des Gerätes:

- Aluminiumgehäuse mit 2 mm Wandstärke,
- absolut unempfindlich gegen EM-Einstrahlung,
- einfachste Bedienung,
- hohe Ausgangsspannung,
- Ringkerntransformator,
- Betriebssicherheit bis -20 °C (Gerät arbeitet innerhalb der Spezifikation),
- sämtliche Ein- und Ausgänge kurzschluß- und fremdspannungsgeschützt,
- Option: IEEE + RS232-Schnittstelle möglich

Sie haben in Ihrem Test die Signalqualität (Sinus, Dreieck) und Überschwinger beim Rechteck kritisiert. Dabei wurde nicht berücksichtigt, daß unser Ausgangsverstärker 40 V_{SS} produziert und eine Linearität von typisch 1 dB über den gesamten Frequenzbereich aufweist. Da sich beim Gegenaktverstärker bei linearem Anstieg der Ausgangsspannung die intern abfallende Leistung im Idealfall im Quadrat erhöht, wird deutlich klar, wie hoch die zu produzierende und zu verarbeitende Leistung ist.

Durch die hohe interne 3-dB-Bandbreite des Ausgangsverstärkers (15 MHz) werden entsprechend höherfrequente harmonische Oberwellen übertragen, die zu einer Verschlechterung des Klirrfaktors führen. Bei Messungen, die einen nahezu idealen Sinus erfordern, wird allgemein kein Funktionsgenerator verwendet.

Bei dem Thema 'variable Symmetrie' stellen Sie einen Vergleich mit Mitbewerber-Geräten auf, deren Frequenz bei Veränderung der Symmetrie kontinuierlich mitläuft. Unser Gerät reduziert die Signalfrequenz um den konstanten Faktor 10 und bleibt dann frequenzstabil, unabhängig vom gewählten Symmetriewert. Um dies zu erzielen, wurde ein entsprechend hoher Schaltungsaufwand geleistet, der zur Verbesserung in diesem Bereich geführt hat. Gerade hier unterscheiden wir uns positiv im Vergleich zu anderen Mitbewerbern. In Ihrem Test außer acht gelassen wurde die IEEE- beziehungsweise RS232-Schnittstelle, die unserer Meinung nach bei keinem der von Ihnen getesteten Geräte in dieser Preisklasse als Option angeboten wird.

Soweit uns bekannt ist, gibt es auf dem Markt kein vergleichbares Gerät, das die oben genannten Features bei diesem Preis/Leistungsverhältnis aufweisen kann. Unsere Kunden sind mit diesem Wavetek-Produkt allgemein sehr zufrieden.

Kirsten Mämpel
Wavetek Electronics GmbH

Mageres Netzteil?

'ExterNetz' hieß das Netzteil für Rechnerperipherie in Heft 11/90. An den angegebenen Daten: +5 V/5 A, +12 V/2,5 A und -5 V/0,5 A wurden Zweifel laut.

Das Netzteil ist reichlich 'mager' dimensioniert. Daß der

Nachträge und Berichtigungen

Kompakt-Power mit Kompakt-Preis

In Elrad 1/91, Seite 7, erschien die Meldung 'Kompakte Power fürs Labor' über das Labornetzgerät LS 3010 von Farnell aus unserem Lieferprogramm. Der richtige Verkaufspreis beträgt 800 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer, nicht wie von Ihnen angegeben 1100 D-Mark.

nbn-Elektronik
W-8036 Herrsching

Nicht ganz fit

Im Beitrag 'Die Fitmacher über Trainersysteme für Aus- und Weiterbildung, Elrad 1/91, zeigt auf Seite 27 das untere Bild, linke Reihe, den im Text erwähnten 'SPS-Trainer auf Atari ST' der Firma Karstein Datentechnik, 8451 Birgland. Ein Foto des 'SPS-PC-Trainer von BBH', zu dem die falsche Bildunterschrift passen würde, enthält der Beitrag nicht.

Technische Anfragen

Die Sprechstunde der Redaktion ...

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

05 11/54 74 70

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

Gleichrichter D6 zwei Minuszeichen im Schaltbild hat, stört nur optisch. Aber soll ein 2-A-Stabi (IC1) 2,5 A liefern? Bleibt die Frage, wie dies der Gleichrichter ausgehalten hat - im Layout auch nur als 1,5-A-Brücke vorgesehen - denn das Netzteil wurde lt. Angabe unter Vollast gemessen.

Klaus-Dieter Heinz
6450 Hanau

Sicher haben Sie recht, wenn Sie einen 1,5-A-Gleichrichter in 2,5-A-Anwendungen als unterdimensioniert reklamieren. Da die +12-V-Spannung jedoch in der hier vorgesehenen Anwendung zum Antreiben eines Motors dient und daher die 2,5 A nur im Anlaufmoment benötigt werden, ist die Einschränkung zulässig. Das 'Vollast'-Experiment weit jenseits des Nennbetriebs war der Härtestest, den der Prototyp netterweise überstanden hat - hätten wir das verschweigen sollen? (Red.)

Übrigens: Der im Text angesprochene Texteditor, mit dem auf dem SPS-PC-Trainer von BBH, 5870 Hemer, SPS-Programme erstellt werden können, ist PD-Software. (Red.)

LWL-Adresse fehlt

Zu der Marktübersicht 'Bauelemente für LWL-Systeme' ist die Anschrift der ANT Bosch Telecom nachzutragen. Obgleich die Firma im Text erwähnt wird, fehlt ihre Anschrift in der Tabelle.

ANT Nachrichtentechnik GmbH

Postfach 11 20
W-7150 Backnang
Telefon: 0 71 91/13-0
Fax: 0 71 91/13-32 12

Zudem stellte ANT das Farbfoto Seite 26 zur Verfügung, wofür wir an dieser Stelle danken. (Red.)

Information + Wissen

Briefe

ct magazin für
computer
technik



MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**HIFI
VISION**

HEISE



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

Fast **10 000 HALBLEITER**

Ram's, Eprom's, Mikro's,
Digitale und Lineare IC's,
Diskrete Halbleiter,
Japaner usw.,
sowie viele passive Bau-
teile zu günstigen Staffe-
preisen ab Lager.



Hermann-Volz-Str. 42
7950 Biberach
Telefon 0 73 51 / 20 35
Telefax 0 73 51 / 2 86 85

Neuer **KATALOG KOSTENLOS**

ELRAD-MOPS 68 HC 11

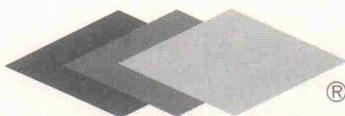
MOPS Leerplatine, Europakarte mit großem Lochrasterfeld	64,00 DM
MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, ohne 68HC24 und ohne Uhr	220,00 DM
MOPS Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, 68HC24 und Uhr	300,00 DM
MOPS Fertigplatine mit 68HC11A1, ohne 68HC24, ohne Uhr	300,00 DM
MOPS Fertigplatine mit 68HC11A1, 68HC24 und Uhr	380,00 DM
MOPS Betriebssystem auf IBM-Diskette mit Handbuch, Editor, Assembler, Basic, Pascal, Runtimequelltext	100,00 DM

Alle Bauteile sind auch einzeln erhältlich.

c't KAT-Ce 68000

KAT-Ce 68000 Einplatinensysteme auf Europakarte mit 68000 oder 68070, 68681, 68230, Analogwandler, Uhr, LCD-Anschluß in verschiedenen Ausführungen	
KAT-Ce 68000 Betriebssystem mit Monitor, Disassembler, Assembler, Editor, Pascal-Compiler mit Parallelprozeduren	
KAT-Ce Leerplatine 68070, 1.3 oder 1.4 ohne Betriebssystem	69,00 DM
KAT-Ce Leerplatine mit Betriebssystem	208,00 DM
Bausatz 64 k RAM ohne Betriebssystem	ab 328,00 DM
Fertigplatine 64 k RAM mit Betriebssystem	ab 528,00 DM

Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder
Rostocker Str. 12, 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. 0 23 68/5 39 54, Fax 5 67 35



ALCRON

IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

Elektronische
Bauelemente

ALCRON

Digitale
Meßgeräte

HI-TEC

Kippschalter

MIYAMA

Einbauinstrumente

ACRO-METER

Lade- und
Netzgeräte

MINWA

TELEKOM-Zubehör

TAE-/ADO-Dosen und Stecker, Kabel mit ZFF-Nr. der DBP

BITTE FORDERN SIE UNSERE KOSTENLOSEN
KATALOGE AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN.

Horst Boddin · Import-Export

Postfach 10 02 31
Steuerwalder Straße 93
D-3200 Hildesheim

Telefon: 0 51 21/51 20 17
Telefax: 0 51 21/51 20 19
Telex: 927165 bodin d

Solar-Wechselrichter

Wirkungsgrad bis 95% im wichtigen Teillastbereich. Geringster Eigenstromverbrauch durch Einsatz von Ringkerntransformatoren. Quarzgesteuert mit Echt-Effektivwert-Regelung. Batteriespannungsüberwachung mit Tiefentladeschutz: Hohe kurzzeitige Überlastung. Dauerkurzschlußfest durch elektronische Pulsstrombegrenzung. Ausgangsspannung 220 V, 50 Hz trapezförmig mit PWM Regelung. Robuste und sehr zuverlässige Ausführung zur Versorgung praktisch aller elektrischen Verbraucher, nicht nur im Solarbereich. 110/220 V DC Eingang bis 10 kVA auf Anfrage lieferbar.

600 VA 12 V=	DM 1.479,-	600 VA 48/60 V=	DM 1.593,-
1200 VA 12 V=	DM 2.049,-	1200 VA 48/60 V=	DM 2.049,-
600 VA 24 V=	DM 1.241,-	2500 VA 48/60 V=	DM 3.967,-
1200 VA 24 V=	DM 1.935,-	3700 VA 48/60 V=	DM 6.723,-
2500 VA 24 V=	DM 3.853,-	5000 VA 48/60 V=	DM 7.978,-
3700 VA 24 V=	DM 6.723,-	7500 VA 60V=	DM 10.089,-
5000 VA 24 V=	DM 8.319,-		

Neu!

Solar-Wechselrichter für Netzeinspeisung. Prozessor-gesteuert mit MPP- Tracking. Eingang 80 ... 150 V-1500 W DM 4.845,-

Labor-Netzgeräte

Professionelle Ausführung in bester Industrie-Qualität. Geringe Verlustleistung durch primär getaktete Vorregelung. Lieferbare Ausführungen:

- komplette Elektronik incl. Transformator als vorgetestete Baugruppen.
- Fertiggerät mit analogem Volt- und Amperemeter
- Zubehör: Gehäuse, Instrumente

0 - 30 V,	0 - 5 / 10 / 15 / 25 Amp.
0 - 60 V,	0 - 5 / 10 / 15 Amp.
0 - 100 V,	0 - 2,5 / 5 / 10 Amp.

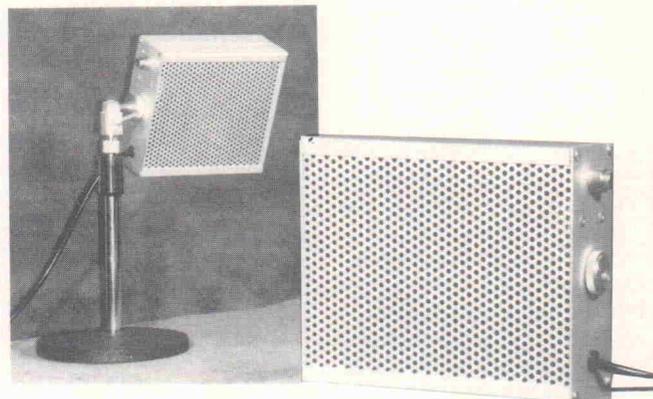
Preise auf Anfrage.
Fordern sie unsere
Lieferübersicht an.
Versand per Nachnahme.

Sytec GmbH

W-4800 Bielefeld 16
Postfach 16 03 61
Tel. : (0521) 77 10 75
Fax : (0521) 77 12 75

Lötdampf-Absorber

Ihrer Gesundheit zuliebe
Sollte an keinem Arbeitsplatz fehlen



Beim Lötvorgang werden gefährliche Rauche, Gase und Aerosole freigesetzt. Durch den Einsatz unserer Lötdampf-Absorber mit Aktiv-Kohle-Filter werden diese Schadstoffe gleich am Entstehungsort abgesaugt. Durch die handliche Größe (15 x 14 x 5,5 cm) stört er nicht am Arbeitsplatz.

Lötdampfabsorber:	DM 124,50 + 14% MwSt.
Tischstativ:	DM 55,80 + 14% MwSt.
Ersatzfilter 6 Stk.:	DM 23,90 + 14% MwSt.

Distelkamp-Electronic

Postfach 23 69, 6750 Kaiserslautern-27
Tel.: 06 31/7 83 19, Fax: 06 31/7 83 99

Hewlett-Packard: 100-MHz- Speicherscope unter 6000 D-Mark

Mit einem 100-MHz-DSO läutet Hewlett-Packard den lange erwarteten Einstieg in den Markt der allgemeinen Laborausrüstung ein. Kennzeichnend für die neue Produktpalette wird nach Aussagen eines HP-Sprechers der HP-eigene hohe Qualitätsstandard und Innovationsgrad der Geräte sein, bei deren Entwicklung auf das Know-how und die Technologien der High-End-Meßgeräte zurückgegriffen wird.

Das Zweikanal-Oszilloskop HP 54600 A beziehungsweise das um zwei Hilfskanäle erweiterte HP 54601 A sind die ersten Vertreter einer Geräteklasse, mit der HP ganz offensichtlich versuchen will, an Fernost verlorenes Terrain zurückzugewinnen. Die Scopes sind mit Features ausgerüstet, die diese Geräte sowohl für die Entwicklung als auch für die Fertigung interessant erscheinen lassen. Der nicht nur für HP-Verhältnisse außergewöhnlich niedrige Preis schließlich wird sicher auch dafür sorgen, daß viele Vertreter dieser neuen HP-Gerätegeneration ihren Weg in den Service- und Ausbildungsbereich finden.

Zu den technischen Daten: Die -3-dB-Bandbreite der ab 1. April 1991 erhältlichen Scopes ist mit 100 MHz spezifiziert, die errechnete Anstiegszeit beträgt laut Hewlett-Packard 3,5 ns. Während die Ablenkoeffizienten der Hauptkanäle von 5 V/div bis 2 mV/div reichen, lassen sich die Hilfskanäle des HP 54601 A wahlweise auf 0,5 V/div oder 0,1 V/div einstellen. Sowohl die Haupt- als auch die verzögerte Zeitbasis erlauben X-Ablenkungen von 5 s/div bis maximal 2 ns/div.

Auch im Bereich der Triggerungen, also der Triggerempfindlichkeit (0,35 div bis 25 MHz, 1 div bis 100 MHz), der Quellen und Kopplungsarten versprechen die Daten wieder alles, was in den oben angesprochenen Bereichen vonnöten ist; speziell für den Einsatz in

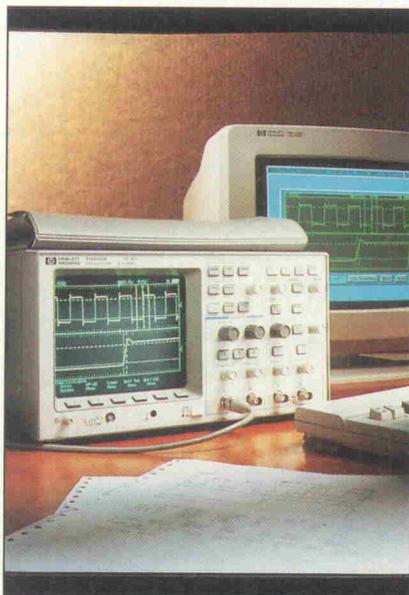


der Fertigung, in der Geräteendkontrolle und im Service wurden die Scopes mit TV-Triggerungen ausgestattet. Mit Hilfe des 'Holdoff' läßt sich die Triggerung zusätzlich zwischen 200 ns und 13 s sperren.

Im Digitalteil arbeitet ein 8-Bit-Wandler mit einer maximalen Wandelrate von 20 MSamples/s, die sinnvoll nutzbare Bandbreite ist in dieser Betriebsart auf 2 MHz begrenzt. Allerdings spürt der 'Peak Detector' noch Glitches von 50 ns auf. Mittelwerte können wahlweise aus 8, 64 oder 256 Zügen gebildet werden. Ferner ermöglichen ein oder zwei Cursorpaare die Bestimmung von Amplitudendifferenzen, während für Zeitbeziehungsweise Frequenzmessungen ein weiterer X-Cursor zur Verfügung steht.

Eine weitere, offensichtlich in erster Linie für die Geräteendkontrolle vorgesehene Möglichkeit ist die Speicherung von bis zu sechzehn Voreinstellungen.

Optionale Schnittstellen erlauben es, die neuen HP-Scopes an PCs zu koppeln. Neben Steuerung und 'Bildschirmtransfer' unterstützt Hewlett-Packard mit seiner Software auch das Erstellen von Dokumentationen.



Zur Verbindungsaufnahme mit weiterer Hardware wie PCs oder Druckern sind im umfangreichen Zubehörprogramm drei Schnittstellen erhältlich: Neben Centronics- und RS 232-Modulen ist – natürlich – auch ein HPIB-Interface lieferbar. Mit den Schnittstellen zielt HP ebenso wie mit der 'SoftLink'-Software in erster Linie auf den Entwicklungsbereich: Diese ermöglicht das Erzeugen von Bildschirmdumps im TIF-Format. So lassen sich Meßwerte in Dokumentationen einbinden.

Abgerundet schließlich wird das Bild der 'neuen HPs' durch eine dreijährige Garantiezeit sowie Mengen- und Hochschulrabatte. Elrad plant, die DSOs in einer PreView genauer in Augenschein zu nehmen.

Hewlett-Packard
HP-Direkt
7030 Böblingen
Dornierstr. 7
Tel.: (01 30) 33 22

aktuell

BestNr	DM
Pufferspeicher	
00010 Katalog	0
22064 Centronics 64K	248
22256 Centronics 256K	498
22102 Centronics 1MB	998
88256 RS232 256K	598
88102 RS232 1MB	998
88409 RS232 4MB	2498
Interfaces	
00020 Katalog	0
42008 Druckerinterface 20mA 8K	348
72000 Druckerinterface Atari 800	248
92000 Druckerinterface C64/128	98
32000 Druckerinterface IEEB488	348
82008 Druckerinterface RS232 8K	248
82064 Druckerinterface RS232 64K	398
62008 Druckerinterface RS422 8K	348
24000 Centronics > 20mA	398
28000 Centronics > RS232	298
26000 Centronics > RS422	398
98064 C64/128 <-> RS232	298
86000 RS232 <-> RS422 0kV	298
86001 RS232 <-> RS422 1kV	348
86050 RS232 <-> RS422 50kV	348
84001 RS232 <-> 20mA 1kV	248
84050 RS232 <-> 20mA 50kV	298
11000 Selbstbautastatur an PC	298
81064 Eigenständiges Video-Intef.	348
T-Switches, AutoSwitches	
00030 Katalog	0
25210 Centronics 2 PC > 1 Drucker	248
25410 Centronics 4 PC > 1 Drucker	398
85211 RS232 2 PC > 1 Drucker	398
25120 Centronics 1 PC > 2 Drucker	248
25121 s.o. aber softwaregesteuert	798
25140 Centronics 1 PC > 4 Drucker	398
85125 RS232 1 PC > 2 Drucker	148
85121 s.o. aber softwaregesteuert	798
85145 RS232 1 PC > 4 Drucker	198
00040 Datenkabel Katalog	0
Interface-Karten für PC	
00050 Katalog	0
14201 2x20mA 500V isoliert	348
12100 Centronics (bis 100m!)	198
18200 2xRS232 normal	198
18201 2xRS232 500V isoliert	298
16201 2xRS422 500V isoliert	348
10601 Karte versorgt ext.Geräte	98
PC schaltet Netzspannung	
00060 Katalog	0
22520 Unterputz-Schalter	119
22521 Unterputz-Dimmer	119
22510 Zwischensteck-Schalter	148
22511 Zwischensteck-Dimmer	148
22503 Manuelle Fernbedienung	65
22502 Controller Centronics-Anschl.	248
Erweiterungen zum Selbst-	
00510 Installieren. Katalog	0
00520 UNIX-Install. Merkblatt	0
00530 Comp. richtig install. Merkblatt	0
Leitungstreiber	
00530 Katalog	0
20001 Centronics 1km 500V	498
80001 RS232 1kV 500V	498
Optische Isolatoren	
00530 Katalog	0
88001 RS232 1kV	248
88050 RS232 50kV	298
66001 RS422 1kV	248
66050 RS422 50kV	298
Portable Buffer Druck/	
Maschinendaten mitnehmen	
00080 Katalog	0
22031 Centronics 32K	298
22127 Centronics 128K	598
88031 RS232 32K	598
88127 RS232 128K	898
00400 Kunstwerke extra für Computer-Spezialisten. Katalog	0
A: Basic (0222) 9736360 B: Brother (02) 467 4211 CH: Weber (01) 9302003 D: Wiesemann & Theis (0202) 505077 DK: Jatec (86) 408004 E: Neol 88.62.37.52 NL: Cat&Korsh (010) 4507696 USA: W&T 1-800-628-2086	
Wiesemann & Theis GmbH Wittener Str. 312 5600 Wuppertal 2	
Tel.: 0202 505077 Fax.: 0202 511050	
W&T PRODUCTS	

Meßtechnik

PC als Laborschreiber

Das als Ersatz für einen Laborschreiber (Linienschreiber) konzipierte Datenerfassungsgerät Lablogg 2 der Firma Plischke & Buhr arbeitet netzunabhängig. Das Gerät wird lediglich an die serielle Schnittstelle eines PC angeschlossen und versorgt sich aus dieser mit Strom. Zusammen mit der im Lieferumfang enthaltenen Software verfügt man über ein Meßsystem mit folgenden Merkmalen: zwei analoge Eingänge mit je vier Meßbereichen $\pm 0,4$ V, ± 4 V, ± 40 V und ± 40 mA; Auflösung 0,1 mV, 1 mV, 10 mV und 10 μ A; überspannungsfest bis 200 V; überstromfest bis 200 mA; Abtastrate 10 Messungen pro Sekunde für jeden Kanal.

Die Darstellung der Meßwerte ist sowohl in grafischer als auch in tabellarischer Form möglich. Auch während einer laufenden Aufzeichnung kann man zwischen den Darstellungsweisen umschalten. Die gesamte Steuerung des Lablogg 2 erfolgt über

die Funktionstasten des PC. Meßwerte, die beispielsweise eine Temperatur oder einen pH-Wert darstellen, erscheinen mit der jeweils zugehörigen Einheit und nicht als erst umzurechnender Spannungs- oder Stromwert. Zudem erlauben es die in der Software integrierten Triggerfunktionen, die Aufzeichnung entweder manuell oder erst bei Über- beziehungsweise Unterschreiten eines frei wählbaren Grenzwerts zu starten. Für Zeitintervalle aus dem Bereich 0,1 s... 99,9 s kann man wahlweise Momentan-, Mittel-, Minimal- oder Maximalwerte abspeichern.

Die erfaßten Daten lassen sich auf Nadel- und Laserdruckern in Form von Grafiken oder Tabellen dokumentieren. Die Speicherung der Daten im Massenspeicher erfolgt im ASCII-Format, so daß man sie mit der entsprechenden PC-Software (Datenbanken, Tabellenkalkulationen) einlesen und verarbeiten kann. Der Preis des Lablogg 2 beträgt laut Angabe des Herstellers 912,- DM.

Plischke & Buhr KG
Siemensstr. 6
W-5300 Bonn 1
Tel.: (02 28) 62 52 90



Service: Instandsetzen und kalibrieren

Neben einem umfangreichen Produktprogramm namhafter Hersteller wie beispielsweise Beckman Industrial und Tektronix bietet die esz Elektronik-Service GmbH die Instandsetzung, Wartung und Kalibrierung elektronischer und medizinischer Meß- und Prüfgeräte sämtlicher Fabrikate an. Die Dienstleistungen dieser Firma umfassen die technische Überprüfung (performance test) aller

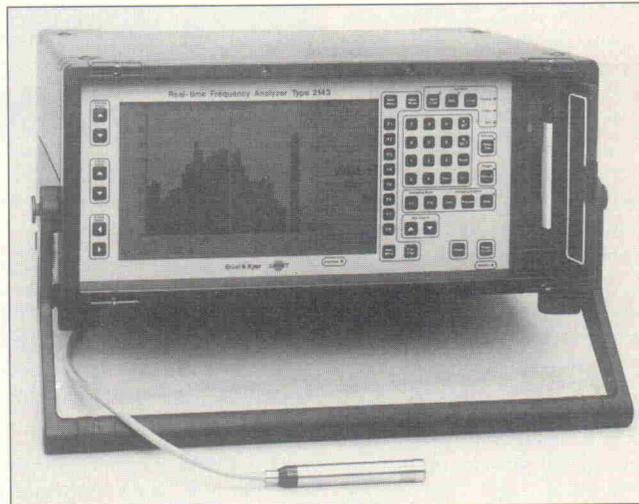
elektrischen Funktionen des betreffenden Geräts, den Abgleich bei Abweichungen der vorgegebenen Spezifikationen, die Dokumentation der Werte anhand eines Meßprotokolls, die Ausstellung eines Kalibrierscheins sowie die Instandsetzung defekter Geräte.

Nähere Informationen sind auf Anfrage direkt vom esz Elektronik-Service erhältlich.

esz Elektronik-Service GmbH
Salzstr. 13
W-8034 Germering
Tel.: (0 89) 8 41 68 04
Fax: (0 89) 8 41 14 12

Am 10. und 11. April
in Chemnitz:

Meßtechnik pur



Die 'messtechnik' (aus Wendezeiten wohl noch mit dem Kürzel 'ost' versehen) öffnet am 10. und 11. April dieses Jahres erneut ihre Pforten. Die Ausstellungshallen am Chemnitzer Schloßteich sind von 9 Uhr bis 17 Uhr geöffnet; der Eintrittspreis für beide Tage einschließlich Ausstellungskatalog beträgt 10 DM.

Auf einer Fläche von 1300 m² stellen etwa 180 Haupt- und Unteraussteller dem Publikum ihre neuesten Produkte vor; dazu zählen Namen wie Brüel & Kjaer mit einem neuen Echtzeitanalysator (Foto), Gould Electronics, Keithley Instruments, Kontrol Elektronik, H. G. Lau mit der Gerätepalette der Firma Leader, Tektronix oder Wandel & Goltermann. Außer den reinen Meßgerätefirmen sind viele Aussteller mit anwenderorientierten Meßkonzepten vertreten. Hier fielen uns in den Vorinformationen ein FFT-Analysator mit Transientenrecorder auf einer PC-Karte von DIFA (Stand 10 A) auf, oder auch das Entwicklungs- und Anwendungssystem für den Motorola-DSP-96002-Gleitkomma-Signalprozessor von der Firma Electronic-Tools (Stand 19 D). Ebenso dürfte aber ein Trübungsmeßgerät zur Überwachung der Wasserqualität von BTG-Anlagentechnik ein interessiertes Publikum finden.

Nicht zuletzt zu erwähnen ist natürlich die Präsenz der Elrad-Redaktion auf dem Stand 25 C mit allen aktuellen Heften zum Blättern und Fachsimpeln. Wenn alles klappt wie geplant, werden wir auch einen größeren Posten Probehefte zum kostenlosen Mitnehmen parat haben.

Mit zum Messeprogramm gehören Fachvorträge, die zusätzlich zur Ausstellung stattfinden. Hier ein kleiner Querschnitt durch die Themenvielfalt: Laserinterferometer, Meßgerätebeschaffung – Kaufen und Mieten, Radon-Meßtechnik in Wohnhäusern, Meßtechnik unter Windows 3.0, Echtzeit-Digitalisierung im Gigahertzbereich und vieles andere mehr.

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

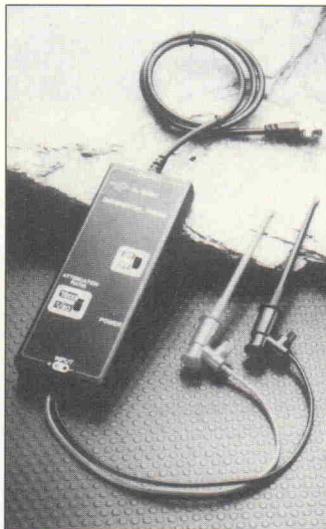
Differenzeingang

Mit der Sonde SI-9000 bietet die Schweizer Firma Pewatron einen Konverter an, der jedes Oszilloskop um einen Hochspannungs-Differenzeingang erweitert. Dank des hochohmigen Differenzeingangs kann man Messungen insbesondere an Geräten der Leistungselektronik vornehmen, beispielsweise an Invertern, Schaltreglern und Umrichtern. Ein Bezugspotential ist dabei nicht erforderlich.

Die Sonde SI-9000 verarbeitet Wechselspannungen bis zu 700 V und Gleichspannungen bis zu ± 1000 V. Mit einem Schalter kann man zwischen den beiden Abschwächungsfaktoren 1/20 und 1/200 umschalten, die Eingangsimpedanz beträgt $2\text{ M}\Omega$ parallel zu 5 pF . Über die gesamte Bandbreite von DC bis 15 MHz gilt eine Anstiegszeit von 30 ns. Der Ausgang stellt dem Oszilloskop eine maximale Spannung von

3,5 V zur Verfügung. Vier Batterien der Größe AA (Mignon) liefern die Betriebsspannung in Höhe von 6 V.

Pewatron AG
Hertstr. 27
CH-8304 Wallisellen/ZH
Tel.: 01-8 30 29 44
Fax: 01-8 30 51 57
Telex: 826 671



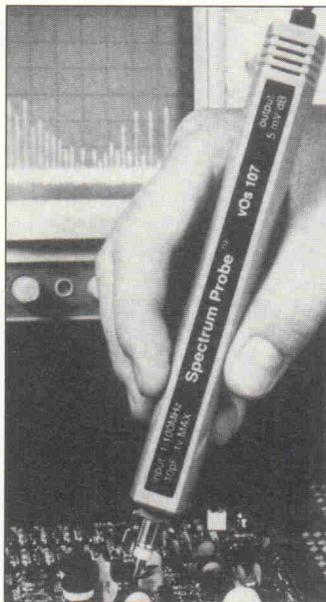
Tastkopf für spektrale Messungen

Schließt man die 'Spectrum Probe 107' von Dynatrade an ein Oszilloskop an, so verfügt man mit diesem Gespann über einen kompletten Spektrumanalysator für den Bereich 1 MHz...100 MHz. Das Ausgangssignal ist derart niederfrequent, daß eine Scope-Bandbreite von 1 MHz zur Darstellung des Frequenzspektrums genügt. Dabei ist die Eingangsimpedanz des Spektrum-Tastkopfs mit der eines 'normalen' 10:1-Tastkopfs vergleichbar; die Eingangskapazität weist einen Wert $< 10\text{ pF}$ auf. Für die Empfindlichkeit nennt Dynatrade einen Wert von $60\text{ }\mu\text{V}$, der Dynamikbereich für das Eingangssignal hat einen Umfang von 60 dB. Im Lieferumfang ist das Zubehör zum Umrüsten auf $50\text{ }\Omega$ enthalten.

Die horizontale Auflösung des Oszilloskopschirms beträgt etwa 10 MHz/div , so daß daraus ein Gesamtanzeigebereich von 100 MHz resultiert. Mit der am Oszilloskop zuschaltbaren $\times 10$ -Dehnung beziehungsweise mit einer verzögerbaren zweiten Zeitbasis kann man den Bereich zum Untersuchen kleinerer Frequenzbereiche dehnen. Die vertikale Auflösung beträgt

10 dB/div. Als Einsatzmöglichkeiten nennt der Anbieter das Aufspüren von Störquellen und Abschirmlecks sowie das Darstellen von Funkspektren (Kontaktfeuer) und von Ober- und Nebenwellen von Hf-Trägern. Der Preis der 'Spectrum Probe 107' beträgt 786,60 DM.

Dynatrade Electronic GmbH
Schimmelbuschstr. 25
W-4006 Erkrath 2
Tel.: (0 21 04) 3 11 47
Fax: (0 21 04) 3 57 90



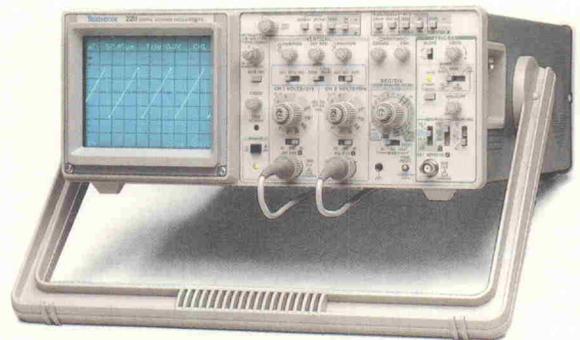
Das BESTE aus beiden Welten

Mit analoger und digitaler Technologie bietet Tektronix für jeden Anwendungsbereich die optimale Geräte-Lösung. Hier drei Beispiele, die in Preis und Leistung überzeugen:

50 MHz/20 MS/s Analog-/Digital-Oszilloskop Tek 2211

Ein Alleskönner steht bereit. Tek 2211 ist ein analoges 50 MHz Oszilloskop, das über 2 Digitalisierer verfügt mit je 20 MS/s Abtastrate und 4K Speichertiefe, Cursors, Readout und Plotterschnittstelle.

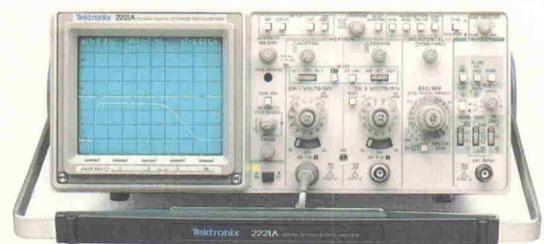
Tek 2211 DM 5.975,-
(DM 6.812,- incl. MwSt.)



100 MHz/100 MS/s Analog-/Digital-Oszilloskope Tek 2221A und Tek 2232

Die einfache Bedienung und die hohe Flexibilität machen diese Geräte in den Meßbereichen bis 100 MHz zum idealen Oszilloskop für Forschung und Lehre, Entwicklung, Fertigung, Prüffeld- und Testanwendungen. Besonderheiten: 10 ns. Glitcherfassung und echte Doppelzeitbasis (2232).

Tek 2221A DM 9.370,- (DM 10.682,- incl. MwSt.)
Tek 2232 DM 12.950,- (DM 14.763,- incl. MwSt.)



Anfragen und Bestellungen
zum Nulltarif

01 30/52 11

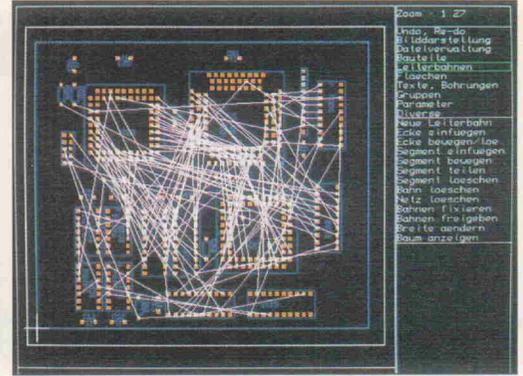
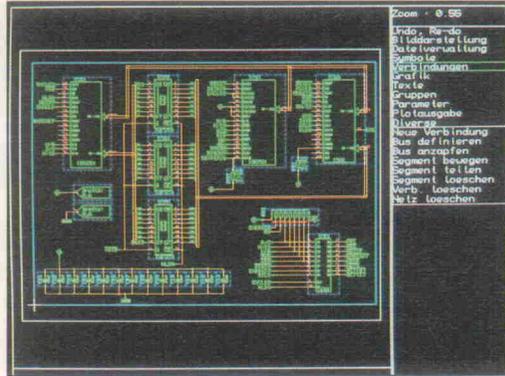
Tektronix GmbH
Colonia Allee 11
5000 Köln 80



Tektronix
COMMITTED TO EXCELLENCE

Autoengineer: Entry-Version

Neu im Programm der Firma Bartels System GmbH ist die Einstiegsversion des 'Autoengineers'. Die Entry-Ausführung wird zu einem Preis von 3249,- DM angeboten; sie umfaßt die Module Schematics, Grafikeditor, Autorouter sowie CAM-Postprozessoren. Basis des Pakets ist ein Datenbanksystem, das einen hohen Grad an Flexibilität bietet und in seiner Mächtigkeit lediglich durch die Hardware-Systemgrenzen beschränkt ist. Mit dem Entry-Paket lassen sich Leiterplatten mit einem Format bis zu 150 mm x 350 mm problemlos entwickeln. Das System bietet frei definierbare Symbole und Signalnamen, Aktualisierung der Netzliste, blattübergreifende Netze und Busse mit



Subbussen, Gruppenfunktionen, Backannotation, freie Rasterwahl, Design Rule Check und -Alarm Online, eine zehnstufige Undo/Redo-Funktion, beliebige Flächen und Formen für Leiterbahnen, Kupferflächen und Pin-Outs sowie volle SMD-Fähigkeit.

Ebenfalls ein vollwertiger Bestandteil des Bartels Autoengineer Entry ist der Industriestandard-Autorouter mit 100% Local-Ripup und Retry-Algorithmus, Backtracking-

Algorithmus, Fertigungsoptimierung, Änderungs-Routing, Strukturerkennung, automatischer Erzeugung von T-Verbindungen sowie einem Routing-Raster von 1/20" oder 1/40". Die CAM-Postprozessoren des Systems unterstützen Datenausgabeformate wie Gerber, HPGL, HP-LaserJet und PostScript. Darüber hinaus kann man auch Fotoplotter mit Pattern-Erkennung ansteuern. Weitere Funktionen und Möglichkeiten der CAM-Postprozessoren sind einstellbare Tole-

ranzgrenzen, verschiedene Plotlagen, Bestückungsseite auf Löt- oder Bauteilseite, Lötstoppsmaske, Bohrfilm und SMD-Klebmaske. Steueranweisungen für Bohrmaschinen sowie die Ausgabe von ASCII-Stücklisten sind ebenfalls Leistungsmerkmale der Postprozessoren.

Bartels System GmbH
Wasserburger Landstr. 282
W-8000 München 82
Tel.: 0 89/4 30 90 71
Fax: 0 89/4 39 38 87
Telex: 8 97 947

aktuell

OrCAD/SDT Release IV

Als autorisierter OrCAD-Distributor mit Support und Update-Service liefert Infratech jetzt OrCAD/SDT Release IV Version 4.01. Im Vergleich zur bisherigen Version 3.22 handelt es sich dabei um eine neue Software-Generation, mit der man die Zeitspanne zwischen dem Beginn einer Entwicklung und dem Fertigungsstart verkürzt. Zu OrCAD/SDT-IV gehört die grafische Bedienungsoberfläche ESP, mit der der Entwickler relativ schnell innerhalb der Utilities arbeitet. ESP gestattet zudem einen einfachen Transfer zu den anderen OrCAD-Programmen wie VST oder PCB. Das Aufrufen fremder Programme ist ebenfalls möglich.

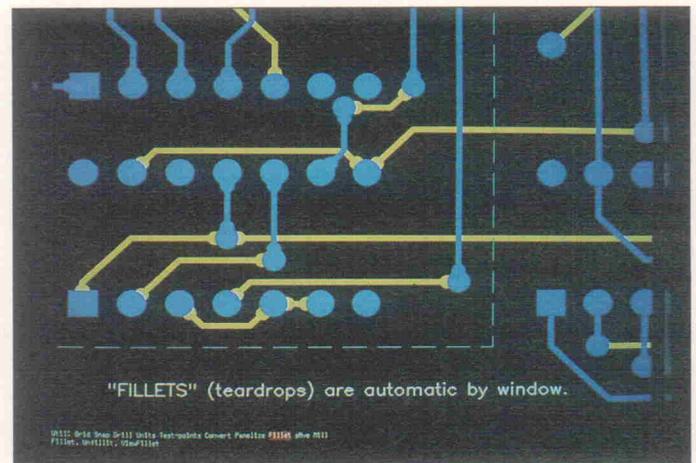
OrCAD/SDT-IV weist keine 640-K-Grenze mehr auf. Beim Laden einer Zeichnung werden nur die hier enthaltenen Bauteile in den 640-K-Speicher geladen. Bei den Bibliotheken hat

der Bediener die Wahl, diese ebenfalls ins RAM oder in den EMS-Bereich zu laden oder sie auf der Platte zu lassen. Dadurch erreicht man kürzere Zugriffszeiten sowie mehr Platz für größere Zeichnungen. Dank einer beträchtlichen Erweiterung stehen bei der vorliegenden Version in den OrCAD/SDT-Bibliotheken über 20 000 Bauteile zur Verfügung.

Zu OrCAD/SDT-IV gehört auch der Fullscreen-Texteditor M2EDIT. Die erstellten Bauteil-, Netz- und Crossreferenzlisten sowie Textdateien kann man in diesem Editor bearbeiten, ohne das OrCAD-Programm zu verlassen. M2EDIT interpretiert Compilermeldungen, identifiziert beim PLD-Design Fehler im Quellcode und positioniert den Cursor automatisch an der Fehlerstelle. Die Handbücher zu OrCAD/SDT-IV sind übersichtlich unterteilt.

Für die Installation wird ein 'Installation and Technical Support Guide' mitgeliefert.

Infratech Vertriebs-GmbH
Postfach 56 01 73
W-2000 Hamburg 56
Tel.: 0 40/81 75 78
Fax: 0 40/81 10 37
Telex: 2 13 531



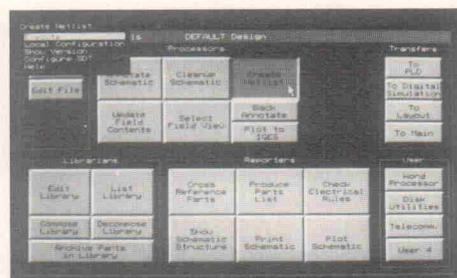
Neue Version PCGERBER 5.0

Die Neuauflage des Bestsellers von CAD Solutions, PCGERBER 5.0, bietet rund 50 neue oder überarbeitete Features dieses Prüf- und Editierprogramms für Gerber-Files. Zu ihnen gehören beispielsweise die Adressierung von mehr als 96 Megabyte RAM, eine 32-Bit-Datenbank mit wählbarer Auflösung, 1000 Blendenlisten und 32 Lagen sowie schrittweises Undo. Weitere Merkmale sind das automatische Ausfüllen der Lötstellen, intelligent gefüllte Polygone (Hatching), die Übernahme aller Lagen in ein bestehendes Design, ein spezielles Objekt-Snapping für einfaches Editieren 'off-grid',

ein optimiertes NC-Bohrprogramm, eine automatische Eckenabrundung (Filing) sowie echtes WYSIWYG.

Eine weitere Neuerung ist die Erhältlichkeit einer PCGERBER-Version zum reinen Überprüfen der Dateien für diejenigen Anwender, die keine Editierfunktion benötigen. PCGERBER 5.0 ist über den Fachhandel zum Preis von 2268,60 DM zu beziehen, PCGERBER (view only) ist zum Preis von 672,60 DM erhältlich.

CAD Solutions GmbH
Leopoldstr. 28 a/II
W-8000 München 40
Tel.: 0 89/34 96 28
Fax: 0 89/33 57 31



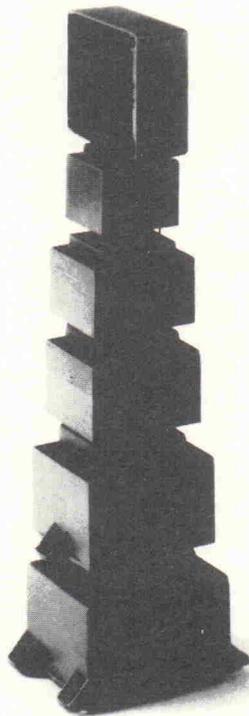
HELMUT GERTH

- TRANSFORMATORENBAU -

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

**vergossene
Elektronik-
Netz-
Transformatoren**

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

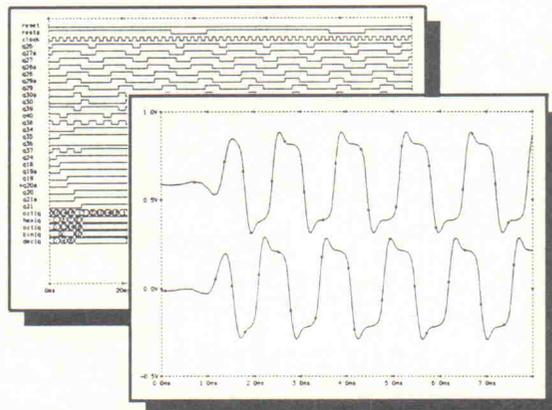


Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie

PSpice

MicroSim Corporation

Analoge, Digitale und Mixed-Mode Simulation



PSpice ist lieferbar für IBM-PC (DOS, OS/2), Macintosh, SUN, DEC und VAX-Systeme.

CATENA

10. - 17. APRIL 1991

**HANNOVER
MESSE 91**
INDUSTRIE

Halle 7, Stand-Nr. B46

CATENA Microelectronics B.V.
Poortweg 4, 2612 PA Delft, Die Niederlande
Telefon: +31/15 627689 Telefax: +31/15 623116

TOPP

Buchreihe Elektronik

Amateurfunk
Unterhaltungselektronik
EDV-Bücher
Populäre Elektronik

neu



Michael Schütz
Best.-Nr. 399 DM 68,—
ISBN 3-7724-5399-6

neu



K.-Michael Burchard
Best.-Nr. 345 DM 26,—
ISBN 3-7724-5345-7

frech-verlag

GmbH + Co. Druck KG · Turbinenstr. 7 · 7000 Stuttgart 31
Tel. (0711) 8 30 86-0 · Fax 8 38 05 97 · Telex 7 252 156 fr d

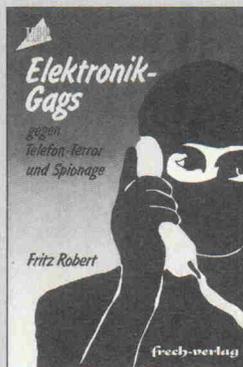


neu

Reinhard Nissen
Best.-Nr. 444 DM 38,—
ISBN 3-7724-5444-5



Helmut Meyer
Best.-Nr. 395 DM 28,—
ISBN 3-7724-5395-3



Fritz Robert
Best.-Nr. 349 DM 17,—
ISBN 3-7724-5349-X



Robert Arthur Penfold
Best.-Nr. 417 DM 15,—
ISBN 3-7724-5417-8

Bis 75 kV und 300 W

Mit der Typenreihe ER von Glassman High Voltage Inc. steht jetzt eine Serie von Hochspannungsnetzgeräten zur Verfügung, die in mehreren Varianten Ausgangsspannungen von 0...2 kV bis 0...75 kV aufweisen. Dank des Konstruktionsprinzips 'Luftisolierung' erzielt man eine wesentliche Gewichtsreduzierung bei angestiegener Zuverlässigkeit. Aus diesem Grund gewährt die Anbieterfirma Sefelec GmbH auf die Geräte der ER-Serie eine Garantiezeit von drei Jahren.

Die ER-Hochspannungsnetzgeräte sind als 19"-Einschübe mit 2 HE ausgeführt. An der Front-

platte zeigen Analoginstrumente (Option: Digitalinstrumente oder 'blank panel') die Werte der eingestellten Spannung und des fließenden Stroms an. Hochauflösende 10-Gang-Wendelpotentiometer gestatten eine feinfühligere Einstellung der Ausgangsspannung und der Strombegrenzung. Die Netzgeräte arbeiten als Konstantspannungs- oder Stromquelle und können mit positiver, negativer oder umschaltbarer Polarität der Ausgangsspannung geliefert werden. Zum Standard gehören eine Fernbedienung sowie eine Fernanzeige für Spannung und Strom. Gegen Überlast besteht ein wirkungsvoller Schutz in Form einer automatischen Strombegrenzung.



Sefelec GmbH
Buchenstr. 15
W-7591 Sasbach 2
Tel.: (0 78 41) 2 20 27
Fax: (0 78 41) 2 20 77

AC/DC-Modul-Winzlinge

Die Taufkirchener Firma Bentrion bietet eines der kleinsten AC/DC-Module der 15-W-Leistungsklasse an. Die für den Export entwickelten Module weisen einen weiten Eingangsspannungsbereich von 88 V...264 V auf. Bei Modulabmessungen von 89 mm x 64 mm x 23 mm sind Aus-

führungen mit Ausgangsspannungen von 5 V, 12 V, 15 V oder 24 V beziehungsweise mit einer kundenspezifischen Ausgangsspannung lieferbar. Die Module mit einer Isolationswechselspannung (I/O) von 3,75 kV entsprechen den Standards VDE 0805 sowie 0871 B.

KRP/Bentrion Elektronik GmbH
Eschenstr. 2
W-8028 Taufkirchen
Tel.: (0 89) 6 12 10 30



cmos 4000

integrated circuits

flip-flops latches
bus registers decoders
counters dividers
schmitt triggers
level shifters analog devices
logic/arithmetic units
(de)-multiplexers
shift registers
special functions gates

comparisons
data dictionary
lexique de données
enciclopedia del
lexicon de datos

ECA

tdv 4 2S...40000

transistoren

germaniumtransistoren
siliziumtransistoren
darlingtontypen
catv-breitbandverstärker
sendertransistoren
subminiaturtypen
j-fet
mos-fet
dual-gate-mos-fet
v-mos-fet

comparisons
data dictionary
lexique de données
enciclopedia del
lexicon de datos

ECA

vrt

band 2: 1N...60000...µp

comparisons
data dictionary
lexique de données
enciclopedia del
lexicon de datos

ECA

cmos 4000
Datenlexikon für integrierte cmos-Digital-Schaltungen der Serien 4000 und 4500. Funktionelles Inhaltsverzeichnis, Kurzbeschreibungen, Grenz- und Kenndaten, fünfsprachig. Bestellnummer 36. **DM 30,80** (inkl. MwSt.)

tdv 4
Transistoren-Datenlexikon und Vergleichstabellen japanischer Hersteller von 2S...40000, fünfsprachig. Bestellnr. 104. **DM 48,90** (inkl. MwSt.)

opto

optische bauelemente

optokoppler
fotozelle / fotodiode
fotowiderstand
fototransistor
fotodarlington
fotothyristor
fototriac
foto-FET
fotorelais

comparisons
data dictionary
lexique de données
enciclopedia del
lexicon de datos

ECA

opto
Datenlexikon und Vergleichstabelle für Optokoppler. Beinhaltet Koppellemente mit allen gängigen Ausgangselementen wie Fotozelle, Fotowiderstand, Fototransistor, Fototriac etc., mit allen wichtigen Werten und passenden Vergleichstypen. Fünfsprachig. Bestellnummer 30; **DM 16,80** (inkl. MwSt.)

Die NEUEN von ECA

DOS für Einsteiger, Aufsteiger, Umsteiger
Nachschlage- und Lehrbuch für alle MS-DOS-Versionen inkl. 4.01 mit ausführlichen Installationsanleitungen, Befehlsübersichten mit allen Parametern und gutem Indexverzeichnis am Ende. Aufwendige Gestaltung mit vielen Grafiken, Bildschirmdarstellungen und Übungsbeispielen. Ringbindung im Format DIN A5 hoch. Bestellnummer 301. **DM 38,80** (inkl. MwSt.)

WORD
Einstieg - Anwendung - Optimierung
Eine komplette Beschreibung aller Möglichkeiten des Textverarbeitungsprogramms WORD einschließlich der Version 5.0. Vom Brief bis zum Erstellen von Druckvorlagen erhält der Leser anhand kompletter Musterlösungen praxisnahe Ratschläge zur sinnvollen Nutzung des Programms. Ringbindung DIN A5 hoch. **DM 39,90** (inkl. MwSt.)



Electronic + Acoustic GmbH
Postfach 4005 05
Telex 5215 453 eca d
Telefax 16 62 31
D-8000 München

Erhältlich im Buchhandel und im Elektronikfachhandel!

Achtung Händler: Wir schicken Ihnen gerne unsere Verkaufsunterlagen. Unser Gesamtprogramm können Sie auch auf Diskette anfordern (kostenlos inkl. Bestellsoftware).

Teleskop-Ausziehträger

Bitte Prospekte anfordern!



SÜSSCO · 2 Hamburg 62

Erweiterungs-Programm
Einfache Montage
Einfach u. zweifach ausziehbar
Mit und ohne Stopp-Vorrichtung
Leichte Gleitfähigkeit
Geringes Eigengewicht – hohe Tragkraft.
Material: Aluminium-Legierung
Lieferbar in sieben verschiedenen Größen.

Telefon: (0 40) 5 31 10 21 FS 212202
Telefax: 0 40 5 31 10 25

Bitte Prospekte anfordern!

SÜSSCO - der unentbehrliche Helfer! Kennen Sie den Wert?

Mit SÜSSCO-Widerstands- und Kapazitätsgadern ermitteln Sie schnell den gewünschten Wert. Durch die quasi-logarithmische Abstufung nach der Normreihe E6 stehen die folgerichtigen R- und C-Werte stets griffbereit zur Verfügung.

100 Ω	100 pF
150 Ω	150 pF
220 Ω	220 pF
330 Ω	330 pF
470 Ω	470 pF
680 Ω	680 pF
1 K Ω	1000 pF
1,5 K Ω	1500 pF
2,2 K Ω	2200 pF
3,3 K Ω	3300 pF
4,7 K Ω	4700 pF
6,8 K Ω	6800 pF
10 K Ω	10 nF
15 K Ω	15 nF
22 K Ω	22 nF
33 K Ω	33 nF
47 K Ω	47 nF
68 K Ω	68 nF
100 K Ω	0,1 μF
150 K Ω	0,15 μF
220 K Ω	0,22 μF
330 K Ω	0,33 μF
470 K Ω	0,47 μF
680 K Ω	0,68 μF



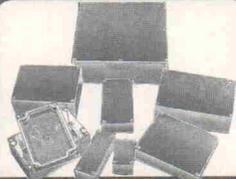
Diese Werte können Sie mit einer Logade R1 ermitteln

Diese Werte können Sie mit einer Logade C1 ermitteln

SÜSSCO 2 HAMBURG 62
Telefon (040) 531 1021 FS 212202

SÜSSCO-Baby-Gehäuse

Bitte Prospekte anfordern!



SÜSSCO · 2 Hamburg 62

Oberfläche: unbearbeitet, nimmt jede Oberflächenbearbeitung an (inkl. Zellulose)
Lieferbar in verschiedenen Größen – aufschraubbarer Deckel – erstaunlich robust – ideal als Instrumenten-Gehäuse – hohe Abschirmungs-Eigenschaften – vielseitige Einsatzmöglichkeiten.

Telefax 0 40/5 31 10 25
Oehleckerring 8 - 10 Tel. (0 40) 5 31 10 21 FS 2 12 202

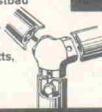
Bitte Prospekte anfordern!

SÜSSCO GEHÄUSEBAU-SYSTEM

Bitte Prospekte anfordern!

FORMSCHÖNE
individuelle Gestaltungsmöglichkeiten im rationalen Selbstbau

Runde und kantige Ecken, Profile und Zubehör.
Das System des Fortschritts, für Serienbau und Sonderkonstruktion.



SÜSSCO · 2 Hamburg 62



Telefax 0 40/5 31 10 25
Oehleckerring 8 - 10 Tel. (0 40) 5 31 10 21 FS 2 12 202

Bitte Prospekte anfordern!

Jetzt mitten in Deutschland



Die größte Industriemesse der Welt liegt nun mitten in Deutschland, im Schnittpunkt sich neu entwickelnder Wirtschaftsströme zwischen den Ländern des Europäischen Binnenmarktes und den sich neu formierenden Märkten Osteuropas. Vom 10. bis 17. April wartet auch in diesem Jahr die internationale 'Leitmesse' der Industrie mit einer einzigartigen Markttransparenz auf. Rund 6000 Aussteller aus 50 Ländern präsentieren dem Fachpublikum ein umfassendes Angebot.

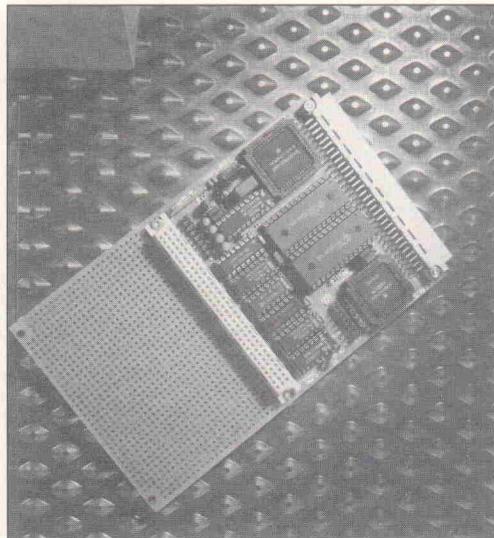
aktuell

Auf der Fachmesse Microtronic stellen die Aussteller in Halle 7 Anwendungslösungen, Methodik und Technik der Mikroelektronik vor. Bei der Entwicklung neuer und effizienter Maschinen, Systeme und Prozesse ist die Mikroelektronik in Form von konfektionierten Bausteinen, Design-Tools zur Systemintegration oder kundenspezifischen Lösungen (ASICs) nicht wegzudenken. Übrigens: ebenfalls in dieser Halle präsentiert der Elektronikladen Detmold auf dem Stand D57 den MOPS, das aktuelle Elrad-Controller-Projekt. Nach dem letzten Informationsstand werden einige Anwendungen des Controllers vorgeführt, so daß Interessenten

Halle 7 ihr neuestes Mikroprozessor-Entwicklungssystem teletest 8 vor. Es ist ein universelles 8-Bit-System, das den 68 HC 11-Controller mit neuartiger komfortabler Bedienung unterstützt. Dieselbe Bedienung mit dem Namen Hitop kommt auch bei dem teletest 32-System zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um eine Neuentwicklung für den 16/32-Bit-Bereich wie die 68 000-Familie von Motorola.

Kaum Grenzen in Sicht

Innovative Elektronik spielt fast überall eine wichtige Rolle. Dank ASICs und SMD-Technik



Das Controller-Projekt MOPS wird in Halle 7 Stand D57 gezeigt.

einen Einblick in die Möglichkeiten des 68 HC 11 und vor allem seiner Programmierung bekommen. Die Firma Hitex aus 7500 Karlsruhe stellt auf ihrem Messestand (D13) ebenfalls in der

Universitäten gleich mit vollautomatischen Fertigungseinrichtungen starten, ist auch das Angebot an Handbestückungsplätzen groß. Die meisten Geräte können sogar mit den Produktions-

anforderungen zu Halbautomaten mitwachsen.

In den Hallen 11...13 bieten rund 1950 Aussteller innovative Elektrotechnik- und Elektroniklösungen. Im Mittelpunkt stehen neue Ansätze und Lösungen der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik. Allein 615 Aussteller stellen Sensor- und Meßtechnik, aktuelle Prozeßleittechnik, speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), C-Techniken, Prüf- und Testeinrichtungen vor.

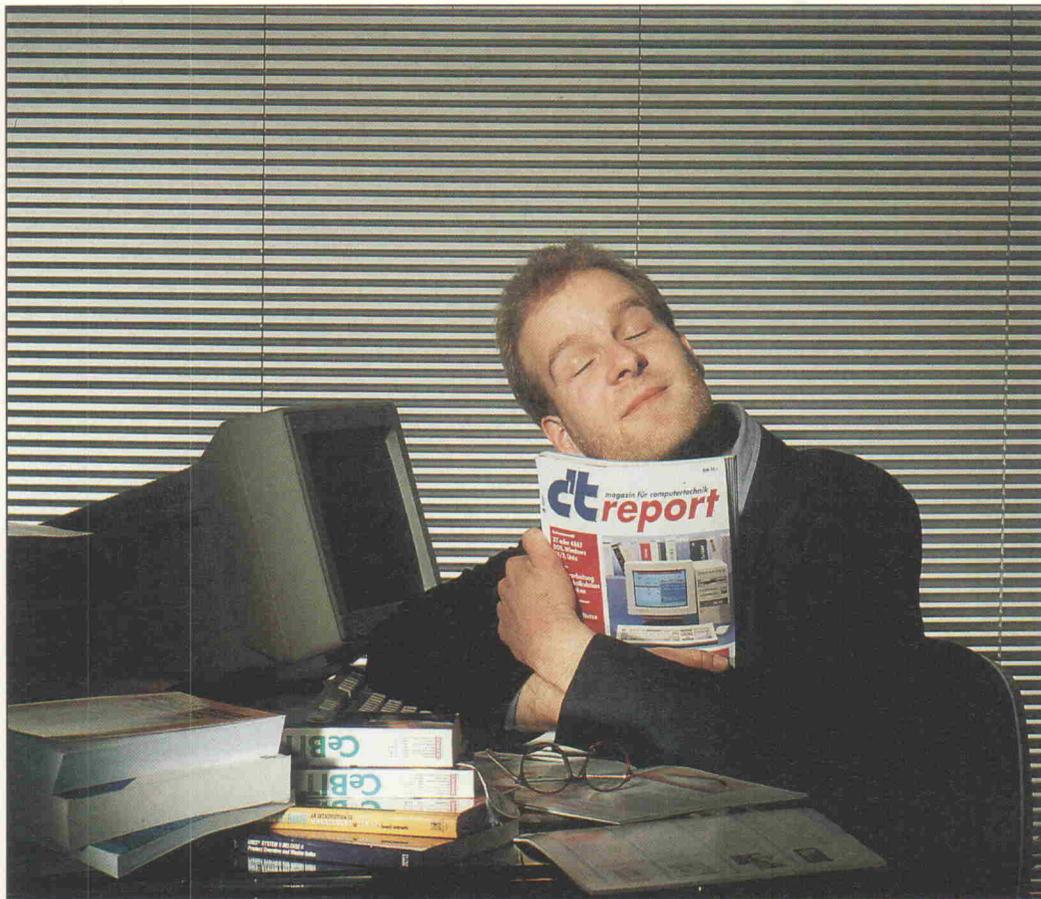
Meet the Experts

Zum zweiten Mal werden in diesem Jahr Firmenvorträge als spezielles Informationsforum der Aussteller veranstaltet. Die rund 65 Vorträge sollen erklärungsintensive Messeangebote transparenter machen. Schwerpunkt des diesjährigen Angebotes bilden industrielle Technologien im Bereich Sensorik und Bildverarbeitung. Vor allem der anwendungsorientierte Nutzen soll im Mittelpunkt der Erläuterungen stehen. Das Programm läuft täglich zwischen 10 Uhr und 16 Uhr in den Räumen 13...16 des Tagungs-Centrums Messe (TCM).

Die Industriebetriebe suchen Nachwuchs. Unter dem Titel 'Job 2000' hat die Deutsche Messe AG in Zusammenarbeit mit Industrie und Handwerk erstmalig einen Wegweiser zusammengestellt, der über Ausbildungsmöglichkeiten informiert. Ausbildungsbetriebe haben hier die Gelegenheit, die Ausbildungsmöglichkeiten für die verschiedenen Zielgruppen darzustellen. Durch Angabe des jeweiligen Ansprechpartners, der Hallen- und Standnummer können Interessenten vor Ort auf dem Ausstellungsgelände die Firmen direkt befragen.

Wer sich für das volle Messsprogramm und natürlich die Aussteller interessiert, der sollte sich den Messekatalog für 30 D-Mark bestellen. Über Btx ist die elektronische Besucherinformation (EBI) ganzjährig unter der Nummer 3 01 43 zu erreichen. Hat man sich zu einem Besuch in Hannover entschlossen, so kostet die Tageskarte 26 D-Mark (für Schüler ab 16 Jahren) und Studenten 13 D-Mark) und die Dauerkarte 62 D-Mark. Bei Ausnutzung des Vorverkaufs lassen sich 5 beziehungsweise 10 D-Mark einsparen.

Know-how beruhigt



XT oder 80486?

Windows, OS/2, Unix

EGA bis TIGA

Floppy bis Optical

Netzwerke

Nadel oder Laser?

Modem, Fax, Btx

Anwendersoftware

Neuronale Netze

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 aktuelle 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 zukunftssträchtige 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.

**Ab sofort für 10 DM überall dort, wo es Zeitschriften gibt.
Oder direkt beim Verlag. Nutzen Sie die Bestellkarte am Heftende
(Bestellung nur gegen Vorauszahlung).**

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

Jetzt am Kiosk



didacta 91: Aus- und Weiterbildung im Mittelpunkt



Was nützen moderne Maschinen, einer muß sie bedienen. Sogar Roboter kann man nicht auf Dauer allein werkeln lassen. Die didacta 91, die Ende Februar in Düsseldorf stattfand, hatte ihren Schwerpunkt nicht bei neuen Deutschland-

karten für den Erdkundeunterricht, sondern eindeutig im Bereich Messen, Steuern, Regeln. Elektronik – von den Grundlagen bis zu SPS-Bildungsangeboten – machte, nach vorsichtiger Schätzung, rund ein Drittel des Messeangebotes aus.

aktuell

Das hat gute Gründe. Die private Wirtschaft in den alten Bundesländern gibt gegenwärtig über 60 Milliarden D-Mark für Berufsbildung aus. Für 1988 gibt es zwei interessante Zahlen: Allein für die Weiterbildung wurden über 26 Milliarden aufgebracht, mehr als für die Hochschulen im gleichen Zeitraum.

Auch das hat gute Gründe. 'Das Angebot an Ausbildungsbewerbern und qualifizierten Arbeitskräften ist rückläufig', ist von Unternehmerseite zu hören. Damit verschärfe sich die Konkurrenz der Unternehmen um

Auszubildende und Mitarbeiter, heißt es weiter. 'Die Qualität der betrieblichen Aus- und Weiterbildung erweist sich hier als ein wesentliches Ausbildungs- und Arbeitsplatzkriterium.'

Auf der didacta war zu sehen, womit die Bildungsqualität gesteigert werden kann: mit fortschrittlichen technologischen Inhalten, mit didaktischen Verbesserungen und neuen Medien. Das Angebot der Aussteller reicht von der Einrichtung und Ausstattung von Schulungsräumen über Lehr- und Lernprogramme, audiovisuellen Medien bis hin zur Seminarberatung.

Elektronik mit aktuellen Technologien

Die Firma hps-SystemTechnik hat ihre Trainingssysteme sozusagen im Windkanal optimiert. Die neuen Elektronik-Boards bestechen durch ihre Systematik und eine klare didaktische Linie; die universelle Kombinierbarkeit läßt einerseits den Aufbau sehr komplexer Systeme zu; zum anderen sind sicherer Transport, platzsparende Lagerung und die rasche Bereitstellbarkeit natürlich auch wichtige Kriterien für effizientes Technologie-Training. Messebesucher konnten sich bei Demonstrationen überzeugen, daß der Ausbilder keine kostbare Zeit mit nebensächlichem Board-Handling verliert.

'Von den Grundlagen bis ISDN', so hps, erstrecken sich die schaltungstechnischen

Funktionen der Boards. Hier die wichtigsten Komponenten des Systems: AC/DC-Board, Elektronik-Board, Digi-Board, PID-Board, Power-Board, Motor-Board. Das PIO-Board demonstriert praxisnahe Applikationen auf dem PC, zum Beispiel: Schrittmotor, Motor-Drehzahlsteuerung, Füllstands-, Anlasser- und Pumpensteuerung, Stern-Dreieck-Anlauf. Das Analog-Interface-Board besteht aus folgenden Funktionsgruppen: A/D- und D/A-Wandler, Eingangs- und Ausgangsverstärker, I/U- und U/I-Umsetzer, Quarzgenerator mit Frequenzteilern, Antialiasing-Filter. Neueste Komponente im hps-System: ein LWL-Trainer mit Laser.

PID-Board, Motor-Board: 'Training in Technology' mit hps.

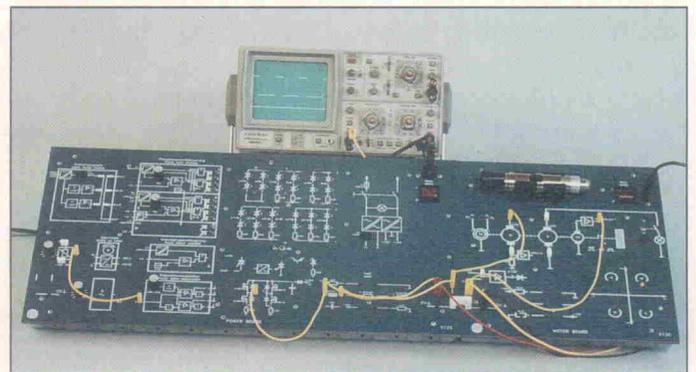
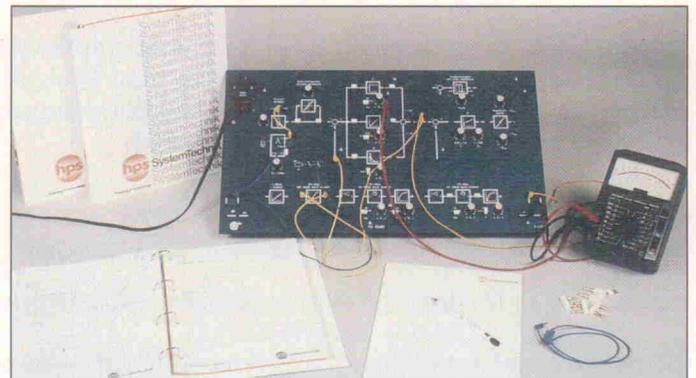
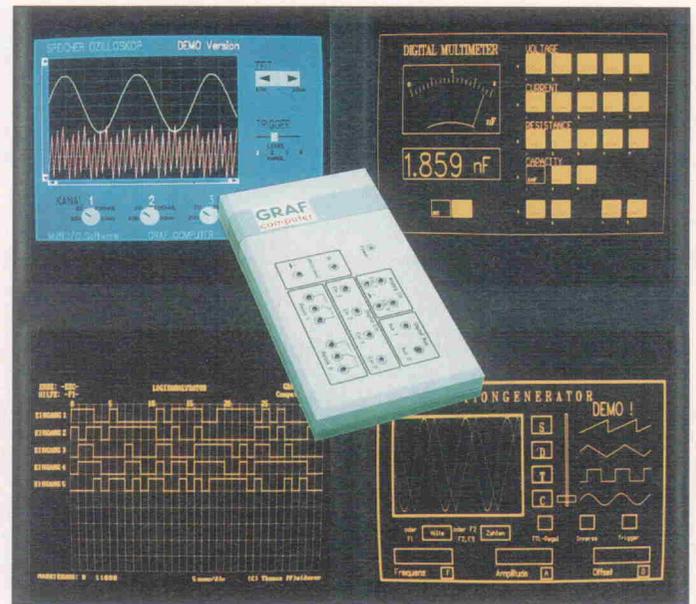
MSR mit dem PC

Die Firma Graf Computer, die neben Industriergeräten auch Produkte zur Ausbildung fertigt – dies in Kooperation mit dem Lehrinstitut Christiani –, stellte auf der didacta ein neues Kombinations-Interface, verbunden mit preiswerten Programmen zum Messen-Steuern-Regeln mit dem PC, vor. Das Interface erlaubt den direkten Anschluß von je 16 digitalen Ein/Ausgängen, 8 analogen Ein- sowie 2 analogen Ausgängen an den PC. Zum Interface passen Programme, die den PC zum Speicher-Oszilloskop,

zum Digital-Multimeter, Logik-analysator, Langzeitschreiber oder Funktionsgenerator machen. Jedes dieser Programme kostet unter 50 D-Mark und beinhaltet den gesamten Quellcode.

Eine Erweiterung der Interface-Familie ist in Vorbereitung: Windows-3.0-Programme sowie ein intelligentes Interface mit eigenem Prozessor, das über eine Zweidraht-V.24-Leitung mit jedem Rechner in Verbindung treten kann.

Kombinations-Interface von Graf, Kempton.



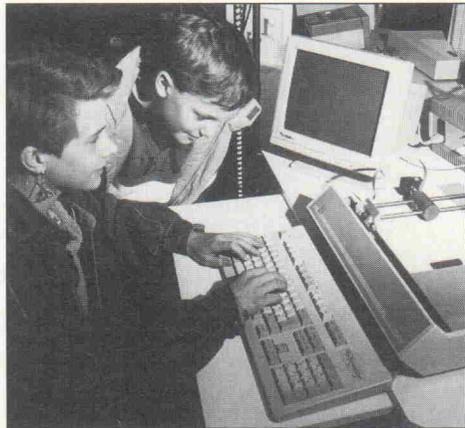
CAD/CAM für Einsteiger

In 'enger Zusammenarbeit mit Praktikern aus Schulen, Hochschulen und Industrie' haben das Land Nordrhein-Westfalen – Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie – und die einschlägige Firma Lucas-Nülle das 'Camlog'-Lehrsystem entwickelt und zum Patent angemeldet, das auf XT/AT oder kompatiblen Rechnern lauffähig ist.

Das System enthält alle wichtigen Systemkomponenten, die in der Industrie in der Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung Anwendung finden. 'Mit dem Camlog-System', so das Urteil eines Anwenders, 'können auch komplexe Sachverhalte wie das Prinzip computergestützter industrieller Fertigungsabläufe mit geringem Zeitaufwand vermittelt werden.' Bestandteil des

Systems ist der X,Y,Z-Tisch 'Camplot', er erlaubt modellhaft die Fertigung dreidimensionaler Körper, die vorher von den Schülern oder Auszubildenden rechnergestützt konstruiert wurden. Weitere Systemkomponenten: Camface (Interface), Cammove (Handhabungsautomat) und Cammouse (Fahrmodell). Binnen Jahresfrist will Lucas-Nülle den 'Camrob' vorstellen und das Logistiksystem 'Camstore'.

Jedem Auszubildenden seine rechnergestützte Werkzeugmaschine: Camlog-Lehrsystem.



Methodische Neuerungen

'Das pädagogische Netzwerk', so nennt die Firma Systech, Braunschweig, ihr System, das im Unterricht Lehrer- und Schülerarbeitsplätze, hier unter anderen auch PCs, miteinander verbindet. Die typischen Aufgaben eines solchen Netzwerks: Lehrerbild an alle, Lehrer an einzelnen Schüler, Lehrer sieht Schülerbild, Schüler wird Lehrplatz, Ausdrucken von Listings, Einrichten der Platten der Schülerplätze und anderes mehr.

'INIS' – Integrierte Netzbetreuung in Schulen – heißt das PC-Netz von Ramcke Daten Technik, Hamburg. Neben den eigentlichen Lehrinhalten soll laut Hersteller die Arbeit im Netz auch mit EDV vertraut machen.

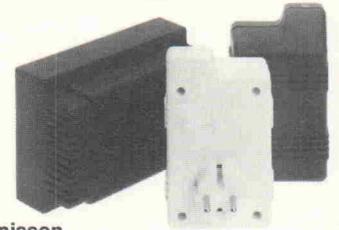
Mit neuen Methoden lassen sich auch Aus- und Weiterbildungsangebote systematisch sichten und auswerten. Der Deutsche Industrie- und Handelstag (DIHT) und der Zentralverband des Deutschen

Handwerks (ZDH) stellten in Düsseldorf das Auskunftssystem WIS vor. Per Computer können Arbeitnehmer und Arbeitgeber nach Kursen, Seminaren und Lehrgängen fahnden, Termine und Preise abfragen und sich über Zulassungsbedingungen und Abschlüsse informieren. Nach Messeschluß stehen bundesweit 50 Terminals, meist bei den Industrie- und Handelskammern, bereit, an denen sich Privatleute kostenlos, Unternehmen, die etwa ein Weiterbildungspaket für ihre Belegschaft brauchen, gegen geringe Recherchegebühren informieren können. Knapp 10 000 Weiterbildungsangebote sind zur Zeit gespeichert, die Aktualisierung erfolgt täglich.

Das Fachinformationszentrum Karlsruhe (FIZ) bietet mit seiner Datenbank 'Compuscience' ein Informationssystem an, das einen Überblick über die Fülle an Literatur im Bereich Informatik gibt. Die zweimonatlich erscheinenden Ausgaben enthalten etwa 150...250 Literaturhinweise und wenden sich gleichermaßen an Schüler, Lehrer und Hochschulen.

Leergehäuse für Steckerladegeräte

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



Lieferung erfolgt durch den Fachhandel

LOTHAR PUTZKE

Vertrieb von Kunststoffserzeugnissen und Steuerungs-Geräten für die Elektronik, Postfach 47 Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Tel. (0 51 02) 42 34, Telex 9 230 469, Fax (0 51 02) 40 00

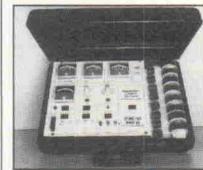
MÜTER · AT 2 · BMR 95 · RTT 2

AT 2, Audio-Meßplatz für Azimut, Bandbreite, Drift, Leistung, Verzerrung; 16 Geräte in einem; 27 Buchsen; Adapter unnötig; jetzt supereinfache Justage und



Fehlersuche an CD, Tonband, Mikrofon, Phono, Boxen, Car-Radio, Booster, Kopfhörer, Verstärker; spart enorm viel Zeit;

BMR 95, Regenerier-Computer für alle Bildröhren; macht taube Röhren strahlend neu, auch alle Monitor- und Jumbo-Schirme; weltweit unerreicht; großer Meßteil; Schlußreparatur; Katodenschutz; Entgasungshilfe; bezahlt sich schnellstens; **Datenblatt anfordern;**



RTT 2, Regel-Trenn-Trafo, stufenlos 0–270V, 1100 VA, Softstart, VDE 550;

Bestellen Sie beim Großhandel oder beim Hersteller **U. Müter, Kriedellweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Telefon (0 23 68) 20 53, Fax (0 23 68) 5 70 17.**

SATELLITEN-TV

Komplette Anlagen
Receiver, Parabolantennen
Konverter, Decoder

z. B. — Kopernikus-Anlage DM 995,—
— Parabolantenne
1 m mit Polarmount DM 218,—

Liste kostenlos

D. Roche GmbH
Groß- u. Einzelhandel

Trierer Str. 19 · 6610 LEBACH
Tel. 0 68 81/26 62 · Fax 0 68 81/34 82

Vom Schaltplan zur Platine

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

ANRUF GENÜGT!

