

ELRAD

H 5345 E

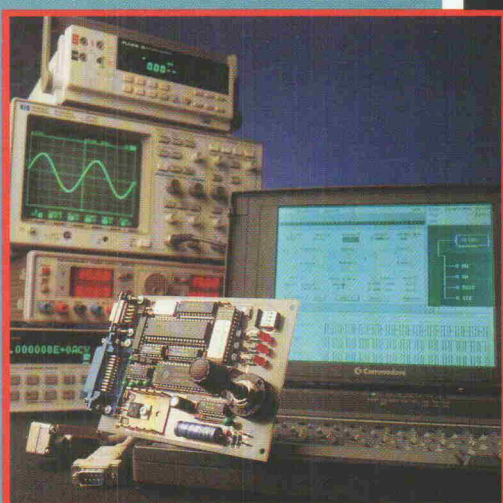
DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

hfl 10,- · FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

2/94



Projekt: IEEE-488-Controller seriell am PC

Elektromagnetische Verträglichkeit

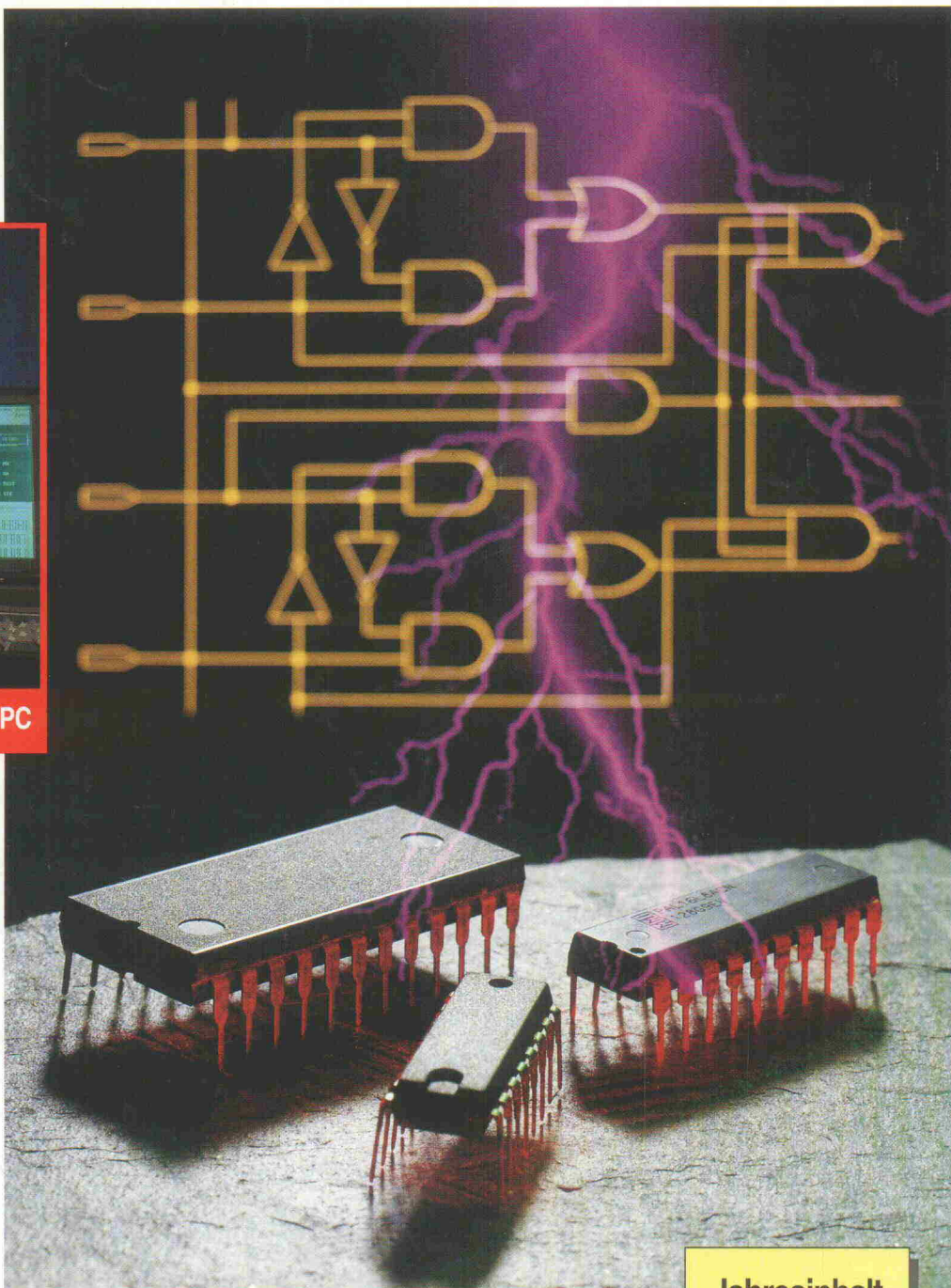
**Grundlagen, Meßgeräte,
Dienstleister**

Schlankheitskur für den MOPS

**Miniatur-Board für
68HC11-Controller**

Einsteiger-Kit für 170 Mark

DSP für alle



Vom PAL zum komplexen Logik-IC

**Jahresinhalt
1993**

PLD-Designer zwischen 0 und 300 DM

Das Know-how-Quartett im Abo

ELRAD
Gateway zur Hardware.
ELRAD... das
Magazin für Elektronik
und technische Rechner-
anwendungen mit dem
konsequenten
Praxisbezug...
für Entwickler,
Anwender
und Ausbildung.



c't
System-
übergreifend
und unabhängig:
Tests mit Trennschärfe,
fundierte Tipps für die
Praxis, unentbehrliches
Grundlagenwissen
für anspruchsvolle
Anwender und
Entwickler.



iX
Monat für Monat
alles über Unix,
Netzwerke, System-
integration und aktuelle
Desktop-Betriebs-
systeme von OS/2
bis Windows NT.



GATEWAY
wendet sich an
die Anwender von
Netzwerk- und Tele-
kommunikations-
systemen im
professionellen
Umfeld.

Zum Verbleib beim Besteller

Ich bestellte am:

☐ **c't magazin für computertechnik**

Jahresabonnement (12 Ausgaben)

Inland: DM 97,20; Ausland: DM 106,80.

Studentenabo Inland: DM 85,20; Ausland: DM 96,00.

ab Ausgabe: _____ bis auf Widerruf.

Die Kündigung ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils
übernächsten Ausgabe möglich.

☐ **iX Multiuser Multitasking Magazin**

Jahresabonnement (12 Ausgaben)

Inland: DM 81,00; Ausland: DM 88,80.

Studentenabo Inland: DM 71,40; Ausland: DM 79,80.

ab Ausgabe: _____ bis auf Widerruf.

Die Kündigung ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils
übernächsten Ausgabe möglich.

☐ **ELRAD Magazin für Elektronik und technische
Rechneranwendungen**

Jahresabonnement (12 Ausgaben)

Inland: DM 79,20; Ausland: DM 86,40

Studentenabo Inland: DM 69,00; Ausland: DM 76,80.

ab Ausgabe: _____ bis auf Widerruf.

Die Kündigung ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils
übernächsten Ausgabe möglich.

☐ **GATEWAY Magazin für Daten- und
Telekommunikation**

Jahresabonnement (10 Ausgaben)

Inland: DM 72,00; Ausland: DM 86,50

Studentenabo Inland: DM 63,00; Ausland: DM 78,10.

ab Ausgabe: _____ bis auf Widerruf.

Die Kündigung ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils
übernächsten Ausgabe möglich.

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb
von 8 Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag
Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7,
30625 Hannover, zu widerrufen. Zur Wahrung der
Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Abo-Bestellcoupon

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen Ausgaben der angekreuzten Zeitschrift ab Monat: _____

☐ **c't magazin für computertechnik**, Jahresabonnement (12 Ausgaben).

Inland: DM 97,20; Ausland: DM 106,80. Studentenabo Inland: DM 85,20; Ausland: DM 96,00.

☐ **iX Multiuser Multitasking Magazin**, Jahresabonnement (12 Ausgaben).

Inland: DM 81,00; Ausland: DM 88,80. Studentenabo Inland: DM 71,40; Ausland: DM 79,80.

☐ **ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**, Jahresabonnement (12 Ausgaben).

Inland: DM 79,20; Ausland: DM 86,40. Studentenabo Inland: DM 69,00; Ausland: DM 76,80.

☐ **GATEWAY Magazin für Daten- und Telekommunikation**, Jahresabonnement (10 Ausgaben).

Inland: DM 72,00; Ausland: DM 86,50. Studentenabo Inland: DM 63,00; Ausland: DM 78,10.

Bei allen Magazinen ist die Kündigung **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Bitte Rechnung abwarten.

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Widerrufsrecht (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag
Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine
zweite Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung

Datum/ Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte beachten Sie, daß zur Bearbeitung beide Unterschriften nötig sind

Ausschneiden und abschicken oder per Fax 05 11/ 53 52-289 an:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover

Ein kürzerer Name mit 'R'

Hand aufs Herz: Wie heißt der Bundesminister für Forschung und Technologie? Antworten Sie – jetzt! Wenn Sie Wissmann denken, liegen Sie dicht daneben und etwas zurück; das sollte Ihnen aber weiter keinen Anlaß zur Sorge geben. Im Gegenteil, treffen Sie sich doch mal mit den Mitarbeitern der Pressestelle des Niedersächsischen Landtages, denn auch dort herrscht ein gewisser Dr. Wissmann über das BMFT. Nebenbei liegt auch gleich auf der Hand, warum es in Niedersachsen mit den Forschungsmitteln so knapp bestellt ist: Die Anträge sind falsch adressiert. Ein weiteres Ergebnis eines spontanen ELRAD-Rundrufs – unter der Hand, auch aus gegebenem Anlaß: Jede fernmündliche Anfrage wurde sofort und wie aus der Pistole geschossen mit 'der Riesenhuber ist es nicht mehr' beantwortet. Ansonsten, mehr Schatten als Licht:

Die RTL-Nachrichtenredaktion hatte 'keine Ahnung'. SAT 1 führte eine 'Inhouse-Recherche' durch und kam auf den richtigen Kopf. Eine NDR-Redakteurin wußte auf Anhieb Bescheid. Die freundliche Dame der Pressestelle des Deutschen Bundestages war sich absolut unsicher, ob vor kurzem nicht ein Wechsel stattgefunden hat. Beim ZDF herrschte zeitweise ein Patt, das aber durch spontane Ausweitung der Abstimmung auf mehrere Büros basisdemokratisch mit dem korrekten Namen aufgelöst wurde. Und *das* renommierte deutsche Elektronikmagazin für industrielle Anwender und Entwickler half mit der Auskunft: 'Ein kürzerer Name mit 'R'.

Soviel zur Präsenz eines Mannes, der mit seinem Bekanntheitsgrad Kompetenz und Bedeutung seines Aufgabenbereiches dokumentiert. Und dabei ist es erst einmal von nachgeordneter Bedeutung, ob und wieviel Geld er unter die Leute bringen kann, es geht vielmehr um das Klima, das er verbreiten könnte. So hätte es ihm gut zu Gesicht gestanden, das eine oder andere Wort über den Niedergang einer High-Tech-Schmiede wie die DASA zu verlieren oder sich zum Thema Ingenieur-Arbeitslosigkeit zumindest ansatzweise zu äußern und Perspektiven aufzuzei-

gen. Wo sind die Szenarien geblieben, die ein Heinz 'Fliege' Riesenhuber beschwor, wenn er sich anlässlich EUREKA ins Weltall begab und den Innovationsschub in der Galaxis vermutete? Oder seine Reisen in den Mikrokosmos der Nanotechnologie? Bei denen man nie das Gefühl hatte, daß es eng wird – im Gegenteil.

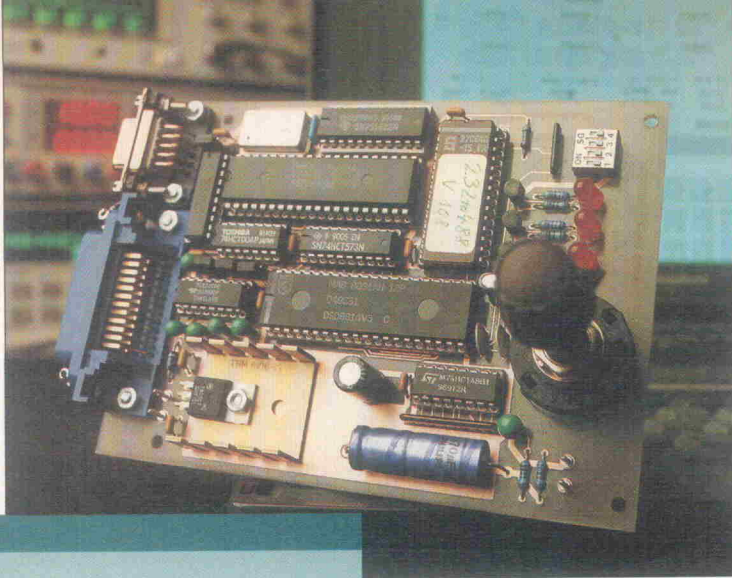
Wirtschaftslage hin, Etats her, zum Geschäft des Forschungsministers gehört auch Entertainment, und dazu bedarf es eines Gesichts.

Er heißt übrigens Paul Krüger – bloß, wie sieht der aus?

Hartmut Rogge

Hartmut Rogge





Projekt

Stellvertreter

Schnittstellenumsetzer von RS-232 nach IEEE-488 bietet der Markt in ausreichender Menge und zu zivilen Preisen. Nachteil dieser Lösungen: Sie können Endgeräte nicht adressieren und eignen sich eigentlich nur dazu, Plotter oder Drucker zu bedienen. Der 'Stellvertreter' kann das zwar auch, seine Stärke liegt aber in seinen Controller-Qualitäten, das heißt, per RS-232 ist beispielsweise eine komplette Laborautomatisierung mit bis zu 31 Geräten möglich.

Seite 54

Design Corner

DSP für alle

Wer das Marktsegment 'Digitale Signalprozessoren' kennt, wird um die gesalzenen Preise entsprechender Entwicklungsumgebungen wissen. Daß es auch anders geht, beweist Texas Instruments mit einem 170-Mark-Evaluation-kit mit allem 'Software-Drum' und 'Hardware-Dran'.

Seite 76



Projekt

MOPS-light

Am Controller-Projekt 'Mops' zeigte sich, daß nach wie vor großes Interesse an Einplatinen-Rechnern besteht – wenn denn eine preiswerte und brauchbare Programmierungsumgebung verfügbar ist. Eine Abmagerungskur der Hardware führte zum Slimline-MOPS mit deutlich verringertem Platzbedarf und einem an die Aufgabe anpaßbaren Speicheraufwand.

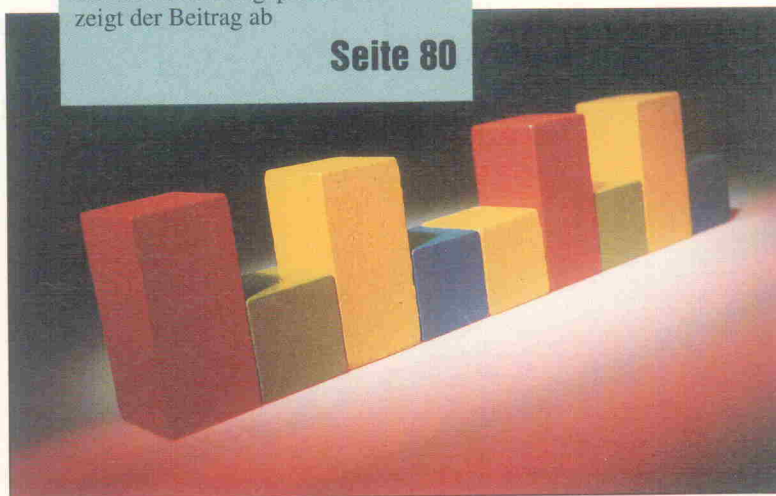
Seite 26

Grundlagen

Daten-Träger

Die zunehmende Digitalisierung der analogen Signal-Welt und die Entwicklung effizienter Datenreduktions-Verfahren machen völlig neuartige Übertragungsverfahren von Bild, Ton oder Daten mit klassischen Hochfrequenz-Trägern möglich. Eine Übersicht der gegenwärtigen und der für die nahe Zukunft geplanten Standards zeigt der Beitrag ab

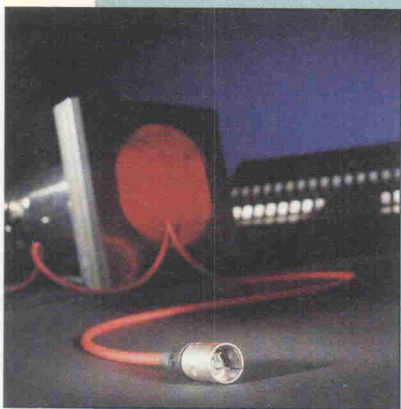
Seite 80



Entwicklung

Bühnenbus Delight

Seitdem in der Lichtsteuertechnik die Notwendigkeit besteht, viele verschiedene Geräte an ein zentrales Regiepult anzukoppeln, setzt sich ein neuer Standard bei der Übertragung der Steuerungsinformationen durch. An die Stelle der analogen 0...10-V-Pegel tritt ein digitaler Bühnenbus namens DMX-512. Zwei-Draht-Lei-



tungen ersetzen die dicken und zudem teuren Multicores. Aber nicht nur das: über den Bus lassen sich sowohl einfache Scheinwerfer als auch Multifunktionsgeräte oder spiegelabgelenkte Spots direkt an ein und dieselbe Steuerung an koppeln.

Seite 88

EMV von allen Seiten

Das Grauen in der Elektronik hat viele Gesichter, eines davon ist das neue EMV-Gesetz. Passend zur Messe EMV '94 in Karlsruhe widmet sich ELRAD dem Thema 'Elektromagnetische Verträglichkeit' gleich in mehreren Beiträgen. Von Software für EMV-gerechtes Leiterplatten-Design über Grundlagen der EMV-Meßtechnik, einer Marktübersicht mit Dienstleistern und Meßtechnik-Anbietern bis hin zu Literaturtips und Fortbildungsmöglichkeiten führt die Tour über die

**Seiten 30, 34, 38, 43
und 85**



PALASM & Co

Der Bereich programmierbarer Logik ist ein expandierender Markt mit immer neuen Bausteinen und natürlich auch neuer Entwicklungssoftware. Einer Vielzahl grundverschiedener hersteller- oder auch bausteinspezifischer Werkzeuge stehen einige 'universelle' Tools gegenüber. Und gerade in letzter Zeit geben viele Halbleiterhersteller preiswerte Softwarepakete heraus, die dem Anwender den Einstieg in neue Bausteingenerationen und damit in die programmierbare Logik erlauben. Der ELRAD-Report berichtet in zwei Teilen über eben diese Entwicklung auf dem PLD-Markt. Dabei handelt es sich um Software, mit der man nicht nur PALs und GALs, sondern auch komplexere EPLDs beziehungsweise CPLDs entwickeln kann. In Teil 1 geht's um die herstellereigenen Pakete PALASM, First Step, pDS-1016, XEPLD und PLDSHELL.

Seite 44

Inhalt 2/94

Seite

aktuell

Firmenschriften & Kataloge	8
Halbleiter	10
Meßtechnik	12
Stromversorgung	14
Gehäuse	16
Automatisierungstechnik	17
PC-Meßtechnik	18

Test

<i>PreView: Schneller als der PC erlaubt</i>	
IEEE-488.2-PC-Karte NI AT-GPIB/TNT	20
<i>PreView: Code-Name: Phantom</i>	
Funktions-/Arbiträrgenerator HP 33120A	22
<i>PreView: Meßboy</i>	
Hand-held Oszilloskop TekMeter THM 565	24
<i>PreView: Wahrsagerei?</i>	
Menhir, EMV-Vorhersage für Layouts	30

Markt

<i>Markt der Verträglichkeiten</i>	
EMV-Dienstleistungen und Meßtechnik	38
PALASM & Co	
PLD-Entwicklungssoftware im Vergleich	44

Projekt

<i>MOPS-light</i>	
Minicontrollerboard mit dem 68HC11F1	26
<i>Stellvertreter</i>	
Interface-Converter RS-232 nach IEEE-488	54

Entwicklung

<i>DSP für alle</i>	
Starterkit für TMS320C2x-DSPs	76
<i>Bühnenbus Delight</i>	
Lichtanlagensteuerung per DMX-512	88

Grundlagen

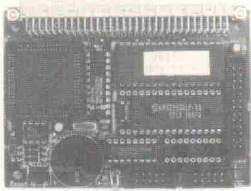
<i>Bitte nicht stören</i>	
EMV-Meßtechnik im Überblick	34
<i>Störfaktoren im Visier</i>	
Der meßtechnische Umgang mit kleinen Signalen	61
<i>Die ELRAD-Laborblätter</i>	
RC-Oszillatoren (4)	71
<i>Daten-Träger</i>	
Lineare Modulationsverfahren	80

Rubriken

Editorial	3
Nachträge	7
Bücher	43
Arbeit & Ausbildung	85
Jahresinhalt 1993	90
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

VPORT-152/k PC-SCC/V25

Vorgestellt in Elrad 7-9/93



VPORT-152/k BITBUS-fähiger Mini-Single-Board-Computer (72x100 mm) mit Intel 80C152-CPU (kompatibel zu 8031/8051, inkl. 32k RAM, Monitor-EPROM, Handbuch und Diskette)	DM 498,00
Leerplatine mit Monitor-EPROM inkl. Handbuch und Diskette	DM 198,00
PC-SCC/V25 BITBUS-fähige PC-Einsteckkarte mit 4 seriellen Schnittstellen (asynchron/synchron) und NEC V25 CPU. Ohne galvanische Trennung.	DM 698,00
Leerplatine mit PC-SCC/V25 wie PC-SCC/V25 jedoch mit galvanischer Entkopplung	DM 898,00
Leerplatine mit Monitor-EPROM und drei GALs inkl. Handbuch und Diskette	DM 398,00
IF23225i IF-Modul mit RS232- und 20mA Schnittstelle mit DSUB-25-Stecker	DM 49,45
Leerplatine IF23225i	DM 25,00
IF485BITBUS-DIR IF-Modul mit RS422- oder RS485-Schnittstelle ohne galvanische Trennung	DM 69,00
PIF-SIO oder PIF-LPT jeweils Leerplatten IF485/BITBUS, PIF-SIO, PIF-LPT jeweils	DM 69,00
BITBUS-Mastermodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils BITBUS-Einzelkarte im EPROM, inkl. BITBUS-Monitor	DM 198,00
BITBUS-Slavenmodul für VPORT-152 oder PC-SCC/V25 jeweils BITBUS-Einzelkarte im EPROM	DM 98,00

taskit

EPROP PC-MegaBit- EPROMmer



taskit

Zukunftssicher:

Unterstützt 8- und 16-Bit-EPROMs, EEPROMs, Flash-EPROMs (24, 32, 32 und 40 Pins). Mit dem GAL-Extender werden jetzt auch GAL-Bausteine unterstützt.

Vielseitig:

2716, 2732, 2732A, 2764, 2764A, 27128, 27128A, 27256, 27256A, 27512, 27513, 27010, 27C1001, 27020, 27C2001, 27040, 27C4001, 27060, 27C6001, 27210, 27C1024, 27220, 27C2048, 27240, 27C4096, 27011, 28C16, 28C32, 28C64, 28C128, 28C256, 28C512, 28F010, 28F020, sowie CMOS-Typen.

Komfortabel:

Einfach zu bedienende Software mit monügesteuerter Window-Oberfläche.

Erweiterbar:

Mit dem GAL-Extender-Aufsatz sind die GAL-Typen: 16V8, 16V8A, 20V8, 20V8A, 22V10 und 6001 der Firma Lattice, SGS Thomson und National programmierbar. Damit können alle gängigen PAL-Typen ersetzt werden.

Preiswert:

EPROM-Fertigerät DM 535,00
inkl. Bediensoftware und 6 Monate Garantie.

PLCC-Option

DM 198,00
20 pol. und 28 pol. Präzisions-PLCC-Nulkaufstool für EPROP GAL-Extender

EPROM GAL-Extender

DM 298,00
inkl. Bediensoftware, vorbereitet für PLCC-Nulkaufstool.

PILCC-Adapter

DM 198,00
Adapter zur Programmierung von 28pol. und 32pol. PLCC- oder LCC-EPROMs sind erhältlich.

GAL-ASM-Starterkit

DM 98,00
PAL/GAL-Assembler, JEDEC-File-Konverter, inkl. je zwei GALs 16V8A und 20V8A.

Ebenso erhältlich: Single-Board-Computer mit NEC V25, NEC V50 und Intel 80C152. Komfortable Software-Entwicklung auf dem dem PC. Universelle ROM-Local-Tools für MicroSoft-C und Turbo-C, sowie MSR-BASIC und Echtzeitbetriebssystem SYSCOM.

taskit Rechnertechnik GmbH

Industriesteuerungen - Auftragsentwicklungen

Kaiser-Friedrich-Straße 51, 10627 Berlin

Telefon 030/324 5836, Fax 030/323 2649

I/O- und Relais-Karten

aus unserem großen Angebot an PC-Peripherie

Digitale I/O-Karte

DM 138,-
Acht 8-Bit-Ports, TTL-Pegel, jeder Port als Ein- oder Ausgang konfigurierbar.

Opto-entkoppelte digitale Eingangs-Karte

DM 172,-
16 Eingänge, Isolationsspannung 2250 V DC

Intelligente TTL-I/O-Karte

DM 431,-
Vier 8-Bit-Ports, per Software als Ein- oder Ausgänge definierbar, On-Board-Prozessor, BIOS, 8 KB batteriegestütztes SRAM, Watchdog.

Intelligente Opto-Input und Relais-Output-Karte

DM 517,-
16 opto-isolierte Eingänge, 4 Relais-Ausgänge (max. 2.5A, 125V, 30W DC und 60VA AC), On-Board-Prozessor, BIOS, 8 KB batteriegestütztes SRAM, Watchdog.

Reed-Relais-Karte

DM 258,-
16 Reed-Relais-Ausgänge (zwei 8-Bit-Ports), max. 1A, 100V und 10VA, jedes Relais einzeln gesockelt.

Solid-State-Relais-Karte

DM 805,-
16 Festkörper-Relais (zwei 8-Bit-Ports), max. 2A und 220V DC. Diese Karte ist für den Einsatz außerhalb der PCs gedacht. Sie benötigt eine getrennte Treiber-Karte (im Preis enthalten), mit der sie per Flachbandkabel verbunden wird.

Außerdem erhältlich: ALL-IN-ONE-386SX- und 486DX-CPU-Karten, Flash-EPROM/ROM/RAM-Disk-Karten, große Auswahl an AD/DA-, RS232- und RS485-Schnittstellen-Karten, Single-Board-Computer mit NEC V25, NEC V50 und Intel 80C152, Baugruppen für den AT96-Bus.



Autorisiertes Trainings Center in Hannover

- ♦ Unix für Einsteiger (Solaris 1.X)
- ♦ Ergänzungen für Superuser
- ♦ Administration 1 für Solaris 1.X
- ♦ Administration 1 für Solaris 2.X

Sprechen Sie mit uns. Tel. (05 11) 2 77-16 18

SICAN GmbH
Hans-Joachim Kelm
Garbsener Landstr. 10
D-30419 Hannover

Fax: (05 11) 2 77-26 00



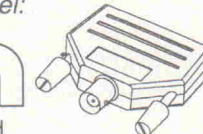
Low cost Datenlogger für IBM PCs & Kompatible...

Eine einmalige Serie von low cost
"Datensammlern"!

- in Sekunden installiert; nur in par. od. ser. Schnittstelle einstecken.
 - keine zusätzliche Stromversorgung und
 - kein Öffnen des PCs notwendig.
 - incl. Oszilloskop-Software
 - incl. Spektrum-Analyse-Software
 - Treiber für C, Pascal und Basic.
- Infos anfordern bei:



ROM-Elektronik GmbH
Grasiger Weg 12
86488 Breitenhof
Tel.: 08282/7385
Fax: 08282/7305



Preise:
ADC-10: DM233,-
ADC-11: DM349,-

Messen & regeln mit dem PC

Das Messen & Regeln mit dem PC ist eine einmalige Serie von low cost "Datensammlern"!

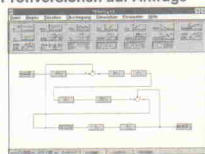
Die Serie besteht aus folgenden Produkten:

- ADC-10: 10 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 233,-
- ADC-11: 11 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 349,-
- ADC-12: 12 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 465,-
- ADC-13: 13 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 597,-
- ADC-14: 14 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 729,-
- ADC-15: 15 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 861,-
- ADC-16: 16 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 993,-
- ADC-17: 17 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1125,-
- ADC-18: 18 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1257,-
- ADC-19: 19 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1389,-
- ADC-20: 20 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1521,-
- ADC-21: 21 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1653,-
- ADC-22: 22 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1785,-
- ADC-23: 23 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 1917,-
- ADC-24: 24 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2049,-
- ADC-25: 25 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2181,-
- ADC-26: 26 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2313,-
- ADC-27: 27 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2445,-
- ADC-28: 28 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2577,-
- ADC-29: 29 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2709,-
- ADC-30: 30 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2841,-
- ADC-31: 31 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 2973,-
- ADC-32: 32 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3105,-
- ADC-33: 33 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3237,-
- ADC-34: 34 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3369,-
- ADC-35: 35 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3501,-
- ADC-36: 36 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3633,-
- ADC-37: 37 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3765,-
- ADC-38: 38 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 3897,-
- ADC-39: 39 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4029,-
- ADC-40: 40 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4161,-
- ADC-41: 41 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4293,-
- ADC-42: 42 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4425,-
- ADC-43: 43 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4557,-
- ADC-44: 44 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4689,-
- ADC-45: 45 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4821,-
- ADC-46: 46 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 4953,-
- ADC-47: 47 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5085,-
- ADC-48: 48 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5217,-
- ADC-49: 49 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5349,-
- ADC-50: 50 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5481,-
- ADC-51: 51 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5613,-
- ADC-52: 52 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5745,-
- ADC-53: 53 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 5877,-
- ADC-54: 54 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6009,-
- ADC-55: 55 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6141,-
- ADC-56: 56 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6273,-
- ADC-57: 57 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6405,-
- ADC-58: 58 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6537,-
- ADC-59: 59 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6669,-
- ADC-60: 60 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6801,-
- ADC-61: 61 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 6933,-
- ADC-62: 62 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7065,-
- ADC-63: 63 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7197,-
- ADC-64: 64 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7329,-
- ADC-65: 65 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7461,-
- ADC-66: 66 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7593,-
- ADC-67: 67 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7725,-
- ADC-68: 68 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7857,-
- ADC-69: 69 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 7989,-
- ADC-70: 70 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8121,-
- ADC-71: 71 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8253,-
- ADC-72: 72 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8385,-
- ADC-73: 73 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8517,-
- ADC-74: 74 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8649,-
- ADC-75: 75 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8781,-
- ADC-76: 76 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 8913,-
- ADC-77: 77 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9045,-
- ADC-78: 78 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9177,-
- ADC-79: 79 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9309,-
- ADC-80: 80 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9441,-
- ADC-81: 81 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9573,-
- ADC-82: 82 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9705,-
- ADC-83: 83 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9837,-
- ADC-84: 84 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 9969,-
- ADC-85: 85 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10101,-
- ADC-86: 86 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10233,-
- ADC-87: 87 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10365,-
- ADC-88: 88 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10497,-
- ADC-89: 89 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10629,-
- ADC-90: 90 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10761,-
- ADC-91: 91 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 10893,-
- ADC-92: 92 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11025,-
- ADC-93: 93 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11157,-
- ADC-94: 94 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11289,-
- ADC-95: 95 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11421,-
- ADC-96: 96 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11553,-
- ADC-97: 97 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11685,-
- ADC-98: 98 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11817,-
- ADC-99: 99 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 11949,-
- ADC-100: 100 Kanäle, 12 Bit, 100 kS/s, DM 12081,-

WinReg - 51

80C552 Mikrocontrollerboard

- Regelungstechnische Simulation mit 80C552
- RS 232, 3 analoge Eingänge, 1 analoger Ausgang je 0..10 V
- Download der Streckenparameter über RS 232 vom PC zum Controllerboard
- Sprungantwortsimulation ohne Hardware möglich
- Zusatzfunktionen (PID Regler, ...)
- Als Bausatz oder Fertigerät
- Vorgestellt ab ELRAD 12/93
- Profiversionen auf Anfrage



PEAK Service
Kollwitzweg 14
D-64291 Darmstadt
Tel. 0 61 51 / 37 62 71
Fax 0 61 51 / 37 67 19

alle Preise incl. 15 % MWST
plus Porto und Verpackung
Lieferung nur gegen Vorkasse
oder Nachnahme

WinReg - 51 Software Studentenversion.....	99,- DM
Controllerboardplatine, EPROM, 80C552 und WinReg - 51 Studentenversion	270,- DM
Fertigversion - komplett aufgebaut und getestet mit WinReg - 51 Studentenversion	480,- DM

weitere Angebote unserer Produkte auf Anfrage

Meßwerterfassung

OPTOOUT-32 16 Ausgänge über Optokoppler Programmiergeräte, dt. Handbuch	DM 425,-
RELAIS-32 EXTENDED 32 Ausgänge über Relais, Timer, 24 Ein/Ausgänge TTL, Quarz, Wechselstromgenerator	DM 644,-
WITIO-48 STANDARD 48 digitale Ein/Ausgänge, 3*16Bit Abwärtsschalter	DM 149,-
WITIO-240 EXTENDED 240 Ein/Ausgänge TTL, 3*16Bit Timer, 8 Interrupteingänge, Quarz, Wechselstromgenerator	DM 368,-
OPTORE-16 STANDARD 16 Eingänge über Optokoppler, 16 Ausgänge über Relais	DM 425,-
OPTIO-16 EXTENDED 16 Ein- u. 16 Ausgänge über Optokoppler, 24 Ein/Ausgänge TTL, Timer, Quarz, Wechselstromgenerator	DM 552,-
ALLI-03A Universalprogrammierer für ca. 2000 versch. Bausteine, Betrieb über eig. Interfackarte	DM 1495,-
ALLI-07 Universalprogrammierer geeignet für ca. 2000 verschiedene Bauelemente, Betrieb über parallele Rechnerschnittstelle	DM 1748,-

Messcomp Datentechnik GmbH
Lärchenstr. 2 * 83533 Edling
Telefon: 08071/40091
Telefax: 08071/3498

Haben Sie ein Beschriftungsproblem?



Mit unseren Fonts im TrueType- und ATM-Format erstellen Sie Barcodes unter Windows 3.1 im Handumdrehen. Zeichenfolge eingeben, markieren und aus der Schriftartentaste Ihrer Applikation den gewünschten Barcode auswählen.

Code 39, 2-aus-5, EAN, UPC je 249,- DM
Code 128 Full ASCII 349,- DM

Solo Software

Vattmannstr. 3
D-33100 Paderborn

Tel.: 05251/59236
Fax: 05251/59402

Eine Null unterschlagen

In der redaktionellen Beilage MESSTECHNIK EXTRA zur ELRAD 12/93 hatte sich in der Marktübersicht 'Kluger Köpfe' ein Druckfehler eingeschlichen.

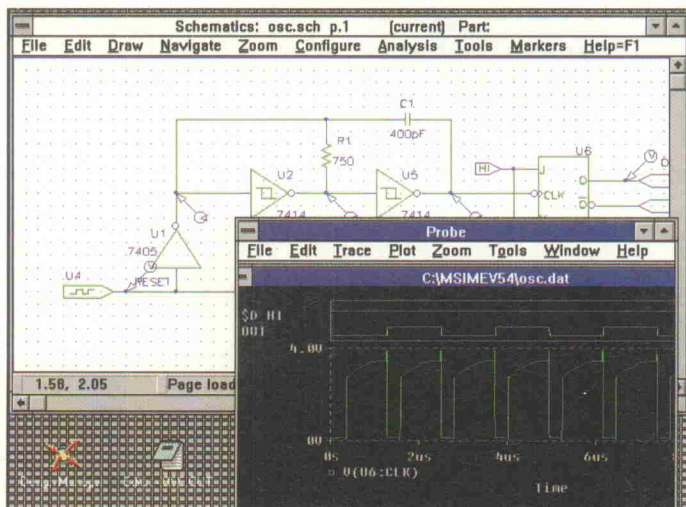
Nicht erst mit Einführung der ISO-9000-Norm sollte die Qualitätssicherung einen hohen Stellenwert haben. Jeder Schritt in einem Herstellungsprozeß muß dokumentiert und protokolliert sein, so daß sich herstellungsbedingte Fehler an einem Produkt bis auf ihren Ursprung nachvollziehen lassen, um letztendlich die Quelle des Übels zu beseitigen. Das gilt in gleicher Weise für eine Zeitschrift, auch wenn sie – wie die ELRAD – noch nicht nach strengen ISO-9000-Richtlinien gefertigt wird.

Trotz dieser Maxime und intensiver Recherchen ist es der Redaktion jedoch nicht gelungen, herauszufinden, warum in der Tabelle über Differenzastköpfe und Differenzverstärker, MESSTECHNIK EXTRA, Seite 9, eine Null verlorengegangen ist. Anstelle der Modellbezeichnung SI-900 für die Differenzprobe des Anbieters Pewatron muß es richtig SI-9000 heißen. Wir bitten um Entschuldigung. Außerdem macht uns der Distributor darauf aufmerksam, daß sich in seinem Angebot auch die Modelle SI-9000A und SI-9000B befinden.

pen

Test: Digitale Handmulti-meter

Aus technischen Gründen mußte der angekündigte Handmultimeter-Test nach Heft 3 verschoben werden.



Alles gleichzeitig im Blick: Die Design-Center-Windows-Oberfläche mit Schematics und Probe.

Ausgereizt

In ELRAD 1/94 testete die Redaktion unter dem Titel 'Gute Karten fürs Labor' neun IEEE-488-PC-Karten.

Die Praxistauglichkeit einer IEC-Bus-Karte steht und fällt nicht zuletzt mit den vom Hersteller mitgelieferten Hochsprachentreibern. Aber nicht nur die Qualität der Treiber, sondern auch die Quantität ist entscheidend für einen reibungslosen Einsatz derartiger Karten. Denn jeder Meßtechniker arbeitet natürlich mit der Hochsprache, in der er sich zu Hause fühlt. In der Tabelle auf Seite 50 sind zu der IEEE 488.2 05.002.00 nicht alle im Lieferumfang enthaltenen Treiber aufgeführt. Hier die Liste der fehlenden: Turbo-BASIC, True-BASIC, MS C, Borland Turbo C, MS-Fortran, Professional Fortran MS-Pascal, Turbo-Pascal Modula 2 (SDS)

Nur EPLDs

In ELRAD 1/94, Seite 7, brachte die Redaktion unter der Überschrift 'Preissturz' eine aktuell-Meldung der Xilinx-GmbH.

Der Hersteller machte uns darauf aufmerksam, daß sich das Übersetzungsprogramm DS-550 allein für die Entwicklung aller EPLD-Typen nicht aber zur Konfiguration 'kleinerer' LCAs beziehungsweise FPGAs eignet.

Alles im Blick

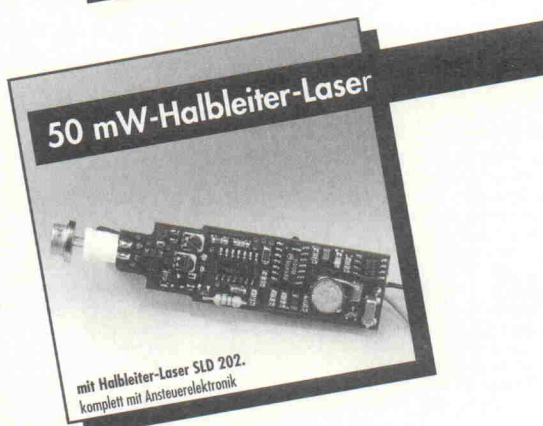
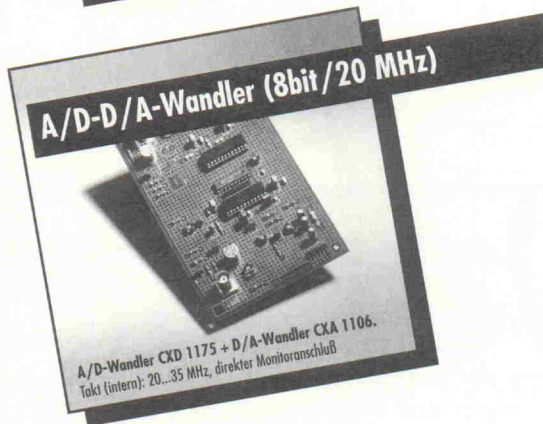
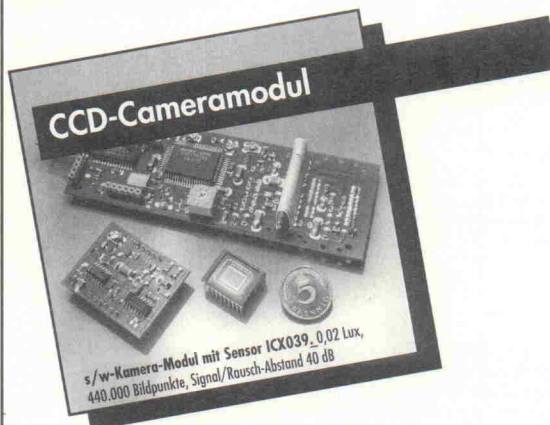
Unter dem Titel 'Verdammt nah am Original' veröffentlichte die Redaktion in ELRAD 1/94 eine Marktübersicht über Elektronik-Simulationsprogramme.

Auf der Seite 55 links oben paßt der Bildinhalt offensichtlich nicht zur Bildunterschrift. Zu sehen ist dort einzig das Schaltplan-Modul vom Design-Center, nicht aber gleichzeitig die Probe-Oberfläche. Daher hier das richtige Bild zum 'alten' Kommentar.

SONY ON BOARD

Ausgabe 1/93

Jetzt brauchen Sie nicht mehr Tage oder gar mehrere Wochen für den Aufbau von Erprobungs-Boards mit Bauteilen von Sony. Einstecken, anschließen, fertig.



FRAMOS

Deutschlands erfolgreicher Sony-Partner
Fordern Sie unsere
Lieferübersicht an!

Sony-ICs -
und mehr!

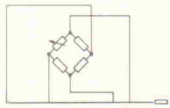
FRAMOS ELECTRONIC VERTRIEBS GMBH
RIEGSEESTR. 16, D-81477 MÜNCHEN
TEL. (089) 785 30 31, FAX (089) 78 12 36

Universelles Meßwert-Erfassungssystem

MEC 1000

mit den Eigenschaften von z.B.

Digitaler Speicher - Oszilloskop
Transientenrecorder
Frequenz-Analysator
Programmierbare Meßverstärker
Programmierbare Filter
Digital-Multimeter



Direkter Sensoranschluß

mit automatischer
Geberidentifizierung
von:

- DMS
- Thermoelement
- PT 100
- Induktive Aufnehmer
- Piezoelektronische Aufnehmer (PCB)
- Impulsgeber
- Strom
- Spannung

MEC-
Ihr Meßtechnik-Spezialist für
Komplettsysteme, Dienstleistungen,
Kundenspezifische Problemlösungen
vom Sensor bis zur Inbetriebnahme

MEC

Blumenrather Straße 21
D-52477 Alsdorf

MASCHINENBAU
ENTWICKLUNG
CONSULTING GMBH

Telefon 024 04/559-0
Telefax 024 04/559-20

- Abtastrate 1 Million Werte/sec pro Kanal bis 100 KHz
- Kompakte Bauform
z.B.: 36 Kanäle im Laptop,
größere Kanalzahl möglich
- 0,1% Genauigkeit
- Hardwaremäßiger Antialiasingfilter,
per Software angesteuert
- Automatischer Nullpunkt
bzw. Brückenabgleich
- Software von MEC sowie von
führenden deutschen Herstellern
- Als PC-Einsteckkarte mit Software
auch einzeln lieferbar

Firmenschriften und Kataloge

Steckverbinder

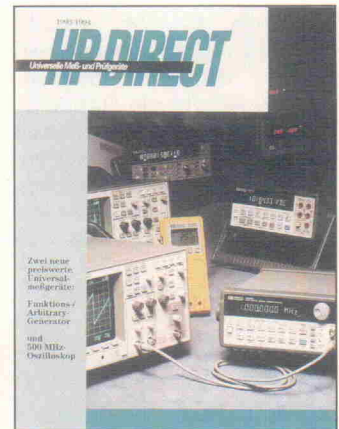
Hirschmann brachte eine neue Übersicht heraus, die das gesamte Programm an Steckverbindungen für die Bereiche Audio-, Video- und Datentechnik zusammenfaßt. Der Katalog beschreibt geschirmte und ungeschirmte DIN-Steckverbindungen sowie Lautsprecher- und Koaxialsteckverbinder. Sämtliche Daten und Informationen über die einzelnen Produkte sind übersichtlich platziert und in drei Sprachen (Deutsch, Englisch und Französisch) wiedergegeben. Die Gliederung in einzelne Produktbaureihen ermöglicht ein schnelles und unproblematisches Auffinden jedes einzelnen Produktes.



Richard Hirschmann GmbH & Co.
Geschäftsbereich Steckverbinder
Postfach 1 10
73726 Esslingen
☎ 07 11/31 01-1
☎ 07 11/31 01-4 75

Mikrocontroller für den MSR-Bereich

In seinem Produktkatalog 1993/94 bietet Phytex etliche Mikrocontrollerboards inklusive Peripherie für den Bereich Messen, Steuern und Regeln an, so zum Beispiel die miniModul-, miniCon-, phyNet- und



Spitzentechnik

Druckfrisch liegt der neue Katalog von HP Direct vor. Auch diese Ausgabe offeriert eine Reihe von Produktneuheiten, beispielsweise das 500-MHz-Oszilloskop HP 54610 A und den Funktions-/Arbiträrgenerator HP 33120 A mit der zugehörigen Windows-basierenden Software. Entsprechend seiner Zielsetzung bietet Hewlett-Packard nicht nur 'kompromißlose Qualität zu erschwinglichen Preisen', zusätzlich hilft ein umfassender telefonischer Beratungsservice durch qualifizierte Ingenieure bei der Auswahl des für die jeweilige Anwendung geeigneten Gerätes. Der Katalog ist auf Anforderung kostenlos erhältlich.

Hewlett-Packard GmbH
HP Direct
Schickardstr. 2
71034 Böblingen
☎ 0 70 31/14-63 33
☎ 0 70 31/14-63 36

Wahnsinn!

Mit dem neuartigen Schaltplan- und Platinen-CAD-Programm **TARGET 2.1**

brauchen Sie nie wieder eine Netz- oder Stückliste zu übertragen. Platine und Schaltplan wissen selbst, "was Masse ist".

Mit dem neuen **TARGET 2.1** sind Sie bei der Erstellung Ihrer Platinen gleich eine ganze Reihe von Problemen auf einmal los! Durch die feste Verbindung von Platine und Schaltplan können Sie viele Designfehler von vornherein ausschließen und sind dennoch sehr flexibel bei nachträglichen Änderungen von Schaltplan oder Layout (forward- / back-annotation). Das geniale an **TARGET 2.1** ist seine einfache Bedienung in deutscher Sprache und der umfassende Service, den wir Ihnen bieten!

Neu! Neu! Neu! Neu!

Wir bieten Ihnen an, Ihre **TARGET**- und **RULE**-Dateien preiswert direkt in Platinen umzusetzen. Sie ersparen sich somit das lästige Konvertieren und die damit verbundenen Fehler. Sie brauchen uns nur Ihre Platinendatei auf Diskette oder per Modem zuzusenden. Wir sind Ihr schneller und zuverlässiger Partner für Prototyp oder Serienplatte. Garantiert! Fordern Sie gleich kostenlos ein **Angebot oder Infomaterial** an!

Wir lassen Sie nicht im Stich!

Info gratis!	TARGET 2.1 komplett	DM 910,-	Info gratis!
	TARGET 2.1 light (Euro-Karte)	DM 298,-	
	TARGET 2.1 Demo	DM 25,-	
	RULE 1.2dM Platinen-Editor	ab DM 129,-	

Dt. Preise incl. 15% MwSt. zzgl. Versandkosten: Vorkasse=DM 10,-, Nachnahme=DM 10,-, Demo nur schriftl. o. Fax.

Ing. Büro FRIEDRICH

Harald Friedrich Dipl. Wirtsch. Ing. (TH)
Fuldaer Straße 20, D-36124 Eichenzell
Tel.: (0 66 59) 22 49, Fax.: (0 66 59) 21 58

In der Schweiz: **Hess HF-Technik Bern**
Allmendstr. 5, CH-3014 Bern
Tel.: (0 31) 331 02 41 Fax.: (0 31) 331 68 36

In Österreich: **RIBU-Elektronik GmbH**
Mühlgasse 18, A-8160 Weiz
Tel.: (0 31 72) 64 80 Fax.: (0 31 72) 66 69



proVision-Reihen. Die ebenfalls beschriebenen BDE-Module und Industrie-PCs ergänzen die Angebotspalette, zu der auch diverse Hilfsmittel für die Entwicklung sowie ein umfangreiches Zubehör in Form spezieller Einzelbausteine und LC-Displays zählen.

Phytex Meßtechnik GmbH
Philipp-Reis-Str. 3
55129 Mainz
☎ 0 61 31/58 05-0
☎ 0 61 31/58 05-50

I/O-Karten

Plug-In stellt einen neuen Katalog über digitale I/O-Karten von Computer Boards vor. Bei den darin beschriebenen Produkten handelt es sich um Standard- und Hochgeschwindigkeits-TTL-Ein-/Ausgabekarten mit bis zu 192 Kanälen sowie



um Karten zum Steuern von Relais, Schaltern und Signalumformern. Die angebotenen Karten sind in weiten Teilen kompatibel zu den entsprechenden Karten von Keithley/Metrabyte und somit in vielen gängigen Meßtechnik-Softwarepaketen für Industrie und Forschung einsetzbar. Außerdem offeriert der kostenlos erhältliche Katalog nützliches Zubehör für einen problemlosen Anschluß der Meßsignalleitungen beziehungsweise der Steuerperipherie.

Plug-In GmbH
Ringstr. 7
82223 Eichenau
☎ 0 81 41/7 22 93
☎ 0 81 41/83 43

Breitband-ISDN-Einrichtungen

In seiner Kundeninformation bits 66 berichtet Wandel & Goltermann über Messungen und Tests an Breitband-ISDN-Einrichtungen. Als Neuentwicklungen werden ein Fehleranalysator für die Inbetriebnahme und Wartung digitaler Übertragungssysteme, ein SDH-/PDH-Fehler- und Jitter-Analysator sowie zwei leichte, netzunabhängige PCM- und Digitalsignal-Analysatoren vorgestellt. Außerdem beschäftigt sich ein ausführlicher Artikel mit dem CCITT-Zeichengabesystem Nr. 7. Die Beschreibungen eines neuen Network Management Analyzers sowie eines Meßplatzes für LAN-Kabel runden die Firmenschrift ab. Interessenten können die bits 66 kostenlos bei Wandel & Goltermann anfordern.

Meßtechnik für PCs

Die Firma Elektronikladen Mikrocomputer, seit vielen Jahren durch den halbjährlich herausgegebenen Controller-Katalog 'Von EMUFs und EPACs' bekannt, hat unter dem Titel 'Meßtechnik für PCs' eine neue Produktübersicht herausgebracht. Wie der Titel bereits vermuten läßt, konzentriert sich das Angebot der neuen kostenlosen Firmenschrift auf PC-Meßkarten, beispielsweise A/D-Wandler, D/A-Wandler, Multifunktionskarten, Timer sowie Optoein- und Relais-Ausgabekarten. Im Gegensatz zu früh sind keine Bausätze oder Leerplatinen mehr im Angebot, die allerdings, 'solange Vorrat', weiterhin lieferbar sind. Zudem

Industrielle Meßtechnik

Von Caesar Datensysteme gibt es einen 32seitigen Katalog für den Meß- und Prüfstandstechniker, der eine Fülle neuer Entwicklungen enthält. Er ist in drei Kapitel gegliedert: Mobile Meßtechnik, Prüfstandstechnik und Software. Das Hardware-Angebot zur Meßdatenerfassung reicht von der kostengünstigen Steckkartenlösung bis zum voll softwaregesteuerten Verstärker- und Meßdatenerfassungssystem MOPS, für das viele neue Module erhältlich sind. Die Software wurde völlig überarbeitet, unter Windows bietet sie dem Meß- und Prüfstandstechniker vielseitige Möglichkeiten. Informationen über Meßtechnik-En-

Messtechnik für PC's

Produktübersicht 93/94

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Str. 88
32758 Detmold
Telefon: 05232/8171
Fax: 05232/86197

ergänzen die Universalprogrammiergeräte von HiLo-System die aus über 40 verschiedenen PC-Karten bestehende Produktpalette.

Elektronikladen
Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Str. 88
32758 Detmold
☎ 0 52 32/81 71
☎ 0 52 32/8 61 97

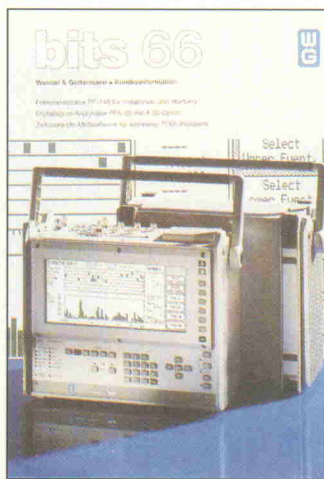


gineering und hauseigene Schulung runden dieses Nachschlagewerk ab.

Caesar Datensysteme GmbH
Laimer Str. 47
80639 München
☎ 0 89/17 22 93
☎ 0 89/17 64 54

Drucksensoren

Von Aktiv-Elektronik ist eine Produktübersicht über Drucksensoren erhältlich, die neben den technischen Daten auch Blockschaltbilder, Maßzeichnungen der Gehäuse, Applikationsschaltungen sowie Bestellinformationen enthält. Auf knapp 50 Seiten findet der Interessent somit alle wesentlichen Daten von Drucksensorelementen, Druckaufnehmern im DIL- und TO-Gehäuse sowie Druckmeßumformern mit und ohne Gehäuse beziehungsweise mit integriertem ASIC.



Wandel & Goltermann GmbH & Co.
Postfach 12 62
72795 Eningen
☎ 0 71 21/86 18 16
☎ 0 71 21/86 18 48

Aktiv-Elektronik GmbH
Griembergweg 34 A
12305 Berlin
☎ 0 30/7 47 03-0
☎ 0 30/7 46 57 32

MATS
Modulares
Automatisches
Test System

PC-Mess-technik für Service, Ausbildung, Labor u. Industrie

MEGALAB

MATSWIN-Software: Messungen automatisieren ohne Programmieren

Je nach Anwendung die Module in Modulträger zusammenstellen (max. 16 Stk). Modulträger für 4,6,7 Module erhältlich, Anschluß an PC über serielle Schnittstelle (RS232).

Modulübersicht
Alle Module in stabilem Alugehäuse (3HE), galvanische getrennt, Versorgung über rückseitige Steckerleiste.

Digitalmultimeter, 4 1/2-stellig, Spannung bis 400VAC, Strom, Widerstand, Temp., Kennlinienanpassung, Auto-Range, Grenzwertalarm, Datenspeicherung, Statistik, grafischer Monitor, etc.

Universalzähler, 9 stellig, 10Hz-500 MHz, 1 Hz Aufl., Frequenz, Ereignis, Pulsbreite, Periode, Freq.-Verhältnis, Freq. Ausgang, Statistik, graf. Monitor, 3 Triggerarten, Intervall, etc.

DC-Kalibrator, zum Abgleich von Meßkreisen, Spannung 0-100V, Strom 0-1A, Widerstand 0-10MΩ, separate Ausgänge, grafische Arbitrary Funktion, kurzschluß- / leerlaufschütz.

Signalgenerator, Signalquelle in Freq. und Amplitude programmierbar, 10Hz-100kHz, Spannung 1mV-16V, Sinus, Cosinus-, Impuls- und Rechteckausgänge, Impedanz 600 Ω.

Meßstellenumschalter, 2x5 Eingänge auf 2 Ausgänge, Umax=400V, Pmax=60VA, R_K < 1 Ω

MEGALAB Messtechnik, GbH
d. MEGATRON AG & Co.
Hermann-Oberth-Str. 7
D-85640 Putzbrunn
Tel. 089/46094218
Fax - 212

Bitte senden Sie mir kostenlose Informationen über MATS

Name: _____ Straße: _____ PLZ/Ort: _____ Tel.: _____

DISPLAY

Aktuelle Elektronik
auf einen Blick...

PC - Messtechnik

AD und DA Karten
AD 12 LC low cost Karte, 16ch., 35µs, mit ADC574, 8 TTL I/O 269,-
AD 12 Bit Karte 25 µs/7 µs, 4 s&h, 16 ch., 16 TTL I/O 598,-/749,-
ADI-1 AD-12Bit, 3µs, 16 Kanal, ±10V/Volt, IRQ, s&h... 998,-
HYPER I/O 12 Bit, 33 kHz, 16 AD, 1 DA, 2 Relais, 20 TTL 1298,-
DAC-4 4-fach DA Karte mit 12Bit-Auflösung, typ. 4 µs 598,-

I/O Karten TTL, Relais, Opto und IEEE-488
48 TTL I/O Karte mit 2 x PPI 8255 129,-
I/O Multi, mit 8 Optoeingängen, 16 Relais, 24 TTL I/O 389,-
72 TTL I/O, mit 3x16 Bit Timer u. 4MHz Oszillator, IRQ 298,-
Relais-1/2 Karte mit 8/16 Relais und 8 TTL I/O 248,-/339,-
OPTO-1 Optokopplerkarte mit 16 IN, 8 OUT, 369,-
GPB1 IEEE-488 kurze 8-Bit Karte mit NEC 7210 u. Software 299,-

Timer Karten
WATCHDOG1 Karte mit 1*Relais 99,-
TIMER-1 Karte mit 9 x 16 Bit Timer und 8 TTL I/O, IRQ 298,-
UNITIMER Karte mit individuell progr. Timer/Counter (32 Bit) 598,-

Schnittstellen
TTY-2 Karte, COM1..4, aktiv & passiv, z.B. für SPS-S5 349,-
TTY-4 Karte, mit FIFO 16c550, a/p. COM1..4, bis 115 kbd 369,-

Video-Digitalisierer
VD-5 Videodigitalizer, Echtzeit, 864x600, Video In-Out, Genlock 1998,-
VD-101 low cost Videodigitalizer, 864x600pix, 256 Stufen, 669,-

CNC-Software
CNC-DIN Software nach DIN 65025 (G-Funktionen) 1899,-

Logic-Analysatoren (mit Windows®-Software)
LOGIC50/32lc 32 Kanal-Logic-Analyser, 50MSamples/s 480,-
LOGIC50/32 32-Kanal-Logic-Analyser, 50MS/s, mehr Trigg-Bed. 598,-
LOGAMV Aktivier Meßverstärker für LOGIC50/32 für 16 Kanäle 107,-

QUANCOM Tel.: 02232 / 9462-0
Fax: 02232 / 9462-99
Heinrich Esser Str. 27 NEU: Info-System per
D-50321 Brühl Modem: 02232 / 9462-98

albs ALPS

Deutsche High-End-Technologie mit japanischer Spitzentechnik.
Qualitätsprodukte von internationalem Niveau!

Die ALPS-Produktlinie: High-Grade-Drehpotentiometer, Schiebepoti, Motorpoti und -fader, Studiofader, Drehschalter, Encoder, Tastenschalter, TACT-Switch, grafische u. alphanumerische LCD-Displays ... von einem der weltgrößten Hersteller elektromechanischer Bauelemente.

Wir führen eine repräsentative Auswahl am Lager für Industrie, Labor, Handel und Endverbraucher. Kundenspezifische Anfertigung für Großabnehmer. ALPS Info anfordern!

Die albs-Produktlinie: Das Ergebnis von über 12 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von hochwertigen Audio-Komponenten.

NEU UND EXKLUSIV

• **ULTRA HIGH PRECISION AUDIO D/A-CONVERTER** •
„Designed vom Wandlerspezialisten BURR-BROWN“ – von albs zur Serienreife entwickelt und unter Verwendung der z. Zt. hochwertigsten elektronischen Bauelemente hergestellt – und exklusiv im Vertrieb.

• Die neue DC-gekoppelte Modulreihe DAC-MOS-II und QUAD-600 von 120 W bis 600 W sin, sogar an 1 Ohm! • PAM-7/PAM-12, die neuen DC-gekoppelten sym/unsym Vorverstärker • RAM-4 BB, der noch verbesserte RIAA-Entzerrervorverstärker • UWE-10/UWE-25, die frei programmierbaren aktiven sym/unsym Frequenzweichen • SUB-25, die aktive sym/unsym Subwooferweichen • Spezialnetzteile von 40000 µF bis 440000 µF und Einzelkondensatoren bis 70000 µF oder mehr lieferbar • Vergossene, magn. geschirmte Ringkerntrafos von 50 bis 1200 VA • Fernbedienungs-Set mit ALPS-Motorpoti zum Nachrüsten oder zur allgemeinen Anwendung • Gehäuse aus Stahl und Alu – für High-End und prof. Studio- und PA-Einsatz • Alle Module auch in BURR-BROWN-Spezialausführung mit T099-Metall-ICs • Fertigeräte nach Ihren Angaben mit unseren Teilen • Modifikationen • Persönl. Beratung • Industriespezifikationen für Sonderanwendungen möglich • Sehr ausführliche Informationen erhalten Sie gegen DM 20,- in Form von Briefmarken, Postüberweisung oder in bar (Gutschrift - Vergütung bei Bestellung). Mindestbestellwert DM 30,- (mit Gutschrift DM 60,-). Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

Wir sind autorisierter Händler für den Vertrieb von ALPS-Produkten in Deutschland. Anwender- und Händleranfragen erwünscht.

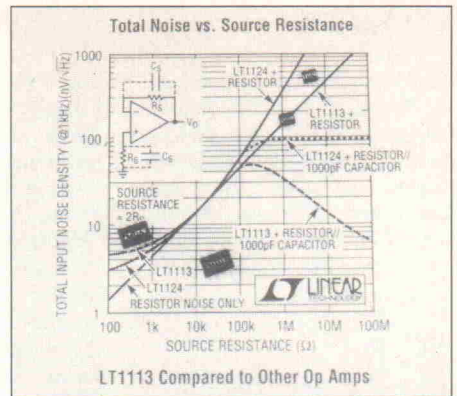
albs-Alltronic • B. Schmidt • Max-Eyth-Straße 1
75443 Ötisheim • Tel. 07041/2747 • Fax 07041/83850

albs ALPS

Halbleiter

An der Rauschgrenze

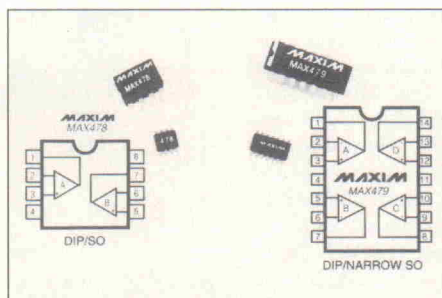
Neue Maßstäbe bei der Minimierung des Spannungsrauschens von Operationsverstärkern mit JFET-Eingang setzt Linear Technology mit ihrem neuen Doppel-OP LT1113. Nur 6 nV/√Hz beträgt die maximale Rauschdichte bei 1 kHz, die durchschnittlichen Werte liegen mit 4,5 nV/√Hz noch günstiger. Die Kombination aus niedrigem Spannungsrauschen in Verbindung mit dem für JFET-OPs typischen geringen Stromrauschen prädestiniert den LT1113 für Anwendungen, in denen pegelschwache Signale aus einer breiten Palette hochohmiger Meßwertaufnehmer zu verstärken sind. Zu den relevanten Spezifikationen zählen die Spannungsverstärkung von 1,2 · 10⁶, die maximale Offsetspannung von 1,5 mV, die maximale Drift von 15 µV/K und die Einstärkungsbandbreite von typisch 6,3 MHz. Speziell zum Einsatz in ±5-V-Systemen gibt



der Hersteller gesonderte Spezifikationen an. Als Verpackungen stehen wahlweise eine oberflächenmontierbare SO-8-Version oder ein Dual-in-line-Gehäuse mit acht Pins zur Verfügung.

Linear Technology GmbH
Untere Hauptstr. 9
85386 Eching
☎ 0 89/31 97 41-0
☎ 0 89/31 94 82 21

Präzisions-OPs mit geringen Ansprüchen



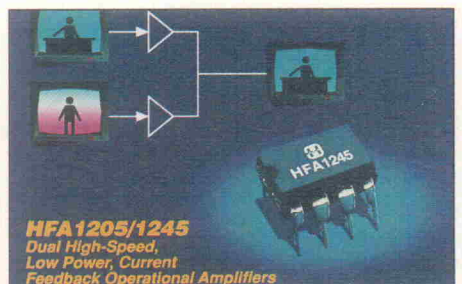
Mit den Typen MAX478 und MAX479 bietet Spezial Elektronik zwei neue rauscharme Präzisions-Doppel- beziehungsweise -Vierfach-OPs an. Die Bausteine stellen nur geringste Ansprüche an ihre Spannungsversorgung: Bereits bei 2,2 V – entsprechend zwei NiCd-Zellen – verrichten sie zuverlässig ihren Dienst und belasten dabei die Quelle mit gerade 17 µA. Sie las-

sen sich aber ebenso mit den üblichen ±15 V speisen. Die Eingangsoffsetspannung beträgt 30 µV bei einer Offsetspannungsdrift von 0,5 µV/K. Den maximalen Eingangsruhestrom gibt Maxim mit 5 nA an und den maximalen Eingangsoffsetstrom mit 250 pA. Auch die Rauschzahlen können sich sehen lassen: 900 nV/√Hz Spannungsrauschen und 1,5 pA Stromrauschen im Bereich 0,1...10 Hz. Das Verstärkungsbandbreiteprodukt liegt bei 85 kHz. Der MAX478 ist im 8poligen, der MAX479 im 14poligen DIL- oder SMD-Gehäuse sowohl für den kommerziellen als auch den erweiterten und militärischen Temperaturbereich lieferbar.

Spezial-Elektronik
Kreuzbreite 14
31675 Bückeburg
☎ 0 57 22/203-0
☎ 0 57 22/203-120

HF-Spezialisten

Mit den Doppel-Operationsverstärkern HFA1205 und HFA1245 mit 350 MHz Bandbreite und verbesserter Video-Performance bietet Harris Semiconductor zwei stromsparende, speziell auf Video-, Kommunikations- und Meßtechnikapplikationen abgestimmte Bausteine an. Die Current-Feedback-OPs kommen mit einem Versorgungsstrom von lediglich 6 mA aus und bieten eine Slewrate von 1000 V/µs. Ihre Gain-Flatness bis 50 MHz beträgt 0,04 dB; differentieller Verstärkungs- und Phasenfehler betragen 0,02 % beziehungsweise 0,02°. An einer Versorgungsspannung von ±5 V liefern die Typen einen Strom von 60 mA. Im Gegensatz zur Basisversion HFA1205 ist der HFA1245 zusätzlich mit Output Enable-/Disable-Pins ausgestattet. Damit lassen sich die Ausgänge in einen hochohmigen Zustand

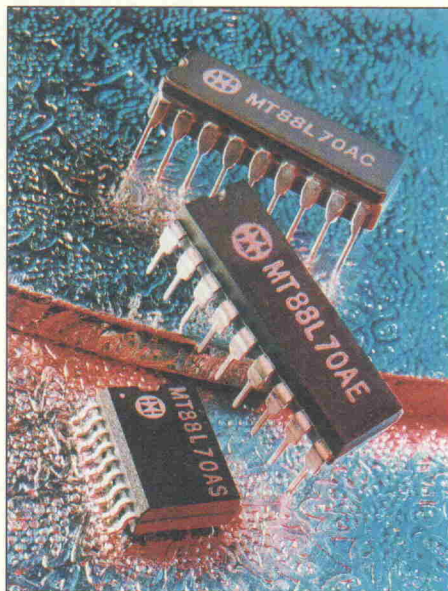


umschalten, so daß beispielsweise zwei verschiedene OPs abwechselnd eine gemeinsame Übertragungsleitung speisen können. Auf diese Weise lassen sich zusätzliche Multiplexer einsparen.

Harris Semiconductor GmbH
Putzbrunner Str. 69
81739 München
☎ 0 89/6 38 13-112
☎ 0 89/6 38 13-149

Empfänglich für gepaarte Töne

Unter der Bezeichnung MT88L70 bietet Mitel Semiconductor jetzt einen Dual-Tone-Multi-Frequency-(DTMF-)Empfänger-Baustein mit geringer Verlustleistung für 3 V Betriebsspannung an. Der Schaltkreis enthält ein Bandsplitfilter in Switched-capacitor-Technik, um die Frequenzen zu trennen, sowie einen patentierten digitalen Dekoder, der einen Zählalgorithmus benutzt, um die 16 Tonpaare zu erkennen und in einen entsprechenden 4-Bit-Code zu überführen. In der Eingangsstufe sitzt ein programmierbarer differentieller Verstärker, mit dem sich der Baustein problemlos an verschiedene Pegel anpassen läßt. Ein Taktoszillator sowie ein Three-state-Businterface sorgen für einen reibungslosen Datentransfer. Der digitale Funktionsblock verifiziert die Tonpaare in bezug auf Frequenz und Tondauer, bevor die Daten auf den Bus gegeben werden. Das bietet bestmögliche Sicherheit bei der Dekodierung und verhindert Fehlsprechen. Die Anwendungsmöglichkeiten für das Bauelement im 18poligen DIL-Gehäuse liegen im Bereich von Funkrufsystemen, Funktelefonen, Anrufbeantwortern und ähnlichem.



Mitel Telecom Limited
Fabrikstr. 17
70794 Filderstadt
☎ 07 11/7 70 15 22
☎ 07 11/7 70 15 24

Familienzuwachs

Texas Instruments hat seine beiden Familien schneller BIFET-OP-Verstärker durch die Hochgeschwindigkeitstypen TLE2070s und TLE2080s erweitert. Die neuen Bausteine bieten eine Verstärkungsbandbreite von 10 MHz und eine Anstiegsgeschwin-

digkeit von 40 V/μs. Auch in weiteren Merkmalen sind die neuen BIFETs ihren Vorgängern deutlich überlegen. Der Gesamtklirrfaktor beträgt 0,008 % und die typische Rauschspannung liegt bei 11,6 nV/√Hz über die gesamte Bandbreite. Die neuen OPs eignen sich gleichermaßen zum Einsatz in HF-Schaltungen, zum Aufbau von Präzisionsgleichrichtern oder Sample-and-hold-Stufen sowie für Vorverstärkerstufen im Audiobereich. Beide Typen gibt es wahlweise in DIL- oder SOIC-Gehäusen und sind für die üblichen Temperaturbereiche in industriellen Anwendungen ausgelegt.

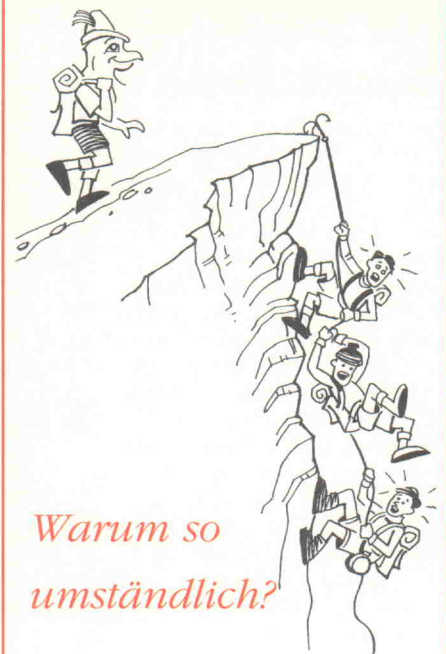


Texas Instruments Deutschland GmbH
Haggertystr. 1
85356 Freising
☎ 0 81 61/80-0
☎ 0 81 61/80-48 28

Fix gewandelt

Zwei neue 8-Bit-Flash-A/D-Wandler, SPT7710 und SPT7725, stellt die Firma Signal Processing Technologies vor. Die beiden Bausteine verarbeiten Großsignale von über 210 MHz mit Abtastraten von mindestens 125 MHz beziehungsweise 250 MHz. Bei dieser Geschwindigkeit wirkt sich vor allem die niedrige Eingangskapazität von nur 10 pF bei 2 V vorteilhaft aus, die sich durch die Integration des Eingangsverstärkers ergeben hat. Die differentielle Nichtlinearität der Wandler beträgt maximal 3/4 LSB. Der Signal/Rausch-Abstand liegt für ein 50-MHz-Eingangssignal bei 46 dB, für ein 100-MHz-Signal immerhin noch bei 42 dB. Der Leistungsbedarf ist unabhängig von der Abtastfrequenz und beträgt 2,2 W.

Astronik GmbH
Grünwalder Weg 30
82041 Deisenhofen
☎ 0 89/6 13 03 03



Warum so
umständlich?

Sieger der "impulse"-
Software-Umfrage vom
April 1993



EAGLE 2.6

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter

Zugegeben: es gibt viele leistungsfähige Platinen-Layout-Programme. Aber was nützt es, wenn die Bedienung so kompliziert ist, daß Sie nur einen Bruchteil davon ausnutzen.

EAGLE ist leistungsfähig und leicht zu bedienen. Testberichte in angesehenen Zeitschriften haben uns das immer und immer wieder bestätigt. Aus einer Umfrage der Zeitschrift "impulse" unter deutschen Software-Anwendern ging CadSoft mit EAGLE als Sieger hervor. Dabei wurden die Software selbst und die Kundenunterstützung bewertet.

Dennoch ist EAGLE unglaublich preiswert. Die angegebenen Preise beinhalten alle Bibliotheken und Treiber. Die Hotline ist kostenlos. Versteckte Kosten gibt es bei uns nicht.

Fordern Sie unsere voll funktionsfähige Demo mit Original-Handbuch an, und Sie können sich selbst davon überzeugen, warum EAGLE in Deutschland öfter im Einsatz ist als jedes andere Programm zur Leiterplatten-Entflechtung.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25,30 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogramm) mit Bibliotheken, Ausgabetreibern und Konvertierprogrammen	851,00 DM
Schaltplan-Modul	1085,60 DM
Autorouter-Modul	1085,60 DM

Bei Versand zzgl. DM 9,20 (Ausland DM 25,-). Mengenrabatte auf Anfrage



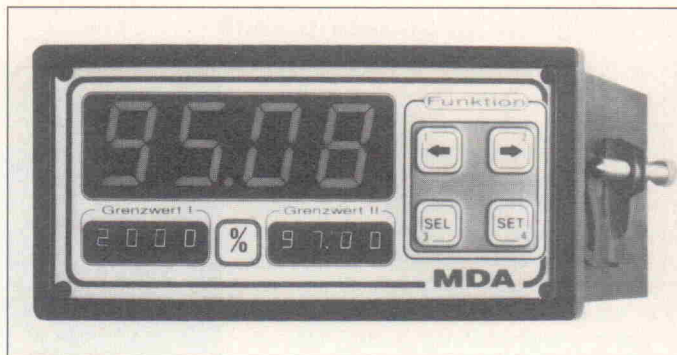
CadSoft Computer GmbH
Hofmark 2
84568 Pleiskirchen
Tel. 08635/810, Fax 920

Zangenmultimeter

Das neue Zangenmultimeter F11 von Chauvin Arnoux verfügt sowohl über die Vorteile einer Strommeßzange als auch über zusätzliche Funktionen eines Multimeters. Alle Funktionen lassen sich per Einhandbedienung selektieren. Das Gerät arbeitet mit einer automatischen Bereichsumschaltung, für alle Funktionen steht ein Meßwertspeicher bereit. Den Betriebsstrom für das Zangenmultimeter liefert eine handelsübliche 9-V-Batterie. Insgesamt lassen sich 4000 Meßpunkte auf der großformatigen LC-Anzeige darstellen. Im Wechselstrommeßbereich erfaßt das Gerät Ströme zwischen 5 A und 700 A, bei den Spannungen reicht der Meßbereich für Gleich- und sinusförmige Wechselgrößen bis 600 V. Zudem bietet das Gerät eine Maximalwertspeicherung für Strom- und Spannungsmessungen mit einer typischen Erfassungsdauer von 100 ms. Auch Widerstandsmessungen bis 4 k Ω sind möglich, ebenso akustische

Durchgangs- sowie Halbleiterprüfungen. Das Zangenmultimeter entspricht strengsten internationalen Sicherheitsnormen, beispielsweise gilt für die elektrische Sicherheit der Schutzisolation der Standard IEC 1010-1, Installationsklasse III, Luftverschmutzungsgrad 2. Zum Lieferumfang der Zange gehört eine stabile Transporttasche.

IMT Industrie Meßtechnik GmbH
Honsellstr. 8
77694 Kehl
☎ 0 78 51/50 52
☎ 0 78 51/7 52 90



Mit Grenzwertanzeige

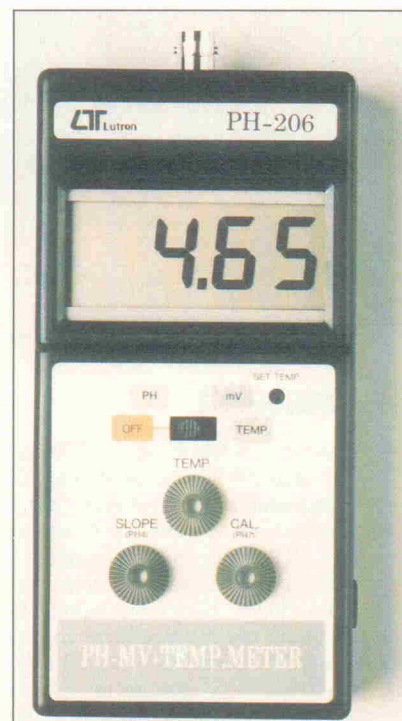
Das Panelmeter MDA von Wiebrock zeigt parallel zum Hauptmeßwert auf zwei zusätzlichen Displays die jeweils eingestellten Grenzwerte an. Dieser Umstand erleichtert die tägliche Arbeit mit diesem Gerät, beispielsweise beim Umschalten der Anzeige auf die min/max-Werte, beim Wechsel in eine andere Betriebsart oder auch beim Programmieren. Die Grenzwerte in Wert, Funktion und Hysterese lassen sich individuell festlegen, ebenso der Dezimalpunkt, Nullpunkt und Skalenendwert. Für Standardsignale (zum Beispiel mA, V, Ω , Hz) stehen zum Teil auch isolierte Module zur Verfügung. Sonderausführungen zur Differenzanzeige oder

als Meßgerät mit Kennlinienlinearisierung sind vom Anbieter ebenfalls abrufbar beziehungsweise lassen sich leicht realisieren. Über eine V24-Schnittstelle kann man Daten zu einem PC oder Drucker übertragen. Zusätzlich ist ein Uhrenmodul verfügbar, so daß sich neben Meß- und Grenzwerten auch das Datum und die Uhrzeit protokollieren lassen. Als Preis einer MDA-Grundeinheit nennt der Anbieter einen Betrag von 'unter 650 DM'.

Wiebrock Meß- und Regeltechnik GmbH
Postfach 3142
32046 Herford
☎ 0 52 21/8 20 15
☎ 0 52 21/8 20 18

pH-Meßgerät

Das pH-Meßgerät PH-206 von Lutron ermöglicht neben dem Erfassen des pH-Wertes auch Temperatur- und Spannungsmessungen, es verfügt über einen Analogausgang sowie über ein großes LC-Display. Für pH-Werte gilt ein Meßbereich zwischen pH 0 und pH 14, die Auflösung beträgt 0,1. Sein von 0 °C bis 100 °C reichender Temperaturmeßbereich wartet mit einer Auflösung von 0,1 °C auf, außerdem lassen sich Kleinspannungen im Bereich 0...2000 mV mit einer Auflösung von 1 mV messen. Als typische Einsatzgebiete für das PH-206 nennt der Anbieter nbn-Elektronik zum Beispiel Aquarien und Schwimmbäder, Fischzucht, Lebensmittelverarbeitung, Fotografie, Papier- und Kupferindustrie, Wasserbehandlung sowie allgemeine Qualitätskontrolle.



nbn-Elektronik GmbH
Gewerbegebiet
82211 Herrsching
☎ 0 81 52/3 90
☎ 0 81 52/3 91 70

als auch die Kommunikation erfolgt über die parallele PC-Schnittstelle. Zwei unabhängige Kanäle verarbeiten neben differentiellen Signalen auch Single- und Stromsignale (0...20 mA). Mehrere Meßbereiche von 100 mV bis 40 V erlauben dabei ein optimales Anpassen der Auflösung an das Meßproblem. Die im Lieferumfang enthaltene Software ermöglicht ein einfaches und komfortables Einstellen aller Hardwareparameter. Zudem sind komplexe Funktionen wie Grenzwertüberwachung, Datalogger und Trigger per Mausklick programmierbar. Die Ereignissteuerung des Dataloggers mit Pre- und Posttrigger erlaubt Langzeitmessungen mit minimalem Speicherbedarf.

Spectrum Systementwicklung
Microelectronic GmbH
Bültbek 26
22962 Siek
☎ 0 41 07/18 81
☎ 0 41 07/95 90

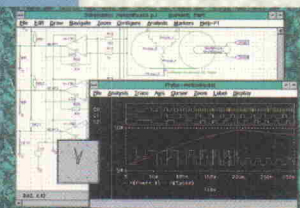
Über PC-Schnittstelle

Die MessBox-1 von Spectrum verwandelt jeden PC in ein schnelles Multimeter mit Datalogger-Funktionen. Bei einer Abtastrate von maximal 10 kHz beträgt die Auflösung 12 Bit beziehungsweise 3 1/2 Stellen. Sowohl die Stromversorgung



Erfolgsbausteine für Ihre Elektronik-Entwicklung:

MicroSim



Design Center 5.4

- Schematic
- PSpice A/D
- Filter Designer
- PC, Sun, Mac, HP

Hoschar Info-Kennziffer 03

Sophia

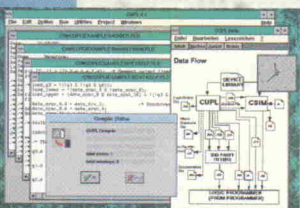


In-Circuit-Emulatoren

- 4/8-Bit-CPU's
- 16-Bit-CPU's
- 32-Bit-CPU's

Hoschar Info-Kennziffer 61

CUPL

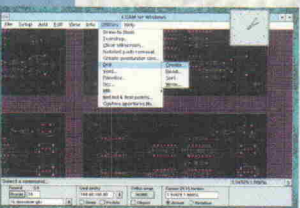


PLD-Design für Windows

- Logik-Minimierung
- Simulation
- Device-Fitter

Hoschar Info-Kennziffer 90

ECAM



CAM für Windows und Workstation

- Gerber-View & Plot
- Gerber-Editor
- Design-Rule-Check
- Teardropping
- Nutzenmontage

Hoschar Info-Kennziffer 76

Neu von Protel

Bereits ab **DM 1.349,-** incl. deutschem Arbeitsbuch

Die deutsche Advanced Schematic Testversion – 300 Seiten Arbeitsbuch und limitierte Version der Software. Nur DM 195,-

Advanced Schematic

Der neue Standard – für Ihr Schaltungsdesign

Facts

Schematic

Voll OrCAD/SDT Design & Library-kompatibel (V3/4)

Netzlisten

zum Beispiel für diese Systeme:

Cadnetix
Calay
Computervision
Eagle
EDIF 2 (hierarch.)
EE Designer
Futurenet
Intergraph
Mentor BS 6
OrCAD/PCB II,
OrCAD/PLD /VST
PADS ASCII
PCAD, PCAD NLT
PSpice / Spice
Racal Redac
Tango

Protel Advanced Schematic ist auf dem besten Wege der neue Standard zu werden. Denn es verbindet Windows-Komfort und innovative Schaltplan-Entwurfswerkzeuge in idealer Weise. Als echte Windows-Applikation macht Advanced Schematic Schluß mit lästigen Speicherplatz-Grenzen, Grafik-Beschränkungen und Treiber-Problemen. Das ist Electronic Design Automation in Perfektion! Simultan kann eine Vielzahl von Schaltplan-Fenstern geöffnet werden. Ganze Schaltungsteile und Grafiken werden mit Cut & Paste zwischen Schaltplänen und Fremdprogrammen ausgetauscht. Auf diese Weise übernehmen Sie auch Ihr Firmen-Logo, firmenspezifische Beschriftung und Signalverläufe problemlos in den Schaltplan. Advanced Schematic unterstützt Ihre Dokumentation in völlig neuer Weise. Ein Hierarchie-Na-

vigator liefert jederzeit den vollen Überblick. Zwei ergonomische "Werkzeugboxen" mit den häufigsten Menüpunkten sind im Arbeitsbereich frei beweglich. Advanced Schematic ist zum

EDA-Standard unter DOS voll kompatibel: Ihre OrCAD/SDT Schaltungen können Sie direkt einlesen, bearbeiten und sogar im OrCAD-Format wieder ausgeben.

Im Aktionspaket für nur 1.349 DM sind umfangreiche Bibliotheken, eine mehrere tausend Teile umfassende DIN/IEEE-Bibliothek und das neue deutsche Arbeitsbuch von HOSCHAR enthalten. Gute Gründe Protel für Windows jetzt zu testen, mit einer Demo oder noch besser mit der Testversion, die Sie am besten noch heute anfordern!

Advanced Schematic: Hoschar Info-Kennziffer 57
Advanced PCB: Hoschar Info-Kennziffer 59



Durch Windows extrem leistungsfähig: Advanced PCB arbeitet im 32-Bit Mode und ist mit Advanced Schematic voll integriert

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

EDA-Info-Hotline
0721/37 70 44

Telefax 0721/37 72 41
Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

Alles für die Elektronik-Entwicklung:
Der neue EDA-Katalog von Hoschar.
Jetzt kostenlos anfordern!



