

Jahresinhaltsverzeichnis 1991

# ELRAD

Magazin für Elektronik

technische Rechneranwendungen

Jetzt mit:  
**Der Elektroniker**

1/92

**Aus dem Inhalt:**

## **Zum 10jährigen: VMEbus für Atari**

Atari hat seine Rechner der STE- und TT-Serie mit einer 'VMEbus-Fälschung' ausgestattet. Das Elrad-Projekt bringt das Original. Das heißt volle Busmasterfunktion und anständige Pufferung für den Betrieb eines kompletten VME-Racks.

## **Test: Primär getaktete Open-Frame-Netzteile**

Vertreter der Leistungsklasse bis 200 VA waren auf dem Prüfstand und mußten Versorgungsqualitäten jenseits ihres Rufes 'klein, stark, preiswert' unter Beweis stellen.

## **Consumer-Elektronik: RDS-Grundlagen**

Das 'Radio Daten System' kann mehr, als es momentan im deutschen Sendegebiet zeigt. Der Beitrag dokumentiert die Kodierung und bringt die Schaltungstechnik sowie die Programmierung eines Decoders auf 68HC11-Basis.

## **Kursus Regelungstechnik: Einsicht durch Simulation**

Der PC-Regelungssimulator 'Flowlearn' ist preiswertes Werkzeug, um selbst komplexe Regelungsprobleme in den Griff zu bekommen.

## **Markt: Eprom-Programmiergeräte**

Die Bandbreite der programmierbaren Bauelemente hat sich in den letzten Jahren rapide vergrößert – entsprechende Programmiergeräte haben mitgezogen. Was sie leisten, was sie kosten, wo es sie gibt? Fragen, die im Marktreport beantwortet werden.

**und umseitig: der Meßtip**

# Guter Durchschnitt

## Online-Mittelwertberechnung

Herbert Vogt

**Meßgeräte sind häufig an einen Rechner angeschlossen, der die einlaufenden Ergebnisse auswertet. Oft braucht man dabei nur einen Mittelwert, wenn es zum Beispiel um die Füllstandshöhe eines Flüssigkeitsbehälters geht, dessen Oberfläche sich laufend unregelmäßig hin- und herbewegt.**

Die Bildung des arithmetischen Mittels läßt sich mit der Wirkung eines Tiefpaßfilters vergleichen, nach dessen Vorschaltung der Meßwertaufnehmer nur die langsamen Änderungen des Flüssigkeitsstandes registriert. Der arithmetische Mittelwert errechnet sich bekannterweise als Summe aller Werte oder Proben ( $P_1$  bis  $P_n$ ) dividiert durch deren Anzahl  $n$  (Gleichung 1). Auf diese Weise kann ein Rechner aber nur periodisch Ergebnisse liefern, da er recht lange summieren muß, um anschließend zu dividieren. Mehr Aktualität erreicht man mit einem veränderten Berechnungs-Algorithmus. Nach jedem Einlesen einer Probe kann man sofort den Mittelwert bestimmen, wenn man zu dem vorangegangenen Mittelwert ( $M_v$ ) nur ein gewichtetes Delta hinzufügt.

Dieses Delta hängt von  $M_v$  und dem neuen Probenwert ( $P_n$ ) ab, und  $M_v$  berechnete sich aus Gleichung (2).

- (1)  $M = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / n$
- (2)  $M_v = 1/(n-1) \cdot (P_1 + P_2 + \dots + P_{n-1})$
- (3)  $P_1 + P_2 + \dots + P_{n-1} = M_v \cdot (n-1)$
- (4a)  $M = 1/n \cdot (n \cdot M_v - M_v + P_n)$
- (4b)  $M = M_v + (P_n - M_v)/n$
- (5a)  $M = (M_v \cdot n - M_v + P_n)/n$
- (5b)  $M = M_v \cdot (n-1)/n + P_n/n$
- (5c)  $M = M_v \cdot (1-1/n) + P_n/n$
- (5d)  $M = M_v + P_n/n$
- (6)  $T = \text{SGN}(M - M_v)$

**Mit ein paar Gleichungsumformungen kommt man zu einer sehr eleganten Version der Mittelwertberechnung.**

Stellt man nun Gleichung (2) zu (3) um und setzt die erhaltene Summe dieser Probenwerte 1 bis  $n-1$  in (1) ein, so erhält man Gleichung (4a), die sich leicht zu (4b) vereinfachen läßt.

Mit dieser Art der Berechnung des Mittelwertes wird der Digitalrechner besser fertig:  $n$  darf jetzt sehr hohe Werte annehmen. Die Abstände der Probenentnahme dürfen dabei trotzdem die Rechenzeit von Gleichung (4b) oder (5a/d) nicht unterschreiten.

Mit Gleichung (4) kann ein Computer den Mittelwert nach jeder Eingabe aktualisieren. Er braucht also nicht zu warten, bis alle Werte vorliegen, so, wie es sonst bei der üblicherweise verwendeten Formel (1) der Fall war.

Für eine größere Probenzahl läßt sich die Gleichung (4) noch weiter vereinfachen. Schreibt man die rechte Seite auf einen gemeinsamen Bruchstrich, so ergibt sich (5a). Daraus ergibt sich (5b), was sicher nicht leichter zu rechnen ist (zwei Divisionen). Aber nach erneuter Umwandlung zu (5c) zeigt sich der Sinn der Übung: Bei ausreichend großer Probenzahl  $P$  geht  $1/n$  gegen 0, und schon hat man (5d).

Eine Tendenz des Mittelwertes liefert schließlich Gleichung (6), wobei SGN die Signum-Funktion darstellt und nur die Werte +1, 0, -1 einnehmen kann. Ist  $T = +1$ , also positiv, so hat der Mittelwert eine ansteigende Tendenz und umgekehrt.

Zum BASIC-Programm:  $M_v$  muß man auf Null initialisieren, da vor der ersten Probe noch kein Mittelwert vorliegen kann. In (5c) sieht man sofort, daß bei  $M_v = 0$  und  $n = 1$  nur  $M = P_1$  übrigbleibt, und die Rechnerei kann beginnen.

```
01 !Online-Mittelwertbildung
02 !*****
03 Mv=0 : N=0
04 LOOP
05   INPUT "Eingabe Probenwert",P
06   N=N+1
07   M=Mv+(P-Mv)/N
08   T=SGN(M-Mv)
09   IF T>0 THEN TS="+"
10   IF T=0 THEN TS="0"
11   IF T<0 THEN TS="-"
12   PRINT "Probennummer: ---> ";N
13   PRINT "  Probenwert: ---> ";P
14   PRINT "  Mittelwert: ---> ";M
15   PRINT "    Tendenz: ---> ";TS
16   Mv=M
17 ENDLOOP
18 END
```

**Mittelwertbildung bei laufender Eingabe.**



# ELRAD

Ró Roe

H 5345 E

DM 7,50

öS 60,- · sfr 7,50

bfr 182,- · hfl 8,50

FF 25,-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

mit  
**der elektroniker**

1/92

1/92



#### Test:

Stromversorgung: Primär getaktete  
Open-Frame-Netzteile bis 200 VA  
Meßtechnik: Labor-DMM  
Metra Blansko M1T 390

#### Markt:

Eprom-Programmiergeräte

#### Projekte:

Meßtechnik: L.A.<sup>ST</sup>-Masterboard  
Software: Hotline-Signalanalyse

#### Entwicklung:

RDS-Grundlagen

#### Grundlagen:

Regelungstechnik am Modell

**Jahresinhaltsverzeichnis  
1991**

**Atari-Projekt:  
Echter VMEbus  
für STE und TT**



# ULTIBOARD *5 Jahre*

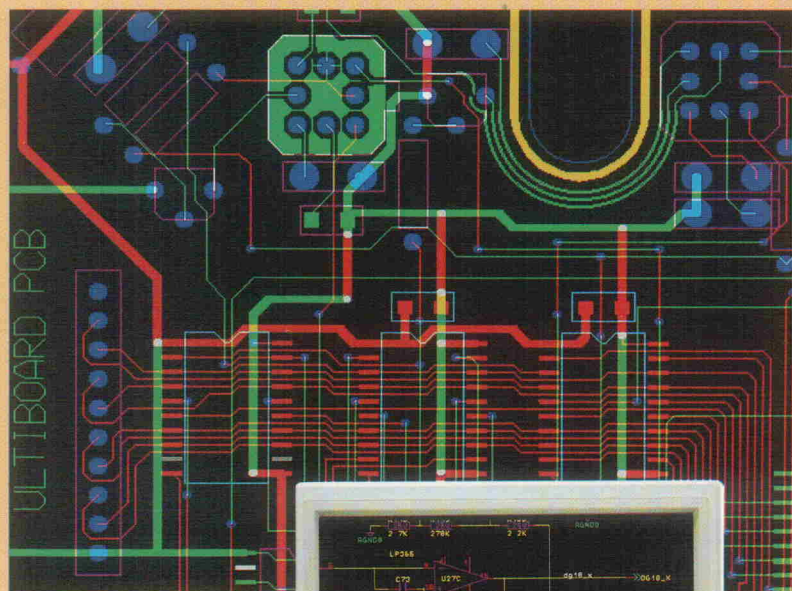
1991 Genau fünf Jahre später  
Etwa fünfundzwanzig Mannjahre Entwicklung  
Mehr als dreitausendfünfhundert Benutzer

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

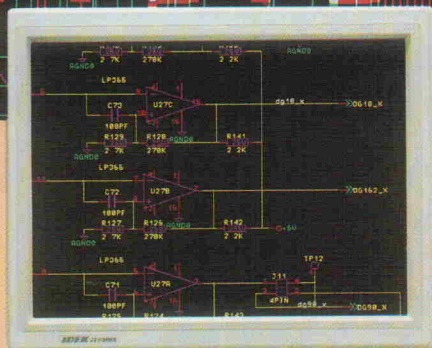
**ULTIBOARD + ULTICAP** (DOS-Version)  
COMPUTER AIDED PCB DESIGN SCHEMATIC CAPTURE

**995.-** zzgl. Mwst./Versand.  
**1157.10** inkl. Mwst./Versand.

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



DISTRIBUTOREN:  
**TAUBE ELECTRONIC DESIGN**  
TEL. (030) 691 4646 • FAX. (030) 694 2338  
**EDIT GMBH**  
TEL. (05733) 3031 • FAX. (05733) 6549  
**ING. BÜRO ARNDT**  
TEL. (07026) 2015 • FAX. (07026) 4781  
**HESLAB H. SEIFERT GMBH**  
TEL. (04361) 7001 • FAX. (04361) 80411



### ULTIBOARD Computer Aided PCB Design

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

### ULTICAP Schematic Capture

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

**ULTIMATE**  
TECHNOLOGY

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



Fachinformationen, so hat es der Bundesforschungsminister einmal treffend formuliert, komme eine strategische Bedeutung zu. Unter anderem mit Finanzspritzen für Aufbau und Nutzungssteigerung von elektronischen Datenbanken hat er seine Überzeugung mehrfach kräftig unterstrichen. Daß der freien Wirtschaft solches Strategiedenken nicht fremd ist, beweist sie mit ihren Kongressen, Fachmessen, Firmenseminaren, technischen Akademien, den Programmen der Buchverlage und den Fachzeitschriften – in der Summe ein bewährtes Informations-Instrumentarium mit großer spektraler Breite zwischen produktorientiertem und neutralem Know-how-Transfer.

In diesem Instrumentarium ist die Fachzeitschrift der Informationsträger mit der größtmöglichen Aktualität, sie ist deshalb der Kommunikator der Branche und hat zusätzlich die wichtige Aufgabe, die Informationsangebote der anderen 'Träger' zu plakatieren, sie bekannt zu machen. Ihr kommt also gewissermaßen eine übergeordnete 'strategische Bedeutung' zu, um mit dem Minister zu reden.

Doch so schnell die Fachzeitschriften auch mit Informationen zur Hand sind, so träge ist der Wirkzusammenhang zwischen der Lage einer Branche und der ihrer Zeitschriften. Zum Glück, möchte man sagen, denn der mittelstarke Sturm, der 1991 durch den Blätterwald der deutschen Elektronik-Zeitschriften fuhr, stand in keinem Zusammenhang mit der Situation der Elektronik-Branche, in der – vergleichsweise – nur leise Lüftchen die Book-to-Bill-Ratio auf und ab wehten. Zur Erinnerung: Mit 'mc', einem Computer-Titel in halber Telefonbuchstärke, mit 'Elektronik', einer wahrhaft renommierten Fachzeitschrift, und der über jeden Zweifel erhabenen Institution 'Funkschau' wurde

eine Gruppe stämmigster deutscher Eichen entwurzelt. Im Sommer traf es 'eee', sie ist seitdem eingestellt. Und der Fachtitel 'Der Elektroniker' wurde zum Jahreswechsel vom Winde verweht.

Das liest sich dramatisch, erweist sich aber bei näherer Betrachtung lediglich als zufällige Häufung von Aktivitäten einiger Verlagsstrategen. Unterm Strich hat sich nicht viel verändert: Die drei Franzis-Titel sind bei einem anderen Verlag untergekommen, 'eee' kann man – hilfsweise – gegen eine 1991 neu hinzugekommene Fachzeitschrift aufrechnen, und 'Der Elektroniker' bleibt in veränderter Form seinen Lesern erhalten – Elrad hat sich für die Zeitschrift engagiert:

Beginnend mit der vorliegenden Ausgabe ist 'Der Elektroniker' in Elrad eingegliedert, erkennbar an dem Zusatz auf der Titelseite. Dieses äußere Merkmal ist jedoch nur das Signal für die strategische Weichenstellung, die hier von der Redaktion vorgenommen wurde – ganz im Sinne des Ministers (aber ohne Unterstützung seiner finanzstrategischen Eingreiftruppe): Die Fachinformationen, die bisher 'Der Elektroniker' vermittelt hat, werden auch zukünftig veröffentlicht.

Unabdingbarer Bestandteil der Titel-Transaktion, die erst innerhalb der letzten Wochen erfolgte, war für die Redaktion der Zugang zu den Informationsquellen, die Kontakte zu den 'Elektroniker'-Autoren der letzten Jahre. Ein Teil dieser Autoren hat auch in Elrad bereits veröffentlicht – ein untrügliches Zeichen für die fachlich-thematische Kongruenz der beiden Zeitschriften, die sich auch an Details festmachen läßt: 'Technisches Englisch' im 'Elektroniker', 'Englisch für Elektroniker' in Elrad – zwei Dauer-Rubriken mit auffälligen Übereinstimmungen auch in der redaktionellen Aufbereitung. (In Elrad endete die Serie vor zwei Jahren, im Spätsom-

mer wird sie in Buchform erscheinen). Solche signifikanten Parallelen im Informationsinteresse der Leser sind in allen Fällen Voraussetzung für den Zusammenschluß von Zeitschriften.

Vor diesem Hintergrund heißen wir die neuen Leser 'Herzlich Willkommen', möchten an dieser Stelle jedoch sogleich um die 100-Tage-Schonfrist bitten, denn die Kontakte zu den 'Elektroniker'-Autoren können sich erst in einigen Monaten auswirken. Sollten Sie etwas vermissen, eine andere Darstellung wünschen: Sagen Sie es uns. Der Dialog war und ist unsere Strategie, die Interessen abzugleichen.

Die 'älteren' Elrad-Leser erwartet eine strukturelle Verbesserung, denn 'Der Elektroniker' hat beispielsweise im Bereich Leistungselektronik deutliche Akzente gesetzt und technologische Trends der Mikroelektronik früh aufgespürt – Schwerpunkte, die bei angemessener Integration das Spektrum der Elrad-Thematik vervollständigen und abrunden. Neben der Erhaltung ist also die Gestaltung das zweite Ziel der 'Weichenstellung'.

Und nun: Bitte Umblättern, es warten die Fachinformationen. Wir werden bemüht sein, diese aktuell und so darzustellen, daß sie für alle Leser mittel- und langfristig tatsächlich von 'strategischer Bedeutung' sind.

*Manfred H. Kalsbach*

Manfred H. Kalsbach



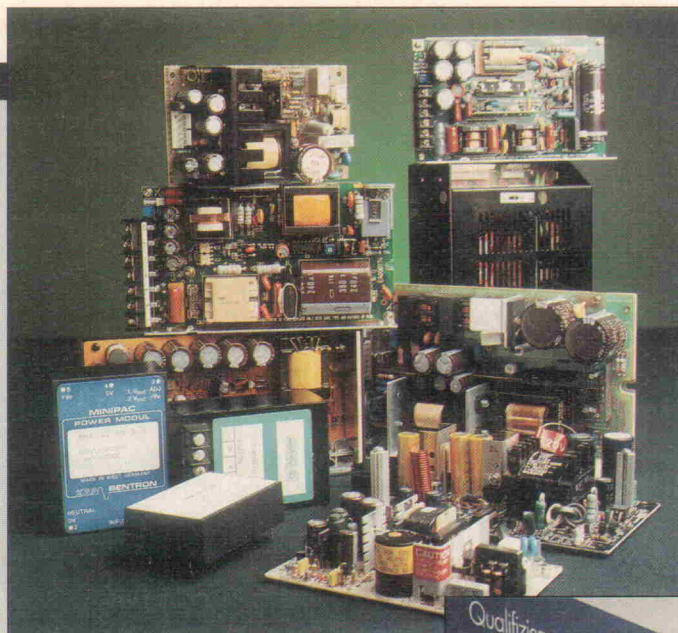


## Test

### Schaltnetzteile: Erstaunliche Wandlung

Die Idee, einen Längsregler durch einen Schalter mit nachfolgendem Integrator zu ersetzen, ist nicht neu, aber nach wie vor imposant, sind doch *im Prinzip* die hier entstehenden Verluste wesentlich geringer. Dieser Punkt stellt dank moderner Halbleiter kein ernstzunehmendes Problem mehr dar, aber wie sieht es bei diesen Versorgungen mit der elektromagnetischen Umweltverschmutzung und der Zuverlässigkeit unter Streßbedingungen aus? Nach der Klärung dieser und weiterer Fragen erfuhr die Einschätzung von SNTs bei den Testern ebenfalls eine erstaunliche Wandlung.

Seite 35

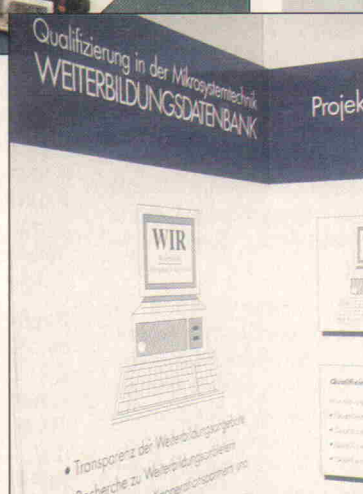


## Arbeit & Ausbildung

### Weiterbildung Mikrosystem- technik

Gerade für kleine und mittelgroße Unternehmen ist die Qualifikation der Mitarbeiter ein bedeutender Engpaß bei der Prozeß- und Produktinnovation. Die Weiterbildungsdatenbank WIR für Schlüsseltechnologien hilft diesen Unternehmen, ihre Mitarbeiter für neue Anforderungen zu qualifizieren. Im Bereich der 'Neuen Technologien' ist sie mit über 640 Anbietern die größte überregionale Datenbank für die systematisch-selektive Suche nach Bildungsangeboten.

Seite 85

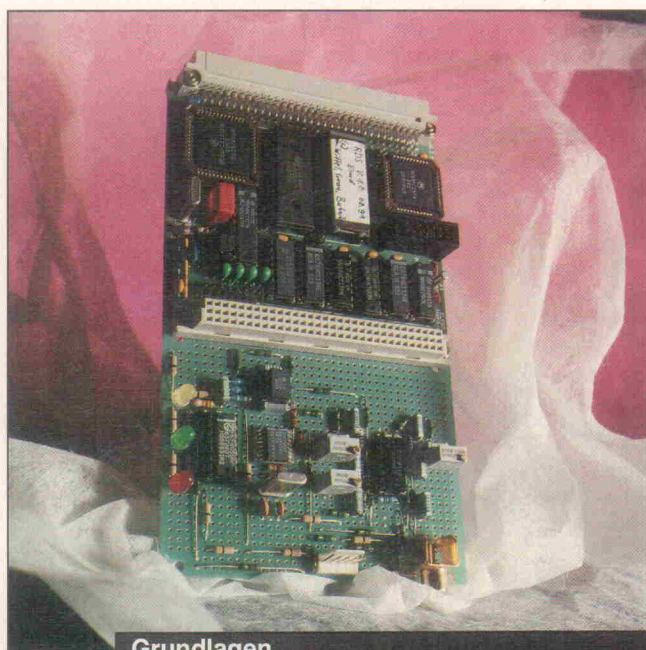


## Grundlagen

### Regelungstechnik (1)

Glaubt man Gerüchten in der Szene, so ist konventionelle Regelungstechnik out, weil Fuzzy Control Mega in ist. Dr. Ioannis Papadimitriou ist mit dieser Einschätzung nicht ganz einverstanden und tritt mit seiner Artikelserie dem Modetrend entgegen. Nicht unter dem Motto 'Gib der Regelungstechnik eine Chance', sondern 'solide Grundlagen entschärfen das Thema'.

Seite 44

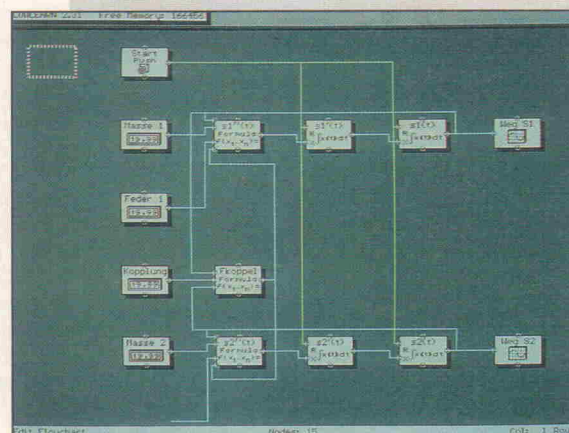


## Grundlagen

### RDS: Der Videotext fürs Radio

Bereits seit 1974 übertragen die Sender der ARD in den Verkehrsfunkprogrammen unhörbare Signale nach dem Autofahrer-Rundfunk-Informationssystem, wohl bekannter als ARI. Drei Buchstaben kennzeichnen auch den jüngsten Komfort in UKW-Radios: RDS – Radio Daten System – ist eine Serviceleistung, die mittlerweile die UKW-Stationen aller europäischen Staaten bieten. Der Artikel zeigt in seinem ersten Teil die bisher wenig bekannten Grundlagen und Möglichkeiten.

Seite 30







## Grundlagen

### Die Elrad-Laborblätter: Flüssigkristallanzeigen

LC-Displays haben sich als zuverlässiges Anzeigemedium etabliert. Ihr im Vergleich zu LED-Displays spartanischer Betriebsstrom prädestiniert sie insbesondere für Anwendungen, bei denen man mit jedem mA knausern muß, beispielsweise in Geräten mit Batterie- oder Solarzellenbetrieb. Der physikalische Hintergrund und die technische Realisierung von Flüssigkristallanzeigen sind Thema der Laborblätter ab

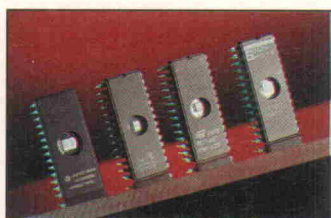
Seite 61

## Marktübersicht

### Eprom-Programmiergeräte: Anfeuerung

Die finanzielle Bandbreite von Eprommern ist inzwischen so groß geworden, daß ein potentieller Käufer erst einmal in Thema und Technik einsteigen muß, um eine qualifizierte Auswahl treffen zu können. Einen Teil dieser Arbeit (nämlich das Wühlen in Anzeigen und Katalogen) kann sich der interessierte Leser nach Studium des Artikels sparen. Weitere Informationen ab

Seite 25



ELRAD 1991, Heft 1

## Titel



## Der VMEboss

Es ist soweit, die Atari-Szene kann aufatmen: Alle Modelle der Mega-STE- und TT-Serie erfüllen mit dem Elrad-VMEbus-Interface endlich den VMEbus-Standard. Die Rechner lassen sich nun ohne weiteres in bestehende VMEbus-Systeme integrieren. Ja noch mehr, der Atari kann sogar als VMEboss, Verzeihung, als VME-Master auftreten und über den Bus bestimmen.

Seite 16

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>aktuell</b>	
Software	7
Meßtechnik	8
Labor & Service	9
Stromversorgung	10
Messenachbericht: Productronica '91	12
<b>Markt</b>	
Programmiergeräte: Anfeuerung	25
<b>Test</b>	
PreView: Eastern-Digital-DMM M1T390	14
Schaltnetzteile: Erstaunliche Wandlung	35
<b>Projekt</b>	
Der VMEboss: Mehr VMEbus für den Atari Mega STE/TT	16
Meßtechnik: L.A. <sup>ST</sup> (2)	52
Meßtechnik: Hotline (3)	72
<b>Grundlagen</b>	
RDS: Der Videotext fürs Radio	30
Regelungstechnik (1)	44
Die Elrad-Laborblätter: Flüssigkristallanzeigen (1)	61
Die Elrad-Laborblätter: Nichtlineare Widerstände (2)	64
Programmierung: Signalverarbeitung in C (8)	80
Mathematik: Verlustleistung von Spannungsreglern	88
<b>Rubriken</b>	
Editorial	3
Jahresinhaltsverzeichnis 1991	58
Arbeit & Ausbildung	85
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102



## LOGIC-ANALYZER sind preiswert!

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

## PREISE:

<b>PCL 512</b>	max. 100 MHz max. 32 Kan.	oder 1000 BERLIN 030/7 84 40 55 2000 HAMBURG 041 54/28 28 3300 BRAUNSCHW. 0531/7 92 31 4400 MÜNSTER 0251/79 51 25 5100 AACHEN 0241/87 54 09 6000 FRANKFURT 069/5 97 65 87 8000 MÜNCHEN 089/6 01 80 20 7010 LEIPZIG 0941/28 35 48 SCHWEIZ 064/71 69 44 ÖSTERREICH 0222/2 50 21 27
	<b>4554,30</b>	
<b>PCL 510</b>	max. 100 MHz max. 24 Kan.	
	<b>3642,30</b>	

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 052 32/81 71  
Fax 052 32/861 97

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

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

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

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

**MOS-A320 DM 229,—**

## gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibser Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 071 52/55 50 75, Telefax 071 52/55 50 70

## MOPS11 mit HC11 aus ELRAD 3/91

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

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

Den Katalog können Sie kostenlos bei uns anfordern.

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 052 32/81 71  
Fax 052 32/861 97

## PC-Speicheroszilloskop

Paket, bestehend aus AD-DA-Meßkarte und Speicheroszilloskopprogramm für den NF-Bereich: Aufnehmen, Speichern, Laden, Analysieren, Wiedergeben von Kurvenformen, Effektivwertberechnung, min/max. Spannung, Mittelwert, Frequenzanzeige, Signalkirrfaktor...  
**nur DM 398,—!**

## Externer AD-Wandler für serielle Schnittstelle

4 $\frac{1}{2}$ -digit-RS-232 Wandler (9600 Baud) in geschlossener Modulbauweise, 1/2V 260ms, Anschluß über serielle Schnittstelle. Ideal für tragbare Rechner. Je Verschiedene Ausführungen:  
AD-80: 8 Eingänge mit einer Masse, inkl. Software  
AD-40: 4 Eingänge mit 4 Masse,  
AD-44: 4 Eingänge + 4 CMOS-Ausgänge mit 1 Masse,  
AD-7T: 7 Eingänge für Temperaturmessung.

Gratis-Liste EA-4 anfordern!  
Postfach 1133  
7060 Schorndorf  
Tel.: 07181/68282  
Fax: 07181/66450

bitzer  
Digitaltechnik

## Pay-TV-Decoder

Schaltverstärker zur Darstellung von Astra 1a PAY-TV Programmen

Ab sofort Geräte der zweiten Generation mit automatischer Code-Erkennung  
Zukunftssicher durch programmierbare Logik

Updateservice durch eigene Entwicklung

kontrastreiches Bild, naturgetreue Farben

Mikroprozessor gesteuert bzw. Module für C-64

Zustandsanzeige

Lieferbar als Bausatz oder anschlussfertig

Bausatz für C-64 ab 178,—

Bausatz TCD-4 288,—

Händleranfragen erwünscht.  
Fordern Sie unsere Info an.

Metec GmbH Hard und Softwareentwicklung  
Wiesenweg 45 Tel. 0 50 53-6 62  
3105 Müden/Örtze Fax: 0 50 53-6 59

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

## PC-Meß- und Regelkarten

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

### LowCost-Bereich:

AD/DA-Karten, 8 Bit + 1 LSB, 2µs AD-/1µs DA-Umsetzzeit:

-1 Eing./1 Ausg., 4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter DM 169,—

-8 Eing./1 Ausg., 4 Sprng.bereiche per Software einstellb. DM 209,—

-8 Eing./2 Ausg., 2\*4 Spannungsbereiche per DIP-Schalter/Software einstellbar, extern triggerbar DM 279,—

-wie vor, jedoch zusätzlich mit 24 digitalen I/O-Leitungen und 4 Wechsler-Relais (2A Dauer-Schaltstrom) DM 389,—

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

-1 AD-Eing., 9µs Umsetzzeit, ext. trg.bar+5 dig.Eing. DM 289,—

-4 AD-Eing., 9 µs, 1/3V(0-5V a.A.), 1 DA-Ausgang 1/3V DM 469,—

(Einführungspreis)

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

### Industrie-Bereich:

Industrie-Meß- und Regelkarten, sowie Zubehör aus der PC-Lab-Serie: 12-Bit Multifunktionskarten von 8-fach AD (25µs)

/ 1-fach DA, jeweils 18 dig. In-/Output mit Anschlußkitt bis 16-fach single / 8-Kanal differentiell (10µs) / 2-fach DA, mit Quarztimer, 9 programmierbare uni-/bipolare Spannungsbereiche, interrupt-/DMA-fähig. Digitale (auch Opto-)Relaiskarten, Programme, Erweiterungsboards analog und digital etc.

Gratis-Liste ER-4 anfordern!

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

! Angebot in Österreich ausgereicht erhältlich bei EBV-Elektronik Marktplatz 26 A-4690 Haag/H. Tel.: 07732/3366-0 Fax: 07732/3366-6

bitzer Digitaltechnik

**INNOTRON**  
Elektronische Steuerungen GmbH

**INPROG UNI** **INPROG 1,4,8**

ALL-02 DM 912,— (um 800,— netto)

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

**Emulatoren**

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

Unsere Emulatoren unterstützen die Prozessor-Familien 8048 und 8051.

Unsere Programmpalette umfaßt auch EPROM-Löschgeräte unterschiedlicher Größen.

Händleranfragen erwünscht

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

## ALL-03 Universal-Programmierer

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

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress, Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi, Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip, Mitsubishi, MMT, National Semiconductor, NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeg, SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS, Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI, Xicor, Zilog.  
PALs, GALs, PLDs, EPLDs, EPROMs, EEPROMs, SEEPROMs, BPROMs, MPUs.

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

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

Mit Entwicklungssoftware f. 16V8/A u. 20V8/A  
Bestellen Sie:  
**ALL-03**  
**1450,— DM**

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Str. 88  
4930 DETMOLD 18  
Telefon 052 32/81 71  
Fax 052 32/861 97

oder: 1000 BERLIN  
030/7 84 40 55  
2000 HAMBURG  
041 54/28 28  
3300 BRAUNSCHW.  
0531/7 92 31  
4400 MÜNSTER  
0251/79 51 25  
5100 AACHEN  
0241/87 54 09  
6000 FRANKFURT  
069/5 97 65 87  
8000 MÜNCHEN  
089/6 01 80 20  
7010 LEIPZIG  
0941/28 35 48  
SCHWEIZ  
064/71 69 44  
ÖSTERREICH  
0222/2 50 21 27



## IEEE-488.2 für MS Windows

MS Windows 3.0 und DOS 5.0 erlangen zunehmend Bedeutung als Betriebssystem und Bedieneroberfläche für PC-/XT-/AT-Computer sowie kompatible Rechner. Mit dem IEEE-488-System von Ines ist es seit kurzem möglich, Windows-IEEE-488-Applikationen zu erstellen, die unter allen Windows-Betriebsmodi (real, standard und enhanced) lauffähig sind. Das aus Kommando-Interpreter und Ines-BIOS bestehende System wurde hierfür als DLLs (Dynamic Link Libraries) realisiert, die man in drei Gruppen unterteilen kann: zum einen der Kommando-Interpreter mit Funktionsbibliothek, zweitens Laufzeithilfe und Fehlermeldungen sowie drittens BIOS (Basic Input/Output System).

Dem Anwender stehen drei verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, Windows-IEEE-488-Applikationen zu erstellen: einerseits mit Hilfe des IEEE-488-Kommando-Interpreters, wodurch die Handhabung mit der des Ines-IEEE-488-DOS-Systems identisch ist. Der Kommando-Interpreter vereinfacht beispielsweise das Portieren bereits existierender IEEE-488-DOS-Applikationen. In der Regel jedoch sollte die Programmierung bei der Ent-

wicklung von IEEE-488-Applikationen mit Hilfe der Funktionsbibliothek erfolgen, in der die vom Kommando-Interpreter her bekannten IEEE-488-Befehle als Funktionen implementiert sind. Da in diesem Fall die Übersetzungszeit des Interpreters entfällt, verläuft das Abarbeiten der IEEE-488-Befehle wesentlich schneller. Die dritte und zugleich schnellste Art der Entwicklung von IEEE-488-Applikationen für Windows ist mit der direkten BIOS-Programmierung gegeben. Der IEEE-488-Treiber von Ines bietet dem Anwender einen sehr schnellen und direkten Zugriff auf das System, wobei man die drei Programmierungsarten einzeln oder kombiniert einsetzen kann.

Das integrierte Programm-Modul WALI (Windows Advanced Look To IEEE) übernimmt die interaktive Gerätesteuerung und Meßdatenerfassung unter MS Windows. Somit kann der Anwender bei der Einbindung neuer Geräte oder bei der Erstellung neuer Versuchsaufbauten diese zunächst testen, bevor er eine komplette Applikation schreibt. Ebenso kann er die gewünschten IEEE-Kommandos zunächst ausprobieren. Während der Ausführung eines

Kommandos oder einer Kommando-sequenz kann er sich den aktuellen Interface-Status anzeigen lassen. Des weiteren besteht die Möglichkeit, eine IEEE-488-Kommando-sequenz zusammenzustellen und sie für eine spätere Wiederverwendung unter einem beliebigen Namen als Datei abzuspeichern. WALI erkennt auch eventuelle Syntax- und Buskommunikationsfehler. Die Fehlermeldung erfolgt dabei im Klartext und als Code.

Die Daten kann man entweder in Form eines Parameters abspeichern, wobei drei Integer- und zwei String-Parameter zur Verfügung stehen, oder in einem 4-KByte-Speicherpuffer. Die dritte Speichermöglichkeit besteht darin, die Daten mit dem Befehl 'Entfile' in eine Datei zu schreiben. Analyseprogramme wie beispielsweise Famos oder Xenon können dann auf diese Daten zugreifen.

Der neue Ines-IEEE-488-Treiber für MS Windows ist für Anwender von Ines-IEEE-488-DOS-Systemen als kostenloses Update erhältlich.

Ines - Innovative Elektroniksysteme GmbH  
Neuenhöfer Allee 45  
W-5000 Köln 41 (Sülz)  
Tel.: 02 21/49 16 21  
Fax: 02 21/49 18 71

## Software

### Mit Argus automatisieren

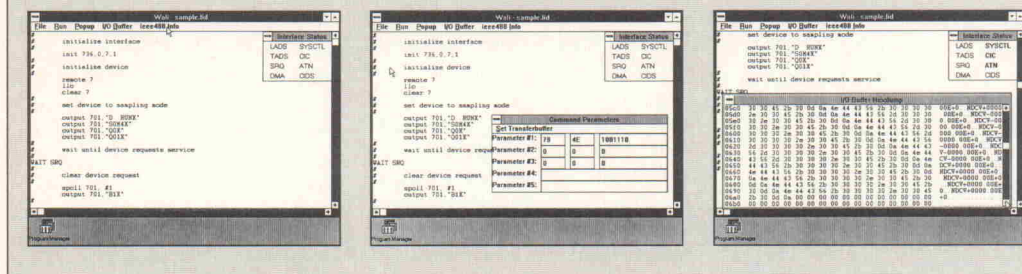
Zur Automatisierung von Prüfständen mit PCs bietet das Meßwerterfassungssystem Argus vom Ingenieurbüro Vogt außergewöhnliche Möglichkeiten, und zwar aufgrund der Arbeitsteilung zwischen dem PC und der intelligenten Multifunktionskarte Modular-4 von Sorcus. Parallel zur Meßwerterfassung wird ein Steuerprogramm als unabhängige Task auf der Multifunktionskarte installiert. Dieses Programm erlaubt dem Benutzer die Abfrage von Schalterzuständen, die Einhaltung von Prüfkriterien sowie das Setzen von digitalen und analogen Ausgängen.

Gleichzeitig ist ein intelligenter Funktionsgenerator zur Sollwertvorgabe und zum Setzen der Sollwerte des digitalen PID-Reglers verfügbar. Das überlagerte Meßwerterfassungssystem erfaßt den gesamten Prüfvorgang mit Meßraten von bis zu 10 kHz und visualisiert ihn auf dem PC durch frei konfigurierbare Linien- und Balkendiagramme. Für besonders schnelle Steuerungsaufgaben steht dem Benutzer ein Programmpaket zum Generieren eigener Echtzeit-Steuerungssoftware auf der Multifunktionskarte zur Verfügung.

In der maximalen Aufbaustufe kann das System bis zu 128 analoge Eingänge, 64 analoge Ausgänge, 256 digitale Ein- und Ausgänge sowie zwölf Zähler-/Inkrementalgebereingänge steuern und überwachen. Komfortable Menüs zur Grenzwertüberwachung mit Steuerungsausgabe, zur Triggerung des Meßvorganges sowie zur Aufnahme von Meß- und Prüfprotokollen in eine benutzerkonfigurierbare Datenbank runden das System ab. Das integrierte Auswertesoftwarepaket übernimmt alle Meßdaten und zeigt die Ergebnisse des Prüfvorganges in vorkonfigurierbaren Diagrammen an. Das System ist auf allen PC-AT-kompatiblen Rechnersystemen mit VGA-Grafik und Coprocessor lauffähig.

IBV Ingenieurbüro Vogt  
Lichtstr. 35  
W-4000 Düsseldorf 1  
Tel.: 02 11/6 79 08 88  
Fax: 02 11/6 79 08 86

aktuell



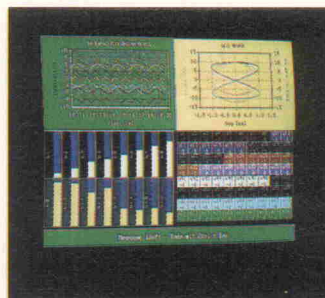
## DisyLab mit Online-Y-(X-)Darstellung

Zur Online-Darstellung von Kennlinien wurde disyLab um die Echtzeit-Y-(X-)Darstellung erweitert. Damit kann der Benutzer jetzt bis zu 16 Y-Kanäle mit Bezug zur X-Achse gleichzeitig in einem Fenster grafisch darstellen. Die Erfassungsmöglichkeiten dieser Darstellungsform umfassen Analog-, Zähler-, Frequenzeingänge, Inkre-

mentalgeber sowie RS-232- und IEC-Meßgeräte. Als Basis können auch Stellausgänge und virtuelle Echtzeit-Rechenkanäle dienen.

In Abhängigkeit von Meßkarte und Rechnerkonfiguration erreicht man bei der Online-Darstellung Summenabstrakten von rund 10 kHz. Wegen dieser hohen Geschwindigkeit kann der Benutzer nun Parameter direkt während der Messung überwachen und auswerten, die bislang nur in der Offline-Auswertung zu beurteilen waren.

Disys Meß- und Testsysteme GmbH  
Auf der Grefenfurth 1-3  
W-5064 Rösrath  
Tel.: 0 22 05/8 40 19  
Fax: 0 22 05/8 52 44





## U/I-Referenz

Mit der neuen Spannungs- und Stromreferenzquelle von Knechtges kann man entsprechende Meßgeräte auf einfache



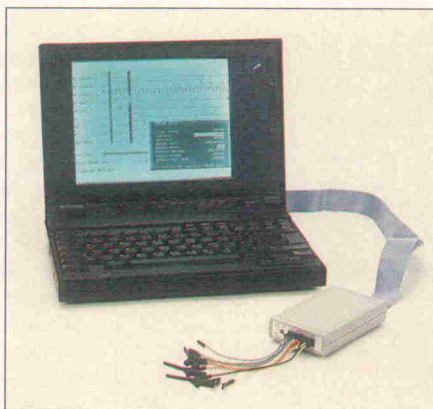
Peter Knechtges  
Auf der Kohlhardt 6  
W-5222 Morsbach  
Tel.: 0 22 94/87 88

## Bitmuster- generator

Der PC-gesteuerte Bitmuster-Generator W 925 von Wittig Testelektronik ist eine universell einsetzbare digitale Signalquelle, die man insbesondere beim Entwickeln digitaler Schaltungen einsetzen kann. Neun parallele TTL/CMOS-Ausgangssignale mit einer maximalen Speichertiefe von 8 KBit pro Kanal kann man über eine komfortable Software direkt in Form eines Zeitdiagramms oder als Datenliste im Hex-, Dezimal-, Binär-, Oktal- oder ASCII-Format programmieren. Ein interner Taktgenerator erlaubt ein Einstellen des Ausgabetaktes zwischen 1,6 ms und 25 ns in 25-ns-Schritten. Zudem besteht die Möglichkeit, über eine der Eingangssignalleitungen ein externes Taktsignal zuzuführen. Der Start der Datenausgabe erfolgt entweder manuell oder nach Zuführen eines externen Startsignals. Dank des eingebauten Wortzählers kann man die Speichertiefe für die Ausgabe zwischen 1 und 8192 Wörtern einstellen.

Drei Ausgabemodi stehen zur Verfügung: Einzelschrittausgabe, Einzelzyklus sowie fortlaufende Datenausgabe. Der neunte Kanal ist so definierbar, daß dieser die acht Ausgabekanäle jederzeit intern in den Tri-State-

Weise kalibrieren. Die Referenz stellt Vergleichsspannungen in Höhe von 10 mV, 100 mV, 1 V und 10 V zur Verfügung, beim Gleichstrom hat man die Wahl zwischen 10 µA, 100 µA, 1 mA, 4 mA, 10 mA sowie 20 mA. Als maximale Abweichung vom Sollwert gilt ein Wert von 0,01 %. Für den Preis des Gerätes nennt der Anbieter einen Betrag von 340 D-Mark inkl. MwSt.



Zustand schalten kann oder als neunte Signalquelle verfügbar ist. Den Bitmuster-Generator W 925 kann man aber auch als Datenerfasser einsetzen. In diesem Betriebsmodus arbeitet er ähnlich wie ein Logikanalysator. Über die gleichen Signalleitungen erfolgt dann ein Aufzeichnen der aus dem Testobjekt stammenden Signale.

Die Software ermöglicht das Abspeichern und Laden angelegter Bitmuster. Mit einem Flachkabel schließt man den Generator W 925 an die parallele Druckerschnittstelle eines XTs...PS 2, eines Kompatiblen oder eines Notebooks an. Somit entfällt das Aufschrauben des Rechners für den Einbau einer speziellen Interfacekarte. Der Preis des Bitmuster-Generators beträgt 947 DM zuzüglich MwSt.

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

## Mini-DSO bis 60 MHz

Mit seiner Bandbreite von 60 MHz erweitert das Mini-Digitaloszilloskop Tek 224 von Tektronix die Leistungsmerkmale der bekannten Oszilloskop-Familie 222.

Auch hier erlaubt die 'Isolated Channel'-Architektur sichere erdfreie Messungen, da jeder Kanal des zweikanaligen Tek 224 sowohl vom anderen Kanal als auch vom Massebezug getrennt ist. Mit dem Tek 224 kann man erdfreie Messungen bis  $\pm 400$  V pro Kanal oder 800 V Spitze-Spitze vollkommen sicher durchführen. Dank seiner Triggermöglichkeit auf TV-Halbbilder eignet sich das Oszilloskop auch für einen Einsatz im Bereich Service/Wartung von TV- und Videogeräten.

Mit AutoSet- und AutoLevel-Triggerung lassen sich die darzustellenden Signale mühelos erfassen. Bis zu vier Frontplat-



ten-Einstellungen kann man definieren und abspeichern, damit sie für spätere Messungen per Knopfdruck zur Verfügung stehen. Außerdem lassen sich vier Signalverläufe als Referenzmasken oder für eine spätere Analyse speichern. Da das Tek 224 über eine RS-232-C-Schnittstelle verfügt, kann man es von einem PC aus fernsteuern, der mit der Tek Virtual Instruments Software CAT 200 ausgerüstet ist. Der robuste Aufbau des Tek 224 erfüllt die Anforderungen des Standards MIL-T-28800 D.

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

## Funktions- generator

Die seit vielen Jahren als Lieferant hochwertiger gebrauchter elektronischer Geräte bekannte Firma Rosenkranz-Elektronik hat die Generalvertretung des englischen Herstellers Black Star in Deutschland übernommen. Das Lieferprogramm dieser Firma enthält Funktionsgeneratoren, TV-Testgeneratoren, Universal- und Frequenzzähler bis 2,5 GHz.

Zur Black-Star-Produktpalette gehört beispielsweise der Funktionsgenerator Jupiter 2010 mit einem Frequenzbereich von 0,02 Hz bis 2 MHz (Sinus, Dreieck, Rechteck). Im Sweep-

Modus reicht die obere Frequenzgrenze bis 4 MHz bei eingeschränkter Linearität. Der Generator verfügt über zwei verschiedene Ausgänge mit Impedanzen von 50  $\Omega$  und 600  $\Omega$ , einen 0-20-40-dB-Abschwächer sowie einen 20-MHz-Frequenzzähler. Bei diesem Zähler handelt es sich um einen mikroprozessorgesteuerten Reziprozähler mit einer vierstelligen Anzeige. Den internen Zähler kann man auch zum Messen externer Frequenzen benutzen; die maximale Empfindlichkeit des Zählers beträgt dann 25 mV.

Rosenkranz-Elektronik  
Groß-Gerauer Weg 55  
W-6100 Darmstadt 1  
Tel.: 0 61 51/3 33 00  
Fax: 0 61 51/31 81 92





## 45-W-AC/DC-Wandler

Das Vertriebsprogramm der Firma PST enthält mit dem ZPS-45 einen 45-W-Wandler aus dem Hause Zenith, der Ausgangsspannungen von +5,1 V/5 A, +12 V/2 A sowie -12 V/0,7 A bereitstellt. Seine relativ kleinen Abmessungen von 127 mm x 76,2 mm x 32,0 mm erlauben einen universellen Einsatz dieses Open-Frame-Wandlers, der am Eingang ohne Umstecken eines Jumpers sowohl Wechselspannungen

(85 V...265 V) als auch Gleichspannungen (120 V...364 V) verarbeitet. Eine Mindestlast ist nicht erforderlich, zudem ist der Wandler dauerkurzschlußfest. Der Überspannungsschutz am 5-V-Ausgang begrenzt jede an diesem Ausgang anliegende Spannung auf einen Maximalwert von 7 V. Nach der MIL-Spezifikation HDBK 217 E beträgt die MTBF dieses Wandlers 200 000 h.

PST Power Systems Technology GmbH  
Dr.-Gerbl-Str. 9  
W-8912 Kaufering  
Tel.: 0 81 91/7 00 44  
Fax: 0 81 91/7 04 80

## Wechselspannungsquelle

Die Firma Kepco erweiterte ihre Produktpalette der Wechselspannungsquellen um die Modelle der Reihe BOP 125, die mit Ausgangsleistungen von 1000 W und 2250 W erhält-

lich sind. Diese von CME vertriebenen Spannungsquellen können Spitzenströme bis zum sechsfachen Nennstrom liefern. Durch den Einsatz integrierter, umschaltbarer Übertrager sind Ausgangsspannungsbereiche von 0...132 V, 0...198 V oder 0...264 V einstellbar.

## 2-W-DC/DC-Wandlermodul

Mit den 2-W-DC/DC-Wandlern stellt Fortec eine neue Wandlerreihe im DIL-24-Gehäuse vor. Dank der Realisierung in SMD-Technik erzielen die Wandler eine MTBF von mehr als 1 Million Stunden gemäß MIL 217 D bei +25 °C. Mehrere Varianten decken die Eingangsspannungsbereiche 5V ± 10 %, 9 V...18 V und 18 V...36 V ab. Am Wandlerausgang kann man eine geregelte Gleichspannung in Höhe von 5 V, 12 V, 2 x 12 V oder 2 x 15 V entnehmen. Herausragendes Merkmal der Doppelspannungswandler ist die galvanische Trennung der beiden Ausgangsspannungen, so daß

man diese nach Belieben miteinander verknüpfen kann.

Die Isolationsspannung dieser dauerkurzschlußfesten Wandler beträgt 500 V. Aufgrund ihres Stahlgehäuses arbeiten sie im Temperaturbereich -25 °C...+71 °C ohne Leistungsreduzierung. Das Gehäuse und das Eingangs-Pi-Filter reduzieren die Störstrahlung auf extrem kleine Werte. Die mechanischen Abmessungen und das Pinning entsprechen dem Standard, so daß man die Wandler auch in bereits bestehende Layouts einsetzen kann.

Fortec Elektronik Vertriebs AG  
Ismaninger Str. 7  
W-8011 Aschheim  
Tel.: 0 89/9 03 85 81  
Fax: 0 89/9 03 03 84

wendung dieser Spannungsquellen. Die Modelle der Reihe BOP 125 sind in ein- oder dreiphasiger Ausführung lieferbar.

CME CompuMess Elektronik GmbH  
Carl-von-Linde-Str. 25  
W-8046 Garching  
Tel.: 0 89/32 00 95 52  
Fax: 0 89/32 00 95 25

Wir wollen,  
daß sich Ihre  
Meßergebnisse  
sehen lassen  
können.



Zur Grundausstattung einer jeden Radio- und Fernsehwerkstatt oder eines Labors einer Berufs- oder Fachhochschule etc. gehört ein Oszilloskop, auf das man sich verlassen kann.

Kenwood hat da etwas Zuverlässiges zu bieten: Das Oszilloskop CS-4025 für den 20 MHz-Bereich. Es weist in seiner Klasse bereits hohen Qualitätsstandard auf. So ist das 2-Kanal-Gerät natürlich mit allen notwendigen Features ausgestattet, die präzise Messungen möglich machen.

Die unkomplizierte Handhabung wird leicht gemacht durch das durchdachte Design der Frontplatte. Und typisch für Kenwood: Trotz seiner Kompaktheit verbirgt das CS-4025 unter seinem robusten Gehäuse hochkarätige Hybrid IC's, wie sie sonst nur in der Oberklasse zu finden sind.

Möchten Sie detaillierte Informationen haben, dann schicken Sie uns bitte den komplett ausgefüllten Coupon.

### Einige Besonderheiten des CS-4025

- Hohe Empfindlichkeit: 1 mV/div (Gleichstrom bis 5 mHz)
- Schnelles Abtasten: 50 ns/div (X 10 MAG)
- Sofort wählbare ALT und CHOP Modes
- Signalausgang für Frequenzzähleranschluß u.v.a.

### COUPON

ja

Schicken Sie mir bitte Informationen über ☐ CS-4025

☐ Gesamtprogramm

Name

Beruf

Straße

PLZ/Ort

Alter

Ausfüllen, ausschneiden, auf eine Postkarte kleben und adressieren an:

Kenwood Electronics Deutschland GmbH, Rembrücker Straße 15, D-6056 Heusenstamm

KENWOOD



## Productronica 91

# Volles Schaufenster



Mehr als 1600 Aussteller, rund 75 000 Besucher, alle Hallen voll belegt: Die Productronica 91, Fachmesse der Elektronikfertigung, die Mitte November auf dem Münchener Messegelände stattfand, hat ihre internationale Spitzenstellung behauptet. Schwerpunktthemen waren die Herstellung von Bauelementen der Mikroelektronik, die Herstellung von Leiterplatten und Hybridschaltungen, Baugruppenfertigung und Gerätebau, Meß- und Prüftechnik zur Qualitätssicherung sowie Chemiewerkstoffe für die Elektronik. Das Kongreßprogramm beschäftigte sich unter anderem mit den Trends in der Mikroelektronik.

Im Bereich der Meßtechnik werden fast täglich neue Produkte vorgestellt, sowohl Stand-alone-Geräte als auch rechnergestützte Meßwerkzeuge. Daher nimmt es

nicht Wunder, daß zahlreiche Meßgerätehersteller auch die Productronica als 'Stichtag' für die Vorstellung ihrer Neuentwicklungen wählen.

## Kleinste Abmessungen, hoher Durchsatz ...

... so lassen sich die auffälligsten Features des neuen Meßstellenumschalters 7001 von Keithley Instruments in aller Kürze beschreiben. Obwohl das Gerät nur den Platz einer halben Rackbreite in Anspruch nimmt, kann es 80 Kanäle zweipolig umschalten. Das Display ist in der Lage, den Zustand aller Kanäle auf einen Blick zu vermitteln; daneben zeigt es Fehlermeldungen, Hilfstexte und Prompts für Setup und Konfiguration an.

100 komplette Schaltmuster sowie zehn Systemeinstellungen lassen sich in einem nichtflüchtigen Speicher unterbringen und auf Wunsch jederzeit abrufen. Die Programmierung wird mittels der Fronttastatur, über die IEEE-488-Schnittstelle oder mit einer sogenannten

Scan-Control-Einrichtung vorgenommen.

Ein aus sechs Leitungen bestehender Trigger-Bus unterstützt die exakte und wiederholbare Triggerung von mehreren Geräten und gewährt dabei einen höheren Durchsatz als der IEEE-Bus. Betreibt man das Gerät mit den drei ebenfalls neuentwickelten Umschaltkarten, so lassen sich optimale Schaltmöglichkeiten für alle Signale von 30 nV... 1,3 kV, von 10 fA...5 A und von DC bis 500 MHz realisieren. Die maximale Umschaltgeschwindigkeit beträgt 200 Kanäle/s.

Keithley Instruments GmbH  
Landsberger Str. 65  
W-8034 Germering  
Tel.: 0 89/84 93 07-0  
Fax: 0 89/84 93 07-59



## Neuer B-H Analyzer

Die magnetische Induktion B und die magnetische Feldstärke H weichmagnetischer Materialien zu bestimmen war bislang keineswegs ein triviales Problem. Auf ihrem Messtand stellte nbn-Elektronik den B-H Analyzer SY 8216 von Iwatsu vor, der es erstmalig erlaubt, diese magnetischen Eigenschaften in einem Frequenzbereich von 50 Hz...1 MHz zu bestimmen.

In Kombination mit dem DC-Leistungsverstärker NF 4025 lassen sich Kernverluste und Hysteresekurven berechnen und darstellen. Dabei kann mit maximalen Erregerströmen von 5,6 App und Spannungen bis zu 150 V<sub>pp</sub> gearbeitet werden. Mit einer Abtastrate von bis zu 0,5 Gigasamples, einer Auflösung von 12 Bit und einer hohen Linearität dürfte das Prä-

zisionsmeßsystem auch hohen Anforderungen gewachsen sein.

Im unteren Frequenzbereich liefert der high-speed-mode bereits nach drei Sekunden alle Meßergebnisse: maximale Feldstärke, maximale Induktion, Remanenz, Koerzitivfeldstärke, Kernverluste ... Das eingebaute Display zeigt alle berechneten Werte sowohl numerisch als auch grafisch an. Zum Standardumfang gehören ein eingebauter Thermodrucker und eine IEC-Bus-Schnittstelle.

nbn Elektronik GmbH  
Gewerbegebiet  
W-8036 Herrsching  
Tel.: 0 81 52/3 90  
Fax: 0 81 52/3 91-40



## Neues DMM der Oberklasse

Philips präsentierte auf der Productronica 91 seine neueste DMM-Entwicklung. Das PM 2530 ist ein voll systemfähiges Digital-Multimeter mit einer Auflösung von 7 1/2 Stellen, entsprechend 20 000 000 Digits. Das Gerät dürfte mit seiner hohen Meßgeschwindigkeit, Auflösung und Genauigkeit die Anforderungen modernster Industrie-, Forschungs- und Laborapplikationen erfüllen.

Im direkten Betrieb kann es bis zu 1000 Meßwerte/s mit einer Auflösung von 10 µV seiner IEEE-Schnittstelle übergeben. Zur Erzielung noch höherer Meßgeschwindigkeiten – bis zu 50 000 Meßwerte/s – kann der interne Speicher bis zu 15 000 Meßwerte aufnehmen.

Obwohl in erster Linie für System-Applikationen konzipiert, eignet sich das PM 2530 aufgrund seiner hohen Auflösung und Genauigkeit (±18 ppm vom Meßwert +2 ppm vom Endwert für 90 Tage im 2-V-DC-Bereich) ebenso gut als Tischgerät in Forschung und Entwicklung. Die Bedienung ist menügeführt, so daß sich auch die meisten Sonderfunktionen ohne Blick ins Handbuch finden lassen. Weitere Zusatzfunktionen wie interne Mittelwertbildung, Filterung und Wichtung erweitern den Anwendungsbereich. Der Preis für das neue DMM beträgt 8200 D-Mark plus MwSt.

Philips/Fluke GmbH  
Miramstr. 87  
W-3500 Kassel  
Tel.: 05 61/5 01-0  
Fax: 05 61/5 01-598



## PowerLab: Meßtechnik-Softwarepaket für Turbo Pascal

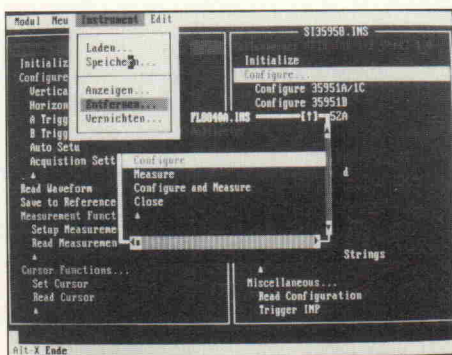
Die Aufgaben eines Programmierers in der Meßtechnik sind praktisch immer Varianten einiger Grundverfahren: Gerätesteuerung, Schnittstellenbedien- und Datenerfassung, Anwendung mathematischer Methoden, Speicherung und grafische Darstellung. Für diese Verfahren stellt PowerLab eine einheitliche, interaktiv zu bedienende Umgebung bereit. Die Gerätesteuerung erfolgt über den Aufruf von Funktionen, die über Dialogfenster mit Parametern versorgt werden. Diese Fenster zeigen Ein- und Ausgabe-Elemente ähnlich den Bedienelementen eines realen Gerätes.

Mit Turbo Pascal steht dem Programmierer die effiziente Benutzeroberfläche TurboVision zur Verfügung. PowerLab ist so gestaltet, daß sich dieses Konzept bei der Entwicklung von Meßtechnikprogrammen nahtlos fortsetzt. Mit diesem 'Baukastensystem' lassen sich technisch-wissenschaftliche Problemstellungen lösen, es unterstützt die interaktive Bedienung

von Meßsystemen und die Entwicklung applikationsspezifischer Software im MSR-Bereich, aber auch auf den Fachgebieten Maschinenbau, Physik, Chemie und Medizin.

PowerLab benutzt bei allen Menüpunkten und Meldungen deutsche Texte. Die deutschen Handbücher zum PowerLab-Paket enthalten ausführliche Beispiele. Alle Module sind auch einzeln verfügbar. Der Einführungspreis von 1980 DM zuzüglich MwSt. ist bis zum 31. 3. 1992 gültig.

Meilhaus Electronic GmbH  
Fischerstraße 2  
W-8039 Puchheim  
Tel.: 0 89/80 70 81  
Fax: 0 89/80 83 16



## Dosieren mit Köpfchen

Daß Dosieren nicht gleich Dosieren ist, demonstrierte auf der Productronica die Firma Martin mit ihrem neuen, zum Patent angemeldeten Integrations-Verfahren des Clever-Dispens-01. Das Dosiergerät ist in der Lage, sowohl die Temperatur des zu verarbeitenden Stoffs zu berücksichtigen als auch Druckschwankungen auszugleichen.