Tel.: 02106/49236

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

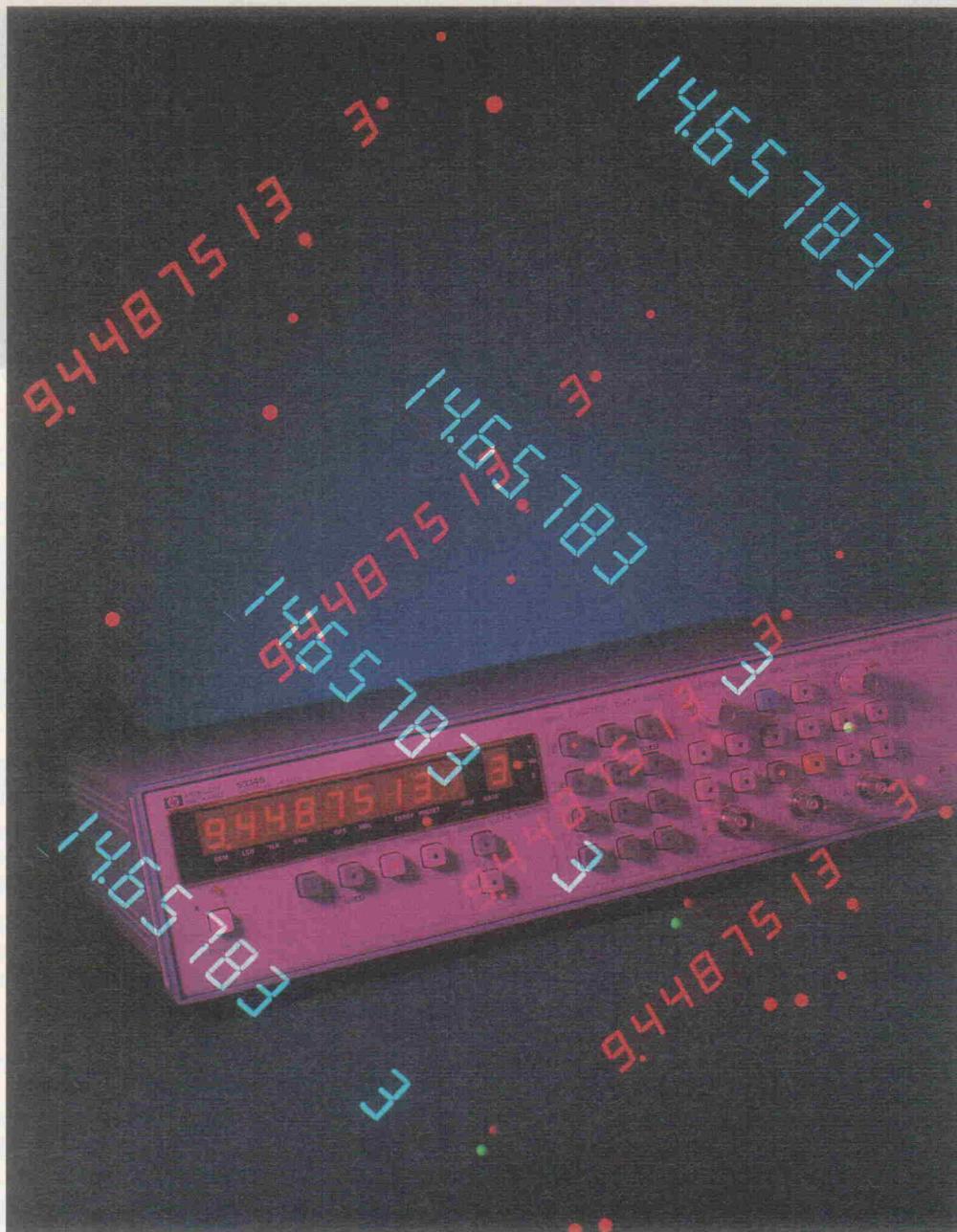
Zählen allein reicht nicht

Zehn Universalzähler bis 1,3 GHz

Test

Hartmut Rogge

Zähler haben es schwer. Es sind diejenigen Geräte eines Meßgeräteparks, auf deren Anschaffung am ehesten verzichtet wird, wenn man einmal von der Service- und Entwicklungsklientel im Funkbereich absieht. Ein gutes Oszilloskop reicht in vielen Fällen allemal. Die Hersteller haben reagiert und ihre Geräte mit einer Fülle von Meß- und Auswertungsfunktionen ausgestattet, die einen modernen Zähler heutzutage in die Lage versetzt, mehr als nur Frequenzen und Perioden zu bestimmen.



Regelmäßige Elrad-Leser haben es mitbekommen: In der Rubrik 'Test' ist von der Redaktion nahezu alles an Labor-equipment begutachtet worden – was noch fehlte, waren Frequenzzähler. Wie bei allen Tests gilt es auch diesmal, darauf hinzuweisen, daß es kaum Geräte auf dem Markt gibt, die direkt vergleichbar sind. Es ist deshalb zum Beispiel nicht zulässig, einen Vergleich nur über den Preis anzustellen.

Das repräsentative Spektrum der hier begutachteten Universalzähler gibt aber einen guten Einblick in die Leistungsbandbreite, die auf diesem Markt herrscht, und ist geeignet, das richtige Gerät für den jeweiligen Einsatz auszuwählen.

Universalzähler können mehr

Schon bei den Verfahren zur Bestimmung der Signalparame-

ter, die Universalzähler von Hause aus beherrschen müssen – die Frequenzmessung –, können zwei Verfahren unterschieden werden: das 'Reziprokverfahren' und die Messung nach dem 'üblichen' Verfahren.

Auf 'übliche' Weise wird während der Messung die Anzahl der Eingangs-'Clocks' in Beziehung zu einer Referenz-'Clock' und ihrer Periode – die einem genauen ganzzahligen

Vielfachen der Periode der Eingangsfrequenz entsprechen muß – gesetzt. Die gemessene Frequenz F ist dann:

$$N_2/N_1 \cdot T$$

Wobei N_2 die Zahl der von der Eingangsfrequenz ausgelösten Impulse ist, N_1 die der Bezugsfrequenz und T die Periodendauer der Bezugsfrequenz ist.

Beim Reziprokverfahren werden zwei Tore geöffnet. Tor 1 entspricht in seiner Periode dem ganzzahligen Vielfachen der Eingangsfrequenz, Tor 2 dem ganzzahligen Vielfachen der Periode von Tor 1. Die Anzahl der von Tor 1 erzeugten Impulse wird in Beziehung zu der Impulszahl von Tor 2 und dessen Periodendauer gesetzt. Es gilt dann für das Eingangssignal F :

$$N_1/N_2 \cdot T$$

Die beim Reziprokverfahren benutzten höheren Bezugsfrequenzen erlauben bei der Meßwertanzeige eine feinere Auflösung.

Neben dem, was man von einem Universalzähler erwarten kann, nämlich Frequenzen zu messen und die Zeit ihrer Periode zu bestimmen, kann er bei entsprechender Ausstattung eine ganze Menge zusätzlicher Funktionen ausführen:

Die **Zeitintervall-Messung** dient zur Einzelmessung des zeitlichen Abstands zwischen Ereignissen, die an unterschiedlichen Eingängen oder auch lediglich an einem Eingang eines Zählers auftreten. Verzögerungs- oder Delay-Einrichtungen sorgen dafür, daß Messungen nicht von unerwünschten Impulsen (Prellen) abgebrochen werden.

Mit einer **Total- oder Ereignis-Funktion** lassen sich Impulse zählen. Externe und interne Start- und Stop-Trigger (Arming) steuern die Messung. Auch hier gibt es Einrichtungen mit vorwählbaren Verzögerungszeiten.

Phase A rel B gibt die Phasendifferenz zwischen zwei Eingangskanälen in Grad an.

Frequenzverhältnisse zweier Signale sind mit **Ratio A/B** bestimmbar.

Viele Betriebsarten, die man vom Oszilloskop her gewohnt ist, findet man auch bei modernen Universalzählern, zum Beispiel **manuelle und automati-**

sche Trigger, Triggerflankenwahl und Eingangssignalabschwächer.

Bei einigen Zählern runden Meßmöglichkeiten zur **Bestimmung der Signalanstiegsgewindigkeit, IEC-Bus-Schnittstellen** und **Mathematikfunktionen** die Ausstattung ab.

Die Daten der Geräte nach Herstellerangaben sind der Tabelle zu entnehmen. Besonders genannte Ausstattungsmerkmale waren in den uns zur Verfügung gestellten Geräten installiert. Der genannte Preis bezieht sich auf diese Ausstattung. Optionen, die sich meistens auf unterschiedliche Zeitbasen oder Rechnerschnittstellen beziehen, findet man am Ende der Tabelle.

10 MHz aus Mainflingen

Trotz aller weiter oben genannten Features, die zeitgemäße Universalzähler bieten, ist das Kriterium, an dem sie sich messen lassen müssen, nach wie vor ihre Frequenzmeßgenauigkeit. Zu diesem Zweck wurde jedes Gerät an einer 10-MHz-Signalquelle betrieben, deren Zeitbasis vom DCF 77, Mainflingen, gesteuert wurde und deren Genauigkeit getrost mit $1 \cdot 10^{-8}$ angenommen werden kann. Der Spitze-Spitze-Wert des Sinussignals betrug 570 mV.

Alle Geräte wurden mit einer Gate-Zeit von 1 s und – falls abschaltbar – ohne Autotrigger sowie – soweit einstellbar – bei einer Triggerschwelle von 0 V betrieben. Die Messung begann nach einer jeweils einstündigen Einlaufzeit der einzelnen Geräte.

Welche Aussagen können mit einer solchen Prüfung gemacht werden? Zum einen, ob die Geräte einwandfrei triggern: Sie konnten alle. Und zum anderen war abzulesen, wie weit die Anzeige vom tatsächlichen Wert abwich, das heißt, wie gut die Zähler abgeglichen waren. Auch hier kann durch die Bank gesagt werden, daß alle Geräte innerhalb ihrer Spezifikationen lagen, soweit das bei dieser Frequenz und der teilweise gebotenen Auflösung überhaupt erkennbar war. Wir haben uns entschlossen, die minimalen Abweichungen vom Sollwert nicht abzudrucken, zum einen,

Zeitbasen

Das Maß aller Dinge in einem Frequenzzähler ist nach wie vor die Zeitbasis. Von ihrer Stabilität und Genauigkeit hängt die Präzision dieser Meßgeräte ab. Herzstück der Geräte-‘Normale’ ist in der Regel ein 10-MHz-Schwingquarz, dessen Qualität und Beschaltung die wichtigsten Parameter einer Zeitbasis bestimmt: ihre Kurzzeitstabilität und ihre Langzeitkonstanz beziehungsweise Alterung.

Ein wesentlicher Faktor der Stabilität ist die Temperaturabhängigkeit der Resonanzfrequenz von Schwingquarzen. Sie folgt einer Gleichung 3. Grades (Bild A) und beschreibt eine kubische Parabel mit einem Wendepunkt je nach Quarzform und Frequenz bei etwa 25 °C...35 °C. Die Steigung im Wendepunkt wird durch den Schnittwinkel des Quarzes bestimmt.

Eine Angabe über die Langzeitstabilität oder Alterung einer Zeitbasis erfolgt für Zeiträume von Tagen, Mona-

ten oder Jahren (Bild B). Zudem wird zwischen einer aktiven und einer passiven Alterung unterschieden. Unter der aktiven Alterung versteht man die Schwingfrequenzänderung während des Betriebs. Die passive Alterung umschreibt hingegen die Frequenzänderung bei Lagerung des Quarzes. Um sie zu beschleunigen, kann die Lagerhaltung bei erhöhter Temperatur, zum Beispiel bei 85 °C, erfolgen.

Die im praktischen Betrieb erzielte Alterung hängt sehr von der Quarzbelastung im Oszillator ab. Für geringe Alterungsraten sollte eine möglichst kleine Quarzbelastung bei etwa 10 µW, für eine hohe Kurzzeitstabilität eine relativ hohe Belastung von mehreren 100 µW eingestellt werden.

Die Kästen ‘Zeitbasen’ und ‘Technische Ausführungen von Zeitbasen’ sind nach Unterlagen der Firma Tele Quarz GmbH, 6924 Neckarbischofsheim, zusammengestellt.

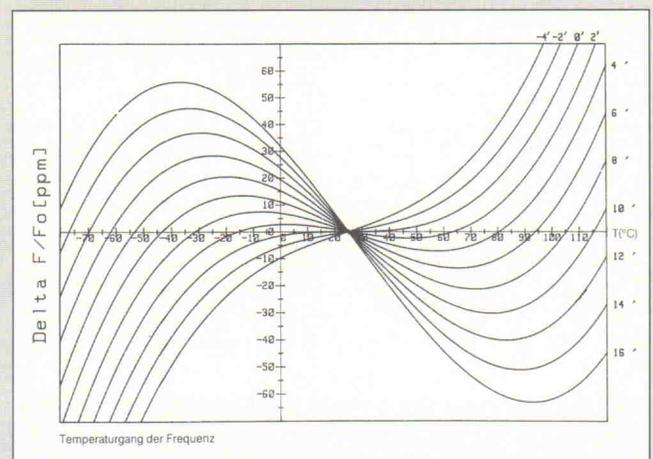


Bild A. Der Quarztemperaturgang für unterschiedliche Schnittwinkel des Kristalls. Diese Schnittwinkel können auf etwa 10 Winkelsekunden genau eingehalten werden. Der Minimierung der Frequenzänderung in einem Temperaturbereich sind somit fertigungstechnische Grenzen gesetzt.

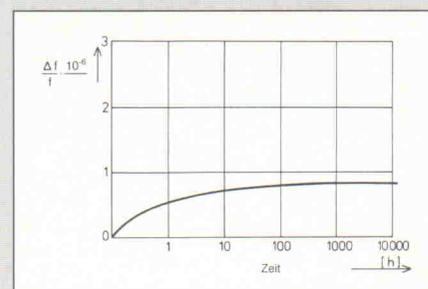
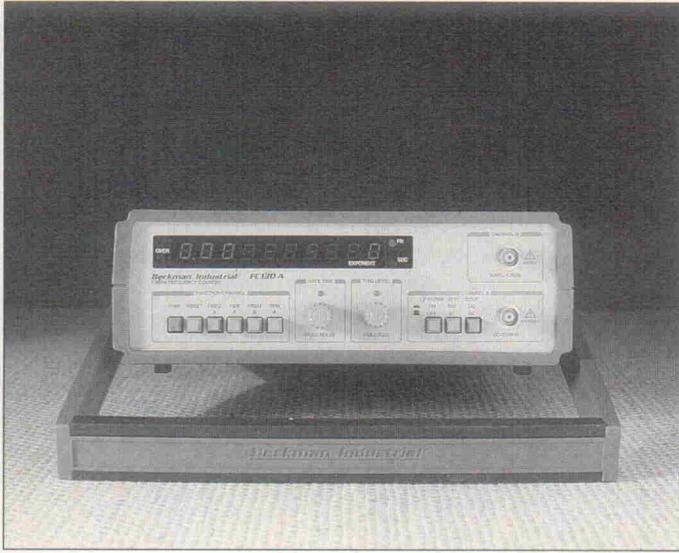
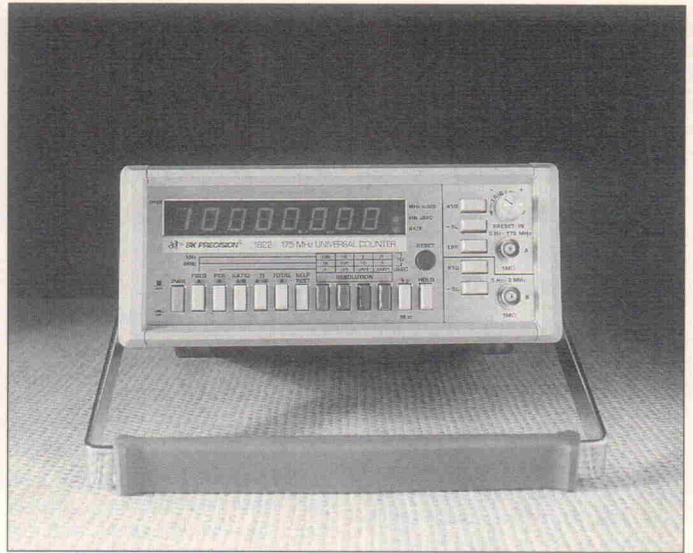


Bild B. Die Alterung eines Schwingquarzes kann durch Lagerhaltung bei erhöhten Temperaturen beschleunigt werden.



FC 130 A von Beckman Industrial: preiswertester μ P-gesteuerter Zähler des Feldes.



Konzept mit Zähler-IC: BK Precision 1822.

weil diese Abweichungen als Ziffer kaum einen Aussagewert haben, und zum anderen, weil sie nicht zu kommentieren sind. Mit Blick auf den Abschnitt 'Zeitbasen' wird weiterhin deutlich, daß sich die wahren Qualitäten eines Zählers – in welche Richtung auch immer – erst nach einer längeren Betriebszeit herausstellen können.

verständlich. Mit Hinblick auf nur drei vorhandene Meßfunktionen (Frequenz, Periode und Umdrehung) wäre es aber denkbar, das Gerät von der Ausstattung her noch etwas aufzurüsten. Schade, daß dieser Zähler optional (IEC-Bus, Zeitbasis) nicht weiter aufzuwerten ist.

Beckman Industrial FC 130 A

Mit 1100 Mark ist Beckmans FC 130 A das preiswerteste Gerät mit μ P-Steuerung. Der Meßbereich bis 1,3 GHz und eine maximale Auflösung im 1-Hz-Bereich von 1 nHz sind in dieser Preisklasse nicht selbst-

Hewlett-Packard 5316B

Das umfangreichste Handbuch aller 10 Geräte hat Hewlett-Packard seinem 5316B beigelegt. Wer des Englischen mächtig ist, für den bleibt keine Frage unbeantwortet. Ob Bedienung oder Kalibrierung, Schaltungsbeschreibung oder IEC-Bus-Programmierung: alles

ist auf das ausführlichste dokumentiert.

Das Gerät selbst reiht sich in die der systemfähigen Zähler dieses Tests ein und besticht bei aller Vielfalt der Meßmöglichkeiten durch seine einfache Bedienbarkeit. Hinweis dafür, daß HP den Einsatzort dieses Zählers mehr im Labor als im automatisierten Prüffeld sieht, sind die auf die Frontplatte gelegten Triggerpegelausgänge. Bei allen anderen Geräten befinden sie sich, wenn vorhanden, auf der Rückseite.

kann, ist dieser amerikanische 175-MHz-Universalzähler. Es wird aber auch gleichzeitig klar, wo die Konstruktionsgrenzen bei derartigen Schaltungskonzepten liegen: Die Auflösung ist begrenzt, an eine Rechnerkopplung ist nicht zu denken.

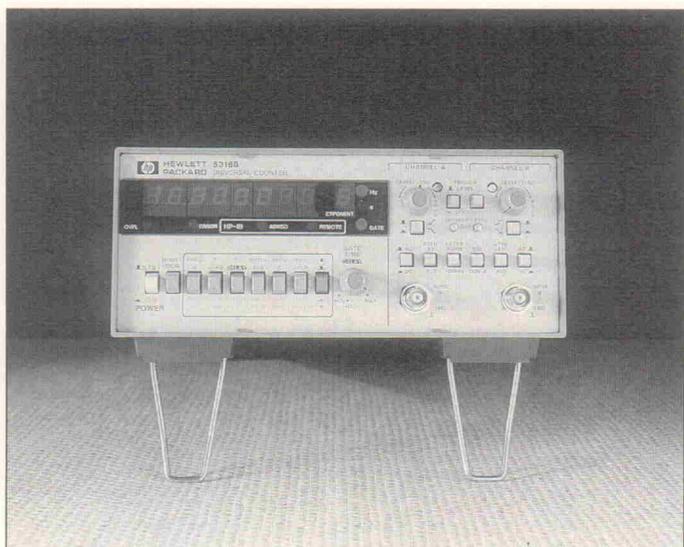
Bei den umfangreichen Ausstattungsmerkmalen ist besonders der in dieser Preisklasse nicht selbstverständliche Arming-Eingang zu erwähnen. Trotzdem muß es sich der BK 1822 gefallen lassen, daß er mit dem preiswerteren FC 130A von Beckman Industrial verglichen wird.

BK Precision 1822

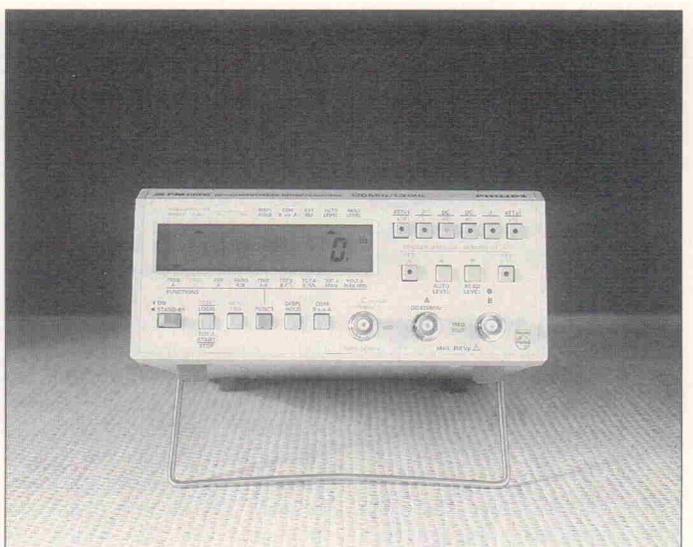
Ein schönes Beispiel dafür, was man aus einem integrierten Zählerbaustein – hier ein ICM 7226 A – herausholen

Philips PM 6666

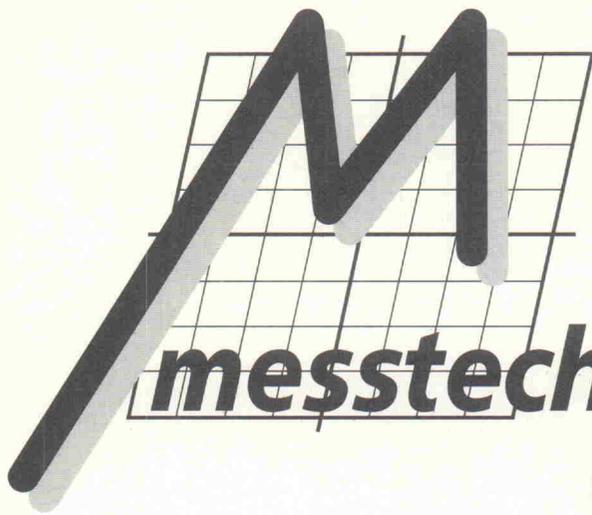
Der Universalzähler aus dem Hause Philips war das einzige



Triggerpegelabgriffe auf der Frontplatte: Hewlett-Packard-5316B.



Der 'Schönste' aus der 10er-Truppe: Philips PM 6666.



10.–11. April 1991
Ausstellungshallen am Schloßteich

messtechnik ost

In Chemnitz

Hier ist Ihre Spezialmesse
zu den Themen:

- Messtechnik in der Produktion
- Messtechnik im Elektronik-Labor
- Kommunikations-Messtechnik
- industrielle Messtechnik
- Mikrowellen und Optronik
- EMV

Hier haben Aussteller die Möglichkeit, dem Besucher Ihre Produkte
und Problemlösungen in kurzen Fachvorträgen vorzustellen.
Der Eintritt zu den Vorträgen ist kostenlos.



Ich bin interessiert als Fachbesucher.
Bitte senden Sie mir kostenlose Unterlagen zu.

Name _____

Firma/Institution _____

Adresse _____

Telefon _____

Telex _____

Telefax _____

NETWORK GmbH
Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-3055 Hagenburg

Veranstalter: NETWORK GmbH
Telefon (05033) 7057
Telex 924545 Telefax (05033) 7944



Technische Ausführungen von Zeitbasen

Bei den gebräuchlichsten technischen Ausführungen von Quarzoszillatoren unterscheidet man:

- einfache Quarzoszillatoren (PXO),
- spannungsgesteuerte Quarzoszillatoren (VCXO),
- temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (TCXO),
- µP-temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (MTCXO) und
- temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren (OCXO).

Darüber hinaus sind auch Mischformen möglich, zum Beispiel temperaturkompensierte spannungsgesteuerte Oszillatoren (TCVCXO).

Das Hauptmerkmal des einfachen Quarzoszillators (PXO: Packaged Crystal Oscillator) ist eine Frequenzstabilität im Arbeitstemperaturbereich, die dem Temperaturgang der Quarzfrequenz entspricht (siehe Bild A).

Wesentliche Eigenschaft des spannungsgesteuerten Quarzoszillators (VCXO: Voltage Controlled Crystal Oscillator) ist der Ziehbereich (bis zu 1000 ppm, je nach Frequenz) sowie seine Steilheit

und Linearität. Für das Temperaturverhalten gilt das gleiche wie für den einfachen Oszillator.

Der temperaturkompensierte Quarzoszillator (TCXO: Temperature Compensated Crystal Oscillator) weist durch Verwendung eines analogen oder digitalen (MTCXO) Kompensationsverfahrens zum Ausgleich des Quarztemperaturkoeffizienten eine sehr gute Stabilität der Ausgangsfrequenz auf. Im Gegensatz zum temperaturstabilisierten Oszillator ist die Leistungsaufnahme gering und die Einlaufzeit in der Regel vernachlässigbar. Typische, mit sinnvollem konstruktivem Aufwand realisierbare Frequenzstabilitätswerte im Arbeitstemperaturbereich sind:

- 40 °C...80 °C, ±1,0 ppm...±5 ppm,
- 20 °C...70 °C, ±0,5 ppm...±2 ppm,
- 0 °C...50 °C, ±0,3 ppm...±1 ppm.

Die Haupteigenschaft des temperaturstabilisierten Oszillators (OCXO: Oven Controlled Crystal Oscillator) ist eine extrem gute Stabilität der Ausgangsfrequenz. Der Quarz und die frequenzbestimmenden Oszillatorelemente werden bei der Temperatur des Umkehrpunktes (Minimum der TK-Kurve, Bild A) betrieben, in dessen Umgebung der Temperaturkoeffizient minimal ist. Die Verwendung eines Thermostaten bedingt jedoch eine erhöhte Leistungsaufnahme sowie eine längere Einlaufzeit. Beim OCXO ist ein Temperaturkoeffizient von 10⁻¹⁰/K erreichbar.

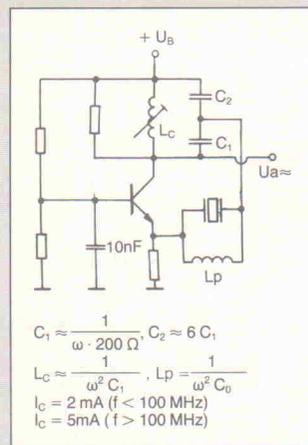
Zum Abschluß eine Aufstellung der einschlägigen DIN-Normen für Schwingquarze:

- DIN 45 100:** Schwingquarze: Begriffe.
- DIN 45 101:** Schwingquarze: Normwerte, Kennzeichnung.
- DIN 45 102:** Schwingquarze: Leitfaden für die Anwendung als Steuerquarze.
- DIN 45 103:** Schwingquarze: Prüfungen.
- DIN 45 105:** Meßverfahren für Schwingquarze.

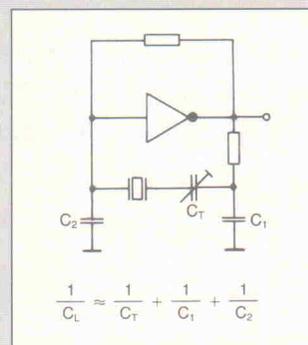
Teil 1: Übersicht.
Teil 2: Messung von Quarzparametern bis 30 MHz.

Teil 3: Messung der Resonanzfrequenz und des Resonanzwiderstandes nach der Phasenwinkelmethode mit einem PI-Netzwerk (bis 125 MHz).

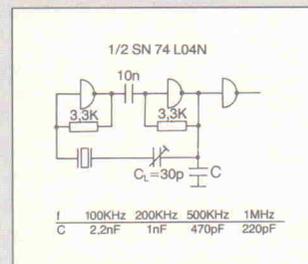
Teil 7: Messung der Lastresonanzfrequenz.



Grounded-Base-Oberton-Oszillator 60 – 200 MHz.



Einstelliger Gate-Oszillator.



Gate-Oszillator mit zwei Invertiern.

Gerät mit LC-Display im Testfeld. Befürchtungen, daß es die bekannten Schwierigkeiten beim Ablesen dieser Anzeigart gibt – was ja nicht ganz von der Hand zu weisen ist – wurden sehr schnell zerstreut. Sowohl der Kontrast war hervorragend als auch die Lesbarkeit aus einem ungünstigen Blickwinkel.

Bei Zugrundelegung aller nur denkbaren Subjektivität kann für das PM 6666 gelten: Das Auge mißt mit. Durch sein helles Outfit hebt sich dieses Gerät wohlthuend vom graubraunen Meßgeräte-Einerlei ab.

Trotz einer Fülle von Meßfunktionen ist der Zähler dank eines beinahe intuitiven Bedienungskonzepts einfach zu handhaben. Farblogik heißt das Zauberwort:

Blau – Meßzeit: Einstellung und Anzeige.

Grün – Einstellung der Eingänge A und B. Aktive Funktionen werden durch grüne Indikatoren der betreffenden Taster angezeigt.

Orange – 1,1-GHz-Eingang: Funktionswahl und Eingangsbuchse.

Weiterhin trägt das gut gestaltete Handbuch dazu bei, sich schnell mit der Bedienung des Gerätes vertraut zu machen.

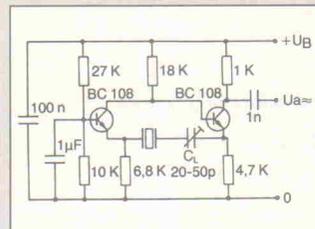
Für den mobilen Einsatz bietet Philips eine Batterie-Einheit an.

Keithley 775A/51/52

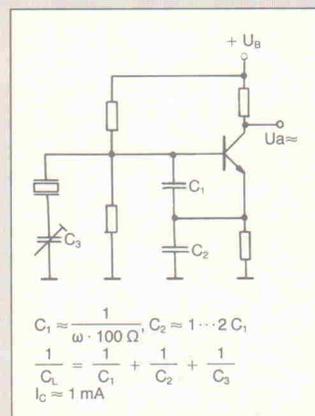
Die beiden 50er-Angaben in der Typenbezeichnung zeigen an, daß dieses Gerät mit allen Optionen ausgerüstet ist, in diesem Fall mit einer TCXO-Zeitbasis, einer IEEE-488-Schnittstelle und einem 1,3-GHz-Eingang. Summa summarum müssen für diese Konfiguration 7128 Mark vom Endverbraucher entrichtet werden.

Diesen stolzen Preis könnte man an dem des Kontron 6010 messen, der zum einen offensichtlich aus der gleichen israelischen Zähler schmiede kommt, zum anderen mit einer etwa gleichen Ausstattung (TCXO, IEC-Bus, 1,3-GHz-Bereich) um die 2000 Mark preiswerter erhältlich ist.

Feine, jedoch konstruktiv aufwendige Unterschiede beim



Grundwellenoszillator 50 bis 800 kHz.



Colpitts-Grundwellenschaltung 1 – 30 MHz.

11.–13. Juni 1991
Messehalle Sindelfingen



messtechnik süd

In Stuttgart – Sindelfingen

Hier ist Ihre Spezialmesse
zu den Themen:

- Messtechnik in der Produktion
- Messtechnik im Elektronik-Labor
- Kommunikations-Messtechnik
- industrielle Messtechnik
- Mikrowellen und Optronik
- EMV

Hier haben Aussteller die Möglichkeit, dem Besucher Ihre Produkte
und Problemlösungen in kurzen Fachvorträgen vorzustellen.
Der Eintritt zu den Vorträgen ist kostenlos.



Ich bin interessiert als

Aussteller

Fachbesucher

Name _____

Firma/Institution _____

Adresse _____

Telefon _____

Telex _____

Telefax _____

NETWORK GmbH
Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-3055 Hagenburg

Veranstalter: NETWORK GmbH

Telefon (0 50 33) 70 57

Telex 92 45 45 Telefax (0 50 33) 79 44



Typ	FC 130 A	BK 1822	GUC-2010 G	Digicount 903
Hersteller	Beckman Industrial	BK Precision	Good Will Instr.	HEB Digitaltechnik
Vertrieb	Beckman Industrial GmbH	Dynatrade Elektronik GmbH	Dynatrade Electronic GmbH	HEB Digitaltechnik GmbH
	Frankfurter Ring 115 8000 München 40 Tel.: 0 89/3 88 70	Schimmelbuschstr. 25 4006 Erkrath 2 Tel.: 0 21 04/3 11 47	Schimmelbuschstr. 25 4006 Erkrath 2 Tel.: 0 21 04/3 11 47	Postfach 8 3005 Hemmingen 4 Tel.: 0 51 01/38 07
Preis (DM)	1100,-	1447,80	661,-	1812,60
Anzahl Kanäle	2	2	2	2
Meßbereich (Hz)	0,01...1,3 · 10 ⁹	5...175 · 10 ⁶	5...100 · 10 ⁶	3...1,25 · 10 ⁹
Auflösung	0,1 Hz	0,1 Hz	0,1 Hz	0,1 · 10 ⁻⁹ ns
Anzeigestellen	8+E	8+ kHz/MHz	8+ kHz	9+E
Torzeiten (s)	60 · 10 ⁻³ ...10	10 · 10 ⁻³ , 100 · 10 ⁻³ ,1,10	10 · 10 ⁻³ , 1 · 10 ⁻¹ , 1, 10	0,4...10
Zeitbasis (Oszi./MHz)	PXO/10	PXO, 10	PXO/10	TCXO/10
Rechnerschnittstelle	-	-	-	-
Meßfunktionen				
- Frequenz	●	●	●	●
- Periode	●	●	●	●
- Zeitintervall	-	●	●	●
- Ereignis	-	●	●	●
- Phase A rel. B	-	-	-	-
- Ratio A/B	-	●	●	-
- Autotrigger	●	-	-	-
- Flankenwahl	-	●	-	●
Handbuch	englisch	englisch/deutsch	englisch	deutsch
Sonstiges	Umdrehungsmessung	Arming	-	Drehzahlmessung, Pulsbreitenmessung
Optionen	-	TCXO	-	IEC-Schnittstelle, 2,4-GHz-Kanal

● = Funktion vorhanden
- = Funktion nicht vorhanden



Keithley schlagen hier ins Portemonnaie: eine generell höhere Empfindlichkeit, größere Auflösung, Pulsbreitenmessung und die durchgehende Anwendung der reziproken Zähltechnik.

Das englische Handbuch zum 775A ist sehr ausführlich und enthält die komplette Schaltdokumentation.

Zählt im gesamten Frequenzbereich reziprok: Keithley 775A/51/52.

Kontron UZ 6010

Mit exakt 30 Signallampen und 16 zum Teil mit doppelten Funktionen belegten Tastern haben die Entwickler des Universalzählers 6010 versucht, die Vielfalt der Einstell- und Meßmöglichkeiten in den Griff zu bekommen.

Nach einigen 'Übungen' am Gerät kann man sagen, daß es ihnen auch weitestgehend gelungen ist. Als sehr hilfreich bei Bedienungsunsicherheiten erwies sich die hervorragende deutschsprachige Bedienungsanleitung, mit ihrer Hilfe kommt man sehr schnell hinter die Bedienungsphilosophie.

5 316 B	HC 8100 A	775A/51/52	42 6010	PM 6666	1992
Hewlett-Packard	Hung Chang	Keithley	Kontron	Philips	Racal Dana
HP-Direkt	Brenner Elektronik & Meßtechnik	Keithley Instruments GmbH	Kontron Meßtechnik GmbH	Philips GmbH	Racal Elektronik System GmbH
Dornierstr. 7 7030 Böblingen	Kerneigenstr. 1 8348 Wittibreit	Heighhofstr. 5 8000 München 70	Freisinger Str. 21 8057 Eching	Postfach 31 03 20 3500 Kassel	Frankfurter Str. 21 5060 Bergisch Gladbach 1
Tel.: 0 70 31/14-0 k. A.	Tel.: 0 85 74/2 95 375,-	Tel.: 0 89/71 00 20 7128,-	Tel.: 0 81 65/7 70 2793,-	5278,20	Tel.: 0 22 04/6 00 81 4873,50
3	2	3	2	3	3
0...1 · 10 ⁹	10...1,3 · 10 ⁶	1...1,36 · 10 ⁹	0...125 · 10 ⁶	0,1...1,1 · 10 ⁹	0...1,3 · 10 ⁹
1 nHz	1	10 ns	1 ns	20 ps	1 ns
8+E	8+kHz/MHz	9+E	9+E	9+E	9+E
60 · 10 ⁻³ ...10	10 · 10 ⁻³ , 100 · 10 ⁻³ , 1	100 · 10 ⁻⁶ ... 10	100 · 10 ⁻⁶ ...10	0,2, 1, 10	1 · 10 ⁻³ , 1 · 10 ⁻² , 1 · 10 ⁻¹ , 1, 10
TCXO/10	OXCXO/3,906	TCXO/10	PXO/10	PXO/10	PXO/10
HPIB	-	IEC	-	IEC	k. A.
●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●
●	-	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●
●	-	-	●	-	●
●	-	-	●	●	●
●	-	●	●	●	●
●	-	●	●	●	●
●	englisch	englisch	deutsch	deutsch	deutsch
Arming, Triggerschwellenausgang, externer Zeitbauseingang, Zeitbauseingang	-	Arming, ext. Zeitbauseingang, Triggerschwellenausgang, Zeitbauseingang, Pulsbreitenmessung	Spitzenspannungsmessung, Triggerspannungsausgang, Arming, ext. Zeitbauseingang	Arming, Spannungsmessung, ext. Referenzeingang	Arming, ext. Zeitbauseingang, Triggerspannungsausgänge, Mathematikfunktionen
OXCXO	-	-	IEC-Schnittstelle, TCXO, 1,3-GHz-Eingang	Batteriebetrieb, MTCXO	TCXO, OXCXO (5 · 10 ⁻⁹), OXCXO (5 · 10 ⁻¹⁰), Batteriebetrieb, Frequenzvervielfacher für ext. Zeitbasis

Eine sinnvolle Einrichtung für komplexere Parametrierungen: Bis zu 10 Einstellungen können gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden. Kleiner Schönheitsfehler am Rande: Die Hold-Funktion ist nur über die 2nd-Taste erreichbar.

Ein erkleckliches Outfit befindet sich auf der Rückwand des Geräts: Triggerspannungsausgänge, Zeitbasis-Ein-/Ausgang, Arming-, Delay- und Gate-Eingang sowie ein Analogausgang, an dem eine dem Meßwert proportionale Spannung zwischen 0 V und 10 V zum Beispiel zur Ansteuerung von Linienschreibern abgegriffen werden kann.

Hung Chang 8100 A

Im Laufe dieses Jahres wurden in der Elrad-Redaktion auch einige Hung-Chang-Meßgeräte aus dem fernen Taiwan getestet, zum Beispiel ein Oszilloskop und ein Signalgenerator. Auffälligstes Ergebnis war immer eine gute Ausstattung bei extremer Preiswürdigkeit. Dementsprechend hochgeschraubt

Trotz komplexen Bedienfeldes läßt sich der Kontron 6010 einfach auf die jeweilige Meßaufgabe einstellen.



**Laser-
Wünsche?
Wir erfüllen sie!**

Eine absolute Neuentwicklung von GTU, die Sensation ist unser "Flex-Gon-8"! Mit diesem Polygon lassen sich 8 voneinander unabhängig einstellbare Linien erzeugen. Spiegel 25 x 25mm, DC-Motor, dadurch Frequenz in weiten Bereichen regelbar. Ideal für Vermessungen, Justieranrichtungen etc.
Weiterhin haben wir die preiswertesten HeNe's und CO₂-Laser in Deutschland

- | | |
|---|------------|
| HeNe 40 mW pol. TEM ₀₀ , externe Spiegel, kpl. mit Netzteil | DM 5300,- |
| Transportabler CO ₂ Laser, (Laserskalpell) Leistungsstärke 5 W | DM 5200,- |
| QJH - 80 > 20 mW | DM 695,- |
| QJH - 100 > 30 mW | DM 880,- |
| CO ₂ Laserrohr QJC-400 5W | DM 740,- |
| Infrarotfilter für Taschenlampen etc. als Infrarotscheinwerfer | DM 25,- |
| YAG-Stäbe 3 x 50 mm | DM 980,- |
| Laserspiegel von 5 x 5 mm - 75 x 75 mm | DM 495,- |
| SCS 256/2 Laserscanningsystem mit high-speed Galvanometern | DM 3990,- |
| SCS 256/2F Laserscanningsystem mit Feedback und Blanking | DM 12000,- |
- Lasernetzteile 12 V DC ab 0,5 mW
Laserpointer 11,5 x 155 mm

Im Lindenbosch 37 Tel. 0 72 23/5 89 15
7570 Baden-Baden 22 Fax 0 72 23/5 89 16

Reproduktionen & Leiterplattenfertigung

- Leiterplatten:**
- einseitig & zweiseitig
 - Material: FR2, FR3, FR4, CEM1
 - Fotodruck / Siebdruck
 - Lötstopmaske / 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 / 612 57 33

**Modernste
Technik macht's
möglich ...
Jetzt brauchen Sie
nur noch EINE
Fernbedienung für
ALLE Ihre Geräte ...!**

■ Egal ob Fernseher,
Video, HiFi, CD-Player
oder SAT ...
ALLE diese Geräte
bedienen Sie jetzt mit
EINER Fernbedienung:

■ Die neue
programmierbare
Fernbedienung
"UP 9200 von KÖNIG" lernt
über 200 Infrarotbefehle !!
Auch für Rolladen- und
Lichtsteuerung verwendbar.



NEU · NEU

Fordern Sie nähere
Informationen und
Bezugsquellen-
Nachweis von:

**KÖNIG
ELECTRONIC**

TV-Audio-Video-Service-Components
D-6101 Reichelsheim · Postfach 11 20
Fax 0 61 64 / 5 07 85



Test

Mit einer temperatur-
stabilisierten Quarzeitbasis
glänzt der 8100A aus dem
Hause Hung Chang.

einen Frequenzzähler mit erheblichen inneren Qualitäten.

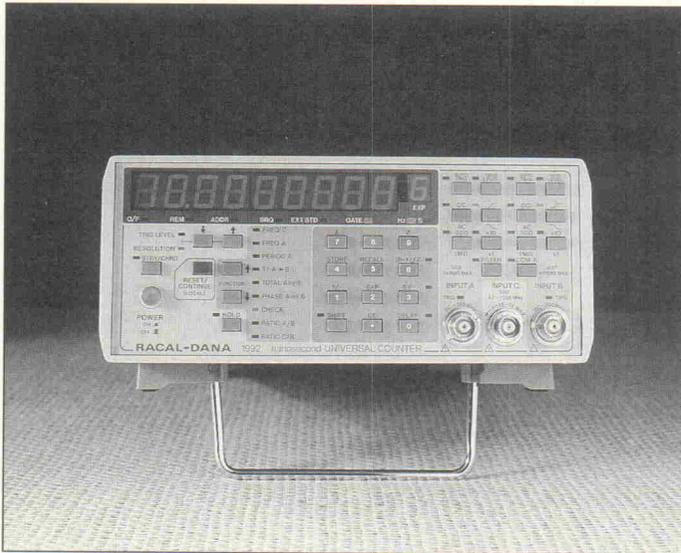
HEB Digicount 903

waren die Erwartungen, die auf dem Zähler lasteten. Was dann aber auf den Prüftisch kam, konnte auf Anhieb nicht so recht überzeugen. Ein Gerät, aufgebaut mit dem Zählerbaustein ICM 7226, einer spärlich leuchtenden Anzeige und Standardausstattung, also Frequenz- und Periodenmessung sowie Ereigniszählung (der Frequenzmeßbereich reicht allerdings bis 1,3 GHz). Das war, wie gesagt, der erste Eindruck. Eine Besonderheit trat erst nach genauerer Untersuchung der Schaltung zutage: Das Gerät hat serienmäßig einen Quarzofen (OCXO) eingebaut. Somit bekommt man für seine 375 Mark

Gleich beim ersten Anfassen bestätigt sich der Eindruck, den man beim ersten Hinsehen gewinnt: ein solider Zähler in einem soliden Gehäuse. Eine hell leuchtende, grüne Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige visualisiert unübersehbar das Meßergebnis, auch wenn man nicht gerade mit der Nasenspitze am Display klebt. Die standardmäßige Ausrüstung mit einem temperaturkompensierten Quarzoszillator macht deutlich, daß man bei HEB keine Kompromisse in Hinblick auf die Meßgenauigkeit eingeht. Genauso kompromißlos ist der Gesamtaufbau des Geräts: servicefreundlich durch gesockelte ICs, extrem stabiles Gehäuse. Einziger Wermutstropfen: ein



Innen und außen Qualität aus deutschen Landen: HEB Digicount 903.



paar Funktionen mehr dürften es schon sein. Dann ist allerdings zu befürchten, daß der vergleichsweise moderate Preis von 1812 Mark nicht mehr zu halten ist.

Racal Dana 1992

Außergewöhnliches Ausstattungsmerkmal dieses englischen Zählers ist seine Mathematikfunktion der Form:

$$(Meßergebnis - X)/Z$$

die es dem Anwender erlaubt, durch geeignete Wahl der Werte für X und Z Verhältnisse, Offsets und Prozentsatzunterschiede zu ermitteln. Der Aufruf für diese Funktion und die Konstanteneingabe erfolgt über ein Tastenfeld, das an einen Taschenrechner erinnert.

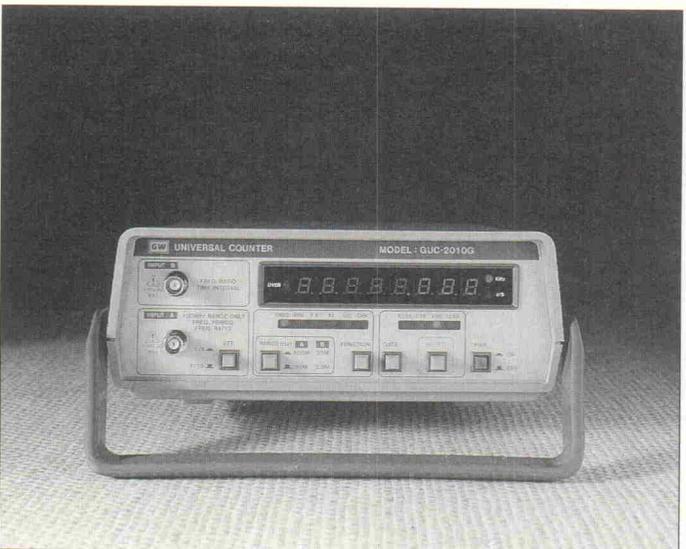
Für alle nur denkbaren Konfigurationen des 1992 können die Meßparameter aus insgesamt

Mathematiker: Mit Racal Danas 1992 lassen sich die gemessenen Werte zum Beispiel mit Offsets verrechnen.

23 sogenannten Sonderfunktionen ausgewählt und in Sonderfunktionsregister eingetragen werden. Für oft wiederkehrende Messungen ist das Gerät somit per Knopfdruck einstellbar.

Good Will GUC-2010G

Für seine 661 Mark bekommt man mit diesem Taiwan-Gerät eine Konstruktion mit Zähler-IC (ICL 7216) und einem Meßbereich bis 100 MHz. Weiter können die Funktionen Ratio- und Zeitintervallmessung neben den Frequenz-, Perioden- und Ereignisbereichen dieses Gerät ganz attraktiv machen.



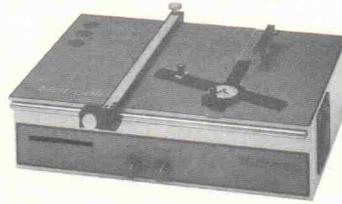
Sechs Mark einundsechzig für jedes meßbare Megahertz: Good Will GUC-2010G.

BITPARADE		RABATTE: ab 16 St. - 2%		CO-PROZESSOREN: (KEINE RABATTE!)	
		ab 32 St. - 4%		5 JAHRE GARANTIE	
		ab 72 St. - 6%		8087-8MHZ 219,00	
4164-100	64K*1	2,98	6116-LP2	2K*8	2,48
41256-70	256K*1	3,68	6264-LP07	8K*8	4,48
41256-80	256K*1	3,38	43256-70	32K*8	9,48
41256-100	256K*1	3,18	43256-100	32K*8	8,48
41464-80	64K*4	3,98	43256-LFP10	32K*8	8,78
41464-100	64K*4	3,78	628128-100	128K*8	47,95
511000-60	1M*1	11,95	628128-LFP	128K*8	44,95
511000-70	1M*1	9,98	2764-250	8K*8	4,18
511000-80	1M*1	9,78	27C64-150	8K*8	4,38
511000-100	1M*1	9,48	27C64-200	8K*8	3,78
514256-70	256K*4	9,98	27128-250	16K*8	4,98
514256-80	256K*4	9,78	27C128-150	16K*8	5,68
514256-80	ZIP/SOJ	11,95	27C128-250	16K*8	5,18
S1M-70	256K*9	31,95	27256-250	32K*8	5,18
S1M-70	1M*9	98,50	27C256-100	32K*8	8,98
S1PP-70	1M*9	99,95	27C256-120	32K*8	5,18
S1M-70	1M*8	96,95	27C256-150	32K*8	4,98
S1M-80	1M*9	94,95	27C512-120	64K*8	9,98
S1M-80	4M*9	398,00	27C512-150	64K*8	7,98
S1M-PS2	512K*36	268,00	27010-120	128K*8	17,95

ANGESPANNTE LAGE BEI DYN. MEGA-RAM'S! BITTE TAGESPREIS TEL. ENFRAGEN!

»LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK) Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben!



ab DM 799,-

Grundgerät, Drehzahl stufenlos einstellbar DM 799,-
 Diamanttrennscheibe, Lebensdauer ca. 20.000 Europakarten DM 205,-
 Bitte Prospekt ED 4000 anfordern!

Mutronic®

Trennsägen
 St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 08362/7062

AUSZUG AUS UNSERER PREISLISTE

AZ11	10,55	ECC83	5,65	EF91	6,84	EM87	11,63	UBF80	3,94	UY85	6,61
AZ12	10,55	ECC85	4,11	EF93	5,13	EY500A	11,86	UBF89	3,94	0A2	8,16
AZ41	8,38	ECC86	5,70	EF94	5,19	EZ11	8,95	UBL1	21,09	5Y3GT	8,21
DF91	5,13	ECC88	7,41	EF98	5,19	EZ80	5,25	UC92	5,13	6L6GC	12,37
DF96	5,25	ECC91	4,11	EF183	3,88	EZ81	5,65	UC85	4,17	6V6GT	8,84
DL36	5,82	ECH81	4,34	EF184	3,88	GY501	7,98	UCH81	4,34	6550	61,56
DY802	3,42	ECH84	3,71	EK90	5,53	GZ34	12,66	UM11	9,63	7025	9,69
EA91	3,03	ECL80	3,99	EL11	21,09	PCC88	5,76	UY11	9,06	9734A	159,60
EAC80	3,94	ECL82	4,91	EL12	13,85	PCF802	5,25	ROHREN-FASSUNGEN			
EAF42	6,84	ECL84	5,48	EL34	12,32	PCL805	6,73	für Schraubbefestigung			
ERC91	5,13	ECL85	5,36	EL84	4,79	PF86	9,69	Miniatur Hartpapier			
EF80	3,94	ECL86	5,13	EL86	5,82	PL95	6,33	Oktal Preßstoff			
EF89	3,94	EF41	12,77	EL95	5,36	PL508	8,67	Noval Hartpapier			
EC86	4,56	EF80	3,88	EL508	21,09	PL519	22,23	Noval Preßstoff			
EC88	5,59	EF83	10,26	EL519	22,23	PL805	21,09	für Printmontage			
EC92	17,10	EF85	3,65	ELL80/E	37,62	PY88	3,65	Miniatur Preßstoff			
ECC81	5,88	EF86	6,27	EM80	6,79	PY500A	10,83	Noval Preßstoff			
ECC82	3,71	EF89	5,13	EM84	5,82	UABC80	3,94	Magnoval Keramik			

Ab sofort können wir auch selektierte Röhren preiswert liefern!
 Lieferung per Nachnahme ab Lager Nürnberg. Inlands-Bestellungen über DM 150,- porto- und spesenfrei. Zwischenverkauf vorbehalten. Bitte fordern Sie unsere komplette PREISLISTE an!

BVB ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH
 Knauerstraße 8, 8500 Nürnberg 70,
 Telefon 09 11/288585, Telefax 09 11/289191
 Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 8.30—17.00 Uhr. Nach Geschäftsschluß: Automatischer Anrufbeantworter

65C02 8048
 Z80 Crossware 8051

6805 NEU! 8080/85 NEU! 6811
 Integrierte Entwicklungsumgebungen (Eu) für PC's
 (Macroassembler, Simulator/Debugger, Editor, Disassembler, Terminalprg., etc.)
 Eu65C02 ... DM 239,00 Eu8048/49-Fam. DM 239,00 Eu8051/52-Fam. DM 439,00
 Eu8080/85 ... DM 289,00 EuZ80 ... DM 289,00 Infodisk ... DM 15,00
 (Macroassembler, Editor, Disassembler, On-Line-Hilfe, Terminalprg. etc.)
 Eu68HC05 ... DM 239,00 Eu68HC11 ... DM 239,00
 Eprom-Programmer f. alle Rechner mit RS-232 (2716—27512 u. a.) ... DM 398,00
 Eprom-Emulator 2716—27256, eig. Microcontroller, Resetausgang ... DM 398,00
 Alle Preise zzgl. Versand (Inland DM 6,50 — Ausland DM 11,50)
 Steuerungs-/Regelungsaufgaben übernehmen wir gerne!

Soft- und Hardwareentwicklung
 Jürgen Engelmann & Ursula Schrader
 3101 Eldingen, Am Fuhrengehege 2, Tel. 051 48/286



Transistoren										BU		BUZ	
559A	0.08	190	0.86	246C	1.70					208D	3.25	71A	1.30
559B	0.08	234	0.56	249	2.15					209	2.80	72A	2.70
559C	0.08	235	0.52	249B	2.35					326S	2.70	80	6.50
560A	0.10	236	0.43	249C	2.35	650	0.83	83C	2.45	422	0.31	961	0.90
560B	0.10	237	0.52	250	2.25	651	0.85	83D	2.75	423	0.32	970	0.88
560C	0.10	238	0.52	250B	2.25	652	0.85	84D	2.45	440	0.63	979	1.00
635	0.31	239	0.62	250C	2.25	676	0.49	84D	2.80	441	0.47	980	1.30
636	0.30	239B	0.65	317	3.15	677	0.50	93C	1.00	450	0.21	981	0.91
637	0.32	239C	0.69	318	3.15	678	0.54	94C	1.00	451	0.21	982	1.40
638	0.27	240	0.68	375	4.48	678	0.56			457	0.51		
639	0.31	240	0.68	376	5.17	679	0.56			458	0.56		
675	0.71	241	0.67	377	5.51	680	0.60			459	0.55		
676	0.71	241A	0.66	378	5.51	681	0.53	198	0.16	469	0.52	34A	1.70
677	0.72	241B	0.66	380	5.53	682	0.63	199	0.18	470	0.52	90	1.20
678	0.73	241C	0.70	410	0.96	684	0.79	240	0.17	472	0.52	91	1.30
679	0.73	242	0.67	433	0.58	708	0.95	241	0.18	483	0.60		
880	0.73	242A	0.68	434	0.57	709	0.96	245A	0.63	485	0.66		
		242B	0.69	435	0.59	710	0.96	245B	0.63	487	0.72		
		242C	0.73	436	0.59	711	0.98	245C	0.63	494	0.20		
		243	0.70	437	0.59	712	0.97	254	0.18	789	0.64		
		243A	0.80	438	0.60	809	1.15	255	0.18	780	0.64		
		243B	0.79	439	0.60	901	1.10	256A	0.64	761	0.64	170	0.75
		243C	0.69	440	0.61	902	1.10	256B	0.64	762	0.64	170	0.58
		244	0.92	441	0.63	907	0.98	259	0.68	870	0.54	250	0.76
		244A	0.66	520	1.30	908	1.00	324	0.19	871	0.53		
		244B	0.69	539	1.30	909	1.10	393	0.27	872	0.54		
		245	1.70	643	0.80	910	1.05	398	0.54	900	1.30	126	2.50
		245A	1.70	644	0.80	911	1.10	420	0.30	959	0.60	208	2.60
		245B	1.80	645	0.81	912	1.15	421	0.33	960	0.88	208A	2.70

BC	BC	BC	BC	BC	BD
107A	0.28	161-10	0.44	308A	0.09
107B	0.29	161-16	0.44	308B	0.09
108A	0.30	177A	0.30	308C	0.09
108B	0.29	177B	0.30	309B	0.09
108C	0.30	237A	0.09	309C	0.09
109B	0.31	237B	0.09	327-16	0.11
109C	0.30	238A	0.09	327-22	0.11
140-10	0.43	238B	0.09	327-40	0.10
141-10	0.44	238C	0.09	328-16	0.10
141-16	0.44	239C	0.09	328-25	0.10
160-10	0.45	307A	0.09	328-40	0.11
160-16	0.44	307B	0.09	337-25	0.10
				548A	0.07
				548B	0.07
				548C	0.07
				549C	0.06
				549D	0.06
				550B	0.10
				550C	0.10
				555B	0.07
				555C	0.07
				555D	0.07
				558A	0.07
				558B	0.07
				558C	0.07

INTEGRIERTE SCHALTUNGEN				MC	SAA	TDA	
UA 78..	L	LM		1310 DIL	12.35	1035T	3.65
7805	0.55	149	4.05	1377 DIL	8.50	1037	4.35
7806	0.56	165	4.70	1458 DIP	10.24	1044	3.65
7808	0.56	200-220	2.20	1496 DIL	8.00	1047	6.05
7809	0.59	200-TO3	6.85	1558 DIP	2.25	1060	5.55
7810	0.66	272	2.85	3403 DIL	0.85	1072	4.65
7812	0.56	272M	4.85	3423 DIP	2.80	1074A	6.10
7815	0.59	293B	7.25	3423 DIP	2.80	1082	6.10
7818	0.56	293E	8.90	532 DIP	0.79	1151	1.20
7824	0.56	296	13.05	542 DIP	1.15	1170S	2.80
7805K	2.40	297	10.75	544 DIP	4.95	1180P	4.20
7812K	2.40	298	13.85	545 DIP	4.95	1270	12.00
78H05	30.20	387	4.75	556 DIL	6.40	1701	9.05
78L05	0.54	465A	9.45	556 DIL	6.40	1707A	6.00
78L06	0.52			556 DIL	2.65	1904	2.00
78L08	0.54			565 DIL	2.65	1905	2.60
78L09	0.55			565 DIL	2.65	1908	3.00
78L10	0.57			565 DIL	2.65	1910	5.95
78L12	0.54			565 DIL	2.65	1910	5.95
78L15	0.54			565 DIL	2.65	1910	5.95
78S05	0.97			565 DIL	2.65	1910	5.95
78S09	0.97			565 DIL	2.65	1910	5.95
78S12	1.00			565 DIL	2.65	1910	5.95
78S15	1.00			565 DIL	2.65	1910	5.95
78S24	1.05			565 DIL	2.65	1910	5.95

UA 79..

Sonderangebot

PC-System AT 286/12 Mhz

- * Desktop Gehäuse
- * 1 MB on Board
- * EMS fähig
- * 5,25" 1.2 MB Laufwerk
- * HDD/FDD Controller 1:1
- * 40 MB Festplatte
- * Hercules Graphic Adapter
- * TTL Monochrome Monitor
- * MF 102 Tastatur

DM 1699,-

Lieferung nur solange vorrätig.
Kein Rabatt möglich.
Versandspesen werden gesondert berechnet.

UA	CA	ICL	LM	LM	OM		
723 DIL	0.54	7106	7.25	35C2	15.80	335	24.00
733 DIL	2.10	7106R	9.45	224 DIL	0.83	350	22.45
741 DIL	1.10	7107	7.25	258 DIP	1.00	350	22.45
741 DIP	0.39	7109	18.50	301 DIP	0.73	350	22.45
741 TO	1.50	7116	8.10	301 TO	1.70	350	22.45
747 DIL	0.86	7117	9.50	301 TO	1.70	350	22.45
748 DIP	0.67	8038	10.40	307 DIP	1.50	350	22.45
				308 DIP	1.05	350	22.45
				309 TO3	4.30	350	22.45
				310 DIP	5.40	350	22.45
				311 TO	2.80	350	22.45
				311 TO3	3.45	350	22.45
				317-220	0.91	350	22.45
				4250 DIP	3.75	350	22.45
				13600DIL	3.55	350	22.45
				13700DIL	3.90	350	22.45

Dies ist nur ein kleiner Auszug aus unserem Lieferprogramm.									
Katalog kostenlos!									
☎ 04421 / 26381									
C-MOS									
SN74.. LS..									
4000	0.35	4066	0.47	7411	0.65	12	0.32	174	0.57
4001	0.30	4067	2.85	7413	0.62	13	0.31	175	0.57
4002	0.35	4068	0.35	7414	0.72	19	0.73	191	0.58
4006	0.69	4069	0.30	7416	0.80	20	0.32	192	0.59
4007	0.35	4070	0.35	7417	0.80	21	0.32	193	0.58
4008	0.73	4071	0.35	7420	0.82	22	0.32	194	0.59
4009	0.47	4072	0.35	7421	0.77	26	0.31	221	0.88
4010	0.47	4073	0.35	7425	1.05	27	0.31	240	0.82
4011	0.31	4075	0.35	7428	1.15	28	0.32	241	0.77
4012	0.35	4076	0.35	7430	0.84	30	0.32	244	0.76
4013	0.47	4077	0.35	7432	0.82	31	1.60	245	0.86
4014	0.69	4078	0.35	7442	0.97	32	0.31	247	1.10
4015	0.73	4081	0.35	7445	1.75	33	0.31	257	0.52
4016	0.47	4082	0.35	7446	2.20	37	0.31	258	0.57
4017	0.66	4093	0.45	7447	1.85	38	0.31	259	0.56
4018	0.67	4094	0.73	7472	1.20	42	0.54	260	0.34
4019	0.46	4096	1.00	7473	1.05	47	0.89	266	0.34
4020	0.69	4097	2.90	7474	0.87	68	1.15	273	0.77
4021	0.69	4098	0.75	7475	1.00	51	0.30	279	0.56
4022	0.71	4099	0.87	7476	0.85	54	0.32	293	0.58
4023	0.35	4510	0.88	7485	1.75	55	0.32	295	0.58
4024	0.63	4511	0.84	7486	1.05	57	3.00	348	1.70
4025	0.35	4512	0.70	7490	1.05	73	0.59	365	0.43
4026	0.92	4514	1.95	7493	1.20	74	0.39	367	0.44
4027	0.46	4515	2.00	7494	1.85	75	0.46	368	0.43
4028	0.64	4516	0.73	7495	1.50	76	0.58	373	0.81
4029	0.66	4518	0.67	74107	1.15	78	0.62	374	0.74
4030	0.44	4519	0.63	74118	3.00	83	0.57	375	0.70
4031	1.00	4520	0.73	74121	1.20	85	0.63	377	0.84
4033	1.00	4528	0.92	74122	1.85	86	0.40	379	0.59
4034	2.60	4538	0.74	74123	1.20	90	0.55	386	0.58
4035	0.72	4541	0.74	74130	1.95	91	0.87	390	0.58
4038	0.76	4543	1.05	74131	1.95	92	0.63	393	0.56
4040	0.73	4556	3.50	74132	1.40	93	0.58	490	0.62
4041	0.73	4584	0.67	74143	8.50	107	0.45	540	1.35
4042	0.63	4585	0.74	74150	2.65	112	0.46	541	1.35
4043	0.71	40102	1.05	74154	2.95	122	0.55	5	

IC-FASSUNGEN

Doppel-Federkontakt		gedreht vergoldet	
GS 6	0.09	GS 6P	0.25
GS 8	0.10	GS 8P	0.33
GS 14	0.14	GS 14P	0.57
GS 16	0.16	GS 16P	0.66
GS 18	0.18	GS 18P	0.74
GS 20	0.20	GS 20P	0.82
GS 22	0.22	GS 22P	0.91
GS 24	0.24	GS 24P	0.99
GS 24-S	0.30	GS 24P-S	0.90
GS 28	0.28	GS 28P	1.14
GS 40	0.40	GS 32P	1.20
		GS 40P	1.65
		GS 48P	1.82
		GS 64P	2.30

CHIP-CARRIER

PLCC 44	3.60
PLCC 68	3.85
PLCC 84	4.50

STECK ADAPTER

AR 8	0.86
AR 14	1.50
AR 16	1.70
AR 18	1.90
AR 24	2.20
AR 28	2.55
AR 40	3.80

TEXTTOOL-TESTSOCKEL

Bestellnummer:	
TEX 16	15.60
TEX 20	17.15
TEX 24	16.80
TEX 28	17.00
TEX 40	29.20

FLOPPY-STECKER

4-poliger Buchsenstecker für 3,5" Laufwerke

Bestellnummer:

PRW-STECKER 3,5 1.70

für 5,25" Laufwerke

Bestellnummer:

PRW-STECKER 5,25 1.10

CENTRONIC-STECKERBINDER (vergoldet)

Centronic-Stecker		Centronic-Buchse	
SE 5714M	14pol 2.55	SE 5714F	14pol 2.70
SE 5724M	24pol 4.10	SE 5724F	24pol 3.85
SE 5736M	36pol 2.15	SE 5736F	36pol 2.80

D-SUBMINIATUR-STECKERBINDER

MIND-STIFT 09	0.53	gewinkelt für	
MIND-STIFT 15	0.77	09W	14pol Flachkabel
MIND-STIFT 19	1.30	15W	3.50
MIND-STIFT 23	1.40	25W	3.65
MIND-STIFT 25	0.81	37W	8.00
MIND-STIFT 37	1.85	50W	9.15
MIND-STIFT 50	3.80	09FB	3.95
		15FB	4.30
		25FB	4.65
		37FB	9.60

MIND-BUCHSE 09	0.55	gewinkelt für	
MIND-BUCHSE 15	0.77	09W	2.80
MIND-BUCHSE 19	1.45	15W	4.15
MIND-BUCHSE 23	1.50	25W	4.00
MIND-BUCHSE 25	0.80	37W	9.55
MIND-BUCHSE 37	2.10	50W	12.55
MIND-BUCHSE 50	3.95	09FB	3.40
		15FB	4.00
		25FB	4.70
		37FB	10.10

HIGH-DENSITY-STECKERBINDER

Stecker, gerade		Buchse, gerade	
HD 15M	3.20	HD 15F	3.25
HD 26M	7.80	HD 26F	8.05
HD 44M	9.10	HD 44F	10.10
HD 62M	11.20	HD 62F	11.60

D-SUBMINIATUR-KAPPEN

KAPPE CG9G	0.64	KAPPE CG9S	1.50
KAPPE CG15G	0.82	KAPPE CG15S	1.55
KAPPE CG19G	1.20	KAPPE CG25S	1.55
KAPPE CG23G	1.30	KAPPE CG37S	1.90
KAPPE CG25G	0.74	KAPPE CG50S	2.20
KAPPE CG37G	1.75		
KAPPE CG50G	1.85		

WIRE-WRAP-STIFTELEISTEN

50-polig vergoldet 2,54mm	
Bestellnummer:	(einreihig)
STIFTL. 50G gerade	2.85
STIFTL. 50GW gewinkelt	3.15
Bestellnummer:	(zweireihig)
STIFTL. 100G gerade	5.95
STIFTL. 100GW gewinkelt	6.75

BUCHSENLEISTE vergoldet

abbrechbar, RM 2,54mm	
Bestellnummer:	
BUCHSENLE. 10G 10pol. gerade	0.96
BUCHSENLE. 10W 10pol. gewinkelt	0.99
BUCHSENLE. 20G 20pol. gerade	1.55
BUCHSENLE. 20W 20pol. gewinkelt	1.50

KONTAKTLEISTE 20pol. vergoldet

Bestellnummer:	
AW 122/20	1.65

KONTAKTBUCHSE

Bestellnummer:	
SPL 20 20polig	0.82
SPL 32 32polig	1.30

Stiftleiste RM 2,5 vergoldet

gerade		gewinkelt	
STIFTL. 13G	2.45	STIFTL. 13W	2.20
STIFTL. 21G	2.85	STIFTL. 21W	2.60
STIFTL. 31G	3.35	STIFTL. 31W	2.35

Federleiste RM 2,5 vergoldet

Lötstift:		Lötöse:	
FEDERLEISTE 13E	1.85	FEDERLEISTE 13L	1.75
FEDERLEISTE 21E	2.50	FEDERLEISTE 21L	2.35
FEDERLEISTE 31E	2.80	FEDERLEISTE 31L	2.95

Messerleiste 94mm

Messerleiste 94mm		Federleiste 94mm	
RM 2,54 vergoldet			
64pol = A-C			
Messerleiste 32	1.75	Federleiste 32	2.80
Messerleiste 64	2.25	Federleiste 64	3.75
Messerleiste 96	3.35	Federleiste 96	5.55

Stiftleiste vergoldet mit Verriegelungshebel

gerade		gewinkelt	
PSL 10 10pol	1.05	PSL 10W 10pol	1.05
PSL 14 14pol	1.30	PSL 14W 14pol	1.30
PSL 16 16pol	1.50	PSL 16W 16pol	1.50
PSL 20 20pol	1.55	PSL 20W 20pol	1.55
PSL 26 26pol	2.00	PSL 26W 26pol	2.00
PSL 34 34pol	2.50	PSL 34W 34pol	2.55
PSL 40 40pol	2.95	PSL 40W 40pol	2.95
PSL 50 50pol	3.35	PSL 50W 50pol	3.35
PSL 60 60pol	4.50	PSL 60W 60pol	4.50

Pfostensteckerbinder vergoldet

mit Zuglastlastung für Flachbandkabel 10 bis 60polig			
PFL 10	Federleiste	-7.7	
PFL 14	Federleiste	1.05	
PFL 16	Federleiste	1.10	
PFL 20	Federleiste	1.25	
PFL 26	Federleiste	1.50	
PFL 34	Federleiste	1.80	
PFL 40	Federleiste	2.40	
PFL 50	Federleiste	2.85	
PFL 60	Federleiste	3.40	

User-Port-Stecker RM 3,96 mit Flansch

STECKER 12-396	2x 6p	1.70	KAPPE 12-396	2.20
STECKER 24-396	2x12p	2.20	KAPPE 24-396	1.30
STECKER 44-396	2x22p	5.05		

Slot-Stecker ohne Flansch RM 2,54

STECKER 34-254	2.05	STECKER EC10	1.70
STECKER 44-254	2.15	STECKER EC20	1.70
STECKER 46-254	2.15	STECKER EC26	1.80
STECKER 50-254	2.05	STECKER EC34	1.10
STECKER 62-254	2.05	STECKER EC40	2.90
		STECKER EC50	3.25

MINI-DIP-SCHALTER

NT 04	4polig	1.50	DP 04	4polig	2.50
NT 06	6polig	1.90	DP 06	6polig	2.75
NT 08	8polig	2.05	DP 08	8polig	2.90
NT 10	10polig	2.50	DP 10	10polig	3.35

Anreihklemmen für Leiterplatten:

ARK 210-2	0.41
ARK 210-3	0.57

SCART-STECKER für Rundkabel 20polig

Bestellnummer:	
SEC 20	1.90

SCART-EINBAUBUCHSE

Bestellnummer:	
SEF 20	2.05

MINI-DIN-STECKERBINDER

SE-DIO M04	1.65	Stecker	
K-DIO M04	3.10	Kupplung	
EB-DIO M04	2.30	Buchse	
K-DIO M05	1.70	Stecker	
EB-DIO M05	2.50	Kupplung	
SE-DIO M06	1.70	Buchse	
K-DIO M06	3.35	Stecker	
EB-DIO M06	2.70	Kupplung	
SE-DIO M07	1.70	Buchse	
K-DIO M07	2.80	Stecker	
EB-DIO M07	2.70	Kupplung	
SE-DIO M08	1.70	Buchse	
K-DIO M08	3.10	Stecker	
EB-DIO M08	2.70	Kupplung	

ATARI-STECKERBINDER

SE-DIO 13	2.15	Stecker	
K-DIO 13	4.00	Kupplung	
EB-DIO 13	3.35	Buchse	
SE-DIO 14	3.15	Stecker	
K-DIO 14	4.85	Kupplung	
EB-DIO 14	3.35	Buchse	

KLINKENSTECKER

stabiles Gehäuse mit Knickschutz			
KS 25	mono	2,5mm	0.36
KSS 25	stereo	2,5mm	1.10
KS 35	mono	3,5mm	0.37
KSS 35	stereo	3,5mm	0.64
KSM 63	mono	6,3mm	0.60
KSS 63	stereo	6,3mm	0.81

Metall-Gehäuse			
KSM 35	mono	3,5mm	0.65
KSSM 35	stereo	3,5mm	0.95
KSM 63	mono	6,3mm	1.05
KSSM 63	stereo	6,3mm	1.30

KLINKENBUCHSE mit Schaltkontakt

EBS 35	stereo	3,5mm	0.88
EBMS 63	mono	6,3mm	0.83
EBSS 63	stereo	6,3mm	1.25

CINCHSTECKER

CSP ROT	0.30	CKP ROT	0.32
CSP SCHW.	0.30	CKP SCHW.	0.30
CSM METALL	0.55	CKM METALL	0.56
vergoldet mit Farbmakierung			
CSGM ROT	2.20	CKGM ROT	2.20
CSGW SCHW.	2.20	CKGW SCHW.	2.20

BANANENSTECKER 4MM Federkontakt

BS4BL	0.95	BB4BL	0.42
BS4GE	0.95	BB4GE	0.42
BS4GN	0.95	BB4GN	0.42
BS4GR	0.95	BB4GR	0.42
BS4RT	0.95	BB4SW	0.42
BS4SW	0.95	BB4WS	0.42

KLINKENKUPPLUNG

Stabiles Gehäuse mit Knickschutz			
KK 25	mono	2,5mm	0.45
KKS 25	stereo	2,5mm	0.83
KK 35	mono	3,5mm	0.50
KKS 35	stereo	3,5mm	0.92
KKM 63	mono	6,3mm	0.77
KKS 63	stereo	6,3mm	0.83

Metall-Gehäuse			
KKM 35	mono	3,5mm	0.80
KKMS 35	stereo	3,5mm	1.00
KKMM 63	mono	6,3mm	1.40
KKSM 63	stereo	6,3mm	1.85

CINCH-EINBAUBUCHSE

CBM METALL	0.48
vergoldet mit Farbmakierung	
CBGP ROT	4.15
CBGP SCHW.	4.15

CINCHKUPPLUNG

CKP ROT	0.32
CKP SCHW.	0.30
CKM METALL	0.56
vergoldet mit Farbmakierung	
CKGM ROT	2.20
CKGW SCHW.	2.20

HOHLSTECKER

HS 12	1,1x3,8mm	0.54
HS 13	1,3x3,4mm	0.54
HS 21	2,1x5,5mm	0.52
HS 25	2,5x5,5mm	0.51
HS 31	3,0x5,5mm	0.62
Einbaubuchsen		
HEB 21	2,1mm	0.63
HEB 25	2,5mm	0.63
HEB 31	3,1mm	0.64

Koaxial-Steckverbindungen

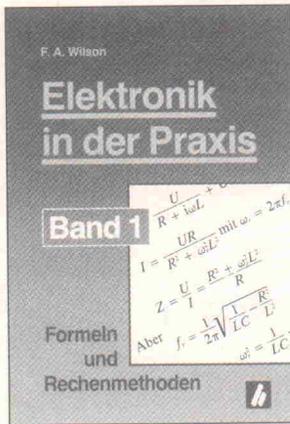
PL 259	1.65	Kupplung PL 258	1.35
kleine Ausführung PL 259 NK	1.50	Kreuzstück M 358	4.45
6mm Kabelöffnung PL 259/6	1.60	SO 239	1.30
		SO 239 SH	1.65
		BNC auf Bananen GE 860	7.20

BNC-STECKERBUNDEN für Kabel RG58U (lötbar)

UG 914U		UG 88U		UG 290U		UG 1094U	
UG 914U		UG 88U		UG 290U		UG 1094U	

... aus dem aktuellen Programm

ELEKTRONIK



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

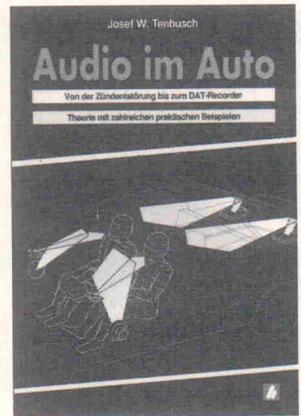
Broschur, 224 Seiten
DM 32,-/öS 250,-/sfr 29,50
ISBN 3-922705-40-5

Gebunden, 110 Seiten
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-
ISBN 3-922705-80-4

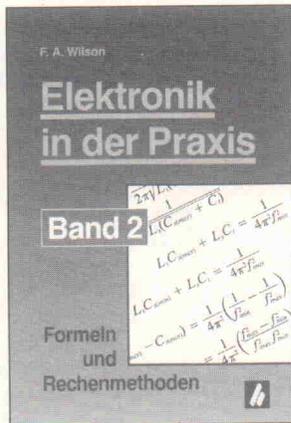


Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundsaltungen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

Broschur, 174 Seiten
DM 34,-/öS 265,-/sfr 31,30
ISBN 3-922705-32-4



Was ist eigentlich ein DAT-Rekorder, und wie funktioniert er? Wo ist der optimale Platz für meine Antenne und an welche Klemme gehört das Autoradio? Wie kann ich mein Auto wirksam entstören? Welche Lautsprecher sind die besten, und wo bringe ich sie am günstigsten an? Diese und viele Fragen mehr beantwortet dieses Buch.. Alles was Laien und Profis wissen wollen.



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

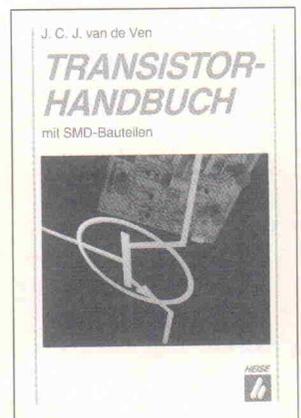
Broschur, 358 Seiten
DM 39,80/öS 310,-/sfr 36,60
ISBN 3-922705-41-3

Gebunden, 130 Seiten
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-
ISBN 3-922705-81-2



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 Grundsaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

Broschur, 208 Seiten
DM 38,80/öS 303,-/sfr 35,70
ISBN 3-922705-45-6



Dieses Handbuch läßt sich dazu verwenden, bestimmte Leistungshalbleiterbauelemente aufgrund ihrer technischen Daten auszusuchen. Es bietet die einzigartige Kombination einer alphabetischen Liste von allgemein verwendeten Bauteilen mit mehreren nach verschiedenen Kriterien zusammengestellten herstellerunabhängigen Auswahltabellen.