Abruf-Gutschein

am besten kopieren und per Fax an: 0721/377241 oder ausschneiden und per Post an Hoschar GmbH · Postfach 2928 · 76016 Karlsruhe

☐ Ja, bitte senden Sie mir kostenlos den EDA-Katalog
☐ Ja, bitte senden Sie mehr Informationen zu folgenden Produkten

(bitte jeweils die angegebenen Kennziffern der gewünschten Produkte eintragen)

☐ Ja, wir wollen von _____ auf Adv. Schematic umsteigen.
Bitte senden Sie uns unverbindlich ein Angebot und die Demoversion

Name _____
Firma/Abteilung _____
Straße/Postfach _____
PLZ/Ort _____

Stromversorgung

HV-Module

Mit neuen Hochspannungsmodulen für 1 kV...30 kV rundet Schulz-Electronic sein Stromversorgungsprogramm ab. Nach dem Anschluß einer Betriebsspannung von 24 VDC sind die sehr kompakten und handlichen Module betriebsbereit. Die Ausgangsspannung kann man per Poti von Null bis zum Endwert einstellen oder mit einer Steuerungsspannung aus dem Bereich 0...10 V programmieren. Bereits im Grundgerät sind die Optionen Istwerte sowie U/I-Monitor integriert. Ihre hohe Stabilität (10 ppm) und ihre sehr kleine Restwelligkeit (10 mV bei 1 kV) prädestinieren die Module für



Präzisionsanwendungen wie Fotomultiplier, Ionenquellen, Laserapplikationen oder Isolationsprüfungen. Sie arbeiten überlastsicher und kurzschlußfest.

Schulz-Electronic GmbH
Dr.-Rudolf-Eberle-Str. 2
76534 Baden-Baden
☎ 0 72 23/5 80 54
☎ 0 72 23/5 80 93

Für mobile Lösungen

Die Batteriebetriebsdauer eines portablen Computersystems ist trotz aller Verbesserungen im Power-Management immer noch zu kurz. Besonders bei häufigen Festplattenzugriffen und Druckerausgaben ist die Kapazität des eingebauten Akkus relativ schnell erschöpft. Nach Untersuchungen von Grabau Computertechnik sind für eine ausreichende Mobilität mit Tagesleistungen von 4...8 h zusätzliche Kapazitäten von mindestens 10 Ah notwendig. Die Einheit GR 30 NotePower stellt diese Leistungsreserve zur Verfügung; sie ist somit als ideale Stromversorgung für sogenannte PC-Koffer einsetzbar, da aus einem Zentralakku bis zu drei voneinander unabhängige Spannungen mit einstellbaren Stromwerten generiert werden können. Eine Nutzung der bereits vorhandenen Akkumulatoren ist weiterhin möglich. Zum NotePower-Konzept gehören außerdem kombinierte Netz-/Ladegeräte für 230 V sowie Autoadapter für 12 V.



Grabau Computertechnik GmbH
Frankfurter Weg 13
33106 Paderborn
☎ 0 52 51/74 00 44
☎ 0 52 51/73 06 63

DC-Spannungen ab DIN-Schiene

Um die Verfügbarkeit von DC-Spannungen in Schalttafelanlagen und Steuerungen einfach zu realisieren, entwickelte Melcher spezielle DIN-Schienenhalter, die eine große Palette von Schaltreglern und DC/DC-Wandlern aufnehmen können. Damit lassen sich beispielsweise galvanisch getrennte Leistungen von 3 W...10 W mit Spannungen von 5 V, 12 V und 15 V bereitstellen.

Als Alternative kommen Schaltregler in Betracht, die einen Strom von maximal 5 A bei einer Ausgangsspannung aus dem Bereich 5 V...48 V liefern können. Ähnliche Halter sind auch für Chassismontage erhältlich.

Melcher GmbH
Luruper Chaussee 125
22761 Hamburg
☎ 0 40/89 68 27
☎ 0 40/89 83 59

Netzteile für alle Fälle

Thiele stellt eine neue Netzteilfamilie vor, mit der der Hersteller Toko alle Anwender ansprechen will, die ein kostengünstiges und gleichzeitig qualitativ hochwertiges Netzteil benötigen. Die Netzteile sind in den drei Leistungsklassen 30 W, 50 W und 100 W erhältlich. Standardmäßig stehen die Ausgangsspannungen 5 V, 12 V, 15 V, 24 V und 48 V zur Verfügung. Für die

Arbeitstemperatur gilt ein Bereich von 0 °C...+60 °C, zudem zeichnen sich die Netzteile durch einen eingebauten Überspannungs- und Überstromschutz aus. Ihr Wirkungsgrad beträgt mindestens 75 %.

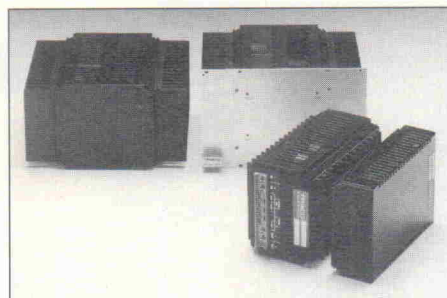
Thiele Electronic Distribution GmbH
Daimlerstr. 11
73635 Rudersberg
☎ 0 71 83/30 11 60
☎ 0 71 83/75 75

DC/DC-Wandler 100 W...400 W

Die DC/DC-Konverter der TTC-Reihe von Traco sind jetzt in drei Leistungsklassen von 100 W, 200 W und 400 W für vier verschiedene Eingangsspannungsbereiche (18...36 V, 36...72 V, 80...160 V und 160...320 V) lieferbar. In erster Linie sind die von Comtec vertriebenen Wandler für den Einsatz in solchen Bereichen vorgesehen, die erhöhte Anforderungen an Spezifikationen und Zuverlässigkeit stellen, beispielsweise in Industriesteuerungen, in Telekommunikationsanlagen sowie in der Bahntechnik. Bezüglich ihrer Sicherheit und EMV erfüllen die Geräte alle geltenden europäischen Normen. Die in einer robu-

sten 19"-Einschubkassette aufgebauten Wandler sind für Konvektionskühlung ohne Leistungsreduktion bis +55 °C ausgelegt. Dank ihrer modularen Konstruktion sind kundenspezifische Ausführungen auch in kleinen Stückzahlen möglich.

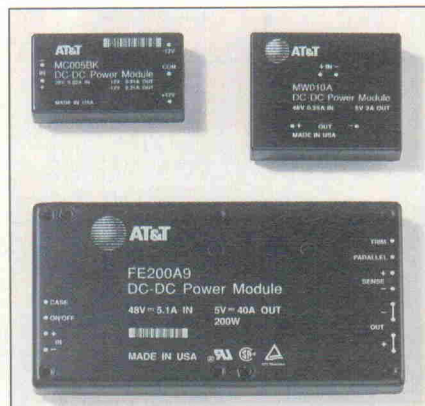
Comtec Elektronik Vertriebs-GmbH
Carl-Zeiss-Ring 9
85729 Ismaning
☎ 0 89/96 30 08
☎ 0 89/96 30 40



Hochintegrierte DC/DC-Module

Board Mounted Power Modules, kurz BMPMs, bieten den kürzesten Weg von der Quelle bis zur Last. Insbesondere dann, wenn man mit Störungen auf Versorgungsleitungen zu rechnen hat, bietet sich dieses Stromversorgungsverfahren an. Voraussetzung für eine solche dezentrale Platzierung ist eine

absolute Betriebszuverlässigkeit der Module. AT&T bietet BMPMs mit hohem Qualitätsstandard, einem großen Temperaturbereich von -40 °C...+100 °C Gehäusetemperatur und dazu eine MTBF von einer Million Stunden. Mit Eingangsspannungen von 4,5 V...72 V und Ausgangsspannungen zwischen 2 V und 28 V überstreichen die Module dabei den Leistungsbereich 3 W...200 W. Sowohl der Deutschland-Vertrieb dieser Module als auch die anwendungstechnische Beratung erfolgt über Zentro-Elektrik in Pforzheim.



Zentro-Elektrik GmbH KG
Postfach 2070
75120 Pforzheim
☎ 0 72 31/4 52 03
☎ 0 72 31/4 42 05



BEQUEMER GEHT ES NICHT

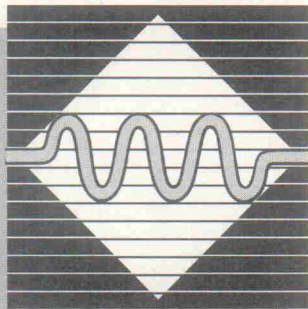
Ihr persönliches ELRAD-Abo garantiert Ihnen mehr Service für weniger Geld.

- Sie sparen 10 % gegenüber dem Einzelheftkauf. Die Portokosten sind bereits im günstigen Abopreis enthalten.
- ELRAD kommt druckfrisch direkt zu Ihnen nach Haus. Sie haben ELRAD bereits im Kasten, wenn andere noch zum Kiosk laufen.
- Sie verpassen keine Ausgabe. Ihr Archiv ist immer vollständig.
- Sie tragen zum Umweltschutz bei: Das heißt, Sie helfen uns, die Druckauflage präzise zu kalkulieren.
- Und last, but not least: Das ELRAD-Abo können Sie jederzeit wieder kündigen. Sie gehen keinerlei Risiko ein.

Nutzen Sie die Gelegenheit und bestellen Sie jetzt. Die Abokarte finden Sie im hinteren Heft Drittel. Einfach ausfüllen, abschicken – ELRAD folgt.



EMV'94



4. Int. Fachmesse
und Kongreß für
elektromagnetische
Verträglichkeit



... die Europa-Messe für EMV-Lösungen

- Meß- und Prüftechnik
- Schirmung/Entstörung
- Testhäuser und EMV-Beratung

Nur noch 2 Jahre bis das
EMV-Gesetz in Kraft tritt.

**Stellen Sie sich rechtzeitig auf die
neuen Anforderungen zur Elektro-
magnetischen Verträglichkeit ein.**

Informieren Sie sich auf Europas
größter EMV-Veranstaltung.

**22. – 24. Februar 1994 · Karlsruher
Kongreß- und Ausstellungszentrum**

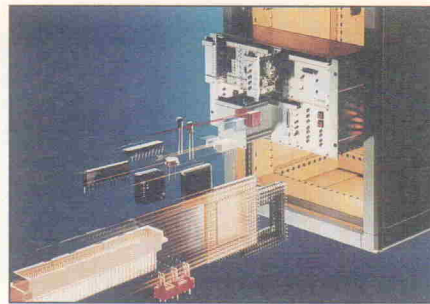
Information und Anmeldung:
MESAGO Messe & Kongreß GmbH
Postfach 10 32 61
D-70028 Stuttgart
Telefon (07 11) 6 19 46-0
Telefax (07 11) 6 19 46-98
MESAGO Group · Stuttgart · Barcelona
Montreal · Moscow · Tokyo

Kongreß-Hotline: (07 11) 6 19 46-46

Gehäuse

Für Individualisten

Technisch vollkommen überarbeitet bringt Rittal jetzt seinen 19"-Schrank Vario Rack iS auf den Markt. 'iS' steht für das integrierte System der Rittal-19"-Aufbau-Komponenten. Ein neuer Innenrahmen verleiht dem Vario Rack iS seine hohe Stabilität. Das neue System bietet vielfältige Ausbaumöglichkeiten. Serienmäßig sind tiefenverstellbare 19"-Winkelprofile im vorderen Schrankbereich. Der Monteur kann darüber hinaus erstmals das umlaufende 25-mm-Lochraster für eine flexible und unproblematische Montage in jeder Ebene nutzen. System-schienen, Teilmontageplatten



und dergleichen werden einfach eingehängt und ohne Schrauben und Bohren fixiert. Hinten im Vario Rack sitzende Eckprofile können für den Einbau von Steckdosenleisten oder als Kabelkanäle genutzt werden, ohne Montageaum zu verschenken.

Rittal
Auf dem Stützelberg
35745 Herborn
☎ 0 27 72/5 05-0
☎ 0 27 72/8 12 08

aktuell

Mit System

Unter dem Namen Norm-Einbaugeschäfte Typ A führt die OKW GmbH aus Buchen eine neue Gehäusereihe ein, die sich komplett bestückt von vorn in eine Schalttafel einschieben läßt. Die Produktlinie besteht aus sieben Größen in verschiedenen Längen. Die Abmessungen entsprechen der DIN 43 700. Im Innern befinden sich zur Aufnahme von Leiterplatten zwischen 2 und 36 Führungsstege. Gehäuse und Frontrahmen sind

aus einem Stück gefertigt, was dieser Baureihe eine erhöhte Stabilität verleiht. Für den vorderen Rahmen bietet OKW als separates Zubehör Frontplatten in fünf verschiedenen Materialien sowie ab einer Größe von 96 mm x 48 mm eine transparente Schutzhaube an.

Odenwälder Kunststoffwerke GmbH & Co
Postfach 1341
74712 Buchen/Odw.
☎ 0 62 81/4 04-0
☎ 0 62 81/4 04-68

Offen nach allen Seiten

Comrack nennt die Schroff GmbH ein neues Schrankkonzept, das auf einem vollkommen neuen Konstruktionsprinzip basiert. Das Besondere daran ist genau so einfach wie genial: der Schrank wird von innen nach außen aufgebaut. Den Kern bildet die Gerätezeile bestehend aus zwei H-förmigen Sockel- be-

ziehungsweise Deckplatten und vier Holmen. Sie nimmt wahlweise Einbauten auf, die der 19"-Norm, der metrischen Bauweise oder der ETSI-Norm (European Telecommunications Standards Institute) entsprechen. Auch der Einbau ungenormter Systeme ist kein Problem. Da keine zusätzlichen Holme oder Streben für die Konstruktion benötigt werden, ist die Kabelverlegung oder die Zuführung von Kabeln besonders leicht und flexibel möglich. Selbst bei aneinandergereihten Schränken läßt sich die Verkabelung unbehindert verlegen. Erst wenn alle Geräte eingebaut und sämtliche Kabel installiert sind, werden die Türen und die Verkleidungsteile mit wenigen Handgriffen montiert.

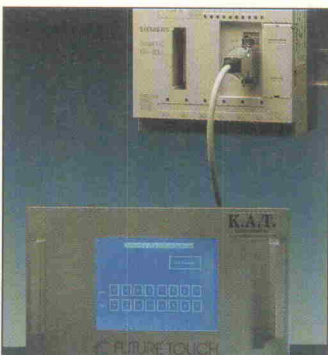


Schroff GmbH
Postfach 3
75332 Straubenhardt
☎ 0 70 82/7 94-0
☎ 0 70 82/7 94-200

Automatisierung

Schaufenster

Das 'Schaufenster' zur SPS bietet die Firma Komponenten der Automatisierungstechnik – kurz K.A.T. – unter dem Namen Future-Touch an. Ein in drei Varianten (19-Zoll-Rack, Panel oder 'nacktes' LCD) erhältliches Touch-Screen-Terminal schließt man über die PG-Schnittstelle oder einen Kommunikationsprozessor an die Simatic S5 an. Das Terminal beherrscht dabei die Schnittstellenprotokolle AS511 und 3964R. Es kann direkt auf dynamische Prozeßdaten der S5 zugreifen. Deren Anzeige erfolgt im 100 x 76 mm großen Schaubild auf 320 x 240 Punkten wahlweise grafisch oder alphanumerisch. Stellbefehle und Eingaben des Benutzers nimmt das Terminal mittels des über dem LCD liegenden Glas-Touch-Screen von 10 x 6 Tasten an.



Neben jeweils acht digitalen Ein- und Ausgängen verfügt das Gerät über einen Interrupt-Eingang, den man beispielsweise zur Anzeige eines bestimmten Schaubildes bei Notstop nutzen kann. Die Parametrierung des Terminals erfolgt über eine RS-232-Schnittstelle. Bei Betrieb an 24 V DC nimmt das Gerät rund 200 mA auf. In der 19"-Variante kostet Future-Touch 2350 DM. Ein für 650 DM (beide Preise zzgl. MwSt.) erhältliches Windows-Programm unterstützt die Erstellung von Schaubildern und ermöglicht die Offline-Simulation des Terminals. Eine Demo-Diskette steht für 39 DM zur Verfügung.

K.A.T.
Ing.-Büro Bernd S. Riedel
Postfach 12 26
31685 Nienstadt
☎ 0 57 21/8 26 15
☎ 0 57 21/8 26 16

Bitbus-Kleinststeuerung

SYSLOGIC vertreibt die kompakte I/O-Steuerung 'EURO-LOG-CUBE'. Diese verfügt über einen Bitbus-Anschluß und kann mit einer Vielzahl analoger und digitaler Ein- und Ausgänge bestückt werden. Verschiedene E/A-Karten steckt man per 'Stack-Through' schlicht aufeinander, um eine bestimmte Konfiguration herzustellen. Die gemäß IEEE-1188 standardisierte Bitbus-Schnittstelle ermöglicht eine problemlose Eingliederung in bestehende Netzwerke. Die Steuerung verfügt über ein integriertes Echtzeit-Betriebssystem; ihre Programmierung erfolgt in Hochsprache via Crosscompiler oder Anweisungsliste (AWL) auf dem PC.

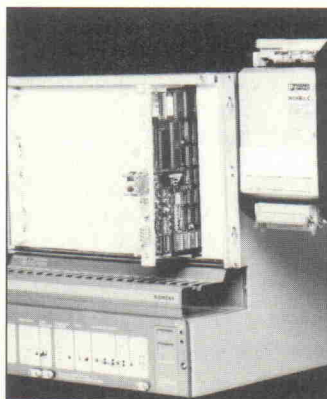


mierung erfolgt in Hochsprache via Crosscompiler oder Anweisungsliste (AWL) auf dem PC.

SYSLOGIC Datentechnik GmbH
Fürstenbergallee 22
76532 Baden-Baden
☎ 0 72 21/5 59 08
☎ 0 72 21/5 55 00

S5 steuert InterBus-C

Simatic-Steuerungen der Baureihen S5-115U bis S5-155U macht Phoenix Contact mit der IBC-S5-CON zum Master des Bitbus-kompatiblen InterBus-C. Die Karte bedient bis zu 250 Teilnehmer in einem Umkreis von 13 km. Sie erschließt der SPS via InterBus-C fernprogrammierbare E/A-Module, V.24(RS-232)- und V.11(RS-422)-Schnittstellen sowie Interfacekarten an IBM-kompatiblen PCs, VME-Bus-Steuerungen oder SPS-Systemen anderer Hersteller. Die IBC-S5-CON ist an jedem Steckplatz der S5 installierbar. Die Karte selbst kostet 1480 DM, das Handbuch dazu gibt es für 50 DM. Alle



Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer.

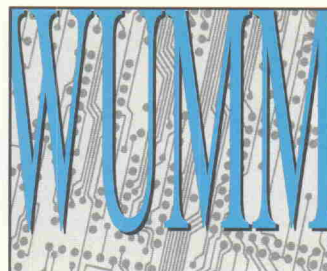
Phoenix Contact GmbH & Co.
Postfach 13 41
32819 Blomberg
☎ 0 52 35/55-0
☎ 0 52 35/55-11 54

1. bis 3.2.94 – FPGAs und ASICs in der Praxis

Das dreitägige in Erlangen stattfindende Seminar des Fraunhofer-Instituts für integrierte Schaltungen (FhG-IIS) wendet sich an Neueinsteiger und Anfänger beim FPGA- und ASIC-Entwurf. Neben den Regeln für gutes Design werden Themen wie Simulation, Test und Testmusterzeugung sowie Vor- und Nachteile unterschiedlicher Technologien behandelt. Darüber hinaus gibt es Hinweise zur Erstellung von vollständigen Spezifikationen für die Fertigung; Tips und Tricks aus der Praxis runden das Ganze ab. Am ersten Tag informieren Mitarbeiter des FhG-IIS über speziell den FPGA-Entwickler betreffende Themen. Der zweite Tag sieht Vorträge vor, die sowohl für den FPGA- als auch den ASIC-Entwickler von Interesse sind. Der

letzte Tag widmet sich rein ASIC-spezifischen Aspekten. Die an FPGAs Interessierten können die ersten zwei Tage des Seminars unter dem Stichwort 'FPGA-Praxis' besuchen, ASIC-Entwicklern empfiehlt sich die Teilnahme am zweiten und dritten Tag als Seminar 'ASIC-Praxis'. Sowohl FPGA- als auch ASIC-Interessierten sind an allen drei Tagen zum Besuch des Seminarpakets 'FPGA-Praxis und ASIC-Praxis' gern gesehen. Die zweitägigen Seminare kosten jeweils 950 DM, das Dreitages-Paket wird pro Teilnehmer mit 1350 DM in Rechnung gestellt.

Fraunhofer-Gesellschaft IIS-A
Angewandte Elektronik
Frau Bettina Mari
Am Weichselgarten 3
91058 Erlangen
☎ 0 91 31/7 76-7 77
☎ 0 91 31/7 76-4 99



Neu **DOSPack**

= Schaltungsentwurf

+ Leiterplatten-Layout

+ Autorouter

für nur DM 1.495,-

bringt die Konkurrenz

EAGLE2.6
Dateikompatibel

ins Schwitzen!

Jetzt gibt es den ultimativen PowerPack für Elektronik Designer unter DOS: Protel Schematic und Protel Autotrax im DOSPack Komplettpaket! Wenn Sie den DOSPack testen, werden Sie schnell feststellen, daß es sich ab sofort kaum noch lohnt das Doppelte oder womöglich Vielfache des Kaufpreises für DOS-Schaltplan- & Layoutsoftware auszugeben. Kein Wunder also, daß unsere Konkurrenz ins Schwitzen kommen dürfte, denn der DOSPack ist keine künstlich "abgespeckte" oder limitierte Einstiegsversion sondern bietet zu einem neuen, vielfach günstigeren Paketpreis alle Profileistungsmerkmale der weltweit tausendfach installierten Programme Protel Schematic und Protel Autotrax!

kein
Kopierschutz
kein Dongle

weltweit tausend-
fach installierten
Programme
Protel Schematic und
Protel Autotrax!

Mit einer höchst ergonomischen Roll-Down-Menüoberfläche arbeitet der DOSPack selbst auf PCs mit 80286'er CPU extrem schnell bei CAD/CAM-Auflösungen bis zu 1.024 x 768 Bildpunkten. Dank maximalen 4 MB EMS-Speicher sind riesengroße Layouts problemlos realisierbar! Das aussagekräftige DOSPack Testpaket umfaßt eine bis auf die Speicherfunktionen voll funktionsfähige Version von Schaltungsentwurf, Layout & Autorouter und das über 100 Seiten starke deutsche Demo-Handbuch. Jetzt abrufen!

Protel DOSPack-Demopakete...18 DM
Protel DOSPack-Lizenz1.495 DM
(Schematic, Autotrax & Autorouter Komplett-Paket)

(Alle Preise verstehen sich bei Vorausscheck (zur Verrechnung) frei Haus oder per Post/UPS-Nachnahme, zzgl. 7 DM Versandanteil. Universitäts- und Mengenrabatte auf Anfrage)



Postfach 142 - 76255 Ettlingen
Telefon 07243/3 10 48 - Telefax 07243/3 00 80

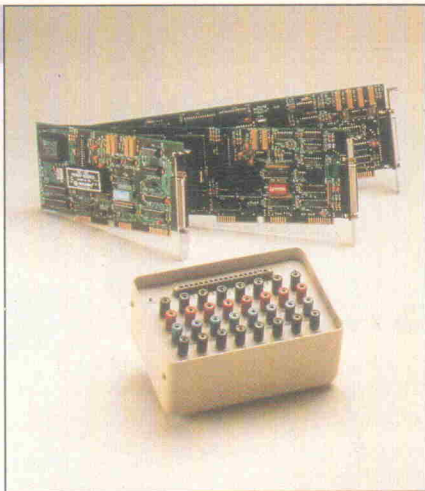
Bestellannahme zum Nulltarif:

0130-84 66 88

PC-Meßtechnik

Fab Four

Keithley vertreibt seit kurzem vier neue Meßwerterfassungskarten von Dataq. Diese zeichnen sich durch speziell für Windows optimierte Hardware, integrierte DSP (ADSP-2101), individuell programmierbare Kanäle und kostenlosen Treibersupport für Windows und DOS aus. Die preisgünstigste Karte DI-200 tastet 16 Eingänge mit maximal 83 kHz auf 12 Bit ab und bietet zusätzlich je acht digitale Ein- und Ausgänge sowie einen analogen Ausgang für DM 2270. Eine Nummer größer für 2840 DM (alle Preise zzgl. MwSt.) steckt die DI-210 die Marke höher: 125 kHz Abtastrate bei 14 Bit, zwei Analogausgänge und auf der digitalen Seite fünf Ein- und sechs Ausgänge. Für Messungen unterwegs bietet sich die Meßbox DI-220 (im Bild vorn) an: Sie entspricht der DI-200, wird aber über eingebaute NiCd-Akkus betrieben und an den Parallelport eines Laptops angeschlossen. Die DI-220 kostet 2840 DM (inkl. Akku). Spezielle Fälle



deckt die DI-230 ab. Ihre Leistungsdaten gleichen der DI-200, allerdings weist sie neben einem für die Bedienung des A/D-Wandlers zuständigen DSP zusätzlich zwei frei programmierbare Signalprozessoren auf. Ohne Software-Developer-Kit (SDK) erhält man die DI-230 für DM 4560, mit SDK für DM 6830. Allen Karten ist gemeinsam, daß man die Eingänge auch von 16 Single-Ended (massebezogen) auf 8 Differential-Ended (Eingang-zu-Eingang) umstellen kann.

Keithley Instruments GmbH
Landsberger Str. 65
82110 Germering
☎ 0 89/84 93 07-0
☎ 0 89/84 93 07-59

Angedockt

Das Haus Datalog aus Mönchengladbach bietet eine Dockingstation für die Notebooks Tandy 3810, Grid 1600 sowie für verschiedene Modelle von AST oder Panasonic an. Das Metallgehäuse für 16-Bit-ISA-Karten im 'Full-Size'-Format gibt es in vier Varianten mit 2, 4, 6 oder 8 Slots. Die Dockingstation ist eine Entwicklung von Onsite (USA) und mit einem Netzteil ausgestattet, das an 110...240 V AC oder 10...30 V DC läuft. Eine externe Batterie ermöglicht den netzunabhängigen Betrieb des Systems. Datalog bietet die Dockingstationen auch als Komplettsysteme mit Meß- und Steuerboards an. Die Preise reichen von 1990 DM für die 2-Slot-Version bis zu 3190 DM für die Station mit 8 Slots (Preis



se zuzüglich Mehrwertsteuer). Für 790 DM erhält man ein kundenspezifisches Signalanschlußpanel, das nach außen die gewünschte Verbindung wie zum Beispiel Schraubklemme, BNC- oder Bananenstecker und nach innen die kartenspezifischen Steckverbinder bereitstellt.

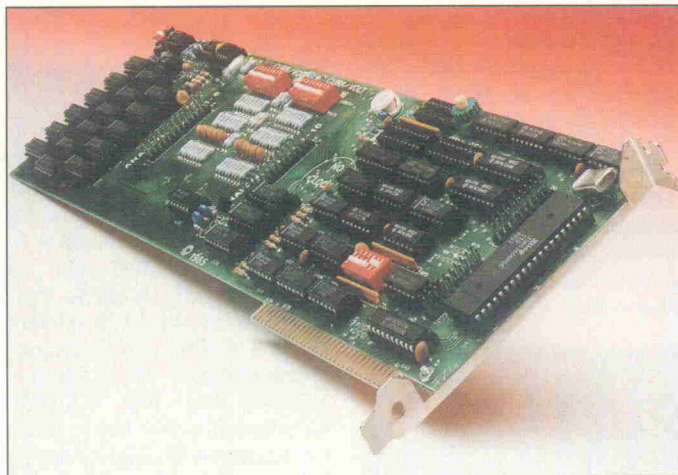
Datalog
Systeme zur Meßwerterfassung GmbH
Trompeterallee 110
41189 Mönchengladbach
☎ 0 21 66/95 20-0
☎ 0 21 66/95 20-20

Dynamische Auflösung

Für die Bereiche Temperaturmessung und Chromatographie bietet die Firma Synotech die Kartenserie ACPC von Strawberry Tree an. Diese zeichnen sich durch eine dynamische Auflösung aus, das heißt, der auf einem f/u-Umsetzer basierende A/D-Wandler paßt sich an das Eingangssignal an. Ein 1-V-Signal soll die Karte auch im 10-V-Meßbereich mit 4096 Schritten auflösen. Synotech bietet neben einer 12-Bit-Version mit maximaler Summenabtastrate von 2 kHz eine 16-Bit-Variante an, die 200 Hz er-

reicht. Spannungen erfassen die Karten in Bereichen von ± 25 mV bis ± 5 V, Ströme zwischen $\pm 0,2$ mA und ± 50 mA. Die ACPC-12 (12 Bit) erhält man für 1240 DM, die größere Ausgabe ACPC-16 (16 Bit) kostet 2680 DM. Eine Aufrüstung um acht zusätzliche Kanäle schlägt sich in einem Aufpreis von 400 DM nieder (alle Preise plus Mehrwertsteuer).

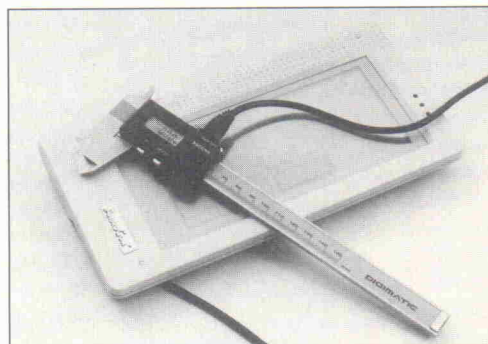
Synotech GmbH
Franzosenberg 9
52441 Linnich
☎ 0 24 62/70 21
☎ 0 24 62/70 25



Meßschieber am Draht

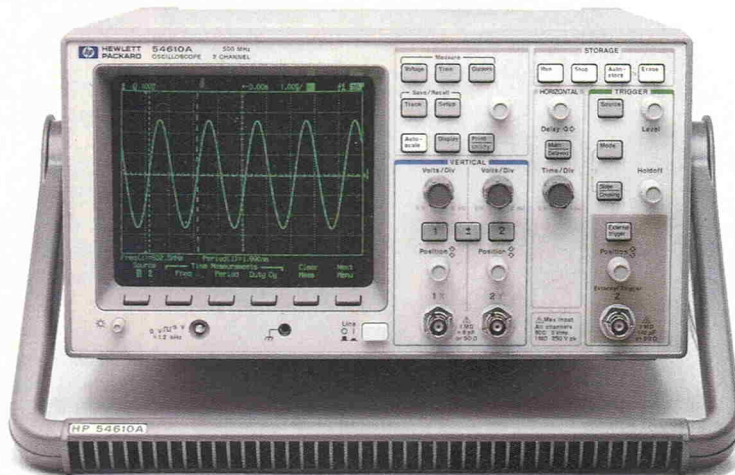
Zur mobilen Datenerfassung bietet Andromeda aus Puchheim einen elektronischen Meßschieber von Mitutoyo an. Zusammen mit dem Handheld-Computer AndroCom⁺ ermöglicht er eine automatische Meßdatenerfassung und -überwachung zum Beispiel für Qualitätskontrolle oder Werkstatt. Der Meßbereich erstreckt sich über 150 mm bei einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ mm. Die Daten lassen sich auf dem fünfstelligen LC-Display ablesen oder über ein Kabel mit Interface (V24-Schnittstelle mit TTL-Pegel) an den 500 g schweren

Handheld-Computer weitergeben. Dieser kann die Daten dann auswerten und verwalten. Der PC-basierte Programmgenerator AndroCASE unterstützt dazu die Erstellung von individuellen Anwendungsprogrammen. Mittels Infrarot-Schnittstelle kann der AndroCom⁺ seinerseits drahtlos mit einem übergeordneten PC oder Netzwerk kommunizieren. Der Meßschieber kostet mit Kabel und Interface 420 DM. Der Preis für den Handheld-Computer mit Infrarot-Schnittstelle beträgt 4100 DM (jeweils zuzüglich Mehrwertsteuer).



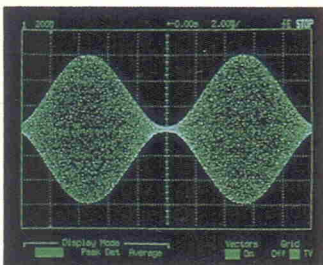
AndroMeDa GmbH
Benzstr. 30
82178 Puchheim
☎ 0 89/89 01 48-0
☎ 0 89/80 60 40

Der Preis ist noch nicht mal das Beste an unserem 500-MHz-Oszilloskop.

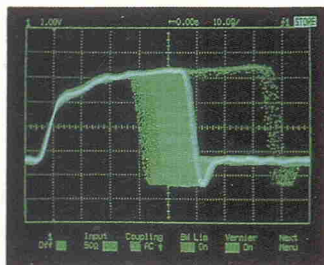


DM 12.192,30
inkl. MwSt.
unverb. Preisempfehlung.

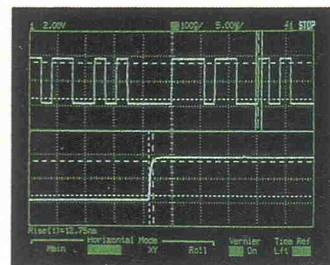
Sondern das, was Sie dafür bekommen.



Das 500-MHz-Oszilloskop von HP verfügt wie ein Analoggerät über eine Echtzeitanzeige, die sofort auf Änderungen der Signalformen oder der Einstellungen reagiert.



Eine helle Signalanzeige und bedienerfreundliche Funktionen wie z.B. automatische Speicherung erlauben es, auch schwierig zu findende Signale darzustellen und zu speichern.



Pretrigger-Darstellung und verzögerte Zeitablenkung helfen bei der Erfassung und Darstellung von Signalen vor und nach dem Triggerereignis.

Wie ist es möglich, daß wir ein 500-MHz-Oszilloskop mit verzögerter Zeitablenkung anbieten können, das so preiswert ist?

Es gibt zwei Dinge, die bei analogen Oszilloskopen so angenehm sind, auf die Sie aber bei Digital-Oszilloskopen bisher leider verzichten mußten: die vertraute Anzeige und Bedienung sowie die sofortige, realistische Darstellung. Da es aber das Ziel unserer Ingenieure ist, Ihnen ein kompromißloses Arbeiten zu ermöglichen, haben sie das Oszilloskop HP 54610A entwickelt. Für Sie

bedeutet das kurz gesagt: einfachste Bedienung bei erheblich verbesserter Darstellung von Signalformen. Auf diese Weise erhalten Sie die bewährte HP Qualität und Leistung – zu einem Preis, den Sie nicht erwarten würden.

Nutzen Sie unseren persönlichen Telefon-Service HP DIRECT. Kompetente Fachleute beraten Sie umfassend und helfen Ihnen bei der Auswahl des richtigen Gerätes für Ihre individuelle Anwendung. Wir stellen Ihnen auch gerne für eine Woche ein Testgerät zur Verfügung.

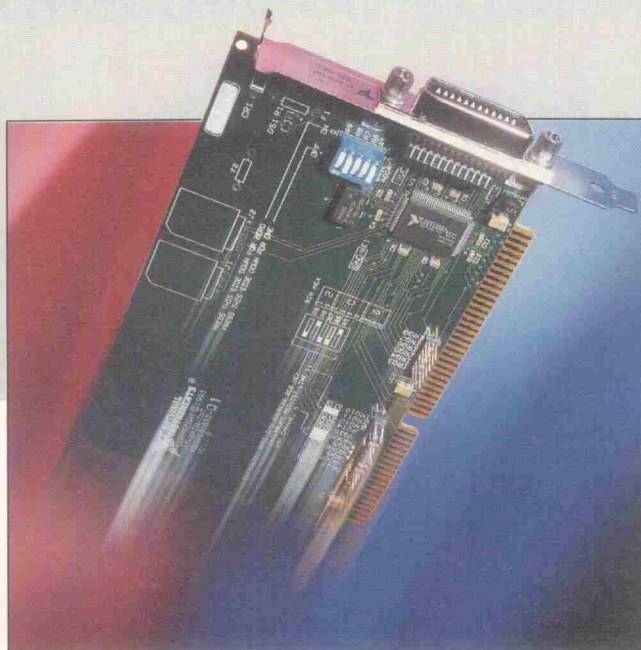
Rufen Sie HP DIRECT an.
Deutschland:
Tel. 0 70 31/14 63 33, Fax 14 63 36
Österreich:
Tel. 06 60/80 04, Fax 80 05
Schweiz:
Tel. 01/735-72 00, Fax 735-72 90
Oder schicken Sie uns beiliegende Postkarte.

Ideen werden schneller Wirklichkeit.

**hp HEWLETT®
PACKARD**

Schneller als der PC erlaubt

**488.2-PC-Karte
NI AT- GPIB/TNT**



Wolfram Tege

Der IEEE-488-Bus gehört zum Standard in der Meßtechnik wie Krokodilklemmen oder Bananenstecker. Beliebt ist er vor allem wegen seines genormten Übertragungsprotokolls und seiner einheitlichen Verkabelung. Bis zu 15 Geräte können physikalisch an einem Bus betrieben werden. Seine Schattenseite: Die Übertragungsrate ist nach den Festlegungen des IEEE auf 1 MByte/s begrenzt. Mit der AT-GPIB/TNT und einem neuen Hochgeschwindigkeitsprotokoll setzt National Instruments neue Maßstäbe in puncto Busdynamik.

Das Herzstück der neuen IEC-Bus-Karte für PCs mit ISA- oder EISA-Bus ist der Baustein TNT 4882C, ein Einchip-IEEE-488.2-Controller mit integriertem Bus-Interface. Er erlaubt im HS488-Mode – einem neuen High-Speed-Protokoll ohne üblichem 3-Draht-Handshake – eine maximale Übertragungsrate von 8 MByte/s.

Auf dem Chip befinden sich das NI-IEEE-488.2-Interface-ASIC NAT4882, das Performance-Enhancing-ASIC Turbo488 und die GPIB-Transceiver. Alles verpackt in einem 100poligen Quad-Flat-Pack-SMD-Gehäuse (Bild 1). Er ist Software- und Registerkompatibel zu den National Instruments NAT4882/Turbo488-ASICs. Der NAT4882 beinhaltet wiederum den kompletten

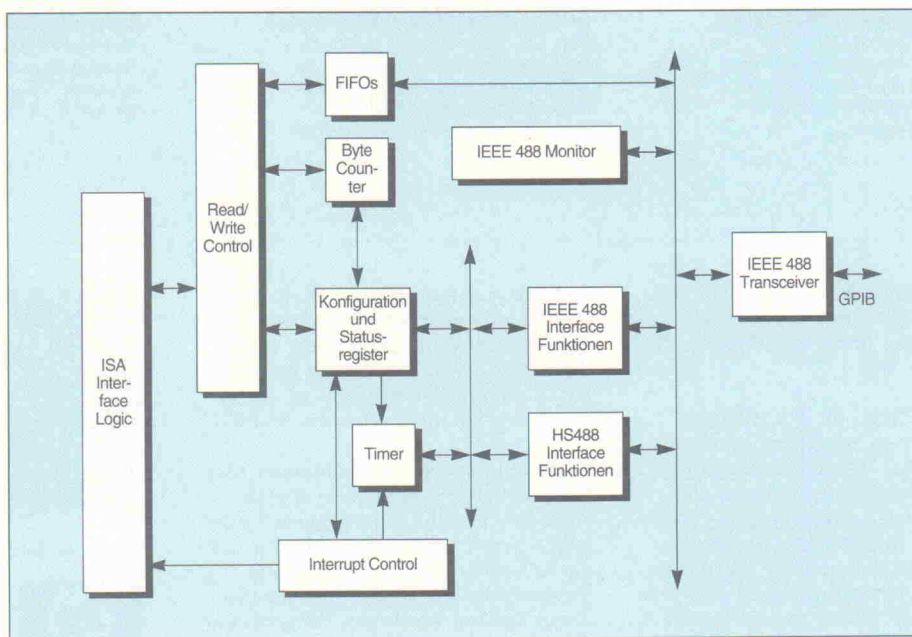
Registersatz der populären Controller-Chips NEC μ PD7210 und Texas Instruments TMS-9914A, so daß bestehende Applikationen auf den neuen Baustein portiert werden können.

Die AT-GPIB/TNT-Karte nutzt die volle 16-Bit-Datenbreite des ISA-Bus, kann aber auch ohne DMA in einem 8-Bit-PC/XT-Slot eingesetzt werden und erfüllt die IEEE-Standards 488.1 und 488.2.

Weniger ist schneller

HSS488 ist ein Superset des IEEE-488.1-Standards. Geräte mit der alten GPIB-Norm und HS488-fähige Geräte können gemeinsam betrieben werden. Die AT-GPIB/TNT-Karte erkennt 'schnelle' Geräte automatisch und schaltet dann auf die Übertragung nach der HSS488-Vereinbarung um, ohne daß die Software angepaßt werden muß.

Ein Datentransfer in diesem Modus beginnt wie üblich mit der Adressierung eines Busteilnehmers, zum Beispiel als Listener. Wenn das Gerät zum Datenempfang bereit ist, setzt es die NRFD-Leitung (Not Ready For Data) auf high. Hat der Controller dies erkannt, zieht er diese Leitung für 1 μ s auf Low-Pegel ('HSS-488-Wink') und signalisiert so, daß er des High-Speed-Modus mächtig ist. Die darauf folgende Datenübertragung erfolgt dann nicht mit dem üblichen 3-Draht-Handshake (Bild 2), sondern mit HSS-488-Timing



Der TNT4882: Alles, was ein IEEE-488-Interface braucht.

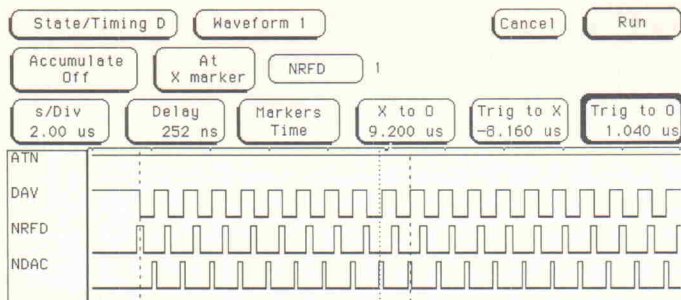


Bild 2. Der 3-Draht-Handshake bei üblicher Datenübertragung.

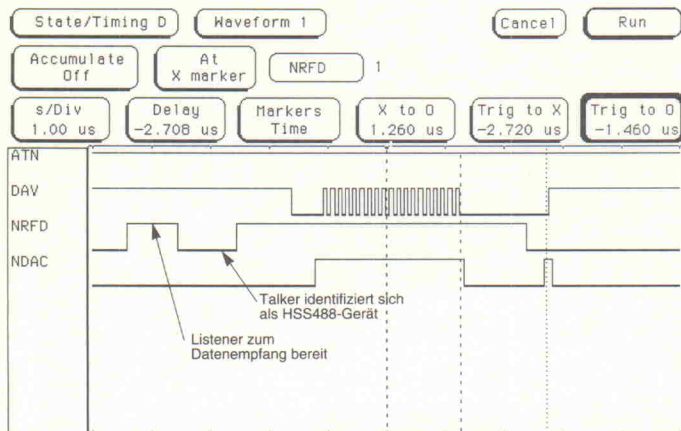


Bild 3. HSS488-Wink auf der NRFD-Leitung.

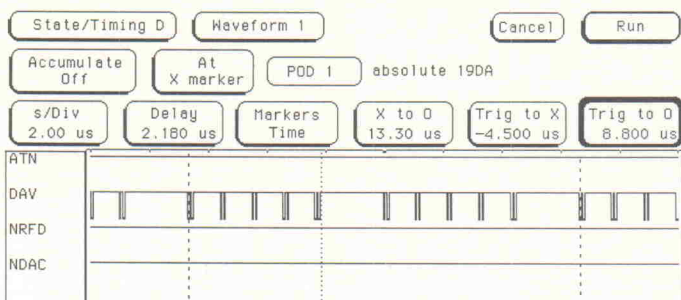


Bild 4. Das Data-Valid-Timing bei 1-m-Leitungslänge ...

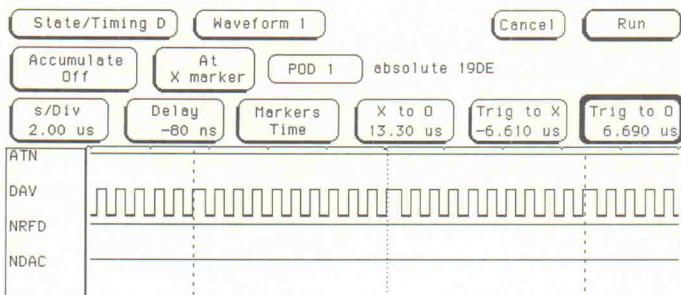


Bild 5. ... und bei einer 15-m-Verbindung.

(Bild 3). Der Talker wartet eine bestimmte Zeit, nachdem er ein Daten-Byte auf den Bus gelegt hat und setzt dann die DAV-Leitung (Data Valid) auf Low-Pegel, um die Gültigkeit der Daten zu bestätigen.

Das HSS488-Protokoll schreibt vor, daß Teilnehmer die Daten innerhalb einer festgelegten Zeit akzeptiert haben müssen. Darum werden die Leitungen NRFD und NDAC (No Data Accepted) bei dieser schnellen Übertragung

nicht mehr benötigt. HSS488 bezieht sich nur auf die Datenübertragung, für die Befehlssequenzen wird der normale 3-Draht-Handshake verwendet.

Turbobremse PC

Im ELRAD-Testlabor ging es darum, die Datenübertragungsrate unter praxisnahen Bedingungen zu ermitteln. Zwei 486er ISA-Bus-PCs wurden jeweils mit einer der neuen Karten ausgestattet. Ein Rechner fungierte

als System-Controller, der andere als Talker/Listener. Das Bus-Timing war auf 350 ns eingestellt. Die Verbindung zwischen den Rechnern betrug einen Meter. Ein HP-16500A-Logik-Analyzer 'beurteilte' das Transfertimeing. Zur Bestimmung der Geschwindigkeit wurde eine 5-KByte-Datei in 20-Byte-Datenblöcken übertragen (Bild 4).

Der TNT 4882C kann nach Herstellerangabe unter günstigsten Bedingungen 8 MByte/s übertragen, bei der oben geschilderten Konfiguration lag (Flaschenhals-PC-/IO) die maximale Geschwindigkeit, wie im Datenblatt zur Karte angegeben, bei immerhin 1,504 MByte/s. Zum Vergleich die Messung mit ausgeschaltetem High-Speed-Protokoll: 1,04 MByte/s.

Ein weiterer Versuch mit längerem Verbindungskabel (15 m) und der entsprechenden Konfigurierung ergab keine Veränderung in der Übertragungsrate (Bild 5). Beim gemischten Betrieb von HSS488-fähigen und 'normalen' Geräten wurden High-Speed-Geräte sicher erkannt und der Modus automatisch umgeschaltet.

Ausstattung

National Instruments liefert zu der AT-GPIB/TNT-Karte eine ausführliche Bedienungsanleitung und umfangreiche Software. Die Installation von Hard- und Software ist mit dem automatischen, menügeführten Installationsprogramm INSTALL unproblematisch. IEEE-488-

Meßplatzinstallationen kann man mit den Testroutinen IBTEST, IBDIAG und GPIBINFO überprüfen. Die Konfiguration von Controller-Karte und IEEE-Geräten erledigt IBCONF. Um sich mit den Busfunktionen vertraut zu machen, steht die interaktiv arbeitende Übungssoftware IBIC zur Verfügung. Mit dem Monitorprogrammen APPMON und GPIB-SPY lassen sich Fehler im Busverkehr einkreisen. Die mitgelieferten Beispielprogramme in BASIC und C (Hochsprachentreiber, siehe Tabelle) ermöglichen dem IEEE-Neuling den schnellen Einstieg in die Programmierung.

Wichtig für Anwender der 'kleinen' National-Instruments-Karten (AT-GPIB, PCIIA): Ihre Software läuft beim Wechsel auf die AT-GPIB/TNT ohne Änderungen. Der HSS-488-Modus funktioniert automatisch.

Fazit

National Instruments baut mit seiner neuen AT-GPIB/TNT seinen Vorsprung bei den IEEE-488-Interfaces weiter aus. Die Karte ermöglicht wesentlich schnellere Datenübertragungsraten und ist mit den 488er-Normen voll kompatibel. Große Datenmengen, wie sie beispielsweise beim Betrieb von Logik-Analysern oder in komplexen Meßsystemen anfallen, lassen sich mit der AT-GPIB/TNT wesentlich schneller übertragen. Viele Meßtechniker werden sich freuen, daß somit der IEEE-488-Bus eine weitere Überlebenschance bekommt. *hr*

AT-GPIB/TNT

Hersteller	National Instruments
Vertrieb	National Instruments GmbH Konrad-Celtis-Straße 79 81369 München
Telefon	0 89/7 14 50 93
Fax	0 89/7 14 60 35
Preis (DM zzgl. MwSt.)	1398,-
PC-Bus	XT/AT (ISA/EISA)
Datenübertragungsrate	IEEE-488: 1 MByte/s HS488: 1,6 MByte/s (ISA); 3,4 MByte/s (EISA)
Einstellbare I/O-Basisadressen	100h...3E0h
Einstellbare Interrupts	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 15, None
Einstellbare DMA-Kanäle	5, 6, 7
Mitgelieferte Treiber	MS Professional Basic ab 7.0 MS Visual Basic ab 1.0 Quick Basic ab 4.0 Basica MS C ab 5.1

Code-Name Phantom

Hewlett-Packards Funktions-/Arbiträrgenerator HP 33120A

Hartmut Rogge

Für die Ausrüstung eines Standardmeßplatzes fehlte in der HP 'Personal Measurement'-Reihe nur noch der Funktionsgenerator. Das Digitalmultimeter, die Oszilloskope, Netzgeräte und der Universalzähler ließen bei ihrer Einführung bezüglich Preis, Funktionalität und technischer Daten aufhorchen, eine Vorgabe, an der sich der neue Signalgenerator 33120A messen lassen muß.



W eil sich auch bei Hewlett-Packard kein Mensch die 5stelligen Typenbezeichnungen merken kann, bekam der neue Funktions-/Arbiträrgenerator während der Entwicklungsphase den hausinternen Namen Phantom. Nummer 28 dieser 'Beta'-Muster stand einige Tage zur Begutachtung im ELRAD-Labor.

Was kann man schon von einem Arbiträrgenerator erwarten, der zusätzlich quasi als 'Abfallprodukt' – weil's halt nicht anders geht – auch Funktionen bereitstellt. Sinus, Rechteck, Dreieck? Natürlich. Die HP-Entwickler haben aber schon noch einiges mehr spendiert und das in einer Qualität (siehe Abschnitt 'Jitter'), die man oft bei Nur-Funktionsgeneratoren – Motto: eine Funktion ist halt nur eine Funktion – vermißt. Der Klirrfaktor beispielsweise: Die ermittelten Meßwerte der 'eingebauten' Sinusfunk-

tion (Bild 1) sind sicher nicht ganz uninteressant für den Test von A/D-Wandlern oder für Audioentwicklungen.

Was das Phantom noch an Standardfunktionen bietet? Hier die Liste:

- Rampe,
- Rauschen,
- $\sin(x)/x$,
- und das EKG eines vermutlich gesunden Menschen.

Weiter gibt es auf jede der Standardfunktionen und die Arbiträrbetriebsart anwendbare lineare und logarithmische Wobelfunktionen über den gesamten Frequenzbereich bis 15 MHz. Die Wobbelzeit ist zwischen 1 ms und 500 s einstellbar. Das Ausgangssignal ist Amplituden-, Frequenz-, FSK- und Burst-, sowie über einen externen Eingang mit einem

beliebigen Signal modulierbar. Die Amplitudenwerte sind dabei wahlweise in V_{SS} , V_{eff} oder dBm bestimmbar.

In der Arbiträrbetriebsart kann man Signale, bestehend aus minimal acht bis maximal 16 000 Stützpunkte, definieren. Als 'Aufbewahrungsort' für diese Wellenformen stellt der HP-Generator vier nichtflüchtige Speicherbereiche mit einer Tiefe von 16 KByte beziehungsweise deren acht von je 8 KByte Größe bereit.

Ausgangspunkt

Für die Umsetzung digital nach analog zeichnet der Analog-Devices-Wandler 1112SM verantwortlich. Er wird unabhängig von der Frequenz des Ausgangssignals mit der maximalen Taktrate von 40 MHz betrieben. Die Glättung der abgegebenen Spannung erfolgt mit zwei Fil-

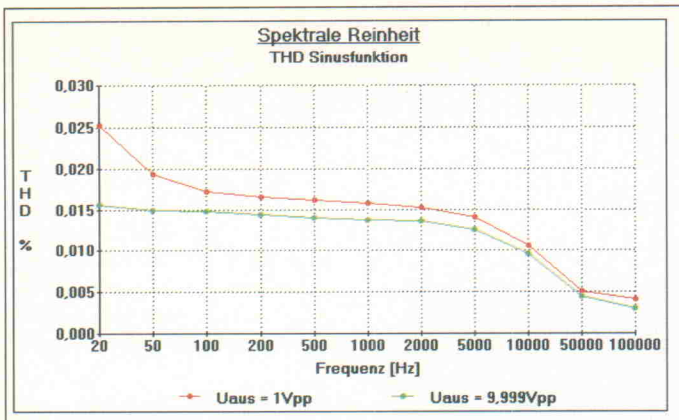


Bild 1. Das Ergebnis der THD-Untersuchung bis 100 kHz, gemessen wurde mit einem 8903A von Hewlett-Packard.

terbaugruppen: Für Sinus-Signale ist ein 9poliges Cauer-Filter, für alle anderen Wellenformen ein 7poliges Bessel-Filter zuständig. Der 33120 Ausgangsabschwächer/-verstärker ist zweistufig aufgebaut: eine OP-Baugruppe für niedrige Frequenzen sowie ein diskret aufgebauter Verstärker für den hohen Frequenzbereich.

Jitter

Der Hewlett-Packard-Generator zeichnet sich durch sehr geringe Zeitunsicherheiten aus. Wenn die Wiederholrate für arbiträre Signale das ganzzahlige Vielfache der Anzahl der Wellenform-Stützpunkte beträgt, so ist der auftretende Jitter von der 33120-Zeitbasis bestimmt und bewegt sich im 100-ps-Bereich. Stimmen Wiederholrate und Stützpunkte nicht in der beschriebenen Form überein, werden sie automatisch angeglichen, was zu Unsicherheiten von 1...2 ns führt.

To be added ...

In unserem Phantom war die Eingabe für frei definierte Kurvenformen per Fronttastatur noch nicht implementiert. Zum Glück, denn trotz angestrebter Unterstützung durch Makro-Funktionen kann man sich eigentlich nicht vorstellen, eine komplexe Wellenform mit 16 000 Stützpunkten einzuhacken, ohne die Übersicht zu verlieren oder sich den Zeigefinger zu brechen.

Etwas Automatisierung

Am besten man spendiert noch einmal etwa 700,- Mark und erstet BenchLink/Arb (Bild 2), eine Windows-Software, die zum einen sehr umfangreiche Unterstützung beim 'Entwurf' 33120-A-gerechter Wellenformen bietet und zum anderen sein Schwesterprogramm BenchLink/Scope (auch etwa 700,- DM) 'verstellt'. Dieses Programm übernimmt Meßda-

HP 33120A

Hersteller	Hewlett-Packard
Vertrieb	HP-Direkt
Tel.	0 70 31/14 63 33
Fax	0 70 31/14 63 36
Preis (DM, zzgl. MwSt.)	3591,-

Frequenzcharakteristiken

Sinus/Rechteck	100 µHz...15 MHz
Dreieck/Rampe	100 µHz...100 kHz
Gaußsches Rauschen	10 MHz Bandbreite
Auflösung	10 µHz
Genauigkeit	10 ppm (90 Tage)

Arbiträre Signalformen

Signallänge	8...16 000 Punkte
Amplitudenauflösung	12 Bit
Ausleserate	40 MSa/s
Signalspeicher	vier 16-K- oder acht 8-K-Signale

Ausgangscharakteristik

Amplitude (an 50 Ω)	50 mV _{SS} ...10 V _{SS}
Genauigkeit (bei 1 kHz)	±1 % der eingestellten
Ausgangsspannung	AM, FM, FSK, Burst

Modulationsarten

ten aus den Scopes der HP 54500/54600-Serie. Somit stehen auch reale Signale per Phantom bereit. Die Rechnerkopplung erfolgt wahlweise über die serienmäßig vorhandene GPIB- beziehungsweise RS-

232-Schnittstelle. Auf der PC-Seite unterstützen beide BenchLink-Programme nicht nur die HP-eigene Standard-GPIB-Slotkarte, sondern auch die weit verbreiteten National-Instruments-IEC-Karten. *hr*

HELMUT GERTH

TRANSFORMATORENBAU

SCHWEDENSTRASSE 9 · D-13359 BERLIN · TEL. 030/4923007 · FAX 030/4925470

vergossene Elektronik-Netz-Transformatoren

- in gängigen Bauformen und Spannungen
- zum Einbau in gedruckte Schaltungen
- mit Zweikammer-Wicklungen
- Prüfspannung 5000 Volt
- nach VDE 0551

Lieferung nur an Fachhandel und Industrie

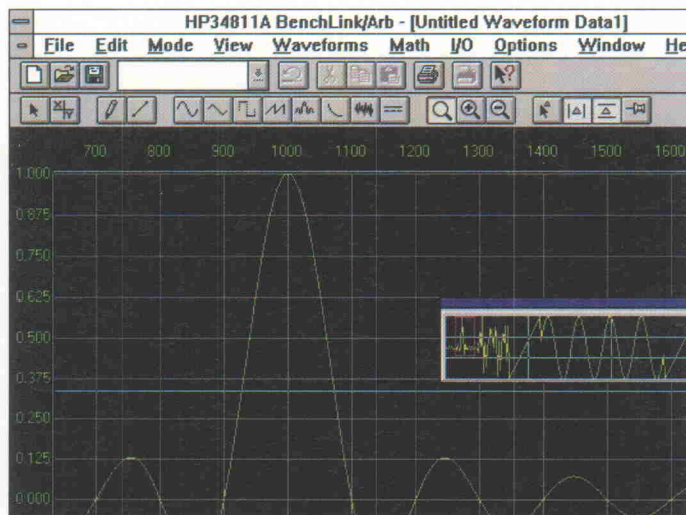
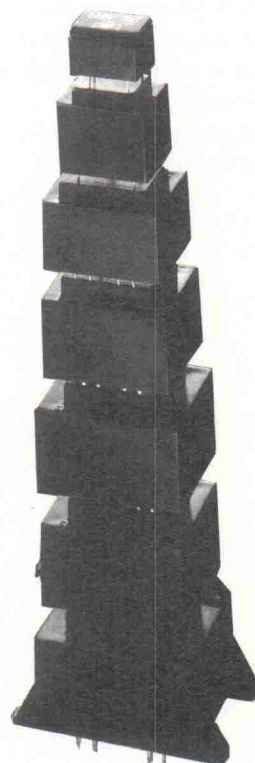


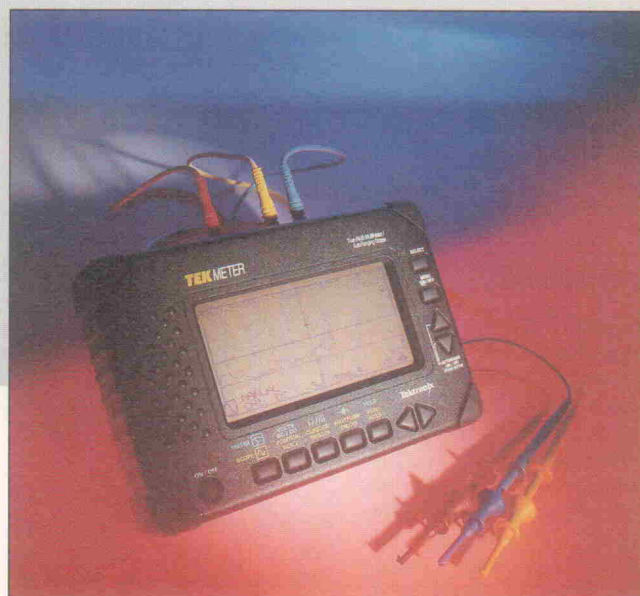
Bild 2. Benchlink/Arb bietet umfangreiche Unterstützung beim Design selbstdefinierter Kurvenformen.

Meßboy

Hand-held Oszilloskop TekMeter THM 565

Eckart Steffens

Stellen Sie sich das erfolgreichste portable Videospiel einmal im Querformat vor, nur doppelt so groß und mit einem richtig großen, lesbaren Display, das sogar beleuchtbar ist. Dann haben Sie das vor sich, was wir spontan den Meßboy taufen. Nur eben nicht zum Spielen, dieser hier ist für richtig ernste Anwendungen vorgesehen.



Da für bürgt allein Tektronix als Hersteller. TEK-METER-True RMS Multimeter/Autoranging Scope heißt das Gerät und die Betonung liegt dabei nicht, wie man vermuten sollte, auf 'Scope', sondern vielmehr auf 'Multimeter'. Um einen Einhandbetrieb dabei möglichst einfach zu gestalten, sind alle Funktionen automatisiert: Einschalten, Meßart auswählen und fertig. Dabei stehen Spannungsmessung (AC/DC), Widerstandsmessung sowie Durchgangsprüfung und Diodentest zur Verfügung. Strommessungen sind mit einer optionalen Stromzange möglich. Dazu wird als Tastkopf eine Stromzange mit einem geeigneten Übersetzungsverhältnis gewählt und per Menü eingetragen,

wodurch das TekMeter dann auch gleich richtig skaliert ist.

Voller Bildschirm

Neben der 3 3/4stelligen Meßwertausgabe in großen Ziffern zeigt das Display gleichzeitig die gemessenen Minimal- und Maximalwerte sowie die größte Differenz an. Eine Referenzgröße kann als Hold-Wert gespeichert werden, die Abweichung zu diesem Referenzwert wird ebenfalls ausgegeben. Ein mitlaufender Bargraph visualisiert das Meßsignal. Der gut gefüllte Bildschirm gibt also ständig Auskunft über alle wichtigen Parameter.

Nachteilig bei dieser Lösung ist jedoch, daß im Autorange-

Modus die Min-, Max- und Ref-Werte bei Umschaltung in einen anderen Empfindlichkeitsbereich verlorengehen und die Ausgabe neu initialisiert wird. Will man Grenzwertmessungen in einem großen Bereich durchführen, muß der Meßbereich mit den Up/Down-Cursorstasten manuell gewählt werden. Ein Druck auf beide Tasten gleichzeitig schaltet stets auf den Automatikbetrieb zurück.

Portables Scope

Ein Druck auf die Scope-Taste und nach einer leidlichen Bildaufbauzeit läßt sich das Meßsignal auch als Kurve betrachten. Dazu ist es allerdings nötig, die Meßstrippen umzustecken, denn das TekMeter verfügt über getrennte (Bananen-)Eingangsbuchsen für DMM und die beiden Scope-Kanäle. Immerhin sind die auf eine gemeinsame Masse bezogenen Eingangsbuchsen im 19-mm-Raster angeordnet.

Im Oszilloskopbetrieb glänzt das THM 565 mit einigen Besonderheiten, zu denen nicht nur der mit 5 mV/Teil... 500 V/Teil äußerst weite Eingangsspannungsbereich zählen. Auch die Samplerate ist mit 25 MS/s bei einer angegebenen Bandbreite von 5 MHz als sehr hoch zu bewerten. Mit der Dynamic-Display-Technik (siehe Kasten) kann das TekMeter auch Ereignisse erfassen und darstellen, die schon allein aufgrund der Display-Refresh-Zeit verloren gehen würden. Erwähnenswert ist auch der automatische Scope-Betrieb, der nicht nur eine passende Vertikalskalierung, sondern auch eine automatische Wahl der Zeitbasis vornimmt, so daß stets einige Perioden des Meßsignals dargestellt werden. Wer sich nicht mit der Bedienung eines Oszilloskops befassen will oder sich gar nicht auskennt, kann mit dem THM 565 dennoch zu einer brauchbaren Darstellung kommen. Zehn Setups, also Geräteeinstellungen, lassen sich im Speicher ablegen und per Menü wieder aufrufen. Zudem sind zehn Signalkurven abspeicherbar, die sich als Referenz ebenfalls wieder aufrufen lassen. Die vertikale Auflösung beträgt 8 Bit, die Aufzeichnungslänge maximal 512 Punkte.

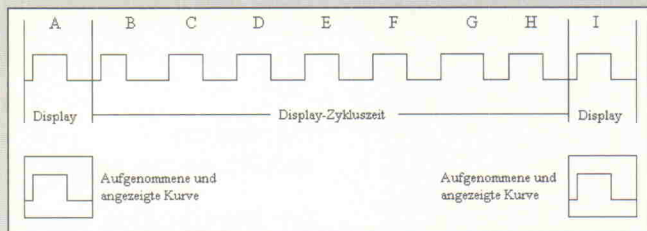
Automatische Messungen stehen sowohl für Spannungs- als auch Frequenz- und Zeitmessungen zur Verfügung. Wer lie-



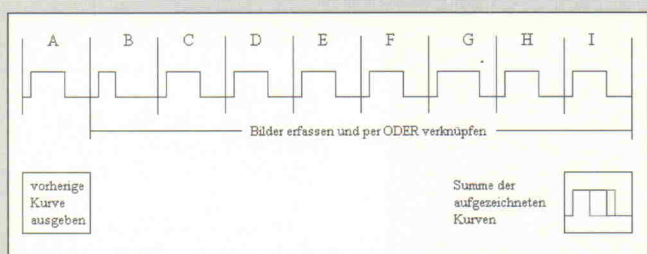
Die TekMeter-Serie bietet alle DMM-Funktionen und zusätzlich ein eingebautes Oszilloskop. Das THM 550 verfügt über einkanalige Oszilloskopfunktionen, das THM 560 ist zweikanalig ausgelegt und beim THM 565 läßt sich darüber hinaus eine Displaybeleuchtung und Zeit/Datumsmarkierung aktivieren.

Dynamic Display

Die typische, maximale Aktualisierungsrate eines LCD-Displays beträgt circa 200 ms. Das entspricht fünf Auffrischungen pro Sekunde und ist nur für langsame Vorgänge 'echtzeitfähig'. Im Zwei-Puffer-Betrieb wird das in einem Puffer aufgezeichnete Signal dargestellt, während die nächste Aufzeichnung in einem zweiten Puffer erfolgt, der hernach abgebildet wird. Informationen, die zwischen den Pufferaufzeichnungen liegen, gehen verloren.



Die Standard-Doppelpufferung.



Die ODER-Doppelpufferung 'Dynamic Display' (DSP).

Um den Informationsverlust zwischen den Auffrischungen zu vermeiden, erfasst das TekMeter alle Signalzyklen und überlagert diese mit einem logischen ODER im Signalpuffer. Jitter oder Amplitudenabweichungen werden somit durch eine mehrfach oder stärker geschriebene Kurve deutlich. Damit auch die Häufigkeit der Abweichungen erkennbar wird, werden alle Erfassungen in den Speicher mit einem Pseudo-Random-Signal überlagert, so daß endgültig nur diejenigen Kurventeile schwarz oder durchgehend geschrieben werden, die genügend häufig durchlaufen werden.

ber über Cursor mißt, kann horizontale und vertikale Cursorpärchen mit Readout in das Display einblenden. Die Auswahl dieser Möglichkeiten erfolgt per Menü. Auch Math-Funktionen, wie zum Beispiel Leistungsmessung durch Multiplikation eines Spannungs- und eines Stromkanals, sind möglich. Durch den Eingang über Stromzange und die damit erfolgende Skalierung in Ampere erhält man auch ein entsprechendes Ergebnis in VA.

Menübetrieb

Die Konfiguration des Gerätes läßt sich vollständig über ein in drei Ebenen aufgebautes Bildschirmmenü festlegen. Hier werden nicht nur die Beschaltung der Eingänge (z. B. Tastkopfwahl) definiert, Speicher- und Recall-Aktionen durchgeführt, sondern auch spezielle

Meßarten aufgerufen: Durchführung von THD-Messungen, Zuschaltung verschiedener Filter oder spezielle Triggerung für Motor-Messungen. Damit wird das THM 565 seinem Anspruch gerecht, als universelles Meßwerkzeug speziell in industrieller Umgebung eingesetzt zu werden.

Auslesung und Bedienung über Schnittstelle sowie Bildschirm-Hardcopy sind zwar im Menü eingetragen, jedoch bei der Redaktion vorliegenden Pre-Release (Software Version 0.56) mangels Schnittstelle noch nicht verfügbar. Laut Tektronix werden die Schnittstelle sowie das optionale Akku-Pack mit Ladegerät kurz nach Einführung des Gerätes zur Verfügung stehen. Wie die Implementierung der vom Hersteller vorgesehenen anwendermodifizierbaren Bedienoberfläche (UPUI, User Pro-

grammable User Interface) aussehen soll, war in der Beta-Version noch nicht erkennbar. Diese UPUI kann durch Hochsprache auf einem PC gestaltet werden, spezielle anwenderspezifische Meßaufgaben lassen sich damit programmieren. Ein Simulatorprogramm bildet den TekMeter-Bildschirm auf dem PC nach, und die daraus resultierende Gerätekonfiguration läßt sich dann per RS-232-Schnittstelle in das THM 565 übertragen. Wenn dieses Interface verfügbar ist, kann sich das TekMeter auch in Entwicklungslabors einen festen Platz erobern.

Batteriefresser

Dazu wäre natürlich ein Netzbetrieb wünschenswert, der momentan mangels Adapter oder gar Buchse nicht möglich ist. Da tut sich noch ein Feld für Erweiterungen auf. Wer das TekMeter einsetzt, wird schnell zum Batterienhasser: 200 mA Strombedarf bei 9 V (6 × Mignonzelle) reichen vielleicht 1/2 h bei einem Low-Cost Batteriensatz, 2 h bei Akkus (Kapazität 500 mAh), aber die von Tek versprochenen 4 h bei sündhaft teuren Alkaline-Zellen

lassen sich nur schwer realisieren. Wer gar die Displaybeleuchtung einschaltet, darf noch einmal 30 % Betriebszeit abrechnen. Die für Betriebsbereitschaft und Display voreinstellbare, timergesteuerte Maximalbetriebszeit ist nicht unbedingt die Lösung, weil das Gerät erfahrungsgemäß dann abschaltet, wenn man gerade noch wichtige Messungen zu machen hat. Auf leere Batterien wird durch ein Symbol im Display hingewiesen, kurz danach schaltet das TekMeter ab. Dabei ist der Batteriewechsel gefährlich: gespeicherte Setups und Referenzkurven gehen verloren.

Fazit

Ein guter Ansatz, der hier nur aus der Sicht einer Vorversion betrachtet werden kann. Durch die weiten Meßbereiche, die einfache Bedienung und die gute Darstellung ist das TekMeter sicherlich jedem Standard-DMM deutlich überlegen. Verbesserungswürdig sind die Reaktionszeiten des Gerätes, die deutlich an die Geduldsgrenze gehen, und die Betriebsdauer des THM, die mit denen üblicher DMM nicht vergleichbar ist. *pen*

Technische Daten TekMeter (Herstellerangaben)

DMM-Betrieb

Spannungsbereiche	Auto, 400mV-600V AC, 400 mV-850V DC, dekadisch gestaffelt
Genauigkeit	DC $\pm(0,5\% + 5 \text{ Digits})$ AC $\pm(2\% + 5 \text{ Digits})$
Ohmbereiche	400 Ω – 40 M Ω , dekadisch gestaffelt
Genauigkeit	$\pm(0,5\% + 5 \text{ Digits})$
Sonstiges	Diodentest, Durchgangstest

SCOPE-Betrieb

Kanäle	1 (THM 550), 2 (THM 560, THM 565)
Bandbreite	5 MHz
Abtastrate	25 MS/s
Vert. Empfindlichkeit	5 mV/div...500 V/div
Genauigkeit	$\pm 3\%$
Auflösung	8 Bit
Eingangsimpedanz	10 M Ω // 10 pF
Zeitbasis	200 ns/div...50 s/div in 1-2-5-Staffelung
Aufzeichnungslänge	512 (1 oder 2 Signale), 256 (3 Signale)
Betriebsarten	Auto, manuell, Netztest, Motortest
Speicher	10 Signale und 10 Einstellungen
Display	beleuchtbares LCD 12 cm \times 6 cm, 256 \times 128 dots, mit dynamischem Display

Batterien

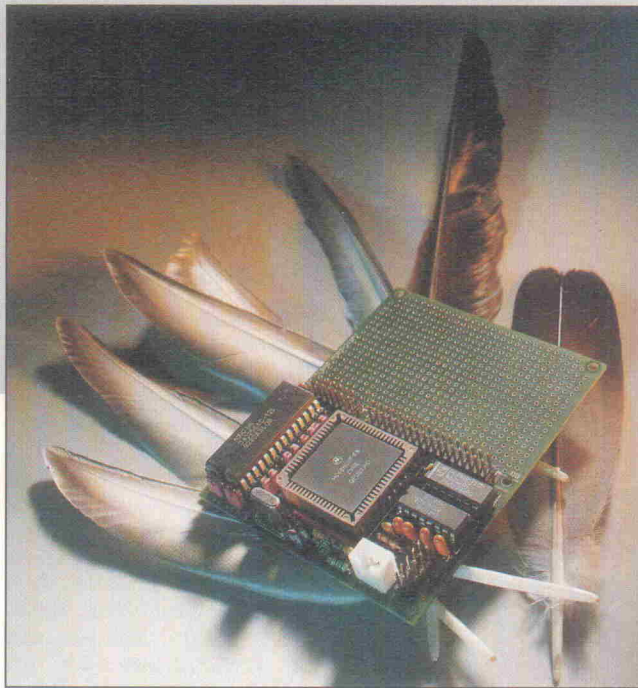
Betriebszeit	6 \times Mignon 1,5 V
Tastköpfe	4 h mit Alkali-Batterien
	Standard-DMM-Tastköpfe, Eingänge für Bananenstecker

Preise

THM 550	DM 1660,- +MwSt
THM 560	DM 1960,- +MwSt
THM 565	DM 2460,- +MwSt

MOPS-light

Minicontrollerboard mit dem 68HC11F1



Hans-Jörg Himmeröder

Der große Erfolg des MOPS (ELRAD 3, 4 und 5/91) zeigt, daß viel Interesse an Einplatinenrechnern besteht, wenn nur eine brauchbare und preisgünstige Programmierumgebung vorhanden ist. Die Frage nach einer absoluten Minimalversion war Anlaß genug, das ursprüngliche Konzept neu zu überdenken und soweit wie möglich abzuspecken – sozusagen ein 'gerupfter' MOPS.

Der Controllerbaustein 68HC11 hat neben Taktgenerator, serielle und Parallel-Schnittstellen einen 8-Bit-A/D-Wandler mit acht Kanälen auf dem Chip integriert und wurde schon 1991 im Projekt MOPS eingesetzt. In diesem Ur-MOPS verteilt sich der Speicher auf zwei Bausteine: ein 32-KB-RAM und ein 32-KB-EPROM; in dessen Sockel wird während der Entwicklung ein RAM eingesetzt. Für viele Anwendungen ist dieser recht große Speicherbereich nicht notwendig, vielmehr gibt es eine Reihe von Beispielen, bei denen als Programmspeicher das interne 512-Byte-EEPROM und das 256-Byte-RAM vom 68HC11 ausreichen. Ein Problem ist nun, daß ein EEPROM-Programm im 68HC11A1-Controller nicht vernünftig startfähig ist, da das EEPROM nicht auf die Adresse verlegt werden kann, in der die Ausnahmevektoren stehen. Der 68HC811E2 mit 2 KB EEPROM hat dieses Handicap nicht, ist aber mit lediglich 256 Byte RAM extrem teuer.

Einen Ausweg bietet der 68HC11F1 mit 512 Byte EEPROM, in dem ein uneingeschränkt bootfähiges Programm

untergebracht werden kann. Als RAM besitzt er 1024 Byte, und damit eröffnet sich folgende Möglichkeit: In der Entwicklungsphase wird das übersetzte Programm ins EEPROM oder RAM geladen. Zum Testen gibt es einen kleinen Monitor, der etwa ein Viertel des RAMs einnimmt, so daß noch 768 Byte für Variablen und Stack übrig bleiben. Das Programm kann gestartet werden, Breakpoints sind möglich, ebenso ein Einzelschrittmodus. Für die Ausnahmevektoren sind am Ende des Speicherbereichs im EEPROM 42 Byte für Vektoren reserviert (siehe Listing 1 aus der ELRAD-Mailbox).

Alle Bausteine finden auf einer halben Europakarte (80 × 100 mm) Platz, wobei 45 % der Platine für Erweiterungen als Lochrasterfeld ausgebildet sind. Der eigentliche MOPS-light benötigt nur 80 × 55 mm, ist also sogar noch kleiner als eine Telefonkarte; dabei können alle Bauteile Sockel erhalten, was den Nachbau besonders sicher macht. Bei der Quarzfrequenz von 8 MHz beträgt der Prozessortakt 2 MHz (dies ist die übliche Arbeitsfrequenz der 68HC11-

Controller). Speicherzugriffe dauern in der High-Phase des E-Signals demnach 250 ns, sofern nicht die interne Chip-Select-Baugruppe auf längere Zugriffszeiten eingestellt ist. Für den MOPS-light werden die CS-Impulse von LC-Display und Uhr gestreckt. Da das E-Signal während dieser Zeit high bleibt, ist der nach außen geführte E-Takt kurzzeitig unterbrochen. Also Vorsicht, falls damit Zähler gesteuert werden sollen.

Hardware MOPS-extra-light

Ein Minimalsystem kann mit wenigen Bauteilen aufgebaut werden: Neben dem Mikrocontroller IC1 braucht man den Resetgenerator IC2, als Schnittstelle zum Hostrechner das IC3 und ein paar Kleinteile (Stückliste extra-light). Das genügt als Grundlage für die Arbeit mit dem Betriebssystem MOPS_XL (Editor, Assembler und Monitor). Zur Ansteuerung einer LC-Anzeige ist auch IC6 nötig. Vor dem ersten Start muß das EEPROM initialisiert werden, damit die vom Monitor benötigten Ausnahmevektoren vorhanden sind. Dazu ist vom Hauptmenü die Taste 'S' zu drücken und als Datei 'EEPINIT.MCD' auszuwählen.

Maschinenprogramme für den MOPS-extra-light werden mit dem MOPS-Editor geschrieben und anschließend mit dem Assembler in den Maschinencode übersetzt. Die Ausnahmevektoren im Bereich \$FFD6...\$FFFF sind korrekt zu setzen, speziell TOC5 und Illegal-Opcode müssen im RAM auf die Adressen \$00D3 (TOC5) beziehungsweise \$00F7 (Ill-Opcode) zeigen, da der Monitor diese Vektoren beim Einzelschrittmodus benötigt.

Soll der Code ins EEPROM geladen werden, so überwacht das System, daß die Startadresse mit \$FE00 dem EEPROM-Bereich entspricht und die Länge genau 512 Byte beträgt. Nach dem fehlerfreien Assembler-Lauf kann das Programm sofort in das EEPROM übertragen werden, dazu ist nur die Taste 'S' für Speichern zu drücken, und nach 12 Sekunden Geduld ist der Vorgang bereits beendet. Nun wird mit 'M' der MOPS-Monitor aufgerufen und geprüft, ob das EEPROM ab \$FE00 wirklich den geplanten Code enthält. Gestartet wird ein Probelauf mit

Hans-Jörg Himmeröder ist als Spezialist für Mikrocontroller der Verursacher von etlichen MOPS- und CAT-Ce-Generationen in ELRAD und c't.

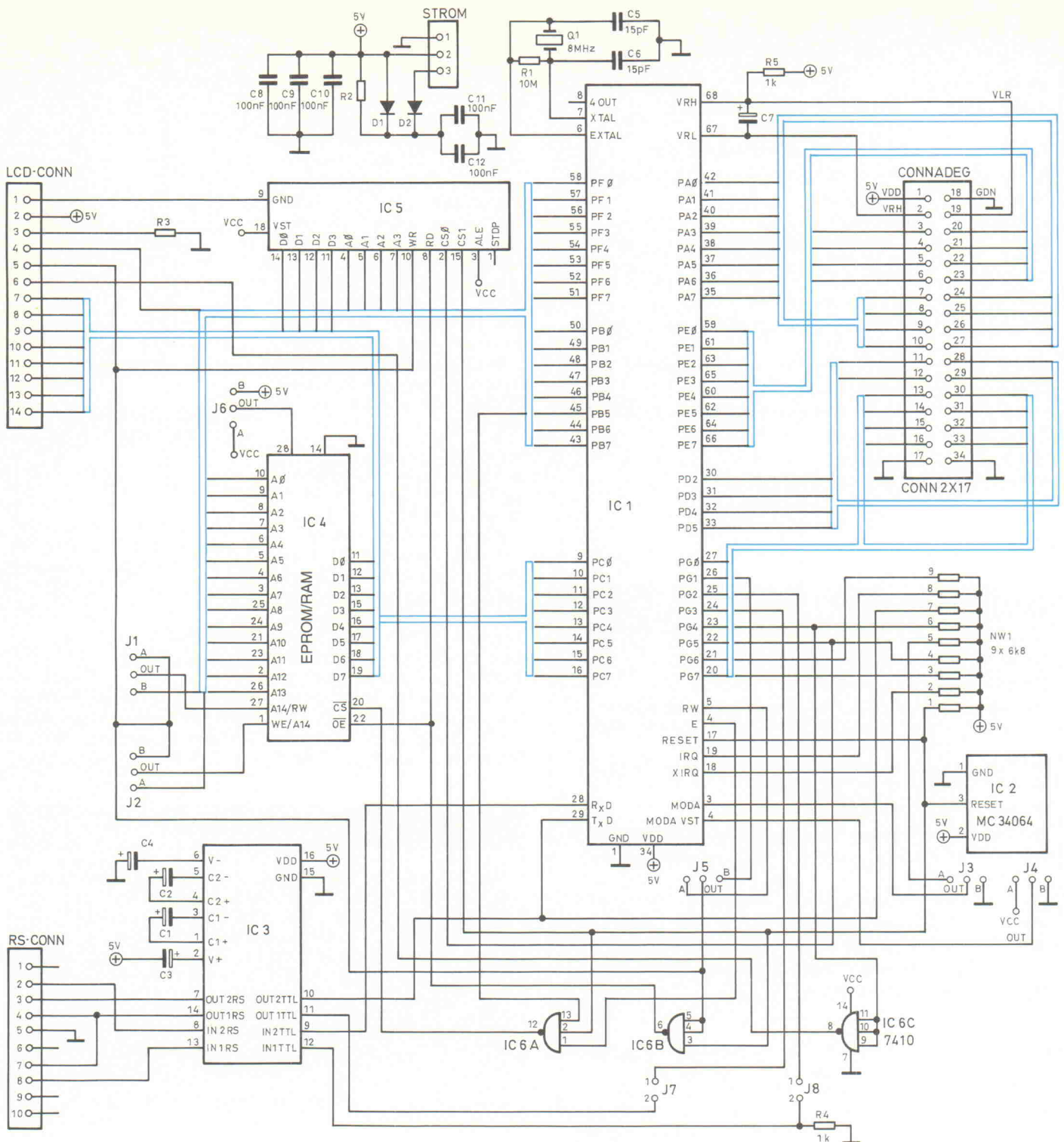


Bild 1. Die Schaltung vom MOPS-light hat eine extreme Abmagerungskur hinter sich; wenn man das externe EPROM IC4 wegläßt, wird daraus sogar MOPS-extra-light.

\$FE00G. Auch im RAM können kleine Programme getestet werden, dazu ist vom Haupt-

menü aus 'X' für execute auszuwählen.

Für eigenständige Programme im EEPROM ist zu beachten, daß der Stackpointer auf \$3FF zeigt. Häufig wird vergessen, die SCI-Schnittstelle zu initialisieren, dann erhält man die 'Fehlermeldung', daß das Programm im Monitor funktioniere, aber nicht selbst startfähig sei. Da im Bootstrap-Modus die serielle Schnittstelle vom 68HC11 eingeschaltet wird, kann man in dieser Phase selbstverständlich

auf eine eigene Initialisierung verzichten, nur startet die fertige Software später nicht korrekt. Zum Ansteuern der Uhr und des Displays setzt man die Register CSSTRH (\$105C) auf \$50 sowie CSCTL (\$105D) auf \$A0.

Zum Testen, ob das Programm selbständig läuft, wird die Betriebsart des 68HC11F1 vom Bootstrap-Modus in den Expanded Mode gewechselt. Die Jumper werden umgesteckt in J3A und J4A, anschließend muß ein Resetimpuls folgen.

Einige Beispiele für pfiffige Problemlösungen findet man in der ELRAD-Mailbox (05 11-53 52 4 01, Brett 20); aus der gleichen Quelle stammen auch die hier dargestellten Listing-Auszüge.

LC-Display

Es sind alle Displays anschließbar, die mit dem Hitachi-Controller HD44780A00 oder einem baugleichen IC bestückt sind, das sind praktisch alle handelsüblichen Textdisplays

Adressen

MOPS-extra-light

\$0000...\$00FF	Monitorprogramm (nur während der Entwicklungsphase)
\$0100...\$03FF	RAM für Variable und Stackpointer
\$1000...\$105F	Register für interne Schnittstellen des 68HC11F1
\$1060...\$17FF	RTC72421
\$1800...\$1FFF	LC-Display
\$FE00...\$FFFF	EEPROM für interne Programme

MOPS-light

\$0000...\$003F	Betriebssystemvariable
\$0040...\$03FF	BASIC, Assembler: RAM für Variable und Stackpointer
\$0040...\$007F	Prozedurzeiger für Pascal-Programme
\$0080...\$03FF	Variable und Stack für Pascal
\$1000...\$105F	Register für interne Schnittstellen des 68HC11F1
\$1060...\$17FF	RTC72421
\$1800...\$1FFF	LC-Display
\$8000...\$FDFF	RAM/EPROM/EEPROM
\$FE00...\$FFFF	EEPROM des 68HC11F1 (mit Ausnahmevektortabelle)

Jumperstellungen

J1A J2A	RAM 43256 oder EEPROM KM28C256
J1B J2B	EPROM 27 C 256
J3A J4A	Expanded Mode, fertig ablauffähige Programme im EPROM oder EEPROM, Uhr und LC-Display sind über den Bus adressierbar
J3A J4B	Single-Chip-Modus, das fertig ablauffähige Programm steht im EEPROM des HC11
J3B J4A	Special Test (unbenutzt)
J3B J4B	Bootstrap-Modus zum Entwickeln mit RAM/EEPROM
J5A	R/W-Leitung des 68HC11 (üblicherweise benutzte Stellung)
J5B	R/W-Ansteuerung des LC-Ports und der Uhr durch PG1
J6A	RAM 43256 oder 62256
J6B	EPROM 27C256 oder EEPROM KM28C256
J7	nur stecken für CTS-Eingangssignal
J8	nur stecken für RTS-Ausgangssignal

mit 1 × 8 bis 4 × 20 oder 2 × 40 Zeichen. Bei der Pinbelegung der Schnittstelle kamen zu den MOPS-Karten bisweilen Anfragen, wieso Pin 1 nicht auf die äußerste Leitung des Flachbandkabels geführt ist. Der Grund liegt darin, daß bei den meisten LC-Displays mit 2 × 7poligem Anschlußfeld die Zählung sich auf die Displayseite bezieht. Um diese Platine nun in eine Gehäusefront einzubauen, wird natürlich der Pfostenfeldstecker auf die dem Display abgewandte Seite gelötet, und damit führt Pin 1 ebenfalls auf die zweite Flachbandleitung. Bei 14 nebeneinanderliegenden Anschlußpins sind die Flachbandleitungen an der Displayseite zu trennen und 'im Wechselschritt' zu verdrahten.