Die Mikroprozessorsteuerung 'kennt' das Fließverhalten von SMD-Klebstoffen und -Lötpasten. Man wählt lediglich via Tastatur das verwendete Medium aus, kalibriert das Gerät

und erreicht danach exakt reproduzierbare und präzise Druckvolumina. Auch bei Temperaturschwankungen treten nun keine Fehler mehr auf, das Gerät regelt selbständig den richtigen Dosierdruck. Dieser 'Generationswechsel' in der Dosiertechnik bietet dem Anwender einfache Handhabung und trägt den steigenden Qualitätsanforderungen in der Fertigung Rechnung.

Martin GmbH  
Hauptstr. 57  
W-8031 Weßling  
Tel.: 0 81 53/14 15  
Fax: 0 81 53/15 22

## Rollender Diener

Unter der Bezeichnung EGB-Rollboy stellte Licefa ein neues, leitfähiges Rollmagazin vor. Dabei handelt es sich um eine mobile Einheit für elektronisch gefährdete Bereiche in Fertigung und Labor. Bei der Schubladeneinteilung dieses rollenden Ordnungssystems kann man aus drei verschiedenen Versionen wählen; das Bild zeigt Version 3 mit zwölf Schubladen 340 mm x 250 mm x 40 mm sowie acht Schubladen 340 mm x 250 mm x 62 mm (Innenmaße). Version 1 verfügt über 24 Schubladen (Innenhöhe 40 mm), Version 2 über 16 Schubladen (Innenhöhe 62 mm).

Elf leitfähige tiefgezogene Standardeinlagen stehen zum Einteilen einer Schublade zur Verfügung. Elektrostatische Ladungen können keinen Schaden anrichten, da der EGB-Rollboy auf leitenden Rollen gleitet. Zudem stellen Kupferbänder



leitfähige Verbindungen zwischen den Metallrahmen her. Weitere Merkmale sind die leitfähigen Unterböden sowie eine leitfähige Arbeitsmappe mit den Abmessungen 585 mm x 365 mm inklusive Armbändern.

Licefa Kunststoffverarbeitung  
GmbH & Co. KG  
Lemgoer Str. 11  
W-4902 Bad Salzungen 1  
Tel.: 0 52 22/28 04-0  
Fax: 0 52 22/28 04 35



... an Ihre Konstruktion angepasste Sonderkühlkörper erbringen entscheidende Vorteile gegenüber Standardlösungen. Durch optimierte CNC-Bearbeitungszeiten fertigen wir kostengünstig und anwendergerecht.

**fischer elektronik**

Nottebohmstraße 28 • W-5880 Lüdenscheld

☎ 023 51/435-0 • ☎ 826 751 • Fax: 023 51/457 54

Wir stellen aus: Electrotec, Hamburg, Halle: 9 EG, Stand: 9002



# Eastern Digital

## Metra Blansko Labormultimeter M1T390

**Hartmut Rogge  
Siegfried Fleischmann**

Für Ost und West ist die (Handels-)Welt größer geworden. Daß der Warenverkehr aber nicht nur in Richtung des ehemaligen Comecon gehen muß, will das Steinbacher Unternehmen Ritschel mit dem Vertrieb tschechoslowakischer Labormeßtechnik beweisen. Ein 4 1/2stelliges Labormultimeter aus dem Hause Metra Blansko stand der Elrad-Redaktion zur Begutachtung mit West-Augen zur Verfügung.



Wie immer man an ein 'Ost'-Gerät herangeht: Irgendwie sind Vorurteile à la Nixi-Röhrenanzeige, Beschriftung in Kyrillisch und Hammerschlaglack fürs Gehäuse im Hinterkopf. Aber das M1T390 präsentierte sich als 'normales' Meßgerät im nicht ganz getroffenen Siemens-Braunton. Die Einstelllemente sind Taster mit optischer 'On'-Anzeige und einem satten 'Knackpunkt'. Der Meßwert, die Meßbereiche und Statusmeldungen werden per Rot-LED angezeigt. Unter den Zustandsmeldungen findet man auch REM (Remote), sie weist auf die Systemfähigkeit des Gerätes hin. Beim M1T390 kann man zwischen serienmäßiger IEC- und RS-232-Ausstattung (galvanisch getrennt) wählen.

Neben den üblichen Meßbereichen ist zusätzlich ein Temperaturbereich vorhanden, der mit dem optional erhältlichen Sensorelement Messungen im Bereich  $-200^{\circ}\text{C}$ ...  $550^{\circ}\text{C}$ , mit einer Abweichung von maximal 0,7 % erlaubt.

Als Funktionen stehen 'Hold', Relativmessung sowie ein zuschaltbares Filter zur Verfügung. Weiterhin kann die Meßwertanzeige bis hinunter auf eine Stelle eingeschränkt werden. Die berührungssicheren Meßbuchsen sind einheitlich schwarz, eine farbliche Unterscheidung von 'Hi' und 'Lo' hätte ganz gutgetan. Man findet wie üblich einen abgesetzten 1-kV-Ein-

gang und – in dieser Meßgeräteklasse eine Besonderheit – Vierleitermeßtechnik für den Widerstandsbereich, die gerade bei der Bestimmung kleiner Widerstände Gold wert ist. Das M1T390 zeigte im 200- $\Omega$ -Meßbereich bei 4-Draht-Betrieb bis 10  $\Omega$  keinerlei Abweichung vom Kalibratorwert, erst 'in der Gegend' oberhalb 100  $\Omega$  war eine Abweichung von -0,02 % erkennbar.

Diese Werte sind allerdings nicht mit den mitgelieferten Meßschnüren zu ermitteln, sie 'wackelten' in den Buchsen – zumindest beim Testgerät. Stichwort Buchsen: Es sei noch auf das Netzkabel hingewiesen, an der Geräteseite der Leitung befindet sich eine Art miniaturisierte Warmgerätekupplung, die mit nichts in Europa vergleichbar ist.

### Innenansicht

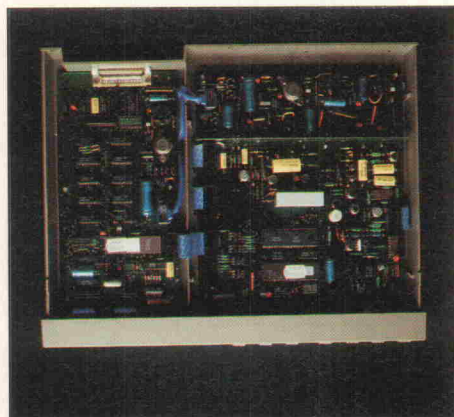
'Prall gefüllt' ist der erste Eindruck, den das Gerät nach Entfernen des Gehäuses macht (Bild 1). Die Platinen sind konventionell bestückt, die Bauelemente haben hohen Wiedererkennungswert. Vergleicht man den Fertigungs- und Bauteilestandard der Metra-Blansko-Boards mit Produkten dieser Klasse aus aktueller westlicher Fertigung, klaffen hier einige Design-Jahre – die aber sicherlich keinen Einfluß auf die Gerätequalität haben. Herzstück ist ein Controller vom Intel-Type 8751, der sich um alles – Messung, Anzeige und Funktionen – kümmert.



## Gerätedaten M1T390

Hersteller	Metra Blansko
Vertrieb	Robert Ritschel Industriestr. 11 W-6374 Steinbach/Ts. Tel.: 0 61 71/7 87 54, Fax: 0 61 71/8 53 77
Preis	1500,- DM (zzgl. MwSt.)
Auflösung Anzeigeumfang	1...4 1/2 Stellen 19999
Gleichspannung (Bereich/Fehler)	20 mV $\pm 0,02 \% \text{ MW} + 0,02 \% \text{ MBE}$ 20 mV...200 V $\pm 0,02 \% \text{ MW} + 0,01 \% \text{ MBE}$ 1 kV $\pm 0,03 \% \text{ MW} + 0,02 \% \text{ MBE}$
Gleichstrom (Bereich/Fehler)	alle Bereiche $\pm 0,05 \% \text{ MW} + 0,01 \% \text{ MBE}$
Wechselspannung (Bereich/Fehler)	200 mV...20 V $0,3 \% \text{ MW} + 0,06 \% \text{ MBE}$ (45 Hz < f < 10 kHz) 200 V $\pm 0,3 \% \text{ MW} + 0,06 \text{ MBE}$ (45 Hz < f < 10 kHz) 1 kV $\pm 0,3 \% \text{ MW} + 0,15 \% \text{ MBE}$ (45 Hz < f < 1 kHz)
Wechselstrom (Bereich/Fehler)	alle Bereiche $0,5 \% \text{ MW} + 0,1 \% \text{ MBE}$ (45 Hz < f < 1 kHz)
Widerstand (Bereich/Fehler)	200 $\Omega$ ...200 k $\Omega$ $0,05 \% \text{ MW} + 0,01 \% \text{ MBE}$ 2 M $\Omega$ $0,1 \% \text{ MW} + 0,02 \% \text{ MBE}$ 20 M $\Omega$ $0,5 \% \text{ MW} + 0,1 \% \text{ MBE}$
Besonderheiten	wahlweise IEC- oder RS-232C-Schnittstelle
Option	PT-100-Element

MW = Meßwert, MBE = Meßbereichsendwert

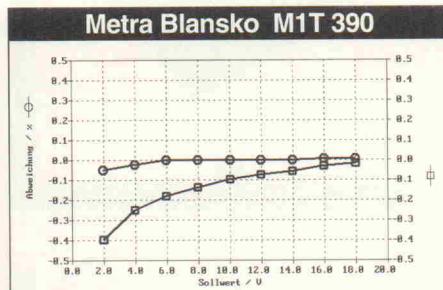


**Bild 1.** Nur eine Seite der Medaille: Prozessor-Board, Schnittstelle und Stromversorgung. Die andere beherbergt die Meßsignalaufbereitung.

Lediglich die Schnittstelle, in unserem Gerät war es die IEC-Ausführung, ist mit eigener Intelligenz in Form eines 8748 ausgestattet. Beim Wandlungsverfahren setzt Metra Blansko auf ein diskret realisiertes, aufwendiges Integrationsverfahren. Daß sich dieser Einsatz lohnt, beweist ein Blick auf die Linearitätskurven in Bild 2.

### DIP-Schalter heißt Tablo Klávesnice

Das Handbuch lag zum Testzeitpunkt nur in der tschechischen Ausführung vor. Laut Importeur arbeitet man gerade an der deut-



**Bild 2.** Gute Linearität im 20-V-Gleichspannungsbereich (runde Stützpunkte) und eine - wie bei Multimetern üblich - etwas abfallende Qualität im Wechselspannungsbereich.

schen Übersetzung. Sollte dies 1 : 1 geschehen, bekommt man eine Dokumentation inklusive Schalt-, Bestückungsplan und Kalibrieranleitung in die Hand, die keine Wünsche offenläßt.

### Fazit

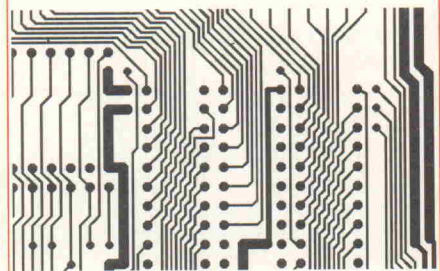
Das Metra Blansko soll in der Bundesrepublik für 1500,- DM zuzüglich Mehrwertsteuer verkauft werden. Es bietet damit ein gutes Preis/Leistungsverhältnis, wenn man an die serienmäßige Ausstattung mit Vierleitermeßtechnik und einem IEC-Bus denkt. Letzterer schlägt ja üblicherweise als Option preislich gewaltig ins Kontor. Was man vermißt, sind Zusatzfunktionen wie beispielsweise eine dB-Skalierung oder Mathematikfunktionen. Dafür bietet das Gerät, weil es systemfähig ist, die Möglichkeit der Kalibrierung per Software.

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



**EAGLE 2.0**

Schaltplan ■ Layout ■ Autorouter



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

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

Genügend Gründe, um sich einmal unsere voll funktionsfähige Demo anzusehen, die mit Original-Handbuch geliefert wird. Damit können Sie den Schaltplan-Editor und den Layout-Editor ebenso testen wie unseren Autorouter.

EAGLE-Demo-Paket mit Handbuch	25 DM
EAGLE-Layout-Editor (Grundprogr.)	844 DM
Schaltplan-Modul	1077 DM
Autorouter-Modul	654 DM

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



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



# MC-Tools für Entwicklung und Ausbildung

Die 8051-Microcontroller Familie

Für den PC  
XT/AT/386/486 mit  
Diskette und Platine  
DM 119,-



Einführung in die  
Software mit Assembler  
und Disassembler  
DM 148,-



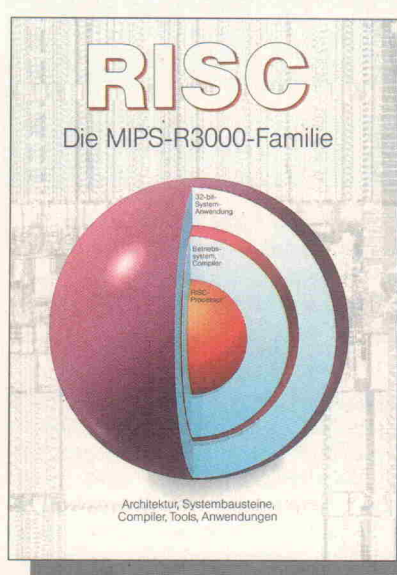
Bausteine und  
Applikationen. Vom  
8051 zum 80C517A  
DM 68,-



Für den PC  
XT/AT/386/486 mit  
Diskette und Platine  
DM 119,-



Handbuch für den  
80C517/80C517A  
DM 68,-



Die MIPS-R3000-  
Familie  
DM 98,-



# Bücher und Hilfsmittel für Entwicklung und Ausbildung

## MC-Tools 1

**für den XT/AT mit dem Mikrocontroller 80C535**

von O. Feger und A. Reith  
ISBN 3-928434-00-4 256 Seiten

Dieses Buch hilft Ihnen, sich mit Hardware- und Software-Tools in die Materie der Mikrocontroller einzuarbeiten und ermöglicht Applikationen schneller zu realisieren. Die beiliegende unbestückte Platine ist im PC XT, AT, 386 oder 486 einzusetzen. Die beiliegende Software ist darauf ablauffähig. Die Programme leisten:

**HEXLOAD** lädt ein Programm-/Datenfile in Intel-HEX-Notation in den MC-Speicher. **HW-DEBUG** und **SW-DEBUG** ermöglichen Test und Fehlersuche in Ihrer Hardware und Software. **OSCI**: Wie beim Speicheroszillographen sehen Sie bis zu 8 Analog- und 8 Digital-Kanäle. Sie können Triggern, Schwellwerte, Zoomen, Hardcopies und Farben und vieles mehr einstellen (nur EGA/VGA).

Die PC-535-Karte enthält ein 80C535-System mit bis zu 64 Kbyte gemeinsamen Befehls/Datenspeicher. An der PC-Rückseite sind 8 Analog-/Digital-Inputs und 16 Digital-Inputs/Outputs verfügbar.

## Zum Buch PC-Tools 1

Bausatz zur Platine DM 148,-  
Betriebsfertige Platine DM 350,-  
Leerplatine DM 58,-  
Mikrocontroller 80C535 DM 34,-  
(incl. MwSt.)

## MC-Tools 2

**Die 8051-Mikrocontroller-Familie Einführung in die Software mit Assembler und Disassembler**

von O. Feger  
ISBN 3-928434-04-7 351 Seiten

Das Buch führt in die Programmierung der 8051-Familie ein, enthält Applikationsprogramme und ein Kapitel über Projekttechnik. Außerdem einen makrofähigen Assembler, Linker, HEX-Konverter und Disassembler. Die wichtigsten Programmbeispiele befinden sich ebenfalls auf der Diskette.

## MC-Tools 3

**Die 8051-Mikrocontroller-Familie vom 8051 zum 80C517A**

**Bausteine und Applikationen**  
von O. Feger  
ISBN 3-928434-05-5 413 Seiten

Das Buch ist eine aktualisierte und erweiterte Neuauflage der beiden Bücher 'Die 8051-Mikrocontroller-Familie' und 'Applikationen zur 8051-Mikrocontroller-Familie'. Der erste Teil beschreibt die Bausteine, der zweite Teil die Applikationen. Es enthält auch ein Kapitel über sichere und fehlertolerante Systeme.

## MC-Tools 4

**für den XT/AT mit dem Mikrocontroller 80C537**

von O. Feger und A. Reith  
ISBN 3-928434-06-3 303 Seiten

Dieses Buch entspricht im wesentlichen dem MC-Tools 1. Das System bezieht sich jedoch auf den 80C537 bzw. 80C537A. Der 80C537 hat folgende zusätzliche Eigenschaften: 1 8-bit-Port, eine zweite serielle Schnittstelle, eine schnelle 16-bit-Arithmetik, 7 weitere Data Pointer sowie eine schnelle PWM-Einheit mit 8 Ausgängen. Der **80C537A** hat außerdem noch 2 Kbyte internes RAM und einen schnellen 10-bit-A/D-Wandler.

Jan. 92

## Zum Buch PC-Tools 4

Bausatz zur Platine DM 168,-  
Betriebsfertige Platine DM 398,-  
Leerplatine DM 58,-  
Mikrocontroller 80C535 DM 39,-  
(incl. MwSt.)

## MC-Tools 5

**Handbuch des 80C517 und 80C517A**

von R. Johannis und N. Papadopoulos  
ISBN 3-928434-07-1 360 Seiten

Der 80C517 und 80C517A sind die bisher leistungsfähigsten und vielseitigsten 8-bit-Mikrocontroller. Sie enthalten die Eigenschaften des 80C515. Das Buch beschreibt diese Bausteine vollständig.

## RISC Die MIPS-R3000-Familie

von R. J. Brüß  
(in englisch und deutsch)  
ISBN 3-928434-01-2 d. 358 Seiten  
ISBN 3-928434-07-1 e. 340 Seiten

24 deutsche und amerikanische Autoren lieferten die Beiträge zu diesem Buch. Es behandelt alle relevanten Themen zu dieser RISC-Familie. Dem Einsteiger vermittelt es systematische Grundkenntnisse; den Kenner unterstützt es bei der Suche nach geeigneten Systemkonzepten.

## Zu Beziehen durch den Buchhandel,

In der Schweiz durch



Gurzzelenstrasse 6  
CH-2502 Biel/Bienne

Tel. 032 410 111  
Fax. 032 41 49 49

## ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH  
W.-Mellies-Straße 88  
4930 DETMOLD  
Telefon 0 52 32/81 71  
FAX 0 52 32/8 61 97

### oder

BERLIN	0 30/7 84 40 55
HAMBURG	0 41 54/28 28
BRAUNSCHWEIG	05 31/7 92 31
MÜNSTER	02 51/79 51 25
AACHEN	02 41/87 54 09
FRANKFURT	0 69/5 97 65 87
MÜNCHEN	0 89/6 01 80 20
LEIPZIG	09 41/28 35 48
SCHWEIZ	0 64/71 69 44
ÖSTERREICH	02 22/2 50 21 27

## oder den Verlag

**Feger + Reith**  
**Hardware + Software Verlags OHG**

Herzog-Wilhelm-Str. 11  
Dw-8220 Traunstein  
Tel. 0861-15218  
Fax 0861-15326

Änderungen vorbehalten

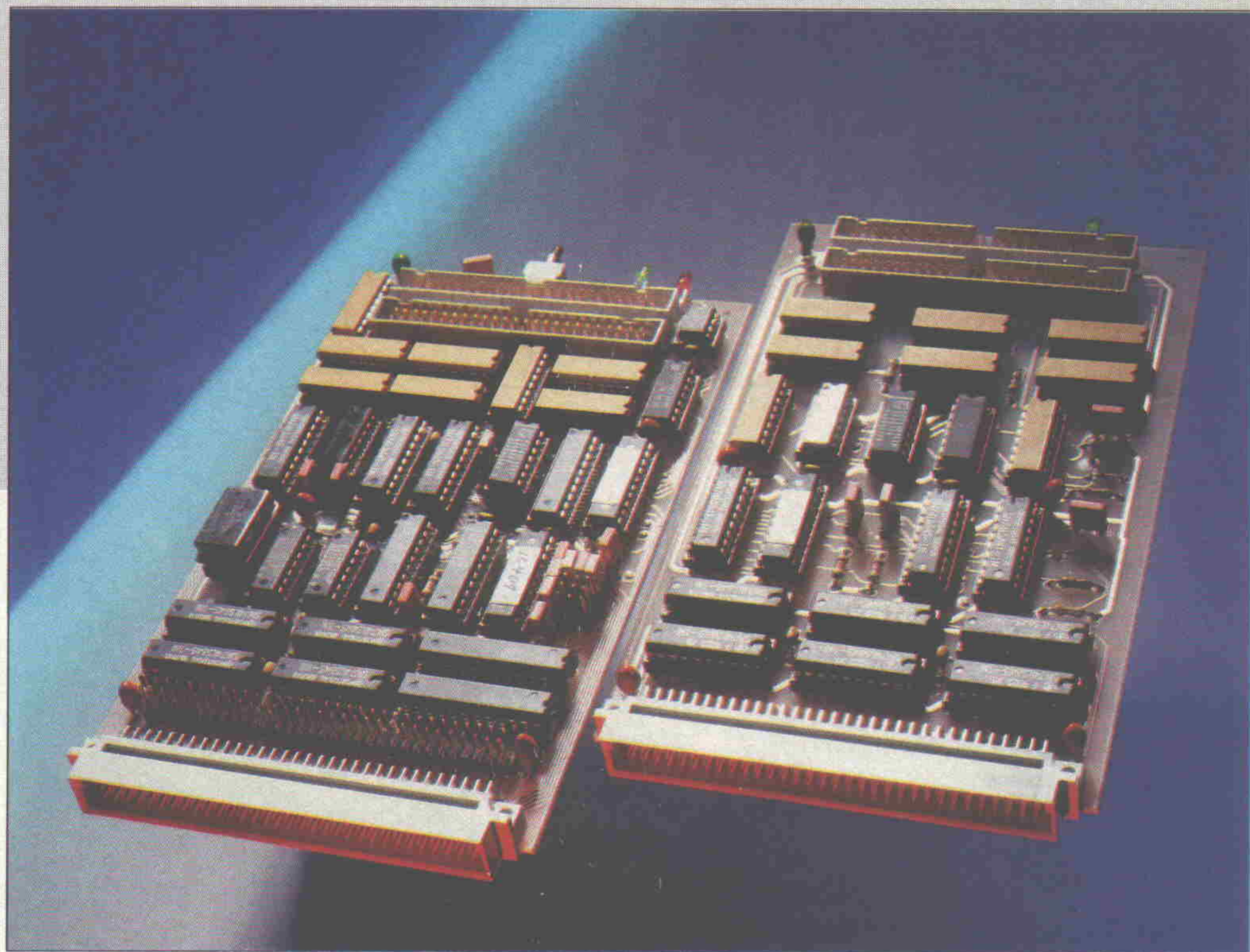


# Der VMEboss

## Mehr VMEbus für Atari Mega STE/TT

**Klaus Hitschler**

Seit zehn Jahren gibt es den VMEbus, und seit gut einem Jahr gibt es Atari-Rechner, die serienmäßig mit einem sogenannten VMEbus-Steckplatz ausgestattet sind. Aber nicht überall, wo VME drauf steht, ist auch VME drin. Obwohl die 68000er wie für den VMEbus geschaffen sind und Atari ihren Rechnern bis dato keinen standardisierten Bus mit auf den Weg gegeben hatte, handelt es sich beim 'Atari-VMEbus' nur um eine 'Sparversion' des Standards. Hier ist die Lösung: das Atari-VMEbus-Interface.



**D**er grundlegende Artikel zum Thema VMEbus (Elrad 11/91) sparte etwas aus: die Hintergründe und die Schaltungstechnik der Busanfrage und Buszuteilung sowie die notwendigen Hilfsfunktionen (Utilities) zum Betrieb des VMEbus. Anhand eines Interface zwischen dem Atari Mega STE beziehungsweise Atari TT und einem VMEbus verdeutlicht der Artikel diese Funktionen.

'Warum ein Interface?' mag sich der Atari-User fragen, 'mein STE/TT hat bereits einen VMEbus-Steckplatz integriert!' Dies ist jedoch nur bedingt richtig. Zum Betrieb eines Slaves in 3-HE-Bauweise reicht dieser Steckplatz gerade aus. Will man jedoch weitere VMEbus-Karten betreiben oder gar eine Karte in 6-HE-Bauweise, dann sind STE oder TT überfordert. Der findige Elektroniker überlegt nicht lange. Er legt mittels Flachbandkabel die Signale nach 'draußen' und verbindet sie mit einer externen VMEbus-Rückwand. Schon sind bis zu zwanzig Steckplätze verfügbar – denkt er noch ...

... und hat leider übersehen, daß die Atari-Entwickler an den Treiberleistungen der VMEbus-Transceiver gespart haben. An dieser Stelle hat man wohl kaum nach der Devise 'power without the price' – O-Ton Jack Tramiel, Chef von Atari – verfahren. Die Busabschlüsse sind beim Atari-VMEbus nicht so niederohmig ausgelegt, wie es der Standard vorsieht. Für einen einzigen Steckplatz mögen die 74LS245-Treiber noch ausreichen, aber den Kapazitäten eines Flachbandkabels und mehrerer Steckplätze sind sie bestimmt nicht mehr gewachsen. 'Dann setze ich noch 74LS645-1-Treiber dazwischen', überlegt der User weiter. Spätestens wenn er mit seinem ersten Master auf dem VMEbus experimentiert, entpuppt sich auch dieser Versuch als Trugschluß.

STE oder TT tolerieren keine Master-Karte in ihren Slots – noch besser, die Rechner kennen keinen Buszuteilungsmechanismus. Diese fehlenden Eigenschaften fügt das Elrad-VMEbus-Interface den Rech-

nern hinzu. Es ist keine unterstützende Software zum Betrieb des Interface notwendig. Es verhält sich vollkommen transparent zu jeder bestehenden Software – sieht man von kleinen Verzögerungen ab. Nur CPU-Takte zählende Software könnte sich gestört fühlen. Doch bevor es an die Hardware geht, zunächst noch einige Grundlagen.

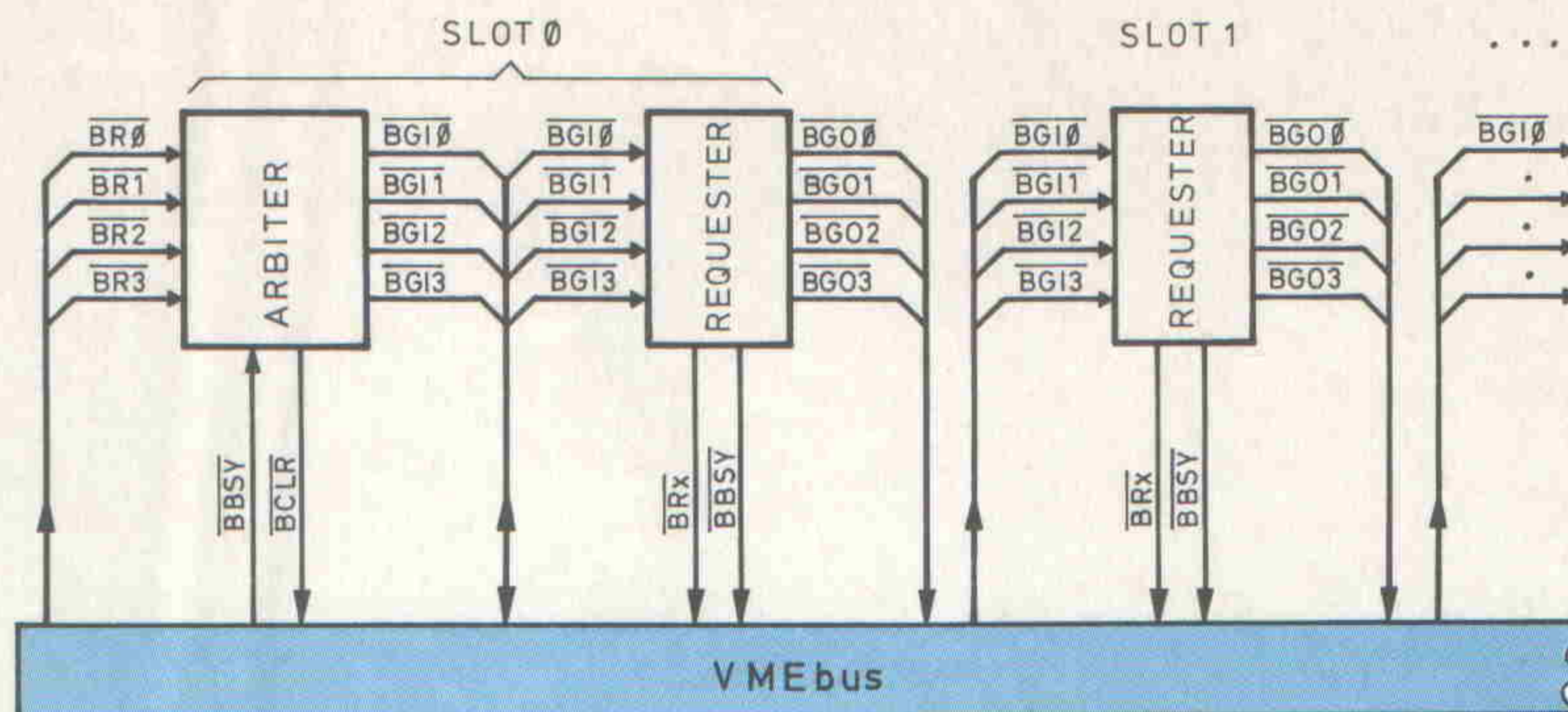
### Zuteilung nur auf Anfrage

In älteren VMEbus-Systemen zählen Konfigurationen mit mehreren Masters auf dem VMEbus zu den Ausnahmen. Entsprechend nachlässig achtete man bei der Entwicklung der Master auf das notwendige Schaltungsteil, den Requester. Die eine Master-Einheit auf dem Bus besaß immer die Ressource 'VMEbus' und war nie gezwungen, sie mit anderen zu teilen.

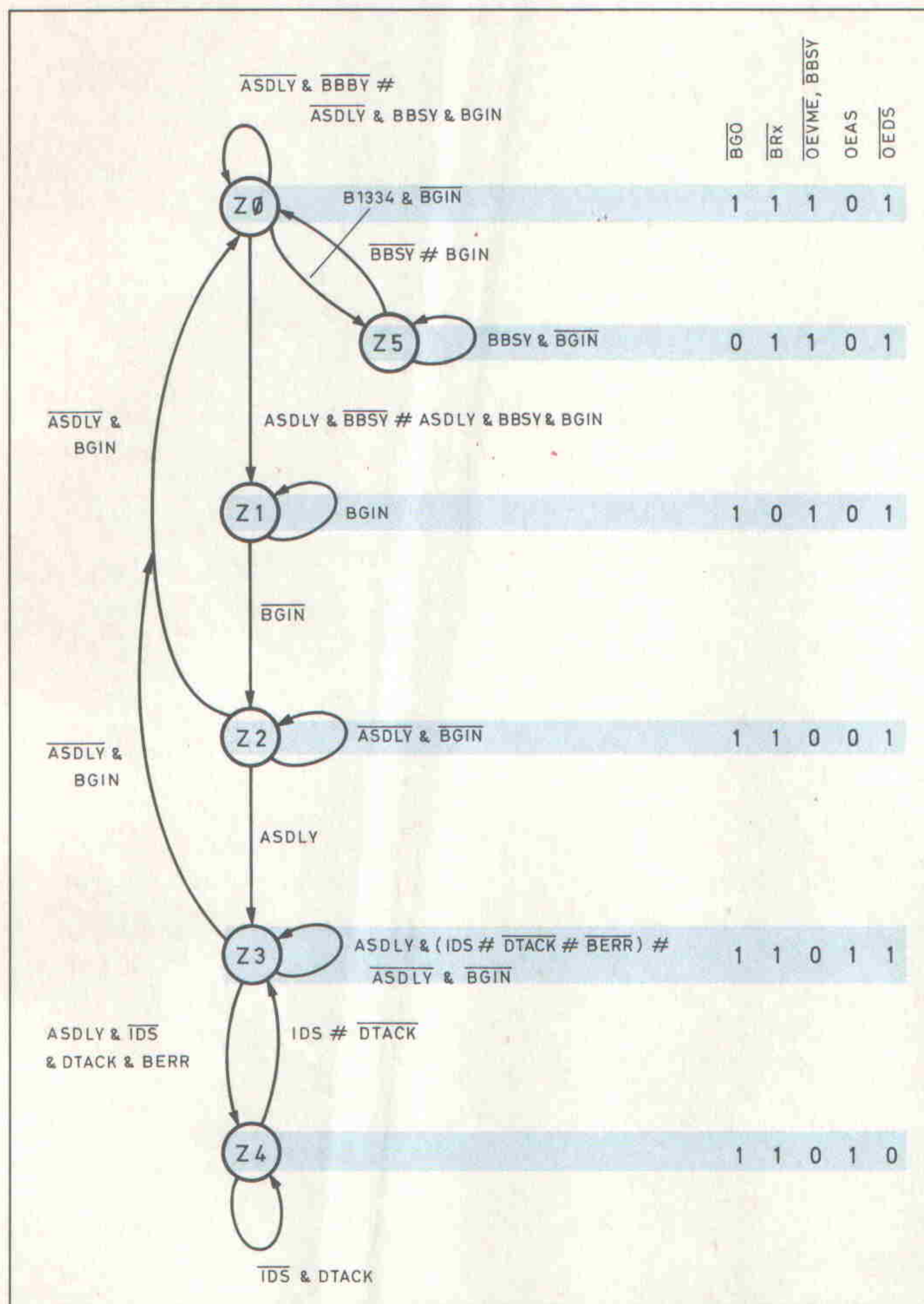
Der Requester ist für jeden VMEbus-Master Vorschrift. Vor der Benutzung des VMEbus durch einen Master muß dieser



**Bild 1. Die Anordnung von Arbitern und Requestern auf dem VMEbus.**



**Bild 2. Die Zustandmaschine des Requesters, wie er auf dem Elrad-Interface realisiert ist.**



zunächst die Zugriffserlaubnis einholen. Der Anfragende muß so lange warten, bis ihm die Erlaubnis zum Eintritt erteilt wird. Ein zentraler 'Schiedsrichter', der Arbitr, verwaltet die Anfragen der Requester und erteilt nach seinem Kriterium eine eindeutige Erlaubnis.

Zur genaueren Erläuterung dieses Vorgangs bedient man sich am besten eines 'Beispiel-Masters'. Dieser sei auf die Benutzung der Anfrage-Ebene 3 konfiguriert, das heißt, es werden die Signale BR3\* und BG3IN\*/BG3OUT\* des VMEbus benutzt:

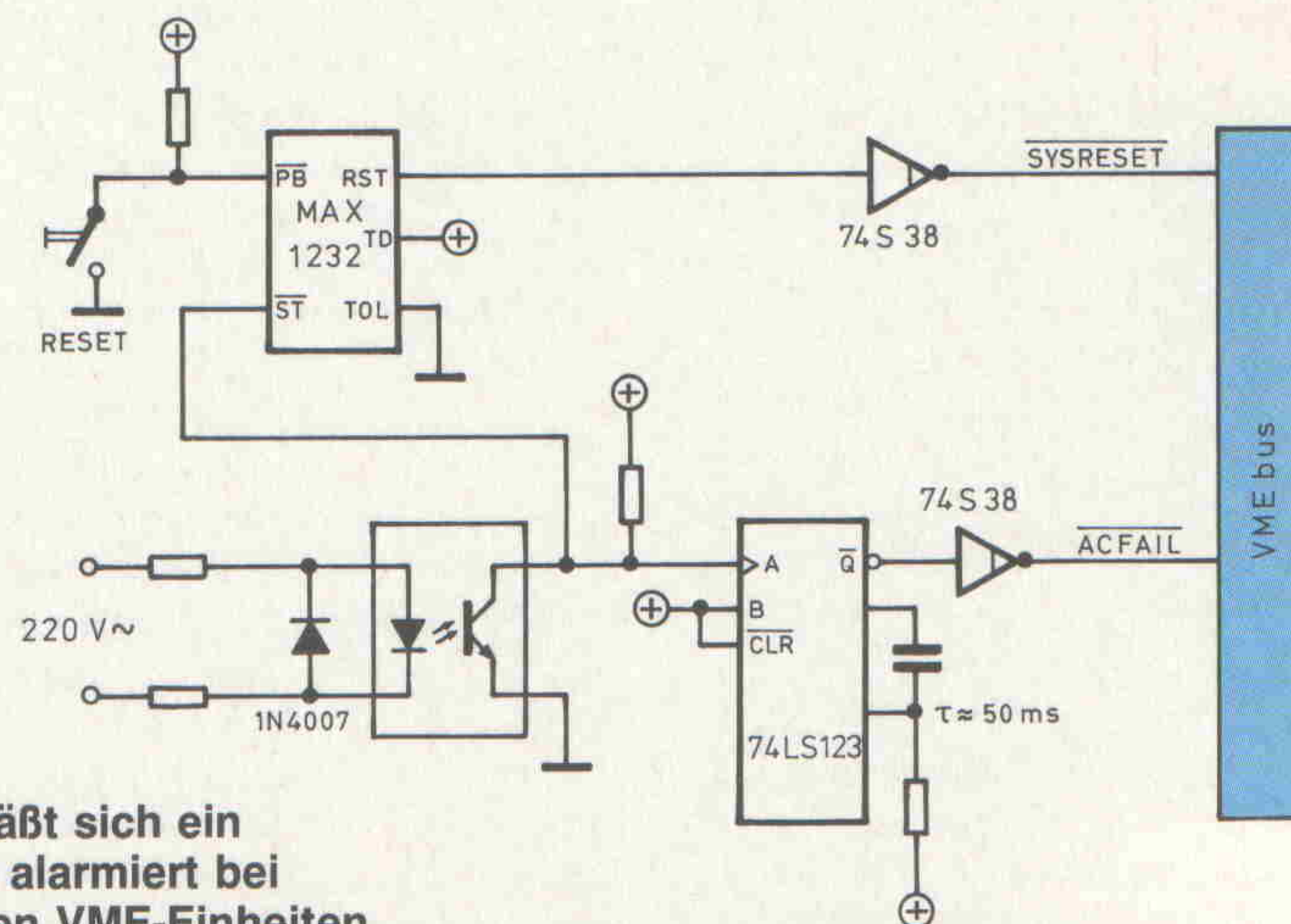
Nachdem der Master festgestellt hat, daß er für einen Datentransfer den VMEbus benötigt, akti-

viert er sein BR3\*-Signal auf dem Bus. Der Arbitr erkennt das anstehende BR3\*-Signal und schaut nach, ob BBSY\* inaktiv ist – ein anderer Master könnte noch BBSY\* aktiv halten und damit seinen Besitzanspruch auf den Data-Transferbus anzeigen. Ist dem so, muß der Arbitr warten, bis der andere Master seinen Anspruch abgibt und BBSY\* deaktiviert. Am Rande bemerkt: Es gibt keine zeitliche Grenze, wie lange ein Master den Bus belegen darf; solange jedoch ist der Bus für andere Master blockiert.

**Bild 3. Ohne großen Aufwand läßt sich ein ACFAIL\*-Signal generieren. Es alarmiert bei Netzausfall die angeschlossenen VME-Einheiten.**

Sobald BBSY\* inaktiv ist, wird BG3IN\* des ersten Steckplatzes aktiv und wandert, falls diese Einheit den Bus zur Zeit nicht auf dieser Ebene anfragt, zu BG3OUT\* desselben. So handelt sich das Signal an der 'Daisy-Chain' entlang, bis es den Requester erreicht. Dieser interpretiert das Eintreffen des Signals BG3IN\* an seinem Steckplatz als Buszuteilung und aktiviert umgehend BBSY\* sowie seine Adreß-, Daten- und Steuerleitungen, wenn er BERR\* und DTACK\* als inaktiv erkennt. Seine Anfrage, BR3\*, nimmt er natürlich im gleichen Augenblick zurück. Der Arbitr erkennt das aktive BBSY\* als Aufforderung, sein Ausgangssignal BG3IN\* zurückzuziehen.

Ein weiteres Beispiel: Was unternimmt der 'Master-Master', wenn ein BG3IN\*-Signal eintrifft, er aber den VMEbus zur Datenübertragung nicht angefordert hat? Er reicht das Signal einfach als BG3OUT\* zum nächsten Steckplatz weiter. Die Funktion ähnelt der der Interrupt-Daisy-Chain (siehe hierzu Elrad 11/91). Zusätzlich sei an dieser Stelle noch bemerkt, daß der VMEbus nicht nur für Data-Transfers angefordert werden muß; auch Interrupt-Acknowledge-Zyklen erfordern die gleiche Vorgehensweise.



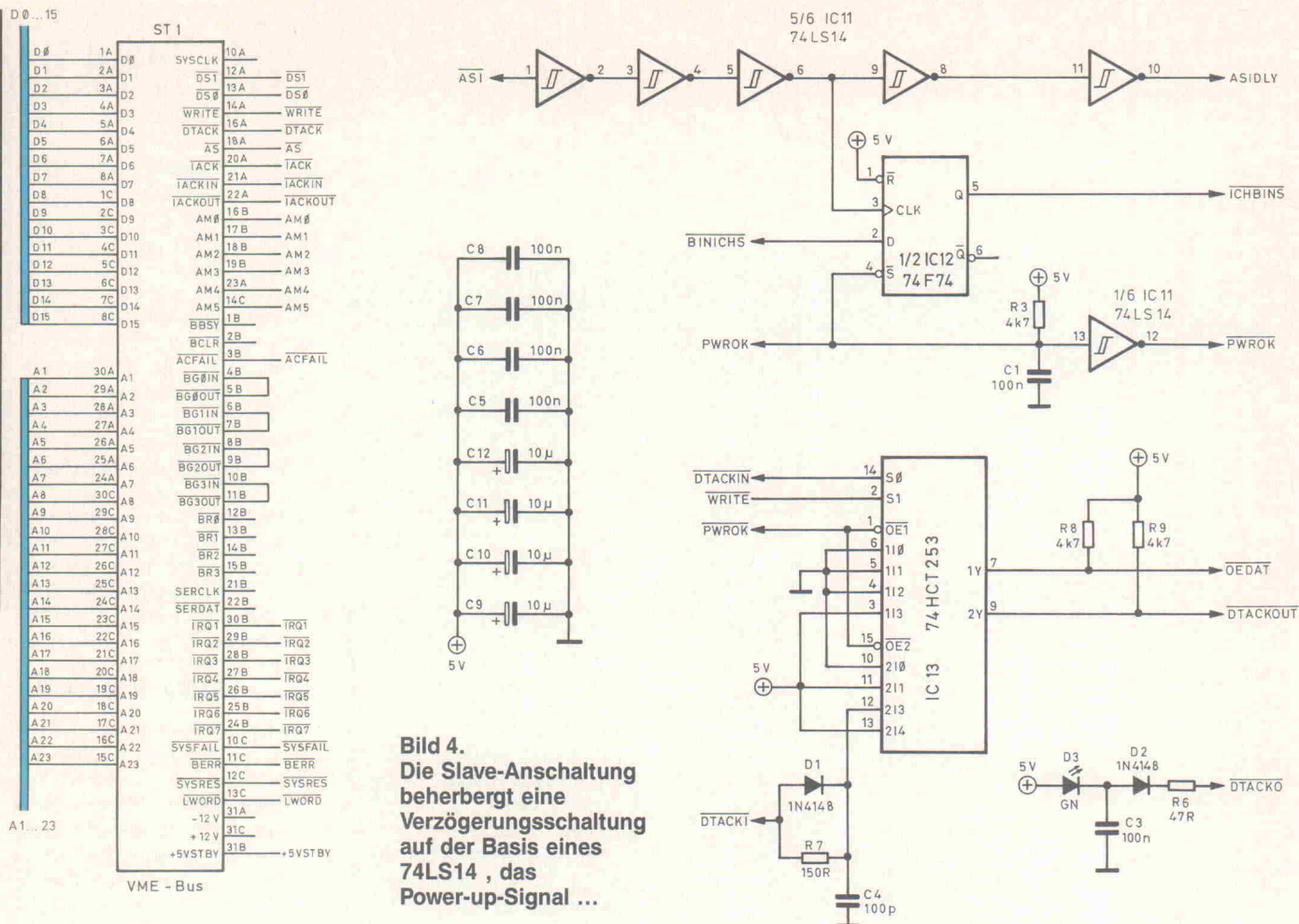
## Bus-Arbitration laut Protokoll

Ein VMEbus-Arbitr darf die vier Anfrage-Ebenen unterschiedlich behandeln. Der einfachste Arbitr-Modus ist der Single-Level-Arbitr, dessen Funktion obiger Beispielbeschreibung entspricht. Ein SGL-Arbitr – so die VMEbus-Terminologie – erlaubt nur Anfragen auf einer Ebene. Die Priorisierung der Zuteilung entspricht dann der Priorität der Steckplätze; Der Steckplatz direkt neben dem Arbitr besitzt die höchste Priorität, jeder weitere Nachbar eine entsprechend niedrigere. Der Arbitr muß immer im Steckplatz 0 – das heißt am Anfang der Daisy-Chain – beheimatet sein. Nicht von Master belegte Steckplätze, die in der Steckplatzpriorität vor dem letzten Master liegen, müssen alle vier BGxIN\*/BGxOUT\*-Leitungen gebrückt haben.

Andere Arbitr-Modi sind der 'Priority-Arbitr' (PRIO) und der 'Round-Robin-Scheduling-Arbitr' (RRS, Runder-Robert-Ringelreihen-Schiedsrichter??). Der PRIO-Arbitr priorisiert zusätzlich zum SGL-Arbitr die Anfragen innerhalb der vier Anfrage-Ebenen. Die Ebene 3 hat dabei die höchste Priorität und wird bei gleichzeitiger Anfrage einer anderen Ebene bevorzugt behandelt.

Eine Gleichverteilung der Zuteilungen kann man mit dem RRS-Arbitr erreichen. Hier wird eine Priorisierung der Ebenen absichtlich vermieden, um in VMEbus-Systemen mit vielen gleichwertigen Master jedem eine Chance auf den Zugriff zu geben. Bild 1 zeigt im Detail eine übliche Anordnung von Arbitr und Requestern auf dem VMEbus. Meistens wird im Steckplatz 0 sowohl der Ar-





biter als auch der erste Requester auf einer Steckkarte anzu finden sein. Auch das Elrad-Interface hat beide Einheiten auf einer Karte integriert.

Manche Arbitr erzeugen nach bestimmten Kriterien das Signal BCLR\*, Bus-clear. Ein Kriterium könnte ein anstehendes höher priorisiertes BRx\*-Signal sein. BCLR\* soll den momentanen Busbesitzer auffordern, den Zugriff auf den Bus freizugeben. Diese Aufforderung ist jedoch nicht verpflichtend und wird in der Praxis meistens ignoriert.

## Auf Anfrage freigeben

Auch die Auslegung des Requesters kennt verschiedene Formen, die sich in ihrer Art, den VMEbus anzufragen beziehungsweise festzuhalten, unterscheiden. Die am weitesten verbreitete Form ist der RWD-Requester (Release-when-done, Loslassen-wenn-fertig). Dieser Requester gibt nach jedem Zugriff auf den VMEbus seine Berechtigung zur erneuten Verteilung wieder ab. Nur wenn ein anderer Master zugreifen will,

gibt der ROR-Requester den VMEbus frei (Release-on-Request, Loslassen bei Anfrage). In der Zwischenzeit bleibt der Bus, auch wenn er aktuell vom zugehörigen Master nicht gebraucht wird, für ihn reserviert. In manchen Fällen werden hierdurch die Zugriffszeiten über den VMEbus verkürzt, da viele unnötige Buszuteilungen vermieden werden. Der FAIR-Requester verhält sich sportlich. Er schaut vor dem Aktivieren seines BRx\*-Signals nach, ob dieses Signal nicht schon aktiv ist, und verknüpft sich dann so lange die Anfrage, bis das Signal inaktiv wird. Damit wird erreicht, daß selbst bei hoher Busbelastung nach ihrem Steckplatz niedrig priorisierte Master eine reelle Chance haben, den Data-Transfer-Bus noch zugeteilt zu bekommen.

Im Bild 2 ist die Zustandsmaschine des Requesters auf der Elrad-Interface-Karte im Diagramm dargestellt. Die Zustände Z0, Z2 werden von allen Requestern realisiert. Zustand Z2 aktiviert das BBSY\*-Signal. Die Zustände Z3 und Z4 erzeugen die Steuersignale des Data-Transfer-Bus. Sie gehören ge-

naugommen nicht mehr zum Requester, sondern sind ein Teil des Data-Transfers. Eine Ausnahme in der Verarbeitung stellt der Übergang von und zu Z5 dar. Dieser Zustand tritt nur ein, wenn nicht der eigene Requester das einlaufende BGxIN\*-Signal angefordert hatte.

## System-Controller-Funktionen

Jedes Rechnersystem braucht eine paar nützliche Unterstützungsfunktionen – so auch der VMEbus. Hierzu gehören die Erzeugung eines Bustakts, SYSCLK, und die Bereitstellung einer 'Bus-Timeout'-Einheit. Die Schaltungstechnik beider Einheiten ist im Elrad-Interface realisiert; sie wird an entsprechender Stelle eingehender erklärt.

Nützlich kann die Bereitstellung und Auswertung des ACFAIL\*-Signals sein. Gäbe es eine trickreiche Schaltung, die frühzeitig den Ausfall der Netzspannung auf der ACFAIL\*-Leitung ankündigt, so könnten intelligente VMEbus-Einheiten – vorausgesetzt, sie überwachen das

Signal – ihre Daten im sprichwörtlich letzten Augenblick in einen nichtflüchtigen Speicher retten oder wichtige Notabschaltungen durchführen.

Diese Schaltung muß nicht erst erfunden werden; Bild 3 zeigt eine solche, die sich mit einfachen Mitteln realisieren läßt. Über entsprechende Vorwiderstände erzeugt der Optokoppler alle 40 ms einen Trigger-Impuls für das Monoflop mit dem 74LS123. Dessen Zeitkonstante ist auf etwa 50 ms eingestellt. Wenn der nächste Impuls innerhalb dieser Zeit *nicht* auftritt, dann wird ACFAIL\* generiert. Nach einer weiteren Wartezeit erzeugt der DS1232 SYSRESET\*, der nach dem Spannungsausfall einen eindeutigen Schlußpunkt für alle Aktionen setzt.

Vorsicht beim Experimentieren mit dieser Schaltung! Die Schaltungsteile um den Optokoppler sind netzspannungsführend. Der Optokoppler muß eine Spannungsfestigkeit von 2500 V aufweisen. Die Vorwiderstände sollten bei einem Längsstrom von 10 mA nicht unter 2 W Verlustleistung ausgelegt sein. In der Regel sind



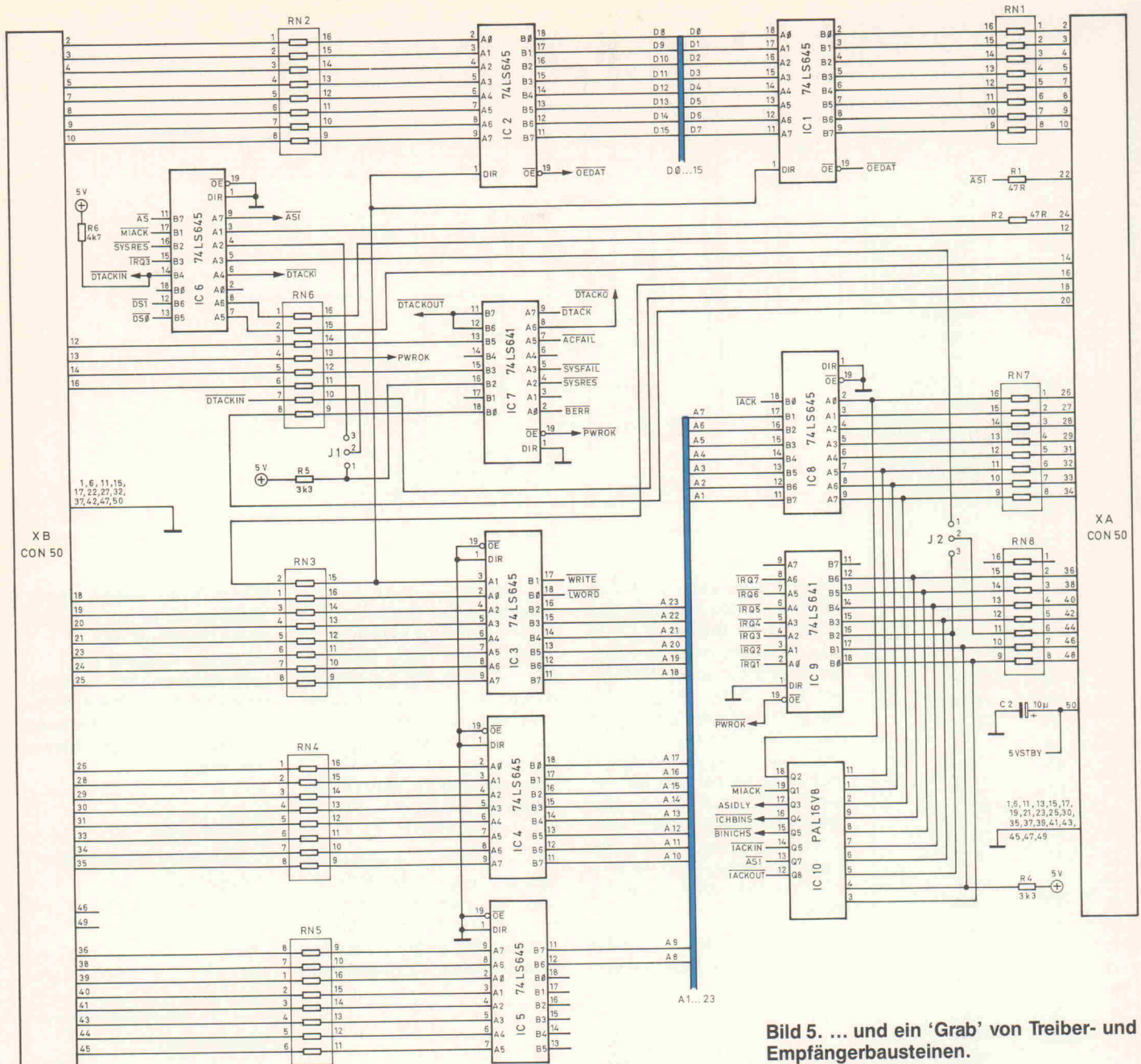


Bild 5. ... und ein 'Grab' von Treiber- und Empfängerbausteinen.

solche Schaltungsteile örtlich getrennt – zum Beispiel im Netzteil – von der Rechner-Elektronik aufgebaut.

## Das Elrad-VMEbus-Interface

Das Konzept des Interface verfolgt zwei Ziele: zum einen die vollständige Transparenz zu jeder bestehenden, den VMEbus benutzenden Software. Zum anderen soll es den Mega STE oder TT zu mehreren 'Multi-Master'-fähigen Steckplätzen verhelfen.

Die Gesamtschaltung verteilt sich auf zwei Platinen. Die eine beherbergt eine recht einfache Slave-Anschaltung, die ihr Zuhause im VMEbus-Steckplatz

des STE oder TT bekommt, die zweite, etwas komplexere Einsteckkarte wird in den Ziel-VMEbus gesteckt. Letztere fragt bei Bedarf ganz ordentlich, wie es sich für einen 'echten' VMEbus-Master gehört, die Eintrittserlaubnis in den VMEbus an. Darüber hinausgehend trägt diese Karte noch abschaltbare 'System-Controller'-Funktionen. Damit kann der STE beziehungsweise TT autonom einen VMEbus bedienen. Beide Steckkarten sind über zwei fünfzigpolige Flachbandkabel miteinander verbunden. Unter der Bedingung, daß die Umgebung nicht allzu arg EMV-verseucht ist, läßt sich eine Strecke von zwei Metern auf diese Weise sicher überbrücken.

Die Bilder 4...6 zeigen die Slave-Anschaltung. Auf dieser Karte ist wenig Bemerkenswertes zu finden, es ist ein 'Grab' von Treiber- und Empfängerbausteinen. Jeder Ausgang treibt über einen Längswiderstand von 100  $\Omega$  eine Leitung der beiden Flachbandkabel (Bild 5). Dieses Detail verhindert allzu starke Anstiegsflanken der Signale und bewirkt damit ein geringeres Übersprechen der Signale und eine geringere Belastung des Bezugspotentials durch reflexionsbedingte Strombelastungen.

Die meisten Signale werden einfach durchgereicht. Als eine Ausnahme von der Regel sind die Versorgungsspannungen zu nennen. Der Ziel-VMEbus muß

sich aus einer externen Quelle selbst versorgen, denn die Netzteile der Atari-Rechner sind zu schwach ausgelegt, um auch noch diesen Teil mitzuversorgen. Beide Karten – die Slave-Anschaltung und der verbundene Master-Teil – arbeiten auf gleichem Bezugspotential. Die Verwendung einer galvanisch getrennten Stromversorgung ist daher sehr zu empfehlen.

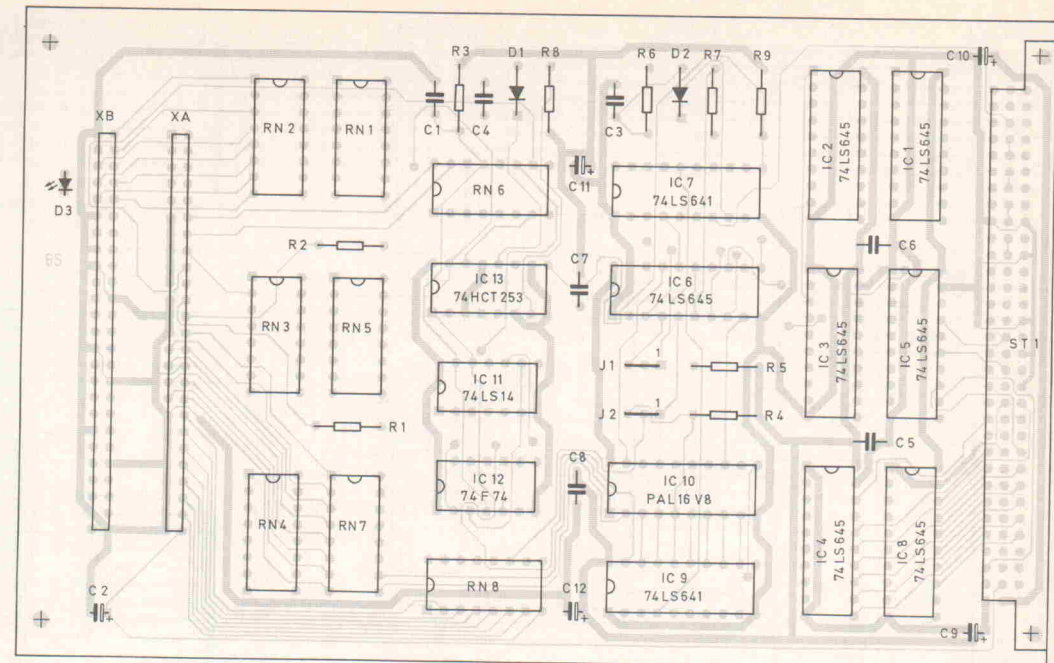
Die Anordnung der Signale auf den Flachbandkabeln beziehungsweise den entsprechenden Pfostensteckern (XA, XB) ist aus Tabelle 1 ersichtlich. 'Wichtige' Signale sind in GND-Adern eingebettet. Die Schaltung um IC11 und IC12 'fängt' die für das Interface bestimmten Interrupt-Acknowledge-Zyklen



Pin	XA	XB
1	GND	GND
2	D0	D8
3	D1	D9
4	D2	D10
5	D3	D11
6	GND	GND
7	D4	D12
8	D5	D13
9	D6	D14
10	D7	D15
11	GND	GND
12	DS1*	ACFAIL*
13	GND	PWROK (_RS)
14	DS0*	SYSFAIL*
15	GND	GND
16	WRITE*	SYSRESET* (_RES)
17	GND	GND
18	DTACK*	LWORD*
19	GND	A23
20	BERR*	A22
21	GND	A21
22	AS*	GND
23	GND	A20
24	IACKIN* (_MIACK)	A19
25	GND	A18
26	IACK*	A17
27	A7	GND
28	A6	A16
29	A5	A15
30	GND	A14
31	A4	A13
32	A3	GND
33	A2	A12
34	A1	A11
35	GND	A10
36	IRQ7*	A9
37	GND	GND
38	IRQ6*	A8
39	GND	AM5
40	IRQ5*	AM0
41	ND	AM1
42	IRQ4*	GND
43	GND	AM2
44	IRQ3*	AM3
45	GND	AM4
46	IRQ2*	RESERVE
47	GND	GND
48	IRQ1*	RESERVE
49	GND	RESERVE
50	+5VSTBY	GND

**Tabelle 1. Anordnung der Signale der Übergabestecker. Belegung der 'Atari-Mega-STE/TT-VMEbus Koppler'-Schnittstelle 'XA' und 'XB'. Die Angaben in Klammern beziehen sich auf die Namen in den Schaltplänen.**

**Listing 1. Der Inhalt des Interrupter-Handling-GAL, IC10 auf der Slave-Karte.**



auf und leitet diese zum Ziel-VMEbus weiter. An dieser Stelle könnte die Bemerkung kommen, daß ein solches Schaltdetail bei einem VMEbus mit nur einem einzigen Slot wenig Sinn macht. Viele spezielle VMEbus-Eigenschaften sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht nutzbar oder nur vorbereitet. Dennoch, dies ist kein 'Mager'-Interface. Wer kann schon vorhersagen, ob oder wann der nächste Atari mit zwei VMEbus-Steckplätzen auf den Markt kommt.