Im Buch-, Fachhändler oder beim Verlag erhältlich. BBL/1091

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Postfach 610407 · 3000 Hannover 61

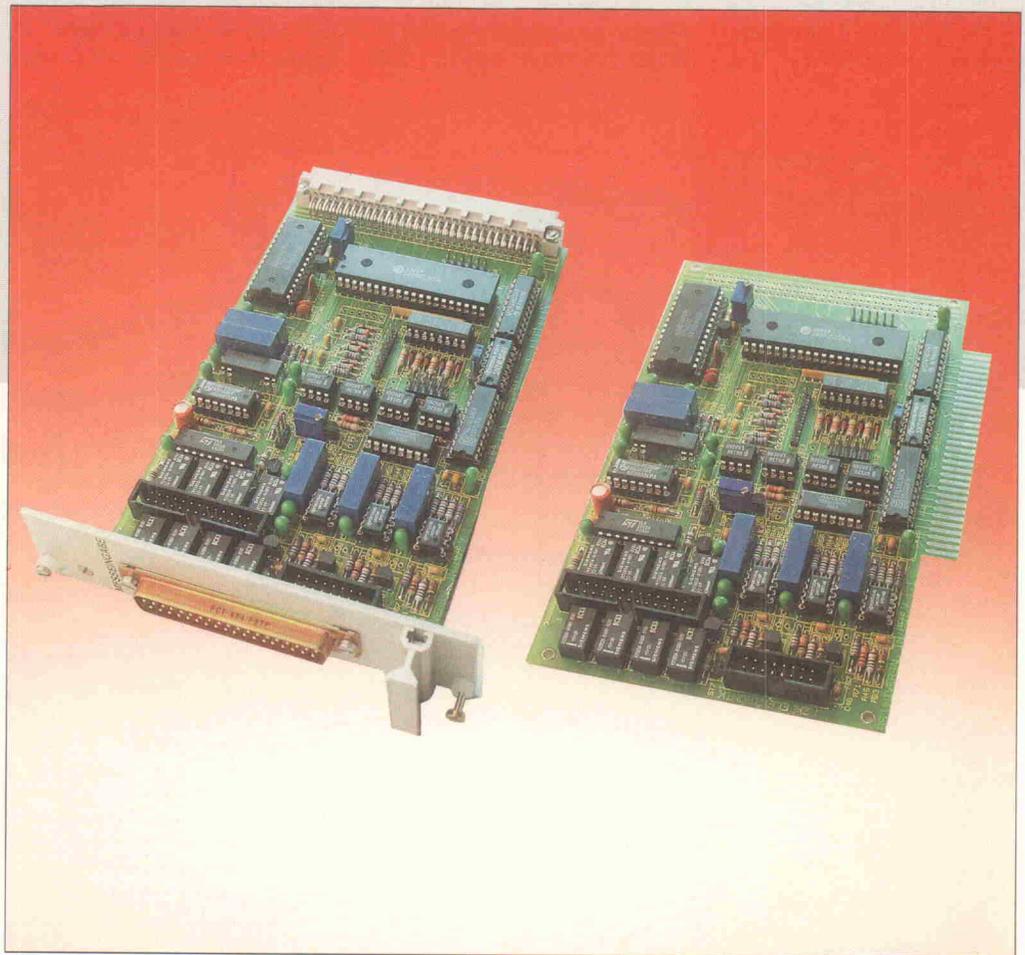


UniCard

PC-Multifunktionskarte auf Europakarte

Robert Mayr

Auf dem Multifunktionskarten-Markt wird ganz gern mit himmlischen Abstraten und höllischen Auflösungsvermögen geprotzt. Oft bleibt bei diesen Produkten aber die praktische Meßtechnik auf der Strecke. Mit dem UniCard-Projekt kann diese Lücke geschlossen werden. Problemloses Handling und eine Ausstattung, die dem Einsatz selbst in einer sensiblen Umgebung gerecht wird, standen bei der Entwicklung im Vordergrund.



Als erstes einen Satz über das, was man nach einem Blick in die Schaltbilder auf den folgenden Seiten auch nach längerem Suchen nicht finden wird: Interrupt- und DMA-Jumper. Es gibt sie nicht. Geschwindigkeit ist bei diesem Projekt im wahrsten Sinne der Worte kein Thema.

Thema bei der Entwicklung der Platine war dagegen deren Größe. Weil der Zielrechner ein Industrie-PC mit ECB-Bus sein sollte, stand die maximal zur Verfügung stehende Fläche, auf der alle I/Os, die man von einer Multifunktionskarte erwartet, untergebracht werden mußten, fest – 100 mm × 160 mm. 'Erschwerend' kam bei der Lösung der Platzfrage der zusätzliche Bauteileaufwand für die fast durchgängige galvanische Trennung der Ein- und Ausgänge hinzu.

Beispiel des Problems: Für den D/A-Wandlerteil kann man einen Vierfach-D/A-Wandler einsetzen und über Trennverstärker die Potentialtrennung sicherstellen. Platzbedarf für diese Lösung: Ein 24poliges und vier 16polige DIL-Gehäuse, zusätzlich die dazugehörigen Spannungswandler plus Ausgangssignale im 0/4...20-mA-Format ergeben etwa eine halbe Eurokarte.

Die Lösung war die Anwendung der Kunst der Beschränkung: daß trotzdem eine Karte von ansehnlicher Funktionsvielfalt entstanden ist, zeigt diese Liste:

- Acht digitale Ausgänge, die als Relais mit Wechselkontakten ausgeführt sind; eines der Relais ist mit einer Watch-Dog-Funktion verse-

hen. Alle Kontakte haben Ruhestromwiderstände, um eine Kabelbruchüberwachung zu ermöglichen.

- Vier potentialgetrennte sowie vier ungetrennte Digitaleingänge.
- Vier Analogeingänge mit einer Auflösung von realistischen 10 Bit, davon einer potentialgetrennt.
- Vier entkoppelte 8-Bit-auflösende Analogausgänge. Drei dieser Ausgänge sind als 0/4...20 mA-Signalschleifen ausgelegt.

Digital I/O

Der Datenbus wird zunächst mit IC1 gepuffert und auf den PIO-Baustein IC3 und den A/D-Wandler IC6 geführt. Die Adreßdekodierung übernimmt IC2, ein GAL- oder PAL-Baustein. Diese Art der Dekodie-

ung wurde zum einen wegen des geringen Platzbedarfs und zum anderen wegen der relativ unproblematischen Änderung des Adreßbereichs gewählt. Mit den Steckbrücken J4 und J5 kann die Adreßwahl auch über den EC-Bus erfolgen.

Der Jumper J3 legt die Polarität des Reset-Signals fest, das beim PC high- und bei ECB-Systemen low-aktiv ist. Die

Steckbrücken J1 und J2 wählen am EC-Bus zwischen den Signalen /WR und /RD beziehungsweise zwischen /IOWR und /IORD aus.

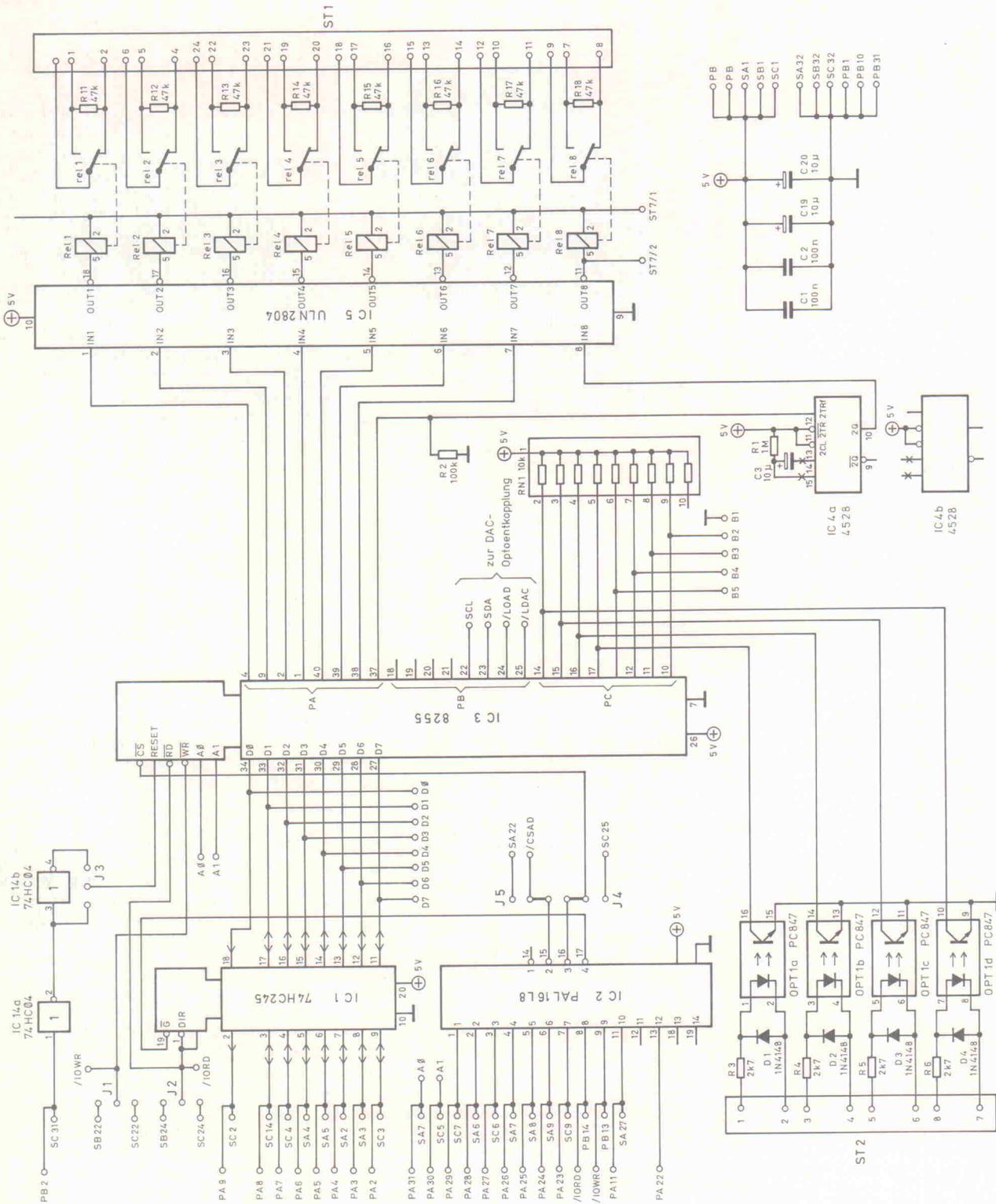
Port A der PIO steuert mit IC5 – die Relais. Das höchstwertige Bit übernimmt dabei die Nachtriggrung des mit IC4 aufgebauten Monoflops, das als Watch-Dog-Timer dient. Die

Watch-Dog-Zeit kann in weiten Grenzen (einige μ s...einige s) durch geeignete Dimensionierung von R1 und C3 variiert werden. Falls die Watch-Dog-Funktion nicht benötigt wird, kann IC4 auch entfallen. Der Port-Ausgang wird dann direkt mit IC5 verbunden.

Bei der Relaisauswahl kamen nur Miniaturausführungen in Frage. Das Layout läßt zwei

Typen zu, so daß man relativ sicher sein kann, nicht im Regen zu stehen, wenn ein Hersteller nicht liefern kann. Die Relaiskontakte sind mit 47-k Ω -Widerständen überbrückbar, so daß eine Kabelbruchüberprüfung durchführbar ist.

Port C der PIO dient zum Einlesen der über den Vierfach-Optokoppler (OPT 1) geführten 4-Bit-Daten. Die Eingänge des



Dieses Teilschaltbild zeigt die Busanschlüsse (PX = PC, SX = ECB) und den digitalen I/O-Bereich. Sollte die Watch-Dog-Funktion nicht benötigt werden, können IC4 und R2 entfallen und durch eine entsprechende Brücke ersetzt werden.

```

100 REM TESTPROGRAMM -----21.11.1990
110 REM Relais-Ansteuerung
120 REM BASISADRESSEN AUF UNICARD-PLATINE FESTLEGEN
130 PA=4H300:PB=PA+1:PC=PA+2:CTRL=PA+3:REM Basisadresse=300H
140 REM Ports A und B auf Ausgabe, C auf Eingabe
150 INHALT=137:PAI=0:PBI=0
160 OUT CTRL,INHALT:OUT PA,PAI:OUT PB,PBI
170 CLS
180 LOCATE 2,6:PRINT"Relais-Testprogramm"
190 LOCATE 3,3:PRINT"0' beendet Testprogramm!"
200 LOCATE 5,1:PRINT" 1 2 3 4 5 6 7"
210 LOCATE 6,1
220 WHILE 1
230 FOR I=0 TO 255
240 OUT PA,I
250 OUT PA,(I AND 127):REM Watch-Dog Bit ruecksetzen
260 FOR J=0 TO 500:NEXT J:REM Verzoeigerung
270 LOCATE 6,1
280 FOR K=0 TO 6
290 M=2^K:W=I AND M
300 IF W=0 THEN PRINT " Aus";ELSE PRINT " Ein";
310 IF INKEY$="0" THEN END
320 NEXT K
330 OUT PA,(I OR 128):REM Watch-Dog Bit setzen
340 PRINT
350 NEXT I
360 WEND
370 END

```

```

100 REM TESTPROGRAMM ADC (10 Bit) -----16.08.1990
110 REM BASISADRESSEN AUF UNICARD-PLATINE FESTLEGEN (300H)
120 PA=4H300:PB=PA+1:PC=PA+2:CTRL=PA+3:ADC=4H304
130 INHALT=137:PAI=255:PBI=0
140 OUT CTRL,INHALT:OUT PA,PAI:OUT PB,PBI
150 CLS
160 LOCATE 1,2:PRINT"Messung aller 4 Kanäle"
170 LOCATE 2,1:PRINT"0' beendet Testprogramm!"
180 WHILE 1
190 FOR I=0 TO 3
200 J=I
210 GOSUB 280
220 LOCATE 4+I,5:PRINT USING"Kanal # = ####":I;J
230 IF INKEY$="0" THEN END
240 NEXT I
250 WEND
260 END
270 REM Messen eines AD-Kanals
280 J=(J OR 8)
290 OUT ADC,J
300 WHILE (INP(ADC) AND 64)=0 :WEND
310 J=INT(16*(INP(ADC+1))+(INP(ADC+2)/16)+.5)
320 RETURN

```

Für den Test des A/D-Wandlers ist dieses Programm vorgesehen. Von den 12 gelieferten Bits werden allerdings nur 10 ausgewertet.

Das GWBASIC-Listing für den Test der Relais; nachdem man es aufgerufen hat, sollten sie fleißig klappern.

Optokopplers sind über Widerstände und Dioden gegen Überstrom und Falschpolung geschützt. R3...R6 sind für 24-V-Eingangsspannungen ausgelegt.

Der verwendete Koppler hat eine maximale Trennungsspannung von 5 kV. Diese Iso-Spannung kann allerdings nicht genutzt werden, da die tatsächliche

Grenze von der Leiterbahnführung sowie durch das verwendete Flachbandkabel festgelegt ist. Üblicherweise sind die meisten Kabel mit 500 V

spezifiziert. Das Flachbandkabel bestimmt die maximale Trennungsspannung.

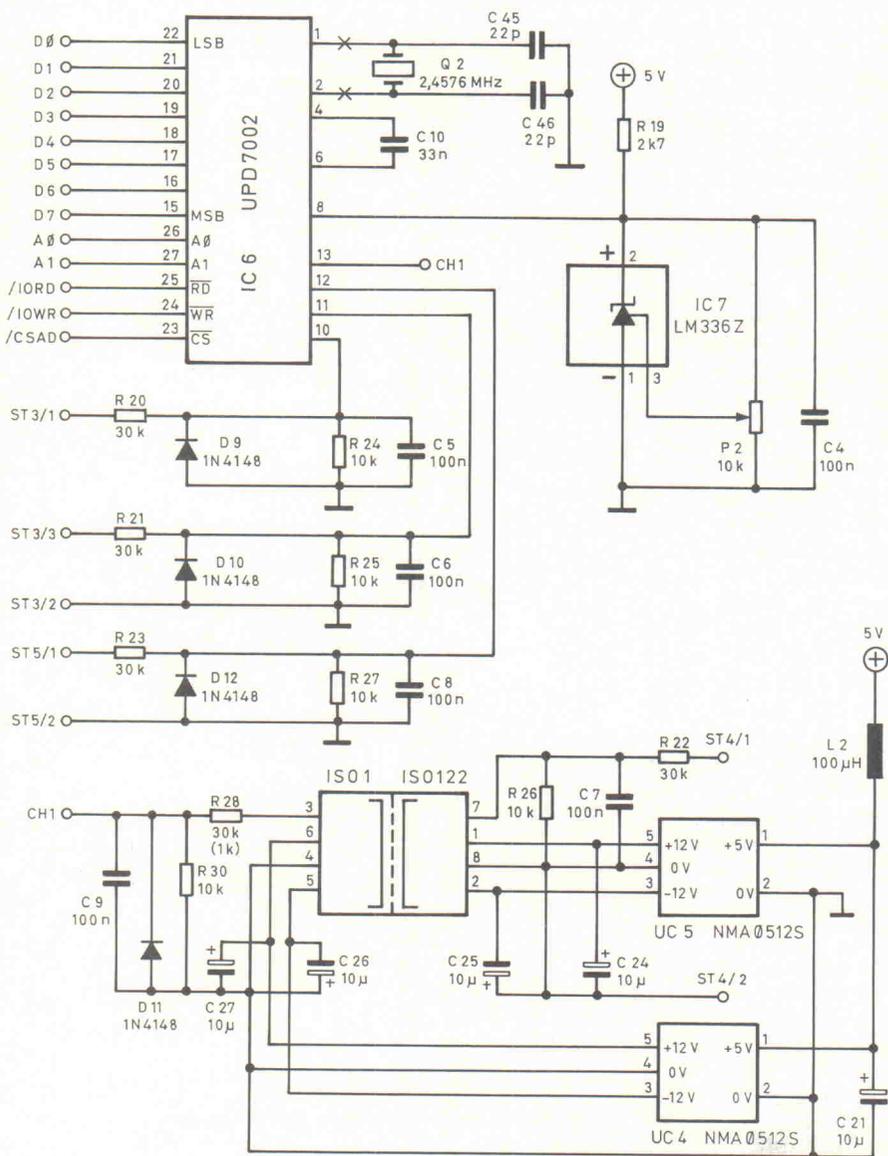
Analog In

Der Analogeingangsbereich ist um den NEC-A/D-Wandler μ PD7002 (IC6) herum aufgebaut. Er arbeitet im Dual-Slop-(2-Rampen-)Verfahren. Der Umsetzer benötigt zum Betrieb eine Beschaltung mit einem Quarz, dessen Frequenz zwischen 2 MHz und 5 MHz liegen kann. In dieser Schaltung fiel die Entscheidung auf einen gängigen 2,45-MHz-Quarz, mit dem eine Umsetzzeit von 5 ms erreicht wird. Die Referenzspannung für den Wandler wird mit IC7, einer einstellbaren 2,5-V-Referenzdiode erzeugt.

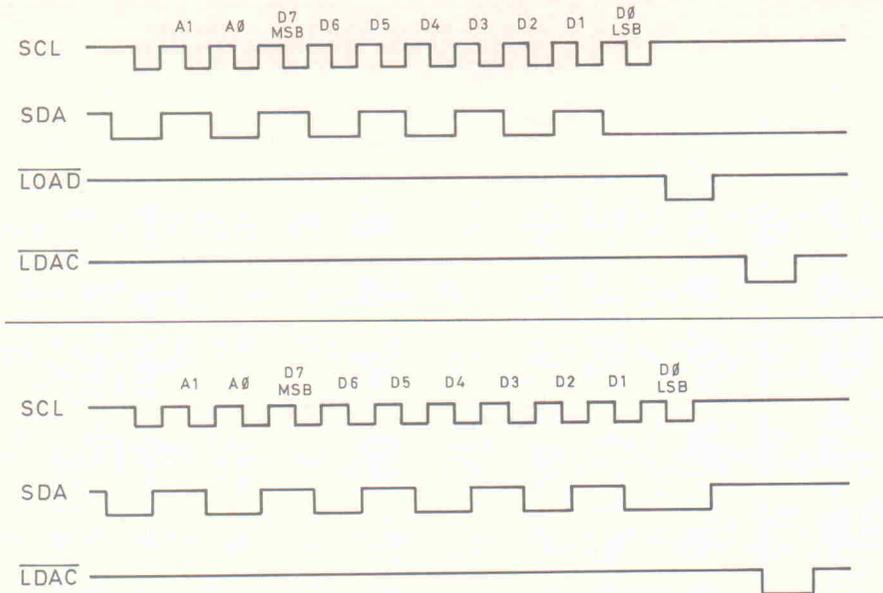
Der Wandler ist zwar ein '12-Bit-Modell', in dieser Anwendung werden aber nur 10 Bit ausgewertet. Damit liegt man laut NEC-Datenblatt auf der sicheren Seite in puncto Genauigkeit.

Kanal 1 ist über den Isolationsverstärker ISO1 potentialgetrennt ausgeführt. Es handelt sich um einen recht preiswerten Typ von Burr-Brown. Der ISO-Baustein besitzt eine maximal zulässige Trennungsspannung von 1,5 kV, die der Spannungswandler liegt bei 500 V.

Die Hilfsspannungsversorgung ist mit einem kleinen Gleichspannungswandler-Modul realisiert, das sich gut bewährt hat. Es liefert eine Spannung von ± 12 V bei einem Strom von 30 mA und einer Eingangsspannung von 5 V.



Der analoge Eingangsteil der UniCard; der A/D-Wandler wird als einzige Baugruppe nicht von der PIO, sondern direkt vom PC-(ECB-) Bus gesteuert.



Timing des 3-Draht- (oben) und 2-Draht-Betriebs für den D/A-Wandler; bei der Übertragung müssen einige Besonderheiten berücksichtigt werden. Ausführliches dazu, ist im Abschnitt 'Analog Out' zu finden.

In den Eingangskanälen 2...4 liegen Spannungsteilerwiderstände (maximale Eingangsspannung = 10 V) sowie je eine Diode, die gegen Falschpolung schützt. Die Kondensatoren C5...C9 sind als Tiefpaß gegen hochfrequente Einstreuungen vorgesehen.

Analog Out

Der D/A-Wandler IC8 wird über die Optokoppler OPT3...OPT6 und diese über die restlichen Inverter von IC14 angesteuert. Der MAX500 benötigt eine positive Spannung von 12...15 V und eine negative von maximal 5 V. Diese Spannungen werden mit dem Spannungswandler U1 erzeugt. Die Referenzspannungserzeugung liegt wie beim A/D-Wandler wieder in den Händen der 2,5-V-Referenz LM336.

Die serielle Datenversorgung des MAX500 regeln die vier höchstwertigen Bits von PIO-Port B. Es können verschiedene Übertragungsprotokolle verwendet werden.

Das Maxim-Datenblatt unterscheidet zwischen einer Schnittstelle mit drei und zwei Anschlüssen (2- und 3-Draht-Schnittstelle). Für beide Verfahren sind im Datenblatt die entsprechenden Signalverläufe angegeben. Bei genauerem Studium stellt man aber leider einige Abweichungen zwischen Text, Diagrammen und Wirklichkeit fest. Hält man sich bei der Programmierung der PIO an das Diagramm der 3-Draht-Schnittstelle, so kann es passieren, daß ein Übersprechen der Ausgabekanäle auftritt. Während der

Entwicklung blieb der Fehler zunächst unbemerkt, da beim Test der einzelnen Kanäle nacheinander alles zu funktionieren schien. Später erst, als mit mehreren Multimetern die Ausgänge gleichzeitig überprüft wurden, stellte sich heraus, daß bei Änderung eines Kanals auch ein anderer Kanal seinen Wert änderte.

Nach Programmierung der 2-Draht-Schnittstelle schien das Problem beseitigt. Es stellte sich aber heraus, daß jetzt die Ausgänge auf Störungen von außerhalb anfällig waren. Schon das Einschalten einer Leuchtstofflampe genügte, und es erschienen an den Ausgängen irgendwelche Hausnummern.

Nach genauerem Studium des Datenblattes und Vergleich der beiden Übertragungsverfahren wurde das Problem schließlich eingekreist und beseitigt. Es war nämlich eigenartig, daß im Datenblatt bei der 3-Draht-Schnittstelle von einem Schieberegister mit 10 Bit (8 Datenbits, 2 Adreßbits), bei der 2-Draht-Schnittstelle jedoch von einem Register mit 11 Bit die Rede war. Dies bedeutet, daß im Übertragungsverfahren ein Taktimpuls zusätzlich benötigt wird. Dies war der Grund für das Auftreten des Übersprechens.

Die Lösung des Störproblems erwies sich als etwas schwieriger. Vertraut man nämlich auf Text und Diagramm, so müssen beim 2-Draht-Verfahren im inaktiven Fall die Datenleitung und Clock auf '1' liegen. Eine Startbedingung wird erkannt,

wenn zuerst die Datenleitung auf '0' und danach die Clockleitung auf '0' geht. Da aber die Eingänge des MAX500 relativ hochohmig über 3,3 kΩ auf '1'

liegen, kann eine kleine Störung schon eine Startbedingung hervorrufen und die Ausgangswerte ändern. Die Daten- und Clockleitung müssen also so lange auf '0' liegen, bis eine gewollte Änderung wirksam werden soll. Das Testprogramm berücksichtigt diese Bedingungen.

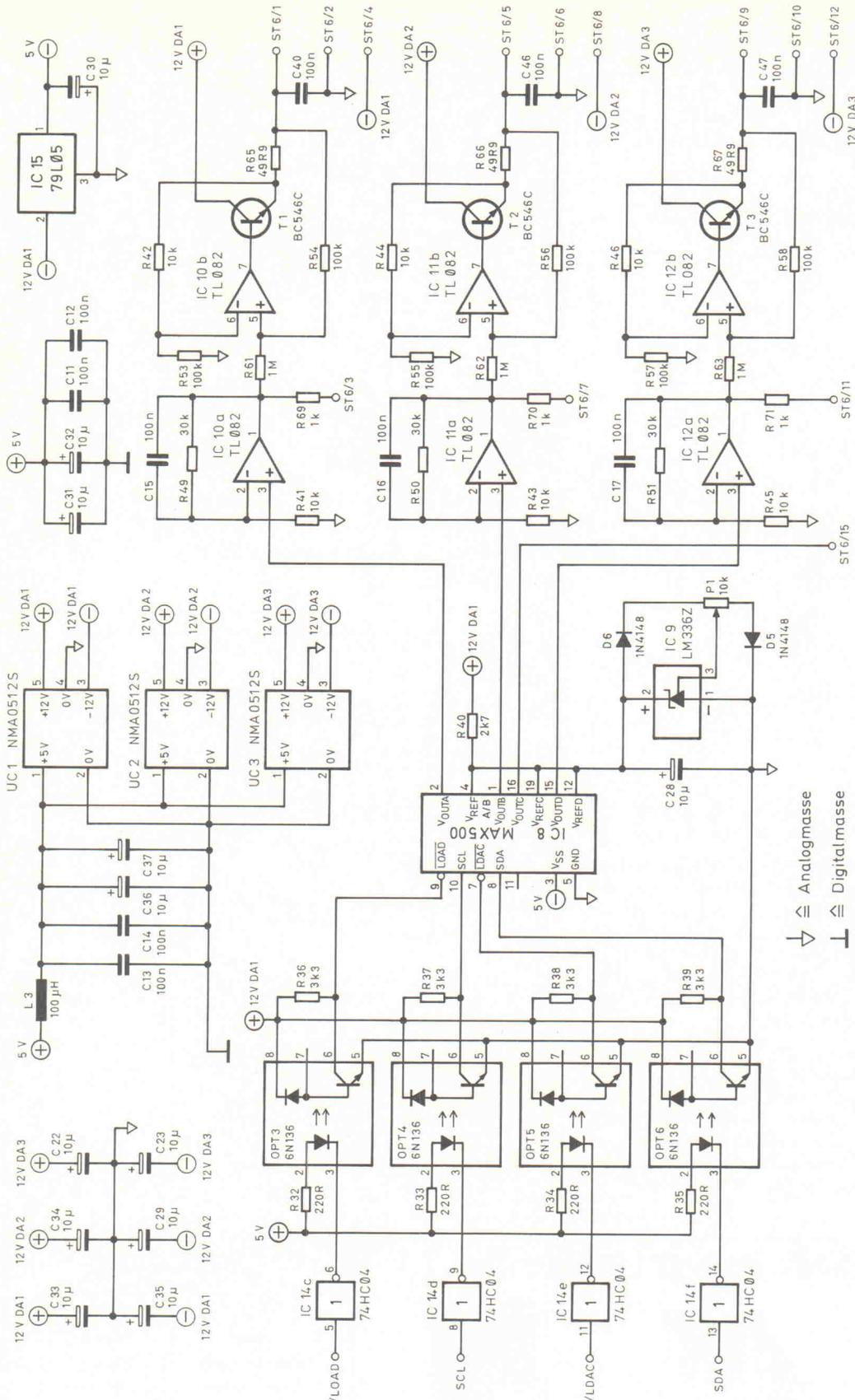
Drei der Analogausgänge führen auf die Spannungs-/Stromwandler. Sie sind konventionell mit Operationsverstärkern aufgebaut. Der Grund hierfür liegt einmal im geringeren Platzbe-

```

100 REM TESTPROGRAMM DAC -----23.11.1990
110 REM BASISADRESSEN AUF UNICARD-PLATINE FESTLEGEN (300H)
120 PA=6H300:PB=PA+1:PC=PA+2:CTRL=PA+3
130 REM Ports A und B auf Ausgabe, C auf Eingabe
140 INHALT=137:PAI=0:PBI=0
150 OUT CTRL,INHALT:OUT PA,PAI:OUT PB,PBI
160 CLS
170 LOCATE 2,2:PRINT"Testprogramm für anal. Ausg."
180 WHILE 1
190 LOCATE 4,3:PRINT" "
200 LOCATE 4,3:PRINT "Ausgabekanal [1-4] ";:INPUT DE
210 IF DE=0 THEN END
220 DE=DE-1
230 GOSUB 600
240 IF LEN(DU$)<2 THEN DU$="0"+DU$
250 ADR$=DU$
260 LOCATE 5,3:PRINT" "
270 LOCATE 5,3:PRINT "Ausgabewert [0-20] mA ";
280 INPUT DE
290 DE=INT(255*(DE/20)+.5):WERT=DE/255*20
300 GOSUB 600
310 IF LEN(DU$)=8 THEN 350
320 FOR I=LEN(DU$) TO 7
330 DU$="0"+DU$
340 NEXT I
350 DA$=ADR$+DU$
360 LOCATE 6,3:PRINT" "
370 LOCATE 6,3:PRINT "DAC Ausgabe ";:PRINT USING"###.## mA":WERT
380 REM SERIELLE AUSGABE DER DATEN
390 REM ** Achtung! ** Die Ausgabe der Daten muß invertiert erfolgen!
400 REM 3-Draht-Schnittstelle
410 OUT PB,0 :REM alles auf 1
420 OUT PB,32 :REM SDA auf 0
430 OUT PB,48 :REM und jetzt noch SCL auf 0
440 PBI=48
450 FOR I=1 TO 10 :REM 10 Bit nacheinander
460 REM Datum anlegen
470 BIT=VAL(MID$(DA$,I,1))
480 IF BIT=0 THEN PBI=PBI OR 32 :REM SDA nach 1
490 IF BIT=1 THEN PBI=PBI AND 223 :REM SDA nach 0
500 OUT PB,PBI
510 OUT PB,(PBI AND 239) :REM SCL nach 1
520 OUT PB,(PBI OR 16) :REM SCL nach 0
530 NEXT I
540 OUT PB,208 :REM /LOAD, /LDAC, SCL auf 0, SDA auf 1
550 OUT PB,16 :REM /LOAD, /LDAC, und SDA wieder auf 1
560 OUT PB,0 :REM alles wieder auf 1
570 WEND
580 END
590 REM UMWANDLUNG DEZIMAL - DUAL
600 DU$=""
610 DE=DE/2:DZ$="0"
620 IF DE<>INT(DE) THEN DZ$="1"
630 DE=INT(DE):DU$=DZ$+DU$
640 IF DE>0 THEN 610
650 RETURN

```

Das Programm für den Abgleich der analogen Ausgänge.



Die D/A-Wandler-Schaltung; bei den Stromausgängen ist darauf zu achten, daß die maximale Bürde bei der Beschaltung gegen Masse nur 500 Ω, gegen -12 V 1 kΩ betragen darf.

darf und im geringeren Preis gegenüber fertigen IC-Lösungen.

Die Funktion dieser Schaltung ist es wert, etwas genauer betrachtet zu werden: IC10-A ist als nichtinvertierender Verstärker mit einer Verstärkung von

$$1 + (R49/R41) = 4$$

beschaltet. Er hat die Aufgabe, die maximale Ausgangsspannung von 2,5 V des D/A-Wandlers auf 10 V anzuheben. Diese Spannung wird über R69 auf die Steckerleiste geführt.

Die Ausgangsspannung von IC10-A gelangt über R61 auch

auf den nichtinvertierenden Eingang von IC10-B, das als Differenzverstärker beschaltet ist. Um die Besonderheiten der Schaltung klarzumachen, sollen die Bilder A und B auf der folgenden Seite dienen.

Im Ruhezustand, also bei $U_E = 0 \text{ V}$ und $U_B = 0 \text{ V}$, gilt für die Spannungsverhältnisse:

$$U_{R1} = U_E \text{ und } U_{R2} = 0 \text{ V}$$

weil der Differenzverstärker seine Ausgangsspannung immer so einstellt, daß keine Spannungsdifferenz an seinen Eingängen auftritt.

Legt man Punkt B nicht auf Massepotential, sondern an eine variable Spannung $U_B \neq 0$, so bleibt $U_{AB} = K \cdot U_E$ konstant, wenn U_N und U_P betragsmäßig kleiner als 12 V bleiben und K gut abgeglichen ist. Man erhält also eine eingepreßte Spannung U_{AB} . Mit einem Widerstand wird die eingepreßte Spannung im nächsten Schritt in einen eingepreßten Strom

$$I = U_{AB}/R$$

umgewandelt. Es muß gleichzeitig dafür gesorgt werden, daß der Strom I auch abfließen kann; dafür sorgt der Lastwiderstand R_L .

Der Strom I hängt nur von der Eingangsspannung U_E , nicht aber von der Größe des veränderlichen Widerstandes R_L ab.

Es muß darauf geachtet werden, daß der Strom I_2 sehr viel kleiner als der eingepreßte Strom I ist.

Die Dimensionierung einer 20-mA-Stromquelle geht nun folgendermaßen vor sich: Bei einer maximalen Eingangsspannung $U_E = 10 \text{ V}$ soll der eingepreßte Strom I gerade 20 mA betragen. Es gilt:

$$I = K \cdot (U_E/R)$$

$$R = K \cdot (U_E/I)$$

Wählt man $K = 0,1$, erhält man nach Einsetzen der Werte für R einen Wert von 50 Ω.

Zur Stromverstärkung des OP-Ausgangs wurde der Transistor T1 eingesetzt, damit auch wirklich ein Strom von 20 mA fließen kann.

Die maximale Ausgangsspannung des OP begrenzt den maximalen Wert von R_L auf 500 Ω, wenn R_L an Masse liegt. Legt man R_L dagegen an -12 V, kann der Wert von R_L bis 1 kΩ betragen.

⊕ ≙ Analogmasse
⊖ ≙ Digitalmasse

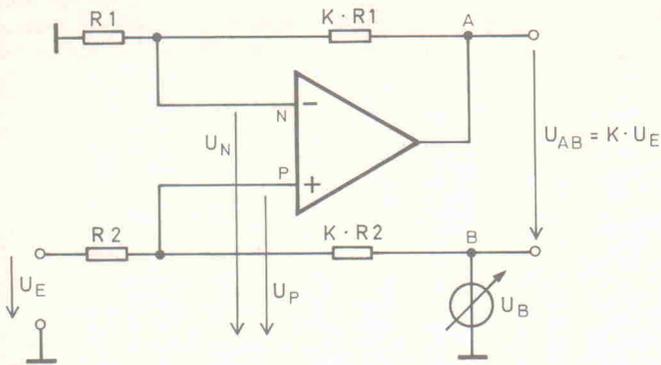


Bild A.

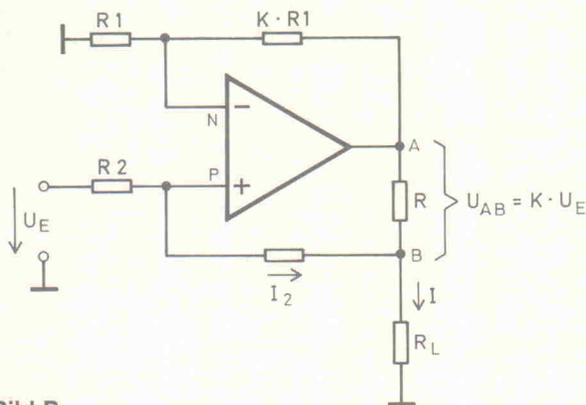


Bild B.

Inbetriebnahme

Nach genauer optischer Überprüfung der Leiterplatte auf Lötbrücken kann ein erster Test erfolgen. Hierzu legt man eine Spannung von +5 V an die Pins 1a und 1c und Masse an die Anschlüsse 32a und 32c der VG-Leistenanschlüsse.

An den Fassungen von IC6 und IC8 sind an den entsprechenden Pins die Referenzspannungen sowie an IC8 die Speisespannung von +12 V und -5 V zu überprüfen. Danach sollte man die Versorgungsspannungen an

den restlichen Fassungen und Spannungswandlern prüfen.

Ist der Test erfolgreich verlaufen, kann man nach dem Abklemmen der 5-V-Versorgung die ICs einsetzen und die Prozedur noch einmal wiederholen. Die Stromaufnahme der vollbestückten Platine liegt bei etwa 200 mA.

Bevor die Schaltung in einem Rechner zum Einsatz kommt, sollte man sich einige Gedanken über die Adressierung der Karte machen. Üblicherweise ist beim PC der Adreßbereich von 300h...31Fh für Prototy-

penkarten reserviert, so daß hier wohl am wenigsten Probleme zu erwarten sind. Die Uni-Card belegt insgesamt sechs Adressen, also von 300h...305h. Es kann aber über die GAL/PAL-Programmierung jede andere Adresse ausgewählt werden. Beim Einsatz der Karte in ECB-Rechnern existiert eine etwas abweichende Pinbelegung für das GAL/PAL. Sie kam während der Entflechtung der Leiterkarte zustande und

war notwendig, damit nicht auf Multilayer umgestiegen werden mußte.

Zum weiteren Test der Schaltung benötigt man einen PC oder ECB-Rechner. Nach dem Einschalten des Rechners sind nacheinander die Testprogramme aufzurufen, die jeden Teil der Schaltung prüfen helfen. Die Programme sind in GW-BASIC geschrieben und sollen nur als Anregung dienen. Sie können auch in jeder anderen Programmiersprache erstellt werden.

Die Listings für die Adreßdekodierer; links für den 'normalen' PC-Einsatz, daneben die ECB-Version.

Mit P1 sind die Stromausgänge auf 20 mA abzugleichen. Man beachte, daß P1 auf alle Ausgänge wirkt. In der Regel wei-

```
GAL16V8 ARCHITEKTUR 14L4
/* Adressdekoder fuer UNICARD-PC; Adressen 300H bis 307H */
SIGNATUR $28 $09 $90
PINS
A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, IORD, IOWR, GND,
AEN, NC, A9, NC, /CSAD, /CSPIO, /CSBUF, NC, NC, VCC
GLEICHUNGEN
CSPIO = /AEN*/A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN*/A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
CSAD = /AEN* A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN* A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
CSBUF = /AEN*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
```

```
GAL16V8 ARCHITEKTUR 14L4
/* Adressdekoder fuer UNICARD-ECB; Adressen 300H bis 307H */
SIGNATUR $28 $09 $90
PINS
A8, A2, A3, A4, A5, A6, A7, IORD, IOWR, GND,
AEN, NC, A9, NC, /CSAD, /CSPIO, /CSBUF, NC, NC, VCC
GLEICHUNGEN
CSPIO = /AEN*/A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN*/A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
CSAD = /AEN* A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN* A2*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
CSBUF = /AEN*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IORD
+AEN*/A3*/A4*/A5*/A6*/A7* A8* A9*/IOWR
```

Köster-Elektronik fertigt Geräte für ...



... Belichten
UV-Beleuchtungsgeräte
UV I Nutzfl. 460 x 180 mm DM 229,-
UV II Nutzfl. 460 x 350 mm DM 298,-
u.a.m.



... Ätzen
Rapid de Luxe Nutzfl. 165 x 230 mm DM 229,-
Rapid III A Nutzfl. 260 x 400 mm DM 279,-
u.a.m.



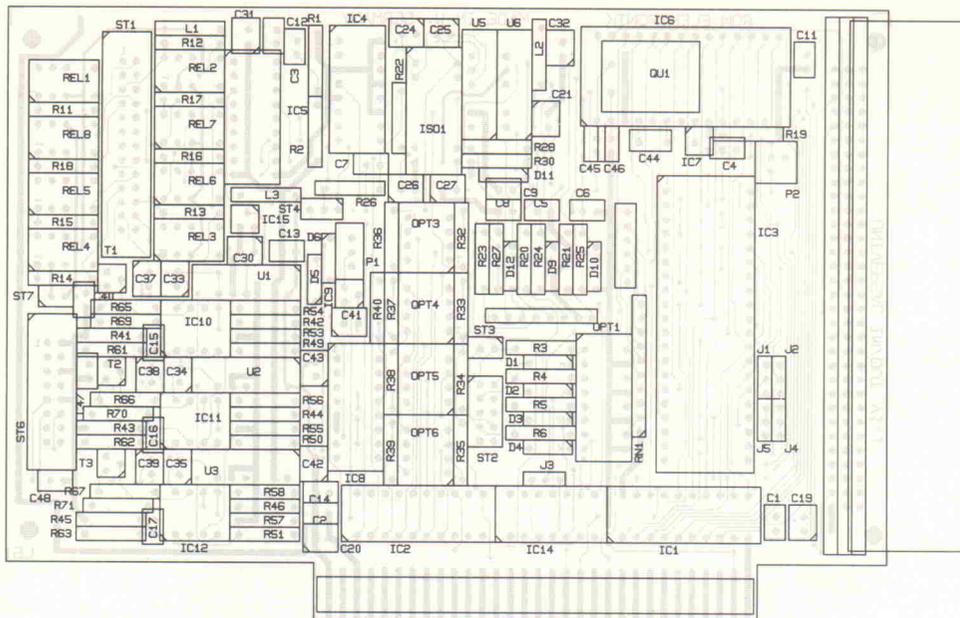
... Siebdrucken
Siebdruckant. 27x36 cm ab DM 198,-
Siebdruckanlage Profi 43x53 cm ab DM 279,-
Verschiedene Ausführungen
Sämtl. Anlagen werden m. kpl. Zubehör, z.B. Farben, Rakel usw. geliefert.

Kennen Sie schon unsere **Leiterplattenfertigung?**
Wir fertigen für Sie in folgenden Spezifikationen.

einseitig	Positionsdruck
zweiseitig	Lötstopplack
zweiseitig durchkontaktiert	CNC-Bohren
Leiterplatten für SMD	CNC-Fräsen
in den Materialien FR2-FR3-FR4-Epoxyd Blau	Repro- und Filmherstellung
Blei-Zinnumschmolzen	Muster Service für Kleinststückzahlen
Lötlack / Glanzzinn	Eildienst
Fotodruck / Siebdruck	

**Lieferzeit — Preis?
Anruf genügt!**

... außerdem EPROM-Löschgeräte - Fotopositiv beschichtetes Basismaterial
Kostenlosen Katalog mit technischen Daten und Beschreibungen bitte anfordern!
Köster-Elektronik, Siemensstr. 5, 7337 Albershausen - Tel. 071 61/36 94 - Fax 071 61/36 90



Die UniCard ist gut für zwei Bussysteme. Sollte man sie für ECB-Systeme aufbauen, muß die Slot-Steckerleiste abgesägt werden.

chen die Ausgänge nicht sehr stark voneinander ab. Sollte dennoch eine nicht zu vernachlässigende Abweichung registriert werden, so sind die Widerstände R65, R66 oder R67 abzuändern. In der Praxis hat sich folgendes Verfahren als zweckmäßig herausgestellt: Zuerst wird der Ausgang ausgetastet, der den größten Strom liefert. Danach wird mit P1 auf den Maximalwert von 20 mA abgeglichen. Über die Widerstände der anderen Ausgänge (R65, R66 oder R67) werden parallel Widerstände gelötet. Die Ermittlung der korrekten Werte ist sehr einfach. Man benötigt nur den Kehrwert der Stromdifferenz, das ist der richtige Widerstand.

Noch einfacher ist der Abgleich des A/D-Wandlers. Bei gegebener Eingangsspannung wird mit P2 auf den zu erwartenden Wert abgeglichen. Damit sind die Abgleicharbeiten beendet.

Literatur

- [1] Datenblatt MAX500, Spezial Elektronik KG
- [2] Datenblatt µPD7002, NEC Electronic
- [3] Zirpel, Martin, Operationsverstärker, Franzis Verlag, 3. Auflage 1981

Stückliste

Halbleiter:

IC1	74HC245 oder 74LS245
IC2	PAL16L8 oder GAL16V8
IC3	8255A oder 82C55
IC4	C4538, C4528, C4098
IC5	ULN2803
IC6	µPD7002
IC7,9	LM336, Ref.2,5 V
IC8	MAX500
IC10	TL082 oder LM358
IC11	TL082 oder LM358
IC12	TL082 oder LM358
IC14	74HC04 oder 74LS04
ISO1	ISO122, Isolation Amplifier
IC15	79L05
OPT1	PC847 oder PC817 Optokoppler
OPT3...OPT6	6N136 Optokoppler
T1...T3	BC546B TO92 NPN
D1...D6,D9...D12	1N4148

Kondensatoren:

C1,2,C4...C9,C11...C17,C40,47, 48	100 nF, RM2,5
-----------------------------------	---------------

C3	Elko, 1µF...100µF, je nach WD-Zeit
C10	10nF...33nF, RM5
C19...C37	Tantal-Elko, 10 µF/16 V
C45,46	47 pF, RM2,5

Widerstände:

RN1	R-Netz., SIL, 10pol., 22k
R1	1M, je nach WD-Zeit
R2	100k
R3...R6	2k7
R11...R18	4k7
R19	2k7
R20...R23	30k, 1%
R24...R27	10k, 1%
R28	30k, 1%
R30	10k, 1%
R32...R35	220R
R36...R39	3k3
R40	2k7
R41...R46	10k, 1%
R49...R51	30k, 1%
R53...R58	100k, 1%
R61...R63	1M, 1%
R65...R67	49R9, 1%
R69...71	1k
P1,2	Trimpoti, CT-9W, 10k

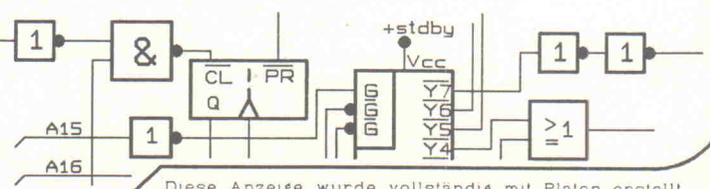
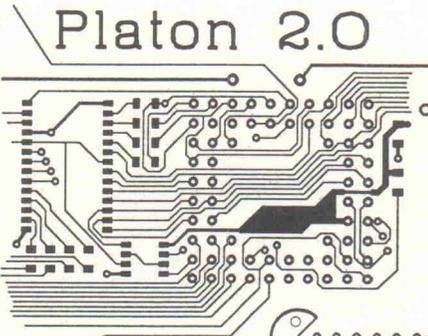
Sonstiges:

L1,3	Drossel, 22 µH
L2	Drossel, 100 µH
REL1...REL8	Kleinrelais, Siemens P1, 5 V, oder Feme Typ EZ
Q1	Quarz 2.4576 MHz (1 MHz...3MHz)
U1...U5	NMA05125S, Spannungswandler 5V/±12V
J1...J6	Steckbrücke, 3polig, 1reihig
ST1	26pol. Wannestiftleiste, 180°, 2reihig
ST2	10pol. Stifteleiste, 2reihig
ST3	8pol. Stifteleiste, 1reihig
ST4	3pol. Stifteleiste, 1reihig
ST6	16pol. Wannestiftleiste, 180°, 2reihig
ST7	2pol. Stifteleiste, 1reihig
SA,SB,SC	(für ECB) FL 96, 96pol. Steckverbinder DIN41612
1 PC-Montageblech	
7 IC-Fassungen 8polig	
1 IC-Fassung 15polig	
3 IC-Fassungen 16polig	
1 IC-Fassung 18polig	
2 IC-Fassungen 20polig	
1 IC-Fassung 28polig	
1 IC-Fassung 40polig	
4 IC-Fassungen 2polig	
1 Platine 'UniCard'	

Platon 2.0 Leiterplatten-CAD-System

Wir gehen davon aus, daß Ihre Suche nun beendet ist...

- Objekt-/vektororientiertes Programm
- Auflösung bis 1/2000 Zoll sowie Millimeterraster
- Max. Bearbeitungsgröße 832x832 mm, über 100 Lagen
- Lauffähig auf Atari ST/TT und auch auf Großmonitor
- Umfangreiche, erweiterbare Bauteilebibliothek
- Ausgabe auf Drucker, Plotter, Metafile, Gerberfile, Bohrdaten und XYZ-Anlagen (auch umfräsen) etc.
- Fordern Sie bitte sofort ausführliche Infos an...



Diese Anzeige wurde vollständig mit Platon erstellt

Platon 2.0 mit Drucker-, Plotter- & Metafiletreiber (ab Mitte März) 498,- DM
 Weitere Ausgabetreiber auf Anfr.
 Demoversion (wird vergütet) 20,- DM
 zzgl. 5,70 DM Versandpauschale



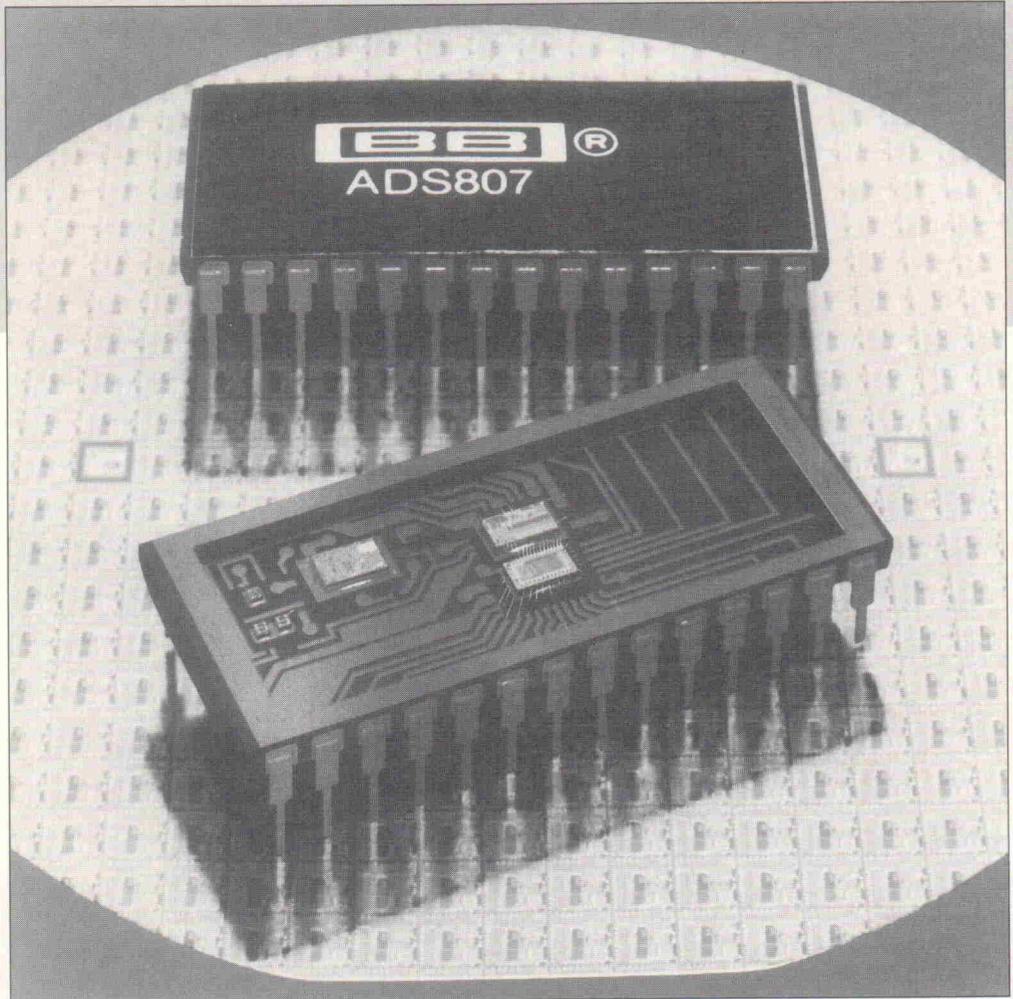
Vogt, Henne, Fleischmann GbR
 Maurener Weg 115a
 D-7030 Böblingen
 Tel. 07031/289211
 Fax 07031/289531
 Mailbox 07031/289578

Architekturwettbewerb

Analog/Digital-Wandlung

Herbert Pichlik

Analog/Digital-Wandler bilden das Bindeglied zwischen der realen und der Rechnerwelt. Mit diesen Bauelementen ist es erst möglich, physikalische Größen und Vorgänge zu quantifizieren und für die digitale Weiterverarbeitung zur Verfügung zu stellen. Schnelle Prozessoren und Speichermedien erfordern neue Wege bei den Wandlertechnologien und -architekturen: als Beispiel werden hier die Subranging-Wandler vorgestellt.



Mit der Einführung der Digitalrechner wuchs bei den Ingenieuren und Naturwissenschaftlern das Bedürfnis, die linear ablaufenden Vorgänge in der Natur zu diskretisieren, um sie berechenbar zu machen. Die ersten Ansätze für eine derartige Quantisierung Anfang der sechziger Jahre lehnten sich noch sehr stark an die seinerzeit schon ausgereiften rein analogen Techniken der Drehspulmeßsysteme an. Bild 1 zeigt als Beispiel eines 'Oldtimers' einen Drehspul-Ausschlagwandler. Es handelt sich hier

um eine 4-Bit-Version mit 16 Kontaktpads.

Die Wandler nach dem Ausschlagverfahren waren vor ihrer Markteinführung schon zum Aussterben verurteilt. Bald herrschten die Kompensationswandler die Datenwandlerszene. Der in Bild 2 dargestellte elektromechanische Kompensationswandler ist ein früher Vertreter dieser Spezies. Der Motor 'verdreh' die Referenzspannung und das dreistellige Rollenzählwerk so lange, bis der Nulldetektor keine Spannungs-

differenz mehr zwischen Eingangsspannung und Chopperreferenzspannung erkennt.

Jedoch schon sehr bald verdrängten die elektronischen Wandler die elektromechanischen Wandlerfossilien. Heute gibt es Wandler unterschiedlichster Technologien und Architekturen.

Rollenzählwerke

Aufgabe des A/D-Wandlers ist es, eine Eingangsspannung in eine dazu proportionale Zahl zu

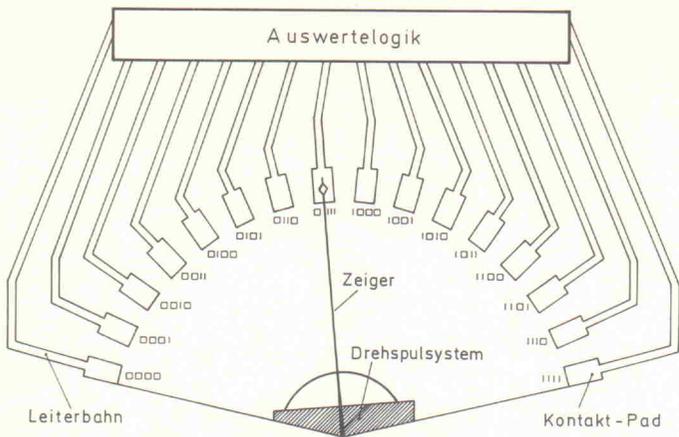


Bild 1. Nostalgie: Ein Drehpuls-Ausschlagwandler mit 16 Kontaktpads entsprechend einer Auflösung von vier Bit.

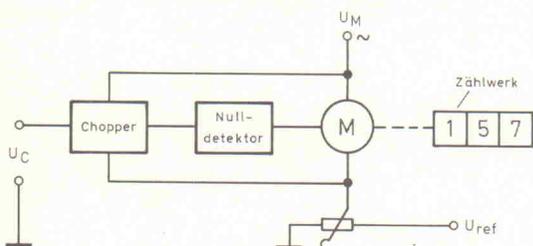


Bild 2. Noch ein Oldtimer: ein elektromechanischer Kompensationswandler.

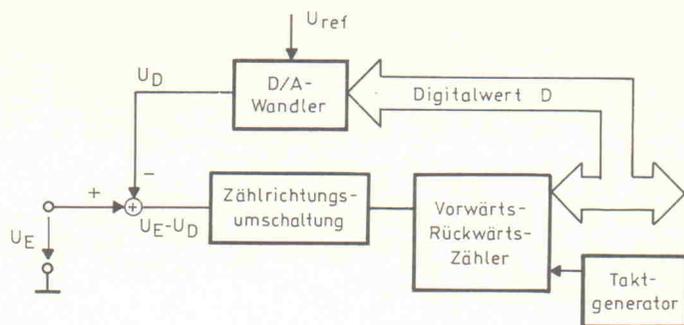


Bild 3. Ein Kompensationswandler mit ständigem Abgleich.

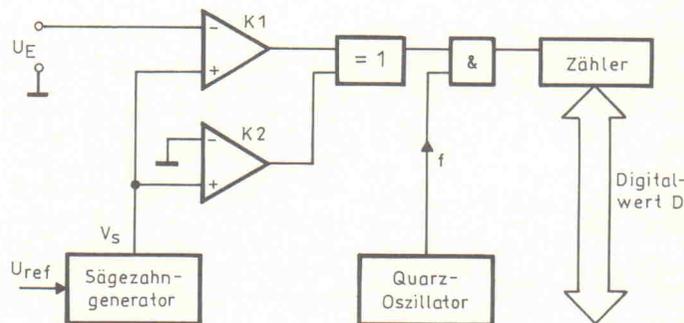


Bild 4. Der Sägezahn- oder Single-Slope-A/D-Wandler.

konvertieren. Man unterscheidet drei verschiedene Konvertierungsverfahren: das Zählverfahren (level at a time), das Wägeverfahren (digit at a time) und das Parallelverfahren (word at a time).

Das wohl einfachste Verfahren ist das Zählverfahren. Hierbei repräsentiert die Anzahl der zu addierenden Referenzspannungen der niedrigstwertigen Stelle, die nötig ist, um den Pegel der Eingangsspannung zu erreichen, das Wandlungsergebnis. Die Konvertierungszeit hängt stark von der Höhe des Eingangssignals ab und ist im Vergleich zu nachfolgenden Verfahren extrem lang. Ein 8-Bit-Wandler dieses Typs benötigt demnach maximal 255 Additionen, um das richtige Wandlungsergebnis zu liefern. Ein typischer Vertreter dieser Gattung ist der Kompensationswandler mit ständigem Abgleich (Bild 3). Der Digitalwert folgt der Gleichung:

$$D = U_E / U_{LSB}$$

Der Subtrahierer zieht die Kompensationsspannung U_D von der Eingangsspannung U_E ab. Ist die Differenz größer als $U_{LSB}/2$, so zählt der Zähler vor-

wärts, um sich so der Eingangsspannung zu nähern. Wird die Differenz kleiner $-U_{LSB}/2$, so fängt der Zähler an, rückwärts zu laufen. Auf diese Weise wird eine immerwährende Nachführung erreicht. Der einzige Vorteil dieser Architektur ist der Wegfall aufwendiger Steuerlogik.

Einen weiteren Wandler nach dem Zählverfahren zeigt Bild 4. Es ist der Single-Slope-Converter, ein Wandler nach dem Sägezahnverfahren. Dieser Wand-

ler kommt ohne Digital/Analog-Konverter aus. Prinzipiell setzt er eine Eingangsspannung mit Hilfe zweier Komparatoren K1 und K2 in eine proportionale Zeit um, wobei der Verlauf der Sägezahnspannung folgendermaßen beschrieben wird:

$$V_s = \frac{U_{ref}}{\tau} \cdot t - V_0$$

Das nachgeschaltete Exklusiv-Oder-Gatter gibt nur so lange eine Eins aus, wie die Sägezahnspannung sich zwischen

Null und U_E befindet. Für diese Zeitdauer Δt gilt:

$$\Delta t = \frac{\tau}{U_{ref}} \cdot U_E$$

Ein geeigneter Zähler bestimmt diese Zeitdauer, indem er die Oszillatortakte während dieser Periode zählt. Der resultierende Zählerstand D läßt sich nun mit Hilfe des Ausdrucks

$$D = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\tau \cdot f}{U_{ref}} \cdot U_E$$

ermitteln.

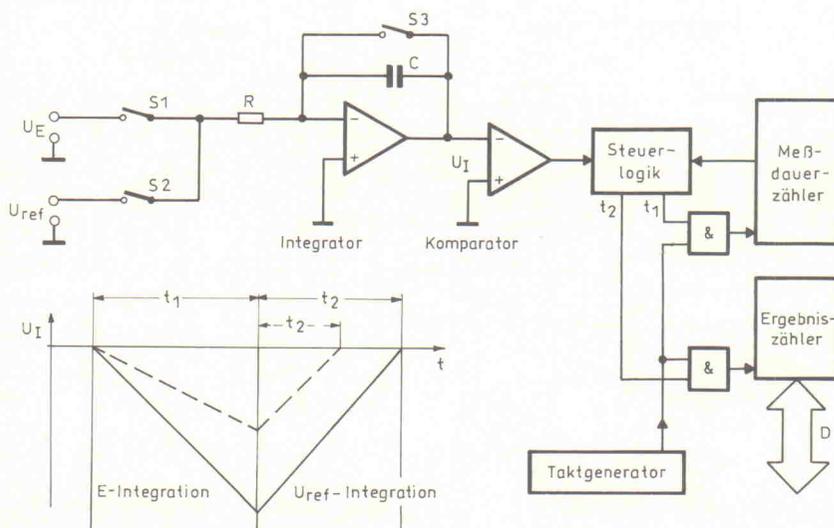


Bild 5. Das Integrations- oder Dual-Slope-Wandlungsprinzip.

Ein aufwendigeres Konvertierungsverfahren, bei dem nicht nur die Referenz-, sondern auch die Eingangsspannung integriert wird, ist das Integrationsverfahren, auch Dual-Slope-Verfahren genannt (Bild 5). Im Ruhezustand ist der Schalter S3 geschlossen, die beiden anderen Schalter sind geöffnet, die Integrator-Ausgangsspannung beträgt Null. Jetzt erfolgt eine Öffnung des Schalters S3 und eine Schließung des Schalters S1, um die Eingangsspannung zu integrieren. Diese Integration erfolgt über eine festgelegte Periode. Nach Ablauf dieser Zeitspanne erreicht die Spannung am Ausgang des Integrators einen Wert gemäß

$$U_I(t_1) = -\frac{1}{\tau} \int_0^{t_1} U_E dt = -\frac{\bar{U}_E \cdot n_1 \cdot T}{\tau}$$

n_1 repräsentiert die Anzahl der Taktperioden und T die Periodendauer des Taktgenerators. Nun öffnet sich der Schalter S1, und über S2 wird die Referenzspannung U_{ref} an den Integrator gelegt, die eine entgegengesetzte Polarität zur Eingangsspannung aufweist. In der Grafik von Bild 5 kann man verfolgen, wie sich dadurch der Betrag der Ausgangsspannung wieder verringert.

Die Zeitspanne, die verstreicht, bis der Nulldurchgang erneut erreicht ist, bestimmen ein Komparator und ein Ergebniszähler im Duett. Sie folgt der Gleichung

$$t_2 = n_2 T = \frac{\tau}{U_{ref}} \cdot |U_I(t_1)|$$

Der Digitalwert ergibt sich zu

$$D = n_2 = \frac{\bar{U}_E}{U_{ref}} \cdot n_1$$

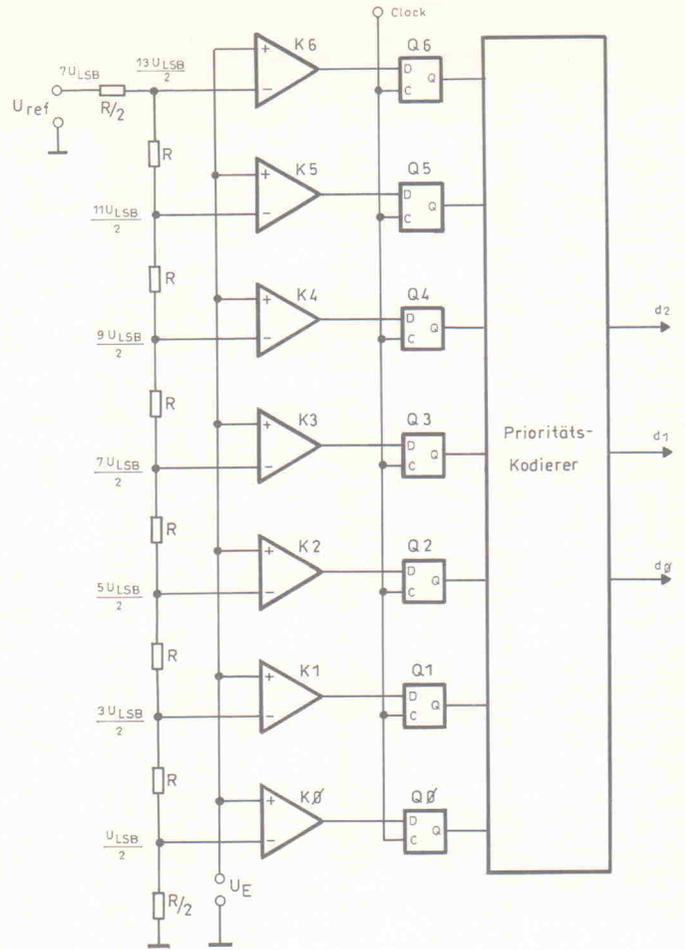
Bild 7. Besonders schnell arbeitend, aber nur mit hohem Schaltungsaufwand zu realisieren: der Flash-Wandler, hier mit 3 Bit Auflösung:

$$D = \frac{U_E}{U_{LSB}} = 7 \frac{U_E}{U_{ref}}$$

Die Stärke dieser Wandlerarchitektur liegt darin, daß weder Taktfrequenz noch Zeitkonstante in das Wandlungsergebnis eingehen. Die einzige Anforderung an das System ist die Einhaltung der Taktfrequenz während der Periode $t_1 + t_2$.

Wandler nach dem Wägeverfahren

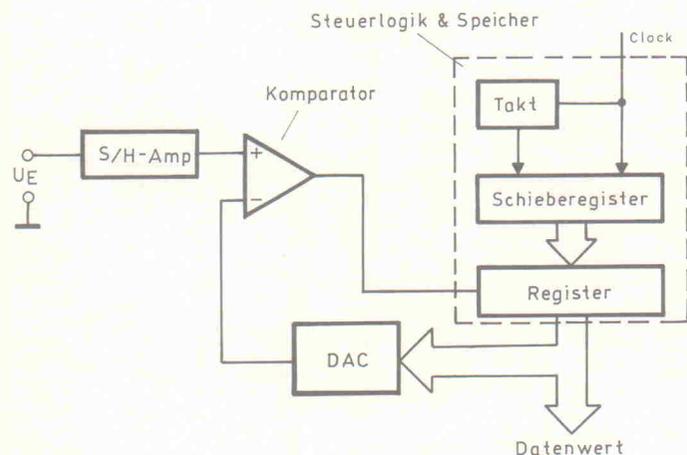
Wesentlich schneller, wenn auch aufwendiger, sind Wandler nach dem Wägeverfahren aufgebaut. In diese Sparte gehören die sehr verbreiteten A/D-Konverter nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation, also der schrittweisen Annäherung (Bild 6). Ein Komparator vergleicht zunächst das durch einen D/A-Wandler vorgegebene Spannungsäquivalent des Most-Significant-Bits (MSB) mit dem gesampelten Analogsignal. Ist letzteres größer, setzt die Steuerlogik das MSB des Registers auf 1, ansonsten auf 0.



Dieser Vorgang wiederholt sich für alle niederwertigen Bits, bis das komplette Wandlungsergebnis vorliegt, wobei die Wertigkeiten dieser Bits zum MSB addiert und jeweils vom Komparator mit der analogen Eingangsspannung verglichen werden. Der Komparator entscheidet, ob das entsprechende Bit gesetzt werden muß oder nicht.

Flash-Wandler

Die Wandler, die am einfachsten zu verstehen sind, sind 'natürlich' am aufwendigsten in der Realisierung. Die Rede ist von den Parallel- oder Flash-Konvertern. Bei dieser Architektur erfolgt ein Vergleich der analogen Eingangsspannung mit äquidistanten Referenz-



E	Komparator-Ausgangspegel							Dualzahl			Dezimal-Äquivalent
	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0	d2	d1	d0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2
3	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3
4	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	4
5	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	5
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	6
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7

Tabelle 1. Flash-A/D-Wandler-Variablenzustände in Abhängigkeit von der Eingangsspannung.

Bild 6. A/D-Wandlung nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation.

spannungen durch einzelne Komparatoren (Bild 7).

Nach einer Zwischenspeicherung – beispielsweise durch ein D-Flipflop – kann eine Auswertung mit einem Prioritätskodierer erfolgen, um einen für einen Prozessor geeigneten Code zu erhalten. Tabelle 1 zeigt die Flash-A/D-Wandler-Variablenzustände in Abhängigkeit von der Eingangsspannung U_E .

Subranging-Wandler

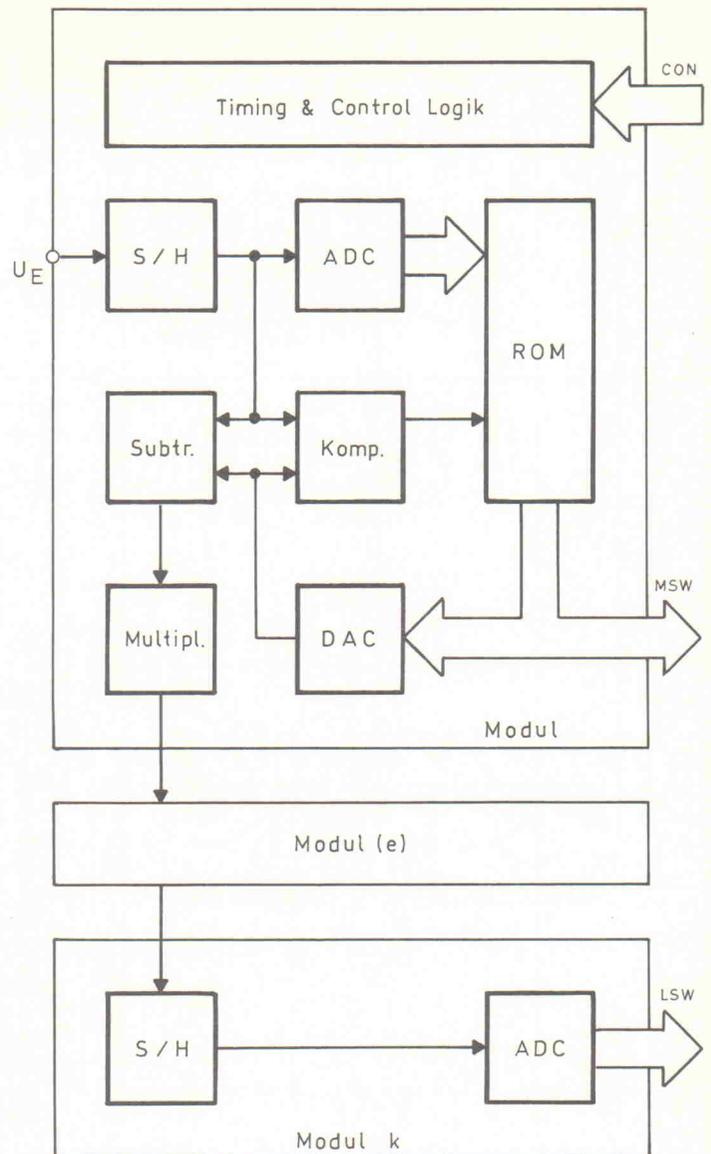
Einen gelungenen Kompromiß zwischen Parallel- und Seriell-Wandlern stellen die sogenannten Subranging- oder Seriell/Parallel-Wandler dar. Der Subranging-Wandler diskretisiert ein abgetastetes, analoges Eingangssignal mittels eines Flash-Wandlers relativ geringer Auflösung. Der Binärwert gibt das Most-Significant-Word, das Most-Significant-Byte bei 8 Bit, das Most-Significant-Nibble bei 4 Bit ... wieder. Danach erfolgt eine D/A-Wandlung dieses Signals.

Das so erzeugte Analogsignal wird vom gesampelten Eingangssignal subtrahiert, um dann erneut von einem zusätzlichen – oder auch vom gleichen – Flash-Wandler diskretisiert zu werden, um das nächst niederwertige Wort zu bilden. Kommt der Wandler mit zwei 'Umläufen' aus, so ist dieses Datenwort das sogenannte 'Least-Significant-Word', also das niedrigstwertige Wort.

Theoretisch kann man zwar mit vielen Umläufen eine sehr hohe Auflösung erzielen; die auftretenden Fehler lassen sich jedoch kaum mehr kompensieren. Die Folge ist, daß sich die Abweichungen von der Linearität vergrößern.

Der Nachteil dieser Wandler ist in der geringeren Wandlungsgeschwindigkeit gegenüber Flash-Wandlern (Parallel-Wandler) zu sehen. Die Vorteile sind dennoch nicht von der Hand zu weisen: ein Subranging-Wandler ist wesentlich schneller als beispielsweise ein Wandler, der sein Ergebnis über die sukzessive Approximation bestimmt. Die Komplexität eines Subranging-Wandlers ist im Vergleich zu der eines Flash-Wandlers sehr gering, da bei letzterem die Zahl der Komparatoren mit der Wortlänge exponentiell ansteigt. Benötigt ein 8-Bit-

Bild 8.
Das Prinzip eines Mehrschrittwandlers in 'Vorwärtsarchitektur'.



Flash-Wandler noch 255 Komparatoren, so sind es bei einem 10-Bit-Wandler bereits 1023 und bei einem 12-Bit-Wandler bereits 4095 Komparatoren ...

Bei Subranging-Wandlern verhält sich das etwas anders. Man muß hier allerdings zwischen unterschiedlichen Bauformen differenzieren. Wie bereits oben angesprochen gibt es Subranging-Wandler-Bauformen, die mit einem A/D-Wandler auskommen. Bei Verwendung eines Zweischrittverfahrens benötigt man für einen 12-Bit-Wandler lediglich 64 Komparatoren, bei einem Dreischrittverfahren nur noch 16 Komparatoren. Kommen in dem Subranging-Wandler zwei oder mehr Flash-Wandler zum Einsatz, dann multiplizieren sich die genannten Werte mit der Anzahl dieser Wandler.

Bei einem 12-Bit-Subranging-wandler mit zwei internen 6-Bit-Flash-Wandlern (Zweischrittwandlung) wären das $2 \cdot 64 = 128$ Komparatoren, bei drei internen Flash-Wandlern $3 \cdot 16 = 48$ Komparatoren (Dreischrittwandlung). Es läßt sich leicht ersehen, daß sich mit der Erhöhung der Anzahl der Wandlungsschritte zwar die Komplexität des Wandlers verkleinert; in jedem Fall aber tritt eine Verringerung der Wandlungsrate ein.

Vorwärts- und Rückwärtsarchitektur

Drei Subranging-Wandlerarchitekturen sollen hier näher beschrieben werden. Der in Bild 8 dargestellte Wandler arbeitet nach einem 'vorwärtsgerichte-

ten' Architekturprinzip. Ein S/H-Verstärker tastet das Analogsignal U_E des Eingangs ab und stellt es an seinem Ausgang dem ADC, dem Subtrahierer und dem Komparator zur Verfügung. Der ADC wandelt das Signal in ein Datenwort, das jetzt die Adresse für das ROM bildet. Ausgenommen ist hierbei nur das LSB.

Das ROM gibt nun Daten aus, die in ihrer Wertigkeit der Adresse entsprechen. Diese Daten gelangen an den Eingang des DAC, der eine Spannung ausgibt, die am unteren Komparatoreingang mit dem gesampelten Signal verglichen wird. Beide Pegel liegen gleichzeitig auch am Subtrahierer. Ist das Signal des DAC größer als das vom S & H – das heißt, der D/A-Wandler zeigt 1 LSB zuviel an –, so wird dies vom Komparator erkannt und als

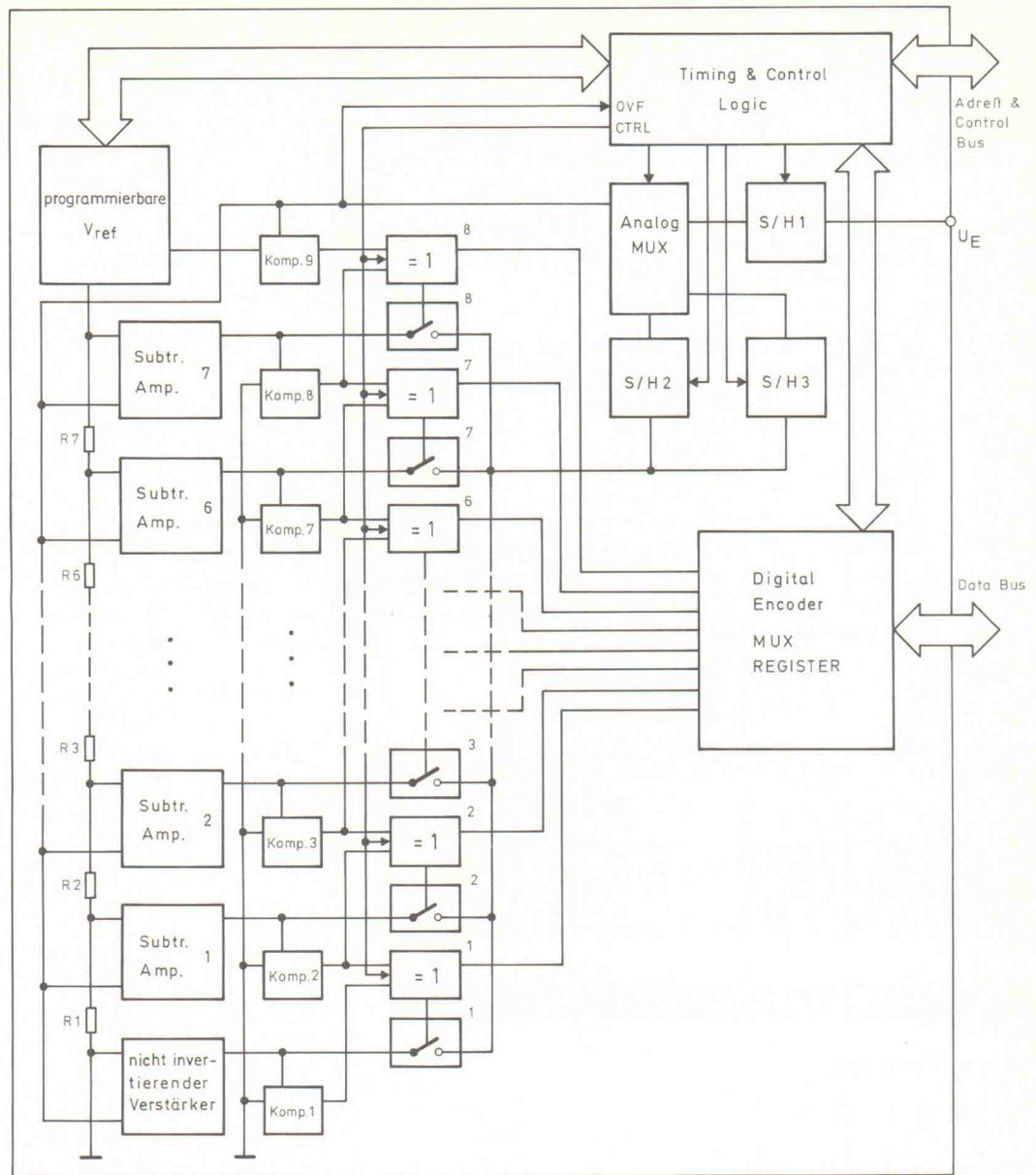
MSB an den Adreßeingang des ROMs übergeben.

Das ROM reduziert die Daten um 1 LSB und gibt es als MSW (Most-Significant-Word) an die Peripherie – zum Beispiel einen Mikroprozessor – weiter. Ist das Signal jedoch gleich groß oder kleiner, so findet keine Korrektur der Daten statt.