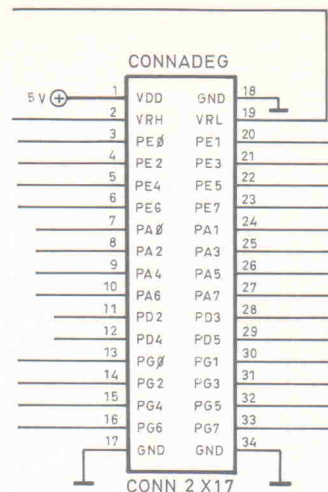
Zum Vollausbau benötigt man noch IC4 als Speicher, vielleicht IC5 für die Zeiterfassung. Von IC6 kommt das Chipselect für IC4, das /Read-Signal und der E-Takt für die LC-Anzeige. Mit J7 und J8 kann man, falls nötig, RTS- und CTS-Signale für die serielle Schnittstelle über die Portanschlüsse PG2 und PG3 jumpern. Dieser Port kann auch Chip-Select-Funktionen übernehmen: PG5 ist für die Uhr zuständig und PG4 für das LC-Display.

Hardware MOPS-light

PG1 übernimmt die R/W-Funktion bei Single-Chip-Betrieb, PG0, PG6 und PG7 sind frei.

Das Portanschlußfeld CONNADEG faßt alle verfügbaren Portleitungen zusammen, dazu auch die Port-G-Signale, die ja nicht unbedingt in jeder Anwendung für die oben genannten Zwecke benötigt werden. Falls Port E nicht zu TTL-Input-Zwecken dienen soll, können hier 8 Analogeingänge mit 8 Bit Auflösung genutzt werden. Die Vergleichsspannung liegt an VRH beziehungsweise VRL. Setzt man R5 und C7 ein, so liegt an VRH eine gut gesiebte Referenzspannung von +5 V. VRL ist ohne festgelegten Pegel, sinnvoll ist sicher meist GND; dann verbindet man am CONNADEG die Pins 18 und 19 miteinander.

Insgesamt sind an den gemeinsamen Portanschluß 28 Signale geführt, von denen 5 PG-Leitungen eventuell für interne Aufgaben benutzt werden, so daß auf jeden Fall 23 Ports übrig bleiben. Port E hat 8 Eingänge, die anderen 15 Leitungen sind bidirektional. Die vier Leitungen PD2...PD5 haben eine besondere Eigenschaft: Hier können Bausteine mit synchronen seriellen Schnittstellen angeschlossen werden, es gibt solche Bausteine mit den vielfältigsten Funktionen. Diese



Die Steckerbelegung: Kontakt zur Außenwelt.

SPI-Schnittstelle ist übrigens kompatibel mit dem Microbus der Firma National Semiconductor.

Software MOPS-light

Die 512 Byte des EEPROM im 68HC11F1 sind nur für kurze Routinen ausreichend. Mit saten 32 KB Programmspeicher-

Vokabular des MOPS-BASIC

END, STOP, GOTO, GOSUB, ON...GOTO/GOSUB, RETURN, RETURN, IF...THEN...ELSE, WHILE...WHEND, REPEAT...UNTIL, FOR...TO...STEP...NEXT, REM, DEF, PRINT, GOTOXY, LCDINIT, GET, INPUT, LET, DIM, SETCLOCK, READCLOCK, DATA, READ, RESTORE, POKE, WPOKE, CALL, DELAY, COPRESET, ABS, SGN, SIN, COS, TAN, ASN, ACS, ATN, EXP, LN, SQR, SQRT, FRAC, TRUNC, ADDR, LEN, POS, ASC, VAL, CHR\$, STR\$, MID\$, LEFT\$, RIGHT\$, KEYPRESS, PEEK, WPEEK, READTIMER, BITAND, BITOR, BITEOR, BITNOT, LISTP, NOLIST, TRON, TROFF, INCLUDE, ASSEMBLER, EEPROMPROG, STRLENGTH

Datentypen: Integer, Real, String, DIM-Feld

Vokabular des MOPS-Pascal

TYPE, VAR, LABEL, PROCEDURE, FUNCTION, INTERRUPT PROCEDURE, WHILE...DO, REPEAT...UNTIL, FOR...TO...DO, IF...THEN...ELSE, CASE...OF, GOTO, ASSEMBLER, EXIT, STOP, TRON, TROFF, LENGTH, CONCAT, COPY, WRITESTR, WRITEINT, WRIREAL, WRITECHR, WRITELN, LCDINIT, GOTOXY, READSTR, READCHR, KEYPRESSED, SRT, SQR, TRUNC, FRAKT, FAK, SIN, COS, TAN, ARCSIN, ARCCOS, ARCTAN, EXP, LN, SETCLOCK, READCLOCK, DELAY, COPRESET, GETPORT, SETPORT, EEPROMPROG, EEPROMREAD, STR, VAL, TRUNC, FLOAT, ORD, CHR, BITAND, BITOR, BITEOR, BITNOT,

Datentypen: Byte, Integer, Char, Boolean, String, Const, Array, Record, Set,

Stückliste

MOPS-light

Halbleiter:

IC1	MC68HC11F1FN mit 68poliger PLCC-Fassung
IC2	MC34064P5
IC3	MAX232 mit 16poliger Fassung
IC4	RAM 43256/62256 oder EPROM 27C256 oder EEPROM KM28C256
IC5	RTC 72421
IC6	74HC10
D1, D2	BAT 43

Widerstände:

R1	10 M
R2	390R
R3	180R
R4	1 k
R5	1 k
NW1	Widerstandsnetzwerk 6k8

Kondensatoren:

C1...C4	10 µF Tantal
C5, C6	15 pF, ker
C7	1 µF Tantal
C8...C12	100 nF

Verschiedenes:

CONNADEG	2 × 17poliges Pfostenfeld
LCD-Conn	2 × 7poliges Pfostenfeld
RS-Conn	2 × 5poliges Pfostenfeld
J1, J2	1 × 6poliges Pfostenfeld
J3...J6	1 × 12poliges Pfostenfeld
J7, J8	1 × 4poliges Pfostenfeld

6...8 Jumperstecker	2,54 mm
Stromanschluß	3poliges Anschlußkabel

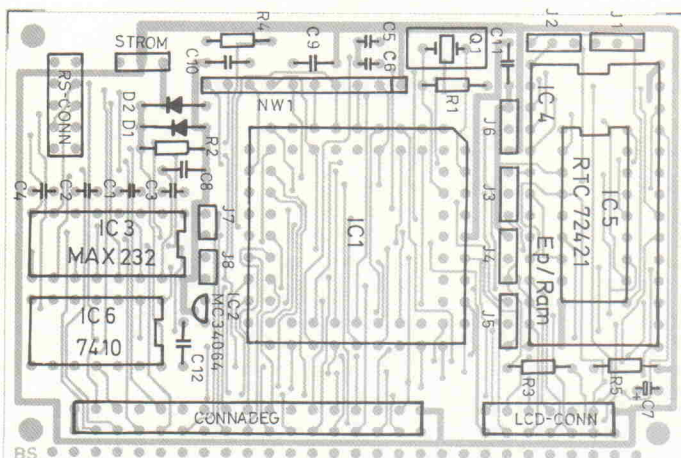


Bild 2. Gegenüber dem Ur-MOPS belegt die 'Light'-Version nur noch die Hälfte des Platzes und verfügt trotzdem über ein Lochrasterfeld.

Stückliste

MOPS-extra-light

IC1	MC68HC11F1FN mit 68poliger PLCC-Fassung
IC2	MC34064P5
IC3	MAX232, 16polig
D1	BAT43
C1...C4	10 µF/10 V, Tantal
C5,6	15pF, ker
C8...C12	100nF
R1	10M
R4	1k
NW1	Widerstandsnetzwerk 6k8
Quarz	8 MHz
J3	1 × 12poliges Pfostenfeld
J4	1 × 12poliges Pfostenfeld
	Pfostenfeld RS232 2 × 5polig

platz im Vollausbau dagegen reichen die internen 1024 Byte RAM des Controllers für viele Anwendungen aus, bei denen zwar lange Programme, aber nur wenige Variablen gebraucht werden. Längere Programme schreibt man natürlich nur ungern in Assembler, viel geeigneter sind Pascal oder BASIC. Wegen der umfangreichen Runtime-Bibliothek passen Programme, die mit diesen Sprachen geschrieben wurden, nur in den Speicherbaustein IC4 des Vollausbaus hinein. Diese beiden Sprachen müssen nun auf den vorhandenen eingeschränkten RAM-Speicher abgestimmt, also reduziert werden. Durch den gegenüber dem Ur-MOPS stark verkleinerten Variablen-Speicher sind gegenüber dem normalen MOPS-Betriebssystem einige Abstriche nötig:

Pascal: keine dynamischen Variablen, maximal 32 Funktionen beziehungsweise Prozeduren, Strings haben die Länge 20, kein Multitasking, Arrays nur

global oder als Variablenparameter sinnvoll.

BASIC: Strings haben die Länge 20, kein Multitasking.

Wichtig ist auch, daß Interrupt-Vektoren direkt in das EEPROM des 68HC11F1 geschrieben werden und nicht mehr über RAM-Adressen verzweigen.

Es bleiben alle anderen MOPS-Systembestandteile erhalten, String-Prozeduren, reelle Zahlen, Interrupt-Prozeduren, Umschaltung von Pascal oder BASIC mit Assembler-Befehlen, wo immer maschinennahe Programmierung vorzuziehen ist. Dieses reduzierte Betriebssystem wird aufgerufen mit dem Namen MOPSL.

Während der Programmentwicklung ist für IC4 ein RAM 43256 einzusetzen, für fertige Programme ein EPROM 27C256. Wer es ganz komfortabel haben möchte, steckt in den Sockel von IC4 ein EEPROM (getestet wurde Samsung KM28C256), das ebenfalls 32 KB enthält und – auch im Programmiermodus – nur 5 V Versorgungsspannung benötigt. Bequemer geht es gar nicht mehr. Zu beachten ist aber unbedingt, daß die Pinbelegung anderer EEPROM-Typen mit der hier vorgestellten Fassung des IC4 verträglich ist. Das interne EEPROM des 68HC11F1 bleibt immer im Speicherplatz \$FE00...\$FFFF verfügbar. Da dort die Ausnahmevektorzeiger liegen, wird vor der ersten Inbetriebnahme des MOPS-light das EEPROM initialisiert: Der Resetvektor zeigt auf \$8006, wo ein Einsprung des Betriebssystems mit späterem Start des Anwenderprogramms vorgesehen ist. Außerdem zeigen die Interrupt-Zeiger auf Adressen unten im RAM, wo Sprünge auf die eigentlichen Interrupt-Routinen einzutragen sind. Das frei verfügbare RAM beginnt daher erst bei \$0040 für Assembler- oder

BASIC- und ab \$0080 für Pascal-Programme, da für die zugrundeliegende Struktur 32 Zeiger auf die Variablenadressen der maximal 32 Prozeduren beziehungsweise Funktionen benötigt werden. Die Hochsprachen-compiler erlauben Umschaltungen auf Assembler-Programmierung innerhalb des Textes, dort können in 68HC11-Mnemonics schnelle Maschinenprogrammteile geschrieben werden. Zugriffe auf Variablen der Hochsprachen sind problemlos möglich. Selbst Interrupt-Prozeduren sind in Pascal oder BASIC möglich, ohne daß Assembler-Programmierung dazu nötig wäre.

Sollte nur ein kleines Programm, dieses aber mit sehr vielen Daten benötigt werden, so kann das RAM IC4 eingesetzt werden. Im Expanded Mode stehen anschließend 32 KB Speicher zur Verfügung. Als Betriebssystemumgebung wählt man MOPS-extra-light. Das Programm in den 512 Bytes des 68HC11F1-EEPROMs kann IC4 als frei verfügbaren Speicher im Bereich \$8000...\$FFFF nutzen.

Handreset

Falls ein Reset 'per Hand' nötig sein sollte, so zieht man eine Leitung von IC6, Pin 13, zum Lochrasterfeld und lötet dort einen Taster nach Masse ein. Dieser löst dann einen RESET des Controllers aus. rō

Literatur

- [1] MOPS, Prozessorkarte mit dem 68HC11, ELRAD 3, 4 und 5/91 oder MOPS-Handbuch
- [2] M68HC11 Reference Manual (Motorola)
- [3] M68HC11F1TDS/ Technical Data (Motorola)
- [4] MC68HC11F1 Programming Reference Guide (Motorola)

```
(* Pascalroutinen zum AD-Wandler des 68HC11 *)
TYPE AD_TYP = ARRAY [0..3] OF BYTE;
VAR AD_WERT: AD_TYP;
PROCEDURE Init_AD;
BEGIN
  SetPort ( $39, BitOr ( GetPort ( $39 ), %80 )); (*Bit 7 des OptionReg setzen*)
  SetPort ( $30, $30 ); (*PE0_PE3 laufend messen*)
END;
PROCEDURE Read_AD (Var AD_Wert: AD_TYP);
BEGIN
  REPEAT UNTIL BitAnd ( GetPort ( $30 ), %80 ) = %80; (*warte auf ADCTL-Flag 7 *)
  AD_Wert [0] := GetPort ( $31 ); (*Werte lesen*)
  AD_Wert [1] := GetPort ( $32 );
  AD_Wert [2] := GetPort ( $33 );
  AD_Wert [3] := GetPort ( $34 );
  SetPort ( $30, $30 ); (*ADCTL-Flag löschen*)
END
```

Bild 4. Dieser Auszug aus einem Beispiel-Listing zeigt Pascal-Routinen zum AD-Wandler des 68HC11.

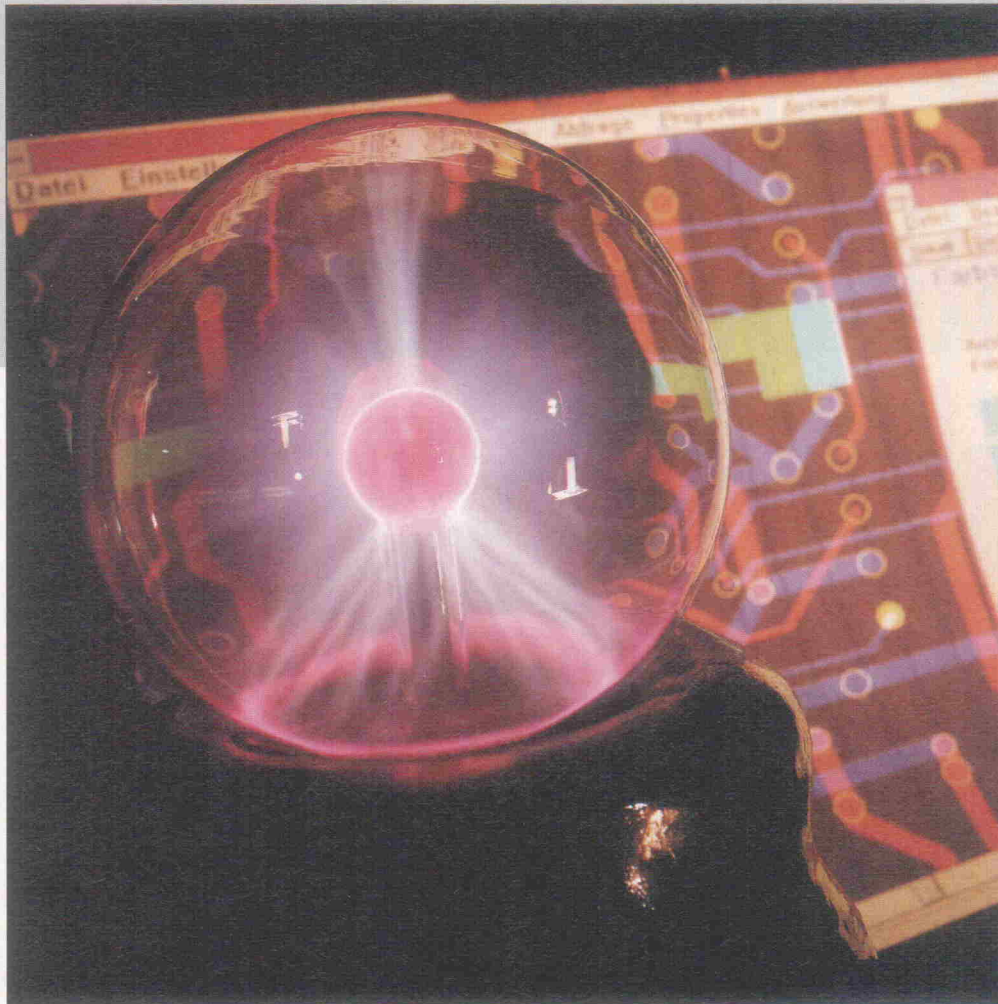
Wahrsagerei?

Menhir: EMV-Vorhersage für Layouts

PreView

Matthias Carstens

Wenn sich das Layout einer Leiterplatte bereits in der ersten Generation als produktionsreif erweist, spart der Entwickler viel Zeit und Geld. Aber eine EMV-gerechte Leiterbahnführung und Platzierung der Baugruppen gestaltet sich bei größeren Projekten schwierig. Die Software Menhir entstand mit dem Anspruch, die Eigenstörsicherheit eines Layouts bereits vor der Umsetzung in die Realität zu beurteilen.



Übliche, interaktiv mit Autorouter hergestellte Platinenmuster enthüllen erst in der Praxis ihre Probleme, so daß ein Redesign und weitere Muster erforderlich sind. Bei Multilayer-Platinen wird der Aufbau selbst für Profis unübersichtbar, nicht jedoch für eine Software. Eigentlich ist ein Menhir eine unbehauene, vorgeschichtliche Steinsäule. In diesem Fall handelt es sich jedoch um eine Windows-Software zur Unterstützung des CAD-PCB-Layouters. Das Programm berechnet nach Fuzzy-Grundsätzen die *Wahrscheinlichkeit* der Eigenstörsicherheit eines fertigen Layouts. Störemissions- oder Störabsorptionsprüfungen von oder auf eine Leiterplatte führt Menhir

selbstverständlich nicht durch. Das Thema EMV wird aber durchaus miteinbezogen: Die elektromagnetischen Störungen an Ein- und Ausgängen eines Boards soll Menhir bereits im Vorfeld verringern.

Die Firma Cadtron aus Marl stellte Menhir erstmalig im April dieses Jahres vor. Inzwischen ist die Version 1.1 lieferbar, die Schnittstellen zu den CAD-Programmen TopCad, PCAD, PADS, Mentor Graphics, Ultiboard und Ariadne beinhaltet. Eine Anbindung an CadStar ist in Arbeit. Das Programm läuft unter Windows 3.1 und stellt weder an Rechenleistung noch an die Hardware besondere Anforderungen, solange mindestens ein 386er bereit-

steht. Die Installation verläuft nicht nur problemlos, sondern vorbildlich: Sollte im Windows\System-Verzeichnis bereits eine bwcc.dll existieren, fragt die Installationsroutine, ob diese Datei überschrieben werden soll und präsentiert Datum und Größe beider Versionen. Nicht überzeugt hat dagegen der mitgelieferte Kopierschutz-Dongle: Auf einem 386er unter Windows verhinderte er den Ausdruck über einen HP4L-Drucker. Mit weiteren Testrechnern ließ sich der Drucker nicht mehr per Software konfigurieren.

Arbeitsweise

Menhir bewertet die Eigenstörsicherheit eines Layouts mit

einem mehrstufigen Entscheidungsregelwerk unter Zuhilfenahme der Fuzzy-Logik. Dabei wird jedes Netz auf seine Störfähigkeit gegenüber anderen Netzen geprüft. Ist dies der Fall, werden alle Leiterbahngeometrien in der Umgebung des potentiellen 'Empfängers' auf den wahrscheinlichen Kopplungsgrad hin untersucht. Dieser wiederum ist abhängig vom Verlauf der Leiterbahnen zueinander, dem Vorhandensein von Kupferflächen und der Art der vorhandenen Netze. Masseleitungen werden zum Beispiel als Trennmittel zur Störverminderung erkannt. Neben den bereits berücksichtigten induktiven und kapazitiven Kopplungen sollen in Kürze auch Signalstromschleifen bewertet werden. Da sich der Prüfvorgang auch auf benachbarte Layer erstreckt, wird die optimale Lagenanordnung bei Multilayern nach Meinung von Cadtron in Zukunft rein rechnerisch bestimmbar.

Oberflächliches

Doch nun zur praktischen Arbeit mit dem Programm. Da es sich bei Menhir um ein komplett deutsches Produkt handelt, wirft die Oberfläche keine sprachlichen Probleme auf. Sie zeigt sich zudem aufgeräumt und ist einfach zu bedienen. Einzige Ausnahme: Wie unter Windows üblich, sind einige Menüpunkte direkt per Icon erreichbar. Die Bedeutung derselben läßt sich, wie Bild 1 zeigt, nur mit geringer Wahrscheinlichkeit sicher bestimm-

men. Da hilft auch menschliche Fuzzy-Logik kaum weiter. Daß die Hilfe noch nicht in allen Dialogboxen funktioniert, ist entschuldbar. Nicht jedoch reproduzierbare Abstürze des Programms im Betrieb mit dem Windows-Taskmanager sowie bei Ausführung des Menüpunktes 'Rückschreiben'.

Einladung

Zuerst wird eine Konfigurationsdatei geladen. Diese enthält neben der Maßeinheit (mil/mm) und den Sektorierungs- und Rasterparametern alle Informationen über Lagenfarben, -aufbau, -status und -zuordnungen. Musterdateien, mit denen problemlos gearbeitet werden kann, sind im Lieferumfang. Dann liest Menhir das Layout ein, dessen Darstellung am Bildschirm sich nicht von der eines Layout-Editors unterscheidet. Es folgt die Bestimmung der Versorgungsgruppen, beginnend mit der manuellen Eingabe der Namen der Versorgungsnetze. Ist der Bezugsleiter (Masse zu den jeweiligen Versorgungsspannungen) definiert, werden den Versorgungsgruppen Namen zugewiesen. Wie in Bild 2 zu sehen, geschehen all diese und folgende Eingaben mittels leicht verständlicher Dialogboxen.

Damit hat Menhir erste Informationen erhalten, die aber für eine Auswertung noch nicht ausreichen. Die nächste Stufe der Dateneingabe stellt die Aufteilung der Schaltung auf dem Board in Schaltkreisgruppen dar, zum Beispiel Netzteil, Ana-



Bild 1. Echte Wahrsagerei: Welche Bedeutung haben wohl diese Symbole?

logverstärker oder Digitalstufe. Das Tutorial des Handbuches gibt dazu die Funktion 'Bauteil-selektierung mit Namen' an. Dies ist jedoch ein überflüssiger Bedienungsschritt, da sich Menhir nur für die an den Bauteilepins angeschlossenen Netze interessiert. Das bereits in Arbeit befindliche neue Handbuch empfiehlt daher als nächsten Schritt 'Pin-Selektierung mit Namen'.

Das Eingabeverfahren erscheint aufwendiger, als es in der Praxis ist: Namen lassen sich DOS-konform mit Wildcards angeben, zum Beispiel bestimmt 'IC1-*' alle an IC1 vorhandenen Pins. Das Eingabefeld akzeptiert Groß- und Kleinschreibung, dann fügt ein

Druck auf die Return-Taste die Eingaben der Liste hinzu. Leider läuft diese nach unten weg, so daß nach wenigen Bauteilen keine schnelle Kontrolle der zuletzt eingetippten Namen mehr möglich ist. Im Anschluß wird die Funktion 'Netze von Pins selektieren' aufgerufen. Eine optische Kontrolle ist durch einen Farbwechsel der ausgewählten Leiterbahnen nach Weiß gegeben.

Meister Proppter

Noch fehlt der wichtigste Punkt der Dateneingabe für die Störberechnung. Menhir muß jetzt wissen, welches Störsignal an welchen Stellen zu erwarten ist. Hier verbirgt sich wohl auch das eigentliche Know-how des Programms: Die Sammlung praxisgerechter Störwerte in einer Art Störbibliothek und die Umsetzung in eine leicht anzuwendende Tabelle. Bild 3 zeigt die Zuordnung sogenannter Properties Typ A (Eigenschaften) zu Schaltkreisgruppen. Vorhanden sind eine ganze Reihe von Standardeinträgen, im vorliegenden Fall wird der Schaltung die Eigenschaft 'Digital CMOS' zugewiesen. Zusätzlich kann eine weitere Klassifizierung im rechten Fenster erfolgen, hier 'normal'. Um andere vorhandene Werte zu zeigen, ist der Cursor im Bild auf 'Analog verstärkend' gesetzt.

Cadtron verweist im Handbuch auf einen selbstverständlichen Zusammenhang: Je mehr und präzisere Angaben Menhir zur Auswertung vorliegen, desto genauer fällt das Ergebnis aus. Durch die Fuzzy-Logik steigt die Genauigkeit allerdings nicht proportional zur Datenmenge! Trotzdem wird die 'Schärfe' der Auswertung durch eine noch feinere Angabe der Properties

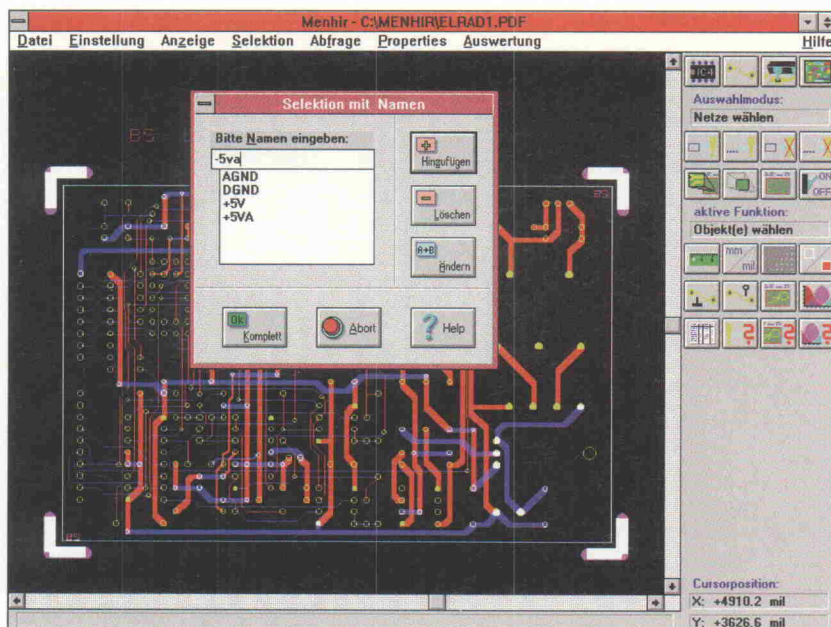


Bild 2. Die Angabe der Versorgungsnetze ist einer der ersten Bedienschritte.

verbessert. Der Typ B ermöglicht eine noch genauere Definition von Netzen mit besonderen Eigenschaften. Die Clock-Ausgänge eines CMOS-IC können so zum Beispiel mit 'Taktleitung TTL' und den Werten 8, 20, 33 oder 50 MHz belegt werden. Entsprechend ihrer Wichtigkeit wurde in die Definitionsdatenbank viel Arbeit investiert, fällt und steht mit ihr doch die Qualität des gesamten Programms.

In der Praxis kommt man nicht darum herum, den größten Teil der Schaltung zu 'verproppen' und alle erfaßten Bauteile auf dem Schaltplan per Hand abzustreichen. Bei systematischer Vorgehensweise sollte sich der nötige Zeitaufwand durch die schnell zugänglichen Eingabefelder jedoch in Grenzen halten.

Auswertung

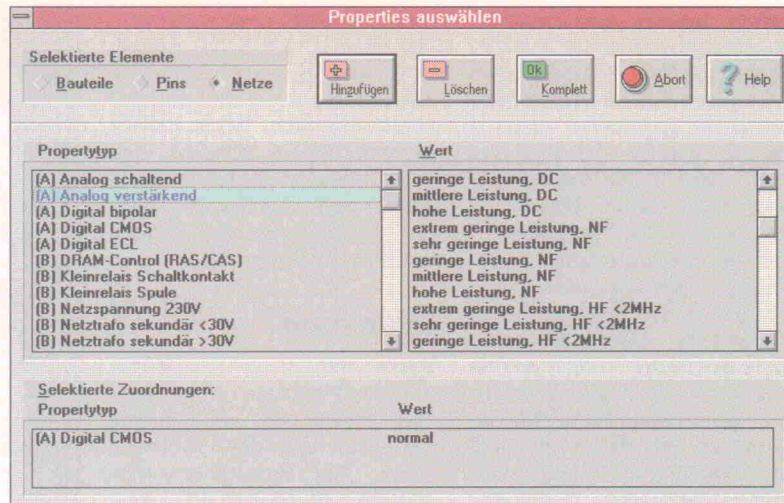
Mit 'Auswertung Start' geht es endlich in die vollen. Nach einigen Minuten Rechenzeit präsentiert Menhir das Board mit bunten Flecken. Dabei handelt es sich um kritische Bereiche, für die wahrscheinlich eine Eigenstörung zu erwarten ist. Die Bedeutung der Farbwerte zeigt Bild 4. Jedes Kästchen stellt einen per Maus selektierbaren Sektor dar. Die Dialogbox 'Objekteigenschaften' ermöglicht nun eine genaue Analyse. An Störungen beteiligte Leiterbahnen lassen sich markieren (siehe die weiße Leiterbahn ANA_7 in Bild 5), allerdings nur über den Umweg der Netzselektion, wozu man den Programmteil 'Objekteigenschaften' wieder verlassen muß. Die Software speichert eine Analyse bei Bedarf als Datei oder gibt sie auf dem Drucker aus.

Innerhalb von Menhir lassen sich die Problemstellen nicht bearbeiten. Dazu wird ein File zwecks Rückmeldung an das PCB-Programm erstellt. Dort sind dann die gleichen Farbinformationen wie in Bild 4 zu sehen. Nach einer Änderung kann das File erneut in Menhir eingelesen werden. Da sich an den vergebenen Properties der Bauteile oder Netze normalerweise nichts ändert, erfolgt die Neuauswertung nun ohne jede Vorarbeit.

Zukunftsvision

Natürlich finden sich neben den erwähnten Punkten in einem derart neuen Programm noch

Bild 3. Die Definition der Störquellen geschieht über praktische Dialogboxen.



eine ganze Reihe Verbesserungsvorschläge. Interessant sind insbesondere die denkbaren Erweiterungen. Sinnvoll wäre eine direkte Annahme von Bauteileigenschaften aus dem PCB heraus, wie IN, OUT oder

PASSIV. Verwendet ein PCB-Programm Module, könnten diese als Schaltkreisgruppen direkt angemeldet werden. Netze mit bestimmten Angaben (wie +5 V) ließen sich automatisch verproppen. Geradezu visionär

erscheint die Möglichkeit, mittels der Widerstandswerte von an einem Netz hängenden Widerständen die Nieder- oder Hochohmigkeit einer Störquelle und Senke automatisch berechnen zu lassen.

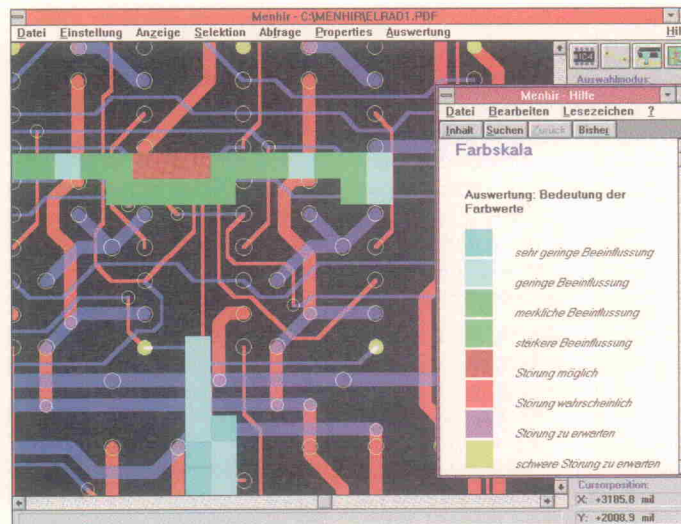


Bild 4. Das Ergebnis: Ungünstig verlegte Leiterbahnen markiert Menhir farbig.

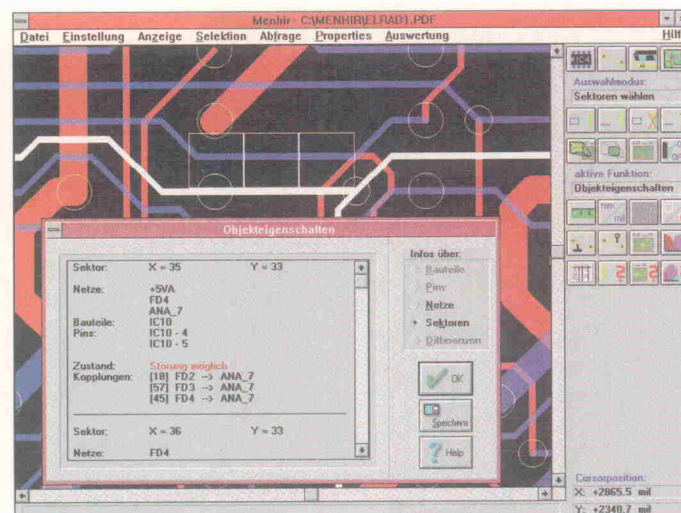


Bild 5. Eine Textausgabe für die jeweils markierten Sektoren erläutert die Auswertung.

Fazit

Menhir ist sicher kein alltägliches Programm. Während die Beurteilung der Umsetzung in Oberfläche und Features kein Problem darstellt, ist die praktische Prüfung der Funktion dem Endkunden vorbehalten. Mensch und Maschine, Düsseldorf, nennt einen Einführungspreis von 4950 DM zuzüglich Mehrwertsteuer, ein 30tägiges Rückgaberecht (entsprechend 60 Tage Zahlungsziel) sowie kostenlose Updates innerhalb eines Jahres ab Kaufdatum als zusätzliche Argumente, den Einsatz von Menhir in Erwägung zu ziehen. Ein Blick auf das Jahr 1996 und in die Kristallkugel zeigen: Produkte dieser Art haben Zukunft. cf

Hersteller

Cadtron GmbH
Elbestr 10
45768 Marl
Telefon: 0 23 65/1 30 02
Fax: 0 23 65/1 33 26

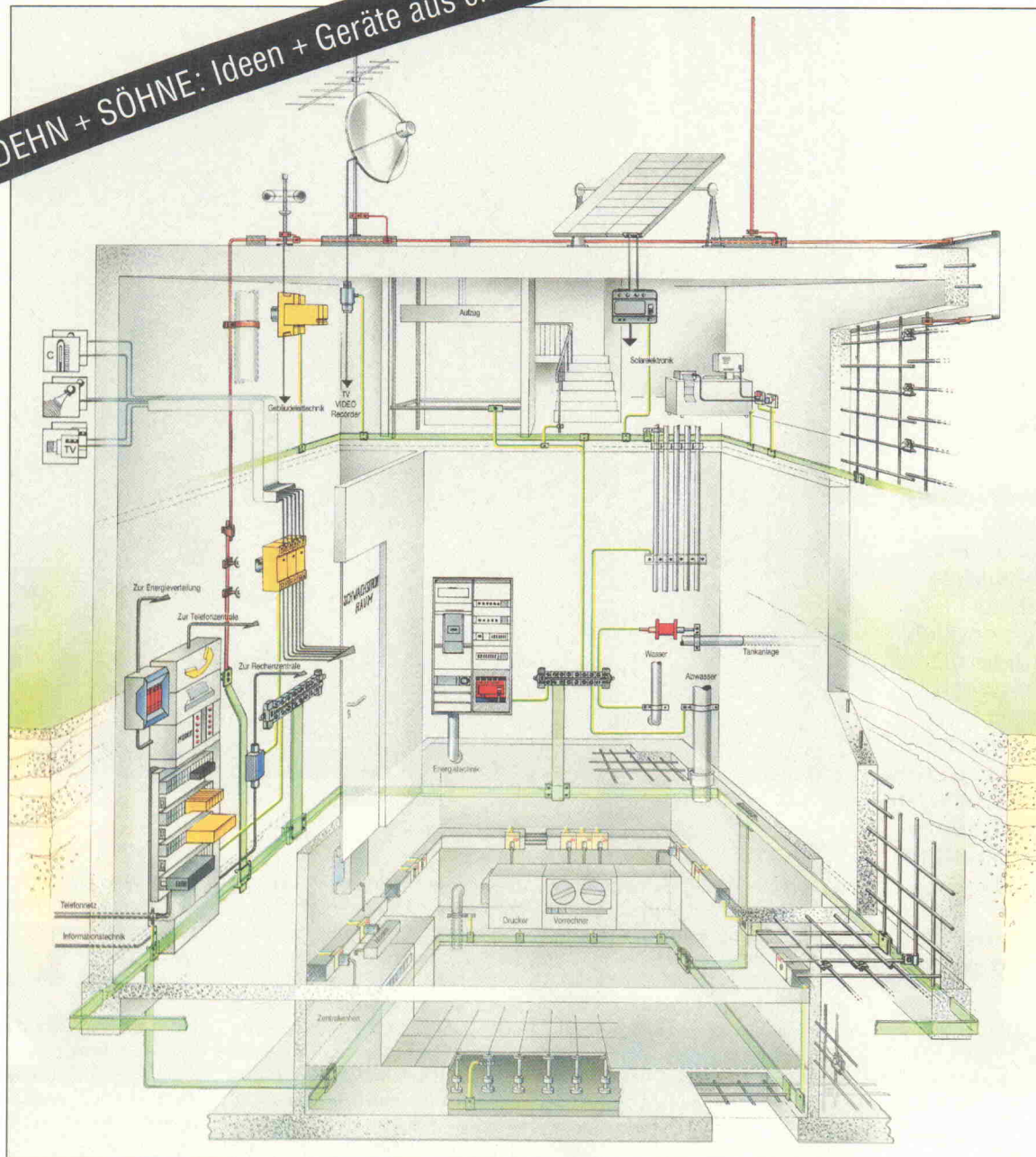
Distributor

Mensch und Maschine GmbH
Bahnstr. 28-30
40699 Erkrath
Telefon: 02 11/24 10 66
Fax: 02 11/2 48 03 10

EMV-Blitz-Schutzzonen: Das Schutzkonzept für komplexe Anlagen



DEHN + SÖHNE: Ideen + Geräte aus einer Hand



Nur EMV-gerechter Blitzschutz ermöglicht die zukunftsgerichtete Gestaltung des Blitz- und Überspannungsschutzes. Durch Schirmen des Gebäudes, der Räume und der Geräte werden Schutzzonen gebildet, deren Gefährdung hinsichtlich leitungsgebundener Störungen und LEMP-Einwirkungen von außen nach innen abnehmen.

Nur DEHN + SÖHNE bietet ein vollständiges Lieferprogramm für das EMV-gerechte Blitz-Schutzzonen-Konzept an, dessen Komponenten, von Bauteilen für den Äußeren Blitzschutz bis zu Überspannungsschutzgeräten zum Einbau direkt in das zu schützende Gerät, in ihrer Wirkung aufeinander abgestimmt sind.

Fordern Sie unseren Hauptkatalog UE Überspannungsschutz oder die obige Grafik als Poster 70 x 52 cm an.

DEHN + SÖHNE

ABT. MKT 440

POSTFACH 16 40

D-92306 NEUMARKT/OPF.

TEL. (09181) 906-0 · FAX (09181) 906-100

Bitte ankreuzen: ☐ Hauptkatalog UE ☐ Grafik als Poster

NAME

FIRMA

STRASSE

PLZ/ORT

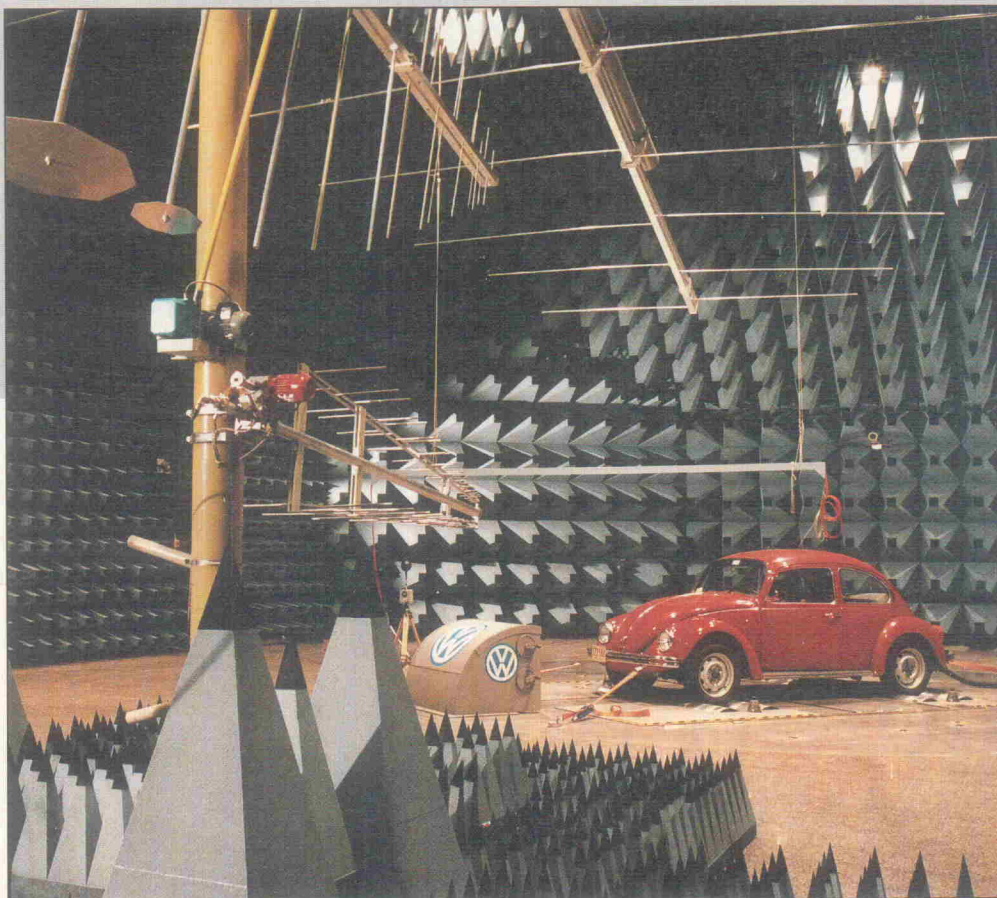
Bitte nicht stören!

EMV-Meßtechnik im Überblick

**Prof. Dr.-Ing.
Heyno Garbe**

Gesteigerte Qualitätsanforderungen und das neue EMV-Gesetz haben viele Hersteller dazu bewegt, sich endlich Gedanken über die elektromagnetische Verträglichkeit ihrer Produkte zu machen. Ende 1995 ersetzt das EMVG das bestehende Hochfrequenzgerätegesetz, und über die anzuwendenden Normen und Prüfungen herrscht allgemeine Verwirrung.

Professor Garbe ist stellvertretender Leiter des Instituts für Grundlagen der Elektronik und Meßtechnik an der Universität Hannover. Zu seinem Forschungsgebiet zählt der gesamte Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit insbesondere die Lösung der Probleme beim Messen von elektromagnetischen Störfeldern.



Zuerst drängt sich die Frage auf, was sich eigentlich hinter dem umfassenden Begriff 'EMV' verbirgt. Da wäre zunächst die *Emission*: Jedes elektrische oder elektronische Gerät beziehungsweise System verursacht bestimmungsgemäß seiner Funktion Ströme, Spannungen und elektrische/magnetische Felder, die andere Geräte beeinflussen können. Dies kann zum Beispiel ein alter Personalcomputer sein, der den Radioempfang im Umfeld unmöglich macht. Oder aber auch ein Elektromotor, der Stromspitzen an das Netz zurückgibt und so leittechnische Einrichtungen stört. Wieviel elektromagnetische Störung ein Gerät maximal emittieren darf, hat der VDE als Vorreiter in Europa seit einigen Jahrzehnten untersucht. Dies spiegelt sich in den ausführlichen VDE-Vorschriften zum Thema Emission wider.

Unter dem Begriff EMV versteht man aber auch die *Störfestigkeit*. Elektronische Systeme kommen häufig in einer elektromagnetisch rauen Umwelt zum Einsatz. Aber wie robust muß ein Gerät sein, damit es auch in dieser Umgebung noch einwandfrei funktioniert. Das Problem der Störfestigkeit tritt sehr häufig in industriellen Anlagen auf. Insbesondere die Energietechnik gab frühzeitig Anlaß, die Störfestigkeitsgrenzen der Geräte festzulegen. Die vielfach zitierte Norm IEC 801 bezieht sich auf Geräte, die im Bereich der industriellen

Prozeßautomatisierung zum Einsatz kommen. Zur Störfestigkeit gehören aber auch die Probleme des Blitzschutzes oder der elektrostatischen Entladung (ESD).

Historisch gesehen haben die beiden Betrachtungsweisen der EMV lange Zeit ein eigenständiges 'Leben' geführt. Erst seit Anfang der siebziger Jahre ist man zu einer mehr systematischen Betrachtungsweise gekommen. Es zeigte sich, daß man mit denselben Maßnahmen sowohl die Emission eines Gerätes verringern als auch



Bild 1. Störkopplung.

gleichzeitig dessen Störfestigkeit erhöhen konnte.

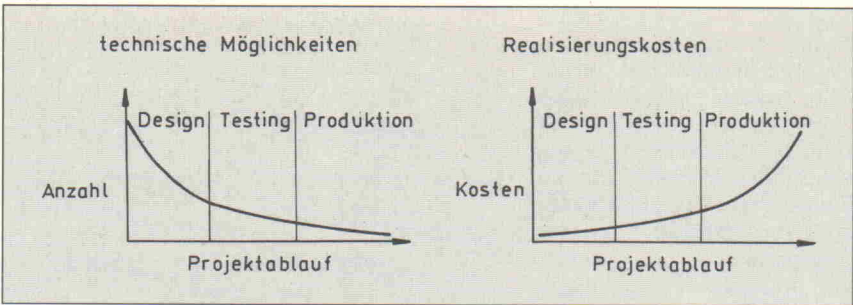
Bild 1 beschreibt sowohl Emission als auch Störfestigkeit. Zum Beispiel kann ein Personalcomputer als 'Störquelle' Störungen aussenden. Andererseits kann er auch äußeren Störungen ausgesetzt sein. In dem Fall ist der PC das 'Störpfer'. Der 'Störpfad' verbindet Opfer und Quelle entweder direkt über Leitungen (beziehungsweise leitfähige Verbindungen) oder über das Feld als Feldstörung. Beide Störpfade, sowohl leitungsgeführt als auch feldgeführt, sind grundsätzlich immer gleichzeitig vorhanden. Unterhalb von 80 MHz dominieren jedoch die leitungsgeführten Störungen.

Messung der EMV bedeutet letztendlich die eindeutige und reproduzierbare Beschreibung der Störkopplung mit den drei Elementen Störquelle, Störpfad und Störpfer. Das eigentliche Problem der gesamten EMV-Meßtechnik ist aber, daß ein Zustand zu messen ist, der eigentlich nicht existiert. Im Emissionsfall sollte das Testobjekt ja eigentlich nichts emittieren. Ist keine Störung meßbar, so könnte entweder das Testobjekt hervorragend sein, oder aber das gewählte Meßsystem ist nicht empfindlich genug. Im Störfestigkeitsfall könnten ähnliche Probleme auftreten: Ist das getestete Gerät tatsächlich so störfest, oder waren die Anforderungen nicht so hoch, wie sie in der Realität vorkommen? Diese kurzen Überlegungen bilden eine wahre Quelle für kontroverse Diskussionen über sinnvolle Testmethoden. Es ist müßig, die vielfältigen und zum Teil auch wirtschaftspolitisch motivierten Diskussionen nachzuzeichnen. Vielmehr soll im folgenden dargestellt werden, wie man mit recht einfachen und kostengünstigen Maßnahmen eine Aussage über die elektromagnetische Verträglichkeit des eigenen Gerätes erhält.

Teststrategien

Das Messen von verschiedenen Größen ist nur eine Bestätigung von Maßnahmen, die zur Verbesserung der EMV eines Systems führen sollen. Die Meßausrüstung ist daher sehr von der gewählten Teststrategie abhängig. Allgemein beobachtet man zwei verschiedene Motivationen, die Anlaß geben, sich mit der EMV zu beschäftigen:

Bild 2. Je später die EMV Berücksichtigung findet, desto teurer wird die Entwicklung.



- Normen, Gesetze, Standards und andere Vorschriften fordern das Einhalten bestimmter Spezifikationen.
- Das Gerät arbeitet technisch nicht einwandfrei. Der Fehler tritt durch nicht beachtete Wechselwirkungen unterschiedlicher Anlagenteile auf.

Es wäre wünschenswert, wenn zusätzlich das Bemühen um störsichere und damit qualitativ hochwertige Produkte die Triebfeder zur Berücksichtigung der EMV wäre. Gerade Länder mit einem hohen Produktionskostenniveau können am Weltmarkt hohe Preise nur durch einen überdurchschnittlichen Qualitätsstandard rechtfertigen. Die EMV eines Gerätes wird damit zu einem wichtigen Qualitätsmerkmal. Leider wird aber eine vorbeugende Behandlung der EMV meistens mit dem Argument der höheren Kosten abgetan. Eine kurzsichtige Blickweise, wenn man die technischen Änderungsmöglichkeiten in den verschiedenen Projektphasen den Kosten gegenüberstellt.

Im Designstadium sind die Änderungsmöglichkeiten am größten und die Kosten am ge-

ringsten. Grob gesagt: Eine Mark, die man für Änderungen in der Designphase im Sinne einer besseren EMV spart, verursacht Kosten von 10 DM in der Testphase. Bringt man die bessere EMV erst in der Produktionsphase ein, erhöhen sich die Kosten auf 100 DM. Es ist daher sinnvoll, die EMV eines Systems so früh wie möglich zu beachten und die getroffenen Maßnahmen entwicklungsbegleitend meßtechnisch zu überprüfen. Eine Meßausrüstung sollte jedem Entwickler zur Verfügung stehen und möglichst preiswert sein. Es ist nicht notwendig, daß diese Ausrüstung exakt nach bestimmten Normen arbeitet. Auch einfache Lösungen liefern häufig hervorragende Aussagen über das Verhalten des Prüflings bei den späteren Abnahmetests.

Durch das neue EMV-Gesetz bewegt, das im wesentlichen die nationale Umsetzung der EMV-Richtlinie 89/336/EEC der Europäischen Union darstellt, beschreiben die Hersteller ihren Produkten vermehrt EMV-Eigenschaften. Die bekannteste Spezifikation ist das CE-Zeichen, das neben anderen Geräteeigenschaften auch das Einhalten der EMV-Richtlinien be-

stätigt. Somit sind mit Abschluß der Entwicklung bei fast allen elektrischen und elektronischen Systemen Abnahme- oder Zertifizierungstests notwendig. Die einschlägigen Normen definieren ausführlich die Meßbedingungen für diese Tests. Allgemein kann man sagen, daß der finanzielle Aufwand zur Durchführung der Tests sehr hoch ist. Kleinere und mittlere Unternehmen wenden sich daher häufig an Dienstleistungsunternehmen (siehe Marktübersicht in dieser Ausgabe), die in zertifizierten Labors diese Normtests durchführen. Wenn die Hersteller im Hinblick auf die Abnahmetests bereits bei der Entwicklung mit sinnvollen Verfahren prüfen, ist es möglich, die Zertifizierung im ersten Testdurchlauf zu erhalten.

Emission

Grundsätzliches zur Durchführung von Emissionsmessungen findet man in der Europannorm EN 50081-1/2. Die geräte-technische Realisation ist sehr aufwendig, so daß sich nur wenige Entwickler an die entwicklungsbegleitende Durchführung dieser Tests trauen. Die Störung kann das Gerät leitungsgeführt und feldgeführt verlassen. Man

Störfestigkeitstests, leitungsgeführt

Störung	Testbedingungen	BASIC-Standard
Burst-Störungen an Signalleitungen (Gleichtaktstörung)	0,5 kV Amplitude, 5/50 ns Anstiegs-/Rückenzeit, 5 kHz Wiederholffrequenz	IEC 801-4
Burst-Störungen an DC-Netzleitungen (Gleichtaktstörung)	0,5 kV Amplitude, 5/50 ns Anstiegs-/Rückenzeit, 5 kHz Wiederholffrequenz	IEC 801-4
Burst-Störungen an AC-Netzleitungen (Gleichtaktstörung = CM)	1 kV Amplitude, 5/50 ns Anstiegs-/Rückenzeit, 5 kHz Wiederholffrequenz	IEC 801-4
elektrostatische Entladung (ESD)	4 kV Kontaktentladung, 8 kV Luftentladung	IEC 801-2
Netzfrequenz an Signalleitungen (CM)	50 Hz, 10 V	CCITT K20
RF an Signalleitungen (CM)	0,15...100 MHz, 3 V, AM: 1 kHz 80 %, 150 Ω Quellenwiderstand	IEC 65
Blitzspannungen an DC-Netzleitungen	1,5/50 µs Anstiegs-/Rückenzeit, 0,5 kV CM und DM	
RF an DC-Netzleitungen (CM)	0,15...100 MHz 3 V AM: 1 kHz 80 %	
Blitzspannungen an AC-Netzleitungen	1,5/50 (8/20) µs Anstiegs-/Rückenzeit, 2 kV, CM 1 kV DM	
RF an AC-Netzleitungen (CM)	0,15...100 MHz, 3 V, AM: 1 kHz 80 %, 150 Ω Quellenwiderstand	

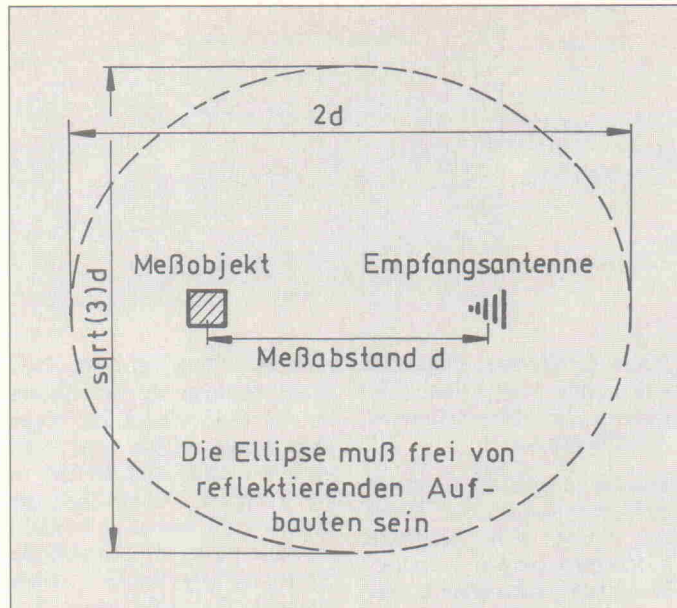
Tabelle 1.

betrachtet in der Norm nur sinusförmige Störungen. Pulsstörungen bleiben unbeachtet. Weiterhin werden leitungsgeführte Störungen bis 30 MHz untersucht und feldgeführte Störungen von 30 MHz bis 1000 MHz. Die Europannorm schlägt für leitungsgeführte Emission folgende Grenzwerte vor:

0,15...0,5 MHz	von 56 dB μ V auf 46 dB μ V linear abfallend über die logarithmische Frequenzachse
0,5...5 MHz	46 dB μ V
5...30 MHz	50 dB μ V

Die leitungsgeführte Emission kann in erster Näherung sehr einfach durch eine Spannungsmessung an den Zuleitungen des Testobjektes durchgeführt werden. Zur Durchführung ist ein handelsüblicher Meßempfänger notwendig. Ein Oszilloskop reicht normalerweise nicht aus, da es eine Identifikation des Spektrums nicht erlaubt. Je mehr man aber im Hinblick auf die vorgegebenen Normen testen will, desto eher muß man die Rückwirkung der Meßeinrichtung auf das Testobjekt berücksichtigen. Um gleichbleibende, stabile Prüfbedingungen zu gewährleisten, schreiben die Standards spezielle Ankopplungsnetzwerke vor, die man als Line Stabilisation Network (LISN) bezeichnet.

Die notwendigen Geräteinvestitionen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Man beachte, daß der Meßempfänger zur Durchführung der Tests absolut notwendig ist. Die weiteren Geräte ermöglichen eine bessere Normkonformität der Tests. Die Preise können je nach Ausführung stark variieren. Der Spektrumanalysator und der geschirmte Raum sind zur



Durchführung dieser Tests nicht unbedingt notwendig. Sie gehören aber zur Minimalausrüstung eines EMV-Labors.

Line Stabilisation Network LISN (16 A)	6000 DM
Meßempfänger (10 kHz...30 MHz)	20 000 DM
Spektrumanalysator	100 000 DM
Ankopplungsnetzwerke	10 000 DM
geschirmter Raum	50 000 DM

Die klassische Feldemissionsmessung bezieht sich auf ein freies Feld, wie es zum Beispiel in der VDE 0877 Teil 2 definiert ist. Der Meßabstand d beträgt normalerweise 10 m. Meßdistanzen von 30 m für tiefere Frequenzen und 3 m für höhere Frequenzen sind ebenfalls normiert. Man sieht sofort, daß zur Durchführung der Messungen einerseits ein entsprechend großer, freier Platz vorhanden sein muß und andererseits wieder ein Meßempfänger plus den entsprechenden breitbandigen Antennen. Hier

die entsprechenden Emissionsgrenzwerte:

30...230 MHz	30 dB μ V/m in 10 m Entfernung
230...1000 MHz	37 dB μ V/m in 10 m Entfernung

Leider hat die klassische Emissionsmeßmethode erhebliche Nachteile. Die elektromagnetische Umwelt am Meßplatz muß sehr 'sauber' sein. In dicht besiedelten Gebieten ist diese Forderung nicht zu erfüllen, als Ausweichmöglichkeit bleibt nur ein geschirmter Raum. Um darin dennoch Freifeldbedingungen zu erreichen, kleidet man die Wände mit Absorbern aus (das Aufmacherfoto zeigt den Blick in die Absorberhalle der Firma VW in Wolfsburg).

Es leuchtet sicher ein, daß Emissionsmessungen in Absorberhalle oder Freifeld aufwendig sind und eine entwicklungsbegleitende Durchführung eigentlich nicht erlauben. Preiswerter ist die TEM-Zelle (TEM für

Bild 3. Freifeld nach VDE 0877, Teil 2.

Transversal-Elektro-Magnetische Wellen): ein aufgeweiteter koaxialer Wellenleiter mit meist rechteckigem Außenquerschnitt und einem flachen Innenleiter. Die TEM-Zelle erzeugt ein homogenes Feld zwischen Innenleiter und Außenleiter, und die Schirmung der Zelle minimiert Wechselwirkungen mit der Umwelt. Die Firma Asea Brown Boveri, Schweiz, hat spezielle TEM-Zellen für entwicklungsbegleitende Störabstrahlungstests entworfen. Diese sogenannten GTEM-Zellen (G für Gigahertz) ermöglichen aufgrund ihres Aufbaus Emissionsmessungen im Frequenzbereich bis zu einigen GHz.

Die GTEM-Zelle ist wegen ihrer geringen Ausmaße in jedem Labor unterzubringen. Damit hat der Entwickler ständig ein Testmittel zur Hand, mit dem er unter anderem schnell die Störabstrahlung des Prüflings untersuchen kann. Legt man an eine angepaßt abgeschlossene HF-Leitung eine Spannung an, so entsteht zwischen Innen- und Außenleiter ein Feld mit Fernfeldeigenschaften. Bei der Messung in TEM-Zellen nutzt man das Umkehrgesetz der Antennentechnik aus. Man erzeugt das Feld und erhält eine Spannung am Leitungsende. Wie bei den klassischen Antennen wird nun die Ausgangsspannung der Zelle in eine Feldstärke umgerechnet, die vom Prüfling als Störstrahlung erzeugt wurde. Dieses neue Emissionsmeßverfahren wird schon von einigen Standards akzeptiert (IEC 801.3 und DIN 40839).

Einige Firmen bieten zur schnellen Ortung von feldgeführten Störquellen Nahfeldsonden an. Meistens handelt es sich bei diesen Sonden um kleine Schleifenantennen, die somit auf dem Induktionsprinzip basieren. Mit diesen 'Schnüffelantennen' sind nur grobe qualitative Aussagen über die Störabstrahlung möglich, da sich die Prüfbedingungen nur sehr schwer reproduzieren lassen. Andererseits bieten sie eine preiswerte und sehr schnelle Möglichkeit, potentielle Störer auf einer Platine zu lokalisieren.

Die möglichen Investitionen für normgerechte Störstrahlungsmessungen variieren sehr stark.

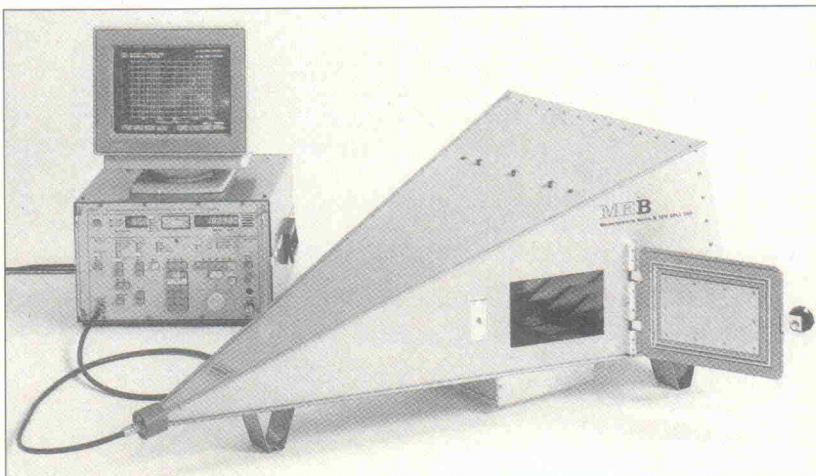


Bild 4. GTEM-Zelle der Firma MEB Messelektronik, Berlin.

Bei der Wahl des klassischen Verfahrens schlagen besonders die Investitionen für eine Absorberhalle extrem zu Buche. Hier eine kleine Geräteübersicht zur Störstrahlungsmessung:

Meßempfänger (30 MHz...1 GHz)	50 000 DM
Spektrumanalysator	150 000 DM
Absorberhalle	ab 1 200 000 DM
GTEM-Zelle	ab 50 000 DM
geschirmter Raum	50 000 DM
Freifeld	200 000 DM
Antennen incl. Mast und Drehtisch	60 000 DM

Störfestigkeit

Nun zum Bereich der Störfestigkeit. Die potentiellen Störungen können vielfältiger Natur sein. Wir unterscheiden grob in

- pulsförmige Störungen, zum Beispiel Blitzeinschläge, elektrostatische Entladungen, Prelen von Schaltern ...
- sinusförmige Störungen, zum Beispiel von Handfunksprechgeräten, mobilen Telefonen ...

Zur Bestimmung der Störfestigkeit eines Gerätes müßte man den Prüfling mit allen nur denkbaren Störungen beaufschlagen. Weil das zu aufwendig wäre, beschränkt man sich zum Beispiel in der Europeanorm EN 50082-1 und EN 50082-2 auf eine große, aber dennoch nicht vollständige Auswahl. Auch hier trennt man wieder in leitungsgeführte und feldgeführte Störungen. Tabelle 1 listet die vorgeschlagenen Tests für leitungsgeführte Störungen auf. Der erwähnte 'BASIC Standard' beschreibt die Testbedingungen detaillierter. Die Grenzwerte beziehen sich auf die Wohnumgebung beziehungsweise kleinere Industriegebiete. Für reine Industriegebiete sind die Anforderungen wesentlich höher und damit härter für das Testobjekt. Die Übersicht in Tabelle 1 scheint verwirrend, jedoch erscheinen nur vier grundsätzlich verschiedene Störarten.

- Blitzstörung: Unipolarer Puls mit einer Anstiegszeit von 1,2 µs und einer Rückzeit

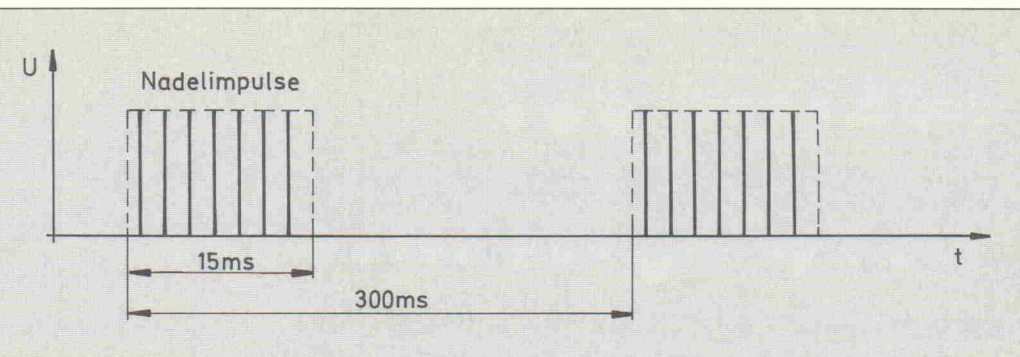


Bild 5. Das Burst-Testsignal stellt harte Anforderungen an den Prüfling.

von 50 µs. Andere Zeitfunktionen des Blitzmodellimpulses kommen vor.

- Sinusförmige Störungen, RF-Störungen: Hier wird die typische Störung durch Funkgeräte nachgebildet. Bei einer definierten Frequenz wird die Reaktion des Testobjektes untersucht.
- Elektrostatische Entladung: Dies bildet die elektrische Entladung bei Berührung von Bauteilen nach. In Verbindung mit dem Burst-Test untersucht dieser Test sehr gut die Störfestigkeit von Geräten. Dies liegt besonders daran, daß der neue Testimpuls nach IEC 801-2 eine Nadel mit einer Anstiegszeit von 0,7 ns aufweist.
- Burst-Störungen: Dieser Test simuliert das Pellen von Schaltern. Das Testsignal besteht aus unipolaren Pulsen mit einer Anstiegszeit von 5 ns und einer Rückzeit von 50 ns. Diese Nadelimpulse wiederholen sich während 15 ms mit einer Repetitionsfrequenz von 5 kHz. Nach 300 ms wird ein neues Pulspaket abgesandt. Das Burst-Signal ist ein vielseitiges Testsignal. Zum einen belastet es den Prüfling durch eine hohe Amplitude im kV-Bereich. Zum anderen deckt es durch das breite Spektrum der Nadelimpulse (bis ca. 200 MHz) den Frequenzbereich gut ab. Weil die Erfahrung gezeigt hat, daß beim Burst-Test schon

80 % aller Fehler auftreten, sollte dieser Test grundsätzlich zuerst durchgeführt werden.

Zur Durchführung der leitungsgeführten Störfestigkeitstests empfiehlt sich die Anschaffung von folgenden Geräten:

Speicheroszilloskop	ab 20 000 DM
Pulsgenerator (1,2/50 µs)	20 000 DM
Burst-Generator	10 000 DM
ESD-Generator	7000 DM
Koppelnetzwerke	10 000 DM
HF-Generator	30 000 DM
kapazitive Koppelzange	4000 DM

Feldgeführte Störungen

Ähnlich wie bei der Emissionsmessung sind die feldgeführten Störfestigkeitsuntersuchungen sehr aufwendig. Man darf diese Messungen nur in geschirmten Räumen beziehungsweise Absorberhallen durchführen, um die Umwelt nicht elektromagnetisch zu 'verschmutzen'. Die bereits dargestellten TEM- und GTEM-Zellen bieten auch hier eine kostengünstige Alternative. Diese Meßmethode ist nach IEC 801-3 für Störfestigkeitsprüfungen zugelassen. Da die IEC 801-3 in nächster Zeit als Europeanorm akzeptiert wird, hat man somit ein preiswertes Feldtest-

gerät zur Hand. Hier die Geräteliste für feldgeführte Störfestigkeitsuntersuchungen:

Absorber-halle	ab 1 200 000 DM
GTEM-Zellen	ab 50 000 DM
NF-Generator	23 000 DM
HF-Generator	50 000 DM
Antennen	10 000 DM
Feldmeßsystem	30 000 DM
Kopplungsnetzwerke	15 000 DM

Aus den vorangegangenen Darstellungen kann man entnehmen, daß man bei der Einrichtung eines EMV-Labors mit mindestens 100 000 DM Investitionskosten rechnen muß. Will man auch feldgeführte Störungen erfassen, so hat man im günstigsten Fall mit Kosten von 300 000 DM zu rechnen. Weiterhin ist ein Ingenieur einzustellen, der mit einem breiten elektrotechnischen Wissen diese EMV-Tests durchführen kann. Hier stellt sich die Frage, ob die Kosten wirtschaftlich vertretbar sind. Es erscheint manchmal für mittelständische Firmen sinnvoller, sich auf die leitungsgeführten Tests zu beschränken und die Messung der Feldstörungen in Zusammenarbeit mit einem externen Anbieter durchzuführen. Externe Dienstleister haben auch den Vorteil, daß sie nicht durch 'Betriebsblindheit' gehindert sind.

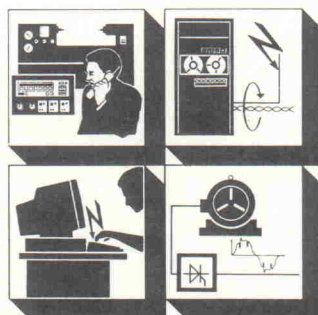
cf

Störfestigkeitstests, feldgeführt

Störung	Testbedingungen
Netzmagnetfeld	50 Hz, 1...3 A/m
elektromagnetisches Feld	80...1000 MHz, 3 V/m, AM: 1 kHz 80 %
elektromagnetisches Feld	1,89 GHz
Pulsmodulation	3 V/m, 50 % Duty cycle, 100 Hz Wiederholungs-frequenz

Tabelle 2.

Die MAZ Hamburg GmbH liefert Herstellern technischer Produkte Sicherheit durch EMV



Leistungspalette

- Konformitätsprüfungen
- Entwicklungsbegleitende EMV-Messungen
- Schirmdämpfungsmessungen
- Untersuchung der elektromagnetischen Umgebung
- Beratung/Unterstützung bei der Behebung von EMV-Problemen
- Simulationsrechnungen

Die EMV-Adresse im Norden



MAZ Hamburg GmbH, Karnapp 20, 21079 Hamburg
Telefon (0 40) 7 66 29-34 21, Telefax (0 40) 7 66 29-1 99

Markt der Verträglichkeiten

EMV-Dienstleistungen und -Meßtechnik

Carsten Fabich

Messen oder messen lassen ist die EMV-Frage, die sich verstärkt jedem Hersteller elektronischer Produkte stellt. Einen teuren Meßplatz aufbauen oder die üppigen Dienstleistungshonorare für externe Prüfungen entrichten? Diese Entscheidung sollte nicht nur nach finanziellen Gesichtspunkten fallen. Eine rasche Zulassung kann genauso wichtig sein, wie das Know-how zur Lösung elektromagnetischer Probleme in der Firma zu erarbeiten.



Egal für welchen Weg man sich entscheidet: Das Angebot an Normen, nach denen sich elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten testen läßt, ist noch sehr unübersichtlich. Das europäische Normungsgremium CENELEC vereinheitlicht für EG- und EFTA-Staaten bis Ende 1995 die verschiedenen EMV-Normen. Nationale Normen entsprechen dann den Europeanormen (EN). Das technische Komitee TC 110 hat dazu eine Normenstruktur mit drei Normtypen ausgearbeitet: Die produktunabhängigen **Basic Standards** beschreiben grundsätzliche Verfahren für EMV-Messungen. **Generic Standards** legen Forderungen für Störfestigkeit und Störaussendungen von Geräten in spezieller elektromagnetischer Umgebung fest. Die **Product Standards** spezifizieren letztlich EMV-Anforderungen für bestimmte Produktfamilien.

Normkonform mit CE

Das EG-Konformitätszeichen 'CE' bestätigt die Übereinstimmung mit den Anforderungen

aller auf das Produkt zutreffender Richtlinien. Zum CE-Zeichen führen verschiedene Wege:

- Wenn vollständige harmonisierte (von allen EG-Staaten anerkannte) Produktnormen für das betreffende Produkt existieren und das Gerät diesen entspricht, darf der Hersteller das CE-Zeichen eigenverantwortlich anbringen.
- Im Sinne der EMV-Richtlinie der EG existiert eine ausreichende Menge harmonisierter Normen zur Erfüllung der Schutzanforderungen in Verbindung mit Fachgrundnormen (Generic Standards). In diesem Fall kann der Hersteller durch Einbeziehung von akkreditierten Prüflaboratorien das CE-Zeichen in Eigenverantwortung anbringen.
- Fehlen harmonisierte Normen oder weichen sie vom Produkt ab, kann ein akkreditiertes Prüflaboratorium eine technische Dokumentation erarbeiten, die die Erfüllung der Schutzanforderungen nachweist. Nach Einschalten der 'zuständigen Stelle' bringt der Hersteller das CE-Zeichen an.

- Ein akkreditiertes Labor erarbeitet für Sendefunkgeräte entsprechende Unterlagen und beantragt bei der 'gemeldeten Stelle' eine EG-Baumusterbescheinigung. Nach Vorliegen der Baumusterbescheinigung bringt der Hersteller das CE-Zeichen an.

Die in der Tabelle 'EMV-Dienstleistungen' aufgeführten Normen und Prüfungen sind nach Angaben der Anbieter aufgelistet. Häufig führen die Dienstleister auch Tests nach weiteren Normen durch, die nicht in der Tabelle aufgelistet sind - zum Beispiel nach Werksnormen oder für Exportgüter auch nach nationalen Spezialnormen. Die Messung von feldgeführten Störungen erfordert Absorberhallen oder GTEM-Zellen. Investitionen dieser Größenordnung können sich nur größere Unternehmen leisten. Für die normgerechte Prüfung der feldgeführten Störung wird daher meist auf Dienstleister zurückgegriffen.

Nicht in der Tabelle aufgelistet sind Hochschulinstitute, die sich jedoch häufig als unabhängige und preiswerte Dienstleister für

normgerechte EMV-Tests eignen. Das Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Meßtechnik der Universität Hannover zum Beispiel führt Meßaufträge speziell bei elektromagnetischen Feldbeeinflussungen durch, erstellt Gutachten und berät bei elektromagnetischen Störproblemen vom Platinenlayout bis zur Konzeption gesamter Anlagen. Allerdings treten die Hochschulen mit diesen Angeboten nicht groß an die Öffentlichkeit, hier hilft nur intensive Nachfrage.

Rat und Tat

Elektromagnetische Verträglichkeit läßt sich nicht von der Stange kaufen, sondern erfordert gründliche Beratung. Hier sollte man den Dienstleister daraufhin abklopfen, ob er le-

diglich einen nackten Prüfbericht erstellt oder bei Schwierigkeiten beratend und analysierend zur Seite steht. Besser noch, wenn er bereits bei Entwicklung und Design Rat und Hilfe erteilen kann. Im Vorfeld ist auch immer an eine fachgerechte Ausbildung – die eigene oder die der Mitarbeiter – zu denken. (Themen und Inhalte aktueller Seminare von Firmen und Weiterbildungseinrichtungen auf Seite 85 in dieser Ausgabe). Eine weitere Informationsquelle ist entsprechende Fachliteratur, zu der auch Firmenschriften wie zum Beispiel die von Rohde & Schwarz oder von Hewlett-Packard zählen.

Entscheidet man sich für hausgemachte EMV-Prüfungen, so sind entsprechende Räumlich-

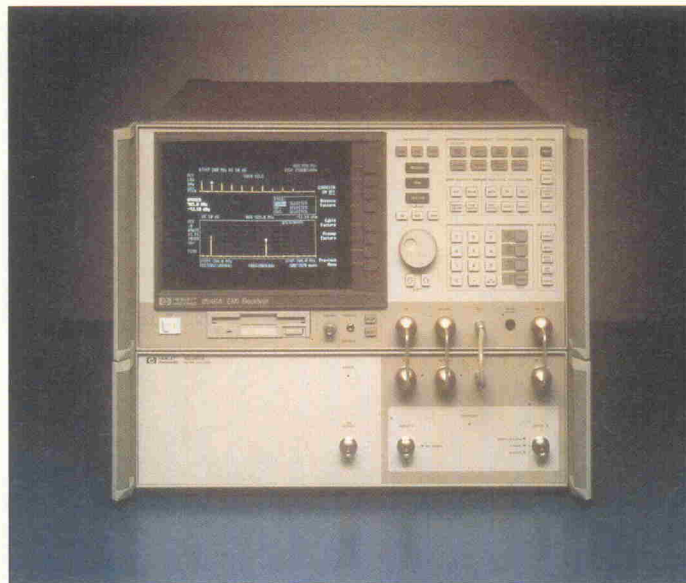


Bild 1. Die meisten EMV-Prüfungen erfordern Meßempfänger und Spektrumanalyzer. Der EMI-Compliance-Meßempfänger HP 8546A führt Messungen gemäß CISPR-Normen durch.

EMV-Normen

Auswahl für elektronische Systeme

Störaussendungen:

Weltweit:

- IEC, CISPR 11, 14, 16, 22

EG:

- EN 55011: industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte
- EN 55014: Haushaltsgeräte
- EN 55022: informationstechnische Geräte

Deutschland:

- VDE 0871: industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte
- VDE 0872: Rundfunk- und Fernsehgeräte
- VDE 0875: Haushaltsgeräte
- VDE 0878: informationstechnische Geräte
- VDE 0838: Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen
- VDE 0839: Spannungsverträglichkeitspegel
- VG 95 370: EMV in Systemen
- VG 95 373: EMV in Geräten
- DBP-Amtsblatt Verfügungen 1044–1046/1984 und 523/1969: Funkentstörung von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen

Störfestigkeit:

Weltweit:

- IEC 801

EG:

- EN 55101: Meß-, Steuer- und Regelgeräte
- EN 55020: Rundfunkempfänger

Deutschland:

- VDE 0843: Meß-, Steuer- und Regelgeräte
- VDE 0839: leitungsführt, gestrahlt
- VDE 0160: Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
- VDE 0872: Rundfunkempfänger
- VG 95 370: EMV in Systemen
- VG 95 373: EMV in Geräten
- NAMUR: EMV von Betriebsmitteln der Prozeß- und Labortechnik

keiten und ein umfangreicher Gerätepark anzuschaffen. Einen Überblick über die benötigte Meßtechnik und Investitionen verschafft der vorangehende Artikel. Die nachfolgende Tabelle 'EMV-Meß- und Prüftechnik' nennt die Lieferanten von der Schnüffelsonde bis zur kompletten Absorberhalle.

Eine gute Gelegenheit zur Kontaktaufnahme mit Anbietern und Herstellern ist die EMV '94. Die vierte interna-

tionale Fachmesse für elektromagnetische Verträglichkeit findet vom 22. bis 24. Februar in Karlsruhe statt. Fast alle in dieser Marktübersicht aufgeführten Firmen stellen auch auf der Messe in Karlsruhe aus. Parallel dazu deckt ein Kongreß mit Vorträgen und Workshops ein breites Spektrum rund um das Thema EMV ab. Hier sollen sowohl aktuelle Problemstellungen als auch neuartige Lösungswege zur Diskussion kommen. *cf*

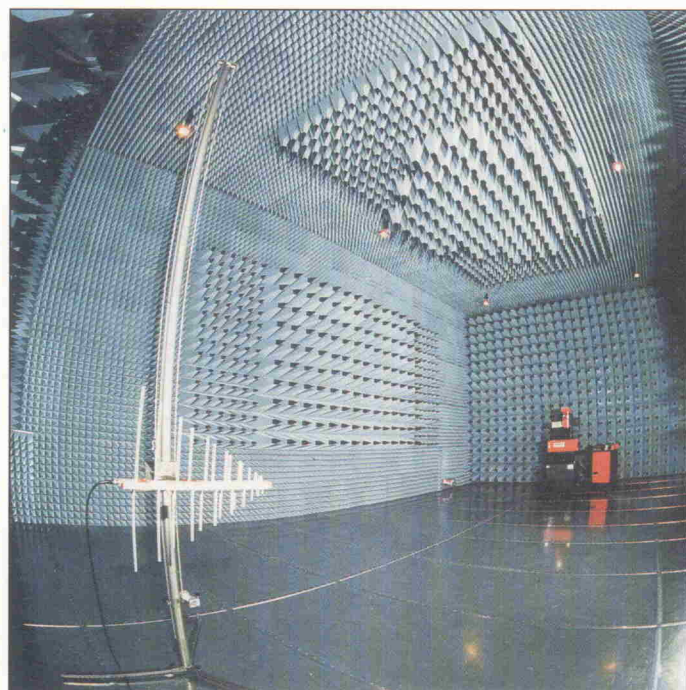


Bild 2. Absorberhalle der international tätigen Gruppe EMC Fribourg SA (Rossens, Schweiz), der auch die EMV-Freiburg, EMC-Baden Ltd. (Baden-Dättwil, Schweiz) und EUROCEM Sarl (Etupes, Frankreich) angehören.