Der Inhalt des PAL, IC10, ist in Listing 1 gezeigt. Er ähnelt dem

des 'Interrupter'-GAL aus dem grundlegenden Artikel (Elrad 11/91). IC11 muß unbedingt ein 74LS14 sein. Diese Bausteine mit Schmitt-Trigger-Eingang haben eine recht 'stabile' Durchlaufverzögerung von circa 15 ns je Gatter, sie eignen sich daher zur Realisierung einer preiswerten, aktiven Verzögerungsschaltung (5 × 1/6 IC11, siehe Bild 4).

Der sechste invertierende Schmitt-Trigger aus IC11 erzeugt zusammen mit R3 und C1 ein lokales Power-up-Signal, welches das gesamte Interface während dieses Vorgangs desak-

**Bild 6. Beim Design einer VMEbus-Karte für den Atari muß unbedingt der minimale Abstand der Leiterbahnen vom Kartenrand (2,5 mm) eingehalten werden. Denn die Rechner besitzen Führungsschienen aus Metall.**

## Stückliste

### VMEbus-Interface, Atari-Seite

#### Widerstände:

R1,2,6	47R
R3,8,9	4k7
R4,5	3k3
R7	150R
RN1...8	47R,

DIL-Widerstandsarrays

#### Kondensatoren:

C1,3,5,6,7,8	100 nF
C2	10 µF/10 V
C4	100 pF
C9...12	10 µF/10 V

#### Halbleiter:

D1,2	1N4148
D3	LED, 3mm, grün
IC1...6,8	74LS645
IC7,9	74LS641
IC10	PAL16V8
IC11	74LS14
IC12	74F74
IC13	74HCT253

#### Sonstiges:

J1,2	Jumper 3pol.
ST1	VG-Leiste 96pol.
XA	Steckerleiste 2 × 25pol.
XB	Steckerleiste 2 × 25pol.
8 ×	DIL-Fassungen 16pol.
3 ×	DIL-Fassungen mit integriertem C
10 ×	DIL-Fassungen mit integriertem C
1 Platine	



tiviert. Desaktiviert wird während dieser Zeit auch die Funktion von IC13. Dieser Baustein empfängt das  $\overline{\text{DTACK}}$ -Signal vom Ziel-VMEbus und behandelt es je nach Datenrichtung unterschiedlich. Eine Antwort auf einen Schreib-Zyklus läuft sofort zum STE/TT durch. Ein Lesezyklus erfährt mittels D1, R7, C4 eine geringe Verzögerung. Diese Delay-Zeit läßt sich ausnutzen, um zuvor die Datentreiber zum Host-VMEbus zu öffnen und die Daten durchreichen und einschwingen zu lassen.

Die Funktionen der Steckbrücken sind in Tabelle 2 erläutert. Zu beachten ist hier, daß die Signale BGxIN\* und BGxOUT\* weitergereicht werden, wie es bei Slave-Anschaltungen üblich sein sollte.

## Die Master-Schaltung

Die komplette Schaltung der Master-Karte erstreckt sich über die Bilder 7...10. Wieder finden die Längswiderstände und eine Unmenge von Treiber- und Empfängerbausteinen Verwendung (Bild 8). Die Datensignale, D0...D15, werden gesondert be-

**Tabelle 2. Die Funktion der Steckbrücken des Atari-VME-Interface.**  
**Die Bedeutung der LEDs – Atari-Seite: Die grün leuchtende LED D3 zeigt an, daß die VME-Seite antwortet.**  
**VME-Seite: Die rot leuchtende LED D5 signalisiert einen aktiven SYSRESET der VME-Seite.**  
**D6 leuchtet grün, wenn dem Interface der VMEbus zugeteilt wurde.**

handelt. Die beiden 74F543 (IC1, IC2) enthalten sowohl bidirektionale Transceiver als auch Latches. Das Festhalten der Daten zum Ende von Schreib- oder Lesezyklen soll die Störanfälligkeit der Übertragung etwas verbessern. Zu beachten ist, daß die Adressen, die Daten, das Steuersignal AS\* sowie die Steuersignale DS0\* und DS1\* jeweils getrennt auf den VMEbus durchgeschaltet werden. Die Enable-Signale für diese Treiber entstammen alle der Zustandsmaschine des Requesters, bestehend aus IC17 und dem PAL IC18 (Bild 7).

## Die Funktion der Steckbrücken

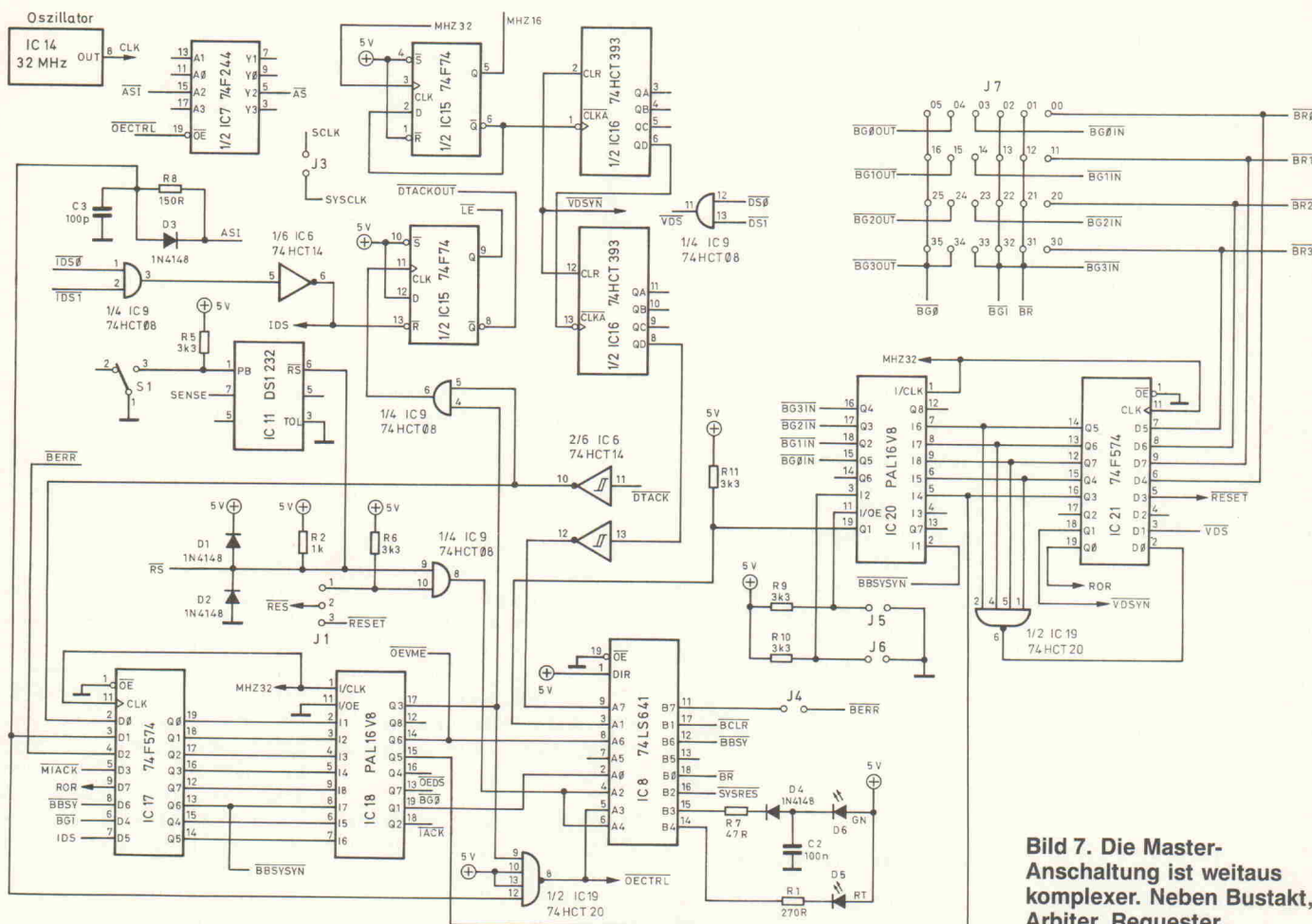
### Slave-Anschaltung, Atari-Seite

- J1 1-2 SYSRESET\* wird von Ziel-VMEbus gespeist.  
 # 2-3 SYSRESET\* wird von STE/TT gespeist, default.  
 J2 1-2 IRQ3\* wird von STE/TT zum Ziel-VMEbus geschickt.  
 # 2-3 IRQ3\* wird vom Ziel-VMEbus zum STE/TT geschickt.

### Master-Anschaltung, VMEbus-Seite

- J5 # gesteckt → Arbitr aktiv, Karte in Steckplatz '0'.  
 offen → Arbitr nicht aktiv.  
 J6 Reserve.  
 J3 # gesteckt → SYSCLK wird von Interface eingespeist.  
 offen → SYSCLK wird nicht eingespeist.  
 J4 # gesteckt → BTO wird von Interface überwacht.  
 offen → BTO wird von Interface nicht überwacht.  
 J1 # 1-2 SYSRESET\* wird von STE/TT in Ziel-VMEbus gespeist.  
 2-3 SYSRESET\* auf STE/TT wird von Ziel-VMEbus gespeist.  
 J2 # gesteckt → IRQ3\* wird von Ziel-VMEbus zu STE/TT geschickt.  
 offen → IRQ3\* wird nicht weitergegeben.  
 J7 # Ebene 3: 3-4,14-15,23-24,34-35,32-33,30-31.  
 Ebene 2: 3-4,14-15,24-25,22-23,20-21,33-34.  
 Ebene 1: 3-4,15-16,13-14,11-12,23-24,33-34.  
 Ebene 0: 04-05,02-03,00-01,14-15,23-24,33-34.  
 # XC 21c-22c müssen verbunden sein, wenn auf XC keine Erweiterung steckt (IACKIN\* mit IACKOUT\*).

Mit '#' ist die Standard-Konfiguration bezeichnet.



**Bild 7. Die Master-Anschaltung ist weitaus komplexer. Neben Bustakt, Arbitr, Requester ...**



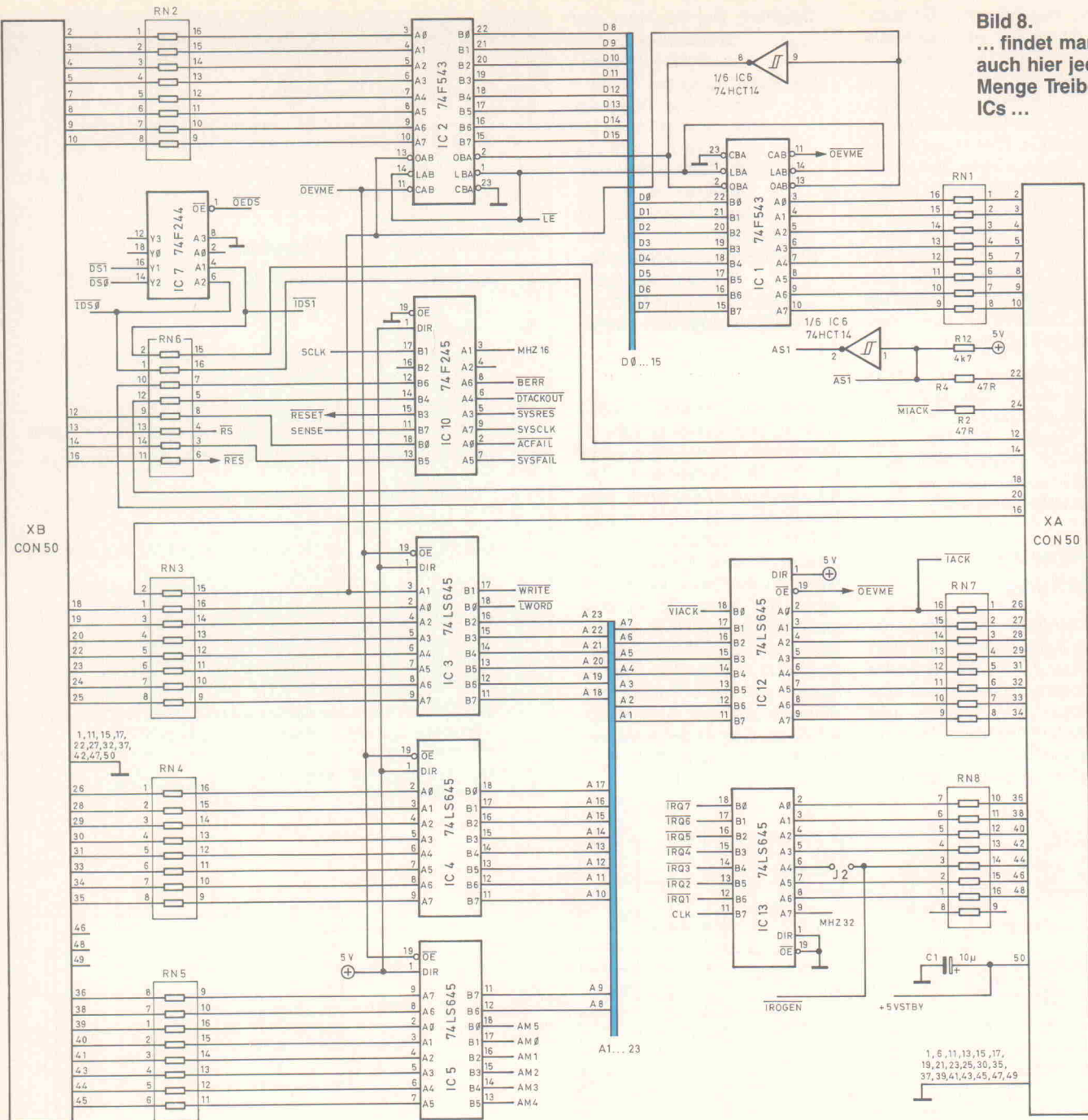


Bild 8.  
... findet man  
auch hier jede  
Menge Treiber-  
ICs ...

Bild 2 zeigt den Ablauf der Zustandsmaschine, die im PAL IC18 realisiert ist. Der Inhalt des PAL ist im Listing 2 zu finden. IC17 synchronisiert die asynchronen Eingangssignale, um metastabile Zustände zu vermeiden. Notgedrungen entsteht bei jeder Busanforderung (RWD) eine Verzögerung um einige Takte, die jedoch nicht ganz sinnlos ist. Denn der Requester nutzt sie, um das 'Einschwingen' der Adressen und Daten abzuwarten. Eine Besonderheit ist noch bemerkenswert. IC18 fragt den VMEbus bei Aktivierung von ASDLY (verzögertes AS) oder (ASDLY & !\_MYACK & !\_IACK) an. Dies verhindert ein zu frühzeitiges Starten bei der Busanfrage

von Interrupt-Acknowledge-Zyklen.

Die Zugriffsebene des Interface auf dem Ziel-VMEbus muß an dem Steckbrückenfeld J7 eingestellt werden (siehe Tabelle 2). Wird zum Beispiel die Ebene 3 gewünscht, muß man BG3OUT\* mit \_BGO, BG3IN\* mit \_BGI und BR3\* mit \_BR verbinden. Alle anderen Ebenen werden weitergereicht und verbinden daher 'IN' und 'OUT' der restlichen Ebenen: BG2IN\* mit BG2OUT, BG1IN\* mit BG1OUT\*, BG0IN\* mit BG0OUT\*.

### System-Controller

Alle weiteren Schaltungsteile der Master-Anschaltung sind

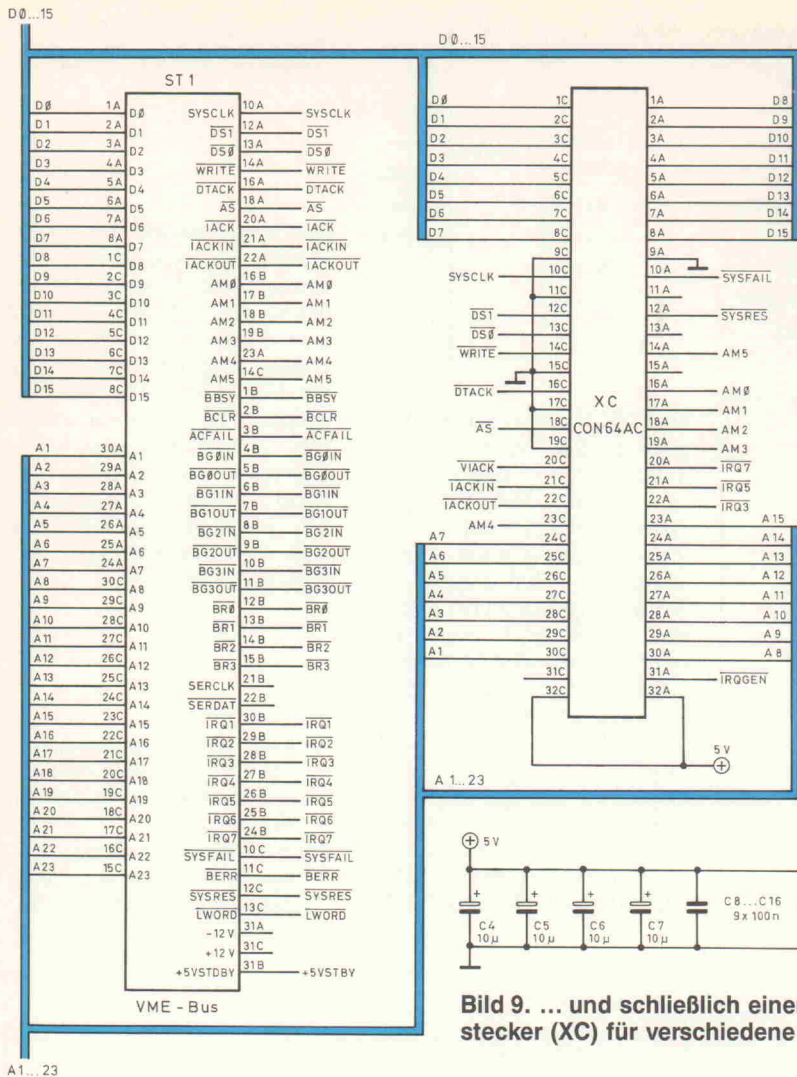
optionale System-Controller-Funktionen. Der Arbiter, bestehend aus IC20 und IC21, ist als SGL-Arbiter auf der Ebene 3 realisiert. Listing 3 zeigt den Inhalt des GAL IC20. Eine gesteckte Steckbrücke J5 aktiviert den Arbiter. Das Interface kann jedoch auch mit 'fremden' Arbitern zusammenarbeiten, dann muß J5 entfernt sein, und die Steckkarte darf selbstverständlich nicht den Steckplatz 0 belegen. IC21 synchronisiert die asynchronen Eingangssignale zum GAL IC20.

Der Oszillator IC14 erzeugt den 32-MHz-Takt, mit dem alle Zustandsmaschinen der Karte arbeiten (Bild 7). IC15 teilt diesen Takt durch zwei auf 16 MHz

herunter, um ein sauberes 1:1-Tastverhältnis zu bekommen. Diese 16 MHz können dann, mittels J3 wählbar, als SYSCLK zum VMEbus gespeist werden.

Eine gesteckte Steckbrücke J4 aktiviert das BTO-Modul, die als Bus-Timeout-Schaltung (BTO) ebenfalls den 16-MHz-Takt – und zwar als Referenz – benutzt. Die Zählerkette IC16 wird bei inaktivem DS0\* und DS1\* zurückgesetzt und taktet bei aktivem VMEbus einen Timeout von 8 µs. Diese Zeit ist leider starr durch die Hardware vorgegeben, wird jedoch durch die gleichfalls nicht veränderliche Timeout-Zeit der STE/TT von 16 µs relativiert.







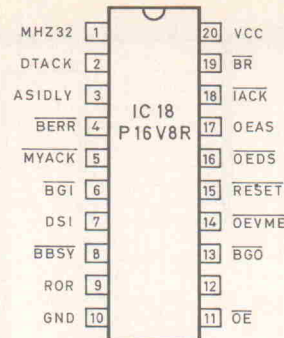
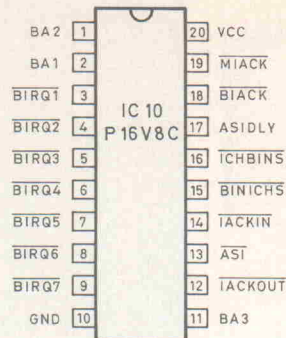
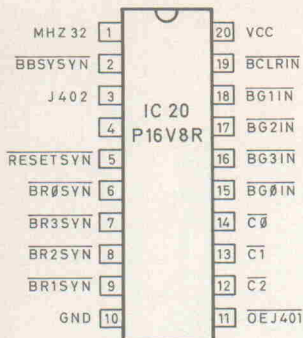


Bild 11. Die Ein- und Ausgänge der drei GALs.

```

MODULE IC18GAL

title 'VME requester,
      ATARI_VME-Interface,
      Option RWD,
      K.Hitschler,
      Version 1.2'

IC18 device 'P16V8R'; 'GAL16V8-15'

"Eingänge
MHZ32      pin 1;
_OE        pin 11;
GND,VCC    pin 10,20;

" Alle Eingangssignale bis auf _IACK sind synchronisiert

_RESET      pin 15;
_BGI, _BBSY, ROR    pin 6,8,9;
ASIDLY      pin 3;
DTACK, _BERR    pin 2,4;
_IACK, _MYACK    pin 18,5;
DSI          pin 7;

"Ausgänge
_OEVME, OEAS, _OEDS    pin 14,17,16;
_BR, _BGO              pin 19,13;

"
" Zustände:
"
REQUESTER = [ _BGO, _BR, _OEVME, OEAS, _OEDS ];
"
Z0 = 'b11101;      Grundzustand
Z1 = 'b10101;      _BR sagen, warte auf _BGI
Z2 = 'b11001;      _BBSY sagen
Z3 = 'b11011;      OEAS sagen
Z4 = 'b11010;      _OEDS sagen
Z5 = 'b01101;      _BGO, war nicht für mich

EQUATIONS

!_BGO := _RESET & !_BGI & _BBSY & _OEVME & !OEAS & _OEDS & _BR;

!_BR :=
_RESET & !_BERR & _OEVME & !OEAS & _OEDS & !_BR & _BGO
# _RESET & DTACK & _OEVME & !OEAS & _OEDS & !_BR & _BGO
# _RESET & !_BBSY & _OEVME & !OEAS & _OEDS & !_BR & _BGO
# _RESET & _BGI & _OEVME & !OEAS & _OEDS & !_BR & _BGO
# _RESET & !_BBSY & ASIDLY & !_MYACK & _OEVME & !OEAS & _OEDS &
_BGO
# _RESET & !_BBSY & ASIDLY & _IACK & _OEVME & !OEAS & _OEDS &
_BGO
# _RESET & _BGI & ASIDLY & !_MYACK & _OEVME & !OEAS & _OEDS &
_BGO
# _RESET & _BGI & ASIDLY & _IACK & _OEVME & !OEAS & _OEDS &
_BGO;

!_OEVME := _RESET & !_OEVME & OEAS & !_OEDS & _BR & _BGO
# _RESET & !_BGI & !_OEVME & _OEDS & _BR & _BGO
# _RESET & ASIDLY & !_OEVME & _OEDS & _BR & _BGO
# _RESET & !_BGI & _BBSY & !DTACK & _BERR
& _OEVME & !OEAS & _OEDS & !_BR &
_BGO;

!OEAS := !_RESET & !_OEVME & OEAS & _BR & _BGO
# !_RESET & _OEDS & _BR & _BGO
# _BGI & !ASIDLY & _OEDS & _BR & _BGO
# !ASIDLY & !OEAS & _OEDS & _BR & _BGO
# _OEVME & _OEDS & _BR & _BGO
# _OEVME & !OEAS & _OEDS & _BGO
# _OEVME & !OEAS & _OEDS & _BR;

!_OEDS := _RESET & !DTACK & DSI & !_OEVME & OEAS & !_OEDS & _BR & _BGO
# _RESET & ASIDLY & !DTACK & _BERR & DSI & !_OEVME
& OEAS & _BR &
_BGO;

END IC18GAL

```

Listing 2. Der Inhalt des Requester-GAL, IC18 auf der Master-Karte.

Der DS1232 setzt den VMEbus auch zurück, wenn er keinen Takt, abgeleitet von SYSClk\*, an seinem SENSE-Eingang spürt. SYSClk\* muß auf dem Ziel-VMEbus generiert sein. J1 wählt die 'Flußrichtung' des RESET aus: Der STE/TT speist den SYSRESET\*, wenn J1.1 mit J1.2 verbunden ist, der Ziel-VMEbus kann den STE/TT zurücksetzen, wenn J1.2 mit J1.3 verbunden ist. Diese Steckbrücke muß mit der Steckbrücke J1 auf der Slave-Anschaltung korrespondieren (siehe Tabelle 2). Die LED D5 zeigt einen aktivierten SYSRESET oder einen lokalen RESET an.

Der abschließende Teil dieses Projekts wird sich mit dem Aufbau und Test der beiden VMEbus-Karten befassen. Es wird eine Software und das VME-Display vorgestellt, mit der sich die Funktionsweise der Baugruppen leicht durchchecken läßt. Zum Schluß eine kleine Korrektur zum Artikel aus Elrad 11/91. In Bild 3 fehlen an den Eingängen des HCT138, nach den Steckbrücken, drei Pull-up-Widerstände.

## Literatur

- [1] VDIS-Benutzerhandbuch, Revision 1.1, pro\_VME Industrielle Rechner-technik GmbH, Neckargemünd
- [2] P. Dufour: Wir wollten wissen, ob die Revision C.1 eingehalten wird, VMEbus 3/91, Franzis-Verlag

```

MODULE IC20GAL

title 'Arbiter GAL, SGL-Level,
      VME-VME-Interface, VME-Seite, K.Hitschler'

IC20 device 'P16V8R'; '-15 oder PAL16R8B'

"Eingänge
MHZ32, _OEJ401      pin 1,11;
_BR3SYN, _BR2SYN, _BR1SYN, _BROSYN    pin 7,8,9,6;
_RESETSYN, _BBSYSYN    pin 5,2;
J402                pin 3;
GND,VCC              pin 10,20;

"Ausgänge
_BG3IN, _BG2IN, _BG1IN, _BG0IN    pin 16,17,18,15;
_BCLRIN                pin 19;
_C2, _C1, _C0          pin 12,13,14; " Intern

"
" Zustände von ARBITER, binär dargestellt:
"
ARBITER = [ _BG3IN, _C0 ];
"
Z0 = 'b11;      Grundzustand, alles passiv
Z1 = 'b10;      prüfen obs nicht nur ein Spike war
Z2 = 'b00;      _BGxIN sagen
Z3 = 'b01;      wird nicht benutzt

"
" Gleichungen
"
" Vorsicht: Bei dieser Zustandsmaschine ist keine _BG-Timeout
" vorgesehen. Diese Funktion kann jedoch integriert
" werden.
"
" Die Programmierung eines 4-Ebenen 'PRIO'-Arbiters ist mit
" der gleichen Eingangsbelegung möglich.
"

equations

!_BG3IN := (_RESETSYN & _BBSYSYN & !_BG3IN & !_C0 #
_RESETSYN & !_BR3SYN & _BBSYSYN & !_C0);

!_C0 := (_RESETSYN & _BBSYSYN & !_BG3IN & !_C0 #
_RESETSYN & !_BR3SYN & _BG3IN & !_C0 #
_RESETSYN & !_BR3SYN & _BBSYSYN & _BG3IN);

END IC20GAL

```

Listing 3. Der Inhalt des Arbiters-GAL, IC20 auf der Master-Karte.



# Anfeuerung

## EPROM-Programmiergeräte

Peter Rübke-Doerr

EPROM-Programmierer haben sich im Lauf der Jahre von den schlichten Bit-Brennern zu komplexen Werkzeugen gemausert, die aus dem Alltag des Hardware-Entwicklers nicht mehr wegzudenken sind. Zeit also für eine Marktübersicht mit dem Ziel, ein wenig mehr zu zeigen als nur die schiere Zahl der Anbieter.



Marktübersicht

**S**o gibt es heutzutage nicht nur Geräte, die das tun, was ihr Name beschreibt, sondern auch solche, mit denen man beispielsweise die zu brennenden Dateien noch editieren kann, oder integrierte sogenannte EPROM-Simulatoren, mit denen man das entwickelte Programm vor dem Brennen in der Schaltung austesten kann.

Das war beileibe nicht immer so. In den Baby-Jahren der Rechnertechnik gab man sich mit 12 KByte Speicherraum für BASIC-Interpreter und BIOS (Apple 2) zusammen zufrieden (und die Tage des C64- mit 32-K-Betriebssystem sowie 64-K-ROM sind immer noch nicht gezählt). Damals waren EPROMs mit vierundzwanzig Beinen und 2 K Inhalt an der digitalen Tagesordnung. Heute sind Betriebssysteme mit knapp 200 KByte in sechs EPROMs (Atari ST) nichts Ungewöhnliches mehr – eigentlich im Gegenteil. Parallel zur Entwicklung immer größerer Speicherchips wurden eben auch die verwendeten Programme immer größer (und komfortabler), was dann letztlich der nächstgrößeren Speichergeneration wieder den erforderlichen Rückenwind

brachte. Und wenn die Physik diese Schraube mal etwas ausbremste, weil irgendwelche Fertigungsprozesse mit den vorhandenen Techniken nicht mehr machbar waren, dann überlegten sich die Halbleiterhersteller eben etwas Neues. Die momen-

tane 'Schallgrenze' scheint bei EPROMs bei 8 MBit im 40poligen Gehäuse zu liegen.

Naturgemäß waren damals auch die EPROM-Programmiergeräte etwas schlichter gewirkt als heute und verfügten nicht über

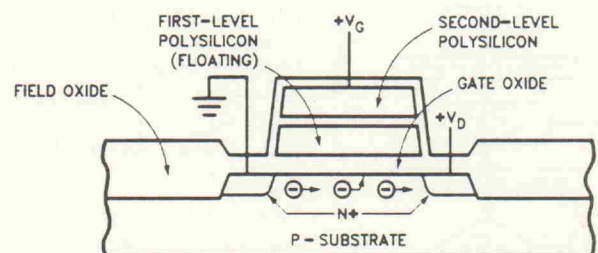


Bild 1. Stark vereinfachter Querschnitt durch eine EPROM-Zelle (Quelle: Intel Handbuch).

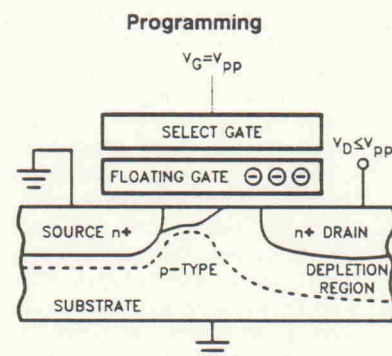


Bild 2. Ladungsverhältnisse in einer Zelle während des Programmiervorgangs (Quelle: Intel-Handbuch).



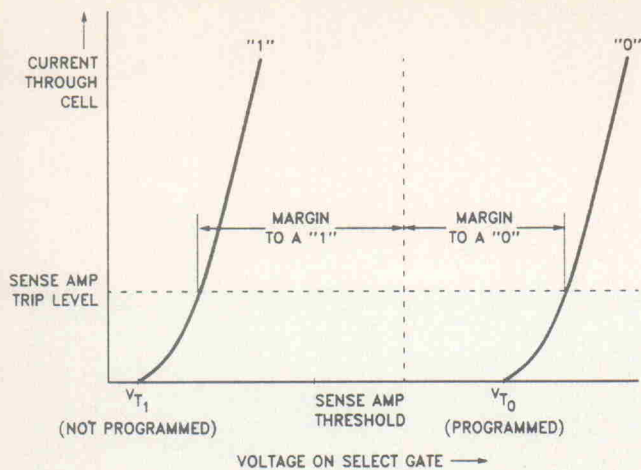


Bild 3. Die Pegelverhältnisse im Lesebetrieb (Quelle: Intel-Handbuch).

die jetzige Nutzungsvielfalt. Doch bevor wir uns den aktuellen Techniken und Geräten zuwenden, erst einmal ein Blick in die eigentliche Speicherei.

## Eine Zelle von innen ...

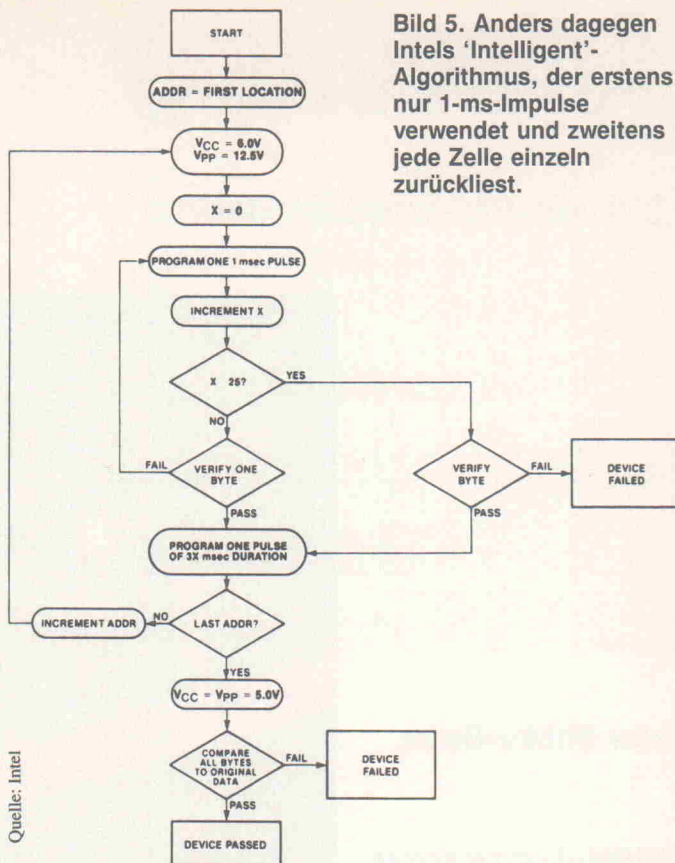
Eine EPROM-Speicherzelle besteht im Prinzip und stark vereinfacht aus einem MOS-Transistor mit zwei Gates, von denen das eine als normales Steuer- oder Select-Gate bezeichnet wird und das andere als Speicher- oder Floating-Gate. Beide Gates sind quasi hintereinandergeschaltet, und das Speicher-Gate hat darüber hinaus keinerlei galvanische Verbindung zur Außenwelt. Im Gegenteil, man

muß dafür Sorge tragen, daß durch eine hochisolierende Umhüllung möglichst kein Elektron das Weite suchen kann. Unser Bild zeigt einen stark vereinfachten Querschnitt durch eine Speicherzelle.

Eine logische Null ist dann gespeichert, wenn sich auf dem Speicher-Gate eine negative Ladung in Form einiger Elektronen befindet. Der umhüllende Isolator stellt eine Potentialbarriere mit 3,1 eV dar, welche die Elektronen äußerst wirkungsvoll am Entweichen hindert. Das Nichtvorhandensein von Elektronen dagegen repräsentiert den logischen Pegel eins.

Unter 'Höhensonnen'-Bestrahlung mit UV-Licht der Wellenlänge 2537 Ångström nehmen nun eventuell vorhandene Elektronen durch Absorption von Photonen einen Status höherer Energie an und können dann die Potentialbarriere überschreiten und einen Ausgleich herbeiführen.

Ebenso ist es nur Elektronen mit höherem Energie-'Gehalt' möglich, den umgekehrten Weg beim Programmieren der Zelle zu gehen: Sowohl zwischen Source und Drain als auch zwischen Source und Steuer-Gate wird die jenseits der normalen Betriebsspannung liegende Programmierspannung  $V_{pp}$  angelegt. Aus dem dann zwischen Source und Drain fließenden Strom sind einige Elektronen genügend beschleunigt worden, um das Gebiet des Speicher-Gates zu erreichen und sich dort als Ladung niederzulassen. Diese Zusammenhänge lassen sich recht gut nutzen: Je höher die Programmierspannung, desto



Quelle: Intel

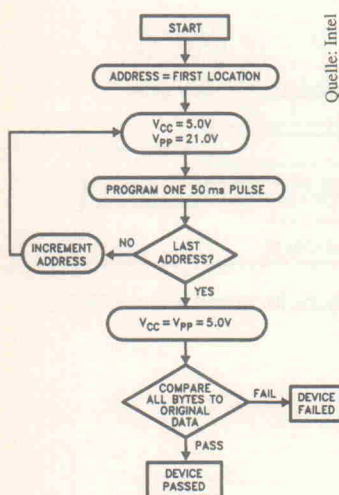
mehr Elektronen pro Zeiteinheit erreichen das Speicher-Gate – oder andersherum, desto kürzer können die Programmierimpulse ausfallen.

## Zellenlesung

Im Lesemodus wird bei einer Zelle an das Auswahl-Gate eine

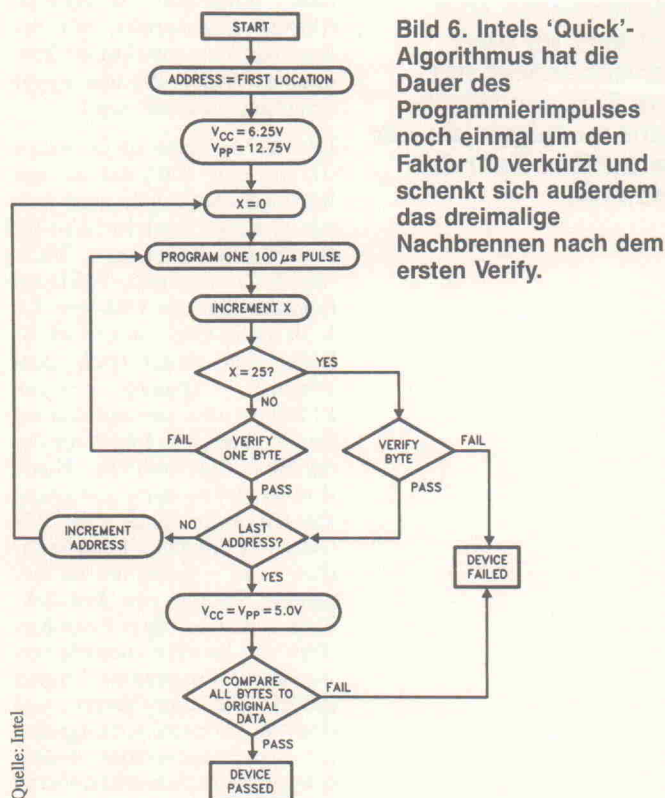
Bild 5. Anders dagegen Intels 'Intelligent'-Algorithmus, der erstens nur 1-ms-Impulse verwendet und zweitens jede Zelle einzeln zurückliest.

Spannung angelegt, die ungefähr der Betriebsspannung entspricht. Schaltet der MOS-Transistor dann durch, weil das Auswahl-Gate durch das nicht geladene Speicher-Gate 'hindurchgreift', so interpretiert der Rechner das als logische Eins, im anderen Fall wird eine logische Null gelesen. Die Schalt-



Quelle: Intel

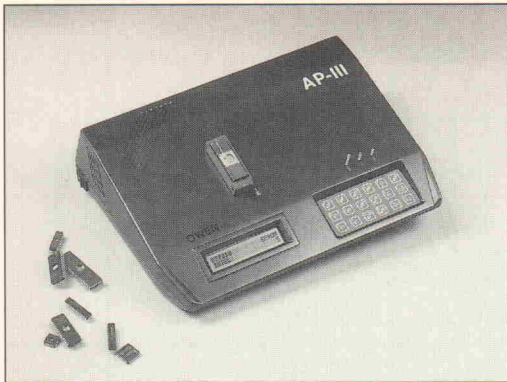
Bild 4. Der Standardalgorithmus verwendet 50 ms-Impulse und prüft das programmierte EPROM am Ende des Programmiervorgangs sozusagen als Ganzes.



Quelle: Intel

Bild 6. Intels 'Quick'-Algorithmus hat die Dauer des Programmierimpulses noch einmal um den Faktor 10 verkürzt und schenkt sich außerdem das dreimalige Nachbrennen nach dem ersten Verify.





**Bild 7. Ein typischer Vertreter der Stand-alone-Klasse (Owens Ap III).**



**Bild 8. Die Produktreihe des Herstellers ART ist kompromißlos auf niedrige Preise getrimmt und dementsprechend 'schnörkelfrei'.**

schwelle zwischen diesen beiden Zuständen ist natürlich von der Anzahl der sich auf dem Speicher-Gate befindenden Elektronen abhängig. Mit diesem Wissen im Hinterkopf werden beispielsweise einige Programmieralgorithmen erst verständlich, bei denen mit sehr kurzen Impulsen (1 ms beim Intel-Algorithmus und 100 µs bei Quick-Pulse) die Programmierzeit wesentlich verkürzt werden kann.

Die Einheit nämlich, die in den Tagen der 2 K-EPROMs völlig nebensächlich war – die erforderliche Zeit zur Programmie-

rung – hat heute, bei Speichervolumina von 1 MBit und mehr, eine echte Dimension gewonnen, so daß man sich mit zunehmender EPROM-Größe mehr und mehr um die Programmieralgorithmen kümmern mußte. Das alte, zeitintensive Standardverfahren sieht zum Beispiel pro Zelle eine 'Brennzeit' von 50 ms vor. Danach wird der hineinprogrammierte Inhalt zurückgelesen und bei Ungleichheit auf ein defektes oder nicht richtig gelöscht EPROM geschlossen. Was sind schon 50 ms im Lichte der Ewigkeit, wird mancher fragen –, doch wenn man das einmal hochrech-

net auf ein 27512, dann führt das zu Programmierzeiten von knapp unter einer Stunde.

### Zwieback

Viel freundlicher sieht da schon die Bilanz mit dem sogenannten Intel-Algorithmus aus, bei dem die Impulslänge nur noch 1 ms beträgt. Danach wird der Inhalt zurückgelesen und bei korrekter Programmierung der gleiche Inhalt noch dreimal 'nachgebrannt', um eine gewisse Langzeitstabilität zu gewährleisten. Beim Quick-Pulse-Algorithmus ist die Impulszeit nochmals auf 100 µs verkürzt,

was von einer höheren Betriebs- und Programmierspannung kompensiert wird.

### Von Zweihundert bis Zwanzigtausend

Die finanzielle Spannweite heute lieferbarer EPROM-Brenner reicht von einigen hundert Mark bis jenseits der 20 000-Mark-Grenze. Daraus das 'richtige' Gerät auszuwählen wird sicherlich auch eine Frage des Preises sein, aber bei näherem Hinsehen eben nicht ausschließlich. Sind doch beispielsweise die teureren Stand-alone-Geräte

Wir sind ein modernes Verlagsunternehmen, in dem ELRAD, c't und iX erscheinen — technische Zeitschriften mit erheblicher Marktgeltung.

Zum weiteren Ausbau der Redaktion ELRAD im Bereich der technischen Rechneranwendungen, speziell der rechnergestützten Meß-, Steuer- und Regeltechnik, suchen wir eine/n

## Hard- und Software-Spezialisten/in

der/die als Volontär/in eintritt und nach einer intensiven journalistischen Ausbildung Fachredakteur/in wird.

Ihre Aufgaben:

- Sie akquirieren und redigieren Fachartikel
- Sie betreuen Hard- und Software-Projekte
- Sie entwickeln Konzepte für Tests und Marktübersichten
- Sie besuchen Pressekonferenzen, Messen und Kongresse

Wir bieten:

- innerbetriebliche journalistische Seminare
- außerbetriebliche Kurse an renommierten Publizistik-Instituten
- vollständige Einbindung in die Redaktionspraxis

Für die erste Kontaktaufnahme steht Ihnen Manfred H. Kalsbach (Tel.: 05 11 / 5 47 47-25) zur Verfügung. Ihre Bewerbung senden Sie an:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, **Redaktion ELRAD**,  
z. Hd. Manfred H. Kalsbach, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

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

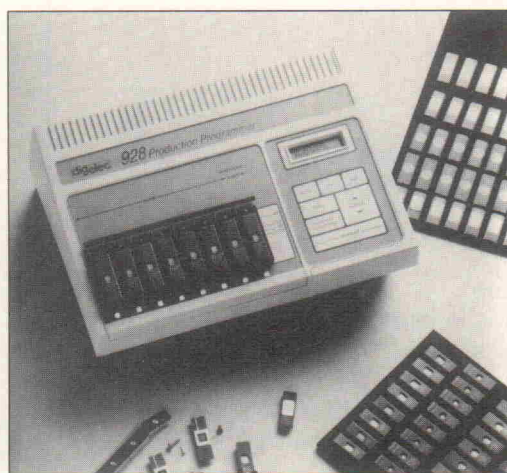




Hersteller Importeur Vertrieb	Modell/Typ					ohne Erweiterungen ... Bit	mit Erweiterungen ... Bit	GALS/PALS	EEPROMS	Controller/Singlechip	Anzahl der Sockel	Adapter erhältlich	Größe der Bausteinbibliothek		serielle Schnittstelle	parallele Schnittstelle	EPROM-Simulator	Software										Besonderheiten	Preis, ca., (DM) inkl. MwSt.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																		Programmier-Algorithmus					Programm-/ Benutzerführung in:		Handbuch in:		Datei-Editor			Baustein-Identifizierung																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
																		Intel		AMD	Fujitsu Quick Standard	D	E	D	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																		Quick	Intelligent																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
CCS	CSS Eprog Box 2					256 K	1 M				1		~400	2x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

in der Lage, einen ganzen PC-Arbeitsplatz mehr oder weniger freizumachen, weil sie über ausreichend eigenen Speicher verfügen und nur noch zum Laden der Dateien den Rechner bemühen müssen oder die teuren Mehrfach-(Gleichzeitig-) Brenner. Diese Spezies mit dem Begriff 'Ganged' im Namen spielen ihre Mehrkosten in kürzester Zeit immer dann ein, wenn Serien produziert werden müssen. Bei ausschließlicher Einzelstück-(Muster-)Produktion ist dieses Feature allerdings überflüssig.

Oder die Zukunftssicherheit: Preiswerte Geräte bedienen die gegenwärtig verfügbaren Speicherbausteine problemlos; aber



**Bild 9 und 10. Zwei Vertreter der 'Ganged'-Klasse von digelec und Wilke. Sie können jeweils 8 EPROMs gleichzeitig brennen. Wilkes SA-20 hat noch eine zusätzliche Fassung für das Master-EPROM.**



bei neuen Bausteinen mit anderen Spannungen oder Algorithmen müssen sie oft passen. Die Ursache ist die, daß bei relativ wenigen, unterschiedlichen Betriebs- und Programmierspannungen hardwaremäßig festeingestellte Spannungsquellen vorteilhaft sind. Je mehr Bausteine aber bedient werden sollen, desto mehr verschiedene Spannungen werden benötigt. Die teureren Geräte benutzen daher für jeden Pin einen D/A-Wandler, der auch einen gewissen Strom zu treiben in der Lage ist, und softwaremäßig kann man nun elegant jede gewünschte Spannung in 100-mV-Schritten einstellen. Sobald ein neuer Baustein auf den Markt kommt, braucht nur noch eine Datei erstellt zu werden, die die neuen Werte an das Programmiergerät weitergibt.

## Die Tabelle

Unser Zeilenwerk erhebt (wie immer) vorsichtshalber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir haben Messekataloge aus dem Jahr 1991 ausgewertet sowie einen gängigen Querschnitt durch die deutschen Computer-Magazine. Was nützt einem deutschen Anwender schon die absolut billige Palette von Programmiergeräten aus Fernost, wenn er bei uns keinen Händler dafür findet? Insofern sind in die Tabelle also nur Geräte aufgenommen worden, die schon irgendwo angeboten wurden.

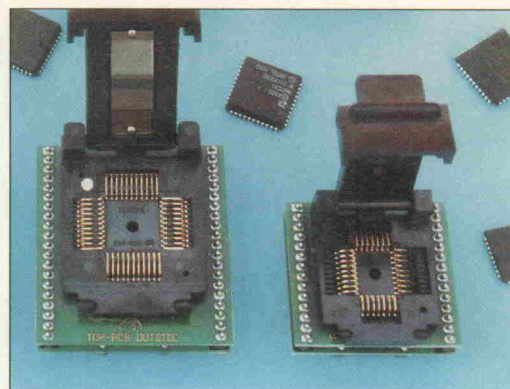
Alle mit einem Kreis markierten Angaben und Features basieren auf Prospektangaben oder Angaben aus dem Handbuch. Falls kein Kreis markiert wurde, kann das heißen, daß das Feature nicht vorhanden ist – oder daß wir keine Auskünfte

und Angaben darüber gefunden haben. Beispielsweise trifft das bei den Handbüchern zu, von denen wir nicht für jedes Gerät ein Exemplar erhalten haben; logischerweise können wir dann auch nicht nachsehen, in welcher Sprache es abgefaßt wurde.

## Handbuch in deutsch?

Weiter ist zu bemerken, daß unsere Unterscheidung zwischen Stand-alone- und Einbau-/Einsteckgeräten nicht ohne weiteres verständlich sein könnte. Von Einbaugeräten ist immer dann die Rede, wenn per Interfacekarte und Kabel eine Verbindung zwischen Programmiergerät und PC hergestellt wurde und der im Rechner vorhandene Arbeitsspeicher zum Benutzen des Gerätes zwingend erforderlich ist. Stand-alone bedeutet, daß im Programmiergerät ein eigener Arbeitsspeicher zur Aufnahme von Dateien bereitsteht. Daß auch bei den allein betriebsfähigen Geräten immer eine Schnittstelle zum Rechner und eine Software zum sogenannten Remote-Betrieb vorhanden ist, versteht sich eigentlich von selbst, denn wie sonst sollte schon eine Datei ins EPROM gelangen, wenn nicht über den Rechner?

Bei den angegebenen Preisen handelt es sich um solche inklusive Mehrwertsteuer (Stand: Anfang Dezember 91); weiterhin haben wir immer geringfügig nach oben oder unten abgerundet, um auf glatte Summen zu kommen. Die Preise beziehen sich auf die Standard-Konfiguration ohne jegliche Zusatzgeräte und Erweiterungen, aber soweit nötig einschließlich Software.



**Bild 11.**  
Von fast allen Anbietern gibt es eine Reihe von Adaptern, diese hier sind von GWI.

## Adressen

ART Applied Reader Technology  
Kanaaldijk Noord 25  
NL-5613 DH Eindhoven

CCS CMOS-  
COMPUTER-SYSTEM  
Gutenbergstr. 9B  
W-8950 Kaufbeuren

CompuMess  
Carl-von-Linestr. 25  
W-8046 Garching

digelec GmbH  
Brudermühlstr. 43  
W-8000 München 70

Dobbertin  
Brahmsstr. 9  
W-6835 Brühl

elotec GbR Tillack/Englert  
Herdweg 25  
7959 Burgrieden 1

GWI GmbH  
Am Eickholtshof 1a  
W-4250 Bottrop

Haaga Elektronik  
Roßstr. 4  
W-7080 Aalen

Hamis GmbH  
Heinr.-Büssing-Hof/Böcklerstr. 219  
W-3300 Braunschweig

Hilo/Elektronik Laden  
W.-Melliesstr. 88  
W-4930 Detmold 18

Inotron  
Rotfuchsweg 19  
W-8000 München 82

iSystem  
Einsteinstr.  
W-5 8060 Dachau

MP-Sys  
Rahserstr. 52  
W-4060 Viersen 1

mtr Meßtechnik Ranfft  
Dörpfeldstr. 15  
5657 Haan 2 (Gruiten)

Owen-Elektronik  
Fritz-Wunderlich-Str. 51  
W-6798 Kusel

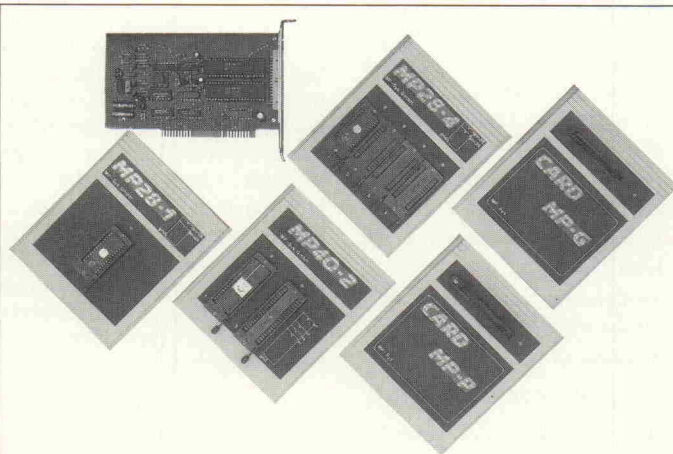
Spezial-Electronic  
Kreuzbreite 14  
W-3062 Bückeburg

Seng  
Ludwig-Dürr-Str. 10  
W-7320 Göppingen

t.a.s.k.i.t. GmbH  
Kaiser-Friedrich-Straße 51  
W-1000 Berlin 12

TecSys GmbH  
Karl-Theodor-Straße 55  
W-8000 München 40

Wilke Technology GmbH  
Krefelder Str. 147  
W-51 Aachen



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

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

Programmiert Eproms/EEproms/SRAMs/MCUs bis 4 Mbit.  
Zukunftsorientiert bis 8 Mbit ausgelegt. 8/16/32 Bit Verarbeitung.  
Bequeme und einfache Anwendung durch menuegesteuerte Dialogsoftware. Konfigurierbarer FULL-SCREEN-Editor mit leistungsfähigen Editiermöglichkeiten. Checksummenberechnung. INTEL-HEX Format.

Schnellste Programmierung nach Herstellerspezifikationen:

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

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

Fordern Sie ausführliches Informationsmaterial sowie eine Demodiskette an.

**MP-Sys GmbH**

Rahserstr. 58  
4060 Viersen 1

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

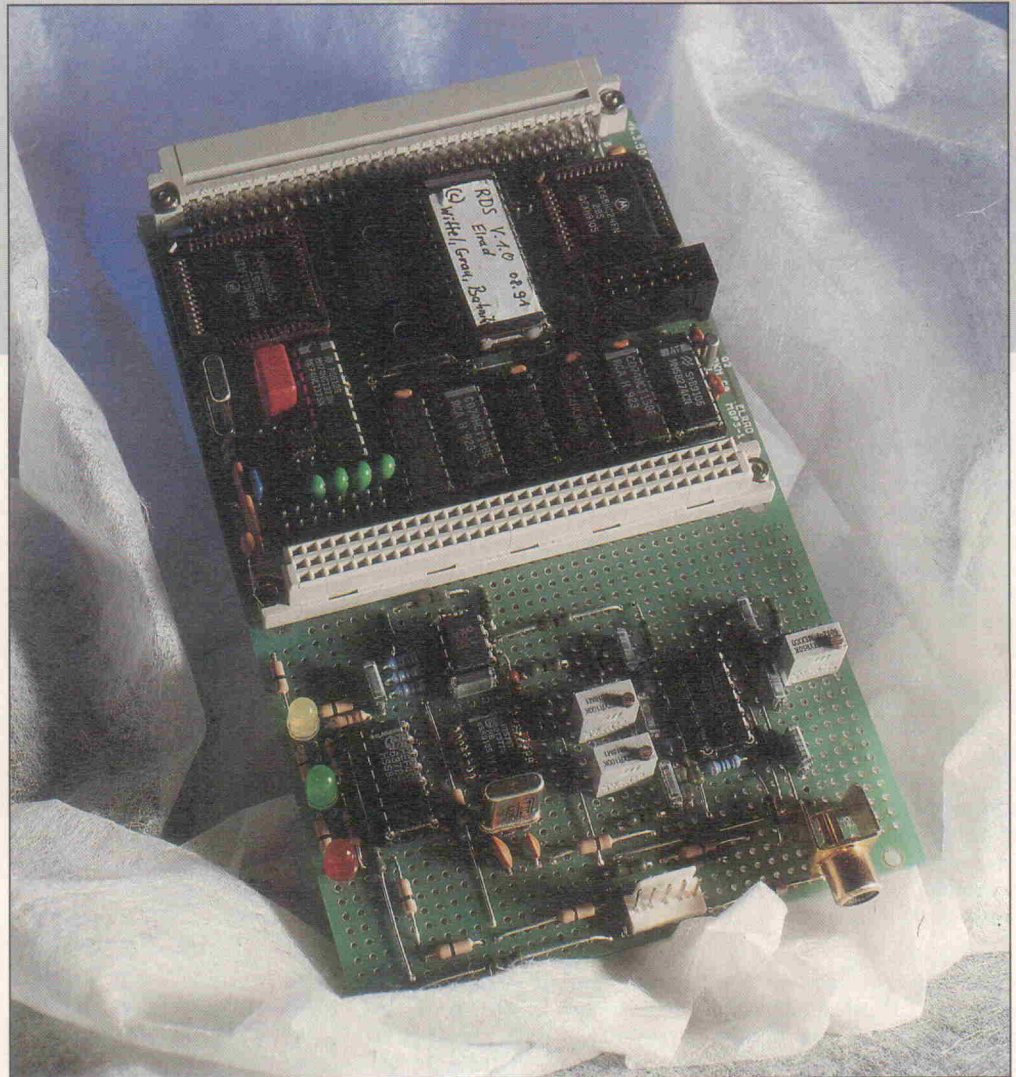


# RDS: Der Videotext fürs Radio

## MOPS entschlüsselt das Radio Daten System

**Frank Bahnik  
Jörg Grau  
Peter Wiffel**

Die Übertragung von Zusatzinformationen ist im Prinzip nichts Neues. Seit 1974 sendet die ARD in ihren Verkehrsfunkprogrammen Signale nach dem ARI-System (Autofahrer Rundfunk Information). Drei Buchstaben kennzeichnen auch den jüngsten Komfort in UKW-Radios. RDS – Radio Daten System – ist eine Serviceleistung, die mittlerweile die UKW-Stationen aller europäischen Staaten bieten. Der Artikel zeigt in seinem ersten Teil die bisher wenig bekannten Grundlagen und Möglichkeiten. Der zweite Teil beschreibt einen RDS-Decoder als Anwendung zum MOPS, dem 68HC11-Controllerboard aus Elrad 3...5/91.