Parallel hierzu bildet der Subtrahierer die Differenz der Pegel. Das Produkt dieser Größe mit der Anzahl der möglichen Ausgangspegel (N) bildet die Wandlungsbasis für die nachfolgenden Module. Ist das Signal am ADC-Eingang jedoch zu klein, so gibt das erste Modul eine Null aus, verstärkt den Analogpegel um die Anzahl der Schritte und gibt ihn an die nächste Stufe weiter.

Die beiden nachfolgend beschriebenen Wandler arbeiten

Bild 10.
Die Ausführung eines skalierbaren Subrangings-Wandlers mit 'Rückwärtsarchitektur'.



nung erzeugt wird, die proportional zum Quantisierungsfehler ist.

Im Ausführungsbeispiel haben die beiden Differenzverstärker 1 und 2 einen Verstärkungsfaktor von 256. Dieser Verstärkungsfaktor entspricht 2^8 , also der Anzahl der Bitkombinationen, in die der A/D-Wandler eine Eingangsspannung aufzulösen vermag. Der Verstärkungsfaktor von 256 gewährleistet, daß der maximal auftretende Quantisierungsfehler höchstens den Wert der Auflösespannung erreicht. Der verstärkte Quantisierungsfehler überschreitet also niemals die maximale Eingangsspannung des A/D-Wandlers.

Der zweite Differenzverstärker ist mit einer Schaltung zur Einstellung einer konstanten Offsetspannung versehen. Die am Differenzverstärker eingestellte Offsetspannung entspricht genau der Auflösespannung des A/D-Wandlers und ist so gepolt, daß sie die Ausgangsspannung des zweiten Differenzverstärkers um den 256sten Teil dieses Spannungswerts erhöht. Negative Quantisierungsfehler erzeugen auf diese Weise am Ausgang des zweiten Differenzverstärkers eine positive Ausgangsspannung.

Ist die Abtastspannung etwas größer als die rückgewandelte Spannung, so ist der Quantisierungsfehler positiv; das heißt, der Komparator, dessen zweiten Eingang die rückgewandelte Spannung zugeführt ist, erzeugt ein positives Ausgangssignal. Ist die rückgewandelte Spannung jedoch kleiner als die Abtastspannung, so ist der Quantisierungsfehler negativ und somit auch die Ausgangsspannung

des ersten Differenzverstärkers negativ; der Komparator erzeugt somit ein negatives Ausgangssignal.

Ein von der Steuerschaltung geliefert Signal schaltet im zweiten Wandlungsschritt stets einen der beiden Differenzverstärker über den analogen Multiplexer zum A/D-Wandler durch. Die Auswahl zwischen diesen beiden Differenzverstärkern trifft der Komparator, und zwar so, daß stets das Ausgangssignal desjenigen Verstärkers durchschaltet, dessen Spannung im Bereich zwischen 0 V und der maximalen Eingangsspannung des A/D-Wandlers liegt.

Auf diese Weise werden gleichzeitig sowohl der vervielfachte Quantisierungsfehler des ersten Differenzverstärkers als auch der vervielfachte und vorzeichenkorrigierte Quantisie-

rungsfehler des zweiten Differenzverstärkers erzeugt. Die Auswahl zwischen beiden Spannungen trifft der Analog-Multiplexer. Im Gegensatz zu Schaltungskonzepten, bei denen zunächst der Binärwert des Quantisierungsfehlers (beziehungsweise ein entsprechend korrigierter Binärwert) berechnet wird und erst anschließend vom Digitalwert in die entsprechende Analogspannung gewandelt wird, entfällt bei diesem Konzept die dazu benötigte Berechnungszeit.

Die Schaltzeiten des Komparators und des Analog-Multiplexers sind gegenüber dieser Berechnungszeit verhältnismäßig klein und bewirken deshalb in etwa eine Halbierung des Zeitintervalls, das wegen der Einschwingzeiten der diversen Bauelemente zwischen Ausgabe des ersten Binärwerts und

Beginn des zweiten Wandlungsschritts eingehalten werden muß. Auf diese Weise erreicht man eine erhebliche Verkürzung der Wandlungszeit. Der zweite Wandlungsschritt setzt den verstärkten Quantisierungsfehler in einen zweiten Binärwert um. Dieser zweite Wert heißt Feinwert. Das Register setzt Grobwert (MSW) und Feinwert (LSW) zu dem digitalen Wert D mit einer Datenbreite von 16 Bit zusammen.

War der Quantisierungsfehler positiv, so können Grobwert und Feinwert einfach zusammengesetzt werden. War der Quantisierungsfehler hingegen negativ, so muß der Grobwert zunächst um ein Bit vermindert werden. Damit diese Subtraktion nicht zusätzliche Verzögerungen erzeugt, wird der korrigierte Grobwert mittels eines

Leuchtdioden LED's 3mm oder 5mm In den Farben: rot, grün oder gelb bei Einzelabnahme 0.12 ab 100 Stück je Typ 0.10 ab 1000 Stück auch gemischt 0.09																							
Widerstandsortimente Kohleschichtwiderstände: 1/4 Watt; 5% Toleranz Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (61 Werte) S1 (je 10St. = 610St.) 12.90 S2 (je 50St. = 3050St.) 64.90 S3 (je 100St. = 6100St.) 99.00 Metallfilmwiderstände: 1/4 Watt; 1% Toleranz E12 S4 (je 10St. = 610St.) 23.95 S6 (je 50St. = 3050St.) 84.95 S8 (je 100St. = 6100) 159.00 Reihe E24 (121 Werte) S6 (je 10St. = 1210St.) 39.90 S7 (je 50St. = 6050St.) 164.90 S9 (je 100St. = 12100) 299.00																							
Co-Prozessoren ITT 802C87-8 MHz 289.- 802C87-10 MHz 319.- 802C87-12 MHz 349.- 802C87-20 MHz 424.- 803C87-16 MHz 490.- 803C87-20 MHz 640.- 803C87-25 MHz 699.- 803C87-33 MHz 849.- 80c287-XL+ XLT 12 MHz 349.- 80387-16 SX 514.- 80387-16 MHz 895.- 80387-20 SX 679.- 80387-20 MHz 639.- 80387-25 MHz 809.- 80387-33 MHz 979.- Cyrix 83D87-16 SX 609.- 83D87-20 MHz 829.- 83D87-20 SX 869.- 83D87-25 MHz 799.- 83D87-33 MHz 974.-																							
Textool-Testsockel <table border="1"> <tr> <td>16-polig</td> <td>21.39</td> <td>28-polig</td> <td>18.99</td> </tr> <tr> <td>20-polig</td> <td>22.29</td> <td>28-polig eohmal</td> <td>59.90</td> </tr> <tr> <td>24-polig</td> <td>19.79</td> <td>40-polig</td> <td>36.99</td> </tr> </table>		16-polig	21.39	28-polig	18.99	20-polig	22.29	28-polig eohmal	59.90	24-polig	19.79	40-polig	36.99										
16-polig	21.39	28-polig	18.99																				
20-polig	22.29	28-polig eohmal	59.90																				
24-polig	19.79	40-polig	36.99																				
<table border="1"> <tr> <td>41256-80</td> <td>2.99</td> </tr> <tr> <td>511000-70</td> <td>8.99</td> </tr> <tr> <td>514256-70</td> <td>8.99</td> </tr> <tr> <td>514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)</td> <td>9.99</td> </tr> <tr> <td>SIMM 1Mx9-70</td> <td>89.90</td> </tr> <tr> <td>SIPP 1Mx9-70</td> <td>92.90</td> </tr> <tr> <td>43256-100</td> <td>7.99</td> </tr> <tr> <td>27C64-150</td> <td>3.95</td> </tr> <tr> <td>27C256-150</td> <td>4.49</td> </tr> <tr> <td>27C512-150</td> <td>7.49</td> </tr> <tr> <td>GAL 16V8-25</td> <td>2.99</td> </tr> </table>		41256-80	2.99	511000-70	8.99	514256-70	8.99	514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	9.99	SIMM 1Mx9-70	89.90	SIPP 1Mx9-70	92.90	43256-100	7.99	27C64-150	3.95	27C256-150	4.49	27C512-150	7.49	GAL 16V8-25	2.99
41256-80	2.99																						
511000-70	8.99																						
514256-70	8.99																						
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	9.99																						
SIMM 1Mx9-70	89.90																						
SIPP 1Mx9-70	92.90																						
43256-100	7.99																						
27C64-150	3.95																						
27C256-150	4.49																						
27C512-150	7.49																						
GAL 16V8-25	2.99																						
RAM-Preise unterliegen zur Zeit starken Schwankungen. Um Mißverständnissen bei der Berechnung des aktuellen Tagespreises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.																							
Versandkosten: - per Nachnahme DM 5.60 - per Bankinzug DM 4.-- ab DM 400.-- versandkostenfrei Auf Wunsch Versand per UPS Zuschlag: DM 8.-- (13.-- bei Nachnahme)																							
<div style="text-align: center;">  Harald-Wirag-Elektronik Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2 Tel. 06154 / 52336 Fax 06154 / 5521 </div>																							

Grundlagen

Glossar

Byte	8 Bit
DNL	Differential Nonlinearity (Differentielle Nichtlinearität)
DR	Dynamic Range (Dynamikbereich)
ENOB	Effective Number of Bits (Effektive Genauigkeit, Anzahl der effektiv nutzbaren Bits)
EOC	End of Conversion (Wandlungsende)
FSR	Full Scale Range (Voller Wandlungsbereich)
IMD	Intermodulation Distortion (Intermodulations-Verzerrungen)
INL	Integrated Nonlinearity (Integrierte Nichtlinearität)
LSB	Least Significant Bit (niedrigstwertiges Bit)
LSW	Least Significant Word (niedrigstwertiges Datenwort)
MSB	Most Significant Bit (höchstwertiges Bit)
MSW	Most Significant Word (höchstwertiges Datenwort)
Nibble	4 Bit; 1/2 Byte
Nyquist-Rate	Nyquistfrequenz
OFL	Overflow (Überlauf)
Oversampling	Überabtastung
Sample-Rate	Abtastfrequenz
SAR	Successive Approximation Register (Sukzessiv-Approximation-Register)
S & H-AMP	Sample and Hold Amplifier (Abtast- und Halteverstärker)
SNR	Signal Noise Ratio (Signal-Rauschabstand)
SR	Slew Rate (Slew-Rate)
SOC	Start of Conversion (Wandlungsbeginn)
THD	Total Harmonic Distortion (Klirrfaktor)
	$THD = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}}{U_1}$
T & H-AMP	Track-and-Hold-Amplifier (Nachlauf- und Halteverstärker)

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.



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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 81/1.4

ELEKTRONIK

Gebunden, 130 Seiten
DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-
ISBN 3-922705-81-2

Festwertspeichers (ROM) gebildet. Hierzu ist der Binärwert des ersten Wandlungsschritts mit den Adreßeingängen des ROMs verbunden. In den auf diese Weise adressierbaren Speicherplätzen ist jeweils die um den Zahlenwert Eins verminderte Adresse gespeichert.

Lediglich dieser unter der Adresse Null gespeicherte Wert hat ebenfalls den Wert Null. Das Ausgangssignal des Komparators entscheidet, ob der Digital-Multiplexer entweder den Binärwert des ersten Wandlungsschritts oder den Ausgangswert des Festwertspeichers auswählt. Dies bietet den Vorteil, daß sofort nach der Feststellung, ob der Grobwert korrigiert werden soll oder nicht, bereits beide Werte zur Auswahl am Eingang des digitalen Multiplexers zur Verfügung stehen. Da die Schaltzeit des Digital-Multiplexers gegenüber der Berechnungszeit des Korrekturwerts klein ist, führt auch dies zu spürbaren Zeiteinsparungen.

Bei dem geschilderten Ausführungsbeispiel können Quantisierungsfehler maximal bis zur Auflösung des A/D-Wandlers berücksichtigt werden. Setzt man Wandler ein, deren Quantisierungsfehler maximal das Doppelte der Auflösungsleistung erreichen, so sind ein dritter und ein vierter Differenzverstärker sowie drei weitere Komparatoren vorzusehen. Der Verstärkungsfaktor dieser Differenzverstärker ist dann ebenfalls gleich dem Verstärkungsfaktor der anderen Differenzverstärker zu wählen. Die Offsetspannung des dritten Differenzverstärkers muß dann mit einer Offsetspannung abgeglichen werden, die die Ausgangsspannung des dritten Differenzverstärkers um das 256fache der Auflösungsleistung erhöht, während die Offsetspannung des vierten Differenzverstärkers so eingestellt werden muß, daß die Ausgangsspannung dieses Differenzverstärkers um das 128fache, entsprechend zwei hoch sieben, der Auflösungsleistung erhöht wird.

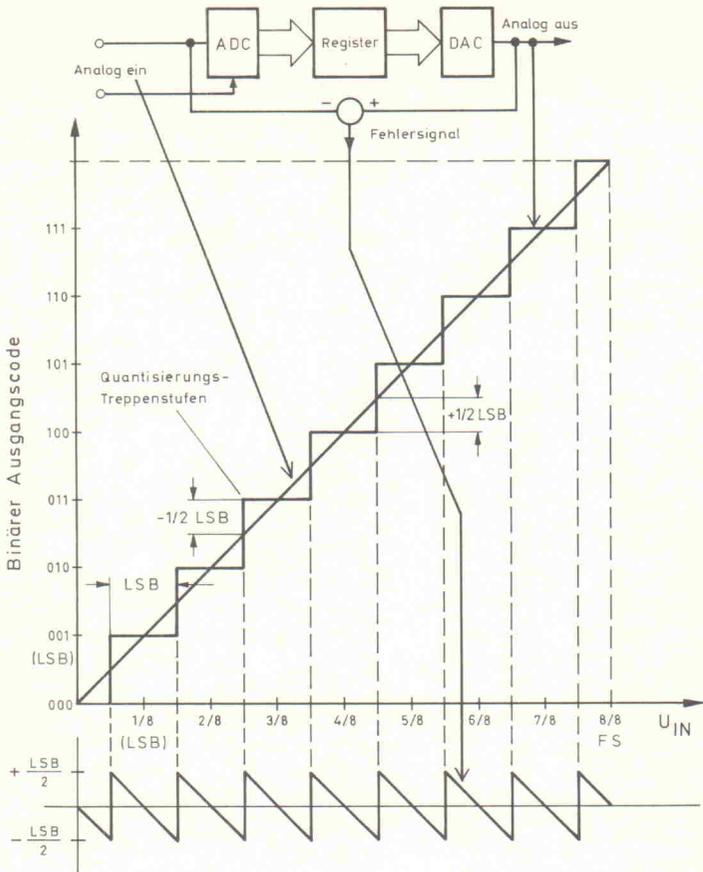


Bild 11. Digitale Übertragungsstrecke:
 Eine linear ansteigende Eingangsspannung erzeugt am Ausgang eine Treppenfunktion. Die Differenz ergibt einen Sägezahn (unten).

Weiterhin ist der digitale Multiplexer als Vielfachmultiplexer auszulegen, wobei man an die zwei weiteren Eingänge zusätzliche Festwertspeicher anschließen muß, welche eine Addition um den Zahlenwert Eins beziehungsweise eine Subtraktion um den Zahlenwert Zwei bewirken. Die Umschaltspannungen der Komparatoren liegen dann jeweils um eine Auflösenspannung auseinander und steuern sowohl den Analog-Multiplexer als auch den Digital-Multiplexer.

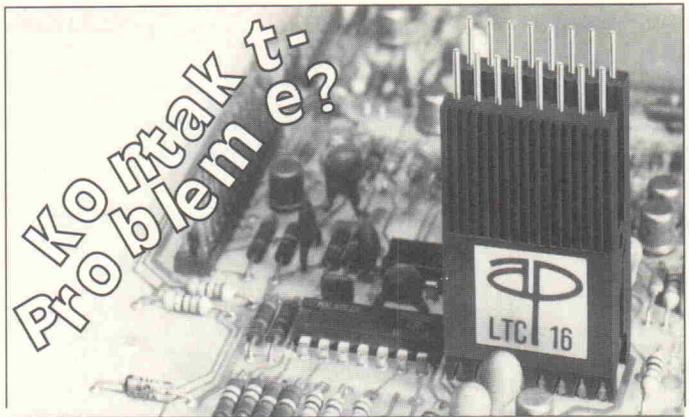
In Bild 10 wird das letzte Ausführungsbeispiel (hier eine $n \cdot 3$ -Bit-Architektur, wobei $n \geq 1$ gilt) beschrieben. Zuerst muß durch den Anwender die Zahl der Wandlungsschritte und damit die Auflösung und die Wandlungsrate, aber auch die Breite des Ausgabeworts programmiert werden. Eine am Eingang eines Sample & Hold-Gliedes anliegende Spannung U_E wird in ein oder mehr Wandlungsschritten in einen Digitalwert umgesetzt.

Hierzu schaltet die Steuerschaltung das Sample & Hold-Glied in den Hold-Modus. Über den

Analog-Multiplexer gelangt dieses gesampelte Signal an die sieben Subtrahierverstärker 1...7, an den Komparator 9 und an den nichtinvertierenden Verstärker. Die programmierbare Referenzspannungsquelle stellt den Subtrahierverstärkern 1...7 und dem nichtinvertierenden Verstärker über die Spannungsteilerwiderstände $R_1...R_7$ quantisierte Spannungswerte zur Verfügung. Dem Komparator 9 wird eine der Auflösung entsprechende (bei $n = 3$ Durchläufen sind dies 9 Bit, also binär 111 111 111) Spannung zugeführt und mit der gesampelten Spannung verglichen.

Ist die gesampelte Spannung größer, triggert der Komparator 9 die Timing & Control-Logic, die daraufhin die Hauptreferenzspannung erhöht. Dies wird so lange durchgeführt, bis die Hauptreferenzspannung größer als die gesampelte Spannung ist (Autoranging).

Die quantisierten Spannungen werden mittels der Verstärker 1...7 von der gesampelten Spannung subtrahiert und mit der Auflösung, die mit einem Wandlungsschritt zu erzielen ist



Schluß damit!
 Wenn ältere IC's getestet werden sollen, gibt es oft Probleme mit den Kontakten. Ältere IC's sind meistens an den Kontakten mit einem Schmutzfilm überzogen, den ein normaler Test-Clip nicht durchstoßen kann. AP PRODUCTS® entwickelte dafür den MESSERSCHNEIDEKONTAKT. Der durchstößt den Schmutz.

AP PRODUCTS GmbH
 Bäumlesweg 21
 D-7039 Weil im Schönbuch
 Telefon (0 71 57) 6 24 24
 Telex 7 23 384
 Telefax (0 71 57) 6 33 40

AUDIOPHILE HIGHLIGHTS

Von Sheffield Lab und Reference Recordings. – Ausgewählt vom HIFI VISION-SERVICE –

Prime Cuts

Prime Cuts – Gourmet Selections From Sheffield
 Der Sampler für audiophile Feinschmecker. Zwölf Highlights leuchten die Fähigkeiten der Anlage aus.
DM 49,-

Bestellkarte in der Hefmitte

Anzeigenschluß:
 Heft 6/91: 11.04.91
 Heft 7/91: 16.05.91
 Heft 7/91: 13.06.91

Auflösung /Bit	8	8,5	8	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16
SNR /dB	50	53	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98

Tabelle 2. Ideale Signal-Rauschabstände (SNR) in Abhängigkeit von der Auflösung der A/D-Wandler.

Auflösung n /Bit	Zustände 2^n	Binäre Gewichtung 2^{-n}	LSB (10 V FS) /mV	SNR /dB	DR /dB	maximale Ausgangsspannung für FS = 10 V /V
4	16	0,0625	625	34,9	24,1	9,3750
6	64	0,0156	156	46,9	36,1	9,8440
8	256	0,00391	391	58,9	48,2	9,9609
10	1024	0,000977	97,7	71,0	60,2	9,9902
12	4096	0,000244	2,44	83,0	72,2	9,9976
14	16384	0,0000610	0,610	95,1	84,3	9,9994
16	65536	0,0000153	0,153	107,1	96,3	9,9998

Tabelle 3. Wandler-Charakteristika für verschiedene Auflösungen.

(Faktor 8 bei 3-Bit-Wandlung), multipliziert. Der nichtinvertierende Verstärker verstärkt das gesampelte Signal ebenfalls um diesen Faktor.

Die Komparatoren 1...8 geben immer dann, wenn am Ausgang der Subtraktions-Verstärker 1...7 und am nichtinvertierenden Verstärker eine positive Spannung anliegt, eine logische '1' an die Exklusiv-Oder-Gatter 1...8. Gleichzeitig wird von der Timing & Control-Logic ein Enable-Signal an die Exklusiv-Oder-Gatter 1...8 angelegt. Die Exklusiv-Oder-Gattereingänge sind mit jeweils zwei Komparatorausgängen verbunden. Haben diese Eingänge unterschiedliche logische Pegel, so gibt das Gatter eine logische '1' an den Encoder, der das Eingangssignal zum MSW (Most-Significant-Word) enkodiert, das in diesem Fall 3 Bit breit ist.

Der programmierte Modus der Timing & Control-Logic entscheidet jetzt, ob dieser Teilwert sofort ausgegeben oder in ein Register via Digitalmultiplexer geschrieben wird. Zeitgleich schaltet dasselbe Exklusiv-Oder-Gatter das angeschlossene Analog-Switch 1...8 durch. Jetzt liegt der Analogzwischenwert an den Sample & Hold-Schaltungen 2 und 3 an. Die Timing & Control-Logic schaltet eine S & H-Schaltung in den Hold-Modus (hier 2) und schaltet gleichzeitig den Analog-Multiplexer so, daß das gesampelte analoge Zwischenergebnis an die Subtrahierverstärker und den Komparator 9 gelangt.

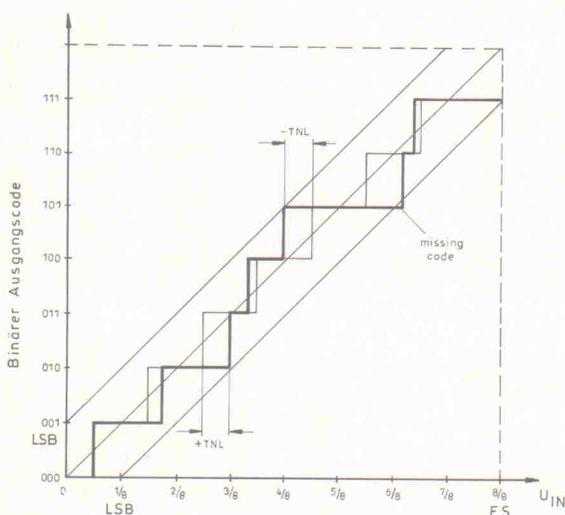


Bild 12. Die Kurve veranschaulicht die differentielle Nichtlinearität, die totale Nichtlinearität (TNL) und den 'Missing Code'.

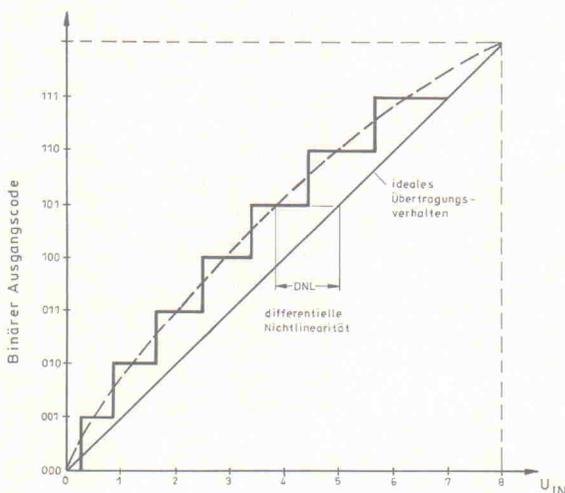


Bild 13. Das Übertragungsverhalten eines nichtlinearen A/D-Wandlers.

Jetzt kann das analoge Zwischenergebnis gemäß oberer Beschreibung zu einem digitalen Zwischenergebnis (für $n > 2$), beziehungsweise zum LSW (Least-Significant-Word, für $n = 3$) konvertiert sowie (für $n > 2$) mittels S & H-Glied 3 gesampelt und über Analog-MUX an die Wandlungsstufen weitergegeben werden. Bei einer höheren Wandlungsschrittzahl werden die S & H-Glieder 2 und 3 jeweils abwechselnd angesprochen.

Spezifikation und Fehlerquellen bei A/D-Wandlern

Beim Einsatz von A/D-Wandlern sind unterschiedliche Parameter und Fehlerquellen zu beachten. Einflußfaktoren wie Übertragungsfunktionen, Linearitäts- und Verstärkungsfehler, Quantisierungsrauschen, Offsetfehler und die dynamischen Parameter wie der Klirrfaktor müssen richtig interpretiert werden, um eine Erfüllung der Spezifikationserfordernisse zu erreichen.

Die Übertragungsfunktion eines A/D-Wandlers ist eine nicht-kontinuierliche Funktion; das heißt, der Wandler produziert ein diskretisiertes Ausgangssignal in Abhängigkeit zum analogen Eingangssignal.

Die Schrittweite bezeichnet man als Quantum oder auch als das niedrigstwertige Bit (LSB). Das LSB stellt die kleinste Codeänderung dar, die ein Wandler vollziehen kann; mit anderen Worten: das kleinste Bit ändert sich im gewandelten Code von Null auf Eins oder umgekehrt, im Gegensatz zum MSB oder Most-Significant-Bit.

Unter der sogenannten FSR (Full-Scale-Range) versteht man die Differenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Analogbereich eines Wandlers. Die Anzahl der Ausgangszustände, die ein A/D-Wandler annehmen kann, ist hier mit 'N' bezeichnet. Für einen ADC mit einer Auflösung von $n = 3$ Bit gilt

$$N = 2^n = 2^3 = 8$$

Bei einem 12-Bit-Wandler weist N den Wert 4096 ($n = 12$) auf. Bei einem idealen A/D-Wandler hat das Least-Significant-Bit immer den Wert

$$LSB = FSR/2^n.$$

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

AUDIOPHILE HIGHLIGHTS

Von Sheffield Lab und Reference Recordings. – Ausgewählt vom HIFI VISION-SERVICE –

Reference Jazz, Etc.



First Sampling

Reference Jazz, Etc. Ein schwungvoller Querschnitt aus dem RR-Programm mit akustischem Jazz, überragend eingefangen in audiophiler Qualität.

DM 49,-

Bestellkarte in der Heftmitte

Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente Untere Königsstr. 46A — 3500 Kassel

Ihr preiswerter Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

- Schnelle termingerechte Lieferungen
 - Bauelemente führender Spitzenhersteller wie z.B. TFK, STM, PIHER, VITROHM, BEYSCHLAG, FAGOR, SIEMENS, MOTOROLA, HARRIS, IR, LTC, NSC, TI, SPECTROL ...
 - Lieferbar Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente schon ab 50,- DM
 - Katalogerweiterung! ISEL-19-Gehäuse, Atz- und Belichtungsgeräte
 - Computerunterstützte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferzeitangaben
 - Katalog mit 5 Preistaffeln und ständigen UPDATES
- („*“ = Staffel 5-9, „%“ = Staffel 100-499 — autom. Rabatt bei größerer Abnahme)

TRANSISTOREN	10-24 STÜCK	0.90	CA 3161 E	2.23*	TDA 2595	4.99
BC 140-10/141-10	4001/11/12/23/25	0.48*	CA 3162 E	8.50	TL 0617/172/81/82	0.74*
BC 180-10/161-10	4013/27/30/49/50	0.48*	CA 3240 E	2.81	TL 074/084	0.98*
BC 264A	4015/29/47/51/53	0.65*	CA 3280 E	4.06	TLC 271 CP	1.14*
BC 327/37/38-25	4016/66/85/93	0.44*	ICL 7106/07/36	6.38	TLC 272 CP	1.92*
BC 516	4017/20/21/22/43	0.62*	ICL 7109/35	17.94	ULN 2003/2004 AN	0.82*
BC 517	4024/28/42/106	0.63*	ICL 7117/26	7.99	ULN 2803/2804 AN	1.25
BC 548B/48C/56B	4040/41/60/63/94	0.71*	ICL 7660 SCPA	3.75	uA 723 DIL	0.35*
BC 550C/560C	4067	2.65*	ICM 7217 IPI	21.54	uA 733 CN	2.30
BC 547C/576/58C	4068/68/70/71/72	0.33*	ICM 7226 BIPL	61.67	uA 741 DIP-8	0.37*
BC 639/640	4073/75/77/81/82	0.33*	ICM 7555 IPA	0.89*	uA 7805/12/15	0.35*
BD 136-140-10	4510	0.80*	L 296	9.21	uA 7810/12/15	0.58*
BD 435-439	4518/20/38/41/56	0.70*	L 297	10.38	uA 7805/12/15	0.80*
BDV 648/658	74LS 00/04/08/32	0.28*	L 298	9.56	uA 7810/12/15	0.58*
BF 199	74LS 02/05/09/20	0.33*	LF 355/356/357	1.35*	XR 2206 CP	8.69
BF 244 A/B	74LS 147/41/32	0.42*	LF 411 CN	2.39*	XR 8038 CP	6.78
BF 245 A/B/C	74LS 21/30	0.33*	LM 12CLK T03	60.19	ZNA 234E	31.22
BF 256A	74LS 83/85/157	0.59*	LM 311 N-8	0.48*	ZN 425 E-8	10.23
BF 256B/256C	74LS 138/139	0.52*	LM 317 T	0.95*	ZN 426 E-8	5.61
BF 422	74LS 154	1.46*	LM 324 N	0.41*	ZN 427 E-8	21.81
BF 459/871/872	74LS 221	0.90*	LM 325 N	9.04	ZN 428 E-8	12.31
BF 469/7071/72	74LS 240/41/44/45	0.74*	LM 335Z/336Z 2.5	2.28*	ZN 436 E-8	3.17
BF 494/495	74LS 247	1.00*	LM 339/338/393	0.41*		
BS 170	74LS 257/283/390	0.55*	LM 394 CH	7.95	GLEICHRICHTER UND DIODEN	
BS 250	74LS 373/374	0.74*	LM 833 N	2.68*	B80C1500rd (25-49)	0.49
BÜZ 10	74LS 641/642	1.26*	LM 3914/3915	6.39	B50C220-25	4.54*
BÜZ 11	74HC 00/04/08/32	0.87*	LT 1028 CNR	15.84	ZPD 0V8-75V 0.5W	6.25%
BÜZ 71	74HC 74/132	0.59*	LT 1037 CNR	12.81	1N4148	2.49%
BÜZ 71 A	74HC 138/139	0.64*	MAX 232 CPE	6.77	1N4001	5.32%
ALLE BÜZ-TYPEN LIEFERBAR!	74HC 244/373/374	0.92*	MC 1458 DIP	0.41*	1N4007	6.50%
IRF 520	74HC 245	1.11*	MC 14506 P	4.71	P6008 (6A/100V) (10)	0.52
IRF 530	74HCT 00/04/08/32	0.44*	MC 14502 P	5.59	THYRISTOREN UND TRIAC'S	
IRF 540	74HCT 42/151/174	0.96*	MF 10 CCN	7.46	TC 106 M	1.16
IRF 820	74HCT 73/157/158	0.87*	NE 5532 N	1.71*	TC 126 M	1.33
IRF 830	74HCT 74/138/139	0.68*	NE 5534 N	1.45*	TC 226 M	1.42*
IRF 9530	74HCT 83/240	1.03*	NE 5532 AN/5534 AN	2.21*	TC 235 M	1.99*
MJ 2501	74HCT 123/393	1.06*	NE 555 DIP-8	0.34*		
MJ 2555	74HCT 238	1.54*	OP 07 DN-8	3.26	OPTOBAUELEMENTE	
MJ 15003 MOTOROLA	74HCT 244/373/374	1.03*	OP 237 GJ	18.30	D 200 PA/PK (10-24)	1.69
MJ 15004 MOTOROLA	74HCT 245/377	1.28*	OPA 271/37 GP	9.42	D 350 PA/PK (10-24)	1.53
TIP 140/141/145	74HCT 541/573/574	1.50*	RD 4126 P	1.45*	LCD 3.5 st. VALVO	7.39
TIP 142/149/147	74HCT 4060	2.44*	RC 4558 P	0.73*	LED 3/5 rot Valvo	11.86%
TIP 2955/3055			SA 1027	8.57	6N136	2.63*
2N 1613	Z80A-CPU/PIU/CTC	2.44	SDA 4212	4.56	SPICHERBAUELEMENTE	
2N 2219A	AD 536 AJH	52.40	SO 42 P	4.44	511000-70 1M-1	9.52*
2N 2222A/2N 2907A	AD 636 JH	28.70	TCA 785	7.25	14256-70 256K-4	9.24*
2N 2646	AD 7574 KN	27.65	TCA 965 A	4.67	SIP-M 1M-9-70ns	97.58
2N 3055 STM	ADC 0804 LCN	8.27	TDA 1524 A	5.91	27C256-150ns	4.99
2 SJ 50	ADC 0816 CCN	49.73	TDA 2002/2003 V	1.74*	27C512-200ns	7.36
10-24 STÜCK	CA 3130 E	2.18*	TDA 2005 M	4.48	27C64-200	4.10
2 SK 135	CA 3140 E	1.29*	TDA 2030V	2.36*	Intel 80387-25	894.90

LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE-ANGEBOT NUR GEGEN 5.00 DM SCHUTZGEBÜHR IN BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN ANGEBOTE IM SCHNELLEFTEFR)

☎ 0561 / 16415

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

Zeck®

Keine Kompromisse beim Selbstbau

Lautsprecher • Frequenzweichen • Elektronik • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Blenden • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Elektronik • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter • Lüfter • Anschlüsse • Regler • Multicore • Krallen • Spulen • Weichenbauteile • Rollen • Lautsprecher • Frequenzweichen • Bauteile • Bausätze • Holz • Aluprofile • Zuschnitte • Ecken • Griffe • Kabel • Cases • Casebauteile • Schaumstoffe • Steckverbindungen • Schrauben • Nieten • Gitter

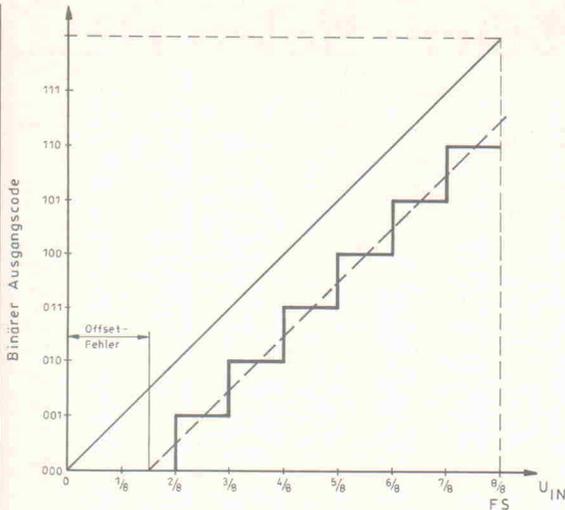
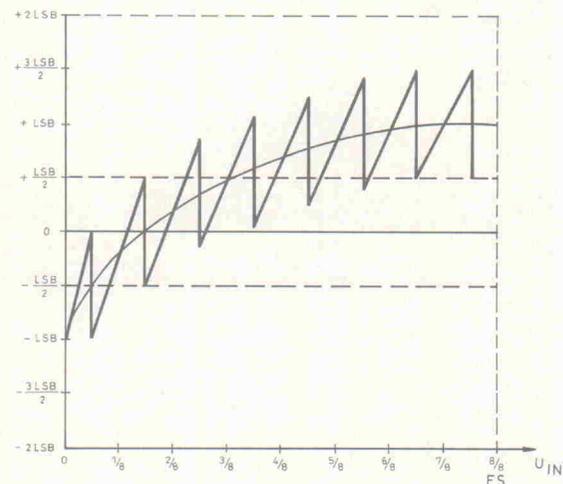
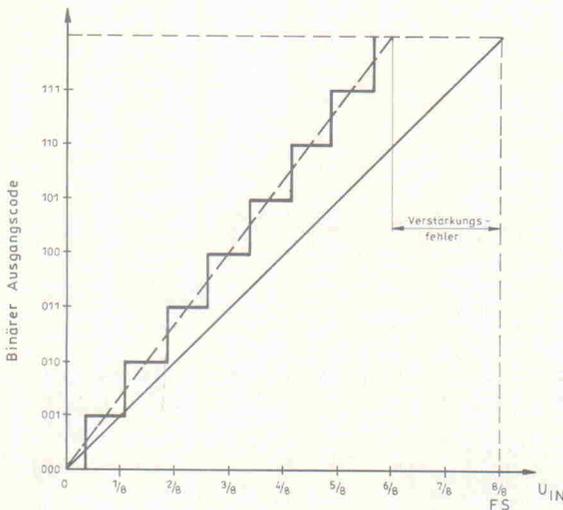


Bild 14. Veranschaulichung des Offsetfehlers, Verstärkungsfehlers und Quantisierungsfehlers eines A/D-Wandlers.



Eine unvermeidliche 'Fehlerquelle' ist mit der sogenannten Quantisierungsunsicherheit – auch Quantisierungsrauschen genannt – gegeben. Da ein Datenwandler einen analogen Differenzbetrag kleiner als 1 LSB nicht mehr erkennen kann, ist der Ausgang kategorisch mit einem Fehler von LSB/2 behaf-

tet. In Bild 11 sieht man eine Schaltung zur Diskretisierung und Rekonstruktion eines Analogsignals mittels A/D-Wandler, Register und D/A-Wandler. Mit Hilfe dieser Anordnung lassen sich Wandler charakterisieren.

Darunter ist der treppenförmige Verlauf der Fehlerspannung ab-

gebildet, der bei der Quantisierung eines analogen Eingangssignals durch einen idealen 3 Bit A/D-Wandler auftritt. Die Differenz zwischen Ausgangs- und Treppenstufenpegel ist im Bild 11 unten dargestellt. Diese Sägezahnfunktion stellt das Quantisierungsrauschen mit einem maximalen Hub von 1 LSB dar. Der Effektivwert dieser Funktion ergibt sich zu

$$N_{RMS} = \frac{LSB}{\sqrt{12}}$$

der Effektivwert des Sinus-Eingangssignals ergibt sich zu

$$E_{RMS} = \frac{2^{(n-1)} \cdot LSB}{\sqrt{2}}$$

wobei n die Wanderauflösung angibt.

In vielen Applikationen ist es notwendig, das Verhältnis zwischen Nutz- und Rauschpegel zu kennen, das sogenannte Signal/Rauschverhältnis (SNR). Der Signal/Rauschabstand wird durch den Logarithmus des Verhältnisses der beiden vorhergehenden Gleichungen beschrieben:

$$SNR = 20 \text{ dB } \lg (E_{RMS}/N_{RMS})$$

Für einen idealen SNR gilt:

$$SNR = 1,76 + 6,02 \cdot n$$

Der Signal/Rauschabstand wird in dB angegeben.

Da es in der Elektrotechnik jedoch keine idealen Bauelemente gibt, muß sich der Schaltungsdesigner mit einer Anzahl von Abweichungen vom idealen Übertragungsverhalten eines Wandlers herumschlagen. Die tatsächlichen SNR-Werte können mit Hilfe der schnellen Fourier-Transformation (FFT) ermittelt werden.

Aus der tatsächlichen Signal/Noise-Ratio läßt sich jetzt die Anzahl der effektiv nutzbaren Bits (ENOB) für ein Sinus-Eingangssignal bestimmen:

$$ENOB = (SNR - 1,76)/6,02$$

Einen wichtigen Wert stellt der Dynamikbereich (DR) dar. Er wird durch das Verhältnis aus FSR zu LSB ermittelt:

$$DR = FSR/LSB = 20 \text{ dB } \lg 2^n$$

Tabelle 2 zeigt eine Auflistung idealer SNR-Werte in Abhängigkeit von Wanderauflösungen, und Tabelle 3 gibt verschiedene Wandlercharakteristika für unterschiedliche Auflösungen wieder. Die am schwierigsten zu behandelnden Fehler sind die Linearitätsfehler, da sie durch Abgleich nicht

kompensiert werden können. Linearitäts- und Quantisierungsfehler sind nicht reduzierbar.

Die differentielle Nichtlinearität (DNL) ist der Betrag der Entfernung eines Quantums von seinem Idealwert (Bild 12). Die totale Nichtlinearität (TNL) gibt die maximal zulässige DNL an. Wird sie überschritten, entsteht ein sogenannter Missing Code, also eine Codelücke. Bild 13 gibt das Übertragungsverhalten eines nichtlinearen A/D-Wandlers wieder.

Ein kompensierbarer Fehler ist der Offsetfehler, der durch die Verschiebung der ADC-Übertragungsfunktion von der idealen Eingangskennlinie charakterisiert wird (Bild 14). In Bild 15 ist ein Verstärkungsfehler veranschaulicht. Dieser äußert sich in einer Veränderung der Steigung der Übertragungsfunktion zur Eingangsfunktion. In Bild 16 findet eine Visualisierung von Quantisierungsfehlern eines nichtlinearen Wandlerbauelements statt. Der Klirrfaktor (THD) ist definiert als das Verhältnis aus der Wurzel der Summe der Quadrate der Effektivwerte der Oberwellen (Harmonischen) zum Effektivwert (RMS) der Grundschwingung. Dieser Parameter kann aus der FFT abgeleitet werden und ist vor allem in der Audiotechnik von großer Bedeutung.

Intermodulationsverzerrungen (IMD) entstehen aufgrund von Nichtlinearitäten der aktiven Bauelemente, wenn sich das Eingangssignal aus zwei unterschiedlichen Sinussignalen zusammensetzt, wobei es zu einer Differenz- und Summenbildung kommt. Unter Aperturunsicherheit versteht man den Fehler, der durch die nichtidealen Eigenschaften eines S & H-Verstärkers und durch die zeitliche Verzögerung zwischen Haltebefehl und dem tatsächlichen 'Einfrieren' eines analogen Eingangssignals entsteht.

Literatur

[1] C. Reuber, 'Methoden der A/D-Wandlung', *Elektronik Journal* 13, 14/89
 [2] D. Stief, 'Genaueres Studium ist notwendig', *Elektronik Journal* 22/87
 [3] R. Eckl, 'Dynamische Spezifikation von A/D-Wandlern', *Elektronik Industrie* 11/89
 [4] H. Pichlik, 'Circuit arrangement for analog-to-digital conversion', *Patentanmeldung* 6.89

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

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

320 W sin²/4 Ohm, K ≤ 0.002%, TIM nicht meßbar, 0—180 000 Hz, Stewrate ≥ 580 V/µs, DC-Offset 20 µV, Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibstr. 74, 7255 Rutesheim
Telefon 0 71 52/5 50 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

Darstellung und Analyse von Meßdaten ?

DADISP

Technisches Spreadsheet für PC und Workstation

IS Informatik Systeme GmbH
Altenwoogstraße 42
6750 Kaiserslautern
Telefon 0631/46007
Telefax 0631/94247

btw Technischer Vertrieb GmbH

Electronic Kabelfernsehen Satellitentechnik Telecommunication

Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen

alle Normen —
alle Kabelgrößen

Verkauft
nur an den Fachhandel

Innersteweg 3 Telefon 05 11/75 70 86
3000 Hannover 21 Telefax 05 11/75 31 69



PC-I/O-Karten

- AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal DM 139,—
1*12Bit DA, unip. 0-9V, bip. -9+9V, 500ns, 16*12Bit
AD, 60usec mit 25-Pin Kabel und viel Software
- AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal DM 329,—
wie 12Bit
- Relais I/O Karte DM 299,—
16 Relais 150V/1A out und 16*Photo in.
- 8255 Parallel 48 - I/O Karte DM 82,—
48 *I/O, max 2MHz, 3*16Bit Counter, 16 LED, Software
- IEEE 488 Karte DM 315,—
mit Kabel und GW-Basic Beispielen
- Multi D/A 8 Bit 8 Kanal DM 349,—
8 D/A Channel, ref-V -9V/+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß
- Multi D/A 12 Bit 8 Kanal DM 525,—
8 D/A Channel, ref-V -9V/+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß
- PC Universal Card DM 99,—
Lesekarte mit Data-Bus, Address-Bus, I/O Line, Buffer-Circuit
- 4 * RS 232 für DOS AT DM 145,—
- 8 * RS 232 für DOS AT DM 279,—

Computer-Electronic-Versand
Jürgen Merz
Lengericher Str. 21 · D-45443 Lienen
Telefon/BTX 0 54 83/12 19
Mo-Fr 8.30—17.30 Uhr

Sie suchen den
fehlenden Baustein ?
■ Wir haben ihn ■



moderne

MCS-51 Entwicklungssysteme für alle Controller der MCS-51 Serie

- MCS-51 Entwicklungs-Tool 399,00
- 80535 Entwicklungs-Tool 454,86
- 80C537 Entwicklungs-Tool 511,86
- 80515 K Entwicklungs-Tool 980,40

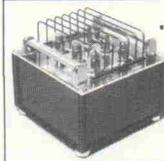
Jedes Tool besteht aus Steckkarte und externen Europlatinen, bestückt mit Controller und 8K. Erpaupack-TRAM komplett mit Assembler/Disassembler und komfortables Monitorprogramm

- MCS-51 Assembler 98,00

voll symbolisch, Demo 10,- DM

Andreas Roth
■ Controllertechnik ■
Weidstraße 19a, 6943 Birkenau
06201/32055

Exklusivität besonderer Art, für Ohren und Augen bietet eine RÖHREN-Verstärkerkette von AUDIO-VALVE



... anspruchsvoll
wie die
Musik,
die Sie
hören.

- Endverstärker in Trioden & Pentoden Technik
- pat. Verstärker für dyn./electr. Kopfhörer
- IR-bediener Vorverstärker etc.
- Zubehör, Bausätze, Reparatur —

Probeföhren in unserem Studio nach Vereinbarung
I/O gegen 10,— DM mit adr. A4-Rückumschlag.
D-4920 Lemgo, Lüerdisser Str. 85
Telefon 0 52 61/1 32 79, Fax 0 52 61/1 55 23
Geschäftszeit Mo.—Fr. 9—18 Uhr

ACHTUNG: Ab 1.5.91 auf 200 m² Gewerbefläche in
unserem neuen Gebäude unter unserer neuen Adresse:
4902 Bad Salzuflen/Wüsten, Kirchheider Str. 13a

Kostenlos Coupon

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten

Elektronik— Spezial-KATALOG mit 260 Seiten.

SALHÖFER-Elektronik
Jean - Paul - Str. 19
8650 Kulmbach

C 0440

PC/XT/AT-Meß- und Regelkarten

- 1*AD (2µs/500 kHz)/1*DA (1µs), uni/bipolar per DIP-
Schalter einstellbar, 8 Bit +/-1 LSB DM 169,—
- wie oben, jedoch 8*AD, Spannungsbereiche per Soft-
ware umschaltbar DM 209,—
- wie vor, jedoch Eingangs-Spannungsbereiche mit
Jumper erweiterbar, extern triggerbar DM 279,—
- 12 Bit +/-1 LSB AD-Meßkarte (9µs), 1*AD, zus. 5 digi-
tale Eingänge, extern triggerbar DM 289,—
- digitale I/O-Karte, 24 Bit DM 119,—

Auszug weiterer Karten aus unserem Angebot:
· PCL-711S: 8*AD(25µs, +/- 5V), 1*DA(0.5/10V), 16 digi-
tale Eingänge+16 dig. Ausg., m. Anschlußkitt DM 809,—
- PCL-812: 16*AD(25 µs, +/-1/2/5/10V), 2*DA(0.5/10V),
Timer, DMA-Interrupt, dig. Ein-/Ausgänge DM 975,—
** auch mit progr.-barer Bereichsumschaltung lieferbar **
- PCL-718: wie PCL-812, jedoch 16*AD/8*AD differenti-
ell (16,6µs/60kHz), 9 Spannungsbereiche DM 2181,—

Gratis Informationen anfordern!



Postfach 11 33
7060 Schorndorf
Tel.: 07181/6 82 82
Fax: 07181/6 64 50

Bausätze für Musiker Studio und PA

Auszug aus dem Gesamtkatalog 90.6
Basspreamp nach ELRAD 2/90
komplett mit Gehäuse : 395,—DM

- PA-Verstärker mit Lötter
- PA-1000 2x 500 Watt Sinus 4Ω 1290,—DM
- PA-600 2x 300 Watt Sinus 4Ω 990,—DM
- PA-300 2x 150 Watt Sinus 4Ω 590,—DM
- PA-Processor : 595,—DM

- Studio, Keyboard, PA
- parametr. Equalizer, stereo 395,—DM
- 27-Band Equalizer, mono 550,—DM
- Vierfach Noisegate 425,—DM
- Vierfach Limiter/Kompressor 495,—DM
- Kompressor mit Noisegate, stereo 395,—DM
- Elektr. Frequenzweiche, 24 dB, stereo 395,—DM
- Mini-Mixer z.B.: 12 in 2 ab: 295,—DM

Gehäuse 19" 1 HE, mit sym. Ein- und Ausgängen
Alle Bausätze sind komplett incl. Siebdruckfront-
platte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

Martin Ziegler, Großherzog-Friedrich-Str. 140
6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

- Kohlwiderstands-Sortimente, 1/4W, 5%, 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 10Ω—10MΩ)
- Metallwiderstands-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 9,99
- 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-Demosdisk 3 1/2" 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,— (Bfr.) anfordern. Aktuelle Infosteile gratis.

LEHMANN-electronic
Inh.: G. Lehmann, Tel.: 06 21/89 67 80 ☎
Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

SMD-Sortimente

MIRA-SMD-
Verpackungs-
container DM 29,95
(227 x 160 x 28 mm)
mit 130 Einzel-
dös'chen (leer)



SMD-
Praktikersortiment DM 139,—
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer
Widerstände: 66 Werte 10R-4,7M E12 je 10 St.
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.
Dioden: 5 Typen je 5 St.
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog M16 verlangen.
SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-
Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher
Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche
Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

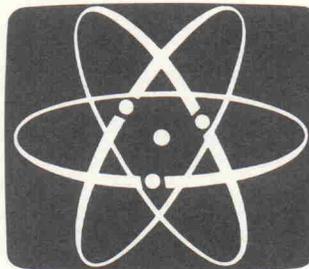
MIRA-Electronic
Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1
Tel. 09 11/55 59 19 · Fax. 09 11/58 13 41

Zwei Themen — ein Ereignis:

Hobby-tronic & COMPUTERSCHAU

14. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker
und für Computeranwender in Hobby,
Beruf und Ausbildung.
Actions-Center mit Experimenten, Demonstrationen
und vielen Tips.
Sonderschauen: „Straße der
Computer-Clubs“,
„Historische Bürowelt —
Technik von 1885 — 1950“.



7. Ausstellung für Computer, Software und Zubehör

8.-12. MAI '91

täglich 9-18 Uhr

Stark verbilligte Sonderrückfahrkarten an allen
Bahnhöfen der DB — Mindestentfernung 51 km
außerhalb VRR — plus Eintrittsermäßigung.

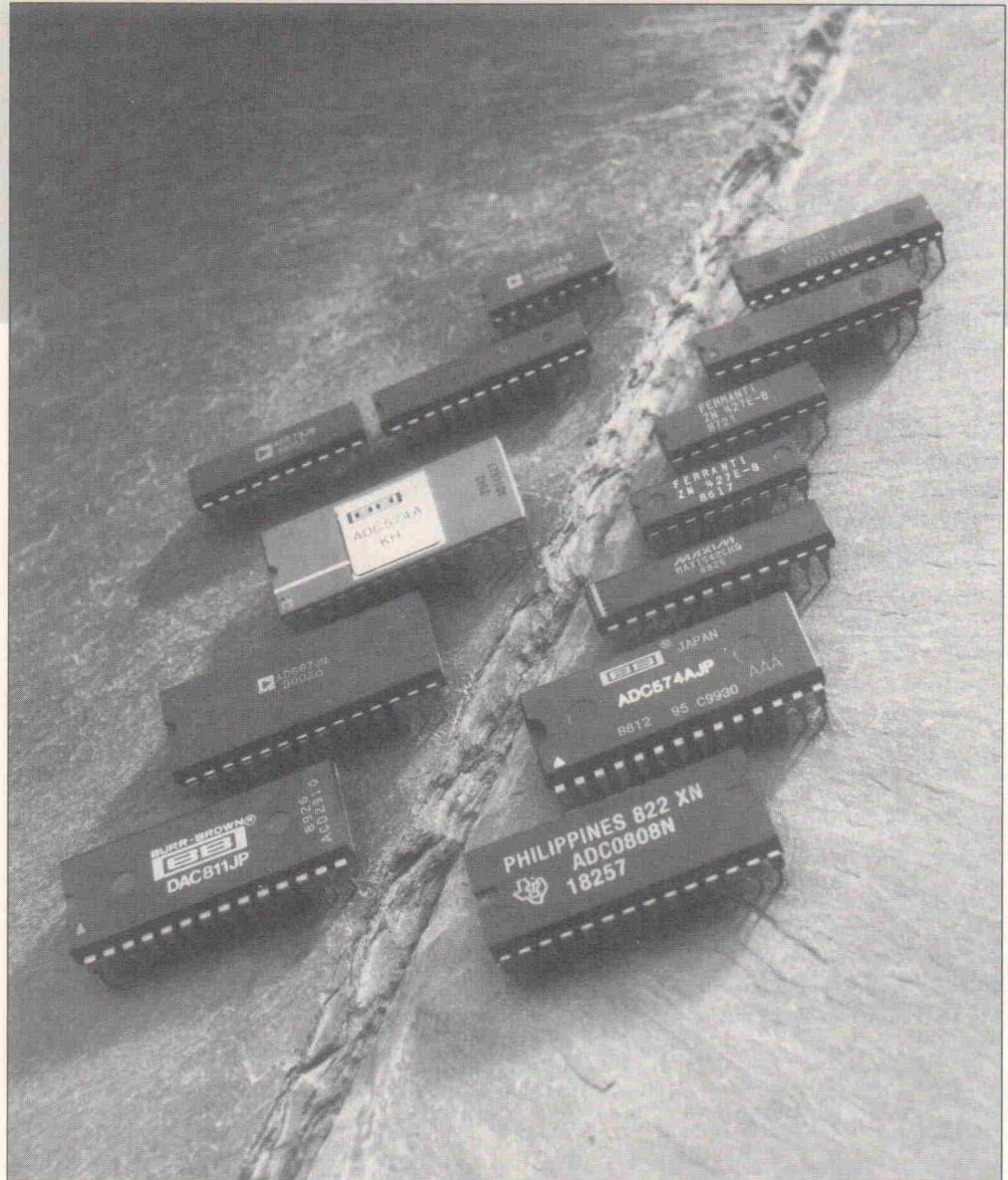


Messezentrum Westfalahallen Dortmund

Extrem wandlungsfähig

Marktübersicht AD/DA-Wandler

In rechnergestützten Applikationen läuft praktisch nichts mehr ohne die häufig als Bindeglied zwischen analoger und digitaler Welt bezeichneten AD/DA-Wandler, die stetige, kontinuierlich verlaufende Größen in diskrete, abgestufte Werte konvertieren und umgekehrt. So vielfältig dabei die an die Konverter gestellten Anforderungen sind, so breitbandig ist das am Markt verfügbare Angebot an entsprechenden Wandlerbausteinen.



Nach anfänglich relativ kleinem Marktwachstum prognostiziert man heute zweistellige Zuwachsraten für den Bereich der Wandlerbausteine. Dabei ist auch auf diesem Gebiet ein Trend zur Spezialisierung erkennbar, der sich in Konvertern mit unterschiedlicher Leistung zum Bewältigen unterschiedlicher Aufgaben äußert. Für den MSR-Bereich spielt beispielsweise die Wandler-Auflösung eine entscheidende Rolle, für den Videobereich hingegen

die Umsetzungsgeschwindigkeit. Gleichwohl ist der allgemeine Trend bei AD/DA-Wandlern eindeutig: immer schneller, immer genauer, mit immer kleinerer Leistungsaufnahme.

Dem Trend zur Spezialisierung folgend werden auf dem Markt auch Kombibausteine angeboten, wie zum Beispiel die Typen ZN 540 oder ZN 541 von Plessey, bei denen es sich quasi um konvertierende Zwitter handelt, da sie auf ihrem

Chip jeweils einen 8-Bit-A/D-Wandler sowie zwei D/A-Wandler enthalten. Derartige Bausteine blieben bei der Aufstellung der Tabelle aus Gründen der Übersichtlichkeit aber unberücksichtigt; aufgenommen wurden 'reine' A/D- und D/A-Wandler. Es ist bemerkenswert, daß unterschiedliche Hersteller zwar Wandler unter der gleichen Bezeichnung anbieten, die Daten dieser Wandler sich jedoch – wenn auch nur geringfügig – unterscheiden.

A/D-Wandler

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
CA 3304	HAR	4	40 ns	k.A.	DIL	
SP 97504	PSY	4	110 MHz	5/-7	DIL 18	
CA 3306	HAR	6	67 ns	k.A.	DIL, SMD	
MN 5900	MIC	6	3,3 ns	k.A.	DIL 40	Flash
MN 5903	MIC	6	14 ns	k.A.	DIL 16	Flash
MN 5904	MIC	6	14 ns	k.A.	DIL 16	Flash
MP 7682	MPS	6	70 ns	5	DIL 18, SMD 18	Flash
MP 7686	MPS	6	45 ns	5	DIL 18	Flash
44 061	MUR	6	2,5/150 ms	21...30	86 x 67,5 x 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
μPD 6951	NEC	6	50 ns	5	DIL 18, SMD 20	
μPC 661 G	NEC	6	50 ns	5	SMD 24	4-Kanal
NE 5036	PHI	6	23 μs	5	DIL 8, SMD 14	seriell
NE 5037	PHI	6	9 μs	5	DIL 16, SMD 16	
SP 97506	PSY	6	110 MHz	k.A.	DIL 28	
KAD 0206	SAM	6	20 MHz	±5	SMD 32	Flash
SDA 6020	SIE	6	20 ns	5/-5,2	DIL 16	
SDA 5200	SIE	6	10 ns	5/-5,2	DIL 16	
SDA 8200	SIE	6	4 ns	5/-4,5	DIL 40	
TL 5501	TI	6	20 MHz	5	DIL 16	Flash
ADC-207	DAT	7	20 MHz	5	DIL 18	Flash
AD 7821	AD	8	0,66 μs	5(-5)	DIL 20, SMD	
AD 7569	AD	8	2 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7669	AD	8	2 μs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 7820	AD	8	2 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7769	AD	8	2,5 μs	k.A.	DIL, PLCC	2-Kanal
AD 7824	AD	8	2,5 μs	k.A.	DIL	4-Kanal
AD 7828	AD	8	2,5 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	8-Kanal
AD 7575	AD	8	5 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 670	AD	8	10 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7576	AD	8	10 μs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 570	AD	8	25 μs	k.A.	DIL	
AD 673	AD	8	30 μs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 7581	AD	8	66,7 μs	k.A.	DIL	
ADC-208	DAT	8	20 MHz	±5	DIL 24	Flash
ADC-222	DAT	8	25 MHz	5/±15	DIL 40	2-Kanal, Flash
ADC-228	DAT	8	25 MHz	5/±15	DIL 24	2-Kanal, Flash
ADC-32	DAT	8	150 MHz	-5	DIL 42	Flash
ADC-33	DAT	8	150 MHz	-5	DIL 48	Flash
ADC-300	DAT	8	20 MHz	-5	DIL 28	Flash
ADC-301	DAT	8	30 MHz	-5	DIL 28	Flash
ADC-302	DAT	8	50 MHz	-5	DIL 28	Flash
ADC-303	DAT	8	100 MHz	-5	DIL 42	Flash
ADC-304	DAT	8	20 MHz	5	DIL 28	Flash
ADC-830	DAT	8	100 μs	5	DIL 20	ratiometrische Messung
ADC-847	DAT	8	9 μs	5	DIL 18	
ADC-5101	DAT	8	900 ns	5/±15	DIL 24	
ADC-815	DAT	8	700 ns	5/±15	DIL 24	
ADC-825	DAT	8	1 μs	5/±15	DIL 24	
ADC-881	DAT	8	1,5 μs	5/±15	127 x 76 x 10	
e 2850	EUR	8	20 μs	3...5,5	DIL 18	binary switched capacitor array
CA 3318	HAR	8	67 ns	k.A.	DIL, SMD	
HI 5700	HAR	8	50 ns	5	DIL	
ADC 0802	HAR	8	100 μs	k.A.	DIL	
ADC 0803	HAR	8	100 μs	k.A.	DIL	
ADC 0804	HAR	8	100 μs	k.A.	DIL	
HA 19211	HIT	8	50 ns	5	DIL 28	Flash
ADC 0802	IS	8	100 μs	5	DIL 20	
ADC 0803	IS	8	100 μs	5	DIL 20	
ADC 0804	IS	8	100 μs	5	DIL 20	
Hi-5700	IS	8	50 ns	5	DIL 28	Flash
LTC 1099	LT	8	2,5 μs	5	DIL 20	
MAX 150	MAX	8	1,34 μs	5	DIL, SMD	
MX 7820	MAX	8	1,34 μs	5	DIL, SMD	
ADC 0820	MAX	8	1,38 μs	5	DIL, SMD	
MAX 154	MAX	8	2 μs	5	DIL, SMD	4-Kanal
MAX 158	MAX	8	2 μs	5	DIL, SMD	8-Kanal
MX 7824	MAX	8	2 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MX 7828	MAX	8	2 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MAX 155	MAX	8	3 μs	5	DIL, SMD	8-Kanal
MAX 156	MAX	8	3 μs	5	DIL, SMD	4-Kanal
MAX 160	MAX	8	4 μs	5	DIL, SMD	
MAX 165	MAX	8	5 μs	5	DIL, SMD	
MAX 166	MAX	8	5 μs	5	DIL, SMD	
MX 7575	MAX	8	5 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MX 7576	MAX	8	10 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MX 7574	MAX	8	15 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MAX 161	MAX	8	20 μs	5	DIL, SMD	8-Kanal

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
MX 7581	MAX	8	66,6 μs	5	DIL, SMD, PLCC	
MN 5901	MIC	8	10 ns	k.A.	DIL 24	Flash
MN 5820	MIC	8	50 ns	k.A.	DIL 24	Flash
MN 5825	MIC	8	1 μs	k.A.	DIL 24	
MN 5101	MIC	8	0,9 μs	k.A.	DIL 24	
MN 5130	MIC	8	2,5 μs	k.A.	DIL 18	
MN 5140	MIC	8	2,5 μs	±12	DIL 18	
MN 5150	MIC	8	2,5 μs	k.A.	DIL 24	
MN 5120	MIC	8	6 μs	k.A.	DIL 18	
MN 5065	MIC	8	100 μs	12	DIL 18	
MC 10319	MOT	8	40 ns	±5	DIL 24	Flash
MC 6108	MOT	8	1,8 μs	5/-5,2	DIL 28	
MC 14442	MOT	8	32 μs	5	DIL 28, QP 28	
MC 14443	MOT	8/10	300 μs	4,5...18	DIL 16	
MC 14447	MOT	8/10	300 μs	4,5...18	DIL 16	
MC 145040	MOT	8	10 μs	5	DIL 20, QP 20	11-Kanal
MC 145041	MOT	8	20 μs	5	DIL 20, QP 20	11-Kanal
MC 145042	MOT	8	10 μs	5	DIL 28, QP 28	19-Kanal
MC 145043	MOT	8	20 μs	5	DIL 28, QP 28	19-Kanal
MP 7783	MPS	8	0,4 μs	5	DIL 24, SMD 24	
MP 8780	MPS	8	67 ns	5	DIL 24, SMD 24	Flash
MP 0820	MPS	8	2,1 μs	5	DIL 20, SMD 20	
MP 7574	MPS	8	20 μs	5	DIL 18, SMD 18	
MP 7581	MPS	8	k.A.	5	DIL 28	8-Kanal
MP 7683	MPS	8	0,33 μs	5	DIL 24, SMD 24	
MP 7684	MPS	8	0,1 μs	5	DIL 24, SMD 24	
MP 7690	MPS	8	0,1 μs	5	DIL 24	Flash
44 062	MUR	8	80 ms	21...30	86 x 90 x 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 090	MUR	8	80 ms	21...30	86 x 90 x 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 091	MUR	8	80 ms	21...30	86 x 90 x 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
ADC 0800	NAT	8	50 μs	5/-12	DIL 18	
ADC 0801	NAT	8	110 μs	5	DIL 20	
ADC 0802	NAT	8	110 μs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 0803	NAT	8	110 μs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 0804	NAT	8	110 μs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 0805	NAT	8	110 μs	5	DIL 20	ratiometrische Messung
ADC 0808	NAT	8	100 μs	5	DIL 28, PLCC	8-Kanal
ADC 0809	NAT	8	100 μs	5	DIL 28, PLCC	8-Kanal
ADC 0811	NAT	8	32 μs	5	DIL 20, PLCC	11-Kanal, seriell
ADC 0816	NAT	8	100 μs	5	DIL 40	16-Kanal
ADC 0817	NAT	8	100 μs	5	DIL 40	16-Kanal
ADC 0819	NAT	8	16 μs	5	DIL 28, PLCC	19-Kanal, seriell
ADC 0820	NAT	8	1,2 μs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 0829	NAT	8	100 μs	5	DIL 28	
ADC 0831	NAT	8	32 μs	5	DIL 8	seriell
ADC 0832	NAT	8	32 μs	5	DIL 8	2-Kanal, seriell
ADC 0833	NAT	8	32 μs	5	DIL 14	4-Kanal, seriell
ADC 0834	NAT	8	32 μs	5	DIL 14	4-Kanal, seriell
ADC 0838	NAT	8	32 μs	5	DIL 20, PLCC	8-Kanal, seriell
ADC 0841	NAT	8	40 μs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 0844	NAT	8	40 μs	5	DIL 20	4 Eingänge
ADC 0848	NAT	8	40 μs	5	DIL 28, PLCC	8 Eingänge
μPC 659 G	NEC	8	50 ns	5	SMD 24	
μPD 6950 C	NEC	8	67 ns	5	DIL 24	
μPD 7001 C	NEC	8	140 μs	5	DIL 16	4-Kanal, seriell
μPD 7002 C	NEC	8/10	5 ms	5	DIL 28	4-Kanal
ADC 0803/4	PHI	8	73 μs	5	DIL 20, SMD 20	
PCF 8591	PHI	8	90 μs	2,5...6	DIL 14, SMD 14	4-Kanal, I ² C-Businterface Half-flash
ADC 0820	PHI	8	1,5 μs	5	DIL 20, SMD 20	
TDA 8703	PHI	8	1/40 MHz	5	DIL 24, SMD 24	
TDA 8708	PHI	8	1/30 MHz	5	DIL 28, SMD 28	
TDA 8709	PHI	8	1/30 MHz	5	DIL 28, SMD 28	
PM 0820	PMI	8	1,5 μs	5	DIL 20, SMD	
ADC 908	PMI	8	6 μs	5	DIL 18, SMD	
PM 7574	PMI	8	15 μs	5	DIL 18, SMD	
SP 97508	PSY	8	110 MHz	-5,2	QP 44, DIL 42	Flash
SP 97608	PSY	8	300 MHz	-5,2	QP 68	Flash
SP 973T8	PSY	8	30 MHz	5	DIL 18	Flash
SP 94308	PSY	8	20 MHz	5/-5,2	DIL 28	
ZN 439	PSY	8	5 μs	5	DIL 22, SMD 24	
ZN 447	PSY	8	9 μs	5	DIL 18, SMD 18	
ZN 448	PSY	8	9 μs	5	DIL 18, SMD 18	
ZN 449	PSY	8	9 μs	5	DIL 18, SMD 18	
ZN 509	PSY	8	8 μs	5	DIL 8, SMD 16	seriell
ZN 510	PSY	8	8 μs	5	DIL 8, SMD 16	seriell
ZN 682	PSY	8	8 μs	5	DIL 20, SMD 20	2-Kanal
ZN 683	PSY	8	8 μs	5	DIL 20, SMD 20	2-Kanal
ZN 684	PSY	8	8 μs	5	DIL 24, SMD 24	4-Kanal

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
ZN 685	PSY	8	8 µs	5	DIL 24, SMD 24	4-Kanal
ZN 688	PSY	8	8 µs	5	DIL 28, SMD 28	8-Kanal
ZN 689	PSY	8	8 µs	5	DIL 28, SMD 28	8-Kanal
ZN 91058	PSY	8	25 MHz	k.A.	DIL 28	
ZN 427	PSY	8	10 µs	5	DIL 18	
KAD 0804	SAM	8	100 µs	5	DIL 20	
KAD 0808	SAM	8	100 µs	5	DIL 28	
KAD 0809	SAM	8	100 µs	5	DIL 28	
KAD 0816	SAM	8	100 µs	5	DIL 40	
KAD 0817	SAM	8	100 µs	5	DIL 40	
KAD 0820	SAM	8	2,5 µs	5	DIL 20, SMD 20	Half-flash
KSV 3208	SAM	8	20 MHz	±5	DIL 28	Flash
SDA 8010	SIE	8	10 ns	5/-4,5	DIL 24	
SDA 0808	SIE	8	13 µs	5	DIL 28, PLCC 28	
SDA 1808	SIE	8	15 µs	5	PLCC 28	
ADC 0803	TI	8	100 µs	5	DIL 20	
ADC 0804	TI	8	100 µs	5	DIL 20	
ADC 0805	TI	8	100 µs	5	DIL 20	
ADC 0808	TI	8	100 µs	5	DIL 28, PLCC	8 Eingänge
ADC 0809	TI	8	100 µs	5	DIL 28, PLCC	8 Eingänge
TL 0808	TI	8	100 µs	2,75...5,5	DIL 28, PLCC	8 Eingänge
TL 0809	TI	8	100 µs	2,75...5,5	DIL 28, PLCC	8 Eingänge
ADC 0820	TI	8	1 µs	5	DIL 20, PLCC	
TLC 532	TI	8	15 µs	5	DIL 28, PLCC	
TLC 533	TI	8	30 µs	5	DIL 28, PLCC	
ADC 0831	TI	8	84 µs	5	DIL 8	seriell
ADC 0832	TI	8	84 µs	5	DIL 8	seriell, 2 Eingänge
ADC 0834	TI	8	84 µs	5	DIL 14	seriell, 4 Eingänge
ADC 0838	TI	8	84 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 8 Eingänge
TLC 540	TI	8	13 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 11 Eingänge
TLC 541	TI	8	25 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 11 Eingänge
TLC 542	TI	8	40 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 11 Eingänge
TLC 543	TI	8	22 µs	3...6	DIL 14	seriell, 5 Eingänge
TLC 544	TI	8	25 µs	3...6	DIL 14	seriell, 5 Eingänge
TLC 545	TI	8	13 µs	5	DIL 28, PLCC	seriell, 19 Eingänge
TLC 546	TI	8	25 µs	5	DIL 28, PLCC	seriell, 19 Eingänge
TLC 548	TI	8	22 µs	3...6	DIL 8	seriell
TLC 549	TI	8	25 µs	3...6	DIL 8	seriell
TLC 5502	TI	8	20 MHz	5	DIL*22	Flash
TDC 1035	TRW	8	-	±5	DIL 24	Peak detector
TDC 1038	TRW	8	50 ns	±5	DIL, PLCC	
TDC 1058	TRW	8	50 ns	5	DIL, PLCC	
TMC 1175	TRW	8	30 ns	5	DIL, PLCC	
HD 49306	HIT	9	50 ns	5	DIL 28	Flash
TDC 1049	TRW	9	30 ns	-5	DIL, LCC	
AD 579	AD	10	1,8 µs	k.A.	DIL	
AD 7579	AD	10	18,5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7580	AD	10	18,5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 571	AD	10	25 µs	k.A.	DIL	
AD 573	AD	10	30 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 575	AD	10	30 µs	k.A.	DIL	
ADC-310	DAT	10	20 MHz	-5	DIL 28	Flash
ADC-510	DAT	10	400 ns	±5/±15	DIL 32	
ADC-515	DAT	10	650 ns	±5/±15	DIL 32	
ADC-856	DAT	10	1 µs	±5	DIL 28	
ADC-816	DAT	10	800 ns	5/±15	DIL 32	
ADC-826	DAT	10	1,4 µs	5/±15	DIL 32	
ADS-115	DAT	10	1 MHz	±5/±15	DIL 32	
ADS-116	DAT	10	1 MHz	±5/±15	DIL 32	
ADS-311	DAT	10	18 MHz	±5	60 × 50 × 11,5	
HI 7151	HAR	10	10 µs	k.A.	DIL	
HI 7152	HAR	10	5 µs	k.A.	DIL	
HI 7153	HAR	10	5 µs	k.A.	DIL	
CA 3310	HAR	10	13 µs	k.A.	DIL, SMD	
HA 19214	HIT	10	66 ns	±5	QP 42	Flash
Hi-7151	IS	10	10 µs	±5	DIL 28	
Hi-7152	IS	10	5 µs	±5	DIL 28	
Hi-7153	IS	10	5 µs	±5	DIL 40	8-Kanal
LTC 1090	LT	10	22 µs	5	DIL 20	
LTC 1091	LT	10	20 µs	5	DIL 8	2 Eingänge
LTC 1092	LT	10	20 µs	5	DIL 8	
LTC 1093	LT	10	20 µs	5	DIL 16	6 Eingänge
LTC 1094	LT	10	20 µs	5	DIL 20	8 Eingänge

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
LTC 1095	LT	10	20 µs	7,2...40	DIL 18	6 Eingänge
MAX 151	MAX	10	2,5 µs	±5	DIL, SMD	
MAX 173	MAX	10	5 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 177	MAX	10	8,3 µs	5/-12	DIL, SMD	
MNSA 1040	MIC	10	40 MHz	k.A.	5" × 7"	
MNSA 1025	MIC	10	25 MHz	k.A.	5" × 7"	
MNSA 1020	MIC	10	20 MHz	k.A.	5" × 7"	
MC 145050	MOT	10	21 µs	5	DIL 20	11-Kanal, seriell
MC 145051	MOT	10	88 µs	5	DIL 20	11-Kanal, seriell
MP 7695	MPS	10	1 µs	5	DIL 24	
44 063	MUR	10	80 ms	21...30	86 × 90 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 094	MUR	10	80 ms	21...30	86 × 90 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 095	MUR	10	80 ms	21...30	86 × 90 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
ADC 1001	NAT	10	200 µs	5	DIL 20	
ADC 1005	NAT	10	50 µs	5	DIL 20, PLCC	
ADC 1021	NAT	10	200 µs	5	DIL 24	
ADC 1025	NAT	10	50 µs	5	DIL 24, PLCC	
µPD 7004 C	NEC	10	104 µs	5	DIL 28	8-Kanal, seriell
ADC 910	PMI	10	6 µs	5	DIL 28	
ZN 432	PSY	10	20 µs	±5	DIL 28	
ZN 433	PSY	10	1 µs	±5	DIL 28	
SDA 0810	SIE	10	15 µs	5	DIL 28, PLCC 28	
SDA 1810	SIE	10	15 µs	5	DIL 28, PLCC 28	
TLC 1540	TI	10	31 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 11 Eingänge
TLC 1541	TI	10	31 µs	5	DIL 20, PLCC	seriell, 11 Eingänge
TDC 1020	TRW	10	50 ns	±5	DIL	
MP 7685	MPS	11	1 µs	5	DIL 40	Flash
AD 9005	AD	12	0,1 µs	k.A.	DIL	
AD 9003	AD	12	1 µs	k.A.	DIL 40	
HAS-1201	AD	12	1 µs	k.A.	DIL	
HAS-1202	AD	12	2,9 µs	k.A.	DIL	
HAS-1204	AD	12	2 µs	k.A.	DIL	
AD 578	AD	12	3 µs	k.A.	DIL	
AD 7672	AD	12	3 µs	5/-12	DIL, (P)LCC	
AD 678	AD	12	4 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 1678	AD	12	4 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 5240	AD	12	5 µs	k.A.	DIL	
AD 7572	AD	12	5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 1332	AD	12	8 µs	k.A.	DIL	
AD 7870	AD	12	10 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7878	AD	12	10 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7772	AD	12	10 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	seriell
AD 1334	AD	12	15 µs	k.A.	DIL	4-Kanal
ADC 84	AD	12	10 µs	k.A.	DIL	
ADC 85	AD	12	10 µs	k.A.	DIL	
AD 5210	AD	12	13 µs	k.A.	DIL	
AD 674	AD	12	15 µs	k.A.	DIL	
AD 368	AD	12	15 µs	k.A.	DIL	
AD 369	AD	12	15 µs	k.A.	DIL	
AD 572	AD	12	25 µs	k.A.	DIL	
ADC 80	AD	12	30 µs	k.A.	DIL	
AD 574	AD	12	35 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 363	AD	12	40 µs	k.A.	DIL	16-Kanal
AD 364	AD	12	50 µs	k.A.	DIL	16-Kanal
AD 5200	AD	12	50 µs	k.A.	DIL	
AD 7578	AD	12	100 µs	k.A.	DIL	
AD 7582	AD	12	100 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
ADS 602	BB	12	1 MHz	5/±15	DIL 32	
ADC 603	BB	12	10 MHz	5/-5,2/±15	DIL 46	
ADC 604	BB	12	5 MHz	5/-5,2/±15	DIL 46	
ADS 574	BB	12	40 kHz	5/-15	DIL 28, SMD 28	Low-Power-Version des ADC 574
ADS 774	BB	12	125 kHz	5/-15	DIL 28, SMD 28	Low-Power-Version des ADC 774
ADS 7800	BB	12	330 kHz	5/-15	DIL 24, SMD 24	
ADC 7802	BB	12	100 kHz	5	DIL 28, PLCC 28	4-Kanal
ADC 7803	BB	12	100 kHz	5	DIL 28, PLCC 28	4-Kanal
ADC 80	BB	12	25 µs	5/±12...15	DIL 32	
ADC 84	BB	12	10 µs	5/±12...15	DIL 32	
ADC 85	BB	12	10 µs	5/±12...15	DIL 32	
ADC 87	BB	12	10 µs	5/±12...15	DIL 32	
ADC 574	BB	12	25 µs	5/±12...15	DIL 28, PLCC 28	
ADC 674	BB	12	15 µs	5/±12...15	DIL 28, PLCC 28	
ADC 774	BB	12	8,5 µs	5/±12...15	DIL 28, PLCC 28	
ADC 804	BB	12	17 µs	5/±12...15	DIL 24	
ADC 803	BB	12	1,5 µs	±5/±15	DIL 32	
ADC 601	BB	12	1 µs	±5/±15	DIL 32	
ADC-7109	DAT	12	133 ms	±5	DIL 40	