EMV-Dienstleistungen

Anbieter	Akkreditierung	TEM/GTEM-Zellen	Freifeldmeßplatz	Absorberhalle/-kabine	Funkschutzprüfungen (Emission)	Störfestigkeitsprüfungen	Sonstiges
botronic GmbH Nobelstr. 15 70569 Stuttgart Tel. 07 11/6 87 48 42 Fax 07 11/6 87 68 30		✓		✓ 390 DM/h	VDE 0871, 0875, 0878, 0879, EN 55011, 55013, 55014, 55015, FTZ 12 TR1	VDE 0839, 0843, 0846, 0847, IEC 801	EMV-Umwelt: Mobile Messungen nach DIN 0848/2, Rechnersimulation von Feldern, Messungen an Gewebenachbildungen
Deutsche Systemtechnik GmbH Edisonstr. 3 24145 Kiel Tel. 04 31/71 09-1 Fax 04 31/71 09-5 03				✓	VDE 0871, 0875, 0877, 0878, CISPR, FCC, FTZ-Richtlinien	VDE 0847, 0878 Teil 200, FTZ-Richtlinien	EMV-Prüfungen nach militärischen Spezifikationen; Schirmdämpfungsmessung
Electro-Consulting J. Schmitz GmbH Chiemseestr. 21 83022 Rosenheim Tel. 0 80 31/1 32 55 Fax 0 80 31/1 59 06	Competent Body gemäß EMVG			✓ 1250 DM/Tag	VDE 0871, 0875, EN 55011, 55015, FCC 15, VGF 1046, VG 95373, MIL Std. 461, RTCA-DO 160	IEC 801, VDE 0843, FTZ 1 TR3, VG 95373, 96903, MIL Std. 461, RTCA-DO 160	Leihweise Überlassung v. Meß- und Prüfgeräten; Monatliche Info-Gespräche EMV; Nachweis v. biologischer Unbedenklichkeit bezügl. ELF- u. HF-Feldern
Elektluft GmbH Justus-von-Liebig-Str. 18 53121 Bonn Tel. 02 28/66 81-4 76 Fax 02 28/66 81-7 73	EN 45001		✓	✓	Nach geltenden zivilen und militärischen Normen	Nach geltenden zivilen und militärischen Normen	Vom BMWi sicherheitsüberprüfte Mitarbeiter; Unterstützung von Sonderentwicklungen
EMV-Förderverein e.V. Heinrich-Hertz-Str. 4 44227 Dortmund Tel. 02 31/7 54 43-2 00 Fax 02 31/7 54 43-2 66	in Vorbereitung			✓	Nach allen wichtigen Normen	Nach allen wichtigen Normen	Der Förderverein wurde im Rahmen der EMV-Initiative NRW gegründet. Auch Informations- und Schulungsveranstaltungen
EMV-Freiburg GmbH Lörracher Str. 16a 79115 Freiburg im Breisgau Tel. 07 61/4 61 66 Fax 07 61/47 25 29	EN 45001	✓	✓	✓	Sämtliche EMV-Prüfungen gemäß zivilen und militärischen Normen	Sämtliche EMV-Prüfungen gemäß zivilen und militärischen Normen; 250 DM/h	Beratung bei der EMV-gerechten Auslegung von Gebäuden; Layoutberatung, Analyse von Kommunikationsnetzen; Schulungen und Seminare
EMV Testhaus GmbH Gustav-Hertz-Str. 35 94315 Straubing Tel. 0 94 21/7 19 94 Fax 0 94 21/6 39 71			✓	✓ 205 DM/h	EN 55011, 55014, 55015, 55022, PostVfg 242, 243, 1045, 1046, VDE 0871	VDE 0843, IEC 801, NAMUR, PTB, FTZ 12 TR1. EN 50082-1, 160 DM/h	MPR II-Messungen; Prüfung und Vorbereitung auf BZT-Zulassung
Hewlett-Packard GmbH Schickardstr. 2 71034 Böblingen Tel. 0 70 31/14-65 74 Fax 0 70 31/14-65 65	EN 45001		✓	✓	VDE 0871, 0878, EN 55011, 55022	VDE 0843, EN 50082, IEC 801	Schulungen und Seminare
Mikroelektronik Anwendungszentrum GmbH Karnapp 20 21079 Hamburg Tel. 0 40/7 66 29-0 Fax 0 40/7 66 29-199	in Vorbereitung			✓	Nach nationalen und internationalen Normen: IEC, CISPR, EN, DIN, VDE	Nach nationalen und internationalen Normen: IEC, CISPR, EN, DIN, VDE	Mobile Messungen; EMV-gerechtes Leiterplattenlayout
Messelektronik Berlin Landsberger Allee 399 12681 Berlin Tel. 0 30/93 92 21 35 Fax 0 30/93 92 21 34		✓	✓		Prüfung nach allen wichtigen Normen	Prüfung nach allen wichtigen Normen	Schirmdämpfungsmessung, Sicherheitstechnische Messungen – Personenschutz in elektromagnetischen Feldern
OBL Obering. Berg&Lukowiak GmbH Löhner Str. 157 32609 Hüllhorst Tel. 0 57 44/13 37 Fax 0 57 44/28 90	EN 45001		✓	✓	Nach allen gängigen Normen	Nach allen gängigen Normen	Elektrische Sicherheit nach internationalen Normen, Zulassungen im Bereich Telekommunikation, MPR II-Prüfungen
Rheinmetall GmbH EleMag Technology Postfach 1127 29343 Unterlüß Tel. 0 58 27/80-0 Fax 0 58 27/80-52 93	EN 45001			✓	Nach allen einschlägigen Normen	Nach allen einschlägigen Normen	Kombination mit Umwelttests: Schock, Beschallung, Vibration, Temperatur, Klima; mobile EMV-Meßeinrichtungen

EMV-Dienstleistungen

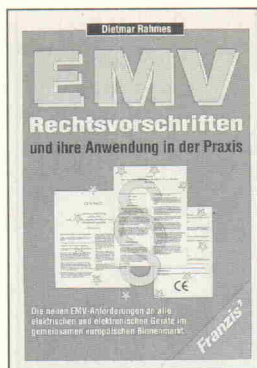
Anbieter	Akkrediti- erung	TEM/ GTEM- Zellen	Freifeld- meß- platz	Absor- berhalle/ -kabine	Funkschutzprüfungen (Emission)	Störfestigkeitsprüfungen	Sonstiges
S-Team Elektronik GmbH Schlaifweg 2 74257 Untereisesheim Tel. 0 71 32/40 71 Fax 0 71 32/40 76					EN 55011, 55022, VDE 0871	IEC 801, VDE 0843, NAMUR, DIN 40839, 1800 DM/Meßtag	EMV-gerechtes Leiter- platten-Layout
Schaffner Elektronik GmbH Schoemperlenstr. 12B 76185 Karlsruhe Tel. 07 21/56 91-0 Fax 07 21/56 91-10			✓ 300 DM/h	✓ 425 DM/h	PostVfg 241...243/91, VDE 0871, 0875, 0878, EN 55011, 55014, 55015, 55022, CISPR- und FCC- Normen, 195 DM/h	IEC 801, ISO 7637, DIN 40839, VDE 0160, 0843, 250 DM/h	Magnetfeldmessung nach MPR II, Entwicklung von kundenspezifischen Ent- störbauteilen
Sharp Electronics Europe EMV Prüflabor Sonninstr. 3 20097 Hamburg Tel. 0 40/2 37 75-5 55	BAPT, VDE	✓		✓	Nach Normen von CISPR, FCC, VDE, und ZZF	IEC 801-3, inverse 3-m- Messung nach CISPR- Empfehlung	–
SICAN GmbH Garbsener Landstr. 10 30419 Hannover Tel. 05 11/2 77-0 Fax 05 11/2 77-27 10		✓			CISPR 11, 14, 22	IEC 801, VDE 0843, Mannwoche inkl. Maschi- nennutzung ca. 6000 DM <i>[160 DM/h]</i>	Simulation von EMV- Problemen, Design von EMV-gerechten Leiter- platten
Telekom Logistikzentrum Sonnenschein 38 48565 Steinfurt Tel. 0 25 51/10-0 Fax 0 25 51/10-1 99	EN 45001			✓ 140 bis 250 DM/h	EN 55022, 55081, FTZ 12 TR1, VDE 0878, 0839	IEC 801, VDE 0843, 0847, EN 50082; Prüf- techniker 140 DM/h	Zulassungen im Bereich Telekommunikation; Feldstärkemessungen; Antennenmessungen

EMV-Meß- und Prüftechnik

Firma	Absorberhallen/-kabinen	Antennen	Filter	Kopplungseinrichtungen	Leistungsverstärker	Meßempfänger	Meßverstärker	Feldsonden	Feldstärkemeßgeräte	Netznachbildungen	Prüf-/Meßsysteme	Schirmkabinen	Spektrumanalyzer	Störgeneratoren	Stromwandler	TEM-/GTEM-Zellen	Sonstiges
Bonn Elektronik GmbH Neumarkter Str. 34 81673 München Tel. 0 89/43 50 14 Fax 0 89/4 31 00 53			✓	✓	✓												Verstärkersysteme nach Kundenspezifikation; Mikrowellenkomponenten; Isolatoren; Zirkulatoren; Dämpfungsglieder.
botronic GmbH Nobelstr. 15 70569 Stuttgart Tel. 07 11/6 87 48 42 Fax 07 11/6 87 68 30			✓					✓									Meßrohre für Schirmdämpfungs- messungen; mobile elektrische und magnetische Feldsonden.
CompuMess Elektronik GmbH Lise-Meitner-Str. 1 85716 Unterschleißheim Tel. 0 89/32 15 01-0 Fax 0 89/32 15 01-11																	Netzüberwachungsgeräte: Netzstöranalysatoren und Oberwellenanalysatoren; Elektronische Netzglättung; AC-Speisequellen.
EMC-Technik&Consulting GmbH Postfach 800 305 70503 Stuttgart Tel. 07 11/7 80 06 61 Fax 07 11/7 80 37 12	✓		✓		✓						✓					✓	–
emv Elektronische Meßgeräte Vertriebs-GmbH Wallbergstr. 7 82024 Taufkirchen Tel. 0 89/6 12 80 54 Fax 0 89/6 12 85 93		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	ESD-Prüfgeräte; (N)EMP-Simulatoren.
EMV Mess-Systeme GmbH Schulstr. 13 96199 Zapfendorf Tel. 0 95 47/78 51 Fax 0 95 47/78 55	✓					✓		✓	✓		✓	✓					–

EMV-Meß- und Prüftechnik

Firma	Absorberhallen/-kabinen	Antennen	Filter	Kopplungseinrichtungen	Leistungsverstärker	Meßempfänger	Meßverstärker	Feldsonden	Feldstärkemeßgeräte	Netznachbildungen	Prüf-/Meßsysteme	Schirmkabinen	Spektrumanalysen	Störgeneratoren	Stromwandler	TEM-/GTEM-Zellen	Sonstiges
EMV Testhaus GmbH Gustav-Hertz-Str. 35 94315 Straubing Tel. 0 94 21/7 19 94 Fax 0 94 21/6 39 71		✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓				-
Hewlett-Packard GmbH Schickardstr. 2 71034 Böblingen Tel. 0 70 31/14-65 74 Fax 0 70 31/14-65 65		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				Automatisierte Meßsysteme; Precompliance Meßsysteme.
Ingenieurbüro Heinrich Deisel Pötting 1 82024 Taufkirchen Tel. 0 89/6 12 84 64 Fax 0 89/6 12 86 53		✓															Funkentstörte, motorisierte Antennenmasten; Drehtische; Kabelmeßstrecken.
Messelektronik Berlin Landsberger Allee 399 12681 Berlin Tel. 0 30/93 92 21 35 Fax 0 30/93 92 21 34		✓		✓		✓		✓		✓	✓				✓	✓	-
Mess-Elektronik Dipl.-Ing. G. Schwarzbeck 69250 Schönau Tel. 0 62 28/10 01 Fax 0 62 28/10 03		✓				✓			✓	✓				✓			Kalibrier-Impulsgeneratoren; Anlagen für die Messung von Antennendaten unter Freiraumbedingungen.
MTS Mikrotechnik GmbH Joseph-Gänsler-Str. 8 86609 Donauwörth Tel. 09 06/7 06 94-0 Fax 09 06/66 61																	EMV-Meßstellenumschalter DC-18 GHz, fernbedienbar über IEEE 488 und RS- 232.
Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG Mühlendorfstr. 15 81671 München Tel. 0 89/41 29-29 69 Fax 0 89/41 29-30 55		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		Komplettlösungen für EMV-Meßsysteme.
RSE Rohde&Schwarz Engineering a. Sales GmbH Tassiloplatz 7 81541 München Tel. 0 89/48 00 04-0 Fax 0 89/48 00 04-													✓				Vertrieb R&S-fremder Geräte.
S-Team Elektronik GmbH Schlaifweg 2 74257 Untereisesheim Tel. 0 71 32/40 71 Fax 0 71 32/40 76								✓									Software für EMV-gerechtes Leiterplattenlayout; Präzisionsdemodulatoren (HF-Gleichrichter).
Schaffner Elektronik GmbH Schoemperlenstr. 12B 76185 Karlsruhe Tel. 07 21/56 91-0 Fax 07 21/56 91-10									✓					✓			Feld-Detektoren zur Über- wachung elektrischer und magnetischer Felder.
Siemens Matsushita Components GmbH & Co. KG Siemensstr. 81 89520 Heidenheim/Brenz Tel. 0 73 21/3 26-1 24 Fax 0 73 21/3 26-3 81	✓		✓									✓					Beratung, Planung und Montage von schlüsselfertigen Absorberhallen bis zu Luft-/ Raumfahrt-Dimensionen.
Spitzenberger+Spies Schmidstr. 32-34 94234 Viechtach Tel. 0 99 42/50 31 Fax 0 99 42/4 72										✓	✓			✓			Normgerechte EMV-Prüfsysteme nach ISO 7637; Simulation von Magnetfeldern nach IEC 1000-4-8.
Symann Trebbau GbR Emil-Figge-Str. 76 44227 Dortmund Tel. 02 31/97 42-4 40 Fax 02 31/97 42-1 20								✓	✓								Potentialfreie Feldmeß- systeme; Dreidimensionale Magnetfeldmessung.
Tektronix GmbH Colonia Allee 11 51067 Köln Tel. 02 21/9 69 69-0 Fax 02 21/9 69 69-2 85		✓						✓		✓	✓		✓				-



EMV-Rechtsvorschriften

Eigentlich sollte ja bereits zum 1. Januar 1992 die sogenannte EMC-Direktive der EG als nationales Recht in den einzelnen Mitgliedsstaaten der EG eingeführt sein. Häufig wird daher von Produzentenseite gefragt, welche Vorschriften und Anforderungen ihre Geräte zukünftig erfüllen müssen. Das Buch von Dietmar Rahmes will hier die nötigen Antworten geben.

Betrachtet man die angestrebte Zielgruppe der Hersteller von elektrischen/elektronischen Geräten und Systemen, erscheint eine Definition der EMV im ersten Kapitel ('Was ist EMV') als überflüssig. Ebenso ist

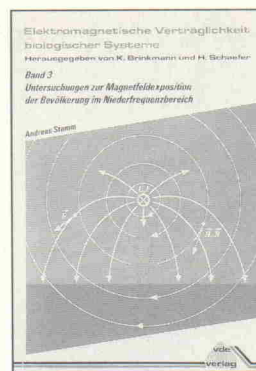
für jemanden, der die Zertifizierung für sein Gerät anstrebt, die Kenntnis der historischen Entwicklung der Rechtsvorschriften nicht notwendig. Im Kapitel 3 wird der Geltungsbereich der EMC-Direktive gut herausgearbeitet. Das Kapitel zur 'Konformitäts-ermittlung' stellt sicher den wesentlichen Grund dar, sich mit diesem Buch zu beschäftigen. Es wäre daher sinnvoll, wenn dieses Kapitel besser im Sinne der Vorgehensweise zur Erlangung eines CE-Zeichens strukturiert worden wäre. Klare Hinweise zum System der europäischen Normung, bestehend aus 'Basic Documents', 'Generic Standards' und 'Product Standards' wären hilfreich. Leider fehlen auch typische Testanordnungen und generelle Grenzwerte.

Sehr ausführlich und kompetent geht der Verfasser auf die Normungssituation in Deutschland ein. Die Kapitel EG- und Amtsblatt-Veröffentlichungen führen die Richtlinien und Prüfstellen auf. Zweckmäßiger wäre es, die zuständigen Prüfstellen in einer einzigen Tabelle zusammenzufassen oder die

Normen nach Anwendungsgebieten zu ordnen.

Der Gesamteindruck dieses Buches ist geprägt durch die fast ausschließliche Behandlung des Themas unter den Aspekten der Telekommunikation. Es ist denen zu empfehlen, die eine Sammlung der heute in Deutschland gültigen Gesetzestexte zum Thema EMV suchen. Konkrete Fragen vieler Hersteller, welche Grenzwerte sie generell mit ihren Produkten einhalten müssen, kann nur zusätzliche Literatur beantworten. Für eine weite Akzeptanz dieses Buches wäre eine kritische Überarbeitung sehr wertvoll. Prof. H. Garbe

Dietmar Rahmes
*EMV-Rechtsvorschriften
und ihre Anwendung
in der Praxis*
München 1993
Franzis Verlag
256 Seiten
DM 59,-
ISBN 3-7723-5071-2



EMV biologischer Systeme

Der Verfasser hat sich vorgenommen, die Exposition von Menschen in unserer technischen Umwelt zu objektivieren. Er betrachtet dabei allerdings einen relativ kleinen Aspekt des Problems, nämlich die Exposition im Bereich niederfrequenter, elektromagnetischer Strahlungen. Diese Strahlung stammt von der Vernetzung und Verkabelung mit elektrischer Energie – insbesondere im Bereich von 50 Hz – und hat also nichts mit dem sogenannten Mikrowellen-Smog zu tun, der im Moment in der Diskussion ist.

Nach einer Einführung in die physikalischen Grundlagen der elektromagnetischen Feldtheorie diskutiert der Autor die verschiedenen epidemiologischen Studien, die über Schädigungen von biologischen Systemen und Menschen unter dem Einfluß niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung berichten. Er kommt zu dem Ergebnis, daß sämtliche Studien nicht aussagekräftig sind und deswegen eine Schädigung bisher nicht nachgewiesen wurde. Gerade aber dies war die Motivation für die Durchführung dieser Arbeit, nämlich die Entwicklung einer verbesserten Meßtechnik und die Suche nach einem Wirkungsmechanismus, dessen Kenntnis die genauere Erfassung der biologischen Wirkung ermöglicht.

Der Autor legt im einzelnen sehr sorgfältig dar, welche Möglichkeiten der Beeinflussung sich aus der Vernetzung der Bundesrepublik mit energieführenden Elektrokabeln ergeben. Sowohl im Straßen- als auch im Eingangsbereich und sogar im Bereich einzelner Wohnungen; er hat je in einem Stadtteil Braunschweigs und Berlins konkrete Messungen durchgeführt und den zeitlichen Verlauf der elektromagnetischen Strahlungen sowohl über den Tag als auch über das Jahr aufgezeichnet. Die Auswertungen sind sehr interessant und mit aktuellen statistischen Verfahren ausgeführt. Alle Meßwerte ELF-MF (extremely low frequency - magnetic field) berühren jedoch nur den Frequenzbereich von 3...3000 Hz. Ebenso sind die Einflüsse der Oberwellen, insbesondere von Phasenanschnittsteuerungen herrührende, nicht berücksichtigt. Dagegen wurden die sachlich gemessenen Daten mit verschiedenen Meßverfahren aus der Literatur verglichen und diskutiert.

Insgesamt ergibt sich ein umfangreiches Quellenmaterial für die Abschätzung der meßtechnisch erfaßbaren elektromagnetischen Strahlungen im Niederfrequenzbereich. Sinnvoll ergänzt um Literaturstand und Tabellen ist es dem Fachmann eine gute Ausgangsbasis und liefert einen Beitrag zur Versachlichung der heiß geführten Elektro-Smog-Diskussion.

Prof. O. Anna

Andreas Stamm
*Elektromagnetische
Verträglichkeit
biologischer Systeme,
Band 3*
*Untersuchung zur
Magnetfelddisposition
der Bevölkerung im
Niederfrequenzbereich*
K. Brinkmann und
H. Schäfer (Hrsg.)
Berlin 1993
vde-Verlag GmbH
140 Seiten
DM 28,-
ISBN 3-8007-1941-X



EMV-gerechtes Gerätedesign

'EMV-gerechtes Gerätedesign' liegt nun in der dritten Auflage vor. Diese Tatsache zeugt davon, daß das Buch offensichtlich von einer breiten Leserschaft akzeptiert worden ist. Der

Titel legt nahe, daß hier eher der Entwickler von Schaltungen als der Wissenschaftler angesprochen wird. Der reichhaltige Erfahrungsschatz des Verfassers wird an vielen praktischen Beispielen deutlich. Manchmal drängt sich aber der Eindruck auf, daß diese Vielzahl zu Lasten der Systematik der Behandlung des Themas ging. Gerade aber die planmäßige Behandlung von EMV-Problemen führt dauerhaft zu störsicheren Schaltungen und Geräten. Insgesamt stellt dies Buch ein wertvolles Nachschlagewerk für einen Schaltungsentwickler dar, der bereit ist, einen gewissen Zeitaufwand für die Suche

nach der Problemlösung zu investieren. Als Einführung in die Systematik der EMV-Technik, die gerade bei komplexen EMV-Problemen dringend notwendig ist, erscheint dieses Buch weniger geeignet. Prof. H. Garbe

Georg Durcansky
*Grundlagen
der Gestaltung
störungsarmer
Elektronik*
München 1993
Franzis Verlag
568 Seiten
DM 78,-
ISBN 3-7723-5385-1

PALASM & Co

Marktreport PLD-Software

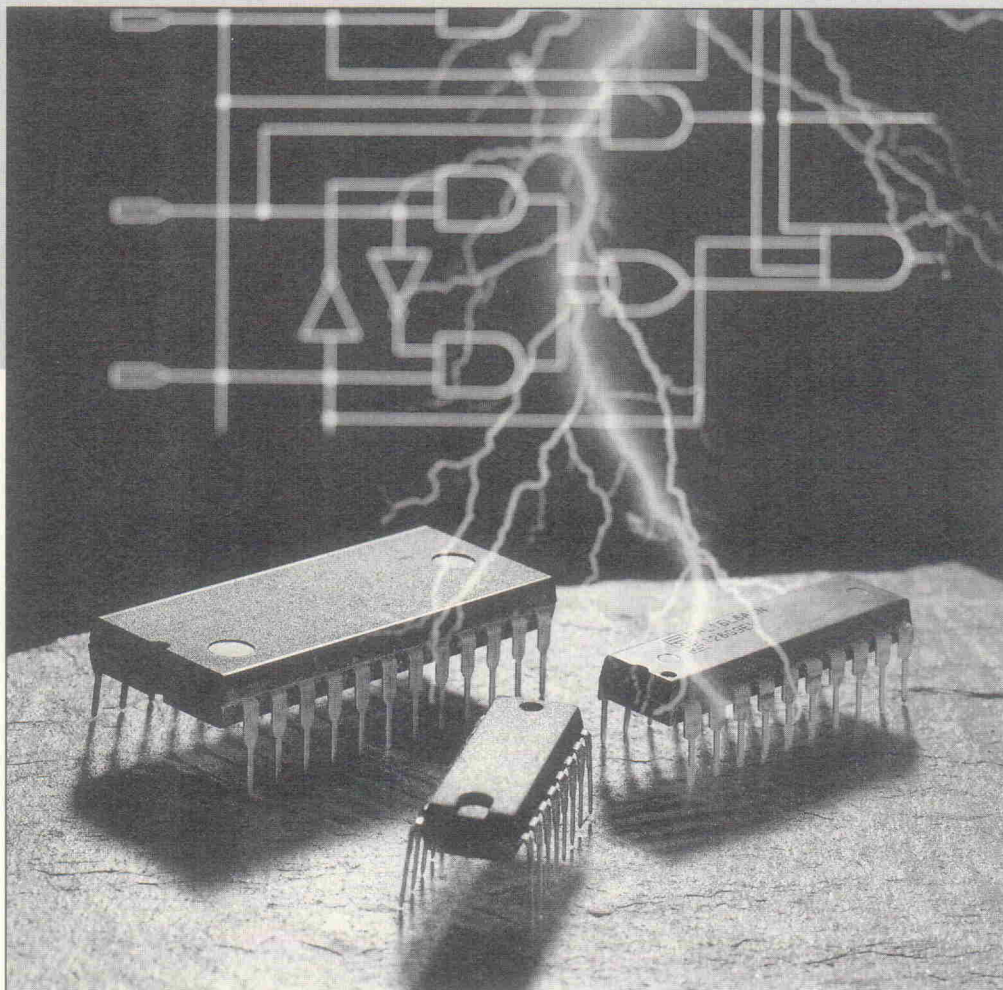
Markt

**Karl-Heinz Milaster,
Christian Iglhaut**

Wer heutzutage Hardware entwickelt, kommt an modernen programmierbaren Logikbausteinen nicht mehr vorbei. Voraussetzung für den Einsatz solcher 'Logikrohlinge' ist zunächst eine Software, mit der diese konfiguriert werden. Die Preise für Logik-Compiler erreichen dabei zuweilen Höhen von etlichen tausend Mark. Der Report nimmt unter die Lupe, was sich derzeit im Low-Cost-Bereich von null bis zu einigen hundert D-Mark tut.

Karl-Heinz Milaster ist freiberuflicher Hard- und Software-Entwickler in München. Er beschäftigt sich zur Zeit vornehmlich mit der Realisierung eines Schach-Coprozessors.

Dipl. Ing. Christian Iglhaut hat nach seinem Studium bei der Bundeswehr ebendort gearbeitet. Zur Zeit bildet er sich an der Uni Hamburg für das Lehramt an Berufsschulen weiter.



Die Logiksynthesoftware kann man grob in herstellerabhängige und herstellerunabhängige Tools aufteilen. Zu der ersten Kategorie gehören PALASM4 von AMD, First Step von Altera, pDS-1016 von Lattice, PLDSHELL von Intel und XACT XEPLD von Xilinx, während easy-ABEL von DATA I/O, der CUPL-PAL-Expert von Logical Devices, der PLDesigner (Studenten-Version) von Minc und das GAL Development System GDS von SH-Elektronik der zweiten Kategorie zuzuordnen sind.

Am Anfang war PALASM

Der Ursprung aller Logik-Compiler wurde Ende der siebziger

Jahre von der Firma Monolithic Memories Inc. (MMI), Erfinder der programmierbaren Logikbausteine (PAL, Programmable Array Logik), entwickelt. Diese Software war – mangels Alternativen zu den PALs – zwangsläufig ein herstellerabhängiges Tool. Später übernahm Advanced Micro Devices (AMD) die Firma MMI. AMD entwickelten den Compiler PALASM, der zur Zeit in der Version 4, Release 1.5, auf dem Markt ist.

Nach wie vor unterstützt PALASM4 nur Bausteine von AMD, insgesamt 72 verschiedene Typen. Dem widerspricht allerdings nicht, daß sich PLDs anderer Hersteller mit gleicher Struktur – also Fusemap-kom-

patible Bausteine – ebenfalls konfigurieren lassen. Der AMD-Compiler gestattet eine Schaltungsbeschreibung nur bei Vorgabe eines bestimmten PLD. Man muß sich also von vornherein auf ein Device festlegen und damit auch abschätzen können, ob sowohl die interne Struktur als auch die Logik-Ressourcen des Bausteins für die gewünschte Schaltung ausreichend beziehungsweise geeignet sind. Alle Funktionen von PALASM4 sind in einer unter DOS laufenden, gut strukturierten Entwicklungsumgebung mit integriertem Editor (keine Mausunterstützung), allerdings ohne Windows-Anbindung untergebracht. Durch eine umfangreiche Online-Hilfe ist die Software auch für den Ein-

steiger leicht zu handhaben, die Einarbeitungszeit reduziert sich auf wenige Stunden. Ein knapp 250seitiger Designer-Guide in [1] führt umfassend und didaktisch gut aufbereitet in die Grundlagen der Logikbeschreibung ein.

Nur Ausfüllen

Grundsätzlich besteht eine Schaltungsbeschreibung in PALASM4 aus dem Deklarations- teil, der Logik- und wahlweise der Simulationsbeschreibung. Im Deklarations- teil, der bei einem neuen Design als vordefinierte Maske automatisch aufgerufen wird, können je nach Bedarf Informationen über die Bezeichnung des Entwurfs, Dateiname oder Kennung, Version, Entwickler, Firma und Datum eingetragen werden. Eintragungen in den Rubriken 'ChipName' und 'Device' sind dagegen zwingend erforderlich. Beim Aufruf von 'Device' wird automatisch ein Fenster mit einer Liste der mit PALASM4 konfigurierbaren PLDs geöffnet. Über Cursor-Tasten kann man das gewünschte Device auswählen und mit <CR> in die Maske übernehmen.

In der Zeile Pin/Node ('P/N') beginnt die Definition aller Signale des PLD: Hier wird festgelegt, ob es sich bei der Vereinbarung um ein externes (Pin) oder ein internes Signal (Node) handelt. Will oder kann man noch nicht festlegen, an welchen physikalischen Anschluß des ausgewählten Device ein Pfad angeschlossen werden soll, trägt man unter 'Number' einfach ein Fragezeichen ein, andernfalls die Nummer des Anschlußpins. Die Rubrik 'Name' nimmt den Signalnamen auf, der Eintrag 'Paired with PIN' ist nur bei AMDs MACH-Bausteinen von Bedeutung und dient unter anderem der Definition von bidirektionalen Signalen. Die Angabe 'Storage' ist wahlfrei. Sie legt fest, ob es sich um ein kombinatorisches, ein Register- oder ein gelatchetes Signal handelt.

Diesem Kopf können weitere, zur Deklaration gehörende Vereinbarungen folgen, die an keine vorgegebene Reihenfolge gebunden sind. Da wäre zunächst die Festlegung von sogenannten Strings, die in ihrer Funktion einem Makro bei Programmiersprachen wie Assembler oder C vergleichbar sind. So bewirkt beispielsweise der

Eintrag STRING Makro 1 'Signal_A * Signal_B * /Signal_C', daß der Compiler einen String mit dem Namen 'Makro 1' anlegt. Immer dann, wenn in der nachfolgenden Schaltungsbeschreibung der Begriff 'Makro 1' auftaucht, ersetzt der Compiler diesen mit der ihm zugeordneten Anweisung.

Mit 'Signature' wird eine Kennung definiert, die man zum Beispiel in GALs einprogrammiert, ohne deren Logik-Ressourcen zu belasten. Beim späteren Auslesen ist damit eine eindeutige Identifizierung des programmierten GALs möglich. Die Signatur ist auf höchstens acht Zeichen begrenzt und kann als ASCII-Code (zum Beispiel: SIGNATURE = elrad294), in binärer Form (SIGNATURE = #B01000101), mit Hexadezimalzahlen (SIGNATURE = #H0A1B2C3D) oder im Octal-Code (SIGNATURE = #O76543210) angegeben werden.

Das Schlüsselwort 'GROUP' ordnet einer Gruppe von Signalen einen Namen zu. Beinhaltet beispielsweise die Definition einer Schaltung die drei Signale A0...A2, so können diese für die nachfolgende Logikbeschreibung mit GROUP-Adresse A[0..2] zusammengefaßt werden.

Eine im Beschreibungsteil folgende Anweisung

Adresse = X * Y * Z

übersetzt der Compiler dann in

A0 = X * Y * Z

A1 = X * Y * Z

A2 = X * Y * Z

womit der Schreibaufwand und damit die Fehleranfälligkeit wesentlich reduziert wird.

Beide gleich

Die Schaltungsbeschreibung in PALASM4 wird entweder mit dem Schlüsselwort 'EQUATIONS' für Logikgleichungen oder mit 'STATE' zur Beschreibung von Zustandsautomaten (State Machines) eingeleitet. Der Entwickler kann auf die in Tabelle 1 aufgelisteten Operatoren zurückgreifen. Die Booleschen Operatoren werden vom Compiler in der Reihenfolge NOT, AND, OR, XOR beziehungsweise XNOR abgearbeitet, Klammerausdrücke werden wie in der Mathematik behandelt. Eine Beschreibung mit Wahrheitstabellen unterstützt PALASM4 nicht.

Bei der Schaltungseingabe in Form von Logikgleichungen bietet sich für einfache Designs der Weg über die Boolesche Algebra an (Listing 1). Für komplexere Schaltungen hingegen wählt man besser die elegantere Methode der IF-THEN-ELSE und CASE-OTHERWISE Sprachkonstrukte (Listing 2). Beide Beschreibungen definieren eine identische Funktion, wie das disassemblierte Listing 3 belegt. Die Beschreibung gemäß Listing 2 ist im Vergleich zum ersten Listing nicht nur weniger fehleranfällig, sondern auch bes-

ser lesbar und leichter zu durchschauen. Natürlich sind beide Formen auch mischbar.

Bei der Eingabe von Zustandsautomaten (Schlüsselwort 'STATE') ist es zunächst erforderlich, sich für eine MOORE_MACHINE (Zustandsautomat, dessen Ausgang nur vom vorigen Zustand abhängt, $Y = f(Z)$) oder eine MEALY_MACHINE (Ausgang hängt von der Eingangsvariablen und dem vorigen Zustand ab, $Y = f(X, Z)$) zu entscheiden. Eine genauere Beschreibung würde den Rahmen

```
;PALASM Design Description

;----- Declaration Segment -----
TITLE    TEMP1.PDS
PATTERN  A
REVISION 1.0
AUTHOR   MILASTER
COMPANY
DATE     12/07/93

CHIP TEMP PALCE26V12

;----- PIN Declarations -----
PIN 1    CLOCK      COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 2    POWER      COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 3    TEMP[1]     COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 4    TEMP[2]     COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 5    TEMP[3]     COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 6    TEMP[4]     COMBINATORIAL      ; INPUT
PIN 7    VCC
; INPUT
PIN 15   OFF         REGISTERED         ; OUTPUT
PIN 16   NORMAL REGISTERED              ; OUTPUT
PIN 17   ALARM REGISTERED              ; OUTPUT
PIN 21   GND
; INPUT

;----- Boolean Equation Segment ---
EQUATIONS

OFF = /POWER
NORMAL = POWER * /TEMP[1] * TEMP[2] * /TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * TEMP[2] * /TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * TEMP[2] * TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * TEMP[2] * TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * /TEMP[2] * /TEMP[3] * /TEMP[4] +
ALARM = POWER * /TEMP[1] * /TEMP[2] * /TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * /TEMP[2] * /TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * /TEMP[2] * TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * /TEMP[1] * /TEMP[2] * TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * /TEMP[2] * /TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * /TEMP[2] * /TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * /TEMP[2] * TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * /TEMP[2] * TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * TEMP[2] * /TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * TEMP[2] * /TEMP[3] * TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * TEMP[2] * TEMP[3] * /TEMP[4] +
POWER * TEMP[1] * TEMP[2] * TEMP[3] * TEMP[4]

;----- Simulation Segment -----
SIMULATION

TRACE_ON POWER TEMP[1] TEMP[2] TEMP[3] TEMP[4] OFF
NORMAL ALARM

SETF /POWER /TEMP[1] /TEMP[2] /TEMP[3] /TEMP[4]
; significance of settings:
; freezer power is off
; temperature reading is 0000
; temperature is immaterial if power is off

CLOCKF CLOCK
CHECK /ALARM OFF /NORMAL
SETF POWER ; freezer power is back on - look for alarm ON next clk
CLOCKF CLOCK
CHECK ALARM /OFF /NORMAL
SETF TEMP[2] ; temperature = four - look for alarm OFF next clk
CLOCKF CLOCK
CHECK /ALARM /OFF NORMAL
SETF TEMP[1] ; temperature = 12 - look for alarm ON next clock
CLOCKF CLOCK
CHECK ALARM /OFF /NORMAL

TRACE_OFF
;-----
```

Listing 1. Schaltungsbeschreibung mit Booleschen Ausdrücken ...

Kaiserstraße 14 26122 Oldenburg
Marktstraße 101-103 26382 Wilhelmshaven

Telefon-Sammel-Nr.: 0 44 21 / 2 63 81
Telefax: 0 44 21 / 2 78 88
Anrufbeantworter: 0 44 21 / 2 76 77

Versand per Nachnahme oder Bankeinzug
(außer Behörden, Schulen usw.)

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 2000,- = 20%

BC	BD	BDX	BFQ	BUX
107A	0.26	239C 0.60	33C 0.73	69 4.15
107B	0.26	240C 0.61	34 0.76	85
108B	0.27	241B 0.62	34C 0.73	84
108C	0.26	241C 0.62	53A 0.72	86
140-10	0.41	242C 0.57	55C 0.76	92 0.67
140-16	0.41	242C 0.57	54A 0.72	98
141-10	0.39	243 0.65	54C 0.72	
141-16	0.39	243B 0.60	66B 3.80	
160-10	0.41	243C 0.60	66C 3.80	90 1.20
160-16	0.41	244 0.64	67B 3.30	10A 1
161-10	0.39	244B 0.62	67C 3.55	11 2
161-16	0.39	244C 0.63	87C 2.45	11A 2
177A	0.31	245B 1.45	88C 2.55	107 0.54
177B	0.26	245A 1.35	170 0.48	20 1.05
237A	0.08	246B 1.45	178 0.45	12A 2
237B	0.08	246C 1.45	250 0.48	45A 11
238A	0.09	249 1.75	198 0.16	50A 7
238B	0.08	249B 1.85	199 0.16	71 1
239B	0.07	249C 1.80	224 0.18	71A 1
327-25	0.09	250 1.90	240 0.16	108 2.40
327-40	0.09	250B 2.00	241 0.17	126 2.40
328-25	0.09	250C 1.85	244A 0.69	180A 2.90
328-40	0.09	317 2.40	245A 0.51	205 2.20
337-25	0.09	318 2.40	245B 0.51	208 1.65
337-40	0.09	410 0.79	245C 0.51	208A 1.70
338-40	0.09	433 0.49	246A 0.67	208B 3.30
338-40	0.09	434 0.53	246B 0.67	209 2.75
368	0.25	435 0.53	246C 0.67	323A 3.60
369	0.25	436 0.53	247A 0.65	326B 2.40
516	0.21	437 0.53	247B 0.65	406 1.15
517	0.22	438 0.53	247C 0.65	406D 1.80
546A	0.07	439 0.53	254 0.18	407 1.15
546B	0.07	440 0.53	255 0.18	407D 1.75
547A	0.07	441 0.53	256A 0.57	408 1.15
547B	0.07	442 0.53	256B 0.57	408D 2.40
547C	0.07	517 1.70	256C 0.57	426 1.85
548A	0.07	529 1.80	257 0.57	426A 1.85
548B	0.07	530 1.60	50B 3.20	403 2
548C	0.07	545 0.74	259 0.63	508A 1.80
549B	0.07	646 0.69	324 0.17	508AF 2.50
549C	0.06	647 0.63	393 0.31	508D 2.05
550B	0.09	648 0.63	417 0.68	508DF 2.50
550C	0.09	649 0.78	418 0.78	526 1.90
555A	0.07	650 0.78	420 0.24	532 2.90
556B	0.07	675 0.47	421 0.26	546N 2.90
557A	0.07	676 0.46	422 0.24	608 3.40
557B	0.07	677 0.47	423 0.24	626A 2.65
557C	0.07	678 0.48	424 0.65	806 1.80
558A	0.07	679 0.49	450 0.19	807 1.40
558B	0.07	680 0.49	451 0.19	903 2.40
558C	0.07	809 0.90	458 0.53	908 2.75
559A	0.08	810 0.90	459 0.44	921 2.65
559B	0.07	879 1.05	469 0.43	
559C	0.07	880 1.20	470 0.44	
560B	0.09	901 0.85	471 0.45	
560C	0.09	902 0.85	472 0.46	
635	0.24	911 0.95	473 0.18	11A 1.45
636	0.24	912 0.95	474 0.18	11AF 1.70
637	0.24		759 0.56	12A 1.80
638	0.24		762 0.56	12AF 2.05
639	0.26		869 0.49	18AF 2.05
640	0.26	85 2.60	870 0.49	56A 1.30
875	0.56	86 2.95	871 0.49	76A 1.30
876	0.56	95 2.40	872 0.49	92 0.64
877	0.56	96 2.40	900 1.25	93 0.64
878	0.59		959 0.38	
879	0.56		960 0.58	
880	0.56		961 0.77	
		64B 2.10	964 0.75	46A 2.15

UA	ICM	MC	SAS					
7805	0.78	7212D	68.65	1310DIL	1.50	560S	3.10	
7805K	1.70	7217TJ	21.90	1327DIL	4.50	570S	1.30	
7806	0.78	7218A	13.20	1350S	5.05	600	2.60	
7807	1.00	7224	25.00	1377DIL	5.65	670	2.60	
7808	0.73	7226A	80.70	1408DIL	3.30			
7809	0.73	7555	0.57	1488DIP	0.37			
7810	0.73	7556	1.45	1496DIL	1.05	SG		
7812	0.65			1558DIP	1.90	3524N	0.99	
7812K	1.70			3361N	3.90	3525A	1.80	
7815	0.65	L		3403DIL	0.61	3526N	9.80	
7815K	1.70	149	3.95	3486DIL	1.40			
7818	0.65	165	3.55	3487DIL	1.40	TAA		
7820	0.65	200-220	2.75			550	0.44	
7824K	1.70	200-TO3	6.95	MM		611T	2.55	
78H05	23.20	203B	0.52	5369DIP	6.80	761A	1.40	
78L02	0.71	204B	0.87			765A	1.20	
78L02	0.71	272	2.40	NE		861A	1.15	
78L05	0.58	293B	4.80	40	5212DIL	5.20	865A	1.30
78L06	0.69	293D	4.80	529DIL	3.80	2761A	1.50	
78L07	0.86	296	8.50	532DIP	0.52	2765A	1.80	
78L08	0.69	297	8.00	538DIP	4.70			
78L09	0.69	298	13.00	585DIP	0.49	TBA		
78L10	0.69	387	3.85	585DIL	0.64	120	1.15	
78L12	0.69	603C	4.80	566DIL	2.40	120S	0.79	
78L24	0.69	702B	4.80	566DIP	1.80	120T	0.95	
78S05	1.05	4810	3.55	567DIP	0.87	120U	0.92	
78S09	1.10	4885	3.55	570DIL	5.80	120U	0.92	
78S10	1.10	4902	4.95	571DIL	4.35	231A	1.50	
78S12	1.05	4916	2.75	572DIL	4.80	331	0.87	
78S15	1.10	4940V12	2.80	592DIL	0.95	440N	5.30	
78S18	1.10	4940V5	2.70	592DIP	1.05			
78S24	1.05	4960	4.70	612DIP	2.85			
7905	0.69	4962	4.15	614DIL	6.75			
7908				645DIL	6.00			
7909	0.79			646DIL	5.20			
7910	0.96	LF		4558DIP	1.45			
7912	0.69	347DIL	0.87	5205DIP	8.30			
7915	0.69	351DIP	0.92	5532DIP	1.10			
7918	0.69	353DIP	0.92	5532ADIP1	6.00			
7920	0.69	355DIP	1.10	5534DIP	1.10			
7924	0.69	356DIP	0.95	5534ADIP1	1.30			
79L05	0.67	357DIP	1.10					
79L06	0.76	398DIP	4.75	OM				
79L07	0.76	411CN	1.60	335	24.20			
79L08	0.76	13741DIP	1.90	350	14.95			
79L09	0.76			360	27.70			
79L10	0.76							
79L12	0.67	LM						
79L15	0.67	35CZ	11.65	OP				
79L24	0.82	224DIL	0.90	01 CP	9.45			
		239DIL	1.15	02 CP	9.15			
		258DIP	0.66	02 CY	20.20			
		301DIP	0.52	04 CP	14.10			
		392D3	3.65	05 CZ	11.65			
		311DIP	0.46	07 CP	36.25			
		7137-220	0.98	08 CP	77.25			
		318DIP	1.25	09 FP	23.30			
	</							

METEX
INSTRUMENTS – Fortschritt in
richtungsweisender DMM-Messtechnik

- **Kapazitätsmessung:** 2/20/200nF 2/20/200mF
- **Frequenzmessung:** 2/20/200kHz, 1MHz
- **db-Messung:** 200mVAC / 20VAC
- **Temperaturmessung:** -40°C ~ 1200°C
- **Memory für 10 Messungen**
sowie Vergleichsmessungen
- **True RMS measurement**
- **Überlast- und Überspannungsschutz**
- **Alle Standardbereiche**
- **Auto-Polaritätsanzeige, Low-Bat**
- **Auto/ Min/ Max/ Daten-Aufzeichnung**
- **Computer-Schnittstelle** sowie Software



Dual-Display

Kein Rabatt möglich



Metex M-3640D

DM 179,-

Kern (Kilocal/mole)		Kilocal/mole		Kilocal/mole		Kilocal/mole	
3100DIP	2.45	3900DIL	1.05	1043P	14.35	1908	2.60
3130DIP	2.10	3999DIP	2.00	1044P	6.15	1910	4.75
3130TO	2.45	3911DIP	3.45	1057	12.10	1940	3.55
3140DIP	1.25	3911DIL	3.55	1058	6.70	1950	3.55
3140TO	2.60	3912DIL	1.05	1059	25.90	2002	1.15
3160DIP	1.60	13600DIL	2.75	1060	8.00	2011	1.35
3161DIL	2.25	13700DIL	2.75	1070	14.60	2004	2.25
3162DIL	9.80			1074	8.30	2005	3.40
3189DIL	2.65			1075	9.65	2005S	2.60
3240DIP	2.20	LT		1082	20.10	2006	1.65
		1021CCN	14.40	1094-2	6.50	2008	2.75
		1028CN	18.25	1124	7.95	2009	3.50
ICL		1037	7.65	1250	5.50	2010	2.10
7106	3.90	1047	9.25	1251	11.20	2020	3.50
7106R	4.80	1054CN	10.35	1274	14.40	2030	1.25
7107	3.90	1070CT	22.40	1293	25.00	2030AV2	4.00
7109	11.20	1073CN	11.60	3004P	4.30	2030H	2.30
7116	5.45	1074CT	19.25	3006P	4.00	2040	2.05
7117	5.45	1080CN	11.85	3007P	4.00	2054M	2.65
7126	5.45	1081CN	9.10	3009P	10.80	2170	5.80
7135	9.70	1083	28.10	3010P	5.65	2270	4.20
7136	5.40	1083-5	28.10	3049P	8.55	2320	0.94
7621	5.40	1084-12	28.15	3049P	12.25	2535	2.40
7650	5.10	1084	18.75	5246	24.70	2540	4.00
7660	2.20	1084-5	18.75			2541	1.95
8038	6.60	1084-12	18.75	SAB		2543	5.00
8069	2.95	1085	13.90	0529	9.10	2545	4.15
8211	3.45	1085-5	13.90	0600-	5.85	2560	7.80
		1085-12	13.90	3011	9.30	2677A	6.85
		1086	7.10	3021	9.30	2578	6.00
ICM		1086-5	7.10	3022	18.70	2579A	6.65
7207A	17.50	1086-12	7.10	3023	8.80	2581	1.70
7216R	7.60	1090CN	45.65	3209	6.00	2581	3.70

DA	TLC	MOS	LS	74 F					
593	1.75	251DIP	3.55	4*00	0.33	00	0.29	00	0.59
594	4.50	271DIP	0.94	4*01	0.33	01	0.35	02	0.59
595	3.60	272DIP	1.64	4*02	0.33	02	0.35	03	0.59
596	1.90	274DIL	2.40	4*06	0.65	03	0.35	08	0.59
597	5.25	272DIP	1.50	4*07	0.33	04	0.35	10	0.56
598	8.60	374DIL	2.05	4*08	0.75	05	0.35	11	0.59
780A03	1.50	393DIP	1.95	4*09	0.44	06	0.87	14	0.73
822	1.95	555DIP	0.61	4*10	0.44	07	0.87	20	0.59
822M	1.45	566DIL	1.20	4*11	0.39	08	0.35	27	0.61
840	1.40	4*12	0.42	4*12	0.33	09	0.35	30	0.59
048	2.60			4*13	0.33	10	0.35	33	0.59
090	2.20			4*14	0.69	11	0.35	37	0.64
001	9.95	3104	4.65	4*15	0.69	13	0.35	38	0.67
001	7.00			4*16	0.41	14	0.45	74	0.61
005	7.00			4*17	0.80	15	0.35	86	0.81
006	6.95			4*18	0.66	19	2.20	112	0.99
010	7.25	106BS	4.30	4*19	0.69	20	0.35	113	0.97
011	4.50	111B	3.55	4*20	0.69	21	0.35	125	1.25
060	0.65	175M	5.50	4*21	0.69	22	0.35	135	1.25
061A	6.65	208B	2.95	4*22	0.69	26	0.35	138	1.15
662A	7.70	211B	3.30	4*23	0.34	27	0.35	194	2.05
665	5.90	211B	5.35	4*24	0.52	28	0.35	241	1.10
666N	9.65	212B	9.00	4*25	0.34	30	0.35	244	1.10
676B	24.50	217B	2.00	4*26	1.05	31	2.25	245	2.15
690A	6.55	237B	2.50	4*27	0.41	32	0.35	373	1.10
692A	8.30	244B	2.50	4*28	0.69	33	0.35	417	1.75
					69	37	0.35	540	4.70
					35	38	0.35	541	4.70

ERSA MS 6000
Elektroniklötstation

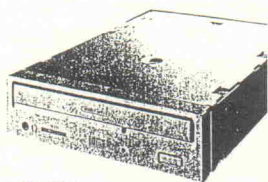


Die MS 6000 ist ein kompaktes Lötgerät für die Elektronik-Industrie, für Labors und den anspruchsvollen Amateur. Die großzügige Dimensionierung (60W), das neueartige PTC-Heizelement mit innenbeheizter Lötspitze (Anheizzeit nur 60s) erlauben einen breiten Anwendungsbereich. Der Regelbereich von 200 - 450°C wird mittels Potentiometer gewählt. - Also kein lästiges Wechseln der Lötspitzen für den jeweiligen Temperaturbereich.

Bestellnr.: **MS 6000** **DM 169.90**
Kein Rabatt möglich

[illegible]

MITSUMI Double Speed HIGH PERFORMANCE CD-ROM-DRIVE



- XA-Standard
- 250ms Zugriffszeit
- Multisession-fähig
- Multimedia nach MPC-2
- elektronisch geführter CD-Einschub

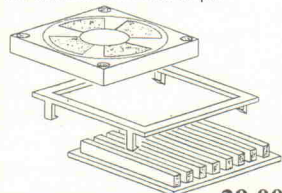
Bestellnummer:

PC-CD ROM 05 429,- DM

Kein Rabatt möglich

CPU - Lüfter

für 486er
12 Volt
mit Rahmen und Kühlkörper



CPU - Lüfter 29,00



IIT
INTEGRATED
INFORMATION
TECHNOLOGY

Co-Proz.

2C87-12	115.00
2C87-20	118.00
3C87-25	89.00
3C87-33	99.00
3C87-40	103.00
3C87SX-25	95.00
3C87SX-33	115.00
3C87SX-33	129.50

Kein Rabatt möglich.

PC-Componenten

Motherboards

ATB 386DX-40	128K Cache	259,-
ATB 486DX-33	256K Cache	798,-
ATB 486DX-50	256K Cache	1198,-
LB 486DX-33	256K Cache	829,-
LB 486DX-50	256K Cache	1239,-
LB 486DX2-66	256K Cache	1379,-

VGA-Karten

VGA-Karte 512K	78,-
VGA-Karte ET4000	1MB 199,-
VGA-VLB Cirrus Logic	1MB 199,-
VGA-VLB ET4000W32	1MB 298,-

Controller

HDD/FDD AT	39,-
HDD/FDD AT VLB	89,-
IDE Cache VLB	379,-
SCSI 1542C	398,-

Platten

HDD 250MB	429,-
HDD 340MB	618,-
HDD 420MB	839,-
HDD 540MB	1149,-

Gehäuse

Slim-Line-Gehäuse	149,-
Desktop Gehäuse	129,-
Mini Tower	129,-
Big-Tower	199,-

Frachtkosten für Monitore und Gehäuse nach tatsächlichem Aufwand

Monitore

VGA Color MPR 14"	539,-
VGA Color MPR 15"	759,-
VGA Color 15" Digi	879,-
VGA Color 17" Digi	1679,-
VGA Color 17" MAG	1998,-

Tastaturen

PC-Tastatur MF 102	39,-
PC-Tastatur Samsung	59,-
PC-Cherry G81	99,-

Kein Rabatt möglich

Crimpzange

für RG 58 / 59 + 62

Einbaubuchse:
UG 1094U-C58 4.00
UG 1094U-C62 3.40

BNC-Crimp-Stecker

- Stecker:
- UG 88U-C58 1.65
- UG 88U-C59 1.65
- UG 88U-C62 2.20



Crimpzange
DM 49.00



- Kupplung:
- UG 89U-C58 2.90
- UG 89U-C62 3.10

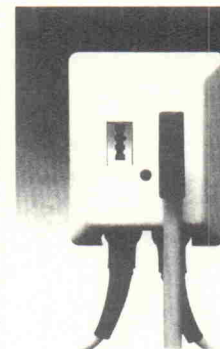
- Abschlußstecker:
- UG 88/50 W 5.30
- UG 88/75 W 5.80
- UG 88/93 W 5.80

- Knickschutzülle:
- BNCT-58 0.40
- BNCT-62/59 0.40

Ethernet-Anschluß-Dosen

Anschlußflexibilität
bei höchster Sicherheit

Typ:
EAD AP



Jedes einzelne Endgerät kann ohne Beeinträchtigung des PC-Netzwerksystems beliebig an oder abgekoppelt werden. Beim Ziehen des Endgerätesteckers wird der aktive Netzbetrieb nicht unterbrochen.

Kein Rabatt möglich

EAD-AP	59.00	Aufputzdose
EAD-UP	61.50	Unterputzdose
EAD-2M	67.90	Anschlußkabel 2m
EAD-5M	84.90	Anschlußkabel 5m
EAD-7M	99.50	Anschlußkabel 7m

Speicher

EProms

27C64-150	8Kx8	5.40
27C64-200	8Kx8	5.30
27C128-150	16Kx8	6.20
27C256-120	32Kx8	6.55
27C256-150	32Kx8	6.50
27C512-150	64Kx8	6.95
27C1001-120	128Kx8	11.95

Preistendenz bei EProms steigend

D-Rams

41256-80	256Kx1	3.10
41256-100	256Kx1	3.00
511000-70	1Mx1	10.90
514256-70	256Kx4	10.90

statisch

6264-100	8Kx8	4.15
62256-100	32Kx8	8.80
628128-70	128Kx8	25.40

für Cache-Speicher:

6164BK-20	8Kx8	6.95
61256K-20	32Kx8	14.50
61416K-20	16Kx4	5.80

Kein Rabatt möglich.

Simm-Sipp-Module

Tagespreise anfragen

- Simm 256Kx9-70
- Simm 1Mx9-70
- Simm 4Mx9-70
- Simm 4Mx9-60

Kein Rabatt möglich



SCART-Kabel



Computer-Scartkabel

Bestellnummer:

AK 315 2m 11.90

Steckverbinder:

2x Scart-Stecker

20 Pole verbunden

Video-Scart-Kabel

Bestellnummer:

AK 902 1,5m 7.45

8 Pole verbunden

Bestellnummer:

AK 902 1,5m 7.45

Bestellnummer:

AK 902 1,5m 7.45

SUB-D - Steckverbinder

Stecker, Lötkehl

MIND-STIFT 09	0.43
MIND-STIFT 15	0.61
MIND-STIFT 19	0.93
MIND-STIFT 23	0.93
MIND-STIFT 25	0.48
MIND-STIFT 37	0.95
MIND-STIFT 50	2.45

Buchse, Lötkehl

MIND-BUCHSE 09	0.43
MIND-BUCHSE 15	0.61
MIND-BUCHSE 19	0.93
MIND-BUCHSE 23	0.93
MIND-BUCHSE 25	0.48
MIND-BUCHSE 37	0.95
MIND-BUCHSE 50	2.45

Stecker, gewinkelt

MIND-STIFT 09W	1.40
MIND-STIFT 15W	2.05
MIND-STIFT 19W	2.15
MIND-STIFT 37W	3.45

Buchse, gewinkelt

MIND-BUCHSE 09W	1.50
MIND-BUCHSE 15W	2.10
MIND-BUCHSE 25W	2.25
MIND-BUCHSE 37W	3.45

Stecker, Schneid-Klemm

MIND-STIFT 09FB	2.25
MIND-STIFT 15FB	2.45
MIND-STIFT 25FB	2.45
MIND-STIFT 37FB	5.10

Buchse, Schneid-Klemm

MIND-BUCHSE 09FB	2.35
MIND-BUCHSE 15FB	2.50
MIND-BUCHSE 25FB	2.55
MIND-BUCHSE 37FB	5.30

Kappen für SUB-D

Posthaube

Kappe CG9G	0.43
Kappe CG15G	0.48
Kappe CG19G	0.65
Kappe CG23G	0.79
Kappe CG25G	0.48
Kappe CG37G	0.98
Kappe CG50G	1.50

metallisiert

Kappe 09M	0.65
Kappe 15M	0.75
Kappe 19M	1.40
Kappe 23M	1.35
Kappe 25M	0.78

Voilmetall

Kappe 09VM	1.65
Kappe 15VM	2.25
Kappe 25VM	2.65

Bestellnummer:

PSL 10 10pol	0.92
PSL 14 14pol	1.20
PSL 16 16pol	1.30
PSL 20 20pol	1.35
PSL 26 26pol	1.65
PSL 34 34pol	2.20
PSL 40 40pol	2.40
PSL 50 40pol	2.75
PSL 60 60pol	3.30

Buchse, vergoldet

inkl. Zugentlastung

Bestellnummer:

PFL 10 10pol	0.54
PFL 14 14pol	0.59
PFL 16 16pol	0.69
PFL 20 20pol	0.71
PFL 26 26pol	0.72
PFL 34 34pol	0.86
PFL 40 40pol	1.55
PFL 50 50pol	1.70
PFL 60 60pol	2.10

Drucker-Kabel etc

SUB-D Centronic-Printerkabel



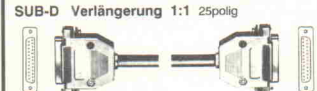
Bestellnummer:

AK 101	2m	4.90
AK 102	3m	6.90
AK 103	5m	9.30
AK 104	7m	12.90
AK 105	10m	16.70

Steckverbinder:

D-SUB-Stecker	25pol
Centronic-Stecker	36pol

SUB-D Verlängerung 1:1 25polig



Bestellnummer:

AK 401	2m	5.80
AK 402	3m	7.50
AK 403	5m	9.85
AK 404	7m	13.90

Steckverbinder:

2xD-SUB-Stecker	25pol
D-SUB-Stecker	25pol
D-SUB-Buchse	25pol

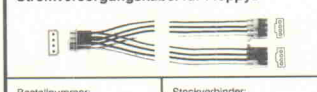
Bestellnummer:

AK 405	5m	9.85
AK 406	7m	13.90
AK 407	2m	6.50
AK 409	7m	9.90

Steckverbinder:

2xD-SUB-Buchse	25pol
----------------	-------

Stromversorgungskabel für Floppys



Bestellnummer:

AK 319	0,2m	2.15
AK 3191	0,2m	2.30
AK 3192	0,2m	2.30

Steckverbinder:

für 2x Floppy 5,25"	
für 2x Floppy 3,5"	
für 1x Floppy 3,5" und 1x Floppy 5,25"	

Dies ist nur ein kleiner Auszug aus unserem 20000 Artikel umfassenden Elektronik-Gesamtprogramm.

Kostenlosen Katalog anfordern!



Postfach 1040
26358 Wilhelmshaven

TEL 04421 / 2 63 81

FAX 04421 / 2 78 88


```

;PALASM Design Description

;----- Declaration Segment -----
TITLE      TEMP2.PDS
PATTERN    A
REVISION    2.0
AUTHOR      J.ENGINEER
COMPANY     ADVANCED MICRO DEVICES, INC.
DATE        01/01/90

CHIP       TEMP    PALCE26V12

;----- PIN Declarations -----
PIN 1      CLOCK    COMBINATORIAL    ; INPUT
PIN 2      POWER    COMBINATORIAL    ; INPUT
PIN 3..6    TEMP[1..4] COMBINATORIAL    ; INPUT
PIN 7      VCC
; INPUT
PIN 15     OFF      REGISTERED; OUTPUT
PIN 16     NORMAL   REGISTERED; OUTPUT
PIN 17     ALARM    REGISTERED; OUTPUT
PIN 21     GND
; INPUT

;----- Boolean Equation Segment ---
EQUATIONS

IF POWER = 0 THEN
  BEGIN
    OFF      = 1
    ALARM    = 0
    NORMAL   = 0
  END ; END IF STATEMENT
ELSE
  BEGIN
    CASE ( TEMP[1..4] )
    BEGIN
      #04..8:
      BEGIN
        NORMAL = 1
        ALARM   = 0
        OFF     = 0
      END
    OTHERWISE:
    BEGIN
      ALARM = 1
      NORMAL = 0
      OFF   = 0
    END ; END OTHERWISE STATEMENT
  END ; END CASE STATEMENT
END ; END ELSE STATEMENT

; Simulations-Beschreibung wie TEMP1.PDS
;-----

```

Listing 2. ... und komfortabler mit IF-THEN-ELSE und CASE-OTHERWISE.

```

TITLE FILE temp1.JED DIS-ASSEMBLED
PATTERN
REVISION
AUTHOR
COMPANY
DATE

CHIP DIS_ASM PAL26V12

PIN 1 CLK1 ; aus Platzgründen wurde das Listing
:
NODE 13 R41 ; im Bereich P/N gekürzt.

EQUATIONS

R17.TRST = VCC
/R17:= /I2
+ /I3 * CLK2
+ I3 * /CLK2 * /I5 * /I6
R17.CLKF = CLK1

/R32 := /I2
+ /I3 * CLK2
+ I3 * /CLK2 * /I5 * /I6

R16.TRST = VCC
R16:= I2 * /I3 * CLK2
+ I2 * I3 * /CLK2 * /I5 * /I6
R16.CLKF = CLK1

/R31 := I2 * /I3 * CLK2
+ I2 * I3 * /CLK2 * /I5 * /I6

R15.TRST = VCC
R15:= /I2
R15.CLKF = CLK1

/R30 := /I2

```

Listing 3. Der JEDEC-Disassembler erzeugt identische Quelltexte für Temp1.jed und Temp2.jed.

dieses Artikels sprengen; englischsprechende Leser seien hier nochmals auf [1] verwiesen. Wer sich mit dem Englischen nicht herumschlagen mag, kann auf [2] zurückgreifen, wo die Grundlagen der Logikprogrammierung mit PALASM zwar kompakt, aber gut verständlich dargestellt sind.

Sparsam

Der integrierte Logikoptimierer stellt sicher, daß durch eine automatische Vereinfachung der Schaltung im Zielbaustein nicht mehr Logik-Ressourcen als unbedingt nötig verbraucht werden. Da man in der Praxis manchmal nur Teile einer Schaltung minimieren möchte, besitzt PALASM4 die Möglichkeit, die MINIMIZE_ON- und MINIMIZE_OFF-Steuermechanismen ein- und auszuschalten.

Zum Erkennen von Designfehlern in einem möglichst frühen Stadium stellt PALASM4 einen funktionalen Simulator bereit. Die Schaltung wird hierbei ohne Berücksichtigung der Signallaufzeiten innerhalb des selektierten PLD getestet. Das kann zur Folge haben, daß der Simulator ein logisch korrektes Ergebnis liefert, die Schaltung in einem realen PLD aber nicht wie gewünscht funktioniert.

PALASM wird zur Zeit in der Version 4, Release 1.5, zum Preis von 298,- D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer angeboten. Wem das zu teuer ist, der schaue in den Buchtipp auf Seite 53.

pDS-1016 im System

Von Lattice Semiconductor Corporation – den Erfindern der GAL-Bausteine – erhält man

für 180,- DM eine auf den Baustein ispLSI 1016 eingeschränkte Version ihres Design-tools pDS 2.20. Das Tool pDS-1016 bietet dem Anwender die Möglichkeit, erste Erfahrungen mit in der Zielschaltung programmierbaren CPLDs sammeln (ispLSI 1016: in system programmable LSI 1016). Es ist kein externes Programmiergerät zur Konfiguration der Bausteine notwendig. Neben zwei Disketten erhält man die komplette Dokumentation der Vollversion [3]. Das Softwarepaket erwartet als Systemvoraussetzung einen 386er PC mit 8 MByte RAM, MS Windows 3.0 unter DOS 3.3 oder höher und 10 MB Platz auf der Festplatte; die Installation läuft vollautomatisch.

Für die Beschreibung einer Schaltung mit pDS-1016 gibt es zwei Wege: Zum einen kann man seine Schaltung mit einem beliebigen Texteditor beschreiben. Dazu benutzt man die in Tabelle 1 aufgeführten Operatoren. Der sehr magere Sprachumfang dieses Verfahrens läßt jedoch zu Recht vermuten, daß dies nicht der von Lattice favorisierte Weg ist. Tatsächlich stellt die Software eine Bibliothek mit einer Fülle von Makros (über 220) bereit, die zwischen einem einfachen Eingangspuffer und einem 8-Bit-Addierer so gut wie alles abdeckt.

Blockweise

Wird pDS gestartet, öffnet sich unter 'Macro' ein Fenster mit einer Liste der verfügbaren Makros. Auf der Suche nach einem Addierer stößt man hier beispielsweise auf ADDH8. Nach der Wahl desselben und einen Klick auf 'Soft Place' erwartet pDS die Information, in wel-

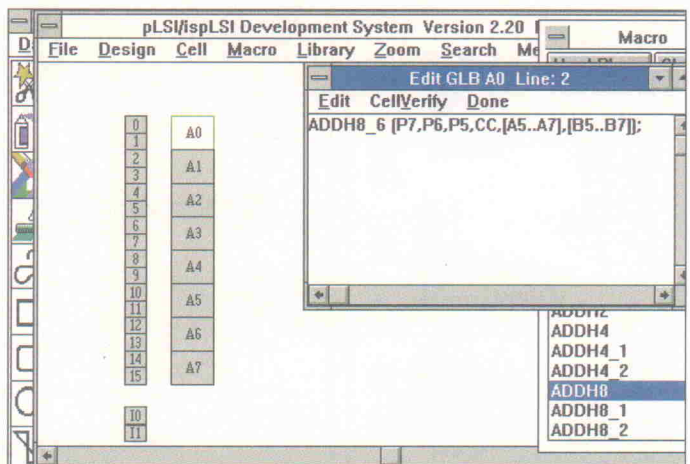


Bild 1. Der 8-Bit-Addierer wird in die Logikblöcke eines Intel-PLD platziert.

chem Teil der Logik der Addierer implementiert werden soll. Dies geschieht einfach durch Anwählen eines der sechzehn Logikblöcke (GLB, Generic Logic Block) des 1016-Bausteins, die mit A0...A7 und B0...B7 bezeichnet sind (Bild 1). Es öffnet sich dann ein weiteres Fenster, das die Schaltungsbeschreibung für den gewünschten GLB enthält und in dem die vom Makro vorgegebenen Signalnamen durch eigene ersetzt werden können. Mit 'Done' im Edit-Fenster ist dieser Eintrag in die Schaltungsbeschreibung übernommen.

Da die Beschreibung des Addierers in einem einzigen Block nicht genügend Platz findet, wird man aufgefordert, solange weitere GLBs anzuklicken, bis der Addierer vollständig untergebracht ist. Will man einen nur 6 Bit breiten Addierer beschreiben, bietet sich hierfür zum einen die Möglichkeit, ihn aus einer 4- und 2-Bit-Version zusammenzusetzen. Oder man beschreibt die 8-Bit-Version und verbindet Ausgang 7 und Ausgang 8 einfach nicht mit einer I/O-Zelle. Dies veranlaßt den Compiler zwar zu einer entsprechenden Warnung, hindert ihn aber nicht daran, das Design zu übersetzen und die für die beiden überflüssigen Addiererausgänge notwendigen Logik-Ressourcen wieder freizugeben.

Auf Eis gelegt

Nun müssen im Testdesign noch die Ein- und Ausgänge definiert werden. Hierzu sucht man in den Macros nach IB 11 (Input Buffer), ruft 'Soft Place' auf und wählt eine der von 0 bis 31 durchnummerierten I/O-Zellen. Es erscheint wiederum ein Edit-Fenster, das die Modifikation der Einträge erlaubt. Damit ist die Verbindung zwischen einem Eingangssignal des Addierers und einer I/O-Zelle des Bausteins, jedoch nicht zu einem bestimmten Pin hergestellt. Um die Pinnummer für einen Anschluß festzulegen, nimmt man im Edit-Fenster den zusätzlichen Eintrag

XPIN IO <Signalname>
LOCK <Pin-Nummer>

vor. Nach dem Klick auf 'Done' wird die Prozedur so lange wiederholt, bis alle Eingangssignale beschrieben sind. Danach wählt man das Makro OB 11 (Output Buffer 11) an und verfährt gleichermaßen für die Ausgangssignale des Addierers. Nach Definition aller GLBs und I/Os –

wobei die Reihenfolge beliebig ist – sind die belegten Blöcke beziehungsweise Zellen von den freien farblich abgesetzt. Unter 'Design' und 'Verify' prüft der Compiler die Beschreibung auf formale Fehler. Ist die Schaltung syntaktisch korrekt beschrieben, wird der Router aufgerufen, der die Schaltung für den Zielbaustein verdrahtet. 'FAST' oder 'STRONG' startet das Routing, das für den Addierer nach wenigen Sekunden beendet ist. Nun kann man unter 'Pins' die bis jetzt noch nicht sichtbare Zuordnung der I/O-Zellen zu den Anschlußpins einfrieren. Dadurch wird bei einer Änderung oder Erweiterung der Schaltung und dem damit notwendigen erneuten Routen die Pinbelegung des Bausteins beibehalten. Achtung: Es kann vorkommen, daß der Router bei sehr vielen Änderungen im Design eine Verdrahtung auf die vorgeschriebenen Pins nicht mehr schafft. Dann hilft nur, die eingefrorenen Pins teilweise oder im ungünstigsten Fall komplett freizugeben und die Verdrahtung neu durchzuführen.

Ist der Route-Vorgang erfolgreich beendet, wird ein sogenannter 'Fusemap' erstellt, der Informationen zur Programmierung des Bausteins enthält. Im File-Menü speichert man das komplette Design ab. Zusätzlich bietet pDS-1016 eine Option zum Export des Designs ins LDF-Format. Im Report-File findet man Angaben über die Pinbelegung, die verbrauchten Logik-Ressourcen sowie natürlich die Logikgleichungen zur Schaltungsbeschreibung. Außerdem gibt der Report auch Auskunft über Laufzeiten der Signale vom Eingang über die Logikblöcke bis zu den Ausgangspins. Damit ist man beispielsweise in der Lage, durch Addition die maximale Taktfrequenz eines 16-Bit-Zählers zu bestimmen. Eine funktionale Simulation ist in pDS-1016 allerdings nicht enthalten. Der Compiler kann zwar Simulationsdaten exportieren, die man anschließend mit ViewSim von ViewLogic verifizieren könnte – aber dazu muß man natürlich das ViewLogic-Tool besitzen.

Laufen lernen mit First Step

First Step von Altera kommt auf zwei HD-Disketten frei Haus, die neben dem Programm selbst die notwendige Dokumentation und eine Einführung in AHDL

Operatoren der vorgestellten Systeme

Bedeutung	PALASM	pDS-1016	First Step	XEPLD	PLD shell
NOT	/	!	!	/	/
AND	*	&	&	*	*
OR	+	#	#	+	+
XOR	±	\$	\$		±
XNOR	*:	!\$!\$		
Zuweisung	=	=	=	=	=
Registerzuweisung	:=			:=	:=
größer	>		>		>
größer gleich	>=		>=		>=
kleiner	<		<		<
kleiner gleich	<=		<=		<=
ungleich	<>		!=		<>
Zustandsgleichung	:=		==		:=
Latch-Zuweisung	*=				*=
Zustandsänderung	->				->
Local Default	++>				++>
Termbegrenzung	[]	[]	[]		[]
Bereich	::				::
Ausdruck	()				()
String-Begrenzer	'				'
Addition/Subtraktion			+/-		
Substitution	{ }				
Don't care	%				
Trennzeichen	,				,
Binärzahl	#B	^B	B'n'		#b, #B
Dezimalzahl	D	^D	n		<n>
Hexadez.-Zahl	#H	^H	H'n', X'n'		0x, #h, #H
Oktalzahl	O	^O	O'n', Q'n'		0, #o, #O
Kommentar	;	//	%...%	;	;

– dem Altera-eigenen Dialekt – enthalten. First Step, eine abgespeckte Version von MAX+plusII, ist auf den EPM7032 limitiert. Dies ist der kleinste der elektrisch löschbaren und wiederprogrammierbaren Logikbausteine aus der MAX-7000-Reihe von Altera [4]. Mit 32 Makrozellen und 600 nutzbaren Gattern besitzt der 7032 die notwendige Kapazität, um drei bis vier herkömmliche GALs oder PALs (zum Beispiel des Typs 22V10) zu ersetzen.

Um das Designtool sinnvoll nutzen zu können, sollte man

wenigstens einen 386er mit 33 MHz auf dem Schreibtisch stehen haben. Vorausgesetzt werden weiterhin 10 MByte freier Festplattenspeicher, 4 MByte RAM und MS Windows 3.1. Es schadet allerdings nicht, noch einmal vier zusätzliche Megabyte an Arbeitsspeicher zu spendieren. Größere Designs danken es mit deutlich kürzeren Kompilationszeiten.

Zum Installieren der Software auf einem Rechner hat man nur vom Windows-Programmanager die Setup-Routine von First Step zu starten, der Rest folgt auto-

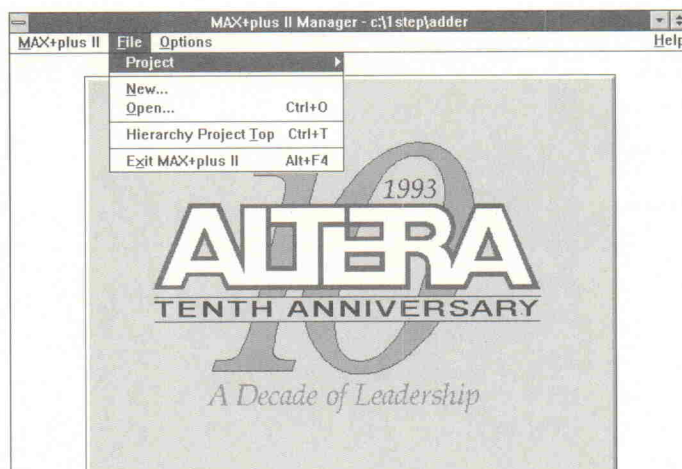


Bild 2. Das Eröffnungsbild macht deutlich, daß First Step aus der MAX+plusII-Software stammt.

matisch. Lobenswerterweise nimmt das Installationsprogramm nicht von sich aus Eintragungen in der Autoexec.bat vor, sondern fordert den Anwender dazu auf. So muß man sich seine mühevoll erzeugte Batch-Datei nicht von oftmals sinnlosen Anweisungen zerstückeln lassen. Die Dokumentation zu First Step findet man in Textdateien von insgesamt

80 KByte – was für den mit Logiksprachen vertrauten Anwender als Einführung ausreicht.

Wer allerdings noch nie mit AHDL oder einer ähnlichen Sprache gearbeitet hat, findet möglicherweise nur über etliche Versuche und Irrtümer zu einem ersten funktionsfähigen Programm. Die Darstellung der Funktionen und Vereinbarun-

gen ist nicht eindeutig. Es bleibt stets ein Rest Zweifel, wofür das Statement nun gerade gebraucht werden kann. Auch ist an mancher Stelle schwierig nachzuvollziehen, wie die korrekte Syntax einer Anweisung zu lauten hat. Die drei angefügten Beispiele unterschiedlicher Komplexität sind ohne Kenntnis der AHDL-Sprache teilweise nicht zu verstehen und erhöhen die Verständlichkeit nicht gerade. Wie es besser geht, zeigt Altera selbst im Applikationshandbuch [5].

Einfach übernehmen

AHDL ist in seinem Aufbau mit landläufigen Programmiersprachen vergleichbar, seine Struktur erinnert entfernt an den Umgang mit Pascal. Prinzipiell kann man jeden ASCII-Editor zur Beschreibung seines Designs heranziehen. Es empfiehlt sich jedoch der Texteditor von First Step, um von den dort eingebauten Features zu profitieren. So beschleunigen zum Beispiel eine Reihe von Kurzkommandos die Arbeit bei der Erzeugung umfangreicher Schaltungen.

Das wohl beste Detail ist eine abrufbare Liste aller AHDL-eigenen Deklarationen und Statements: Von der Vorgabe einer kompletten Designstruktur über die korrekte Definition von Registern bis hin zur Deklaration von State Machines. Man muß nun nur noch die gewünschte Anweisung auswählen, in den Editor übernehmen und die Platzhalter durch eigene Namen ersetzen – das spart Zeit und minimiert Eingabefehler.

Neben den in Tabelle 1 aufgelisteten Operatoren bietet AHDL auch Anweisungen wie IF-THEN-ELSE und CASE sowie die Beschreibung von Funktionsblöcken mit Wahrheitstabellen. Darüber hinaus bietet First Step die Möglichkeit, sowohl bestehende Designs im PALASM-Format mit dem Utility PASM2TDF als auch solche in ABEL-Syntax mit PLA2TDF nach Altera zu konvertieren. Eine wesentliche Erweiterung gegenüber PALASM4 bieten die beiden arithmetischen Operatoren + (plus) und – (minus). Wer jemals versucht hat, einen 8-Bit-Addierer mit dem Sprachschatz von PALASM4 zu definieren, wird wissen, was gemeint ist – wer es noch nicht versucht hat, sollte es möglichst bleiben lassen. Die Beschreibung von Zu-

standsautomaten ist unter First Step mindestens ebenso elegant zu lösen wie unter PALASM4. Darüber hinaus erleichtern spezielle Mechanismen die Behandlung illegaler Zustände. First Step bietet eine effektive Minimierung der beschriebenen Schaltung, bei der mit

```
MINIMIZATION = (FULL | PARTIAL |
NONE | DEFAULT)
```

verschiedene Optimierungsgrade einstellbar sind.

Nicht nur sicher, sondern ...

Nach dem Aufruf von First Step unter Windows (Bild 2) und dem Anklicken von 'Files' und 'Open' erscheint ein Fenster zur Auswahl der zu bearbeitenden Datei. Ist diese Auswahl getroffen, wird automatisch der Editor aufgerufen, und die Schaltungsbeschreibung kann beginnen.

Über 'Insert AHDL Template' wird im Menü 'Edit' des Texteditors zuallererst eine Liste sämtlicher Strukturen, Statements und Deklarationen angezeigt. Durch Doppelklicken übernimmt man den gesuchten Wortlaut in das Design. Jetzt noch die Platzhalter durch eigene Bezeichnungen ersetzen, und das Programm steht. So einfach kann AHDL sein – bleibt nur zu wünschen, daß das Fenster nicht nach jeder Übernahme gleich wieder verschwindet.

Ist die Eingabe des AHDL-Textes abgeschlossen, wählt man aus dem File-Menü nicht 'Save', sondern 'Save & Check'. Nach Sichern der Datei ruft First Step dann den Compiler auf und überprüft in einem Vorlauf den korrekten Aufbau des Programms sowie die Syntax der Anweisungen. Tritt eine Unstimmigkeit auf, zeigt ein eigenes Fenster genau Ort und Art des Fehlers. Ein schneller Mausklick auf 'Locate' reicht aus, die Stelle im Texteditor zu markieren. Das erübrigt die mühevollen Zeilensuche nach Angabe der Zeilennummer.

Und noch ein Feature bietet First Step: Schreibfehler in ansonsten korrekten Anweisungen korrigiert der Compiler selbstständig. So erzeugt die Eingabe von 'ELSEIF' im Durchlauf eine Warnung, 'ELSEIF' werde nun durch das richtige 'ELSIF' ersetzt. Im Idealfall erscheint danach in einem Fenster die Meldung über die erfolgreiche Durchführung des Syntaxcheck.

```
Project Information                                c:\1step\user\counter.rpt
MAX+plus II Compiler Report File
Version 3.20 7/14/93
Compiled: 12/11/93 21:05:13

* Project compilation was successful

4-Bit Zähler

EQUATIONS

clear      : INPUT;
clock      : INPUT;
d0         : INPUT;
d1         : INPUT;
d2         : INPUT;
d3         : INPUT;
enable     : INPUT;
load       : INPUT;

% q0       = count0 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
% count0   = _LC018 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
q0         = DFFE( _EQ001 $ GND, GLOBAL( clock), !clear, VCC,
VCC);
_EQ001     = enable & !load & !q0
           # !enable & !load & q0
           # d0 & load;

% q1       = count1 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
% count1   = _LC019 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
q1         = DFFE( _EQ002 $ GND, GLOBAL( clock), !clear, VCC,
VCC);
_EQ002     = enable & !load & !q0 & q1
           # enable & !load & q0 & !q1
           # !enable & !load & q1
           # d1 & load;

% q2       = count2 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
% count2   = _LC020 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
q2         = TFFE( _EQ003, GLOBAL( clock), !clear, VCC, VCC);
_EQ003     = enable & !load & q0 & q1
           # d2 & load & !q2
           # !d2 & load & q2;

% q3       = count3 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
% count3   = _LC022 from file 'counter.tdf' line 10, column 7 %
q3         = TFFE( _EQ004, GLOBAL( clock), !clear, VCC, VCC);
_EQ004     = enable & !load & q0 & q1 & q2
           # d3 & load & !q3
           # !d3 & load & q3;

TITLE '4-Bit Zähler';

SUBDESIGN counter
(
    clock, load, enable, clear ,d[3..0] :
INPUT;
    q[3..0] :
OUTPUT;
)
VARIABLE
    count[3..0] : DFF;

BEGIN
    count[0].clk = GLOBAL(clock);
    count[0].clrn = !clear;

    IF load THEN
        count[] = d[];
    ELSIF enable THEN
        count[] = count[] + 1;
    ELSE
        count[] = count[];
    END IF;

    q[] = count[];

END;
```

Listing 4. 4-Bit-Zähler im Altera-Slang AHDL.

An dieser Stelle bleibt das Compilerfenster geöffnet und durch Klicken des Start-Buttons wird das komplette Design übersetzt. Danach laufen eine Reihe von rechenintensiven Vorgängen ab: das Programm übersetzen, soweit möglich minimieren und dabei überflüssige Produktterme entfernen, die optimale Belegung für einen passenden Baustein (bei First Step nur 7032) suchen und den Assemblercode für eine Programmierereinheit erzeugen. Die verschiedenen Stufen, die dabei durchlaufen werden, zeigt der Compiler schematisch auf dem Bildschirm an und informiert darüber hinaus über den Fortschritt der Aktion. Speziell bei umfangreicheren Designs, deren Übersetzung eine halbe Stunde und mehr dauern kann, ist es ein beruhigendes Gefühl zu sehen, daß der Rechner am Arbeiten und noch nicht in den ewigen Speichergründen versunken ist.

Nach dem Kompilieren hat First Step mehrere Infodates erzeugt. In der Fit-Datei (.fit) erfährt man Wissenswertes über die Belegung der Ein- und Ausgangspins sowie der verwendeten Logikzellen. Der wesentlich umfangreichere Report-File (.rpt) enthält alle Informationen über das Design: angefangen von Datum und Uhrzeit über eine Statistik der genutzten und ungenutzten Chip-Ressourcen bis zur grafischen Darstellung des Bausteins mit der vollständigen Bezeichnung der Anschlußpins und deren Funktion. Zu guter Letzt erhält man noch ein Assembler-File zur Weitergabe an eine Programmierereinheit, mit der man einen EPM7032 'brennen' kann.

Fix ausgebaut

Zähler lassen sich in den EPM7032 komfortabel implementieren, da sie in ihrer Funktionsweise dem inneren Aufbau des Bausteins sehr nahe kommen. In Listing 4 ist der Report-File eines 4-Bit-Zählers dargestellt. In der SUBDESIGN-Sektion sind Ein- und Ausgänge des Bausteins definiert. Die zweimal vier Bit (d0...d3, q0...q3) sind jeweils als Gruppe bezeichnet. Will man den 4-Bit-Zähler auf einen 8-Bit-Zähler erweitern, muß man nur die Gruppe der Ein- und Ausgänge sowie die der Zahlenvariablen anpassen. Im Abschnitt VARIABLEN ist die Zählvariable als Gruppe ([3..0]) vom Typ D-Flip-Flop (DFF) definiert. Zur synchronen

Zählweise taktet man mit 'global' am Clock-Eingang. Rücksetzung (Reset) erfolgt über 'clear'. Die drei folgenden Anweisungen legen die Bedingungen für den eigentlichen Zählvorgang fest, am Ende wird das Zählergebnis dem Ausgang q[3..0] zugewiesen.

Auf Diät gesetzt

Speziell beim Durchlauf des Compilers erfährt man schmerzhaft, daß eines der interessanten Details des MAX+plusII-Komplettpaketes fehlt: Das Simulatormodul zur vollständigen Simulation des Schaltungsverhaltens im Baustein nebst grafischer Darstellung als Impulsdigramm. Wer es sich antun will, kann natürlich die Logikgleichungen von Hand aus der Reportdatei ins Abel-Format zurückübersetzen und dann dort (zum Beispiel mit easy-Abel) simulieren – mit einem praxisgerechten Verfahren hat das freilich nichts zu tun.

Man kann die 'Abmagerungskur' von MAXII-Plus auch überprüfen, um zu sehen, was beim 7032-Paket so alles fehlt: Nach dem Starten von First Step klickt man zuerst 'Options' und dann 'Authorization Code' an und erhält in der Rubrik 'Disabled Features' einen Überblick über all das, was man für das Design mit komplexen PLDs so gut gebrauchen könnte.

XEPLD mit Manager

Der XEPLD-Translator, offiziellen Bezeichnung DS-550-PC1, kostet 159,- DM und ist eine von Xilinx erweiterte Version der Software PlusTran von Plus Logic. Xilinx hat die Firma Plus Logic und damit auch deren Bausteine nebst Software vor einiger Zeit übernommen. Für den Gebrauch von XEPLD benötigt man eine 386er CPU zuzüglich 4 MByte Extended Memory. Auf der Festplatte müssen für die automatisierte Installation mindestens 13 MByte frei sein. Die integrierte Entwicklungsumgebung XACT akzeptiert ausschließlich DOS als Betriebssystem, ein Start unter Windows 3.1 ist nicht möglich.

Das Programm aktiviert man mit dem Befehl XDM. Es erscheint die XACT-Oberfläche, unter der man auch die 'großen' PLDs von Xilinx, nämlich die LCAs der 2000er-, 3000er- und 4000er-Serie beschreiben kann.

```
TITLE          9-BIT CASCADABLE ADDER FOR XC7272
AUTHOR        JEFF SELTZER
COMPANY       Xilinx
DATE          DEC. 30, 1991

; PLD equation file example for XC7272 schematic-based designs

CHIP          ADD8  XEPLD

INPUTPIN
A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7

; A0-A8:      A-BUS INPUTS (A0 = LSB)
; B0-B8:      B-BUS INPUTS (B0 = LSB)

OUTPUTPIN
S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7

; S0-S7:      SUM OUTPUTS (S0 = LSB)

PARTITION ADDER S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7

EQUATIONS

S7.D1 = A7/B7 + /A7*B7
S7.D2 = A7
S7 = S7.D1 XNOR S7.D2
S7.ADD = VCC

S6.D1 = A6/B6 + /A6*B6
S6.D2 = A6
S6 = S6.D1 XNOR S6.D2
S6.ADD = VCC

S5.D1 = A5/B5 + /A5*B5
S5.D2 = A5
S5 = S5.D1 XNOR S5.D2
S5.ADD = VCC

S4.D1 = A4/B4 + /A4*B4
S4.D2 = A4
S4 = S4.D1 XNOR S4.D2
S4.ADD = VCC

S3.D1 = A3/B3 + /A3*B3
S3.D2 = A3
S3 = S3.D1 XNOR S3.D2
S3.ADD = VCC

S2.D1 = A2/B2 + /A2*B2
S2.D2 = A2
S2 = S2.D1 XNOR S2.D2
S2.ADD = VCC

S1.D1 = A1/B1 + /A1*B1
S1.D2 = A1
S1 = S1.D1 XNOR S1.D2
S1.ADD = VCC

S0.D1 = A0/B0 + /A0*B0
S0.D2 = A0
S0 = S0.D1 XNOR S0.D2
S0.ADD = VCC
```

Listing 5. Mit XEPLD erstellte Beschreibung des 8-Bit-Addierers unter Nutzung der auf Arithmetik hin getrimmten Ressourcen der EPLD-Serie XC7000 von Xilinx.

Natürlich lediglich theoretisch, wenn man also die entsprechende Software besitzt. Das DS-550 ist jedoch 'nur' für die Entwicklung von EPLDs bestimmt – und das muß man dem XACT Design Manager (XDM) auch sagen. Dazu klickt man im Profile-Menü unter 'Family' einen der angebotenen XC7000-Bausteine an. Falls vorher im Profile ein LCA-Device gesetzt war, ändert sich damit die Leiste im Hauptmenü.

Schnell gefunden

Im Menü 'Design Entry' stellt man fest, daß eine schematische Eingabe mit Orcad oder Viewlogic vorgesehen ist. Ebenso verhält es sich mit der Simula-

tion. Aber auch wenn man nicht über Orcad- oder Viewlogic-Tools verfügt, läßt sich eine Schaltung eingeben, wobei sich generell zwei Wege anbieten: Hat man bereits Teile seines Designs in einem Hochsprachenformat vorliegen, bietet XEPLD im Menü 'Translate' Übersetzungsmöglichkeiten zum PLD-Format. Eine Konvertierung von ABEL ist ebenso möglich wie von PALASM oder CUPL. Allerdings traten dabei kleine Fehler auf, die nicht vom ursprünglichen Design herrühren – hier scheint die Software ein paar Schwächen zu haben. Diese Fehler sind jedoch mit Unterstützung des Error-Files (.err) recht schnell behoben. Außerdem befindet sich in der

Datei *.log' an der entsprechenden Stelle der Schaltungsbeschreibung ein Fehlervermerk – was die Suche sehr vereinfacht.

Um eine neue Schaltung zu erstellen, bedient man sich eines beliebigen Texteditors (zum Beispiel DOS-Editor) und beschreibt das Design in der XEPLD-spezifischen PLUSASM-Sprache. Das zur Software gelieferte Handbuch [6] gibt hier nähere Auskunft. Der Schwerpunkt dieser 345seitigen Schrift liegt jedoch auf den Erläuterungen zur schematischen Schaltungseingabe (185 Seiten) – was nur für stolze Besitzer der entsprechenden Tools interessant ist. Die bei PLUSASM verwendeten Operatoren zeigt Tabelle 1. Der DOS-Editor ist übrigens schnell erreicht: nur 'dos edit <filenames>' in die Befehlszeile (CMD, unten auf dem Bildschirm) eingeben, und schon ist man an der gewünschten Stelle.