**B**eim mobilen Empfang wechseln häufig die Sendefrequenzen eines UKW-Senders. Zum Beispiel muß man als NDR 2-hörender Autofahrer zwischen Flensburg und Hamburg fünfmal zum Radio greifen, um die Frequenz nachzustellen. Herkömmliche Informationssysteme sind bei der heutigen Senderdichte überfordert. Dank RDS gehören manuelle Abstimmvorgänge bei schwankender Empfangsqualität der Vergangenheit an. Das Radio-Daten-System ist vornehmlich für den mobilen Empfang entwickelt worden und verbessert nicht nur den Bedienkomfort, sondern erhöht gleichzeitig die

Verkehrssicherheit. Dem normalen Rundfunkprogramm werden digitale Informationen unhörbar überlagert. Diese helfen ein gewünschtes Programm schneller zu finden, den Sendernamen sichtbar zu machen und noch einiges mehr:

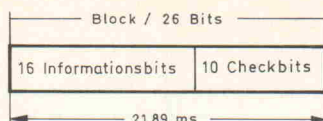
- schnellere Abstimmung des Empfängers
- bestmöglicher Empfang im Kraftfahrzeug
- Verkehrsinformationen über die Landesgrenzen hinaus
- europaweit genormt
- kompatibel zum ARI-Signal
- Kennzeichnung des gesendeten Programminhalts

– Aufwertung auch stationärer Empfänger

Dies sind nur einige Stichpunkte, die die Industrie bewegt haben mögen, eine neue Generation von Autoradios zu entwickeln. Branchenführer Blaupunkt sagt dem RDS eine rosige Zukunft voraus. Nachdem die Hersteller die ersten Erfahrungen mit dem neuen Daten-System gemacht haben, sollen für den Benutzer die zur Zeit noch teuren Geräte (1000 D-Mark und mehr) in fünf Jahren nur noch ein Drittel kosten.

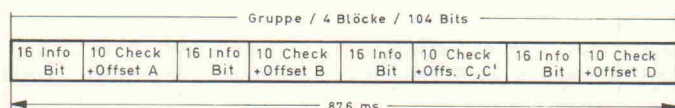
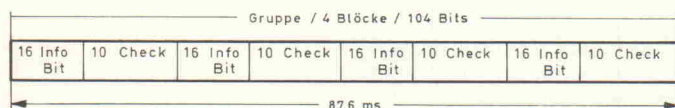
In Deutschland wird die Leistungsfähigkeit des Systems zur Zeit noch nicht voll ausgenutzt.





**Bild 1. Zehn Checkbits kontrollieren die 16 Informationsbits.**

**Bild 2. Die  $16 \times 10$ -Generatormatrix. Auf dem ersten Blick ein Haufen von Nullen und Einsen; bei näherer Betrachtung bilden die ersten zehn Spalten die Einheitsmatrix.**

G =[illegible]

**Bild 3. Die Gruppenstruktur des RDS-Signals.**

Viele Anwendungen sind noch in der Testphase. Schweden beispielsweise ist hier um Längen voraus. Für Ende 1991 hatten jedoch der WDR und SWF geplant, Feldversuche durchzuführen, bei denen digitale Verkehrsfunkinformationen übermittelt werden sollten, die jederzeit abrufbar sind. Bei Rohde & Schwarz arbeitet man daran, Verkehrsleitinformationen per Voice-Modul auszugeben. Die künstliche Stimme leitet den Autofahrer in seiner eigenen Sprache vorbei an allen Staus quer durch Europa. Eine 'wunderbare' Vorstellung; zumindest bis 1993 wird sie noch Zukunftsmusik bleiben.

## Die senderseitige RDS-Datenstruktur

Doch zurück zum Greifbaren, zu den Grundlagen. Die Grunddatenstruktur (Bild 1)

Offset	d <sub>9</sub>	d <sub>8</sub>	d <sub>7</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>
A	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
B	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
C	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
C'	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
D	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0

**Tabelle 1. Offsetbitmuster zur Kennzeichnung eines Blocks innerhalb einer Gruppe.**

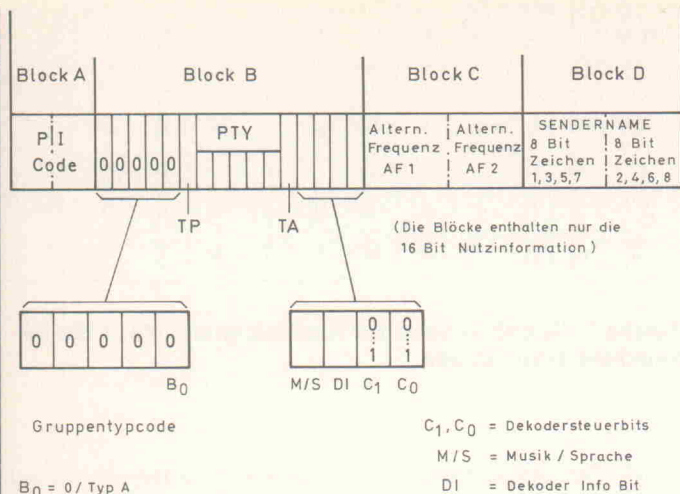
besteht aus einem Block, der 16 Informationsbits und zehn Checkbits enthält. Letztere dienen der Fehlerkorrektur des Empfangsdecoders. Sie bewirken eine Fehlerkorrektur mit folgenden Eigenschaften. Zum einen korrigieren sie Fehlerbündel bis zu einer maximalen Länge von 5 Bit. Zum zweiten erkennen sie alle Einzel- und Doppelbitfehler in einem Block [1,2]. In den weiteren Betrachtungen werden die 16 Informationsbits als mathematischer Infovektor, die 26 Bits eines Blocks als Blockvektor definiert.

Die zehn Checkbits lassen sich wie folgt generieren. Durch Multiplikation des Infovektors mit einer  $16 \times 26$ -Matrix erhält man den Blockvektor (Bild 2). Wird die Matrix gedanklich in zwei Matrizen aufgeteilt, erkennt man, daß die ersten 16 Spalten die Einheitsmatrix darstellen. Diese Matrizenform bewirkt, daß bei der Multiplikation die ersten 16 Bits des Blockvektors den Infovektor  $i(x)$  ergeben. Die Multiplikation mit den noch folgenden zehn Spalten generieren die Checkbits. Dies ist nur eine Möglichkeit der Generierung. Das der

Gruppe						Anwendung
A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>		
0						Info für Abstimmung und Schaltvorgänge
0A	0	0	0	0	0	PI, PTY, TP, TA, DI, MS, PS,AF
0B	0	0	0	0	1	PI, PTY, TP, TA, DI, MS, PS
1						Programmbeitragserkennung
1A/B	0	0	0	1	X	PI, PTY, TP, PIN
2						RADIOTEXT
2A/B	0	0	1	1	X	PI, PTY, TP, RT
3						Info über andere Dienste
3A/B	0	0	1	1	X	PI, PTY, TP, ON
4						Zeit, Datum
4A	0	1	0	0	0	PI, PTY, TP, CT
5						Transparenter Kanal
5A/B	0	1	0	1	X	PI, PTY, TP, TDC
6						Rundfunkinterne Übertragung
6A/B	0	1	1	0	X	PI, PTY, TP, INH
7–14						nicht definiert
15						schnelles Info für Abstimmen und Schalten
15B	1	1	1	1	1	PI, PTY, TP, DI, MS

**Tabelle 2. Von den 32 RDS-Gruppentypen werden in Deutschland zur Zeit nur die Typen 0A, 0B, 2A, 2B gesendet.**





**Bild 4. Die in Deutschland gebräuchlichen Gruppentypen 0A ...**

Matrix zugrundeliegende Generatorpolynom lautet:

$$g(x) = x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$$

Somit ergibt sich der Checkvektor  $c(x)$  aus:

$$c(x) = \frac{i(x)}{g(x)} \pmod{2}$$

H =

1000000000
0100000000
0010000000
0001000000
0000100000
0000010000
0000001000
0000000100
0000000010
0000000001
1011011100
0101101110
0010110111
1010000111
1110011111
1100010011
1101010101
1101110110
0110111011
1000000001
1111011100
0111101110
0011110111
1010100111
1110001111
1100011011

**Bild 6. Die Dekodierung auf der Empfängerseite erfordert die Matrizenmultiplikation mit der H-Matrix, einer 29 : 10-Matrix. Als Resultat erhält man einen 10-Bit-Vektor, das 'Syndrom'.**

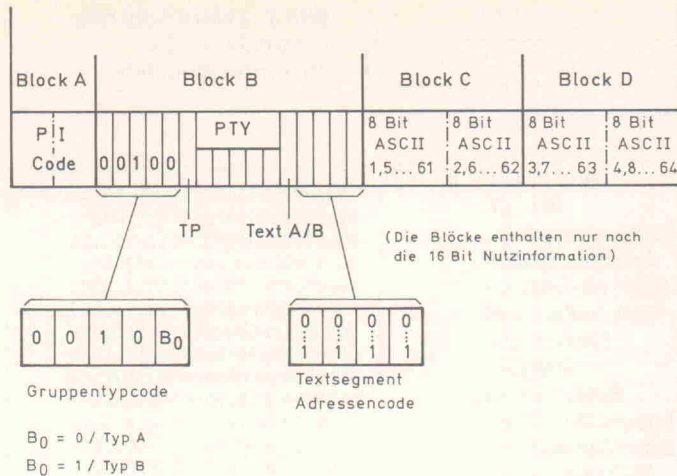
Dieser Vektor  $c(x)$  wird dem Informationsvektor  $i(x)$  'angehängt'.

Nun organisiert RDS seine Datenstruktur nicht als einzelne Blöcke, sondern als Gruppen, die wiederum jeweils vier Blöcke enthalten. Informationen sind nur auswertbar, wenn man eine vollständige Gruppe zur Verfügung hat (Bild 3 oben).

Um einen Block innerhalb einer Gruppe identifizieren zu können, bekommt er noch ein Kennzeichen, an welcher Stelle er in der Gruppe steht. Deshalb addiert man schon auf der Seite des Senders dem Checkwort eine Fehlersequenz (Tabelle 1) hinzu. Es ergibt sich daraus schließlich die vollständige Gruppenstruktur, wie sie in Bild 3 unten dargestellt ist.

Maximal stehen 32 verschiedene Gruppen (Tabelle 2) mit unterschiedlichem Informationsgehalt für die einzelnen RDS-Anwendungen zur Verfügung. Jede Gruppe sendet seine Visitenkarte, also den Gruppentypcode, in den fünf höchstwertigen Bits des Block B. Aufgrund dieser Information kann man die einzelnen Gruppen entsprechend der Norm dekodieren. Als Besonderheit ist der Offset 'C' zu betrachten. Dieser kommt nur zum Einsatz, wenn eine Gruppe der Version 'B' gesendet wird.

Die deutschen Sendeanstalten übertragen zur Zeit nur die Gruppentypen 0A, 0B, 2A, 2B. Genau diese Gruppen kann auch die RDS-Decodersoftware für den MOPS auswerten und dekodieren. Die Bilder 4 und 5 zeigen den Informationsgehalt der Gruppen, wobei nur die Nutzinformationen dargestellt sind.

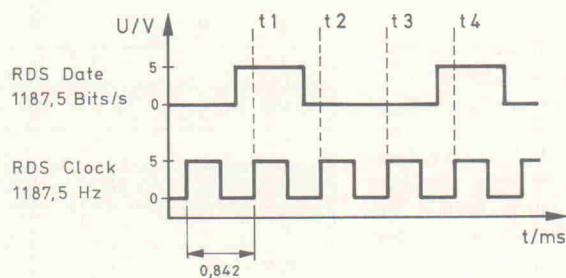


**Bild 5. ... und 2A.**

Die Gruppe 0A (Bild 4) enthält zwei adressierte Informationen. Der Sendername wird mit acht ASCII-Zeichen übertragen. Die Gruppe 0A enthält im Block D zwei Zeichen. Die Decodersteuerbits  $C_1$  und  $C_0$  geben die Stelle an, an der diese zwei Zeichen im Sendernamen stehen. Um den kompletten Sendernamen übertragen zu können, sind vier Gruppen vom Typ 0A notwendig. Werden zum Beispiel der dritte und vierte Buchstabe eines Sendernamens übertragen, ist  $C_1 = 0$  und  $C_0 = 1$ .

Ebenfalls eine adressierte Information ist die Anwendung 'Dekoder-Info'. Sie besteht aus einem Vier-Bit-Code. Eine Übertragung in Stereo beispielsweise wird durch die Bitkombination 0001 gekennzeichnet.

Gruppe 0A überträgt jedoch jeweils nur ein Bit (DI). Man muß demnach vier einzelne Bits zu einer Information zusammenstellen. An welcher Stelle das einzelne Bit steht, ist abhängig von den Decodersteuerbits. In dem Beispiel für eine Stereoübertragung hätte die '1' die Steuerbits  $C_1 = 1$  und  $C_0 = 1$ . Es werden wieder vier Gruppen vom Typ 0A benötigt, um die komplette DI-Information zu übertragen.

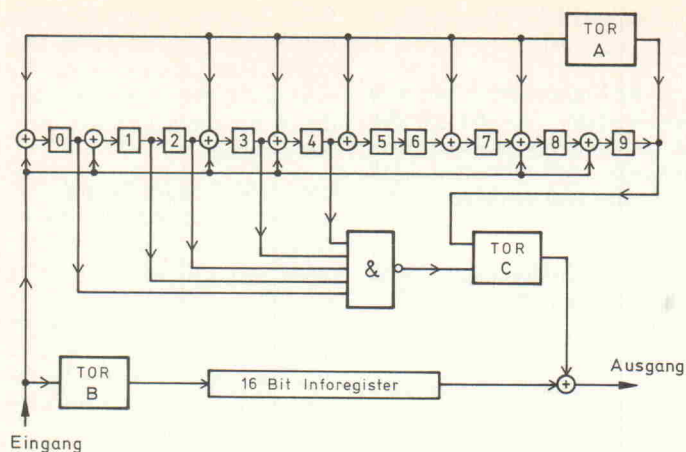


**Bild 7. Die Ausgangssignale des RDS-Decoder-ICs SAA 7579 als Zeitdiagramm.**

Offset	s <sub>9</sub>	s <sub>8</sub>	s <sub>7</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>
A	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
B	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
C	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
C'	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0
D	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0

**Tabelle 3. Das Syndrom-Bitmuster.**





**Bild 8. Arbeitsweise der Schieberegisterausführung zur Fehlerkorrektur und Fehlererkennung.**

Beim 'Radiotext', Daten vom Gruppentyp 2A (Bild 5), handelt es sich um eine adressierte Information. Es werden pro Gruppe vier Textzeichen übertragen. Der Textsegmentadressencode gibt die Stelle an, an der die Zeichen aus Block C und Block D in den 64 Zeichen enthaltenden Radiotext eingetragen sein sollen.

Beispiel: Adressencode = \$ 01 bedeutet, die ASCII-Zeichen im Block C und D sind die Textzeichen 5, 6, 7, 8.

Um einen kompletten Text übertragen zu können, benötigt man 16 Gruppen vom Typ 2A. Die eintreffenden Informationen muß der Decoder zusammensetzen und zwischenspeichern. Zur Unterscheidung, in welchen Text die Zeichen eingetragen werden, dient das 'Textflag'. Auf diese Weise hat man die Möglichkeit geschaffen, zwei unterschiedliche Texte zu übertragen. Die Dekodierung der einzelnen Gruppen geschieht generell mit einem Mikroprozessorsystem.

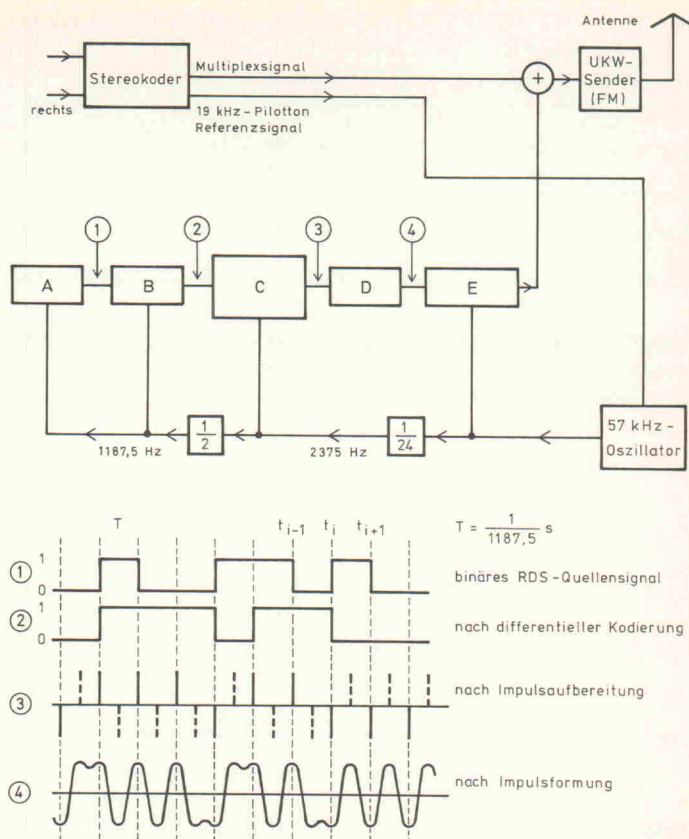
## Aufbereitung der RDS-Daten auf der Empfängerseite

Um die einzelnen Gruppen auswerten zu können, muß der Empfangsdecoder den demodu-

lierten kontinuierlichen Datenstrom synchronisieren. Die Synchronisation ist nicht von Start- oder Stoppbits ableitbar, wie sie bei einer seriellen Datenübertragung üblich sind. Man muß hier, wie auf der Senderseite, ebenfalls eine Matrizenmultiplikation durchführen. Eine willkürlich empfangene 26-Bit-Folge wird mit einer  $26 \times 10$ -Matrix (H-Paritätsprüfmatrix) multipliziert (Bild 6).

Das Resultat dieser Matrizenmultiplikation ist ein 10-Bit-Vektor. Man nennt diesen Syndrom. Enthält die empfangene Information keine Fehler, so ist der Syndromvektor ein Nullvektor. Da die einzelnen Blöcke einer Gruppe schon senderseitig durch Addition der Offset-Muster mit einem bekannten Fehler behaftet sind, erhält man ein dem Block-Offset entsprechendes Syndrom, wenn keine weiteren Übertragungsfehler auftreten. Wie die den Offset-Wörtern zugehörigen Syndrome lauten, läßt sich Tabelle 3 entnehmen.

Diese Matrizenmultiplikation und eine weitere Technik, die mit einem Schieberegister arbeitet, sind in der EBU-Norm (EBU Tech 3244) beschrieben [1]. Zur Synchronisation nutzt man den Zusammenhang zwischen dem hinzugefügten Offset-Muster und dem entsprechenden bekannten Syndrom aus. Voraussetzung für die Synchronisation ist ein fehlerfrei empfangener Block. Günstig ist Block D, da nach Identifizierung des Syndrommusters D das nächste Bit das MSB des Blocks A ist. Hierbei tritt jedoch noch ein zeitliches Problem auf. Der zeitliche Abstand zweier hintereinander in ein Register eintretenden Datenbits beträgt 0,842 ms (Bild 7). Diese kurze Zeitspanne muß genügen,



um die Syndromberechnung durchzuführen.

Eine komplette Matrizenmultiplikation ist aus Zeitgründen im Mikroprozessor des Decoders nicht realisierbar. Nach einer Anregung von Dr. Ohsmann lassen sich die Matrizenmultiplikationen auch vorab berechnen und in Datenfeldern abspeichern [3]. Auf diese Weise gelangt man über reine Vergleichsalgorithmen zur Berechnung der Syndrome. Dieses Verfahren benötigt zwar mehr Speicherplatz im ROM oder RAM; der Vorteil liegt jedoch klar auf der Hand: Man kann fast alle 8-Bit-Prozessorsysteme wie beispielsweise den MOPS für die Dekodierung benutzen.

Die Syndromberechnung bewältigt zum einen die Synchronisation des Datenstroms, zum anderen dient sie der Fehlererkennung und Fehlerkorrektur. Letztere benötigt eine Schieberegisteranordnung, wie sie in der EBU-Norm beschrieben steht [1]. Die Software des Decoder-Controllers ist in der Lage, dieses Schieberegister zu simulieren.

Bild 8 zeigt die Arbeitsweise einer solchen Schieberegisteranordnung zur Fehlerkorrektur und Fehlererkennung. Im Syndromregister, Zellen 0...9, steht das berechnete Syndrom, und im Inforegister die fehlerbehaftete

**Bild 9. Blockschema eines UKW-Senders für RDS (oben) mit A (1):**  
**RDS-Quellsignal,**  
**B: Differentielle Kodierung,**  
**C: Impulsaufbereitung**  
**(Biphasen-Kodierung),**  
**D: Tiefpaßfilter,**  
**E: RDS-Modulator**  
**(AM mit unterdrücktem**  
**Träger) und die Modulation**  
**des Hilfsträgers (unten).**

tete Information. Die 16 Bit des Inforegisters werden im Takt ausgegeben, während der Inhalt des Syndromregisters bei geöffnetem Tor A rotiert.

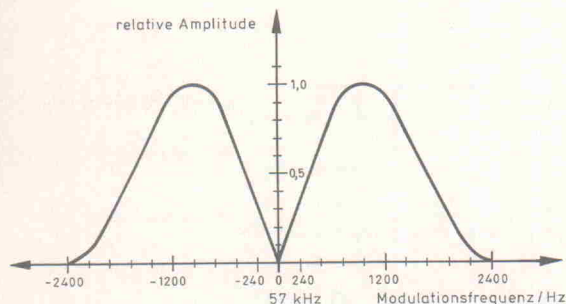
Sind die Zellen 0...4 des Syndromregisters alle '0', so muß ein aufgetretenes Fehlerbündel mit einer maximalen Länge von fünf Bit in den rechten fünf Zellen des Registers stehen. Tor A schließt, und der Inhalt des Syndromregisters wird Bit für Bit zum Datenstrom aus dem Info-register (mod 2) hinzuaddiert.

Sind die Zellen 0...4 des Syndromregisters nicht alle '0', bevor das Inforegister ausgelesen ist (nach 16 Takten), liegt ein nicht korrigierbarer Fehler



Ausgangspunkt Zeitpunkt $t_{i-1}$	Eingang zum Zeitpunkt $t_i$	Ausgang zum Zeitpunkt $t_i$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**Tabelle 4.** Das binäre RDS-Quellsignal (Bild 9, Kurve 1) wird zunächst in einen differentiellen Coder nach den Regeln der Tabelle umgeformt.



**Bild 10.** Spektrum eines biphasenkodierten RDS-Signals.

vor, oder es befindet sich ein Fehler innerhalb der Korrektur-Bits (Checkbits).

## Senderseitige Aufbereitung der RDS-Daten

Wie aus dem Blockschema (Bild 9 oben) ersichtlich ist, transportiert ein Hilfsträger, der dem monophonen Programmsignal oder dem stereophonen Multiplex-Signal (MPX) zuge-

fügt wird, die digitalen Datensignale. Er hat eine Frequenz von 57 kHz und ist entweder in Phase oder Quadratur, das heißt  $90^\circ$  phasenverschoben, mit der dritten Harmonischen des Stereo-Pilotträgers von 19 kHz gekoppelt.

Da der Pilotträger eine Frequenztoleranz von nur  $\pm 2$  Hz aufweisen darf, ergibt sich für den Hilfsträger eine Toleranz von  $\pm 6$  Hz. Der maximale Frequenzhub des Hauptträgers durch den modulierten Hilfsträger ist zwar in der Spezifikation mit  $\pm 2$  kHz festgelegt; RDS-Decoder sollten jedoch so aufgebaut sein, daß sie auch bei Hubanteilen (Pegeln) zwischen

$\pm 1$  kHz und  $\pm 7,5$  kHz einwandfrei funktionieren.

Um die Kompatibilität mit dem ARI-System, das die gleiche Hilfsträgerfrequenz von 57 kHz aufweist, sicherzustellen, sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- Der RDS-Hilfsträger muß eine Phasendifferenz von  $90^\circ$  ( $\pm 10^\circ$ ) gegenüber dem ARI-Hilfsträger aufweisen.
- Der maximale Frequenzhub des Hauptträgers durch das RDS-Signal ist auf  $\pm 1,2$  kHz zu reduzieren.
- Der maximale Frequenzhub des Hauptträgers durch das ARI-Signal ist auf  $\pm 3,5$  kHz zu reduzieren.

An Hand des Blockschemas und der Abbildung über die Modulation des Hilfsträgers (Bild 9) läßt sich die Art und Weise, wie der 57-kHz-Hilfsträger mit den aufbereiteten Radio-Daten-Signalen moduliert wird, erklären.

Die Taktfrequenz von 1187,5 Hz leitet sich aus der Hilfsträgerfrequenz mittels Teilung durch den Faktor 48 ab. Damit ist die maximal übertragbare Datenrate auf 1187,5 Bit/s festgelegt. Das binäre RDS-Quellsignal (Bild 9, Kurve 1) wird zunächst in einen differentiellen Coder nach den Regeln der Tabelle 4 umgeformt. Es ergibt sich dadurch der Signalverlauf (Kurve 2).

Nach der anschließenden impulsmäßigen Aufbereitung erhält man den Signalverlauf (Kurve 3), der sich aus zwei Impulsfolgen gemäß folgendem Schema zusammensetzt:

- Für jede logische '1' nach der differentiellen Kodierung wird ein positiver Impuls, für jede logische '0' ein negativer Impuls erzeugt (voll gezeichnet).
- Die so erhaltene Impulsfolge wird invertiert und um T/2 verzögert (gestrichelt gezeichnet).

Diese Art der Impulsaufbereitung ist als 'biphase-coding' bekannt. Eine etwaige Invertierung im Empfänger bleibt bei dieser Art der Kodierung ohne Auswirkung.

Ein nachfolgendes Tiefpaß-Filter mit cosinusförmiger Durchlaßkurve und einer Grenzfrequenz von 2375 Hz gibt der Impulsfolge (Bild 9, Kurve 3) noch eine spezielle Form, bevor man den Hilfsträger mit dem so erhaltenen Signal (Kurve 4) amplitudenmoduliert. Der Hilfsträger selbst wird unterdrückt.

Diese Form der Signalaufbereitung und Modulation des Hilfsträgers bewirkt zweierlei: Zum einen treten in der unmittelbaren Umgebung des 57-kHz-Hilfsträgers nur kleine Spektralkomponenten der Datensignale auf, wie auch aus der Kurve in Bild 10, die das Spektrum eines biphasenkodierten RDS-Signals zeigt, zu ersehen ist. Dieses ist wichtig, um die Forderung nach Kompatibilität mit dem stereophonen Rundfunkprogramm sowie mit dem ARI-System erfüllen zu können.

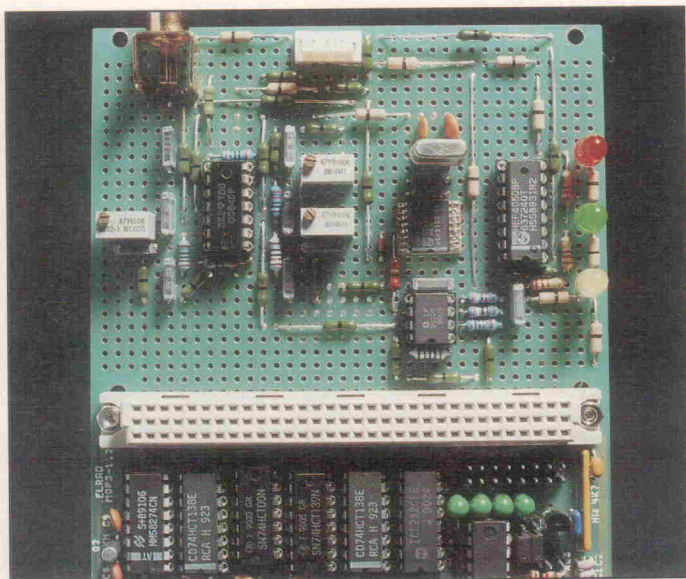
Zum zweiten kann die Taktfrequenz im Empfänger leicht regeneriert werden. Das Ausgangssignal des RDS-Modulators moduliert zusammen mit dem stereophonen Multiplex-Signal schließlich den Hauptträger des UKW-Senders, und dessen Ausgangssignal wird über die Antenne abgestrahlt.

Auf der Empfängerseite ist der modulierte Hilfsträger vom stereophonen Multiplex-Signal zu trennen und separat zu demodulieren beziehungsweise zu dekodieren, um wieder das binäre RDS-Quellsignal zu erhalten.

## Literatur

- [1] Spezifikationen of the Radio Data System RDS for VHF/FM Sound Broadcastin, Tech 3244-E EBU, Brüssel
- [2] Wesley Peterson, Prüfbar und korrigierbare Codes, Oldenburg Verlag, München 1967
- [3] Dr. Ohsmann, RDS Dekodersoftware, RWTH Lehrstuhl 1 für Mathematik, Aachen
- [4] Dr. Josef Berger, Das Radiodaten-system (RDS) für den UKW-Tonrundfunk, ORF, Wien
- [5] Zeitschrift NTZ, Band 40, Heft 5/1987
- [6] Institut für Rundfunktechnik, München, RDS: Ein neuer Dienst der ARD

**Ein kleiner Vorgeschmack auf den zweiten Teil. Die Schaltung des RDS-Decoders paßt spielend auf die freie Hälfte der MOPS-Platine.**





# Erstaunliche Wandlung

## Elf Open-Frame-Schaltnetzteile bis 100 VA

Eckart Steffens

Vor fünfzehn Jahren waren sie noch eher Diskussionsgegenstand für Grundlagenentwickler, heute muß sich nahezu jeder Praktiker mit ihnen befassen. Die Rede ist von getakteten Stromversorgungen, auch Schaltnetzteile oder gar 'switchmode power supplies' genannt. Egal, ob PC oder ST, Oszilloskop oder Laborstromversorgung, sogar in Audio-Endstufen haben Schaltnetzteile erfolgreich Einzug gehalten. Ob denn das Vorurteil, Schaltnetzteile seien problematisch, anfällig und teuer, noch zu halten ist, wollten wir genauer wissen. Elf Prüflinge im Leistungsbereich von 10...100 VA haben wir gesammelt und auf den Prüftisch geschallt.



Test

**N**eben dem allgemeinen Handling interessierten uns bei den Prüflingen besonders die folgenden Parameter:

### Der ausnutzbare Eingangsspannungsbereich

Gemessen wurde am Hauptausgang. Bei den meisten Geräten ist dies der +5-V-Ausgang. Als Belastung wurden 50 % und 100 % der Vollast gesetzt und dann die Netzspannung von 0 V auf 250 V herauf- und wieder heruntergefahren.

### Der Wirkungsgrad

Da der Primärstrom stark oberwellenhaltig ist, muß die Ermittlung der Eingangsleistung über eine Effektivwertberechnung erfolgen. Einige der untersuchten SNTs indes wiesen ihre beste Effektivität bei etwa halber Last auf. Soweit möglich, ist der jeweils günstigere Wert angegeben.

### Lastausregelung

Wie gut wird das Schaltnetzteil mit Lastwechseln fertig? Um dies zu prüfen, wurde jedes SNT mit einer Last von 50 % beziehungsweise 100 % am Hauptausgang beaufschlagt, und diese Lasten wurden mit 1 kHz umgeschaltet. Dazu diente wieder die elektronische Last BEHA EL-500, die auch bei früheren Tests gute Dienste leistete.

### Cross-Regelung und Belastung

Die Cross-Regelung beschreibt die gegenseitige Beeinflussung der Ausgangsspannungen bei Laständerung am Hauptausgang, der, wie zuvor, mit 50 %/100 % Last getaktet wurde. Alle Hilfsausgänge wurden mit je 20 % belastet.

### Elektromagnetische Verträglichkeit

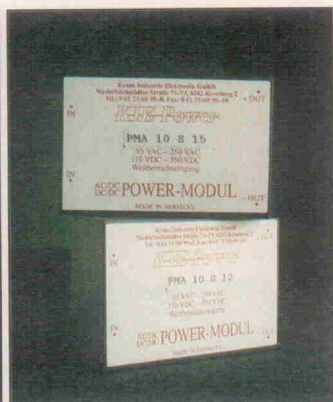
Auf die Details der EMV-Messungen wird in einem besonde-

ren Abschnitt detailliert eingegangen. Soweit nicht anders angegeben, wurden die Netzteile für diese Messungen an allen Ausgängen mit jeweils 50% ohmscher Last beschaltet.

### 10 VA Kraus PMA 10 S 12, 10 S 15

Hier handelt es sich um vergossene Schaltreglermodule, die mit Lötspießen versehen und zum direkten Einbau in eine Platine geeignet sind. So wird das komplette Netzteil nicht nur zur Baugruppe, sondern sogar zum Bauelement. Bei etwa gleichem Volumen wie ein entsprechender Netztrafo werden hier die Vorteile einer solchen Lösung sehr offenkundig: erheblich geringeres Gewicht, Raumersparnis, da Gleichrichtung, Siebung und Stabilisierung bereits enthalten sind, und





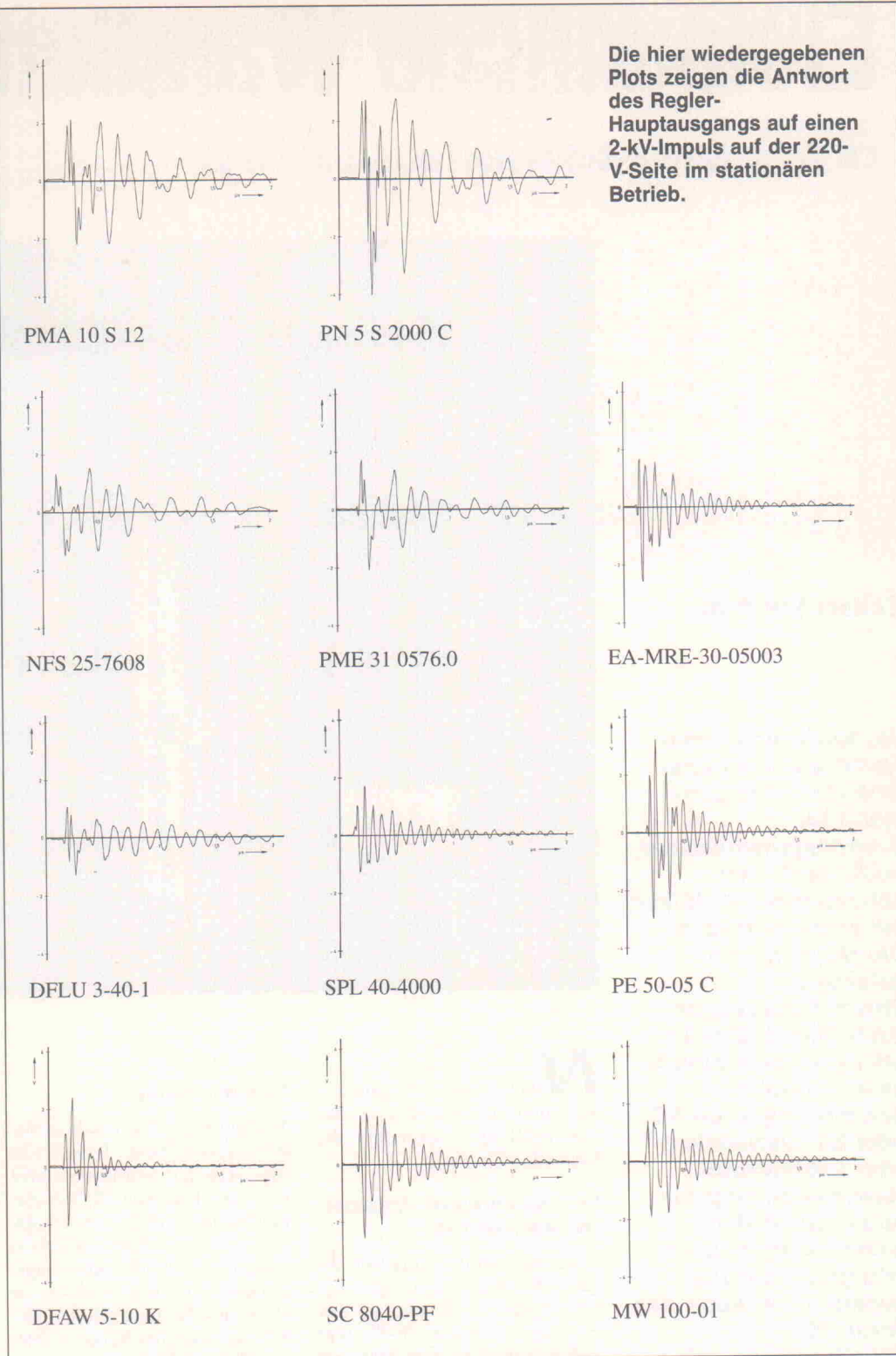
dazu noch ein besserer Wirkungsgrad.

Wir halten den nachfolgenden Betrachtungen zugute, daß die uns zur Verfügung gestellten Muster ausdrücklich einer Nullserie entstammen. So produziert die dynamische Last eine Störspannung von 360 mV am Ausgang; belastet man das Gerät, war bei dem uns zur Verfügung getellten Testgerät ein Anschwingen im spezifizierten Arbeitsbereich (90...265 VAC) nicht mehr gegeben. Bei 50 % Teillast fingen die Wandler erst bei 150 V respektive 165 V an zu schwingen.

Wenn die Wandler laufen, arbeiten sie klaglos bis herunter zu 70...80 V Eingangsspannung. Auch den spezifizierten Wirkungsgrad von 82 % konnten wir nicht nachvollziehen. Um das Verhalten des Wandlers bei verschiedenen Belastungen zu prüfen, haben wir die aufgenommene und die abgegebene Leistung bei verschiedenen Belastungen gemessen und daraus den Wirkungsgrad ermittelt. Die Kurve zeigt das Ergebnis. Seinen besten Wirkungsgrad erreicht der PMA 10 S 15 bei Vollast.

## 10 VA MGW Advantec PN 5 S 2000 C

Das Advantec-Netzteil ist ebenfalls ein vergossenes Modul, das durch vier im Boden eingelassene Gewindeeinsätze zur Montage in einem Gerät vorbereitet ist. Eine oben angebrachte, klartextbeschriftete Schraubklemmleiste dient zur Verbindung mit Speisung und Last. Die mit zwei Jahren Garantie



versehenen Module sind mit einer Isolationsspannung von 3,7 kV spezifiziert, sollen über eine Netzausregelung von 0,01 %, eine Lastausregelung von 0,1 % sowie über eine Foldback-Strombegrenzung verfügen. Somit sind die Module kurzschlußfest und im Normalbetrieb quasi unzerstörbar.

Der Test zeigt, daß das Advantec einen wesentlich weiteren als den spezifizierten Arbeits-

reich problemlos verkraftet – es ließe sich auch als Mehrbereichsmodul verwenden. Spezielle 110-V-Ausführungen stehen jedoch zusätzlich zur Verfügung. Daß das PN-5 S 2000 recht schnell ausregelt, zeigt die Lastkurve: Hier verbleiben Spitzenspannungen von nur etwa 40 mV, die der Lastwechsel verursacht. Das Modul arbeitet mit einer Effektivität von circa 73 %, ebenfalls bei Vollast gemessen.





**Siegfried Reck,  
Thomas Zwemke**

... auf der Versorgungsspannung können elektrische Geräte empfindlich stören. Ob und wie primärgetaktete Schaltnetzteile mit transienten Störimpulsen auf der Netzspannung fertig werden, haben wir untersucht. Im Test waren ein knappes Dutzend Geräte mit Nennleistungen zwischen 10 und 100 VA.

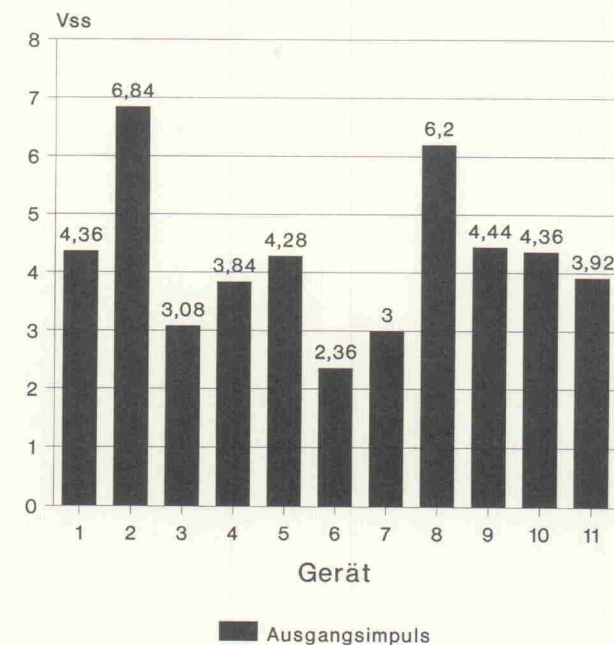
Zu den Ursachen transientser Störungen in Versorgungsnetzen gehören vorzugsweise elektromechanische Schaltvorgänge. Bei induktiv belasteten Schaltern treten ganze Impulspakete (sogenannte Bursts) auf. Diese Störungen führen zu Fehlfunktionen oder Zerstörung elektronischer Schaltungen, unabhängig davon, ob sie in TTL- oder CMOS-Technik realisiert sind.

Transiente Störungen im Netz sind normalerweise relativ selten und treten zufällig auf. Um zu verlässlichen Aussagen über die Störfestigkeit einzelner Geräte zu gelangen, werden diese mit definierten, nachgebildeten Störgrößen (sogenannte Prüfstörgrößen) traktiert. Grundlage für die Beurteilung der Störfestigkeit sind verschiedene Normen zur elektromagnetischen Verträglichkeit. VDE 839, VDE 846, VDE 847 und IEC 801 Teil 4 sind die wichtigsten dieser international anerkannten Normen.

Sie definieren zunächst einige wichtige Begriffe. Danach ist die Störfestigkeit die 'Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, Störgrößen bestimmter Höhe ohne Fehlfunktion zu ertragen' (VDE 839 Teil 10 (Entwurf, Okt. 1987)). Die gerade zitierte Norm teilt die Einsatzorte elektrischer Einrichtungen in vier Umgebungsklassen ein (I1 bis I4), für die verschiedene Prüfstörgrößen festgelegt sind. Bei unseren Tests sind wir von Einsatzorten mit üblicher Gebäudeinstallation ausgegangen, die zur Klasse I2 gehören (Wohnungen, Büros, Schaltwarten und Elektronikräume).

Die Meßeinrichtung für impulsförmige Störungen und die darin eingesetzten Impulsgeneratoren und Kopplungseinrichtungen sind in den Normen VDE 847 beziehungsweise VDE 846 beschrieben.

## Impulsantwort Einspeisung: Impuls primär 2 kV



Schaltnetzgerätestet

### Meßaufbau

Der Störsimulator NSG 222 A der Firma Schaffner erzeugt schnelle Störimpulse mit einer Anstiegszeit von 5 ns und einer Dauer von 100 ns. Die Amplitude beträgt 2 kV. Diese Impulse besitzen ein breites Störspektrum und bewirken trotz ihres relativ geringen Energieinhaltes die meisten Störungen in digitalen Schaltungen aller Art.

Ein weiterer Störsimulator (NSG 225) liefert Störimpulspakete (Bursts) mit einer Dauer von 15 ms. Die Anstiegszeit der Einzelimpulse beträgt 5 ns und deren Dauer circa 50 ns. Die Amplitude liegt bei 1 kV. Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Umgebungsklasse I2 und eine parallele Einkopplung auf Versorgungsleitungen. Die Prüfstörgrößen werden jeweils asymmetrisch, das heißt zwischen der elektrischen Mitte der Versorgungsadern (L1 und N) und dem Bezugspotential (PE),

einkoppelt. Das zu testende Schaltnetzteil wird primärseitig an den Störsimulator angeschlossen. Lastwiderstände an allen Ausgängen sorgen für einen Betrieb mit halber Nennleistung.

Das Kriterium zur Beurteilung der Funktion des Testobjekts ist dessen Ausgangsspannung. Sie wird mit Hilfe eines Speicheroszilloskops (Philips PM 331, 60 MHz) aufgezeichnet. Dabei müssen die Anschlüsse der Tastspitze auf möglichst kurzem Weg mit den Ausgangsklemmen verbunden werden, um Meßfehler aufgrund parasitärer Einkopplungen der Störgrößen zu vermeiden.

Vorversuche haben gezeigt, daß die Prüflinge durch die Störimpulse nicht aus dem Takt zu bringen sind. Die Reaktionen auf die Einzelimpulse und auf die Bursts ähneln sich sehr. Es genügt daher, daß der eigentliche Test nur mit den Einzelimpulsen durchgeführt wird. Eine Fehlfunktion im Sinne

der Norm tritt weder beim Einzelimpuls noch beim Burst auf, sofern man kurzzeitige Störungen auf der Ausgangsspannung noch als zulässig betrachtet. Jedoch werden Netzteile normalerweise nicht allein betrieben, sondern versorgen andere Schaltungsteile, auf die sich die durchgereichten Störungen auswirken können.

### Test mit Einzelimpulsen

Hier geht es darum, welcher Anteil der primärseitig eingekoppelten Störgröße zum Ausgang gelangt. Dazu wird am Störsimulator ein Einzelimpuls ausgelöst und der Verlauf der Ausgangsspannung aufgezeichnet.

Der eingekoppelte Störimpuls regt auf der Ausgangseite der Netzteile eine gedämpfte Schwingung an, die bei den meisten Geräten sehr ähnlich verläuft (MRE 30-5006, MRE 15, SC 8040-PF, SPL 40-400, MW 100-01, PE 50-05 C). Bei diesen Geräten ist sie nach circa 80 bis 100 µs abgeklungen. Beim PE 50-05C ist die Amplitude die höchste in dieser Gruppe.

Bei durchschnittlicher Anfangsamplitude klingt die Schwingung am Ausgang des FAW 5-10 K besonders schnell ab, während der Ausgleichsvorgang beim PME 3105/6.0 und beim NFS 25-7608 erheblich länger dauert. Einen besonders hohen Anfangsspitzenwert und eine lange Abklingzeitkonstante hat die durchgereichte Störung beim PN 5 S 2000 C. Einen ähnlichen Verlauf bei geringerem Anfangswert zeigt die Ausgangsspannung des PMA 10 S 12. Bei diesen beiden Geräten handelt es sich um Module mit kleiner Leistung. Die kleinste Anfangsamplitude hat der vom Störimpuls angeregte Ausgleichsvorgang beim FLU-3-40-1. Allerdings klingt er sehr langsam ab.

### Fazit

Alle getesteten Schaltnetzteile bestehen die Störfestigkeitsprüfung für impulsförmige Störungen in der Umgebungsklasse I2. Es läßt sich jedoch nicht vorhersagen, wie die von den Netzteilen versorgten Schaltungsteile im realen Betrieb auf die durchgereichten Störspannungen reagieren.

Das PN-5 S 2000 ist für VDE 0871 Klasse B spezifiziert. Im Frequenzbereich unterhalb 3 MHz überschreitet die gemessene Kurve für primäre Störaussendung jedoch das Toleranzfeld, so daß hier die Spezifikation nicht eingehalten wird.

### 25 VA Computer Products NFS 25-7608

Das kleine Schaltnetzteil von Computer Products kommt als Einbauplatine daher, es ist ähnlich aufgebaut wie das weiter

unten besprochene Power-General-Netzteil. Anders als dort ist hier aber nur der negative Zusatzausgang über einen Linearregler geführt, der +12-V-Zusatzausgang ist quasi-geregelt mitgeführt. Wie die dynamische Lastkurve zeigt, hat die Regelung mit schnellen Last-

wechseln Probleme; zwar arbeitet sie besser als etwa beim Power General, ist aber von deutlich mehr Störungen überlagert. Überhaupt scheint das CP-Produkt recht 'noisy' zu sein; eine entsprechende Überlagerung zeigen alle Ausgangskurven.



# Elf primär getaktete Stromversorgungsmodule im Überblick

Produzent/Distributor	Kraus Industrie Elektronik GmbH	MVG Stromversorgungen	Computer Products GmbH	KRP Bentron	Elektro-Automatik	Fortec	Framos
Postleitzahl	6242	8000	8450	8028	4060	8011	8000
Ort	Kronsberg/Ts. 2	München 83	Amberg	Taufkirchen	Viersen	Aschheim	München 71
Straße	Niederhochstädter Straße 71-73	Bayerwaldstr. 27	Herrnstr. 7	Eschenstr. 2	Helmholtzstr. 33-35	Saturnstr. 48	Riegelsestr. 16
Vorwahl	0 61 73	0 89	0 96 21	0 89	0 21 62	0 89	0 89
Telefon	60 99-0	67 80 90-0	1 30 23	6 12 10 30	3 78 50	9 03 85 81	7 85 30 31
Fax	60 99-10	67 80 90 80	3 35 43	6 12 78 63	1 62 30	9 03 03 84	78 12 36
Gerätebezeichnung	PMA 10 S 12	PN 5 S 2000 C	NFS 25-7608	PME 31 05/6.0	MRE-30-05006	FLU 3-40-1	SPL 40-4000
Eingangsspannungsbereich laut Hersteller	90...264 V	187...242 V	84...264 V	187...242 V	85...264 V	85...265 V	90...132 V und 180...264 V
Ausgangsleistung laut Hersteller	10 VA	10 VA	25 VA	30 VA	30 VA	40 VA	40 VA
Dauerbelastbarkeit des 5-V-Ausgangs	—	2,0 A	2,0 A	6,0 A	6,0 A	5 A	5,0 A
Weitere Ausgänge	12 V/0,84 A	—	+12 V/1,5 A, -12 V/0,2 A	—	—	+12 V/3 A, -12 V/0,7 A	+12 V/0,5 A, -5 V/0,5 A, -12 V/0,5 A
Wirkungsgrad $\eta$	76,5 %	72,8 %	67,0 %	82,0 %	77,5 %	68,5 %	77,0 %
Spitzen-Störspannung (50/100 %-Lastwechsel)	0,36 mV	0,07 mV	0,29 mV	0,34 mV	0,29 mV	0,28 mV	0,06 mV
Antwort auf primären 2-kV-Impuls	4,36 V	6,84 V	3,08 V	3,84 V	4,28 V	2,36 V	3,0 V
EMV-Spezifikation laut Hersteller	VDE 0871 Klasse A	VDE 0871 Klasse B	VDE 0871 Klasse A	VDE 0871 Klasse B	VDE 0871 Klasse B	VDE 0871 Klasse B	VDE 0871 Klasse A
Abmessungen (L x B x H)	75 x 50 x 23	89 x 64 x 32	127 x 76 x 30	89 x 64 x 34	156 x 97 x 32	127 x 77 x 33	160 x 100 x 44
Gewicht	0,140 kg	0,390 kg	0,222 kg	0,338 kg	0,360 kg	0,224 kg	0,382 kg
Leistungsdichte	0,116 W/cm <sup>3</sup>	0,055 W/cm <sup>3</sup>	0,086 W/cm <sup>3</sup>	0,155 W/cm <sup>3</sup>	0,062 W/cm <sup>3</sup>	0,124 W/cm <sup>3</sup>	0,057 W/cm <sup>3</sup>
Leistungsgewicht	71,4 W/kg	25,6 W/kg	112,6 W/kg	88,7 W/kg	83,3 W/kg	178,5 W/kg	104,7 W/kg
Einzelpreise (o. MwSt)	129,—	209,—	k. A.	283,—	179,—	135,—	272,—

Da der Arbeitsbereich mit 85 V...264 V spezifiziert ist und auch deutlich eingehalten wird, eignet sich diese SNT-Platine als kleines Allnormen-Netzteil für universelle Anwendung. Das NFS-25-7608 erreicht einen Wirkungsgrad von gut 67 %, ist recht einfach zu handhaben und wird bis auf die beiden Kühlbleche für die Gleichrichter auch nicht sehr warm. Interessantes Detail am Rande: Während die meisten SNTs die Regelrückführung über Optokoppler bewerkstelligen, benutzt das NFS hierzu einen kleinen Ringkernübertrager.

## 30 VA Bentron PME 3105/6.0

Mit welchen Prädikaten man werben kann, zeigt das Bentron: 'hohe Leistungsdichte: 0,15 W/cm<sup>3</sup>'. Wir haben die Daten für die anderen Geräte ebenfalls passend umgerechnet.

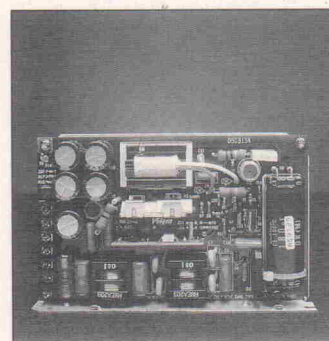
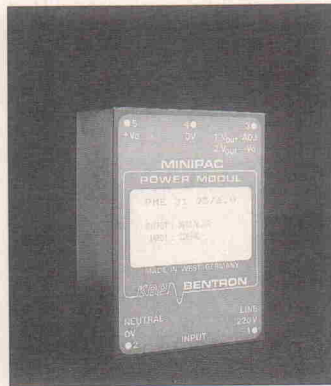
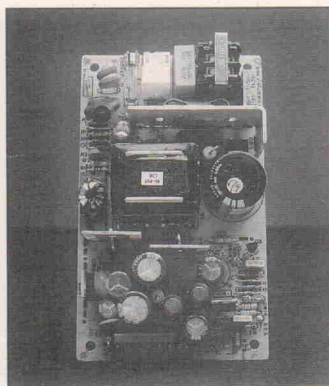
Das PME 3105 glänzt mit einem besonders hohen Wirkungsgrad. Die angegebenen 'typisch 80 %' konnten wir mit einem Meßwert von immerhin 82 % verifizieren, und damit ist

das Minipac Power Modul ein sehr effektives Netzteil. Um dies zu erreichen, hat man möglicherweise Zugeständnisse an den Eingangsspannungsbereich gemacht: das PME ist kein 'Weitbereichsnetzteil', wie das bei den meisten anderen Geräten der Fall ist. Hier ist der zulässige Eingangsspannungsbereich auf 220 V -10 %/+15 % begrenzt, und der wird vom Bentron – gleich unter welchen Lastverhältnissen – auch zuverlässig eingehalten.

Das Belastungsdiagramm läßt erkennen, daß das Bentron Power Modul über eine gute statische Lastausregelung verfügt; die Ausgangsspannung pendelt sich stets wieder ein. Mit plötzlichen Laständerungen, Peaks also, wird es nicht so gut fertig – es entstehen 290 mV meßbare Welligkeit beim 1-kHz-Lastwechseltest an den Ausgangsklemmen. Die Symmetrie der sich ergebenden Kurvenform sollte beachtet werden: sie weist ebenfalls eine gute Regelschaltung aus.

## 30 VA Elektro-Automatik MRE 30-5006

Auch das Elektro-Automatik MRE 30-5006 ist in Flachbauweise gehalten und auf einem Chassis montiert. Dank der einheitlichen Bauhöhe aller auf dem Board verwendeten Komponenten ergibt sich ein sehr kompakter Aufbau, der zugleich eine leichte Montage des Netzteils in einer Applikation ermöglicht – unten und an der hinteren Längsseite sind dazu jeweils zwei eingeschnittene M3-Gewinde vorhanden.





Componex GmbH	CompuMess Elektronik GmbH	Schroff GmbH	Frank Thiele
4000	8046	7541	7153
Düsseldorf 30	Garching	Straubenhardt 1	Weissach i.T.
Vogelsanger Weg 80	Carl-von-Linde-Str. 25	Industriegebiet	Beethovenstr. 20
02 11	0 89	0 70 82	0 71 91
62 62 91	32 00 95 52	7 94-0	55 91
62 62 95	32 00 95 25	79 42 00	5 89 79
PE 50-05 C	FAW 5-10 K	SC 8040-PF	MW 100-01
85...132 V und 170...264 V	85...264 V	180...260 V	85...132 V und 170...264 V
50 VA	50 VA	72,5 VA	100 VA
10,0 A	10,0 A	8,0 A	12 A
—	—	+12 V/2 A, -12 V/0,5 A, -5 V/0,5 A	+24 V/2 A, +12 V/2 A, -12 V/1 A
70,1 %	80,2 %	69,5 %	74,0 %
0,28 mV	0,08 mV	0,23 mV	0,125 mV
6,2 V	4,44 V	4,36 V	3,92 V
FFC Class B, VDE 0806	VDE 0871 Klasse B	VDE 0871 Klasse B	FFC Class B
80 × 92 × 41	165 × 94 × 25	240 × 131 × 60	210 × 120 × 40
0,616 kg	0,378 kg	1,10 kg	0,750 kg
0,166 W/cm <sup>3</sup>	0,129 W/cm <sup>3</sup>	0,038 W/cm <sup>3</sup>	0,099 W/cm <sup>3</sup>
81,1 W/kg	122,2 W/kg	65,9 W/kg	133,3 W/kg
215,—	242,—	226,—	397,90

Das EA ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich eine Open-Frame-Konstruktion mechanisch geschickt mit der Platine kombinieren läßt. Die mittig hochgebogenen Chassis-Laschen dienen hier gleichzeitig als Kühlkörper für die Leistungsbaulemente, die zur Isolation in eine Silikonmatte eingeschlagen sind und mit einer Klammer auf den Kühlkörper gepreßt sind. So erreicht man eine schnelle, kosteneffektive Montage und benötigt keine zusätzlichen Kühlprofile zur Wärmeabfuhr.

Die Anschlüsse für Netz, Schutzleiter und Niederspannungsausgang erfolgen über eine Klemmleiste. Zugänglich von dieser Seite ist auch ein Trimmer zur Ausgangsspannungsjustage, sowie eine LED zur Anzeige der Ausgangsspannung – ein Power-Good-Signal steht aber nicht zur Verfügung.

Auch bei dem MRE-30 handelt es sich um ein Weitbereichsnetzteil, es eignet sich ohne Umschaltung für alle üblichen Netzspannungen. Der Arbeitsbereich beginnt bei 85 V, und

wie dem Diagramm zu entnehmen ist, arbeitet das EA bereits ab 60 V Netzspannung völlig stabil. Den Ausgangsstrom kann man bis etwa 7,3 A überziehen, dann setzt eine Strombegrenzung ein. Mit dynamischer Last produziert es am Ausgang immerhin Peaks von 290 mV, dies aber ohne aufgesetzte Störungen oder ähnliches. Nach kurzer Erholzeit versucht das EA dann auf den Sollwert einzuregulieren, der statische Versatz ist nur gering. Die Lastkurve bescheinigt auch dem EA eine gute Konstanz der Ausgangsspannung über dem entnommenen Strom.

Interessanter war die Stromaufnahme des Gerätes. Hier zeigen sich deutliche Schwinger am Stromabriß. Dennoch zeigt die Messung des vom EA an das Netz abgegebenen Störspektrums im Vergleich zu vielen anderen Modellen sehr moderate Pegel. Für 30 VA abgegebene Leistung (Vollast) benötigt das EA 38,7 Watt aus dem Netz: Das bedeutet 22,5 % Verluste, oder, andersherum gesprochen, 77,5 % Wirkungsgrad.

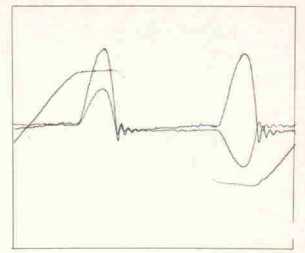
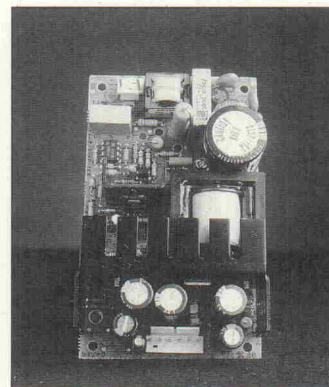
## 40 VA FORTEC Power General FLU 3-40-1

Das FLU 3-40-1 ist ein offenes Schaltnetzteil. Zwei Molex-Stiftleisten für Eingang und Ausgang, räumlich voneinander getrennt und daher funktionell leicht zuzuweisen, ermöglichen den Anschluß. Die Eingangsklemmen sind mit 'N' und 'L' beschriftet; ein Schutzleiteranschluß erfolgt über eine der vier Chassisbefestigungsschrauben, mit denen die Platine auf einem Chassis zu befestigen ist – nicht gerade die optimale Lösung, da mechanische Kontakte auf Leiterbahnen, noch dazu vorverzinnte, erfahrungsgemäß häufig zu Problemen führen. Die Ausgangsanschlußleiste ist mit 1...6 durchnummeriert, hier ist nach Plan zu verdrahten: eine Grundplatine muß für mehrere Modelle herhalten. Die Anschlußfolge +12 V/+5 V/GND/-12 V ist jedoch standardmäßig gewählt. Wer sich mit Schaltnetzteilen etwas auskennt, findet die betreffenden Pins auch ohne Dokumentation.