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebs- spannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
ADC-HC 12	DAT	12	300 µs	9...15	DIL 32	
ADC-HX 12	DAT	12	20 µs	5±15	DIL 32	
ADC-HZ 12	DAT	12	8 µs	5±15	DIL 32	
ADC-500	DAT	12	500 ns	±5±15	DIL 32	
ADC-505	DAT	12	550 ns	±5±15	DIL 32	
ADC-508	DAT	12	800 ns	±5±15	DIL 32	
ADC-511	DAT	12	1 µs	5±15	DIL 24	
ADC-520	DAT	12	800 ns	5±15	DIL 32	
ADC-521	DAT	12	800 ns	5±15	DIL 32	
ADC-530	DAT	12	300 ns	±5±15	DIL 32	
ADC-810	DAT	12	2 µs	5±15	DIL 32	
ADC-811	DAT	12	4 µs	5±15	DIL 32	
ADC-817	DAT	12	2 µs	5±15	DIL 32	
ADC-827	DAT	12	3 µs	5±15	DIL 32	
ADC-868	DAT	12	500 ns	±5±15	150 × 100 × 10	
ADC-HS12	DAT	12	60 kHz	5±15	DIL 32	
ADC-574	DAT	12	5 kHz	5/15	DIL 28	
ADC-674	DAT	12	5 kHz	5/15	DIL 28	
ADS-105	DAT	12	1 MHz	±5±15	DIL 32	
ADS-106	DAT	12	1 MHz	±5±15	DIL 32	
ADS-111	DAT	12	500 kHz	5±15	DIL 24	
ADS-112	DAT	12	1 MHz	5±15	DIL 24	
ADS-125	DAT	12	670 kHz	5±15	DIL 32	
ADS-126	DAT	12	670 kHz	5±15	DIL 32	
ADS-130	DAT	12	10 MHz	±5±15	DIL 40	
ADS-131	DAT	12	5 MHz	±5±15	DIL 40	
ADS-132	DAT	12	2 MHz	5±15	DIL 32	
ADS-193	DAT	12	1 MHz	5±15	DIL 40	
ADS-21	DAT	12	1,3 MHz	±5±15	67 × 41 × 9,5	
ADS-22	DAT	12	1,1 MHz	±5±15	67 × 41 × 9,5	
HI 574	HAR	12	25 µs	±15	DIL	
HI 674	HAR	12	15 µs	±15	DIL	
HI 774	HAR	12	9 µs	±15	DIL	
ICL 7109	HAR	12	33 ms	±5	DIL	
ICL 7112	HAR	12	40 µs	±5	DIL	
Hi-574 A	IS	12	25 µs	±12±15	DIL 28	
Hi-674 A	IS	12	12 µs	±12±15	DIL 28	
Hi-774	IS	12	8 µs	±12±15	DIL 28	
ICL 7112	IS	12	40 µs	±6	DIL 40	
ICL 7109	IS	12	130 ms	±5	DIL 40	
LTC 1290	LT	12	13 µs	5	DIL 20	8 Eingänge
ICL 7109	MAX	12	k.A.	±5	DIL, PLCC	
MX 578	MAX	12	3 µs	5±15	DIL	
MAX 162	MAX	12	3,25 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 183	MAX	12	3,25 µs	5/-12	DIL, SMD	
MX 7672-03	MAX	12	3,25 µs	5/-12	DIL, SMD, PLCC	
MAX 170	MAX	12	5 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 171	MAX	12	5 µs	5/-12	DIL	optoelektronische Signaltrennung
MAX 184	MAX	12	5 µs	5/-12	DIL, SMD	
MX 7572-05	MAX	12	5 µs	5/-15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7672-05	MAX	12	5 µs	5/-12	DIL, SMD, PLCC	
MAX 163	MAX	12	8,3 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 164	MAX	12	8,33 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 167	MAX	12	8,33 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 174	MAX	12	8 µs	5±12	DIL, SMD	
MAX 180	MAX	12	8,33 µs	5/-12	DIL, PLCC	
MAX 181	MAX	12	8,33 µs	5/-12	DIL, PLCC	
MAX 172	MAX	12	10 µs	5/-12	DIL, SMD	
MAX 185	MAX	12	10,4 µs	5/-12	DIL, SMD	
MX 7672-10	MAX	12	10,4 µs	5/-12	DIL, SMD, PLCC	
MX 7572-12	MAX	12	12 µs	5/-15	DIL, SMD, PLCC	
MX 674	MAX	12	15 µs	5±12	DIL, SMD	
MAX 574	MAX	12	25 µs	5±12	DIL, SMD, PLCC	
MAX 178	MAX	12	50 µs	±5/15	DIL, SMD	
MAX 182	MAX	12	50 µs	±5/15	DIL, SMD	
MX 7578	MAX	12	100 µs	±5/15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7582	MAX	12	100 µs	±5/15	DIL, SMD, PLCC	
MN 5249	MIC	12	0,4 µs	k.A.	DIL 40	
MNSA 1210	MIC	12	8 MHz	k.A.	5" × 5,5"	
MN 5245	MIC	12	0,85 µs	k.A.	DIL 40	
MN 5240	MIC	12	5 µs	k.A.	DIL 32	
MN 774	MIC	12	8 µs	k.A.	DIL 28	
ADC 84	MIC	12	8 µs	k.A.	DIL 32	
ADC 85	MIC	12	8 µs	k.A.	DIL 32	
ADC 87	MIC	12	8 µs	k.A.	DIL 32	
MN 5210	MIC	12	13 µs	k.A.	DIL 32	
MN 674 A	MIC	12	15 µs	k.A.	DIL 28	
ADC 80	MIC	12	25 µs	k.A.	DIL 32	
MN 574 A	MIC	12	25 µs	k.A.	DIL 28	
MN 5200	MIC	12	50 µs	k.A.	DIL 24	
MN 5250	MIC	12	175 µs	k.A.	DIL 24	
MN 6300	MIC	12	10 MHz	k.A.	DIL 40	

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebs- spannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
MNSA 1205	MIC	12	5 MHz	k.A.	5" × 5,5"	
MN 6249	MIC	12	2 MHz	k.A.	DIL 40	
MN 6774	MIC	12	100 kHz	k.A.	DIL 28	
MN 6231	MIC	12	50 kHz	k.A.	DIL 28	
MN 6227	MIC	12	33 kHz	k.A.	DIL 28	
MP 574	MPS	12	25 µs	5±15	DIL 28	
ADC 1205	NAT	12	100 µs	5	DIL 24	
ADC 1210	NAT	12	200 µs	5...±15	DIL 24	
ADC 1211	NAT	12	200 µs	5...±5	DIL 24	
ADC 1225	NAT	12	100 µs	5	DIL 28	
ADC 922	PMI	12	3 µs	5±15	DIL 28	
PM 7572	PMI	12	5 µs	5/-12	DIL 24, SMD, PLCC	
ADC 912	PMI	12	12 µs	5/-12	DIL 24, SMD	
SDA 0812	SIE	12	8,5 µs	5	DIL 28, PLCC 28	
SDA 1812	SIE	12	8,5 µs	5	DIL 28, PLCC 28	
SP 7800	SPX	12	3 µs	5/-15	DIL 24, SMD	
HS 574 A	SPX	12	25 µs	5/15	DIL 28, LCC	
SP 674 A	SPX	12	15 µs	5/15	DIL 28, LCC	
SP 9550	SPX	12	200 ns	±5±15	DIL 32	Half-flash
SP 9560	SPX	12	100 ns	±5	DIL 46	
HS 9410	SPX	12	25 µs	5±15	DIL 28	8 Eingänge
SP 9462	SPX	12	25 µs	5±15	PGA 68	16 Eingänge
THC 1201	TRW	12	100 ns	±5	DIL 46	
MP 7550	MPS	13	40 µs	±5/12	DIL 40	
TLC 1225	TI	13	10 µs	(±) 5	DIL 28	5 Eingänge
TMC 1251	TRW	13	7,7 µs	±5	DIL 24	
HAS-1409	AD	14	9 µs	k.A.	DIL 40	
AD 679	AD	14	10 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 1679	AD	14	10 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 7871	AD	14	10 µs	k.A.	DIL, (P)PLCC	
ADC 614	BB	14	5 MHz	5/-5,2±15	DIL 46	
ADC-908	DAT	14	1 µs	5±15	DIL 32	
ADC-914	DAT	14	2,4 µs	5±15	DIL 24	
ADS-924	DAT	14	300 kHz	5±15	DIL 24	
ADS-928	DAT	14	500 kHz	5±15	DIL 32	
ICL 7115	HAR	14	40 µs	±5	DIL, LCC	
ICL 7115	IS	14	40 µs	±5	DIL 40, LCC 40	
ICL 7104	IS	14/16	k.A.	±15	DIL 40	
TDA 1534	PHI	14	8,5 µs	±5/-17	DIL 28	seriell
SP 9478	SPX	14	1,2 µs	±5±15	DIL 32	
ADC-800	DAT	15	400 ms	±15	DIL 40	
AD 1377	AD	16	10 µs	k.A.	DIL	
AD 1376	AD	16	15 µs	k.A.	DIL	erweiterter Temperaturbereich
AD 1380	AD	16	20 µs	k.A.	DIL	erweiterter Temperaturbereich
ADC 71	AD	16	50 µs	k.A.	DIL	
ADC 72	AD	16	50 µs	k.A.	DIL	
DAS 1159	AD	16	55 µs	k.A.	DIL	
ADC 701	BB	16	1,5 µs	±5±15	DIL 40	
ADC 71	BB	16	50 µs	5±15	DIL 32	
ADC 76	BB	16	15 µs	5±15	DIL 32	
ADC 700	BB	16	15 µs	5±12...15	DIL 28	
ADC-974	DAT	16	2,5 µs	5±15	150 × 100 × 10	
MN 5295	MIC	16	17 µs	k.A.	DIL 32	
MN 5290	MIC	16	40 µs	k.A.	DIL 32	
MN 5284	MIC	16	50 µs	k.A.	DIL 32	
MN 5282	MIC	16	50 µs	k.A.	DIL 32	
MN 5280	MIC	16	100 µs	k.A.	DIL 32	
MN 6400	MIC	16	50 kHz	k.A.	DIL 28	
MN 6295	MIC	16	50 kHz	k.A.	DIL 32	
MN 6290	MIC	16	20 kHz	k.A.	DIL 32	
HS 9516	SPX	16	100 µs	5±15	DIL 32	
HS 9576	SPX	16	17 µs	5±15	DIL 32	
HS 9476	SPX	16	17 µs	5±15	DIL 32	
SP 9490	SPX	16	1 µs	±5±15	DIL 58	
SP 9480	SPX	16	17 µs	5±15	DIL 32	8 Eingänge
SP 9488	SPX	16	16 µs	5±15	DIL 62	16 Eingänge
AD 1170	AD	18	1 ms	k.A.	DIL	programmierbar 7...22 bit
DSP 101	BB	18	200 kHz	±5	DIL 28	DSP-kompatibel
DSP 102	BB	18	200 kHz	±5	DIL 28	DSP-kompatibel
ADC 620	BB	20	20 MHz	5/-5,2±15	DIL 46	
PPDMsens	BO	20	2,5 s	±12	51 × 38 × 10	Auflösung propor- tional zur Perioden- dauer des Systemtakts
MN 5420	MIC	20	320 kHz	k.A.	3" × 4"	Autoranging, 20 bit, Floating Point Converter
ADC 20048	UA	20	k.A.	5±15	DIL 48	Digital-Audio- Anwendungen
ADC 5601	PRE	15...25	20 ms...20 s	5±15	50 × 50 × 10	

D/A-Wandler

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
MC 10320	MOT	4	3 ns	5 (±5)	DIL 28	3-Kanal
ZN 434	PSY	4	0,2 µs	5	DIL 8, SMD 8	
ZN 454	PSY	4	8 ns	±5	DIL 28	3-Kanal
ZN 455	PSY	4	8 ns	±5	DIL 28	3-Kanal
MC 144110	MOT	6	k.A.	4,5...15	DIL 18	6-Kanal
MC 144111	MOT	6	k.A.	4,5...15	DIL 14	4-Kanal
44 066	MUR	6	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
µPD 6325	NEC	6	10 µs	5	DIL 16, SMD 16	4-Kanal
µPD 6326	NEC	6	10 µs	5	DIL 16	8-Kanal
µPD 6335	NEC	6	10 µs	5	DIL 16, SMD 16	4-Kanal
µPD 6336	NEC	6	10 µs	5	DIL 16	8-Kanal
µPD 6901	NEC	6	50 ns	5	DIL 16	Stromausgang
DAC-01	PMI	6	3 µs	±12...18	DIL 14	
ZN 436	PSY	6	1 µs	5	DIL 14	
KDA 0406	SAM	6	20 MHz	±5	SMD 28	3-Kanal
TL 5601	TI	6	20 MHz	5	DIL 16	
AD 557	AD	8	0,8 µs	5	DIL, PLCC	
AD 7569	AD	8	1 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 558	AD	8	3 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7224	AD	8	7 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 9768	AD	8	5 ns	k.A.	DIL, LCC	
AD 7524	AD	8	0,1 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	multiplizierend
0805 MR	DAT	8	8 ns	-5,2	DIL 24	75-Ω-Ausgang
DAC-8308	DAT	8	7,5 ns	±5	50 × 75 × 10	75-Ω-Ausgang
DAC-08	DAT	8	85 ns	±4,5...18	DIL 16	
DAC-IC8	DAT	8	300 ns	5/-15	DIL 16	
DAC-608	DAT	8	1 µs	5...15	DIL 20	
DAC-7523	DAT	8	150 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend
DAC-UP8	DAT	8	2 ns	±12...18	DIL 22	
DAC-HF8	DAT	8	25 ns	±15	DIL 24	
HA 19510	HIT	8	25 ns	5	DIL 18	
AD 7523	IS	8	150 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend
MAX 500	MAX	8	4 µs	12/-5	DIL, SMD	4-Kanal
MX 7225	MAX	8	4 µs	12/-5	DIL, SMD, PLCC	4-Kanal
MX 7226	MAX	8	4 µs	12/-5	DIL, SMD, PLCC	4-Kanal
MX 7228	MAX	8	5 µs	5...15/-5	DIL, SMD, PLCC	8-Kanal
MAX 7624	MAX	8	0,4 µs	12	DIL, SMD	
MX 7224	MAX	8	5 µs	12/-5	DIL, SMD, PLCC	
MX 7523	MAX	8	0,15 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7524	MAX	8	0,4 µs	5/15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7528	MAX	8	0,18 µs	5...15	DIL, SMD, PLCC	2-Kanal
MX 7628	MAX	8	0,35 µs	12	DIL, SMD, PLCC	2-Kanal
MN 3008	MIC	8	1 µs	k.A.	DIL 16	
MN 3020	MIC	8	3 µs	k.A.	DIL 18	
MN 3014	MIC	8	2,5 µs	k.A.	DIL 16	
MN 3000	MIC	8	30 µs	k.A.	DIL 14	
MC 1408	MOT	8	300 ns	5/-5...-15	DIL 16	multiplizierend
MC 1508	MOT	8	300 ns	5/-5...-15	DIL 16	multiplizierend
DAC-08	MOT	8	85 ns	5/-15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
MC 10318	MOT	8	10 ns	-5,2	DIL 16	multiplizierend
MP 7523	MPS	8	200 ns	15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
MP 7524	MPS	8	100 ns	15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
MP 7528	MPS	8	100 ns	15	DIL 20, SMD 20	2-Kanal, multiplizierend
MP 7529	MPS	8	200 ns	15	DIL 20	2-Kanal, multiplizierend
MP 7628	MPS	8	200 ns	5	DIL 28	4-Kanal, multiplizierend
44 067	MUR	8	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 072	MUR	8	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 073	MUR	8	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
ADC 0852	NAT	8	k.A.	5	DIL 8	seriell
ADC 0854	NAT	8	k.A.	5	DIL 14	seriell
DAC 0800	NAT	8	100 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0801	NAT	8	100 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0802	NAT	8	100 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0806	NAT	8	150 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0807	NAT	8	150 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0808	NAT	8	150 ns	±5...15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
DAC 0830	NAT	8	1 µs	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	multiplizierend

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
DAC 0831	NAT	8	1 µs	5...15	DIL 20	multiplizierend
DAC 0832	NAT	8	1 µs	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	multiplizierend
µPC 662	NEC	8	28,5 ns	5	QP 48	3-Kanal
µPC 664	NEC	8	28,5 ns	5	SMD 36	2-Kanal
µPD 6900	NEC	8	50 ns	5	DIL 22	Stromausgang
µPD 6902	NEC	8	20 ns	5	DIL 22	Stromausgang
µPD 7011	NEC	8	3 µs	5	DIL 18	
DAC-08	PHI	8	70 ns	±4,5...18	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
MC 1408	PHI	8	70 ns	5/-15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
NE 5018/9	PHI	8	2,3 µs	±15	DIL 22	
PCF 8591	PHI	8	90 µs	2,5...6	DIL 14, SMD 14	I ² C-Businterface
TDA 8702	PHI	8	1/30 MHz	5	DIL 16, SMD 16	
DAC-08	PMI	8	135 ns	±4,5...18	DIL 16, SMD, PLCC	multiplizierend
DAC-20	PMI	8	150 ns	±4,5...18	DIL 16	multiplizierend
DAC-108	PMI	8	20 ns	±4,5...18	DIL 16	multiplizierend
DAC-888	PMI	8	400 ns	5/-12	DIL 18	multiplizierend
DAC-1408	PMI	8	250 ns	5/-5...-15	DIL 16	multiplizierend
DAC-8228	PMI	8	5 µs	12...15	DIL 20, SMD	2-Kanal
DAC-8229	PMI	8	5 µs	12/-5	DIL 20, SMD	2-Kanal
DAC-8408	PMI	8	250 ns	5	DIL 28, SMD, PLCC	4-Kanal
DAC-8426	PMI	8	5 µs	15	DIL 20, SMD	4-Kanal
DAC-8800	PMI	8	2 µs	12(/-5)	DIL 20, SMD	8-Kanal
DAC-8840	PMI	8	4 µs	k.A.	DIL 24, SMD	8-Kanal, multiplizierend
PM-7224	PMI	8	5 µs	15(/-15)	DIL 18, SMD, PLCC	
PM-7226	PMI	8	5 µs	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	4-Kanal
PM-7228	PMI	8	4 µs	15/-5	DIL 24, SMD, PLCC	8-Kanal
PM-7524	PMI	8	200 ns	5/15	DIL 16, SMD, PLCC	multiplizierend
PM-7528	PMI	8	350 ns	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	2-Kanal, multiplizierend
PM-7628	PMI	8	200 ns	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	2-Kanal, multiplizierend
JM 38510	PMI	8	135 ns	±15	DIL 16	
MV 95308	PSY	8	20 ns	5	DIL 20	
MV 95408	PSY	8	20 ns	5	DIL 20	
SP 98608	PSY	8	2,2 ns	-5	DIL 22, LCC 24	
ZN 515	PSY	8	10 ns	5	DIL 24	
MV 95101	PSY	8	20 ns	k.A.	DIL 40, PLCC 44	3-Kanal
ZN 425	PSY	8	1 µs	5	DIL 16	
ZN 426	PSY	8	1 µs	5	DIL 14, SMD 16	
ZN 428	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 16	
ZN 429	PSY	8	1 µs	5	DIL 14, SMD 14	
ZN 435	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 18	
ZN 438	PSY	8	1,25 µs	±5	DIL 16	
ZN 508	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 20, SMD 20	2-Kanal
ZN 525	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 18	
ZN 527	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 20, SMD 20	2-Kanal
ZN 528	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 20, SMD 20	2-Kanal
ZN 558	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 16, SMD 16	
ZN 559	PSY	8	0,8 µs	5	DIL 16, SMD 16	
DAC-08	RAY	8	85 ns	±4,5...18	DIL	multiplizierend
KDA 0800	SAM	8	100 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
KDA 0801	SAM	8	100 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
KDA 0802	SAM	8	100 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
KDA 0808	SAM	8	150 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
KDA 0807	SAM	8	150 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
KDA 0806	SAM	8	150 ns	±15	DIL 16, SMD 16	
TL(C) 5602	TI	8	20 MHz	5	DIL 18	
AD 7524	TI	8	100 ns	5...15	DIL 16, PLCC	multiplizierend
AD 7528	TI	8	100 ns	5...15	DIL 20, PLCC	multiplizierend
TMC 0458	TRW	8	5 ns	5	PLCC	3-Kanal
TDC 1318	TRW	8	5 ns	-5	DIL 40	3-Kanal
TDC 1018	TRW	8	5 ns	-5	DIL 24	
TDC 1041	TRW	9/10	50 ns	±5	DIL 24	
TDC 1141	TRW	9/10	20 ns	±5	DIL 24	
AD 561	AD	10	0,25 µs	k.A.	DIL	
AD 7533	AD	10	0,6 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
DAC-HF10	DAT	10	25 ns	±15	DIL 24	
DAC-330	DAT	10	160 MHz	-5	DIL 28	
DAC-610	DAT	10	500 ns	5...15	DIL 20	
DAC-7533	DAT	10	600 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend
DAC-IC10	DAT	10	250 ns	5/-15	DIL 16	
DAC-UP10	DAT	10	5 µs	±12...16,5	DIL 24	
HA 19505	HIT	10	25 ns	5	DIL 18	
AD 7520	IS	10	500 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebs- spannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
AD 7530	IS	10	500 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend
AD 7533	IS	10	600 ns	5...16	DIL 16	multiplizierend
MX 7520	MAX	10	0,5 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7530	MAX	10	0,5 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7533	MAX	10	0,6 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MN 3003	MIC	10	30 µs	k.A.	DIL 16	
MN 3040	MIC	10	10 µs	k.A.	DIL 18	
MP 7522	MPS	10	500 ns	15	DIL 28, SMD 28	multiplizierend
MP 7530	MPS	10	500 ns	15	DIL 16	multiplizierend
MP 7533	MPS	10	500 ns	15	DIL 16, SMD 16	multiplizierend
MP 7633	MPS	10	500 ns	15	DIL 16, PLCC	multiplizierend
44 068	MUR	10	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 074	MUR	10	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
44 075	MUR	10	k.A.	21...30	86 × 67,5 × 65	Ein- und Ausgang galvanisch getrennt
DAC 1000	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 24	
DAC 1001	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 24	
DAC 1002	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 24	
DAC 1006	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 20	
DAC 1007	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 20	
DAC 1008	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 20	
DAC 1020	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 16	multiplizierend
DAC 1021	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 16	multiplizierend
DAC 1022	NAT	10	500 ns	5...15	DIL 16	multiplizierend
MC 3410	PHI	10	250 ns	5/- 15	DIL 16	multiplizierend
NE 5020	PHI	10	5 µs	± 15	DIL 24	
DAC-02	PMI	10	2 µs	± 15	DIL 18	
DAC-03	PMI	10	2 µs	± 15	DIL 18	
DAC-10	PMI	10	150 ns	5/- 7,5	DIL 18	multiplizierend
DAC-86	PMI	10	500 ns	± 15	DIL 18	COMDAC
DAC-88	PMI	10	500 ns	± 15	DIL 18	COMDAC
DAC-89	PMI	10	500 ns	± 15	DIL 18	COMDAC
DAC-100	PMI	10	300 ns	± 6...18	DIL 16	
DAC-210	PMI	10	1,5 µs	± 15	DIL 18	
PM-7533	PMI	10	600 ns	5...15	DIL 16, SMD, PLCC	multiplizierend
DAC-10	RAY	10	85 ns	4/- 7,5...± 8	DIL	multiplizierend
KDA 3310	SAM	10	25 MHz	± 5	DIL 28	
AD 7533	TI	10	150 ns	5...15	DIL 16, PLCC	multiplizierend
TDC 1012	TRW	10/12	50 ns	± 5	DIL 24	
TDC 1112	TRW	10/12	20 ns	± 5	DIL 24	
AD 568	AD	12	35 ns	k.A.	DIL	
HDS-1250	AD	12	35 ns	k.A.	DIL	
AD 668	AD	12	50 ns	k.A.	DIL	multiplizierend
HDM-1210	AD	12	85 ns	k.A.	DIL	
AD 565	AD	12	0,25 µs	k.A.	DIL	
AD 566	AD	12	0,35 µs	k.A.	DIL	
AD 7541	AD	12	0,6 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	multiplizierend
AD 7548	AD	12	1 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7542	AD	12	2 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	multiplizierend
AD 7543	AD	12	2 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	multiplizierend, seriell
HDD-1206	AD	12	2 µs	k.A.	DIL	
AD 662	AD	12	3 µs	5	DIL	
AD 667	AD	12	3 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 767	AD	12	3 µs	k.A.	DIL	
AD 7848	AD	12	4 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7845	AD	12	5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	multiplizierend
AD 7245	AD	12	10 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7248	AD	12	10 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
DAC 63	BB	12	40 ns	± 15	DIL 24	
DAC 65	BB	12	40 ns	± 15	DIL 24	
DAC 650	BB	12	5 ns	± 15/± 5	LCC 68	
DAC 812	BB	12	65 ns	5/± 15	DIL 24	
DAC 80	BB	12	4 µs	± 15	DIL 24	
DAC 811	BB	12	4 µs	k.A.	DIL 28	doppeltes Eingangsregister
DAC 667	BB	12	4 µs	± 12/± 15	DIL 28	doppeltes Eingangsregister
DAC 813	BB	12	4 µs	± 12/± 15	DIL 28, SMD 28	doppeltes Eingangsregister
DAC 7541	BB	12	1 µs	5/15	DIL 18, SMD 20	multiplizierend
DAC 7545	BB	12	2 µs	5/15	DIL 20, SMD 20	multiplizierend
DAC 7800	BB	12	0,8 µs	5	DIL 16, SMD 16	2-Kanal, multiplizierend

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebs- spannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
DAC-HF12	DAT	12	50 ns	± 15	DIL 24	
DAC-HK12	DAT	12	3 µs	5/± 15	DIL 24	
DAC-HZ12	DAT	12	3 µs	± 15	DIL 24	
DAC-562	DAT	12	400 ns	5/- 15	DIL 24	multiplizierend
DAC-612	DAT	12	1 µs	5...15	DIL 24	
DAC-7541	DAT	12	1 µs	5...16	DIL 18	multiplizierend
AD 7521	IS	12	500 ns	5...16	DIL 18	multiplizierend
AD 7531	IS	12	500 ns	5...16	DIL 18	multiplizierend
AD 7541	IS	12	1 µs	5...16	DIL 18	multiplizierend
AD 7545	IS	12	2 µs	5...15	DIL 20	multiplizierend
Hi-562	IS	12	300 ns	5/- 15	DIL 24	
Hi-565	IS	12	350 ns	± 12	DIL 24	
MAX 543	MAX	12	1 µs	5...15	DIL, SMD	
MAX 7645	MAX	12	1 µs	15	DIL, SMD	
MX 565	MAX	12	0,25 µs	± 15	DIL, SMD, PLCC	
MX 566	MAX	12	0,35 µs	- 15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7521	MAX	12	0,5 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7531	MAX	12	0,5 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7541	MAX	12	1 µs	15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7542	MAX	12	2 µs	5	DIL, SMD, PLCC	
MX 7543	MAX	12	2 µs	5	DIL, SMD, PLCC	seriell
MX 7545	MAX	12	2 µs	5...15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7548	MAX	12	1 µs	5...15	DIL, SMD, PLCC	
MX 7537	MAX	12	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	2-Kanal
MX 7547	MAX	12	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	2-Kanal
MX 7549	MAX	12	1,5 µs	15	DIL, SMD, PLCC	2-Kanal
MN 565	MIC	12	0,25 µs	k.A.	DIL 24	
DAC 80	MIC	12	4 µs	k.A.	DIL 24	
DAC 85	MIC	12	4 µs	k.A.	DIL 24	
DAC 87	MIC	12	7 µs	k.A.	DIL 24	
DAC HK	MIC	12	4 µs	k.A.	DIL 24	
MN 3850	MIC	12	7 µs	k.A.	DIL 24	
MN 3860	MIC	12	7 µs	k.A.	DIL 24	
MN 3348	MIC	12	8 µs	k.A.	DIL 24	
DAC 88	MIC	12	10 µs	k.A.	DIL 24	
MN 3349	MIC	12	10 µs	k.A.	DIL 24	
MN 1900	MIC	12	100 µs	k.A.	DIL 40	
MN 370	MIC	12	60 µs	k.A.	DIL 18	
MP 1208	MPS	12	1 µs	15	DIL 24	
MP 1209	MPS	12	1 µs	15	DIL 24	
MP 1210	MPS	12	1 µs	15	DIL 24	
MP 1230	MPS	12	1 µs	15	DIL 20, SMD 20	8 Eingänge
MP 1231	MPS	12	1 µs	15	DIL 20, SMD 20	8 Eingänge
MP 1232	MPS	12	1 µs	15	DIL 20, SMD 20	8 Eingänge
MP 7541	MPS	12	500 ns	15	DIL 18, SMD 18	multiplizierend
MP 7542	MPS	12	1 µs	5	DIL 16, SMD 16	
MP 7543	MPS	12	1 µs	5	DIL 16, SMD 16	seriell
MP 7545	MPS	12	1 µs	15	DIL 20, SMD 20	multiplizierend
MP 7622	MPS	12	1 µs	15	DIL 28	multiplizierend
MP 7623	MPS	12	500 ns	15	DIL 18, SMD 18	multiplizierend
MP 7680	MPS	12	500 ns	15	DIL 40, QP 40	4-Kanal, multiplizierend
MP 7645	MPS	12	1 µs	15	DIL 20	multiplizierend
DAC 1208	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 24	multiplizierend
DAC 1209	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 24	multiplizierend
DAC 1210	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 24	multiplizierend
DAC 1218	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 18	multiplizierend
DAC 1219	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 18	multiplizierend
DAC 1220	NAT	12	500 ns	5...15	DIL 18	multiplizierend
DAC 1221	NAT	12	500 ns	5...15	DIL 18	multiplizierend
DAC 1222	NAT	12	500 ns	5...15	DIL 18	multiplizierend
DAC 1230	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 20	multiplizierend
DAC 1231	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 20	multiplizierend
DAC 1232	NAT	12	1 µs	5...15	DIL 20	multiplizierend
DAC 1265	NAT	12	200 ns	± 15	DIL 24	
DAC 1266	NAT	12	200 ns	± 12...15	DIL 24	
AM 6012	PHI	12	250 ns	± 15	DIL 20, SMD 20	multiplizierend
DAC-312	PMI	12	500 ns	± 15	DIL 20, SMD	multiplizierend
DAC-400	PMI	12	3 ns	5/- 2/- 5,2	k.A.	multiplizierend
DAC-8012	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 20, PLCC	multiplizierend
DAC-8043	PMI	12	1 µs	5	DIL 8	multiplizierend, seriell
DAC-8143	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 16, SMD	seriell
DAC-8212	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 24, PLCC	2-Kanal, multiplizierend
DAC-8221	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 24, SMD	2-Kanal, multiplizierend

Typ	Hersteller	Bit	Wandlungszeit bzw. maximale Arbeitsfrequenz	Betriebsspannung(en) [V]	Gehäuse	Kommentar
DAC-8222	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 24, SMD, PLCC	2-Kanal, multiplizierend
DAC-8248	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 24, SMD	2-Kanal
DAC-8412	PMI	12	20 µs	5...±15	k.A.	4-Kanal
PM-562	PMI	12	1,5 µs	5/-15	DIL 24	multiplizierend
PM-6012	PMI	12	250 ns	±15	DIL 20, SMD	multiplizierend
PM-7541	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 18	multiplizierend
PM-7542	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 16, SMD, PLCC	multiplizierend
PM-7543	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 16, SMD, PLCC	multiplizierend, seriell
PM-7545	PMI	12	1 µs	5	DIL 20, SMD, PLCC	multiplizierend
PM-7645	PMI	12	1 µs	15	DIL 20, SMD, PLCC	multiplizierend
PM-7548	PMI	12	1 µs	5...15	DIL 20, SMD, PLCC	multiplizierend
DAC-6012	RAY	12	250 ns	4/-10...±18	DIL	multiplizierend
SP DAC 87	SPX	12	4 µs	±12...15	DIL 24	
HS 3120	SPX	12	2 µs	15	DIL 28	
SP 7512	SPX	12	2 µs	15	SMD 28	
HS 7541 A	SPX	12	1 µs	15	DIL 18	Ultra Low Power (1,5 mW)
HS 7584	SPX	12	3 µs	5	DIL 40, LCC 44	4-Kanal
HS 9342	SPX	12	2 µs	±15	DIL 28	4-Kanal
SP 9345	SPX	12	15 µs	±15	DIL 28	4-Kanal
AD 7534	AD	14	1,5 µs	k.A.	DIL	
AD 7535	AD	14	1,5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7536	AD	14	1,5 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 7538	AD	14	1,5 µs	k.A.	DIL	
AD 7840	AD	14	4 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
DAC-7134	DAT	14	3 µs	3,5...6	DIL 28	
ICL 7134	IS	14	1 µs	3,5...6	DIL 28	multiplizierend
MX 7534	MAX	14	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	2 Eingänge
MX 7535	MAX	14	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	
MX 7536	MAX	14	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	
MX 7538	MAX	14	1,5 µs	12	DIL, SMD, PLCC	
MP 7614	MPS	14	2 µs	15	DIL 20	multiplizierend
SP 7514	SPX	14	2 µs	15	SMD 20	
AD 1856	AD	16	1,5 µs	k.A.	DIL	
AD 569	AD	16	3 µs	k.A.	DIL	
AD 7846	AD	16	6 µs	k.A.	DIL, (P)LCC	
AD 1145	AD	16	6 µs	k.A.	DIL, PLCC	
AD 1147	AD	16	20 µs	k.A.	DIL	
AD 1148	AD	16	20 µs	k.A.	DIL	
DAC-HP16	DAT	16	15 µs	±15	DIL 24	
ICL 7121	IS	16	3 µs	4,5...5,5	DIL 28	
DAC 16	IS	16	1 µs	±15	DIL 40	
MN 3290	MIC	16	8 µs	k.A.	DIL 24	
DAC 71	MIC	16	10 µs	k.A.	DIL 24	
MP 7616	MPS	16	2 µs	15	DIL 22	multiplizierend
MP 7626	MPS	16	2 µs	15	DIL 24	multiplizierend
MP 7636	MPS	16	2 µs	15	DIL 20	multiplizierend
µPD 6355	NEC	16	11,3 µs	5	SMD 28	2-Kanal
µPD 6372	NEC	16	5 µs	5	DIL 16, SMD 16	2-Kanal
µPD 6376	NEC	16	2,5 µs	5	DIL 16, SMD 16	2-Kanal
TDA 1541 A	PHI	16	5 µs	±5/-15	DIL 28	Stereo-DAC
TDA 1543 A	PHI	16	5,2 µs	5	DIL 8, SMD 16	Stereo-DAC
SAA 7322	PHI	16	k.A.	5	QP 44	Stereo-DAC, bit stream
SAA 7323	PHI	16	k.A.	5	QP 44	Stereo-DAC, bit stream
SP 7516	SPX	16	2 µs	15	SMD 24	
SP 1148	SPX	16	20 µs	±15	DIL 32	
SP 9316	SPX	16	2 µs	±15	DIL 24	
HS 9390	SPX	16	75 ns	5/±15	DIL 32	
AD 1860	AD	18	1,5 µs	k.A.	DIL	
AD 1139	AD	18	40 µs	k.A.	DIL	
SP 9380	SPX	18	50 µs	±15	DIL 32	
SAA 7350	PHI	20	k.A.	5	QP 44	Stereo-DAC, bit stream
SAA 7351	PHI	20	k.A.	5	QP 44	Stereo-DAC, bit stream
TDA 1547	PHI	20	k.A.	±5/3,5	SMD 32	Stereo-DAC
DAC D20 400	UA	20	400 kHz	5/±15	2" x 3"	2-Kanal, Digital-Audio-Anwendungen

Die in der Tabelle verwendeten Herstellerabkürzungen stehen für folgende Anbieter:

AD und PMI = Analog Devices GmbH Edelsbergstr. 8-10 W-8000 München 21 Tel.: (0 89) 5 70 05-0 Fax: (0 89) 5 70 05-157 Telex: 5 23 712	MAX = Maxim GmbH Sandstr. 21 W-8000 München 2 Tel.: (0 89) 5 23 40 83 Fax: (0 89) 5 23 66 22	PSY = Plessey GmbH Ungererstr. 129 W-8000 München 40 Tel.: (0 89) 36 09 06-0 Fax: (0 89) 36 09 06 55 Telex: 5 23 980
BB = Burr-Brown International GmbH Kurze Str. 40 W-7024 Filderstadt 4 Tel.: (07 11) 77 04-0 Fax: (07 11) 77 04-109 Telex: 7 111 257	MIC = Micro Networks über: Protec GmbH Laurinweg 1 W-8012 Ottobrunn Tel.: (0 89) 6 09 70 01 Fax: (0 89) 6 09 81 70 Telex: 5 29 298	RAY = Raytheon Halbleiter GmbH Thalkirchner Str. 74 W-8000 München 2 Tel.: (0 89) 53 96 93 Fax: (0 89) 53 14 39
BO = Bohn-Elektronik Otto-Hahn-Str. 5 W-6703 Limburgerhof Tel.: (0 62 36) 6 97 13	MOT = Motorola GmbH Schatzbogen 7 W-8000 München 82 Tel.: (0 89) 9 21 03-0 Fax: (0 89) 92 10 31 01 Telex: 5 22 119	SAM = Samsung Semiconductor Europe GmbH Mergenthalerallee 38-40 W-6236 Eschborn Tel.: (0 61 96) 90 09-0 Fax: (0 61 96) 90 09 89 Telex: 4 072 678
DAT = Datel GmbH Bavariaring 8/1 W-8000 München 15 Tel.: (0 89) 53 07 41 Fax: (0 89) 53 63 37 Telex: 5 212 855	MPS = Micro Power Systems GmbH Ernsberger Str. 14 W-8000 München 60 Tel.: (0 89) 83 70 91 Fax: (0 89) 8 34 04 02	SIE = Siemens AG Balanstr. 73 W-8000 München 90 Tel.: (0 89) 41 44-0 Fax: (0 89) 41 44 36 83 Telex: 1 789 706 895
EUR = Eurosil electronic GmbH Erfurter Str. 16 W-8057 Eching Tel.: (0 89) 3 19 06-0 Fax: (0 89) 3 19 46 21 Telex: 5 22 432	MUR = Murrelektronik GmbH Falkenstr. 3 W-7155 Oppenweiler Tel.: (0 71 91) 47-0 Fax: (0 71 91) 4 71 30 Telex: 7 24 469	SPX = Sipex GmbH Rheinstr. 32 W-6100 Darmstadt Tel.: (0 61 51) 29 15 95 Fax: (0 61 51) 29 27 62 Telex: 4 19 390
HAR = Harris Semiconductor Putzbrunner Str. 69 W-8000 München 83 Tel.: (0 89) 6 38 13-0 Fax: (0 89) 6 37 78 91 Telex: 5 29 051	NAT = National Semiconductor GmbH Industriestr. 10 W-8080 Fürstfeldbruck Tel.: (0 81 41) 1 03-0 Fax: (0 81 41) 10 35 06	TI = Texas Instruments Deutschland GmbH Haggertystr. 1 W-8050 Freising Tel.: (0 81 61) 80-0 Fax: (0 81 61) 80 45 16 Telex: 5 26 529
HIT = Hitachi Europe GmbH Hans-Pinsel-Str. 10 A W-8013 Haar Tel.: (0 89) 46 14-0 Fax: (0 89) 46 31 51 Telex: 5 22 593	NEC = NEC Electronics (Europe) GmbH Oberrather Str. 4 W-4000 Düsseldorf 30 Tel.: (02 11) 65 03-0 Fax: (02 11) 6 50 33 44 Telex: 8 58 996-0	TRW = TRW GmbH Konrad-Celtis-Str. 81 W-8000 München 70 Tel.: (0 89) 71 03-0 Fax: (0 89) 7 10 31 80 Telex: 5 24 360
INT = Intersil über: Alfred Neye Enatechnik GmbH Schillerstr. 14 W-2085 Quickborn Tel.: (0 41 06) 6 12-0 Fax: (0 41 06) 61 22 68 Telex: 2 13 590	PHI = Philips Components GmbH Burchardstr. 19 W-2000 Hamburg 1 Tel.: (0 40) 32 96-0 Fax: (0 40) 3 29 62 13 Telex: 2 15 401-0	UA = Ultra Analog Inc. über: Topas electronic GmbH Striehlistr. 18 W-3000 Hannover 1 Tel.: (05 11) 13 12 17 Fax: (05 11) 13 12 16 Telex: 9 218 176
LT = Linear Technology GmbH Untere Hauptstr. 9 W-8057 Eching Tel.: (0 89) 3 19 50 23 Fax: (0 89) 3 19 48 21	PRE = Prema Präzisionselektronik GmbH Robert-Bosch-Str. 6 W-6500 Mainz 42 Tel.: (0 61 31) 50 62-0 Fax: (0 61 31) 50 62 22 Telex: 4 187 666	

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 2/90 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,—; 3 bis 6 Hefte DM 3,—; ab 7 Hefte DM 5,—.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Postfach 610407, 3000 Hannover 61



IN CHEMNITZ

10.—11. 4. 1991

Ausstellungshallen am Schloßteich

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

EG · Stand 25C

Platinen / Bausätze / Bauteile #####

Wir liefern: **Platinen und Bau-** **und Bauteilesätze** **für ELRAD Bauanlei-** **tungen ab 1978.** **Fordern Sie unsere** **kostenlosen Listen** **ihrer Halbleiter,** **Platinen und Bau-** **teilsätze an.** **Wir liefern schnell** **und preiswert.** **Testen Sie uns.** #####
Service-Center H. Eggemann **Telefon: 05467/241** #####
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13 **Telefax: 05467/1283** #####
BTX: 05467/241 #####
#####

P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination nach der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer: 05 11/54747-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			Dämmerungsschalter	116-521	6,45	Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	8,25	SMD-DC/CD	098-673/ds	8,00
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Flurlichtautomat	116-522	3,90	E.M.M.A.			DC/CD-Wandler	098-674	7,50
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Multiboard	126-527	14,95	— Hauptplatine	028-627	29,50	MIDI-Baßpedal	108-675	7,50
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35	CD-Kompressor	126-528	10,55	— V24-Interface	058-653	3,00	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger		
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Autopilot	037-548	3,75	— IEC-Bus	098-669	8,00	(Satz/2 Platinen)	108-676	12,50
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	SWEET-GENERATOR			— C64-Brücke	108-678	15,00	SMD-Balancemeter	108-677	2,50
DCF-77-Empfänger I	075-431	4,40	— Hauptplatine	037-551	14,50	Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	Türöffner	118-680	10,00
Schnellader	075-432	10,25	— Netzteil	037-552	8,30	Vorgesetzter			Schweißplatine	019-694	17,50
VIDEO EFFEKTERAT			Widerstandsfilte	047-556	0,80	(VV F. „Black Devil“)	038-629	19,00	Autorangium Multimeter	049-711	32,00
— Eingang	075-433/1	6,70	Digital-Sampler	047-557	32,00	Anpaßverstärker	048-640	18,25	Energiemesser (2 Platinen)	069-726	16,50
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Midi-Logik	047-559	15,50	STUDIO-MIXER			AUDIO-COCKPIT		
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00
KEYBOARD-INTERFACE			Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Mikrofon-Verstärker	REM-643	4,00	— Noise-Gate-Platine	079-732	10,00
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Spannungsreferenz	077-573	4,00	— Universal-Vorverstärker	REM-644	2,50	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Video-PLL	077-574	1,10	— Overload	REM-645	1,50	DISPLAY		
Doppelnetzteil 50 V	115-450	16,50	Video-FM	077-575	2,30	— Klangfilter	REM-646	5,00	— Spaltentreiber	099-746/ds	11,50
eSatz UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	µ-PEGELSCHREIBER			— Pan-Pot	REM-647	2,00	— Zeilentreiber	099-747/ds	17,50
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	— AD-Wandler	107-593	19,25	— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	— Matrixplatine	099-748/ds	35,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	— Netzteil	117-597	12,90	MIDI-MONITOR			Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00
			— Verdrähtungsplatine	117-598	29,40	— Hauptplatine	058-649	17,50	MIDI-Kanalumsetzer	099-752	5,00
			— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	— Tastaturplatine	058-650	9,00	DATA-REKORDER		
			Wechselschalter	097-589	2,50	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Hauptplatine	109-754/ds	
			Mäuse-Klavier	097-590	31,50	SMD-VU-Meter	058-652	1,50	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
			Mini-Sampler	107-595	4,40	SCHALLVERZÖGERUNG			— Schalterplatine	109-756/ds	
			Impedanzwandler	117-601	0,85	— Digitalteil	068-654	17,50	Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
			Sinusspannungswandler	127-604	9,95	— Filterteil	068-655	17,50	Federhall	109-758	29,00
			MIDI-Interface für C64	127-608/ds	13,20	Markisensteuerung	068-656	9,00	DISPLAY-ST-INTERFACE		
			Sprachausgabe für C64	127-610	6,95	x/T-Schreiber	078-658/ds	49,00	— 17-Platine	109-760/ds	16,00
			SCHRIFTMOTORSTEUERUNG			Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
			— Verdrähtungsplatine	127-614	33,00	STEREO-IR-KOPFHÖRER			— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
			— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	— Sender	078-661	11,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
			— Mini-Paddle	018-620	3,75	UNIVERSAL-NETZGERÄT			ELISE		
			— Treibplatine	038-632/ds	9,50	— Netzteil	078-662	22,50	— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
			— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	— DVM-Platine	078-663	15,00	— CPU-Adapter	010-775	3,00
			— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	Die Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
			Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	NDFL-MONO					
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	— Hauptplatine	098-666	24,00			
			Black Devil 2 x 50 W (Satz)	018-622	32,00	— Netzteil	098-667	13,50			
			(= Car Devil-Verstärker)			LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50			
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	Makrovision-Killer	098-671	7,50			
			Geiger-Müller-Zähler	028-624	4,75	Saftladen	098-672	13,00			

1/2 Preis

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskassa. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten. Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 25050299) Ihre Bestellung richten Sie bitte an:
eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

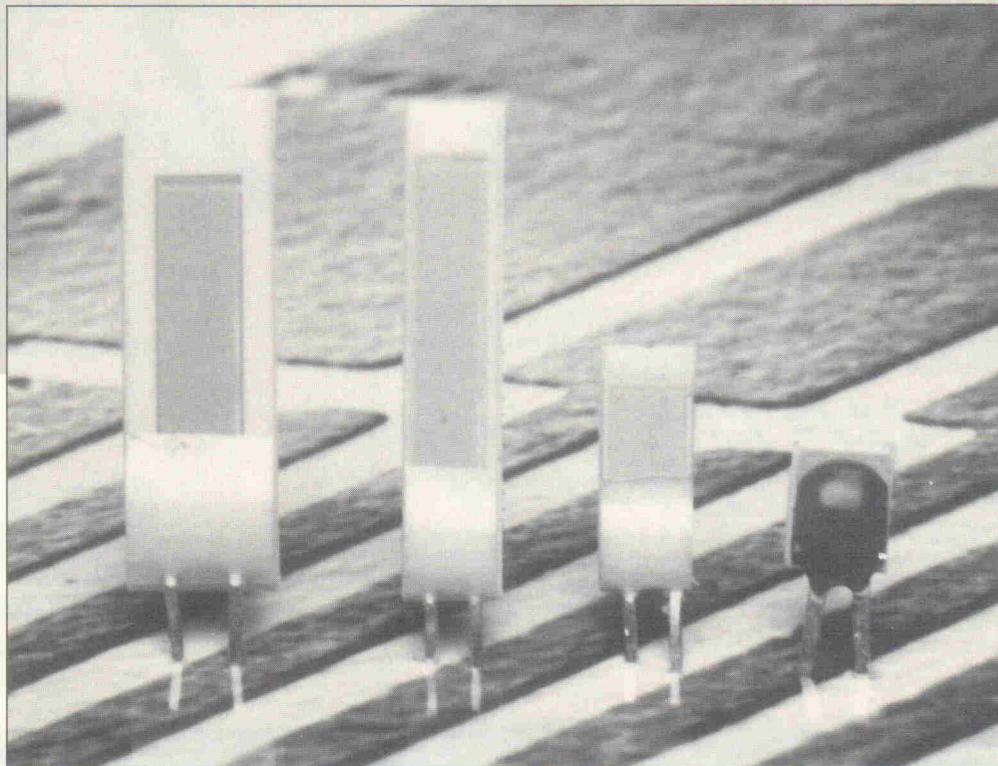


Pt-100 geradegebogen

Linearisierung in Zwei-, Drei- und Vierleitertechnik

Horst Lüntzmann

Temperaturmessungen mit Platin-Widerständen vom Typ Pt-100 bieten dem Anwender eine Reihe von Vorteilen wie die hohe Genauigkeit, das große Nutzsignal, die chemische Resistenz und die hohe Langzeitkonstanz. Hinzu kommt eine sehr breite Angebotspalette. Somit wäre der Pt-100 fast ideal, wenn seine Kennlinie nicht gekrümmt wäre. Hier wird sie mit verschiedenen Methoden geradegebogen.



Für den Verlauf der Kennlinie sind nach DIN 43760 und nach DIN IEC 751 Festlegungen getroffen worden. Danach errechnet sich der Widerstandswert des Pt-100 wie folgt:

Im Bereich 0 °C...+850 °C:
 $R = 100 (1 + 3,90802 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0,580195 \cdot 10^{-6} \cdot t^2)$

Im Bereich -200 °C...0 °C:
 $R = 100 \{1 + 3,90802 \cdot 10^{-3} \cdot t - 0,580195 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 4,27350 \cdot 10^{-12} (t - 100) t^3\}$

mit t = Temperatur in °C und R = Fühlerwiderstand in Ω .

Keine krummen Sachen

Die genaueste und eleganteste Methode der Linearisierung bleibt natürlich die mathematische; sie setzt allerdings einen Rechner voraus. Eine seit vielen Jahren verbreitete Linearisierungsart ist die Mitkopplung einer Verstärkerschaltung, an deren Eingang der Sensorwiderstand liegt. Das Verfahren ist sehr einfach zu realisieren

und bietet dabei eine recht hohe Genauigkeit:

im Bereich -200 °C...+800 °C
< $\pm 0,8$ K

im Bereich -150 °C...+300 °C
< $\pm 0,04$ K

im Bereich -50 °C...+200 °C
< $\pm 0,01$ K

Für die hier beschriebenen Linearisierungsschaltungen werden die Endpunkte der Pt-100-Übertragungskennlinie als Sollwerte und die Verbindungslinie dazwischen als die ideale Kennlinie betrachtet. Wie die Meßergebnisse später zeigen, bewegt sich die linearisierte Kurve S-förmig um diese Idealinie; es handelt sich somit um eine optimale Annäherung.

Zwei, Drei, Vier

Die Anschlußdrähte der Pt-100-Fühler stellen mit ihren zum Teil relativ hohen ohmschen Widerständen bei genauen Messungen ein nicht zu unterschätzendes Problem dar. Abhilfe ist durch Drei- oder Vierleiter-Technik möglich.

Die Bestimmung des Widerstandes als Maß für die Temperatur erfolgt durch Messung eines Spannungsteilerverhältnisses oder durch Spannungsmessung bei Konstantstromspeisung, wie in den Bildern 1...3 dargestellt. Der Meßwert wird jeweils mit einem Instrumentenverstärker verarbeitet. Dabei geht in Zweileiter-Technik (Bild 1) der Spannungsabfall an den Leitungswiderständen R_L voll in das Meßergebnis ein. Eine Leitungskompensation ist möglich; in Linearisierungsschaltungen, die nach dem Mitkopplungsprinzip arbeiten, ist sie jedoch schwierig zu realisieren, da sich die Leitungswiderstände über den gesamten Temperaturbereich nur gering ändern.

Bei der Dreileiter-Schaltung nach Bild 2 – hier wird eine Brücke mit zwei Konstantströmen gespeist – muß der Fühler mindestens auf einer Seite zwei Anschlußdrähte haben. Geht man davon aus, daß die Leitungswiderstände R_{L1} und R_{L2} gleich groß und wesentlich

Foto: Pt-Meßwiderstände in Lithotechnik; Laserabgleich erfolgt durch Aufschmelzen von Kurzschlußbrücken (Werkbild Juchheim, Fulda).

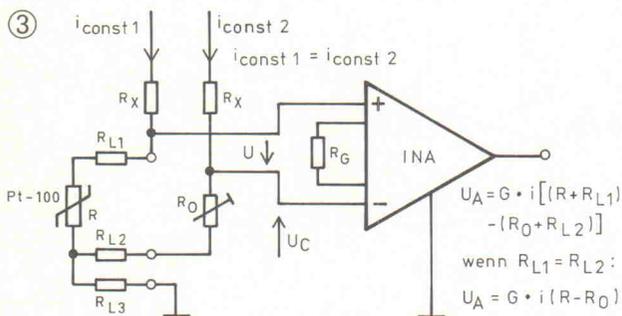
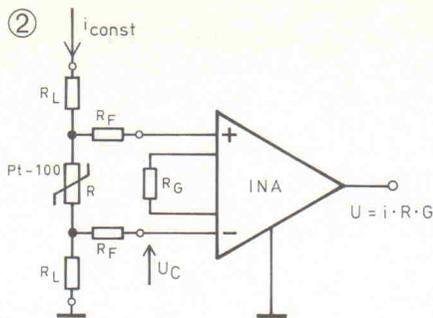
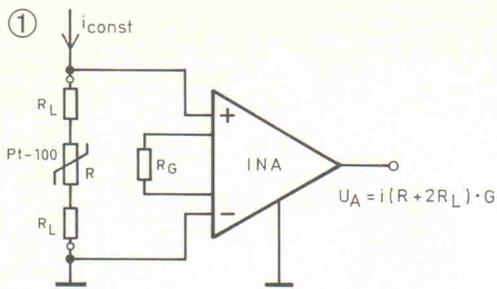


Bild 1...3. Sensorbeschaltung eines Instrumentenverstärkers in Zwei-, Drei- und Vierleiter-Technik.

kleiner als R sind, so bleibt die Brückenquerspannung U_B unverfälscht. Lediglich die Gleichtaktspannung U_C ist temperaturabhängig. R_{L3} ist in dieser Schaltung unkritisch und beeinflusst ebenfalls nur den Gleichtaktanteil.

Die Vierleiter-Technik ist das aufwendigste, aber auch das genaueste Meßverfahren, da hier die Leitungswiderstände praktisch keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben. Wie aus Bild 3 hervorgeht, hat der Pt-100 hier je zwei 'Leistungsanschlüsse' R_L und 'Fühleranschlüsse' R_F . An den Widerständen R_L fallen nur Spannungen ab, die den Gleichtakt U_C und die Gesamtspannung an der Brücke beeinflussen. Der Verstärkereingang kann als 'stromlos' betrachtet werden, somit

entstehen an R_F keine Spannungen. Gemessen wird also nur die Spannung über dem Meßwiderstand.

Konstantstrom oder Konstantspannung?

Idealerweise wird der Pt-100 mit Konstantstrom gespeist. Bild 4 zeigt eine Schaltung mit dem Spezial-IC XTR 101, der den Aufbau sogenannter Zweidraht-Transmitter extrem vereinfacht.

Sowohl bei der Drei- als auch bei der Vierleiter-Schaltung eliminiert Konstantstromspeisung die Zuleitungswiderstände weitgehend. In Zweileiter-Technik bringt die Stromspeisung keinen Vorteil, hier muß bei größeren Leitungswiderständen auf jeden Fall eine Kompensation durchgeführt

werden. Ein Leitungswiderstand von nur 1Ω beispielsweise würde im Meßbereich $-100^\circ\text{C} \dots +400^\circ\text{C}$ bereits einen Fehler von circa 6 K hervorrufen.

Eine Spannungspeisung über eine Brücke bringt bei Drei- und Vierleiter-Schaltungen ebenfalls gute Ergebnisse, sofern die Widerstände der Zuleitungen relativ klein bleiben. Man erspart sich den größeren Aufwand der Stromquelle(n) und kann die Referenzspannung gleichzeitig sehr gut für die Einstellung des Nullpunktes nutzen. Die Versorgungsspannung der Brücke sollte so groß wie möglich gewählt werden, um einer Stromspeisung 'nahe'-zukommen.

Wie hoch die zu erwartenden Meßfehler sind, geht aus Tabel-

le 1 hervor. Die eingetragenen Werte und die Bauelementewerte beziehen sich auf die später zu besprechende Universal-schaltung in Bild 6, die mit einer Konstantspannung arbeitet.

Alles über zwei lange Drähte

Mit dem IC XTR 101 (Burr-Brown) läßt sich in sehr einfacher Weise ein Pt-100-Zweidrahttransmitter aufbauen. Der Meßwiderstand kann dabei in Zwei- oder Dreileiter-Technik angeschlossen werden.

Der Pt-100 ist Teil einer Brücke, die über die beiden 1-mA -Referenzströme vom XTR 101 versorgt wird. Der Brückenfußwiderstand R_Z hat lediglich die Aufgabe, für die richtige Gleichtaktspannung U_C am XTR-Eingang zu sorgen. Die Linearisierung erfolgt über R_M und R_Y . Der Ausgangsstrom des XTR 101 beträgt je nach Aussteuerung $2 \dots 18 \text{ mA}$ und fließt über R_M . Zusätzlich übernimmt R_M noch einen Teil des Konstantstroms, der im Prinzip für die Pt-100-Speisung vorgesehen ist.

Je größer nun der XTR-Ausgangsstrom ist, desto höher wird der Spannungsabfall an R_M und um so geringer ist der Konstantstromanteil, der über R_Y fließt. Der Pt-100-Strom steigt also mit wachsender Aussteuerung; somit liegt Mitkopplung vor. Am Fußpunkt von R_M werden die Ströme wieder zusammengeführt, so daß am Ausgang der genormte Strom $4 \text{ mA} \dots 20 \text{ mA}$ zur Verfügung steht.

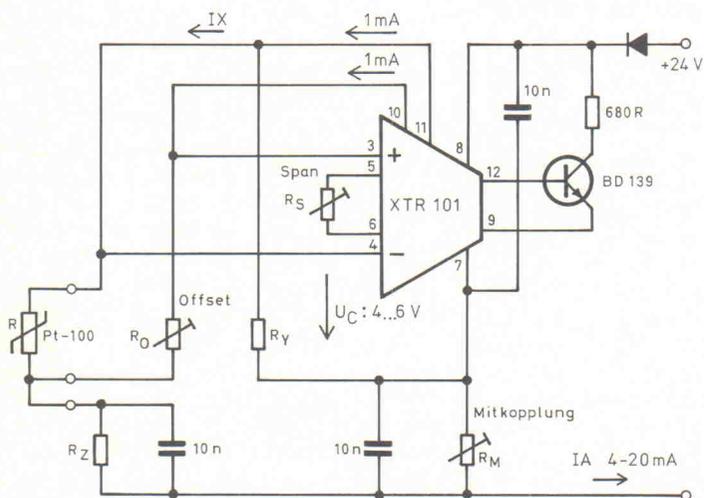


Bild 4. Der Zweidrahttransmitter XTR 101 in einer Zwei- beziehungsweise Dreileiter-Schaltung. Burr-Brown will im Mai 1991 den Typ XTR 103 mit integrierter Mitkopplung auf den Markt bringen.

Widerstände L1, L2... in Ω	2-Leiter Fehler in K	3-Leiter Fehler in K	4-Leiter Fehler in K
1	5,8	0,1	0,1
2	11,7	0,2	0,2
5	29,2	0,4	0,6
10	58,5	0,9	1,2
20	118	2,2	2,4
50	303	7,7	6,2

Temperaturbereich:	$-100 \dots 400^\circ\text{C}$
Ausgang (0,01 V/K):	$1,454 \dots 6,454 \text{ V}$
Verstärkung:	23,566
Mitkopplung:	$45,4 \text{ k}\Omega$
Brücke:	$10 \text{ V}, 10 \text{ k}\Omega$
Linearisierungsfehler:	$\pm 0,1 \text{ K}$

Tabelle 1. Einfluß des Leitungswiderstandes bei der angegebenen Dimensionierung (Schaltung Bild 6).

Die zulässige Bürde – der hier nicht eingezeichnete Stromfühlerwiderstand im Meßstromkreis – hängt von der Höhe der Versorgungsspannung und vom Widerstandswert R_M ab. Die Mindestspannung am XTR beträgt 11,6 V; rechnet man noch 0,7 V für die Verpolschutzdiode dazu, so bleiben bei einer Versorgung mit 15 V noch 2,7 V übrig, das heißt, der Spannungsabfall an der Bürde plus U_{RM} darf maximal 2,7 V betragen.

Eine Versorgung mit 15 V ist also gerade noch möglich (zum Beispiel Shunt 50 Ω und R_M 94 Ω , jeweils Maximalwerte); sinnvoller aber ist eine 24-V-Versorgung.

Simulation in BASIC

Die korrekte Dimensionierung der Schaltung nach Bild 4 erweist sich als sehr komplex und läßt sich mathematisch kaum sinnvoll ausdrücken. Daher wurde ein kleines BASIC-Programm erstellt, mit dem man sich an die günstigsten Werte 'herantasten' kann. Das Programm ist folgendermaßen aufgebaut:

1. Festlegung des Bereiches, in dem gemessen werden soll. Der 'Anfangstemperatur' (TA) ist ein Ausgangsstrom von 4 mA zugeordnet, der 'Endtemperatur' (TE) 20 mA.

2. Versuchsweise Festlegung der Widerstände R_Y , R_Z und R_M . Aufgrund diverser Versuchsreihen können hier bereits recht gute Vorschläge gemacht werden. Einige Beispiele:

– Bereich –200...+800 °C
Abweichung max. $\pm 0,7$ K
 $R_Y = 16.000 \Omega$, $R_Z = 3.900 \Omega$,
 $R_M = 162,5 \Omega$, Span: 912,7 Ω
Pt-100-Strom: 0,74 mA

– Bereich –100...+300 °C
Abweichung max. $\pm 0,03$ K
 $R_Y = 27.000 \Omega$, $R_Z = 3.300 \Omega$,
 $R_M = 105 \Omega$, Span: 375 Ω
Pt-100-Strom: 0,84 mA

– Bereich –30...+30 °C
Abweichung max. $\pm 0,01$ K
 $R_Y = 180.000 \Omega$, $R_Z = 3.300 \Omega$,
 $R_M = 103 \Omega$, Span: 60,7 Ω
Pt-100-Strom: 0,98 mA

3. Jetzt wird der erste Versuch mit dem Mitkoppelwiderstand R_M durchgeführt, zum Beispiel mit $R_M = 200 \Omega$.

4. Das Programm errechnet zunächst den Pt-100-Widerstand bei Anfangstemperatur (RA) und bei Endtemperatur

(RE) nach den genormten Pt-100-Formeln. Daraus folgt dann der erforderliche Spanwiderstand R_S . Als Voraussetzung gilt, daß R_O in der Brücke auf 0 V Diagonalspannung abgeglichen ist, das heißt, 4 mA Ausgangsstrom entsprechen der Anfangstemperatur.

$$IXA = \frac{RY - RZ + 3 \cdot RM}{RA + RZ + RY + RM}$$

IXA = Pt-100-Strom bei Anfangstemperatur in mA

$$IXE = \frac{RY - RZ + 19 \cdot RM}{RE + RZ + RY + RM}$$

IXE = Pt-100-Strom bei Endtemperatur in mA

UE = IXE · RE – UA
UE = Brücken-Diagonal-Spannung bei Endtemperatur in mV

UA = IXA · RA = 1 mA · RO
Abgleichbedingung für RO

$$RS = \frac{40}{\frac{16}{UE} - 0,016}$$

RS = Span-Widerstand gemäß Datenblatt XTR 101 in Ω

5. Mit dem so ermittelten Spanwiderstand wird dann später eine Tabelle für verschiedene Temperaturschritte erstellt. Tabelle 2 zeigt zwei ausgedruckte Beispiele. Die Höhe des Temperaturschrittes kann der Anwender vorgeben. Folgende Berechnungen werden für die Erstellung der Tabelle durchgeführt, wobei mit R der Pt-100-Widerstand für die jeweilige Temperatur, berechnet nach DIN, bezeichnet ist:

$$IS = 4 + \frac{16 \cdot (T - TA)}{TE - TA}$$

Soll-Ausgangsstrom in mA

$$IX = \frac{RY - RZ + RM \cdot (IS - 1)}{R + RZ + RY + RM}$$

Pt-100-Strom in mA

U = R · IX – RA · IXA
Brücken-Querspannung in mV

$$IA = 4 + \left(0,016 + \frac{40}{RS}\right) \cdot U$$

Ist-Ausgangsstrom in mA

$$DT = \frac{(TE - TA)}{(IAE - IAA)} \cdot (IS - IA)$$

Abweichung in Grad
IAA: Ausgangsstrom bei TA,
IAE: Ausgangsstrom bei TE

$$D = \frac{(DT \cdot 100)}{(TE - TA)}$$

Abweichung in % bezogen auf Gesamtmeßbereich

```
? Null-Temperatur: -200
End-Temperatur: 800
Temperatur-Schritt: 100
Widerstände ändern? (J/N)? j
RY= (z.B.27000) :16000
RZ= (z.B. 3300) :3900
Mitkoppelwiderstand (typ.10...200) : 162.5
Pt 100-Strom: .6268366 bis .7431007 mA
Widerstände: RY= 16000 RZ= 3900
Span-Widerst.: 912.7312 MITKOPPELWIDERST.: 162.5 AUSGANG: 4 - 20 mA
```

Temp Grad C	PT100 OHM	Gleicht Volt	.Ausgang mA	SOLL mA	Abweichung %	K
-200.00	18.49	5.97	4.00	4.00	0.00	0.00
-100.00	60.25	5.78	5.61	5.60	-0.05	-0.50
0.00	100.00	5.60	7.20	7.20	0.03	0.27
100.00	138.50	5.41	8.79	8.80	0.07	0.67
200.00	175.84	5.23	10.39	10.40	0.06	0.64
300.00	212.02	5.04	11.99	12.00	0.03	0.33
400.00	247.04	4.85	13.60	13.60	-0.01	-0.09
500.00	280.90	4.67	15.21	15.20	-0.05	-0.48
600.00	313.59	4.48	16.81	16.80	-0.07	-0.70
700.00	345.13	4.30	18.41	18.40	-0.06	-0.58
800.00	375.51	4.11	20.00	20.00	0.00	0.00

bei negativer Abweichung: Widerstand erhöhen!
Mitkoppelwiderstand (typ.10...200) :

```
Pt 100-Strom: .7902585 bis .8510946 mA
Widerstände: RY= 27000 RZ= 3300
Span-Widerst.: 437.9413 MITKOPPELWIDERST.: 125 AUSGANG: 4 - 20 mA
```

Temp Grad C	PT100 OHM	Gleicht Volt	.Ausgang mA	SOLL mA	Abweichung %	K
-150.00	39.71	5.66	4.00	4.00	0.00	0.00
-100.00	60.25	5.48	5.79	5.78	-0.05	-0.23
-50.00	80.31	5.30	7.56	7.56	-0.03	-0.12
0.00	100.00	5.12	9.33	9.33	0.01	0.06
50.00	119.40	4.93	11.11	11.11	0.04	0.16
100.00	138.50	4.75	12.88	12.89	0.04	0.20
150.00	157.31	4.57	14.66	14.67	0.04	0.18
200.00	175.84	4.39	16.44	16.44	0.03	0.13
250.00	194.07	4.20	18.22	18.22	0.01	0.07
300.00	212.02	4.02	20.00	20.00	0.00	0.00

bei negativer Abweichung: Widerstand erhöhen!
Mitkoppelwiderstand (typ.10...200) :

Tabelle 2. Zwei Beispiele für die tabellarische Darstellung des Linearisierungsprogramms für den XTR 101.

6. Zur Überprüfung der Gleichtaktspannung erfolgt folgende Berechnung:

$$UC = \frac{IX \cdot R + (IX + 1) \cdot RZ}{1000} - \frac{RM (IA - IX - 1)}{1000}$$

(Ströme in mA)

Die Division durch 1000 ist erforderlich, da die Ströme in mA vorliegen.

Aufruf zur Simulation

Aus MSDOS ruft man das Programm 'XTRPT100.EXE' auf. Das Programm fragt zuerst nach der 'Anfangs-', dann nach der 'End'-Temperatur. Das sind die Temperaturen, denen 4 mA beziehungsweise 20 mA zugeordnet werden sollen. Es folgt die Eingabe des Temperaturschrittes für die tabellarische Darstellung der Meßwerte. Bei der Frage 'Widerstände ändern?' kann man anschließend R_Y und R_Z vorgeben, andernfalls gilt: $R_Y = 27.000 \Omega$, $R_Z = 3.300 \Omega$. Das sind die Werte, mit denen die Schaltung bei allen Temperaturbereichen innerhalb der Grenzen –150 °C und +300 °C funktioniert.

Für die Linearisierung muß jetzt ein Mitkoppelwiderstand

10 Ω ...200 Ω als 'erster' Versuch eingegeben werden, danach erscheint die Tabelle. Ist die dort angegebene Abweichung nur positiv, so sollte man den Mitkoppelwiderstand niedriger wählen. Bei weiteren 'Versuchen' erhält man den optimalen Widerstandswert, bei dem die maximale positive Abweichung gleich groß wie die maximale negative ist. Über der Tabelle ist der Widerstandswert des einzusetzenden Span-Widerstandes abzulesen. Die in der Tabelle angeführte Gleichtaktspannung U_C muß zwischen 4 V und 6 V liegen; das ist eine spezifische Anforderung des XTR 101. Angezeigt wird auch der maximale Strom, der durch den Pt-100 fließt. Wird ein höherer Strom gewünscht, so lassen sich R_Y und R_Z entsprechend anders bemessen, jedoch darf dabei der R_M nicht zu groß ausfallen, da sonst der Spannungsabfall an R_M die Reserven der Versorgungsspannung überfordert.

Abgleich immer vorwärts

Der Abgleich ist recht einfach, da er schrittweise erfolgt, ohne daß irgendein vorhergegangener Schritt während der weiteren Prozedur wiederholt werden müßte.

1. Mitkopplung: Der Mitkopplungswiderstand ist mit einem Meßinstrument auf den rechnerisch ermittelten Wert einzustellen. Die Toleranzgrenzen lassen sich durch entsprechende Eingaben im Programm sehr leicht ermitteln.

2. 'Nullpunkt': Die Simulation erfolgt mit der gewählten 'Anfangstemperatur' des Pt-100. Dann erfolgt der Abgleich von R_0 (Offset) auf den Ausgangsstrom 4 mA.

3. Endpunkt: Bei der simulierten 'Endtemperatur' des Pt-100 ordnet der Abgleich von R_S (Span) dieser Temperatur den Ausgangsstrom 20 mA zu.

Fehler unter der Lupe

Der XTR 101 ist wie jeder analoge Baustein nicht frei von Temperaturdrift. Daher soll folgendes Beispiel – für die preiswerten Versionen AP und AU des XTR 101 – aufzeigen, mit welchen Fehlern bei sich ändernder Umgebungstemperatur zu rechnen ist. Die Schaltung ist im Beispiel für den Meßbereich $-100^\circ\text{C} \dots +300^\circ\text{C}$ dimensioniert.

1. Nullpunktfehler

– Die Offset Current Drift ist mit ± 20 ppm/K spezifiziert [A].

– Die Offset Voltage Drift ist mit $\pm 1,5$ $\mu\text{V}/\text{K}$ spezifiziert. Bezogen auf die Bereichsgrenzen gilt für den maximalen Betrag der Eingangsspannung:

$$e_{in} = \frac{i_A - 4}{(0,016 + \frac{40}{RS})}$$

$$= \frac{20 - 4}{(0,016 + \frac{40}{375})}$$

$$e_{in} = 130 \text{ mV}$$

1,5 $\mu\text{V}/\text{K}$ bezogen auf 130 mV ergibt ± 11 ppm/K [B].

– Die Ratio Match Drift der Stromquellen ist mit ± 15 ppm/K spezifiziert [C].

– Die Bias Current Drift ist vernachlässigbar, da der Eingang sehr niederohmig beschaltet ist.

2. Verstärkungsfehler

– Die Stromquellen sind mit ± 80 ppm/K spezifiziert [D].

– Der Span-Fehler ist mit ± 100 ppm/K spezifiziert [E].

– Der Span-Widerstand hat einen Fehler von zum Beispiel ± 25 ppm/K [F].

Damit beträgt also der maximale Temperaturmeßfehler, bezogen auf Vollaussteuerung und im ungünstigsten Falle, wenn sich alle Einzelfehler addieren würden:

– Nullpunktfehler (A+B+C): ± 46 ppm/K oder $\pm 0,9$ $\mu\text{A}/\text{K}$ oder $\pm 0,018$ $^\circ\text{C}/\text{K}$

– Verstärkungsfehler (D+E+F): ± 205 ppm/K oder $\pm 5,0$ $\mu\text{A}/\text{K}$ oder $\pm 0,08$ $^\circ\text{C}/\text{K}$

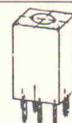
In der Praxis kann man aber davon ausgehen, daß sich die einzelnen Fehler nicht voll addieren und somit der von der Umgebungstemperatur verursachte Gesamtfehler geringer sein wird als hier errechnet.

Schaltungen mit Instrumentenverstärker

Dank ihrer hochohmigen Differenzeingänge, die den Sensor nicht belasten, eignen sich Instrumentenverstärker, wie der in Bild 6 angegebene INA 101, in idealer Weise für Widerstandsmeßgeber. Der Anschluß des Meßgebers ist unkompliziert, auch in Drei- oder Vierleiter-Technik. Ebenso ist die für die Linearisierung erforderliche Mitkopplung vom Ausgang des Verstärkers zum Meßwiderstand einfach, nämlich mit einem Widerstand zu realisieren.

Für die Linearisierung ist es praktisch unerheblich, ob der Fühler mit Konstantstrom oder über eine Brückenschaltung von einer Referenzspannung gespeist wird. Die spannungsgespeiste Brücke bietet sich schaltungstechnisch besonders an, da sich der Nullpunkt komfortabel einstellen läßt und die drei Anschlußmöglichkeiten für Pt-100-Sensoren – Zwei-, Drei- und Vierleiter-Technik – alle gegeben sind. Man erreicht ganz ähnliche Linearisierungsgenauigkeiten wie mit der XTR-101-Schaltung und kann außerdem einer negativen Temperatur auch eine negative Ausgangsspannung zuordnen, zum Beispiel: $-200^\circ\text{C} \dots +800^\circ\text{C}$ entsprechen $-2 \text{ V} \dots +8 \text{ V}$. Aber Achtung: Der Zuleitungswiderstand darf hierbei nur wenige Ohm betragen!

Auch für diese Schaltung gibt es ein BASIC-Programm zum



ZF-Filter 7 x 7

455 kHz, gelb	2,10
455 kHz, weiß	2,10
455 kHz, schwarz	2,10
10,7 MHz, orange	2,00
10,7 MHz, grün	2,00

Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60	BV 5056	3,60
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60
BV 5036	3,60	BV 5063	3,60
BV 5049-20	5,50	BV 5118	7,50
BV 5049	3,60	BV 5163	3,60

Weitere Typen sowie Spulenausätze, (z. B. 7A1S) ab Lager lieferbar.

Toko-Filter

KACSK 1769	5,50	KACSK 586	5,50
KACSK 3893	5,50	199SC 13802Y	5,50

Spezialbauteile

BF 962	3,20	MC 145152	39,00	SP 1648	18,80
BFG 65	15,50	MSA 0304	11,50	SP 5060	29,50
CA 3130	4,90	MSA 0665	9,90	SP 9793	29,00
CF 300	5,55	MV 500	11,50	SP 8620	97,55
CNY 17	1,00	MV 601	14,40	SP 8630	79,50
HPF 511	135,00	NE 592	2,85	TBA 1440	17,50
HP 2800	4,95	NE 5534	3,90	TD 5660	9,90
IE 500f	1,00	OM 350	28,00	TD 5664	15,50
HPF 505	39,50	OM 361	28,00	TUA 2005	18,80
LM 311	1,90	SL 440	8,50	U 24008	9,90
MC 1330	7,90	SL 486	12,90	ULN 2803	2,80
MC 3361	11,90	SL 560	15,00	XR 1010	9,90
MC 3362	11,90	SL 561	13,10	BA 379	1,00
				BAR 28	3,50

Fordern Sie deshalb an:

HF-Bauteile-Katalog gegen DM 2,50 in Briefm.

LADENÖFFNUNGSZEITEN: Montag bis Freitag 8.30–12.30 Uhr, 14.30–17.00 Uhr, Samstag 10.00–12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags!

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, Abteilung E 27, 2800 Bremen 1
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

Wickelmaschinen-Ramm

für gebrauchte Maschinen

An- und Verkauf von gebrauchten Spulwickelmaschinen aller Fabrikate sowie zentrale Ersatzteilbeschaffung und Reparaturen

Ing. Karlheinz Ramm · Rumeypplan 8 · D-1000 Berlin 42
Tel. (0 30) 7 86 60 58 Fax.: (0 30) 7 86 71 75

Anzeigenschluß:
Heft 6/91: 11.04.91
Heft 7/91: 16.05.91

Ringkerntrafos

80 Standardgrößen & -leistungen — nach EN 60 742
Industrie-Qualität — 1 Jahr Garantie — EG-Erzeugnis
15 VA bis 625 VA — Viele gängige Größen ab Lager
Einzel- und Großhandel — Bestellunterlagen anfordern bei
Alan K. Manton · Electronic-Import · Schiltachstr. 18
7730 VS-Schwenningen · Tel. 0 77 20/3 38 30 · FAX 0 77 20/3 78 83

Für Computeranwender:

Kunst, die nicht aus dem Zusammenhang gerissen wird.

Professionelle früherer Tage fanden Freude daran, sich mit kunstvoll gestalteten Arbeitsmitteln zu umgeben. Vielleicht entstand dadurch die angenehme Ausstrahlung mancher gewachsener Arbeitsplätze. Irgendwann ist man dann dazu übergegangen, nur noch Kunstwerke aufzuhängen, die eigentlich überall hängen könnten. Und man hat sich gewundert, warum die Arbeitsplätze plötzlich so steril geworden sind.

Arbeitsplatz-spezifische Kunst kann ganz erheblich dazu beitragen, Arbeit angenehmer und schöner zu gestalten. Sie macht komplizierte Tätigkeiten auch für Laien verständlicher, senkt Schwellen und verbessert das Miteinander. Und sie zeigt, daß derjenige, der sich damit umgibt, offensichtlich etwas tut, das Spaß macht. Fordern Sie per Fax unseren Katalog Nr. 400 an und umgeben Sie sich mit Dingen, die eine Beziehung zu dem haben, was Sie tun.

Wiesemann & Theis
Wittener Str. 312
5600 Wuppertal 2
Tel.: 0202/505077
Fax: 0202/511050
Btx: *56000#

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

- *****
- * AB LAGER LIEFERBAR *
- * AD-DA-WANDLER-ICs *
- * CENTRONICS-STECKERBINDER *
- * C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx *
- * DC-DC-WANDLER-MODULE 160W *
- * DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP *
- * DIP-KABELVERBINDER + KABEL *
- * EINGABETASTEN DIGITALEN *
- * EDV-ZUBEHÖR DATA-INTERFACE *
- * IC-SOCKEL + TEXTTOOL-ZIP-DIP *
- * KABEL RUND-FLACH-KOAX *
- * KERAMIK-FILTER + DISKRIM. *
- * KONDENSATOREN *
- * KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR *
- * LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN *
- * LABOR-SORTIMENTE *
- * LCD-PUNKTMATRIX-MODULE *
- * LEITUNGSTREIBER-ICs V24 *
- * LINEARE- + SONSTIGE-ICs *
- * LÖTKOLBEN -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 *
- * STECKERBINDER DIVERSE *
- * TASTEN + CODIERSCHALTER *
- * TRANSFORMATOREN 1.6–150 VA *
- * TRANSISTOREN *
- * TRIAC-THYRISTOR-DIAC *
- * TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx *
- * WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE *
- * Z-DIODEN + REF.-DIODEN *
- *****

7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

Herantasten an die 'richtigen' Werte. Es ist sehr ähnlich aufgebaut wie das für die XTR-101-Schaltung:

1. Festlegung des Meßbereiches. 'Anfangstemperatur' (TA) ist die niedrigste und 'Endtemperatur' (TE) ist die höchste Temperatur, die gemessen werden soll.