Ist die Schaltungseingabe mit PLUSASM beendet, speichert man alles als PLD-Datei ab (.pld) und geht mit einem 'exit' zurück zum XDM. Im Translate-Menü überprüft man das Design nun mit 'Plusasm'. Ist alles korrekt, minimiert der Compiler die Gleichungen und erstellt zwei Dateien: einen Report-File (.lga), der Informationen zur Schaltung selbst gibt, und einen Component-File (.vmh). Alle vom Compiler generierten Files kann man sich übrigens unter 'Browse' im Menü 'Utilities' ansehen. Ist die Schaltung fehlerhaft, zeigen die zugehörigen Files '*.err' und '*.log', woran es hapert.

Zugriff verweigert

Nach Beseitigung aller Fehler aktiviert man den Fitter und paßt die Schaltungsbeschreibung dem Baustein mit 'fiteqn' an. Der Compiler erzeugt einige Reportdateien (.res über Res-

ourcen, .pin der Pinliste, .map über das Mapping, .log über die Logikintegration) und die Datenbasis für sämtliche logische Verbindungen (.vmh oder .vmd).

Unter 'Verify' werden abschließend die Programmierdaten für das Programmiergerät wahlweise im JEDEC- oder im HEX-Format (.jed oder .prg) generiert. Hier bietet XEPLD auch die Möglichkeit, Simulationsfiles für Orcad oder Vewlogic zu erzeugen – so man diese Tools bereits besitzt.

Der Logik-Compiler PLUSASM kann, ebenso wie die bereits vorgestellten Programme, seine auf PALASM zurückgehenden Wurzeln nicht verleugnen. Leider ist die Bibliothek zum XEPLD nur über die schematische Eingabe zugänglich. Wenn man auch unter PLUSASM über Kurzbezeichnungen Zugriff auf die Library-Elemente hätte, würde das so manchen

Schaltungsentwurf erheblich verkürzen.

Wer Designs mit komplexen Zählern oder ALUs (Arithmetik Logic Units) im Auge hat, ist mit dem DS-550 gut bedient: Die EPLDs der XC7000-Serie besitzen eine auf diese Anwendungen hin optimierte Struktur, die auch von der Software effektiv unterstützt werden. Listing 5 zeigt die Low-Level-Definition des 8-Bit-Addierers mit PLUSASM, optimiert auf die XC7000-Ressourcen.

PLDshell Plus

Das herstellerabhängige Design tool PLDshell Plus Version 3.1 von Intel erhält man kostenlos in Form von drei Disketten. Es ist mit einem ausführlichen englischen Handbuch [7] inklusiv zahlreicher Beispiele ausgestattet und unterstützt alle zur Zeit verfügbaren Intel-PLDs. Eine für die Arbeit unter DOS konzipierte Entwicklungs-

```
Title          128 x 9 SRAM Block
Pattern        1
Revision       1
Author         Daniel E. Smith Edited by Glenn Rich 8/7/93
Company        Intel Corp.
Date           6/12/92

CHIP    sram1    KUPX780_132

; inputs

PIN          /OE_          ; SRAM Output Enable

; / in front means negative logic

PIN          WR_            ; SRAM Write Enable
PIN          ENABLE_        ; SRAM Block Enable
PIN          A[0:6]         ; SRAM Address bus
PIN          DIN[0:8]        ; RAM Inputs

; outputs

PIN          DOUT[0:8]       RAM    3VOLT    ; RAM Outputs

EQUATIONS
; For sram .be .we and .trst are negative logic.
; define the logic to be compatible with
; other merged files in FIFO1.PDS

DOUT[0:8].DATA = DIN[0:8]
DOUT[0:6].ADDR = A[0:6]
DOUT.BE = /ENABLE_
DOUT.WE = /WR_
DOUT.TRST = OE_

SIMULATION

VECTOR ADDRESS := [ A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 ]
VECTOR INDAT := [ DIN8 DIN7 DIN6 DIN5 DIN4 DIN3 DIN2 DIN1 DIN0 ]
VECTOR OUTDAT := [ DOUT8 DOUT7 DOUT6 DOUT5 DOUT4 DOUT3 DOUT2 DOUT1 DOUT0 ]

TRACE_ON ADDRESS ENABLE_ WR_ OE_ INDAT OUTDAT
; trace sets up trf file. Look at sram.trf

SETF WR_ ENABLE_ /OE_
SETF WR_ ENABLE_ OE_

; write to bottom location

SETF ADDRESS := 0x00 INDAT := 0x155
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; write to top location

SETF ADDRESS := 0x7F INDAT := 0x0AA WR_ ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_
```

```
; write to a middle location

SETF ADDRESS := 0x2E INDAT := 0x063 WR_ ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; write to a middle location with no OE_

SETF /OE_
SETF ADDRESS := 0x4C INDAT := 0x12B WR_ ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_
SETF ADDRESS := 0x00 OE_

; test write enable with no block enable

SETF WR_
SETF /WR_
SETF WR_

; read from bottom location

SETF INDAT := 0x000
SETF ADDRESS := 0x00 WR_ ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; read from top location

SETF ADDRESS := 0x7F WR_ /ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; write then read from a middle location

SETF ADDRESS := 0x2E /WR_ /ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; write then read from a middle location

SETF ADDRESS := 0x4C /WR_ /ENABLE_
SETF /WR_ /ENABLE_
SETF WR_ ENABLE_

; space out signals

SETF WR_ ENABLE_ OE_
SETF /WR_ /ENABLE_ /OE_

TRACE_OFF

; end of simulation
```

Listing 6. Die einfache Definition von RAM-Blöcken in Intels FLEXlogic-Familie.

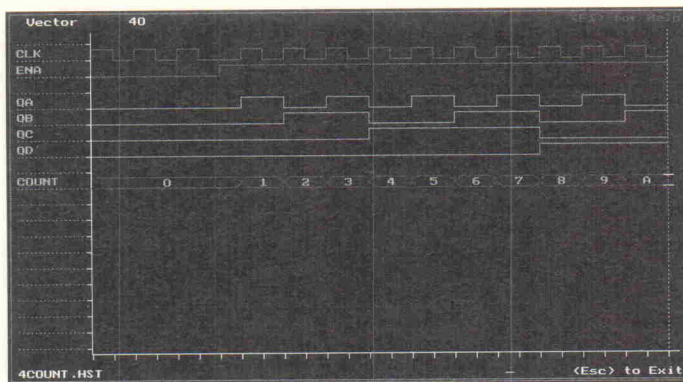


Bild 3. Das Intel-Simulationsfile eines 4-Bit-Zählers.

umgebung mit Mausunterstützung integriert wie bei PALASM4 alle notwendigen Funktionen. Lauffähig ist es auf PCs mit einer 386er-CPU (oder höher) und mindestens 4 MByte Extended Memory. Voraussetzung für die Installation sind fünf MByte freier Festplatten-speicher.

Zur Schaltungsbeschreibung benutzt der Intel-eigene Logik-Compiler PLDasm die in Tabelle 1 aufgelisteten Operatoren. Auf Hochsprachenkonstrukte wie IF-THEN-ELSE oder CASE-OTHERWISE muß man bei PLDasm leider verzichten – was die Beschreibung komplexerer Schaltungen nicht eben erleichtert.

Im Gegensatz zu allen bisher beschriebenen Tools bietet PLDshell Plus ein architektur-unabhängiges Device 'INTEL_ARCH', mit dem man fast beliebig komplexe Schaltungen definieren kann, ohne sich vorher auf einen Baustein festzulegen. Unverständlich bleibt, daß dabei der im Paket integrierte Funktionssimulator nicht aufgerufen werden kann. Selbst die zum Programm mitgelieferten Beispielfiles mit dem 'Device' INTEL_ARCH lassen sich nicht fehlerfrei kompilieren, da sie Simulationsanweisungen enthalten. Hier gibt es für Intel wohl noch etwas zu tun ...

Liest man zum Einstieg in das Programmpaket die Readme-Datei, erfährt man, daß die vorliegende Version 3.1 einige Verbesserungen enthält: so kann man jetzt ein Mitglied der Flexlogic-Familie, nämlich den iFX740 beschreiben. Nach Aussagen von Intel soll ab der nächsten Version 3.2 im Frühjahr auch der iFX780 enthalten sein. Außerdem sorgt ein Memory Manager für eine bessere Verwaltung des erweiterten Speicherbedarfs.

Universelle Eingabe

Mit PLDshell ist eine Schaltungsbeschreibung in Form von Booleschen Gleichungen über Texteditor möglich. Die Software hat hierfür im Hauptmenü das Feld 'Editor', über das bei Eingabe des gewünschten File-Namens automatisch der DOS-Editor aufgerufen wird. Als weitere Beschreibungsformen bietet PLDshell Wahrheitstabellen und State Machines. Die PLDasm-Syntax findet man neben dem Handbuch auch im View-Menü unter 'Source Files' in der Beispieldatei Summary.pds.

Ist nun die Schaltung im Editor beschrieben und als PLD-File abgespeichert, ruft man das Menü 'Compile/Sim' auf und kompiliert das ganze. Dabei wird eine Minimierung nach Espresso II durchgeführt, Simulationsvektoren und eine JEDEC-Datei erzeugt. Bei fehlerhaftem Design gibt der Compiler eine Meldung raus, die man sich in einem Error-File ansehen kann. Eine detaillierte Fehlersuche unterstützt PLDshell leider nicht – das passende File (.err) ist eher dürrig und verlangt einem schon eine gewisse Sicherheit im Umgang mit PLD-Beschreibungssprachen ab. Nach Entfernen aller Unstimmigkeiten und einer erfolgreichen Kompilierung muß im Programm-Menü noch eine Programmierdatei erstellt werden.

Neben einer Schaltungsbeschreibung im Texteditor kann man bei PLDshell bereits existierende JEDEC- oder PDS-Source-Files einlesen und in das PLD-Format konvertieren. Es ist also auch hier kein Problem, bestehende PALs und GALs in einen Intel-Baustein zu integrieren.

Der im Paket integrierte Simulator erlaubt die Darstellung von Testergebnissen in Wave-

form. Änderung der Auflösung durch einfache Mausklicks und eine unterschiedliche Farbgebung je nach Art des Pfades erleichtern das Beobachten dabei erheblich (Bild 3). Im Menü Databook bietet das Softwarepaket umfangreiche Erläuterungen und Hilfestellungen zu allem, was das Drumherum von PLDshell Plus betrifft. So findet man neben einer kurzen Einführung in alle Intel-Bausteine auch die Auflistung der einsetzbaren Programmiergeräte nebst Bezugsadressen.

Hier sei kurz auf eine Besonderheit der FLEXlogic-Familie hingewiesen, die sie für speicherintensive Arbeiten geradezu prädestinieren: Teile der Logik-Ressourcen können als RAM-Blöcke von 128×10 Bit konfiguriert werden (Listing 6). Sie sind auch für eine Ansteuerung durch interne Signale (NODES) ausgelegt. Konfiguriert man in einem iFX740 beispielsweise 128×16 Bit RAM,

so werden durch die nun verfügbaren 128 Register mit einer Breite von 16 Bit lediglich ein Viertel der Logik-Ressourcen verbraucht. uk

Literatur

- [1] PALASM User Manual, Advanced Micro Devices
- [2] PLD-Programmierung mit PALASM/ A. Auer; W. Reis. Heidelberg: Hüthig, 1993 – ISBN 3-7785-2232-9
- [3] pLSI and ispLSI Development System User Manual, Lattice Semiconductor Corporation
- [4] MAX 7000 Data Book, Altera Corporation, San Jose (CA), 1993
- [5] Applications Handbook, Altera Corporation, San Jose (CA), 1992
- [6] XEPLD Development System User Guide, Xilinx
- [7] PLDshell PLUS/PLDasm User's Guide V3.1, Intel Corporation

Der Buchtip

PLD-Programmierung mit PALASM

Das Buch behandelt die Entwicklung von Logikbausteinen mit der Programmiersprache PALASM von Advanced Micro Devices (AMD). Neben einer Einführung in PLD-Architekturen und -Beschreibungsmethoden erhalten alle, die mit dieser Technologie noch nicht vertraut sind, auf den ersten sechzehn Seiten Hinweise dazu, was eine 'gute' Entwicklungssoftware bieten sollte. Danach steigen die Autoren in die PAL-Programmierung ein: Sie erläutern die im PAL-Assembler benutzten Begriffe sowie PAL-typische Beschreibungsformen mit vielen sinnvollen und verständlichen Beispielen. Das Fitting und die Simulation für MACH-Bausteine von AMD als zusätzliche PALASM-Programmierungunterstützung wird ebenfalls dargelegt. Neben der Beschreibung einiger PALASM-Menüfenster findet sich ein gut sechsseitiges Lexikon zum PAL-Assembler. Durch die beispielgeführten Erläuterungen zum schrittweisen Nachvollziehen erhält man eine gute Starthilfe in die PLD-Programmierung.

Das Programmpaket PALASM kann man beim Hüthig-Verlag für nur 25 DM bekommen, das Bestellformular dazu

findet man im Anhang des Buches. Drei ausführliche Schaltungsentwürfe (von der Eingabe bis zur Simulation) sowie die im Buch verwendeten Beispiele stellt der Hüthig-Verlag dem Leser auf einer Demo-Diskette (10 DM) ebenfalls zur Verfügung. uk



A. Auer, W. Reis
PLD-Programmierung
mit PALASM
Heidelberg 1993
Hüthig Verlag
113 Seiten
DM 36,-
ISBN 3-7785-2232-9

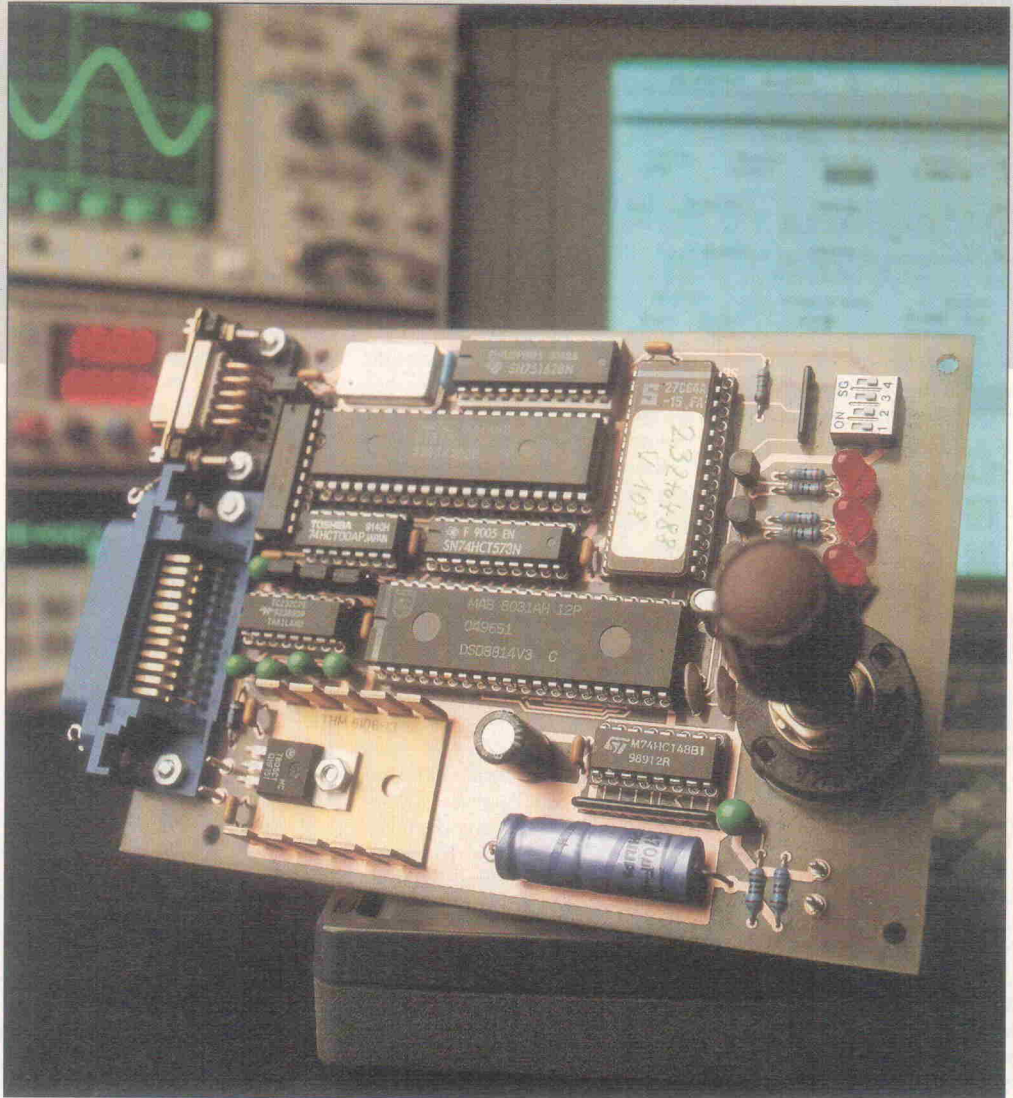
Stellvertreter

Interface-Konverter von RS-232 nach IEEE-488

Projekt

Stefan Breuer

Bei der Entwicklung des PC haben die IBM-Ingenieure eine bis dato etablierte Rechnerschnittstelle einfach ignoriert – die IEEE-488. Nachrüstungen erfordern eine entsprechende Slot-Karte nebst Treiber-Software und werten einen so bestückten Rechner dermaßen auf, daß er nur noch IEEE-488-Steuerrechner ist. Mit dem Stellvertreter dagegen sind alle PC-Typen vor dem I-Tripel-E-Bus gleich.



Der Konverter kann einerseits mit einer festen Adresse am IEEE-Bus arbeiten, das heißt, man wählt per Drehschalter das gewünschte IEEE-Gerät aus, und es stellt sich für den PC als RS-232-Gerät dar. Oder aber man geht in den programmierbaren Betrieb; dann muß man sich zwar selbst um das Bus-Handling kümmern, dafür hat man aber vollen Zugriff auf fast alle IEEE-488-Funktionen für den Buseinsatz.

Um sich mit der IEEE-488-Schnittstelle und dem Busbetrieb vertraut zu machen, sei an dieser Stelle auf die Literaturliste am Ende des Beitrages hin-

gewiesen, weil eine Beschreibung den Rahmen des Artikels bei weitem sprengen würde.

Betrieb mit festen Adressen

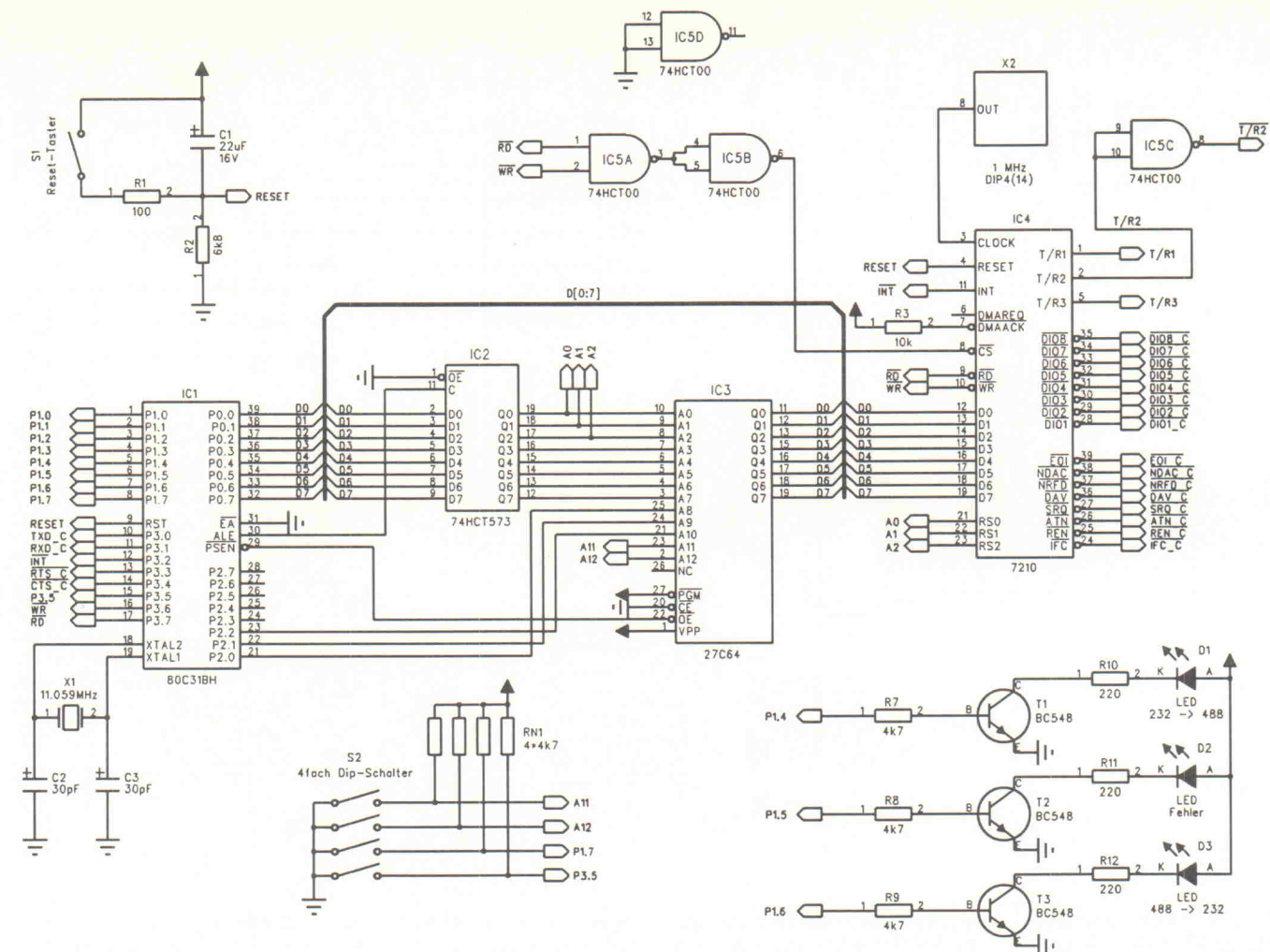
In den Schalterstellungen 1...8 ist der Stellvertreter als Sprecher (mit der festen Adresse 0) und das IEEE-Gerät mit den wählbaren Adressen 1...8 als Hörer adressiert. Alle Daten, die von der RS-232-Seite eintreffen, werden einfach an den IEEE-Bus 'durchgereicht'. In dieser Betriebsart versteht der Stellvertreter keine Befehle; die einzige Möglichkeit, Daten vom

IEEE-Bus entgegenzunehmen ist ein SRQ (Service Request). Durch einen Serial Poll versucht der Stellvertreter herauszufinden, welches Gerät den SRQ verursacht hat. Dabei werden alle möglichen Gerätenummern von 1...30 (alle, außer der eigenen) abgefragt; es können also auch Geräte einen SRQ senden, die gerade nicht adressiert sind. Die RS-232-Seite erhält dann folgende Datensequenz (ohne Leerzeichen):

\$ a s NUL (S2, Schalter 3 OFF) beziehungsweise

\$ a s d d d ... NUL (S2, Schalter 3 ON).

Stefan Breuer (23) studiert an der Universität Karlsruhe Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt 'Industrielle Informationssysteme'.



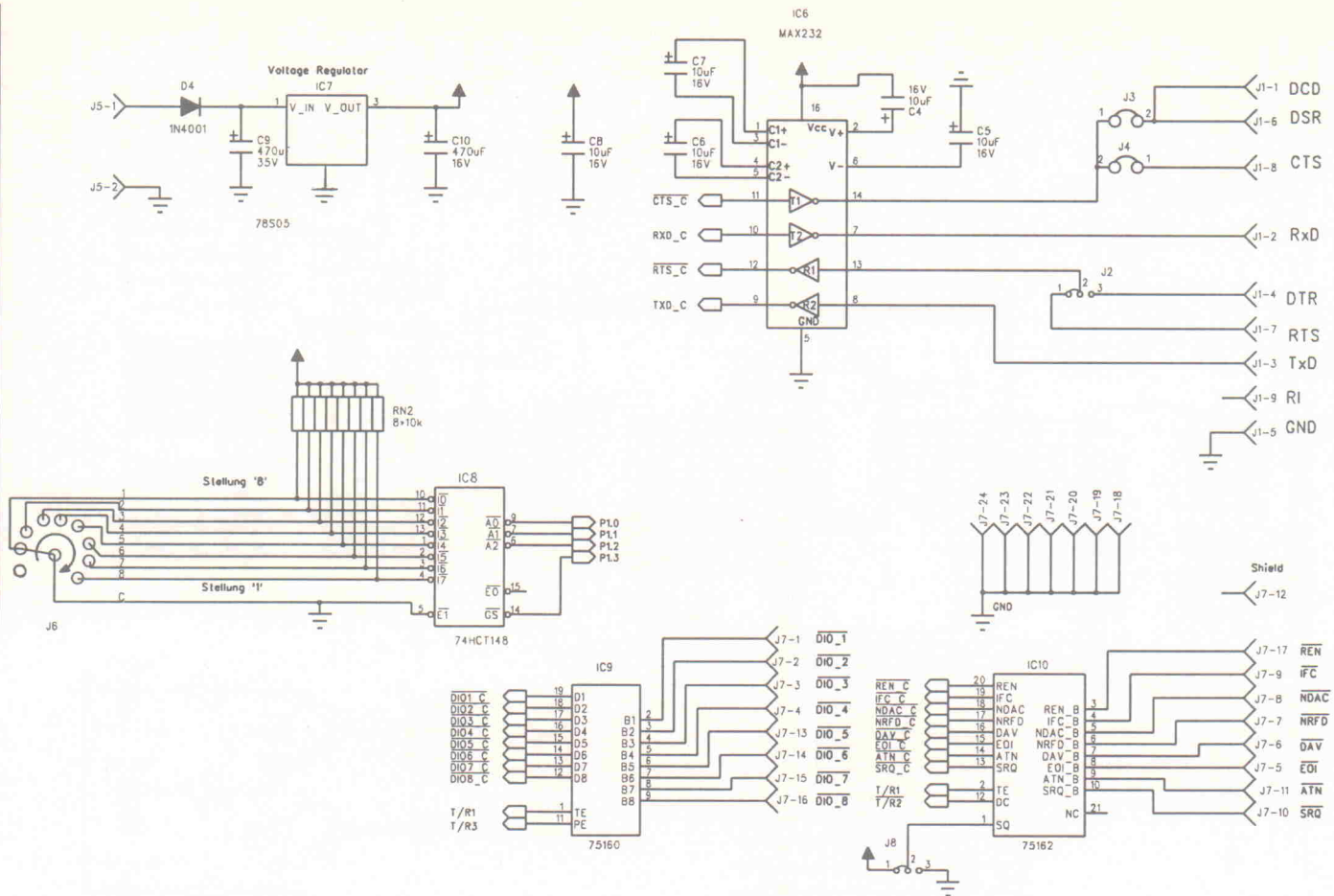


Bild 2. Alle physikalischen Schnittstellen auf einen Blick: Die unbeschaltete Schalterstellung von J6 aktiviert den Controller-Betrieb.

mit festen Adressen, nach Abschluß der Behandlungsprozedur stellt der Konverter wieder den Adressierungszustand wie vor dem SRQ her. Waren vor dem SRQ mehrere Geräte als Hörer adressiert, merkt sich der Stellvertreter immer die letzten drei Geräte. Ist kein SRQ erwünscht, kann er auch hier per DIP-Switch 4 abgeschaltet werden.

Erschwerte Bedingungen

Hier ein Beispiel, um das Bus-Handling zu verdeutlichen: Der PC soll zunächst warten, bis ein Meßgerät (IEEE-Adresse 3) die Messung beendet hat (was dieses durch einen SRQ anzeigt), dann die Meßdaten entgegen-

nehmen, diese aufbereiten und an den Plotter mit der Adresse 9 ausgeben. Erschwerend sei noch angenommen, daß im Meßdatenstrom NUL-Bytes vorkommen, so daß vorher noch das Datenendzeichen geändert werden muß, da es ja standardmäßig auf NUL eingestellt ist. Die zur Realisierung dieser Bussequenzen notwendigen Schritte sind im Pascal-Listing 1 aufgeführt.

Aus leidvoller Erfahrung bei der Entwicklung des Stellvertreters wurde ein Debug-Modus implementiert, der auftretende Fehler per Klartext-Fehlermeldung an den PC ausgibt. Die möglichen Meldungen sind in der Befehlstabelle unter dem Kommando **ESC d** aufgelistet.

Änderungen von Debug-Modus, Datenend- und EOS-Zeichen sowie SRQ-Erkennungszeichen in der programmierbaren Betriebsart werden beim Umschalten auf eine feste Adresse (oder nach dem Befehl **ESC V**) beibehalten. So hat man die Chance, sich doch um die starren Vorgaben bei dieser Betriebsart her-umzumogeln.

Ausnahmen

Da sich der Programmieraufwand in Grenzen halten

sollte, wurden Dinge wie Sekundäradressierung oder Parallel-Poll aus dem normalen Befehlssatz ausgeklammert. Solche oder andere Son-

derfälle kann man durch direkten Zugriff auf die Register des IEEE-Bus-Controllers μ PD7210 behandeln (Befehl: **ESC ?**).

```
{
  Die folgenden fiktiven Funktionen/Prozeduren werden verwendet:
  out232(...) Gibt Argument auf RS232-Schnittstelle aus
  in232       Wartet auf Daten von der RS232-Schnittstelle und liest
              ein Byte ein
  process(...) Verarbeitet die eingelesenen Daten
}

var
  input, addr, status, dummy : char;
  data : array[0..99] of byte;

begin
  out232(#27'S$E');           {Stelle SRQ-Zeichen und Endezeichen um}
  repeat
    repeat
      input := in232;           {Warte auf SRQ}
    until input = '$';          {Adresse des unterbrechenden Geräts}
    addr := in232;              {sein Statusbyte}
    status := in232;            {Endezeichen (hier nicht benötigt)}
    dummy := in232;             {Warte, bis Gerät 3 ruft}
  until addr = #3;              {Fiktiver Gerätebefehl zur Datenausgabe}
  out232('OD');                 {Sprich zu Gerät 3}
  out232(#27'u'#27'L'#27't'#3); {Höre von Gerät 3}
  i := 0;
  repeat
    data[i] := in232;           {Lies Daten vom Meßgerät ein}
    i := i+1;
  until data[i-1] = 'E';        {bis Datenendzeichen erscheint.}
  process(data);                {Verarbeite Daten}
  out232(#27'T'#27'l'#9);       {Sprich zu Gerät 9}
  for i := 0 to 99 do
    out232(data[i]);            {Gib verarbeitete Daten aus}
  out232(#27'u'#27'w');         {Unlisten, Untalk}
end;
```

Listing 1. Eine typische IEEE-Bus-Anwendung: Daten einlesen und an einen Plotter – aufbereitet – weitergeben.

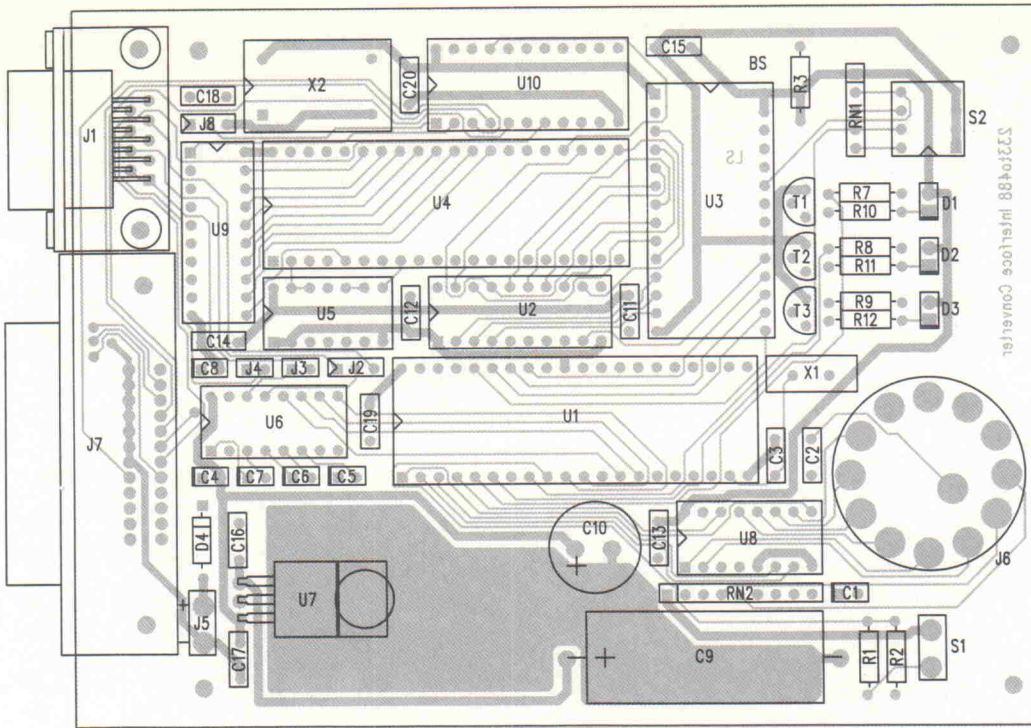


Bild 3. Für den Betrieb des Stellvertreters ist nur noch ein Netzteil erforderlich.

Sendet der PC Daten, ohne daß vorher der Umsetzer als Sprecher und ein anderes Gerät als Hörer adressiert wurden, oder werden Befehle gesendet, die einen Adressierungszustand voraussetzen (ESC v, ESC V und ESC !), dann ignoriert der Konverter diese Daten/Befehle, und die Fehler-LED leuchtet kurz auf. Für die Geräteverwaltung führt der Stellvertreter intern einen 'adressiert'-Merker. Im Normalfall geschieht dies automatisch und ohne Zutun des Benutzers; 'spielt' man je-

doch direkt an den Registern des μ PD herum, kann sich der Adressierungszustand am Bus ändern, ohne daß der Konverter dies mitbekommt. Deshalb besteht die Möglichkeit, per Befehl ESC a auch vom PC aus den Merker zu verändern. Aber Vorsicht, nach Änderungen kann der Stellvertreter nach einem SRQ den vorherigen Adressierungszustand nicht mehr herstellen.

Das RS-232-Interface ist aufgabengemäß als Datenübertragungseinheit (DÜE bzw. DCE) mit einem Hardware-Handshake ausgerüstet, das heißt, zum Betrieb ist kein Nullmodem, sondern ein 1:1 durchverdrahtetes Kabel erforderlich. Der Handshake ist per Jumper auf RTS/CTS oder DTR/DSR einstellbar. Mangels weiterer I/O-Leitungen am Mikrocontroller kann nur eine etwas beschränkte Palette an Baudraten geboten werden (Tabelle 1), aber es dürfte von 'langsam' (300 Bd) bis 'schnell' (19200 Bd) für jeden Anwendungsfall etwas dabeisein. Das Übertragungsformat ist auf 8 N 1, also 8 Da-

tenbits, keine Parität, 1 Stoppbit, festgelegt.

Der Interface-Konverter ist mit einem Mikrocontroller vom Typ 80C31 (IC1) ausgerüstet, der mit 11,059 MHz getaktet ist. Ein externes 27C64-EPROM (IC3) enthält das Betriebsprogramm. Da auch in dieser Schaltung (in welcher nicht?) mit Portleitungen gezeigt werden mußte, ist eine Hälfte des Vierfach-DIP-Schalters (S2) direkt an die Adreßleitungen A11 und A12 des EPROMs angeschlossen. Aus diesem Grund ist in 2-KB-Abständen viermal dasselbe Programm gespeichert, nur jeweils mit unterschiedlichen Werten für den Baudratengenerator. Die anderen beiden DIP-Schalter bedienen die Portleitungen P1.7 und P3.5. Die RC-Kombination C1/R2 sorgt für einen automatischen Reset des 80C31 und 7210 beim Einschalten beziehungsweise bei Betätigung der Resetaste.

Um das Handling des IEEE-Bus kümmert sich der IEEE-Controller μ PD7210 (IC4) von NEC. Die Programmierung die-

Stückliste

Halbleiter:

IC1	80C31BH
IC2	74HCT573
IC3	27C64 (m. Betriebsprogr.)
IC4	7210
IC5	74HCT00
IC6	MAX232
IC7	78S05
IC8	74HCT148
IC9	75160
IC10	75162
T1...T3	BC548
D1...D3	LED
D4	1N4001

Kondensatoren:

C1	22 μ F
C2...C3	30 pF
C4...C8	10 μ F
C9...C10	470 μ F
C11...C17	100 nF

Widerstände:

R1, R4...R6	100R, 1/8 W
R2	6k8, 1/8 W
R3, R13...R19	10k, 1/8 W
R7...R9	4k7, 1/8 W
R10...R12	220R, 1/8 W
RN1	4 \times 4k7, 1/8 W
RN2	8 \times 10k, 1/8 W

Sonstiges:

J1	Sub-D-Buchse, 9pol.
J2, J8	Jumper, 3pol.
J3-J4	Jumper
J5	Stiftleiste, 2pol.
J6	Drehschalter, 8 \times 1
J7	24pol. Centronics-Buchse
X1	Quarz, 11,059 MHz
X2	Quarzoszillator, 1 MHz
S1, S3...5	SWITCH-ST
S2	4fach DIP-Schalter

ses Bausteins ist in [3] und [4] ausführlich beschrieben. Der 80C31 spricht ihn wie einen externen Speicher an. Da ansonsten keiner vorhanden ist, ist nicht einmal ein Adreßdecoder notwendig – die Chip-Select-Leitung wird lediglich durch die UND-Verknüpfung von /WR und /RD angesteuert.

Die beiden Bustreiber SN75160 (IC9) und SN75162 (IC10) sind

SIND AUTOROUTER BESSER ALS INTERAKTIVE DESIGNER?

Nein! Autorouter sind zwar schneller, aber ein guter Designer mit einem leistungsfähigen CAD-System ist qualitativ besser.

ULTIBOARD
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIBoard zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Hauptsitz: NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

(D) Taube El. Design Tel. 030 - 691-6646 Fax -6942338

Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588

Patberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072

Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242

BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143

(A) WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

Befehlstabelle

Adressierung und Datenübertragung

ESC t a	Das Gerät mit der Adresse <i>a</i> wird als Sprecher (Talker) adressiert. Eventuell andere als Sprecher adressierte Geräte werden automatisch entadressiert.
ESC l a	Das Gerät mit der Adresse <i>a</i> wird als Hörer (Listener) adressiert. Eventuell andere als Hörer adressierte Geräte werden entadressiert.
ESC T	Adressiert den Stellvertreter als Talker. Ein eventuell bereits vorhandener Talker wird entadressiert.
ESC L	Adressiert den Stellvertreter als Listener. Ein eventuell bereits vorhandener Listener wird entadressiert.
ESC u	Legt den Befehl <i>unlisten</i> auf den IEEE-Bus. Alle Hörer werden entadressiert.
ESC w	Legt den Befehl <i>untalk</i> auf den IEEE-Bus. Alle Sprecher werden entadressiert.
ESC i a	Initialisiert das Gerät mit der Adresse <i>a</i> als Sprecher, den Stellvertreter als Hörer und liest so lange Daten vom Bus, bis ein EOS-Zeichen erscheint beziehungsweise die EOI-Leitung gesetzt wird. Die Daten gelangen ohne Endezeichen zum PC. Nach der Übertragung erfolgt eine Entadressierung aller Busteilnehmer.
ESC I a	Wie ESC i , jedoch wird der Übertragungsschluß dem PC per Datenendezeichen mitgeteilt (siehe ESC S).
ESC s a	Liest das Statusbyte des IEEE-Gerätes mit der Adresse <i>a</i> . Die Bedeutung des Statusbytes kann der Bedienungsanleitung des jeweiligen Busteilnehmers entnommen werden. Unabhängig von den DIP-Schaltern 3 und 4 (S2) wird nur das Statusbyte – ohne Beachtung von SRQ- und Endezeichen – eingelesen. Nach der Übertragung erfolgt eine Entadressierung aller Busteilnehmer.
ESC v n d... d	Sendet die Bytes <i>d</i> an das als Hörer adressierte Gerät. <i>n</i> enthält die Anzahl der Datenbytes (Werte von 0...255, wobei 0 als 256 interpretiert wird).

ESC V

Beispiel: Ein Gerät versteht den Befehl **ESC T**. Würde man nun einfach 'ESC T' senden, wäre dies ein Befehl für den ICR und käme nie auf den Bus. **ESC v ^b ESC T** dagegen wird vom Stellvertreter korrekt abgeliefert.

Stellt den Transparentmodus ein: Ab sofort ignoriert der Konverter alle Befehle und reicht alle ankommenden Daten an das/die IEEE-Gerät/e weiter. Diesen Modus kann man nur mit einem Reset verlassen.

Busbefehle

ESC f

Legt den Befehl *IFC* (Interface Clear) auf den Bus.

ESC S s e

Legt die Zeichen fest, mit denen dem PC ein SRQ (*s*) beziehungsweise das Datenende (*e*) gemeldet wird. Nach einem Reset ist für den SRQ *\$* und für das Datenende *NUL* voreingestellt. Dieser Befehl hat keinen Einfluß auf den Adressierzustand der IEEE-Geräte. Das hier beschriebene Datenendezeichen hat nichts mit dem EOS-Zeichen zu tun, das mit **ESC e** eingestellt wird.

ESC ?

Veranlaßt den ICR sich dem PC gegenüber zu identifizieren. Die Ausgabe hat die Form:

232to488 Interface Converter[CR LF] Version vvv - tt.mm.jj[CR LF BEL]

ESC !

Veranlaßt den Stellvertreter, sich einem Hörer gegenüber zu identifizieren. Die Ausgabe hat die Form:

232to488 Interface Converter[CR LF] Version vvv - tt.mm.jj[CR LF BEL]

ESC p r d

Erlaubt die Programmierung des IEEE-Bus-Controllers µPD7210. In das Register *r* kommt der Wert *d*. Vorsicht: Dieser Befehl setzt genaue Kenntnisse des Controller-Bausteins voraus.

ESC q r

Erlaubt die Programmierung des IEEE-Bus-Controllers µPD7210. Der Wert im Register *r* wird an den PC geschickt. Vorsicht: Dieser Befehl setzt genaue Kenntnisse des Controller-Bausteins voraus.

speziell für IEEE-488-Zwecke entwickelt worden. Sie sorgen für normgerechte Pegel auf dem Bus. Über die drei Steuerleitungen T/R1, T/R2 und T/R3 bestimmt der µPD7210 die Datenrichtungen für die Treiber. Da der 7210 für das korrekte Timing auf dem IEEE-Bus verantwortlich ist, benötigt er einen eigenen Takt, den ein 1-MHz-Quarzoszillator zur Verfügung stellt.

Das RS-232-Interface ist größtenteils bereits im 80C31 integriert; nur noch zwei Portleitungen mußten für das Handshake abgezweigt werden. Ein MAX232 (IC6) in Standard-schaltung sorgt für die Pegelanpassung. Je nach Stellung der Jumper J3 und J4 ist das Eingangs- und Ausgangs-Handshake auf RTS/CTS, DTR/DSR oder eine Kombination von beiden einstellbar.

Der neunpolige Adreßwahlschalter J6 wird vom Mikrocontroller über einen 8fach-Prioritätsencoder 74HCT148 (IC8) abgefragt. Dieser Encoder hat einen zusätzlichen Ausgang, der aktiv ist, wenn keiner der acht Eingänge nach Masse gezogen ist. Dies ist der Fall, wenn die programmierbare Betriebsart eingestellt ist. Das Widerstands-Array (N2) sorgt für definierte Pegel an den unbeschalteten Encodereingängen.

An J5 schließlich wird ein Steckernetzteil mit einer Gleichspannung von etwa 8...15 V, 300 mA angeschlossen, für Stabilisierung und Regelung auf die benötigten 5 V sorgt ein Festspannungsregler 78S05 (IC7), dem als Verpolungsschutz noch eine Diode

vom Typ 1N4001 (Dx) vorgeschaltet ist.

Die Software

Bei der Ausgabe von Daten auf den IEEE-Bus wartet der Konverter ohne Timeout so lange, bis sich das betreffende Gerät wieder meldet. Auf eine Zeitkontrolle wurde verzichtet, weil zum Beispiel ein Plotter beim Initialisieren etwa 3 s nicht ansprechbar ist, und ein 3-s-Timeout erscheint ziemlich sinnlos. Anders beim Einlesen von Daten oder Statusbytes vom IEEE-Bus: Wenn hier ein Gerät nicht nach der eingestellten Zeit (siehe **ESC D**) antwortet, setzt der Konverter per IFC-Leitung den Bus zurück und schaltet die Fehler-LED kurz ein.

Schalter 1	Schalter 2	Baudrate
OFF	OFF	300
OFF	ON	2400
ON	OFF	9600
ON	ON	19 200

Tabelle 1. Mit den Schaltern 1 und 2 von S2 lassen sich die Übertragungsgeschwindigkeiten einstellen.

ESC a d

Setzt den internen 'adressiert'-Merker des Konverters. $d=0$ löscht den Merker ('kein Gerät als Hörer adressiert'), jeder andere Wert setzt den Merker. Achtung: $d=0$ ist nicht das Zeichen '0' sondern der ASCII-Code 0, also ^@. Dieser Befehl macht nur Sinn in Kombination mit **ESC p** und **ESC q** und wird im Normalfall nicht benötigt, da der Stellvertreter den Merker selbst verwaltet.

ESC d d

Schaltet den Debug-Modus ein/aus. In dieser Betriebsart wird bei Fehlern nicht nur die Fehler-LED aktiviert, sondern auch Fehlermeldungen im Klartext an den PC ausgegeben. $d=0$ schaltet den Debug-Modus aus, jedes andere Zeichen aktiviert ihn. Achtung: $d=0$ ist der ASCII-Code 0, also ^@. Vor der Meldung gibt der Konverter jeweils ein Klingelzeichen [BEL], danach noch ein Leerzeichen aus. Der einzige Fehler, den der ICR nicht behandeln kann, ist ein Overrun Error. Dieser Fehler entsteht, wenn der PC nicht auf das Handshake des Konverters reagiert und weiter Daten sendet. In diesem Fall leuchten alle LEDs. Manche älteren PCs haben das Handshake nicht im BIOS implementiert, was zur Folge hat, daß alle Programme, die nicht direkt auf den Schnittstellenchip zugreifen (z. B. Windows) Probleme machen könnten. Der Stellvertreter gibt folgende Fehlermeldungen aus:

- *TIMEOUT* Beim Einlesen von einem IEEE-Gerät trat ein Timeout auf. Der Bus wird per *IFC* zurückgesetzt und alle Geräte entadressiert.
- *SRQTIME* Wie *TIMEOUT*, jedoch beim Einlesen von Daten nach einem *SRQ* (nur wenn DIP-Schalter 3 (S2) auf ON steht)
- *SRQ* Ein *SRQ* wurde erkannt. Zusätzlich wird noch für jedes angeschlossene Gerät die Adresse und das Statusbyte ausgegeben, bevor der *SRQ*-Service beginnt.
- *NOSERVICE* Die *SRQ*-Leitung wurde aktiviert, aber kein Gerät hat per Bit 6 im Statusbyte Bedienung angefordert. Die Verarbeitung läuft normal weiter.

ESC D d

Setzt die Dauer des Timeout bei der Eingabe vom IEEE-Bus. d darf Werte zwischen 0...255 außer 1

ESC c

haben. In der folgenden Berechnungsformel zählt 0 wie 256. Die Dauer T des Timeout berechnet sich dann nach $T = (d - 1) \cdot 550 \mu s$. Nach einem Reset ist $d=0$, T also etwa 140 ms.

ESC C

Gibt den Befehl *SDC* (Selected Device Clear) auf den Bus.

ESC g

Gibt den Befehl *DCL* (Device Clear) auf den Bus.

ESC G

Gibt den Befehl *GTL* (Go To Local) auf den Bus.

ESC k

Gibt den Befehl *GET* (Group Execute Trigger) auf den Bus.

ESC r d

Gibt den Befehl *LLO* (Local Lock Out) auf den Bus.

Legt den Zustand der REN-Leitung (*Remote Enable*) fest. $d=0$ (^@) deaktiviert die Leitung, jeder andere Wert aktiviert sie. Nach einem Reset ist die Leitung aktiv. Der Befehl hat keinen Einfluß auf den Adressierungszustand der Busteilnehmer.

Steuerung des Stellvertreters

ESC * Gibt sieben Bytes an den PC aus. Das erste (siehe Tabelle) ist das Statusbyte des Konverters, es zeigt seine wichtigsten Zustände an. Darauf folgen die momentan aktive Sprecheradresse sowie die letzten drei Hörer. Ist kein Sprecher bzw. Hörer adressiert, wird für die jeweilige Adresse -1 (FFh) ausgegeben. Schließlich gibt es noch Informationen über das *SRQ*- und das Datenendezeichen (siehe **ESC S**).

- 7 Zustand der REN-Leitung: 1 = REN aktiv, 0 = REN inaktiv
- 6 Zustand der ATN-Leitung: 1 = inaktiv, 0 = aktiv
- 5 Debug-Flag: 1 = Modus aktiv, 0 = Modus inaktiv. Siehe **ESC d**
- 4 Zustand DIP-Schalter 4 von S2 (1 = ON, 0 = OFF)
- 3 Zustand DIP-Schalter 3 von S2 (1 = ON, 0 = OFF)
- 2 LA: Konverter ist als Hörer adressiert
- 1 TA: Konverter ist als Sprecher adressiert
- 0 Adressiert-Merker des Stellvertreters (Befehl **ESC a**)

ESC e d Legt das EOS-Zeichen (*End Of String*) fest, mit dem ein Busteilnehmer dem ICR das Ende des Datenstroms anzeigt. Nach einem Reset ist 'LF' als EOS-Zeichen eingestellt. Der Befehl hat keinen Einfluß auf den Adressierungszustand der IEEE-Geräte. Das EOS-Byte wird bis zu PC durchgereicht.

Beim Einlesen der Daten vom IEEE-Bus, gleich ob per **ESC-i**- oder **ESC-I**-Befehl oder per expliziter Adressierung als Hörer und anderer Geräte als Sprecher, empfängt der Stellvertreter so lange, bis die EOI-Leitung aktiv ist oder das EOS-Zeichen erscheint. Danach kommen die Unlisten- und Untalk-Nachrichten auf den Bus. Während des Einlesens werden keine

Daten von der RS-232-Schnittstelle akzeptiert oder *SRQ*s beantwortet.

Debug Mode

Im Debug-Modus (**ESC ?**) schickt der Umsetzer immer dann, wenn die Fehler-LED aktiv ist, eine Klartext-Fehlermeldung an den PC, so daß man Probleme leichter einkreisen kann. Die einzige Ausnah-

me: Wenn der PC trotz gesetzter Handshake-Leitung weiterhin Daten sendet, werden nur alle LEDs eingeschaltet, und es wird keine Meldung ausgegeben.

Beim Einschalten des Stellvertreters leuchten zwar auch alle LEDs auf, aber das ist dann nur als 'O. K., von mir aus kann's losgehen' zu verstehen. hr

Literatur

- [1] R. Keller, H. Hurling, H. Rogge: *E.M.M.A meets IEEE, Grundlegendes, ELRAD 6/88*
- [2] Anton Piotrowski: *IEEE-Bus, Franzis Verlag 1982*
- [3] R. Bentrup: *IE³, IEEE-488-Interface für IBM PC und Kompatibles, ELRAD 1/89*
- [4] Lothar Preuß, Harald Musa: *Computerschnittstellen, Hanser 1989*



WAS KOSTET EIN PCB-LAYOUT SYSTEM?

Bei ULTIMate Technology können Sie für nur DM 795 (DM 940 inklusive MwSt und Versand) das CHALLENGER LITE System anschaffen. Dieses DOS-System mit einer Kapazität von 500 Pins ist aufrüstbar zu den größeren Systemen.

ULTIMATE TECHNOLOGY
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verfügbar von einer 'low-cost' DOS-Version bis zur 32-bit PC und SUN Version mit unbegrenzter Kapazität. Besonders die REAL-TIME Features sprechen den professionellen Designern an. Mit über 10.000 Anwendern weltweit gehört ULTIMate zu den führenden PCB-Layoutsystemen.

ULTIMATE TECHNOLOGY
Hauptsitz: NL
Tel. 00-31-2159-44444
Fax 00-31-2159-43345

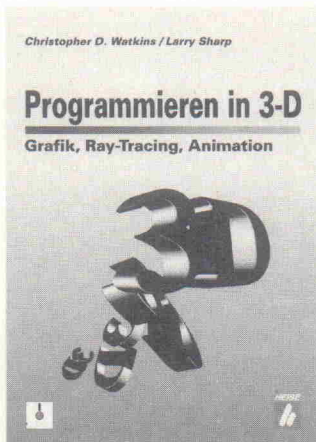
ULTIMATE TECHNOLOGY
Taube El. Design Tel. 030 - 691-4646 Fax -6942338
Infocomp Tel. 09721-18474 Fax -185588
Patberg D & E Tel. 06428 - 1071 Fax -1072
Inotron Tel. 089 - 4309042 Fax -4304242
BB Elektronik Tel. 07123 - 35143 Fax -35143
WM-Electronic Tel. 0512 - 292396 Fax -292396

VOM KONZEPT ZUM PLOT IN EINEM TAG

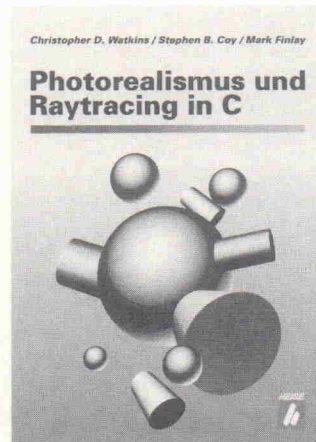
Wissen: aktuell und kompetent



M. Nelson
Datenkomprimierung
 Effiziente Algorithmen in C
 1. Auflage 1993
 geb., 475 Seiten
 Format 16,8 x 23,5
 mit Diskette
 DM 98,-/sfr 98,-/öS 764,-
 ISBN 3-88229-022-6



Watkins/Sharp
Programmieren in 3-D
 Grafik, Ray-Tracing, Animation
 1. Auflage 1993
 geb., 445 Seiten
 und 16 Seiten Farbtafeln
 Format 16,8 x 23,5
 mit Diskette
 DM 88,-/sfr 88,-/öS 686,-
 ISBN 3-88229-021-8



Watkins/Coy/Finlay
Photorealismus und Ray-Tracing in C
 1. Auflage 1993
 geb., 470 Seiten
 und 16 Seiten Farbtafeln
 Format 16,8 x 23,5
 mit Diskette
 DM 88,-/sfr 88,-/öS 686,-
 ISBN 3-88229-024-2



M. Miller
Troubleshooting TCP/IP
 Fehleranalyse und -behandlung
 1. Auflage 1993
 geb., 527 Seiten
 Format 16,8 x 23,5
 DM 108,-/sfr 108,-/öS 842,-
 ISBN 3-88229-025-0



Rost/Schack
DFÜ - ein Handbuch
 Recherchen in weltweiten Netzen
 1. Auflage 1993
 geb., 394 Seiten
 Format 16,8 x 23,5
 DM 58,-/sfr 58,-/öS 452,-
 ISBN 3-88229-026-9

5x1/1

Im Buch- und Fachhandel erhältlich



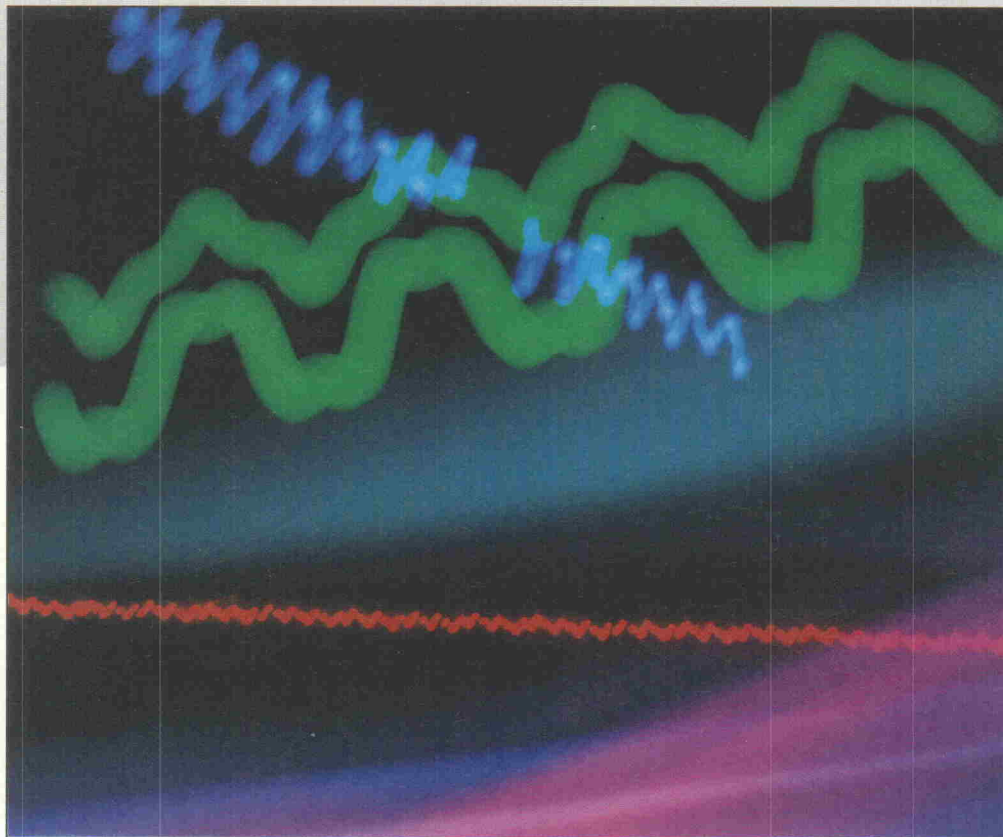
Verlag
 Heinz Heise
 GmbH & Co KG
 Postfach 610407
 D-30604 Hannover

Störfaktoren im Visier

Teil 1: Der meßtechnische Umgang mit kleinen Signalen

Thomas Laux

Beim Messen und Verarbeiten kleiner Signale ist eine Vielzahl von Effekten zu beachten, und es sind gegebenenfalls Schaltungsmaßnahmen zu treffen, damit Störsignale das Nutzsignal nicht verfälschen.



Nicht umsonst rät der Praktiker, jede Messung zweimal durchzuführen, um nach erfolgter erster Messung zu wissen, was im zweiten Versuch zu unterlassen ist. Häufig werden in der Praxis Maßnahmen zur Erhöhung der Störfestigkeit schematisch und damit planlos angewendet, wodurch der gewünschte Effekt zuweilen ins Gegenteil umschlägt. Für den Meßtechniker ist das Wissen um die theoretischen Zusammenhänge der Störungsursachen, ihre Ermittlung sowie ihre Behebung durch ein optimiertes Leiterplattenlayout unabdingbar.

Das Messen kleiner Spannungen kann sowohl prinzipbedingt, das heißt durch nicht ideale Spannungsquellen, Verbindungsleitungen beziehungsweise Meßgeräte als auch durch in den Meßkreis eingekoppelte Störspannungen verfälscht werden. Bevor dieser Beitrag die Theorie beider Störungsarten

näher durchleuchtet, sind die Basics der theoretischen Meßtechnik im Schnelldurchgang zu behandeln.

Ohmsche und kapazitive Belastung

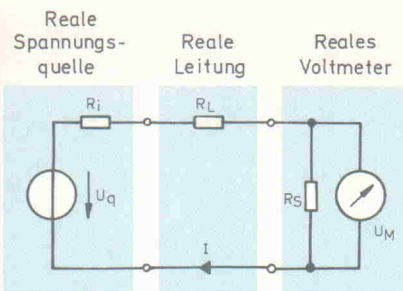
Ein realer Meßkreis besteht gemäß Bild 1 aus einer innenwiderstandsbehafteten Spannungsquelle, einem als Verbraucherwiderstand anzusehenden Meßgerät (Voltmeter) und den widerstands-, induktivitäts- und kapazitätsbehafteten Verbindungsleitungen. Letztere werden für die nachfolgenden Betrachtungen als lediglich mit einem Widerstandsbelag behaftet angesehen.

Ideale Voltmeter besitzen theoretisch einen unendlich hohen Eingangswiderstand und belasten somit nicht den Meßkreis und schon gar nicht das Gewissen des Meßtechnikers. In der Realität sieht es jedoch anders aus: Ihr Innenwiderstand – auch

als Shunt-Widerstand bezeichnet – bildet mit dem Leitungswiderstand und dem Innenwiderstand der Spannungsquelle einen Spannungsteiler, der die gemessene Spannung U_M um den Faktor $R_S/(R_S + R_i + R_L)$ gegenüber der Quellenspannung U_q reduziert. Der Isolationswiderstand des Kabels, der parallel zum Voltmeter liegt, ist dabei im Wert von R_L berücksichtigt. Ein Zahlenbeispiel verdeutlicht die Problematik: Bei einer Quellenspannung von 5 V, einem R_i von 100 k Ω und einem Voltmeterinnenwiderstand von 10 M Ω ergibt sich U_M zu 4,95 V, was bereits einem Meßfehler von 1 % entspricht.

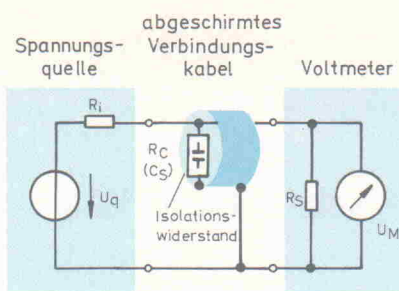
Zum Minimieren des Meßfehlers sind somit Meßgeräte mit einem hohen Innenwiderstand (Elektrometerverstärker) zu verwenden und gleichzeitig bei den Meßkabeln und Steckverbindungen auf hohe Isolationswiderstände zu achten, da diese wie Shunt-Widerstände wirken.

Dipl.-Ing. Betriebswirt (VWA)
Thomas Laux ist Dozent am
Institut für Fertigungstechnik und
spanende Werkzeugmaschinen der
Universität Hannover.



$$U_M = \frac{R_S}{R_S + (R_i + R_L)} \cdot U_q$$

Bild 1. Realer Meßkreis.



$$U_M = \frac{R_S \cdot R_C}{R_C \cdot R_S + R_i (R_C + R_S)} \cdot U_q$$

Bild 2. Einfluß des Verbindungskabels auf die Meßgenauigkeit.

Eine weitere Möglichkeit zum Erhöhen der Meßgenauigkeit stellt dabei das Prinzip des 'guarded Shunt-Widerstandes' dar, dessen neudeutsche Bedeutung dem Meßtechniker wohl am besten mit einem Beispiel zu vermitteln ist. Die Methode basiert auf der Potentialgleichheit zwischen Innenleiter und Abschirmgeflecht eines abgeschirmten Verbindungskabels, so daß eine Reduzierung des Leckstroms durch den Isolationswiderstand erfolgt.

Bild 2 zeigt den Einfluß eines Verbindungskabels mit Masse-Isolationswiderstand auf die Meßgenauigkeit; das Prinzip des 'guarded Shunt' ist in Bild 3 dargestellt.

Die Wirkung des 'guarded Shunt-Widerstandes' läßt sich anhand eines Zahlenbeispiels verdeutlichen: Das Voltmeter wird hierbei zur Vereinfachung als ideal angesehen und somit der Einfluß der Komponente R_S vernachlässigt:

Mit den Werten $U_q = 5 \text{ V}$, $R_i = 100 \text{ k}\Omega$, $R_C = 10 \text{ M}\Omega$ und $A_{\text{Guard}} = 100\,000$ erhält man U_M zu $4,95 \text{ V}$ (1 % Meßfehler), sofern der Einfluß des Isolationswiderstands nicht kompensiert wird. Das Prinzip des 'guarded Shunt-Widerstandes' reduziert demgegenüber den Meßfehler auf $10^{-7} \%$, was einer Meßspannung von $4,999\,999 \text{ V}$ entspricht.

Neben dem Isolationswiderstand R_C von Verbindungskabeln beeinflusst auch der Kapa-

zitätsbelag die Qualität des Meßergebnisses, der zur Vereinfachung als konzentrierte Shunt-Kapazität C_S betrachtet wird und zusätzlich die Eingangskapazität des Voltmeters berücksichtigt. Wie in Bild 2 dargestellt, liegt C_S parallel zu R_C und bildet mit dem Innenwiderstand R_i der Spannungsquelle einen Tiefpaß, der in Abhängigkeit von seiner Zeitkonstanten $\tau = R_i \cdot C_S$ die Einschwingzeit des Meßsignals direkt beeinflusst. Den Isolationswiderstand R_C betrachtet man dabei als ideal, da er nicht zum Verständnis beiträgt.

Als Einschwingzeit eines Meßsignals bezeichnet man per Definition diejenige Zeitspanne, die das Signal wegen der Umladung der im Meßkreis vorhandenen Kapazitäten benötigt, um am Meßgerät seinen Endwert abzüglich eines vorgegebenen Meßfehlers zu erreichen. Eine Abschätzung der Einschwingzeit ist über die Ladekurve einer Kapazität mit Gleichung 1 möglich, wobei die Meßspannung nach der Zeit $t = \tau = R_i \cdot C_S$ rund 63 % ihres Endwertes erreicht hat.

$$U_M = U_q \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_i \cdot C_S}} \right) \quad [1]$$

Bei einem R_i -Wert von $10 \text{ G}\Omega$ und $C_S = 100 \text{ pF}$ beträgt die Zeitkonstante τ exakt 1 s , so daß das Meßsignal erst nach etwa 5 s seinen Endwert innerhalb einer Toleranz von 1 % er-

reicht. Abhilfe bringt auch hier, wie in Bild 3 dargestellt, eine 'guarded Shunt-Kapazität', wodurch die Ladezeit der Shunt-Kapazität C_S aufgrund der Guard-Verstärkung A_{Guard} reduziert wird. Gleichung 1 ändert sich damit zu:

$$U_M = U_q \cdot \left(1 - e^{-\frac{t \cdot A_{\text{Guard}}}{R_i \cdot C_S}} \right) \quad [2]$$

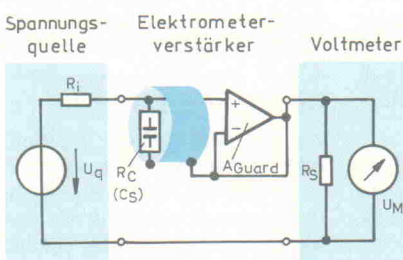
Damit sinkt die Einschwingzeit des Meßsignals bei dem gegebenen Zahlenbeispiel und $A_{\text{Guard}} = 10^5$ auf einen Wert von $5 \text{ s}/10^5 = 50 \text{ }\mu\text{s}$.

Thermoelektrische Spannungen

Thermoelektrische Spannungen führen wie die ohmsche und kapazitive Belastung der Spannungsquelle zu prinzipbedingten Fehlerinflüssen, die das Meßergebnis stark verfälschen können. Sie gehören zu den häufigsten Fehlerursachen bei der Messung kleiner Spannungen und entstehen aufgrund von Temperaturunterschieden innerhalb eines Leiters oder an Verbindungsstellen unterschiedlicher Materialien, wie in Bild 4 dargestellt.

Die thermoelektrischen Koeffizienten Q_{AB} häufig auftretender Materialübergänge (bezogen auf Kupfer) sind im folgenden aufgeführt:

Cu-Cu	$\leq 0,2 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Ag	$0,3 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$



$$U_M = \frac{R_C \cdot A_{\text{Guard}} \cdot R_S}{R_C \cdot A_{\text{Guard}} \cdot R_S + R_i (R_C \cdot A_{\text{Guard}} + R_S)} \cdot U_q$$

Bild 3. Guarded Shunt-Widerstand.

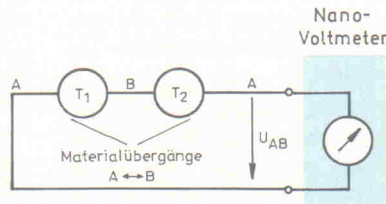


Bild 4. Thermoelektrische Spannungen.

$$U_{AB} = Q_{AB} (T_1 - T_2)$$

U_{AB} : Thermoelektrische Spannung
 T_1 : Temperatur am Übergang
 Q_{AB} : Thermoelektrischer Koeffizient von Material A auf Material B bezogen

Cu-Au	$0,3 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Pb/Sn	$1...3 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Si	$400 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-CuO	$1000 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

Zum Reduzieren der thermischen Spannungen ist die Anzahl der Materialübergänge im Meßkreis möglichst gering zu halten oder zumindest geeignete Materialien zu wählen. Zudem ist auf äußerste Sauberkeit der Kontaktflächen zu achten, da Oxidschichten erhebliche thermoelektrische Koeffizienten besitzen. Darüber hinaus sind der Einsatz von Isolationsmaterialien mit hohen Wärmeleitfähigkeiten sowie ein kompakter Verbindungsaufbau zu empfehlen, da diese Maßnahmen den Temperaturgradienten im Meßkreis gering halten.

Ein spezielles Problem beim Reduzieren thermischer Spannungen stellen Steckverbindungen dar, die sich trotz peinlichst genauer Säuberungsaktionen nahezu immer als Quelle thermischer Meßfehler erweisen. Ein probates Mittel zur Reduzierung dieser Effekte ist mit der zweifachen Messung mit vertauschten Meßkabeln gegeben, wodurch sich die thermischen Spannungen nahezu vollständig herausrechnen lassen. Hierbei wird nach erfolgter erster Messung mit vertauschten Meßspitzen erneut gemessen. Durch Subtraktion beider Meßergebnisse mit anschließender Mittelwertbildung fällt dann der Anteil der thermischen Spannung U_{TH} heraus, wie das folgende Zahlenbeispiel eines Meßkreises mit zwei aktiven Spannungsquellen U_A und $-U_B$ zeigt:

Erste Messung:
 $U_1 = U_{TH} + U_A - U_B$

Zweite Messung mit vertauschten Meßspitzen:
 $U_2 = U_{TH} + U_B - U_A$

Nach der Subtraktion erhält man:

$$(U_1 - U_2)/2 = (U_{TH} + U_A - U_B - (U_{TH} + U_B - U_A))/2 = U_A - U_B$$

Kopplung von Störspannungen

Neben den prinzipbedingten Meßfehlern wirken sich auch in den Meßkreis eingekoppelte Störspannungen negativ auf das Meßergebnis aus. Dabei unterscheidet man verschiedene Kopplungsmechanismen, die entsprechend ihren unterschiedlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten die Überkopplung

eines elektrischen Störsignals in die Signalübertragungsstrecke (Meßkreis) bewirken. Eine allgemeine Signalübertragungsstrecke besteht per Definition aus einer Signalquelle und -senke, wobei letztere im Fall der Spannungsmessung meist aus den parallelgeschalteten Impedanzen von Voltmeter (inklusive Meßleitung) und schaltungsseitigem Verbraucher realisiert ist. Das Verhältnis der Wellenlänge $\lambda = 1/f$ des überkoppelten Störsignals zum Abstand a zwischen Quelle und Senke bestimmt dabei die Art der Kopplung, die man einer der drei folgenden Hauptgruppen zuordnen kann:

- Quelle und Senke auf einem gemeinsamen Leiter: galvanische Kopplung.
- Quelle und Senke in kleinem Abstand ($a < \lambda/10$): kapazitive und induktive Kopplung.
- Quelle und Senke in größerem Abstand ($a > \lambda/10$): Strahlungskopplung.

Generell ist anzumerken, daß die verschiedenen Kopplungsarten in realen Systemen zu meist nicht einzeln, sondern hauptsächlich seriell und/oder parallel vermischt auftreten, so daß daraus eine erschwerte und unübersichtliche Störungsanalyse resultiert. Sofern ein Kopplungsmechanismus dominiert, wird dieser Umstand erst nach dem erfolgreichen Unterdrücken der Hauptkopplungsart erkennbar. Um dem praxisorientierten Leser die Theorie der Maxwell'schen Gleichungen und deren Lösung nicht innerhalb einer halben Druckseite näherbringen zu müssen – ET-Studenten benötigen dafür ein Semester, und Maxwell selbst opferte dafür ein halbes Leben –, soll zum Thema Strahlungskopplung ein Verweis auf die entsprechende theoretische Literatur genügen.

Induktive Störkopplung

Die Ursache der induktiven Störkopplung liegt in der Änderung des magnetischen Flusses, die der Stromkreis der Störquelle in die Fläche der Signalübertragungsstrecke des Meßkreises einprägt. Das Wirkprinzip gleicht dem eines Transformators: Der im Primärkreis fließende Strom erzeugt einen magnetischen Fluß, der die Sekundärspule durchsetzt und dort

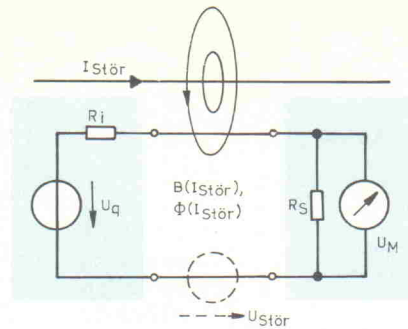


Bild 5. Induktive Störkopplung.

eine Spannung $u_{Stör}$ induziert. Die Amplitude der induzierten Spannung hängt dabei von der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses ab, wie aus Gleichung 3 zu erkennen ist.

$$u_{Stör} = \frac{d\Phi_M}{dt} \quad [3]$$

mit $\Phi_M = \vec{B} \cdot \vec{A}$ und $\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$

\vec{B} : magnetische Erregung (Flußdichte)

\vec{H} : magnetische Feldstärke

μ : Permeabilität

A : durchsetzte Fläche

Wie Bild 5 zeigt, entspricht dabei die Fläche A der vom Hin- und Rückleiter der Signalübertragungsstrecke aufgespannten Fläche, die das konzentrisch geformte magnetische Störfeld des vom Störstrom $i_{Stör}$ durchflossenen Störkreises durchsetzt.

Der Betrag der magnetischen Feldstärke und somit auch der Flußdichte läßt sich für einen geraden stromdurchflossenen Leiter gemäß Gleichung 4 berechnen.

$$|\vec{H}_{Stör}| = \frac{|i_{Stör}|}{2 \cdot \pi \cdot R} \quad [4]$$

mit R : Abstand vom Leiter

Die Gleichung verdeutlicht die modellhafte Betrachtungsweise der konzentrischen Feldverteilung eines stromdurchflossenen Leiters, deren Dichte umgekehrt proportional zum Abstand R ist.

Mit der Gegeninduktivität M , die mit

$$M = \frac{\Phi_M}{i_{Stör}} \quad [5]$$

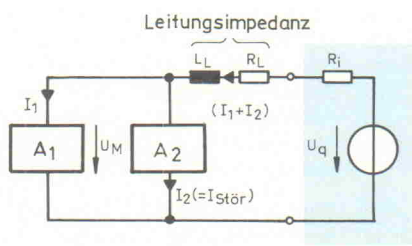


Bild 6. Kapazitive Störkopplung.

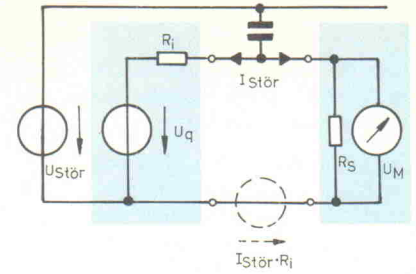


Bild 5. Induktive Störkopplung.

definiert ist, lautet Gleichung 3 für den unbelasteten Fall:

$$u_{Stör} = M \cdot \frac{di_{Stör}}{dt} \quad [6]$$

Die auch als Kopplungsinduktivität bezeichnete Größe verknüpft den Strom der Störquelle $i_{Stör}$ mit der in der Signalübertragungsstrecke induzierten Störspannung $u_{Stör}$ und wirkt somit wie eine für beide Stromkreise gemeinsame Induktivität.

Der Störanteil der Meßspannung U_M des in Bild 5 dargestellten Meßkreises beträgt

$$u_{Stör} = \frac{R_s}{R_i + R_s} \cdot M \cdot \frac{di_{Stör}}{dt} \quad [7]$$

und hängt somit nur von der Größe der Gegeninduktivität M zwischen Meßschleife und Störleiter sowie von der Änderungsgeschwindigkeit beziehungsweise der Amplitude und Frequenz des Störstromes ab. Eine praktikable Reduzierung der Störung ist meist nur über eine Verringerung der Gegeninduktivität möglich, was folgende Maßnahmen bewirken:

- Vergrößern des Abstands zwischen Stör- und Meßkreis,
- benachbarte Leitungsführung von Hin- und Rückleiter des Störkreises (Kompensation der magnetischen Erregung beider Einzelleiter),
- Verdrehen der Hin- und Rückleiter in Stör- und Meßkreis (Reduzierung des magnetischen Flusses in der Meßschleife durch Verkleinern der vom Feld durchsetz-

ten Fläche A und Überlagerung der über die Länge des Störleiters ständig im Vorzeichen geänderten magnetischen Erregung),

- Reduzieren der Meßschleifenfläche A durch optimierte Leitungsführung,
- magnetische Abschirmung mit Materialien niedriger Koerzitivfeldstärke (Permalloy, Mu-Metall).

Kapazitive Kopplung von Störungen

Die kapazitive Kopplung ist neben der galvanischen Kopplung die in der Praxis am häufigsten auftretende Kopplungsart. Ursache für diesen Effekt ist die unvermeidliche Kapazität zwischen zwei Leitern, die real als Kapazitätsbelag ausgebildet ist, für Rechenmodelle hingegen als konzentrierte Kapazität C betrachtet wird. Bild 6 zeigt einen durch kapazitive Einkopplung gestörten Meßkreis mit idealen Verbindungsleitungen.

Der Störanteil der Meßspannung U_M beträgt

$$U_{MStör} = i_{Stör} \frac{R_s \cdot R_i}{R_s + R_i} \quad [8]$$

und führt mit

$$i_{Stör} = C \cdot \frac{dU_{Stör}}{dt} \quad [9]$$

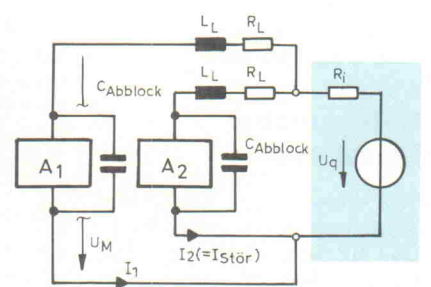
$$\text{für } |X_C| = \frac{1}{\omega \cdot C} \gg R_i \cdot R_s$$

zu

$$U_{MStör} = C \cdot \frac{dU_{Stör}}{dt} \cdot \frac{R_s \cdot R_i}{R_s + R_i} \quad [10]$$

Bild 8. Reduzierte galvanische Verkopplung durch Sternpunkt-Verdrahtung.

Bild 7. Galvanische Verkopplung zweier Stromkreise.



Gleichung 9 verdeutlicht hierbei die frequenzabhängige Impedanz X_C einer Kapazität C , die umgekehrt proportional zur Kreisfrequenz verläuft.

Die Höhe des in den Meßkreis kapazitiv eingekoppelten Störstroms $i_{\text{Stör}}$ hängt folglich von der Größe der Koppelkapazität C , der Änderungsgeschwindigkeit beziehungsweise Amplitude und Frequenz der Störspannung $U_{\text{Stör}}$ sowie auch von den Widerständen (Impedanzen) im Meßkreis ab. Eine praktikable Reduzierung der Störung ist meist durch Verringern der Koppelkapazität möglich. Auch eine gezielte Reduzierung des Innenwiderstandes der Signalspannungsquelle sowie eine streng symmetrische Anordnung der Schaltung kann Meßstörungen vermeiden. Zum Verringern der Koppelkapazität sind folgende Maßnahmen hilfreich:

- kurze Verbindungsleitungen,
- nicht parallel geführte Leiter,
- großer Abstand zwischen den Leitungen, wobei zwischenliegende geerdete Masseleitungen die Kopplung bei gedruckten Schaltungen zusätzlich verringern,
- Abschirmung aller Kleinsignalstufen bei unsymmetrischer Anordnung.

Einen Spezialfall der kapazitiven Störkopplung stellt die Einkopplung von Störsignalen durch die Wicklungskapazität eines Netztrafos dar. Dadurch werden Netzstörimpulse direkt in die Spannungsversorgung der elektronischen Schaltungen eingekoppelt, wobei ein zusätzlicher Störstrom durch die Kapazität gegen Schaltungserde fließt, der über die Leitungsimpedanzen eine Störspannung in die Signalübertragungsstrecke (Meßkreis) einprägt.

Abhilfe bietet eine geerdete Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung des Netztransformators, die den kapazitiven Strom der Primärseite nach Masse ableitet. HF-Filter auf der Primär- oder Sekundärseite dämpfen die Netzstörimpulse zusätzlich.

Galvanische Kopplung

Eine Störung des Meßkreises durch eine galvanische Kopplung mit dem Störkreis tritt auf, wenn beide Kreise gleichzeitig

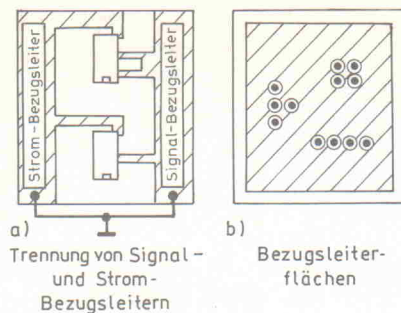


Bild 9. Trennung von Signal- und Strombezugsleitern.

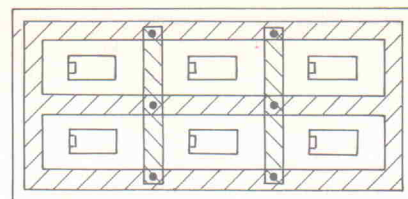


Bild 10. Vermaschte Bezugsleiterflächen.

- Layer 1
- Layer 2
- Durchkontaktierung

nicht vernachlässigbare (Leitungs-)Impedanzen nutzen. Somit liegen dann Störquelle und -senke auf einem gemeinsamen Leiter. Ein in Bild 7 dargestelltes Beispiel zeigt die Auswirkung der galvanischen Kopplung anhand zweier Kreise mit den aktiven Elementen A_1 und A_2 , die über ein gemeinsames Netzteil und Leitungsimpedanzen auf den Versorgungsleitungen miteinander verkoppelt sind. Um bei der mathematischen Betrachtung nicht in hochtheoretische Sphären abzugleiten, werden die Leitungen lediglich als widerstands- und induktivitätsbehaftet angesehen. Den Bewunderern von Leitungsreflexionen durch Fehlabschlüsse und Laufzeiteffekte sei an dieser Stelle die speziellere Literatur ans Herz gelegt.

Obwohl die aktiven Elemente A_1 und A_2 der beiden Stromkreise gleichspannungsmäßig als Verbraucher wirken, also Gleichleistung der Spannungsquelle (Netzteil) aufnehmen, stellt sich der Sachverhalt für eine wechsellastmässige Betrachtungsweise anders dar. Die Ströme i_1 und i_2 verursachen an der Leitungsimpedanz sowie am Spannungsquelleninnenwiderstand R_i Spannungsabfälle, die als Wechselspannung U_M an beiden aktiven Elementen meßbar ist und somit die Qualität ihrer Nutzausgangssignale beeinträchtigt. Folglich wirken A_1 und A_2 gleichzeitig als Wechselspannungsquellen, deren Wechselleistung in der Spannungsquelle umgesetzt wird. Handelt es sich bei den beiden aktiven Elementen beispielsweise um die jeweils erste und letzte Stufe eines Verstärkers (Operationsverstärker), so kann die galvanische Verkopplung bei entsprechender Phasendrehung zur Instabilität des Verstärkers führen, die sich durch ungewollte Schwingungen äußert.

Gleichung 11 beschreibt den funktionalen Zusammenhang

zwischen der Meßspannung U_M und den Teilströmen i_1 und i_2 .

$$U_M = (i_1 + i_2) \cdot (R_L + R_i) + L_L \cdot \left(\frac{d(i_1 + i_2)}{dt} \right) \quad [11]$$

Betrachtet man A_1 als Element des Meßkreises und ordnet man A_2 dem Störkreis zu, so enthält U_M einen Störanteil $U_{\text{Stör}}$, der gemäß Gleichung 12 durch i_2 verursacht wird.

$$U_M = i_1 \cdot (R_L + R_i + L_L \cdot \frac{di_1}{dt}) + U_{\text{Stör}} \quad [12]$$

mit

$$U_{\text{Stör}} = i_{\text{Stör}} \cdot (R_L + R_i + L_L \cdot \frac{di_{\text{Stör}}}{dt}) \quad [12a]$$

Die galvanische Kopplung läßt sich grundsätzlich vermeiden, indem man auf eine Mehrfachnutzung von Leitungsstücken (meist Rückleiter) verzichtet. Die damit vorausgesetzte vollständige Trennung der Bezugsleitungen (Masse) für jeden Signalpfad führt speziell bei den Versorgungs- und Bezugsleitungen zu einer sternförmigen Struktur, wie sie in Bild 8 dargestellt ist.

Ein Abblocken der Versorgungsleitungen mit Kondensatoren sorgt für eine zusätzliche Reduzierung der galvanischen Verkopplung. Die Kondensatoren C_{Abblock} schließen – unter Voraussetzung kurzer und induktivitätsfreier Kondensatorzu- und abführungen – die von den aktiven Elementen erzeugten Wechselanteile der Ströme i_1 beziehungsweise i_2 nahezu kurz, so daß in den Versorgungsleitungen nur noch Gleichströme fließen. Somit nimmt die zeitliche Stromänderung di/dt in den Gleichungen 11 und 12 den Wert Null an, womit sich der Störanteil $U_{\text{Stör}}$ um $L_L \cdot di_{\text{Stör}}/dt$ verringert. Für extrem empfindliche Vorverstärker oder Verstärkerstufen mit großem Leistungsbedarf ist darüber hinaus ein separates Netzteil anzuraten.

Eine Sternpunkt-Verdrahtung der Versorgungsleitungen führt

allerdings zu einer stark ansteigenden Anzahl von Leitungen, womit diese Methode nur in Ausnahmefällen konsequent anwendbar ist. Außerdem steigen mit zunehmender Leitungsdichte die Auswirkungen der kapazitiven und induktiven Kopplungsmechanismen, so daß die praktisch realisierbaren Maßnahmen zum Reduzieren der galvanischen Kopplung folglich aus einer Mischung von Sternpunkt-Verdrahtung und verringerten Kopplungsbeziehungsweise Leitungsimpedanzen bestehen.

Wie man Gleichung 12a entnehmen kann, hängt die Störspannung $U_{\text{Stör}}$ sowohl von der zeitlichen Änderung des Stromes als auch von der Leitungsimpedanz L_L ab. Neben dem Einsatz von Abblockkondensatoren bietet das Absenken der Leitungsimpedanzen eine weitere Möglichkeit zum Beeinflussen galvanischer Kopplungseffekte. Grundsätzlich sind für ein Platinenlayout folgende Maßnahmen zu berücksichtigen:

- kurze Leitungslängen (reduzierter Widerstands- und Induktivitätsbelag),
- großer Leitungsquerschnitt (geringer ohmscher Anteil),
- kleine Stromschleifen (verringert induktiver Anteil),
- Trennung von Signal- und Strombezugsleitern,
- vermaschte Leitungsführung.