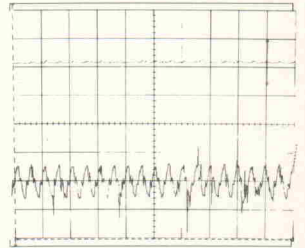
Auch das Power General ist mit einer 2-Jahres-Garantie versehen, der Hersteller spezifiziert eine Mindest-MTBF von 205 000 Stunden – wer nicht rechnen mag: das entspricht über 20 Jahre Dauerbetrieb...

In praxi ließ sich mit dem FLU 3-40 recht gut arbeiten; warm wurde, ohne jedoch auf Übertemperatur zu kommen, unter Last nur der große Kühlkörper – ob das jedoch die dem recht nahe stehenden Elkos über ihre Lebensdauer hinweg auch kalt läßt, muß für unseren Test aus Zeitgründen Spekulation bleiben. Erfahrungen zeigen, daß Temperaturzyklen unterworfenen Elkos gern vorzeitig austrocknen.

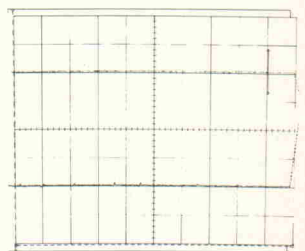
Wie die Diagramme zeigen, ist der Arbeitsbereich des Power General problemlos – das Netz-



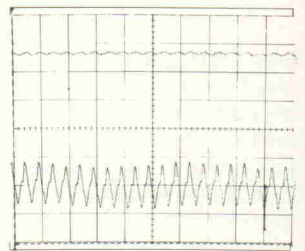
MRE-30-05006



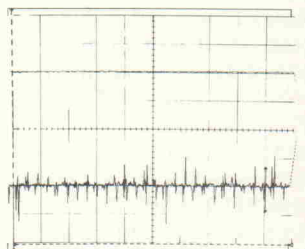
FLU 3-40-1



SPL 40-4000



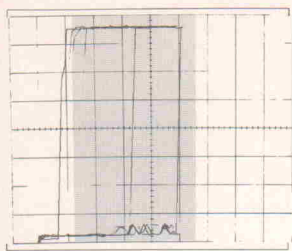
SC 8040-PF



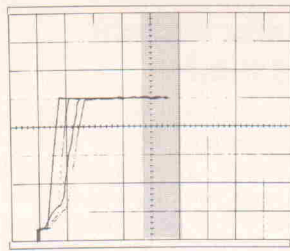
MW 100-01

**Testreihe Cross-Regelung:** Der Hauptausgang wurde im 1-kHz-Wechsel zwischen 50 % und 100 % Vollast belastet, alle Hilfsausgänge mit 20 % ohmscher Last versehen. Der Plot zeigt das Ausgangssignal des Hilfsausganges. Hier sind natürlich ausschließlich Geräte mit mehreren Ausgängen vertreten.

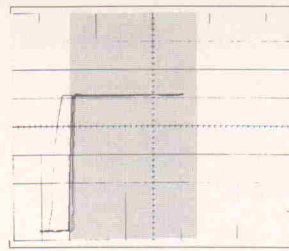




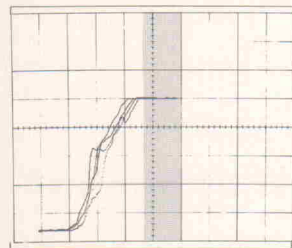
PMA 10 S 12



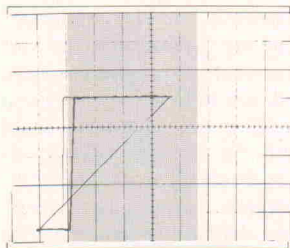
PN 5 S 2000 C



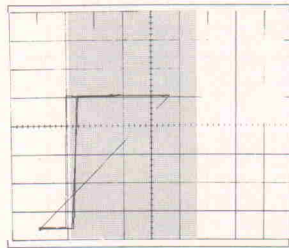
NFS 25-7608



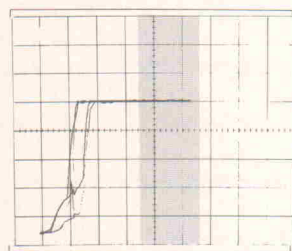
PME 31 05/6.0



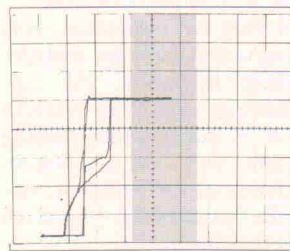
MRE-30-05006



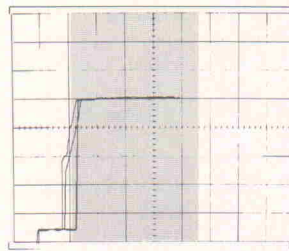
FLU 3-40-1



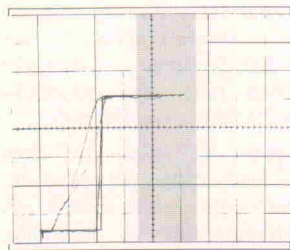
SPL 40-4000



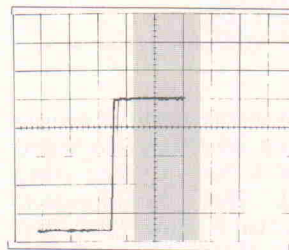
PE 50-05 C



FAW 5-10 K



SC 8040-PF



MW 100-01

Diese Plots geben das Anlauf- und Abschaltverhalten der Geräte im Test wieder: Beginnend mit 0 V wurde die (auf der x-Achse liegende) Netzspannung langsam bis auf 250 V hochgefahren. Der y-Kanal des Scopes ist – mit einer Ausnahme – auf 1 V/div eingestellt und an den belasteten 5-V-Ausgang (15-V-Ausgang im Fall des PMA 10 S 15) angeschlossen. Es ergeben sich zwei Kurven für 50 % und 100 % Last. Die x-Ablenkung ist auf 50 V/div eingestellt, die x-Mitte liegt bei 200 V, der markierte Bereich gibt die Herstellerangaben wieder.

teil schwingt deutlich vorher an und kommt auch sofort auf eine stabile Ausgangsspannung. Ob es dabei unter Last läuft oder nicht, interessiert dabei weder Netzteil noch Last. Laständerungen bewirken jedoch eine Ausgangswelligkeit, die mit 0,28 V auf dem Hauptausgang deutlich zu Buche schlägt, und obwohl mit einem 7812 linear ausgeregelt, bekommt auch der

+12-V-Ausgang davon etwas ab: hier schlägt das dynamische Signal mit etwa 40 % dieser Welligkeit durch. Ursache könnten die gemeinsamen Massebahnen auf dem Board sein.

Daß das FLU 3-40 statische Laständerungen gelassen hin nimmt, zeigt eine unter langsamer Laständerung aufgenommene Kurve. Hier bleibt die Ausgangsspannung von Leerlauf bis Vollast innerhalb 0,1 V konstant, und bei diesem Test läßt sich auch feststellen, daß das Power General Lastströme bis über 8 A abzugeben in der Lage ist; 5 A sind spezifiziert. Bei Überschreitung geht das Instrument in eine Abschaltung und prüft repetitiv durch Wiedereinschalten das Nochvorhandensein der Überlast.

Für das FLU 3-40 ermitteln wir eine Effektivität von 68,5 % (65 % spezifiziert).

Die Störmessungen wurden bei dem uns zur Verfügung getellten FLU 3-40 mit und ohne angeschlossenen Schutzleiter durchgeführt, ohne daß dies jedoch Einfluß auf die Wertung gehabt hätte. In beiden Fällen wird der Grenzwert nach VDE 0871 Klasse B in einem weiten Frequenzbereich überschritten.

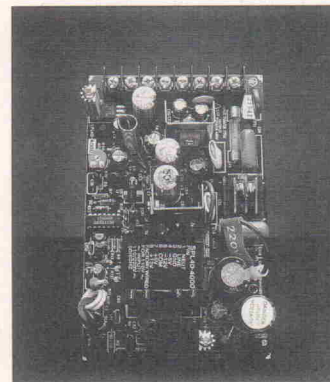
## 40 VA Framos Power-One SPL 40-4000

Zwar in englischer Sprache, aber sehr informativ in Bezug auf Daten, Meß- und Arbeitsbe-

dingungen, Anschlußhinweise, mechanische Abmessungen (Loch- und Einbauhinweise) ist das jedem Netzgerät beigelegte Info-Blatt von Power-One – so sollte es sein! Hier findet man nicht nur Diagramme über Belastung und die erforderliche Kühlung, auch 'Power-Fail'-Spezifikationen sind in Diagrammform wiedergegeben. Meist wird hier ja nur ein Wert spezifiziert; doch spielt dieses Datum für das vorliegende 40-VA-Netzteil ohnehin keine Rolle, da es nicht über einen Power-Fail-Ausgang verfügt.

Dafür glänzt das in Indien hergestellte, skylinemäßige Netzteil mit den besten Qualitäten in Bezug auf die Welligkeit der Ausgangsspannung. Die Regelung des Hauptausganges ist sehr schnell, es sind nur sehr geringe Transienten sichtbar, dafür aber ein Rechteck von etwa 25 mV, das auf den statischen Innenwiderstand des Power-One hinweist. Tatsächlich erkennt man an der Belastungskurve auch einen ganz leichten Abfall der Ausgangsspannung; dies kann man jedoch als absolut unkritisch einstufen, da das Schaltnetzteil sogar einen um 60 % höheren Ausgangstrom als spezifiziert abzugeben in der Lage ist, ohne daß die Ausgangsspannung nennenswert einbricht.

Die Kurven für die Hilfsausgänge zeigen keinen Einfluß des Hauptausganges auf die Ausgangsspannungen; verantwortlich dafür sind neben einem sauberen Boardlayout sicherlich auch die in jedem Ausgang vorhandenen linearen Stabilisatoren. Dies verschlechtert zwar den Gesamtwirkungsgrad und macht einige der hohen Kühlkörper auf dem Board erforderlich, doch macht es das Power-One zu dem Netzteil, das einem Linearnetzteil deutlich am nächsten kommt. Und lockere 77 %





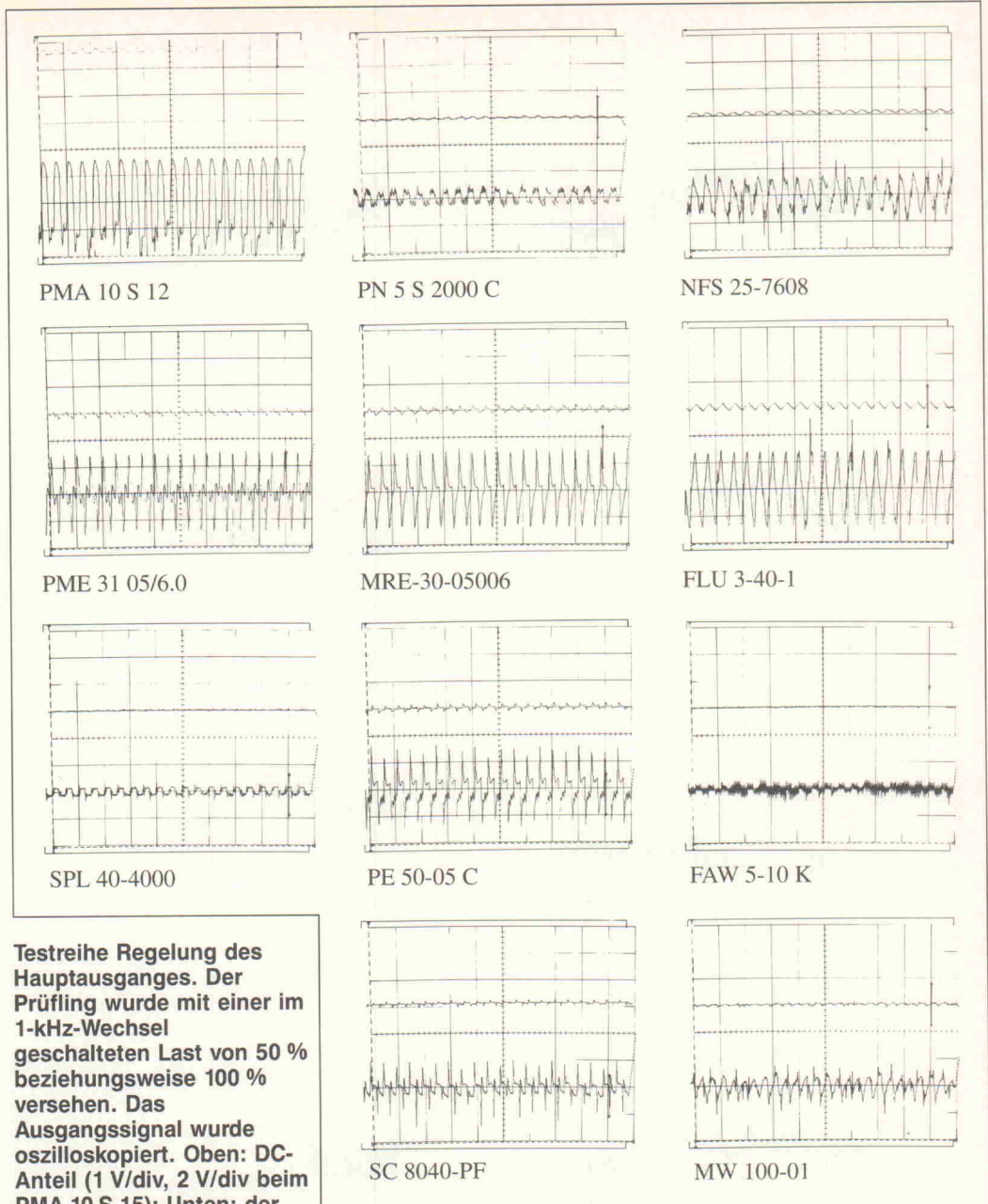
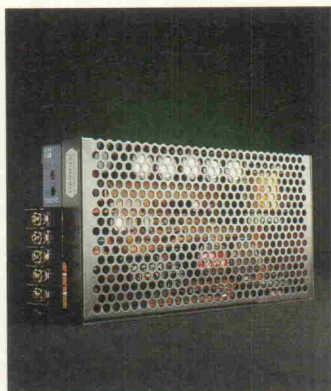
Effektivität sind ja schließlich gar nicht schlecht.

Betrachtet man den weiten verfügbaren Arbeitsbereich (das Power-One läßt sich zusätzlich auf 110-V-Betrieb umstellen), die Lastfestigkeit, die Geräuscharmheit, die Dokumentation, dann gehört das SPL-40 sicherlich zu den hervorragenden Netzteilen. Der etwas 'unsortierte' Aufbau der Platine könnte ein anderes Bild ergeben; man sollte sich also nicht von Äußerlichkeiten beeindrucken lassen.

## 50 VA Componex TOKO PE 50-05 C

Ähnlich aufgebaut wie das EA ist das TOKO PE 50-05C, nur hat man hier zusätzlich eine Lochabdeckung spendiert, die das Ganze berührungssicher macht. Auch das TOKO ist von unten und von der langen Schmalseite mit mehreren Schrauben mittels eingesetzter M3-Gewinde zu befestigen, die hier jedoch nicht einfach in Alu geschnitten, sondern durch Gewindebuchsen realisiert sind. Das verspricht erheblich mehr Haltbarkeit bei der Montage in mechanisch beanspruchten Geräten.

Den soliden Eindruck, den dieses SNT mechanisch macht, setzt es im elektronischen Aufbau fort. Eine deutliche Markierung auf dem Bestückungsdruck zeigt die Trennung in Hoch- und Niederspannungsseite, als Optokoppler finden hier recht lange Typen mit VDE-Stempel Verwendung. Diese Optokoppler nutzen einen Lichtleitkanal zur Kopplung und ermöglichen damit die geforderte Trennstrecke zwischen Eingang und Ausgang: Das TOKO ist das einzige derart ausgestattete Gerät im Test.



**Testreihe Regelung des Hauptausganges. Der Prüfling wurde mit einer im 1-kHz-Wechsel geschalteten Last von 50 % beziehungsweise 100 % versehen. Das Ausgangssignal wurde oszilloskopiert. Oben: DC-Anteil (1 V/div, 2 V/div beim PMA 10 S 15); Unten: der mit 0,1 V/div gezoomte AC-Anteil.**

Eine wichtige Baugruppe stellt auch der Überspannungsschutz dar, über den viele SNTs verfügen (ist von außen meist leicht durch das Vorhandensein von zwei Optokopplern zu erkennen). Er schützt eine angeschlossene Schaltung vor Zerstörung, wenn – aus welchen Gründen auch immer – die Regelung versagen sollte und der Oszillator voll aufschwingt.

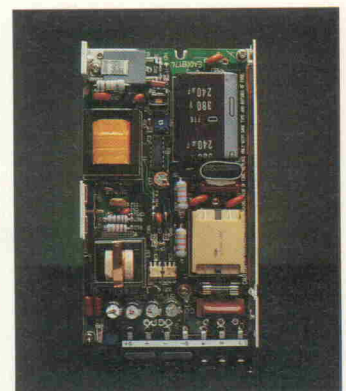
Der dynamische Test produziert beim PE 50 kurze Peaks; das Netzteil versucht danach deutlich erkennbar, sich wieder auf den Sollwert einzuregeln. Allerdings ist hier auch erkennbar,

daß das gesamte Ausgangssignal von einer leichten Welligkeit überlagert ist. In den Arbeitsbereich kommt das TOKO ohne Probleme hinein; da es bereits ab 80 V unter allen Lasten sicher arbeitet, eignet es sich auch als Weitbereichsgerät. Vom Hersteller wird je nach Spezifikation jedoch auch eine 110-V-Ausführung angeboten. Mit 70 % hat das TOKO einen guten Wirkungsgrad aufzuweisen.

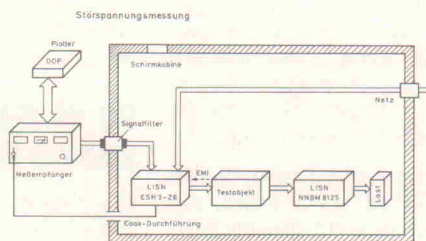
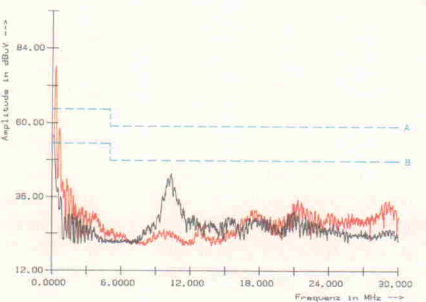
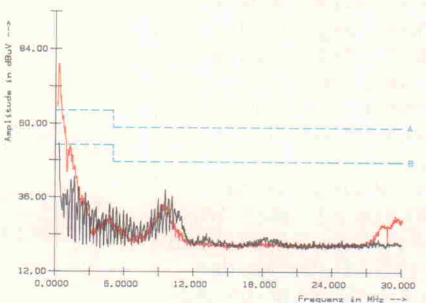
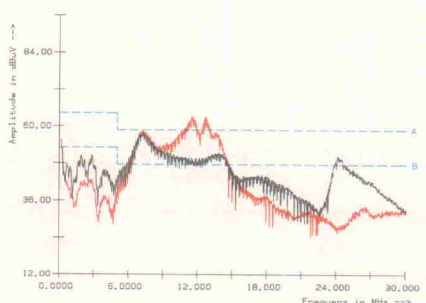
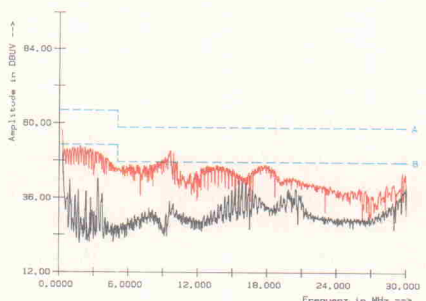
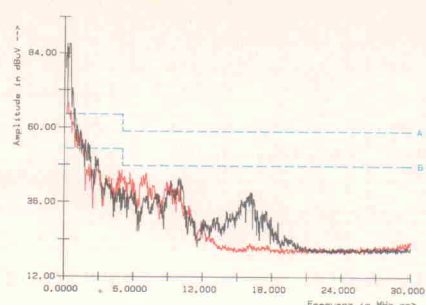
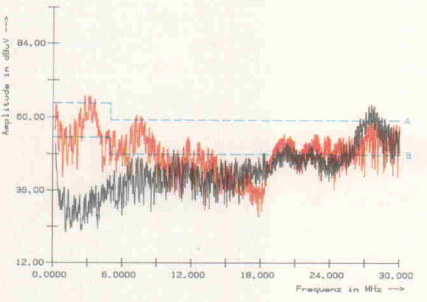
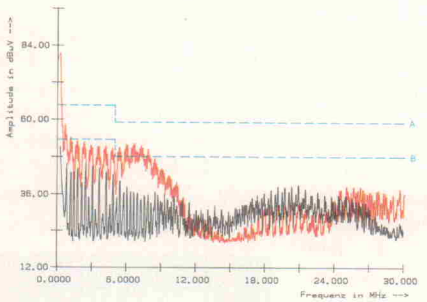
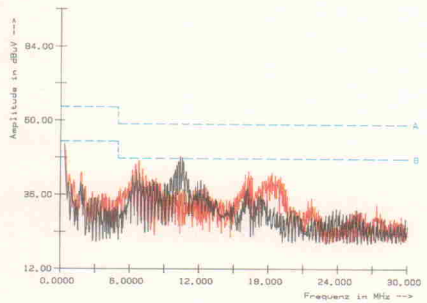
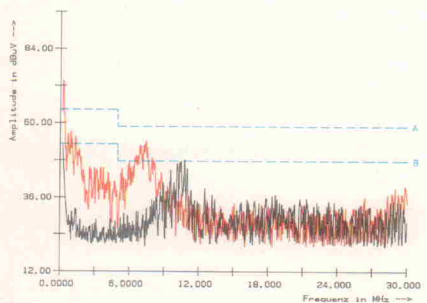
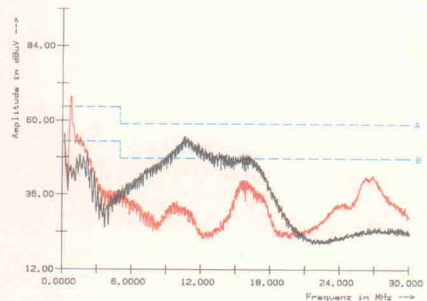
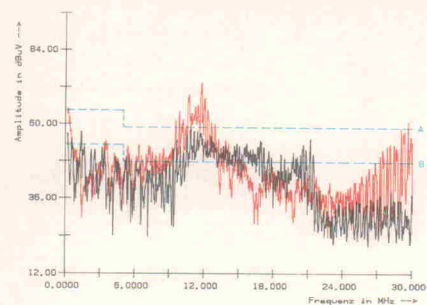
## 50 VA CME/ KEPCO FAW 5-10 K

Das Kepco FAW 5-10K ist das flachste der Testgeräte. Ein flacher Hochvolt-Elko sowie niedriger Übertrager und entsprechend dimensionierte Drosseln

ermöglichen diesen kompakten Open-Frame-Aufbau. Chassis-Laschen dienen zugleich als Kühlkörper, alle Hochspannung führenden Komponenten sind mit Isoliermaterialien abgedeckt. Zum Anschluß von Netz







**Störaussendung der Schaltnetzteile.** Gemessen wurde an der Primärseite (schwarze Kurve) und an der Sekundärseite (rote Kurve). Bei Unterschreitung der Grenzwertklasse B nach VDE 0871 bedürfen die Geräte keiner besonderen Prüfung; im 'Zwischenbereich' ist eine Typprüfung erforderlich.

und Last dient eine 7polige, massive Schraubklemmleiste, die darüber hinaus sogar beschriftet ist: Das befreit von der Notwendigkeit, wie bei einigen anderen Modellen der Fall, erst umständlich Datenblätter, Kataloge oder Anschlußpläne zu studieren, um feststellen zu können, welcher Pin für welchen Ein/Ausgang zuständig ist.

Das Modul verfügt über eine Eingangssicherung, die in einer Klemmfassung untergebracht und somit schnell wechselbar ist. Eine Power-Good-LED zeigt die ordnungsgemäße Funktion des Netztesiles an, und darüber hinaus steht auch ein Power-Good-Ausgang (Open Collector TTL) zur Verfügung, den beispielsweise eine angeschlossene Mikroprozessorschaltung auswerten kann. Einen solchen Ausgang suchten wir bei den anderen Modellen vergeblich. Eine Justage der Nenn-Ausgangsspannung um  $\pm 10\%$  ermöglicht ein Trimmer, der ebenfalls von der Klemmenseite her leicht zugänglich ist. Da das Gerät einen Strom von 10 A zu liefern vermag, der bei längeren Anschlußleitungen bereits einen beträchtlichen Spannungsabfall hervorrufen kann, ist das FAW 5-10 K zusätzlich mit SENSE-Eingängen ausgestattet, über die eine vierdrahtmäßige Ausregelung bis zum Verbraucher erfolgen kann. Auch dies Feature ist nicht bei allen anderen Prüflingen verfügbar. In Hinblick auf die Ausstattung nimmt das Kepco damit eindeutig eine vordere Position ein.

Auch im Hinblick auf die technischen Daten gibt es keinen Grund zu irgendwelcher Kritik. Mit einer gemessenen Spitze-Spitze-Störspannung von weniger als 100 mV beim Vollasttest bleibt das Kepco deutlich unter den spezifizierten 120 mV, außerdem steht die Ausgangsspannung recht stabil. Man erkennt, daß die Welligkeit weniger von den 1-kHz-Lastwechseln als



von der internen Regelung herrührt. Den spezifizierten Arbeitsbereich von 85...265 V überstreicht es ebenfalls klaglos, bereits ab 70 V ist die Ausgangsspannung stabil. Das FAW 5-10 K ist somit als umschaltbares Netzteil für alle Normen geeignet. Sein Wirkungsgrad von 80 % bei Vollast sorgt zudem für nur geringe Verlustleistung.

## 72,5 VA Schroff SC 8040-PF

Dieser Bolide kommt aus deutscher Fertigung und ist mit dem umfangreichsten Prüfprotokoll aller Testgeräte versehen. Alle SNTs, die bei Schroff das Werk verlassen, werden einem automatischen, rechnergesteuerten Test unterworfen. Die Meßergebnisse sind in einem Computerausdruck protokolliert, das Gerät verläßt das Werk erst, wenn alle Parameter mit 'PASS' versehen werden konnten. Wer schon einmal eine Festplatte gekauft hat, wird wissen, wie ein solcher Ausdruck aussieht: dort liegen sie auch meist in dieser Form bei.

Den Schroffs nachzuweisen, daß einer ihrer Meßwerte aus dem Rahmen fällt, ist uns – das sei vorweggenommen – nicht gelungen. Die recht großzügigen Toleranzfelder, die die publizierten Prospektangaben, werden nicht annähernd ausgefüllt. So wird etwa für den Hauptausgang eine Lastausregelung von 2 % spezifiziert. Selbst im Überlastbereich jedoch (spezifiziert: 8 Ampere, gemessen bei 10 A) bleibt die Spannungsabweichung deutlich unter 40 mV, also sogar unter 0,8 %. Bei Durchsicht der anderen Parameter stellt man fest, daß alle weiteren Daten ähnlich vorsichtig spezifiziert sind. Vorteil dieser Methode ist natürlich auf jeden Fall eine hohe Fertigungsausbeute.

Unter dynamischer Last (50 % Last/100 % Last mit 1 kHz getaktet) produziert das Schroff

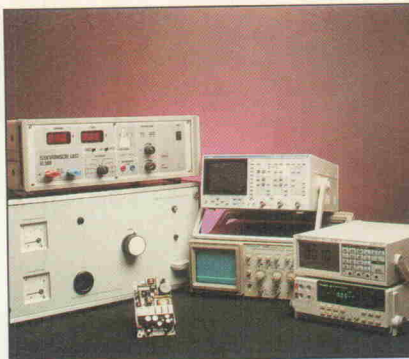
steile Peaks, die es jedoch sofort bis auf etwa 30...40 mV ausregelt. Interessant ist, daß die Cross-Regelungs-Messung zeigt, wie hier die Last am 5 V Hauptausgang auf den 12-V-Ausgang durchschlägt, obwohl dieser mit einem 7812 linear geregelt ist. Offensichtlich geht hier die für den Linearregler zur Verfügung stehende Eingangsspannung soweit zurück, daß er etwas zu 'atmen' anfängt. 150 mV Dreieck-Spitzenspannung sind das am Ausgang zu bewundernde Ergebnis.

Auf der negativen Ausgangsspannungsseite bleiben die Spannungen hingegen sauber. Die -5 V sind etwas verrauscht, während die -12 V recht sauber sind. Nicht im Datenblatt spezifiziert ist beim Schroff, das übrigens intern auf 110-V-Betrieb umgesteckt werden kann, der Arbeitsbereich. Nach unserer Messung (siehe Diagramm) arbeitet das SC-8040 unter allen Lastbedingungen ab 115 V einwandfrei. Den Wirkungsgrad bestimmten wir zu 69,5 % (angegeben: 65 %, Schroff-Messung: 61,8 %). Auch hier gilt, daß der beste Wert nicht bei Vollast erreicht wird.

## 100 VA Thiele TOKO MW 100-01

Auf dem Testbegleitbogen steht groß eine '100', eine Zahl, die die Leistungsklasse des Prüflings anzeigen soll. Rechnet man sich jedoch die Werte einmal durch, stellt man fest, daß man dem TOKO MW 100-01 – hier handelt es sich um eine Open-Frame-Ausführung des Herstellers – gut und gern bis zu 144 VA entnehmen kann, ohne daß es das Modul übelnimmt. Wir haben das auch getan und alle Ausgänge einmal bis zum absoluten Maximum belastet: das TOKO hat's ohne Probleme überstanden.

Auf die Klemmanschlüsse hat man hier verzichtet; das SNT muß, wie viele andere auch, über MASCON-Schneidklemm-



**Bild 6.** Ein kleines Netzgerät, ein großer Meßaufbau: Von links oben nach rechts unten: elektronische Last BEHA EL 500, Stell-Trenntrafo RFT LTS 006, Oszilloscope Gould DSO 420 und Tektronix 2225, DVM Finest Modell 7130 und Fluke Modell 45.

stecker angeschlossen werden. Damit hohe Ströme entnommen werden können, sind für die Hauptausgänge jeweils mehrere parallele Pins zur Abnahme verfügbar. Interessant im Vergleich zum kleinen Kassettenmodell desselben Herstellers vielleicht noch: hier eine eingelötete Eingangssicherung (dort gesteckt), hier ein Dickfilmmodul mit Standardkopplern zur Trennung (dort lange VDE-Koppler).

Mittels Jumpers läßt sich die Eingangsspannung beim MW-100 auf 115 V oder 230 V umstecken. Wie man aus dem Diagramm erkennt, geht das TOKO auch zeitig und sehr sauber in den Arbeitsbereich über. Wir haben den Hauptausgang mit bis zu 16 A belastet, ohne daß das Diagramm einen nennenswerten Einbruch zeigt. Betrachtet man die Ausgangsspannung jedoch unter der Lupe, zeigt sich das MW-100 besonders bei dynamischer Last etwas 'noisy'. Zwar erkennt man das 1-kHz-Rechteck noch, aber ein eindeutiges Regelverhalten läßt sich nicht ausmachen. Die Transienten schlagen dabei auch auf die linear geregelten Zusatzausgänge durch, und zwar in voller Höhe. Obwohl getrennte Massepins für Haupt- und Hilfsausgang vorhanden sind, könnte dennoch die Masseführung auf der SNT-Platine für diesen Effekt verantwortlich sein. Zur Minimierung der Impedanz dieser Bahnen hat TOKO ohnehin schon Maßnahmen ergriffen: massive, eingelötete Metallbügelbrücken unterstützen die Masseführung.

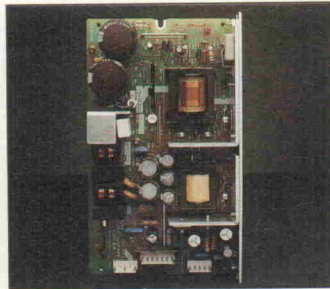
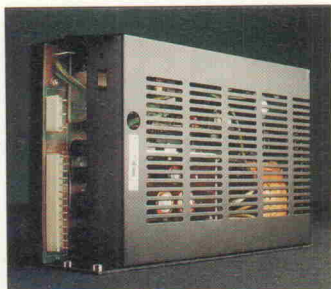
Bei 60 VA Abgabeleistung konnten wir beim TOKO MW 100-01 eine Leistungsaufnahme von 81 Watt bestimmen; das ergibt eine Umsetzung von 74 %. Dieser Wert ist besser als bei Vollast, hier geht der Wirkungsgrad leicht zurück. Das Datenblatt verspricht 65 %, das MW 100-01 steht also diesbezüglich recht gut da.

## Fazit

Schaltregler sind besser als ihr Ruf. Nicht nur eine hohe Lastfestigkeit, die erhebliche Überströme zuläßt, ohne daß die Ausgangsspannung dabei nachgibt, sondern auch ein weiterer Eingangsspannungsbereich sind herausragende Merkmale der modernen Schaltnetzteile. Hier ist es insbesondere die Ausnutzung der Mehrnormenfähigkeit, die den Einsatz von SNTs in Produkten interessant macht, die multinational marktfähig sein sollen. Die Öffnung des europäischen Marktes, getrieben durch die europäische Einigung, wird dem weiter Vorschub verleihen.

Dabei ist erstaunlich, daß zumindest in dem getesteten Leistungsbereich Schaltnetzteile noch keinen Gebrauch von der Power-Faktor-Korrektur machen. Immerhin konnten wir in den Störaussendungsmessungen feststellen, daß die Hersteller überwiegend die von ihnen angegebenen Spezifikationen in bezug auf die netzseitige Störaussendung einhalten. Eine Überschreitung der zulässigen Grenzwerte wurde nur bei zwei primär getakteten Netzteilen festgestellt, während eines (SPL 40-4000) sogar deutlich weniger Störungen produziert als im Datenblatt spezifiziert. Auf die Tauglichkeit dieses Modells als Linearnetzteil-Ersatz wurde ja bereits oben hingewiesen.

Schaltnetzteile: problematisch, anfällig, teuer? Nein. Die teilweise harten Testanforderungen wurden von allen Modellen problemlos gehandhabt. Die Antwort müßte also wohl eher lauten: klein, leicht, effizient. Zudem sind sie so preiswert geworden, daß es in vielen Standardfällen kaum sinnvoll sein dürfte, extra ein Linearnetzteil fertigen zu lassen. Bauelement Netzteil: aussuchen, einbauen, vergessen.



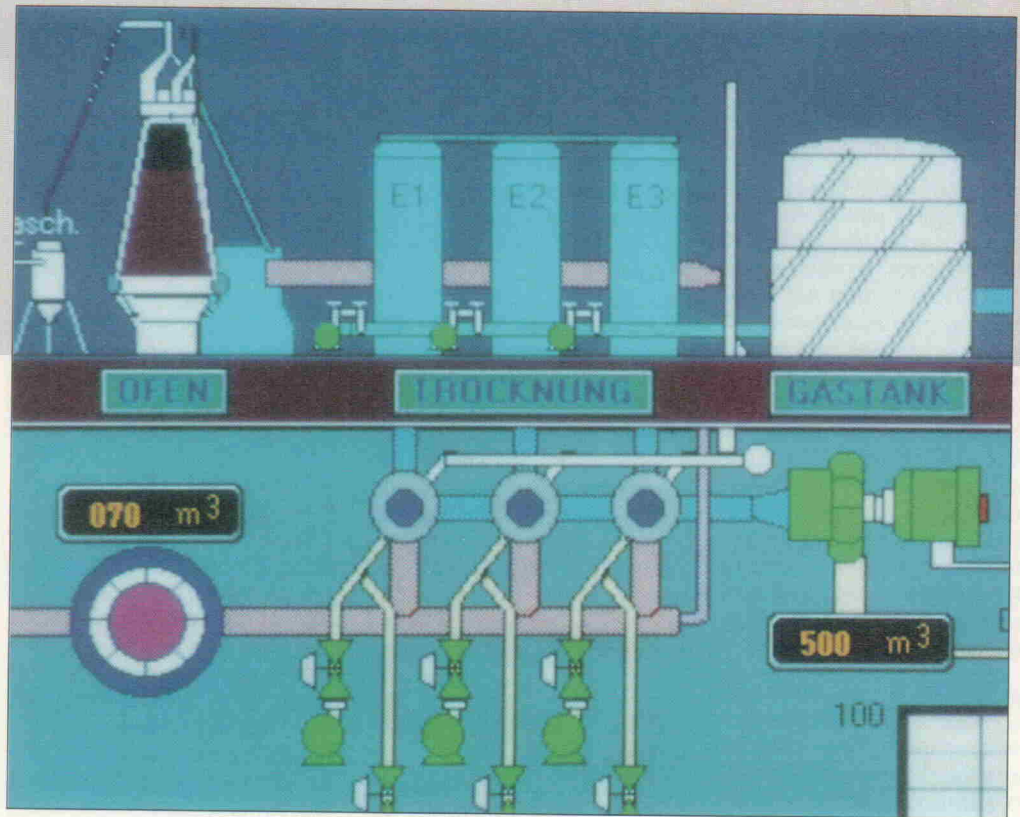


# Regelungstechnik

## Teil 1: Werkzeuge und Einführung

**Dr. Ioannis Papadimitriou**

Die Regelung von technischen Prozessen, von Maschinen und Anlagen bildet die Grundvoraussetzung für die Automatisierung im Bereich der Produktion. Die Erhöhung der Produktion bei gesteigerter Produktqualität, niedrigen Kosten und besserer Energie- und Rohstoffausnutzung werden in der Zukunft sehr hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Güte der Regelkreise stellen. Zur Lösung dieser Probleme wird der Einsatz digitaler Regelverfahren in Verbindung mit leistungsfähigen Mikroprozessoren, Mikrocontrollern oder auch Prozeßrechner-systemen die einzig sinnvolle Lösung darstellen.



**D**ie Anwendung von digitalen Systemen zur Automatisierung begann etwa 1960, als die ersten Prozeßrechner eingesetzt wurden. Seit etwa 1970 gehören Prozeßrechner zur Standardausrüstung von größeren Automatisierungssystemen. Sie weisen jährliche Zuwachsraten von 20 %...30 % auf. Die Kosten für die eingesetzte Hardware zeigten bereits damals eine fallende, die relativen Kosten zur Erstellung der Software jedoch eine ansteigende Tendenz. Wegen der hohen Gesamtkosten war die erste Phase der digitalen Prozeßautomatisierung durch die Zentralisierung vieler Funktionen in einem Prozeßrechner gekennzeichnet. Die Anwendung war im wesentlichen auf mittlere und große Prozesse beschränkt.

Die rasante Entwicklung der Mikroelektronik hat die heutige Form der Automatisierungstechnik, deren wesentlicher Bestandteil die Regelungstechnik

ist, überhaupt erst ermöglicht und neue Gebiete erschlossen, die zuvor zwar theoretisch denkbar, praktisch aber nicht zu realisieren waren. Auch für das ingenieurmäßige Arbeiten, Berechnung, Entwurf und Projektierung von Reglern und Regelanlagen, haben sich durch den Einsatz von Computern neue Arbeitstechniken entwickelt.

Vieles, was früher lediglich theoretisch relevant war, ist auf Grund computergestützter numerischer Auswertung praktisch anwendbar. Damit sind viele altbewährte Techniken, die wegen ihrer Einfachheit bislang vorherrschend waren, in Frage gestellt. Ähnliches gilt für konventionelle Regelalgorithmen, die heute mit Hilfe der Programmierung einfach zu erweitern und auf Veränderungen der Betriebsverhältnisse anzupassen sind.

Es bieten sich Möglichkeiten an, die weit über das hinausge-

hen, was mit der konventionellen Regelungstechnik möglich ist. Dazu gehören neben der Realisierung der Regelung die Prozeßidentifikation und die Reglersynthese.

Im Rahmen dieser Serie werden die Grundlagen der kontinuierlichen und der digitalen Regelung vermittelt. Dabei soll der Schwerpunkt auf der Realisierung digitaler Regelkreise liegen. Die einzelnen Gebiete sind:

- Grundelemente der Regelungstechnik und deren Verhalten im Zeit- und Frequenzbereich.
- Regelstreckenarten und ihre Modellierung.
- Unstetige und stetige Reglereinrichtungen.
- Aufbau, Stabilität und Regelgüte einfacher und vermaschter Regelkreise.
- Umsetzung analoger Signale, d. h. D/A-, A/D-Wandlung.



- Das Abtasttheorem.
- Digitale Regelkreise.
- Aufbau, Stabilität und Güte digitaler Regelkreise.
- Meßsysteme.
- Stellglieder und Stellantriebe.
- Prozeßrechner.

Dazu werden umfangreiche Beispiele aus der Praxis vorgestellt und ausführlich diskutiert. Im Zuge der Serie kommen zwei leistungsfähige Programmpakete zum Einsatz: Flowlearn und RTKernel, mit deren Hilfe die Simulation, die Realisierung und das Testen von Regelkreisen durchführbar ist. Darüber hinaus wird auf begleitende und weiterführende Literatur hingewiesen.

## Simulation am Schirm

Mit dem Programm Flowlearn steht ein Simulationssystem zur Verfügung, das es erlaubt, selbst komplexere Regelungsaufgaben am Bildschirm 'durchzuspielen'. Eine Elementebibliothek liefert die Baugruppen zur grafischen Entwicklung eines Blockschaltbildes, das der abstrahierten Form der Problemstellung entspricht.

Ein fertiges Blockschaltbild entspricht in seiner Bedeutung dem Quelltext eines herkömmlichen Programms.

Als Elemente stehen beispielsweise Generatoren und Ausgabe- und Visualisierungsmedien, fertige Reglerelemente, logische Verknüpfungen, unterschiedlichste Flipflops und Verzögerungsstrecken zur Verfügung.

Im allgemeinen sind die Signale an den Kontakten, über die Elemente miteinander kommunizieren, typisiert. Beispielsweise sind die Ein- und Ausgangssignale eines Multiplizierers von reellem Typ. Verbindungen können nur hergestellt werden, wenn die Eingangs- und Ausgangskontakte die – im folgenden aufgeführten – passenden Signaltypen aufweisen.

**Reell:** Ein- und Ausgangskontakte analoger Größen. An einem offenen Eingangskontakt liegt der Wert '0'. Signalen vom reellen Typ ist eine physikalische Einheit zugeordnet, die von entsprechenden Elementen weiter verarbeitet wird. Haben die beiden Eingangssignale des Multiplizierers beispielsweise die Einheiten N und m, so hat das Ausgangssignal automatisch die Einheit Nm.

**Boolean:** Ein- und Ausgangskontakte mit logischen Werten '1' und '0'. An einem offenen Eingangskontakt liegt der Wert logisch '0' an.

**Generisch:** Eingangskontakte mit universellem Signaltyp. Es können sowohl reelle als auch logische Pegel angeschlossen werden. An einem offenen Eingangskontakt liegt der Wert logisch '0' an.

Ein Blockschaltbild wird von Flowlearn zyklisch ausgeführt. Die Samplerate gibt die Anzahl dieser Zyklen pro Sekunde an. Bei der Simulation analoger Signale durch zeitdiskrete Systeme sind deshalb einige Punkte zu beachten:

- In einem zeitdiskreten System können nur Signale mit einer Bandbreite kleiner der halben

Abtastfrequenz  $f_a/2$  fehlerfrei verarbeitet werden (Abtasttheorem). Dies bedeutet, daß die höchste in einem Blockschaltbild auftretende Signalfrequenz kleiner  $f_a/2$  sein muß.

- Die diskrete Realisierung von Elementen, deren analoges Äquivalent durch Differentialgleichungen beschrieben ist, stellt nur eine Näherung dar. Im allgemeinen ist die Näherung gut für Frequenzen  $< f_a/2$ .

Das Programmpaket ist für den IBM PC entwickelt und auf den Modellen PC, XT, AT, PS/2 sowie allen Kompatiblen lauffähig. Vorausgesetzt werden mindestens 512 KByte RAM, eine DOS-Version ab 2.0 und ein grafikfähiger Videoadapter. Mindestens ein Diskettenlaufwerk ist notwendig. Natürlich ist der Gebrauch einer Festplatte empfehlenswert. Ein mathematischer Coprozessor ist nicht erforderlich.

Bild 1 zeigt, wie einfach die Modulation periodischer Signale mit Flowlearn zu simulieren ist.

## Echtzeitaufsatz

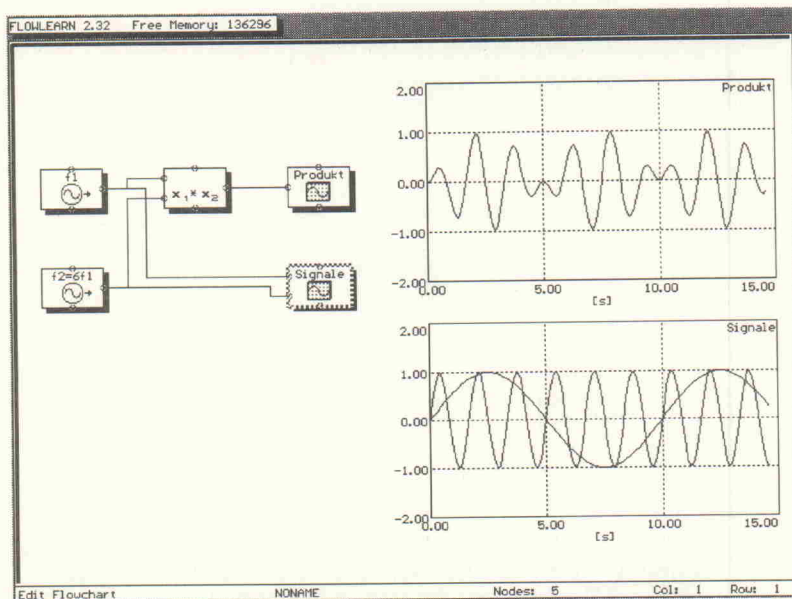
Für die Realisierung leistungsfähiger komplexer digitaler Regler sind Echtzeitverhalten und Multitasking-Betrieb des Rechners erforderlich. Noch heute ist der Markt für die Echtzeitinformatik vor allem von einigen speziellen Prozeßrechnern und Betriebssystemen beherrscht. Durch den rasanten Leistungsanstieg bei gleichzeitigem Preisverfall werden PCs als alternative Lösung

für Echtzeitanwendungen aber immer interessanter.

Das Programm RTKernel hat das Ziel, die Implementation von Echtzeitanwendungen unter DOS zu ermöglichen. Entwicklungs- und Zielsystem sind dabei identisch. Die gesamte Palette an Software-Tools und Komponenten, die unter DOS verfügbar ist, soll dem Entwickler von Echtzeitanwendungen zugänglich gemacht werden.

RTKernel wird als Modul in Programme eingebunden, die in Turbo C oder Turbo-Pascal geschrieben sein können. Solche Programme, deren einzelne Tasks als Prozeduren beziehungsweise Funktionen implementiert werden, laufen dann auf normalen DOS-Systemen. Spezielle Treiber oder DOS-Versionen sind zum Betrieb von RTKernel nicht notwendig. Hier die wesentlichen Eigenschaften des Echtzeitkerns:

- Unbeschränkte Anzahl von Tasks. RTKernel kann so viele Tasks verwalten, wie in dem verfügbaren RAM des Rechners untergebracht werden können. Als Faustregel kann man ein KByte RAM pro Task veranschlagen.
- Taskwechselzeit etwa 35 µs bei einem 20 MHz-386-Rechner.
- Die Taskwechselzeit ist konstant und unabhängig von der Anzahl der Tasks.
- Es können bis zu 64 Prioritätsebenen eingerichtet werden.
- Preemptive Scheduling. Das bedeutet, Taskwechsel können praktisch zu jedem Zeitpunkt stattfinden. Tasks können direkt aus Interrupt-Handlern aktiviert werden.
- Coprozessor- beziehungsweise Emulator-Unterstützung.
- Interrupt-Support. RTKernel bietet die Möglichkeit, aus Interrupt-Handlern heraus Daten mit anderen Tasks auszutauschen, Tasks zu suspendieren oder zu aktivieren.
- Time-Slicing. RTKernel kann als Time-Sharing-System verwendet werden, in dem die CPU-Zeit gleichmäßig auf eine Anzahl von Tasks verteilt wird.
- Semaphore. Durch Semaphore können Informationen zwischen Tasks ausgetauscht werden. Semaphore können auch von Interrupt-Handlern benutzt werden.



**Bild 1. Links: Per Blockschaltbild werden zwei Sinus-Signale mit Flowlearn multipliziert. Rechts: Das Ergebnis auf einen Blick.**



Mailboxen. Durch Mailboxen können Daten zwischen Tasks ausgetauscht werden. Mailboxen können auch von Interrupt-Handlern genutzt und zur Datenpufferung eingesetzt werden.

RTKernel ist für den IBM PC entwickelt und auf den Modellen PC, XT, AT, PS/2 sowie allen kompatiblen lauffähig. Vorausgesetzt wird eine DOS-Version ab 2.0.

Die beispielhafte Realisierung der Regelung einer proportionalen Strecke mit Ausgleich erster Ordnung mit einem P-Regler

unter Einsatz von RTKernel zeigt Listing 1. Im Gegensatz zu den folgenden Beispielen der Serie, in denen die Regelung reeller Systeme Gegenstand der Betrachtung ist, wurde hier ausnahmsweise die Strecke in der Prozedur *Regelstrecke* simuliert.

## Erster Schritt: Steuern

Das Steuern oder die Steuerung ist der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangs-

```
PROGRAM Regler;
USES RTKernel, RTKeybrd;

VAR ReglerTaskHandle : RTKernel.TaskHandle;
StreckeTaskHandle : RTKernel.TaskHandle; Datenzugriff :
RTKernel.Semaphore; Ch : Char;

Strecke_Regelgroesse : real; { Regelgroesse }
Strecke_Stellgroesse : real; { Stellgroesse }

{$F+ }
{*****}
{ * Task fuer die Regelstreckensimulation. * }
{ * Z.B eine Strecke mit Ausgleich erste Ordnung * }
{ * (PT1-System), bei reellen Systemen entfaellt * }
{ * diese Prozedur. * }
{*****}
PROCEDURE Regelstrecke;

Const
  c0 = -0.75;

BEGIN
  while TRUE do { Für alle Zeiten }
  BEGIN
    { Zugriff auf globale Daten sichern (kritischer Pfad) }
    RTKernel.Wait(Datenzugriff);

    { Neuen Regelstreckenwert berechnen }
    Strecke_Regelgroesse := Strecke_Stellgroesse - c0 *
      Strecke_Regelgroesse;

    { Zugriff auf globale Daten wieder freigeben }
    RTKernel.Signal(Datenzugriff);

    { Hier geben wir den Wert mal auf den Bildschirm aus. }
    writeln('Regelstrecke : ',Strecke_Regelgroesse);

    { Etwas warten .... }
    RTKernel.delay(2);

  END;

END; { ReglerTask }

{$F+ }
{*****}
{ * Reglertask. * }
{*****}
PROCEDURE ReglerTask;

Const
  Verstaerkung = 0.5; {Verstaerkuingsbeiwert P-Regler}
  Sollwert = 2.0;

Var
  Regelgroesse : real;
  Stellgroesse : real;

BEGIN
  while TRUE do { Für alle Zeiten ... }
```

```
BEGIN

  { A/D Wandler lesen. }
  { Hier wird der Wert aus der globale Variablen }
  { 'Strecke_Regelgroesse' genommen. }

  { Zugriff auf globale Daten sichern }
  { (kritischer Pfad) }

  RTKernel.Wait(Datenzugriff);

  Regelgroesse := Strecke_Regelgroesse;

  { Zugriff auf globale Daten wieder freigeben }
  RTKernel.Signal(Datenzugriff);

  { Stellgroesse berechnen }

  Stellgroesse := -Verstaerkung * (Regelgroesse-Sollwert);

  { Stellgroesse auf D/A-Wandler ausgeben }
  { Hier wird der Wert in die globale Variable }
  { 'Strecke_Stellgroesse' }
  { geschrieben. }

  { Zugriff auf globale Daten sichern }
  { (kritischer Pfad) }

  RTKernel.Wait(Datenzugriff);

  Strecke_Stellgroesse := Stellgroesse;

  { Zugriff auf globale Daten wieder freigeben }
  RTKernel.Signal(Datenzugriff);

  { Hier geben wir mal die Werte aus ... }

  writeln('Regler : ',Regelgroesse,' ',Stellgroesse,'
    ',Sollwert);

  { Hier muss ein Abtastintervall gewartet werden ... }

  RTKernel.delay(4);

END;

END; { ReglerTask }

{*****}
{ * Maintask. * }
{*****}

BEGIN

  Writeln('Regelung starten und beenden durch Tastendruck!');

  Ch:=RTKeybrd.ReadKey;

  { Anfangswerte setzen }
  Strecke_Regelgroesse := 0.0;
  Strecke_Stellgroesse := 0.0;

  { Zugriff auf globale Daten freigeben }
  RTKernel.InitSema(Datenzugriff,1);

  { Strecke aktivieren ... }

  RTKernel.CreateTask(Regelstrecke,
    RTKernel.MainPriority + 1,
    1024,
    'Regelstrecke',
    StreckeTaskHandle);

  { Regler aktivieren ... }

  RTKernel.CreateTask(ReglerTask,
    RTKernel.MainPriority + 1,
    1024,
    'ReglerTask',
    ReglerTaskHandle);

  REPEAT
    Ch:=RTKeybrd.ReadKey;
  UNTIL Ch <> ' ';

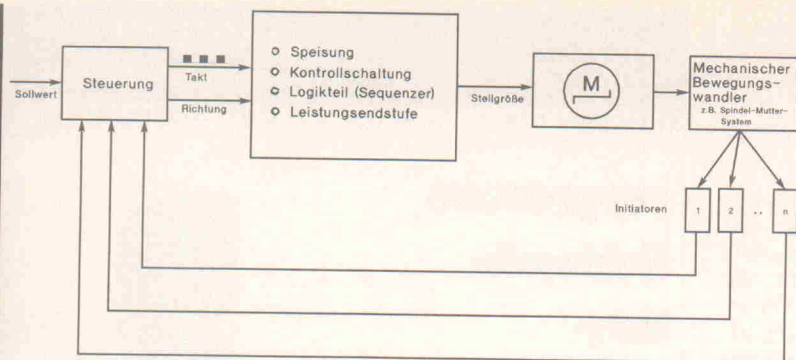
END.
```

Listing 1. Die beispielhafte Realisierung der Regelung einer proportionalen Strecke mit Ausgleich erster Ordnung mit einem P-Regler unter Einsatz von RTKernel.

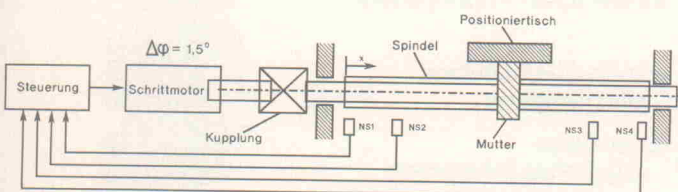








**Bild 4. Steuerung eines Schrittmotorantriebs mit Rückführung.**



**Bild 5. Reales Steuerungsproblem: Positioniertisch.**

vollständig bekannten Systems. Die lückenhafte Kenntnis hat in diesem Fall nichts mit der Existenz von Störungen zu tun, sondern liegt in der Tatsache begründet, daß man nicht weiß, ob eine vereinbarte Bedingung erfüllt ist. Die gezielte Einwirkung kann in einem solchen Fall nur durch die Rückführungen realisiert werden, eine andere Möglichkeit gibt es nicht. Man sieht also, daß in diesem Beispiel, genau wie bei der Regelung, eine Rückführstruktur vorliegt. Trotzdem spricht man von einer Steuerung, denn es

stimmte Zeit warten, herbeigeführt. Das Blockschaltbild eines solchen Systems ist in Bild 4 dargestellt.

Es handelt sich hier um eine gezielte Beeinflussung eines un-

gibt erhebliche Unterschiede zur Regelung.

Die Art der Rückführung ist unterschiedlich. Während bei der Regelung die Regelgröße ständig durch die Meßeinrichtung erfaßt und zurückgeführt wird, findet so etwas bei der Steuerung nicht statt. Bei Beendigung der Reaktion wird zurückgemeldet, ob bestimmte Bedingungen erfüllt sind oder nicht. Die Rückführungsgrößen sind durch einfache Schaltsignale repräsentiert, die nur zwei logische Zustände annehmen, von denen die eine 'Bedingung erfüllt' und die andere 'Bedingung nicht erfüllt' signalisiert. Die unterschiedliche Rückführungsart ist Folge der Kenntnisse über das betrachtete System. Bei einer Steuerung sind diese Kenntnisse umfassend. Man muß nur erfahren, ob bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Im Gegensatz dazu liegt bei der Regelung eine Strecke vor, deren Verhalten unregelmäßigen und nicht vorhersehbaren Veränderungen unterliegt. Das macht die laufende Rückmeldung der Informationen über das Systemverhalten notwendig. Dazu besteht bei der Steuerung nach Bild 4 kein Anlaß.

### Das Problem ...

Im folgenden soll ein Steuerungsproblem – mit Dimensionierung, Auslegung und Test – einer Positioniereinrichtung gelöst werden. Dabei sind der Einfachheit halber dynamische Vorgänge zu vernachlässigen.

Ein Positioniertisch soll mit einem Schrittmotor angetrieben werden. Die Übertragung des Momentes erfolgt vom Motor über eine Kupplung auf eine Spindel, wie in Bild 5 dargestellt. Für die Start/Stop-Geschwindigkeit (Schleichgeschwindigkeit) des Tisches sind  $v_S = 2,5 \text{ m/min}$  und für den Eilgang  $v_E = 5 \text{ m/min}$  gefordert. Das Umschalten von Langsam

auf Schnell und umgekehrt soll mit Hilfe von Initiatoren erfolgen. Die Überwachung der Endpositionen geschieht mit Endschaltern. Durch einen Winkelschritt des Motors bewegt sich der Tisch um  $\Delta l = 0,01 \text{ mm}$ . Es steht ein Motor mit einem Schrittwinkel von  $\Delta\alpha = 1,5^\circ$  zur Verfügung.

### ... und der Lösungsvorschlag

Für eine Umdrehung des Motors ist eine Impulszahl von  $360^\circ$  dividiert durch  $1,5^\circ = 240$  Impulse erforderlich. Die Steigung der Spindel beträgt

$$h = \Delta l \cdot 240 = 2,4 \text{ mm.}$$

Die maximale Betriebsfrequenz für den Eilgang ist

$$f_{\max} = v_E / \Delta l = 8,3 \text{ kHz.}$$

Für den Start/Stop-Betrieb ergibt sich analog

$$f_{St} = 4,15 \text{ kHz.}$$

Bild 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Position des Tisches beim Fahren von der Start- zur Endposition und den entsprechenden Verlauf der Geschwindigkeit.