2. Versuchsweise Festlegung der Beschaltung und des Mitkoppelwiderstandes R_M . Auch hier wieder einige Beschaltungsvorschläge:

- Bereich -200...+800 °C
Abweichung max. $\pm 0,77$ K
 $R_S = 10$ k Ω , $U_{REF} = 10$ V,
 $U_{A,A} = 0$ V...5 V
daraus folgt: Pt-100-Strom I_X :
1,00 mA...1,18 mA,
Verstärkung $G = 11,75$;
 $R_M = 20,08$ k Ω

- Bereich -100...+300 °C
Abweichung max. $\pm 0,04$ K
 $R_S = 10$ k Ω , $U_{REF} = 10$ V,
 $U_{A,A} = 0$ V...5 V
daraus folgt: Pt-100-Strom I_X :
0,99 mA...1,06 mA,
Verstärkung $G = 30,43$;
 $R_M = 59,95$ k Ω

- Bereich -30...+30 °C
Abweichung max. $\pm 0,01$ K
 $R_S = 10$ k Ω , $U_{REF} = 10$ V,
 $U_{A,A} = 0$ V...5 V
daraus folgt: Pt-100-Strom I_X :
0,99 mA...1,00 mA,
Verstärkung $G = 206,2$;
 $R_M = 435,0$ k Ω

Dieses Beispiel funktioniert nicht bei der Vierleiter-Schaltung, weil der Austeuerbereich des INA überschritten würde. Das Programm zeigt das an durch: 'Achtung, bei Vierleiter-Schaltung ist der Bereich für U_O überschritten.'

3. Versuch mit dem Mitkoppelwiderstand R_M

4. Jetzt werden die Widerstandswerte (RA und RE) des Pt-100 bei Anfangs- und Endtemperatur errechnet. Daraus läßt sich in Verbindung mit dem vorgegebenen Ausgangsbereich - in den Beispielen 0 V...5 V - die Verstärkung ermitteln. In Bild 5 sind alle hier relevanten Größen eingetragen:

R - Pt-100-Widerstand
RA bei Anfangstemperatur (TA)
RE bei Endtemperatur (TE)

UA - Ausgangsspannung
UAA bei Anfangstemperatur (TA)
UAE bei Endtemperatur (TE)

UT - Pt-100-Spannung
UTA bei Anfangstemperatur (TA)
UTE bei Endtemperatur (TE)

Die weiteren Berechnungsschritte:

$$U_{TA} = \frac{U + U_{AA} \cdot \frac{R_S}{R_I}}{\frac{R_S}{R_A} + \frac{R_S}{R_I} + 1}$$

Spannung am Pt-100 bei Anfangstemperatur

$$U_{TE} = \frac{U + U_{AE} \cdot \frac{R_S}{R_I}}{\frac{R_S}{R_E} + \frac{R_S}{R_I} + 1}$$

Spannung am Pt-100 bei Endtemperatur

$$G = \frac{U_{AE} - U_{AA}}{U_{TE} - U_{TA}}$$

INA-Verstärkung

G ist eine Funktion von R_G , hierbei sind die Herstellerangaben zu dem verwendeten Instrumentenverstärker zu beachten.

Für eine Vierleiter-Schaltung wird - da sie nicht über eine Vollbrücke verfügt - jetzt noch die erforderliche 'Nullspannung' U_{A0} ermittelt:

$$U_O = U_{AA} - G \cdot U_{TA}$$

Das ist die Spannung, die beim INA 101 beispielsweise niederohmig in dessen letzten OPA eingespeist werden kann (Prinzip siehe Bild 5, Ausführung in Bild 8), damit bei der Anfangstemperatur T_A die gewünschte Spannung U_{AA} am Ausgang erscheint.

5. Es folgt die Berechnung der für die Tabelle benötigten Werte; die Temperaturschritte für die Darstellung werden vom Anwender eingegeben.

Mit R ist der errechnete Pt-100-Widerstandswert bei der jeweiligen Temperatur bezeichnet.

Die Spannung am Pt-100 errechnet sich wie folgt:

$$U_T = \frac{U + U_A \cdot \frac{R_S}{R_I}}{\frac{R_S}{R} + \frac{R_S}{R_I} + 1}$$

Mit $U_A = U_{AA} + G(U_T - U_{TA})$ erhält man

$$U_T = \frac{U + (U_{AA} - G \cdot U_{TA}) \cdot \frac{R_S}{R_I}}{1 + \frac{R_S}{R} + \frac{R_S}{R_I} - G \cdot \frac{R_S}{R_I}}$$

und die tatsächliche Ausgangsspannung:

$$U_A = G(U_T - U_{TA}) + U_{AA}$$

Für die 'ideale' Ausgangsspannung gilt:

$$U_S = U_{AA} + \frac{U_{AE} - U_{AA}}{T_E - T_A} (T - T_A)$$

Die Abweichung in Kelvin:

$$DT = \frac{T_E - T_A}{U_{AE} - U_{AA}} (U_S - U_A)$$

Die Abweichung in % bezogen auf den Meßbereich:

$$D = \frac{DT}{T_E - T_A} \cdot 100 \%$$

Es erfolgt noch die Berechnung des Anfangs- und des Endstroms durch den Pt-100 (Einheit mA):

$$I_{XA} = \frac{U_{TA}}{R_A} \cdot 1000$$

$$I_{XE} = \frac{U_{TE}}{R_E} \cdot 1000$$

Diese Werte werden zur Information mit angezeigt.

Das Simulationsprogramm 'INAPT100' wird aufgerufen und meldet sich mit:

'Linearisierungsprogramm für Pt100 mit einem'
'Instrumentenverstärker'

Nach 'Enter' erscheint:

1. 'Anfangstemp.' - Eingabe z. B. -200

2. 'Endtemp.' - Eingabe z. B. 800

3. 'Temp.-Schritt für die Darstellung' - Eingabe z. B. 100

Nach der Eingabe erscheint dann die Tabelle von -200 °C...800 °C, dargestellt in Schritten von 100 K.

Dann wird gefragt:

'Widerstand/Brückenspannung/Ausgangsspannung ändern (J/N)?'

Bei 'N' werden folgende Bedingungen vorausgesetzt:

$R_S = 10$ k Ω , U (U_{REF}) = 10 V,
 $U_A = 0$ V...5 V.
Der Pt-100-Strom beträgt dann circa 1 mA.

Bei 'J' können folgende Parameter eingegeben werden:

'RS (k Ω)' z. B. 5

'U (V)' z. B. 5

Der Pt-100-Strom beträgt dann circa 1 mA.

Arbeitet die Schaltung mit Konstantstromspeisung, so wird das Programm an dieser Stelle überlistet; man gibt für 1 mA Konstantstrom zum Beispiel bei RS und U ein: 1.000.000.

'UAA min. Ausgangsspannung bei Anfangstemperatur'

'UAE max. Ausgangsspannung bei Endtemperatur'

Letzte Eingabe bei 'J' und 'N' ist:

'Mitkoppelwiderstand':

Hier kann dann ein Widerstand als '1. Versuch' eingegeben werden, danach erscheint die Tabelle auf dem Bildschirm.

In der letzten Spalte der Tabelle wird die Abweichung der Linearisierung von der Ideallinie angezeigt. Ist diese Abweichung überwiegend positiv, so sollte der Mitkoppelwiderstand vergrößert beziehungsweise bei negativer Abweichung verringert werden. Die beste Annäherung erreicht man mit einem Mitkoppelwiderstand, der gleich große positive wie negative Abweichung erzeugt, was durch einige Versuche leicht gelingt.

Über der Tabelle findet man dann die zu beschaltende Verstärkung und die zu kompensierende Spannung U_{A0} , die nur für die Vierleiter-Schaltung erforderlich ist. Außerdem werden zur Information noch ange-

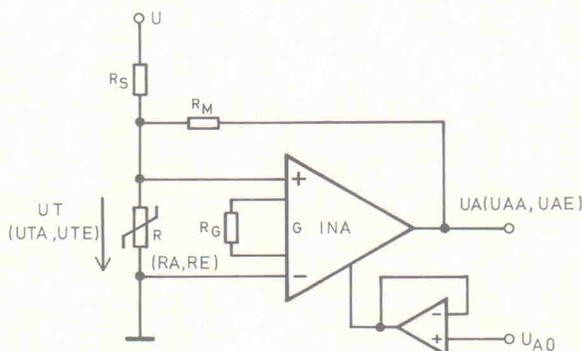
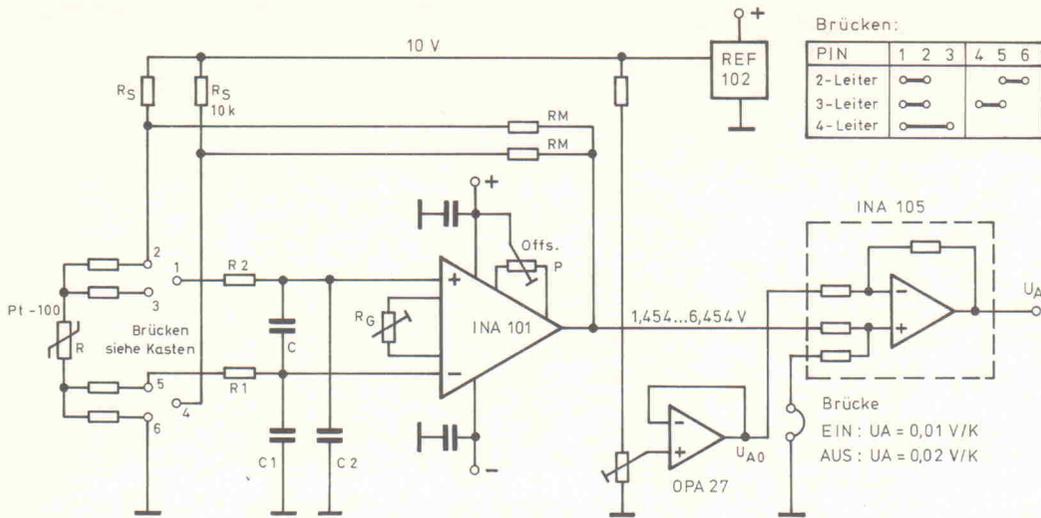


Bild 5. Prinzipschaltung mit Instrumentenverstärker, zur Erläuterung des Berechnungsweges.



gewünschten 'Nullpunkt' ein und erhält am Ausgang stets eine Steilheit von 0,1 V/K.

Die Schaltung läßt sich auch sehr leicht auf Stromspeisung ändern. Beispiel: Pt-100-Strom = 1 mA, $R_M = 56,8 \text{ k}\Omega$, Gain = 23.566. Als Stromquelle kann der entsprechende Schaltungsteil aus Bild 8 dienen. Die Genauigkeit der Linearisierung bleibt hierbei erhalten, aber der Einfluß der Zuleitungswiderstände wird minimiert.

24-V-Betrieb und galvanisch getrennter Stromausgang

Die zuvor beschriebene Universalschaltung läßt sich mit relativ wenig Aufwand zu einer 24-V-Schaltung mit galvanisch getrenntem Stromausgang für 0 mA...20 mA oder 4 mA...20 mA erweitern (Bild 7). Die Universalschaltung und der

Eingangsteil des Isolationsverstärkers ISO 122 werden über den DC/DC-Wandler HPR 123 aus 24 V versorgt. Da auch der Ausgang des ISO 122 eine bipolare Versorgungsspannung benötigt, erzeugt hier eine Zenerdiode ZPY 5,1 einen künstlichen Nullpunkt, so daß für den ISO 122 eine Versorgung von -5,1 V und +10 V (von der Referenzspannung des XTR 110) zur Verfügung steht.

Die Beschaltung für einen Ausgangsstrom von 0 mA...20 mA oder 4 mA...20 mA erfolgt am Stromtransmitter XTR 110. Die Dioden, Induktivitäten und Kondensatoren haben eine Schutzfunktion gegen äußere HF-Störungen und Spannungsspitzen. Der Abgleich kann analog zur Universalschaltung erfolgen.

Vierleiter-Schaltung für hohe Präzision

Für hohe Genauigkeitsanforderungen ist es unbedingt zu emp-

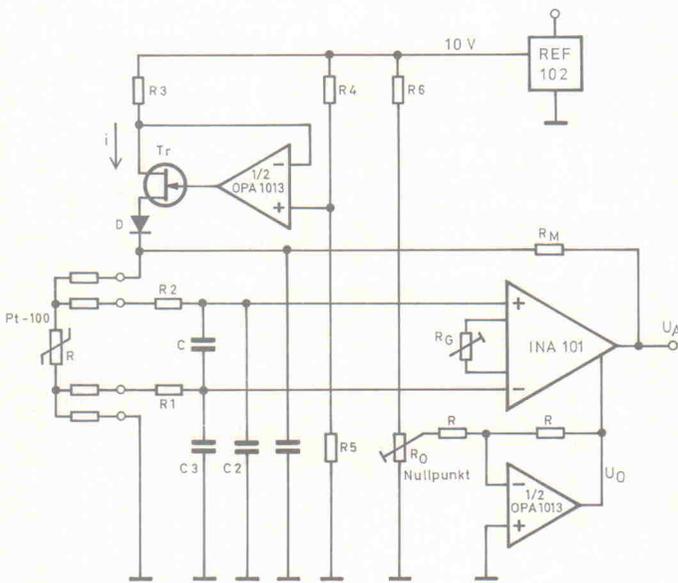


Bild 8. Vierleiter-Schaltung für hohe Präzision.

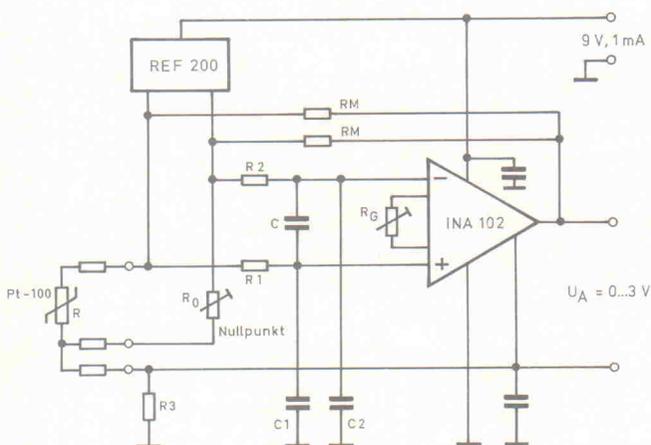


Bild 9. Low-Power-Schaltung 9 V/1 mA in Dreileiter-Technik.

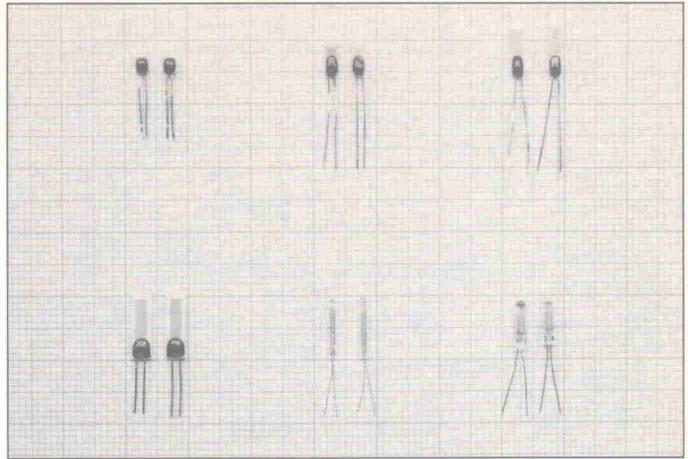


Bild 10. Diverse Ausführungsformen von Pt-100-Meßwiderständen (Werkbild Juchheim, Fulda).

fehlen, den Sensor in Vierleiter-Technik anzuschließen und mit Konstantstrom zu speisen, weil nur damit der Einfluß der Zuleitungswiderstände vollständig ausgeschlossen werden kann.

Nach Bild 8 wird die Stromquelle aus der Referenzspannung abgeleitet. An R4 des Spannungsteilers R4/R5 fällt eine Spannung ab, die der OPA als Sollwert für den Spannungsabfall an R3 ausregelt. Damit fließt durch R3 der Konstantstrom

$$i = \frac{10 \text{ V} \cdot R_4}{(R_4 + R_5) \cdot R_3}$$

Der Transistor sollte ein P-Channel-MOSFET sein. Die Diode dient nur als Verpolenschutz.

Der Ausgangs-Offset wird über einen zweiten Spannungsteiler R6/R0 von der Referenzspannung abgeleitet. Der OPA ist hier für die Invertierung und Impedanzwandlung erforderlich. Seine Ausgangsspannung liegt unmittelbar am Ref-Eingang des INA und addiert sich intern zum bereits verstärkten Eingangssignal. Wie schon vorher erwähnt, ist darauf zu achten, daß keiner der einzelnen OPAs innerhalb des INA 101 übersteuert wird.

Sparsame Dreileiter-Schaltung

Bild 9 zeigt abschließend eine Low-Power-Variante. Diese Schaltung wurde so konzipiert, daß ein Betrieb aus einer 9-V-Batterie bei maximal 1 mA Stromaufnahme möglich ist. Als Instrumentenverstärker arbeitet hier der INA 102, der nur 0,5 mA Strom aufnimmt. Die Versorgung der Brücke und

des Kompensationszweigs R_0 übernimmt die Dual-Stromquelle REF 200 mit ihren beiden getrennten 100- μ A-Stromquellen.

Da der INA selber eine bipolare Versorgung benötigt, wird hier mit Hilfe von R3 (oder einer Zenerdiode) für ihn ein künstlicher Nullpunkt erzeugt, der +3,5 V oberhalb des negativen Speisepotentials liegt. So sieht der INA also +5,5 V und -3,5 V als Versorgung. Dies erfüllt die Bedingungen für die Mindestversorgungsspannung von $\pm 3,5 \text{ V}$, und der Aussteuerbereich umfaßt immerhin noch -1 V...+3 V. Der Nullpunkt ist mit dem Potentiometer RO einstellbar, wobei auch eine negative Spannung bis -1 V wählbar ist. Ansonsten gelten für die Schaltung keine Besonderheiten.

Service

Anwender können die Listings der beiden BASIC-Programme gegen Einsendung eines Freiumschlags bei der Redaktion abrufen.

Ergänzende Literatur

Elrad, Heft 10/90, Seite 28 ff. Vierleiter-Meßtechnik

Elrad, Heft 3/89, Seite 56 f. Sensor-Tuning

Elrad, Heft 2/91, Seite 54ff. Markt-Übersicht

Instrumentenverstärker

Helmuth Lemme: *Sensoren in der Praxis* Franzis 1990, ISBN 3-7723-6182

Burr-Brown, 7042 Filderstadt *Integrated Circuit Data Book* Vol. 33, 33b u. a.

Antwortkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 610407**

3000 Hannover 61

**ELRAD-Abonnement
Abrufkarte**

Abgesandt am _____ 199__
zur Lieferung ab _____
Heft _____ 199__

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____
Beruf _____
Straße/Nr. _____
PLZ Ort _____

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

- Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.
Kontonr.: _____
BLZ: _____
Bank: _____
- Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968
- Scheck liegt bei.

Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsab.)

Antwort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen



Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

**ELRAD-Kleinanzeige
Auftragskarte**

ELRAD-Leser haben die Möglichkeit, zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druckzeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____
Beruf _____
Straße/Nr. _____
PLZ Ort _____
Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen



**eMedia GmbH
Postfach 61 01 06**

3000 Hannover 61

eMedia Bestellkarte

Abgesandt am _____ 1991
an eMedia GmbH _____

Bestellt/angefordert _____

Abbuchungserlaubnis erteilt am: _____

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

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma
Straße/Postfach
PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am _____ 199__
an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name
Abt./Position
Firma
Straße/Nr.
PLZ Ort
Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma
Straße/Postfach
PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am _____ 199__
an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. 

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name
Abt./Position
Firma
Straße/Nr.
PLZ Ort
Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma
Straße/Postfach
PLZ Ort

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am _____ 199__
an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 3/91.

Pyroelektrische Detektoren (2)

Nach einer ausreichenden Vorverstärkung des von einem pyroelektrischen Detektor abgegebenen Signals kann man dieses an eine Auswertstufe weiterleiten. Je nach Verwendungszweck stehen hier mehrere Varianten zur Verfügung.

Die Schaltung eines für alle Eingangsstufen geeigneten Nachverstärkers ist in Bild 11 zu sehen. Der Verstärkungsfaktor ist im Bereich von 1800 bis etwa 15 000 variierbar. Das von der nichtinvertierenden Eingangsstufe (IC1) abgegebene Signal wird im invertierenden OpAmp IC2 angehoben, wobei man die durch das Widerstandsverhältnis $R7/R4$ vorgegebene Pegelanhebung mit dem Stellglied $R5$ zusätzlich vervielfachen kann. Das Teilverhältnis α , das den abgegriffenen Widerstand zum Querverwiderstand $R5 + R6$ ins Verhältnis setzt, bestimmt den Vervielfachungsfaktor V :

$$V = \frac{R7}{\infty \cdot R4}$$

Sehr gute Massekontakte, sorgfältig abgeblockte Betriebsspannungen sowie kurze Verbindungsleitungen sind unabdingbare Voraussetzungen für einen zuverlässigen Betrieb des Nachverstärkers. Die Operationsverstärker erhöhen den Rauschpegel nur geringfügig. Insgesamt vier RC-Glieder legen den Arbeitsfrequenzbereich zwischen 0,4 Hz und 15 Hz fest. Ein zusätzlicher Tiefpaß am Ausgang ($R8/C11$) unterdrückt eventuelle Störsignale (50-Hz-Netzbrumm) insbesondere bei einem relativ großen Verstärkungsfaktor. Der Tiefpaß darf nur hochohmig belastet werden.

Invertierverstärker

Invertiergatter eignen sich ebenfalls als Verstärker, wenn man sie im linearen Bereich, im Gebiet des sogenannten steilen Übergangs, be-

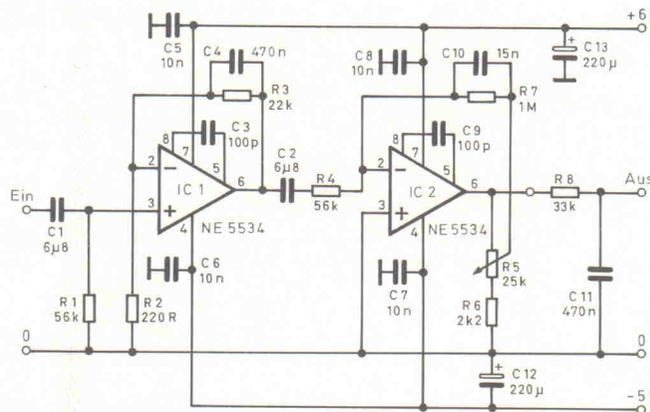


Bild 11. Zusatzverstärker für alle dargestellten Eingangsstufen.

treibt. Dabei sind Gatter der UB-Serie vorzuziehen, weil die einstufig aufgebauten Gatter zwar eine nur kleine Verstärkung aufweisen, dafür jedoch stabil arbeiten. Bild 12 zeigt eine Schaltung, die drei der insgesamt sechs zur Verfügung stehenden Inverter des CMOS-Bausteins 4069 UB benötigt. Der lineare Übergangsbereich der Inverter liegt bei etwa der halben Betriebsspannung, hier also bei rund 3 V.

Die Gegenkopplung über je einen Längswiderstand erzeugt einen stabilen Gleichgewichtszustand, der gleichzeitig den Arbeitspunkt des Inverters definiert. Der gleiche Widerstand bestimmt durch das Verhältnis zum jeweiligen Vorwiderstand auch den Verstärkungsfaktor des betreffenden Gatters. Der relativ hohe Eingangswiderstand erlaubt eine Ankopplung an den Detektor als Sourcefolger, dessen kleine Signalspannung auch bei dem Invertierverstärker nicht zu Verzerrungen führt. Der Verstärkungsfaktor des dritten Gatters ist mit $R7$ einstellbar. Mehrere RC-Glieder legen den Arbeitsfrequenzbereich zwischen 0,4 Hz und 15 Hz fest. Im Vergleich zu den bisher vorgestellten Schaltungen weist dieser Verstärker allerdings einen höheren Rauschpegel auf. Hat das Signal eine reine Auslösefunktion, treten

aber kaum Beeinträchtigungen auf. Auch hier ist eine hochohmige Ausgangsimpedanz zu berücksichtigen; die Ausgangsruhespannung liegt auf einem Potential, das etwa der halben Betriebsspannung entspricht.

Optische Komponenten

Optische Linsen ermöglichen es, genügend Leistung auch von schwach strahlenden, relativ weit entfernten Objekten auf das Detektorelement zu konzentrieren. Mit optischen Linsen erzielt man zudem eine Vorverstärkung des Signals, ohne den elektronisch bedingten Rauschpegel zu erhöhen. Für diesen Zweck bietet der Fachhandel runde Fresnellinsen (Bild 13) relativ kostengünstig an. Zum Beispiel stehen Ausführungen mit einem Durchmesser von 2,5 cm bei einer Brennweite von ebenfalls 2,5 cm zur Verfügung, ebenso solche mit einem Durchmesser von 6,5 cm mit der gleichen Brennweite. Diese Fresnellinsen bestehen aus einer sehr dünnen Kunststoffolie und weisen eine geprägte, konzentrische Struktur auf. Bei Wellenlängen zwischen 4 μm und 20 μm verfügen sie über gute Transmissionseigenschaften, so daß man mit ihnen das zur Detektion

notwendige thermische Spektrum in einem engen Detektionskegel erfassen kann.

Eine Alternative zu der konzentrischen Fresnellinse ist mit der ebenfalls in Bild 13 dargestellten rechteckigen Fresnel-Array-Linse gegeben. Sie besteht aus dem gleichen Kunststoffmaterial, ist jedoch in mehrere Segmente mit rechteckigen Linsenstreifen aufgliedert. Wenn man die Folie leicht krümmt, übt jeder einzelne Streifen eine Sammelwirkung auf die einfallende Strahlung aus, wobei jedes Segment einen individuellen Einfallswinkel mit maximaler Empfindlichkeit aufweist.

Verlauf des Ausgangssignals

Unabhängig davon, ob man einen Detektor mit oder ohne zusätzliche Optik betreibt, führen erfaßte Objektbewegungen zu einem Ausgangssignal, dem eine Modulationsfrequenz zugeordnet ist. Diese hängt in erster Linie vom Abstand und von der Geschwindigkeit des bewegten Objekts ab, bei vorge-setzter Linse auch von deren Brennweite. Im allgemeinen bewegt sich die Modulationsfrequenz innerhalb eines Frequenzbereichs zwischen etwa 0,7 Hz und 10 Hz. Zuweilen ist eine Bereichserweiterung zu tieferen Frequenzen hin sinnvoll; in diesem Fall ist ein entsprechender Tiefpaß vorzusehen.

Die Form des vom Detektor abgegebenen Ausgangssignals richtet sich nach Lage und Anzahl der Sensorelemente. Eine zusätzliche Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz findet ihre Ursache in der thermischen und elektrischen Zeitkonstante des Detektors. Dieser Umstand hat zur Folge, daß bei ansteigender Modulationsfrequenz zwischen etwa 0,2 Hz und 5 Hz der Signalverlauf immer 'dreieckförmiger' ausfällt. Bild 14 zeigt den typischen Verlauf des Ausgangssignals eines Detektors mit Einzelement

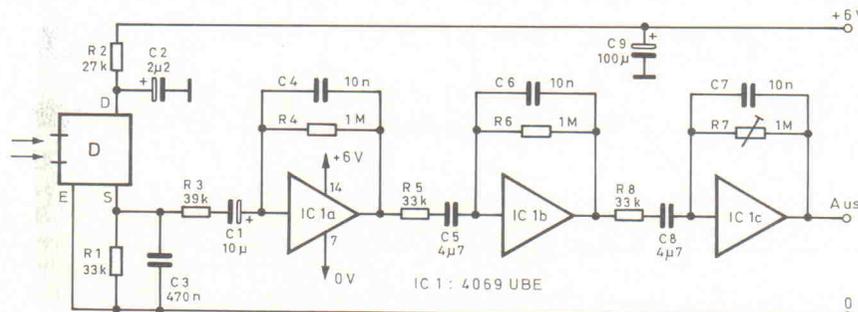


Bild 12. Linearverstärker mit drei gegengekoppelten Invertiern.

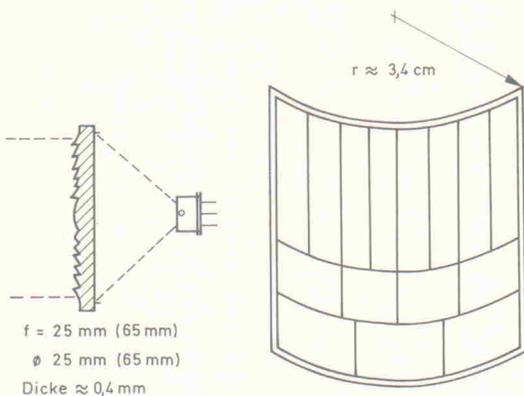


Bild 13. Fresnellinse in konzentrischer und Arrayausführung.

sowie eines Detektors mit Doppелеlement, wobei es unerheblich ist, ob sie mit oder ohne Linse arbeiten. In der Praxis ist zu beachten, daß Signale auch durch Luftbewegungen innerhalb eines Raums entstehen, die beispielsweise immer dann auftreten, wenn Fenster oder Türen geöffnet werden.

Es zeigt sich, daß die von Detektoren mit nur einem Sensorelement abgegebenen Signale am besten von überlagerten Störimpulsen zu unterscheiden sind. Bei Dualelementen weicht der Signalverlauf oft deutlich von der Grundform ab. Noch unbestimmter verläuft das Ausgangssignal bei Verwendung von Arraylinsen, das mehrfache Amplituden unterschiedlicher Höhe aufweist.

Signalformung

Die weitere Signalauswertung erfordert ein Rechtecksignal, das aus dem Detektorsignal der beschriebenen Formen abzuleiten ist. Dafür eignen sich Komparatoren, die die momentane Signalamplitude mit einer vorgegebenen Schwellenspannung vergleichen und ihre Ausgangsspannung im Ansprechfall sprunghaft ändern. Als Referenzpegel wählt man im allgemeinen die sich einstellende Ruhespannung, die im Ansprechfall über- oder unterschritten wird; infolgedessen ändert sich der Pegel am Komparatorausgang.

Will man den vollständigen Signalzug, also sowohl die positive als auch die negative Auslenkung auswerten, so schaltet man zwei Komparatoren zu einem Fensterdiskriminator zusammen. In Bild 15 ist eine entsprechende Schaltung wiedergegeben. Jeder der beiden Komparatoren erhält eine separate, einstellbare Referenzspannung. Die Ausgangsspannung geht jeweils in die positive Sättigung, sobald die momentane Signalspannung oberbeziehungsweise unterhalb des von den Referenzen bestimmten Fensters liegt. Dabei bilden die Dioden D1 und D2 an den Komparatorausgängen ein Oder-Gatter. Bild 15 gibt eine Schaltung für asymmetrischen Betrieb wieder, die man immer dann einsetzen kann, wenn dem auszuwertenden Signal eine Gleichspannung überlagert ist. Ist dies beispielsweise infolge einer kapazitiven Ankopplung nicht der Fall, kann man den in Bild 16 dargestellten Fensterdiskriminator mit symmetrischer Versorgung einsetzen.

Die Schalter S1 und S2 gestatten eine Signalselektion: Man hat die Wahl, entweder nur den durch die positive Halbwelle des Eingangssignals hervorgerufenen Ausgangsimpuls oder nur den durch die negative Halbwelle verursachten Ausgangsimpuls oder auch beide Impulse für einen Schaltvorgang zu nutzen. Das ist durchaus von Belang, da eine der beiden Auslen-

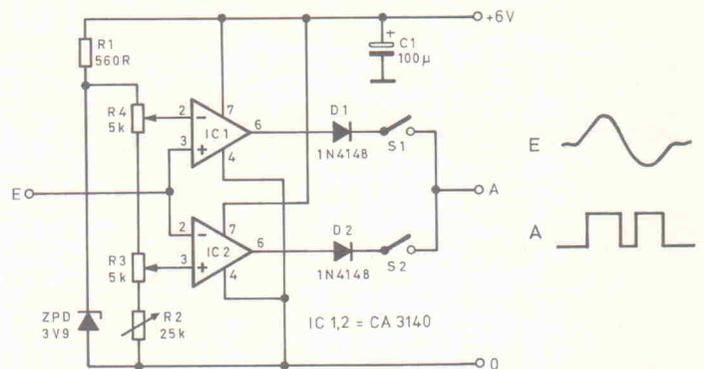


Bild 15. Doppelkomparator mit unipolarem Ausgangssignal.

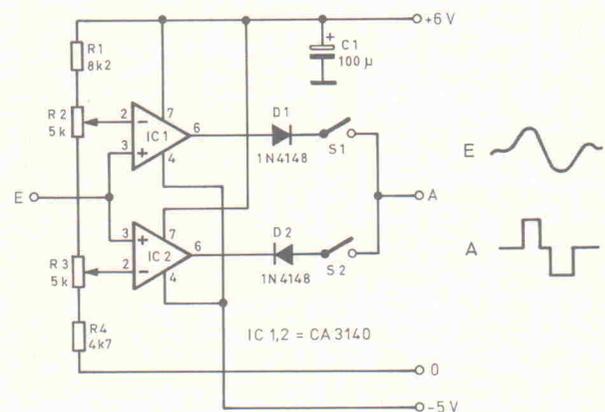


Bild 16. Doppelkomparator mit bipolarem Ausgangssignal.

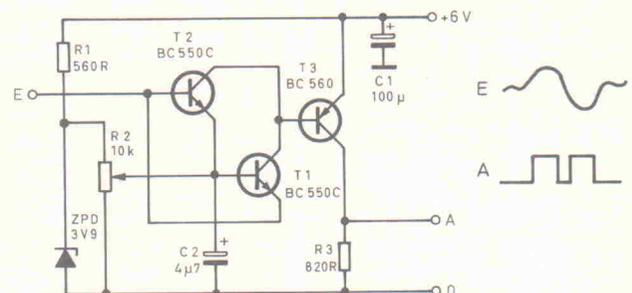


Bild 17. Komparator mit einer festen Fensterbreite von $\pm 0,6$ V.

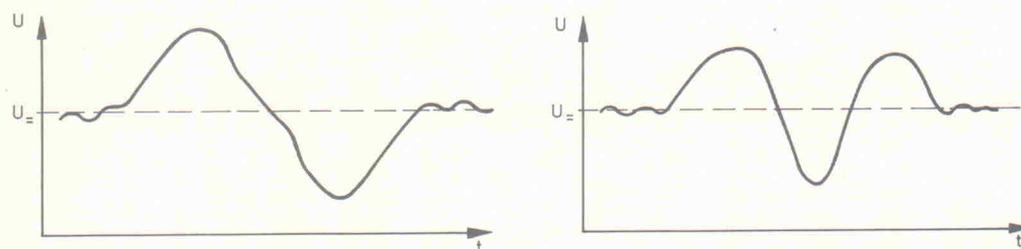


Bild 14. Typischer Signalverlauf am Ausgang eines Detektors mit Einzelelement (links) und mit Doppелеlement.

kungen den Eintritt, die andere den Austritt des bewegten Objektes – bezogen auf das Erfassungsfeld – kennzeichnet. Die Richtung der Auslenkung hängt zudem von der Art der Temperaturdifferenz zwischen Detektor und Objekt ab: An-

hand der Auslenkung kann man unterscheiden, ob ein relativ zur Umgebungstemperatur wärmerer oder kälterer Körper in den Detektionsbereich tritt.

Eine negative Signalauslenkung verursacht bei dem in Bild 16 gezeigten Fensterkomparator einen negativ gerichteten Ausgangsimpuls. Wünscht man nur positiv gerichtete Ausgangsimpulse, so sind die Eingänge des Komparators IC2 gegeneinander auszutauschen sowie die Diode D2 umzupolen.

In Bild 17 ist die Schaltung eines transistorisierten Fensterkomparators wiedergegeben. Als Voraussetzung für eine korrekte Arbeitsweise

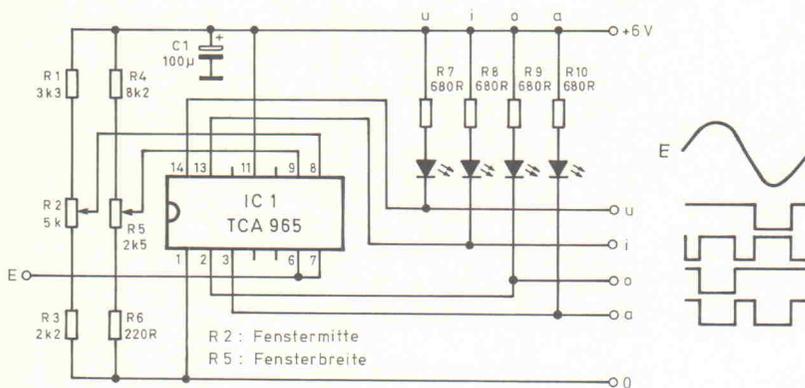


Bild 18. Grundschiung mit dem integrierten Fensterkomparator TCA 965.

- Pin 13: Die Eingangsspannung liegt innerhalb des Spannungsfensters.

- Pin 14: Die Eingangsspannung liegt unterhalb des Spannungsfensters.

Da die jeweils aktivierten Open-Collector-Ausgänge L-Potential annehmen, sind diese mit Pullup-Widerständen zu versehen, die in der gezeigten Schaltung auch den durch die LEDs fließenden Strom begrenzen. Für jeden der vier Ausgänge gilt ein Maximalstrom von 50 mA.

dieses Fensterkomparators gilt, daß sein Eingangssignal mit einer Gleichspannungskomponente behaftet sein muß, auf deren Höhe die an Poti R2 abgegriffene Referenzspannung einzustellen ist. Die Schwellenspannungen ergeben sich hier durch den Spannungsabfall der Basis-Emitter-Strecken mit je 0,6 V. Folglich ist darauf zu achten, daß die niederfrequenten Rausch- und Störanteile der Signalspannung

diese Pegel nicht über- oder unterschreiten, um Fehlauflösungen zu vermeiden. Zudem muß die auszuwertende Nutzsiganlspannung eine deutlich höhere Amplitude aufweisen. Bei positiven Signalauslenkungen spricht Transistor T2 an, bei negativen T1. Beide Vorgänge führen zu einem Durchschalten des Transistors T3.

Identifizierung des Detektorsignals

Wärmefluktuationen und elektrische Störungen führen bei pyroelektrischen Detektoren leicht zu Fehlauflösungen. Aus diesem Grund sollte das charakteristische Nutzsiganl bei der Detektion identifiziert werden. Dies ist weitgehend möglich, indem nur bestimmte, typische Signalverläufe einen Schaltvorgang auslösen.

Die beiden zeitlich aufeinanderfolgenden Rechteckimpulse, die aus dem Signalverlauf ableitbar sind, erleichtern die Lösung der gestellten Aufgabe. Bild 19 zeigt eine Schaltung, die auf dieser Basis arbeitet. Sie registriert, ob innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nach Ablauf des ersten Impulses der zugehörige zweite Impuls auftritt. Die abfallende Flanke des ersten Signalimpulses triggert das Monoflop IC1, so daß am Ausgang des Monoflops ein Impuls mit der Dauer τ_T ansteht. Nur wenn der zweite Nutzsiganlimpuls innerhalb der Zeit τ_T eintrifft, steht nach einer Und-Verknüpfung durch IC2 ein Auslöseimpuls am Ausgang A zur Verfügung; ein Einzelimpuls kann den Ausgang nicht aktivieren. Die mit dem Poti R1 einstellbare Zeit τ_T richtet sich nach der Bewegungsgeschwindigkeit, nach dem Abstand des Objekts sowie nach den optischen Gegebenheiten.

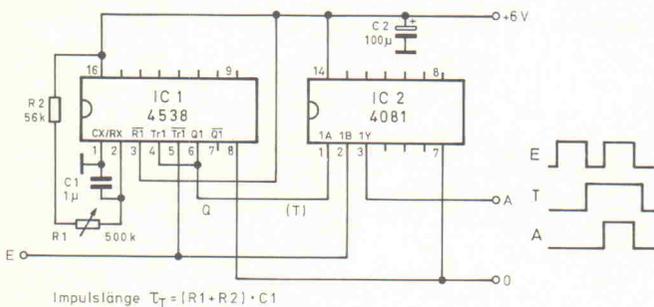


Bild 19. Schaltung mit Auswertung des Zweitimpulses.

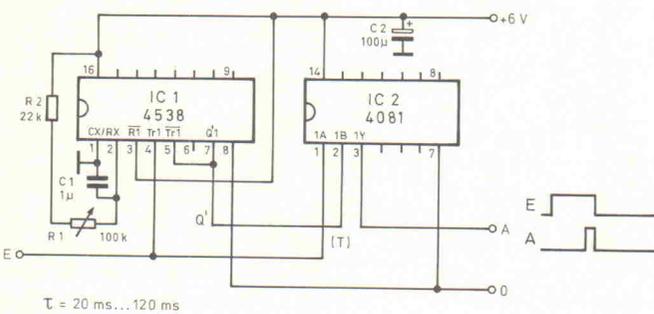


Bild 20. Schaltung mit Unterdrückung kurzzeitiger Störimpulse.

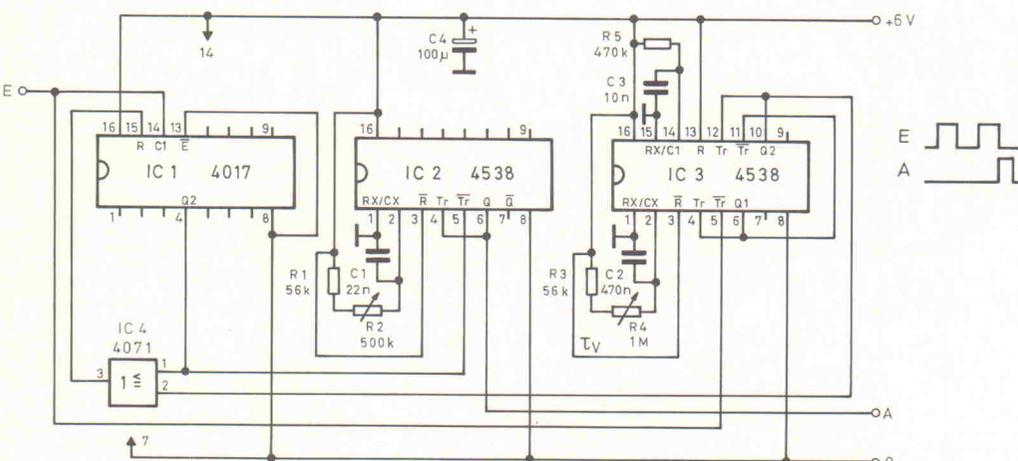


Bild 21. Nur paarweise auftretende Eingangsimpulse aktivieren den Ausgang.

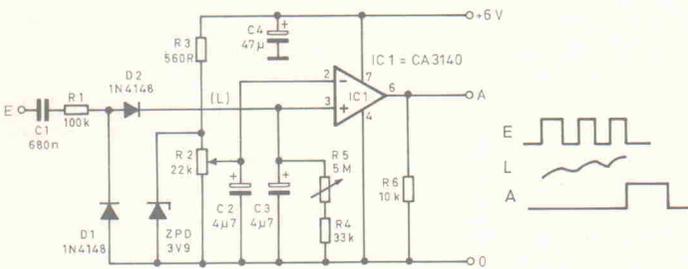


Bild 22. Komparator mit Ladungspumpe.

(Ausgang Q' führt während dieser Zeit L-Potential), kann der Signalimpuls wegen des Und-Gatters nicht wirksam werden. Erst wenn Ausgang Q' auf H-Pegel geht, wenn also der Referenzimpuls beendet ist, kommt es aufgrund der logischen Und-Verknüpfung zu einer Auslösung. Die Zeitdauer des Vergleichsimpulses ist mit den Komponenten R1 und C1 im Bereich zwischen 20 ms und 120 ms einstellbar. Der Referenzimpuls muß abgelaufen sein, noch ehe der zweite Signalimpuls eintrifft.

Die in Bild 21 wiedergegebene Schaltung hingegen enthält mit IC1 einen Impulszähler. Wenn dieser Baustein infolge eines Eingangsimpulspaars bis zwei gezählt hat, erfolgt über das Oder-Gatter ein Reset. Gleichzeitig triggert die abfallende Flanke des Resetimpulses das Monoflop IC2, das einen Auslöseimpuls erzeugt. Wird aber nur ein Einzelimpuls – also ein Störimpuls – gezählt, triggert dieser mit der abfallenden Flanke das Monoflop IC3, das nach Ablauf der Verweilzeit τ_V (die größer ist als die Dauer beider Impulse) mit dem in diesem IC enthaltenen zweiten Monoflop einen Resetimpuls folgen läßt. Über das Oder-Gatter IC4 setzt dieser den Zähler ebenfalls zurück.

Besonders für Detektoren mit vorgesetzter Arraylinse eignet sich die in Bild 22 dargestellte 'Ladungspumpe'. Aber auch Detektoren mit einem Dualsensor sind hier ebenfalls gut einsetzbar. Diese Schaltung benötigt mehrere Eingangsrechteckimpulse, ehe der Komparator auslöst. Wie die Bezeichnung Ladungspumpe besagt, wird das Potential am nichtinvertierenden Eingang des Komparators IC1 gleichsam hochgepumpt, bis es größer ist als die mit R2 eingestellte Referenzspannung. Dabei werden die Ladungen des Kondensators C1 rückflußfrei an Kondensator C3 weitergereicht. Nach dem Überschreiten der Schaltschwelle springt der Komparatorausgang auf H-Potential. Der Zeitpunkt des Rücksprungs hängt von den Werten der Komponenten R4, R5 und C3 ab; diese haben aber auch Einfluß auf die Aufladzeit. Die Schaltzeit ist wesentlich von der Höhe der eingestellten Referenzspannung abhängig.

Als Ergänzung zu der in Bild 18 gezeigten Grundschiung mit dem Fensterdiskriminator TCA 965 arbeitet der in Bild 23 wiedergegebene Signalidentifizierer, der erkennt, ob das vom Detektor erfaßte Objekt wärmer oder kälter als die Um-

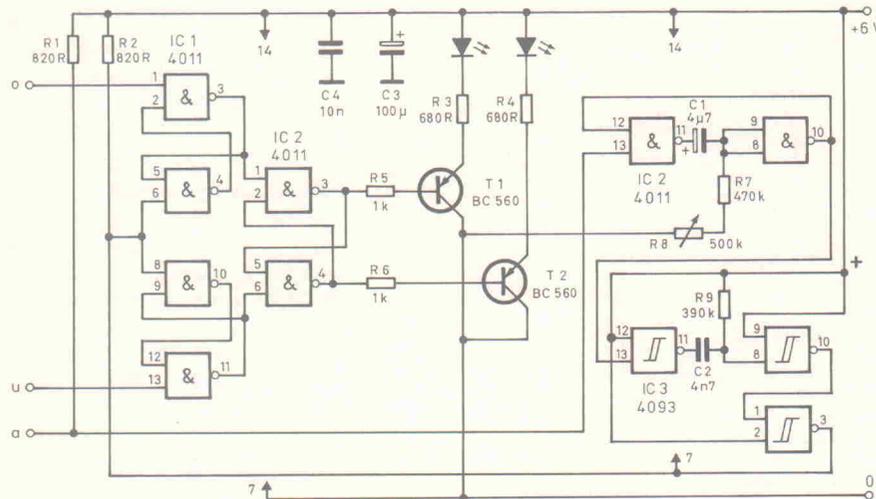


Bild 23. Zusatzschaltung für den Fensterdiskriminator TCA 965 zum Auswerten der relativen Objekttemperatur.

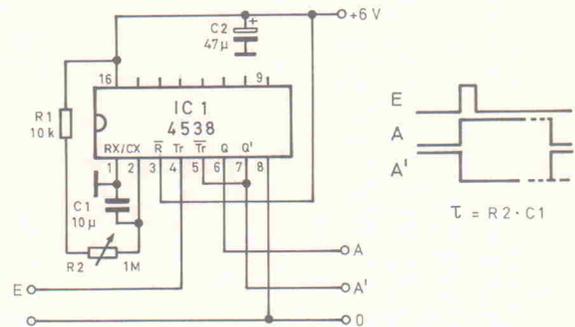


Bild 24. Monostabile Kippstufe mit einstellbarer Ausgangsimpulsdauer.

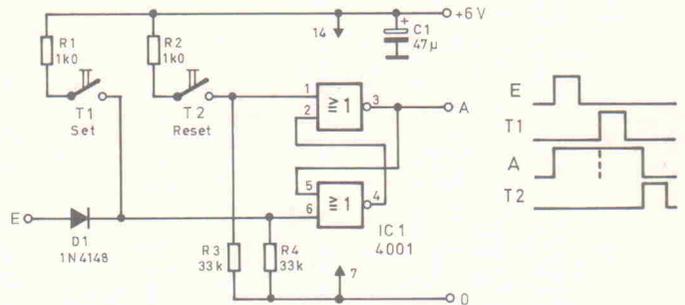


Bild 25. RS-Flipflop mit beliebig langer Ausgangsimpulsdauer: einzuschalten per Detektorsignal, auszuschalten durch Betätigen des Resetstasters.

gebung ist. Dazu wertet die aus den NAND-Gattern bestehende Verriegelungsschaltung nur die erste Halbwelle des Detektorsignals aus, die zweite wird unterdrückt. Jeweils eine der beiden LEDs leuchtet auf und zeigt damit die relative Objekttemperatur an. Nach Ablauf einer durch das Monoflop IC2 festgesetzten Zeit erzeugt IC3 einen Resetimpuls und löscht die zuvor angezeigte Information.

Definierte Signaldauer

Viele Varianten elektronischer Zeitschaltstufen beruhen auf dem Prinzip der Kondensatorentladung, wie zum Beispiel die auf Basis eines Monoflops realisierte Zeitstufe in Bild 24, bei der die ansteigende Flanke des Signalimpulses das Kippglied triggert. Dank der extrem kleinen Eingangsströme des MOS-Bausteins IC1 erhält man mit $\tau = RC$ präzise und reproduzierbare Schaltzeiten. Die Werte von R und C sind nur durch auftretende Leckströme begrenzt. Soll diese Stufe nachtriggerbar arbeiten, wie es beispielsweise bei Treppenlichtschaltungen üblich ist, legt man die Pins 3 und 5 (beziehungsweise 11 und 13) an die positive Betriebsspannung, wobei Pin 4 (beziehungsweise 12) als Eingang verbleibt.

Als Dauerschaltstufe arbeitet die in Bild 25 wiedergegebene Halteschaltung, die aus zwei sich wech-

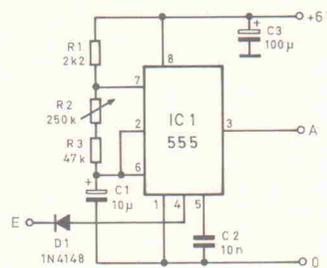


Bild 26. Steuerbarer Multivibrator zum Erzeugen von Ausgangsimpulsfolgen.

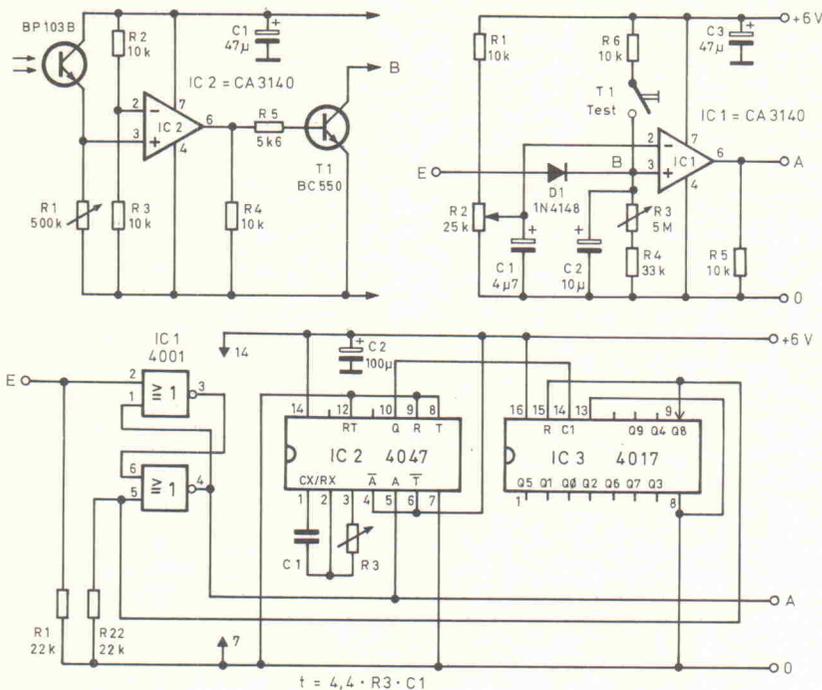


Bild 27. Zeitschalter mit Zusatzstufe zum Auswerten der Umgebungshelligkeit.

Bild 28. Zeitschaltstufe für lange Schaltzeiten.

seitig freigebenden und sperrenden Nor-Gattern in Form eines RS-Flipflops aufgebaut ist. Zusätzlich zum Resettaster ist ein Seltaster vorgesehen, so daß man einen Schaltvorgang auch manuell auslösen kann.

Ein steuerbarer Impulsgenerator ist immer dann vorzusehen, wenn das von einem Zeitglied gelieferte Auslösesignal Impulsfolgen mit einer bestimmten Frequenz hervorrufen soll. Bild 26 zeigt eine Schaltung unter Verwendung des bekannten Timerbausteins 555. Steht am Eingang (Pin 4) ein Signal mit H-Pegel an, so arbeitet der Generator mit einer an R2 einstellbaren Frequenz. Am Ausgang (Pin 3) ist der erzeugte Impulszug verfügbar.

Ein Zeitschaltglied läßt sich auch mit einem Operationsverstärker realisieren. Die in Bild 27 gezeigte Anordnung ähnelt der Schaltung aus Bild 22. Auch hier ist eine gewisse Mindestimpulslänge erforderlich, um den Kondensator C2 aufzuladen. Die Kapazität dieses Kondensators, die Werte der Widerstände R3 und R4 sowie die Höhe der Referenzspannung bestimmen die Entladezeit (= Schaltzeit). Die Zusatzstufe rund um den Fototransistor bewirkt, daß die Zeitstufe nur bei Dunkelheit reagiert, wie es beispielsweise für Lampen sinnvoll ist. Der Komparator IC2, dessen Schwellenwert mit Hilfe des Fototransistors überbeziehungsweise unterschritten wird, steuert Transistor T1, der bei aus-

reichender Helligkeit die Zeitstufe sperrt.

Besonders lange Schaltzeiten erzielt man mit der in Bild 28 dargestellten Schaltung. Hier wird die Periodendauer eines Multivibrators mit einem digitalen Zähler vervielfacht. Das aus den beiden Nor-Gattern bestehende RS-Flipflop startet zunächst den Multivibrator IC2. Die von diesem Baustein abgegebenen Impulse, deren Frequenz von C1 und R3 abhängt, takten den Dezimalzähler IC3. Da einer der Zählerausgänge – hier Q8 – mit dem Reseteingang zu verbinden ist, beeinflußt man über den jeweils gewählten Zählerausgang die Länge der Ge-

samtschaltzeit. Der Resetimpuls gelangt auch zum bistabilen Kippglied, so daß dann der Multivibrator stoppt. Benötigt man exakt definierte Schaltzeiten, so sollte man für C1 einen verlustarmen Folienkondensator einsetzen, dessen Kapazität nur praktisch begrenzt ist. Für den Widerstand R3 sind Werte aus dem Bereich 10 kΩ...10 MΩ zulässig.

Schaltstufen

Die von den Zeitstufen abgegebenen Ausgangssignale sind elektrisch nur wenig belastbar. Will man Lasten mit einer nennenswerten Leistung schalten, setzt man deshalb Schaltstufen ein. Bei der

praktischen Realisierung dieser Schaltstufen ist allerdings folgendes zu beachten: Während die bisher vorgestellten Stufen von einem Netzteil mit stabilisierter Ausgangsspannung versorgt werden können, ist für Relaisstufen – sicherheitshalber auch für Tonsummer – eine separate Betriebsspannung vorzusehen. Anderenfalls sind die Rückwirkungen so groß, daß Störungen in den Vorstufen unvermeidlich sind.

In Bild 29 sind eine einfache Relaisstufe sowie ein akustischer Signalgeber mit einem Piezosummer und einer LED wiedergegeben. Über Relaisarbeitskontakt a, Schalter S1 und Taster Ta1 ist eine Halteschaltung verwirklicht, die man mit S1 nach Bedarf ein- und ausschalten kann. Für den Rücksetztaster Ta1 ist hier eine Ausführung mit Ruhekontakt einzusetzen.

Zum Schalten netzbetriebener Lasten ist man aber nicht unbedingt auf Relais angewiesen. Eine Alternative ist zum Beispiel mit der in Bild 30 gezeigten, optoelektronisch gekoppelten Schaltstufe gegeben, die eine präzise arbeitende und vor allem sichere Lösung mit sehr geringer Störabstrahlung darstellt. Die interne Synchronisationsstufe des Zündbausteins TDA 1024 produziert bei jedem Nulldurchgang der Netzspannung einen Zündimpuls, dessen Dauer vom Wert des Widerstands R8 abhängig ist. Über R7 und C2 gelangt die Netzspannung an den Chip, der daraus seine Betriebsspannung ableitet. Bei entsprechender Kühlung schaltet der Triac einen maximalen Laststrom von 4 A.

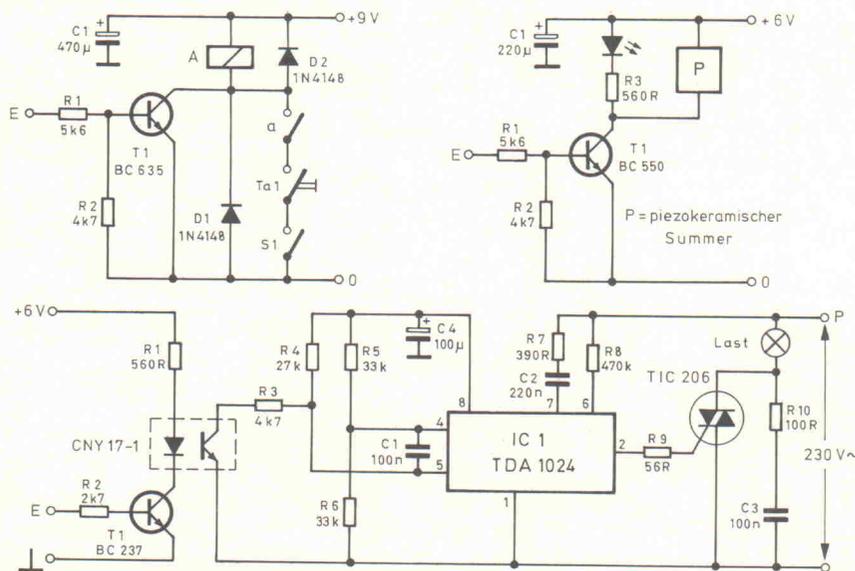
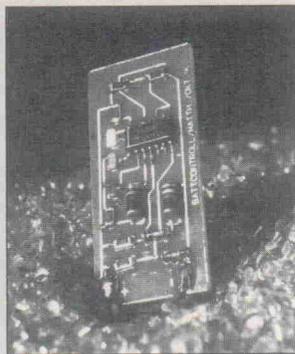


Bild 29. Schaltstufe mit selbsthaltendem Relais (links) sowie mit LED und Piezosummer (rechts).

Bild 30. Optoelektronisch gekoppelte Netzschaltstufe mit Triac als Leistungsschalter.

BattControl

Batterieüberwachung mit SMDevices



Matthias Köhler

Die Schaltung wurde entworfen, um mit einfachsten Mitteln eine definierte Entladung beim Überwintern von Motorrad- und Campingbatterien zu erreichen und den anschließenden Ladevorgang zu beobachten. Ebenfalls läßt sich – bei geringstem Platzbedarf – die Bordspannung von Fahrzeugen überwachen.

Der jeweilige Spannungszustand wird über drei Leuchtdioden angezeigt. Bei einer Akkuspannung $>13,6$ V leuchtet die gelbe LED; liegt die Spannung zwischen $13,6$ V und $10,6$ V, leuchtet die grüne LED und unter $10,6$ V die rote LED. Die Schaltschwellen lassen sich in weiten Grenzen variieren,

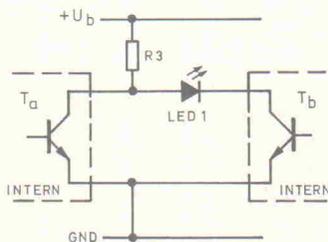


Bild 2. Offene Kollektoren machen's möglich.

somit ist ein universeller Einsatz möglich. Die Festlegung der Schaltpunkte erfolgt mit Referenzspannungen, die über Zenerdioden aus der Batteriespannung erzeugt werden (Bild 1). Sind die anwendungs-

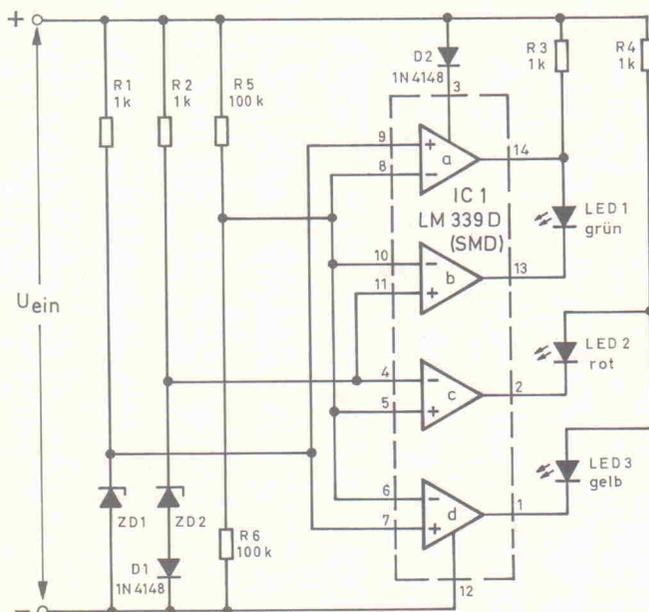


Bild 1. 14 Bauelemente: die gesamte Schaltung.

bedingten Schaltschwellen festgelegt, so gilt für die erforderlichen Zenerspannungen:

$$U_{ZD1} = \frac{U_{\max}}{2}$$

$$U_{ZD2} = \frac{U_{\min}}{2} - 0,6 \text{ V}$$

wobei U_{\max} die Schwelle zwischen grünem und gelbem Bereich, U_{\min} den Übergang vom grünen zum roten Bereich markiert. Den Ist-Wert stellt der symmetrische Spannungsteiler $R5$, $R6$ bereit. Der Vierfach-Komparator $IC1$ vergleicht Sollwerte (Referenzspannungen) und Ist-Wert.

Die Komparatoren des LM339 verfügen über Open-Kollektor-Ausgänge. $IC1d$ kontrolliert die obere Schaltschwelle. Übersteigt der Ist-Wert die Referenzspannung U_{ZD1} , so schaltet der Komparator durch und die gelbe LED leuchtet. Die Minimalspannung U_{\min} wird mit

Stückliste (SMT)

Widerstände 1/8 W, 5 %

$R1...R4$ 1k
 $R5,6$ 100k

Halbleiter

$D1,2$ 1N4148
 $ZD1$ 6V8
 $ZD2$ 4V7
 $LED1$ grün
 $LED2$ rot
 $LED3$ gelb
 $IC1$ LM339D

$IC1c$ und der roten LED in gleicher Weise überwacht. Da die beiden LEDs nie gleichzeitig leuchten, genügt ein gemeinsamer Vorwiderstand $R4$.

Bild 2 zeigt die Schaltungsumgebung der grünen LED im Detail. Der Komparator $IC1a$ ist einseitig gleich beschaltet wie der Komparator $IC1d$. Liegt der Ist-Wert oberhalb von U_{\max} , so leitet der Transistor T_a . Somit hat die Anode von $LED1$ niedriges Potential. $IC1b$ ist invers zu $IC1c$ geschaltet, so daß T_b ebenfalls leitet. Nimmt die Spannung ab, so sperrt beim Übergang vom gelben zum grünen Bereich der Transistor T_a ; die grüne LED leuchtet. An der Schwelle zum roten Bereich sperrt T_b und $LED1$ erlischt.

Der konsequent-logische Einsatz der offenen Kollektoren in den Komparator-Ausgängen spart periphere Bauelemente. Ein weiteres Merkmal der Schaltung ist die Temperaturkompensation für den unteren Schaltungspunkt, die sich aus der

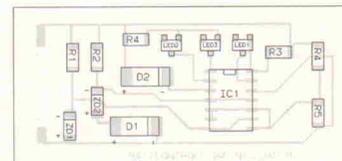
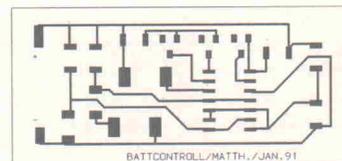


Bild 3. Platine und Bestückung.

Reihenschaltung von $ZD2$ und $D1$ ergibt. Dies bietet Vorteile, wenn die Schaltung in ein Fahrzeug eingebaut ist, da hier Temperaturunterschiede bis zu 50°C auftreten können. Für den oberen Schaltpunkt wurde auf diese Maßnahme verzichtet. Die Diode $D2$ schützt den Komparator vor Verpolung.

Mit der angegebenen Dimensionierung entlädt die Schaltung einen 25-Ah-Blei-Akku in circa vier Wochen von Vollaufung auf $10,6$ V. Um eine ähnliche Entladezeit bei Akkus höherer Kapazität zu erreichen, kann ein Widerstand parallel zu den Eingangsanschlüssen geschaltet werden. Bei Batterien mit kleinerer Kapazität sind höhere Vorwiderstände $R3$ und $R4$ angezeigt, dies geht allerdings zu Lasten der LED-Helligkeit.

Daten-Diät

Datenreduktion bei digitalisierten Audiosignalen

Stefani Renner

Wo immer man in der Audiotechnik mit digitalen Komponenten arbeitet, taucht neben all den vielen Vorteilen ein großes Manko auf: die enorm hohe Datenrate. Bei einer Quantisierung mit 16 Bit und einer Abtastrate von 44,1 kHz, wie man sie von der CD-Technik her kennt, fällt pro Kanal eine Datenrate von 705,6 KBit/s an. Diese Datenflut erzeugt sowohl bei der Übertragung als auch bei der Speicherung des Audiosignales einige Probleme, denn Übertragungsbandbreite und Speicherplatz sind in diesen Größenordnungen teuer.



So wird zum Beispiel ein digitaler terrestrischer Hörrundfunk (DAB) nur dann möglich, wenn man die Datenrate drastisch verringert. Aber auch im direkten Umfeld der Endverbraucher wird die digitale Audiotechnik um so attraktiver, je geringer die benötigte Datenrate ist. Es sind beispielsweise schon S-DAT-Recorder mit stationärem Tonkopf im Gespräch, mit denen der Hersteller Philips den Consumermarkt um ein extrem preisgünstiges Aufnahme-medium bereichern möchte. Auch von anderen Firmen sind Geräte wie beispielsweise die mehrfach beschreibbare CD in

Vorbereitung, die sich aber erst mit einer gesenkten Datenrate als Massenprodukt verwirklichen lassen.

Man möchte aber den einmal gesetzten Qualitätsstandard, der von der zur Zeit üblichen 16-Bit-Quantisierung mit linearer Kennlinie und einer Abtastrate von 44,1 kHz oder 48 kHz geprägt ist, keinesfalls unterschreiten, denn damit würde man der Digitaltechnik ja den qualitativen Vorteil gegenüber analogen Verfahren nehmen und ihr so die Daseinsberechtigung entziehen. Also bleibt nur der Ausweg, die vorhandene

hohe Datenrate von 768 KBit/s (bei 48 kHz, der professionellen Referenz) pro Kanal über einen Encoder zu komprimieren, ohne dabei die Qualität hörbar zu beeinflussen. Mit der dadurch erzielten niedrigen Datenrate wird das Signal speicherplatzsparend auf einen Datenträger aufgezeichnet beziehungsweise über eine digitale Leitung oder Funkstrecke übertragen. Empfangsseitig sorgt ein Decoder dafür, daß das komprimierte Signal wieder auf das Ausgangsformat mit 16 Bit expandiert wird. Es handelt sich bei diesen Verfahren genau genommen um Kompressi-

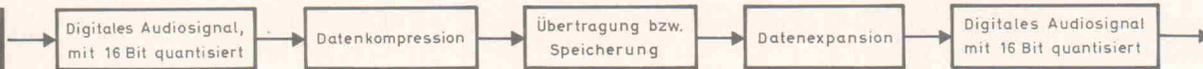


Bild 1. Anwendung der Datenkompression.

onsverfahren und nicht um Datenreduktionen.

Es gibt nun verschiedene Ansätze, wie man gegenüber dem normalen Digitalformat Daten einsparen kann. Oft wird hier eine Klassifizierung von Redundanz- beziehungsweise Irrelevanzreduktionen vorgenommen. Darunter versteht man eine Datenverringerng ohne Informationsverlust beziehungsweise mit subjektiv nicht wahrnehmbarem, und daher irrelevanten Datenverlust. Diese Unterteilung mag informationstheoretisch gesehen vielleicht sinnvoll sein, jedoch arbeitet kaum ein System nur mit einer der beiden Methoden. Eine reine Redundanzreduktion würde auch große Nachteile bei der Störanfälligkeit des Signales mit sich bringen und daher, vernünftig eingesetzt, nicht im genügenden Umfang die Daten reduzieren können. Die weiter unten im Text beschriebenen Verfahren arbeiten beide mit einer Kombination aus Redun-

danz- und Irrelevanzreduktion, wobei letztere die Erkenntnisse über das Auflösungsvermögen des menschlichen Gehörs ausnutzt.

Maskierungseffekte des Gehörs

Das menschliche Gehör reagiert auf eintreffenden Schall nicht objektiv wie ein Meßgerät. Vielmehr treten bei der Wahrnehmung einige Phänomene auf, von denen sich der sogenannte Verdeckungseffekt besonders gut für die Audio-Datenreduktion ausnutzen läßt. Die Verdeckung beschreibt ein Verhalten des Gehörs, welches bewirkt, daß ein leiser Ton bei Auftreten eines lauterem Tones nicht mehr wahrgenommen werden kann. Dabei kann die Verdeckung des leiseren Testsignales entweder zeitgleich, nach oder sogar auch vor Auftreten des lauterem Tones, des sogenannten Maskierers, erfolgen. Entsprechend dieser zeitlichen Abfolge spricht man von Simultan-, Nach- oder Vorverdeckung. Dabei bewirkt das zeitgleiche Auftreten des Maskierers die stärkste Verdeckung, so daß bei Datenreduktionen der Simultanverdeckung die größte Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Den frequenz- und pegelabhängigen Verdeckungseffekt kann man in Hörtests erforschen. Bei feststehendem Maskierer sucht man für jede Fre-

quenz des zu verdeckenden Testtones den Pegel, bei dem der Testton gerade noch hörbar ist. Diesen frequenzabhängigen Pegelverlauf nennt man Mithörschwelle.

Auch innerhalb eines Tongemisches wird der Verdeckungseffekt wirksam. Man kann bei normalen Tonsignalen daher immer davon ausgehen, daß leise Anteile verdeckt werden und damit für Menschen nicht mehr wahrnehmbar sind. Das Anliegen einer guten Datenreduktion ist es dabei, die verdeckten Anteile so genau wie möglich von den für das Klangbild wichtigen Maskierern zu trennen. Bei der anschließenden Kodierung werden nur noch die für das Gehör relevanten Anteile berücksichtigt.

Bei der experimentellen Untersuchung der Mithörschwellen fiel auf, daß das maskierende Signal vom Gehör offensichtlich in Frequenzbänder unterteilt wird, ehe die Bestimmung der Mithörschwelle stattfindet. Man nennt diese Frequenzbänder auch Frequenzgruppen. Die Frequenzgruppen besitzen unterhalb von 500 Hz eine konstante absolute Bandbreite und bei Frequenzen ab 500 Hz aufwärts eine konstante relative Bandbreite. Auch diese frequenzabhängigkeit der Frequenzgruppenbreite muß bei Datenreduktionsverfahren berücksichtigt werden.

ISO-Bestrebungen

Weil es so viele Anwendungsgebiete für die Reduktion von Audiodaten gibt, haben sich eine ganze Reihe von Entwicklern weltweit mit dem Thema Audio-Datenreduktion beschäftigt. Einige Systeme der Firmen APT, Dolby oder auch der Algorithmus von der CCETT sind in der professionellen Studio-technik auch schon im Einsatz. Wie immer, wenn man eine neue Technologie etablieren möchte, gibt es nun auch beim Thema Datenreduktion zwei Möglichkeiten der Marktentwicklung. Entweder einer der beteiligten Hersteller hat genügend Macht im Markt, um seine Entwicklung als Standard zu konstituieren. Die andere Möglichkeit besteht darin, nach qualitativen Gesichtspunkten das beste Verfahren herauszusuchen und dieses als Standard zu etablieren. Diese Bestrebungen werden von der ISO (International Standards Organization) verfolgt, um die zu erwartende Verfahrensvielfalt zugunsten eines universellen Standards schon frühzeitig zu unterbinden. Die ideale Datenreduktion sollte für die verschiedenen Anwendungsgebiete eine sehr variable Datenrate von 192 KBit/s, 128 KBit/s, 96 KBit/s, 64 KBit/s und sogar nur 32 KBit/s pro Audiokanal gestatten.

Im Gegensatz zu Datenkompressionen, die in der Compu-

Bild 2. Verlauf der Mithörschwellen für maskierendes Schmalbandrauschen bei unterschiedlichen Mittenfrequenzen.

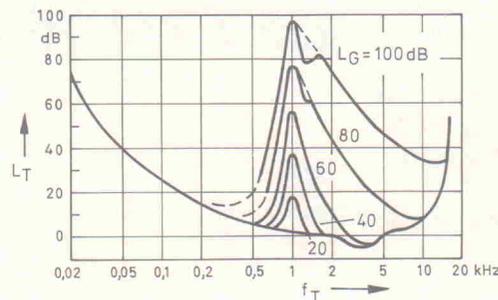
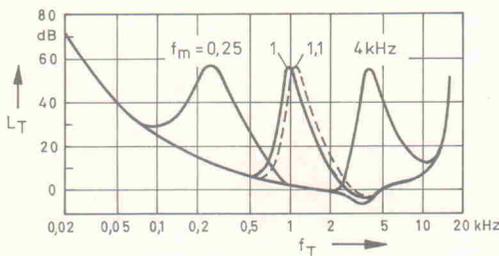


Bild 3. Verlauf der Mithörschwellen für maskierendes Schmalbandrauschen bei unterschiedlichen Pegeln.

Abkürzung	ASPEC	ATAC	MUSICAM	SB/ADPCM
Kodierungsprinzip	Transformations-Kodierung mit überlappenden Blöcken	Transformations-Kodierung mit nicht-überlappenden Blöcken	Teilbandkodierung mit mehr als 8 Bändern	Teilbandkodierung mit weniger als 8 Bändern
Mitglieder der Gruppe	AT & T ,USA D. Thomson-Br. ,D Fraunhofer-Ges. ,D France-Telecom ,F	Fujitsu ,J NEC ,J Sony ,J JVC ,J	IRT ,D Philips ,NL CCETT ,F Matsushita ,J	BTRL ,GB NTT ,J

Bild 4. Datenreduktionsverfahren und deren Entwicklungsgruppen bei der ISO WG 11 Audio Group [5].

tertechnik im Offline-Betrieb vorgenommen werden (man denke hier nur an die PK/UNPACK-Programme), sollte die Audio-Datenkompression unbedingt in Echtzeit arbeiten. Der empfangene Datenstrom muß also ohne nennenswerte Verzögerung kodiert und dekodiert werden.

Zu dem Anforderungskatalog gehörte unter anderem:

- Einsatzmöglichkeit bei den drei gängigen Abtastraten von 32 kHz, 44,1 kHz und 48 kHz
- Übereinstimmung von Eingangs- und Ausgangsabtastrate
- Das Verfahren sollte die gestattete Datenrate etwas unterschreiten, um zusätzliche Nebeninformationen ohne Qualitätsverlust mitübertragen zu können
- Die durch den Kodierungs- und Dekodierungsvorgang entstehende Verzögerung sollte bei einer Bitrate von 128 KBit/s kleiner als 80 ms sein.

Insgesamt meldeten sich 14 Bewerber zu dem Standardisierungstest an. Sie wurden in vier Gruppen zusammengefaßt, wobei die Verfahren innerhalb einer Gruppe vom theoretischen Ansatz her verwandt waren. Jede Gruppe erarbeitete dann jeweils ein Verfahren, welches einer unabhängigen Prüfungskommission zum Test zur Verfügung gestellt wurde.

Bei der Beurteilung solcher Technologien ist neben den oben genannten technischen Gesichtspunkten vor allem die subjektive Audioqualität von Wichtigkeit. Subjektive Qualität läßt sich aber gerade bei datenreduzierten Signalen nicht mit meßtechnischen Größen wie Klirrfaktor, Signal-Rausch-Abstand oder Dynamikumfang beschreiben, sondern kann nur durch aufwendige Hörtests bestimmt werden. Diese wurden vom schwedischen Rundfunk in Stockholm geplant und durchgeführt, einer völlig unabhängigen Kommission also, für die nur qualitative Vorteile, nicht aber finanzielle Gesichtspunkte ausschlaggebend waren.

Schon bei Vortests fiel auf, daß zwei Verfahren, nämlich ATAC und SB/ADPCM, im derzeitigen Entwicklungsstand nicht konkurrenzfähig waren. So blieben für die Haupttests die Verfahren ASPEC und MUSICAM übrig.

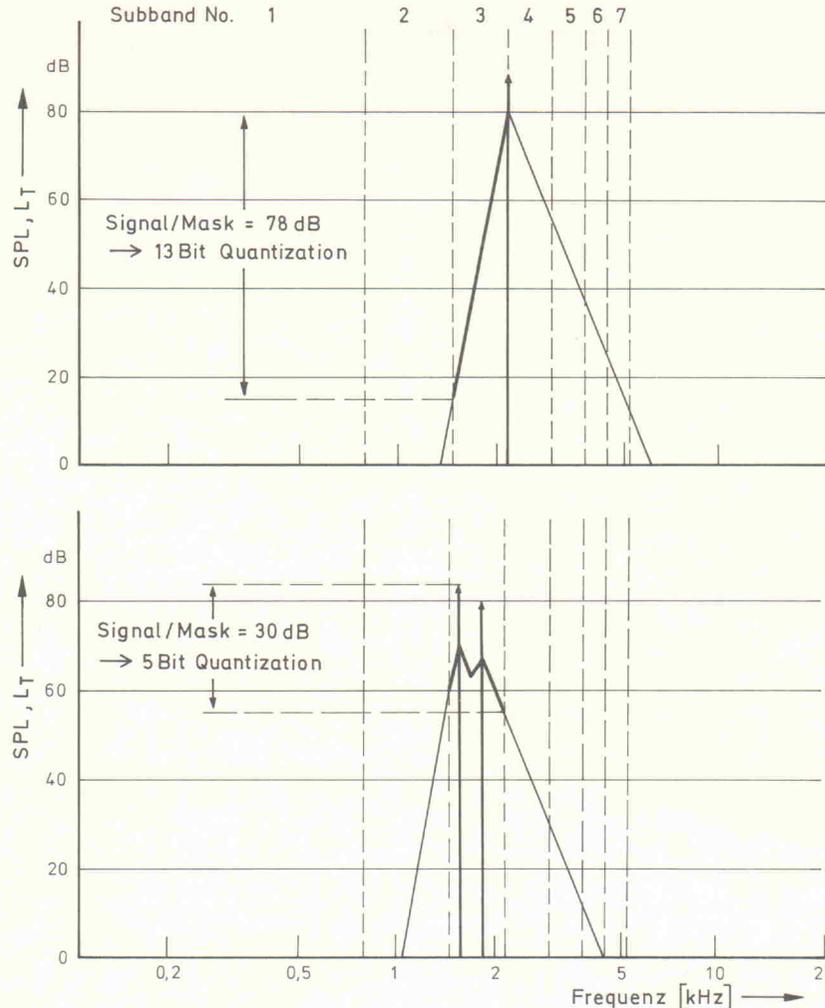


Bild 5. Bei Abschätzung der Mithörschwellen anhand des Skalenfaktors (oben) muß das Nutzsignal mit 13 Bit quantisiert werden. Das identische Signal kann bei der genaueren Berechnung der Mithörschwelle mit Hilfe einer FFT mit nur 5 Bit quantisiert werden.