Die Trennung von Signal- und Strombezugsleitern ist die einfachste Möglichkeit zum Reduzieren der galvanischen Kopplung. Sie basiert auf der räumlichen Trennung der Bezugsleiterpfade von signalführenden Stromkreisen und solchen, die eine höhere Stromdichte (zum Beispiel Versorgungsleitungen) aufweisen. Das Unterteilen des Layouts in störungserzeugende und -empfindliche Stromkreise, wie es in Bild 9a dargestellt ist, führt zu Systemen, die aufgrund ihrer Störungsunempfindlich-

keit gegenüber galvanischen Störungen häufig in gemischt digital/analogen Schaltungen zur Anwendung kommen.

Eine weitere Verbesserung mit dem Ziel einer möglichst niedrigen Bezugsleiterimpedanz Z_L bietet eine Bezugsleiterfläche, die aus einer die gesamte Platine überdeckenden Leiterschicht besteht. In Bild 9b ist ein entsprechendes Beispiel wiedergegeben. Lediglich die nicht kontaktierten Lötanschlüsse bleiben ausgespart, so daß die Bezugsleiterfläche zwischen zwei beliebig kontaktierten Punkten die kleinstmögliche Impedanz aufweist. Diese Methode wendet man insbesondere bei Hochfrequenzschaltungen und schnellen Digitalschaltungen an, da gemäß Gleichung 12a der induktive Störanteil bei hohen Frequenzen dominiert. Weil Bezugsleiterflächen eine komplette Leiterplattebene beanspruchen, ist ein Einsatz nur bei dünnbestückten zweilagigen Platinen möglich. Für höhere Bestückungsdichten, speziell mit schnellen digitalen Schaltungen, ist ein Multilayer-Lay-out anzustreben, wobei eine Aufteilung von Signal- und Strombezugsleitern in verschiedene Layer anzuraten ist. Auch bei gemischten Schaltungen bietet es sich an, die Bezugspotentiale für die analogen und digitalen Schaltkreise zu trennen.

Zudem läßt sich eine galvanische Verkopplung durch Vermaschen der Bezugsleiterflächen reduzieren; Bild 10 zeigt dafür ein Beispiel. Hierbei sind mehrere parallele Bezugsleiter wabenförmig miteinander verbunden. Sie bilden dadurch geschlossene Leiter-schleifen, die für durchlaufende Signale gegenüber sternförmigen Anordnungen bedeutend kürzere Leitungslängen und geringere Impedanzen aufweisen. Die innerhalb ihrer Fläche magnetisch induzierten Ströme werden per Kurzschluß gedämpft (Wirbelstromdämpfung), womit sich eine vermaschte Bezugsleiterfläche bezüglich der magnetischen Einkopplungen nicht von einer homogenen unterscheidet. Aufgrund einer hohen Schirmwirkung für niederfrequente Signale bietet es sich an, die Maschen sowohl als Schirmleitungen zwischen kritischen Signalpfaden als auch zum Trennen analoger und digitaler Schaltungsteile zu verwenden.

Beim Auslegen der Leitermaschen ist auf deren maximalen

Durchmesser d zu achten, der bei einem Richtwert von $d \leq \lambda/20$ die Abstrahlung der stromdurchflossenen Maschen vernachlässigbar klein hält. Die Größe λ entspricht dabei der Wellenlänge der höchsten vorkommenden Frequenzkomponente des Maschenstromes. Mit einem Maschendurchmesser von einigen Zentimetern erfolgt eine nennenswerte Abstrahlung erst ab einer Frequenz von etwa 300 MHz, die in digitalen Schaltungen jedoch nur ECL-Bausteine erreichen.

Da vermaschte Bezugs- und Versorgungsleitungen den Verlauf der übrigen Signalleitungen nur geringfügig behindern, wendet man diese Methode in Leiterplattenlayouts relativ häufig an. Die höchste Bestückungsdichte erzielt man durch parallel verlaufende Leiterbahnen auf jeder Ebene. Zum Schließen der Maschen werden die senkrecht zueinander stehenden Bahnabschnitte der verschiedenen Layer über Durchkontaktierungen miteinander verbunden. Die Technik der vermaschten Leitungsführung dient ebenfalls zur Bezugspotentialverlegung zwischen verschiedenen Leiterplatten eines Gerätes, so daß man durch kürzere Rückleiterlängen eine höhere Störungs-empfindlichkeit erzielt. Bei längeren Verbindungen – speziell zwischen Geräten – ist jedoch von einer Vermaschung abzuraten, da neben einer dann nicht mehr zu vernachlässigenden Abstrahlung der Leiter-schleife auch der Einfluß von (Meß-)Störungen durch Erdschleifen zunimmt.

Erdschleifen

Erdschleifen – auch als Brumm-schleifen bezeichnet – entstehen durch ringförmig geschlossene Bezugsleiter, womit eine Forderung nach Vermeidung der Schleifen scheinbar im krassen Gegensatz zur vermaschten Leitungsführung steht. Zum Klären des Widerspruchs sei gesagt, daß einzig und allein die Maschengröße – quasi als Zünglein an der Waage – die Vorbezugungsweise Nachteile von Bezugspotentialschleifen innerhalb einer Signalübertragungsstrecke (Meßkreis) überwiegen läßt. Somit wirkt eine Vermaschung einerseits als Heilmittel gegen beispielsweise galvanische Kopplungen, andererseits aber auch als Störungsquelle. kb

ELEKTRONIK

LABOR BLÄTTER Band 3

ANALOGUE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

Ein Buch von **ELRAD**



Elektronische Schaltungen werden nur selten patentmäßig „erfunden“, sondern fast immer je nach Ziel und Vorgabe aus schon existierenden kleinen Grundsaltungen neu zusammengesetzt und optimiert.

Der jetzt vorliegende **Band 3, ANALOGUE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN**, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift **ELRAD** veröffentlichten Grundsaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortverzeichnis zur Verfügung.

LABORBLÄTTER Band 3 behandelt unter anderem folgende Themen:

AD Wandler
Multiplizierer
Low Power ICs
Meß- und Prüfschaltungen
Temperatursensoren
Infrarot-Technik
Opto-Koppler

**1. Auflage 1993
gebunden, 144 Seiten
Format 21,3 x 28,5 cm
DM 45,- / sfr 45,- / öS 351,-
ISBN 3-922705-82-0**



Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
D-30604 Hannover

E.82 1/2h

Im Buch- und Fachhandelerhältlich

TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre
Telefax-Anfrage direkt an
die betreffende Firma, nicht
an den Verlag.

*

Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

Ich habe angefragt

am _____

bei _____

Fax _____

erl.: _____

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

TELEFAX Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: _____

Firma: _____

Abt./Bereich: _____

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,
Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten * ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

Fax-Absender:

Name/Vorname: _____

Firma/Institut: _____

Abt./Bereich: _____

Postanschrift: _____

Besuchsadresse: _____

Telefon: _____

Telefax: _____



ELRAD-Fax-Kontakt: Der fixe Draht zur Produktinformation
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Hannover

ELRAD Direkt-Kontakt

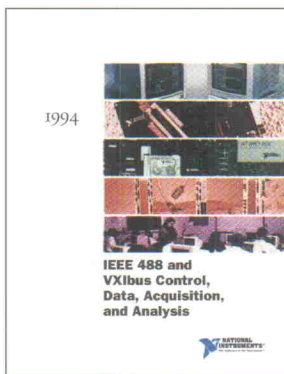
Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- 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.



KOSTENLOSER KATALOG 1994



National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München
Tel.: 089/ 714 50 93
Fax: 089/ 714 60 35

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

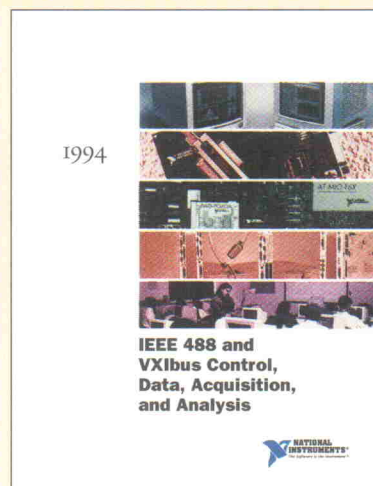
☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

RECHNERGESTÜTZTE MEßTECHNIK



Hardware

- IEEE 488.2 – Schnittstellen
- Datenerfassungskarten
- VXIbus – Controller
- DSP – Einsteckkarten
- GPIB – Zubehör
- SCXI – Produktlinie zur Signalkonditionierung

Software

- LabVIEW
- NEU! LabWindows/CVI
- LabWindows
- NI-488.2
- NI-DAQ
- NI-VXI



Um einen kostenlosen Katalog zu erhalten, schicken Sie uns diese Karte oder rufen Sie uns an. Tel.: 089/ 714 50 93 Fax: 089/ 714 60 35



KOSTENLOSER KATALOG 1994

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch des Kundenberaters

Name
Vorname
Firma
Abteilung
Straße/Postfach
PLZ/Ort
Telefon
Fax

© Copyright 1993 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Produker- und Firmennamen sind eingetragene Warenzeichen ihrer Hersteller.



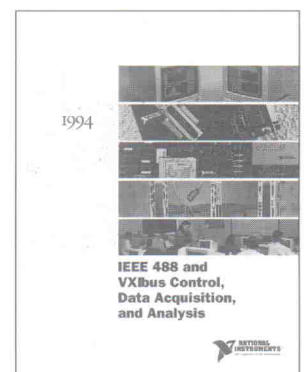
NATIONAL INSTRUMENTS
The Software is the Instrument

National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München



KOSTENLOSER KATALOG 1994



National Instruments Germany GmbH
Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München

Tel.: 089/ 714 50 93
Fax: 089/ 714 60 35

ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch des Kundenberaters

ELRAD-Abonnement
Bestellkarte

- **Vertrauensgarantie** (gilt ab Vertragsabschluß)
Diese Bestellung kann innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen werden.
- Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.
- Das **ELRAD-Abonnement** ist **jederzeit** mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Mit **Geld-zurück-Garantie**: Überbezahlte Beträge werden selbstverständlich erstattet.
- Bei Bankeinzug erhalten Sie den begehrten **ELRAD-Sticker** als Dankeschön.



ELRAD-Kleinanzeigen
Auftragskarte

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

199

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am:

eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu **ELRAD-Projekten** bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung

ELRAD-Abonnement

JA, senden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen **ELRAD**-Ausgaben ab Monat:

(Kündigung ist **jederzeit** zu der jeweils übernächsten Ausgabe möglich. Überbezahlte Beträge werden erstattet.)

Die Preise für das Jahresabonnement ☐ Inland: DM 79,20 ☐ Ausland: DM 86,40
Studentenabo (gegen Nachweis) ☐ Inland: DM 69,00 ☐ Ausland: DM 76,80

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

☐ Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr.

Geldinstitut:

Bei Bankeinzug erhalten Sie als Dankeschön den begehrten **ELRAD-Sticker**. Andernfalls erhalten Sie nur eine Rechnung

☐ Gegen Rechnung. Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Vertrauensgarantie (gilt ab Vertragsabschluß): Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Straße 7, 30625 Hannover, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/2. Unterschrift des neuen Abonnenten (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige

☐ gewerbliche Kleinanzeige*) mit ☒ gekennzeichnet

DM	
4,30 (7,20)	
8,60 (14,40)	
12,90 (21,60)	
17,20 (28,80)	
21,50 (36,00)	
25,80 (43,20)	
30,10 (50,40)	
34,40 (57,60)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr.

Bitte umstehend Absender nicht vergessen!



eMedia GmbH – BESTELLUNG

Ich gebe die nachfolgende Bestellung **gegen Vorauszahlung** auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.: _____

BLZ: _____

Bank: _____

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Konto.-Nr. 4 408.

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung (Inland)	6,-	6,-

Absender nicht vergessen!

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)



Porto zahlt
Empfänger

ELRAD-Abonnement Bestellkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft

199

Antwortkarte

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 610407**

30604 Hannover

Absender (Bitte deutlich schreiben)

Vorname

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.
Konto-Nr.:
BLZ:
Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,
Postgiro Hannover, BLZ 250 100 30,
Konto-Nr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99
Konto-Nr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverbindliche Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

ELRAD-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,30

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Postfach 610407**

30604 Hannover

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

eMedia-Bestellkarte

Abgesandt am

199

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



**eMedia GmbH
Postfach 610106**

30601 Hannover

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 1/94

RC-Oszillatoren (4)

Funktionsgeneratoren liefern nicht nur rechteck- und dreieckförmige Signale, sondern stellen auch Sinussignale zur Verfügung. Stellt man höhere Anforderungen an die Genauigkeit der Ausgangsfrequenz, so greift man im allgemeinen zu einem Quarzoszillator.

In Bild 45 ist das Blockschema eines Funktionsgenerators wiedergegeben. Ein Integrator und ein Schmitt-Trigger gelangten bereits in den Bildern 39 und 40 zum Einsatz. Neu hinzugekommen ist das Diodenetzwerk, das das Dreieckssignal stufenweise auf eine Sinusform begrenzt. Aus Einzelkomponenten aufgebaut, benötigt man für einen passablen Sinusverlauf mindestens 12 Dioden, 12 Trimpotentiometer und 24 Festwiderstände. In Bild 46 ist ein solcher Diodenumformer dargestellt, der aus einem dreieckförmigen Eingangssignal ein Sinussignal mit einem Klirrfaktor unter 0,5 % formt. Der erkennbar hohe Aufwand schreckt jeden Entwicklungstechniker ab. Bereits seit längerer Zeit stehen aber ICs zur Verfügung, die einen kompletten Funktionsgenerator für die drei gewünschten Signalformen enthalten, und zwar die Typen ICL 8038 und XR 2206.

Wie das Blockschema in Bild 47 zeigt, enthält der Schaltkreis 2206 einen stromgesteuerten Oszillator (VCO, ebenfalls eine Kipperschaltung), einen Analogmultiplizierer mit Sinuskonverter sowie einen Pufferverstärker. Die Ausgangsfrequenz des VCOs ist von einem Kondensator und einem Steuerstrom abhängig. Integrierte Stromschalter schalten diesen Strom je nach dem am Auswahleingang Pin 9 anliegenden Logikpegel auf einen der Stromausgänge Pin 7 oder Pin 8. Somit ist über Pin 9 eine Frequenzumstellung

(FSK) möglich. Zwischen dem Steuerstrom I_f , der aus einem der beiden Ausgänge nach Masse fließt, und der Ausgangsfrequenz besteht ein linearer Zusammenhang:

$$f = I_f / (3 \cdot C)$$

Setzt man in die folgende zugeschnittene Gleichung den Strom in mA und die Kapazität in μF ein, erhält man die Frequenz in Hz:

$$f = 330 \cdot I_f / C$$

Für I_f ist ein Strom aus dem Bereich $1 \mu\text{A} \dots 3 \text{ mA}$ zulässig. Ströme zwischen $15 \mu\text{A}$ und $750 \mu\text{A}$ bieten dabei eine optimale Temperaturstabilität. Bei den Stromanschlüssen 7 und 8 handelt es sich um niederohmige Ausgänge, deren Spannung im IC auf 3 V mit einer sehr kleinen Temperaturdrift ($6 \cdot 10^{-5} \text{ V/K}$) gehalten wird. Im einfachsten Fall stellt man den Steuerstrom I_f mit einem Widerstand R_f zwischen Pin 7 oder Pin 8 gegen Masse ein. Für den Steuerstrom gilt dann:

$$I_f = 3 \text{ V} / R_f$$

Die Ausgangsfrequenz beträgt:

$$f = I_f / (3 \cdot C) = 1 / (R \cdot C)$$

Zulässig sind Widerstände aus dem Bereich $1 \text{ k}\Omega \dots 2 \text{ M}\Omega$ und frequenzbestimmende Kondensatoren zwischen 1 nF und $100 \mu\text{F}$. Für eine optimale Temperaturstabilität sollte man einen Widerstand aus dem Bereich $4 \dots 200 \text{ k}\Omega$ wählen. An Pin 11 ist ein Rechteckssignal abgreifbar, das man auch als Synchronisationssignal nutzen kann. Anschluß 2 liefert je nach Beschaltung der Pins 13 und 14 ein sinus- oder dreieckförmiges Ausgangssignal.

Weitere Anschlüsse ermöglichen das Einstellen von Kurvenform (Klirrfaktor), Symmetrie, Amplitude und Gleichspannungspegel des Ausgangssignals. Bei einem sorgfältigen Abgleich beträgt der Klirrfaktor des Sinussignals etwa 0,5 %.

Die Schaltung des kompletten Funktionsgenerators ist in Bild 48 dargestellt. Der Generator erzeugt ohne großen Schaltungsaufwand Rechteck-, Dreieck- und Sinusschwingungen in fünf Bereichen zwischen 1 Hz und 100 kHz. Mit dem einstellbaren Widerstand P1 überstreicht man dabei jeweils eine Frequenzdekade. Den Verlauf der Frequenz über den Widerstand von P1 zeigt Bild 49. Es ist ersichtlich, daß aufgrund der Funktion $f = 1 / (R \cdot C)$ die Frequenzteilung nicht linear, sondern hyperbolisch verläuft. Eine praxisnahe Skalenteilung mit relativ feiner Auf-

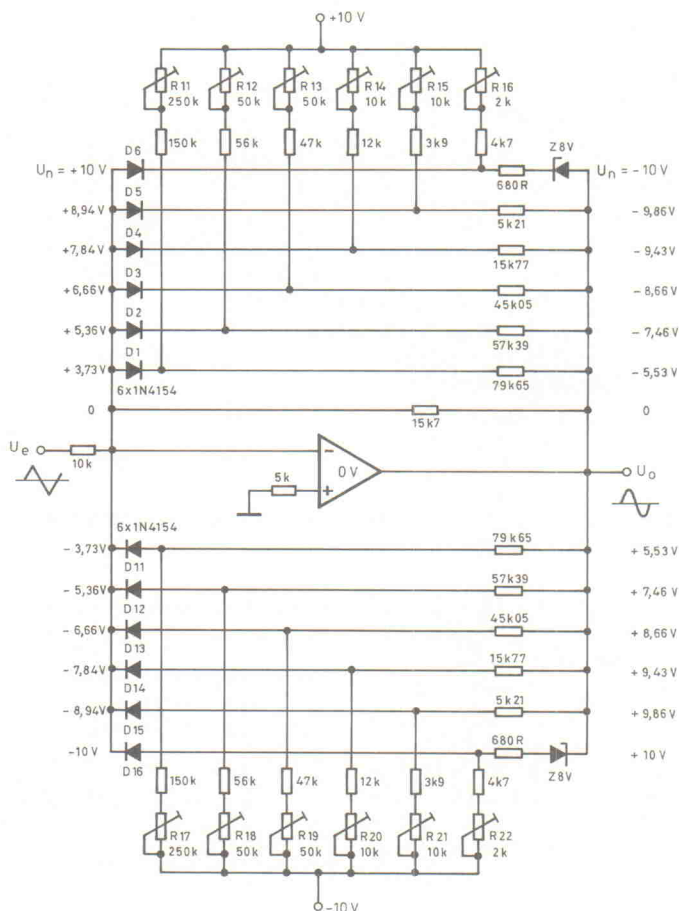


Bild 46. Mit Einzelkomponenten realisierter Dreieck-Sinus-Umformer.

lösung erhält man beim Einsatz eines logarithmischen Potentiometers. Als Alternative kann man eine Spannungssteuerung entsprechend Bild 50 vorsehen, die zu einem linearen Frequenzgang über der Steuerspannung gemäß Bild 51 führt.

Zurück zum Funktionsgenerator aus Bild 48. An Pin 11 erscheint ein Rechteckssignal, der Widerstand R2 ist dabei der Kollektorwiderstand

des internen Ausgangstransistors. Für TTL-Pegel kann man die Amplitude mit der gestrichelt eingezeichneten Z-Diode auf rund 4,7 V begrenzen. Der Ausgangsanschluß Pin 2 liefert bei offenem Schalter S2 eine Dreiecksspannung, bei geschlossenem Schalter hingegen eine Sinusspannung.

Zum Minimieren des Klirrfaktors ist ein Abgleich erforderlich. Dazu

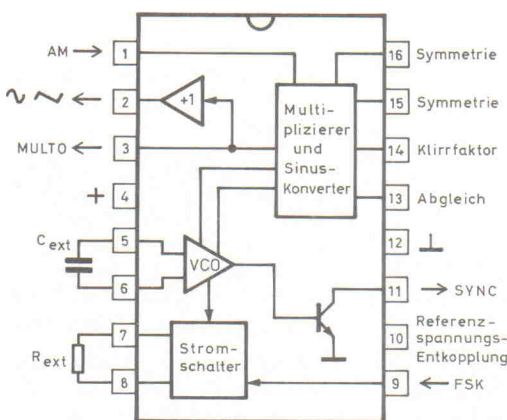


Bild 47. Blockschemabild des Funktionsgenerator-ICs XR 2206.

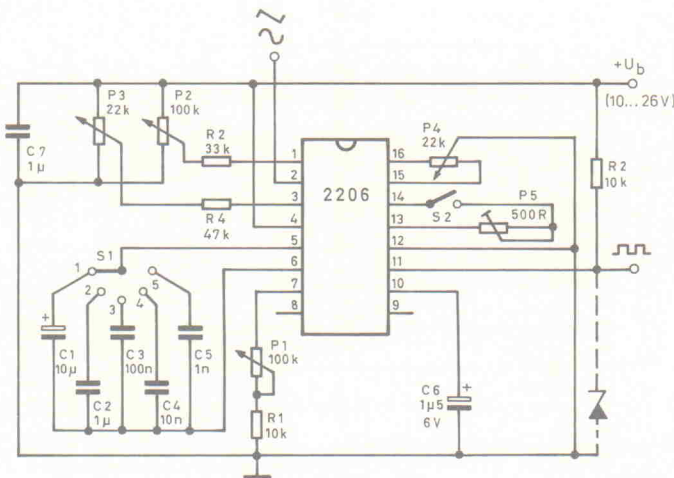


Bild 48. Grundschaltung eines Funktionsgenerators mit dem Schaltkreis XR 2206.

stellt man (Oszilloskop oder Klirrfaktormesser an Pin 2) zunächst das Symmetriepoti P4 auf Mittelstellung und gleicht mit P5 auf kleinste Verzerrung des Ausgangssignals ab. Durch ein anschließendes Nachstellen von P4 erfolgt eine weitere Reduzierung des Klirrfaktors. Genügt ein Klirrfaktor von etwa 2 %, kann P4 entfallen und P5 durch einen Widerstand von 220 Ω ersetzt werden. Mit P2 ist die Amplitude des Dreieck- oder Sinussignals einstellbar. Der Innenwiderstand des Ausgangsanschlusses Pin 2 beträgt etwa

600 Ω . Den Gleichspannungsmittelwert kann man mit P3 justieren.

Eine zunehmende Bedeutung erlangen digitale Funktionsgeneratoren, die entweder auf Basis der Walsh-Synthese arbeiten oder bei denen verschiedene Funktionsverläufe in einem EPROM abgelegt sind, die über einen Zähler und D/A-Wandler abgerufen werden können.

Quarzoszillatoren

An Platten oder Stäben, die aus nichtleitendem kristallinen Material herausgeschnitten sind, entstehen durch mechanischen Druck oder Zug elektrische Ladungen. Diesen Vorgang bezeichnet man als direkten Piezo-Effekt. Bei entsprechender Kraft können diese Ladungen sehr hohe Spannungen erreichen. Umgekehrt ziehen sich derartige Piezo-Kristalle beim Anlegen einer elektrischen Spannung zusammen, oder sie dehnen sich aus. Praxisbeispiele für diesen reziproken Piezo-Effekt sind Piezo-Hochtonlautsprecher und Piepser für akustische Meldungen.

Ein piezo-elektrischer Körper ist somit ein elektromechanischer Wandler, der mechanische Energie in elektrische und umgekehrt wandeln kann.

Bei den genannten Beispielen kommt es auf einen starken Piezo-Effekt (guter Wirkungsgrad) und eine gewisse Breitbandigkeit (Piezo-Lautsprecher) an. Hierfür stehen geeignete Verbindungen zur Verfügung, beispielsweise Bariumtitanat.

Jedes schwingfähige Gebilde weist aber auch eine Eigenresonanz auf. Passend gehaltene und elektrisch

dazu angeregte Piezo-Körper schwingen mechanisch mit ihrer Eigenresonanz. Infolge ihrer elektrischen Rückwirkung können sie als elektronische Resonatoren mit sehr geringer Dämpfung dienen. Besonders geeignetes Ausgangsmaterial dafür ist kristalliner Quarz, chemisch Siliziumdioxid. Dieser hat eine gute physikalische Beständigkeit und eine besonders niedrige Eigen-dämpfung (hohe Güte).

Der Quarz als Bauelement

Wenn im folgenden von einem Quarz die Rede ist, so ist damit stets ein Kristallstück (Scheibe, Stab oder dergleichen) bestimmter Abmessung und Orientierung zu den Kristallachsen gemeint, der mit Elektroden für den elektrischen Anschluß versehen und gehaltert ist.

Auf dem weiten Feld der Elektronik setzt man vorwiegend Schwingquarze ein, in der Hochfrequenztechnik auch Filterquarze. Die letztgenannte Anwendung ist jedoch nicht Thema dieser Arbeit. Quarze als Resonatoren verwendet man für Frequenzen von unter 10 kHz bis über 100 MHz.

Quarzkristalle kann man in Bergwerken gewinnen (Bergkristall) oder synthetisch herstellen. Synthetisch hergestellte sind normalerweise fehlerlos, ohne Einschlüsse und Verwachsungen, sie führen folglich zu einer hohen Ausbeute. Bei natürlichen Quarzen besteht das Problem, daß unter Umständen gerade in der gewünschten Schnittrichtung ein Kristallfehler vorhanden ist. Zu bedenken ist jedoch, daß ein natürlicher Quarzkristall Millionen von Jahren vorgealtert ist und damit stabile Betriebsparameter aufweist, ein synthetischer vielleicht nur ein halbes Jahr.

Nach dem Schneiden nochmals sorgfältig gealterte Quarze aus Naturkristallen setzte man schon in der Röhrenära in Quarzuhren ein. Auf diese Weise erreichte man bereits damals einen Gangfehler von weniger als 1 s in 10 Jahren. Eine derartige Quarzuhr der Firma R&S lieferte für Süddeutschland bis in die 60er Jahre hinein die Normalzeit. Zum Vergleich: Fertig konfektionierte Quarzoszillatoren weisen einen Fehler von etwa 50...100 ppm auf; 1 ppm entspricht dabei einer Abweichung von etwa 30 s pro Jahr. Standardquarze altern mit einer Rate von etwa +3 ppm/a.

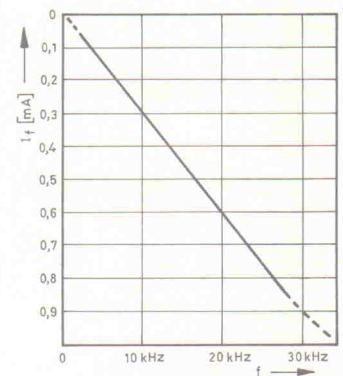


Bild 51. Linearisierte Kennlinie bei einer Beschaltung des XR 2206 gemäß Bild 50.

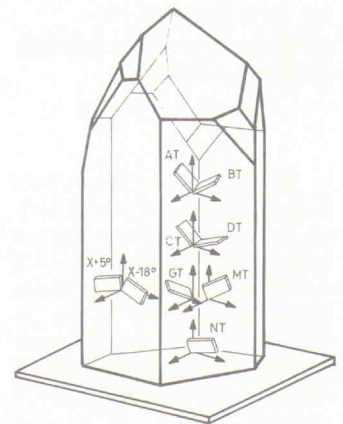


Bild 52. Teil eines Quarzkristalls mit eingezeichneten Schnittgeometrien.

Heutige Allerwelts-Quarzuhren für den Arm- oder Wandgebrauch haben einen Fehler von $\pm 1...3$ ppm/a, gehen also pro Jahr um rund 0,5...1,5 min fehl. Für andere Anwendungen, beispielsweise als Taktgeber im Computer, ist jedoch auch ein Fehler von ± 100 ppm noch nicht relevant.

Bild 52 zeigt das Modell eines mehr oder weniger natürlich gewachsenen Quarzkristalls, aus dem Teile mit bestimmten Orientierungen herausgeschnitten und entsprechend bezeichnet sind. So spricht man von einem AT-, BT-, CT-, DT-, GT-, MT-, NT- sowie auch X_{+50° und X_{-180° -Schnitt. Die Zeichnung vermittelt einen Eindruck von der Lage dieser Schnitte.

Schwingervarianten

Für den unteren Frequenzbereich verwendet man normalerweise

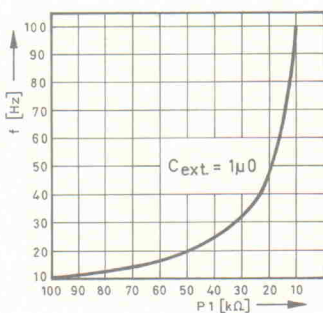


Bild 49. Typische Widerstands-Frequenzkennlinie des Funktionsgenerators XR 2206.

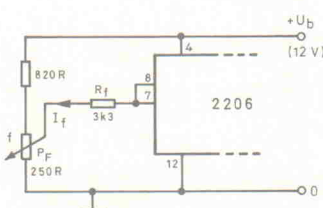


Bild 50. Beschaltung des XR 2206 zum Linearisieren der Frequenzeinstellung.

zwei- oder dreipolige Biegequarze. Der Quarzstab krümmt sich wechselweise in seiner Längsachse (Bild 53). Bei einem konstanten Verhältnis der Querschnittsabmessungen ist die Stablänge frequenzbestimmend. Diese Biegeschwinger, die man gelegentlich auch als Stimmgabelquarze bezeichnet, werden vorwiegend im Bereich von 1 kHz bis 50 kHz eingesetzt. Als Ausnahme sind die später erwähnten integrierten Quarzoszillatoren anzusehen, bei denen Biegeschwinger auch für Frequenzen von mehreren MHz zum Einsatz gelangen. Die geometrischen Abmessungen sind dann entsprechend klein.

Längsschwinger entsprechend Bild 54 sind im allgemeinen für Frequenzen von etwa 50 kHz bis 200 kHz vorgesehen. Die Schwingung besteht hier aus periodischen Schwankungen der Stablänge. Auch hier ist die Stablänge bei konstantem Verhältnis von Breite zu Höhe frequenzbestimmend.

Den Frequenzbereich zwischen 150 kHz und 800 kHz decken Flächenschwinger nach Bild 55 ab. Dabei entstehen zwei gegenphasige Längsschwingungen in zwei senkrecht zur Scheibenebene liegenden Richtungen. Frequenzbestimmend sind hier Kantenlänge beziehungsweise Scheibendurchmesser.

Für Frequenzen im Bereich 0,5...30 MHz nutzt man gerne Dickenschwinger entsprechend Bild 56. Es entstehen periodische Scherbewegungen senkrecht zur Scheibendicke. Frequenzbestimmend ist dabei die Scheibendicke.

Über 10 MHz ist der Einsatz sogenannter Oberwellenquarze üblich. Dabei handelt es sich um Dickenschwinger oder Flächenschwinger, bei denen durch schaltungstechnische Maßnahmen (siehe später) nicht die eigentliche Grundwelle, sondern eine Oberwelle, also eine Harmonische, zur Schwingung angeregt wird. Diese Oberwelle ist die einzige erzeugte Frequenz, die übrigens kein exaktes Vielfaches der elektrischen Grundschwingung beträgt, sondern um einige zehn ppm danebenliegt. Warum, darüber später mehr.

Schaltungstechnik

In Bild 57 ist das übliche Quarzerersatzschaltbild wiedergegeben. Ohne Berücksichtigung der Parallelkapazität C_0 weist der Quarz eine Seri-

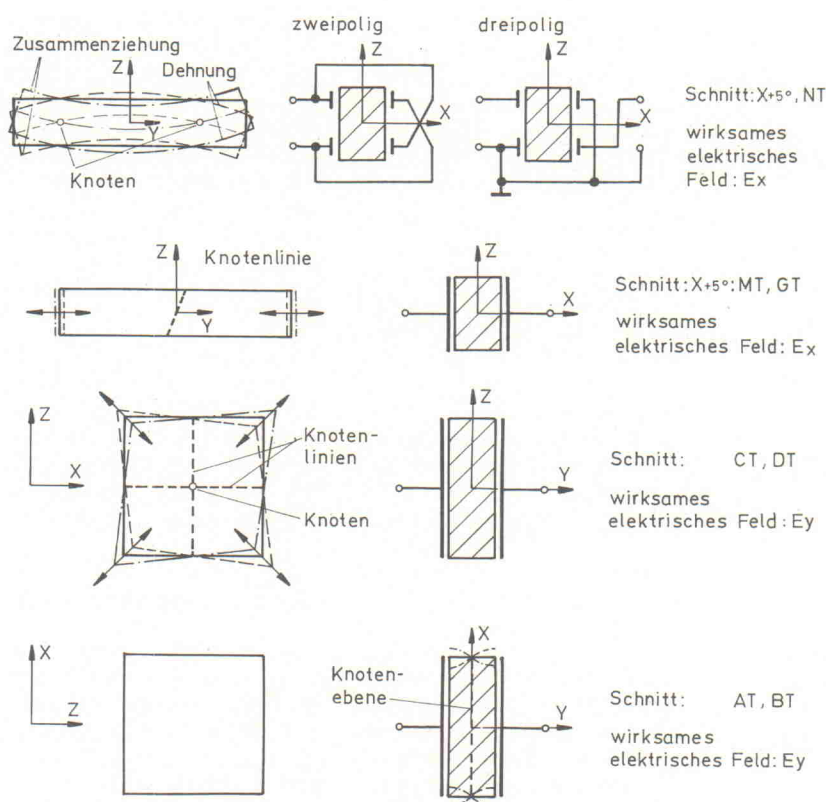


Bild 53.
Prinzip eines Biegeschwingers, ...

Bild 54.
... eines Längsschwingers, ...

Bild 55.
... eines Flächenschwingers und ...

Bild 56.
... eines Dickenschwingers.



Bild 57. Vereinfachtes Ersatzschaltbild eines Schwingquarzes.

als dicke, waagerechte Striche die zulässige Belastung handelsüblicher Einzelquarze in Abhängigkeit von der erzeugten Frequenz. Bei Subminiaturquarzen beispielsweise für Armbanduhrn liegt die zulässige Belastung natürlich weit darunter.

Betrachtet man den Verlauf der Impedanz eines Quarzes als Funktion der Frequenz gemäß der Darstellung in Bild 59, so ist ersichtlich, daß die Quarzimpedanz nicht nur bei der Grundfrequenz, sondern auch bei den Oberwellen Minima und Maxima aufweist. Bei Serienquarzen nutzt man dabei die Mini-

ma, bei Parallelquarzen die Maxima. Die entsprechende Phasenlage ist ebenfalls in Bild 59 dargestellt.

Frequenzkonstanz

Grundsätzlich gilt, daß jede Schaltung mit einem Quarz als frequenzbestimmendes Element auch mit einem LC-Kreis oder mit einer RC-Schaltung zum Schwingen zu bringen ist. Nennenswerte Unterschiede bestehen hier jedoch hinsichtlich der Frequenzkonstanz: Ein RC-Oszillator weist eine Frequenzkonstanz von etwa 10^{-2} auf, ein LC-Oszillator wartet mit einem

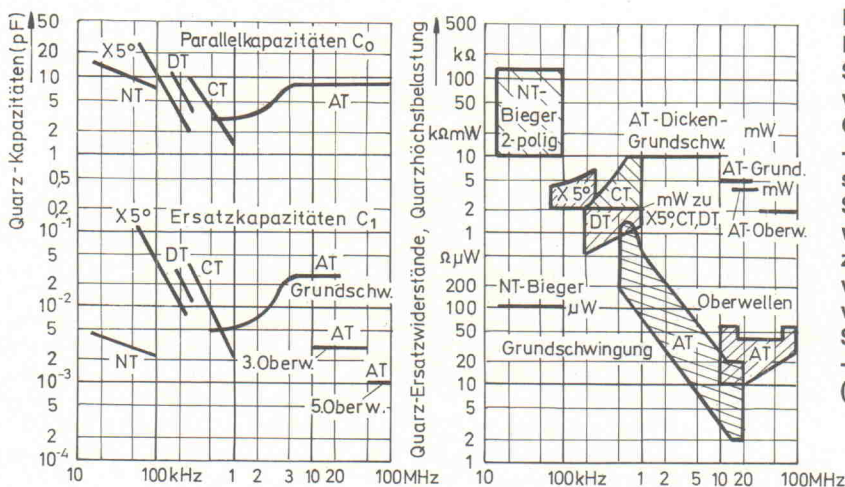


Bild 58. Parallel- und Serienkapazitäten verschiedener Quarzschnitte und -frequenzen (links) sowie Serienresonanzwiderstand und zulässige Leistung von Quarzen verschiedener Schnitte und -frequenzen (rechts).

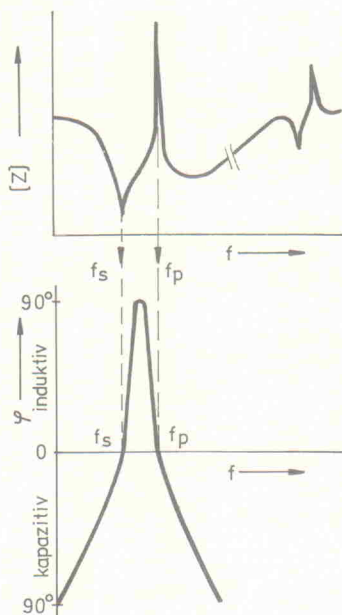


Bild 59. Impedanz eines Quarzes als Funktion der Frequenz sowie der zugehörige Phasenverlauf.

Wert von rund 10^{-3} auf, und für einen Quarzoszillator beträgt der Wert etwa 10^{-4} . Als Voraussetzung für diese Angaben gilt eine Betriebsdauer von 24 h nach einer unberücksichtigt bleibenden Einlaufzeit von 10 min sowie ein Betrieb ohne Thermostat oder temperaturgangkompensierende Maßnahmen.

Frequenzabgleich

Die Frequenz eines Quarzes ist in geringem Maße auch von seiner Außenbeschaltung abhängig. Da diese dem Quarzhersteller normalerweise nicht bekannt ist, wird dem Anwender die Beschaltung des Quarzes mit einer Bürdekapazität (meistens 15...50 pF, häufig zusammen mit der Nennfrequenz auf dem Quarzgehäuse aufgedruckt) vorgeschrieben. Diese Bürdekapazität ist dem Quarz in Reihe oder parallel zu schalten, je nachdem, ob der Quarz in Serien- oder Parallelresonanz angeregt werden soll. Realisiert man die Bürdekapazität als Trimmkondensator, so lassen sich damit Schaltungskapazitäten und -induktivitäten ausgleichen und die Oszillatorfrequenz auf den Sollwert ziehen. Der Ziehbereich beträgt bis zu ± 100 ppm.

Bei einem Betrieb in Serienresonanz wirkt der Quarz wie ein relativ

niederohmiger Widerstand, der Scheinwiderstand erreicht sein Minimum. Ein in Serie geschalteter Kondensator C_S (Bild 60a) erhöht die Serienresonanzfrequenz, sie nähert sich dann der Parallelresonanzfrequenz.

Betriebs man den Quarz hingegen in Parallelresonanz, so wirkt er wie ein sehr hochohmiger Widerstand, und der Scheinwiderstand erreicht sein Maximum. Es ist zu beachten, daß der Ersatzwiderstand R in Bild 58 nur bei Serienresonanz dem Resonanzwiderstand R_{res} gleicht. Der Parallelresonanzwiderstand der Schaltung aus Bild 60b errechnet sich wie folgt:

$$R_{pres} = 1 / (R \cdot (2\pi f)^2 \cdot (C_0 + C_p)^2)$$

In der Praxis kann man sich diese Berechnung ersparen, denn bereits ein kurzer Überschlagn zeigt, daß der Wert von R_{pres} viele tausend mal größer ist als die dem Quarz in einer beliebigen Schaltung parallel liegenden Widerstände (maximal etwa 10 MΩ), diese also letztendlich den effektiven Parallelresonanzwiderstand bestimmen. Daraus geht hervor, das in Serienresonanz betriebene Quarze im Endeffekt stabiler schwingen als in Parallelresonanz. Der Kondensator C_p senkt dabei die Parallelresonanzfrequenz ab und nähert sie der Serienresonanzfrequenz.

Wie bereits erwähnt, ist bei Quarzen zumeist die sogenannte Bürdekapazität angegeben. Wird diese

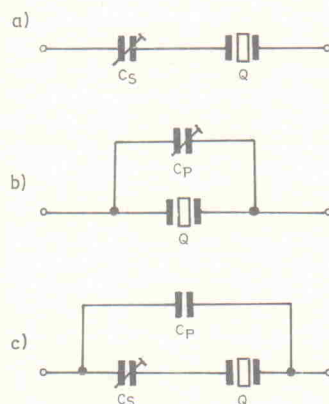


Bild 60. Abgleich eines Quarzes a) auf Serienresonanz mit einem Serien-Trimmkondensator, b) auf Parallelresonanz mit einem Parallel-Trimmkondensator und c) mit einem Serien- und Parallelkondensator.

Kapazität aber einem Quarz in einem Paralleloszillator parallel oder in einem Serienoszillator in Serie geschaltet, schwingen diese auf der gleichen Frequenz. Theoretisch stimmen die Frequenzen zwar nicht völlig überein, weil auch bei einer Serienschaltung dem Quarz noch einige pF Schaltungskapazität parallel liegen, aber in der Praxis ist dieser Unterschied vernachlässigbar klein.

Gelegentlich setzt man auch eine gemischte Schaltung entsprechend Bild 60c ein. Hier reduziert der Kondensator C_p die Resonanzfrequenz, der Serienkondensator C_S hebt sie jedoch an. Im Endeffekt handelt es sich somit um eine Parallelschaltung.

Schaltungstechnik

Wie jeder Oszillator benötigt auch ein Quarzoszillator einen Verstärker, der die unvermeidlichen Verluste ausgleicht. Die Bilder 61 und 62 zeigen die beiden Grundsaltungen, bei denen der Quarz 'floatend', also ohne Massebezug, betrieben wird. In Bild 61 ist der Betrieb in Serienresonanz mit einem nichtinvertierenden Verstärker dargestellt. Sowohl der Eingang als auch der Ausgang des Verstärkers sind niederohmig ausgeführt, so daß der Quarz bei einer positiven Rückkopplung auf der Serienresonanzfrequenz schwingt.

Bild 62 zeigt die Grundsaltung eines in Parallelresonanz betriebenen Quarzes. Eine derartige Anordnung mit einer negativen Rückkopplung kann nur dann schwingen, wenn der negative Rückkopplungsweg vom Ausgang zum invertierenden Eingang des Verstärkers gesperrt ist. Dies erfolgt über den Quarz Q . Der Kondensator C_p besteht hier aus der Serienschaltung der Kondensatoren C_1 und C_2 .

Praktische Schaltungen

In der Röhrenära mit hochohmigen Ein-(Gitter) und mittelohmigen Ausgängen (Anode) betrieb man Quarzoszillatoren vorwiegend in Parallelresonanz, und zwar meistens in einer modifizierten Colpitts-Schaltung. Die Transistorversion dieser Grundsaltung ist in Bild 63 wiedergegeben. Für die praktische Dimensionierung der Bauelemente gelten folgende Relationen:

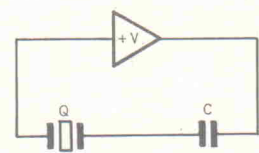


Bild 61. Prinzipschaltung eines Quarzoszillators mit Serienresonanz.

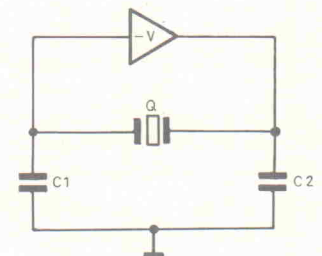


Bild 62. Prinzipschaltung eines Quarzoszillators mit Parallelresonanz.

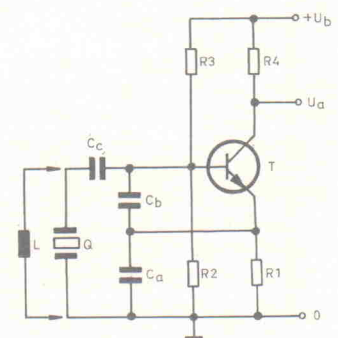


Bild 63. Colpitts-Oszillator mit Quarz in Parallelresonanz.

$R_3/R_2 = 2$, $R_4/R_1 = 1...2$, $R_3/R_4 > 30 \cdot R_4$ sowie $C_a \gg C_b > C_c$. Bezüglich der Kapazitäten der drei genannten Kondensatoren sind die Relationen 20 : 1 : 0,5 zwar üblich, aber nicht Bedingung. Zum Abgleich auf die Sollfrequenz führt man entweder den Kondensator C_c einstellbar aus oder schaltet parallel zum Quarz einen Trimmkondensator mit einer Kapazität von 30...50 pF.

Zum Erregen von Oberwellenschwingungen kann man dem Quarz eine Spule parallel schalten, die zusammen mit den Kondensatoren auf die dritte oder fünfte Oberwelle abgestimmt ist. Das Ausgangssignal ist praktisch rückwirkungsfrei am Kollektor des Transistors abgreifbar.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 3/94

Messen und Verarbeiten elektrischer und nichtelektrischer Größen



8. Kongreßmesse
für industrielle
Meßtechnik

13. – 15. September 1994
Rhein-Main-Hallen
Wiesbaden

MessComp '94

Branchentreff Messtechnik

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

Die Ausstellung

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

Der Kongreß

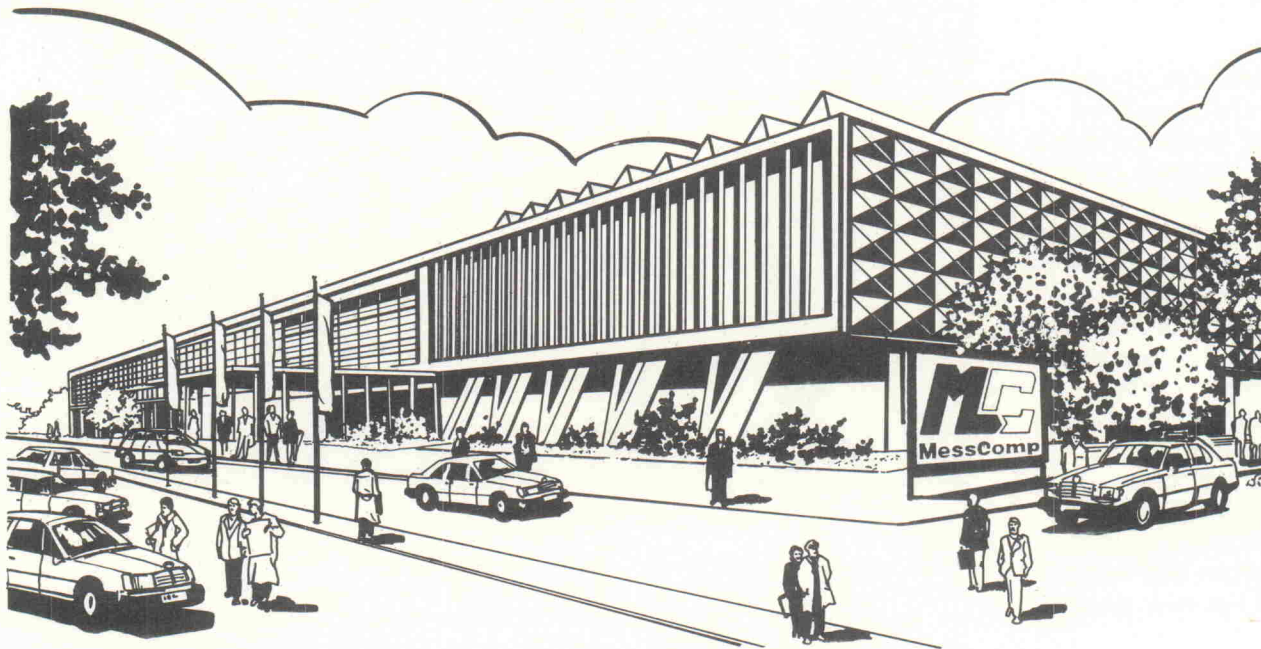
Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

Die Produktseminare

Unabhängig vom Kongreß werden die Aussteller Produktseminare durchführen. Dem Besucher bietet das die Möglichkeit, die gehörte Theorie anschließend am Ausstellungsstand in der Praxis zu erleben. Der Eintritt zu den Produktseminaren ist frei.

Die Workshops

Auch anlässlich der MessComp '94 finden Workshops zu aktuellen Themen statt. Nähere Informationen wird das Kongreßprogramm enthalten.



Nähere Informationen über: NETWORK GmbH, Wilhelm-Suhr-Straße 14, D-31558 Hagenburg, Telefon (050 33) 70 57, Telefax (050 33) 79 44.
Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an.

Bitte senden an:

NETWORK
GMBH

Wilhelm-Suhr-Str. 14

D-31558 Hagenburg

*IHR PRIVATES
MESSE-TEAM!*

Ich bin interessiert als

- ☐ Kongreßteilnehmer ☐ Fachbesucher
☐ Workshop-Teilnehmer ☐ Aussteller

Bitte senden Sie mir die entsprechenden Informationen zu.

Name

Position

Firma/Institution

Adresse

Telefon

Telefax

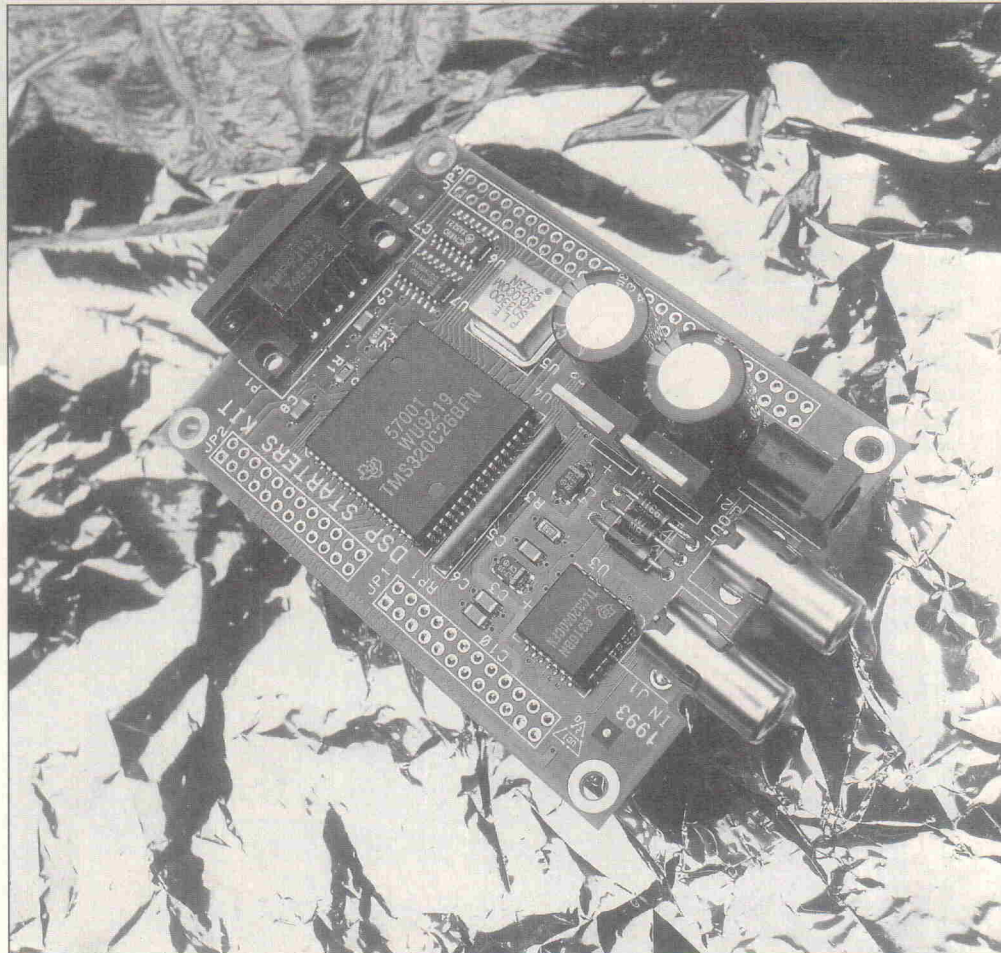
MC
MessComp '94

DSP für alle

Starterkit für TMS320C2X-DSPs

Marcus Prochaska

Obwohl sich Digitale Signalprozessoren längst Massenmärkte erobert haben, stehen ihrer Popularisierung auf breiter Entwickler- und Ausbildungsfront immer noch die zum Teil sehr hohen Preise für Entwicklerpakete im Wege. Texas Instruments hat nun mit einem gut ausgestatteten Starterkit für seine TMS-320-Familie den Schritt in Richtung 'DSP für alle' getan.



Schon seit längerem haben DSPs (Digitale Signalprozessoren) Einzug in viele Geräte des täglichen Gebrauchs gehalten. Bausteine wie die der TMS320-Reihe verrichten ihren Dienst unter anderem in Konsumartikeln wie zum Beispiel in PCs (Multimedia-Anwendungen) oder auch im Elektronikspielzeug der Jüngsten. Insbesondere die Telekommunikation (Modem, Funktelefon etc.) ist ohne DSPs nicht denkbar.

Wenn man mit dem für die digitale Signalverarbeitung notwendigen theoretischen Know-how ausgerüstet ist, war bis dato dessen Umsetzung mit der am besten dafür geeigneten Hardware nicht ganz problemlos – weil geeignete Entwicklerpakete recht teuer waren.

Texas Instruments stellt nun den praktischen Teil der digitalen Signalverarbeitung mit einem 170-Mark-Einsteiger-Kit auf preiswerte Füße. Abgesehen von einer Spannungsversorgung (9 VAC, minimal 250 mA) ist das Board mit allen zum Betrieb des Signalprozessors TMS320C26 notwendigen Baugruppen ausgerüstet. Hierzu zählt unter anderem ein 64-K-SRAM und mit dem TLC32046 ein analoges Interface-IC (AIC). Dieser Baustein verfügt über je einen analogen Ein- und Ausgang mit 14 Bit Amplitudenauflösung sowie einer Abtastrate bis 25 kHz. Der Ein-/Ausgangsspannungsbereich des A/D-Wandlers beträgt ± 3 V. Sowohl Ein- und Ausgangspins des AICs sind direkt auf Cinch-Buchsen gelegt. Um Aliasing-Fehler zu vermeiden, existiert

on Chip ein Bandpaß am Eingang des A/D-Umsetzers und ein Tiefpaß am Ausgang des DAC. Die Grenzfrequenz beider Filter wird automatisch durch die Programmierung der Abtastrate (geschaltete Kapazitätsfilter) festgelegt. Das Herz der Platine – der Signalprozessor TMS320C26 – wird mit 40 MHz getaktet und erreicht gut 20 MIPS (Million Instructions per Second).

Neben dem Demoboard liegt dem Evaluation Kit ein ausführliches Handbuch über die Bausteine der TMS320C2x-Reihe bei, das sowohl die Hard- als auch die Softwareeigenschaften des Prozessors behandelt. Ein weiteres, leicht verständliches Handbuch beschreibt die dem Paket beigelegte Software, die zur Programmierung des Si-

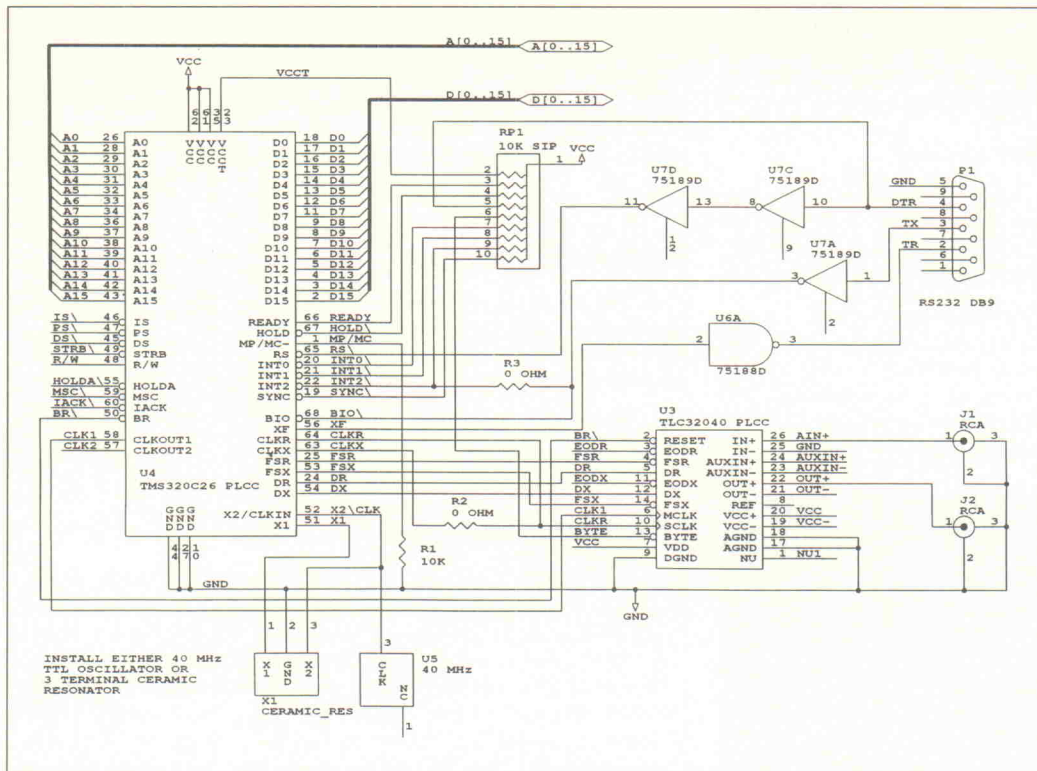


Bild 1. Die Schaltung des Texas-Kits.

gnalprozessors von einem IBM-kompatiblen PC aus dient. Darüber hinaus enthält es Hinweise zum Aufbau der Platine (Bild 1) und hilft bei der Installation von Hard- und Software. Leider sind in diesen Handbuch keinerlei Informationen über den AIC enthalten.

Der Host-PC muß über mindestens 640 KByte Hauptspeicher sowie ein 1,2-MB-Diskettenlaufwerk verfügen und mit DOS 4.01 oder höher arbeiten. Die Verbindung zwischen Demoboard und PC wird durch eine serielle Übertragung realisiert.

Um den Signalprozessor programmieren zu können, gibt es im Starterkit zwei leistungsstarke Tools. Hierbei handelt es sich um einen Kommandozeilen-Assembler (*dskd*) und einen Debugger (*dskd*), der mit einer grafischen Oberfläche aufwartet (Bild 2). Beide Programme können sich durchaus mit Produkten messen, die für die Programmierung von PC-Anwendungen vorgesehen sind.

Der Assembler verfügt neben dem kompletten Befehlssatz der TMS320C2x-ICs auch über Labels, Konstanten und eine Reihe weiterer wichtiger Assembler-Direktiven, wie beispielsweise der *include*-Anweisung, die zum Einfügen von anderen Files in den Quelltext dient. Ebenso kann man

von der Möglichkeit der bedingten Assemblierung Gebrauch machen oder auf einfache Weise Speicherbereiche initialisieren und mit beliebigen Daten diversen Typs füllen. Zur Quelltexterstellung kann man einen beliebigen ASCII-Editor heranziehen. Durch den Aufruf von *dskd* in Verbindung mit dem Namen der zu assemblierenden Datei kommt man vom Quelltext zum ausführbaren Programm. Durch das Anhängen von verschiedenen Optionen an den Dateinamen kann der Assemblierungsvorgang gesteuert werden. Um ein ausführbares Programm von der Festplatte des PC in den Speicher des Demoboads zu bekommen, ist der Debugger notwendig. Mit *dskd* kann man auch gezielt nach Fehlern im

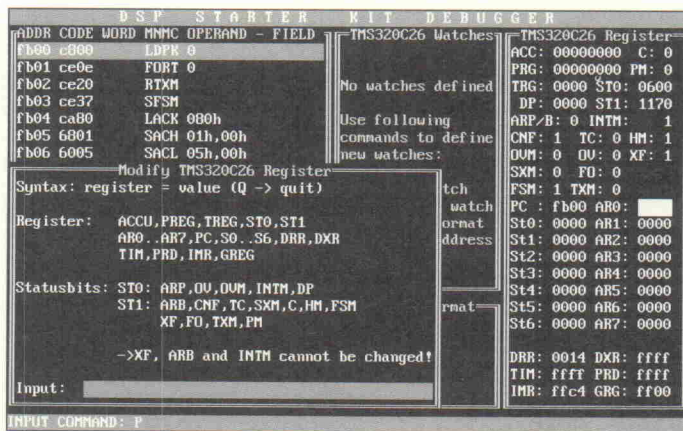


Bild 2. Unerläßliches Werkzeug bei der Programmentwicklung – der Debugger 'dskg'.

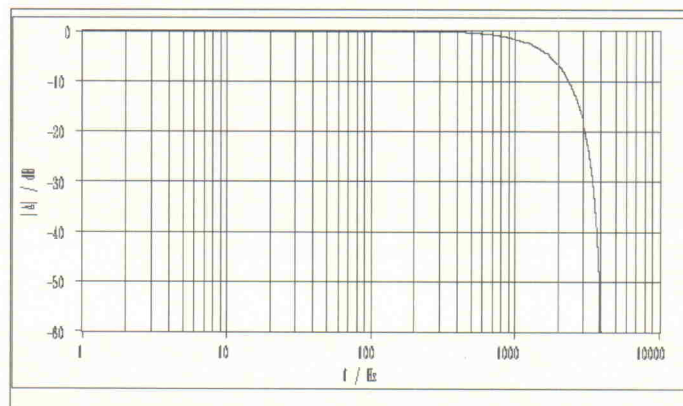


Bild 3. Durchlaßkurve des FIR-Tiefpasses zweiter Ordnung, der mit dem TI-DSP realisiert wurde.

Programm suchen. Hierzu stehen dem Programmierer verschiedene Möglichkeiten wie beispielsweise Software-Breakpoints, Watches und die Anzeige der Inhalte von einzelnen Registern und des Speichers zur Verfügung. Weiterhin kann man Bereiche des RAMs disassemblieren sowie Speicher und Registerinhalte manipulieren.

Applikationen

Eine der eher leichteren Aufgaben, die man mit einem Signalprozessor bewältigen kann, ist der Aufbau eines einfachen digitalen Filters. Aus etwa zwei Duzend Zeilen Quelltext besteht ein einfaches FIR-Filter zweiter Ordnung (Bild 3). Der Aufbau eines Programms für einen TMS320C2x sieht praktisch immer gleich aus: Zunächst muß man die Speicherbereiche für Programmcode und Daten initialisieren.

Im Anschluß hieran wird das TLC32046 AIC initialisiert und daran fügt sich dann das eigentliche Programm an. Eventuell muß man noch Routinen vorsehen, die die Kommunikation mit dem PC erledigen. Neben dem Assembler und Debugger liegt dem Paket die Software eines Spektrumanalysators bei, der seine Ergebnisse auf einem angeschlossenen Scope visualisiert. Das AIC-Eingangssignal wird vom TMS320C26 einer 256-Punkte-FFT unterzogen. Entsprechend dem ermittelten Ergebnis dieser Analyse steuert der Signalprozessor das Oszilloskop. Da neben einer Beschreibung auch der Quelltext des Programms vorliegt, kann man nach Belieben die Funktion dieser Softwareapplikation erforschen und verändern.

Der große Nachteil des beschriebenen FFT-Analysators ist, daß man zur Anzeige des Meßergebnisses ein Oszilloskop benötigt. Besser wäre es, wenn man den PC – zumindest nachdem das Programm für den TMS320C26 einwandfrei arbeitet – auch als Ausgabemedium nutzen kann. Diese Fähigkeit ist drei weiteren Softwareapplikationen gemein, die der englischen TI-Mailbox (00 44/2 34/22 32 48) entnommen wurden. Diese Programme verwandeln den PC in Oszilloskop, Spektrum- oder Audioanalysator. Die Software für den

PC wurde in C++ erstellt und ist, ebenso wie die für den DSP, als Quelltext mit ausführlicher Beschreibung vorhanden.

Noch drei

Was das DSP-Kit aus einer Dreiecksspannung in der Scope- und Spektrumanalysator-Anwendung macht, zeigen die Bilder 4 und 5.

Eine typische Messung für den Audioanalysator ist der Test eines Lautsprechers. Hierzu wird der Ausgang des Boards mit dem Wandler verbunden. An den Eingang des TLC32040 schaltet man

ein Mikrofon. Das Ergebnis einer Messung zeigt Bild 6. Natürlich entsprachen weder das Mikrofon noch die Testumgebung dem Standard, der im allgemeinen bei solchen Messungen zugrunde gelegt wird.

Summa summarum

Dieses wie auch die anderen Beispiele zeigen, daß man mit dem Kit praxisnah in die digitale Signalverarbeitung einsteigen kann.

Die Hardwareausstattung des Demoboards mit dem groß-

zügigen RAM und dem TLC32046 AIC ist hervorragend auf Problemstellung der digitalen Signalverarbeitung im Sprachfrequenzbereich abgestimmt. Auch die zur Softwaregenerierung unerlässlichen Programme (Assembler und Debugger) zeigten sich bei der Programmentwicklung als ausgesprochen hilfreich und effizient. Hinzu kommt der günstige Preis von etwa 170 Mark, der sich allemal für den praktischen Einstieg in die digitale Signalverarbeitung lohnt. *hr*

Familienbande

Die TMS320C2x-Reihe ist mit einer Familiengröße von sechs Bausteinen auf fast alle in der Praxis auftretenden Eventualitäten eingerichtet. Neben einer 33-MHz- und mehreren 40-MHz-Versionen steht mit dem TMS320C25-50 auch eine 50-MHz-Version zur Verfügung, die mit einer Maschinenzkluszeit von 80 ns aufwartet.

Anwenderprogramme können je nach Prozessortyp im RAM, EPROM, ROM oder in einem externen ROM abgelegt werden. Dabei beträgt der maximale Adreßraum 256 KB für Programm- und Daten-

speicher. Mittels eines Adapters ist die Programmierung des mit EPROM ausgestatteten TMS320E25 mit einem handelsüblichen EPROM-Brenner für 28-PIN-DIP-Gehäuse machbar. Das 16-KB-ROM des TMS320C28 programmiert TI nach Kundenwunsch.

Allen TMS320-DSPs ist gemein, daß sie mit einer Betriebsspannung von 5 V arbeiten und jeweils mit einem 16-Bit-Adreß- und -Datenbus ausgerüstet sind. Natürlich sind alle DSPs der Familie untereinander softwarekompatibel.

Das vereinfachte Blockdiagramm der TMS320C2x-Familie.

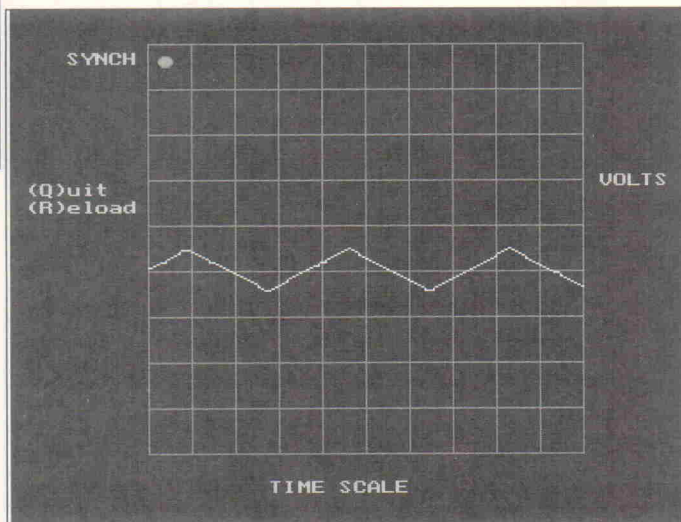
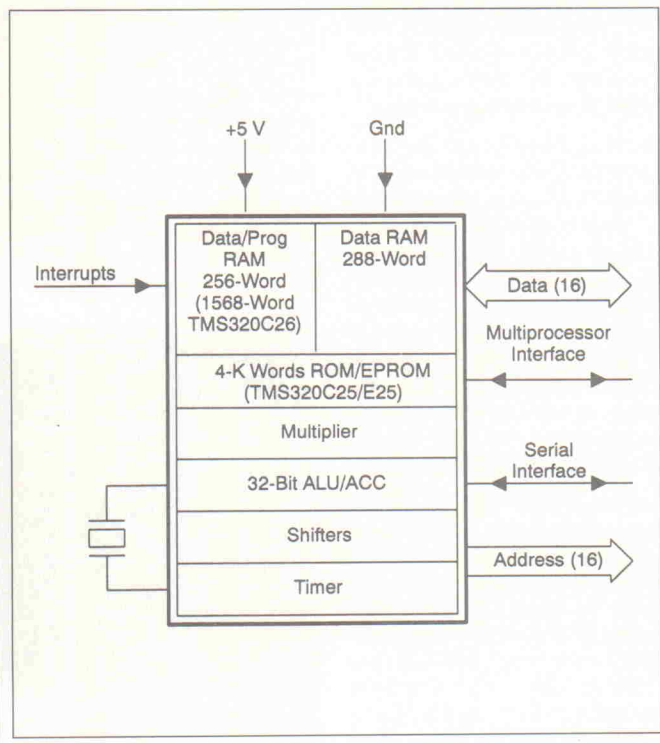


Bild 4. Mit dem TI-Board ist aus dem PC leicht ein Oszilloskop zu machen.

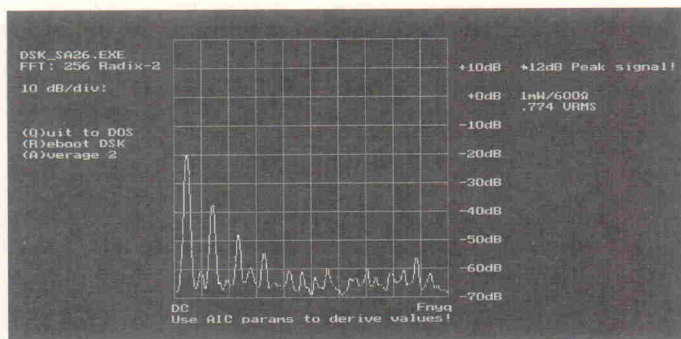


Bild 5. Die Spektrumanalysator-Applikation.

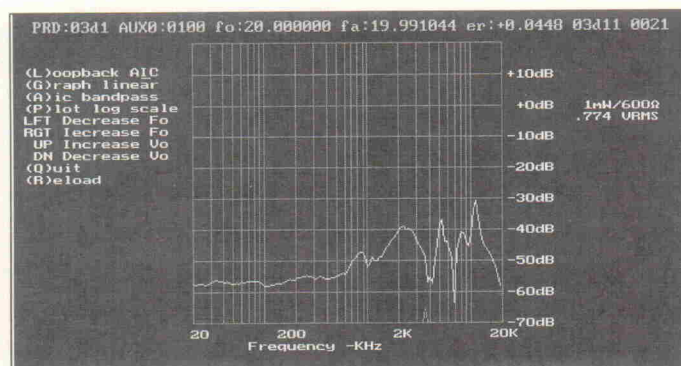


Bild 6. Das Beispielprogramm Audioanalysator bedient quasi gleichzeitig den Ein- und Ausgang des AIC.

Neue Ausbildungssysteme

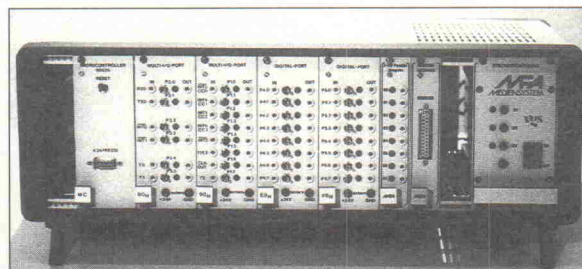
MEDIEN
TECHNIK

vgs

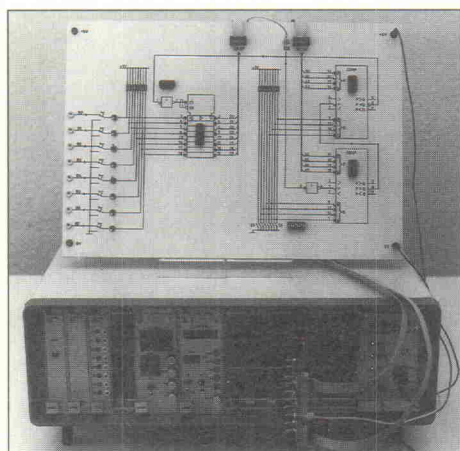
Mikrocontrollerboard als 19"-Einschub Mikroprozessor auf Lehrplattenbasis Netzwerktechnik mit dem MFA-System

Mikrocontroller 80535

Auf der Basis des
Controllers **80C535**
bietet die vgs ein
Controller - Board
in **Europakarten-**



format an, das den Einstieg in diese Technologie ermöglicht. Diese Baugruppe ist so konzipiert, daß sie sowohl als Ausbaustufe für den **MFA-Mikrocomputer** eingesetzt als auch als **eigenständiges modulares MC-System** betrieben werden kann. Neben dem 80535 - Board können bis **zu 4 Interface-Ports** installiert werden.



Das Lehrplattensystem 40900 ist ein **Lehrsystem** zur Einführung in die **Schaltungstechnik und Arbeitsweise eines Mikrocomputersystems**

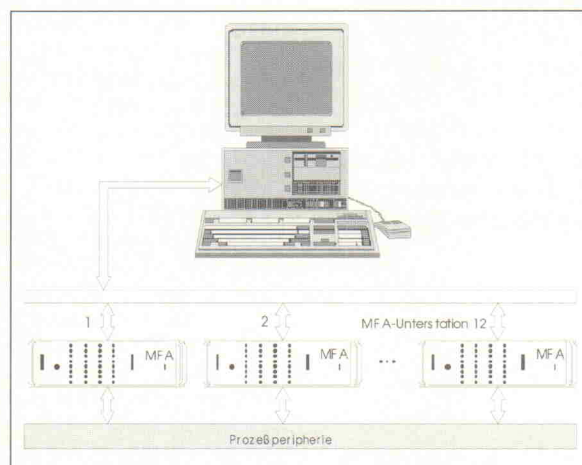
LEHRPLATTEN 40900

auf der Basis der **Digitaltechnik** und deren genormten Bezeichnungen und Darstellungsformen. Jede einzelne Lehrplatte beinhaltet den **Schaltungsaufbau einer Basiseinheit eines Computersystems** und ermöglicht dem Anwender eine schrittweise Einarbeitung in die **Funktionen und Signalabläufe** eines Mikrocomputers. Die Lehrplatten lassen sich auch **am MFA-System** be-

treiben, bzw. MFA-Baugruppen **auch umgekehrt** am Lehrsystem 40900 anschließen.

Netzwerk-Technik MFA_{NET}

Dieses Modell eines **lokalen Netzwerkes** mit MFA-Computern und einem DOS-



Zentralrechner ist für den **handlungsorientierten Unterricht** in den Lerngebieten **Schnittstellentechnik, Bustechnik, Datenverbund, Prozeßdatenverarbeitung** gedacht. Das Unterrichtskonzept bezieht sich auf den Aufbau der neuen **RS485-Interfacebaugruppe, den RS485-Bus**, die Busprotokolle und die Handhabung der Kommunikation (Ein Ausbau zum Prozeßleitsystem COSY unter QNX ist möglich.)

Besuchen Sie uns: INTERSCHUL Dortmund vom 21. bis 25.02.94

**vgs verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Geschäftsbereich Medientechnik,
Breite Straße 118-120, 50667 Köln, Tel. 02 21/2 08 11 12, Fax 02 21/2 08 11 14**

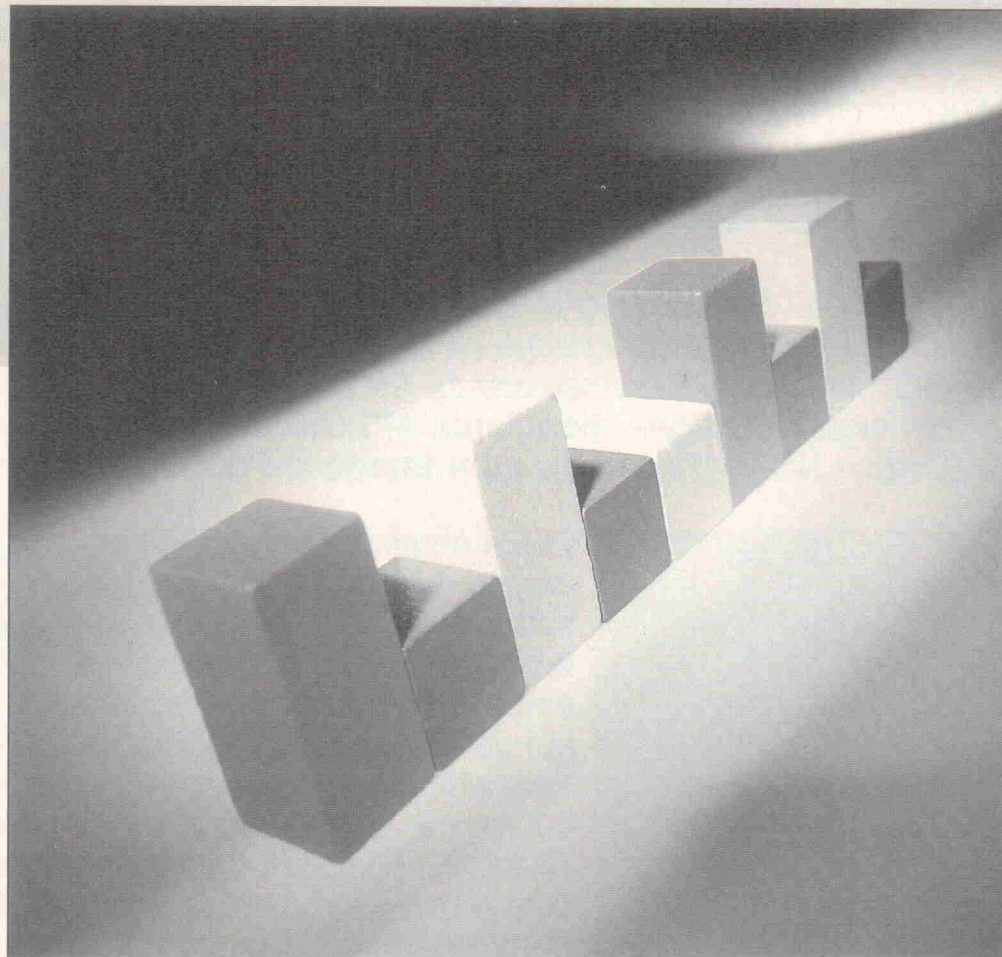
Daten-Träger

Teil 1: Grundlagen linearer digitaler Modulationsverfahren

Mathias Frieze

Nachdem die digitale Speicherung von Bild und Ton in den letzten Jahren starke Verbreitung gefunden hat, wird nun auch zunehmend eine Digitalisierung der Verteildienste anvisiert. Aktuelle Stichworte sind hier 'Digital Audio Broadcasting' (DAB), der schon existierende 'Digitale Satelliten-Rundfunk' (DSR) sowie zukünftige 'Digitale TV-Systeme' (DTV). Der Artikel erläutert die Übertragungstechnischen Grundlagen der angewendeten Modulationsverfahren und zeigt deren theoretische Grenzen.

Dipl. Ing. Mathias Frieze ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Übertragungstechnik und Elektroakustik der TH Darmstadt und arbeitet dort an Modulationsverfahren für terrestrische Ausstrahlungen.



In den letzten Jahren hat die digitale Übertragung von Bild- und Tonsignalen noch einmal deutlich an Attraktivität gewonnen. Grund dafür ist die Tatsache, daß seit kurzem 'intelligente' Datenkompressionsverfahren verfügbar sind (MUSICAM, MPEG), die die Anzahl der zu übertragenden Bits auf Bruchteile der Brutto-Datenrate reduzieren. Im Falle von DAB wird beispielsweise die Datenrate eines Stereomusiksignals in CD-Qualität von 1,4 MBit/s auf 192 KBit/s reduziert, ohne die Klangqualität hörbar zu beeinträchtigen. Damit ist die digitale Funkübertragung nicht nur in den Bereich des Möglichen gerückt, sondern auch in bezug auf erforderliche Bandbreite und Sendeleistung deutlich günstiger als der heutige UKW-FM-Rundfunk.

Die Übertragung von Nachrichten in digitaler Form ist im Grunde nichts atemberaubend Neues, denkt man zum Beispiel an den altbekannten Morse-Telegraphen. Neu hingegen ist die Tatsache, daß sich die übertragenen Datenraten dank modernster Signalverarbeitung mehr und mehr den theoretischen Grenzen annähern. Dazu sind freilich aufwendigere Verfahren als damals notwendig. In diesem Beitrag werden zunächst die notwendigen Grundlagen vermittelt, um dann im folgenden Teil auf die im Moment brandaktuellen Vielträgerverfahren einzugehen, wie sie auch bei DAB angewendet werden.

Um dem mit der Materie nicht so vertrauten Leser den Einstieg zu erleichtern, stehen am Be-

ginn einige einfache Beispiele, die dann Schritt für Schritt zu Vielträgerverfahren (Multicarrier) erweitert werden.

Der Übertragungskanal

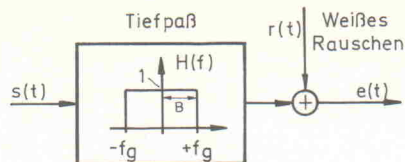
Bevor über die Auslegung von Sender und Empfänger einer Übertragungsstrecke nachgedacht wird, muß zunächst geklärt sein, welche Eigenschaften der vorhandene Übertragungskanal hat. Bild 1 zeigt dazu das Modell eines bandbegrenzten Kanals mit additiver Rauschstörung. Freilich ist dieses Modell etwas simpel und berücksichtigt noch nicht alle Störungen, die bei der Übertragung auftreten. Es wird deshalb später auf zweckmäßige Weise erweitert, reicht für den Moment

jedoch aus. Es berücksichtigt die Tatsache, daß die Bandbreite des Kanals begrenzt ist (oder nur ein gewisser Teil des Frequenzspektrums benutzt werden darf) sowie das unvermeidliche Empfängereingangsrauschen. Dieses Störgeräusch entsteht im wesentlichen in den ersten Verstärkerstufen des Empfängers und besitzt eine konstante Rauschleistungsdichte $N_0 = 1/2 \cdot dN/df$. Der Faktor $1/2$ resultiert aus der Tatsache, daß dN/df die Leistung pro Frequenzintervall bezeichnet, wobei die 'physikalische Frequenz' f nur positive Werte annehmen kann. In der Nachrichtentechnik ist es jedoch üblich, mit positiven und negativen Frequenzen zu rechnen, weil das Fourierspektrum eines Zeitsignals eben positive und negative Frequenzen enthält. Die Rauschleistung teilt sich dann auf positive und negative Frequenzen zu gleichen Teilen auf. Die Amplitudenverteilung der Rauschstörung ist in sehr guter Näherung gaußförmig (siehe Bild 4).

Signalangepaßter Filter

Ein einfaches Beispiel ist die Übertragung eines einzelnen Bits. Dies kann so geschehen, daß der Sender einen Impuls $x(t)$ abgibt, der mit einer reellen Zahl a gewichtet ist, beispielsweise $a = +1$ für logisch H und $a = -1$ für logisch L. Dieser Impuls muß nun so geformt sein, daß er vom Kanal übertragen werden kann. Im betrachteten Fall heißt das, daß sein Fourierspektrum auf die Kanalband-

Bild 1. Einfaches Modell für einen Übertragungskanal. Die Kanalbandbreite ist begrenzt auf $|f|g$, und das empfangene Signal wird durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört.



breite begrenzt sein muß. Intuitiv könnte man es deshalb einmal mit einem Impuls versuchen, dessen Fouriertransformierte $X(f)$ identisch mit der Übertragungsfunktion des Kanals $H(f)$ ist. Der Impuls, den man so erhält, ist die bekannte si-Funktion und in Bild 2 dargestellt.

Der Empfänger hat nun die Aufgabe zu entscheiden, ob $+x(t)$ oder $-x(t)$ gesendet wurde. Dies kann bei starkem Störgeräusch recht schwierig sein. An dieser Stelle sollen jedoch keine langen Überlegungen stehen, sondern gleich ein Blick auf die Theorie gewagt werden: Der Empfänger muß das empfangene Signal $e(t)$ filtern, um möglichst viel Rauschen zu unterdrücken und anschließend zum Zeitpunkt $t = 0$ abtasten. Das Empfangsfilter muß dazu die Übertragungsfunktion $H_e(f) = X^*(f)$ besitzen (der Stern steht für konjugiert komplex) und heißt deshalb auch signalangepaßtes (matched) Filter. Für die Impulsantwort $h_e(t)$ des Empfangsfilters gilt demnach $h_e(t) = x(-t)$.

Ein Blick auf Bild 2a verrät, daß das so definierte Filter offenbar eine Impulsantwort mit

Anteilen für $t < 0$ besitzt und mithin nicht kausal ist. Dies ist physikalisch zwar nicht möglich, sollte aber nicht stören. Man kann sich beispielsweise vorstellen, dem Empfangsfilter noch eine zusätzliche Verzögerung T_0 zu geben und dafür anstatt bei $t = 0$ bei $t = T_0$ abzutasten. Für T_0 gegen unendlich ist das gewünschte Empfangsfilter dann gut annäherbar. Um jedoch nicht andauernd die Variable T_0 mitschreiben zu müssen, ist es durchaus üblich, diese kleine Unstimmigkeit zunächst zu vernachlässigen.

Der Abtastwert u am Ausgang des Filters setzt sich aus dem informationstragenden Anteil $a \cdot E_x$ (E_x = Impulsenergie bei $|a| = 1$) und dem Rauschanteil r zusammen (siehe Bild 3). Die mittlere Leistung von r ist $E_x \cdot N_0$.