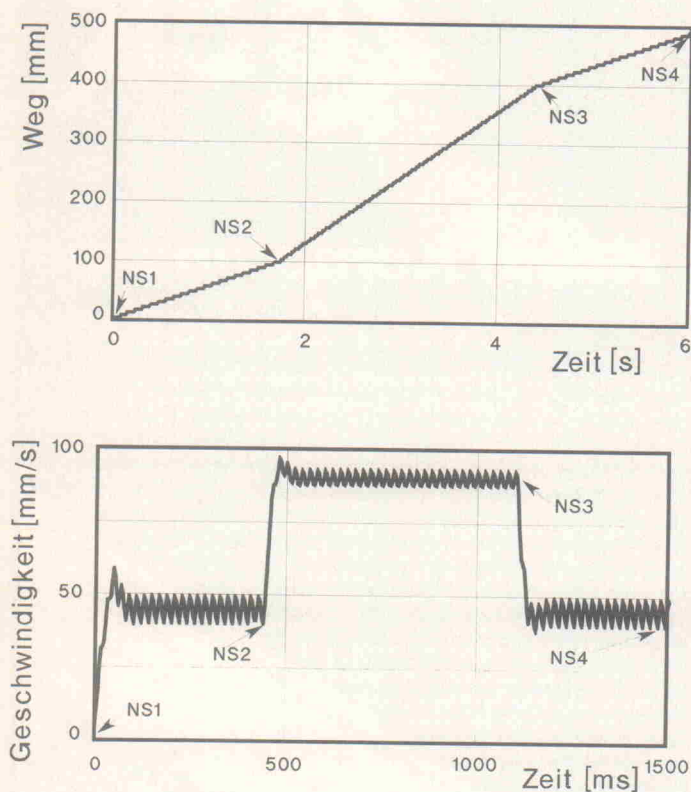
### Regelung

In der DIN 19 226 ist der Begriff der Regelung wie folgt definiert:

Das Regeln (die Regelung) ist ein Vorgang, bei dem eine Größe, die zu regelnde Größe (Regelgröße), fortlaufend erfaßt, mit einer anderen Größe (Führungsgröße), verglichen und abhängig vom Ergebnis des Vergleichs im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis (Regelkreis) statt.

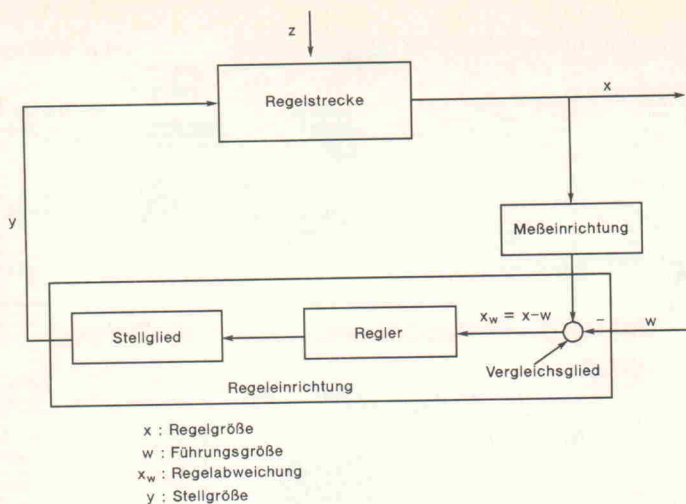
Die Regelgröße  $x$  (Bild 7) ist diejenige Größe der Regelstrecke, die zum Zweck des Regels erfaßt und der Regeleinrichtung zugeführt wird. Es handelt sich somit um die Ausgangsgröße der Regelstrecke. Die Regelgröße wird am Meßort auf der Strecke mit Hilfe der Meßeinrichtung erfaßt.

Die Meßeinrichtung führt eine Umformung der Regelgröße durch, die zur weiteren Verarbeitung geeignet ist. Meistens werden nichtelektrische Größen wie Winkel, Weg, Drehzahl, Temperatur, Druck, Durchflußmenge und so weiter,



**Bild 6. Der zeitliche Verlauf der jeweiligen Positionen (oben) und der Geschwindigkeitsverlauf.**





in die elektrischen Größen Strom oder Spannung umgewandelt.

Die Ausgangsgröße der Meßeinrichtung enthält die Information über das unbekannte Verhalten der Strecke und wird mit der Führungsgröße  $w$  verglichen. Die Führungsgröße, auch Sollwert genannt, soll von der Regelgröße in vorgegebener Abhängigkeit gefolgt werden. Sie darf damit von der Regelung nicht unmittelbar beeinflusst werden.

Der Vergleich erfolgt im Vergleichsglied durch Bildung der Regelabweichung  $x_w = x - w$ . (Nach DIN 19 226 ist die Regeldifferenz im Vergleichsglied  $x_d = w - x$ , also  $x_w = -x_d$ ). Ist der Ausgang der Meßeinrichtung eine elektrische Spannung, wie das meistens der Fall ist, so muß man die Führungsgröße  $w$  auch als eine elektrische Spannung vorgeben. Die Differenz kommt dann mit Hilfe einer geeigneten Eingangsbeschaltung eines Ver-

**Bild 7. Der Regelkreis nach DIN.**

stärkers (z. B. Operationsverstärker) zustande.

Ist die Regelabweichung ungleich Null, stimmen also Führungsgröße und Regelgröße nicht überein, wirkt die Regelabweichung auf den Regler. Der Regler sorgt dafür, daß die Regelgröße – je nach angewendetem Algorithmus – den Sollwert möglichst schnell erreicht und daß das System dabei stabil bleibt.

Ausgangsgröße der Regeleinrichtung und zugleich Eingangsgröße der Strecke ist die Stellgröße. Sie überträgt die steuernde Wirkung des Reglers auf die Strecke. Ort des Eingriffs ist der Stellort, die Stelleinrichtung heißt Stellglied.

Die gezielte Beeinflussung der Regelgröße durch die Stellgröße wird in den meisten Fällen we-

sentlich erschwert, wenn auf technische Systeme von außen Störungen einwirken. Diese Störungen haben folgenden Charakter:

- Die Störgröße wirkt auf die Systeme so ein, daß die Regelgröße Abweichungen vom gewünschten Verhalten zeigt.
- Die Störgröße ist nur teilweise bekannt. Vor allem aber ist ihr zeitliches Verhalten nicht genau vorhersehbar, weil es zufälligen Änderungen unterliegt.

Die Berücksichtigung nur einer Störgröße stellt eine Vereinfachung der in Wirklichkeit auftretenden Situation dar. Meistens ist es so, daß mehrere Störungen das System beeinflussen, von denen eine dominierend ist.

Anhand von Beispielen soll in der nächsten Folge die Wirkungsweise von Regelkreisen näher betrachtet werden. Das sind insbesondere deren geräte-technische Ausführungen sowie der Übergang von realen Systemen in die abstraktere Betrachtungsweise von Blockschaltbildern.

# Hoppala...

...doch mit **Flowlearn**  
hält sich die Katastrophe  
in Grenzen



**Flowlearn - das Simulationsprogramm**  
z.B. für die Bereiche Hydraulik,  
Pneumatik, Regelungstechnik,  
Verfahrenstechnik, E-Technik,  
Meßtechnik, Antriebstechnik.

**Flowlearn - unterstützt die Ausbildung**  
in Industrie, Forschung und Lehre.

**Flowlearn - für IBM-PC, XT, AT, PS-2**  
oder 100% kompatibel mit 512  
KByte Hauptspeicher. MS-DOS ab  
Version 2.0

**Flowlearn - zum Preis von DM 78,-**  
gibt es (nur gegen Vorkasse) bei

**eMedia**



Bissendorfer Straße 8  
Postfach 61 01 06  
3000 Hannover 61  
05 11/5 35 21 60

**Flowlearn. Das Simulationsprogramm**



# REICHELT ELEKTRONIK DER SCHNELLE FACHVERSAND

2940 Wilhelmshaven  
Marktstraße 101 - 103

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

## Katalog kostenlos!

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

Fachhändler und Großabnehmer erhalten auch  
bei gemischter Abnahme folgenden Rabatt:

ab DM 500,- = 5%  
ab DM 750,- = 10%  
ab DM 1.000,- = 15%  
ab DM 2.000,- = 20%

## Transistoren

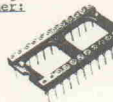
AC	BC	BD	BDV	BF	BUY	BZ
127 0.57	547A 0.07	244A 0.66	66C 5.70	900 1.20		
128 0.60	547B 0.07	244B 0.63	67B 5.55	959 0.38		
128K 1.00	547C 0.07	244C 0.65	67C 5.95	960 0.74		
151R 0.59	548A 0.07	245 1.65		961 0.87		
152 0.58	548B 0.07	245A 1.65		963 3.80		
153 0.58	548C 0.07	245B 1.65		964 0.93		
153K 1.00	549B 0.07	245C 1.70	83B 2.40	966 0.93		
187K 1.20	549C 0.06	246 1.65	83C 2.45	970 0.87		
188K 1.20	550B 0.10	246A 1.70	83D 2.65	979 0.90		
	550C 0.10	246B 1.65	84B 2.50	981 0.79		
	556A 0.07	246C 1.65	84C 2.45			
	556B 0.07	249 2.90	93B 0.90			
	557A 0.07	249B 2.10	94B 0.90			
	557B 0.07	249C 2.15	94C 0.92			
	558A 0.07	250 2.15	94C 0.91			
	558B 0.07	250B 2.15	94C 0.96			
	558C 0.07	250C 2.15				
	559A 0.08	316 2.70				
	559B 0.07	317 2.90				
	559C 0.07	318 2.90				
	560A 0.11	410 0.85	33C 0.84			
	560B 0.11	433 0.53	34C 0.86			
	560C 0.11	434 0.56	34A 1.60			
	635 0.26	435 0.56	34C 0.91			
	636 0.27	436 0.56	34A 1.60			
	637 0.27	437 0.56	34C 0.96			
	638 0.27	438 0.56	34A 1.60			
	639 0.28	439 0.57	34C 0.92			
	640 0.28	440 0.57	34A 1.60			
	641 0.28	441 0.57	34C 0.91			
	642 0.28	442 0.57	34A 1.60			
	643 0.28	443 0.57	34C 0.92			
	644 0.28	444 0.57	34A 1.60			
	645 0.28	445 0.57	34C 0.91			
	646 0.28	446 0.57	34A 1.60			
	647 0.28	447 0.57	34C 0.92			
	648 0.28	448 0.57	34A 1.60			
	649 0.28	449 0.57	34C 0.91			
	650 0.28	450 0.57	34A 1.60			
	651 0.28	451 0.57	34C 0.92			
	652 0.28	452 0.57	34A 1.60			
	653 0.28	453 0.57	34C 0.91			
	654 0.28	454 0.57	34A 1.60			
	655 0.28	455 0.57	34C 0.92			
	656 0.28	456 0.57	34A 1.60			
	657 0.28	457 0.57	34C 0.91			
	658 0.28	458 0.57	34A 1.60			
	659 0.28	459 0.57	34C 0.92			
	660 0.28	460 0.57	34A 1.60			
	661 0.28	461 0.57	34C 0.91			
	662 0.28	462 0.57	34A 1.60			
	663 0.28	463 0.57	34C 0.92			
	664 0.28	464 0.57	34A 1.60			
	665 0.28	465 0.57	34C 0.91			
	666 0.28	466 0.57	34A 1.60			
	667 0.28	467 0.57	34C 0.92			
	668 0.28	468 0.57	34A 1.60			
	669 0.28	469 0.57	34C 0.91			
	670 0.28	470 0.57	34A 1.60			
	671 0.28	471 0.57	34C 0.92			
	672 0.28	472 0.57	34A 1.60			
	673 0.28	473 0.57	34C 0.91			
	674 0.28	474 0.57	34A 1.60			
	675 0.28	475 0.57	34C 0.92			
	676 0.28	476 0.57	34A 1.60			
	677 0.28	477 0.57	34C 0.91			
	678 0.28	478 0.57	34A 1.60			
	679 0.28	479 0.57	34C 0.92			
	680 0.28	480 0.57	34A 1.60			
	681 0.28	481 0.57	34C 0.91			
	682 0.28	482 0.57	34A 1.60			
	683 0.28	483 0.57	34C 0.92			
	684 0.28	484 0.57	34A 1.60			
	685 0.28	485 0.57	34C 0.91			
	686 0.28	486 0.57	34A 1.60			
	687 0.28	487 0.57	34C 0.92			
	688 0.28	488 0.57	34A 1.60			
	689 0.28	489 0.57	34C 0.91			
	690 0.28	490 0.57	34A 1.60			
	691 0.28	491 0.57	34C 0.92			
	692 0.28	492 0.57	34A 1.60			
	693 0.28	493 0.57	34C 0.91			
	694 0.28	494 0.57	34A 1.60			
	695 0.28	495 0.57	34C 0.92			
	696 0.28	496 0.57	34A 1.60			
	697 0.28	497 0.57	34C 0.91			
	698 0.28	498 0.57	34A 1.60			
	699 0.28	499 0.57	34C 0.92			
	700 0.28	500 0.57	34A 1.60			
	701 0.28	501 0.57	34C 0.91			
	702 0.28	502 0.57	34A 1.60			
	703 0.28	503 0.57	34C 0.92			
	704 0.28	504 0.57	34A 1.60			
	705 0.28	505 0.57	34C 0.91			
	706 0.28	506 0.57	34A 1.60			
	707 0.28	507 0.57	34C 0.92			
	708 0.28	508 0.57	34A 1.60			
	709 0.28	509 0.57	34C 0.91			
	710 0.28	510 0.57	34A 1.60			
	711 0.28	511 0.57	34C 0.92			
	712 0.28	512 0.57	34A 1.60			
	713 0.28	513 0.57	34C 0.91			
	714 0.28	514 0.57	34A 1.60			
	715 0.28	515 0.57	34C 0.92			
	716 0.28	516 0.57	34A 1.60			
	717 0.28	517 0.57	34C 0.91			
	718 0.28	518 0.57	34A 1.60			
	719 0.28	519 0.57	34C 0.92			
	720 0.28	520 0.57	34A 1.60			
	721 0.28	521 0.57	34C 0.91			
	722 0.28	522 0.57	34A 1.60			
	723 0.28	523 0.57	34C 0.92			
	724 0.28	524 0.57	34A 1.60			
	725 0.28	525 0.57	34C 0.91			
	726 0.28	526 0.57	34A 1.60			
	727 0.28	527 0.57	34C 0.92			
	728 0.28	528 0.57	34A 1.60			
	729 0.28	529 0.57	34C 0.91			
	730 0.28	530 0.57	34A 1.60			
	731 0.28	531 0.57	34C 0.92			
	732 0.28	532 0.57	34A 1.60			
	733 0.28	533 0.57	34C 0.91			
	734 0.28	534 0.57	34A 1.60			
	735 0.28	535 0.57	34C 0.92			
	736 0.28	536 0.57	34A 1.60			
	737 0.28	537 0.57	34C 0.91			
	738 0.28	538 0.57	34A 1.60			
	739 0.28	539 0.57	34C 0.92			
	740 0.28	540 0.57	34A 1.60			
	741 0.28	541 0.57	34C 0.91			
	742 0.28	542 0.57	34A 1.60			
	743 0.28	543 0.57	34C 0.92			
	744 0.28	544 0.57	34A 1.60			
	745 0.28	545 0.57	34C 0.91			
	746 0.28	546 0.57	34A 1.60			
	747 0.28	547 0.57	34C 0.92			
	748 0.28	548 0.57	34A 1.60			
	749 0.28	549 0.57	34C 0.91			
	750 0.28	550 0.57	34A 1.60			
	751 0.28	551 0.57	34C 0.92			
	752 0.28	552 0.57	34A 1.60			
	753 0.28	553 0.57	34C 0.91			
	754 0.28	554 0.57	34A 1.60			
	755 0.28	555 0.57	34C 0.92			
	756 0.28	556 0.57	34A 1.60			
	757 0.28	557 0.57	34C 0.91			
	758 0.28	558 0.57	34A 1.60			
	759 0.28	559 0.57	34C 0.92			
	760 0.28	560 0.57	34A 1.60			
	761 0.28	561 0.57	34C 0.91			
	762 0.28	562 0.57	34A 1.60			
	763 0.28	563 0.57	34C 0.92			
	764 0.28	564 0.57	34A 1.60			
	765 0.28	565 0.57	34C 0.91			
	766 0.28	566 0.57	34A 1.60			
	767 0.28	567 0.57	34C 0.92			
	768 0.28	568 0.57	34A 1.60			
	769 0.28	569 0.57	34C 0.91			
	770 0.28	570 0.57	34A 1.60			
	771 0.28	571 0.57	34C 0.92			
	772 0.28	572 0.57	34A 1.60			
	773 0.28	573 0.57	34C 0.91			
	774 0.28	574 0.57	34A 1.60			
	775 0.28	575 0.57	34C 0.92			
	776 0.28	576 0.57	34A 1.60			
	777 0.28	577 0.57	34C 0.91			
	778 0.28	578 0.57	34A 1.60			
	779 0.28	579 0.57	34C 0.92			
	780 0.28	580 0.57	34A 1.60			
	781 0.28	581 0.57	34C 0.91			
	782 0.28	582 0.57	34A 1.60			
	783 0.28	583 0.57	34C 0.92			
	784 0.28	584 0.57	34A 1.60			
	785 0.28	585 0.57	34C 0.91			
	786 0.28	586 0.57	34A 1.60			
	787 0.28	587 0.57	34C 0.92			
	788 0.28	588 0.57	34A 1.60			
	789 0.28	589 0.57	34C 0.91			
	790 0.28	590 0.57	34A 1.60			
	791 0.28	591 0.57	34C 0.92			
	792 0.28	592 0.57	34A 1.60			
	793 0.28	593 0.57	34C 0.91			
	794 0.28	594 0.57	34A 1.60			
	795 0.28	595 0.57	34C 0.92			
	796 0.28	596 0.57	34A 1.60			
	797 0.28	597 0.57	34C 0.91			
	798 0.28	598 0.57	34A 1.60			
	799 0.28	599 0.57	34C 0.92			
	800 0.28	600 0.57	34A 1.60			
	801 0.28	601 0.57	34C 0.91			
	802 0.28	602 0.57	34A 1.60			
	803 0.28	603 0.57	34C 0.92			
	804 0.28	604 0.57	34A 1.60			
	805 0.28	605 0.57	34C 0.91			
	806 0.28	606 0.57	34A 1.60			
	807 0.28	607 0.57	34C 0.92			
	808 0.28	608 0.57	34A 1.60			
	809 0.28	609 0.57	34C 0.91			
	810 0.28	610 0.57	34A 1.60			
	811 0.28	611 0.57	34C 0.92			



### IC-FASSUNGEN

Präzisionsausführung, superflach  
gedreht, vergoldet  
Bestellnummer:

GS 6P	0.25
GS 8P	0.33
GS 14P	0.57
GS 16P	0.66
GS 18P	0.74
GS 20P	0.82
GS 22P	0.91
GS 24P	0.99
GS 24P-S (SCHMAL)	1.14
GS 28P	1.20
GS 32P	1.44
GS 40P	1.65
GS 48P	1.82
GS 64P	2.30



### SCART-STECKER

für Rundkabel 20polig  
Bestellnummer:  
SEC 20 1.90

### SCART-Kupplung

SC-K2 2.80



### SCART-EINBAUBUCHSE

Bestellnummer:  
SEP 20 2.05

2.70  
2.55  
8.25  
8.40  
42.00  
42.00

4.80  
7.50

19.95  
27.95  
80.95  
83.50

### NC-Akkus

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



### Universal-Ladegerät MW 398



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

Bestellnr.: MW 398 DM 13.10

### 24-Std.-Service

Tel. 0 44 21 / 2 63 81

### ERSA MS 6000

Elektroniklötstation



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

Bestellnr.: MS6000 DM 149,50

Auf High-Lights-Angebote  
Kein Rabatt möglich!

### TAE-ANSCHLUßDOSEN

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

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

N/F-kodiert für 1 Telefon u. 1 Zusatzreineinrichtung  
Bestellnummer:  
TAE 3x6NFF-AP 12.50  
TAE 3x6NFF-UP 14.95

### TAE-STECKER

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

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

N/F-kodiert für 1 Telefon u. 1 Zusatzreineinrichtung  
Bestellnummer:  
TAE 3x6NFF-AP 12.50  
TAE 3x6NFF-UP 14.95

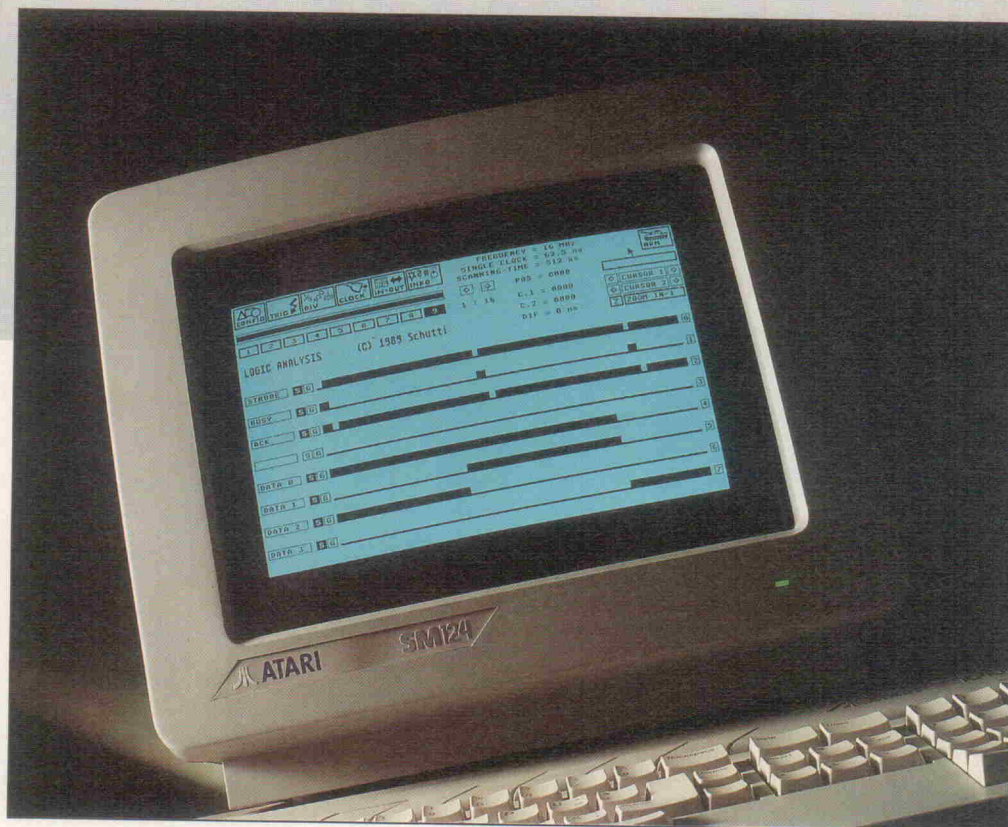
N/F/N-kodiert für 1 Telefon u. 1 Anrufbeantworter u. 1 Fax  
Bestellnummer:  
TAE 3x6NFF-AP 12.50  
TAE 3x6NFF-UP 14.95

UA	CA	LM	TCA	TL	MOS	LS	74F
7805	0.52	3085DIP 2.40	1886DIL10.50	785	7.25	072DIP 0.64	4044 0.51
7806	2.30	3085DIP 1.05	1889DIL 5.00	955	6.00	074DIP 0.81	4045 1.20
7806	0.52	3088DIL 4.45	2901DIL 0.60	965	4.40	080DIP 2.05	4046 0.59
7807	1.00	3089DIL 2.80	2902DIL 0.60	4500A	6.00	081DIP 2.05	4047 0.54
7808	0.52	3090DIL 3.70	2903DIP 0.63			082DIP 0.62	4048 0.58
7808K	2.65	3094DIP 2.30	2904DIP 0.58			083DIP 0.62	4049 0.58
7809	0.60	3096DIL 1.70	2907DIL 3.60	440	1.35	084DIP 0.62	4050 0.40
7810	0.57	3100DIP 2.90	3302DIL 0.93	1010A	2.30	085DIP 0.62	4051 0.53
7812	0.52	3127DIL 5.65	3900DIL 1.35	1011A	2.45	086DIP 0.62	4052 0.53
7812K	2.30	3130DIP 2.05	3911DIP 3.65	1012A	2.45	087DIP 0.62	4053 0.51
7815	0.52	3130TO 3.20	3914DIL 5.15	1022	6.65	088DIP 0.62	4054 0.74
7815K	2.30	3140DIP 1.30	3915DIL 5.20	1024	4.00	089DIP 0.62	4055 0.61
7818	0.52	3140TO 3.35	13600DIL3.10	1029	5.00	090DIP 0.62	4056 0.60
7818K	2.55	3146DIL 3.00	13700DIL4.50	1035T	4.85	091DIP 0.62	4059 6.00
7820	0.67	3160DIP 1.90		1037	6.65	092DIP 0.62	4060 0.55
7824	0.52	3161DIL 2.45		1047	4.30	093DIP 0.62	4063 0.61
7824K	2.45	3162DIL 9.70		1053	6.15	094DIP 0.62	4066 0.40
7810S	29.20	3183DIL 4.20	1310DIL 2.05	1060	5.25	251DIP 4.90	4067 2.30
78H15	29.00	3189DIL 2.75	1327DIL 4.90	1072	4.25	271DIP 1.15	4068 0.29
78L02	0.56	3240DIP 2.85	1377DIL 6.95	1074A	7.55	272DIP 1.80	4069 0.29
78L04	0.81	3290DIP 3.60	1458DIP 0.41	1082	5.85	274DIL 3.30	4070 0.29
78L05	0.50	3600DIL1.1.70	1496TO 3.35	1151	1.05	275DIP 1.75	4071 0.29
78L06	0.51		1558DIP 2.10	1170S	2.70	374DIL 2.90	4072 0.29
78L07	0.64		3361N 4.30	1180P	4.70	555DIP 0.87	4073 0.29
78L08	0.51		3403DIL 0.69	1190Z	3.00	556DIL 1.70	4075 0.29
78L09	0.50	08CP 6.80		1220	1.90		4076 0.58
78L10	0.55	08CQ 7.60		1270	3.70		4077 0.29
78L12	0.49	08EP 8.50		1410	3.70		4078 0.29
78L15	0.50	10GX 21.30	529DIP 4.55	1510	4.15	1122NLB21.80	4081 0.29
78L18	0.62	8012HP 29.20	532DIP 0.73	1514A	10.20		4082 0.29
78L20	0.62	8212HP 75.80	555DIP 0.38	1516Q	8.05		4083 0.29
78L24	0.62	8408HP 46.70	556DIP 0.54	1518	7.85		4086 0.41
78S05	0.83		564DIL 0.58	1520A	8.15	106BS 4.95	4089 0.89
78S07S	1.10		567DIP 0.76	1521	7.30	111B 4.80	4093 0.40
78S10	0.93	1106 5.80	571DIL 5.65	1522	2.65	208B 3.60	4094 0.56
78S12	0.86	1106P 7.65	572DIL 7.70	1524A	5.25	210B 4.35	4095 0.77
78S15	0.88	1107 6.15	592DIL 1.40	1576	5.15	217B 2.25	4096 0.79
78S18	0.92	1109 14.00	592DIP 1.45	1670A	5.75	247B 2.80	4097 2.50
78S24	0.94	1116 7.35	612DIP 4.10	1770A	5.90	267B 2.80	4098 0.60
7905	0.54	1117 7.50	614DIL 9.10	1905	2.40	427B 2.15	4099 0.61
7905K	2.65	1126 7.40	645DIL 6.00	1910	6.10	664B 3.05	4502 0.54
7907	1.30	1135 15.40	646DIL 6.00	1940	5.85	2400B 5.50	4503 0.56
7908	0.54	1136 7.45	5205DIP1.45	1950	5.90	2829B 4.40	4510 0.65
7909	0.65	1139 34.00	5532DIP 1.55	2002	1.40	4646B 17.20	4511 0.64
7910	1.15	1211A 12.90	5532ADIP2.00	2003	1.45		4512 0.58
7912	0.54	1212AM 13.10	5534DIP 1.60	2004	3.30		4513 2.30
7912K	2.60	1621 3.90	5534ADIP1.80	2005	3.25		4514 1.85
7915	0.54	1650 9.90		2008	3.60	180 4.80	4515 1.90
7915K	2.60	1660 3.05		2009	5.75		4517 1.20
7918	0.54	1638 7.25		2020	6.60		4518 0.53
7918K	2.90	1609 3.20		2030	2.30		4519 0.69
7920	0.64	1611 3.80		2040	4.20	384Z 2.50	4520 0.56
7924	0.54	1612 4.50		2151	10.95	3843N 2.50	4521 1.25
7924K	2.90			2170	7.80		4522 1.00
79L04	1.90			4136DIL 1.50	2170	7.80	4526 0.80
79L05	0.52			4151DIP 1.80	2220	1.10	4527 0.75
79L06	0.91	1207A 18.00		4156DIL 1.80	2240	3.05	4528 0.86
79L07	0.91	1217A 22.50		4220DIP 0.87	2541	3.00	4531 1.00
79L08	0.91	1217TJ131.80		4559DIP 1.20	2545	4.95	4532 0.71
79L09	0.91	1255 0.91		2560	5.80	2004 0.66	4533 0.60
79L10	0.91	1256 1.90		2577A	6.65	2802 1.35	4538 0.60
79L12	0.52			2578	7.65	2803 1.15	4539 0.95
79L15	0.52			041PDIL 3.85	2579	7.55	4541 0.60
79L18	0.91			042PDIL 4.50	2581	4.95	4543 1.00
79L20	0.91	149 4.20		2581	3.80		4555 0.57
79L24	0.91	165 4.45		2593	3.80	XR 8.55	4557 1.90
709 DIL	0.99	200-220 2.25		2594	5.10	215CN 0.59	4560 1.50
709 DIP	0.70	200-TO3 7.30	1024 10.00	2595	4.95	1488P 0.59	4562 2.50
709 TO	2.75	272 2.80	1025 12.65	2611A	2.40	1489P 0.59	4572 0.52
710 DIL	1.25	272M 2.50	1027 8.45	2633A	5.80	2206CP 5.85	4584 0.54
723 DIL	0.56	292 13.75	1057 11.10	2822	2.70	2211CP 4.50	4585 0.54
723 TO	1.40	293B 5.95	1070 21.55	3190	2.40	2264CP 3.10	4586 0.54
733 DIL	1.90	296 8.65	1124 10.45	3300B	20.50	4194CN 5.00	4610 0.91
741 DIL	1.35	297 10.70	1250 10.40	3505	10.50	4195CP 2.60	4610 1.35
741 DIP	0.37	298 10.10	1251 14.35	3505	8.80	4739CP 2.50	4610 0.65
741 TO	1.50	387 4.30	1293 36.95	3506	8.20	8038CP 6.75	4617 0.59
747 DIL	0.81	702B 5.40	3004P 4.90	3560	10.20		4617 0.59
747 TO	2.30	4805 4.05	3007P 5.95	3561A	10.80		4618 0.81
748 DIP	0.55	4810 4.05	3009P 9.40	3562A	10.20		4619 0.81
748 TO	1.80	4940V10 2.90	5020 14.70	3565	6.60		4619 0.75
758N	4.45	4940V12 2.90	5030 14.35	3568	37.60		4619 0.75
776	1.00	4940V5 5.40		3590A	10.60	409CE 3.70	4619 0.75
2240CN	3.10	4960 5.40		3592A	12.50	414Z 2.30	4619 0.75
		4972 12.20		3640	10.30	426E 6.75	4619 0.75
		6203 10.55	0529 6.30	3653A	4.50	427E 21.80	4619 0.75
			0600 6.05	3654	5.45	428E 13.45	4619 0.75
			3209 12.85	3800	18.85	429E 4.50	4619 0.75
			3210 9.50	3803A	15.40	449E 8.45	4619 0.75
				4050B	4.05	458 2.80	4619 0.75
				4290	5.50		4619 0.75
				4440	4.85		4619 0.75
				4505	13.85		4619 0.75
				4510	13.35	234E 35.65	4619 0.75
				4556	13.80		4619 0.75
				4565	7.40		4619 0.75
				3524N	1.20	4580 18.35	4619 0.75
				3525A	2.00	4600 4.90	4619 0.75
				4601	3.50	4001 0.29	4619 0.75
				4601B	3.80	4002 0.29	4619 0.75
				4605	5.70	4006 0.52	4619 0.75
				4610	14.55	4007 0.29	4619 0.75
				8.05	4950 3.00	4008 0.60	4619 0.75
				6.40	5660P 8.50	4009 0.37	4619 0.75
				0.65	7000 3.50	4010 0.37	4619 0.75
				2.55	7050 4.90	4011 0.29	4619 0.75
				7240	4.00	4012 0.29	4619 0.75
				10.50	7270 10.20	4013 0.35	4619 0.75
				1.60	7370 15.05	4014 0.59	4619 0.75
				1.95	8140 4.90	4015 0.57	4619 0.75
				2.30	8145 3.35	4016 0.37	4619 0.75
				8170	4.80	4017 0.52	4619 0.75



**Markus Schutti**

Im letzten Heft haben wir diesen Analysator im 'großen und ganzen' vorgestellt. Der zentrale Dreh- und Angelpunkt ist dabei die Interface-Platine, die die Verbindung zum Atari herstellt.



**A**n der 2 × 7poligen Jumperleiste links neben dem TMS 6011 auf der Interface-Platine (siehe Bestückungsplan in Heft 12/91) wird die Baudrate eingestellt:

- A: 9600 Baud
- B: 4800 Baud
- C: 2400 Baud
- D: 1200 Baud
- E: 600 Baud
- F: 300 Baud
- G: 150 Baud

An der nicht weiter gekennzeichneten 2 × 5poligen Jumperleiste rechts neben dem TMS 6011 finden die übrigen Einstellungen für die serielle Datenübertragung statt (siehe auch Tabelle auf Seite 44, Heft 12/91).

Da folgendes festgelegt wurde: ungerade Parität (A: kein Jumper, E: Jumper); 8 Data Bits (B: kein Jumper, C: kein Jumper); nur 1 Stoppbit (D: Jumper), ergibt sich für den Atari ST der

(GFA-BASIC-)Befehl: Spoke 16775721,142 – dies als ergänzender Hinweis.

### Funktion des seriellen Transports vom LA zum ST

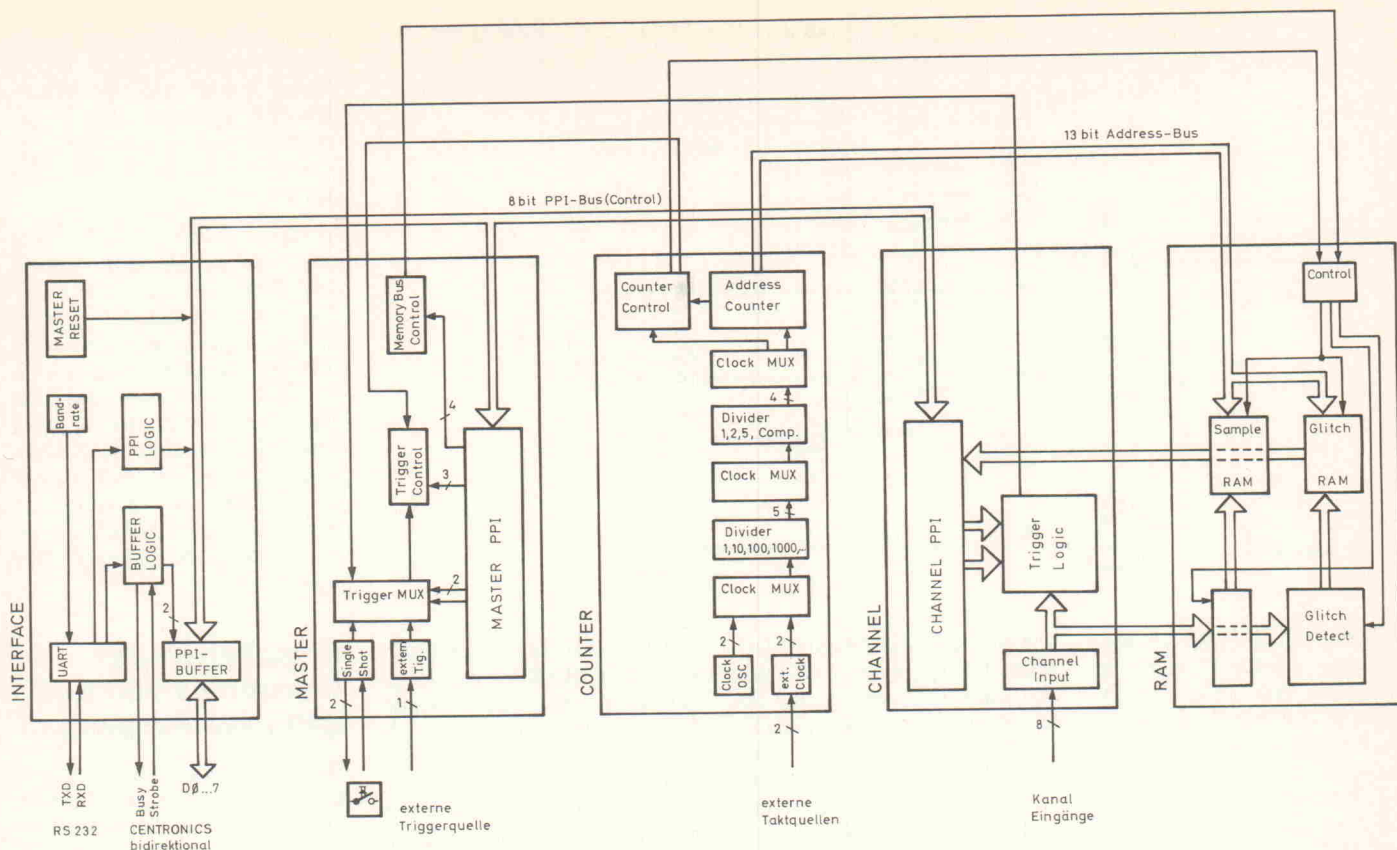
Die seriellen Daten vom LA zum ST beinhalten ein Dummy-Byte. Dieses besteht aus den nicht belegten Eingängen TD 1 bis TD 8 des UART TMS 6011. Die Eingänge TD 1 bis TD 8 sind vorsorglich mit dem Slot A2 verbunden, was aber eigentlich nicht nötig wäre. Das Dummy-Byte wird vom LA zum ST gesendet, wenn der LA den Scanning-Prozeß abgeschlossen hat. Man wird vielleicht einwenden, daß sich die Software ja ausrechnen könne, nach welcher Zeitdauer der Scanning-Prozeß abgeschlossen ist, da sie den Zeitpunkt der Armierung kenne. Dies ist aber insofern nicht richtig, da der ST

bei etwa eingestellter 'externer Triggerung' nicht weiß, wann der Scanning-Prozeß STARTET.

Der Scanning-Prozeß ist dann abgeschlossen, wenn das Signal Counter-Enable des LA-Busses wieder auf LOW wechselt. Dieses Signal ist während des Zählens (Adreßgenerierung vom 0. bis zum 8191. Byte) HIGH. Der TMS 6011 benötigt einen kurzen LOW-Impuls auf seinem Eingang /TDS, um ein (serielles) Byte abzusenden. Dieser LOW-Impuls wird mit Monoflop IC 13 eben über das Signal Counter-Enable ausgelöst.

Vertrauen ist gut, Bestätigung ist besser. Die Software wartet also, bis sie das Dummy-Byte von der RS-232 erhält (Abfrage in GFA-BASIC durch INP?(ser)). Dieser Vorgang ist in der Software mit Scanning-Acknowledge bezeichnet. Danach kann mit dem Einlesen der gescannten Daten begon-





**Bild 1. Das Blockschaltbild erleichtert nicht nur das Verständnis vom ganzen Gerät, sondern auch vieler Schaltungsdetails.**

nen werden. Da zum Einlesen der gescannten Daten der Zähler wiederum in Bewegung gesetzt werden muß, wird auch hier nach dem 8191. Byte ein Dummy-Byte gesendet.

## Seriell vom ST zum LA

Die seriellen 8 Bit (mindestens 7 Bit) vom ST zum LA werden vom UART TMS 6011 parallel an seinen Ausgängen RD1 bis RD8 zur Verfügung gestellt. Diese Daten liegen permanent an und dienen der Steuerung der PPIs und der Wahl der Senderrichtung auf der parallelen Schnittstelle (RD5). Für diese 8 Bit (7 Bit) verwenden wir den Namen 'Steuerbyte' oder auch 'Control-Word'. Um den Empfang eines Steuerbytes besser kontrollieren zu können, wird der kurze HIGH-Impuls am Ausgang RDA des TMS 6011 über das Monoflop IC 13 verlängert und damit LED A3c an-

gesteuert. Der Ausgang RDA bedeutet, daß der TMS 6011 eine komplette Seriell-Parallel-Wandlung durchgeführt hat. Die einzelnen Bits des Steuerbytes 'Control-Word':

RD1	PPI-CS-Enable
RD2	Channel/ /Master-PPI
RD3	PPI-CS-A
RD4	PPI-CS-B
RD5	Centronics-Read/Write
RD6	PPI-A0
RD7	PPI-A1
RD8	unbenutzt

\* RD5=HIGH ... bedeutet 'Read', d. h., der ST will an der parallelen Schnittstelle lesen.

\* RD5=LOW ... bedeutet 'Write', d. h., der ST will Daten auf der parallelen Schnittstelle zum LA senden.

Es können 5 verschiedene PPIs adressiert werden; sie werden über ihren CS-Eingang angesprochen.

Channel-PPI 0 (Aktivierung über /Channel-PPI-CS0 des LA-Busses)

Channel-PPI 1 (Aktivierung über /Channel-PPI-CS1 des LA-Busses)

Channel-PPI 2 (Aktivierung über Lötangel CS2 auf INTERFACE-Platine)

Channel-PPI 3 (Aktivierung über Lötangel CS3 auf INTERFACE-Platine)

Master-PPI (Aktivierung über /Master-PPI-CS des LA-Busses)

Bemerkung: Da auf der BUS-Platine nur zwei CHANNEL- und MEMORY-Platinen Platz finden, haben wir nur die Signale /Channel-PPI-CS0 und -CS1 auf den LA-Bus gelegt.

Um überhaupt eine PPI zu aktivieren, muß RD1 auf HIGH gelegt werden. Um die Master-PPI zu selektieren, wird RD2 auf LOW gesetzt. Dadurch wird das Signal /Master-PPI-CS aktiv (LOW). Gleichzeitig leuchtet die LED A3e auf. Wenn eine Channel-PPI adressiert werden soll, muß RD2 auf HIGH liegen. Demnach leuchtet die LED A3d. Mit RD3 und RD4 wird die gewünschte der vier möglichen Channel-PPIs ausgewählt.

Die Signale RD6 und RD7 werden direkt dem LA-Bus für PPI-A0 und PPI-A1 zugespielt. Diese Leitungen sind mit den beiden Eingängen A0 und A1 aller PPIs verbunden. Mit A0 und A1 kann man den gewünschten Port (A, B, C) beziehungsweise das Steuerregister der PPI adressieren.

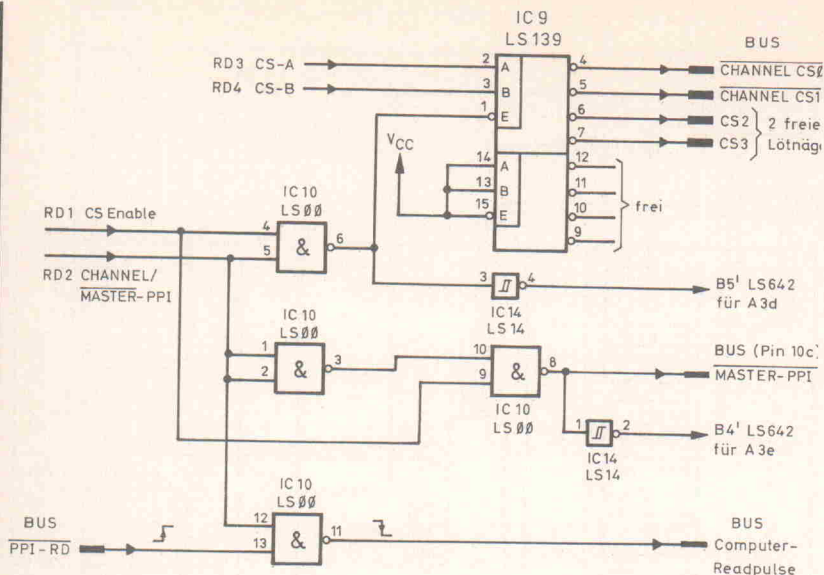
## Bidirektional

Nehmen Sie unbedingt die nötigen Unterlagen (Timing-Diagramme, Schaltplan etc.) zur Hand ... Die vom ST kommen-

den 8 Bit der Centronics-Schnittstelle gelangen zuerst an die 220-Ohm-Widerstände und die 10-kOhm-Pullups. Dies soll einigermaßen Schutz bieten, falls aus eigentlich undenkbar Gründen einmal beide Seiten gleichzeitig senden. Andererseits sollen diese Widerstände eine 'Anpassung' bilden. 'Anpassung' deshalb unter Anführungszeichen, weil die Berechnung der Widerstände nicht sehr genau ausfallen kann. Weiter geht es zum IC 8 (74LS645 bidirektionaler 8fach-Treiber) und auf der anderen Seite wiederum über 220-Ohm-Widerstände zu den Dateneingängen (D0-D7) aller PPIs.

Die 8 Bit der Centronics sind also mit den 8 Dateneingängen aller PPIs logisch verbunden. Der Zustand der Leitung BUSY (Centronics) wird vom LA bestimmt, wobei der logische Zustand der Leitung BUSY vom Ausgang RD5 (des TMS 6011) gesetzt wird. Äquivalent dazu leuchtet die gelbe LED auf der INTERFACE-Platine. Das Signal auf der Leitung STROBE (Centronics) wird hingegen vom ST gesendet. Dieses Signal wird herangezogen, um die Datenleitungen des Centronics-Treibers (IC 8) hochohmig zu schalten (STROBE = HIGH) oder zu 'enablen' (STROBE = LOW). Weiter bestimmt STROBE, ob die Signale /PPI-





**Bild 2. Die Adreß-dekodierung.**

WR und /PPI-RD (des LA-Busses) aktiv werden können oder nicht. Die rote LED der INTERFACE-Platine läßt den Zustand an der STROBE-Leitung erkennen. Die Signale /PPI-WR und /PPI-RD sind mit den beiden Eingängen /WR und /RD aller PPIs (über den LA-Bus) verbunden.

Wenn /PPI-WR aktiv ist, wird die selektierte PPI bewogen, die Daten D0 bis D7 der Centronics zu übernehmen. Wenn /PPI-RD aktiv ist, sendet die selektierte PPI ihre 8 Datenbits zur Centronics. Aus dem Schaltplan ist zu erkennen, daß die Signale /PPI-WR und /PPI-RD über IC 7 von RD5 (entspricht der BUSY-Leitung) und der STROBE-Leitung gebildet werden. Eine Kontrolle der Signale /PPI-WR und /PPI-RD erfolgt über die LEDs A3a und A3b. Das Monoflop IC 12 erzeugt hierzu einfach einen kurzen Impuls, der über das Signal /PPI-WR beziehungsweise /PPI-RD getriggert wird. Die Steuerung der Centronics erfolgt ausschließlich über die GFA-BASIC-Befehle:

OUT par,byte byte=INP(par)

wobei die Variable par die Nummer der Schnittstelle ist. Die Centronics hat die Nummer 0. Wir verwenden in der Software die Variable par, damit man die Ein- und Ausgabe auf die MIDI-Schnittstelle (par=3) umleiten kann. Somit ist der Betrieb der Software auch ohne angeschlossenen LA möglich (der Atari ST würde sich aufhängen, wenn er ein gesendetes Byte nicht durch BUSY bestätigt bekommt). Spielen wir nun die Datenübertragung auf der Centronics durch ...

Die ermittelten Zeiten in Mikroskunden stammen vom Atari ST. Falls das Timing auf der Centronics auf einem anderen Computer abweicht, ist dies ohne Belang, da die Schaltung so ausgelegt wurde, daß es auf mehrere µs mehr oder weniger nicht ankommt.

### Centronics als Ausgang ...

Nehmen wir an, die Centronics sei als Ausgang geschaltet, das heißt, die Datenübertragung läuft vom ST zum LA. Hierzu muß BUSY auf LOW gelegt werden – RD5 ist LOW. Dieser Zustand bewirkt auch, daß die Daten am IC 8 richtigerweise von B0–B7 nach A0–A7 übertragen werden. Jetzt wird ein Byte vom ST mittels OUT-Befehl gesendet. Der ST legt dieses Byte an die 8 Datenleitungen der Centronics an. 80 µs später sendet er einen 160 µs langen LOW-Impuls auf der STROBE-Leitung. Dieser LOW-Impuls bewirkt, daß IC 8 kurzfristig enabled und das Signal /PPI-WR des LA-Busses kurzfristig aktiv wird. Das Byte wird von der selektierten PPI am Ende des LOW-Impulses (wenn /PPI-WR wieder auf HIGH wechselt) übernommen. Deshalb ist es wichtig, daß die Datenausgänge A0–A7 des IC 8 nicht sofort wieder disabled werden. Aus diesem Grund haben wir eine 'Gatterlaufzeit-Kette' aus vier hintereinandergeschalteten 74LS14 (IC 6) gebildet!

Im Fehlerfall, falls BUSY nicht auf LOW gelegt wurde und ein Byte gesendet wird, erfolgt kein LOW-Impuls des ST auf der

STROBE-Leitung, da laut Centronics-Protokoll gewartet werden muß, bis BUSY wieder LOW ist. Der Atari ST wartet in diesem Fall ca. 30 sec, dann gibt er es auf. Wir erwähnen diesen Fehlerfall, um zu verdeutlichen, daß es hier trotzdem zu keinem Konflikt (beide Seiten senden gleichzeitig) kommt.

### Umschalten der Centronics von Ausgang auf Eingang ...

Nun wollen wir die Datenrichtung auf der parallelen Schnittstelle umschalten. Wir schalten BUSY (wie üblich über RD5) auf HIGH. Daraus folgt, daß IC 8 die Datenrichtung von A0–A7 nach B0–B7 umschaltet. Mit dem ersten INP-Befehl schaltet der Atari ST die Centronics automatisch auf Eingang um. Man erkennt dies dadurch, daß 280 µs nach dem INP-Befehl STROBE auf LOW wechselt. Bei STROBE = LOW und BUSY = HIGH wird das Signal /PPI-WR aktiv und IC 8 enabled. Darum legt die selektierte PPI ihre Daten an, die an die Centronics permanent durchgeschaltet werden.

### Centronics als Eingang ...

Aber mit jedem weiteren INP-Befehl werden die aktuellen Daten von der selektierten PPI vom ST übernommen. Daß STROBE für 160 µs nach jedem INP-Befehl (vom ST) auf HIGH gelegt wird, spielt hier keine Rolle. Zwar wird IC 8 dadurch kurz disabled und /PPI-RD kurz inaktiv, was aber ohne Bedeutung ist, da der ST nur

die Daten KURZ VOR diesem Impuls übernimmt. Dieser HIGH-Impuls auf der STROBE-Leitung wird aber unbedingt für die Generierung des Computer-Readpulses des LA-Busses benötigt.

Fehlerfall: Falls BUSY nicht auf HIGH gelegt wurde und mit INP-Befehl ein Byte von der Centronics in den ST gelesen werden möchte, hängt sich der ST auf. Er wartet und wartet, bis BUSY auf LOW wechselt, was aber nie eintreffen wird (wie sollte es auch, der ST bestimmt ja den Zustand auf der BUSY-Leitung). Wichtig ist auch hier, daß es trotzdem wieder zu KEINEM Sendekonflikt kommt.

### Umschalten der Centronics von Eingang auf Ausgang ...

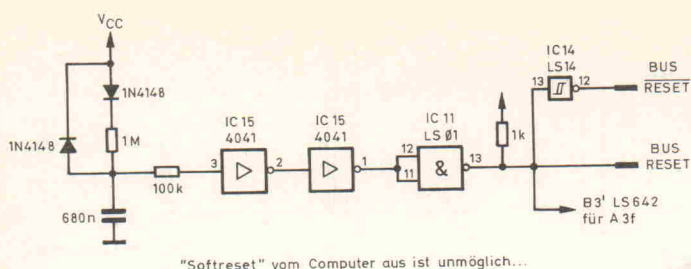
Richtig, BUSY muß vorher auf LOW gesetzt werden. Dadurch ändert sich die Übertragungsrichtung im IC 8 auf B0–B7 nach A0–A7; im Ergebnis sind die 8 Datenleitungen auf der Centronics ab diesem Zeitpunkt hochohmig. Weiter wird das Signal /PPI-WR des LA-Busses aktiv. Die Daten werden von der PPI aber noch nicht übernommen (erst wenn /PPI-WR wieder auf HIGH wechselt). Wir senden jetzt unseren ersten OUT-Befehl: der ST aktiviert dementsprechend die 8 Datenleitungen auf der Centronics.

Nach einem 'Sicherheitsabstand' von 400 µs ändert sich STROBE auf HIGH. Zu diesem Zeitpunkt wird das erste Byte von der selektierten PPI übernommen, /PPI-WR wird wieder inaktiv und IC 8 disabled.

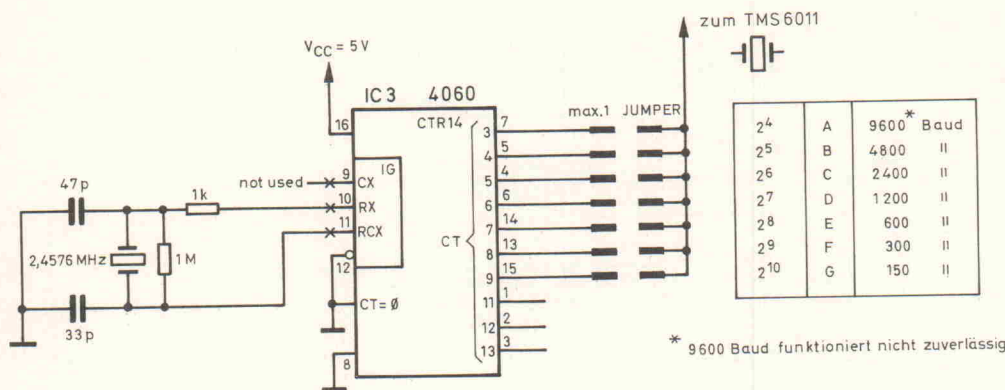
### Fehlerfälle ...

Damit meinen wir das Ereignis, wenn an der Centronics gelesen oder geschrieben wird, die Leitung BUSY aber falsch gesetzt wurde. Speziell beim Umschalten der Datenrichtung könnte es hierbei zu Komplikationen führen (beide Seiten senden gleichzeitig). Die Schaltung wurde jedoch dahingehend entworfen, daß es in keinem Fall (und wenn die Schnittstellen noch so falsch programmiert werden) zu hingerichteten Schnittstellentreibern kommt. Wir hoffen, daß wir die Datenübertragung in ALLEN Details verständlich machen konnten ...





**Bild 3. Erzeugung des Reset-Impulses. Wie man sieht, ist ein 'Soft-Reset' vom Rechner aus unmöglich.**



**Bild 4. Die Takterzeugung für das UART funktioniert (zumindest beim TMS 6011) nur mit 4800 Baud sicher und einwandfrei.**

## Baudraten-Generierung

Der UART TMS 6011 benötigt einen Takt für die RS-232. Dieser wird vom IC 3 CD 4060 in Verbindung mit dem 2,4576-MHz-Quarz erzeugt. Die gewünschte Baudrate kann von 9600 Baud bis 150 Baud über einen (!) Jumper auf 'Slot A1' eingestellt werden. Die Schaltung bedarf keiner näheren Erläuterung.

## Master-Reset-Generierung

Den LA ohne automatischen Reset einzuschalten beziehungsweise hochzufahren wäre undenkbar. Womöglich würden die teuren statischen RAMs, die Bus-Treiber, die PPIs alle ihre Datenleitungen auf Ausgang schalten und dann ...

In der Literatur findet man unzählige Schaltungsvorschläge

für sogenannte Auto-Resets. Perfekt sind sie alle nicht. Unserer wahrscheinlich auch nicht. Die Zeitdauer des Reset-Impulses wurde von uns relativ lange gewählt. Eine knappe Sekunde dauert sie. Dies eigentlich nur aus optischen Gründen; es leuchtet die LED A3f beim Einschalten auf. Durch die Schaltung wird garantiert, daß der Reset-Impuls SOFORT (nach dem Einschalten) anliegt und daß auch ein sehr kurzer Spannungseinbruch zuverlässig einen Reset-Impuls erzeugt – auch dann, wenn mehrere Spannungseinbrüche hintereinander erfolgen, denn der 680 nF-Kondensator wird über die Diode sofort entladen. Der Resetimpuls wird dem LA-Bus in Form von Reset und /Reset zur Verfügung gestellt.

## MASTER-Platine

Die MASTER-Platine trägt die Master-PPI und übernimmt somit die Kontrolle über die meisten Baugruppen des LA. Alle Ports der Master-PPI werden im Modus 0 (BASIC Input/Output) betrieben und zwar alle Leitungen als Ausgang. Der Triggerzeitpunkt ist der Beginn des Scanning-Zyklus. Primär startet der Trigger den Zähler (das Signal Counter-Enable wird aktiv), der als Adreßgenerator für das RAM fungiert. Der gesamte Port A der Master-PPI wird zur Trigger-einstellung herangezogen. Es

stehen vier verschiedene Triggerquellen zur Auswahl: PA4 = 'Trigger Select A', PA5 = 'Trigger Select B',

Die Signale PA4 und PA5 dienen dem IC 19 (1-aus-8-MUX) zur Auswahl der Triggerquelle. Parallel dazu werden mit Hilfe des IC 18 (3-zu-8-DEMUX) die LEDs B1e bis B1h angesteuert. Da selbstverständlich immer nur eine Triggerquelle aktiv sein kann, leuchtet äquivalent dazu eine der vier LEDs. Beim externen Trigger dient das Signal als Triggerquelle, das über den Löt-nagel 'EXT.TRG.' von außen zugeführt werden kann. Dabei wird der Startzeitpunkt des Scannens von der zu analysierenden Schaltung selbst bestimmt.

Mit dem Trigger Single Shot wird der über Löt-nagel 'SINGLE SHOT' angeschlossene Taster aktiviert, den man sinnvollerweise auf der Frontplatte anordnet. Dieser gegen GND schließende Taster triggert das

erste Monoflop des IC 16. Die Pulsdauer des ersten Monoflops beträgt konstante 15 ms und dient nur zum Entprellen des Tasters. Der Ausgang des ersten Monoflops startet auch den Trigger. Das nachgeschaltete zweite Monoflop hat eine variable Pulsdauer (ns..ms-Bereich), die über das auf der Frontplatte montierte 100-kOhm-Poti (Anschluß über Löt-nagel 'Rext') eingestellt werden kann. Mit dem auf der MASTER-Platine befindlichen Trimpoti soll eine 'gerade' Zeitskalierung des externen Poti ermöglicht werden. Die beiden Ausgänge des zweiten Monoflops werden über die Löt-nagel '1' und '2' wiederum der Frontplatte zugeführt.

Anwendungsbeispiel: Die zu analysierende Schaltung sei ein Zähler; die Startleitung dieses Zählers wird mit dem entsprechenden Ausgang '1' oder '2' des Single Shot verbunden. Beim Druck auf den Single-Shot-Taster startet sofort der Scanning-Vorgang, der zu analysierende Zähler wird aber erst nach der eingestellten Verzögerung (zweiter Monoflop) freigegeben. Somit kann ein Pseudo-Pre-Trigger verwirklicht werden.