Beide Verfahren können in ihren Grundzügen gemeinsam beschrieben werden [5]. Im ersten Schritt wird zunächst das Eingangssignal spektral dargestellt, unter anderem um frequenzabhängige Phänomene des Ohres ausnutzen zu können. Die dabei errechneten Koeffizienten werden im zweiten Schritt normiert. Dann werden die Koeffizienten quantisiert und entropiekodiert, wobei dieser Vorgang von einer psychoakustischen Bewertung gesteuert wird.

Vorteile schmalbandiger Verfahren

Die Darstellung im Frequenzbereich legt beiden Verfahren eine Wirkungsweise innerhalb vieler schmaler Teilbänder zugrunde. Diese schmalbandige Verarbeitung hat gegenüber der herkömmlichen breitbandigen Quantisierung qualitative Vorzüge. Wie ja noch aus den Anfängen der Digitaltechnik bekannt ist, erzeugt jede Quantisierung durch ihre stufenweise Kodie-

rung ein prinzipbedingtes Quantisierungsrauschen. Bei der Quantisierung eines breitbandigen Signals entsteht ein ebenso breitbandiges Quantisierungsrauschen. Innerhalb eines schmalbandigen Verfahrens mit getrennt quantisierten Teilbändern erzeugt man dagegen ein auf das jeweilige Teilband beschränkte Quantisierungsrauschen. Dabei tritt der Effekt auf, daß das eigentliche Nutzsignal im menschlichen Gehör eine Mithörschwelle erzeugt, wobei das schmalbandige Quantisierungsrauschen sich normalerweise unterhalb dieser Mithörschwelle befindet. Es wird also vom Nutzsignal, aus dessen Quantisierung es ja resultiert, maskiert. Man erzielt daher bei gleicher Quantisierung in einem schmalbandig arbeitenden System einen größeren subjektiven Signal-Rausch-Abstand als bei breitbandigem Einsatz. Damit eignet sich die Aufteilung in viele Teilbänder als erster Schritt zur Datenreduktion, denn bei dem gleichen subjektiven Eindruck kann mit einer geringeren Bitrate quantisiert werden.

Teilbandkodierung MUSICAM

Das Datenreduktionsverfahren MUSICAM (Masking-Pattern Universal Subband Integrated Coding And Multiplexing), welches maßgeblich von dem in München angesiedelten Institut für Rundfunktechnik IRT entwickelt wurde, arbeitet mit 32 Teilbändern. Dazu wird das Eingangssignal über eine Polyphasen-Filterbank in Teilbänder zu je 750 Hz Bandbreite aufgeteilt. Diese Untergliederung ist so fein, daß man sie auch als Darstellung im Frequenzbereich verstehen kann.

In jedem Teilband beträgt die Abtastfrequenz nur noch 1/32 der Ausgangsfrequenz, also 1,5 kHz. Aus den resultierenden Samples werden in jedem Teilband Blöcke gebildet, wobei jeweils 12 aufeinanderfolgende Samples zu einem Block zusammengefaßt werden. In jedem Block wird der höchste Spitzenwert im Betrag bestimmt und als sogenannter Skalenfaktor mit 6 Bit kodiert.

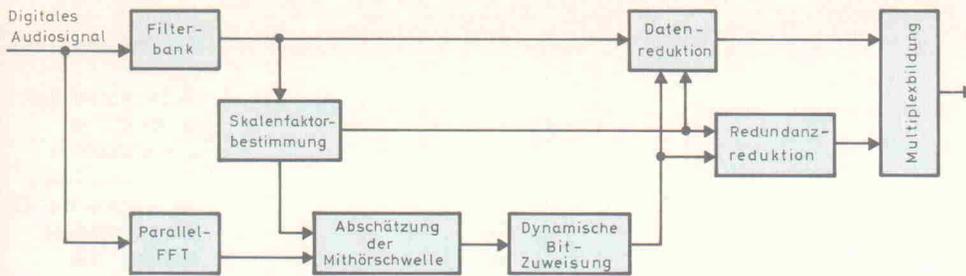


Bild 6. MUSICAM-Encoder [10].

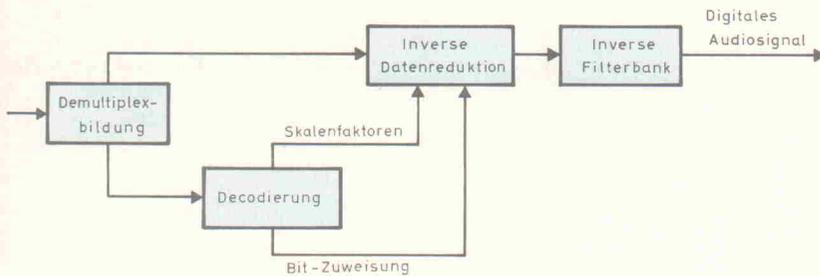


Bild 7. MUSICAM-Decoder [10].

Der Skalenfaktor, der den maximal aufgetretenen Pegel innerhalb eines Teilbandblockes verkörpert, ermöglicht damit die Unterscheidung von 64 Lautstärkeklassen. Diese repräsentieren jeweils circa 2 dB Dynamik, wodurch eine Systemdynamik von etwa 120 dB realisiert werden kann. Man verwendet den Skalenfaktor prinzipiell dazu, die zur Verfügung stehenden Bits möglichst optimal auf die aktuelle Dynamik zu verteilen. Man verschiebt mit ihrer Hilfe, also in Abhängigkeit vom derzeitigen Pegel, den Einsatzpunkt der Quantisierung. Dieses Verfahren wird Blockkompression genannt.

Nach psychoakustischen Erkenntnissen werden daraufhin die Mithörschwellen innerhalb eines jeden Teilbandes bestimmt. Dabei wird nicht nur errechnet, welche Signalanteile von lauterer Signalanteilen verdeckt werden und deshalb nicht übertragen werden müssen, sondern man berücksichtigt auch, daß das durch die reduzierte Quantisierung erzeugte Quantisierungsrauschen vom eigentlichen Nutzsignal verdeckt sein soll.

Man errechnet dazu das Verhältnis von der Signalamplitude zur Mithörschwelle, das sogenannte SMR (Signal to Mask Ratio). In Abhängigkeit vom SMR wird jeder Teilbandblock dann mehr oder weniger fein quantisiert. Bei der Errechnung

dieser dynamischen Bitzuweisung berücksichtigt man sowohl Verdeckungen innerhalb des entsprechenden Teilbandes als auch Maskierungen von Tönen außerhalb des Teilbandes. Dadurch gelingt es, mit einer sehr geringen Anzahl von Quantisierungsbits auszukommen. In diesem Vorgang steckt also die eigentliche Datenreduktion.

Dabei wird auch deutlich, daß die Datenreduktion nur so gut sein kann, wie ihre psychoakustische Bewertungsstufe ist. Nur mit der genauen Berechnung der Mithörschwellen kann das Verhalten des Gehörs so ausgenutzt werden, daß die Reduzierung der Quantisierungsbits tatsächlich nicht wahrgenommen werden kann.

Auflösung im Tieftonenbereich

MUSICAM arbeitet wie schon erwähnt in Teilbändern mit einer Bandbreite von 750 Hz. Betrachtet man aber das Verdeckungsverhalten des Gehörs bei tiefen Frequenzen, so fällt auf, daß unterhalb von 500 Hz sehr schmale Frequenzgruppen ausgebildet werden. Dadurch ergeben sich bei MUSICAM im unteren Teilband von 0...750 Hz etwa sieben Frequenzgruppen. Diese Frequenzgruppen sind aber maßgeblich für die Erzeugung der Mithörschwelle des Gehörs. Innerhalb dieses Teilbandes könnte man daher nur sehr ungenau die Mithör-

schwelle errechnen, was dazu führen würde, daß man entweder unnötig fein quantisiert oder hörbare Fehler in Kauf nimmt. Keines von beidem kann bei einer guten Datenreduktion akzeptiert werden.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, diese schlechte Frequenzauflösung zu verbessern. In einem Vorläuferstadium von MUSICAM, damals hieß das Verfahren noch MASCAM, setzte man dazu im Tieftonenbereich

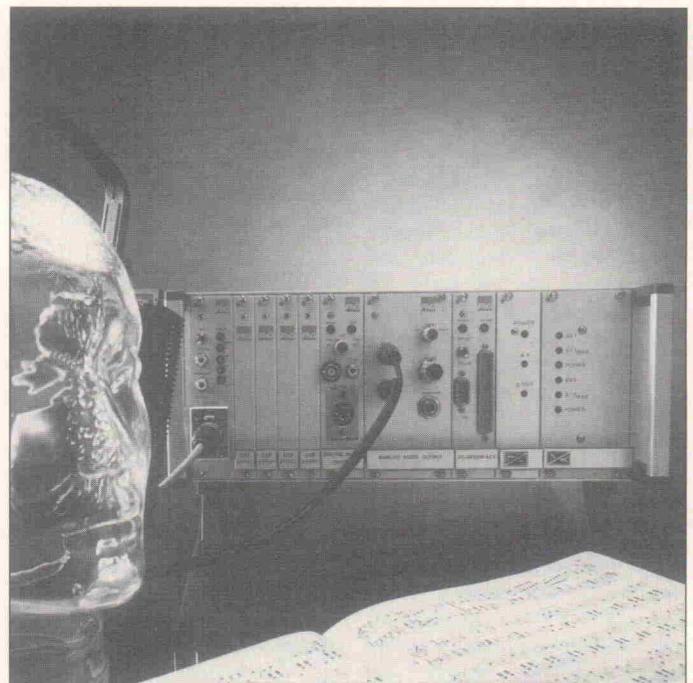
entsprechend dem Frequenzgruppenverhalten des Gehörs schmalere Teilbänder ein. Es zeigte sich aber, daß durch unterschiedliche Aufteilung im Tiefton- und Hochtonbereich eine zu große Systemkomplexität und damit ein unerwünschtes Bearbeitungsdelat erzeugt wurde.

Aus diesem Grund ging man bei MUSICAM dazu über, parallel zu der Aufteilung in gleichmäßige Teilbänder eine Fast Fourier Transformation (FFT) durchzuführen. Die Information aus der FFT dient nur der Analyse, um die Maskierer im Tieftonenbereich genau lokalisieren zu können.

Die zusätzliche FFT wird also nicht in den Signalweg eingefügt, sondern dient nur der genaueren Abschätzung der Mithörschwellen. Daher ist sie nur im Encoder notwendig. Der Decoder kann wesentlich einfacher und dadurch auch billiger aufgebaut sein. Dieses Kriterium ist vor allem bei der Entwicklung eines Consumerproduktes notwendig, da der Anwender beispielsweise beim Empfang von DAB nur eine relativ simple Decoderschaltung benötigt.

Transformationskodierung ASPEC

Auch ASPEC (Advanced Spectral Entropy Coding) teilt das



Das ASPEC-Gerät der Fraunhofer-Gesellschaft.

Quelle: Fraunhofer/Fuchs Foto Design

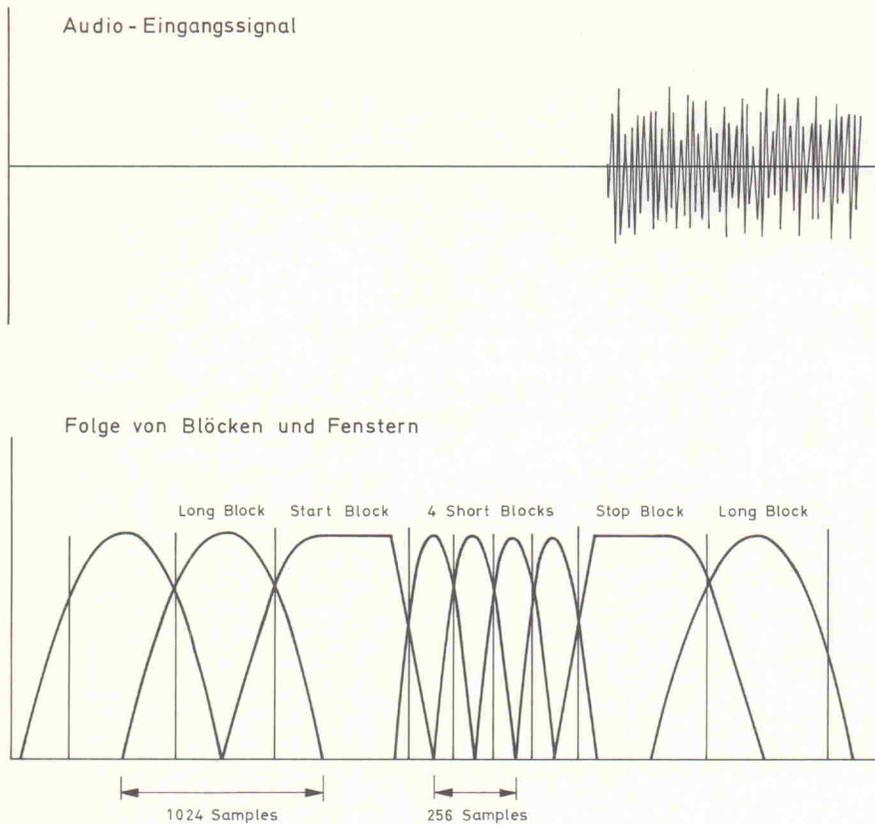


Bild 8.
Dynamische Fensterung bei ASPEC in Abhängigkeit vom Audiosignal [5].

Frequenzaufteilung als bei der Teilbandkodierung erzielt.

Bei ASPEC werden aus dem Eingangssignal Blöcke herausgeschnitten und dann transformiert. Die Länge eines jeden Blockes wird signalabhängig variiert, wobei die Fensterung von einer Impuls-Erkennung gesteuert wird. Dadurch lassen sich Probleme wie Vorechos bei der Verwendung von zu langen Blöcken vermeiden.

Nachdem die Blöcke mit der MDCT in den Frequenzbereich transformiert wurden, erfolgt die Abschätzung der Mithörschwellen. Um die Mithörschwellen möglichst genau errechnen zu können, wird bei niedrigen Bitraten auch bei ASPEC wie oben schon beschrieben eine zum Signalweg parallele FFT durchgeführt. Sie wird allerdings nicht wie bei MUSICAM dazu benötigt, eine genauere Frequenzauflösung zu erzielen, denn diese ist ja durch die MDCT schon gegeben. Sie wird vielmehr dazu verwendet, um mit Hilfe einer Zeigerprädiktion tonale Signalanteile von rauschähnlichen Anteilen unterscheiden zu können. Die Rauschanteile müssen bei der anschließenden Kodierung nicht so fein quantisiert werden, da sich das Quantisierungsrauschen bei ihnen nur wenig bemerkbar machen würde. Die tonalen Anteile werden dagegen so fein quantisiert, daß das entstehende Quantisierungsrauschen wie oben erläutert unterhalb der Mithörschwellen liegt. Auch bei ASPEC wird die Quantisierung also von einer psychoakustischen Bewertungsstufe gesteuert.

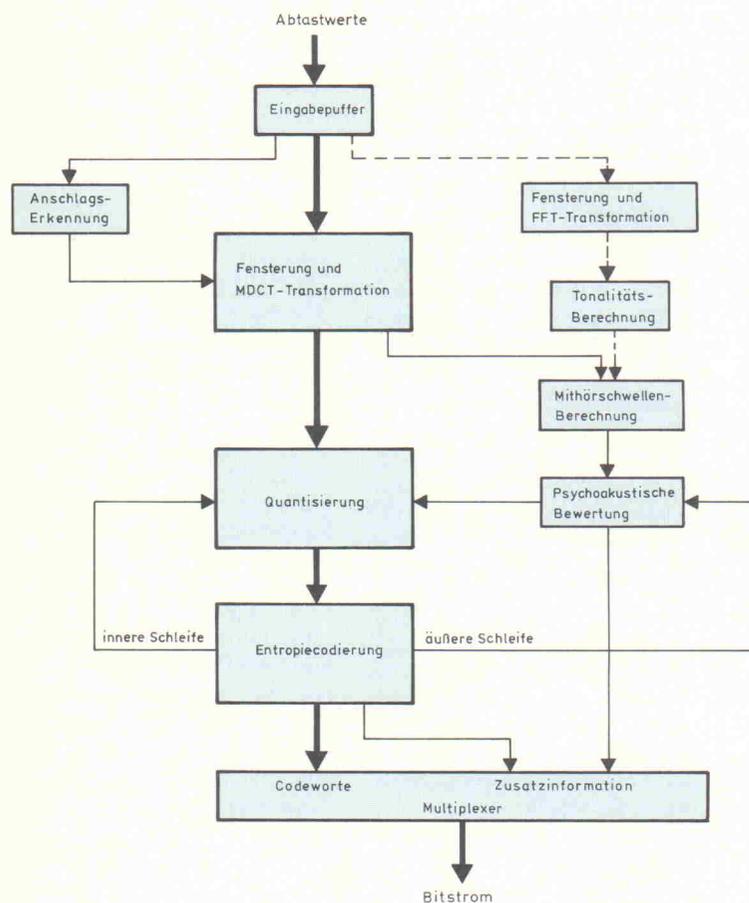


Bild 9.
ASPEC-Encoder [2].

breitbandige Signal in Teilbänder auf. Im Unterschied zu MUSICAM werden diese jedoch durch eine sogenannte modifizierte Cosinustransfor-

mation MDCT gebildet, während die oben beschriebene Teilbandkodierung mit einer Filterbank arbeitet. Die Transformation in den Frequenzbe-

reich wird bei ASPEC mit maximal 512 Koeffizienten vorgenommen. Man arbeitet daher in maximal 512 Teilbändern und hat so eine wesentlich genauere

Bei ASPEC erfolgt die Kodierung mit einem variablen Längencode. Dabei wird prinzipiell den häufig benutzten Elementen ein kurzes Codewort und selteneren Elementen ein längeres Codewort zugeordnet. Man nennt diese variable Längenkodierung nach ihrem Entwickler Huffman-Kodierung oder bezeichnet sie auch als Entropiekodierung.

Der Huffman-Kodierung liegen sogenannte Codebücher zugrunde, in denen die einzelnen Codewörter verzeichnet sind. Die Codebücher sind sowohl im Encoder als auch im Decoder vorhanden. Sie sind in Baumstruktur aufgebaut und werden von oben nach unten gelesen. Liegt beim Auslese-



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	
S097-588S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-599S	Schriftmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen)	29,— DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)	49,— DM
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90	98,— DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari	29,— DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler: div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source)	98,— DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari	98,— DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari Erfassungs- und Auswertprogramm (Source GFA-Basic) SS	35,— DM
S119-766M	UI-/D/A Wandlerkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Meßwertverarbeitung (Source)	28,— DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	Diskette/Atari	35,— DM
S129-772C	UMA — C64	12/89	Diskette/C64	25,— DM
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem)	98,— DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)	29,— DM

ELRAD - Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitale Sinusgenerator	25,— DM
Digitales Schlagzeug	25,— DM

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines ruckadressierten Freilmschlages.

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	25,— DM
E.M.M.A.	4/88	25,— DM
MIDI-Monitor	5/88	25,— DM
Frequenz-Shifter	3/88	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	25,— 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	
Autokalmanlage	5/89	25,— DM
SESAM — System	11/89	38,— DM
SESAM — Interface	12/89	70,— DM
SESAM — AD	3/90	35,— DM
MIDI-Factory	11/90	35,— DM

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme 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

Parameter	Gewichtsfaktor
Tonqualität bei normaler Wiedergabe	121
Tonqualität bei 'Fast Forward'-Wiedergabe	067
Random Access	118
Fähigkeit der Echtzeitkodierung	055
Datenkapazität für Nebeninformationen	093
Hohe Qualität bei Stereokodierung	086
Durchschnittliche Audioqualität	096
Robustheit gegen Bitfehler	089
Geringe Encoder-Komplexität	059
Geringe Decoder-Komplexität	117
Kurze Verzögerung bei der Dekodierung	072

Bild 10. Die Testparameter der ISO Audio Group und deren Gewichtsfaktoren [5].

Audio-Grundlagen

vorgang beispielsweise eine Folge 01011... vor, so wird zunächst an der Spitze des Codebaumes überprüft, ob das Wort 01 existiert. Falls es definiert ist, beginnt hinter dieser Folge ein neues Wort. Anderenfalls zieht man das nächste Bit hinzu und wiederholt den Vergleichsvorgang für das Wort 010 in der nächsttieferen Codebaum-Ebene. Dieses Prinzip ist in dieser Form jedoch nur dann zuverlässig, wenn in der gesamten Übertragungskette kein Fehler zu erwarten ist. Stimmt nämlich die ausgelesene Codefolge nicht mehr, dann kann man auch nicht mehr bestimmen, wo ein Wort aufhört und das nächste beginnt. Ein einzelner Datenfehler würde damit die korrekte Dekodierung auch der darauffolgenden Daten verhindern. Man hat daher bei ASPEC sogenannte Zeitrasterpunkte festgelegt, auf denen in jedem Fall der Anfang eines neuen Codewortes liegt.

Man möchte mit einem Datenreduktionsverfahren immer so fein wie gerade möglich quantisieren. Wenn man beispielsweise einen breiten Übertragungskanal zur Verfügung hat, wird man nicht eine extreme Datenreduktion vornehmen wollen. Es ist vielmehr gewünscht, daß man die zur Verfügung stehende Bandbreite nahezu ausnutzt, aber keinesfalls überschreitet. Deshalb arbeitet ASPEC mit einer zusätzlichen Iterationschleife, die die Quantisierung an die gegebene Übertragungsdatenrate anpaßt.

ISO-Ergebnisse

Die Realisation beider Reduktionsverfahren ASPEC und MUSICAM setzt also sehr aufwendige Entwicklungen, teilweise noch verbunden mit Grundlagenforschung im Bereich der Psychoakustik, voraus. Nicht weniger komplex ist die Beurteilung der Verfahren in Hinsicht auf ihre Standardtauglichkeit. Neben der selbstverständlichen geforderten Audioqualität dürfen Parameter wie die Robustheit gegen Bitfehler oder auch die geringe Decoderkomplexität und damit dessen möglichst niedriger Preis nicht außer acht gelassen werden, wenn man die Datenreduktion als Massenprodukt einführen will.

In Bild 10 sind die von der ISO WG 11 Audiogruppe berücksichtigten Testparameter mit den zugehörigen Gewichtsfaktoren aufgelistet.

Bei den einzelnen Tests wurden objektive, also meßtechnisch erfaßbare Parameter und subjektive Beurteilungen unterschieden. Beide Verfahren ASPEC und MUSICAM erwiesen sich im Prüfstand als qualitativ sehr hochwertig. Die Auswertungen ergaben, daß die Vorteile von MUSICAM in der objektiven Ebene und die von ASPEC im subjektiven Höreindruck bei niedrigen Bitraten lagen.

Die ISO Audiogruppe strebt aber ein in beiden Disziplinen vollkommen ausgereiftes Verfahren an. Es wurde daher die Zusammenarbeit beider Ent-

Algorithmus	ASPEC	MUSICAM
Subjektive Tests	3272	2942
Objektive Tests	4557	5408
Summe	7829	8350

aus: Musmann, H.G.: The ISO Audio Coding Standard, Globecom 90, 2.-5. 12. 1990, San Diego, USA

Bild 11. Testergebnisse [5].

wicklungsteams, die günstigerweise beide in Deutschland beheimatet sind, angeregt. Die Aufgabenstellung war diesmal, einen Standard aus mehreren einzelnen Modulen zu schaffen, der Komponenten beider Verfahren beinhaltet. So können die Vorteile beider Ansätze miteinander verbunden werden. Je nach Zusammenschaltung der Module erzielt man unterschiedliche Datenraten und Komplexitätsstufen. Diesen Aufbau nennt man Multi-Layer-Struktur. Der hier angestrebte Standard wird vermutlich drei verschiedene Layer beinhalten. Dabei wird Layer I mit einer Teilbandkodierung nach dem Prinzip von MUSICAM realisiert. Diese Stufe soll relativ einfach aufgebaut sein und eine noch relativ hohe Übertragungsrate benötigen. Mit Layer II soll darauf aufbauend eine mittlere Datenrate verwirklicht werden. Im Layer III werden schließlich Elemente wie die Transformationskodierung zur feineren Frequenzauflösung, die dynamische Fensterung und die Entropiekodierung aus ASPEC übernommen. Dieser Layer soll die niedrigste Datenrate ermöglichen.

Damit man später im Empfänger aber nicht eine Reihe verschiedener Decoder benötigt, wird dem reduzierten Datenstrom eine Information zugefügt, mit welchem Layer das Signal kodiert wurde. So kann der Decoder nötigenfalls umgeschaltet werden. Prinzipiell wurde aber darauf geachtet, daß die verschiedenen Layer ein festgelegtes Kodierungsschema einhalten, so daß der Decoder möglichst einfach aufgebaut sein kann. Die steigende Komplexität der Encoder dient dabei nur der exakteren psychoakustischen Bewertung, während das Kodierungsformat nahezu unverändert bleibt. Man will sich bei dieser Standardisierung also auf ein Datenformat und einen Decoder einigen. Die Art der Kodierung kann dabei auch zukünftig noch weiterentwickelt werden.

Ausblick

Falls Sie sich ein eigenes Urteil über die Qualitäten der Datenreduktion machen wollen, kann man Ihnen jetzt schon geeignetes Testmaterial empfehlen. Nicht Schlagzeug, Klavier oder Testtöne werden bei den Tests der ISO als besonders kritisch

erkannt, sondern ganz einfach die Soloversion von Suzanne Vegas 'Tom's Diner'. So schön kann Testhören sein.

Quellennachweis und weiterführende Literatur

- [1] E. Eberlein, H. Gerhäuser, S. Krägeloh: *Audio Codec For 64 KBits - Requirements and Results, Fraunhofer IIS*
- [2] Fraunhofer IIS: *Musikkodierung ASPEC für höchste Tonqualität bei Rundfunk-Empfang oder Telefon-Übertragung, 29. 08. 1990*
- [3] S. Haykin: *Digital Communications, John Wiley & Sons, 1988*
- [4] ISO: *Status Report of ISO MPEG, Press Release*
- [5] H. G. Musmann: *The ISO Audio Coding Standard, Globecom 90, 2.-5. 12. 1990, San Diego, USA*
- [6] S. Renner: *Datenreduktion - Auf der Suche nach einem Standard, Audio Professional, Nr.1 (Jan/Feb) 1991, S. 66-77*
- [7] G. Stoll, D. Wiese, M. Link: *MUSICAM: Ein Quellencodierverfahren zur Datenreduktion hochqualitativer Audiosignale für universelle Anwendung im Bereich der digitalen Tonübertragung und -speicherung, Taschenbuch der Fernmeldepraxis 1990*
- [8] G. Stoll, G. Theile: *MUSICAM: Minimale Datenrate durch Berücksichtigung der Gehöreigenschaften bei der Codierung hochwertiger Tonsignale, FKTG, 42. Jahrgang, Heft 11, S. 551-558*
- [9] G. Stoll, D. Wiese: *MUSICAM - ein Quellencodierungsverfahren hochqualitativer Tonsignale für universelle Anwendungen im digitalen Audiobereich, aus: Bericht 16. Tonmeisterkongress Karlsruhe 1990, Verlag K. G. Saur, München, 1991*
- [10] C. Todd, K. Gundry: *A digital Audio System for Broadcast and Pre-recorded Media, AES Preprint Nr. 2071, 75th Convention 1984, Paris*
- [11] D. Wiese, G. Stoll: *Bitrate reduction of high quality audio signals by modelling the ears masking thresholds, AES Preprint Nr. 2970, 89th Convention 1990, Los Angeles*
- [12] E. Zwicker: *Das Ohr als Nachrichtenempfänger, Hirzel Verlag Stuttgart, 1967*

Da fliegen dir die Ohren weg!

Boxen selbstbauen

Katalog kostenlos anfordern

HAMBURG

Lautsprecher Spezial Versand
Pf. 76 08 02 / M 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechereanwendungen

Ehrensache, . . .

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für Sie **fotokopieren**. Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich wie lang er ist, kostet **DM 5,-**. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte **nur in Briefmarken** bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder Nachnahme. **Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.**

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:
11/77 bis 2/90. Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.

HEISE Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
3000 Hannover 61

KLEIN ELEKTRONIK

JUBILÄUMS-ANGEBOT

3-Wege-Aktiv-System
MODAC A 5

Modernste MOS-FET Technologie

Die Garantie für höchste Klangqualität.
Tieftöner 200 Watt, 4 Ω; Mitte 100 Watt, 4 Ω;
Hochtöner 100 Watt, 8 Ω.
Frequenzweiche 24 dB, 4. Ordnung,
Allpaßcharakteristik.
Netzteil sehr leistungsstark, für stabilen Betrieb, auch bei komplexen Lasten.
Ringkertrafo 500 VA.
Siebung 94000 µF.
3-Wege-Aktiv-Mono incl. Netzteil und Handbuch. Art.-Nr. 10985

Zum einmaligen Jubiläumspreis von **DM 1250,-**

Ausführliches Modac A 5-Handbuch
DM 15,- incl. Porto. (Briefm./Schein)
Gutschrift bei Bestellung.
Bestellen Sie direkt bei

10 JAHRE AUDIO-SYSTEME
KLEIN ELEKTRONIK GMBH
Schubertstraße 7
D-7531 Neuhausen/Hamburg
Tel. (0 72 34) 71 83/89 43
Fax 52 05

Laser von es

April, Sonne, Wind und Wetter. Der Frühling naht. Gott sei Dank! Und mit dem Frühling kommt jetzt ein Traumangebot für alle Laserfreier! Wir haben ein Ding aufgeschnappt, das alle Rahmen sprengt, denn jetzt gibt es das Komplettsatz für Einstieger:

40mW HeNe-Röhre inkl. 12V-Netzteil für nur 999,- DM

Kein Aprilscherz! Gültig bis zum 30.4. und auch nur solange Vorrat reicht. Also, schnelle Bestellung sichert den günstigen Preis! Hot Line:

074 73 / 71 42

Hier noch ein paar Angebote aus dem neuen Katalog 2/91:

- HeNe-Laser polarisiert 40mW inkl. NT.....3.980,-
- Argon-Laser All Line 100mW inkl. NT.....6.599,-
- Scanningsystem STAR III inkl. Galvanometer.....3.988,-
- Blanking-Zusatzf. STAR III.....1.486,-
- Schwenkspiegelsystem für optische Bank.....124,-
- SCANplus S.O.....349,-
- SCANplus Evolution Mark I.....568,-
- Effektspiegel Burst und Lineaf.....ab 15.50
- Laserspiegel versch. Größen.....ab 4.50

Neu - Neu

Steuersystem für die optische Bank, Mischpult mit Cassette-Interface sowie Steuerung für Farbwechsler und 12 Schwenkspiegel. Datenübertragung vom Pult zur Bank seriell. Bei Interesse bitte extra Info anfordern!

es Lasersysteme
Berggasse 10
D-7406 Mössingen
Telefon (07473) 7142 u. 24445
Fax (07473) 24661

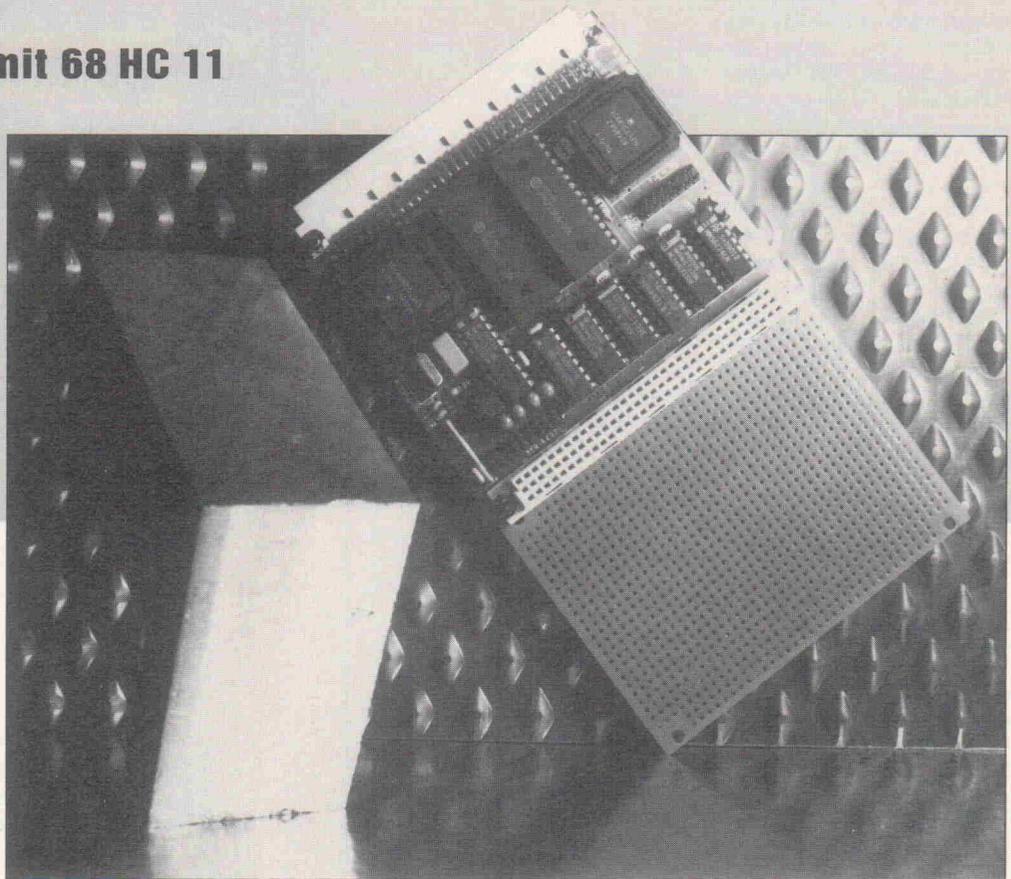
MOPS (2)

Prozessorkarte mit 68 HC 11

Hardware

**Hans-Jörg
Himmeröder**

Die Register des Controller-Bausteins stehen im Mittelpunkt dieses Abschnitts des MOPS-Projekts. Die Ports A...E können als TTL-Ein-/Ausgabeports benutzt werden oder aber auch Sonderfunktionen übernehmen wie die Adressierung externer Speicher, A/D-Wandlung, seriellen Datentransfer ...



Der Motorola-Baustein 68 HC 11 bildet den Kern von MOPS. Der Controller kann 64 KByte direkt adressieren und besitzt diverse eingebaute Schnittstellen wie einen 8-Kanal-A/D-Wandler mit einer Auflösung von acht Bit. Der 68 HC 24 restauriert die Ports, die dem HC 11 bei der Adressierung externer Speicherbausteine verlorengehen.

Weiterhin bietet die Platine einen RS-232-Treiber für die Kommunikation mit einem Hostrechner, einen Displayanschluß für 'intelligente' LCDs mit bis zu 2 x 40 bzw. 4 x 20 Zeichen, eine separate Echtzeituhr mit Kalender sowie Platz für 32 KByte RAM und 32 KByte EPROM oder 64 KByte RAM. Konzept und Aufbau der Hardware, die im übrigen nur die Hälfte einer Europakarte ausfüllt, wurden bereits im ersten Teil beschrieben. Tabelle 7 enthält die Pseudo-Opcodes, die der Assembler als Steueranweisungen benötigt, und von denen bereits im letzten Heft die Rede war.

In dem Kasten auf Seite 45 des ersten Teils stellten wir die Mo-

torola Mikrocontroller Mailbox München (MMMM) vor. Einige Leser waren unsicher, wie sie in diese Mailbox gelangen können, da ihnen die Modemparameter nicht bekannt waren. Jeder Benutzer kann sich mit jedem Hayes-kompatiblen Telefonmodem oder Akustikkoppler einloggen. Die Übertragungsrate darf wahlweise 300 Bd, 1200 Bd oder 2400 Bd betragen. Die Anzahl der Daten- und Stoppbits sowie die Parität werden automatisch erkannt und eingestellt.

Die Register des 68 HC 11

Der Akkumulator A ist 16 Bit lang, Zugriffe sind über 16 Bit (Double-Akku) oder die 8 Bit breiten Teile (Akku-A = High-Byte und Akku-B = Low-Byte des Double-Akku) möglich. Die beiden Indexregister X und Y sowie Stack und Programmcounter haben ebenfalls 16 Bit Breite; auf sie kann aber nicht byteweise zugegriffen werden. Im Condition-Code-Register sind 8 Bit vorhanden (Tabelle 8).

Für die interne Peripherie gibt es folgende Register; als Basisadresse gehen wir von \$1000, der Voreinstellung aus (Tabelle 9).

Die Beschreibung der einzelnen Register beschränkt sich nur auf eine Auswahl der gebräuchlichsten Anwendungen; weitergehende Informationen sind den entsprechenden Handbüchern für den 68 HC 11 zu entnehmen.

Die parallelen Schnittstellen

Die Ports A...E können als TTL-Ein- beziehungsweise Ausgabeports oder für Sonderaufgaben benutzt werden. Dazu gehören die Adressierung externer Speicher, Analogeingänge oder Timerfunktionen sowie serieller Datentransfer. Im folgenden werden die reinen TTL-Funktionsmöglichkeiten beschrieben, die natürlich entfallen, sobald man Sonderfunktionen definiert.

\$1000: PORTA. PA0...PA2 sind TTL-Eingänge; PA3...PA6 TTL-Ausgänge. PA7 kann in beiden Richtungen benutzt wer-

EQU	dient dazu, einem Label einem Wert zuzuweisen. Es sind in dem Ausdruck nur bereits bekannte Labelnamen zugelassen. Bsp: PORTA EQU \$1000 OPTION EQU PORTA+\$39 Space EQU '' Wert EQU 2 x PortA-OPTION		
ORG	Diese Anweisung gibt die Startadresse des zu erzeugenden Codes an. Die Org-Anweisung muß immer vor dem ersten zu übersetzenden Befehl stehen, mehrere ORG-Anweisungen sind verboten. Bsp: ORG \$E000 Bsp Anfang EQU \$C800 ORG Anfang		
LISTP	Auf dem Drucker wird ein Assemblerprotokoll ausgegeben; darin sind enthalten: Programmzähleradresse, erzeugte Hex-Bytes und der Quelltext in formatierter Darstellung. Der Drucker muß auf mindestens 96 Zeichen pro Zeile eingestellt sein.		
NOLIST	Es wird kein Ausgabeprotokoll erzeugt.		
PAGE	Erzeugt während des Druckerprotokolls (LISTP-Modus) einen Seitenvorschub.		
END	Der Übersetzungsvorgang wird beendet, auch wenn noch Text folgt.		
INCL	Hier wird ein anderer Text eingefügt, nach dem Ende dieses Include-Textes wird in der nächsten Zeile des Originaltextes weitergemacht. Beachten Sie, daß INCL-Texte nicht wiederum die INCL-Anweisung enthalten dürfen. Bsp: INCL C:\inctext.MTX		
IF	In Zusammenhang mit ELSE und ENDIF können Texte abhängig von Voreinstellungen übersetzt oder ausgelassen werden. Wenn der Wert des Operanden 0 ist, so wird der Text bis zum ELSE beziehungsweise ENDIF übersprungen. Innerhalb von IF-Anweisungen sind weitere IF's verboten.		
ELSE	Falls der IF-Befehl die Übersetzung ausgeschaltet hatte, so wird nun der weitere Text übersetzt beziehungsweise umgekehrt. Innerhalb eines IF-Blockes kann die ELSE-Anweisung entfallen.		
ENDIF	Beendet die IF-Kontrolle; der weitere Text wird übersetzt. Bsp: parallel EQU 1 IF parallel ;parallel = 1, also übersetzen ELSE ;Übersetzung ausschalten ENDIF ;weiter übersetzen		
DB	übersetzt die folgenden Werte zu Bytes. Wenn mehrere		
		FCB	Bytes erzeugt werden sollen, so sind sie ohne Leerzeichen durch Komma zu trennen. Bsp: DB 1,2,%1101,\$F5,'P'
		DW	identisch mit DB.
		FCW	wie DB, allerdings werden Worte (2 Bytes) erzeugt.
		ASC	Durch ASC wird ein ASCII-Text codiert. Die Textzeichen sind durch Hochkommata einzukleiden. Bsp: Text ASC "Das ist ein ASCII-Text."
		STR	arbeitet ähnlich wie ASC, nur wird hier als erstes Byte die Anzahl der folgenden Textzeichen abgelegt.
		DS	dient dazu, eine Anzahl von \$FF-Bytes zu codieren. Auf diese Weise kann innerhalb von Code, der im RAM liegt, Platz geschaffen werden, in den später während des Programmablaufes etwas abgelegt wird. Bsp: Tabelle DS 100 ;erzeugt im Code 100 Bytes Platz
		VARD	Die nachfolgende Adresse dient als Zeiger, wo Variable liegen sollen. VARD kann mehrfach innerhalb eines Programms benutzt werden.
		RMB	weist einem vorangestellten Label die aktuelle Variablenadresse zu, die durch VARD vorher eingestellt wurde. Anschließend wird der Variablenzeiger um die anzugebende Variablenlänge weitergerückt. Bsp: VARD \$20 ;Variable ab \$20 anlegen Var1 RMB 1 ;Var1 liegt bei \$20 Var2 RMB 5 ;Var2 liegt bei \$21 Var3 RMB 2 ;Var3 liegt bei \$26 usw.
		VS	ist identisch mit RMB.
		TRON	Dieser Befehl ist nur im MOPS-Betriebssystem sinnvoll. Der erzeugte Opcode \$87 ist ein unbekannter Befehl, der im MOPS-System dazu verwendet wird, einen TRACE-Lauf des Programms einzuleiten. Man verläßt den Einzelschrittmodus durch die ESC-Taste oder den TROFF-Befehl. Der TRACE-Modus funktioniert über einen Interrupt mit dem OC5-Timer. Falls andere Interrupts nebenherlaufen, sind interessante Effekte festzustellen, benutzen Sie daher diese Betriebsmöglichkeit wirklich nur zum Austesten einzelner Programmteile ohne nebenherlaufende andere Routinen. Sobald der Befehl SEI kommt, ist der Einzelschrittmodus unterbrochen.
		TROFF	Dieser Befehl ist ebenfalls nur im MOPS-System enthalten, er beendet den Tracelauf; der erzeugte Opcode ist \$C7. Bsp: ... LDX 9 ;X-Register initialisieren tron ;Trace-Modus einschalten Schleife DEX ;Demo-Zählschleife durchlaufen BNE Schleife troff ;Tracelauf ausschalten ...

Tabelle 7. Die Steueranweisungen beziehungsweise Pseudo-Codes.

den, diese wird in Bit 7 des Registers PACTL = \$1026 angegeben, 1 = Ausgang, 0 = Eingang.

\$1004: PORTB. Im Single-Chip-Modus sind alle Pins Ausgänge; bei externen Speicherbausteinen liegen hier die Adressen A8...A15.

\$1003: PORTC. Im Single-Chip-Modus sind alle Pins einzeln definierbare Ein- oder Ausgänge, bei externen Speicherbausteinen liegen hier die

gemultiplexten Adressen A0...A7 beziehungsweise die Datenleitungen D0...D7. Im Single-Chip-Mode definiert DDRC die Richtungen.

\$1007: DDRC. Porttrichtungsdefinition für Port C, 1 = Ausgang, 0 = Eingang; nach /RESET sind alle Leitungen von Port C Eingänge.

\$1008: PORTD.

– PD0 kann Serielleingang RxD oder I/O-Pin sein.

– PD1 kann Seriellausgang TxD oder I/O-Pin sein.

– PD2 kann MISO-Anschluß (Master In, Slave Out) für das SPI-Interface oder I/O-Pin sein.

– PD3 kann MOSI-Anschluß (Master Out, Slave In) für das SPI-Interface oder I/O-Pin sein.

– PD4 kann SCK-Anschluß (Serial Clock) für das SPI-Interface oder I/O-Pin sein.

– PD5 kann /SS-Anschluß (Slave Select) für das SPI-Interface (mit Pullup-Widerstand) oder I/O-Pin sein. Bei der TTL-I/O-Funktion sind die Bits 0...5 den PD0...PD5-Portanschlüssen zugeordnet, die Richtung ist definiert durch:

CDR Bit 0:	C	Carry
CDR Bit 1:	V	Overflow
CDR Bit 2:	Z	Zero
CDR Bit 3:	N	Negativ
CDR Bit 4:	I	Interruptmaske
CDR Bit 5:	H	Halbes Carry von Bit 3
CDR Bit 6:	X	Interruptmaske für XIRQ-Eingang
CDR Bit 7:	S	Stop Disable

Tabelle 8. Die Conditioncode-Register (CDR) des 68 HC 11.

\$1000:	PORTA	I/O-Portzugriff auf A
\$1001:	reserviert	
\$1002:	PIOC	Parallel I/O-Control-Register (s.u.)
\$1003:	PORTC	I/O-Portzugriff auf Port C
\$1004:	PortB	Setzen der Ausgänge von Port B
\$1005:	PORTCL	Alternate Latched Port C (s.u.)
\$1006:	reserviert	
\$1007:	DDRC	Data-Direction-Register für Port C. 1=Ausgang, 0=Eingang
\$1008:	PortD	I/O-Portzugriff auf PD0 bis PD5
\$1009:	DDR	Data-Direction-Register für Port D. 1=Ausgang, 0=Eingang
\$100A:	PORTE	Input-Port E
\$100B:	CFORC	Compare-Force-Register (s.u.)
\$100C:	OC1M	OC1-Mask-Register (s.u.)
\$100D:	OC1D	OC1-Data-Register (s.u.)
\$100E:	TCNTH	Timer-Counter-Register High-Byte
\$100F:	TCNTL	Timer-Counter-Register Low-Byte
\$1010:	TIC1H	Input-Capture-Register 1 High-Byte
\$1011:	TIC1L	Input-Capture-Register 1 Low-Byte
\$1012:	TIC2H	Input-Capture-Register 2 High-Byte
\$1013:	TIC2L	Input-Capture-Register 2 Low-Byte
\$1014:	TIC3H	Input-Capture-Register 3 High-Byte
\$1015:	TIC3L	Input-Capture-Register 3 Low-Byte
\$1016:	TIC1H	Output-Compare-Register 1 High-Byte
\$1017:	TIC1L	Output-Compare-Register 1 Low-Byte
\$1018:	TIC2H	Output-Compare-Register 2 High-Byte
\$1019:	TIC2L	Output-Compare-Register 2 Low-Byte
\$101A:	TIC3H	Output-Compare-Register 3 High-Byte
\$101B:	TIC3L	Output-Compare-Register 3 Low-Byte
\$101C:	TIC4H	Output-Compare-Register 4 High-Byte
\$101D:	TIC4L	Output-Compare-Register 4 Low-Byte
\$101E:	TIC5H	Output-Compare-Register 5 High-Byte
\$101F:	TIC5L	Output-Compare-Register 5 Low-Byte
\$1020:	TCTL1	Timer-Control-Register 1 (s.u.)
\$1021:	TCTL2	Timer-Control-Register 2 (s.u.)
\$1022:	TMSK1	Timer-Interrupt-Mask-Register 1 (s.u.)
\$1023:	TFLG1	Timer-Interrupt-Flag-Register 1 (s.u.)
\$1024:	TMSK2	Timer-Interrupt-Mask-Register 2 (s.u.)
\$1025:	TFLG2	Timer-Interrupt-Flag-Register 2 (s.u.)
\$1026:	PACTL	Pulse-Akkumulator-Control-Register (s.u.)
\$1027:	PACNT	Pulse-Akkumulator-Count-Register
\$1028:	SPCR	SPI-Control-Register (s.u.)
\$1029:	SPSR	SPI-Status-Register (s.u.)
\$102A:	SPDR	SPI-Data-Register (s.u.)
\$102B:	BAUD	SCI-Baudratenregister (s.u.)
\$102C:	SCCR1	SCI-Communication-Control-Register 1 (s.u.)
\$102D:	SCCR2	SCI-Communication-Control-Register 2 (s.u.)
\$102E:	SCSR	SCI-Status-Register (s.u.)
\$102F:	SCDE	SCI-Data-Register (Transmit und Receive getrennt)
\$1030:	ADCTL	A/D-Control-Register (s.u.)
\$1031:	ADR1	A/D-Meßwert 1
\$1032:	ADR2	A/D-Meßwert 2
\$1033:	ADR3	A/D-Meßwert 3
\$1034:	ADR4	A/D-Meßwert 4
\$1035:	reserviert	
\$1036:	reserviert	
\$1037:	reserviert	
\$1038:	reserviert	
\$1039:	OPTION	System-Configuration-Option (s.u.)
\$103A:	COPRST	Arm/RESET-COP-Timer (s.u.)
\$103B:	PPROG	EEPROM-Control-Register (s.u.)
\$103C:	HPRIO	Highest Priority I-Bit Int ans Misc (s.u.)
\$103D:	INIT	RAM und I/O-Groundadressen (s.u.)
\$103E:	TEST1	Fertigungstestregister (nicht benutzen)
\$103F:	CONFIG	Systemconfiguration (s.u.)

Tabelle 9. Die Register und ihre gebräuchlichsten Anwendungen.

\$1009: DDRD. Porttrichtungsdefinition D (Bit 0...5), 1 = Ausgang, 0 = Eingang Nach /RESET sind alle Leitungen von Port D Eingänge.

\$100A: PORTE. PE0...PE7 können Analog-Eingänge des A/D-Wandlers oder TTL-Eingänge sein.

\$1002: PIOC. Parallel-I/O-Register

Bit 7: STAF (Strobe A Flag). Das Flag wird bei der aktivierten Flanke des Strobe-Eingangs A gesetzt. Beim Einlesemodus wird es gelöscht durch Lesen des PIOC-Registers mit gesetztem STAF-Bit und anschließendes Lesen aus dem PORTCL-Register, beim Ausgabebetrieb durch Lesen des PIOC-Registers und anschließendes Schreiben in das PORTCL-Register.

Bit 6: STAI. 0 = keine STRA-Interrupts möglich. 1 = STRA-Interrupts möglich.

Bit 5: CWOM. 0 = Die Port-C-Ausgänge sind CMOS-TTL, 1 = Die Port-C-Ausgänge sind Open-Drain.

Bit 4: HNDS. 0 = Simple Strobed I/O, Port C ist Eingang mit STRA als Strobe-Signaleingang, Port B ist Ausgang mit STRB als Strobe-Ausgangssignal; 1 = Full-Handshake-I/O, Port C ist der Datenport, STRA als Handshake-Eingang, STRB ist der Strobe-Ausgang. Die Datenrichtung wird durch OIN definiert.

Bit 3: OIN. Nur wichtig, wenn HNDS = 1 ist; 0 = Port C gilt als Full-Handshake-Eingang, 1 = Port C gilt als Full-Handshake-Ausgang.

Bit 2: PLS. 0 = STRB bleibt auf aktivem Potential, 1 = STRB bleibt zwei E-Takte auf aktivem Potential.

Bit 1: EGA (Edge-Select für STRA). 0 = fallende Flanke, 1 = steigende Flanke.

Bit 0: INVB. 0 = STRB ist aktiv low, 1 = STRB ist aktiv high.

Vorteilerdefinition

SCP1 Bit 5	SCP0 Bit 4	VT
0	0	1
1	0	3
0	1	4
1	1	13

Tabelle 10. Die Bits 4 und 5 definieren den Vorteiler (VT).

Nach RESET ist PIOC = \$03.

\$1005: PORTCL. Alternate Latched Port C. Hier werden Daten gespeichert, die bei der aktiven STRA-Flanke am Eingang von Port C anliegen. Diese Daten bleiben auch dann erhalten, wenn die Pegel an den Port C wechseln.

Die serielle Schnittstelle

\$102B: BAUD. (SCI-Baudratenregister). Die Baudrate wird aus dem E-Takt (Arbeitstakt) abgeleitet, der ein Viertel der Quarzfrequenz beträgt. Die folgenden Tabellen gehen von einem 8-MHz-Quarz aus. Nach dem durch die SCP-Bits eingestellten Vorteiler (Tabelle 10) wird die nun verringerte Frequenz durch die SCR-Bits erneut geteilt. Die endgültige Übertragungs-Baudrate ist dann 1/16 dieser Frequenz. Für die üblichen Baudraten 9600 Bd, 4800 Bd... wird der VT = 13 benutzt. Die Bits 0...2 erzeugen die endgültige Baudrate nach Tabelle 11. Zur Einstellung einer Baudrate von 2400 wird in das BAUD-Register der Wert \$32 geschrieben. Nach RESET ist Baud = \$00.

\$102C: SCCR1. (SCI-Communication-Control-Register 1).

Bit 7: 9. Empfangsbit, falls M-Bit = 1

Tabelle 11. Die Bits 0...3 erzeugen die Baudrate.

Bit2	Bit1	Bit0	VT=1	VT=3	VT=4	VT=13
0	0	0	125000	41667	31250	9600
0	0	1	62500	20834	15625	4800
0	1	0	31250	10417	7813	2400
0	1	1	15625	5208	3906	1200
1	0	0	7813	2604	1953	600
1	0	1	3906	1302	977	300
1	1	0	1953	651	488	150
1	1	1	977	326	244	75

INITSCI	LDAA	#\$30	
	STAA	BAUD	
	LDAA	#\$00	
	STAA	SCCR1	
	LDAA	#\$0C	
	STAA	SCCR2	
	LDAA	SCSR	;Dummy lesen
	LDAA	SCDR	
	RTS		
SENDSCI	LDAA	SCSR	;warten, bis Transmitter frei
	ANDA	#\$80	
	BEQ	SENDSCI	
	STAB	SCDR	;Byte senden
	RTS		
READSCI	LDAA	SCSR	;warten, bis Zeichen angekommen
	ANDA	#\$20	
	BEQ	READSCI	
	LDAB	SCDR	; Byte lesen
	RTS		

Listing 1. Initialisierung der SCI-Schnittstelle für 9600 Bd und 8 Bits als Lese- und Schreibroutine ohne Interrupterzeugung.

Bit 6: 9. Ausgabebit, falls M-Bit = 1

Bit 4: M-Bit = 0: 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Stoppbit; M-Bit = 1: 1 Startbit, 9 Datenbits, 1 Stoppbit.

Nach RESET ist SCCR1 = \$00.
\$102D: SCCR2. (SCI-Communication-Control-Register 2).

Bit 7: TIE-Bit = 0: kein TDRE-Interrupt; TIE-Bit = 1: Interrupt auslösen, wenn TDRE-Bit = 1.

Bit 6: TCIE-Bit = 0: kein TC-Interrupt; TCIE-Bit = 1: Interrupt auslösen, wenn TC-Bit = 1.

Bit 5: RIE-Bit = 0: kein RDRF-Interrupt; RIE-Bit = 1: Interrupt auslösen, wenn RDRR oder OR-Bit = 1.

Bit 4: kein IDLE-Interrupt; ILIE-Bit = 1: Interrupt auslösen, wenn IDLE-Bit = 1.

Bit 3: TE-Bit = 0: Transmitter ausschalten; TE-Bit = 1: Transmitter einschalten.

Bit 2: RE-Bit = 0: Receiver ausschalten; RE-Bit = 1: Receiver einschalten.

Nach RESET ist SCCR2 = \$00.
\$102E: SCSR. (SCI-Statusregister).

Bit 7: TDRE gesetzt, wenn das Transmit-Register in das Shift-Register übertragen wurde. Das Flag wird gelöscht durch Lesen von SCSR und anschließendes Schreiben in SCDR.

Bit 6: TDRE gesetzt, wenn Transmit-Vorgang beendet. Das Flag wird gelöscht durch Lesen von SCSR und anschließendes Schreiben in SCDR.

Bit 5: RDRF gesetzt, wenn das Receiver-Register gefüllt ist. Das Flag wird gelöscht durch

Lesen von SCSR und anschließendes Lesen aus SCDR.

Bit 3: OR gesetzt, wenn das Receiver-Register gefüllt war und ein neues Byte angekommen ist. Das neue Byte ist verloren. Das Flag wird gelöscht durch Lesen von SCSR und anschließendes Lesen aus SCDR.

Nach RESET ist SCSR = \$C0.

\$102F: SCDR. Das SCI-Datenregister enthält zwei getrennte Register zum Ausgeben beziehungsweise Einlesen der seriellen Daten. Das Listing 1 zeigt als Beispiel die Initialisierung der SCI-Schnittstelle.

Das SPI-Interface

Port D kann als Serial Peripheral Interface (Master oder Slave) benutzt werden.

PD2 = MISO-Anschluß (Master In, Slave Out)

PD3 = MOSI-Anschluß (Master Out, Slave In)

CD	CC	CB	CA	Eingangssignal	Ergebnis in
0	0	0	0	AN0 = PE0	ADR1
0	0	0	1	AN1 = PE1	ADR2
0	0	1	0	AN2 = PE2	ADR3
0	0	1	1	AN3 = PE3	ADR4
0	1	0	0	AN4 = PE4	ADR1
0	1	0	1	AN5 = PE5	ADR2
0	1	1	0	AN6 = PE6	ADR3
0	1	1	1	AN7 = PE7	ADR4
1	0	0	0	reserviert	ADR1
1	0	0	1	reserviert	ADR2
1	0	1	0	reserviert	ADR3
1	0	1	1	reserviert	ADR4
1	1	0	0	VRH-Pin	ADR1
1	1	0	1	VRL-Pin	ADR2
1	1	1	0	VRH/2	ADR3
1	1	1	1	reserviert	ADR4

Tabelle 12. Die vier Channel-Select-Control-Bits selektieren die A/D-Kanäle.

PD4 = SCK-Anschluß (Serial-Clock)

PD5 = /SS-Anschluß (Slave-Select-Eingang). Beim Master-Mode ist ein Pullup-Widerstand anzuschließen.

\$1028: SPCR. (SPI-Control-Register).

Bit 7: SPIE = 0: keine SPI-Interrupts möglich; SPIE = 1: SPI-Interrupts möglich.

Bit 6: SPE = 0: SPI-Interface ausgeschaltet; SPI = 1: SPI-Interface eingeschaltet.

Bit 5: DWOM = 0: die Port-D-Pins sind CMOS-Ausgänge; DWOM = 1: die Port-D-Pins sind Open-Drain-Ausgänge.

Bit 4: MSTR = 0: Slave Mode; MSTR = 1: Master Mode.

Bit 3: CPOL ist nur wesentlich, wenn MSTR = 1. CPOL = 0: der SCK-Pin ist bei einer Transferpause auf Low-Pegel; CPOL = 1: der SCK-Pin ist bei einer Transferpause auf High-Pegel.

Bit 2: CPHA, wenn gesetzt, wird das SCK-Signal um 1/2 Phase zeitlich vorgezogen.

Bit 1: SPR1 in Verbindung mit

Bit 0: SPR0 definieren die Baudrate im Masterbetrieb.

Nach RESET ist SPCR=\$04.

SPR1	SPR0	
0	0	1000 000 Bd
0	1	500 000 Bd
1	0	125 000 Bd
1	1	62 500 Bd

\$1029: SPSR. (SPI-Statusregister).

Bit 7: SPIF gesetzt, wenn ein

Byte übertragen wurde. Es wird gelöscht durch Lesen aus SPSR mit gesetztem SPIF-Flag und anschließendem Zugriff auf SPDR.

Bit 6: WCOL gesetzt, wenn in das SPDR-Register geschrieben wird, während ein Transfer stattfindet. Es wird gelöscht durch Lesen aus SPSR mit gesetztem WCOL-Flag und anschließendem Zugriff auf SPDR.

Bit 4: MODF gesetzt, wenn im Master-Modus der /SS-Eingang auf Low geht. Es wird gelöscht durch Lesen aus SPSR mit gesetztem MODF-Flag und anschließendem Schreiben in SPDR.

Nach RESET ist SPSR = \$00.

\$102A: SPDR. (SPI-Data-Register). Hier stehen die Sendebeziehungsweise Empfangsbytes.

Die Analog-/ Digital-Eingänge

Der 8-Bit-A/D-Wandler hat einen Multiplex-Eingang für die 8 Leitungen des Port E. Ein Meßwert \$00 entspricht dem Potential GND, \$FF der Spannung am Pin VRH, also 5 V ohne externe Spannungsreferenz. Eine Messung dauert 32 E-Zyklen pro Kanal, also 16 Mikrosekunden bei 8 MHz.

Der A/D-Converter wird durch das OPTION-Register eingeschaltet.

\$1030: ADCTL. (A/D-Control/Statusregister).

Bit 7: CCF (Conversions-Complete-Flag) ist gesetzt, wenn alle vier A/D-Register Meßergebnisse enthalten. Es wird durch einen Schreibzugriff auf ADCTL gelöscht.

Bit 5: SCAN (Continuous-Scan-Control). SCAN = 0: Es werden vier Messungen durchgeführt; SCAN = 1: Die vier Meßregister werden als Ring ständig mit neuen Ergebnissen gefüllt.

Bit 4: MULT (Multiple-Channel-Control). MULT = 0: Es wird ein Kanal gemessen; MULT = 1: Es werden vier Kanäle gemessen.

Bit 3...0: CD...CA Channel-Select; benutzt werden nur die Kombinationen mit CD = 0 (Tabelle 12).

\$1031: ADR1. AD Meßwert 1

\$1032: ADR2. AD Meßwert 2

\$1033: ADR3. AD Meßwert 3
\$1034: ADR4. AD Meßwert 4

Das Timer-Register

Im 68 HC 11 steckt ein freilaufender 16-Bit-Zähler. Nach RESET läuft er mit dem E-Takt von 2 MHz, die innerhalb der ersten 64 Zyklen nach RESET durch einen Vorteiler umprogrammierbar sind.

\$100E: TCNTH. (Timer-Counter-Register, High-Byte).

\$100F: TCNTL. (Timer-Counter-Register, Low-Byte).

In diesen beiden Speicherzellen kann der aktuelle Zählerstand abgelesen werden. Dazu liest man zunächst das High-, danach das Low-Byte; letzteres wird beim Lesen des High-Bytes zwischengespeichert, da sonst schon weitergezählt ist.

Die Input-Capture-Register übernehmen den aktuellen Zählerstand, wenn an den zugehörigen Eingängen PA0...PA2 eine definierte Flanke erkannt wird; dabei ist auch eine Interruptauslösung möglich.

\$1010: TIC1H. Input-Capture-1-Register, High-Byte für PA2.

\$1011: TIC1L. Input-Capture-1-Register, Low-Byte.

\$1012: TIC2H. Input-Capture-2-Register, High-Byte für PA1.

\$1013: TIC2L. Input-Capture-2-Register, Low-Byte.

\$1014: TIC3H. Input-Capture-3-Register, High-Byte für PA0.

\$1015: TIC3L. Input-Capture-3-Register, Low-Byte.

Die Output-Compare-Register werden nach RESET auf \$FFFF gesetzt. Stimmen diese Registerinhalte mit dem Zählerstand überein, kann ein Interrupt ausgelöst werden sowie an den zugehörigen Ausgängen PA3...PA7 eine Zustandsänderung erfolgen.

\$1016: TIC1H. Output-Compare-1-Register, High-Byte für PA3...PA7.

\$1017: TIC1L. Output-Compare-1-Register, Low-Byte.

\$1018: TIC2H. Output-Compare-2-Register, High-Byte für PA6.

\$1019: TIC2L. Output-Compare-2-Register, Low-Byte.

\$101A: TIC3H. Output-Compare-3-Register, High-Byte für PA5.

\$101B: TIC3L. Output-Compare-3-Register, Low-Byte.

\$101C: TIC4H. Output-Compare-4-Register, High-Byte für PA4.

\$101D: TIC4L. Output-Compare-4-Register, Low-Byte.

\$101E: TIC5H. Output-Compare-5-Register, High-Byte für PA3.

\$101F: TIC5L. Output-Compare-5-Register, Low-Byte.

\$100B: CFORC. Timer-Compare-Force-Register, nur Schreibzugriff.

Bit 7: FOC1

Bit 6: FOC2

Bit 3: FOC3

Bit 4: FOC4

Bit 3: FOC5

Wenn die entsprechenden Bits gesetzt sind, werden die Ausgänge PA3...PA7 beschaltet. Voraussetzung ist allerdings zusätzlich, daß das jeweilige OCxF-Flag im TMSK1-Register gesetzt ist.

Eine Sonderstellung unter den Ausgangstreibern nimmt das Output-Compare-Register 1 ein, denn es kann auf alle Pins PA3...PA7 wirken. Die Register OC1M und OC1D steuern diese Funktionen:

\$100C: OC1M. (OC1 Mask-Register).

Bit 7: OC1M1 Ausgang PA7 benutzen.

Bit 6: OC1M1 Ausgang PA6 benutzen.

Bit 5: OC1M1 Ausgang PA5 benutzen.

Bit 4: OC1M1 Ausgang PA4 benutzen.

Bit 3: OC1M1 Ausgang PA3 benutzen.

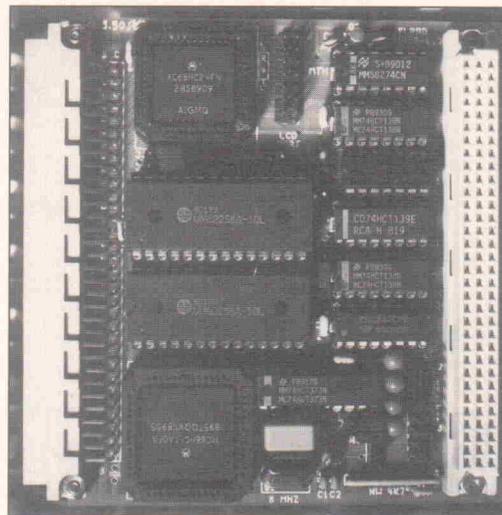
Es ist zu beachten, daß der Pulse-Akkumulator ebenfalls PA7 benutzen kann. Genaue Hinweise sind dem 68 HC 11-Reference-Manual zu entnehmen.

\$100D: OC1D. (OC1-Data-Register). Dieses Register bestimmt die Daten, die beim erfolgreichen Vergleich an den Ausgängen erscheinen sollen:

Bit 7: OC1D7 Wert für Ausgang PA7.

Bit 6: OC1D6 Wert für Ausgang PA6.

Bit 5: OC1D5 Wert für Ausgang PA5.



Alles auf eine halbe Karte gesetzt: Controller, RAM, EPROM, Adressdekodierung, Port-Regenerations-IC, separater Uhren-Baustein, LCD- und Seriell-Port.

Bit 4: OC1D4 Wert für Ausgang PA4.

Bit 3: OC1D3 Wert für Ausgang PA3.

\$1020: TCTL1. (Timer-Control-Register 1). Hier werden die Ergebnisse der Vergleiche von OC2...OC5 auf die Ausgänge definiert.

Bit 7: OM2

Bit 6: OL2

Bit 5: OM3

Bit 4: OL3

Bit 3: OM4

Bit 2: OL4

Bit 1: OM5

Bit 0: OL5

OMx OLx

0	0	Ausgang unbenutzt
0	1	Ausgang jeweils umschalten
1	0	Ausgang auf Low setzen
1	1	Ausgang auf High setzen

\$1021: TCTL2. (Timer-Control-Register 2). Die Input-Capture-Register TIC1...TIC3 können auf verschiedene Flanken an den Eingängen PA0...PA2 reagieren:

Bit 5: EDG1B

Bit 4: EDG1A

Bit 3: EDG2B

Bit 2: EDG2A

Bit 1: EDG3B

Bit 0: EDG3A

EDGxB EDGxA

0	0	Capture ausgeschaltet
0	1	Capture bei steigender Flanke
1	0	Capture bei fallender Flanke
1	1	Capture bei jeder Flanke

\$1022: TMSK1. (Timer-Interrupt-Mask-Register 1). Hier wird festgelegt, ob Interrupts ausgelöst werden, wenn durch Setzen der zugehörigen Flags im TFLG1-Register erfolgreiche Vergleiche festgestellt wurden.

Bit 7: OC1I-Interrupt, wenn OC1F-Flag gesetzt.

Bit 6: OC2I-Interrupt, wenn OC2F-Flag gesetzt.

Bit 5: OC3I-Interrupt, wenn OC3F-Flag gesetzt.

Bit 4: OC4I-Interrupt, wenn OC4F-Flag gesetzt.

Bit 3: OC5I-Interrupt, wenn OC5F-Flag gesetzt.

Bit 2: IC1I-Interrupt, wenn IC1F-Flag gesetzt.

Bit 1: IC2I-Interrupt, wenn IC2F-Flag gesetzt.

Bit 0: IC3I-Interrupt, wenn IC3F-Flag gesetzt.

\$1023: TFLG1. (Timer-Interrupt-Flag-Register 1)

Bit 7: OC1F gesetzt, wenn OC1-Vergleich erfolgreich.

Bit 6: OC2F gesetzt, wenn OC2-Vergleich erfolgreich.

Bit 5: OC3F gesetzt, wenn OC3-Vergleich erfolgreich.

Bit 4: OC4F gesetzt, wenn OC4-Vergleich erfolgreich.

Bit 3: OC5F gesetzt, wenn OC5-Vergleich erfolgreich.

Bit 2: IC1F gesetzt, wenn IC1-Vergleich erfolgreich.

Bit 1: IC2F gesetzt, wenn IC2-Vergleich erfolgreich.

Bit 0: IC3F gesetzt, wenn IC3-Vergleich erfolgreich.

Die Bits können durch Schreiben einer Eins in die entsprechende Position des TFLG1-Registers gelöscht werden.

\$1024: TMSK2. (Timer-Interrupt-Mask-Register 2). Mit diesem Register sind weitere Interruptquellen möglich:

Bit 7: TDI-Interrupt, wenn TOF-Flag gesetzt.

Bit 6: RTII-Interrupt, wenn RTIF-Flag gesetzt.

Bit 5: PAOVI-Interrupt, wenn PAOVI-Flag gesetzt.

Bit 4: PAII-Interrupt, wenn PAII-Flag gesetzt.

Die Bits 0 und 1 können in den ersten 64 Zyklen nach RESET die Verteilung des Zählertaktes einleiten:

Bit 1 = PRI	Bit 0 = PRO	Zählertakt
0	0	2 MHz
0	1	500 kHz
1	0	250 kHz
1	1	125 kHz

\$1025: TFLG2. (Timer-Interrupt-Flag-Register 2).

Bit 7: TOF gesetzt nach Zählerübergang von \$FFFF nach \$0000.

Bit 6: RTIF gesetzt nach Realtime-Interrupt.

Bit 5: PAOVF gesetzt nach Pulse-Akkumulator-Übergang von \$FF nach \$00.

Bit 4: PAIF gesetzt nach aktiver Flanke am PAI-Eingang.

Die Bits werden durch Schreiben einer Eins an die entsprechende Position des TFLG2-Registers gelöscht.

Als zweiter Zähler existiert ein 8 Bit breiter Pulse-Akkumulator mit verschiedenen Einsatzmöglichkeiten in Verbindung mit dem Pin PA7.

\$1026: PACTL. (Pulse-Akkumulator-Control-Register).

Bit 7: DDRA7 = 0: PA7 ist Eingang; DDRA7 = 1: PA7 ist Ausgang.

Bit 6: PAEN = 0: Pulse-Akkumulator ausgeschaltet; PAEN = 1: Pulse-Akkumulator eingeschaltet (Tabelle 13).

Die Bits 1 und 0 können einen Realtime-Interrupt nach bestimmten Zeiten im Zusammenhang mit dem RTII-Bit des TMSK2-Registers auslösen lassen. Die Zeiten zwischen den

Bit5 = PAMOD	Bit4 = PEDGE	
0	0	Impulse zählen bei fallender PA7-Flanke
0	1	Impulse zählen bei steigender PA7-Flanke
1	0	mit 1/64 E-Takt zählen, wenn PA7 = High
1	1	mit 1/64 E-Takt zählen, wenn PA7 = Low

Tabelle 13. Die Bits 4 und 5 des Pulse-Akkumulator-Control-Registers erlauben eine differenzierte Einstellung des PAMOD.

Interrupts bei 8 MHz können der Tabelle 14 entnommen werden.

\$1027: PACNT. (Pulse-Akkumulator-Count-Register). Das Register kann beschrieben und gelesen werden, hier steht der aktuelle Zählerstand des Pulse-Akkumulators.

unterschieden zwischen Byte-Erase, Row-Erase und Bulk-Erase. Letzteres löscht alle EEPROM-Zellen, während Row-Erase jeweils 16 Byte löscht, zum Beispiel \$B630...\$BF3F. Das Programmieren der CONFIG-Zelle wird unten beschrieben.

EEPROM-Programmierung

Das EEPROM (ebenso das CONFIG-Register) wird durch das PPROG-Register gelöscht oder beschrieben (Listing 2). Die Programmierspannung wird intern im Chip erzeugt. Eine gelöschte Zelle enthält den Inhalt \$FF. Beim Löschen wird

Bit 1 = RTR1	Bit 0 = RTR0	Zeit
0	0	4,10 ms
0	1	8,1 ms
1	0	16,38 ms
1	1	32,77 ms

Tabelle 14. Die Bits 0 und 1 des Realtime-Interrupts bestimmen die Zeiten zwischen den Interrupts.

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 (PC-Version: 2 Disketten) + Definitionsdatei zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister. (Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

Bestellcoupon

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

Rechnertyp/Diskettenformat:

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

Absender nicht vergessen!

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

einen Verrechnungsscheck über DM 38,— lege ich bei.

ich bin **ELRAD-Abonnent**.

Meine Kundennummer: _____
(auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende Abo-Abrufkarte an die **ELRAD-Abonnementverwaltung** weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

Datum/Unterschrift _____ (Für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

```

;EEPROM $B600..$B7FF komplett löschen
LDAB #$06
STAB $103B ;Bulk Erase Mode auswählen
STAB $B600 ;Schreibzugriff auf eine Speicherzelle
LDAB #$07
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
JSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten
RTS

;EEPROM-Row $B630..$B63F löschen, eine Adresse der Row im X-Register
LDAB #$0E
STAB $103B ;Row Erase Mode auswählen
STAB 0,X ;Schreibzugriff auf eine Speicherzelle
LDAB #$0F
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
JSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten
RTS

;EEPROM-Byte löschen, Adresse im X-Register
LDAB #$16
STAB $103B ;Byte Erase Mode auswählen
STAB 0,X ;Schreibzugriff auf die Speicherzelle
LDAB #$17
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
JSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten
RTS

;EEPROM-Byte programmieren, Adresse im X-Register, Programmierbyte im Akku-A
LDAB #$02
STAB $103B ;Programmieren eines Bytes
STAA 0,X ;neues Byte in die Speicherzelle schreiben
LDAB #$03
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
JSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten
RTS

;Warteschleife für 10 ms bei 8 MHz
DLY10 PSHX ;X-Register retten
LDX #$0D06
DLoop DEX
BNE DLoop
PULX ;X-Register zurück
RTS

```

Listing 2. Beispiele für die EEPROM-Programmierung.

\$103B: PPROG. EEPROM-Programming-Control-Register.

Bit 4: BYTE = 0: Es gibt einen ROW- oder BULK-Erase-Prozeß; BYTE = 1: Es wird nur ein Byte gelöscht.

Bit 3: ROW. Wenn BYTE = 0 und ROW = 0, so gibt es BULK-Erase; wenn BYTE = 0 und ROW = 1, so gibt es ROW-Erase.

Bit 2: ERASE = 0: Lese- oder Schreiboperation; ERASE = 1: Löschvorgang.

Bit 1: EELAT = 0: Lesezugriffe; EELAT = 1: Programmierung beziehungsweise Löschen.

Bit 0: EEPGM = 0: Programmierspannung ausgeschaltet; EEPGM = 1: Programmierspannung eingeschaltet.

Nach RESET ist PPROG=\$00.

Weitere Steuerungsregister

\$1039: OPTION. System-Configuration-Options.

Bit 7: ADPU = 0: A/D-Wandler ausgeschaltet; ADPU = 1: A/D-Wandler eingeschaltet.

Bit 6: CSEL = 0: gemessen wird mit E-Takt; CSEL = 1: gemessen wird mit circa 1,5-MHz-Takt.

Bit 5: IRQE = 1: fallende Flanken am /IRQ-Eingang werden gelatcht. IRQE = 0: Der /IRQ-Eingang ist pegelempfindlich, sehr kurze Impulse können verlorengehen, wenn sie während einer langen Befehlsausführung auftreten.

Bit 4: DLY = 0: nach einer STOP-Anweisung werden beim Wiederanlaufen sofort Befehle ausgeführt; DLY = 1: nach einer STOP-Anweisung wird beim Wiederanlaufen eine Verzögerung von 4000 E-Takten eingelegt, damit der Oszillator sich stabilisieren kann.

Bit 3: CME = 0: kein RESET bei niedrigerem E-Takt; CME = 1: ein RESET wird erzeugt, wenn der E-Takt unter 10 kHz sinkt.

Bit 1: CR1 in Zusammenhang mit

Bit 0: CR0 (COP-Timer-Rate-Select) Watchdog-Ansprechzeit. Nach RESET sind beide Bits gelöscht. Nur innerhalb

NUTZEN SIE IHR ELRAD-ARCHIV MIT SYSTEM

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

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
D-3000 Hannover 61

PSEL3	PSEL2	PSEL1	PSEL0	
0	0	0	0	Timer-Overflow
0	0	0	1	Pulse-Akk.-Overflow
0	0	1	0	Pulse-Akk.-Input Edge
0	0	1	1	SPI-Transfer-Complete
0	1	0	0	SCI-Interrupt
0	1	0	1	reserviert
0	1	1	0	/IRQ-Eingang
0	1	1	1	Real-Time-Int.
1	0	0	0	Timer-Input-Capture 1
1	0	0	1	Timer-Input-Capture 2
1	0	1	0	Timer-Input-Capture 3
1	0	1	1	Timer-Output-Compare 1
1	1	0	0	Timer-Output-Compare 2
1	1	0	1	Timer-Output-Compare 3
1	1	1	0	Timer-Output-Compare 4
1	1	1	1	Timer-Output-Compare 5

Tabelle 15. PSEL0...PSEL3 bestimmen die /IRQ-Interruptquelle mit höchster Priorität.

der ersten 64 Takte nach RESET können sie geändert werden.

CR1	CR0	Time-Out bei 8 MHz
0	0	16,384 ms
0	1	65,536 ms
1	0	262,14 ms
1	1	1049 ms

Nach RESET ist OPTION=\$10.

\$103A: COPRST. Arm/RESET-COP-Timer. Der Watchdog-Timer wird durch das NOCOP-Bit des CONFIG-Registers ein- beziehungsweise ausgeschaltet; im Special-Bootstrap-Modus ist der COP nicht in Betrieb. Der COP-Timer muß vor dem Ablaufen der Ansprechzeit rückgesetzt werden. Dazu ist zunächst der Wert \$55, danach \$AA in das COPRST-Register zu schreiben; zwischen diesen Schreibzugriffen sind andere Befehle zulässig.