Am Ausgang des signalangepaßten Filters folgt ein Entscheider, der im gewählten Fall $\hat{a} = +1$ annimmt, falls $u > 0$ und $\hat{a} = -1$ falls $u < 0$ ist. Eine Fehlentscheidung und damit ein Bitfehler tritt genau dann auf, wenn der Rauschanteil so groß ist, daß die Entscheidungsschwelle überschritten wird. Die Wahrscheinlichkeit dafür

wird umso kleiner, je größer die Sendeimpulsenergie $E_s = a^2 \cdot E_x$ ist. Zur Veranschaulichung ist dazu in Bild 4 die Bitfehlerwahrscheinlichkeit als Funktion des Verhältnisses E_s/N_0 angegeben. Es ist bemerkenswert, daß ein Bit schon sehr sicher übertragen werden kann, wenn der Signalgeräuschabstand nur etwa 10 dB beträgt. Hier spricht schon einiges für die digitale Übertragung. Bei einer analogen Musikübertragung würde ein Störspannungsabstand von 10 dB wohl niemanden vom Hocker reißen.

Pulsamplitudenmodulation (PAM)

Soweit nicht schlecht, nur müssen jetzt noch ein paar Bit mehr über den Kanal gelangen. Dazu wird gleich eine ganze Folge von Impulsen vom Sender abgegeben. Außerdem könnte jeder Impuls mehr als nur ein Bit an Information übertragen, wenn die Impulse anstelle $a \in \{+1, -1\}$ beispielsweise mit $a \in \{-3, -1, 1, 3\}$ gewichtet werden.

Am nächsten liegt jedoch der Gedanke, es mit einer größeren Anzahl von Impulsen zu probieren. Die Kunst dabei ist, die Impulse so zu wählen, daß pro Zeiteinheit möglichst viele untergebracht sind und diese sich gegenseitig nicht oder nur wenig stören. Dazu kann man sich vorstellen, daß für jeden Impuls ein eigener Empfänger vorhanden ist. Sich gegenseitig nicht stören heißt, daß am Ausgang des Empfangsfilters für jeden einzelnen Impuls zum Abtastzeitpunkt keine zusätzliche Störung durch die anderen Impulse (Intersymbol-Interferenz) auftritt. An dieser Stelle lohnt es sich, noch einmal genau den Abtastwert hinter dem signalangepaßten Filter zu betrachten (jetzt ohne Rauschen). Es zeigt sich nämlich, daß dieser identisch ist mit dem Korrelationskoeffizient R_{xe} zwi-

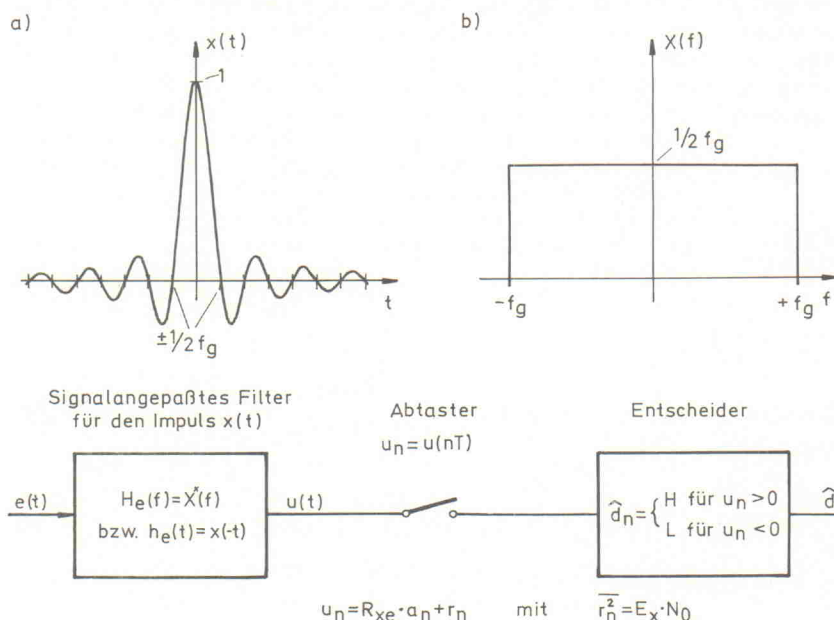


Bild 2. Beispiel-sendeimpuls mit rechteckförmigem Fourierspektrum. Die Energie des Impulses ist $1/2fg$ (bei dimensionslosem $x(t)$).

Bild 3. Optimaler Empfänger für (hier binäre) Pulsamplitudenmodulation (PAM). Das Empfangssignal wird gefiltert und anschließend periodisch abgetastet. Der nachfolgende Entscheider gibt die Folge von Informationsbits aus. Der Vorgang des Filterns mit anschließendem Abtasten ist identisch mit der Bestimmung der Korrelation zwischen dem Eingangssignal des Filters und $h_e(-t)$.

Die Kanalkapazität

Als magische Größe geistert die Shannonsche Kanalkapazität (1948) durch die Welt der Nachrichtentechnik, und wird doch so selten richtig interpretiert. Um es vorweg zu sagen: Kein sinnvolles Übertragungsverfahren wird jemals diese Grenze erreichen. Denn an diese Größe sind Randbedingungen geknüpft, die sich mit unseren Vorstellungen von sinnvoll realisierbarer Hardware nur sehr schwer in Einklang bringen lassen, beispielsweise eine unendlich lange Entscheidungsverzögerung im Empfänger und ein beliebig hoher Dekodieraufwand. Unendlich lange Entscheidungsverzögerung bedeutet, daß der Empfänger ein gesendetes Bit erst nach eben unendlich langer Zeit weitergibt, und Dekodieraufwand ist ungefähr gleichzusetzen mit Chipfläche, also Geld. Trotzdem hat der Begriff Kanalkapazität natürlich seine Berechtigung, denn er sagt aus, was möglich wäre, wenn der Empfänger beliebig teuer und unpraktisch sein darf – sozusagen Geld und Menschenleben also keine Rolle spielen. Und wenn ein Übertragungsverfahren relativ nahe an die Kanalkapazität herankommt, kann es so schlecht nicht sein.

Die Kanalkapazität C gibt an, wieviele Bits maximal über einen bestimmten Kanal mit beliebig kleiner Bitfehlerrate pro Sekunde übertragen werden können. Speziell die Shannonsche Kanalkapazität gilt zum Beispiel für einen Kanal wie er in Bild 1 dargestellt ist: Bandbegrenzung

und additives weißes Gaußsches Rauschen. Jegliche weitere Störung, wie Signalschwund oder lineare und nichtlineare Verzerrungen, reduziert die Kanalkapazität. Für diesen Kanal ist die Kapazität C :

$$C = B \cdot \lg(1 + S/N) \text{ Bit}$$

Dabei bezeichnet B die Kanalbandbreite, S die mittlere Signalleistung und N die mittlere Rauschleistung innerhalb der Kanalbandbreite B ; $\lg()$ ist der Logarithmus zur Basis 2. Je mehr Bandbreite oder Signalleistung spendiert wird, desto mehr Bits können übertragen werden. Interessant an der Kanalkapazität ist vor allem die Aussage, daß eine störsichere Übertragung (... beliebig kleine Bitfehlerrate ...) immer dann möglich ist, wenn die Bitrate R nur kleiner als die Kanalkapazität C ist. Die Leistung des störenden Rauschens kann dabei durchaus genauso groß oder auch viel größer als das Nutzsignal selbst sein.

Beispiel Telefonnetz: Es steht der Frequenzbereich von etwa 300 Hz bis 3400 Hz zur Verfügung, also $B \approx 3 \text{ kHz}$. Der Signal/Geräuschabstand beträgt dann etwa 30 dB. Damit berechnet sich die Kanalkapazität zu $C \approx 30 \text{ KBit/s}$. Dabei wurde jedoch vernachlässigt, daß im Postnetz lineare und nichtlineare Verzerrungen auftreten, so daß dieser Wert noch einmal kräftig abzurunden sein dürfte und vor allem je nach Verbindungsqualität schwankt.

Noch einmal zusammengefaßt: Um einen kontinuierlichen Bitstrom zu übertragen, wird eine Folge von Bits d_n auf reelle Zahlen a_n abgebildet, die wiederum eine Folge von zeitverschobenen Sendeimpulsen $x(t)$ gewichten:

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} a_n \cdot x(t - nT)$$

Dieses Signal wird über den Kanal gesendet. Der Empfänger führt eine Filterung mit $H_e(f) = X^*(f)$ durch und tastet das resultierende Signal $u(t)$ zu den Zeitpunkten $t = nT$, $n = -\infty \dots +\infty$ ab. Anhand der Variablen u_n entscheidet er jedes Bit d_n . Das hier beschriebene Prinzip mit gewichteten Sendeimpulsen ist Grundlage aller sogenannten linearen Modulationsverfahren. Man beschränkt sich auf diese linearen Verfahren, weil sie in der Regel weniger Bandbreite beanspruchen als nichtlineare Verfahren (Frequenz- und Phasenmodulation).

An dieser Stelle fragt man sich vielleicht, ob das denn nun auch alles so funktioniert, wie es soll. Die Frage ist durchaus berechtigt, denn die Praxis hält noch einige Hürden bereit, an denen alles scheitern kann. Bild 5 zeigt zur Veranschaulichung das Ergebnis einer Computersimulation. Abgebildet ist das Signal $u(t)$, also im Empfänger vor dem Abtaster. Bei der Simulation wurde die Rauschleistung weggelassen. Um zu untersuchen, ob das Signal zu den interessierenden Zeitpunkten $t = nT$ auch wirklich die richtigen Werte annimmt, könnte man beispielsweise in Bild 5a zu allen Zeitpunkten $t = nT$ den entsprechenden Wert ablesen. Übersichtlicher ist jedoch Bild 5b. Dort wurde das Signal in Abschnitte der Dauer T unterteilt und diese alle übereinander geplottet. Das sich ergebende Bild wird wegen seiner typischen Form als Augenmuster bezeichnet. Was kann man nun

schen Empfangssignal und Sendeimpuls:

$$u(t=0) = \int_{t=-\infty}^{+\infty} h_e(-t) \cdot e(t) dt =$$

$$\int_{t=-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e(t) dt = R_{xe}$$

Daraus läßt sich nun ableiten, daß die Forderung nach verschwindender Intersymbol-Interferenz erfüllt ist, wenn alle gesendeten Impulse zueinander orthogonal sind. (Zwei Impulse $x_1(t)$ und $x_2(t)$ sind orthogonal, wenn das Integral von $x_1(t) \cdot x_2(t)$ über t Null ist.) Denn mit

$$e(t) = a_1 \cdot x_1(t) + a_2 \cdot x_2(t) \text{ und}$$

$$h_e(t) = x_1(-t)$$

ergibt sich für $u(0)$ ein von a_2 unabhängiger Wert.

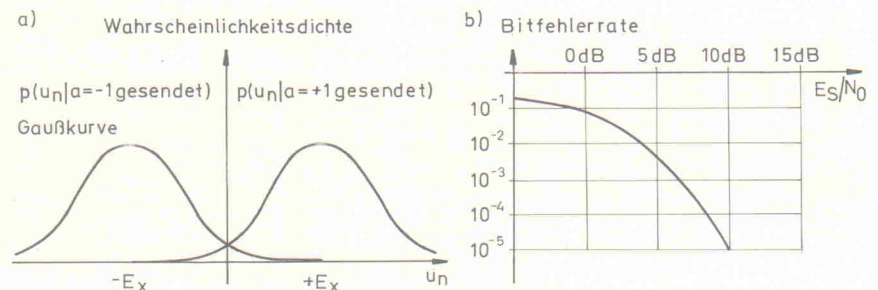
Es zeigt sich, daß der Beispielimpuls $x(t)$ nicht rein zufällig gewählt wurde. Er besitzt nämlich die sehr entgegenkommende Eigenschaft, daß er zu Kopien von sich selbst orthogonal ist, wenn diese um $T = 1/2f_g$ oder um ein Vielfaches davon verschoben sind. Das ist eigentlich eine in der Praxis absolut notwendige Bedingung, um Sender und Empfänger mit vernünftigem Aufwand aufbauen

zu können. Man kann dann nämlich für alle Impulse dasselbe Empfangsfilter benutzen und dessen Ausgang periodisch im Abstand T abtasten, um die Entscheidungsgrößen u_n zu erhalten (Bild 3).

Irgendwann erreicht die Anzahl von Impulsen (Symbolen) pro Zeitintervall bei einer vorgegebenen Kanalbandbreite den theoretisch maximalen Wert; dies ist die Nyquist-Grenze $R_s = 2f_g$. Die Symbolrate R_s wird in Baud gemessen und ist im Beispiel identisch mit der Bitrate, weil pro Symbol (Impuls) genau ein Bit übertragen wird. Die Nyquist-Grenze sollte aber nicht mit der Shannonschen Kanalkapazität verwechselt werden (siehe auch hierzu den Kasten Kanalkapazität).

Bild 4. Der Entscheider hat die Aufgabe, ausgehend von den Entscheidungsvariablen u_n die Gewichtungsfaktoren a_n und damit die Informationsbits b_n zu schätzen.

Er entscheidet sich für $a_n = +1$ und damit $b_n = H$ falls $u_n > 0$, anderenfalls für $b_n = L$. Ein Übertragungsfehler tritt auf, wenn r_n so groß ist, daß die Entscheidungsschwelle $S = 0$ überschritten wird. Die Wahrscheinlichkeit dafür (Bitfehlerwahrscheinlichkeit) ergibt sich durch Integration über den kleinen schwarzen Teil der Kurve der Wahrscheinlichkeitsdichte. Wegen des schnellen Abfalls der Gauß-Kurve nimmt die Bitfehlerwahrscheinlichkeit mit steigendem E_s sehr schnell ab.



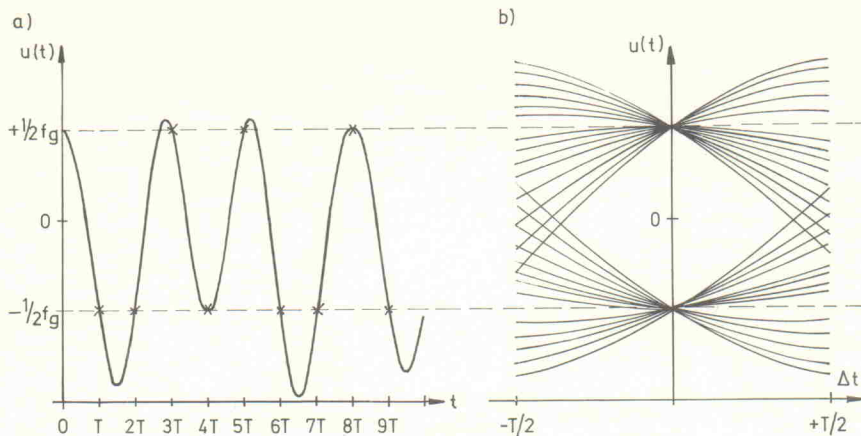


Bild 5. Ausgangssignal $u(t)$ des Empfangsfilters (ohne Rauschen) und zugehöriges Augenmuster. Zu den Zeitpunkten $t = nT$ werden Abtastwerte entnommen.

daraus ablesen? Zunächst einmal scheint die Orthogonalität der Sendeimpulse wirklich vorhanden zu sein, denn bei $\Delta t = 0$ treten wirklich nur die Werte $\pm 1/2f_g$ auf. Man sagt, das Auge ist vertikal voll geöffnet. Was passiert aber, wenn nicht genau zum richtigen Zeitpunkt abgetastet wird? Jede – wenn auch nur geringe – Verschiebung des Abtastzeitpunktes (Abtastjitter) wirkt sich fatal aus, denn für $\Delta t \neq 0$ kann das Signal je nach gestörter Impulsfolge sehr ungünstige Werte annehmen.

Weil der Empfänger in der Praxis nicht perfekt zeitsynchron zum Sender arbeitet, muß mit solchen Schwankungen gerechnet werden, und die Bitfehlerrate steigt in diesem Fall unakzeptabel stark an. Ursache für das ungünstige Augenmuster sind offensichtlich die starken Überschwinger der verwendeten Impulse (Bild 2). Um hier eine Verbesserung zu erreichen, werden in der Praxis meist modifizierte Impulse verwendet. Besser wäre es, wenn der verwendete Sendeimpuls einen we-

niger unruhigen Verlauf hätte. Ein solcher Impuls ist in Bild 6a gezeigt. Man sieht, daß das zugehörige Augenmuster weitaus günstiger ist und Schwankungen des Abtastzeitpunktes sich wohl kaum noch negativ auswirken können. Wie man sich schon denken kann, hat aber auch hier alles seinen Preis. Die Bandbreite des Impulses ist genau doppelt so groß wie zuvor, man muß also für die Übertragung bei gleicher Bitrate mehr Bandbreite spendieren.

Geträgerte Übertragung

In vielen Fällen hat der Übertragungskanal Bandpaßcharakter (Bild 7). Dies ist natürlich bei der Funkübertragung der Fall, aber auch im Falle von Modems am Telefonnetz. Es können dann keine Signale störungsfrei übertragen werden, die Signalanteile bei niedrigen Frequenzen haben. Mit den bisher vorgestellten Impulsen scheint dann offenbar keine Übertragung möglich zu sein. Aber

vielleicht gelingt es ja, den Bandpaß mittels einer geeigneten Signalverarbeitung jeweils an seinem Eingang und seinem Ausgang wie einen Tiefpaß aussehen zu lassen? Genau dies wird mittels eines Quadraturmodulators und -demodulators erreicht (Bild 8). Bei der Quadraturamplitudenmodulation (QAM) werden gleich zwei Basisbandsignale verwendet. Das hat Gründe, auf die später noch eingegangen wird. Das erste Signal $n(t)$ heißt Normalkomponente, das zweite $q(t)$ Quadraturkomponente. Es wird vorausgesetzt, daß $n(t)$ und $q(t)$ jeweils auf $B/2$ bandbegrenzt sind. $n(t)$ wird mit einer Kosinusschwingung multipliziert, deren Frequenz gleich der Mittenfrequenz des Bandpasses ist. Nach dem Verschiebungssatz der Fouriertransformation besitzt das resultierende Signal dann nur Anteile im Frequenzband des Kanals. Ganz analog wird $q(t)$ mit einer Sinusschwingung multipliziert. Die Summe dieser 'hochgemischten' Signale bildet das Ausgangssignal des Senders. Am Ausgang des Kanals

(Bandpaß) steht nun ein Signal $e(t)$ zur Verfügung, das sowohl $n(t)$ als auch $q(t)$ enthält. Beachtenswert ist, auf welche Weise der Empfänger beide Signale sauber getrennt voneinander wiedergewinnen kann. Um die Normalkomponente wiederzugewinnen, multipliziert er $e(t)$ mit dem Term $2 \cdot \cos(2\pi f_m t)$. Das Ergebnis dieser Multiplikation (Bild 8) $n_{HF}(t)$ enthält nach Anwendung einiger trigonometrischen Formeln nur noch die Summanden $n(t)$, $n(t) \cdot \cos(2\pi \cdot 2f_m t)$ und $q(t) \cdot \sin(2\pi \cdot 2f_m t)$. Die beiden letzteren können durch eine einfache anschließende Tiefpaßfilterung entfernt werden, womit die Normalkomponente einwandfrei wiedergewonnen wäre. Auf ganz ähnliche Weise erhält man die Quadraturkomponente.

Zusammengefaßt bedeutet das, daß in einem Telefonkanal mit einer Bandbreite von etwa 3 kHz zwei Basisbandsignale mit einer Bandbreite von 1,5 kHz untergebracht werden können, ohne sich gegenseitig zu stören. Verwendet man den Sendeimpuls aus Bild 2 zur Bildung der Basisbandsignale und begnügt sich mit der Übertragung von einem Bit pro Impuls, dann ergibt sich eine Übertragungsrate von insgesamt 3 KBit/s.

Hüllkurven

Man könnte sich an dieser Stelle zu Recht fragen, warum denn eigentlich gleich zwei Basisbandsignale zur Modulation verwendet werden. Es ginge natürlich auch mit einem einzigen Basisbandsignal und einem einzigen Modulator, der dann

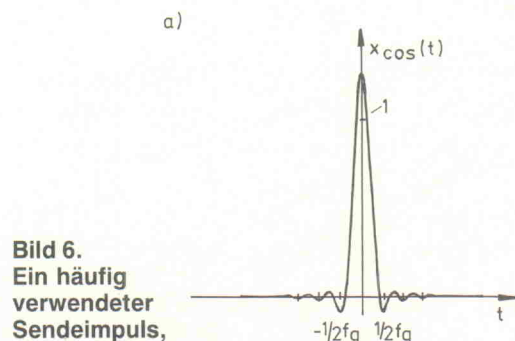
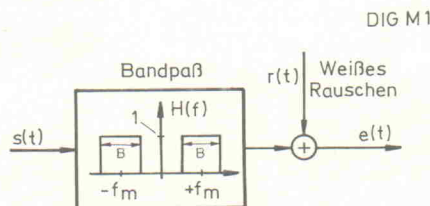
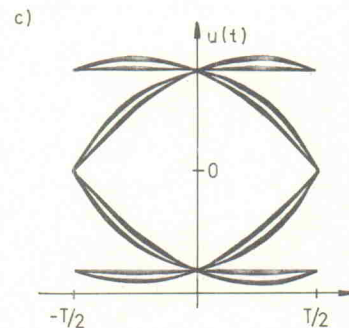
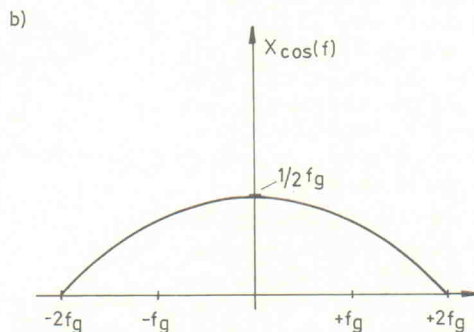


Bild 6. Ein häufig verwendeter Sendeimpuls, der auch bei starken Schwankungen des Abtastzeitpunktes eine relativ ungestörte Übertragung ermöglicht: cos-förmiges Spektrum. Das entsprechende Augenmuster ist sowohl horizontal als auch vertikal weit geöffnet. Der Preis, der dafür gezahlt werden muß, ist eine Verdopplung der Kanalbandbreite.



DIG M1

Bild 7. Modell für einen Bandpaßkanal. Niederfrequente Signalanteile werden nicht übertragen. Dies ist der Fall zum Beispiel beim Telefonnetz (300...3400Hz) oder beim Rundfunk.

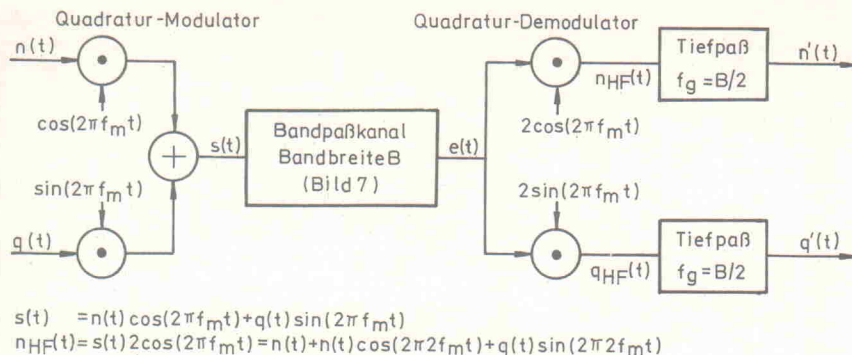


Bild 8.
Quadratur-modulator und -demodulator.

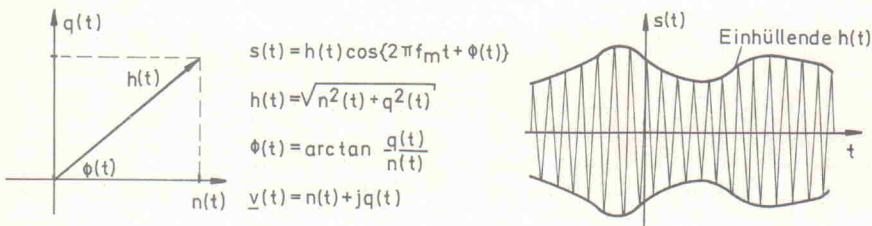


Bild 9.
Darstellung des Sendesignals $s(t)$ durch seine (komplexe) Einhüllende $v(t)$.

etwas anders aussähe als der in Bild 8. Der Quadraturmodulator hat aber gleich zwei Vorteile: zum einen ist er so allgemein gehalten, daß durch ihn wirklich alle linearen Modulationsverfahren dargestellt werden können; zum anderen ist der Zusammenhang zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal des QAM-Modulators noch recht anschaulich.

Die Basisbandsignale $n(t)$ und $q(t)$ lassen sich als sogenannte komplexe Einhüllende $v(t)$ einer modulierten Schwingung $s(t) = h(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_m t + \phi(t))$ mit

der Frequenz f_m interpretieren. Falls zum Beispiel $q(t) = 0$ ist, dann beschreibt $n(t)$ die momentane Amplitude einer Kosinusschwingung. Sind $n(t)$ und $q(t)$ ungleich 0, dann wird durch $n(t)$ und $q(t)$ sowohl die momentane Phase $\phi(t)$ als auch die momentane Amplitude $h(t)$ der hochfrequenten Trägerschwingung festgelegt (Bild 9).

Analog zur komplexen Wechselstromlehre faßt man üblicherweise $n(t)$ und $q(t)$ zum komplexen Basisbandsignal $v(t) = n(t) + jq(t)$ zusammen. Dadurch ändert sich in der Sache überhaupt nichts, es ist halt so üblich. Konsequenterweise werden auch die Gewichtungsfaktoren der einzelnen Impulse zu komplexen Zahlen zusammengefaßt: $c_n = a_n + jb_n$ (a_n gehört zu $n(t)$, b_n zu $q(t)$). Die Zahlen c_n kann man nun anschaulich in der komplexen Ebene darstellen (Signalraumdarstellung). Bild 10a zeigt den Signalraum einer 16-QAM. Es sind insgesamt 16 Punkte vorhanden, das heißt, mit einem (jetzt komplexen) Impuls lassen sich 4 Bit übertragen. Je zwei Bit in der Normal- und zwei in der Quadraturkomponente.

Bild 10b zeigt den Signalraum am Ausgang des Matched-Filters im Empfänger. Die Werte \hat{a}_n und \hat{b}_n erhält man durch Normierung der Abtastwerte am Matched-Filter Ausgang. Durch den Einfluß der Rauschstörung sind die Punkte um ihren korrekten Wert gestreut. Der Empfänger muß sich nun auf Grundlage des empfangenen komplexen Wertes für einen Punkt der Konstellation in Bild 10a entscheiden. Am günstigsten ist es, wenn er sich für

den nächstliegenden entscheidet, das heißt denjenigen mit dem geringsten geometrischen Abstand zum empfangenen (komplexen) Wert.

Bandbreite versus Datenrate

Mit den vorgestellten Methoden können digitale Informationen störsticher und mit geringem Bandbreitenbedarf übertragen werden. In der Praxis ist jedoch Bandbreite ein so kostbares Gut, daß 'geringer' Bandbreitenbedarf noch nicht recht überzeugt. 'Sehr geringer' Bandbreitenbedarf wäre sicherlich besser. Was kann man tun? Unter der Randbedingung, daß die Kanalbandbreite sich nicht ändert, kann man beispielsweise die Datenrate verdoppeln – wenn man von 16-QAM zu

256-QAM übergeht. Ebenso kann man unter der Randbedingung, daß die Datenrate konstant bleibt durch Übergang von 16-QAM zu 256-QAM die benötigte Bandbreite halbieren. Wenn pro Impuls doppelt so viele Bits übertragen werden, kann die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit halbiert werden oder mit anderen Worten, die Impulse dürfen zeitlich doppelt so lang sein und beanspruchen nur die halbe Bandbreite. Leider ist 256-QAM wegen des geringen Abstandes der Signalepunkte untereinander sehr anfällig gegenüber Rauschstörungen. Da in der Praxis auch die Sendeleistung nicht beliebig erhöht werden kann, bleibt die Frage, wie man die Übertragung unempfindlicher gegenüber Rauschstörungen machen kann. Daß dies prinzipiell möglich ist, ist schon lange bekannt (siehe Kasten Kanalkapazität), wird jedoch erst seit wenigen Jahren auf breiter Ebene durchgeführt.

Der terrestrische Funkkanal hält außer dem betrachteten Rauschen noch einige zusätzliche und vor allem bösartige Störungen bereit, beispielsweise Mehrwegeempfang und Signalschwund. Gegenstand des nächsten Artikels werden deshalb auch Vielträgerverfahren sein, die genau dagegen besonders resistent sind. rö

Literatur

- [1] K. D. Kammeyer: *Nachrichtenübertragung*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1992
- [2] J. Proakis: *Digital Communications*, McGraw-Hill, New York, 1989

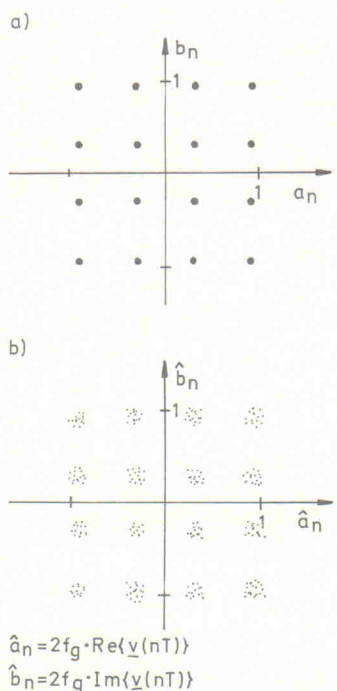
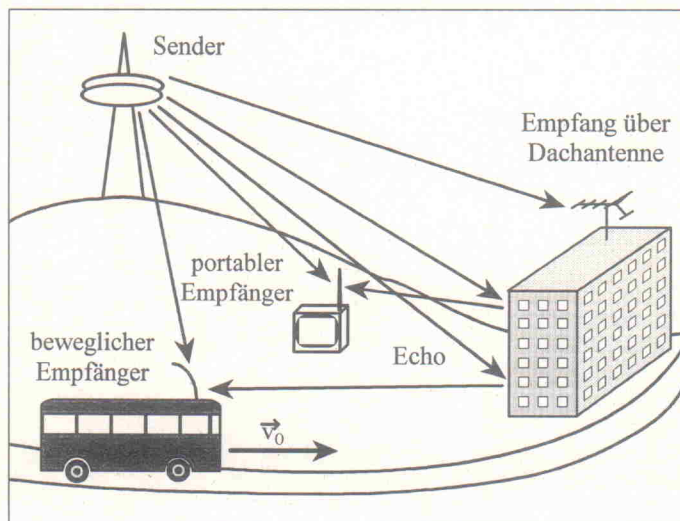


Bild 10. Signalraumdiagramm einer 16-QAM; (a) ohne, (b) mit Rauschstörung.



Im Mittelpunkt des nächsten Teils in Heft 3 wird das Modulationsverfahren OFDM am Beispiel DAB stehen; hier ein Beispiel für die Probleme beim Mehrwegeempfang.

EMV-Know-how

EMV-Wissenslücken beseitigen



Für die Marktübersicht EMV-Meßtechnik in dieser Ausgabe fragte ELRAD die Anbieter auch nach Lehrveranstaltungen und Weiterbildungsmöglichkeiten rund um die EMV. Die Angebote reichen von Informationen zu rechtlichen Rahmenbedingungen über entwicklungsbegleitende Entstörmaßnahmen bis zur normgerechten Prüfung. Die folgende Seminarliste verdeutlicht das gesteigerte Interesse der Elektronikbranche an EMV-Wissen.

Hewlett-Packard bietet gleich vier verschiedene Seminare zum Thema EMV an: **Einführung in die EMV-Vorschriften**. Der Teilnehmer soll EMV-Konzepte, -Terminologie, Vorschriftenwesen sowie typische Meßverfahren kennenlernen. Besonders Wert legt dieser Kurs auf die Beachtung von EMV-Problemen bereits während der Entwicklungsphase von Produkten. Die Gebühr für den eintägigen Kurs (3. Februar, 13. Juni oder 24. Oktober '94) beträgt 760 DM pro Teilnehmer, Schulungen vor Ort berechnet HP mit 5500 DM.

Der **EMV Designer Kurs** will allen Designern, Leiterplatten-Layoutern und Qualitätsingenieuren, die sich mit der EMV-Problematik auseinandersetzen müssen, durch praktische Tips Hilfestellung geben. Anhand von praktischen Vorführungen und Übungen werden konkrete Designprobleme erläutert und entsprechende Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Auch einschlägige Vorschriften im Zusammenhang mit der europäischen Normung kommen zur Sprache. Der dreitägige Kurs (7.-9. Februar, 15.-17. Juni oder 26.-28. Oktober '94) kostet 2580 DM, eine Vor-Ort-Schulung 16 500 DM.

Der ebenfalls dreitägige Kurs **EMV-Meßtechnik** setzt zumindest grundlegende EMV-Kenntnisse voraus. Das in den ersten

beiden Tagen theoretisch Erlernen kann am dritten Tag im Labor auch an HP-Geräten in die Praxis umgesetzt werden. Die Teilnahme kostet 2580 DM. Termine: 15.-17. März, 4.-6. Juli oder 30. November-3. Dezember '94.

Ein **EMV Precompliance Workshop** wendet sich an Ingenieure und Techniker mit EMV-Vorkenntnissen. Der Produktdesignprozeß bis hin zu geleiteten und gestrahlten Precompliance Messungen sind Themen des Workshops, der am 4. Februar, am 14. Juni sowie am 25. Oktober '94 stattfindet. Pro Teilnehmer sind 760 DM zu entrichten.

Die **Rheinmetall GmbH** aus Unterlüß veranstaltet ein eintägiges EMV-Seminar mit den Themen: Grundlagen der EMV, Gesetzgebung, Akkreditierung, Zertifizierung, CE-Zeichen, Normung, Meßtechnik sowie EMV-gerechtes Design von Geräten und Anlagen. Für 940 DM können EMV-Interessierte am 14. Februar in Hannover oder am 26. Mai in Hamburg an diesem Seminar teilnehmen. Auf Wunsch führt Rheinmetall dieses Seminar auch direkt beim Kunden durch.

Der Norddeutsche **SICAN-Verband** – bestehend aus den MAZ Mikroelektronik Anwendungszentren Hamburg und Thüringen, dem Institut für angewandte Mikroelektronik in Braunschweig und der SICAN GmbH in Hannover – führt nicht nur EMV-Messungen als Dienstleistung durch, sondern bietet auch Seminare und Schulungen zu diesem Themenkreis an. **SICAN Hannover** organisiert in Zusammenarbeit mit Hewlett-Packard ein Seminar **CE, EMVG in Europa**, das sich mit Normen und Konformitätsprüfungen auseinandersetzt. Im Rahmen des Seminars stellt SICAN auch Softwarepakete zur Entwicklungsvorbereitung und -begleitenden Rechnersimulation von EMV-Problemen an Leiterplatten oder auch Gehäusen vor. Die Teilnahme kostet 300 DM pro Person; ein genauer Termin steht noch nicht fest.

Das **MAZ Hamburg** veranstaltet in Kooperation mit der technischen Universität Hamburg-Harburg (Prof. Gonschorek) und der Firma EM-Test aus Kamen ein Seminar **Geräte-EMV, Störfestigkeitsprüfung zur Erlangung des CE-Zeichens**. Mit den Themen Ein-

führung in die gesetzlichen Rahmenbedingungen, Erläuterung physikalischer Koppelmechanismen und Konformitätsprüfungen nach IEC 801 wendet sich das Seminar an Prüfingenieure, Entwicklungsingenieure und für die Zulassung zuständige Personen. Die Teilnahmegebühr für die zweitägige Veranstaltung im 2. Quartal '94 beträgt 1200 DM pro Person.

In dem zweitägigen Workshop **Störsicherheits-Design** will die **S-Team GmbH** Grundlagen und Rezepte für den Entwurf störsicherer Schaltungen, Leiterplatten und kompletter Geräte vermitteln. Die Workshops finden am 25./26. Januar und am 8./9. März in Untereisesheim statt. Die Teilnahmegebühr beträgt 1400 DM pro Person. Am 9. Februar veranstaltet S-Team diesen Workshop komprimiert auf einen Tag. Zusätzlich ist auch ein Inhouse-Seminar im Angebot, das die praktische Anwendung der EMV-Grundlagen auf das Produkt des Kunden zum Ziel hat.

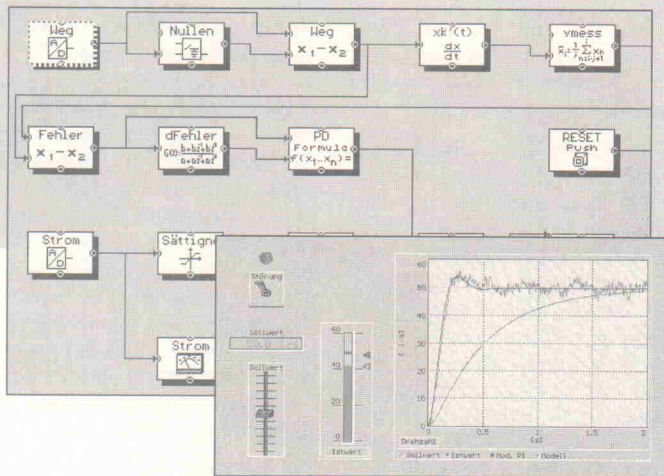
Die **Botronic GmbH** aus Stuttgart bietet zweitägige Seminare an. Der erste Kurstag soll **EMV-Grundlagen** vermitteln und der zweite führt in **CE-Zeichen und EMV-Normung** ein, ergänzt durch praktische Übungen und Messungen. Die Kurstage lassen sich auch einzeln für 650 DM zuzüglich Mehrwertsteuer pro Person buchen. Veranstaltungstermine: 8./9. März in Grumbach, 10./11. März, 14./15. Juni, 18./19. Oktober und 22./23. November in Göppingen.

Sogar 17 verschiedene EMV-Seminare bietet das Trainingszentrum von **Rohde&Schwarz** aus München im ersten Halbjahr 1994 an. Von eher allgemeinen Themen wie **EMV in mittelständischen Unternehmen** über **EMV-gerechtes Gerätedesign** bis zu Spezialthemen wie **EMV-gerechter Entwurf der Entkopplung von Versorgungsspannungen auf Leiterplatten** reicht das Angebot.

Das **Institut für technische Weiterbildung** aus Berlin veranstaltet turnusmäßig dreitägige Lehrgänge **Grundlagen und Normung der EMV**. Die graue Theorie wird durch praktische Messungen im EMV-Labor der TFH Berlin ergänzt. Der nächste Kurs findet am 23.-25. März statt. Die Teilnahmegebühr beträgt 1100 DM zuzüglich Mehrwertsteuer. cf

Praxis üben per CAE-Modell

PC-Ausbildungssystem für MSR-Technik und Simulation



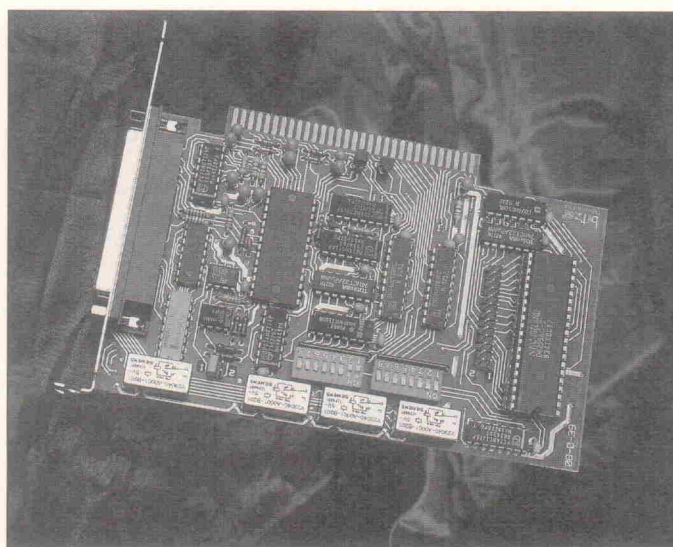
Für die PC-gestützte Simulation praktischer Lösungen aus dem Bereich Messen, Steuern und Regeln ist das Programm Flowlearn konzipiert. Über eine Multifunktionskarte korrespondiert die neueste 'Professional'-Version auch mit der Welt außerhalb des Rechners.

Die Aachener Firma ComTec bietet mit Flowlearn-Professional eine erweiterte Variante ihres Simulationsprogramms Flowlearn an. Durch rein grafische Programmierung aller Funktionen als Blöcke eines Flußdiagrammes, eignet sich die Software besonders für die Ausbildung. Weiterführende Programmierkenntnisse sind zur Verwirklichung einer Steuerung oder einer Regelungssimulation ebenso wenig erforderlich wie das heute oft obligatorische MS Windows.

Die Software gestattet die Zusammenstellung von unterschiedlichsten MSR-Anwendungen, wobei sich maximal 40 Funktionsblöcke in einem Fluß-

diagramm anordnen lassen. Zur Auswahl stehen insgesamt 80 verschiedene Funktionselemente, wie digitale und analoge Signalgeneratoren, Übertragungsglieder, Regler, Zeitglieder, mathematische Funktionen, frei

Die I/O-Funktionen der PC-Karte sind als Funktionsblöcke in Flowlearn wiederzufinden.



definierbare Formeln, Filter und logische Verknüpfungen. Für die Online-Darstellung und die Manipulation von Parametern in einer laufenden Simulation sind virtuelle Bedienelemente und diverse Möglichkeiten zur grafischen Ausgabe von Signalen vorhanden.

Neu an der 'Profi-Version' ist die Möglichkeit, den Rechner beispielsweise als komplexen Digitalregler an weitere Hardwarekomponenten, Sensoren, Stellglieder und ähnliches anzubinden. Hierzu gibt es eine

PC-Slotkarte, die 24 digitale Ein- und Ausgänge, vier Relais, zwei Analogausgänge und acht A/D-Kanäle bietet. Der 8-Bit-ADC verfügt über eine Sample/Hold-Stufe und wandelt Daten mit einer Umsetzfrequenz von circa 500 kHz. Die Eingangsspannung an den A/D-Kanälen läßt sich in acht Bereichen zwischen 0 V...1,25 V und -10 V...+10 V festlegen. Die Karte unterstützt sowohl Polling- als auch Interrupt-Betrieb. Die Basisadresse unter MSDOS ist zwischen 0h und FFFFh beliebig wählbar, was eine pro-

Gütezeichen für die Bildung

Im November trafen sich in Frankfurt am Main die Vertreter namhafter Industrieunternehmen zwecks Gründung eines neuen Bildungsbündnisses: Die Open Training Association e.V. (OTA) – ein 'Verein zur Förderung von Qualität im Training für die Informations- und Automatisierungstechnik' – will sich um die Entwicklung von firmen- und fachübergreifenden Ausbildungsstandards bemühen. Zu den neun Gründungsmitgliedern gehören die Firmen AEG Modicon, DEC, Festo Didactic, HP, IBM, Klöckner-Moeller, NCR, Siemens sowie Siemens-Nixdorf.

Der 'Bildungskonsument' darf durch die Aktivitäten des Vereins zukünftig auf eine einheitliche Thematik und eine hohe Qualität von Aus- und Fortbildungsmaßnahmen eines der OTA-Mitglieder hoffen. Als Grundlage zur Festlegung von Qualitätsmerkmalen sollen unter anderem die bereits bestehenden VDMA/ZVEI-Leitlinien für die Weiterbildung in der Informations- und Automatisierungstechnik dienen. Gefordert werden mehr Transparenz und Systematik, größere Effizienz und Kompetenz. Von Innovationsförderung, Erhöhung des Humankapitals und einem Ausweg aus der gegenwärtigen Struktur- und Standortkrise ist die Rede – wie so oft.

Die OTA ist nicht allein als Lobby mehrerer großer Bildungsdienstleister zu verstehen. Hinter den Mitgliedsfirmen stehen Großunternehmen, die gleichzeitig zu den größten Nutzern des Angebotes an hochqualifizierten Arbeitskräften zählen. So bleibt zu vermuten, daß ein vereinseigenes Qualitätssiegel in naher Zukunft vor allem für eine besonders industriegerechte Qualifikation bürgen wird.

blemlose Zusammenarbeit mit anderen Zusatzkarten im PC gewährleistet.

Für den Einsatz von Programm und Multifunktionskarte ist lediglich ein XT-kompatibler PC mit 640 KByte RAM erforderlich. Um auch komplexere Anwendungen mit Berechnungen in Echtzeit durchführen zu können, bedarf es allerdings eines möglichst schnellen (486er-) Rechners. Der Preis für das Professional-Bundle (Flowlearn-Software und AD/DA-Karte) beträgt 790 DM (zzgl. MwSt.), wobei eine ausführliche Dokumentation zur Hard- und Software im Lieferumfang enthalten ist.

Lehrgänge, Kurse, Seminare

Haus der Technik E.V.

Hollestr. 1
45127 Essen

21.-23. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-212-075-4
Reduktion und Kompression digitaler Bilddaten
Mitglieder: DM 1640,-
Nichtmitglieder: DM 1750,-

22. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-213-073-4
Netzrückwirkungen
Mitglieder: DM 590,-
Nichtmitglieder: DM 660,-

22. + 23. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-214-012-4
Meßdatenerfassung und -verarbeitung mit dem PC
Mitglieder: DM 1140,-
Nichtmitglieder: DM 1250,-

23. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-216-075-4
SPICE-Training – Simulation elektronischer Schaltungen am PC
Mitglieder: DM 680,-
Nichtmitglieder: DM 750,-

23. + 24. 02. 94
Sem.-Nr.: 30-230-075-4
Digitale Signalverarbeitung in der Automatisierungstechnik
Mitglieder: DM 1120,-
Nichtmitglieder: DM 1210,-

24.-25. 02. 94
Sem.-Nr.: 30-231-052-4
Grundlagen rechnergestützter Schwingungsuntersuchungen
Mitglieder: DM 1595,-
Nichtmitglieder: DM 1720,-

28. 02. 94
Sem.-Nr.: Z-10-220-012-4
Fuzzy Logic
Mitglieder: DM 750,-
Nichtmitglieder: DM 820,-

Technische Akademie Wuppertal e.V.
Hubertusallee 18
42097 Wuppertal

01. 03. 94
Sem.-Nr.: 611257004
Lichtwellenleiter-Nachrichtenübertragung
DM 350,-
Ort: Cottbus

02. 03. 94
Sem.-Nr.: 811255004
Lokale Netzwerke (LAN): Netzwerk- und Kabelmanagement
DM 415,-
Ort: Nürnberg03.-

04. 03. 94
Sem.-Nr.: 811255044
Zuverlässigkeit elektronischer Komponenten
DM 875,-
Ort: Nürnberg

07.-08. 03. 94
Sem.-Nr.: 511215014
Schaltungsunterlagen und Schaltzeichen der Elektrotechnik
DM 795,-

Technische Akademie Esslingen
Postfach 12 65
73748 Ostfildern

11. + 12. 02. 94
Sem.-Nr.: 17925/74.0268
Optical Communication Systems
DM 640,-

16. + 17. 02. 94
Sem.-Nr.: 17929/70.0194
Qualität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit elektronischer Bauelemente, Geräte und Systeme
sfr 890,-
Ort: Sarnen

17. 02. 94
Sem.-Nr.: 17943/98.0377
CAD-Datenbanken
890 sfr
Ort: Sarnen

18. 02. 94
Sem.-Nr.: 17951/06.0984
Software-Qualitätsmanagement
DM 500,-

21. + 25. 02. 94
Sem.-Nr.: 17969/06.0945
Programmiersprache 'C' – Einführung
DM 2450,-

21. + 25. 02. 94
Sem.-Nr.: 17969/06.0946
Programmiersprache 'C' für Fortgeschrittene
DM 2700,-

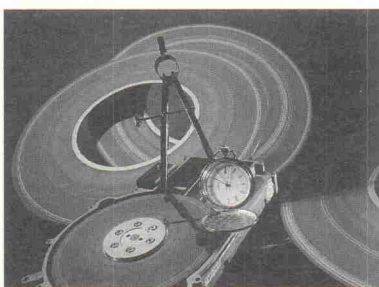
Das bringen

Änderungen vorbehalten

ct magazin für
computer
technik

GATEWAY
MAGAZIN FÜR DATEN- UND TELEKOMMUNIKATION

X MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN



Festplatten: Neuheiten der vergangenen Monate auf dem c't-Prüfstand

High-Speed-Modems: c't testet Geräte mit 19 200 bps und mehr.

VLB-Controller: Was bringt der Local Bus bei IDE-Festplatten?

Statistik: Von einfachen Analyseprogrammen bis zu Mega-Systemen

3D-Grafik: Zeichenprogramme für den PC



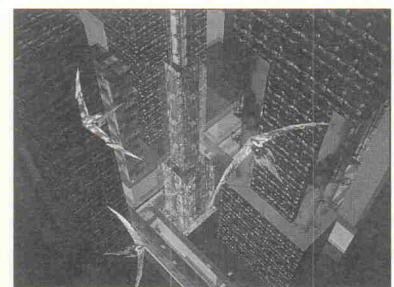
ISDN: Medium für transparente und kostengünstige Weitverkehrsnetze

Modacom: Produktivitätssteigerung durch mobile Datenkommunikation

ATM-Projekt: Zweijähriger Feldversuch bei der Deutschen Bundespost Telekom

Geschichte: Hintergrundwissen über die Entwicklung der TCP/IP-Protokollfamilie

Report: Systeme für Test und Analyse von Kommunikationsnetzen



Server: Siemens Nixdorf RM400 mit R4400-CPU von Mips

Grafikbeschleuniger: Evans & Sutherland 'Freedom' für Sun SPARCstation 10

Datenbanken: Entwurf eines objektorientierten Standards liegt der OMG vor

Serviceleistung: Backup-Rechenzentren und Dienstanbieter

NetAudio: Sound-Schnittstelle von NCD bietet Basisprotokoll zur Programmierung

Heft 3/94 am 17. Februar am Kiosk

Heft 1-2/94 am 27. Januar am Kiosk

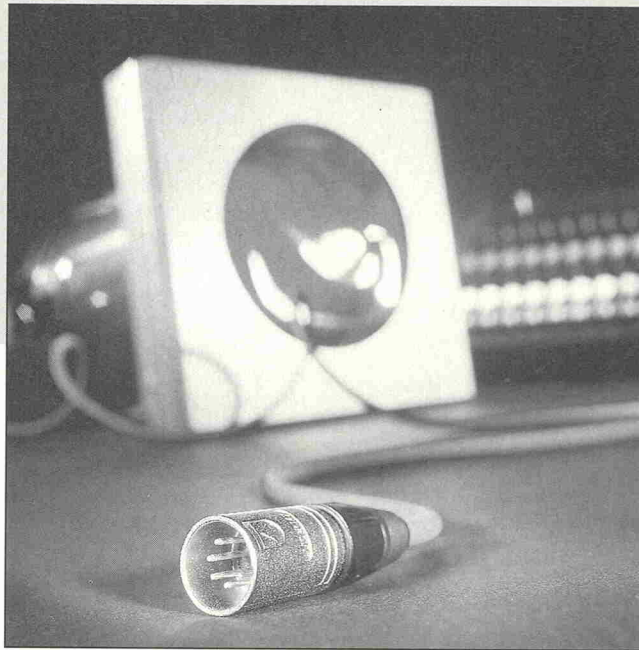
Heft 2/94 am 27. Januar am Kiosk

Bühnenbus Delight

DMX-512 – Ein Datenübertragungsprotokoll für Bühnenlichtsteuerungen

Eckart Steffens

An die Stelle der auch heute noch üblichen analogen Ansteuerung von Beleuchtungseinheiten mittels 0... + 10-V-Pegeln tritt zunehmend ein relativ neuer Standard namens DMX-512. Neben der Einsparung von Vielfachkabeln – sogenannten Multicores – zugunsten einer 2-Draht-Datenleitung bringt die Norm modernen Anlagen für Theater, Filmstudios und Rock'n'Roll-Bühnen die längst erforderliche neue Steuerungsdefinition.



Seitdem in der Lichtsteuertechnik die Notwendigkeit besteht, viele verschiedene Geräte an eine Steuerung anzukoppeln, setzt sich die digitale Übertragung durch. Besonders Multifunktionsgeräte und spiegelabgelenkte Scheinwerfer, sogenannte Scanner, begünstigen diesen Trend. Hier sind neben der Helligkeit auch zusätzliche Parameter wie X/Y-Ablenkung, Farbe, Shutter, Muster (Gobos), Iris et cetera zu bedienen. Es wurde also eine einfache 2-Draht-Schnittstelle gesucht, die die grundlegenden Anforderungen für die Beleuchtungssteuerung erfüllt. Digital-Multiplex für 512 Kanäle – oder kurz DMX 512 – entspricht diesem Profil.

In der herkömmlichen Steuerung verwendet man Analogsignale, die einen Steuerbereich von 0...+10V überstreichen und dabei den Vorteil einer beliebig hohen Auflösung haben. Insbesondere dieser Vorteil geht bei der Digitalisierung verloren. Bei einer 8-Bit-Wandlung erhält man eine Auflösung von etwa 0,4 %. Das ist hinreichend, um beim gleichmäßigen 'Auffahren' einer Glühlampe keine Stufigkeit mehr erkennen zu können.

Ein weiteres Problem der digitalen Übertragung ist das Auftreten einer Übertragungszeit, die besonders bei bitserieller Übertragung ins Gewicht fällt. Sie bedeutet letztlich eine Reaktionsverzögerung für den angeschlossenen Verbraucher. Ihr Kehrwert ist die Refresh-Rate: sie bezeichnet die Frequenz, mit der der einzelne Verbraucher jeweils neue Informationen zugeteilt bekommt. Für reine Helligkeitssteuerung an 50-Hz-Netzen genügen 10 ms entsprechend einer Refresh-Rate von 100 Hz.

Für Bewegungseffekte sind möglicherweise höhere Anforderungen an Auflösung und Refresh-Rate zu stellen. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das nachfolgend beschriebene DMX-512-Protokoll ausschließlich zur Beleuchtungssteuerung entwickelt wurde, was natürlich nicht ausschließt, daß damit beispielsweise auch Farbwechsler oder Scanner gesteuert werden – es ist dafür aber nicht optimiert.

Der Standard zur Übertragung nach DMX-512 wurde vom United States Institute for Theatre Technology (USITT) beschrieben und liegt in der letztgültigen

Fassung vom August 1990 vor. Er beschreibt ein Protokoll, das sich an die RS-485-Schnittstelle anlehnt und auf deren Hardware spezifikation aufsetzt.

Das Übertragungsprotokoll

Der RS-485 entsprechend erfolgt die Datenübertragung – wie in Bild 2 zu sehen – asynchron seriell. Die Pegelwerte für die einzelnen Dimmer werden sequentiell übertragen, beginnend bei Dimmer 1 aufsteigend bis maximal Dimmer 512. Vor dem ersten übertragenen Wert befindet sich im Datenstrom ein Reset-Signal sowie ein Startbyte. Gültige Dimmer-Pegel umfassen den Wertebereich 0...255. Der Bezug dieser Werte zum aktuellen Dimmer-Ausgangssignal ist nicht definiert; demzufolge sind für einzelne Dimmer individuelle Kennlinien möglich.

Im Ruhezustand liegt die Datenleitung auf hohem Potential (Mark). Der aktive Pegel ist low (Break, Space). Die Übertragung beginnt mit einem Break, der mindestens 88 µs Dauer aufweisen soll – dies entspricht der Zeit für die Übertragung von 2 Byte. Diesen Break interpretieren die Empfänger als Reset. Er beendet in jedem Falle eine laufende – auch eine nicht abgeschlossene – Übertragung.

Einem Reset folgt ein Mark, der den Beginn der Datenübertragung signalisiert. Dieser Mark soll eine feste Länge von 8 µs nicht unterschreiten. Alle Empfänger müssen in der Lage sein, einen 8-µs-Mark-nach-Break zu erkennen und auszuwerten. Empfänger, die darüber hinaus auch in der Lage sind, einen 4-µs-Mark-nach-Break gemäß dem DMX-512-Standard von 1986 auszuwerten, dürfen sich mit der Bezeichnung 'DMX-512/1990 (4 µs)' schmücken.

Im Anschluß hieran sendet der Controller n + 1 Datenbytes für n Kanäle. Dabei leitet ein Startbit jedes Byte ein; zwei Stoppbits beenden es. Das Übertragungsformat ist also 8N2. Man beachte jedoch, daß hier eine zu sendende 0 als Space, eine zu sendende 1 als Mark gesendet wird. Das erste gesendete Byte hat für Dimmer den festen Wert Null. Um zukünftigen Erweiterungen Rechnung tragen zu können, sind auch von Null verschiedene Startbytes möglich. Angeschlossene Dimmer müssen also alle nachfolgenden

Daten ignorieren, wenn ein anderes Startbyte als Null gesendet wird.

Nachdem der letzte Wert gesendet wurde, bricht die Übertragung ab; die Datenleitung verbleibt auf Ruhepegel (Mark). Ein nachfolgendes Reset leitet eine neue Übertragung ein. Zwei aufeinanderfolgende Übertragungen sollen nicht enger als 1196 µs (von Anfang Break bis Anfang des folgenden Break) aufeinander folgen.

... und die Daten

Die Datenübertragungsrate beträgt 250 kBit/s entsprechend einer Bitzeit von 4 µs oder 44 µs pro Datenwort. Die Gesamtübertragungsdauer für 512 Kanäle ergibt sich im günstigsten Fall zu (88 µs + 8 µs + 44 µs + 512 × 44 µs) = 22 668 µs. Daraus resultiert eine maximale Refresh-Rate von 44,1 Hz. Bei voller Ausnutzung des DMX-Protokolls wird somit nur jede dritte Netzhalbwellen erreicht, was bei mittelschnellen Helligkeitsänderungen eine gewisse Stufigkeit erkennen läßt. Ein schnelleres Reaktionsvermögen läßt sich nur mit einer kleineren Kanalzahl erreichen – optimal sind etwa 200 Kanäle. Werden mehr Kanäle benötigt, ist es aus Timing-Gesichtspunkten allemal günstiger, eine zweite Verbindung zu schalten.

Eine DMX-Verbindung erlaubt den Anschluß von bis zu 32 physikalischen Geräten an einen Sender. Jeder Empfänger darf eine beliebige Zahl von logischen Adressen auswerten. Beim Betrieb mit langen Leitungen oder bei Hintereinanderschaltung vieler Empfänger können sich am entfernten Ende Reflexionen ausbilden, die die Übertragung beeinträchtigen. Das letzte Gerät in der Kette sollte daher mit einem 120-Ω-Terminator versehen sein.

Als Steckverbinder sind 5polige AXR-Stecker (XLR-Stecker) genormt. Controllern und DMX-Sender benutzen dabei Female-, empfangende Geräte Male-Verbinder. Nicht genormt, aber vielfach eingesetzt wird auch die 3polige AXR-(XLR-)Verbindung, da dies die Benutzung vorhandener Leitungen vereinfacht. Obwohl eine dafür geeignete Datenleitung verwendet werden sollte, um eine impedanzmäßig korrekte Anpassung zu gewährleisten – empfohlen wird doppeladrig verdreht geschirmte Daten-

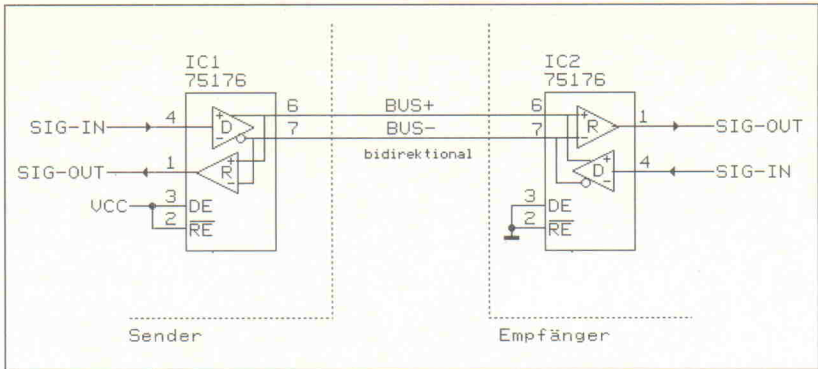
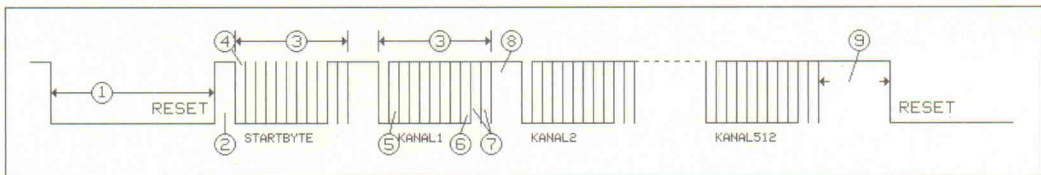


Bild 1. Schema der DMX-Übertragung für Sender und Empfänger.

Bild 2. Die nach DMX-512 spezifizierten Zeiten für die Übertragung sind in der nebenstehenden Tabelle 1 wiedergegeben.



leitung oder Twinax-Kabel –, genügt in den meisten Fällen eine gute Mikrofonleitung.

Besonderheiten

Eine galvanische Trennung zwischen Sender und Empfänger ist in der Norm weder beschrieben noch gefordert. Bei weit voneinander entfernten Verbrauchern, deren Speisung oft aus verschiedenen Netzen erfolgt, ist eine galvanische Trennung zwischen Sender und den einzelnen Empfängern sehr empfehlenswert. Sofern entsprechende Vorrichtungen installiert werden, ist sicherzustellen, daß die Schnittstelle den Anforderungen gemäß EIA-RS-485 entspricht.

Die wesentlichen Vorteile der RS-485-Schnittstelle sind

- eine hohe Datenübertragungsrate bis über 10 MBit/s,
- eine hohe Leitungslänge von bis zu 1200 m,
- eine hohe Störsicherheit dank der differentiellen Übertragung.

Da die RS-485-Spezifikation die Anzahl der Unit-Loads auf 32 begrenzt, sollte sich die Anzahl angeschlossener Geräte auf diese Anzahl beschränken: Vorsicht bei vielen angeschlossenen Scannern! Sind mehr Geräte anzusteuern, so ist ein Bus-Repeater oder -Booster erforderlich: Er stellt für den treibenden Bus eine Unit-Load dar, terminiert gegebenenfalls diesen Bus gleichzeitig richtig und kann seinerseits wiederum 32 Empfänger treiben. Die wichtigsten Designregeln für DMX-512 und RS-485 lauten:

- Ein Treiber kann bis zu 32 Lasteinheiten treiben. Eine

Nr.	Signalname	min.	typ.	max.
1	Reset	88 µs	88 µs	–
2	Mark zw. Reset und Startbyte	8 µs	–	1 s
3	Frame-Zeit	43,12 µs	44,0 µs	44,48 µs
4	Startbit	3,92 µs	4,0 µs	4,08 µs
5	LSB (niederwertigstes Datenbit)	3,92 µs	4,0 µs	4,08 µs
6	MSB (höchstwertigstes Datenbit)	3,92 µs	4,0 µs	4,08 µs
7	Stoppbit	3,92 µs	4,0 µs	4,08 µs
8	Mark zw. Frames (Interdigit)	0 s	0 s	1,00 s
9	Mark zw. Paketen	0 s	0 s	1,00 s

Lasteinheit repräsentieren typischerweise ein passiver Treiber und ein Empfänger.

- Der Leckstrom am Treiber-Ausgang sollte im Aus-Zustand bei jeder Busspannung zwischen –7 V und +12 V kleiner als 100 µA sein.
- Der Treiber sollte in der Lage sein, differentielle Ausgangsspannungen zwischen 1,5 V und 5 V bei Common-Mode-Spannungen von –7 V bis +12 V zu erzeugen.
- Treiber müssen mit einem Schutz gegen Buskollision

ausgestattet sein (mehrere Treiber greifen gleichzeitig auf den Bus zu).

- Empfänger sollten eine hohe Eingangsimpedanz von wenigstens 12 kΩ aufweisen.
- Der Empfänger muß einen Gleichtakt-Eingangsspannungsbereich von –7 V bis +12 V verarbeiten können.
- Eine differentielle Eingangsempfindlichkeit von ±200 mV muß über den gesamten Gleichtakt-Eingangsspannungsbereich vorhanden sein. *st*

Pin	Funktion	AXR-3-Stecker
1	Masse (Abschirmg.)	Masse (Abschirmg.)
2	DMX–	DMX+
3	DMX+	DMX–
4	frei oder 2. Kanal (option.) DMX–	–
5	frei oder 2. Kanal (option.) DMX+	–

Tabelle 2. Die Belegung der beiden üblichen Stecker für DMX-512.

Parameter	minimal	maximal
Common-Mode-Spannung	–7 V	+12 V
Eingangslastimpedanz	12 kΩ	–
Treiberlast	60 Ω	–
Treiberausgangskurzschlußstrom GND	–	150 mA gegen
	–	250 mA gegen +12 V

Tabelle 3. Betriebsparameter für die RS-485- und somit auch für die DMX-512-Schnittstelle.



Titel	Seite/Ausgabe	Seite/Ausgabe	Seite/Ausgabe
Atari		Inside HC11 (2)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Trace- und Triggerboard 71/4
ST-MessLab (2)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus 69/1	Wellenreiter (3)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung 85/4
ST-MessLab (3)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus 71/2	51er-Kombi	8051-Controllerboard für Assembler-, Forth-, BASIC- und BitBus-Programmierung 25/5
Extra Dicht	ED-Laufwerk am 19-Zoll-Atari 82/2	Fuzzynierend (1)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230 38/5
Brücke zur Welt	SCSI-Adapter und Tastatur-Interface für den 19-Zoll-Atari 36/3	Z-Maschine (2)	Einplatinen-Computer mit Z280. Monitor und Programmierung der Echtzeituhr 82/5
ST-MessLab (4)	Die Software zum Meßlabor 79/3	Inside HC11 (3)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Aufbau und Inbetriebnahme 51/6
ST-MessLab (5)	Die Schnittstellen zum MEGA ST, 1040er und ELRAD-19-Zoll-Atari 43/7	Fuzzynierend (2)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230 61/6
Audio		IQ-Display	LCD-Module mit integriertem 8-Bit-Controller 29/7
Digitale Audiodaten-Schnittstelle (5)	Option Quellenwählerkarte 48/2	VPort-152/k (1)	80C152-Master/Slave-Knoten für den Bitbus 34/7
Neu-tri(c)k	Software-Update der Audio-Meßmaschine von Neutrik 78/2	Z80s Enkel	Evaluationboard für TLCS-900 29/8
Elektronische Ohren	Schallpegel-Meßgeräte 46/6	E-Motion	Steuern von DC-Motoren mit dem Scotty 08 76/8
Audio-Filets	Marktreport: NF-Meßplätze im Vergleich 58/8	Chips Ma(h)l Zeit	Marktreport: Controller-Chips für spezielle Aufgaben 54/9
VCA-Tuning	That 2150: High-End-VCA in 'Differential Drive'-Technik 20/10	A/D-Wandler-Labor (2)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7804/05, serielles I/O-Board mit 80C31-Controller 76/9
Der große Bruder	Zweikanaliges Audiotest- und Servicesystem 24/10	Sondermarke	BASIC-programmierbarer Einplatinen-Computer 81/10
Analoge Maschine	Kompletter Dynamik-Prozessor in einem IC 20/11	Tor zur Welt (1)	Allround-Interface für den TMP96C141. Das Controller-Modul 75/11
Datendiät im Studio (1)	Standards und Trends in der digitalen Audiotechnik 48/12	Der PC CANs (1)	CAN-Bus. Die PC-Karte 24/12
Mikrocontroller		Rex Regulus (1)	Streckensimulation mit 80C552-Mikrocontroller 34/12
Inside HC11 (1)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Das Prozessorboard 57/3	Tor zur Welt (2)	Allround-Interface für den TMP96C141. Hauptplatine 72/12
TASK'51	Multitasking für Intels 51er 84/3		

Entwicklung

MAXimal	MAX 180 – ein 12-Bit-A/D-Wandler	24/1
Wellenreiter (1)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	20/2
Dreitakter	80C196MC steuert Dreiphasen-Asynchronmotoren	46/3
Reine Formsache	Präzises und temperaturstables Sinusfunktionsnetzwerk	75/3
Projekt: Wellenreiter (2)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	89/3
Schaltregler-Designer	Linear-Technology-Software für den Schaltkreis-Entwurf	20/4
Wellenreiter (3)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	85/4
Im Wandel der Daten	Entwicklungsboards zu Crystal-AD-, -DA- und -AES/EBU-Wandlern	16/5
Neuer Schliff	HF-Operationsverstärker OPA622 und OPA623 von Burr-Brown	20/5
51er-Kombi	8051-Controllerboard für Assembler-, Forth-, BASIC- und BitBus-Programmierung	25/5
Fuzzynierend (1)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230	38/5
Klein, aber PICfein (1)	Architektur und Programmierung der PIC16C5X-Familie	51/5
Wellenreiter (4)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	85/5
Achtzehn und eins	Analog-Digital-Umsetzer MAX132 mit 19-Bit-Auflösung	20/6
Fuzzynierend (2)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230	61/6
Klein, aber PICfein (2)	Entwicklungswerkzeuge für die PIC16C5X-Familie	72/6
Grüne Ladung	ICS 1720: RISC-Prozessor zum Laden von Nickel-Metall-Hydrid-Akkus	24/7
IQ-Display	LCD-Module mit integriertem 8-Bit-Controller	29/7
Bit für Bit	Serielle Schnittstellenbausteine	78/7
Z80s Enkel	Evaluationboard für TLCS-900	29/8
VCA-Tuning	That 2150: High-End-VCA in 'Differential Drive'-Technik	20/10
Präzise gepegelt	Analoger Sensor-Meßverstärker für DMS, Pt-100 und Thermoelemente	35/10
Sondermarke	BASIC-programmierbarer Einplatinen-Computer	81/10
ASIC-Cube	Merkmale und Besonderheiten anwendungsspezifischer ICs	42/11
Optik aus einem Guß	OPT 201: Fotodiode mit integriertem Verstärker	32/12

Grundlagen

Turbolader	Optimierung von 8052-BASIC-Programmen	56/1
Signalverarbeitung in C (17 und Schluß)	Autokorrelation mit Echtzeitdatenerfassung und Grafik	74/1
Regelungstechnik (12)	Der Entwurf digitaler Regler	76/1
Laborblätter	Integrierte Schaltregler für direkten Netzbetrieb (4)	79/1
Laborblätter	Integrierte Schaltregler für direkten Netzbetrieb (5)	85/2
Laborblätter	Integrierte Schaltregler für direkten Netzbetrieb (6)	88/3
CO-Detektor	Quantitative Bestimmung der Kohlenmonoxid-Konzentration	26/4
Sanft geschaltet	Zur Vermeidung von Einschaltstromstößen bei Trafos	30/4
Feldbussysteme (1)	Grundlagen der offenen Kommunikation	56/4
Chaos mit System (1)	Netzwerkanalyse im Zeitbereich	76/4
Regelungstechnik (13)	Entwurf diskreter Regler	81/4
Fuzzy zum Anfassen (1)	Regeln und Steuern mit Fuzzy-Logik	30/5

Chaos mit System (2)	Das Simulationsprogramm	56/5
Feldbussysteme (2)	Konzepte und Ausführungen realisierter Systeme	79/5
Gerber, PostScript und Co.	Leiterplatten-CAM für Klein- und Mittelserienfertigung	40/6
Fuzzy zum Anfassen (2)	Regeln und Steuern mit Fuzzy-Logik	56/6
Laborblätter	Generatoren für Impulsaserdioden (1)	77/6
Kombi-Forth (1)	Forth-Programmierungsumgebung für den 51er-Kombi	85/6
Laborblätter	Generatoren für Impulsaserdioden (2)	83/7
Laborblätter	LC-Oszillatoren (1)	87/8
Schnittschnelle (1)	Intelligente PC-Karte für synchrone und asynchrone Protokolle. Hardware	46/9
Laborblätter	LC-Oszillatoren (2)	73/9
Enzym auf Silizium	Meßtechnik zur chemischen Analytik: Chemo- und Biosensorik	38/10
Magnetfeldjäger	Aufbau, Wirkungsweise und Einsatz von Magnetfeld-Sensoren	48/10
Thermo-Chips	KTY-Halbleiter-Sensoren in Theorie und Praxis	52/10
Bus-Depot (1)	Feldknoten für InterBus-S. Grundlagen	35/11
ASIC-Cube	Merkmale und Besonderheiten anwendungsspezifischer ICs	42/11
Laborblätter	RC-Sinusoszillatoren (1)	71/11
Datendiät im Studio (1)	Standards und Trends in der digitalen Audiotechnik	48/12
Laborblätter	RC-Oszillatoren (2)	79/12

Marktübersichten

Poster	Spezial-Operationsverstärker	-/1
Harte Schalen	Kleingehäuse, Zubehör und Dienstleistungen	31/2
SPS-(Ex-)Kurse	Lehr- und Lernmaterial für die Automatisierungstechnik	41/3
... unter Windows	Alle Elektronik-CAD-Systeme für PCs auf einen Blick	45/5
Elektronische Ohren	Schallpegel-Meßgeräte	46/6
System-Power	Programmier- und rechnersteuerbare Stromversorgungen	56/7
Daten-Sammler	Datenbücher und -banken für elektronische Bauelemente	51/8
Audio-Filets	Marktreport: NF-Meßplätze im Vergleich	58/8
Chips Ma(h)l Zeit	Marktreport: Controller-Chips für spezielle Aufgaben	54/9
Marktplatz Messen	Anbieterübersicht – Sensorik, nach Meßgrößen geordnet	40/10
Mathematic Park	36 technisch-wissenschaftliche Taschenrechner im Überblick	54/11
Kluge Köpfe (Supplement)	Hilfen zur Auswahl des geeigneten Tastkopfes	4/12
Schalten = walten	Schalter und Taster für den Elektronikbereich	40/12

Meßtechnik

An der Basis	38 digitale Handmultimeter am Kalibrator	36/1
ST-MessLab (2)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus	69/1
Neu-tri(c)k	Software-Update der Audio-Meßmaschine von Neutrik	78/2
ST-MessLab (3)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus	71/2
ST-MessLab (4)	Die Software zum Meßlabor	79/3
Wandel-Board (1)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	61/3
Alchemie in 16 Bit	Elf PC-Meßkarten im Test	45/4
Instrument im Bild	LabView unter MS Windows: Grafische Programmierung für Meßgeräte	22/4
Wandel-Board (2)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	40/4
Smart messen	Lab!Pascal: ein Softwarepaket für die Meßtechnik	29/6

12 Bit am Bus	Test: A/D-Wandlerkarten für den VMEbus	46/7
ST-MessLab (5)	Die Schnittstellen zum MEGA ST, 1040er und ELRAD-19-Zoll-Atari	43/7
Lacoste-Tiefpaß	Anti-Aliasing-Filter AAF-1 im Test	38/8
A/D-Wandler-Labor (2)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7804/05, serielles I/O-Board mit 80C31-Controller	76/9
Meßpresso	Universelle PC-Interface-Karte mit FIFO	82/9
Modus vivendi	DasyLab 1.10 und PCI-20377W	28/9
Enzym auf Silizium	Meßtechnik zur chemischen Analytik: Chemo- und Biosensorik	38/10
Meßpresso (2)	Testprogramm und Pascal-Unit zur Anbindung an das MessLab	72/10
A/D-Wandler-Labor (3)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7810/19, paralleles FIFO-RAM-Board	80/11
Begegnung der dritten Art (Supplement)	Signalanalyse in der Frequenz/Zeit-Ebene	12/12
CronoLogisch	CronoLog.Quick: Windows-Software zum Messen, Regeln und Simulieren in Echtzeit	20/12
Der Z-Komplex	Digitale LCR-Meßgeräte – sieben Modelle im Vergleich	54/12
Begegnung der dritten Art	Anwendungen der Modulationsebenenanalyse (Beilage)	12/12

IBM PC/XT/AT

Die ideale Lösung?	Layout-Software Layo 1 in der Version 4.91	20/1
Reifeprüfung	Protel für Windows: Advanced Schematic, Version 1.0	24/3
Wandel-Board (1)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	61/3
Instrument im Bild	LabView unter MS Windows: Grafische Programmierung für Meßgeräte	22/4
Wandel-Board (2)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	40/4
Alchemie in 16 Bit	Elf PC-Meßkarten im Test	45/4
InterBus-S-Chauffeur (1)	PC-Karte als InterBus-S-Master/Slave	61/4
Wellenreiter (3)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	85/4
Durchgehend geöffnet	Externer PC-Slot-Extender	14/5
... unter Windows	Alle Elektronik-CAD-Systeme für PCs auf einen Blick	45/5
InterBus-S-Chauffeur (2)	PC-Karte als InterBus-S-Master/Slave	76/5
Reifeprüfung II	Protel für Windows: 32-Bit-PCB-Design, Version 1.5	32/8
Lacoste-Tiefpaß	Anti-Aliasing-Filter AAF-1 im Test	38/8
A/D-Wandler-Labor (1)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7806/07, 8-Bit-PC-I/O	44/8
Tanzstunde	TangoPro PCB/Rte Version 1.20: Layout-Software unter Windows	20/9
Modus vivendi	DasyLab 1.10 und PCI-20377W	28/9
PC läßt denken	Test: Intelligente PC-Meßwerterfassungskarten	39/9
Schnittschnelle (1)	Intelligente PC-Karte für synchrone und asynchrone Protokolle. Hardware	46/9
A/D-Wandler-Labor (2)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7804/05, serielles I/O-Board mit 80C31-Controller	76/9
Meßpresso	Universelle PC-Interface-Karte mit FIFO	82/9
Comeback	Leiterplatten-Layoutsoftware OrCAD PCB 386+ Version 1.00	32/10
Schnittschnelle (2)	Übertragungsformate und Systemsoftware	49/11
A/D-Wandler-Labor (3)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7810/19, paralleles FIFO-RAM-Board	80/11
CronoLogisch	CronoLog.Quick: Windows-Software zum Messen, Regeln und Simulieren in Echtzeit	20/12
Der PC CANs (1)	CAN-Bus. Die PC-Karte	24/12

Projekte

Lichte Trennung	Optokoppelner V.24-Treiber	30/1
Ohne Nadeln (2)	Praktische Anwendung JTAG-kompatibler ICs	64/1
ST-MessLab (2)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus	69/1
Wellenreiter (1)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	20/2
Zeitgeist	DCF 77 en miniature	28/2
Digitale Audiodaten-Schnittstelle (5)	Option Quellenwählerkarte	48/2
Z-Maschine (1)	Z280-Einplatinen-Computer. Hardware-Beschreibung	54/2
ST-MessLab (3)	Modulares Meßsystem am Atari-VMEbus	71/2
Extra Dicht	ED-Laufwerk am 19-Zoll-Atari	82/2
Einblicke	IEEE-488-Bus-Monitor	28/3
Brücke zur Welt	SCSI-Adapter und Tastatur-Interface für den 19-Zoll-Atari	36/3
Inside HC11 (1)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Das Prozessorboard	57/3
Wandel-Board (1)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	61/3
ST-MessLab (4)	Die Software zum Meßlabor	79/3
TASK'51	Multitasking für Intels 51er	84/3
Projekt: Wellenreiter (2)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	89/3
Dauerbrenner	Programmer und Toolbox	35/4
Wandel-Board (2)	Universelle 12-Bit-AD/DA-Karte am AT-Bus	40/4
InterBus-S-Chauffeur (1)	PC-Karte als InterBus-S-Master/Slave	61/4
Inside HC11 (2)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Trace- und Triggerboard	71/4
Wellenreiter (3)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	85/4
51er-Kombi	8051-Controllerboard für Assembler-, Forth-, BASIC- und BitBus-Programmierung	25/5
Fuzzynierend (1)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230	38/5
Dauerbrenner (2)	Programmer und Toolbox	72/5
InterBus-S-Chauffeur (2)	PC-Karte als InterBus-S-Master/Slave	76/5
Z-Maschine (2)	Einplatinen-Computer mit Z280. Monitor und Programmierung der Echtzeituhr	82/5
Wellenreiter (4)	56001-DSP-System für Entwicklung und Ausbildung	85/5
Optoschnitte	RS-232-Datenübertragung über Kunststoff-Lichtleiter	24/6
Smart messen	Lab!Pascal: ein Softwarepaket für die Meßtechnik	29/6
Her(t)zflimmern	Digitale Messung der Bildwiederholfrequenz bei Monitoren	37/6
Inside HC11 (3)	In-Circuit-Emulator für 68HC11-Controller. Aufbau und Inbetriebnahme	51/6
Fuzzynierend (2)	Entwicklungssystem für den Fuzzychip NLX 230	61/6
Dauerbrenner (3)	Programmer und Toolbox	82/6
VPort-152/k (1)	80C152-Master/Slave-Knoten für den Bitbus	34/7
ST-MessLab (5)	Die Schnittstellen zum MEGA ST, 1040er und ELRAD-19-Zoll-Atari	43/7
SerMon	Kontrollmonitor für RS-232-Schnittstellen	61/7
Kombi-Forth (2)	Forth-Programmierungsumgebung für den 51er-Kombi	87/7
Flotter Dreier	Kleinnetzteil mit drei Ausgangsspannungen	41/8
A/D-Wandler-Labor (1)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7806/07, 8-Bit-PC-I/O	44/8
E-Motion	Steuern von DC-Motoren mit dem Scotty 08	76/8
VPort-152/k (2)	80C152-Master/Slave-Knoten für den Bitbus	82/8
Kombi-Forth (3)	Forth-Programmierungsumgebung für den 51er-Kombi	91/8
Voll Dampf	Hygrometer mit Langzeitspeicher	32/9
Schnittschnelle (1)	Intelligente PC-Karte für synchrone und asynchrone Protokolle. Hardware	46/9
A/D-Wandler-Labor (2)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7804/05, serielles I/O-Board mit 80C31-Controller	76/9

Meßpresso (1)	Universelle PC-Interface-Karte mit FIFO	82/9	Alchemie in 16 Bit	Elf PC-Meßkarten im Test	45/4
8 x 12 Bit	A/D-Wandler mit 8 Kanälen und 12 Bit Auflösung am Druckerport	28/10	Durchgehend geöffnet	Externer PC-Slot-Extender	14/5
Meßpresso (2)	Teil 2: Testprogramm und Pascal-Unit zur Anbindung an das MessLab	72/10	Dot für Dot	Acht Arb-Generatoren im Vergleich	61/5
Bus-Depot (1)	Feldknoten für InterBus-S. Grundlagen	35/11	Vier für alle Fälle	Arb-Generator Wavetek Modell 295	16/6
Schnittschnelle (2)	Übertragungsformate und Systemsoftware	49/11	Tragbare (Auf-)Lösung	50-MS/s-Hand-Held-DSO von Hung Chang	20/7
Tor zur Welt (1)	Allround-Interface für den TMP96C141. Das Controller-Modul	75/11	Zählen mit Köpfchen	Der Universalzähler HP 53131 A	22/7
A/D-Wandler-Labor (3)	Meß- und Testausrüstung für Präzisions-ADCs. ADS7810/19, paralleles FIFO-RAM-Board	80/11	12 Bit am Bus	A/D-Wandlerkarten für den VMEbus	46/7
Grand mit vier Polen	Programm zur symbolischen Analyse von Vierpolproblemen	86/11	Einbauen und vergessen?	14 DC/DC-Wandler im Test	72/7
Der PC CANs (1)	CAN-Bus. Die PC-Karte	24/12	Kombinierte 40 MHz	Fluke-Combi-Scope PM 3331	24/8
Rex Regulus (1)	Streckensimulation mit 80C552-Mikrocontroller	34/12	Messen mit zehn Bit	Panasonic-Video-DSO VP-5760 A	26/8
Bus-Depot (2)	Feldknoten für InterBus-S. Hardware	61/12	Reifeprüfung II	Protel für Windows: 32-Bit-PCB-Design, Version 1.5	32/8
Tor zur Welt (2)	Allround-Interface für den TMP96C141. Hauptplatine	72/12	Spannungen ad libitum	Das Arbitrary-Netzgerät TOE 8815	35/8
Tests			Lacoste-Tiefpaß	Anti-Aliasing-Filter AAF-1 im Test	38/8
Die ideale Lösung?	Layout-Software Layo 1 in der Version 4.91	20/1	Tanzstunde	TangoPro PCB/Rte Version 1.20: Layout-Software unter Windows	20/9
Hybriert	Neue Tek-Analog-Scopes	27/1	Vis-à-vis	DSOs der 100-MHz-Klasse von Tektronix und Hewlett-Packard	24/9
Spektrakel	Preiswerter Spektrum-Vorsatz für Scopes	33/1	Modus Vivendi	Windows-Software DasyLab 1.10 und PCI-20377W	28/9
An der Basis	38 digitale Handmultimeter am Kalibrator	36/1	PC läßt denken	Intelligente PC-Meßwerterfassungskarten	39/9
Wege zum Strom	18 Labornetzgeräte auf dem Prüfstand	37/2	Der große Bruder	Zweikanaliges Audiotest- und Servicesystem	24/10
Reifeprüfung	Protel für Windows: Advanced Schematic, Version 1.0	24/3	Comeback	Leiterplatten-Layoutsoftware OrCAD PCB 386+ Version 1.00	32/10
Gut kombiniert!	Multifunktions-Scopes: schlechter Kompromiß oder gelungene Symbiose?	50/3	Stille Reserve	17 USVs im Test	54/10
Instrument im Bild	LabView unter MS Windows: Grafische Programmierung für Meßgeräte	22/4	Stör...sicher?	Vier plus ein System-Multimeter auf dem EMV-Prüfstand	24/11
			CronoLogisch	CronoLog.Quick: Windows-Software zum Messen, Regeln und Simulieren in Echtzeit	20/12
			Der Z-Komplex	Digitale LCR-Meßgeräte – sieben Modelle im Vergleich	54/12

NUTZEN SIE IHR ARCHIV MIT SYSTEM!