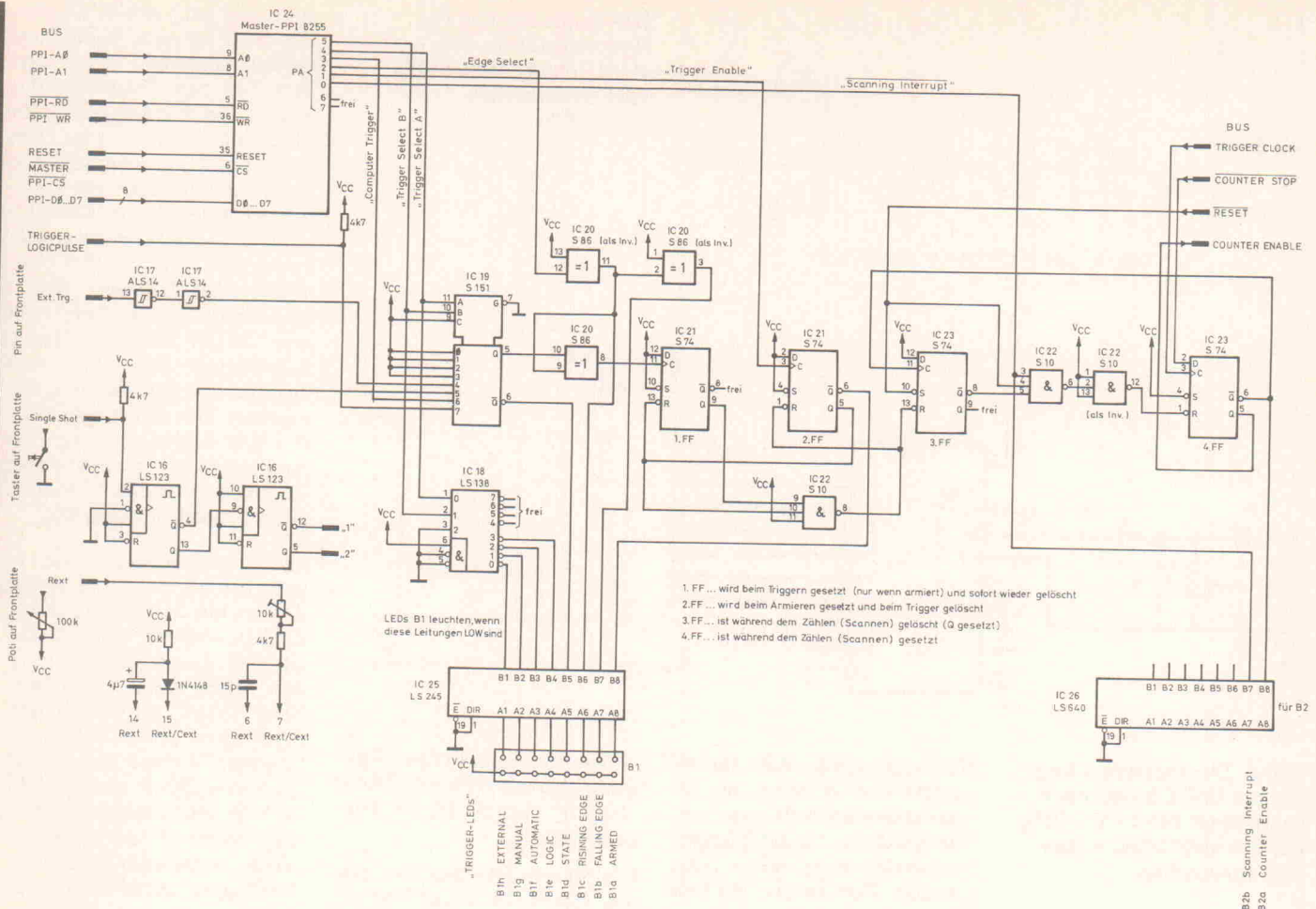
Automatic Trigger (oder auch Computer Trigger genannt) wird dann verwendet, wenn die Triggerung nicht an weitere Bedingungen von außen geknüpft ist. In diesem Fall wird gleichzeitig mit dem Anklicken des ARM-Icons in der Software getriggert. Andererseits wird dieser Trigger unbedingt für den Reading-Prozess benötigt: Um die gescannten Daten aus dem RAM auslesen zu können, muß natürlich der Zähler zur Adreßgenerierung aktiviert werden, das heißt, es muß ebenfalls getriggert werden. Diese Triggerung erfolgt von der Software über den Automatic Trigger.

Mit Logic Trigger kann vom ST ein Bitmuster (für die 8 Ein-

PA2	Triggerung bei ...	LED
0	fallender Flanke	B1b (Falling Edge) leuchtet
1	steigender Flanke	B1c (Rising Edge) leuchtet

PA4	PA5	Triggerquelle	
0	0	externer Trigger	Löt-nagel mit Bezeichnung 'EXT.TRG.'
1	0	Single Shot	externer Taster über Monoflop
0	1	Automatic Trigger	wird über PA3 vom ST aus gesteuert
1	1	Logic Trigger	programmiertes Bitmuster löst Trigger





gangskanäle) vorgegeben werden, ob oder am Ende dessen Auftreten (entsprechend PA2 – s. u.) getriggert werden soll. Nähere Informationen findet man im Text für die CHANNEL-Platine.

Mit PA2 = 'Edge Select' kann eingestellt werden, ob bei steigender oder bei fallender Flanke des Triggersignales getriggert werden soll. Äquivalent dazu leuchtet die LED B1c (Rising Edge) beziehungsweise LED B1b (Falling Edge).

Der momentane logische Zustand an der selektierten Triggerleitung kann über die LED B1d (Trigger State) abgelesen werden.

## Ein Triggerablauf (Start Timing)

Der LA muß sich zuerst die Bewilligung des Signales PA1 = 'Trigger Enable' einholen, um überhaupt triggern zu können; das heißt, die steigende Flanke am Eingang C (zweites FF Pin 3 IC 21) = 'Trigger Enable' setzt den Ausgang Q (zweites FF Pin 5 IC 21), der mit dem Eingang R (erstes FF Pin 13 IC 21) verbunden ist. Dadurch kann das erste Flipflop bei der

nächsten steigenden Flanke am Eingang C (erstes FF Pin 11 IC 21) gesetzt werden. In diesem Zustand ist die Triggereinrichtung scharf, der LA 'armiert'. Dementsprechend leuchtet die (sehr nützliche) LED B1a (Trigger Armed) auf. Unberücksichtigt dessen, welche Triggerquelle selektiert ist und bei welcher Flanke getriggert werden soll, nehmen wir an, daß dem Eingang C (erstes FF Pin 11 IC 21) eine steigende Flanke widerfährt (das heißt, es wird getriggert). Da nun Q (erstes FF Pin 9 IC 21) und Q (zweites FF Pin 5 IC 21) logisch 1 sind, wird der Ausgang des NAND-Gatters (Pin 8 IC 22) LOW. Dadurch werden das erste und zweite Flipflop sofort wieder gelöscht.

Der Ausgang /Q (drittes FF Pin 8 IC 23) ist im 'Ruhezustand' LOW. Dieser 'Ruhezustand' wird durch das Setzen des dritten Flipflops mittels des Signales /Reset über Eingang S (drittes FF Pin 10 IC 23) beim Einschalten des LA gewährleistet. Da nun der Ausgang des NAND-Gatters kurzfristig auf LOW wechselte, wird dieses Flipflop gelöscht und /Q (drittes FF Pin 8 IC 23) geht auf HIGH über. Wir hoffen, daß aus diesen

Erläuterungen hervorgeht, warum auch bei Triggerfreigabe (durch 'Trigger Enable') FLANKENGETRIGGERT werden MUSS und daher ein eigenes Flipflop eingebaut wurde.

Angenommen die Scanningdauer wäre sehr kurz (beispielsweise bei 20 MHz Abtastfrequenz:  $50 \text{ ns} \times 8192 = 409,6 \mu\text{s}$ ), dann würde nach der Armierung (durch steigende Flanke an 'Trigger Enable') und erfolgter Triggerung der Scanningvorgang beginnen, nach  $409,6 \mu\text{s}$  enden und sofort ein neuer Scanningvorgang beginnen, falls weitere Triggersignale empfangen werden. Denn es kann kaum garantiert werden, daß 'Trigger Enable' gesetzt und innerhalb von nur  $409,6 \mu\text{s}$  wieder gelöscht werden kann. Deshalb ist 'Trigger Enable' flankengetriggert und all diese Probleme sind beseitigt.

PA0 = '/Scanning Interrupt' kann zum Unterbrechen eines Scanningvorgangs verwendet werden. Dies könnte zum Beispiel vorteilhaft sein, wenn eine besonders lange Scanning-Zeitdauer eingestellt wurde, der User das Ende des Scanning-Prozesses jedoch nicht mehr abwarten und lieber einen neuen

**Bild 5. Die Triggerschaltungen stellen vielfältige Auslösemechanismen bereit, um eine 'Aufnahme' zu starten und abzuspeichern.**

Scanning-Auftrag in Arbeit geben möchte. Dieses Unterfangen wird jedoch von der Software nicht unterstützt, PA0 ist deshalb immer inaktiv (HIGH), die LED B2b dementsprechend unnütz. Man wird heftig davon ausgehen können, daß das Signal /Reset im normalen Betrieb des LA auf HIGH bleibt. Da /Q (drittes FF Pin 8 IC 23) HIGH ist, steht einer Freigabe des letzten Flipflops nichts mehr im Weg – Eingang R (viertes FF Pin 1 IC 23) wird HIGH.

Wir möchten hier bemerken, daß dieser Schaltungsaufwand der Sicherstellung der Synchronisation mit den Clock-Signalen dient. Der Trigger-Clock (des LA-Busses) wird dem Flipflop



über Eingang C (viertes FF Pin 3 IC 23) eingespeist. Der Dateneingang D (viertes FF Pin 2 IC 23) ist mit dem Signal /Counter-Stop (des LA-Busses) verbunden. /Counter-Stop ist normalerweise inaktiv (HIGH) und liefert nur einen kurzen LOW-Impuls, wenn der Zähler alle Adressen (bis zur 8191.) durchlaufen hat. Somit wird das letzte Flipflop bei der nächsten steigenden Flanke des Signales Trigger-Clock gesetzt, Ausgang Q (viertes FF Pin 5 IC 23) wechselt auf HIGH und das Signal Counter-Enable (des LA-Busses) wird aktiv. Es leuchtet LED B2a (Counter Enable) auf und signalisiert dadurch, daß der Zähler aktiv ist und im Takt der eingestellten Taktquelle von Adresse 0 weg hinaufzählt. Counter-Enable gibt seinerseits die Taktleitung Counter-Clock (des LA-Busses) frei. Da Counter-Enable erst in Abhängigkeit von Trigger-Clock aktiv wurde, ist eine Synchronisation mit dem ersten Impuls des Counter-Clock garantiert. Es ist darauf zu achten, daß auch dieser ERSTE Impuls seine konstante Impulsbreite aufweist und nicht durch nicht-synchronisiertes Triggern abgeschnitten wird! Sehen Sie sich zum besseren Verständnis auch die Beschreibung zum Timing des Zählers an.

## Stop Timing des Triggers

Während des Scannens (beziungsweise auch während das RAM ausgelesen wird) ist das letzte Flipflop gesetzt, Ausgang Q (viertes FF Pin 5 IC 23) = Counter-Enable ist demnach HIGH. Wir nehmen an, daß sich der Zähler bis zur letzten Adresse (8191) hochgearbeitet hat. /Counter-Stop geht auf LOW über. Durch die zeitlich genau berechnete steigende Flanke von Trigger-Clock wird jetzt das letzte Flipflop gelöscht (viertes FF Pin 5 IC 23 wird LOW) und Counter-Enable wird inaktiv. Der Zähler löscht sich durch seine synchronen Löscheinträge zum richtigen Zeitpunkt von selbst. Da /Counter-Stop nur kurzfristig auf LOW ist und Trigger-Clock trotz gestopptem Zähler unermüdlich weiter seinen Dienst versieht, besteht die Gefahr, daß das vierte Flipflop gleich wieder gesetzt wird!

Aus dem Timingdiagramm läßt sich jedoch ablesen, daß unter Summation aller Gatterlaufzei-

ten der Eingang R (viertes FF IC 23 Pin 1) rechtzeitig vor der nächsten steigenden Flanke an Trigger-Clock auf LOW gelegt wird. Dadurch wird das vierte Flipflop im gelöschten Zustand gehalten. Um einen neuen Zählerlauf starten zu können, muß das dritte Flipflop wieder gesetzt werden; da der Ausgang /Q (viertes FF Pin 6 IC 23) auf HIGH geht, wird eine logische 1 in das dritte Flipflop geschoben und die Triggereinrichtung ist bereit für neue Aufgaben.

## Steuerung vom internen Bus (Memory-Bus)

Mit der Bezeichnung 'interner Bus' meinen wir den 8-Bit-Speicher-Bus auf der MEMORY-Platine. Mit dem Port C der Master-PPI wird die Datenflußrichtung auf dem internen Bus gesteuert.

ST0	'Transmit' / Scanning-Select'
ST1	'Sample' / Glitch-Select'
ST2	'Channel' / Memory-Select'
ST3	'Memory-Bus-TS'
ST4	unbenutzt
ST5	unbenutzt
ST6	unbenutzt
ST7	unbenutzt

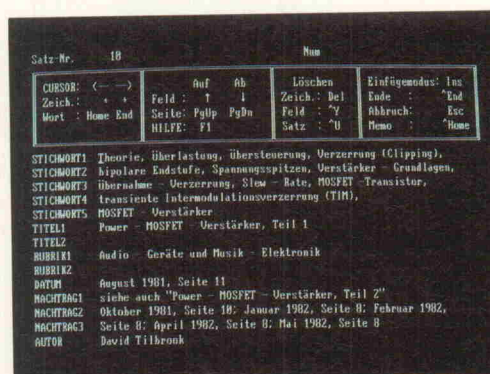
Die Verknüpfungslogik liefert die 5 Signale: /Scanning-Enable, /RAM-OE, /Channel-OE, /Sample-Select, /Glitch-Select, die exklusiv für die MEMORY-Platine zur Steuerung des internen Busses bereitgestellt werden. Sie meinen, die Logik ist ein wenig aufwendig ausgefallen? Wir meinen, daß selbst bei Falschprogrammierung niemals zwei Datenausgänge gleichzeitig enabled sein sollten – das Ergebnis ist ein optimaler Schutz der teuren statischen RAMs, und es kann von jedermann nach Herzenslust programmiert werden. Auf dem internen Bus gibt es verschiedene Betriebsmodi: Memory-Bus-TS (inaktiv), Direct Access (der ST greift direkt auf die Eingangskanäle zu – ohne RAM), Scanning (die Eingangskanäle werden in 8191 Adressen des RAMs geschrieben), Reading (die RAMs werden vom ST ausgelesen).

Im nächsten Heft folgt die Hardware für die Master-Platine nebst Bestückungsplan und Stückliste. Und wenn alle ganz artig sind, fangen wir auch schon mit dem Counter-Board an.

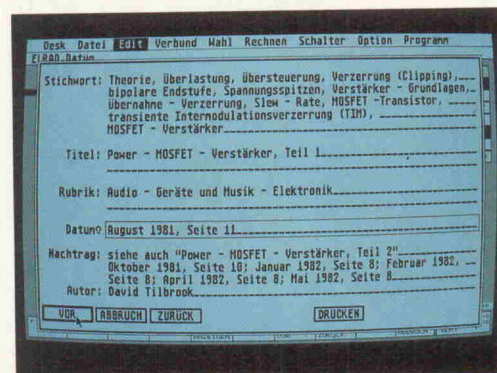
# ELRAD auf einen Blick

Mit der ELRAD-Datenbank können Sie jetzt Ihr Archiv noch besser nutzen. Per Stichwortregister haben Sie den schnellen Zugriff auf das Know-how von 14 Jahrgängen.

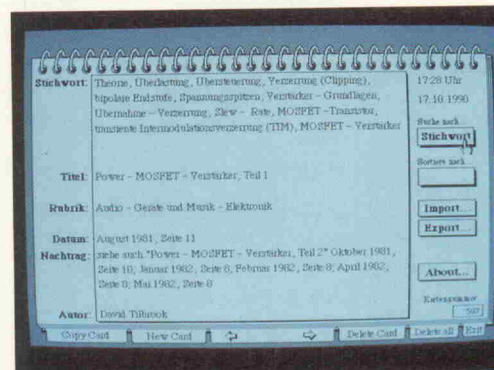
Das Gesamtinhaltsverzeichnis von ELRAD 1/78–12/91 und das Update 1991 gibt es für ATARI ST, Apple Macintosh und den PC (in zwei Diskettenformaten).



ELRAD-Karteikarte unter dBase.



Die gleiche Karte unter Adimens ST...



... und unter HyperCard.

Der Preis für die Diskette des Gesamtinhaltsverzeichnisses beträgt DM 38,00.

Für Abonnenten ist die Diskette zum Vorzugspreis von DM 32,00 erhältlich.

Falls Sie schon Besitzer des Gesamtinhaltsverzeichnisses (bis 12/90) sind, erhalten Sie das Update 1991 für DM 10,00 mit Einreichen der Originaldisketten des Gesamtinhaltsverzeichnisses.

Bestell-Coupon in diesem Heft auf Seite 59!

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

Ein ausführliches Stichwortregister mit über 7500 Suchbegriffen einschließlich aller wichtigen Bauelemente führt unmittelbar zu den speziellen Themen der Elektronik – ob in Beiträgen, Laborblättern oder Projekten.



## eMedia GmbH

Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61  
Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen



# Jahresinhaltsverzeichnis 1991

## Atari

- Projekt Leistungsschalter:  
Midi-to-Gate-Interface 1/S. 84
- Projekt Uhrenplatine:  
Wem die Stunde schlägt 4/S. 93
- Projekt SendFax-Modem:  
cand. mod. 7/S. 26
- Projekt Universalinterface:  
Der Aufmacher II 8/S. 26
- Projekt Leistungsschalter:  
Midi Power  
(Midi-to-Gate II) 9/S. 56
- Projekt ST steuert Hameg-DSO:  
Die Symbiose 10/S. 41
- Projekt Centronics-Umschalter:  
Fünf auf einen Streich 10/S. 62
- Projekt Logik-Analyser:  
L.A.<sup>ST</sup>, T. 1 12/S. 40

## Audio

- Projekt Transistor-Modul-  
Endstufe:  $\mu$ -PA-50 1/S. 47
- Grundlagen  
Vorverstärker-  
Design, T. 2 1/S. 51
- Vorverstärker-  
Design, T. 3 2/S. 81
- Grundlagen  
Übertragungstechnik:  
Daten-Diät 4/S. 77
- Grundlagen  
Der I<sup>2</sup>C-Bus 5/S. 44
- Projekt Röhren-Vollverstärker:  
Volles Haus 6/S. 28
- PreView Audio-Meßplatz  
Portable One:  
Zehnkämpfer 6/S. 39
- Projekt  
LWL-Übertragungssystem:  
Audio-Light 7/S. 61
- Grundlagen LC- und  
CLC-Siebglieder:  
Brummbremsen 7/S. 66
- PreView Audio-Meßsystem  
2012: Messen in  
Zeit und Raum 8/S. 17
- Grundlagen Stromversorgung:  
Class-A-Stabilisation 9/S. 44
- PreView Audio-Meßplatz A1:  
Neutriks Neuer 10/S. 20
- Projekt DAT-Schnittstelle:  
SP/DIF-Konverter 10/S. 60
- Grundlagen Tapeless Recording:  
Rechner statt  
Bandmaschine? 11/S. 36
- Berechnung von  
Lautsprecherboxen mit Spice:  
Softe Spanplatten, T. 1 11/S. 72
- Softe Spanplatten, T. 2 12/S. 86

## Design Corner, Schaltungstechnik

- Video-Schaltermatrix:  
Kreuzschienenverteiler  
MAX 456 2/S. 71
- In Zwei-, Drei-,  
und Vierleitertechnik:  
Pt-100 gerade gebogen 4/S. 60
- OPA 660:  
Der Diamond-Transistor 8/S. 44
- Trennverstärker-ICs:  
Splendid Isolation 11/S. 48
- CMOS-Verzögerungsleitung:  
Timing mit Bt 630 12/S. 45

## Entwicklung

- Projekt EPROM-Simulator:  
Der Simulant 2/S. 39
- HF-Filter: SMDs –  
die idealen Bauteile? 7/S. 46
- LC- und CLC-Siebglieder:  
Brummbremsen 7/S. 66
- Grundlagen Quarzfilter 8/S. 62
- Markt Gehäuse: Die letzten  
Neunzehnzöller? 9/S. 32
- Grundlagen Stromversorgung:  
Class-A-Stabilisation 9/S. 44
- EMV-Maßnahmen:  
Störspannungs-  
sicherung 9/S. 48
- Projekttechnik  
Mikrocontroller 9/S. 64
- PreView Ultiboard:  
CAD aus Holland 10/S. 16
- PreView Layout-  
Software Platon 2.01 10/S. 24
- CAD: Von der  
Vorlage zum Film 10/S. 46

- Entwurf digitaler Filter:  
In Filter veritas, T. 1 11/S. 16
- In Filter veritas, T. 2 12/S. 74

- Markt Trennverstärker-ICs:  
Splendid Isolation 11/S. 48
- Line-Interface:  
Telekoms Nadelöhr 11/S. 84

- Schutzmaßnahmen für Daten-  
eingänge: Europaweiter  
Überspannungsschutz 12/S. 34

- Projekt Entwicklungs-  
board: 535-Designer 12/S. 36

## Grundlagen

- EMV: Blitz- und  
Überspannungsschutz 1/S. 33
- Bussysteme (CAN-Bus, ABUS):  
Auto-Busse 1/S. 42
- Bussysteme:  
Der Mikrokanal 2/S. 28
- Audio: Vorverstärker-  
Design, T. 2 1/S. 51

- Vorverstärker-  
Design, T. 3 2/S. 81
- Markt: Bauelemente  
für LWL-Systeme 3/S. 26
- AD/DA-Wandlerverfahren:  
Architektur-  
Wettbewerb 4/S. 40
- Audio-Übertragungstechnik:  
Daten-Diät 4/S. 77
- Programmierung  
Signalverarbeitung in C,  
T. 1 5/S. 20
- T. 2 6/S. 61
- T. 3 7/S. 76
- T. 4 8/S. 78
- T. 5 9/S. 75
- T. 6 10/S. 82
- T. 7 12/S. 58

- Audio:  
Der I<sup>2</sup>C-Bus 5/S. 44
- Bussysteme: Der Bitbus 6/S. 54
- Schrittmotoren:  
Wechselschritt 8/S. 34
- Quarzfilter 8/S. 62
- Tapeless Recording: Rechner  
statt Bandmaschine? 11/S. 36
- Bussysteme:  
Der VMEbus 11/S. 40
- Schaltungsaufbau mit  
Trennverstärkern 11/S. 51
- Schutz für Dateneingänge:  
Europaweiter  
Überspannungsschutz 12/S. 34
- Getaktete  
Stromversorgungen 12/S. 53

## Die Elrad- Laborblätter

- Vielseitige  
Dioden, T. 5 1/S. 71
- Vielseitige  
Dioden, T. 6 2/S. 67
- Pyroelektrische  
Detektoren, T. 1 3/S. 77
- Pyroelektrische  
Detektoren, T. 2 4/S. 71
- Motorsteuerungen  
mit VMOS, T. 1 5/S. 73
- Motorsteuerungen  
mit VMOS, T. 2 6/S. 78
- Motorsteuerungen  
mit VMOS, T. 3 7/S. 83
- MOSFET-Halbbrücken  
in SMT, T. 1 7/S. 86
- T. 2 8/S. 83
- T. 3 9/S. 69
- Piezoresistive  
Drucksensoren, T. 1 10/S. 77
- Piezoresistive  
Drucksensoren, T. 2 11/S. 81
- Nichtlineare  
Widerstände, T. 1 12/S. 71

## Markt

- Trainersysteme für  
Aus- und Weiterbildung:  
Die Fitmacher 1/S. 26
- Software: PD für'n PC 1/S. 79
- Instrumentationverstärker-ICs:  
Spezialisten  
für Präzision 2/S. 54
- Bauelemente  
für LWL-Systeme 3/S. 26
- AD/DA-Wandler:  
Extrem wandlungsfähig 4/S. 52
- Kleinleistungs-Gebläselüfter:  
Steife Brise 5/S. 60
- SMT-Arbeitsplätze:  
OP für kleine Patienten 7/S. 20
- Gerätebeschaffung: Kaufen?  
Leasen? Mieten? 8/S. 21
- PC-Filter-Steckkarten:  
Angepaßte Tiefen 8/S. 49
- Gehäuse: Die letzten  
Neunzehnzöller? 9/S. 32
- Leiterplatten-Hersteller 10/S. 47
- Trennverstärker-ICs:  
Splendid Isolation 11/S. 48
- Die weltbesten DMMs:  
Vier Sterne 12/S. 28
- Datenlogger: Log ein 12/S. 53

## Meßtechnik

- Test  
Funktionsgeneratoren 1/S. 12
- Projekt Präzisions-Meßgerät  
in Vierleitertechnik:  
LowOhm 1/S. 38
- Test Analog-Oszilloskope  
bis 60 MHz 2/S. 18
- Projekt Automatische  
Meßbereichsumschaltung:  
In Eigenregie 2/S. 44
- Projekt Impulsgenerator: Schwe-  
discher Impulskreis 2/S. 48
- Markt  
Instrumentationverstärker-ICs:  
Spezialisten  
für Präzision 2/S. 54
- Schaltung Netz-Sync-Box:  
Schiebung 3/S. 74
- Software: MultiChoice  
meets Signalys 3/S. 84
- Test Universalzähler: Zählen  
allein reicht nicht 4/S. 20
- Projekt PC-Multifunktionskarte:  
Unicard 4/S. 33
- Linearisierung in Zwei-,  
Drei- und Vierleitertechnik:  
Pt-100 gerade gebogen 4/S. 60
- PreView DSOs  
HP 54600A, 54601A:  
Prêt-à-Porter 5/S. 18



Projekt		Test PC-Logik-Analysatoren:		EPROM-Simulator:		SendFax-Modem:	
PC-Scope, T. 1	5/S. 28	Logisch gesehen	10/S. 30	Der Simulant	2/S. 39	cand. mod.	7/S. 26
PC-Scope, T. 2	6/S. 81	Projekt Atari-ST steuert Hameg-DSO: Die Symbiose	10/S. 41	Automatische Meßbereichumschaltung: In Eigenregie	2/S. 44	Einkanal-LWL-Übertragungssystem: Audio Light	7/S. 61
Test		Entwurf digitaler Filter:		Impulsgenerator: Schwedischer		Universalinterface für Atari-ST:	
Analog-Oszilloskope der 100-MHz-Klasse	5/S. 49	In Filter veritas, T. 1	11/S. 16	Impulskreis	2/S. 48	Der Aufmacher II	8/S. 26
Test Labor-Multimeter: Spezifikationen abgecheckt	6/S. 18	In Filter veritas, T. 2	12/S. 74	Trenntrafo-Netzteil: Lebensversicherung	3/S. 20	TTL-Monitore über RS-232 gesteuert:	
PreView		Test Arbitrary-Generatoren: Traunkurven	11/S. 26	Prozessorkarte mit 68 HC 11:		Seriell nach Hercules	8/S. 72
Audio-Meßplatz Portable One: Zehnkämpfer	6/S. 39	Projekt PC-Timer-Karte: UniCount	11/S. 56	MOPS, T. 1	3/S. 40	Hochgeschwindigkeits-Meßdatenerfassung:	
Projekt		Test Handmultimeter: DMM light	12/S. 16	MOPS, T. 2	4/S. 84	Hotline, T. 1	9/S. 38
Temperatur-Monitor	6/S. 50	Markt der weltbesten DMMs: Vier Sterne	12/S. 28	MOPS, T. 3	5/S. 80	Hotline, T. 2	10/S. 54
Schaltung Sinusoszillator: 1/10000	6/S. 72	Projekt Logik-Analyser: L.A. <sup>ST</sup> , T. 1	12/S. 40	Freischalter für Spannungswandler: Langer Schalter	3/S. 68	Leistungsschalter mit Atari-ST: Midi Power (Midi-to-Gate II)	9/S. 56
PreView Audio-Meßsystem 2012: Messen in Zeit und Raum	8/S. 17	Markt Datenlogger: Log ein	12/S. 53	PC-Multifunktionskarte: Unicard	4/S. 33	Atari-ST steuert Hameg-DSO: Die Symbiose	10/S. 41
Markt PC-Filter-Steckkarten: Angepaßte Tiefen	8/S. 49	<b>Projekt</b>		SMD-Projekt: BattControl	4/S. 76	DAT-Schnittstelle: SP/DIF Konverter	10/S. 60
PreView		Präzisions-Meßgerät in Vierleiter-technik: LowOhm	1/S. 38	Uhrenplatine für Atari-ST: Wem die Stunde schlägt	4/S. 93	Centronics-Umschalter für Atari-ST:	
ScopeMeter PM 97	9/S. 16	Transistor-Modul Audio-endstufe: µ-PA-50	1/S. 47	PC-Scope, T. 1	5/S. 28	Fünf auf einen Streich	10/S. 62
Test Meßwerterfassungssoftware	9/S. 20	DSP-System: Signal-Doppeldecker, T. 2	1/S. 58	PC-Scope, T. 2	6/S. 81	SMD-(Fahrrad-)Projekt: Sicherheitspaket	10/S. 72
Projekt Hochgeschwindigkeits-Meßdatenerfassung:		T. 3	2/S. 74	Regler für Kleinleistungs-Gebläselüfter: Steife Brise	5/S. 60	PC-Timer-Karte: Unicount	11/S. 56
Hotline, T. 1	9/S. 38	T. 4	3/S. 49	Audio-Röhrenvollverstärker: Volles Haus	6/S. 28	Einseitiges Entwicklungsboard: 535-Designer	12/S. 36
Hotline, T. 2	10/S. 54	T. 5	5/S. 56	80535-Controllerboard:		Logik-Analyser: L.A. <sup>ST</sup> , T. 1	12/S. 40
PreView Audio-Meßplatz A1: Neutriks Neuer	10/S. 20	Leistungsschalter mit Atari-ST: Midi-to-Gate-Interface	1/S. 84	FlexControl, T. 1	6/S. 42	Achtung Aufnahme (1990), Nachtrag: D2 – Die neue D1	12/S. 82
PreView Meßwerterfassungssoftware: Signalys 3.0	10/S. 27			FlexControl, T. 2	7/S. 50		
				FlexControl, T. 3	8/S. 56		
				Temperatur-Monitor	6/S. 50		

## NUTZEN SIE IHR ELRAD - ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller **ELRAD**-Ausgaben 1/78–12/91 gibt's jetzt auf Diskette (Rechnertyp umseitig)

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon



**eMedia GmbH**  
**Bissendorfer Str. 8**  
**D-3000 Hannover 61**

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon



## Prozessortechnik

Projekt DSP-System: Signal-Doppeldecker, T. 2	1/S. 58
T. 3	2/S. 74
T. 4	3/S. 49
T. 5	5/S. 56

Projekt Prozessorkarte mit 68 HC 11: MOPS, T. 1	3/S. 40
MOPS, T. 2	4/S. 84
MOPS, T. 3	5/S. 80
Projekt 80535-Controllerboard: FlexControl, T. 1	6/S. 42
FlexControl, T. 2	7/S. 50
FlexControl, T. 3	8/S. 56

Entwicklung: Projekttechnik Mikrocontroller	9/S. 64
Projekt Entwicklungsboard: 535-Designer	12/S. 36

## IBM PC, XT, AT und Kompatible

Markt: PD für'n PC	1/S. 79
Software: MultiChoice meets Signalys	3/S. 84
Projekt Multifunktionskarte: Unicard	4/S. 33
Projekt PC-Scope, T. 1	5/S. 28

PC-Scope, T. 2	6/S. 81
Projekt Meßtechnik: Temperatur-Monitor	6/S. 50
Projekt SendFax-Modem: cand. mod.	7/S. 26
Test Schrittmotor-Controller: Quickstep	8/S. 37
Markt Filter-Steckkarten: Angepaßte Tiefen	8/S. 49
Projekt Hochgeschwindigkeits- Meßdatenerfassung: Hotline, T. 1	9/S. 38
Hotline, T. 2	10/S. 54
Test PC-Logik-Analysatoren: Logisch gesehen	10/S. 30

Entwicklung digitaler Filter: In Filter veritas, T. 1	11/S. 16
In Filter veritas, T. 2	12/S. 74
Projekt Meßtechnik: Timer-Karte UniCount	11/S. 56

## Stromversorgung

Projekt Trenntrafo-Netzteil: Lebensversicherung	3/S. 20
Test EMV von Gleich- spannungswandlern	3/S. 57
Projekt Freischalter für Spannungswandler: Langer Schalter	3/S. 68
SMD-Projekt: BattControl	4/S. 76

Test Labornetzgeräte	5/S. 36
Grundlagen LC- und CLC-Siebglieder: Brummbremsen	7/S. 66
PreView Labornetzgeräte E 361XA	9/S. 18
Audio-Entwicklung: Class-A-Stabilisation	9/S. 44
EMV: Störspannungssicherung (mit Spezial-Netztrafo)	9/S. 48
Grundlagen Getaktete Stromversorgungen	12/S. 53

## Test

Funktionsgeneratoren	1/S. 12
Analog-Oszilloskope bis 60 MHz	2/S. 18
EMV von Gleichspannungs- wandlern	3/S. 57
Universalzähler: Zählen allein reicht nicht	4/S. 20
PreView DSOs HP 54600A, 54601: Prêt-à-Porter	5/S. 18
Labornetzgeräte	5/S. 36
Analog-Oszilloskope der 100-MHz-Klasse	5/S. 49
Labor-Multimeter: Spezifikatio- nen abgecheckt	6/S. 18

PreView Audio-Meßplatz Portable One: Zehnkämpfer	6/S. 39
PreView Audio-Meßsystem 2012: Messen in Zeit und Raum	8/S. 17
Schrittmotor-Controller: Quickstep	8/S. 37
PreView ScopeMeter PM 97	9/S. 16
PreView Labornetzgeräte E 361XA	9/S. 18
Meßwert- erfassungssoftware	9/S. 20
PreView Ultiboard: CAD aus Holland	10/S. 16
PreView Audio-Meßplatz A1: Neutriks Neuer	10/S. 20
PreView Layout-Software: Platon 2.01	10/S. 24
PreView Meßwerterfassungs- software: Signalys 3.0	10/S. 27
PC-Logik-Analysatoren: Logisch gesehen	10/S. 30
PreView Labornetzgeräte E 361XA	9/S. 18
Arbitrary-Generatoren: Traumkurven	11/S. 26
Handmultimeter: DMM light	12/S. 16

# GROSSER ELRAD - WEGWEISER AUF DISKETTE

## Für Abonnenten zum Vorzugspreis

Das **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnis** von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/91.

Vierzehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei

zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

### Bestellcoupon

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

☐ einen Verrechnungsscheck über DM 38,— lege ich bei.

☐ ich bin **ELRAD-Abonnent**.

Meine Kundennummer: \_\_\_\_\_  
(auf dem Adreßaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

☐ ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber  
den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende  
Abo-Abrufkarte an die **ELRAD-Abonnementverwaltung**  
weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,—  
lege ich bei.

### Rechnertyp/Diskettenformat:

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

### Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des **ELRAD-Gesamtinhaltsverzeichnisses** (1/78-12/90)  
bieten wir ein Update für 1991 an. Preis DM 10,—. Bitte die Original-  
disketten mit einreichen.

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



# Flüssigkristallanzeigen

**In den letzten Jahren hat der Einsatz von Flüssigkristallanzeigen im Vergleich zu LED-Anzeigen deutlich an Boden gewonnen. Kein Wunder: Flüssigkristallanzeigen weisen gegenüber der LED erhebliche Vorteile auf.**

Die gängige Kurzbezeichnung einer Flüssigkristallanzeige lautet LCD als Abkürzung von Liquid Crystal Display. Der mittlere Stromverbrauch einer LC-Anzeige ist etwa um den Faktor 1000 kleiner als der eines vergleichbaren LED-Indikators. Beim Einsatz von Flüssigkristallanzeigen arbeitet man mit Betriebsströmen im  $\mu\text{A}$ -Bereich, so daß selbst sehr große und komplexe Anzeigepanels auch bei Batteriebetrieb problemlos lange Betriebszeiten erreichen.

Je mehr Umgebungslicht auf eine Flüssigkristallanzeige fällt, desto größer ist ihr Kontrast. Dadurch verbessert sich ihre Ablesbarkeit. Dieses Verhalten steht im krassen Gegensatz zu LED-Anzeigen.

Da Flüssigkristallanzeigen zu den passiven Indikatoren zählen – sie strahlen keinerlei Licht aus –, kann man sie bei schwachem Umgebungslicht nur schwer ablesen. Dieses Problem ist aber durch eine Hinter- oder Vordergrundbeleuchtung des Displays relativ einfach zu lösen.

Gegenwärtig ist es ohne weiteres möglich, Flüssigkristallanzeigen in verschiedenen Farben herzustellen. Dadurch kann man sehr klar strukturierte und übersichtliche Indikatorpanels konstruieren. Zudem kann man LCDs mit jeder gewünschten Anzeigeform herstellen, so daß einfache alphanumerische Anzeigen ebenso möglich sind wie komplizierte Piktogramme und Symbole.

Flüssigkristallanzeigen weisen eine sehr geringe dritte Dimension auf, sie sind besonders flach. Länge und Höhe eines LC-Displays werden selbstverständlich von der Größe der darzustellenden Symbole bestimmt, die Tiefe beträgt jedoch nur wenige Millimeter. In der Praxis

hängt die Tiefe nur von den mechanischen Ansprüchen ab, die man an das Bauteil stellt.

Die anfänglichen Probleme mit der Lebensdauer und dem Temperaturbereich sind mittlerweile vollständig gelöst, so daß Flüssigkristallanzeigen gegenwärtig genauso zuverlässig arbeiten wie LEDs.

Einer der großen Vorteile von Flüssigkristallanzeigen besteht darin, daß man unter Anwendung dieser Anzeigetechnik komplette Bildschirme zusammenstellen kann. Der alte Traum von flachen TV- und Monitorbildschirm ist teilweise bereits Wirklichkeit geworden: Für Computermonitore stellt dies kein Problem mehr dar, und der Zeitpunkt, an dem komplette LCD-Farb-TV-Bildschirme mit nennenswerten Abmessungen auf den Markt kommen, steht unmittelbar bevor.

Da Flüssigkristallanzeigen die Form eines flachen Panels aufweisen, ist es technisch relativ einfach, diese mit berührungsempfindlichen Sensoren auszustatten. Dabei handelt es sich um Kunststoffpanels, die aus einer Sandwich-Konstruktion zweier sehr dünner biegsamer Plättchen bestehen. Diese sind an der Innenseite mit X-Y-Kontakten versehen. Drückt man die beiden Plättchen gegeneinander, so wird der X-Kontakt mit dem gegenüberliegenden Y-Kontakt verbunden. Da diese Konstruktion eine große Ähnlichkeit mit dem Aufbau einer Flüssigkristallanzeige aufweist, kann man beides sehr gut in einem Panel kombinieren.

Selbstverständlich haben Flüssigkristallanzeigen auch einige Nachteile: Das größte Problem einer LC-Anzeige ist wohl die relativ lange Reaktionszeit für das elektronische

Ein- und Ausschalten des Displays. Obwohl auf diesem Gebiet bereits bedeutende Fortschritte erzielt wurden, werden Flüssigkristalle wahrscheinlich nie so kurze Reaktionszeiten wie LEDs aufweisen. Dennoch sind weitere Verbesserungen auf diesem Gebiet zu erwarten.

Der zweite Nachteil von Flüssigkristallanzeigen besteht darin, daß diese Gebilde relativ leicht zerbrechlich sind. Flüssigkristallanzeigen bestehen aus einer flachen Sandwich-Konstruktion von Glas- und Kunststoffplatten.

Aufgrund der physikalischen Eigenschaften der flüssigen Kristalle kann man LC-Displays nicht in Umgebungen einsetzen, in denen extreme Temperaturen herrschen. Unterhalb einer bestimmten Temperatur friert der flüssige Kristall ein, so daß er nicht mehr als Anzeigemedium funktioniert. Oberhalb einer zweiten Temperatur geht der Flüssigkristall in den flüssigen beziehungsweise gasförmigen Zustand über, was sich ebenfalls negativ auf dessen Funktion auswirkt.

Ein praktisches Problem von Flüssigkristallanzeigen ist ihr relativ kleiner Wahrnehmungswinkel. Betrachtet man ein LC-Display unter einem rechten Winkel, heben sich die angezeigten Symbole sehr kontrastreich vom Hintergrund ab. Doch je spitzer der Blickwinkel ist, desto stärker nimmt der Kontrast ab. Ab einem bestimmten Winkel nimmt man die jeweils angesteuerten Symbole nicht mehr wahr, das gesamte Display scheint aktiviert zu sein.

## Die physikalische Basis

Der Ausdruck Flüssigkristall beschreibt einen bestimmten physikalischen Zustand, der nur bei einigen Stoffen auftritt. Wenn man die grundlegende Funktionsweise einer Flüssigkristallanzeige verstehen will, muß man sich zunächst mit den physikalischen Hintergründen des Verhaltens der Materie beschäftigen.

Die weitaus meisten chemischen Stoffe kennen drei Aggregatzustände: fest, flüssig und gasförmig. Der Übergang vom einen zum anderen Zustand ist vom Druck und der Temperatur abhängig. Diese Erscheinung ist in der täglichen Praxis durch einen weit verbreiteten Stoff

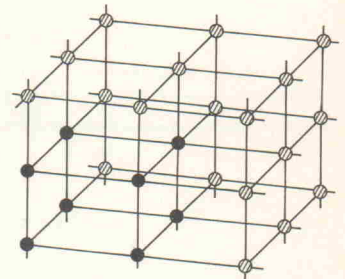


Bild 1. Einfaches Kristallgitter eines festen Stoffes.

auf dieser Erde bestens bekannt:  $\text{H}_2\text{O}$ , dem Nichtchemiker auch als gewöhnliches Wasser geläufig. Unterhalb von  $0^\circ\text{C}$  ist Wasser fest, man nennt es dann Eis. Ab  $0^\circ\text{C}$  aufwärts fängt es an zu schmelzen, es wird flüssig. Schließlich siedet das Wasser bei  $100^\circ\text{C}$ , und es wechselt in seinen gasförmigen Zustand, den Wasserdampf.

Sowohl der Schmelz- als auch der Siedepunkt sind (bei definiertem Druck) eindeutig bestimmt. Diese beiden Angaben beschreiben die fundamentalen Eigenschaften eines jeden Stoffes.

Im festen Zustand bilden die meisten Stoffe Kristalle. Das bedeutet, daß sich die Moleküle, aus denen der Stoff besteht, zu bestimmten dreidimensionalen Gebilden anordnen. Die einfachen Kristalle bilden sich räumlich wiederholende Kristallgefüge. Diesem Kristallgitter verdanken feste Stoffe ihre mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit oder Biegsamkeit, Starrheit oder Elastizität. In Bild 1 ist als Beispiel ein sehr einfaches Kristallgitter eines festen Stoffes gezeigt, wobei der Grundkristall aus acht Molekülen besteht.

Beim Schmelzen eines festen Stoffes lösen sich die Moleküle durch die thermische Energie aus dem Kristallgitter, die Moleküle bewegen sich frei durch den Stoff. Diese Bewegung bezeichnet man als Brownsche Molekularbewegung. Dabei stoßen die Moleküle ständig gegeneinander, doch die thermische Energie ist zu gering, um die Moleküle aus dem Stoff zu katapultieren. Obwohl eine Flüssigkeit sehr beweglich ist, bildet sie dennoch eine kompakte Masse.

Erst beim Siedepunkt nimmt die Molekularbewegung so große Werte an, daß die Moleküle durch die Karambolagen mit ihren Artgenossen aus dem Stoff geschleudert



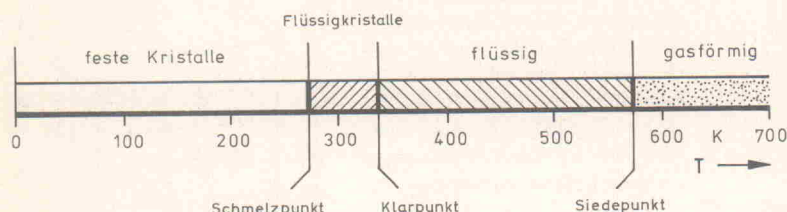


Bild 2. Der Aggregatzustand eines Flüssigkristalls kann nur in einem kleinen Temperaturbereich auftreten.

werden. Die Flüssigkeit verdampft, die Moleküle verlassen die kompakte Masse der siedenden Flüssigkeit und bewegen sich frei durch den Raum, der die siedende Flüssigkeit umgibt.

## Der vierte Aggregatzustand

Bestimmte organische Verbindungen können eine Art vierten Aggregatzustand annehmen. Wie aus Bild 2 hervorgeht, befindet sich dieser Zustand zwischen der festen und der flüssigen Phase und umfaßt ein Gebiet von einigen zehn Grad. Diesen Zustand bezeichnet man als Flüssigkristall.

In diesem Zustand verlieren die Moleküle zwar ihre Kristallstrukturen, können sich aber noch nicht ungeordnet und frei durch den Stoff bewegen. In Abhängigkeit von der Art des Stoffes nehmen die Moleküle zweidimensionale Strukturen mit einer spezifischen Form an. Man unterscheidet bei Stoffen, die die flüssigkristalline Phase kennen, drei verschiedene Molekularstrukturen:

- Stoffe mit smektischer Phase;
- Stoffe mit nematischer Phase;
- Stoffe mit cholesterischer Phase.

Bei Stoffen mit smektischer Phase bilden die Moleküle in der flüssigkristallinen Phase eine Schichtstruktur, wobei die Längsachse der Moleküle stets in die gleiche Richtung zeigt. Ein typisches Beispiel einer solchen smektischen Struktur ist in Bild 3 dargestellt.

Die Moleküle von Stoffen mit einer nematischen Phase hingegen gruppieren sich in Längsrichtung. Bild 4 zeigt eine schematische Darstellung dieser Struktur.

Bei Stoffen mit cholesterischer Phase verhalten sich die Flüssigkristallmoleküle im Schichtaufbau ähnlich wie nematische oder smektische Flüssigkristalle. Wenn man aber mehrere Moleküllagen betrachtet, stellt man fest, daß die Längsachse der Moleküle in den

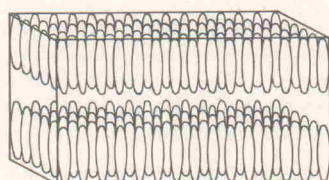


Bild 3. Struktur eines Flüssigkristalls mit smektischer Phase.

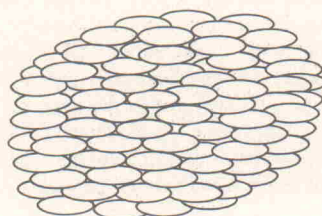


Bild 4. Struktur eines Flüssigkristalls mit nematischer Phase.

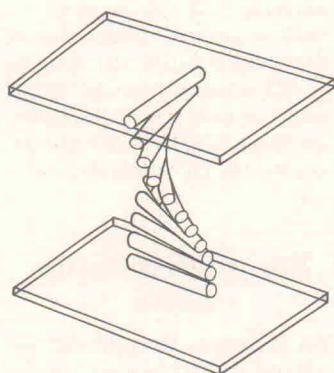


Bild 5. Struktur eines Flüssigkristalls mit cholesterischer Phase.

verschiedenen Schichten eine bestimmte Winkeldifferenz aufweist. Es entsteht eine Verdrehung der Moleküle in Längsrichtung der aufeinanderfolgenden Moleküllagen. Ein entsprechendes Schema ist in Bild 5 wiedergegeben. In dieser Abbildung ist eine Drehung um 90° dargestellt. Bei den meisten Materialien ist dieser Drehwinkel aber

viel größer; im Mittel kann man von fünf kompletten Umdrehungen pro 10 µm Schichtdicke ausgehen.

## Eigenschaften flüssiger Kristalle

Wie aus den drei Abbildungen hervorgeht, lautet eine wichtige Gesetzmäßigkeit, daß die Moleküle länglich ausgebildet sind. Nur dann entsteht die Phase eines Flüssigkristalls. Die jeweils gezeichnete Richtung der Moleküle ist als mittlere Position anzusehen. Da die Brownsche Molekularbewegung auch hier existiert und die Molekularbindung nur sehr schwach ist, schwingen die Moleküle um die gezeichneten Positionen.

Aufgrund dieser schwachen Molekularbindung ist es möglich, die einheitliche Ausrichtung der Moleküle durch äußere Einflüsse zu stören. Im Fall der Flüssigkristallanzeigen sind zwei äußere Einflüsse von Belang:

- die Wechselwirkung mit geätzten Glasplatten;
- der Einfluß elektrischer Spannungen.

Die Ausrichtung der Moleküle kann man beeinflussen, indem man eine sehr dünne Schicht des Stoffes zwischen zwei Glasplatten einschließt, deren Oberflächen auf eine bestimmte Weise behandelt wurden. Ätzt man beispielsweise auf diese Platten eine submikroskopische Schicht von gleichgerichteten Linien, so richten sich die Moleküle des flüssigkristallinen Stoffes mit nematischen Eigenschaften in Richtung der geätzten Linien aus. Wegen der Elastizität zwischen den Molekülen werden sich sämtliche Moleküle in die gleiche Richtung ausrichten. Auf diese Weise erfolgt eine Unterdrückung der Brownschen Molekularbewegung, und es entsteht eine sehr dünne Schicht mit homogen ausgerichteten Molekülen.

Auf dieselbe Weise kann man erreichen, daß sich eine sehr dünne

Schicht eines cholesterischen Stoffes um genau 90° dreht. Dazu reicht es aus, die beiden gläsernen Platten mit Linien zu versehen, die zueinander einen Winkel von 90° bilden. Durch die Elastizität zwischen den Molekülen entsteht in der Flüssigkristallschicht eine Molekulardrehung von ebenfalls 90°.

Legt man an das Sandwich-Gebilde eine elektrische Spannung an, stellt man fest, daß bei ansteigender Spannung eine Störung der parallelen Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle erfolgt. Je höher die Spannung, desto größere Werte weist der Winkel zwischen den Glasplatten und den Molekülen auf. Ab einer bestimmten Spannung nimmt der Winkel einen Wert von 90° an. Dieser Fall ist in Bild 6 dargestellt.

Bevor ein Einfluß der elektrischen Spannung auf die Moleküle auftritt, muß die Spannung eine bestimmte Schwelle überschreiten. Das ist auch nachvollziehbar, da die elektrische Feldstärke, die auf die Moleküle einwirkt, erst die Elastizitätskraft zwischen den Molekülen untereinander und zwischen den Molekülen und dem Liniennetz in den Glasplatten überwinden muß. Wie bei der Ansteuerung eines Flüssigkristall-Displays noch zur Sprache kommen wird, ist dieser Schwellwert eine sehr wichtige technische Angabe.

## Licht und Flüssigkristalle

Eine wichtige physikalische Eigenschaft ist noch zu erörtern, bevor die Funktionsweise eines LC-Displays geklärt werden kann: wie sich Licht durch Grenzschichten fortpflanzt. Bekannterweise kann man Licht als elektromagnetische Welle auffassen. Dies bedeutet, das man sich das Licht als eine Kombination elektrischer und magnetischer Felder vorstellen kann, die eine bestimmte Richtung aufweisen und senkrecht aufeinanderstehen, wie es in Bild 7 schematisch dargestellt ist.

Im Vakuum bewirken diese zueinander senkrecht stehenden Felder eine geradlinige Fortpflanzung der Welle. Seit langem ist bekannt, daß die Fortpflanzungsrichtung einer elektromagnetischen Welle durch die Materie beeinflusst wird, in der sich die Welle fortbewegt. Die bekannteste Anwendung dieses phy-



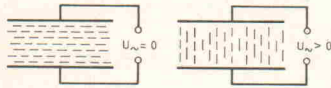


Bild 6. Einfluß einer externen elektrischen Spannung auf die Ausrichtung der Moleküle eines flüssigkristallinen Stoffes mit nematischen Eigenschaften.

sikalischen Prinzips ist die Brechung des Lichtes durch Glaslinsen, die durch den Übergang der Welle von der Luft in das Glas und vom Glas zurück an die Luft verursacht wird.

Wenn eine Lichtwelle in einen Stoff mit flüssigkristallinen Eigenschaften eindringt, können sich die Wellen nur zwischen den langen zigarrenförmigen Molekülen fortpflanzen. Da die Glasplatten einer cholesterischen Anzeige eine Drehung von  $90^\circ$  zwischen den Molekülen bewirken, folgt die Wellenfront eines sich durch den Flüssigkristall bewegendem Lichtstrahls der Drehung der Längsachse der Moleküle. Mit anderen Worten: Auch die Wellenfront der Lichtwelle unterliegt einer Phasendrehung von  $90^\circ$ .

Wenn aber eine Lichtwelle einen flüssigkristallinen Stoff durchdringen will, in dem die Längsachsen der Moleküle vollständig in alle Richtungen verstreut liegen, so wird dadurch das Licht völlig gedämpft. Der Stoff erscheint dann nicht mehr länger transparent, sondern undurchsichtig. Aus diesem Grund bezeichnet man den Übergang von der flüssigkristallinen zur flüssigen Phase als Verdunkelungspunkt beziehungsweise – in der entgegengesetzten Richtung – als Klarpunkt. Bei dieser Temperatur wird

Bild 9. Die elektrische Funktion einer nematischen Flüssigkristallanzeige beruht auf der Streuung des Lichts durch ungeordnete Moleküle.

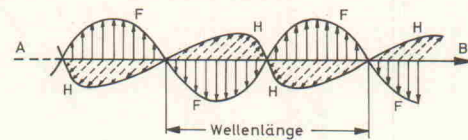
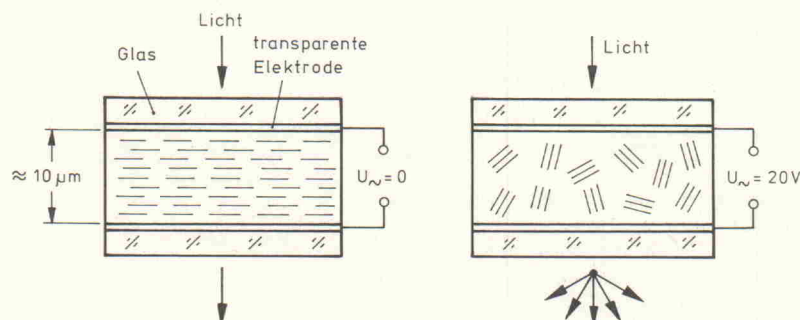


Bild 7. Darstellung des Lichtes als elektromagnetische Welle.

der Stoff flüssig, die Moleküle verlieren ihre Struktur, und es erfolgt eine vollständige Streuung der Lichtwelle durch die willkürlich ausgerichteten Moleküle.

In der Praxis unterscheidet man zwei verschiedene Ausführungen von Flüssigkristallanzeigen:

- die nematischen LCDs;
- die cholesterischen beziehungsweise verdreht nematischen LCDs.

## Nematische LCDs

Eine nematische Flüssigkristallanzeige verwendet ihrer Bezeichnung entsprechend einen flüssigkristallinen Stoff mit nematischen Eigenschaften. Dieser Stoff wird in der bereits beschriebenen Weise zwischen zwei vorbehandelte Glasplatten gebracht, die einen Abstand von etwa  $10 \mu\text{m}$  aufweisen. Ein Schnitt durch eine solche Anzeige ist in Bild 8 dargestellt.

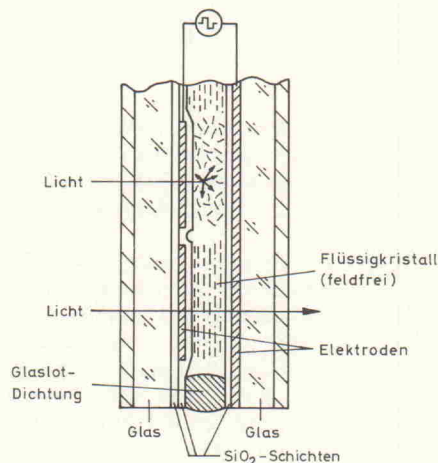


Bild 8. Schnitt durch eine nematische LC-Anzeige.

merische Displays) beziehungsweise die Formen der darzustellenden Piktogramme.

Alle Elektroden sind über dünne Goldbahnen mit den Kontakten an den Rändern des Displays verbunden. Eventuell versieht man die Außenseite der hinteren Glasplatte mit einer reflektierenden Schicht sowie die Außenseite der vorderen Glasplatte mit einer antireflektierenden Schicht. Nachdem die beiden Glasplatten auf den richtigen Abstand gebracht sowie das flüssigkristalline Medium eingelassen wurden, schließt man die Konstruktion mit einer zumeist aus Indium bestehenden Dichtung luftdicht ab.

Die elektrische Funktion einer nematischen Flüssigkristallanzeige geht aus Bild 9 hervor. Solange das LCD-Segment nicht unter Spannung steht, sind alle Moleküle des flüssigkristallinen Stoffes in gleicher Richtung ausgerichtet. Das Licht kann sich zwischen den länglichen Molekülen seinen Weg bahnen, und das Segment erscheint transparent. Die gleichgerichteten Moleküle zwingen die Wellenfront der elektromagnetischen Felder des Lichtes in eine Richtung. Das austretende Licht ist polarisiert, die Richtung aller Felder ist gleich.

Führt man nun den Segmentelektroden eine Wechselspannung ausreichender Größe zu, so zerbricht die gleichförmige Struktur der Moleküle. Das elektrische Feld verursacht Kräfte auf die Moleküle, die zur Folge haben, daß der Stoff in eine hydrodynamische Turbulenz gerät. Die nematische Ordnung der Moleküle bleibt nur innerhalb sehr kleiner Gebiete des Stoffes erhalten; diese Gebiete sind nur einige  $\mu\text{m}$  groß. Durch die Turbulenzen innerhalb des Stoffes unterliegen diese Gebiete einer ständigen Größenänderung, wodurch ständig unterschiedliche Grenzflächen entstehen. Durch die willkürlich ausgerichteten Grenzflächen erfolgt eine vollständige Streuung des Lichts. Als Folge davon erscheint das Segment undurchsichtig.

Aufgrund des stets wechselnden, also dynamischen Verhaltens dieser Stoffe bezeichnet man derartige Anzeigen auch als DSM-LCDs. Diese Abkürzung steht für 'Dynamic Scattering Mode' und umschreibt, frei übersetzt, die dynamische Streuung des Lichts.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 2/92.



Hinweis: Fortsetzung aus Heft 12/91.

## Nichtlineare Widerstände (2)

Mit den PTCs und VDRs verfügt man über zwei nichtlineare Widerstandsausführungen, die sich insbesondere für den Einsatz in elektrischen Schutzeinrichtungen eignen. PTCs schützen vor schädlichen Auswirkungen zu hoher Temperaturen, und VDRs halten zu hohe Spannungen im Zaum.

Für Anwendungen, die einen möglichst linearen Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur erfordern, entwickelte man Silizium-PTCs aus kristallinem Silizium, das mit einem geeigneten Stoff dotiert wird, um den gewünschten Temperaturverlauf zu erhalten. In Bild 13 ist die Widerstandskennlinie eines solchen PTCs wiedergegeben.

Silizium-PTCs sind für Arbeitstemperaturen zwischen  $-8^{\circ}\text{C}$  und  $+200^{\circ}\text{C}$  lieferbar. Als Nachteil dieser Bauelemente ist ihre große Fertigungstoleranz anzusehen; Werte von  $\pm 20\%$  sind hier keine Besonderheit. Bariumtitanat-PTCs hingegen lassen sich mit Toleranzen von  $\pm 0,5\%$  herstellen.

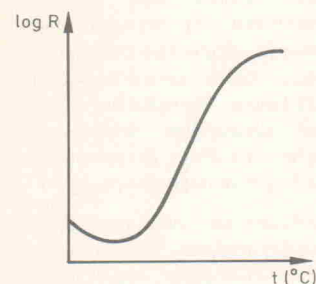


Bild 12. Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand eines PTCs, wobei für die Widerstandswerte eine logarithmische Teilung gilt.

Den Sprung im Widerstandsverlauf von Bariumtitanat-PTCs konnte man bei der Entwicklung von sogenannten Polymer-PTCs noch wesentlich steigern. Wie aus dem Diagramm in Bild 14 hervorgeht, verläuft der Übergang zwischen geringem und hohem Widerstand bei den Polymer-PTCs nahezu rechteckförmig. Unterhalb der kritischen Temperatur ist der Widerstand fast konstant und relativ niedrig. Oberhalb dieser Temperatur nimmt der Widerstandswert mit einem Faktor von etwa 100 000 zu und bleibt bei weiter ansteigender Temperatur relativ konstant.

Ausgangsmaterial für Polymer-PTCs ist eine homogene Masse aus Kohlenstoff und einem geeigneten Polymer. Unterhalb der kritischen Temperatur sind die Polymerpartikel sehr klein. Die Kohlenstoffteile liegen daher dicht aneinander, der spezifische Widerstand des Materials weist einen vergleichsweise geringen Wert auf. Oberhalb der kritischen Temperatur dehnen sich die Polymerpartikel aus; dadurch geht der innige Kontakt zwischen den Kohlenstoffteilen verloren, so daß der Widerstand des Materials stark ansteigt.