\$103C: HPRIO. (Highest Priority I-Bit Int and Misc).

Bit 7: RBOOT: Im Bootstrap-Mode ist die entsprechende ROM-Routine eingeblendet.

Bit 6: SMOD: Hier steht der invertierte Pegel des MODB-Pins bei der steigenden Flanke von Reset. Dieses Bit kann nur auf den Wert 0 umprogrammiert werden.

Bit 5: MDA: Hier steht der invertierte Pegel des MODA-Pins bei der steigenden Flanke von Reset. Dieses Bit kann nur umprogrammiert werden, wenn SMOD = 1 ist.

Bit 4: IRV: Im Special-Bootstrap-Modus kann IRV gesetzt werden, um interne Lesoperationen auf dem Ex-

pansionsbus sichtbar zu machen.

Bit 3...0: PSEL0...PSEL3 Priority-Select-Definition der /IRQ-Interruptquelle mit höchster Priorität (siehe Tabelle 15). Die PSELx-Bits können nur geändert werden, wenn das I-Flag im CCR-Register gesetzt ist. Nach RESET ist HPRIO = \$x5.

\$103D: INIT. RAM und I/O-Grundadressen. In diesem Register werden die Grundadressen des internen RAM und der Peripherie des 68 HC 11 eingestellt.

Bit 0...3: höchstwertiges Nibble der Peripherie-Startadresse.

Bit 4...7: höchstwertiges Nibble der RAM-Startadresse.

Die Grundeinstellung ist \$103D = \$01, das bedeutet, daß das RAM von \$0000...\$00FF geht, die Peripherie von \$1000...\$013F. Wird das Register auf \$xy umgestellt, so geht das RAM von \$x000...\$x0FF, die Peripherie von \$y000...\$y03F. Die Grundeinstellung sollte nicht ohne wichtigen Grund geändert werden.

\$103F: CONFIG. Systemkonfiguration. Dieses Register ist eine EEPROM-Zelle. Wird ihr Inhalt verändert, so wirkt sich dies erst nach dem nächsten RESET aus.

Bit 3: NOSEC = 0: Im Special-Bootstrap-Modus werden nach einem RESET RAM, EEPROM und CONFIG-Register gelöscht, um unzulässige Zugriffe auf diese Inhalte zu verhindern; NOSEC = 1: Kein EEPROM, RAM-Schutz.

Bit 2: NOCOP = 0: Watchdog ausgeschaltet; NOCOP = 1: Watchdog eingeschaltet.

Bit 1: ROMON = 0: 8 k ROM ausgeschaltet, Lesen aus dem externen Speicher. Im Single-Chip-Mode ist das interne ROM immer eingeschaltet; ROMON = 1: 8 k ROM eingeschaltet.

Bit 0: EEON = 0: EEPROM ausgeschaltet; EEON = 1: EEPROM eingeschaltet.

Das CONFIG-Register kann bei den neueren 68 HC 11-Typen nur während des Special-Bootstrap-Modus neu programmiert werden, in den anderen Betriebsarten ist es schreibgeschützt. Man kann das Programm, Listing 3, also nach einem Resetimpuls zum 68 HC 11 schicken. Nach einem erneuten RESET ist dann der geänderte Inhalt des CONFIG-Registers verfügbar. Aber Achtung: Das EEPROM wird ebenfalls gelöscht!

Die RESET-Variationen des 68 HC 11

Der 68 HC 11 kennt vier Reset-Möglichkeiten:

External-/RESET: Höchste Priorität. Der /RESET-Impuls wird von außen an den /RESET-Eingang angelegt. Als Resetvektor dient die Adresse, die bei \$FFFE und \$FFFF eingetragen ist.

Power-On-RESET: arbeitet wie External-RESET. Hier wird eine Low-High-Flanke am VDD-Eingang erkannt. Nach

4064 E-Zyklen wird das Programm, dessen Adresse bei \$FFFE und \$FFFF steht, begonnen.

COP-RESET: Zweithöchste Priorität. Wenn der Watchdog mit Hilfe des CONFIG-Registers eingeschaltet ist, wird nach dem Ablauf der Watchdog-Zeit die Routine abgearbeitet, deren Adresse bei \$FFFC und \$FFFD steht.

CME-RESET: Ist im OPTION-Register das CME-Control-Bit gesetzt, so wird ein Reset erzeugt, wenn der E-Takt unter circa 10 kHz sinkt. Anschließend wird das Programm begonnen, dessen Adresse bei \$FFFA und \$FFFB steht.

Für den Special-Bootstrap-Mode stehen die entsprechenden Vektoren bei \$BFFC...\$BFFF.

Die Interruptverarbeitung im 68 HC 11

Der Mikrocontroller kennt eine Reihe von Interruptquellen, die jeweils zu verschiedenen Routinen führen können.

Illegal-Opcode-Interrupt. Erkennt der Prozessor einen nicht implementierten Befehlscode, so verzweigt er zu der Routine, deren Adresse bei \$FFF8 und \$FFF9 steht. Dieser Interrupt kann nicht maskiert werden.

SWI-Interrupt. Durch den SWI-Befehl (Opcode = \$3F) wird die Routine aufgerufen, deren Adresse bei \$FFF6 und \$FFF7 steht. Dieser Interrupt kann nicht maskiert werden.

```

ORG 0
Neuconfig EQU 00001100 ;Bsp: EEPROM und ROM ausgeschaltet
ConfigProg LDAB #06
STAB $103B ;Bulk Erase Mode für CONFIG auswählen
STAB $103F ;Schreibzugriff auf CONFIG
LDAB #07
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
BSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten

;jetzt neuen Wert in das CONFIG-Register schreiben
LDAB #02
STAB $103B ;EELAT-Bit setzen
LDAA #Neuconfig
STAA $103F ;neuen Wert ins CONFIG-Register schreiben
LDAB #03
STAB $103B ;Programmierspannung einschalten
BSR DLY10 ;zehn Millisekunden warten
CLR $103B ;Programmierspannung ausschalten

Ende BRA Ende ;Endlosschleife
DLY10 PSHX ;X-Register retten
LDX #0D06
DEX
BNE DLoop
PULX ;X-Register zurück
RTS

```

Listing 3. Das CONFIG-Register kann bei den neueren 68 HC 11-Typen nur während des Special-Bootstrap-Modus neu programmiert werden.

Adresse	Interruptquelle	CCR-Maske	Maskenflag	RAM-Ziel
\$FFC0..D5	reserviert			
\$FFD6, D7	SCI-Interrupt	I-Bit	siehe SCCR2-Register	\$00C4
\$FFD8, D9	SPI-Transfer-Interrupt	I-Bit	SPIE	\$00C7
\$FFDA, DB	Pulse-Akkumulator-Flanke	I-Bit	PAII	\$00CA
\$FFDC, DD	Pulse-Akkumulator-Überlauf	I-Bit	PAOVI	\$00CD
\$FFDE, DF	Timer-Überlauf	I-Bit	TOI	\$00D0
\$FFE0, E1	Timer-Output-Compare 5	I-Bit	OC5I	\$00D3
\$FFE2, E3	Timer-Output-Compare 4	I-Bit	OC4I	\$00D6
\$FFE4, E5	Timer-Output-Compare 3	I-Bit	OC3I	\$00D9
\$FFE6, E7	Timer-Output-Compare 2	I-Bit	OC2I	\$00DC
\$FFE8, E9	Timer-Output-Compare 1	I-Bit	OC1I	\$00DF
\$FFEA, EB	Timer-Input-Capture 3	I-Bit	IC3I	\$00E2
\$FFEC, ED	Timer-Input-Capture 2	I-Bit	IC2I	\$00E5
\$FFEE, EF	Timer-Input-Capture 1	I-Bit	IC1I	\$00E8
\$FFF0, F1	Real-Time-Interrupt	I-Bit	RTII	\$00EB
\$FFF2, F3	/IRQ-Eingang oder Parallel-Interr.	I-Bit	STAI für parallel	\$00EE
\$FFF4, F5	/XIRQ-Eingang	X-Bit	-	\$00F1
\$FFF6, F7	SWI-Software-Interrupt	-	-	\$00F4
\$FFF8, F9	Illegaller Befehl	-	-	\$00F7
\$FFFA, FB	COP-Watchdog-Reset	-	-	\$00FA
\$FFFC, FD	CME-Clock-Fehler	-	-	\$00FD
\$FFFE, FF	/RESET	-	-	

Tabelle 16. Die /IRQ-Interrupt-Vektortabelle faßt eine Vielzahl verschiedener Quellen zusammen.

/XIRQ-Interrupt. Dieser Eingang reagiert auf Low-Pegel und verzweigt zu dem Programm, dessen Adresse bei \$FFF4 und \$FFF5 steht. Der XIRQ-Interrupt ist unmittelbar nach RESET gesperrt, da im CCR-Register das X-Bit gesetzt ist. Sobald dieses Bit gelöscht wird, ist der XIRQ-Interrupt nicht mehr maskierbar.

/IRQ-Interrupt. Dieser Interrupt faßt eine Vielzahl verschiedener Quellen zusammen, die in der Tabelle 16 zusammengefaßt sind (\$FFC0...\$FFF3). Die Priorität entspricht der Position innerhalb der Tabelle, wobei die niedrigste Adresse gleichzeitig der niedrigsten Priorität entspricht. Durch die PSEL-Bits im HPRIO-Register kann eine der Interruptquellen unabhängig von der Position in der Tabelle 15 mit der höchsten IRQ-Priorität verknüpft werden. Nach RESET weist HPRIO auf eine reservierte Interruptquelle, ist also ohne Bedeutung.

Im MOPS-Betriebssystem weisen die Vektoren (außer RESET) auf RAM-Speicher-

stellen; dort müssen JMP-Befehle auf die Interruptroutinen abgelegt werden (Tabelle 17). Sobald ein Interrupt erkannt wird, legt der Prozessor seine Registerinhalte auf den Stack, danach wird das I-Flag im CCR-Register auf 1 gesetzt.

Die von anderen Prozessorfamilien bekannte Technik, die Registerinhalte zu retten, kann damit getrost vergessen werden. Falls allerdings gewünscht wird, zum Beispiel beim SWI-Interrupt, ein Ergebnis in einem der Register zurückzuschicken, so muß dieses Ergebnis an die entsprechende Position auf dem Stack geschrieben werden. Beendet werden die Interruptroutinen durch den RTI-Befehl (Return From Interrupt), der die Registerinhalte vom Stack befreit und dann an der Programmstelle weiterarbeitet, vor der die Unterbrechung einsetzte.

Durch das Löschen des I-Bits im CCR-Register kann eine Vielzahl von Interrupt-Quellen aktiviert werden. Dabei ist zu beachten, daß das jeweilige Maskenflag ebenfalls zur Interrupterzeugung gesetzt werden muß. Solange nur eine einzige Interruptquelle eingeschaltet ist, bleibt nichts Besonderes zu erwähnen. Der Prozessor ruft die zugehörige Interruptroutine auf, deren Adresse in der Vektortabelle eingetragen ist. Interessant ist

der Fall, daß mehrere Interruptquellen aktiv sind, als Beispiel der SPI- sowie der Timer-Overflow-Interrupt mit der höheren Priorität.

Tritt der SPI-Interrupt zuerst auf, so wird dessen Routine aufgerufen. Durch das automatische Setzen des I-Flags ist nun der Timer-Overflow-Interrupt gesperrt, bis die andere Routine beendet ist. Soll dessen Interrupt die SPI-Routine unterbrechen dürfen, so muß dort das I-Flag gelöscht werden. Dann sind allerdings auch Interrupt niedrigerer Priorität (hier etwa: SCI) möglich. Wichtig ist die Prioritätszuweisung also nur für den Fall, daß mehrere Interruptquellen gleichzeitig eine Unterbrechung anfordern.

Als Ausnahme gelten natürlich der /XIRQ-Interrupt, SWI- und Illegal-Opcode, die entspre-

chend der Tabellenposition, immer höher als ein einfacher Interrupt angesehen werden.

Diese werden normalerweise alle über Open-Collector oder Open-Drain an den /IRQ-Eingang gelegt. Falls keine Input-Capture-Funktionen nötig sind, kann man die Interruptquellen auch einzeln an die entsprechenden Pins PA0...PA2 legen und die Input-Capture-Interrupts auf fallende Flanken initialisieren; auf diese Weise sind die externen Interruptquellen über verschiedene Vektoren erreichbar und müssen nicht mehr einzeln selektiert werden. Beachten Sie, daß die Interruptflags sowohl im externen Baustein als auch im TFLG1-Register gelöscht werden müssen.

Die Befehle des 68 HC 11

Registerabkürzungen:

- A = Akku-A = High-Byte des Double-Akku
- B = Akku-B = Low-Byte des Double-Akku
- D = Double-Akku
- M = Wert des Operanden im Speicher
- C = Carry
- mm bedeutet eine Bitmaske, mit dem Bits gesetzt, gelöscht oder bitabhängige Branch-Befehle kodiert werden.
- K:L bedeutet High-Byte aus K, Low-Byte aus L für Double-Byte-Operationen.
- /K bedeutet Komplement von K.

Der dritte und abschließende Teil des MOPS-Projekts im nächsten Heft beschäftigt sich eingehend mit der Software. Der Schwerpunkt wird auf der Erläuterung der beiden Grundsprachen MOPS-BASIC und Pascal sowie den zugehörigen Cross-Compilern liegen.

SP vor Interrupt: →	PCL	Programmzähler Low-Byte
	PCH	Programmzähler High-Byte
	IYL	Indexregister Y Low-Byte
	IYH	Indexregister Y High-Byte
	IXL	Indexregister X Low-Byte
	IXH	Indexregister X High-Byte
	ACCA	Akku-A-Byte = Doppelakku-High-Byte
	ACCB	Akku-B-Byte = Doppelakku-Low-Byte
	CCR	Condition-Code-Register
SP nach Interrupt: →	

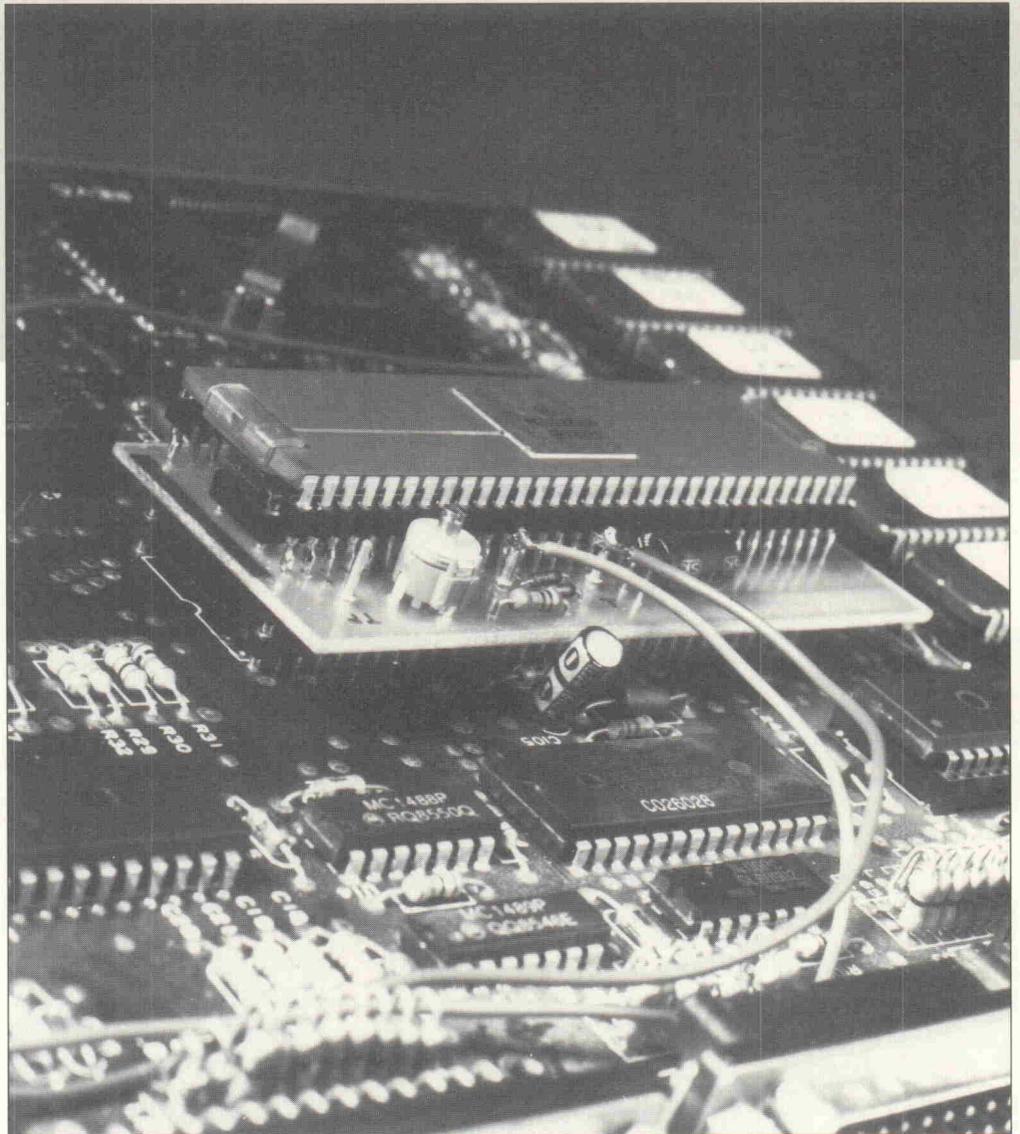
Tabelle 17. Interrupt-Prioritäten-Liste.

Wem die Stunde schlägt ...

Uhrenplatine für Atari 260ST, 520ST und 1040ST

Carsten Wille

Wem die Stunde schlägt, weiß man beim Atari ST nie so ganz genau. Nach dem Einschalten steht die interne Uhr immer auf Mitternacht, das Datum gibt an, wann die ROMs produziert wurden. Unser kleines Projekt schafft hier Abhilfe.



Als erstes stellt sich natürlich die Frage nach der Verträglichkeit unserer Schaltung mit Betriebssystem und Programmen. Da der verwendete Uhrenchip der gleiche ist, der auch in der Mega-ST-Serie verwendet wird, braucht hier nichts befürchtet werden. Damit die Verdrahtung der Uhr nicht in einem Gestrüpp von 26 Kabeln endet, kommt die Platine auf/unter den Chip, der (fast) alle benötigten Signale an seinen Beinen führt: die 68000 CPU. Besitzer eines 1040 STE dürfen sich jetzt ärgern, Ihre CPU hat kein DIL-Gehäuse; hier läßt sich die Uhr nicht ein-

bauen. Wenn Sie in Ihrem ST noch keine Erweiterung auf der CPU untergebracht haben, dürfte der vorhandene Platz gerade ausreichen. Sollte sich hier schon eine andere Platine tummeln (PC-Emulator etc.), dann wird es eng. Sie sollten dann vielleicht mit der Hauptplatine in ein PC-Gehäuse umziehen.

Sauber

Zum Einbau stehen zwei Möglichkeiten zur Diskussion:

1. Die sauberste Methode: Sie entfernen die CPU aus der Platine und löten dort einen Sockel

ein. Die ST-Uhr wird dann einfach in den Sockel gesteckt und eine neue CPU obendrauf. (Es soll natürlich auch 'Genies' geben, die ein 64poliges IC aus einer durchkontaktierten Platine mit der Lötsaugpumpe heile rausholen können.) Bei dieser Methode ist auf der Uhrenplatine genügend Platz, alle ICs zu sockeln. Beachten Sie aber, daß Sie C6 erst festlöten, wenn der darüber liegende Sockel richtig in der Platine sitzt.

Schnell

Die zweite Methode dagegen ist schneller: Die CPU bleibt,

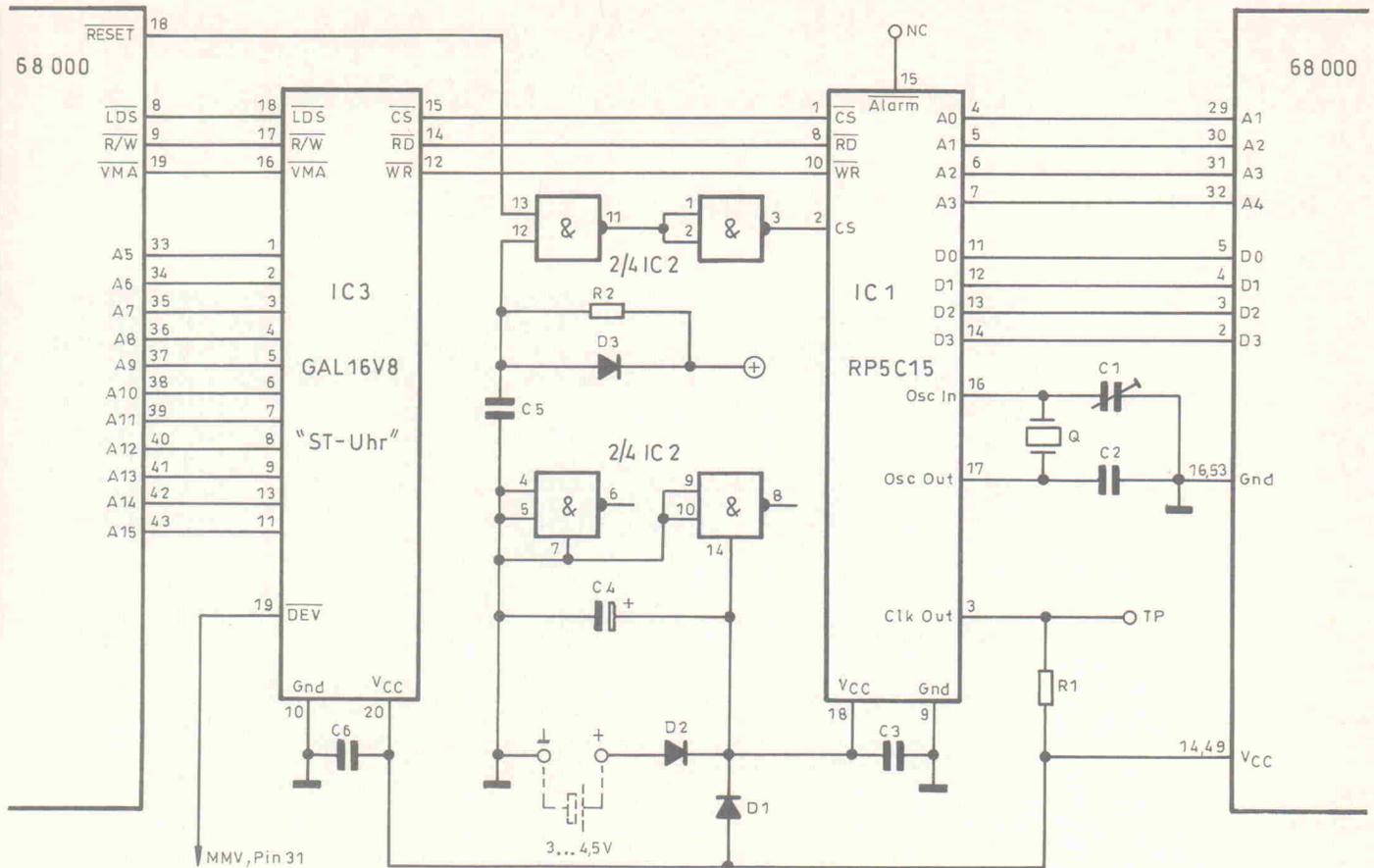


Bild 1. Stromlaufplan für die ST-Uhr. Der übersichtlicheren Darstellung wegen haben wir die CPU in zwei Hälften gezeichnet.

wo sie ist. Sie nehmen einen 64poligen IC-Sockel mit gedrehten Beinen, stecken diesen auf die CPU und löten ihn fest. Versuchen Sie dabei keinen Zeitrekord aufzustellen! Ältere IC-Beine brauchen eine Weile, bis das Lötzinn richtig haftet, und die CPU mag es auch nicht so heiß. Die Uhrenplatine wird nun in den IC-Sockel gesteckt.

Hierbei kann es zu Platzproblemen kommen. Es empfiehlt sich bei dieser Version deshalb, alle ICs ohne Fassung einzulöten. C6 muß dann von der Lötseite her bestückt werden. Für den Trimmer C1 und den Elko C4 müssen Sie in diesem Fall flache Ausführungen verwenden. Die Fassungsleisten für die CPU von oben entfallen.

Der Uhrenchip RP5C15 ist von Ricoh eigentlich für Fotokopierer konstruiert worden. Er verrichtet aber auch im ST seine Dienste. Er ist so schnell, daß er ohne Wait-States mit dem CPU-Takt mithalten kann. Über die Dioden D1 und D2 erhalten IC 1 und IC 2 ständig Versorgungsspannung. Als Stromversorgung eignen sich am besten zwei bis drei in Reihe geschaltete Mignonzellen, die natürlich schleuderfrei auf der Rechnerplatine befestigt werden müssen. Sie sind an die mit Plus und Masse bezeichneten Anschlüsse auf der Platine anzuschließen. Das NAND-Gatter in IC 2 sperrt über das RC-Glied R2/C3 und das RESET-Signal den Uhrenchip, wenn auf den Busleitungen noch keine gültigen Pegel anliegen. Das GAL IC 3 teilt IC 1 den Datenbus im Adreßbereich \$FF FC21 bis \$FF FC3F zu. Die Register des Uhrenchips liegen auf ungeraden Adressen. Mit Wort-Zugriffen auf die darunterliegende gerade Adresse kann man den Chip auch ansprechen.

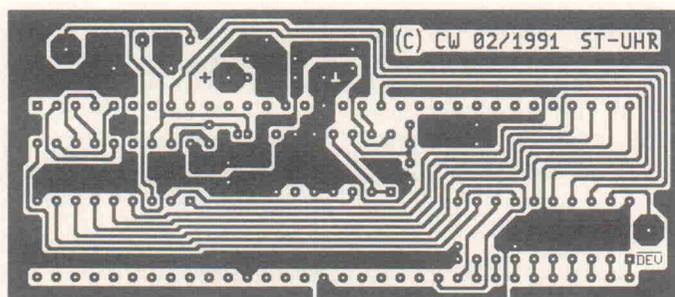
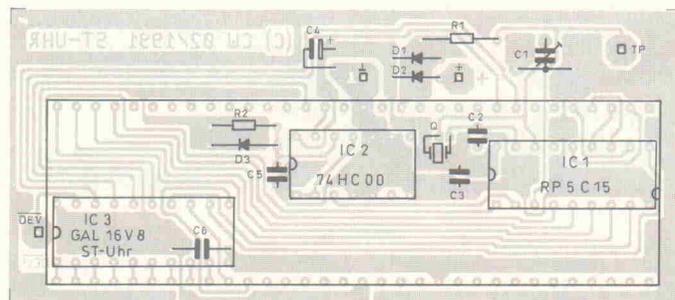


Bild 2. Der Bestückungsplan für die ST-Uhr. Je nachdem, wie die Platine im Rechner montiert wird, können einige der Steckerleisten oder Fassungen entfallen.

Stückliste

Halbleiter:

- IC 1 RP5C15 Uhrenbaustein
- IC 2 74 HC 00
- IC 3 GAL 16V8 programmiert
- DI.. 3 1N4148

Widerstände:

- R1, 2 10kΩ, 1/4W, 5%

Kondensatoren:

- C1 5-30pF Trimmer, rot
- C2 39pF, ker, RM 2.5
- C3, 5 100nF, ker., RM 2.5
- C4 100µF/16V, stehend
- C6 100nF, ker, axial

Sonstiges:

- 1 Quarz 32,768 kHz, Sub-Min.
- 1 IC-Fassung 14-pol.
- 1 dito 18-pol.
- 1 dito 20-pol.
- 1 dito 64-pol.
- 2 gedrehte DIL-Steckadapter 32-pol.
- 2 IC-Fassungsleisten 32-pol.
- 4 Lötstäbe
- 1 Platine 'ST-Uhr'

Zeit aus dem Kopierer

Die einzige Signalleitung, die nicht von der CPU kommt, ist das DEV-Signal. Es liegt an

+ = oder

& = * = und

```

GAL-Listing
-----

*IDENTIFICATION
RTC_2;

*TYPE
GAL16V8;

*PINS
A5 = 1, DEV = 19
A6 = 2, LDS = 18
A7 = 3, RW = 17
A8 = 4, VMA = 16
A9 = 5, RTCCS.O = 15
A10 = 6, RTCRD.O = 14
A11 = 7, A14 = 13
A12 = 8, RTCWR.O = 12
A13 = 9, A15 = 11

A5 -| - Vcc
A6 -| - DEV\
A7 -| - LDS\
A8 -| - R/W\
A9 -| - VMA\
A10 -| - RtcCS\
A11 -| - RtcRD\
A12 -| - A14
A13 -| - RtcWR\
Gnd -| - A15

*BOOLEAN-EQUATIONS
/RTCCS = /DEV & A15 & A14 & A13 & A12 & A11 & A10 & /A9
& /A8 & /A7 & /A6 & A5;

/RTCWR = /LDS & /RW & /VMA;
/RTCRD = /LDS & RW & /VMA;

*END
  
```

Bild 3. Das GAL-Listing.

der MMU, Pin 31 bzw. am GLUE-Chip an Pin 25 an.

Ab den Betriebssystemen mit Blitter-TOS wird die Uhr automatisch erkannt und eingelesen.

Leider prüft das Betriebssystem auf eine äußerst ungeschickte Art und Weise, ob eine Uhr vorhanden ist, so daß die Alarmfunktion nicht benutzt werden kann.

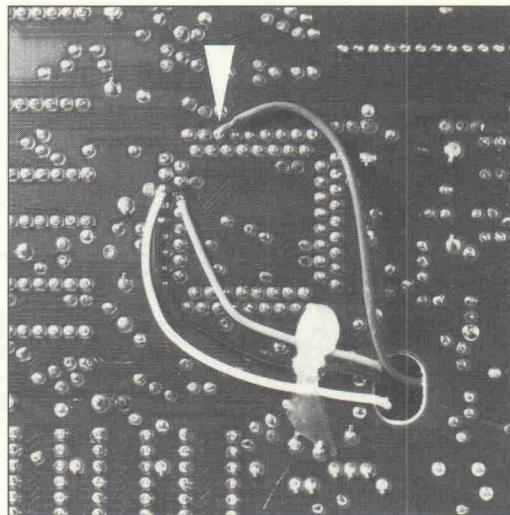
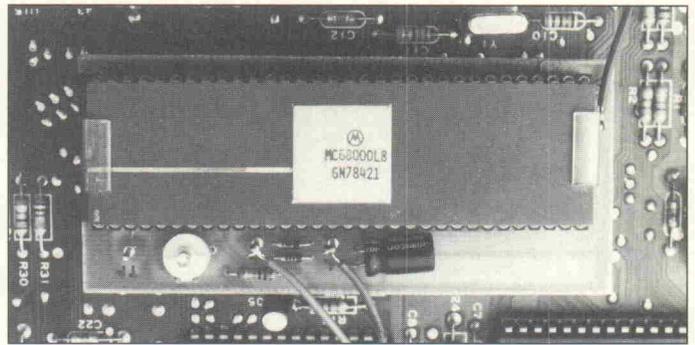


Bild 5. Die bestückte Platine ohne eingebaute CPU.

Bild 6. Der Pfeil gibt den Anschlusspunkt DEV an der MMU-Fassung an.

Tabelle 1: RP5C15-Registerbelegung											
Register	D3	D2	D1	D0	Bedeutung Bank 0	Register	D3	D2	D1	D0	Bedeutung Bank 1
0	S	S	S	S	Sekunden-Einer (0.. 9)	0	-	C	C	C	Clockout Pin 3
1	-	S	S	S	Sekunden-Zehner (0.. 5)						0: H
2	M	M	M	M	Minuten-Einer (0.. 9)						1: 16384 Hz
3	-	M	M	M	Minuten-Zehner (0.. 5)						2: 1024 Hz
4	H	H	H	H	Stunden-Einer (0.. 9)						3: 128 Hz
5	-	-	H	H	Stunden-Zehner (0.. 2)						4: 16 Hz
					im 24h-Modus, sonst (0.. 1), D1 ist AM/PM-Anzeige (D1=L Δ AM)						5: 1 Hz Sek.-Takt
6	-	W	W	W	Wochentag (0 Δ Sonntag) - unbenutzt	1	-	-	-	AD	6: 1/60 Hz Min.-Takt
7	T	T	T	T	Tage-Einer (0.. 9)						7: L
8	-	-	T	T	Tage-Zehner (0..3)						Justier-Bit
9	M	M	M	M	Monat-Einer (0.. 9)						AD: 1 Δ Sekunden auf 0, Minuten erhöhen, wenn Sekunden zwischen 30.. 59
10	-	-	-	M	Monat-Zehner (0.. 1)						Alarmzeit:
11	J	J	J	J	Jahr-Einer (0.. 9)	2	AM	AM	AM	AM	Minuten-Einer (0.. 9)
12	J	J	J	J	Jahr-Zehner (0.. 9)	3	-	AM	AM	AM	Minuten-Zehner (0.. 5)
					- TOS rechnet erst ab 1980, d.h. für 1991 muß 11 als Jahr eingetragen werden	4	AH	AH	AH	AH	Stunden-Einer (0.. 9)
					Modus-Register	5	-	-	AH	AH	Stunden-Zehner (0.. 2)
					BK: 0 Δ Bank 0	6	-	AW	AW	AW	Wochentag
					1 Δ Bank 1	7	AT	AT	AT	AT	Tage-Einer (0.. 9)
					AL: 0 Δ Alarm aus	8	-	-	-	-	Tage-Zehner (0.. 3)
					1 Δ Alarm an	9	-	-	-	-	nicht benutzt
					ST: 0 Δ Uhr angehalten	10	-	-	-	24	24h/AM-PM Modus 1 Δ 24h
					1 Δ Uhr läuft	11	-	-	SJ	SJ	Schaltjahr (0.. 3)
13	ST	AL	-	BK	Testregister, muß immer auf Null stehen!	12	-	-	-	-	0 Δ Schaltjahr nicht benutzt
14	0	0	0	0	AR: 1 Δ setzt alle Alarmregister auf 0	13					wie in Bank 0!
15	T1	T2	UR	AR	UR: 1 Δ setzt alle Uhrenregister auf 0	14					
					T2: 0 Δ 16 Hz an Pin 15	15					
					T1: 0 Δ 1 Hz an Pin 15						

Bild 4. Die Registerbelegung des Uhren-ICs.

Postleitbereich 1



Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Hosenheide 14-15
1000 Berlin 61
030/6917024

Postleitbereich 2



balü
electronic
2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
☎ 040/330396
2300 Kiel 1
Schülperbaum 23 — Kontorhaus —
☎ 0431/677820



Elektronische Bauelemente · HiFi
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Hamburger Str. 127
2000 Hamburg 76
040/291721

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo.—Fr. 8.30—12.30, 14.30—17.00 Uhr.
Sa. 10.00—12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.

Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50



V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/1 77 68
Fax 0 42 21/1 76 69

Elektronik-Fachgeschäft

REICHEL
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Postleitbereich 3



Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Goseniede 10-12
3000 Hannover 1
0511/327841

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 02161/44241
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 02166/420406



Asterlager Str. 94a
4100 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 02135/63333
Telefax 02842/42684

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal + Versand · Tel. 02135-22064



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1
Telefon 02841/32221



Elektronische Bauelemente · HiFi
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Viehofstr. 38-52
4300 Essen 1
0201/238073



ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



Berger GmbH
Heeper Str. 184+186
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Telefax: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Postleitbereich 6

Armin elektronische
Hartel Bauteile
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
6300 Giessen



**SCHAPPACH
ELECTRONIC**
S6, 37
6800 MANNHEIM 1

Postleitbereich 7



Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
0711/2369821



Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
7100 Heilbronn

Postleitbereich 8



Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/592128

(09 41) 40 05 68

Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23
... immer ein guter Kontakt!



Elektronische Bauelemente · HiFi
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
09622/30-111

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternstraße 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, 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

Center
Leonhardtstr. 3
8500 Nürnberg 70
0911/263280

RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,
Sonderposten, Beratung & Service.

CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel
Telefon 0821 - 39 830 Fax : 51 8727
Lautsprecher & Audio Zubehör,
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik
Saf. Antennen Visaton Vertragshändler
Karlst. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG



JANTSCH-Electronic

8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschstraße 26, Tel.: 08341/14267
Electronic-Bauteile zu
gunstigen Preisen

TELEFAX-VORLAGE

Bitte tragen Sie den Firmennamen und Ihre Wünsche auf der Telefax-Karte ein und faxen Sie die Anfrage an die betreffende Firma.

*

Kontrollabschnitt:

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

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

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

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

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

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

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX Direkt-Kontakt

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

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

Anzeige

Beilage über

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

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____ Telefax: _____



ELRAD-Fax-Kontakt: Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — **Sonderangebote!** Liste gratis: **DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

HAMEG + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— **DM** + + 3 Stck. + ab + + 98,— **DM** + D. Multimeter **TRUE RMS** ab 450,— **DM** + F.Generator + + ab 412,— **DM** + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— **DM** + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

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. 02241/40 11 93, auch nach 17 Uhr.** [G]

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. [G]

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51. [G]

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51. [G]

Verzinnete Kupferhohlrohren zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ/Innen-Ø/ Außen-Ø: Typ A/0.6/0.8 B/0.8/1.0, C/1.1/1.5 1000 St. 30 DM. Hartmetallbohrer 3x38 mm: 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2 beliebig gemischt 5 St. 24 DM, 10 St. 42 DM. Ossip Groth, Möllers Park 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85. [G]

Achtung Bastler, aufgepaßt! Ca. 100 detaill. **Bauanleitungen** für die interessantesten Geräte: z.B. Disco-Laser, IR-Laser, Rubin-Laser, Nachtsichtgerät, Teilchenbeschleuniger, Hochspannungsgeneratoren bis 3MV, Wanzen und Abhörgeräte, alternative Energieerzeugung u.v.m. Katalog gegen 5,— **DM** Schutzgebühr (Schein/Briefmarken) an: R. Knauer Creative Electronic, PF. 61 02 61, 8500 Nürnberg 61. [G]

Resonanzmeter für 0,1 bis 50 MHz **DM 119,—**, Baus. **DM 79,—**. Info frei. Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz. [G]

>> >> **Crossassembler für Atari ST/TT** >> >> Z80, 8048, 8051, 6502, 6800, 68HC11, u.a. Tabellensteuerung, Makros, bed. Assemblierung. **DM 80,—** + Porto/NN, Demo **DM 10,—**. Information: Joachim Klein, Süsterfeldstraße 30, 5100 Aachen, Tel.: 02 41/87 16 10. [G]

8051-MAKRO-ASSEMBLER, schnell, komfortabel, vielseitig, **SPS-Befehlsbindung**. Info kostenl. -ST od. MS-DOS 1980,— **DM**. Edgar Hakemann, Barnstorfer Str. 31, 2849 Goldenstedt. [G]

Elektronik-Weiterbildung Bücher: Radio u. TV-Technik, Nachrichten + Digital, etc. Bauteile, SK 91, Kond. Sprague, Netzfilter, Relais, Audio usw. günstig. Tel.: 0 71 21/8 37 25 o. 8 28 30. [G]

ACHTUNG HÄNDLER! Verkäufe günstig sortierten Elektronik-Shop-Warenbestand. Ideal für schon bestehende Geschäfte oder auch zur Neugründung incl. Kundenkartei usw. Tel. 0 62 97/13 30. [G]

AUDIO ANALYZER MEGURO MAK-6581 professionelles Audiomeßgerät, VB 7500,—. Techn. Daten und Kurzbeschreibung auf Anfrage. H. Dorfer, Bergstr. 7, 8521 Großenseebach. [G]

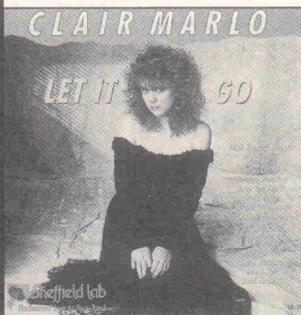
SW-CROSSASSEMBLER (XT/AT) 6502/8048(8051 erweiterbar, gibt's gegen Unkostenbeitrag 10,— DM in bar bei M. Rueß, Kirchstr. 19, 7911 Holzheim. [G]

MONITOR BERNSTEIN / PHILIPS M. SCHWENK-FUSS FAST NEU M. BEDIENANLEITUNG ABZUGEB. 09 11/83 08 21. [G]

NORDMENDE HF/NF MESSPLATZ 19" TECHNIK, SCOPE, ZÄHLER, VERTEILER, FU-GENERATOR, DVM, MIT HANDBÜCHERN UND PLÄNEN. 1900,—. Tel. 02 31/51 05 30. [G]

AUDIOPHILE HIGHLIGHTS

Von Sheffield Lab und Reference Recordings. — Ausgewählt vom **HIFI VISION-SERVICE** —

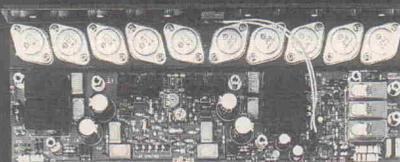


Clair Marlo: Let It Go
Klanglich bestechende Einspielung aus dem Bereich der Popmusik. Im Studio live produziert.

DM 49,—

Bestellkarte in der Heftmitte

albs



QUAD-MOS 600 — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus englotierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlerysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 — Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik
durch rein **DC-gekoppelte Elektronik**

DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie **RAM-4/PAM-10** (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungverstärker 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 Einzelkelk 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. v. a.
- Ausführliche Infos **DM 20,—** (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic
B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim • Tel. 07041/27 47 • Fax 07041/838 50

8051-CrossAssembler CA51 Rel. 2.0 (PC/XT/AT) Integrierte Umgebung mit Source-Level-Debugging CA51 Vers. 2.0 129,— **DM**. L-Tech. 0 54 05/25 21. [G]

Fernsteuern über Funk oder mit DTMF! 4/8/16-Kanäle mit Reed-Relais; Selektivruf bis zu 256 Adressen einstellbar; **DTMF-Handgeber** in versch. Ausführungen. Gratis-Info anfordern: **HOBECK-ELECTRONIC**, PF. 22 46, 6232 Bad Soden, Tel. 0 61 96/6 12 93, Fax. 0 61 96/6 36 94. [G]

Wegen Hobbyaufgabe sind Elektronikbauteile, Bausätze und Zubehör zu verkaufen. Liste bei V. Springmann, Hansjakobstr. 9, 7712 Blumberg. [G]

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. [G]

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. SUPERPREISE für Sortimente. VE-Bausatzkatalog** mit 150 Präzisionsbausätzen gegen 5,— **DM** in Brfm. **DJ-Electronic, Abt. 5213, Osswaldstr. 5, 8130 Starnberg.** [G]

LEITERPLATTEN-Beschichtungsschleuder und Fotolack für 50 Eurocards 98,— **DM/Set**. Jäger, A., Postfach 48, O-7022 Leipzig. [G]

PATENTASSESSOR RECHERCHIERT, OB ZU IH- RER ENTWICKLUNG, LAUTSPRECHERBOX USW. PATENTANMELDUNG LOHNT. DIPL.-ING. REINHARD TREUDLER, AM KÜHLEN GRUND 22, 6237 LIEDERBACHITS, TEL.: 0 89/5 70 63 85 OD. 0 61 96/6 10 03. [G]

CAD-LEITERPLATTENTENTFLECHTUNG. TEL. 0 72 71/25 85. [G]

Ingenieurbüro übernimmt Schaltungsentwicklung von der Idee bis zum Prototypen. Chiffre E91 04 01. [G]

PLATINENBESTÜCKUNG, schnell und preiswert. Preisliste von Klaschka Platinservice, Im Heidkampfe 69, 3000 HANNOVER 51. [G]

8052-ECB Basicrechner mit Businterface, Eurokarte, RTC, Pufferakku, 2 ser. Schnittst., Watchdog, Resetg., 32k RAM, auch 8051/32/31, Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— incl.; Platine, GAL, Doku 100,— incl.; Buskarten, LCD-Display, Tast. auf Anfr. Tel.: 02 41/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr. 22, D-5100 Aachen. [G]

+ + + + + **PROFI OSZILLOSKOPE** + + + + + **HC5602 20MHZ 2 KANAL READ-OUT DM 1198,—** **HC5604 40MHZ 2 KANAL READ-OUT DM 1498,—** 2. Zeitbasis, stufenloses Delay + + + + + **HC5506 60MHZ 3 Kanal: DM 1748,—** + + + + + 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Sweep Time 5ns **FREQUENZZÄHLER 1GHZ: DM 365,—** + + + + + Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magrusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69. [G]

PAY-TV DECODER als Bausatz oder Fertigergerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen, auch neues System. Tel.: 091 92/17 77, Fax: 89 76. [G]

CAD LAYOUT von Ihren Schaltplänen auf Film, Papier oder Leiterplatten. Filme und Leiterplatten von Ihren Layouts. Stephan Ossmann, Seestr. 56b, 8210 Prien, Tel. 080 51/56 71. [G]

ACHTUNG !

Verehrte Kunden,
durch ein Versehen der Deutschen Bundespost haben uns Ihre schriftlichen Anfragen und Bestellungen im Monat Februar nicht erreicht. Wir bitten um erneute Zusendung!

Als Ausgleich für die vorgebrachten Bemühungen erhält jeder Besteller, der uns seine nicht zugestellte Anfrage sendet, kostenlos unsere neue **Meßwertfassungs-Utility SML-100** mit Source-Code in Turbo-Pascal.

Zusätzlich bieten wir Ihnen als Sonderaktion an:

FPC-010	Meßwertfassungskarte	285,—DM
16 A/D, 1 D/A, 12 Bit		
SML-100	Meßwertfassungs-Utility	125,—DM
16 Kanäle, integrierbar, Abstrakte variabel, Speicherung auf Disk, Druckeransgabe		
Treiber für FPC-010 oder PCL-812		

kosiol
computersysteme

Telefon 069/443391
Postfach 600406 • D-6000 Frankfurt/M. 60

P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasehartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	— Empfänger	120-865	7,00
C64-Sampler	118-682	12,00	— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	RÖHRENVERSTÄRKER:		
EVU-Modem	118-683	35,00	— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	„DREI STERNE...“		
MASSNAHME			RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			— Hochspannungsregler	100-852	32,00
— 3er-Karte	128-685	35,00		020-783A		— Gleichstromheizung	100-853	14,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	— Leistungsplatine	020-783B		— Endstufe	100-854	13,00
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Netzteil	020-783C	78,00	MultiChoice		
TV-Modulator	128-691	7,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs		
Universelle getaktete			— Schalterplatine	020-783E/ds/E		und Test-/Kalibrier-Software (Source)		
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	AUTOSCOPE I			auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— VA-Modul	020-787	32,00	µPA	011-867/ds	14,00
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— TZ-Modul	020-788	10,00	LowOhm	011-868/ds	32,00
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— HA-Modul	020-789	32,00	Meßbereichsumschalter	021-870	28,00
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— B-Modul	020-790	32,00	Impulsgenerator	021-871	34,00
Spannungswächter	039-702	7,00	AUTOSCOPE II			ELEKTRONISCHE SICHERUNG (2-Plat.-Satz)		
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	32,00	— Stromversorgung	031-872A	64,60
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	— C-Modul	030-803	32,00	— Elektronische Sicherung	031-872B	
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	— Netzteil	030-804	16,00	Freischalter	031-873	24,00
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	AUTOSCOPE III					
SMD-Puffer	039-710	16,00	— Vorteiler	040-818	16,00			
BREITBANDVERSTÄRKER			— Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	AUTOCHECK I					
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— VT-Modul	050-820	32,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00			
Metronom	049-715	26,00	— N-Modul	050-822	23,00			
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	— W-Modul	050-823	23,00			
DSP-Speicherkarte/E	049-716/ds	64,00	AUTOCHECK II					
DSP-AD/DA-Wandlerkarte/E	049-717	64,00	— P-Modul	060-828	32,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— E-Modul	060-829	22,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	— PRI-Modul	060-830	7,00			
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	— B-Modul	060-831	32,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	AUTOCHECK III					
KAPAZITIVER ALARM			— DPZ-A-Modul	070-840	32,00			
— Sensorplatine	059-720	9,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	32,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	AUTOCHECK IV					
CAR DEVIL			— DPZ-DIA-Modul	080-843	26,00			
— Wandler (70µ Cu)	059-722	40,00	19"-POWER-PAL					
— Limiter	059-723	38,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
PAL-Alarm	059-724	10,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	DemoScope	030-812	14,00			
HEX-Display	079-737	15,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
RÖHREN-VERSTÄRKER			50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
— Ausgangs-, Line- u.			Antennenverstärker	050-825	7,50			
— Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	TV-TUNER					
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Videoverstärker	060-826	32,00			
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Stereodecoder	070-839	18,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Netzteil	080-846	32,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
SMD-Lötstation	099-750	32,00	— Netzteil	060-832	13,50			
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	— Filter	060-833	30,00			
MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software			— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
im EPROM) komplett	119-763	128,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
SESAM			HAL.L.O.					
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Lichtstation	060-836	78,00			
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	— Controller	060-837	46,00			
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
— Interface	129-768/ds/E	58,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
LEUCHTLAUFSCHEIBE			— Sender	080-844	12,00			
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	— Empfänger	080-845	6,00			
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
DATENLOGGER 535			VCA-Noisegate	120-863	32,00			
— DATENLOGGER-535-Controller-			LWL-TASTKOPF					
Platine	010-780/ds/E	64,00	— Sender	120-864	7,00			

Achtung, Aufnahme
 — AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs, Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software
 — Vollständige Aufnahme-Software D1 S100-855M 78,00
 — Event-Board incl. 1 PAL 100-856/ds/E 89,00

Midi-To-Gate-Interface
 — Platinensatz (2 Stck.) incl. EPROM 011-866/ds 110,00

SIMULANT: EPROM-Simulator
 — Platine + prog. µController 021-869/ds/E 115,00

MOPS: Prozessorkarte mit 68HC 11
 — Platine 031-874/ds/E 64,00
 — Entwicklungsumgebung auf 3,5"-Diskette/PC incl. Handbuch 100,00

Beachten Sie auch
unser 1/2-Preis-Angebot
auf Seite 59

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)



eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Erna Schroeder Priestergasse 4 7890 Waldshut-Tiengen (Zeile 1 Fettdruck)
 Platinen 1.149l 1.5mm 8.835 cu und cu + fotobeschichtet mit Lichtschutzfz.
 Tel 07741/4194 Keine mindestmengen ab 50 DM 3% Rabatt Efi1610 = Efi160s100
 Fertina cu +Fotobesch.EpoK cu + Fotobesch. EpoK 2 Seitig+fotobeschichtet
 Pc1610 1.30 Pf1610 1.60 Ec1610 2.20 Efi1610 2.40 C2.1610 2.30 F2.1610 3.00
 Pc2316 Pf2316 3.65 Ec2316 5.10 Efi2316 5.70 C2.2316 5.20 F2.2316 7.20
 Pc3020 4.30 Pf3020 5.80 Ec3020 8.40 Efi3020 9.20 C2.3020 9.60 F2.3020 11.40
 Pc403 9.80 Pf403 11.60 Ec403 16.80 Efi403 18.40 C2.4030 17.20 F2.4030 22.80
 Entwickler + Retznatron 1.2 Kg 7.30 Fuer 1 Liter ca Retznatron 7g 0.50
 Eisen 3 CH 0.5 Kg 2.30 Eisen 3 CH 1 Kg 3.80
 Retzsuifat 0.5 Kg 3.90 Retzsuifat 1 Kg 7.50
 LED 5mm superhell rot 1000 St 149.-- LED 3mm superhell rot 1000 St 139.--
 41256 70NS 3.50 SIM modul 941256 70NS 44.80 SIP modul 941256 70NS 47.50
 41256 80NS 3.48 SIM modul 941256 80NS 32.30 SIP modul 941M 70NS 127.00
 511000 70 11.95 SIM modul 941M 70NS 124.50 511000 80NS 11.35

LEITERPLATTEN in allen gängigen Ausführungen;
FRONTPLATTEN aus Alu, CNC-gefräst;
GEHÄUSE + K-KÖRPER Herstellung und Bearbeitung;
 Infos und Katalog kostenlos.
HOFMANN · LEITER- UND FRONTPLATTEN
 POSTFACH 1140 · BERGSTR. 17 · W-8417 LAPPERSDORF
 TELEFON: ☎ 0941/8 82 85 · TELEFAX: 0941/8 45 27

LAYOUTS	Sie haben DIE Schaltung - aber kein Platinenlayout - Wir erstellen das Layout nach Ihren Schaltplänen. Fordern Sie unser Angebot !	FOTOPLOTS	Ein Layout haben Sie - aber keine Filme - Wir plotten Ihr Layout im 24-Stunden-Takt. Infos auf Anfrage !	FERTIGUNG	Wir fertigen auf Wunsch Kleinserien. ➔ Anruf genügt	HEY-TECH J. Heydecke Salzschlirfer Straße 16 6000 Frankfurt 61 Tel: (069) 421370 Fax: (069) 421390

Aktuell ● Preiswert ● Schnell **Original-ELRAD-Bausätze mit Garantie**

Diesselhorst Elektronik Vertriebs GmbH
Lübbecker Straße 12
4950 Minden
Tel. 0571/5 75 14
FAX: 0571/5 80 06 33
Btx: 0571/5 80 01 08

Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren ELRAD-Projekten lieferbar!

Vertrieb für Österreich: Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen Bausätzen aus Elrad
Schembergasse 1 D,
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

Die neuen Bausatz- und Platinenpreise teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
Anfragenbeantwortung nur gegen frankierten Rückumschlag (DM 1,00).
Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuselisten anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

BENKLER Elektronik **Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente Audio- und Video-Produkte**

Ringkerntransformatoren	Mos-Fet HITACHI	19"-Gehäuse	Elkos	NKO	Metallbrücken Gleichrichter
120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt 52,80 DM	SONDERPREIS	1HE 250 mm 49,90 DM	10000µF 70/ 80V 16,50 DM		KBPC-Brücken
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt 62,80 DM	2 SJ 50 8,95 DM	2HE 250 mm 59,90 DM	10000µF 80/ 90V 17,00 DM		B 50 C10 4,85
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt 66,80 DM	2 SK 135 8,95 DM	2HE 360 mm 69,90 DM	12500µF 70/ 80V 17,50 DM		B 200 C10 5,35
330 VA 2x12/15/18/30 Volt 72,80 DM	ca. 4000 weitere Japan-Typen sind auf Anfrage lieferbar	3HE 250 mm 69,90 DM	12500µF 80/ 90V 18,00 DM		B 400 C10 5,55
450 VA 2x12/15/18/30 Volt 94,80 DM		3HE 360 mm 82,50 DM	12500µF 100/110V 24,50 DM		B 600 C10 6,80
500 VA 2x12/30/36/42/48/54 Volt 107,50 DM		Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw Front: ALU o. schwarz eloxiert	Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke		B 800 C10 7,85
560 VA 2x56 Volt 120,80 DM			Abmessungen: 105 x 45 mm		B 1000 C10 9,95
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt 136,80 DM	Sonderliste 1/91 für elektr. Bauteile		Anderer Typen auf Anfrage		in 10, 25 o. 35A lieferbar
1100 VA 2x50/60 Volt 187,00 DM	kostenlos anfordern				

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31-33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 06321/30088 · Fax 06321/30089

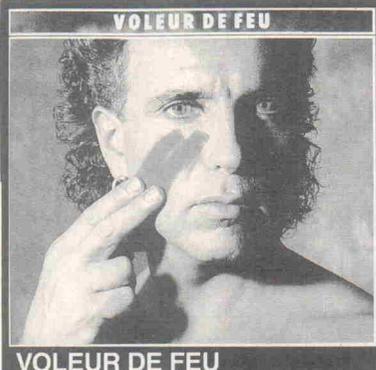
● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●

Röhren-HIFI-Verstärker	Übertrager für Röhrenverstärker, tausendfach bewährt	HIFI-Verstärker in Halbleitertechnik
Komplettbausatz PPP-Stereo-Endstufe 2 x 100 W DM 2800,- (aus ELRAD 12/88 und 1/89, aktuelle Version mit Chassis)	A-165 S Eintakt-HIFI-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä DM 250,-	„Black Devil“ Endstufe 50/75 W Bausatz DM 85,-
Komplettbausatz PPP-Monoblock 100 W DM 1900,-	A-484 US Gegentaktübertrager für 2 und 4 x EL 84 DM 120,-	Platine DM 29,-
Komplettbausatz Röhren-Eintakt-A-Endstufe mit KT 88 DM 1300,- (aus ELRAD 10/90, ohne Chassis, „Drei-Sterne-Eintopf“)	A-234 S Gegentaktübertrager für 2 x EL 34 DM 120,-	Stereo-Netzteil DM 132,-
Komplettbausatz Röhrenvorverstärker „Röhring“ DM 3600,- (aus ELRAD 7-8/89, mit Chassis)	A-434 S Gegentaktübertrager für 4 x EL 34 DM 150,-	Platine DM 32,-
	A-465 SG Gegentaktübertrager für 4 x KT 88, 6550 A DM 210,-	Netztrafo NTT-2 für 2 x 50 W DM 95,-
	AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe DM 200,-	Vorverstärker „Vorgesetzter“ aus ELRAD 8/90 DM 175,-
	Gegentaktübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω, AP-634/2 mit verwickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω, Datenblatt wird mitgeliefert.	Vorverstärker „Beigeordneter“ aus ELRAD 8/90 DM 120,-
	Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafohauben ab Lager lieferbar.	Platine jeweils DM 39,-
		Moving-Coil-Übertrager R-110 Stück DM 200,-

EXPERIENCEelectronics Gerhard Haas
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 07324/53 18

Geschäftszeiten:
Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr
Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr

Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern. Prospekt MPAS über das EXPERIENCE-Instrumenten-Verstärker-System (Gitarren-Verstärker) werden zugeschiedt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialtrafo, Audiomodelle) gegen DM 11,- und DM 2,50 (Ausland DM 4,-) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postgironkonto Stuttgart 205679-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.



VOLEUR DE FEU

Für verwöhnte HiFi-Genießer.

Die außergewöhnliche HIFI VISION-Edition in limitierter Auflage.
POP, OLDIES, KLASSIK.
Klang pur.

1. Tango
2. La Frontière
3. Voleur De Feu
4. East Side Story
5. Midnight Shadows
6. Noir Et Blanc
7. Extérieur Nuit
8. Funambule

9. Gentilshommes De Fortune
10. Boringueno
11. La Haïne
12. Seigneur De Guerre

DM 25,-

Nutzen Sie die Bestellkarte in der Heftmitte.



eMedia GmbH
Postfach 61 01 06 · 3000 Hannover 61

SATRONIK

Satelliten-
empfangsanlagen

Satronik

Bornfloßstr. 1
W-6472 Altenstadt
Tel.: 0 60 47 / 13 96
Fax: 0 60 47 / 63 69

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

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren
von Leiterplatten

Schaft : 1/8" = 3,2 mm
Länge : 1 1/2" = 38 mm
Schneidgeometrie : 130 Grad
rechtsschneidend
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 & Li-
ste über Überbestände elek-
tronischer Bauteile & Bausätze
& Sonderangebote monatlich
neu gegen frankiertes
Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Goof**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der bes-
seren Computerwelt



ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth
Osterfeldstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon: 08276-1818 Fax: 08276-1508 Telex: 53 865

Platinen CAD
für PC/XT/AT: **RULE**
beliebige Lötunkte/Leiterbahnen, 16 Lagen
Bibliothek.SMD, Lötstopmaske, 2011/mm
Verschieben, Kopieren, Drehen, Spiegeln,
Löschen, Raster, 45° Winkelraster, Autopan,
Knicke in Leiterbahnen anfangen, Schrift,
Hercules, CGA, EGA, VGA, 8/9/24 Nadler o.
Laser, ohne Maus bedienbar, Programm
und Handbuch made in germany!

D Harald Friedrich
Sudetenstrasse 14, D-6405 Eichenzell
Info gratis unter: 0 66 59 / 22 49

A EBV A-4680 Haag/H, Marktplatz 26
Tel 0 77 32 / 33 66 0 Fax 0 77 32 / 33 66 6

...vom Praktiker für den Praktiker!
Vollversion nur

DM 99,- €S 750,-

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	98	Hobby-tronic, Dortmund	51	A. Roth, Birkenau	51
Andy's Funkladen, Bremen	63	Hofmann, Lapperdorf	100	Sahlhöfer Elektronik, Kulmbach	51
AP-Products, Weil a. Schömburg	47	Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	6	Satronik, Altenstadt	101
Audio Valve, Lemgo	51	icomatic, Hövelhof	6	SE Spaezial Elektronik, Bückeberg	44
BENKLER ELEKTRONIK, St. Wendel	100	IS Informatik Systeme, Kaiserslautern	51	Silzner, Baden-Baden	28
Bitzer, Schorndorf	51	Isert-Electronic, Eiterfeld		Simons electronic	14
BTB Elektronik, Nürnberg	29	Karstein Datentechnik, Birgland	6	Süssco GmbH, Hamburg	16
BTV Technischer Vertrieb, Hannover	51	Klein Elektronik, Neuhausen	83	Späth, Holzheim	101
Bungard-Elektronik, Windeck	103	König electronic, Reichelsheim	28	SW-Elektronik, Schömburg	6
CATENA Microelektronics, PA Delft	13	Köster Elektronik, Albershausen	38	E. Schröder, Waldshut Tiengen	100
Diesselhorst Elektronik, Minden	100	Lehmann Elektronik, Mannheim	51	Schuberth, Münchberg	101
Distelkamp Electronic, Kaiserslautern	8	Lipinski Niendorf Busch GmbH, Dormagen	19	Schuro Elektronik, Kassel	49
ECA Electronic GmbH, München	15	Lippmann Elektronik, Taufkirchen	28	Schön GmbH, Wöllstein	6
A. Edel, Rösrath	6	LSV, Hamburg	83	Tektronix GmbH, Köln	11
Eggemann, Neuenkirchen	53	A. K. Mantou, VS-Schwenningen	63	Tennert Elektronik, Weinstadt-Endersbach	63
elpro, Ober-Ramstadt	46	J. Merz, Lienen	51	Thyron GmbH, Bielefeld	8
Elektronik Laden, Detmold	6	Metec GmbH, Hermannsburg	6	VHF Gbr, Böblingen	39
Engelmann & Schrader, Hildesheim	53	Mira Elektronik, Nürnberg	51	Wiesemann & Theis, Wuppertal	9, 63
es Lasersysteme, Mössingen	83	Mutronic, Rieden	29	Zeck Music, Waldkirch	49
Experience Elektronics, Herbrechtingen	100	Müter, Oer-Erkenschwick	19	Ziegler, Saarbrücken	51
Frech Verlag, Stuttgart	13	Network, Hagenburg	23, 25		
Friedrich, Eichenzell	101	Pop Elektronik GmbH, Erkrath	49		
Gerth, Berlin	13	Putzke, Laatzen	19		
gn electronics, Rutesheim	51	Ramm, Berlin	63		
heho, Biberach	8	Reichelt, Wilhelmshaven	30, 31		
HeyTech, Frankfurt	100	D. Roche GmbH, Lebach	19		
Himmeröder, Oer-Erkenschwick	8				

Einem Teil dieser Ausgabe liegen Beilagen der
Firmen Bühler, Baden-Baden, und Rohleder,er,
Nürnberg, bei.

Impressum

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

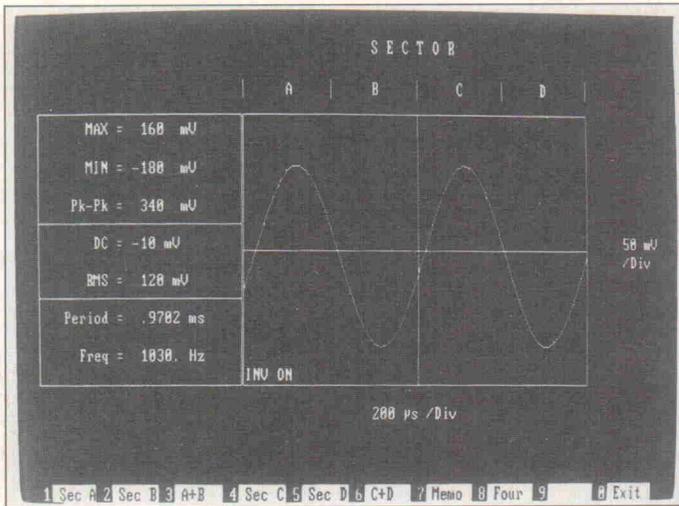
Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und
13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder
Fax (0511) 5 47 47-33

Herausgeber: Christian Heise
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff;
Peter Röhke-Doerr; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: 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: Margta Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.),
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöffer, Dirk Wollschläger
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover
Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen
Objektleitung: Wolfgang Pensler
Anzeigenleitung: Irmgard Digtens (verantwortlich)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind
Disposition: Elke Oesten, Kirsten Rohrbeg
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 Build-
ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:
0 65-2 21 31 04
Taiwan: Heise Publishing Rep. Office, 4 F., 25 Tunhua South Road,
Taipei, Taiwan, R.O.C., Tel: (886) 27 75-49 21, Fax: (886) 27 75-41 57
Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 13 vom 1. Januar 1991
Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer
Produktion:
Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin
Satztechnik (DTP): Thomas Niefen
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19
3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 6,80 (€S 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); StudentenabonnentInnenland DM
61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studenten-
abonnentInnenland DM 69,- (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten
DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luft-
post auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag 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 ver-

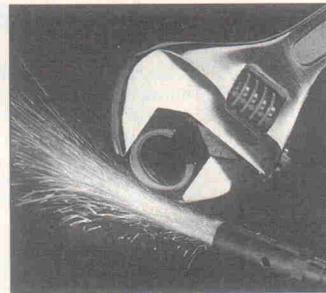
längert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schrift-
lich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.
Kundenkonto in Österreich:
Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,
Kto.-Nr. 130-129-627/01
Kundenkonto in der Schweiz:
Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0
Versand und Abonnementverwaltung:
SAZ marketing services
Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26
In den Niederlanden Bestellung über:
de muiderkring by PB 313, 1382 jl Weesp
(Jahresabonnement: hfl. 91,-; Studentenabonnement: hfl. 81,-)
Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Pabel Moewig KG
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz
sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht
übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen
Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von
Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.
Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruck-
ten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausge-
bers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.
Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.
Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der
Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem
Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichti-
gung 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





Messen, Steuern, Regeln in C ...

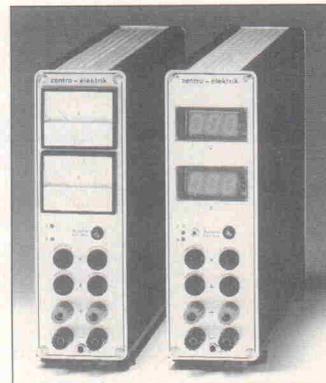
... wird von der nächsten Ausgabe an die Rubrik 'Mathematik' mittelfristig ablösen. Die neue Artikelserie wendet sich in erster Linie an Elektroniker und Techniker und soll die Rolle der Sprache C beim Verbinden von Mikrocomputern mit der Außenwelt demonstrieren. Mit Fug und Recht kann



behauptet werden, daß der Elrad-C-Kurs alle Fragen des Rechereinsatzes in der Meß- und Regelungstechnik beantwortet wird.

Test: Labornetzgeräte

Seit dem Elrad-Labornetzgeräte-Test vor knapp zwei Jahren zeigt der Markt einen ausgeprägten Trend zu 'intelligenten' Geräten: Neben dem Meß-equipment steuern extern programmierbare Netzgeräte so an, daß damit ein automatisierter Meßablauf in Entwicklungslabor und Prüffeld stattfinden kann. Wie die Netzgeräte zu steuern sind und mit welchen Ausgangsdaten sie dabei aufwarten, zeigt unser Testbericht in der nächsten Ausgabe.



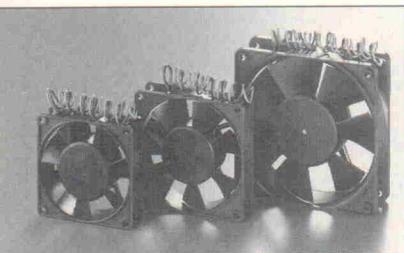
PC als DSO

Die besonderen Eigenschaften digitaler Speicheroszilloskope hat Elrad in einem Leistungsvergleich – Testbericht in Heft 6/90 – umfassend aufgezeigt. Die meisten DSOs erlauben einen Dialog mit dem PC, einige wenige benötigen ihn sogar zwingend, da er ihnen sozusagen mit seinem Bildschirm aushilft. Um ein solches Gerät handelt es sich bei dem Projekt 'PC-DSO': Ein 8-Bit-Flash-Wandler zerlegt die Eingangssignale mit einem Takt von 10 MHz und überläßt es der (in Quick-BASIC geschriebenen) Software, beispielsweise Cursors einzublenden oder eine Fourier-Transformation durchzuführen.

Marktübersicht: Axiallüfter für die Elektronik

Kleine Gebläselüfter sind immer dann das Mittel der Wahl, wenn die im Gerät pro-

duzierte Wärme nicht mehr durch Kühlkörper oder Luftaustausch an die Umgebung abgegeben werden kann. Daß aus dem 'Mittel der Wahl' allerdings auch ein 'Mittel zur Qual' werden kann, merkt der Entwickler oft erst nach dem Einbau einer dieser potentiellen Lärmquellen. Unsere Marktübersicht zeigt das derzeit verfügbare Angebot mit allen erhältlichen technischen Daten.

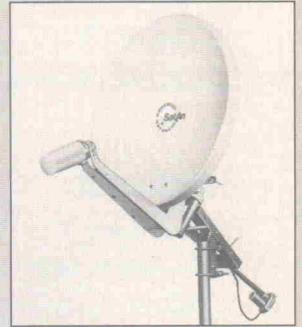


Signal-Doppeldecker: Software zum Projekt

Mittlerweile ist von verschiedenen Seiten am DSP-32-Signal-Doppeldecker, Elrad 12/90 ff. weiterentwickelt worden. Herausgekommen sind zum Beispiel eine 3-D-Roboterarm-

Simulation, eine Meßwert-erfassungs-Software und, ein Leckerbissen für Audiofreaks: die serielle Anschaltung von brandneuen 18-Bit-Audio-A/D- und D/A-Wandlern.

Dies & Das



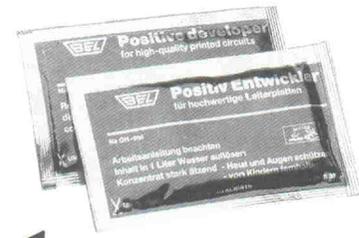
Satellitenempfang: Post hat kapituliert

Etwa sechs Jahre lang hat eine Allianz aus Programmierern, Satellitenbetreibern, Schlüssel- und Empfängerherstellern gegen die Post gekämpft, propagandistisch unterstützt von einigen (Fach-)Zeitschriften, darunter Elrad. Streitpunkt: das Territorium 'Äther', Ziel der Alliierten: Ätherfreiheit. Der Kampf ist zu Ende, die Post hat kapituliert. Das Sieger-Kommuniqué hat folgenden Wortlaut:

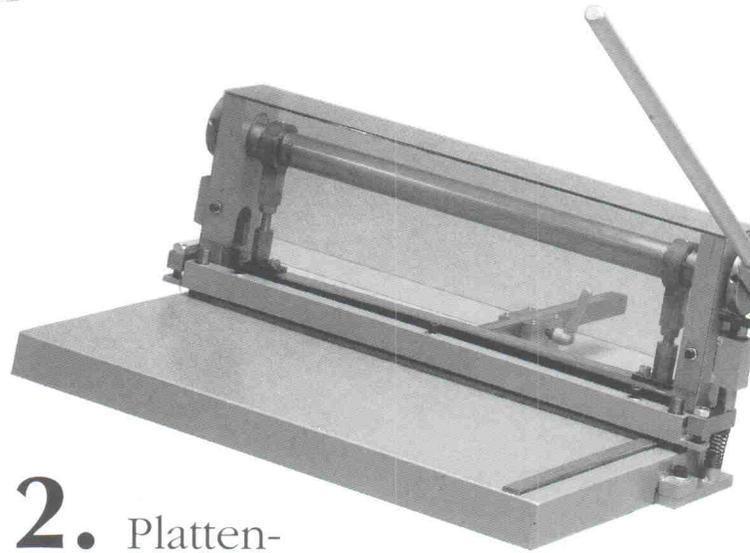
Die Postverwaltungen in der Bundesrepublik Deutschland, in Österreich und in der Schweiz verzichten auf die Anmeldepflicht für Satellitenempfangsanlagen (Einzelanlagen), und sie erheben auch keine Gebühren mehr. In der Bundesrepublik Deutschland verzichtet die Post auf die hier bisher vorgenommene Unterscheidung zwischen Rundfunksatelliten (wie TV-Sat) und 'Nachrichtensatelliten' (wie Astra).

Somit zählen nun nicht nur TV-Sat, TDF und Kopernikus zu den frei empfangbaren Satelliten, sondern auch Astra, Telecom, Olympus, die Satelliten der Eutelsat- und Intelsat-Reihe und andere. Zum Einlenken der Post dürfte maßgeblich das Urteil des Europäischen Gerichtshofes in Straßburg vom Mai letzten Jahres beigetragen haben, das die 'autronic ag', Schweizer Vertreter der deutschen Firma Hirschmann, gegen die Schweizer Regierung erwirkt hatte – wir berichteten an dieser Stelle in Heft 10/90. Der Gerichtshof hatte das Recht auf Informationsfreiheit bestätigt.

IHR WEG ZUR LEITERPLATTE



1. Original Bungard Foto-beschichtetes Basismaterial. Denn Qualität hat einen Namen.



2. Plattenschere NECUT. Flexibilität wie für Sie geschnitten.

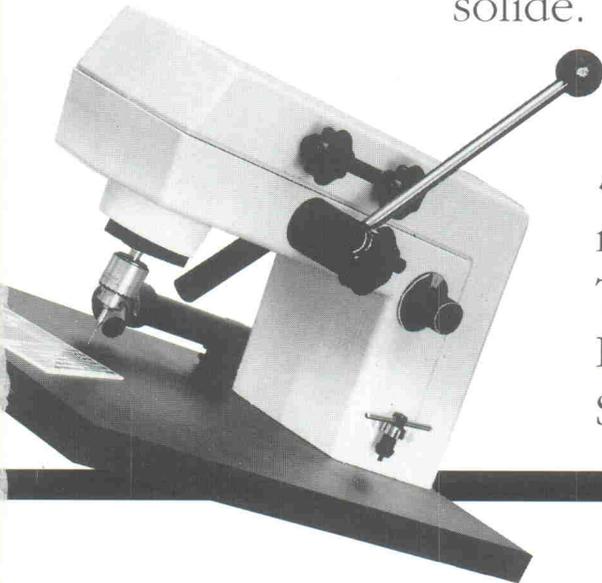


3. Labor-Sprühätzmaschine JET 34. Leistungsstark und grundsolide.

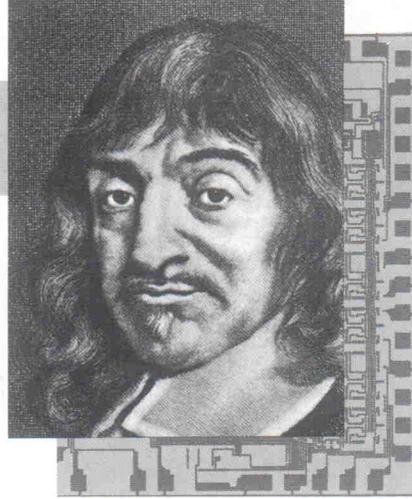
4. Doppelseitiges Vakuumbelichtungsgerät HELLAS.



5. Printbohrmaschine TECHNO 001. Ein starkes Stück Präzision.



BUNGARD
BEL



MAX456: Ein 8x8 Video- Kreuzschienenverteiler in CMOS mit Ausgangspufferverstärkern.

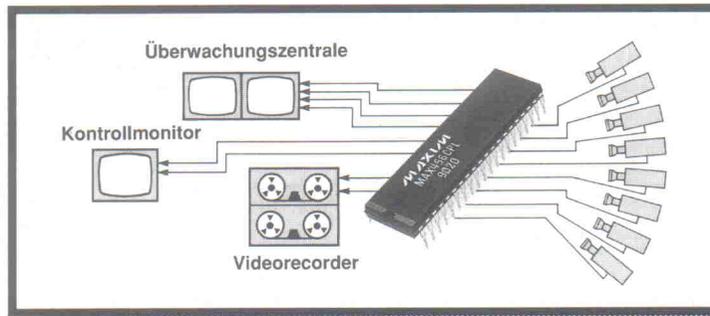
Der neue MAX456 von MAXIM ist der erste monolithische 8x8 Videokreuzschienenverteiler, mit dem Standardvideosignale (PAL, SECAM, NTSC) geschaltet werden können. Mit einer digital gesteuerten 8x8-Schaltmatrix, der Steuerlogik und acht Ausgangspufferverstärkern mit einer Bandbreite von 35 MHz in einem 40-poligen DIP oder in einem 44-poligen PLCC werden die Anzahl der Komponenten, die benötigte Leiterplattenfläche und die Kosten gegenüber einer Realisierung mit diskreten Komponenten drastisch reduziert. Der MAX456 ist nur ein Baustein aus unserer großen Familie von Video-Multiplexern und Verstärkern.

**Der MAX456
macht mehr
als 20 Einzel-
elemente
überflüssig**



- ✓ 5-mal weniger PCB-Fläche
- ✓ 5-mal kostengünstiger
- ✓ Verkürzung der Entwicklungszeit
- ✓ Reduzierung der Streukapazitäten
- ✓ Erhöhte Zuverlässigkeit

**Aufbau großer
Kreuzschienensysteme**



- ✓ Acht interne Puffer
 - Slew Rate 250 V/μsec
 - 35 MHz Bandbreite
 - Ausgangspuffer deaktivierbar
- ✓ +/-5 V Versorgungsspannung
- ✓ 80 dB Aus-Isolation bei 5 MHz
- ✓ 70 dB Übersprechdämpfung bei 5 MHz
- ✓ Serielle oder parallele μP-Schnittstelle

Jeder Ausgangspufferverstärker des MAX456 kann kontrolliert in den „Tri-State“-Zustand geschaltet werden. Damit können zum Aufbau größerer Kreuzschienensysteme mehrere MAX456 parallel geschaltet werden.

MAX457 treibt 75Ω-Impedanzsysteme

Mit dem MAX457, einem doppelten 70 MHz-Videoverstärker von MAXIM, ist auch die Ansteuerung von 75Ω-Impedanzsystemen kein Problem. Bitte fordern Sie Datenblätter und Muster an.

SE Spezial-Electronic -KG

3062 Bückeberg, Zentrale, Postfach 1308, Kreuzbreite 14, Telefon 0 57 22/2 03-1 10, Fax 01 30-66 14, Telex 17 572 210, Teletex 57 22 10
 7090 Ellwangen, Postfach 1320, Dr.-Adolf-Schneider-Straße 11, Telefon 0 79 61/40 47, Fax 01 30/66 14, Telex 17 796 110, Teletex 79 61 10
 8000 München 82, Postfach 82 609, Am Moosfeld 11, Telefon 0 89/42 93 33-338, Fax 01 30/66 14
 O-3011 Magdeburg, Postfach 4003, Fritz-Herbst-Straße, Telefon (91) 3 84 91 68, Telex 83 75

Unsere Hotlines: 01 30-73 67, Fax 01 30-66 14