Die kompletten Inhaltsregister der Heise-Fachzeitschriften inklusive komfortablem Recherche-Programm auf Diskette:



12/83 bis 12/93



11/77 bis 12/93



11/88 bis 12/93

✂ -----
Bestellcoupon

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Beruf/Funktion

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
30625 Hannover

ELZET
80
 L III

 Vertriebspartner
 in Ihrer Nähe:

München: PTL
 089/6018020

Stuttgart: Busse
 07154/8160810

Gießen: TCI
 0641/66464
 und
ELEKTRONIKLADEN
 Detmold, 05232/8171
 und Vertriebspartner

Tor zur Welt*: EVA900, Erprobungsboard mit Praxisanspruch

 *) Die Artikelserie über den
 16-Bit-Mikrocontroller
 TMP96C141, bisher in
 ELRAD 11 und 12/93

Der Kern:

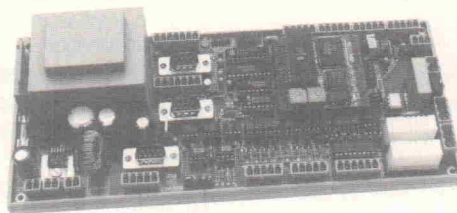
 NET/900 Controllermodul mit
 32K RAM, (F)EPROM-Sockel,
 ser. EEPROM und Netz-
 werkschnittstelle. 230,- DM

Software:

 BASIC900, Interpreter mit
 Interrupt- und Zeitsteue-
 rung. 99,- DM

 mCAT, Echtzeitkern mit
 BITBUS-Anschluß. 99,- DM

 EVA900 Fertigger. 595,- DM
 EVA900 TS-Geh. 49,50 DM
 NET900NT Basispl. mit
 Rasterfeld, Netzteil, RS232
 und RS485 89,- DM
 RC5-KIT IR-Fernbedienung
 und Sensor 79,- DM
 7SEG4 4stelliges 7-Segment-
 LED-Modul 13mm 45,- DM
 PC-BIT2 BITBUS-Master-
 karte für PC 630,20 DM

EVA900


EVA900 umgibt NET/900 mit Netzteil, 220V-Relais, 24V-E/A, RS232 und RS485-Treibern, TRIAC, LED-Port uvm. Zum Test oder für Ihre vernetzte Anwendung in der Halbleitertechnik, bei Transportsteuerungen oder für die Betriebsdatenerfassung.

Alle Preise incl. MwSt. Für unsere Vertriebspartner unverbindl. Preisempfehlung

ELZET 80 Vaalser Str. 148 D-52074 Aachen

0241 TEL 87 00 81 FAX 870 231

TRANSFORMATOREN

 Schnittband von SM 42-SM 102, Ringkern von 24 VA-500 VA
 Anpassungstrafo für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor

FLETRA-Transformatoren

 Nürnberger Str. 13, 91221 Pommelsbrunn
 Tel. 0 91 54/82 73, Fax 0 91 54/88 03

• AKTUELL •	• AKTUELL •	• AKTUELL •	• AKTUELL •
19" Volleinschubgehäuse	2SK135 DM 9,80	500 PA MOS-FET 298,00	
1 HE DM 52,00	2SJ50 DM 9,80	RÖH1 Röhrenvorver. 389,00	
2 HE DM 64,00	ECC 83 DM 8,90	RÖH2 Röhrenendver. 590,00	
weiter Gehäuse siehe Liste			
Bauelemente Bausätze siehe Lagerliste bitte anfordern			
Karl-Heinz Müller Elektrotechnische Anlagen			
Wagenfelder Str. 2 Telefon 05773 / 1863 Fax 8485 32351 Stismwede-Oppenwehe			

Echtzeit Videodigitizer

- 256 Graustufen in 1/25 Sek.
- 16,7 Mio. Farben bei RGB Standbild
- 768 x 576 Pixel und 384 x 288 Pixel
- D/A Ausgang für Kontrollmonitor
- externes Gerät zum Betrieb an serieller oder paralleler Schnittstelle
- Bilderfassungssoftware für PC
- Speicherung in Tiff- und PCX-Format
- Software für Amiga und Atari in Kürze
- verwendbar als Testbildgenerator

Option: Genlock

- VGA-Bilder auf Video
- Titelleinblendung in Videoaufnahmen
- Zoom

ab 298,- DM

Speicher Oszilloskop

- 32 MHz Abtastrate
- Clock intern / extern
- 8 KB Speichertiefe
- Trigger intern / extern
- TV Trigger vertikal, horizontal, Zeilenlupe
- externes Gerät zum Betrieb an serieller Schnittstelle
- Meßsoftware für PC
- Software für Amiga und Atari in Kürze

Option:

- zweiter Meßkanal
- 16 bit Logikanalyse

Grundgerät.....698,- DM

Für weitere Grafikkarten, Framegrabber und Meßgeräte fordern Sie unsere kostenlose Info an!

Preiswerte Satellitenempfangsanlagen zur Selbstmontage.
Metec
 GmbH

 Hard-Software
 Entwicklung

 Wiesenweg 45
 29328 Müden/Ortze
 Tel.: 05053-661
 Fax: 05053-659

DAS HEISE-ZEITSCHRIFTEN-REGISTER

Die kompletten Inhaltsregister der Heise-Fachzeitschriften c't, ELRAD und iX: Titel, Untertitel, Autoren, zuständige Redakteure, Rubriken, Stichwörter zum Inhalt, Querverweise. Inklusive komfortablem Recherche-Programm mit Assoziativtechnik.



Ich bestelle das Heise-Zeitschriften-Register mit Recherche-Programm für

- ☐ PC, DOS-Version, 30 DM
- ☐ PC, Windows-Version, 39 DM
- ☐ Apple Macintosh, 39 DM
- ☐ Atari ST/TT, 30 DM
- ☐ Commodore Amiga, 30 DM

 Alle Versionen auf 3,5"-Disk
 (720 bzw. 800 bzw. 880 KByte)

Andere Versionen sind nicht verfügbar. Auslieferung ab Januar 1994.

* Alle Preise zuzüglich 3 DM Versandkosten je Lieferung. Wir liefern nur gegen Vorauszahlung.

- ☐ Scheck liegt bei
- ☐ Den Betrag habe ich überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 44 08.
- ☐ Buchen Sie den Betrag von meinem Konto ab.

Konto-Nr.: _____

BLZ: _____

Bank: _____

Datum, Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Von EMUFs & EPACs

lautet der Titel unseres über 100-seitigen Kataloges in dem wir die allermeisten der seit 1991 von der mc, c't und ELRAD vorgestellten Einplatinencomputer und die passende Software zusammengefaßt beschreiben. Wir bieten Ihnen Rechner vom 6504 bis zum 80537 und 80166, vom Z80 über HC11 bis zum 68070 und 68301. Diese kleinen Rechner haben ihren Weg in die Welt des professionellen Messen, Steuern und Regelns gemacht und sind heute anerkannt als äußerst preiswerte und flexible Lösungen in den vielfältigen Aufgaben industrieller Steuerungen.

Meßtechnik für PCs

unser neuer Katalog zu PC-Meßtechnik stellt Ihnen PC-Karten vor, die die Arbeit mit dem PC im Labor erleichtern, bzw. erst ermöglichen. Sie finden A/D- und D/A-Wandlertarten, Multifunktionskarten, Timer- und Ein-/Ausgabekarten (auch optoelektronisch oder über Relais). Darüberhinaus auch Buserweiterungen und Prototypenkarten und das gesamte Zubehör für die sinnvolle Arbeit mit diesen Karten. Auch dieser Katalog kann kostenlos angefordert werden.

Für PALs und GALs und EPROMs ...

Wir bieten Ihnen eine sehr weite Auswahl an preiswerten Universalprogrammieren von Seng (MM/ProTool - 1148,— DM, HiLo Systems (ALL-03A - 1498,— DM, ALL-07 - 1748,— DM, bis DATA I/O (ChipLab32 - 2059,— DM, ChipLab48 - 3093,— DM). Bitte fordern Sie Unterlagen an!

NET/900

NET/900: das „Tor zur Welt“. Erstmals vorgestellt wurde diese mächtige Mini-Karte von Michael Wöstenfeld und Walter Gieseler in ELRAD 11/93 ff. Der kleine aufsteckbare Rechnerkern NET/900 ist bestückt mit dem bekannten Toshiba 16Bit-Controller TMP96C141 (siehe auch ELRAD 8/93). Neben dem Controller finden sich auf der nur 6cm x 6cm kleinen (6-Lagen), doppelseitig bestückten Karte: ein 32poliger Sockel für ein EPROM, 32KB statisches RAM, 128B-EEPROM, ein IUSC (z.B. Bitbus) und zwei Drehschalter zur Adressierung des NET/900 in Netzen.

Um gleich richtig mit dem NET/900 loszulegen, bieten wir Ihnen für die ersten Schritte drei verschiedene „Unterarten“: NET/900IF mit drei IP-Anschlüssen, NET/900NT mit zweimal RS232, einmal RS485 und einem 5V-Netzteil (Eingang 12V-24V) und das ebenfalls in der ELRAD vorgestellte EVA-board (die ELRAD schrieb in Heft 11/93 beeindruckt: „Das Allround-Interface“). Dieses „Allround-Interface“ nennen wir EVA-board – und diese Karte (24,5cm x 11,5cm groß) gibt es auch als Bausatz, bzw. Leerkarte.

NET/900	Fertigkarte (FB)	230,— DM
NET/900IF	Fertigkarte (FB), Unterkarte zum NET/900-Rechnerkern	49,— DM
NET/900NT	Fertigkarte (FB), Unterkarte zum NET/900-Rechnerkern	89,— DM
EVA/900FB	Evaluation-board zu NET/900. Unterkarte (FB) Fertigkarte wie EVA/900FB, jedoch als Bausatz (BS) incl. Platine	595,— DM
EVA/900BS	Bausatz (BS) incl. Platine	495,— DM
EVA/900LP	Leerplatine des EVA/900 mit Spezialtrafo	185,— DM
SK/900	Der „Starter-Kit“: enthält ein NET/900, einen Software-Monitor im EPROM, einen PC-Crossassembler, ein Down-Load Programm und das Toshiba Prozessor Handbuch	478,— DM

BasiControl

Das ELRAD-Projekt mit der bekannten Intel-8052AH1.1 „Basic-CPU“ und dem bewährten ECB-Bus-Anschluß. Erstmals vorgestellt von Michael Schmidt ab ELRAD 3/92.

BasiCo-FB	Fertigkarte, incl. RAM	438,— DM
BasiCo-BS	Bausatz, Umfang wie FB	295,— DM
BasiCo-BSO	LP, GAL, Manual, 8052	178,— DM
BasiCo-LP	Leerplatine, GAL, Manual	98,— DM
BasiCo-LPO	Leerplatine	78,— DM

ST-35 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C535-Controller (12-MHz-Takt). Auf der 80 x 50 mm großen Karte sind noch je 32K RAM und EPROM und RTC untergebracht. Spannungsversorgung 5 V/80 mA. 80535-BASIC-Interpreter vorhanden. Fordern Sie Unterlagen an!

ST-35 Fertigkarte, aufgebaut und getestet. Mit je 32K RAM, EPROM und RTC 298,— DM

CP-537 CONTROLLER

Modul mit Siemens-80C537-Controller (12-MHz). 32K EPROM, 32K RAM und 32K EEPROM sind onboard möglich. Zwei ser. Schnittstellen, RTC/BATT, optional. Gr. 80 x 90 mm, Spannungsversorgung 5 V/100 mA.

CP-537M-3/A Fertigkarte ohne RAM, EPROM, RTC und seil. Stiftleisten 360,— DM

BXC 51

Der Basic-Cross-Compiler für die gesamte 8051-Controller-Familie. BXC 51 ist kompatibel zum bekannten 8052AH-Basic-Interpreter (z.B. BASIC-EMUF und BasiControl). Das mit BXC 51 kompilierte Interpreter-Programm ist um bis zu Faktor 50 schneller als das Interpreter-Programm. BXC 51 übersetzt den Basic-Text zunächst in ein 8051-Assembler-Quellenprogramm, das noch optimiert werden kann. Dann wird die optimierte Quelle direkt in ein Intel-hex-file übersetzt.

Die Eigenschaften von BXC 51:

- Verwendbar für alle CPUs der 8051-Familie, also auch für 8031, 8032, 80535, 80552.
- Sprachumfang kompatibel zur 8052AH-Basic-V.1.1-Version
- Schutz des übersetzten Programms. Das compil. Programm ist mit LIST nicht auslesbar.
- Beschleunigung 100% – 500% im Vergleich zum Basic-Interpreter-Programm.
- Codegenerierung transparent durch Erzeugung eines Assembler-Quellenprogramms.
- Einbinden eigener Assembler-Programme möglich.
- Auch als eigenständiger Cross-Assembler benutzbar.
- Handbuch in englisch – hotline in deutsch. 895,— DM

... weitere 8050-SOFTWARE

MI-C C-Compiler /Rose	1498,— DM
C51 C-Compiler /Keil	2223,— DM
SYS8052 Toolbox /MS-DOS	245,— DM
COMPRETRE-52 Komfortable Entwicklungsoftware für 8052.	
MS-DOS- oder WINDOWS-Version	298,— DM
A51/MS-DOS Assembler	485,— DM
A51/ST Assembler	198,— DM
A-51 Assembler/Keil	
C51 Professional Kit/Keil	
C51/A51/BL51/RTX51/dSOPE51-/EDIT	4503,— DM

ZWERG 11

Unser allerkleinster Rechner mit dem Motorola-HC11-Controller. Der Zwerg 11 hat eine Platinenfläche von nur ca. 55 x 50 mm. Ideal für den Serieneinsatz. Techn. Unterlagen, Preise und Lieferformen finden Sie in „Von EMUFs & EPACs“.

ZWERG 11 m. Entwicklungsumgeb.	ab ca. 250,— DM
ZWERG 11 ohne Software ab	1 St. 99,— DM
	10 St. 720,— DM

MOPS 11

Kleiner, flexibler, preiswerter HC11-Rechner mit großer u. komfortabler Software-Umgebung (Basic + Pascal Compiler). Vorgestellt v. H.J. Himmeröder in ELRAD 3, 4 und 5/1991. Version 2.1 finden Sie in ELRAD 8/92.

MOPS-LP	Leerplatine	64,— DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC und 68HC24	220,— DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC und 68HC24	300,— DM
MOPS-FB1	Fertigk., Umfang wie BS1	300,— DM
MOPS-FB2	Fertigk., Umfang wie BS2	380,— DM
MOPS-BE	MOPS-Betriebssystem für PC oder Atari	100,— DM
MOPS11/V.2.1 in allen Lieferformen im Katalog		

MOPS-light

Der ganz neue, ganz kleine „Minimops“ von MOPS-Entwickler H.J. Himmeröder erscheint in ELRAD 2/94. Es gibt den neuen MOPS in zwei Ausstattungs-Versionen: „MOPS-light“ (L) und noch kleiner als „MOPS-extralight“ (XL). Zu diesen neuen Mopsen ist eine spezielle auf die Gegebenheiten der light-Versionen umgeschriebene Version des bekannten MOPS-Betriebssystems erschienen.

Die Preise:		
MOPS L-LP Leerkarte	59,— DM	
MOPS XL-BS Bausatz mit Leerkarte, CPU RS232, Kleinteile	160,— DM	
MOPS L-BS wie XL-BS zuzüglich 32K RAM, Uhr, 74HC10, Fassungen	200,— DM	
MOPS L-FB Fertigbaugruppe mit RAM u. Uhr	270,— DM	
MOPS BX/L MOPS-Betriebssystem für XL- u. L-Version für PC	90,— DM	

IC11B

Nur Scheckkartengroßer (Aufsteck-) Rechner mit Motorola 68HC11A1-Controller, 32KB stat. RAM, 32KB EProm-Sockel und Reset-Controller. Optional ist die RTC4553 mit Batterie möglich. Stromaufnahme 5V/35mA.

Die Preise:		
IC11B	Fertigkarte, ohne Handbuch	199,50 DM
IC11BOPT	Option RTC und Batterie	39,90 DM
IC11MAN	Handbuch zum IC11B	34,20 DM
IC11ENT	Entwicklungssystem zum IC11B.	
	Enth. IC11B mit 64KB RAM, Handbuch, PC-Crossassembler, Monitor im EPROM, Terminalprogramm, IF232LP-Modul, RTC und Batterie	399,— DM

FUZZY

Total „fuzzyionierend“: Das FUZZY-Projekt aus ELRAD 5/93 ff. Dort vorgestellt von Oliver Breiden und Olaf Bendix. PC-Karte mit Entwicklungsoftware.

FUZZY-LP	Leerplatine, NLX230, GALs, Handbuch und Software	268,— DM
FUZZY-BS	Bausatz, enthält FUZZY-LP und alle auf der Karte eingesetzten Bauteile incl. MAXIM und AD-Chips.	456,— DM

UCASM — univers. Werkzeug

Der von Frank Mersmann geschriebene und erstmals in der mc 2/91 vorgestellte tabellenorientierte Cross-Assembler nach d. „Einer-für-alle-Prinzip“. Mit dem Cross-Assembler UCASM 7.0 steht dem Anwender ein sehr preiswertes und höchst universelles Software-Werkzeug für den gesamten 8-Bit-Bereich zur Verfügung, das mit sehr hoher Übersetzungsgeschwindigkeit arbeitet.

UCASM 7.0 wird ausgeliefert mit „Ziel-Tabellen“ für 40 verschiedene 8-Bit-CPU/Controller (incl. Z 280).

UCASM V7.0 Der tabellenorientierte universelle Cross-Assembler für fast alle 8-Biter (Zieltabellen für über 40 verschiedene im Lieferumfang). 2 PC-Disketten mit ausführlichem deutschen Handbuch 248,— DM

BASIC-Briefmarke

beschrieben von Dr.-Ing. Kühnel in ELRAD 10/93. Entwicklungssysteme zur Briefmarke mit Basic-Cross-Compiler schon ab ca. 690,— DM.

Fertigkarten wie in ELRAD beschrieben zum Einsatz ab 50,60 DM (1–99). Näheres zur Briefmarke finden Sie in unserem Katalog. Das Buch zur Briefmarke:

Rose, Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke, Best.-Bez.: Rose-BASIC-Buch 78,— DM

MEGA 301

Ein starker Einplatinenrechner mit Toshiba-Controller 68301 (68000-Kern). 1/2 Europa-Karte, 6-fach-Multilayer. Stat. RAM 64KB mit 1MB mit Akkupufferung möglich. EPROM 64KB bis 1MB (27256 – 272002). Drei serielle Schnittstellen für IF-Module.

MEGA301/604	Fertigbaugruppe mit 64KB RAM, ohne EPROM, incl. Handbuch und 5,25" Diskette mit Hardware-Definitionfiles.	550,— DM
MEGA301/256	wie oben, jedoch mit 256KB RAM	615,— DM
MEGA301/100	wie oben, jedoch mit 1MB RAM	820,— DM
MEGA/ENT	Entwicklungspaket zum MEGA301. Enth. einen MEGA301/256 incl. Handbuch und Diskette Monitor im EPROM, ECO-C Compiler incl. Dokumentation, 1 Stück IF232LP-Modul und Kabel	1095,— DM

mc-GALPROG

Von Hipp u. Siemens in mc 3/93 vorgestellter Programmier. Anschluß an PC-Parallelport. Grundversion programmiert 16V8A/B u. 20V8A/B mit Software GDS 1.3A (GAL-Assembler). Durch Software-updates des GDS 1.3A sind alle weiteren GALs (z.B. auch 22V10, 20RA10, 26 CV12) programmierbar. GALBS/1 Platine und sämtliche aktiven, passiven und mechanischen Bauteile, die sich auf der Platine befinden. Ohne beide Programmier-Fassungen und ohne Steckernetzteil. 149,— DM

GALBS/2 Wie BS/1 jedoch mit Prog-Sockel 24p 189,— DM

GALBS/3 Wie BS/2 zusätzl. m. Prog-Sockel 48p 239,— DM

GDS 1.3A GAL-Development-Software für 16V8A und 20V8A. Zum Betrieb des GALPROG nötig. Kann auf weitere GALs upgedated werden. 99,— DM

Z-Maschine

Die äußerst leistungsfähige Z280-Karte aus ELRAD 2/1993. Dort vorgestellt von Reinhard Niebur und Michael Wöstenfeld. Einfach-Europakarte in 4-fach-Multilayer Bausätze nach der Stückliste aus ELRAD 2/93.

SW = Software-Monitor in EPROMs, Kommunikations- und Testprogramm auf 5,25" PC-Diskette.

Z28LP/S	Leerkarte mit programmierten AMD MACH110, Handbuch und SW	248,— DM
Z28BS/1	LP/S und alle aktiven Bauteile des Bereiches Grundplatine	495,— DM
Z28BS/2	LP/S und alle aktiven, passiven und mechanischen Bauteile/Sockel/Stecker des Bereiches Grundplatine und sämtlicher C's und Leisten aller Optionen	570,— DM
Z28/OP1	Option Uhr und Batterie, ohne C's	40,— DM
Z28/OP2	Option zus. ser. Schnitt., ohne C's	70,— DM
Z28/OP3	Option zusätzliche CIO, ohne C's	80,— DM
Z28/OP4	Option DA-Wandler, ohne C's	100,— DM
Z28/OP5	Option AD-Wandler, ohne C's	170,— DM

Hausmesse

Am 3. und 4.2.1994 findet bei unserem Vertreter der Fa. Busse, Bahnhofplatz 10, 70805 Kornwestheim eine regionale Hausmesse statt. Dazu sind Sie herzlich eingeladen.

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Straße 88, 32758 Detmold
Tel. 0 52 32/81 71, FAX 0 52 32/8 91 97
oder

BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
STUTTGART	07154/8160810
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	03 41/2 13 00 46
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	02 22/2 50 21 27
NIEDERLANDE	0 34 08/8 38 39

Telefonische Auskünfte nur
von 9.00 – 12.30

PC-Projekte

Byte-Former Seriell/Parallelwandler

86 101 46/ds

39,00

IEEE488-PC inkl. GAL

019-695/ds/E

73,00

Uni Count Timer/Zählerkarte

111-904/ds

70,00

U/I-Wandler PC-Karte 20 Bit Auflösung

119-766/ds/E

78,00

— Anwendungssoftware

S119-766M

28,00

EPROM-Simulator

040-816/ds/E

68,00

— Anwendungssoftware

S040-816M

29,00

Achtung, Aufnahme

— AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs + Recorder (Assembler Routinen) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette

100-855/ds/E

148,00

— Vollständige Aufnahme-Software D1 und D2 (mit On-Line-Filterung)

S100-855M

78,00

— Event-Board inkl. PAL

100-856/ds/E

89,00

Uni-KV Hochspannungsgeneratorkarte

082-931

70,00

Mepag PC-Audiomeßsystem

— Platine inkl. Testsoftware

102-935

64,00

PC-SCOPE PC-Speicheroszilloskop

— Hauptgerät

061-884/ds

64,00

— Interface

061-885/ds

52,00

— Diskette/PC (Sourcecode)

Betriebssoftware auf drei 5,25" Disketten

S 061-884 M

35,00

UniCard PC-Multifunktionskarte

89 101 36B

9,00

Lüfterregelung

Temperatur-Monitor Messung ü. RS-232

— incl. PC-Anwendersoftware

061-887

25,00

Hollne PC-Spektrum-Analyser

— RAM-Karte inkl. Analyse-Software

091-894/ds

64,00

— 16-Bit-ADC-Karte

101-897/ds

64,00

— 12-Bit-ADC-Karte

101-898/ds

64,00

Centronics-Umschalter

101-901/ds

64,00

Oszilloscope PC-Speicheroszilloskop

— Rechnerplatine

— A/D Wandlerplatine (2 Platinen)

— Netzteilplatine

— EPROM

— Betriebssoftware für den PC, Mac oder Atari

102-933

250,00

— A/D Wandlerplatine

102-934

64,00

GAL-Brenner

— GAL Brenner Platine

— GALED-Software

112-937

84,00

SendFax-Modem

— Platine

071-891/ds

64,00

— EPROM

25,00

Messfolio Portfolioerweiterungen

— Speichererweiterung

082-929

49,00

— X/T Slot Platine

082-930

64,00

Multi Port PC-Multifunktionskarte

— Multi Port Platine inkl. GAL

092-932

109,00

— Uniscif-Software, Diskette 3,5"

S092-932M

35,00

Boundary Scan

— Testplatine + Software

122-939

40,00

DCF-77 SMD Mini-DCF-Empfänger

023-951

25,00

IEEE-Busmonitor inkl. Software

033-965

48,00

Wandel-Board

— A/D-D/A-Karte inkl. GALs u. EPROM u. Software

033-968

98,00

Wellenreiter

— Hauptplatine, 6 Filterplatinen, PC-Karte, DSP-EPROM, Controller-EPROM

— Anwendersoftware

023-970

398,00

InterBus-S-Cheffeuer

— PC-Karte, GAL, SuPI, Treibersoftware

043-971

395,00

Fuzzynierend Fuzzy-Entwicklungssystem

— incl. PALs, NLX230, Handbuch,

— Entwickler-Software (3,5")

053-973

268,00

A/D-Wandler-Labor

— Platine für ADS 7804/05

093-997/ds

69,00

— Platine für ADS 7806/07

093-984/ds

69,00

— Platine für ADS 7810/19

113-1000/ds

69,00

— Serielle Controllerplatine inkl.EPROM

093-998/ds

69,00

— PC-I/O-Karte

093-985/ds

39,00

— Parallele FIFO-RAM-Karte

113-1001/ds

69,00

Schnittschnelle Multiprotokoll-PC-Karte

— Platine inkl. Monitor-EPROM, GALs und Handbuch

093-995/ds

398,00

— Bitbus-Master-EPROM

S093-995

198,00

8 x 12 Bit A/D-Wandler im Steckergehäuse

103-999/ds

35,00

Software

Flowlearn Vers. 2.6.

Regelungssimulationsprogramm

98,00

— Update 2.3 auf 2.6 gegen Einsendung der Originaldiskette

48,00

Lab! Pascal Softwarepaket für die Meßtechnik

— Offline-Version

98,00

— mit integr. Treiber,

— wahlweise 'Ächtung, Aufnahme', Wandelboard oder Stecker A/D 'UniCard' oder MultiPort

198,00

Mikrocontroller-Projekte

MOPS Einplatinenrechner mit 68 HC 11

— Platine

031-874/ds/E

64,00

— Platine Vers. 2.1. (Mops plus)

082-938

78,00

— Entwicklungsumgebung

PC-Diskette inkl. Handbuch

S 031-874 M

100,00

IE2-IF-Modal IEEE-488 Interface für EPCs

052-918/ds

46,00

Von A bis Z 80

— Z-80-Controllerboard inkl. 2 GALs

052-919/ds

138,00

— Emulator-Platine

062-921

16,00

535-Designer 80535-Entwicklerboard

121-905

44,00

BusiControl 8052 EPC-Platine inkl. GAL

032-914

73,00

Halbe Portion EPC mit 68008 inkl. GAL

042-916/ds

89,50

Z-Maschine EPC mit Z280

— Platine, Mach110, Monitor

023-952

248,00

TASK 51 Multitasking f. 8051

— Source auf 3,5"-Disk. (PC), Handbuch

S033-969

48,00

51er-Kombi inkl. GAL

053-972

82,00

Tor zur Welt Interface Board f. TMP96C141

— Platine inkl. Trafo

113-1003/ds

185,00

Bus-Depot Interbus-S-Controller Interface Board f. TMP96C141

— Platine inkl. SuPI II und Handbuch

113-1002/ds

179,00

Vport-152/k Bitbus-Controller

— Platine inkl. Monitor-EPROM,

Handbuch und Terminalprogramm

083-986/ds

198,00

— Bitbus Master-EPROM

S083-987

198,00

— Bitbus Slave-EPROM

S083-988

98,00

— IF-Modul Platine RS-485

083-989/ds

35,00

— IF-Modul Platine RS-232/Stromschleife

083-990

25,00

— PIF-Modul Platine, seriell

083-991/ds

35,00

— PIF-Modul Platine, parallel

083-992/ds

35,00

Rex Regulus

— Miniproz.-Controllerplatine

Win Reg.-Simulationsprogramm

Betriebsprogramm-EPROM

123-1004

229,00

PI-C-Programmer

— Platine

Betriebssoftware EPROM

Betriebssoftware PC-Diskette

1014-1005

98,00

Audio-Projekte

Röhren-Endstufe mit EL84

— Endstufe

032-912

46,00

— Netzteil

032-913

43,00

SP/DIF-Konverter TTL/LWL-Umsetzer

101-900

7,50

Beigeordnete

080-842

35,00

µPA

011-867/ds

14,00

MOSFET-Monoblock

070-838

25,50

Mepag PC-Audiomeßsystem

— Platine inkl. Testsoftware

102-935

64,00

IR-Fernbedienung

— Sender/Empfänger inkl. Netzteil

022-908

49,00

— Motorsteuerung

022-909/ds

54,00

Browne Ware 18 Bit Audio-D/A-Wandler

042-915/ds

64,00

Platine Best.-Nr. Preis DM

Atari-Projekte

Rom-Port-Puffer SMD-Platine	870950dB	16,00
ST-Uhr	041-875	14,50
— GAL		19,00
Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
Aufmacher II A/D-D/A am ROM-Port	081-892	52,00
Hercules-Interface serieller CRT-Controller	081-893	64,00
— EPROM	S081-893	25,00
Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
Oszilloscope PC-Speicheroszilloskop		
— Rechnerplatine		
— A/D-Wandlerplatine (2 Platinen)		
Netzteilplatine		
— EPROM		
— Betriebssoftware für den PC,		
Mac oder Atari	102-933	250,00
— A/D-Wandlerplatine	102-934	64,00
SendFax-Modem		
— Platine	071-891/ds	64,00
— EPROM		25,00
Atari ST-Home-Interface		
— Interface	101-899/ds	38,00
— Steuerungssoftware	S101-899A	30,00
Atari VME Bus		
— Atari VME Bus (2-Platinensatz)		
Atari VME Bus Software		
inkl. 3 PALs	012-907/ds	158,00
19-Zoll-Atari		
— Platine 1-3 und Backplane + Diskette	062-920/M	392,00
— Speicher Platine	062-925/M	98,00
— TOS Platine	062-926/M	98,00
— Backplane Platine	062-927/M	98,00
— CPU Platine	062-928/M	98,00
— GAL-Satz (5 Stück) ohne MEM GAL	S062-920/1	52,00
— MEM-GAL	S062-920/2	15,00
— SCSI-Adapter inkl. 3 GALs, IEPROM		
und Software	033-966/ds	179,00
ST-Messlab		
— Platiniensatz + Software + GAL	023-941	568,00
— SCSI-EPROM einzeln	S033-966	49,00
— Einzelplatinen auf Anfrage		

Sonstige Projekte

PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Modo-Step Bi/Unipolare Schrittmotortreiber		
— Uni Step	062-922	45,00
— Bi Step	062-923	45,00
— NT Step	062-924	45,00
Drive Servotreiber	102-936	45,00
9-Bit-Funktionsgenerator		
— Frontplatine, Hauptplatine, 1 GAL,		
3 EPROMs	032-910	160,00
LowOhm	011-868/ds	32,00
LF-Empfänger Längswellenempfänger	042-917/ds	64,00
V-24-Treiber optoelektronisch	013-940	25,00
Her(t)zfimmern Bildfrequenzmeßgerät, 2 Pl.	063-976	64,00
Voll Dampf Hygrometer	093-996	69,00
SerMon Monitor für RS-232		
— Platiniensatz inkl. EPROM	073/983/oB	150,00
— Pegeltester-Platine einzeln	073/982/oB	25,00
Opto-Schritte RS-232/LWL-Wandler		
— Platine 10-m-Adapter	063/977	38,00
— Platine 50-m-Adapter	063/978	38,00
— Platine Repeater	063/979	42,00

MOPS-light

MOPS-L/XL Leerplatine, 80 mm x 100 mm mit Lochrasterfeld	59,00 DM
MOPS-XL Bausatz mit 68HC11F1, Max232 und Kleinteilen, 2 MHz	160,00 DM
MOPS-L Bausatz, 32 kB RAM mit allen Bauteilen, 2 MHz	200,00 DM
MOPS-L Fertigplatine komplett mit 32 kB RAM, 2 MHz	270,00 DM
MOPS-L Fertigplatine mit 4 MHz Taktfrequenz auf Anfrage	
MOPS-L/XL Betriebssystem MSDos mit Handbuch, Monitor, Assembler, Basic- und Pascalcompiler	90,00 DM
weiterhin aktuell:	
MOPS 1.2 Leerplatine, Europakarte mit großem Lochrasterfeld	64,00 DM
MOPS 2.1 Leerplatine, Europakarte mit vielen Schnittstellen	69,00 DM
MOPS Betriebssystem für 1.2 und 2.1 MSDos mit Handbuch, Editor, Assembler, Basic, Pascal, Multitasking	100,00 DM
MOPS 1.2 und 2.1 Bausätze und Fertigplatinen in verschiedenen Ausführungen	von 220,00 DM bis 620,00 DM
Alle IC's für MOPS-Platinen sind einzeln ab Lager erhältlich.	
Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder Rostocker Str. 12, 45739 Oer-Erkenschwick Tel. 023368-53954, Fax 56735	

EPROM-Simulator

MIPEPS simuliert gleichzeitig zwei EPROMs Typen 2764-27512. Download über parallele Schnittstelle. Reset während Download. Komfortable menügesteuerte Software für PC. Batchmode.



Fertigergerät: 348,- DM
Leerplatine: 98,- DM
incl. Software und Handbuch
 Nachn./Vork. zzgl. 12,- DM Versand
 TETRATEC Software & Engineering GmbH
 Raiffeisenstraße 11, 70771 Leinfelden
 TEL: 0711/7545983 FAX: 0711/7545986

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der direkte Draht

Tel.: (05 11) 53 52 - 4 00

Technische Anfragen:
 mittwochs

10.00 bis 12.30 Uhr
 und

13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax: (05 11) 53 52-4 04

Entwicklung + Produktion

Entwicklung und Herstellung von elektronischen Schaltungen
 Wir bieten einen Full Service von der Konzeption über das Prototyping bis zur Serienfertigung
 Wir sind tätig in den Bereichen:
 Alarmtechnik, Automaten, Meß- und Regeltechnik, Antriebstechnik, Low Power Technik, Akkumulatoren, Apparatetechnik, Antennentechnik, Infrarotdatenübertragung

Neu!
 5-fach, 1 Ampere-
 Bleiakkuladegerät
 kurzschluß- und
 verpolungsgeschützt

Garz & Fricke
 Ingenieurbüro
 Templerweg 4
 21075 Ahlbeck
 Tel. (040) 740 724 30
 Fax (040) 740 724 30

GALEP-II Pocket-Programmer



- Der kleinste professionelle GAL/EPROM-Programmer!
- Netzunabhängig - läuft mit Wechselakku oder Batterie
- Laptop-tauglich - PC-Anschluß über Druckerport
- Blitzschnell - z.B. 27C512 verfl. 4 Sek., brennen 13 Sek.
- Komfortable Software mit Split/Shuffle-Funktion, Hex-Editor, PAL-zu-GAL-Konverter und GAL-Assembler
- Brennt EPROMs/EEPROMs von 2716 bis 274001
- Brennt GALs 16V8, 20V8, 18V10, 20RA10, 22V10, 6001
- Adapter für Microcontroller und PLCC-Gehäuse (Option)
- Dateiformate: JEDEC, binär, Intel/Hex, Motorola-S

GALEP-II Set mit Netz/Ladegerät .. **DM 633,-**

Adapter für 8751/8752 DM 172,- für 647180 DM 286,-
 für LCC-EPROMs DM 286,- für PLCC-GALs DM 286,-

CONITEC DATENSYSTEME
 64807 Dieburg • Dieselstr. 11c • fon 06071-92520 • fax 06071-925233

GTU LaserTechnik GmbH

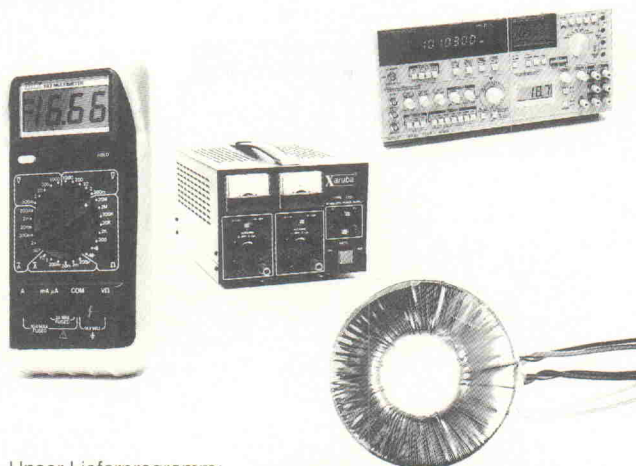
Seit 1.1.94 Für unsere östlichen Nachbarn: GTU LaserTechnik d.o.o.

SLO-62000 Maribor Mejna 63 Tel. (00386) 62-32256
 Showlaser im ProfiLine Gehäuse, Erzeugung von vorprogrammierten Mustern
 Triggerung intern, extern, min. 35 mW Laser zum Superpreis nur DM 2800,-
 Für Holographie Freunde:
 40 mW, 500:1 polarisiert, Strahldurchmesser 1,4 mm DM 4788,-
 25 mW, wie oben mit Ethalon DM 6250,-
 CO₂-Laserohre ab 2 Watt für Laserbeschriftung, Textbearbeitung, z.B.:
 QJC-250, 2 Watt DM 610,- QJC-600, 15 Watt DM 1334,-
 CO₂-Netzteil für Rohre bis 20 Watt, einstellbarer Strom DM 989,-
 YAG-Stäbe fertig verspiegelt, 0,7% dot. Spiegel 35% / 99,6%
 D 4 x L 50 mm DM 593,- D 6,3 x L 65 mm DM 730,-
 Rubin Stäbe verspiegelt, Spiegel 50% / 99%
 D 4 x L 50 mm DM 1299,- D 5 x L 65 mm DM 1515,-
 Laserspiegel, breitbändig beschichtet, 94% Reflexion, z.B.:
 10 x 10 x 1 mm DM 9,70 25 x 25 x 1 mm DM 13,50
 Sie hätten gerne unseren Katalog? Mit DM 5,- sind Sie dabei. Bitte Einsen-
 dung von Briefmarken, etc. oder besuchen Sie uns doch einmal.
 Bitte melden Sie sich vorher telefonisch an, damit wir Zeit für Sie haben.

GTU LaserTechnik GmbH 76534 Baden-Baden Im Lindenbosch 37 Tel. 07223/58915 Fax 07223/58916

Ihr Spezialist für Meßtechnik + Elektronik

Fehlen Ihnen Meßgeräte, Netzteile oder Bauelemente?
 Kein Problem. Aus unserem umfangreichen Katalog bieten wir Ihnen eine Fülle von Artikeln in hochwertiger Qualität:



Unser Lieferprogramm:

- Tisch- und Handmultimeter
- Oszilloskope, Universalzähler
- Funktionsgeneratoren
- Print- und Ringkerntrafos
- Einbau-Meßinstrumente
- Lötgeräte mit Zubehör
- Gehäuse
- Mechanische und optoelektronische Bauteile
- Alarmanlagen
- Audio-/Videogeräte/Telefone und und und ...



POP electronic GmbH
 Postfach 22 01 56, 40608 Düsseldorf
 Tel. 02 11/2 00 02 33-34
 Fax 02 11/2 00 02 54



ELEKTRONIK - FACHGESCHÄFTE

Postleitbereich 1

6917024  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Hohenheide 14-15
10967 Berlin
030/6 91 70 24

Postleitbereich 2

balü
electronic
20095 Hamburg
Burchardstraße 6 – Sprinkenhof –
☎ 0 40/33 03 96
24103 Kiel
Schülerbaum 23 – Kontorhaus –
☎ 04 31/67 78 20

291721  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Hamburger Str. 127
22083 Hamburg
040/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Röhren, Funkgeräte, Kabel,
Antennen, Scanner, Telefone
Andy's Funkladen
Admiralstraße 119 • 28215 Bremen
Fax (04 21) 37 27 14 • Tel. (04 21) 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo – Fr 8.30 – 12.30, 14.30 – 17.00
Mittwochs nur vormittags – Sa. 9.30 – 12.30
Bauteile-Katalog DM 7,50 Amateurfunk-Katalog DM 7,50

 **V-E-T Elektronik**
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 27753 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/1 77 68
Fax 0 42 21/1 76 69

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
26122 OLDENBURG
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88
MARKTSTRASSE 101 – 103
26382 WILHELMSHAVEN
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Postleitbereich 3

1319811  **CONRAD ELECTRONIC CENTER**
Elektronische Bauelemente • HiFi
• Computer • Modellbau • Werkzeug
• Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Goseriede 10-12
30159 Hannover
05 11/1 31 98 11

RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
30451 Hannover • Limmerstr. 3–5
Tel. 05 11/44 26 07 • Fax 05 11/44 36 29

ELSA - ELEKTRONIK
 Elektronische Bauteile und Geräte,
Entwicklung, Wartung, Groß- und
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse
für die Elektronik, Lernsysteme
N. Graesmeyer, Borchener Str. 16, 33098 Paderborn
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

 **alpha electronic**
Berger GmbH
Heeper Str. 184+186
33607 Bielefeld
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Telex: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Armin elektronische
Hartel Bauteile
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
35398 Giessen

Postleitbereich 4

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 • 41065 Mönchengladbach
Telefon 0 21 61/4 44 21

Limitenstr. 19 • 41236 Mönchengladbach
Telefon 0 21 66/42 04 06

K KUNITZKI
ELEKTRONIK
Asterlager Str. 94a
47228 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 20 65/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



**NÜRNBERG-
ELECTRONIC-
VERTRIEB**
Uerdinger Straße 121 • 47441 Moers
Telefon 0 28 41/3 22 21

238073  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Viehölter Str. 38-52
45127 Essen
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
44137 Dortmund, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

Postleitbereich 7

2369821  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug •
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Eichstraße 9
70173 Stuttgart
07 11/2 36 98 21

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
74072 Heilbronn

Postleitbereich 8

2904466  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug •
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Tal 29
80331 München
0 89/2 90 44 66

 **JANTSCH-Electronic**
87600 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Postleitbereich 9

☎ (09 41) 40 05 68
Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Innstr. 23
... immer ein guter Kontakt!

30-111  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Klaus-Conrad-Str. 1
92240 Hirschau
0 96 22/30-111


Radio-TAUBMANN
Vordere Sternengasse 11 • 90402 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher


263280  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente • HiFi •
Computer • Modellbau • Werkzeug
Meßtechnik • Funk • Fachliteratur
Leonhardtstr. 3
90443 Nürnberg
09 11/26 32 80

99

MANGER – Präzision in Schall. Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, sof. anfordern bei Manger-Vertrieb, Industriest. 17, 97638 Mellrichstadt, Tel.: 097 76/98 16, Fax: 71 85. 

HPGL-CAD-CNC-Schrittmotorsystem SMS68 mit 68000er CPU ermöglicht CNC-Bohren, Fräsen, Gravieren unter direkter Kontrolle von CAD-Software wie AutoCAD, EAGLE u. A. Kompl. 3-Achsensteuerung im 19" Gehäuse ab DM 2336,-. Verschiedene Optionen, Endstufen bis 12 Amp., Motoren, Mechaniken, „WINDOWS-CorelDraw“ -> Konverter CAM68, „Pixel“ -> CAD-Vektorisierung a. A. EAGLE 2.6x ab DM 795,-, SMS68-CPU-Austauschkarte für ISEL-Steuerungen DM 1498,-. PME-electronic, Hommerich 20, 53859 Rheidt, Tel. 022 08/28 18. Info DM 2,-. 

FRÄSEN STATT ÄTZEN CONTOUR – ein Programm für PC, daß aus Gerber-Daten die Umriße von Leiterbahnen berechnet. Ausgabe in HPGL und DXF. 398 DM. Info: Boenigk, Ankerstr. 19, D-53757 Sankt Augustin, Tel./Fax: 022 41/31 68 70. 

Wir entwickeln umsonst! Sie benötigen spezielle Hardware (nicht nur EDV-spezifisch), scheuen aber die hohen Entwicklungskosten bei externer Auftragsvergabe? Wir können Ihnen ein Konzept unterbreiten, daß Ihnen zu vernünftigen Kosten zu Ihrer Problemlösung verhilft. Ingenieurbüro Keller & Partner, Tel. 097 25/62 79, Fax: 097 25/42 80. 

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle m. 12 Bit 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports 1x8Bit Ein, 1x8Bit Aus. 1200–9600 Baud. Preis DM 219,-, (mit Testsoftware für PC, Atari ST). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, Fax 04 61/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29. 

A/D-Wandler f. RS 232-Schnittstelle mit 5 1/2 Digit (18 Bit) 8 A/D-Eingänge, 2 I/O Ports Aus. 1200–9600 Baud. Preis DM 299,-, (mit Softw. für PC (inkl. Sourcecode)). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, Fax 04 61/7 54 62, System & Meßtechnik, 24955 Harrislee, Steinkamp 29. 

MONACOR-Elektronik Versandkatalog, incl. Preisliste! Alles von A–Z! 550 Seiten, 2,5 Kilo schwer, über 5000 Artikel! Gegen DM 20,- Schein/Scheck/Briefmarken anfordern bei: Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5–7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 20 42, Fax: 0 41 41/8 44 32. 


Lautsprecherbausätze von Visaton, Mivoc, Audax, Kef, Isophon, Inter Technik, Monacor, McFarlow, Multicel und viele andere mehr finden Sie in unserer kostenlosen Versandpreisliste! Sofort anfordern bei: Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5–7, 21682 Stade, Tel.: 0 41 41/8 20 42, Fax: 0 41 41/8 44 32. 

BasiControl 8052 mit EC-Bus aus ELRAD 3, 4/92, Display-, Mem.card-Interf., EPROM-Emul. usw. ... vom Entwickler: Dipl.-Ing. Michael Schmidt, Tel.: 02 41/2 05 22, Fax: 02 41/40 89 58. 

Entwicklungen im Bereich Hard- und Software für µC und PC wahlweise in Assembler oder C von Ihrer Idee/Pflichtenheft bis zur Serienreife. Erfahrung mit CAN-Bus in Verbindung mit µC und PC. Fordern Sie Info über unsere CAN-Produkte an. Tel.: 07 51/5 15 75 (Fax: 5 15 77). Ingenieurbüro heinzler & rück elektronik GbR. 

>>> WINSTYLE GRAPHICS - Toolbox V2.0 <<< Quelltext für grafische Visualisierung unter MS-DOS, für TP 6.0/7.0 und Borland Pascal 7.0 Grafische Oberfläche, dazu Anzeigeelemente der Form Zeigerinstr., Digitalanz., Balkenanz., Binäranz., XY-Schreiber, skalierbare Fenster, Maus- und EMS-Unterstützung, Auflösung bis 800x600/16 und 1280x1024/256. Über 16000 Zeilen Quelltext inkl. Handbuch für 199,- DM. Info/Demo bei Dipl.-Math. B. Drost, Schulstr. 67, 61381 Friedrichsdorf, Tel. & Fax: 0 61 75/6 04. 


Universeller Cross-Assembler für Atari TOS. GEM-Oberfläche, Makros, bed. Assemblierung, hierarchische Arithm., Objektcode-Download. Tabellen für Z80/180/8048/8051/6502/6303/6805/6809/HC11 im Lieferumfang, Z280/HC16/80C166/TCL9000/PIC16C5x u. A. auf Anfrage. DM 160+Porto. xDesign Joachim Klein, Süsterfeldstr. 30, 52072 Aachen, Tel. 02 41/87 16 10. 

Leiterplattenbestückung. Wir bestücken Ihre Leiterplatten, Groß- und Kleinserien. Bei uns stimmen Leistung, Qualität, Lieferzeit und Preis. Überzeugen Sie sich selbst. – AS-Elektronik Leiterplattentechnik, Römerstr. 12, 71364 Winnenden, Tel. & Fax: 0 71 95/6 60 12. 


***** EPROM-SIMULATOR *** NUR 198,- ***** Simuliert die gängigen EPROMs 27256 u. 27128 u. alle inkompatiblen. Download über parallele Schnittstelle. Inkl. Software (ASMEDIT: Editor, ermöglicht das Einbinden von Assemblern) u. Anschlußkabeln. Preis ist inkl. MWSt., PP, NN. Stob & Robitzki GbR, Carl-Peters-Str. 24, 24149 Kiel, Tel. 04 31/20 47 04. 

PC als Steuerung ab DM 198,00!! 8 Opto In 8 Relais über Drucker- und Gameport. Incl. Beispielssoftw. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25. 

RS485 / 20mA Steckkarte ISA-Bus, COM1/COM2 optional je 16 Byte FIFO, galv. getr., party-linefähig. Fax: 098 42/72 62, Tel.: 098 42/17 25. 

6800x Anwender gesucht. Wir entwickeln 6800x 8 Bit, 64 poligen, 16 Mbyte Europakarten Computer mit viel Drumherum wie Mechanik, Software, Anwendungen und kundenspez. Lösungen. Geeignet für alle Low Cost- und Lowest Cost-Anwendungen. Welche Firmen, TU, FH, Schulen, Ausbildungswerkstätten, Anwender, 68xxx Anwender haben Interesse daran. Lizenznachbauten möglich. Bei Interesse ist auch ein 68001, 8 Bit Tastatur Computer mit Grafik und I/O Funktionen für Epac und Emuf Anwendungen geplant. Auch Ostblockfirmen können Lizenzen bekommen. LB Computer, PF. 1236, 93328 Neustadt, Fax 094 45/2 16 79. 


Die sensationelle Erleichterung für Entwicklung und Test. Unsere Multi-I/O-Karte mit Software. Läuft parallel zu Ihrer Software. (Emulatoren, etc.). Hardwarekompatibel, ab DOS 3.3, kompl. 498 DM. Tel.: 040-7 13 86 80, Fax: 7 12 34 48. 

MOPS = MEGA-Optimaler-Photoplot-Service Industriequalität ab 9,- DM/dm². Filmstärke: 0,18 mm, Genauigkeit: 0,015 mm, 8-Stunden; DFÜ. Tel. 040-7 13 86 89, Fax: 040-7 12 34 48. 

TLCS900 TLCS900 TLCS900 TLCS900 TLCS900 Micro-ICE-TLCS900 mit Toshiba's TMP96C141F! Vielmehr als ein Demoboard, die Entwicklungsplattform für die TLCS900-Familie! Wir bieten Professionalität z.B.: echter Single-Step (!) + Trace, Unterstützung aller CPU-Modi (16MB), Mot.-S Down-Load, RAM bis 1MByte, EEPROM+RTC, I/O-Bus, usw. Info anfordern!! Oliver Sellke Industrielektronik, Tel.+Fax(!): 06 11/42 28 18. 

TLCS900 TLCS900 TLCS900 TLCS900 O. Sellke Industrielektronik, Tel.+Fax(!): 06 11/42 28 18. 

Dipl.-Inform. (Physik, Tech. Inf.) 2 J. Erf. sucht interessante Entw.-Aufträge im Bereich Prozeßfeldbusse, Laborbusse, Meßtechnik u.ä. Chiffre: E94 02 01. 

CAD-Layouts, Dienstleistungen rund um die Leiterplatte, Entwicklungen: bpe, 0 70 62/2 22 69. 

8X12 Bit A/D Wandler für Druckerschnittstelle incl. Software zur Darstellung u. Archivierung DM 180,-, Eprom-Löschter, Timer, 220 V, DM 98,-, Tel.: 02 11/63 35 74, Fax: 6 41 24 24. 

Sammlung der besten PD/Shareware-XT/AT Crossassembler für 68HC11, 8080, 8085, 8096, 6502, Z80, 6800, 6801, 6804, 6805, 6809, 8048, 8051, 8052, 80535 auf 1,44MB-Disk für nur 20 DM Unkostenb. (bar/V-Scheck). M. Rueß, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

Geddy-CAD 5.5 und Turbo Router 4.0: Das beste Shareware-Programmpaket zum Entwurf von Schaltplänen und Platinen mit PC/XT/AT erhalten Sie auf 1,44MB-Disk für 20 DM Unkostenbeitrag (bar/V-Scheck). M. Rueß, Kirchstr. 19, 89291 Holzheim. 

Design-Socket aus poliert-marmoriertem Kalksandstein. Hebt das Gerät auch optisch heraus. Individuelle Realisation von Künstler. 049 43/3543. 

Suche IC TCA 1561B. Tel. 03 51/2 37 16 31.

ISEL-X/Y/Z-Flachbettanlage oder Portalanlage o.ä. gebraucht gesucht. Tel.: 0 54 24/3 70 23.

8051 Simulator auf PC: Go, Break, SS, fullscreen, Disassembler, 50 DM. 07 11/37 67 18.

FUNKTELEFONE von Siemens, Kathrein, BOSCH, Panasonic, Grundig, AT&T. INFO anfordern Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, Tel./Fax: 0 83 31/8 29 44. 

PIC 16C XX IC ab DM 9,90 auch SMD Assembler + Simulator DM 99. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 87700 Memmingen, Tel./Fax: 0 83 31/8 29 44. 

ULTIBOARD das 32 BIT Platinen-Layout-System neueste Version wie in einschlägigen Anzeigen vorgestellt. Mit deutschem Handbuch, Dongle und Bauteile-Toolbox zu verkaufen. Preis 2950 DM incl. Mehrwertsteuer. Ingenieurbüro ökontronik, Tel.: 0 56 62/94 97-24, Fax: -49. 

TeleCana/TeleCmp Erfahrungsaustausch. Tel. 0 96 53/15 60.

Verkaufe wegen Aufgabe: PC-Zubehör, Bücher, Software, PD-Soft, Bauteile-Elekt.-Mechan. Alle Gruppen gegen Gebot. W. Hölzer, Postfach 12 04, 65332 Eltville, Telefax 0 61 23/12 73.

Verkaufe M68HC16-Evaluation-Board (orig. Motorola), Rose „Steuer- u. Regelungstechnik mit Single-Chip Mikroprozessoren“ und Zwergh11A (68HC11). Preise VHS. Kluge, 0 61 52/84 34.

IBP TADA Meßkarte für Toshiba-Slot 16 bit AD, 12 bit DA, DIO, DM 700,-. Tel. 0 56 41/29 84.

HP2235 RUGGED WRITER 480 mit Einzelblatt-einzug + Farbbändern 600,-, SPRINT PAL-PROGRAMMER (PC-Karte, Adapter, sw) kaum gebraucht 3700,-. Alle Preise VHB. Bruno LIEDER, 0 46 34/91 37.

Achtung Software-Entwickler! Komfortable Entwicklungsoberfläche unter Windows für den professionellen Einsatz. Steuert beliebige Compiler, Assembler, Simulatoren, Eprommer und Emulatoren, mit integrierten Editor. Demo anford. Tel. 0 52 02/8 33 96, Fax 0 57 33/31 45.

Frontplatten für Prototypen, Klein- und Mittelserien erstellen wir schnell und günstig nach Ihrer Vorlage oder aus DXF DWG Dateien. Einfach Info anfordern. FLEXIGRAPH CNC Fräs- und Graviertech. Großespaßweg 1, 24649 Wiemersdorf, Tel. 0 41 92/8 54 42, FAX 0 41 92/8 55 39. 

>>> Simatic-STEP 5 in Farbe <<< Programm zur Einstellung der Farben für „S5“ (PC-Version/DOS) zum Sonderpreis von DM 9,50 + DM 5,- Versand – Tel. 04 51/8 11 09, Fax. 8 20 41, Moislinger Allee 95, D-23558 Lübeck, weiteres auf Anfrage, z.B. Visualisierung für SPS >>> ATIS Elektrotechnik GmbH <<< 

iret Gesellschaft zur Entwicklung elektronischer Steuerungen mbH – Wir entwickeln Hard- und Software zur Steuerung Ihrer Sonder- oder Serienmaschine. Tel.: 02 51/61 51 38, Fax: 61 76 31. 

8031-Controller: Basiscompiler 69,- DM. Neue Version mit Assembler, Simulator, Editor und Library für Floatingpoint, LCD, Strings. Auch 8052 etc. O. Som, PF. 10 32 03, D-45032 Essen.


Lagerräumung wie Rundkabel, Steckerleisten, Relais, IC's, Röhrenbauteile. Info 1,- DM. G. Rubel, W.-Ebersteinstr. 10, 76461 Muggensturm.

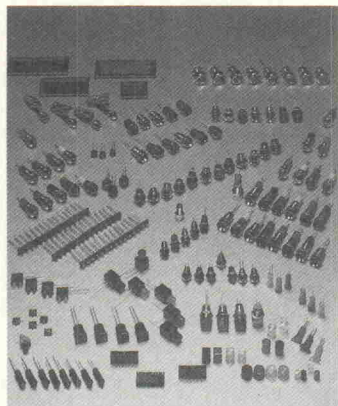
Video-CCD-Kameras – Günstige Bezugsquellen im In- und Ausland gesucht. Tel./Fax 0 80 81-86 22.

EPROM-EMULATOR bis 27040 über Centronicsport. Ausbau mit Standard RAM. EMU mit 512+Socket für 27512+Handbuch. INFO's: Tel. 02 31/13 64 92, MiWaTech, Haenischstr. 12, 44139 Dortmund. 

Verkaufe Elrad-Jahrgänge 89–93. Preis VB, Druckerpuffer Elektor 11/91 für 100 DM ohne RAM, MOPS für 300 DM, Festplatte 85 MB SCSI für 450 DM. Schurer, Martin, Tel. 0 74 22/2 33 08.

LAYOUT unter WINDOWS mit Autorouter für DM 188,- (Demo: 10,-) anfordern bei: T. Schmitt-Lechner, Kolbenäckerweg 5, 76297 Stutensee.

Apollo Domain CAD WS 30-430 Sigraph-ET-S-2 V5.0, 2 Jahre alt, Np 75000 für 12500 VHB. Tel. 0 72 31/76 64 87, Fax 7 35 50. 



Der
Spezialist für:

Optoelektrische Anzeigen für Frontplatten und Printmontage auch in SMD-Ausführung

- ☐ Einzelbausteine
- ☐ Reihenanzeige
- ☐ Bargraph-Anzeigen
- ☐ Viele Optionen
- ☐ Sonderausführungen

MENTOR

Innovation für die Zukunft

Flächenausleuchtungen
Leuchter-Systeme
Bauteile in SMD-Technik
Frontplatten-Einbauelemente
Optoelektronische Anzeigen
Schalter für höchste Ansprüche
Metall- und Kunststoffknöpfe
Griffe und Gehäusezubehör

MENTOR GmbH & Co

Postfach 3255 · 40682 Erkrath
Tel. 02 11/200020 · Fax: 02 11/2000241

Die Inserenten

ADES, Remscheid	99	Himmeröder, Oer-Erkenschwick	97	Reichelt, Wilhelmshaven	46, 47
albs-Alltronic, Ötisheim	10	Hoschar, Karlsruhe	13	ROM-Elektronik, Breitenenthal	6
ASIX, Ettlingen	17				
Bauer Elektronik, St. Wendel	99	isel-automation, Eiterfeld	103	SICAN GmbH, Hannover	6
Bitzer, Schorndorf	6	Karstein, Birgland	99	Solo Software, Paderborn	6
				SWD GmbH, Quickborn	99
CadSoft, Pleiskirchen	11	MAZ, Hamburg	37	taskit Rechnertechnik, Berlin	6
CONITEC, Darmstadt	97	MEC, Alsdorf	8	Tetratec, Leinfelden	97
		Megalab, Putzbrunn	9		
Dehn & Söhne, Neumarkt	33	MENTOR GmbH, Erkrath	101	Ultimate Technology,	
DOEPFER, Gräfelfing	99	Merz, Lienen	99	NL-Naarden	55, 57, 59
		MESAGO Messe & Kongreß,			
Elektronik Laden, Detmold	95	Stuttgart	16	VGS Verlagsgesellschaft mbH, Köln ..	79
ELZET 80, Aachen	94	Messcomp, Eding	6		
		Metec GmbH, Müden/Örtze	94	Wickenhäuser, Karlsruhe	99
Fernschule Bremen	99	Müller, Sternwede-Oppenwehe	94	Wilke, Aachen	104
Fletra, Pommelsbrunn	94	Müter, Oer-Erkenschwick	99		
Framos GmbH, München	7				
Friedrich, Eichenzell	8	Network, Hagenburg	75		
Garz & Fricke, Hamburg	97	Peak Service, Darmstadt	6		
Gerth, Berlin	23	Pohl, Berlin	99	Bitte schenken Sie folgenden	
GTU Silzner, Baden-Baden	97	POP, Erkrath	97	Teilbeilagen Ihre Aufmerksamkeit:	
				* Keithley Instruments GmbH, Germering	
Hewlett Packard GmbH, Böblingen ...	19	Quancor Electronic, Brühl	10	* INTEREST-VERLAG GmbH, Augsburg	

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover; Postf. 610407, 30604 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-400, Fax: 05 11/53 52-404,
ELRAD-Mailbox: 05 11/53 52-401

**Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30
und 13.00–15.00 Uhr. Bitte benutzen Sie die angegebenen
Durchwahlnummern.**

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Hartmut Rogge (hr, -399)
Leitender Redakteur: Dipl.-Phys. Peter Nonhoff-Arps (pen, -393)

Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Ernst Ahlers (ea, -394), Carsten Fabich (cf, -398),
Martin Klein (kle, -392), Johannes Knoff-Beyer (kb, -395),
Dipl.-Ing. Ulrike Kuhlmann (uk, -391), Peter Rökke-Doerr (rö, -397),
Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl (st, -396)

Ständiger Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner (ls, -389),
Carmen Steinisch (cs, -400)

Verlagsbüro München: Jürgen Fey (Chefkorrespondent)

Gerold Oskar Bausewein, Barer Straße 36, 80333 München,
Telefon: 0 89/28 66 42-11, Fax: 0 89/28 66 42-66

Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (Ltg.), Peter-Michael Böhm,
Hella Franke, Martina Friedrich, Birgit Graff, Angela Hilberg,
Christiane Slanina, Edith Tötsches, Dieter Wanner, Brigitta Zure-
heiden

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Meflabor: Wolfram Tege

Grafische Gestaltung: Dirk Wollschläger (Ltg.), Ben Dietrich
Berlin, Ines Gehre, Sabine Humm, Dietmar Jokisch

Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-1 29,
Postgironummer Hannover, Konto-Nr. 93 05-308 (BLZ 250 10030)

Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Geschäftsführer: Christian Heise

Verlagsleiter Fachbücher/Zeitschriften: Steven P. Steinkraus

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (-164) (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind (-121)

Anzeigendisposition: Rita Asseburg (-219)

Anzeigen-Inlandsvertretungen:

Nielsen III a + IV, Verlagsbüro Ilse Weisenstein, Hochwälder Hof
7a, 55624 Rhaunen, Tel.: 0 65 44/96 42, Fax: 0 65 44/90 99

Nielsen III b, Verlagsbüro Bernhard Scharnow, Kruppstr. 9, 71069
Sindelfingen 7, Tel.: 0 70 31/67 17 01, Fax: 0 70 31/67 49 07

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149,
Lung-Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel.: 0 08 86-2-7 18 72 46
und 0 08 86-2-7 18 72 47, Fax: 0 08 86-2-7 18 72 48

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1994

Vertriebsleitung: Hans-J. Spitzer (-157)

Herstellungsleitung: Wolfgang Ulber

Sonderdruck-Service: Sabine Schiller (-359)

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Hameln

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (GS 60,-/sfr 7,50/hfl 10,-/FF 25,-)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM
61,80 + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis
DM 58,20 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/In-
land DM 69,- (Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40),
Studentenabonnement/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60
+ Versandkosten DM 28,20).

Studentenabonnements nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.
Luftpost auf Anfrage. Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ
250 100 30). Kündigung jederzeit mit Wirkung zur jeweils über-
nächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,
Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung:

Leserservice ELRAD, Postfach 77 71 12, 30821 Garbsen,
Telefon: 0 51 37/8 78-754

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM – Verlagsunion Pabel Moewig KG
D-65047 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
Send- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-
knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages
über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe
der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser
dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-
tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

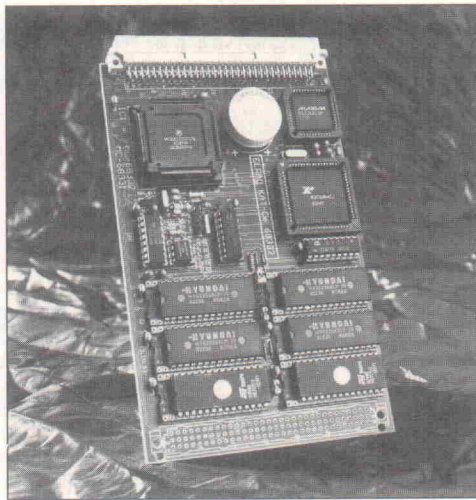
© Copyright 1994 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Projekt: KAT-Ce 68332

Einplatinensysteme mit 68000-Prozessoren sind meist von einem platzverschlingenden TTL-Park umgeben. Nicht so bei der ELRAD KAT-Ce 68332. Im Mikrocontroller MC 68332 von Motorola sind alle wesentlichen Kontroll- und Steuerungsfunktionen bereits integriert, so daß auf einer Europakarte neben den Speicherbausteinen und einer Uhr bis zu sechs serielle Schnittstellen auf Kontaktaufnahme warten. Ein im 68332 integrierter RISC-Prozessor erledigt Timeraufgaben nebenher. Dazu gibt es das bewährte KAT-68-Betriebssystem mit Assembler und neuem Pascal-Compiler.



Grundlagen: MNP10

Das Microcom-Networking-Protokoll (MNP4 bzw. MNP5) gilt bei Wählmodems als De-facto-Standard für Fehlerkorrektur und Datenkompression. Das Protokoll bietet eine Menge implementierter Dienste, wobei die Kompatibilität von Modems mit unterschiedlichen MNP-Klassen gewahrt bleibt. Die neueste Klasse, MNP10, hat sich vor

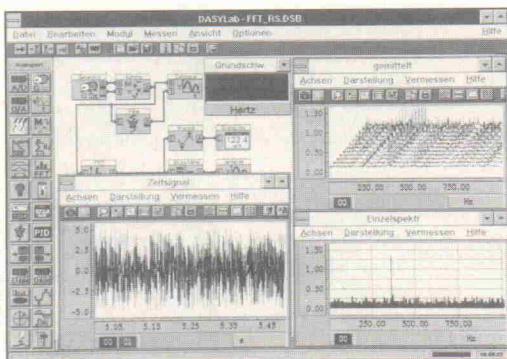
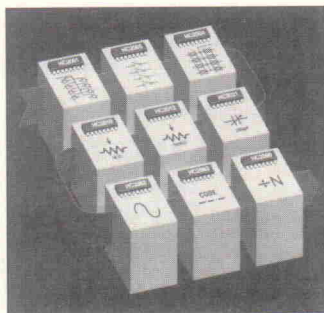
allem bei zellularen Rufverbindungen wie D1 und D2 etabliert und setzt auf höchste CCITT-Modulations-Standards. Zur Optimierung der Datenübertragung paßt das Protokoll die Übertragungsgeschwindigkeit und die Paketgrößen automatisch an die Qualität der Übertragungsleitung an. Wie so etwas funktioniert steht in der nächsten ELRAD.

Projekt: PCLA

Wenn etwas in der Meßtechnik auf Analyzer endet, kann man getrost davon ausgehen, daß man es mit teurem Equipment zu tun hat. Daß es auch anders geht, zeigt das Logic-Analyzer-Projekt in der März-Ausgabe. Kostendämpfend wirkt die Ausführung als PC-Steckkarte mit modernster PLD-Technologie, so daß die 32-Kanal-50-MHz-Ausführung für unter 500 Mark zu realisieren ist – inklusive Windows Anwender-Software.

Design Corner: Analoges programmierbar

Hughes Microelectronics – Newcomer auf dem deutschen Halbleitermarkt – hat eine Serie von 16 seriell programmierbaren CMOS-Bausteinen mit typischen Analogfunktionen wie beispielsweise Potentiometer, Trimm-Kapazität, Schalter oder PLL entwickelt. Die Design Corner in Ausgabe 3 widmet sich dem Handling und informiert über Einsatzgebiete der neuen ICs.



Markt: Meßtechnik unter Windows

Die Dämme sind gebrochen und eine Flut von in Fenstern verpackter Meßtechniksoftware hat den Markt überschwemmt. Der richtige Zeitpunkt für ELRAD, einen umfassenden Überblick über das derzeitige Angebot zu geben. Zusätzlich hat die Redaktion bei den Anbietern die Terminlage für die Einführung Windows-NT-tauglicher Produkte abgecheckt.

Dies & Das

UV-Dosimeter

Seit 1980 beobachtet man nach Aussagen des Bundesministeriums für Forschung und Technologie in der Bundesrepublik eine starke Zunahme der Hautkrebs-erkrankungen, die durch übermäßige Einwirkung von ultravioletter Strahlung mit- verursacht wird. Mitnichten ist diese Entwicklung einzig auf die gestiegene Reiselust der Bundesbürger in südliche Gefilde oder gar das Ozonloch zurückzuführen. Die Belastung durch künstliche UV-Strahlung hat gerade in den letzten Jahren zugenommen. Nicht nur die Sonnenbänke in Kosmetikstudios gehören zu den künstlichen Strahlungsquellen. Ebenso kommt ultraviolettes Licht mehr oder weniger kontrolliert beim Fotokopieren, bei der Farbtrocknung in der Druckindustrie, bei der Lack- und Kunststoffhärtung und bei der Sichtbarmachung von Codes zum Einsatz, oder sie entsteht wie beim Schweißen als unerwünschte Störstrahlung.

Wie groß aber ist das Risiko, das von der jeweiligen Strahlungsquelle ausgeht? Um das abzuschätzen, bedarf es geeigneter, standardisierter Meßtechnik. Aber genau daran hapert es: Handelsübliche Meßgeräte arbeiten nicht zuverlässig genug, es treten Fehlmessungen mit Unsicherheiten bis zu 350 % auf. Daher gibt es jetzt im Förderprogramm 'Arbeit und Technik' ein Vorhaben der Hautklinik der Charité Berlin in Zusammenarbeit mit dem Institut für Lichttechnik der TU Berlin, um Standards für UV-Meßgeräte am Arbeitsplatz zu schaffen und diese in einer DIN-Norm festzulegen. Bleibt nur zu wünschen, daß die Ergebnisse nicht allzulange auf sich warten lassen. Damit man demnächst ohne Sorge, ausgerüstet mit einem ansteckbaren UV-Dosimeter zum Kopierer gehen kann und sicher erkennt, ob die erlaubte UV-Strahlendosis bereits nach der einhundertsten oder erst ab der fünfhundertsten Kopie überschritten wird. Bis dahin heißt es jedoch, entweder Schutzbrille auf oder Augen zu und vor allem – nie in Badehose zum Kopierer. *pen*

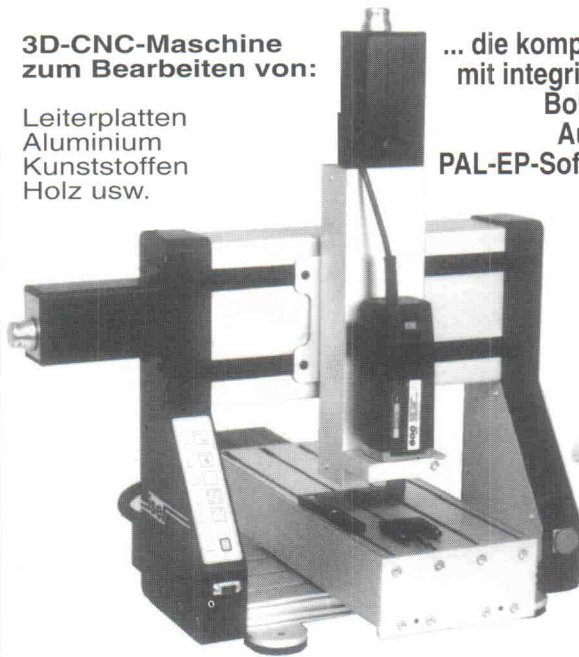
isel-EP 1090

DM 5690,-

**3D-CNC-Maschine
zum Bearbeiten von:**

Leiterplatten
Aluminium
Kunststoffen
Holz usw.

... die komplette Bearbeitungseinheit
mit integrierter Antriebselektronik,
Bohr-Fräsmaschine,
Aufspann-Set und
PAL-EP-Software-Ankopplungsmodul



Einfach an den PC
anschließen

und los geht's

Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

**isel-Einschub- und Tischgehäuse 3 HE
40 und 84 TE** ab DM 28,-



isel-Einbaugehäuse, 3 HE / 84 TE
für PC mit 200-W-Netzteil DM 285,-

isel-Einbau-PC, 3 HE / 84 TE
mit Standard-PC 386 SX 33 MHz DM 1389,-



isel-Industrie-PC-Gehäuse DM 1598,-
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur
und 200 W Netzteil

isel-Industrie-PC DM 2700,-
mit VGA-Colormonitor 356 mm (14"), Trackballtastatur
und Standard-PC 386 SX 33 MHz



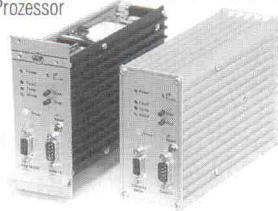
isel-EPROM-UV-Löschgeräte
ab DM 103,-

isel-CNC-Controller ab DM 1980,-

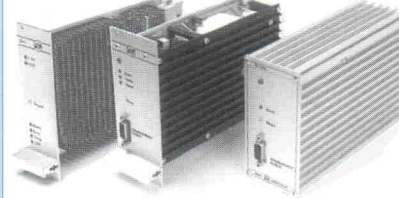


Leistung von
80 - 1500 VA
für bis zu 4 Achsen

Integrierte Technologien
Schrittmotorsteuerung
44V/3,5A mit Prozessor
und RS 232 ab DM 653,-



Schrittmotorleistungskarten
Schrittmotorleistungskarten für
Antriebe bis 5 Nm ab DM 297,-

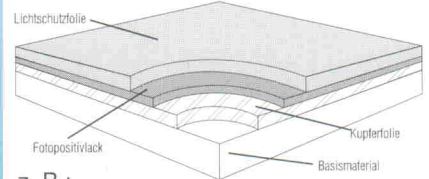


Schrittmotoren
elektronisch kommutierte Motoren
von 0,3 bis 3Nm Abgabe-
leistung ab DM 78,-



isel-CNC-Rundschaltische ab DM 448,-

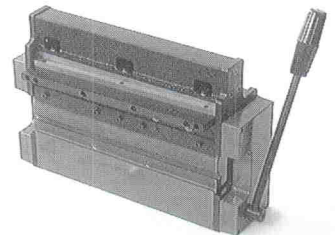
isel-fotopositiv-beschichtetes Basismaterial



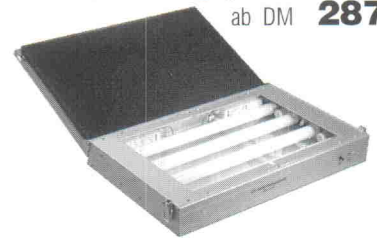
z. B.:

Eurokarte FR 4 einseitig fotobeschichtet
100x160 mm DM 2,85

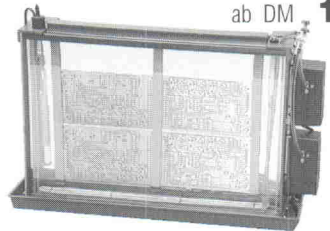
isel-Universal-Bearbeitungsmaschine
schneiden, biegen, stanzen
von Blechen bis 3 mm DM 1978,-



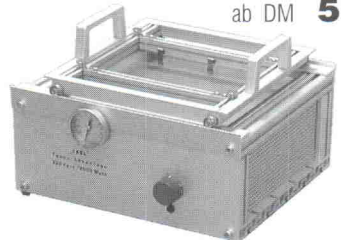
isel-UV-Belichtungsgeräte
ab DM 287,-



isel-Entwicklungs- und Ätzgeräte
ab DM 190,-

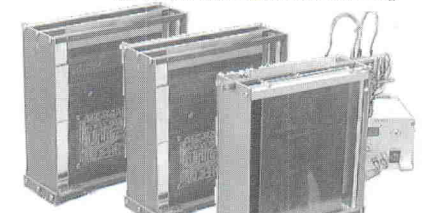


isel-Verzinnungs- und Lötanlagen
ab DM 521,-



NEU !
isel-Durchkontaktierungs-Anlage
für doppelseitige Leiterplatten
bis max. 200x300 mm DM 980,-

bestehend aus: Reinigungs- Aktivier- und
Galvanisierbehälter
mit Netzteil und Oszillationsvorrichtung



Fordern Sie ausführliche Unterlagen an !

Verlangen Sie unseren Katalog!

iselautomation

Hugo Isert • Im Leibolzgraben 16 • D-36132 Eiterfeld



(06672) 898 0 •



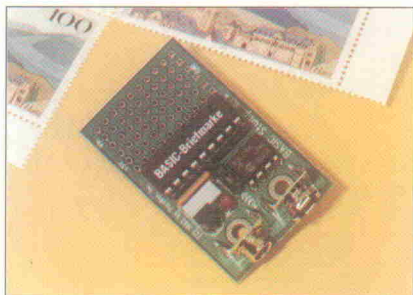
(06672) 7575 • Telex 493 150 iseld



BASIC Steuer-Computer ab 28,- / 32,20

(in DM excl./incl. MwSt. bei 1000 St.)

Schnelle Resultate • niedrige Kosten • flexible Ergebnisse • immer wieder programmierbar (EEPROM)



DIE BASIC-BRIEFMARKE

Die BASIC-Briefmarke® ist ein kompletter 1-Platinen Steuer-Computer im Mini-Format. Es ist alles enthalten was Sie für intelligente Funktionen, Steuer-, Überwachungs-, Kontroll- und Regel-Aufgaben benötigen. Programmiert wird die BASIC-Briefmarke® in einem sofort beherrschbaren BASIC-Dialekt auf dem PC. Die Entwicklungs-Oberfläche enthält alle Funktionen für schnellste Compilation und Programmtests: Screen-Editor, BASIC-Compiler, Fehler-Lokalisator, Debug und Downloader. Funktionen für immer wiederkehrende Anwendungen sind bereits als fertige Kommandos integriert. Sleep/Wake-Up für niedrigsten Stromverbrauch (10µA). Compilation und Programm-Übertragung zur BASIC-Briefmarke in Sekunden, Programme beliebig oft änderbar (EEPROM), einfachste Handhabung. BASIC-Briefmarke® als Chip und als verschiedene 1-Platinen Computer. Erstklassige Presse-Beurteilungen, Nominierung zum Produkt des Jahres '93 (EDN), ausführlicher Bericht z.B. ELRAD Heft 10-93 Seite 81...89.

Technik:

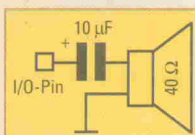
16 RAM-Vars, 256 Byte EEPROM (für Programm + EEPROM-Vars), ca 80..130 BASIC-Zeilen, hohe Geschwindigkeit: ca. 2.000 Befehle / Sek (10.000/s Hi-Speed), PC-Schnittstelle, 8 freie I/O-Pins: Seriell, Analog, Digital, bis 25 mA, Stromvers: 5...15V/2mA (10µA).

Der Anschluß von BASIC-Briefmarken® Steuer-Computern an die reale Welt ist denkbar einfach und preiswert:

Ton-Ausgabe.

Ton von wählbarer Tonhöhe und Dauer ausgeben.

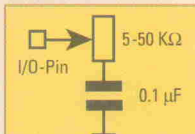
BASIC-Kommando: **SOUND**



Analog-In

Potis, Photowiderstände, Thermistoren u.a. analog einlesen.

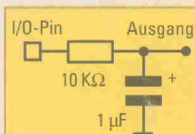
BASIC-Kommando: **POT**



Analog-Ausgang.

Ausgabe einer Spannung durch Pulsbreiten-Modulation, RC-Glied

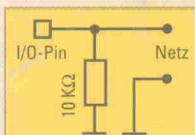
BASIC-Kommando: **PWM**



Vernetzung.

Mehrere BASIC-Briefmarken® Computer lassen sich vernetzen:

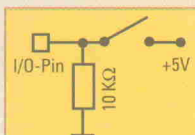
BASIC-Kommandos: **SERIN**
SEROUT



Taste / Kontakt.

Taste oder mechanischen Kontakt einlesen (entprellt).

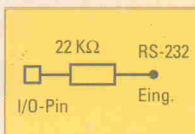
BASIC-Kommando: **BUTTON**



RS-232 Eingang.

Widerstand an I/O-Pin, Bit-Sequenz wahr oder invers einlesen.

BASIC-Kommando: **SERIN**



PC-Schnittstelle.

Vom PC aus können jederzeit neue Programme in die BASIC-Briefmarke® geladen werden. Kabel einstecken, los geht's.

Das Minuten Projekt:

Mit einem BASIC-Briefmarken® Computer soll ein "intelligenter" Treppenhäuslicht Automat gebaut werden, der die Beleuchtung sowohl kurzzeitig als auch länger oder dauernd einschalten kann. Die Funktionen:

- Lichtschalter 1 x drücken 3 Minuten Licht
- Lichtschalter mehrmals drücken 2x = 10 Minuten Licht
3x = 30 Minuten Licht
4x = Dauer (mit Limit 10 h)
- Lichtschalter 1 x lange drücken Licht aus in 1 Min. (egal wieviel Zeit abgelaufen ist).

Wenn das Licht ausgeschaltet werden soll, gibt der Lichtautomat eine Bestätigung an den Bediener: das Licht wird sofort nach Tastendruck für 1/2 Sek. aus und sofort wieder eingeschaltet. Man hat dann noch während 1 Min. Licht um z.B. die Wohnung zu betreten.

Ebenso gibt der Automat 20 Sek. vor Ablauf der regulären Einschaltzeit eine Meldung an Personen im Treppenhaus ab. Dazu wird das Licht für 1/2 Sek. kurz ausgeschaltet und man kann bei Bedarf durch erneutes Drücken des Lichtschalters die Einschalt-dauer entsprechend verlängern ohne von der Dunkelheit überrascht zu werden.

Für die Entwicklung benutzen Sie das BASIC-Briefmarken® Entwicklungs-System (s.u.). Die erforderliche Beschaltung der BASIC-Briefmarke® wird mit dem Hardware-Toolkit in 1 Minute erledigt. Einfach 2 Steck-Kabel verschalten - fertig. Dann kann es sofort mit der Software losgehen.

Im ersten Schritt wird z.B. erst mal ein "normaler" Lichtautomat programmiert: 1 x drücken = 2 Minuten Licht mit Nachtrigger-Funkti-

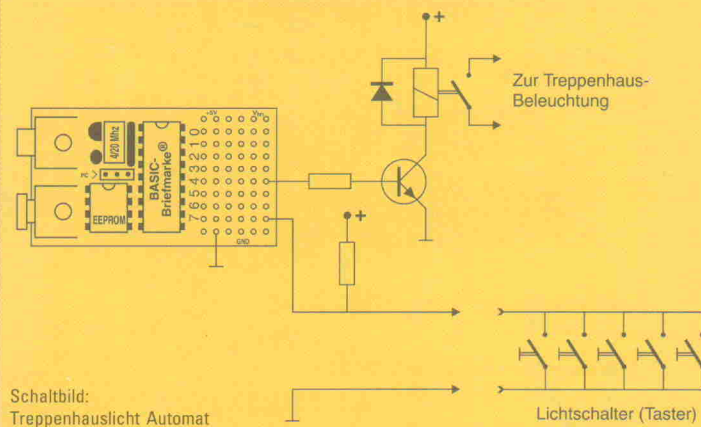
on. Das Programm dazu steht im Handumdrehen und sieht z.B. so aus:

```
Name: „TREPPENH.BAS“, Stand: 28.Dez.93 <1>
Zweck: Treppenhäuslicht Automat mit Nachtrigger. (joj1)

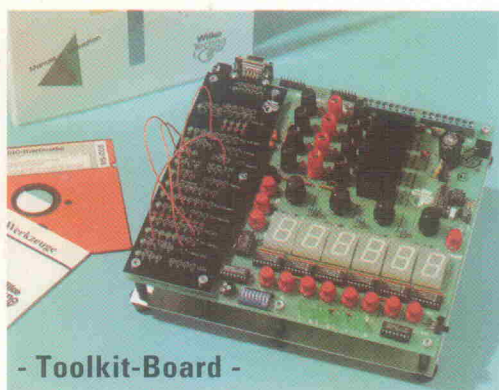
input 7
output 4
w2 = 0
RESET: LOW 4
LOOP: IF PIN7=1 THEN L2
      w2 = 2 * 60 * 438
L2: IF w2=0 THEN RESET
    HIGH 4
    w2 = w2-1
    GOTO LOOP

' Bit-7 = Eingang für Tasten
' Bit-4 = Ausg. für Licht-Relais
' Zeit-Count-Down (16-bit)
' Relais = AUS
' Teste: Tastendruck ?
' setze Zeit neu: 2 Minuten
' Teste: Zeit abgelaufen ?
' Licht ist (noch) an
' Zeit-Count-Down
```

Damit liegt bereits ein funktionierendes Modul vor. Die weitere Verfeinerung des Programms führt zu dem eingangs aufgestellten Funktions-Umfang, wozu ca. 60...80 BASIC Zeilen benötigt werden. Ein komplettes Listing senden wir Ihnen gerne zu. Sonderwünsche lassen sich bei Bedarf leicht noch berücksichtigen.



Entwicklungs-System für schnelle Resultate:



- Toolkit-Board -

- ✓ Entwicklungs-Oberfläche
- ✓ BASIC Cross-Compiler
- ✓ 5 Computer "BASIC-Briefmarke"
- ✓ Anschlußkabel / dt. Handbuch
- ✓ Design-Beispiele (Soft-/Hard)
- ✓ umfangreiches Toolkit (sofort steckbar ohne LötKolben: Power-Relais, 7-Segment-Displays, Treiber, Tasten, Lautsprecher, V24 / RS-232 und RS-485 Schnittstellen, Potentiometer-Inputs, ...)
- ✓ Jetzt mit Buch: "Schnelle Designs mit BASIC-Briefmarke", Michael Rose, Hüthig-Verlag, 1993.



Jetzt mit Buch!

komplett 1590,- / 1828,50

1-Platinen Computer:

BASIC-Briefmarken® können Sie als Chips in Ihre Layouts integrieren oder als autonome 1-Platinen-Computer sofort einsetzen. Der kleinste - der Typ "A" mit 8 universellen I/Os - ist über eine 12-polige Stiftleiste steckbar und belegt ganze 4,5 x 1 cm Platinen-Fläche. Die BASIC-Briefmarke "B" verfügt über 16 Inputs und 16 Outputs sowie RS-232 (6 x 8 cm). Die Briefmarken "CA", "CC" und "CN" werden zur drahtlosen Datenübertragung eingesetzt.

1-Platinen Computer:	1..99	100+	1000+
Typ "A":	44,-/50,60	35,-/40,24	28,-/32,20
Typ "B":	66,-/75,90	56,-/64,40	48,-/55,20
Typ "CA":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35
Typ "CC":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35
Typ "CN":	240,-/276,-	188,-/216,20	149,-/171,35

Elektronik-Entwicklung, Datentechnik
Industrie-Automatisierung



Wilke Technology GmbH
Krefelder Str. 147, D-52070 Aachen
Telefon: 0241/15 40 71, Telefax: 0241/15 84 75