In der Praxis hat man es zumeist mit den 'konventionellen' Bariumtitanat-PTCs zu tun. Diese stehen in Form von Scheiben mit einem Durchmesser von 7,5 mm zur Verfügung. Die maximale Leistung, die diese Bauteile umsetzen können, beträgt 0,5 W. In Tabelle 2 sind die Grunddaten einiger Typen zusammengestellt. Äußerlich sind die Scheiben farblich gekennzeichnet, so daß man sie eindeutig zuordnen kann. Daneben gibt es aber auch PTCs mit einem Durchmesser von 10 mm. Diese verkraften eine Maximalspannung von 50 V, ihre Schalttemperatur beträgt etwa  $100^{\circ}\text{C}$ , und ihr Widerstandsverhältnis liegt im Bereich 1 zu 20...400.

### VDR

Ausgangsmaterial von VDRs – alternativ auch als Varistoren bezeichnet – ist ein Metalloxid; mögliche Kandidaten sind Zinkoxid, Titanoxid oder auch Siliziumkarbid. Der Herstellungsvorgang besteht

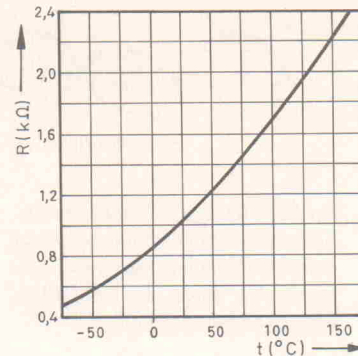


Bild 13. Kennlinie eines Silizium-PTCs.

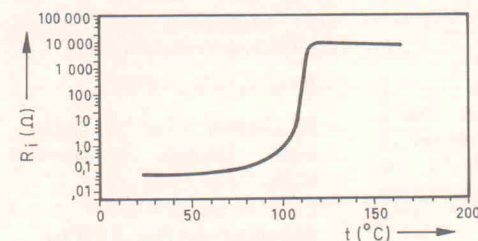


Bild 14. Kennlinie eines Polymer-PTCs.

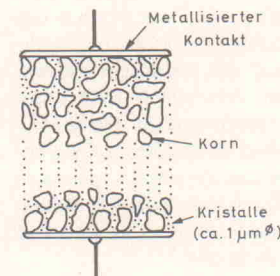


Bild 15. Schematischer Schnitt durch einen VDR.

aus dem Sintern und Pressen des Metalloxidpuders und dem Anbringen der beiden Elektroden. Bild 15 zeigt das Schnittbild eines VDRs.

Im allgemeinen setzt man VDRs zum Schutz vor Überspannungen ein. Dazu schaltet man den VDR parallel zu den zu schützenden Kontakten. Solange die Spannung über dem VDR unter seinem typspezifischen Wert bleibt, verhält sich der Varistor hochohmig. Erst nach Überschreiten dieser Spannung steigt die Leitfähigkeit des VDRs überproportional an, so daß dann ein nennenswerter Strom durch ihn fließen kann.

Den nichtlinearen Zusammenhang zwischen Strom und Spannung kann man wie folgt erklären: Der spezifische Widerstand des Oxids ist relativ klein. Zwischen den niederohmigen Oxidkörnchen befindet sich aber ein Bindemittel mit einem hohen spezifischen Widerstand. Die Durchschlagspannung zwischen den Körnern weist einen nur kleinen Wert auf, sie beträgt etwa 3 V. Wenn die Spannung über dem VDR ansteigt, schlagen immer mehr Korngrenzen durch. Eine durchgeschlagene Grenze bedeutet aber eine plötzliche Verringerung des spezifischen Widerstands. Auf diese Weise sinkt der Widerstand des VDRs bei ansteigender Spannung.

Die grafische Darstellung in Bild 16 zeigt den Zusammenhang zwischen Spannung und Strom eines VDRs, den die folgende Gleichung mathematisch umschreibt:

$$U = C \cdot I^\beta$$

Dabei ist

– U die Spannung über dem VDR;

Tabelle 2. Eckdaten einiger Bariumtitanat-PTCs.

$R_{25} (\Omega)$	$R_{125} (k\Omega)$	$R_{150} (k\Omega)$	$U_{\max} (V)$	Farbe
60	3...15		25	rot
50	100...500		25	orange
50	50...500		25	gelb
50		100...200	25	grün



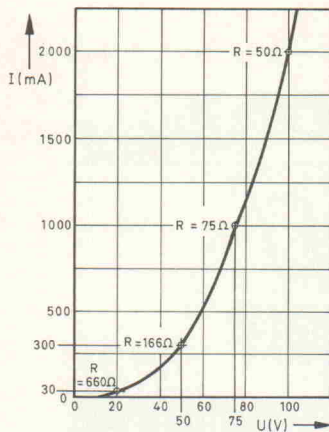


Bild 16. Typischer Verlauf der U/I-Kennlinie eines VDRs.

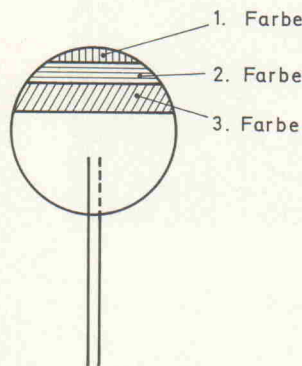
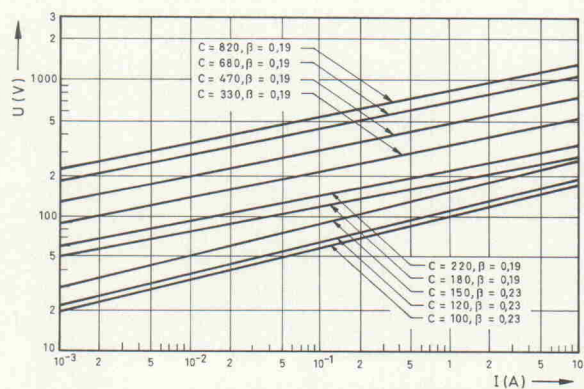


Bild 17. Die Farbkodierung der VDR-Widerstände erfolgt über drei Farbbalken.

- I der Strom durch den VDR;
- C die Spannung über dem VDR, wenn ein Strom von 1 A durch ihn fließt (beziehungsweise fließen würde). Diese Größe bezeichnet man auch als normierte Spannung;
- $\beta$  eine Materialkonstante.

Bild 18. Kennlinien einiger VDRs mit Angabe der Materialkonstanten.



Aus der jeweiligen VDR-Kennlinie kann man die Werte für C und  $\beta$  ableiten.

Die Hersteller bieten VDRs in verschiedenen Grundreihen an: Die Varistoren mit einem Durchmesser von etwa 14,5 mm haben eine Nennleistung von 0,8 W; die Reihe umfaßt zwölf Widerstandswerte mit C-Werten zwischen 18 und 900. Für  $\beta$  gilt für alle im folgenden genannten VDR-Reihen ein Wert aus dem Bereich 0,14...0,40.

Ihr Durchmesser von etwa 20 mm ist typisches äußeres Kennzeichen der VDRs mit einer Leistung von 1 W. Hier sind 13 Widerstandswerte mit C-Werten zwischen 14 und 1100 versammelt.

Die Nennleistung der dritten VDR-Reihe beträgt 2 W. Für die Varistoren dieser Reihe gilt ein Durchmesser von rund 27,5 mm. Die Reihe enthält zwölf Widerstandswerte mit C-Werten zwischen 18 und 810.

Eine Leistung von 3 W kennzeichnet die Varistoren mit einem Durchmesser von etwa 42,5 mm. Diese Serie umfaßt 13 Widerstandswerte mit C-Werten zwischen 14 und 980.

Die Kennzeichnung der VDRs erfolgt durch drei Farbbalken, die gemäß Bild 17 auf dem Körper des Bauelements angebracht sind. Die Farbbalken sind dabei von außen nach innen zu lesen. Im allgemeinen stimmen die verwendeten Farben mit den letzten Ziffern der Typenbezeichnung überein. Die Farbenfolge gibt also keine Informationen über die elektrischen Eigenschaften des VDR-Widerstands wieder. Diese kann man nur den Datenblättern beziehungsweise den dort wiedergegebenen Kennlinien entnehmen. Bild 18 zeigt beispielhaft die Kennlinien einiger VDRs mit eingetragenen C- und  $\beta$ -Werten.



# PSpice

Das Werkzeug für die professionelle Digital-Analogsimulation.

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

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

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

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH



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

**CAE Hotline: 0721/37 70 44**



# Ab Ausgabe 1/92 eingegliedert in ELRAD: Der Elektroniker

In der Summe alles,  
was man braucht.

## ELRAD

Die einzigartige Konzeption:  
Elektronik für den Profi  
in der Praxis

## Der Elektroniker

30 Jahre Kompetenz:  
im gesamten Spektrum  
der Industriellen Elektronik

**Aktuell:** Kompaktinformationen zu neuen Bauelementen, Laborausrüstung, Hard- und Software für technische Rechneranwendungen

**PreView:** Einzeltests neuer Produkte, die kurz vor der Markteinführung stehen

**Schaltungstechnik aktuell, Design Corner:** Applikationen, Problemlösungen und Evaluation-Boards mit den neuesten Bauelementen

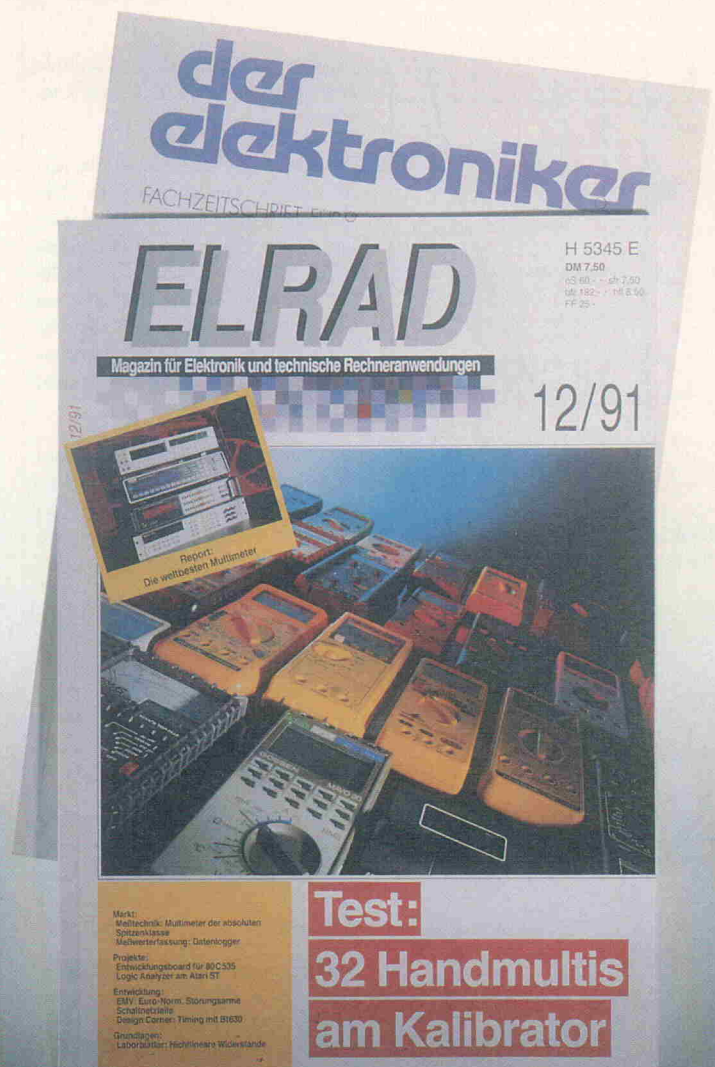
**Der ELRAD-Test:** Wichtige Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Laborequipment; Informationsquelle über den Stand der Technik

**Markt:** Übersichten und Reports zu ausgewählten Produktkategorien

**Projekt:** Gerät oder Baugruppe in aktueller Technologie, vollständig dokumentiert einschließlich Leiterplatte(n), Software und programmierter Bausteine; die Problemlösung zum Nulltarif

**Die ELRAD-Laborblätter:** Umfassender Einblick in ausgewählte Gebiete der Elektronik; über 1500 Applikationsschaltungen in nunmehr 10 Jahren

**Arbeit & Ausbildung:** Aktuelles für Aus- und Weiterbildung, Seminar-Termine, Datenbanken, Bücher



Für Bestellungen finden Sie Ihre Abonnement- Abrufkarte  
in diesem Heft



## ELRAD-Abonnement

### Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung. Das ELRAD-Abonnement ist jederzeit mit Wirkung zu der jeweils übernächsten Ausgabe kündbar. Ein eventuell überzahlter Betrag wird anteilig erstattet.

Heft-Nachbestellung(en) bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 7,50 DM.

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

Lieferung nur gegen Vorkasse.

## ELRAD-Abonnement

### Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen ELRAD-Hefte ab Ausgabe:

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

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80 + Versandkosten DM 17,40) Ausland: DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,40 + Versandkosten DM 28,20)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

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

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr.

Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

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

Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

## ELRAD-Kleinanzeige

### Auftragskarte

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

Abgesandt am

199\_\_

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am: \_\_\_\_\_

## ELRAD-Kleinanzeigen

### Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige

☐ gewerbliche Kleinanzeige\*) (mit ☐ gekennzeichnet)

DM  
4,25 ( 7,10)

8,50 (14,20)

12,75 (21,30)

17,— (28,40)

21,25 (35,50)

25,50 (42,60)

29,75 (49,70)

34,— (56,80)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume. Wörter, die fettgedruckt erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr Bitte umstehend Absender nicht vergessen!



## eMedia GmbH — Bestellkarte

Ich gebe die nachfolgende Bestellung gegen Vorauszahlung auf

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.

Konto-Nr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen. Kreissparkasse Hannover, BLZ 250 502 99, Kto.-Nr. 4 408.

☐ Scheck liegt bei.

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM
1x	Porto und Verpackung	3,—	3,—

Absender nicht vergessen!

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

## eMedia Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Platinen und Software zu ELRAD-Projekten bestellen

Bestellungen nur gegen Vorauszahlung



### Antwortkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co. KG  
Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Abonnement

#### Abrufkarte

Abgesandt am

199\_\_

zur Lieferung ab

Heft 199\_\_

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.**  
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in  
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem  
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-  
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift  
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsab.)

### Antwort

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen

**ELRAD**

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

### ELRAD-Kleinanzeige

#### Auftragskarte

**ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,  
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen  
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile  
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-  
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Absender  
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der  
jeweils gültigen  
Postkartengebühr  
freimachen



**eMedia GmbH**

**Postfach 61 01 06**

**3000 Hannover 61**

### eMedia Bestellkarte

Abgesandt am

1991

an eMedia GmbH

Bestellt/angefordert

Abbuchungserlaubnis erteilt am:



## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

**Ausnahme:** Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

## ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!



## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters

## ELRAD Direkt-Kontakt

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ►

### Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

### Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## ELRAD Direkt-Kontakt

Abgesandt am

199

an Firma

### Angefordert

- ☐ Ausführliche Unterlagen  
☐ Telefonische Kontaktaufnahme  
☐ Besuch des Kundenberaters



## TELEFAX-VORLAGE

Bitte richten Sie Ihre  
Telefax-Anfrage direkt an  
die betreffende Firma, nicht  
an den Verlag.

\*

### Kontrollabschnitt:

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

Ich habe angefragt

am \_\_\_\_\_

bei \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

erl.: \_\_\_\_\_

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## TELEFAX Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

### Fax-Empfänger

Telefax-Nr.: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,  
Ausgabe \_\_\_\_\_, Seite \_\_\_\_\_, fand ich Ihre

☐ Anzeige

☐ Beilage über \_\_\_\_\_

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Angebots-Unterlagen, u. a.

☐ Datenblätter/Prospekte ☐ Applikationen

☐ Preislisten \* ☐ Consumer-, ☐ Handels-

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch Ihres Kundenberaters

☐ Vorführung ☐ Mustersendung

Gewünschtes ist angekreuzt.

### Fax-Absender:

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma/Institut: \_\_\_\_\_

Abt./Bereich: \_\_\_\_\_

Postanschrift: \_\_\_\_\_

Besuchsadresse: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

Telefax: \_\_\_\_\_

**ELRAD-Fax-Kontakt:** Der fixe Draht zur Produktinformation  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG · Telefax 49-511-53 52 129



# Hotline

## Teil 3: Dynamische Signalanalyse

Olaf Escher

Für die Begutachtung dynamischer Signalverläufe ist nicht nur ein entsprechend zügig arbeitendes Erfassungssystem vonnöten, sondern auch Kenntnisse über die AC-Spezifikationen des eingesetzten Wandlers und seines korrekten Handlings. Mit der Hotline-Hardware aus Elrad 9 und 10/91, den in diesem Beitrag abgehandelten Grundlagen und der Software 'FFT' steht der Analyse unbekannter Signale mit bekannten Wandlern und unbekannter Wandler mit bekannten Signalen nichts mehr im Wege.

**A**ufgabe eines A/D-Umsetzers ist es, die momentane Amplitude eines Eingangssignals möglichst genau digital abzubilden. Dabei treten in der praktischen Meßtechnik Unterschiede zwischen der statischen und der dynamischen Genauigkeit auf. Ein Umsetzer, der sehr präzise Gleichspannungen messen kann, muß nicht notwendigerweise präzise Wechselspannungsergebnisse liefern. Umgekehrt wird aber sehr wohl 'ein Schuh daraus': Ein Umsetzer mit guten AC-Spezifikationen läßt sehr wohl Rückschlüsse auf seine Integrale und Differentielle Nichtlinearitäten zu [1] – allerdings nicht auf seine Verstärkungs- und Offsetstabilität.

Die Unterschiede zwischen statischer und dynamischer Genauigkeit entstehen aufgrund von Einschwingvorgängen, Laufzeiten auf dem Chip, durch Abtasten zur falschen Zeit und durch Rausch- beziehungsweise Brummodulation des Abtastkommandos. Diese Fehler verursachen Verzerrungen in der digitalen Darstellung des Eingangssignals.

Mit dem Einsatz von ADUs in immer höheren Frequenzbereichen werden Spezifikationen wie Fremdspannungsabstand ( $SNR = \text{Signal to Noise Ratio}$ ), Klirrfaktor ( $THD = \text{Total Harmonic Distortion}$ ) und Intermodulationsverzerrungen ( $IMD = \text{Inter-Modulation-Distortion}$ ) immer wichtiger. Als Referenzeingangssignal zur Messung dieser Parameter dient ein Sinussignal, das man auf einfache Weise durch Frequenz und Amplitude charakterisieren kann. Es ist mathematisch eindeutig definiert, und es sind Sinusoszillatoren mit sehr hoher Qualität (gegebenenfalls mit Filter) erhältlich.

### AC-Spezifikationen

#### Signal-Rauschabstand (SNR)

Der Signal-Rauschabstand ist das Verhältnis des Meßsignals zum Rauschsignal am Ausgang des ADU. Beim Meßsignal handelt es sich um den Effektivwert eines Sinussignals bei der Grundfrequenz. Das Rauschsignal wird in einem Frequenzband gemessen, das von 0 Hz bis zur Hälfte der Abtastfre-

quenz reicht (ohne Offsetspannung).

$$SNR = 20 \log S/N \text{ [dB]}$$

S = effektive Signalleistung

N = effektive Rauschleistung

#### Störspannungsabstand

Diese Angabe wird oft falsch interpretiert, sie ist vollständig identisch mit dem Fremdspannungsabstand.

#### Geräuschspannungsabstand

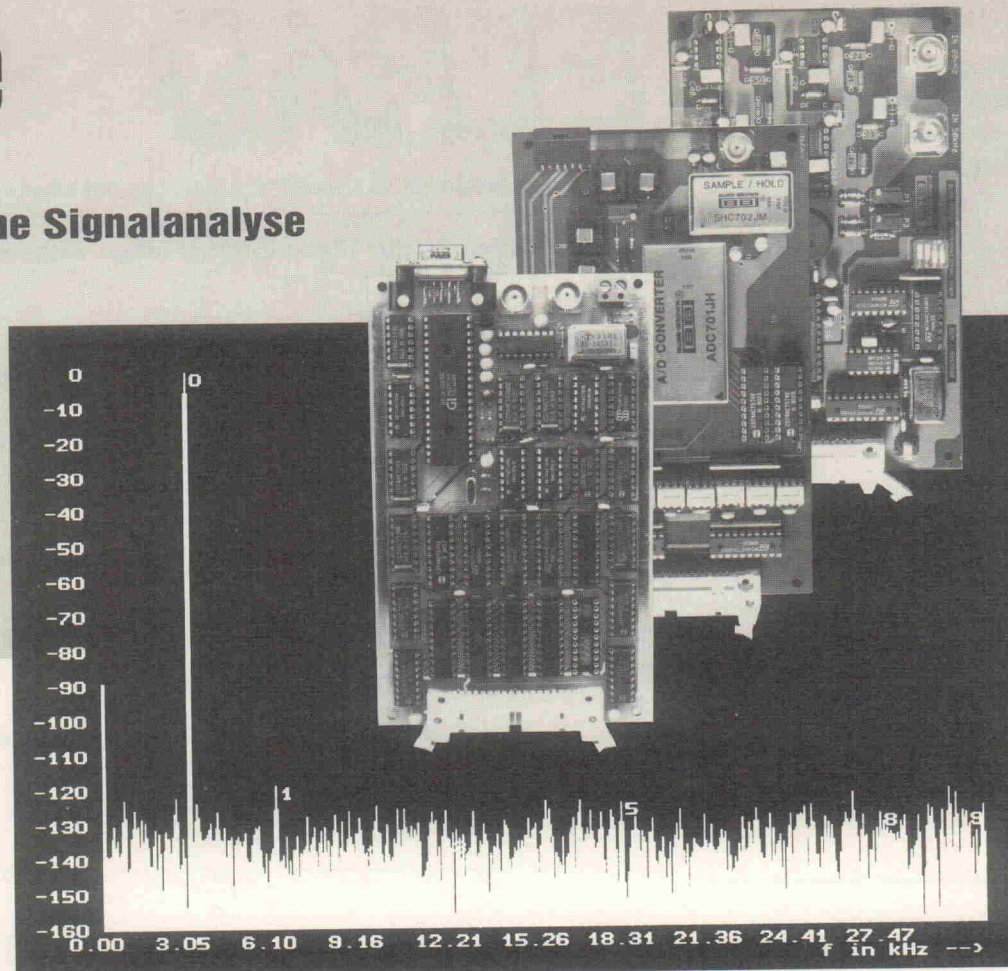
Hier wird das Ruhegeräusch gemessen und auf die Vollaussteuerung bezogen. Eine Angabe, die nur sehr wenig praktische Aussagekraft besitzt.

#### Nutzbarer Dynamikbereich (Spuriousfree Dynamic Range, SFDR)

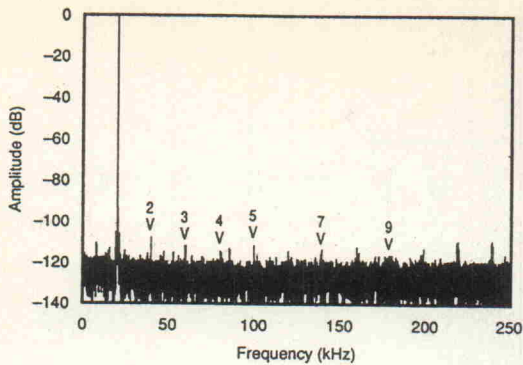
Ist der Abstand des Nutzsignals zum größten vorhandenen Störer. Diese Angabe ermittelt man sinnvollerweise bei Vollaussteuerung.

#### Klirrfaktor (Total Harmonic Distortion, THD)

Der Klirrfaktor ist als das Effektivwertverhältnis aus der Summe der Harmonischen zur Grundschwingung definiert. In der Pra-

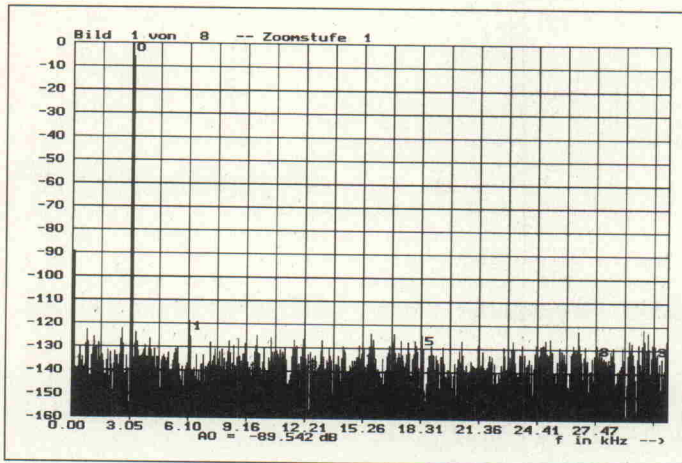
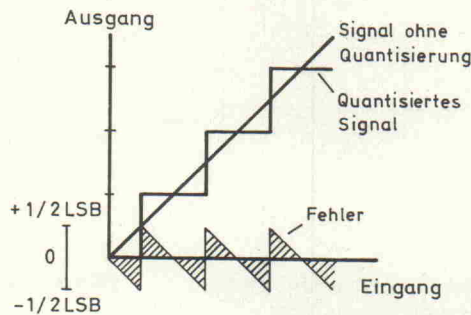






**Bild 1. Ein typisches Spektrum, mit dem die dynamischen Kenndaten zu ermitteln sind.**

**Bild 2. Verlauf der Fehlerspannung bei der Quantisierung eines Signals.**



**Bild 3. Das Spektrum eines idealen 16-Bit-Umsetzers.**

xis werden zu seiner Berechnung nur die ersten 5...9 Harmonischen herangezogen, weil man davon ausgeht, daß der Einfluß Harmonischer höherer Ordnung vernachlässigbar ist.

THD =

$$20 \cdot \log \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2}{U_1^2}} [\%]$$

mit  $U_1$  = Effektivwert der Grundschiwingung und

$U_2 \dots U_6$  = Effektivwert der einzelnen Harmonischen.

In der praktischen Meßtechnik ist es nicht möglich, die reinen Klirranteile zu bestimmen, da selbst bei sehr selektiven Voltmetern immer nur die Harmonische zusammen mit deren

Rauschanteil gemessen werden kann. In Wirklichkeit müßte die Spezifikation also THD + Noise heißen.

#### Intermodulationsverzerrungen (IMD, Intermodulation Distortion)

Verarbeitet ein aktives Bauelement zwei Sinussignale unterschiedlicher Frequenz und besitzt es eine nichtlineare Übertragungsfunktion, so treten an seinem Ausgang durch Summen- und Differenzbildung zu-

sätzliche Intermodulationsprodukte verschiedener Ordnungszahlen auf. Von diesen Störkomponenten sind hauptsächlich die Intermodulationsprodukte dritter Ordnung interessant, weil sie meist in den engeren Bereich des Nutzsignals fallen. Für zwei Signalfrequenzen  $f_a$  und  $f_b$  entstehen IM-Produkte 3. Ordnung bei:

$$2 \cdot f_a - f_b \text{ und} \\ 2 \cdot f_b - f_a.$$

Um die Qualität eines Sinussignals auch visuell beurteilen zu können, ist es in der analogen Meßtechnik üblich, das Signal im Zeit- und im Frequenzbereich zu betrachten. Im Zeitbereich ist es sehr einfach möglich, das Einschwingverhalten eines Signals zu beurteilen, sind aber Parameter wie Klirrfaktor und Fremdspannungsabstand gefragt, liefert nur die Betrachtung im Frequenzbereich aussagekräftige Ergebnisse. Ein geeignetes Hilfsmittel ist die Fast-Fourier-Transformation, auf deren Herleitung und Umsetzung in brauchbare Programm-Algorithmen an dieser Stelle verzichtet wird. Empfehlenswerte Beiträge findet man in [3] und [4].

### Zusammenhang Noisefloor und Fremdspannungsabstand

Das Grundrauschen, welches bei einer FFT-Analyse auftritt, hängt nur von der Auflösung des Umsetzers ab. Für die Berechnung des Signal-Rauschabstandes eines idealen ADU gelten folgende Bedingungen: Da als Eingangssignal ein reiner Sinus verwendet wird, ergibt sich der Effektivwert aus der Amplitude dividiert durch  $\sqrt{2}$ . Dies bedeutet für einen N-Bit-Umsetzer:

$$U_{\text{eff}} = \frac{2^{(N-1)} \cdot \text{LSB}}{\sqrt{2}}$$

### Quantisierungsfehler

Am Ausgang des ADU entsteht ein Quantisierungsfehler, dessen Ursache darauf beruht, daß an-

stelle eines linearen Ausgangssignals die für einen A/D-Wandler charakteristische Treppenfunktion vorliegt (Bild 2).

Die Differenz aus linearem Ausgangssignal und Treppenfunktion ergibt einen Sägezahnverlauf mit einer Amplitude von  $1/2 \text{ LSB}$  und wird als Quantisierungsrauschen bezeichnet. Der Effektivwert dieses Sägezahns ergibt sich zu

$$U_{\text{rausch}} = \frac{1/2 \text{ LSB}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{und mit } \text{SNR} = \frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{rausch}}}$$

ergibt sich

$$\text{SNR} = \frac{2^{(N-1)} \cdot \text{LSB}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{1/2 \text{ LSB}} \\ = \frac{2^{(N-1)} \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2} \cdot 2^{-1}} = \frac{2^N \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \\ = 1,225 \cdot 2^N$$

In dB ausgedrückt heißt das:

$$\text{SNR} = 20(\log 1,225 + N \log 2) \\ = 1,76 + 6,02 N \text{ dB}$$

Die genaueren mathematischen Zusammenhänge finden sich in [2].

In Tabelle 1 sind die errechneten Werte des SNR für verschiedene Auflösungen eines idealen ADU aufgelistet.

Durch die Anzahl der FFT-Punkte kann man die Auflösung der FFT bestimmen. Eine Verdoppelung bei der Anzahl der Abtastwerte führt zu einer Halbierung der Auflösungsbandbreite. Dadurch wird auch die Rauschenergie, die in die Bandbreite hineinfällt, halbiert. Dies führt zu folgendem Zusammenhang:

$$U_{\text{noise}} = 6,02 \cdot N + 1,78 \\ + 10 \cdot \log(M/2) [\text{dB}]$$

Wird zum Beispiel eine FFT aus 16 384 Testpunkten mit einem idealen 16-Bit-Umsetzer durchgeführt, so entsteht ein Grundrauschen von etwa -137 dB (Grundrauschen = Noisefloor). Bei einem realen 16-Bit-Wandler mit 93 dB Fremdspannungsabstand liegt der Noisefloor immer noch bei -132 dB. Dies zeigt, welche ho-

N [Auflösung A/D-Wandler]	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SNR [dB]	49,8	55,8	61,8	67,8	73,8	79,8	85,8	91,8	97,8

**Tabelle 1. Signalausgangsbereich für einige unterschiedlich auflösende A/D-Wandler.**



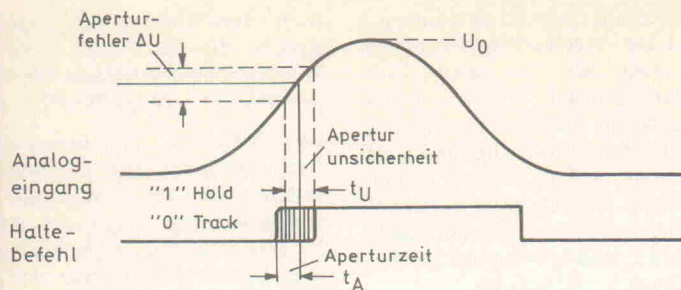


Bild 4. Fehler durch Apertur-Jitter.

hen Rechengenauigkeiten erforderlich sind, damit nicht schon durch den Rechner Quantisierungsrauschen erzeugt wird.

## Anforderungen an den Abtastoszillator

Jedes abtastende System kann nur in endlicher Zeit eine Eingangsgröße erfassen und umsetzen. Dieses Zeitverhalten ist als Aperturzeit spezifiziert. Man versteht darunter den Zeitraum, der vom Anlegen des Haltesignals bis zum tatsächlichen Öffnen des Schalters des Abtast- und Halteverstärkers vergeht. Während dieser Zeit ändert sich das Eingangssignal, wodurch ein Fehler (Aperturfehler) in Abhängigkeit von der Anstiegsgeschwindigkeit (Slew Rate) des Eingangssignals entsteht. Dieser Fehler könnte durch entsprechende Schaltungsmaßnahmen wie Verzögerungsleitungen oder ein entsprechendes Timing des Abtastbeziehungsweise des Umsetzbefehls korrigiert werden – wenn die Aperturzeit konstant wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall. Beim Einsatz eines ADU verursachen Störungen wie Rauschen, Netzfrequenz-Brummen und digitale Störspitzen eine Phasenmodulation des Umsetzbefehls. Die resultierende Abtastunsicherheit (Apertur Uncertainty, Apertur-Jitter) ist somit der eigentliche Problemfaktor.

Es gilt:

$$A_F = t_a \cdot dV/dt$$

mit

$t_a$  = Apertur-Jitter und

$dV/dt$  = Slewrate des Eingangssignals.

Wie klein dieser Apertur-Jitter sein muß, soll folgendes Beispiel aufzeigen: Die maximale Slew-Rate eines sinusförmigen Eingangssignals beträgt

$$SR = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot V_P$$

mit

$f$  = Frequenz des Eingangssignals und

$V_P$  = Spitzenwert der Eingangsspannung.

Der Fehler soll idealerweise kleiner 1/2 LSB sein, das bedeutet:

$$1/2 \text{ LSB} = 2 \cdot U_{ADC}/2^{N+1}$$

für einen bipolaren Wandler.

Somit gilt:

$$2 \cdot U_{ADC}/2^{N+1} \geq 2 \cdot \pi \cdot f \cdot V_P t_a$$

oder

$$t_a \leq U_{ADC}/2^{N+1} \cdot \pi \cdot f \cdot V_P$$

Mit

$$V_P = U_{ADC} \text{ ergibt}$$

$$t_a \leq 1/\pi \cdot f \cdot 2^{N+1}$$

Damit gilt für einen 16-Bit-Umsetzer mit 100 kHz Eingangssignal:

$$t_a \leq 24,3 \text{ ps}$$

Der Abtastoszillator muß also, was das Phasenrauschen seiner Frequenz angeht, noch einmal eine Größenordnung besser sein, um nicht als limitierendes Element in die Meßkette einzugehen.

## Zusammenhang zwischen Abtast- und Signalfrequenz

Wird eine FFT von einem periodischen Signal durchgeführt, so ist dafür zu sorgen, daß die

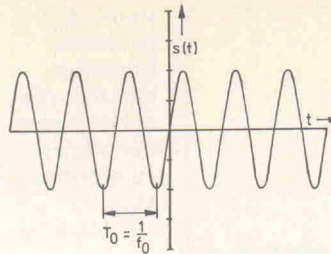


Bild 5. Zeitverhalten einer Sinusschwingung.

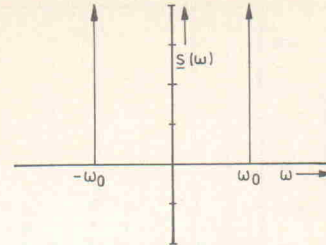


Bild 6. Spektrum zu Bild 5.

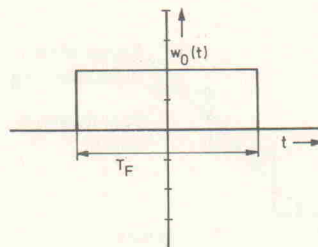


Bild 7. Zeitverlauf eines Rechteckfensters.

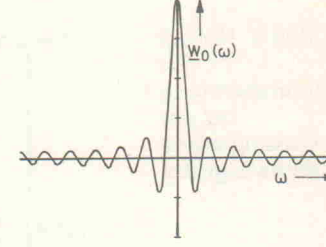


Bild 8. Spektrum zu Bild 7.

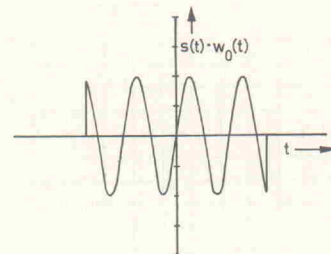


Bild 9. 'Gefensterter' Sinus.

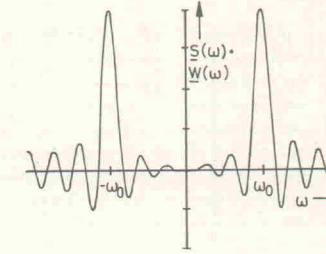


Bild 10. Spektrum zu Bild 9.

Abtastwerte innerhalb eines ganzzahligen Vielfachen einer Periode liegen (kohärentes System). Wird die Bedingung der Kohärenz nicht erfüllt, entstehen Unstetigkeiten, sogenannte Sprungstellen. Nur in den allerwenigsten Fällen kann man bei der Abtastung einer Signalquelle dafür Sorge tragen, daß Kohärenz vorliegt. Man ist vielmehr gezwungen, einen beliebigen Signalausschnitt, ein sogenanntes Fenster, in den Rechner einzulesen.

Der Algorithmus einer FFT setzt aber ein periodisches Verhalten der zeitlimitierten Ab-

tastfunktion voraus, das heißt, man hat sich den durch das Zeitfenster freigegebenen Ausschnitt des zu analysierenden Zeitsignals periodisch, mit der Dauer der Fensterbreite fortgesetzt, zu denken. Diese periodische Fortsetzung hat je nach Signalstruktur und Randbedingungen zum Teil erhebliche Konsequenzen auf das Ergebnis der Transformation.

Die Entnahme eines endlich langen Ausschnitts mit der Länge  $T_F$  aus einer allgemeinen Zeitfunktion entspricht mathematisch der Multiplikation des Originals mit einem Rechteck-

Fensterfunktion	Größter Nebenzipfel [dB]	max. Abtastfehler [dB]
Rechteck	-13	3,92
Dreieck	-27	1,82
Hanning	-32	1,42
Hamming	-43	1,78
Blackman	-58	1,10
Kaiser-Bessel	-82	0,89

Tabelle 2. Verschiedene Fenstertechniken bei der FFT-Analyse.



fenster der Breite  $T_F$  und der Höhe eins. Die Transformation zweier multiplikativ miteinander verknüpften Funktion im Zeitbereich entspricht einer Faltung im Frequenzbereich (siehe Bild 5...10). Im Frequenzspektrum ist dies an sogenannten Nebenzipfeln beziehungsweise verschmierten Spektren (Spektral Leakage) zu erkennen. Durch die Bewertung der einzelnen Abtastwerte mit geeigneten mathematischen Funktionen (sogenannte Fensterfunktionen) erreicht man eine Verminderung dieser Effekte.

In Tabelle 2 sind einige Fensterfunktionen mit den wichtigsten Eckdaten aufgeführt.

Die Wirkungsweise der meisten Fensterfunktionen beruht darauf, daß die Abtastwerte in der Mitte der Periode stärker bewertet werden. Aus den einzelnen Fensterfunktionen lassen sich auch die maximal zu erwartenden Abtastfehler errechnen. Neben diesen ist die Größe der Abschwächung des 1. Nebenzipfels von Interesse.

In Bild 11 und 12 sind die Abtast- und Spektralfunktionen eines Dreieck- und eines Kaiser-Bessel-Fensters beispielhaft gegenübergestellt.

Beim Kaiser-Bessel-Fenster ist die Abschwächung des Nebenzipfels bereits so groß (-82 dB), daß er nicht mehr in Erscheinung tritt.

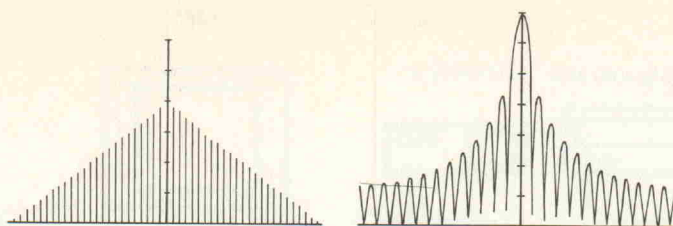
Ausführliche Beschreibungen und Berechnungen von Fensterfunktionen sind in [3] zu finden.

Wie oben bereits erwähnt, kann ein verschmiertes Frequenzspektrum mit einem kohärenten System vermieden werden. Um Kohärenz zu erreichen, gilt folgende Beziehung:

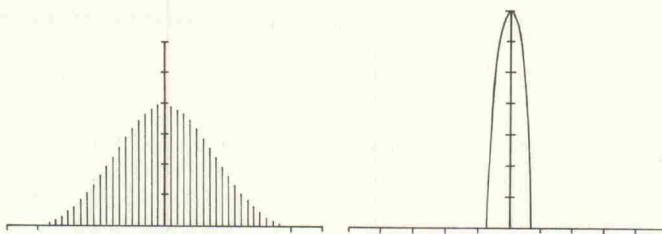
$$F_{in}/F_s = m/n.$$

Wobei  $F_{in}$  die Testfrequenz,  $F_s$  die Abtastfrequenz,  $m$  die Anzahl der Testfrequenzperioden und  $n$  die Anzahl der Abtastpunkte ist.

**Bild 13. Gegenüberstellung von verschiedenen Abtastmethoden und deren Frequenzspektren:**  
a) Inkohärente Abtastung,  
b) inkohärente Abtastung mit Fenster, c) kohärentes System.



**Bild 11. Abtast- und Spektralfunktion bei Verwendung eines Dreieckfensters.**



**Bild 12. Abtast- und Spektralfunktion, die sich bei Verwendung eines Kaiser-Bessel-Fensters ergeben.**

Außerdem sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- $m$  muß eine ganze Zahl sein.
- Damit jeder Abtastwert nur einmal auftritt (nonrepetive Data), muß für  $m$  eine ungerade Primzahl gewählt werden, zum Beispiel 1, 3, 5, 7, 11... Da sich in der Praxis  $n$  nur aus Vielfachen der Primzahl 2 ergibt, reicht es aus, wenn für  $m$  eine ungerade Zahl eingesetzt wird.

Um noch einmal die unterschiedlichen Methoden und deren Frequenzspektren aufzuzeigen, sind sie in Bild 13 gegenübergestellt. Bei der FFT

nach Bild 13 ist die Anzahl der Testfrequenzperioden keine ganze Zahl, das Frequenzspektrum zur Analyse also nicht ausreichend. In Bild 13 wurde ein Hannig-Fenster verwendet, das Frequenzspektrum konnte unter sonst gleichen Bedingungen verbessert werden. Das beste Ergebnis wird jedoch mit dem kohärenten System von Bild 12c erzielt, wobei hier exakt 11 Perioden abgetastet wurden.

### Praktische Umsetzung

Nach soviel Theorie nun zur praktischen Meßtechnik. Mit

Hilfe der Hotline-RAM-Karte (Elrad 9/91) und einem Umsetzer mit bekannten dynamischen Eigenschaften (Hotline 16-Bit-ADC mit ADC 701, Elrad 10/91) kann man zur Analyse von dynamischen Eingangssignalen schreiten. Zur Erinnerung: Der ADC 701 besitzt, wenn er mit dem Abtast- und Halteverstärker SHC 702 zusammenarbeitet, einen Klirrfaktor von 0,00068 %, und sein Fremdspannungsabstand beträgt 93 dB.

Einen typischen Aufbau zur Analyse eines CD-Spielers zeigt Bild 14.

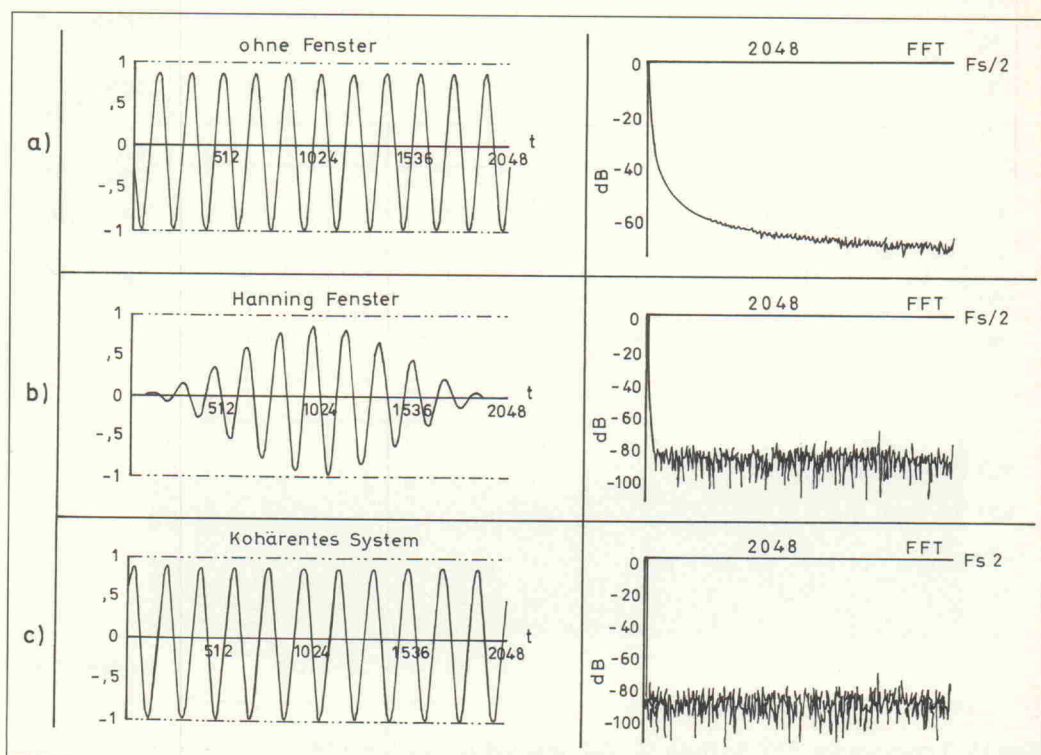
Für den Einsatz der 16-Bit-Karte ist von der Verwendung des Quarz-Oszillators auf der Hotline-RAM-Karte abzuraten. Man sollte einen Funktionsgenerator, der ein extrem jitterarmes Abtastsignal liefern kann, verwenden. Fehlt ein entsprechender Funktionsgenerator, so ist der Abtastoszillator durch einen 'geheizten' Quarzoszillator zu ersetzen. Dieser sollte programmierbar und in einem kleinen Bereich ( $\pm 20$  ppm) ziehbar sein. Als Testsignal wird ein 1-kHz-, 0-dB-Sinussignal verwendet, das von einer geeigneten Test-CD zur Verfügung gestellt wird. Die Abtastfrequenz errechnet zu:

$$f_{abt} = (f_s \cdot n)/m$$

mit  $n = 8192$  Abtastwerten und  $m = 57$  ergibt sich:

$$f_{abt} = 143\,719,298 \text{ Hz}$$

Diese Abtastfrequenz wird mit  $2^a$  multipliziert (mit  $a = 1...7$ ),





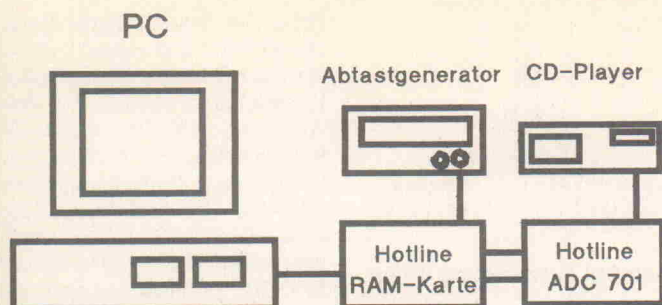


Bild 14. Hotline-Meßaufbau zur FFT-Analyse eines CD-Spielers.

da die RAM-Karte den eingespeisten Takt mindestens durch zwei teilt.

Mit diesen Werten konfiguriert man die FFT-Analyse (siehe Programmbeschreibung) und es ergibt sich beispielsweise ein Spektrum wie in Bild 15.

Das Spektrum entspricht so sicher nicht den Erwartungen, die man an das System stellt. Es zeigt sich, wie empfindlich die Analyse auf Inkohärenz zwischen Signal- und Abtastfrequenz reagiert. Bei nicht gekoppeltem Abtast- und Signalgenerator ist die Kohärenz nur durch Nachführen der Abtastfrequenz zu erreichen. Das bedeutet, daß der Abtastoszillator nach oben oder nach unten verstimmt werden muß. Hat man eine Möglichkeit, die Frequenz des Abtastoszillators und die des Si-

gnalgenerators zu messen, so kann die Kohärenz durch Rechnung ermittelt werden. Ansonsten hilft nur probieren, das heißt, Abtastfrequenz so lange erhöhen beziehungsweise erniedrigen bis Kohärenz eintritt. In unserem Beispiel war dies bei  $f_s = 143\,729\text{ Hz}$  der Fall. Die Signalfrequenz beträgt also  $1000,067\text{ Hz}$ .

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Messung, wenn ein Sinusgenerator verwendet wird, dessen Mutteroszillator als Abtastoszillator mißbraucht werden kann. Bild 16 zeigt einen entsprechenden Aufbau.

Als Sinusgenerator stand ein Gerät der Firma Brüel & Kjaer zur Verfügung. Dieser Generator besitzt einen 5-MHz-Ausgang, dessen Signal von der RAM-Karte zum TTL-Pegel

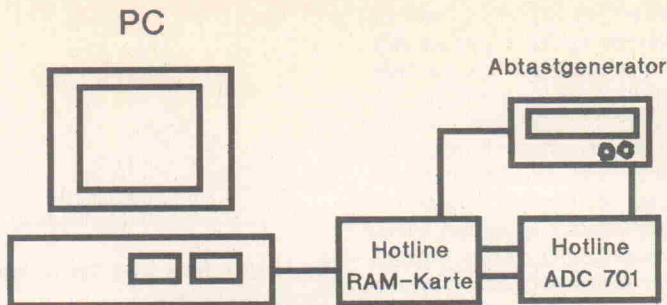


Bild 16. 'Kohärenter' Meßaufbau.

aufbereitet und anschließend bis zur Abtastfrequenz heruntergeteilt wird. Bei 5 MHz Quarzfrequenz sind mit der Karte folgende Abtastfrequenzen möglich:

2,5 MHz, 1,25 MHz, 625 kHz, 312,5 kHz, 156,25 kHz, 78,125 kHz, 39,065 kHz

Wählt man zum Beispiel eine Abtastfrequenz von 312,5 kHz und 8192 Abtastwerte, so läßt sich die Signalfrequenz folgendermaßen berechnen:

$$f_s = (f_{\text{abt}} \cdot m) / 8192$$

mit  $m = 133$

ergeben sich 5073,5473 Hz. Die Signalfrequenz muß möglichst genau am Sinusgenerator eingestellt werden. Wie gut die Kohärenz sein kann, zeigt Bild 17.

Durch die Reduzierung des Noisefloor auf über -130 dB gelingt mit Hilfe der Hotline-16-Bit-Karte auch die Analyse von Signalen, die unter der Auflösung des A/D-Umsetzers liegen.

Wie Bild 18 beweist, analysiert der ADC 701 auch noch Signale, die 100 dB unter seiner Eingangsempfindlichkeit liegen.

## Timing ADC 701 und Hotline-RAM-Karte

Durch die völlige galvanische Trennung des Umsetzers von der Hotline-RAM-Karte gibt es auf Grund von Laufzeiten der Optokoppler eine Besonderheit beim Betrieb des ADC 701 mit der RAM-Karte.

Das /CC-Signal an Stecker 1 der RAM-Karte hat zwei Aufgaben: zum einen startet es die Umsetzung, zum anderen wird es dazu benutzt, die Ausgangstreiber zu 'enablen' und die Werte in das RAM zu schreiben. Damit ein sicherer Betrieb gewährleistet ist, sollten die Daten mindestens 25 ns anliegen, ehe das /CC-Signal wieder 'High' wird.

Ab 330 kHz Abtastrate muß das /CC-Signal invertiert werden (Auswahl mit J6, J7), um sicherzustellen, daß immer die Daten abgeholt werden, deren Umsetzung ein Zugriff zuvor gestartet wurde. Damit auch der erste Zugriff gültige Daten abholt, gibt das Programm das erste Steuerwort zweimal an die RAM-Karte aus.

Bei Abtastraten kleiner 330 kHz ist die Invertierung des /CC-Signals nicht notwendig. Hier sind die Daten gültig, deren Umsetzung auch getriggert wurde.

## 12-Bit-Hotline

Beim Betrieb des ADS 7800 (12-Bit-Hotline) sind die Anfor-

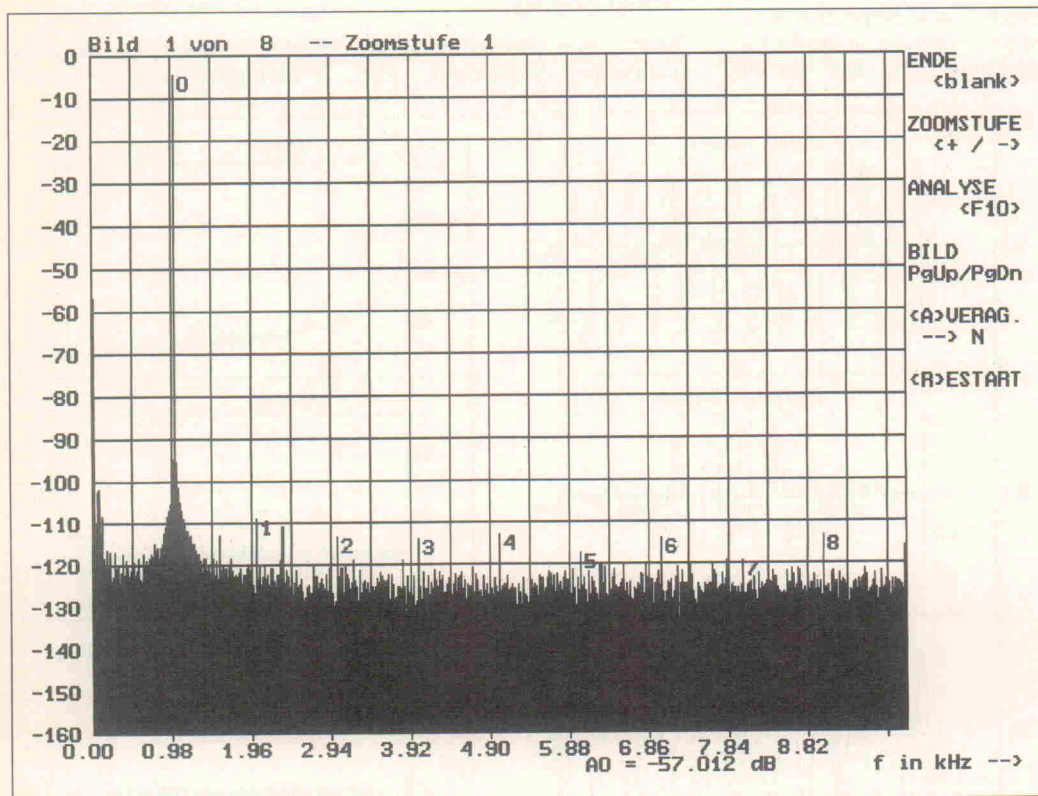


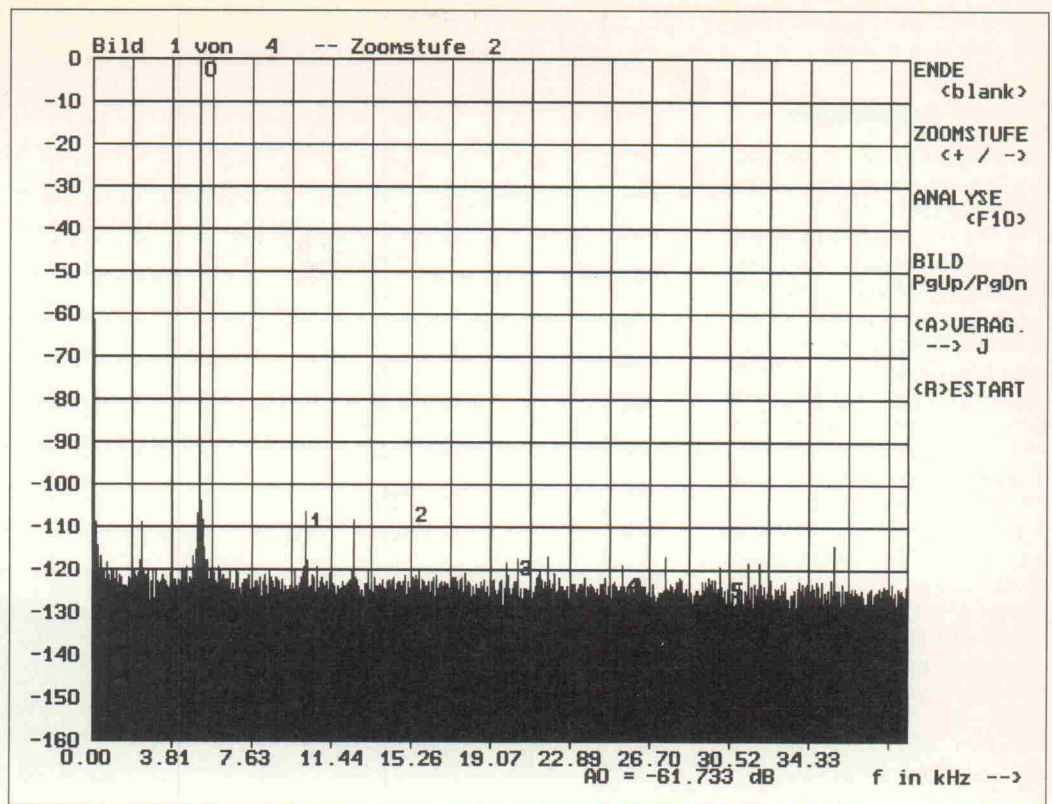
Bild 15. Ergebnis der FFT-Analyse für den Meßaufbau aus Bild 14.



**Bild 17. Ergebnis der FFT-Analyse bei kohärentem Aufbau.**

derungen an den Abtastoszillator nicht so hoch. Hier kann problemlos der Quarzoszillator der RAM-Karte als Abtastoszillator dienen. Zu beachten ist lediglich, daß der Quarz auf der A/D-Wandler-Platine abgeschaltet sein muß (J8 gesteckt, J9 und J12 gezogen). Die Bustreiber 74 HCT 574 dürfen nicht durchgeschaltet sein, da die RAM-Karte über ihr /CC die /OE-Signale für die Bustreiber generiert. Wie Bild 22 zeigt, braucht sich auch das Spektrum der 12-Bit-Karte nicht zu verstecken, alle Oberwellen liegen unter -85 dB.

Mit der Testschaltung nach Bild 16 können mit einem



Computer neben der FFT-Analyse zur Messung des Signal-Rauschabstandes auch die Intermodulationsverzerrungen ge-

prüft werden. Hierzu benötigt man zusätzlich einen zweiten Frequenzgenerator. Er wird phasengekoppelt an den Ein-

gang des ADU gelegt und – im Falle des B & K-Generators – mit dem 5-MHz-Muttertakt getriggert. Auch hier muß die Si-

Ihr PC als

## ALL-03 Universal Programmiergerät



jetzt inkl. Vollversion  
GAL-Software GDS 1.4

DM 1448.-

(E)PROM BROM GAL PAL IC-Tester  
µComputer 8748/51 + Z8 Mem-Tester



verschiedene Adapter und Sockel  
z.B. GAL 16V8/20V8 4fach, AMD MACH,  
Mikroprozessoren, PLCC-Adapter,  
RAM-ROM Emulator, 81P/SIM-Tester  
z.B.: AMD MACH 110/210 Preis: 298.40DM

Ihr PC als

## V'Nice - 51

8051 IN-CIRCUIT EMULATOR



leistungsfähiger Echtzeit-Emulator zum Programmieren und  
Testen von Schaltungen mit dem Mikrocontroller 8051/8031

Lieferumfang: Emulations-Teil, Interface-Karte,  
Adapter für MPU 8031/8051 sowie  
optional einem Programm V'Nice-51-Writer

ohne Programm	mit Programm
DM 2277.72	DM 2793.00

weiterhin können wir liefern:

- Logik Analyser
- 8 MB Eeprom-Programmierer
- RAM-ROM-Emulator

# NEU ! superpreiswert

für PC,  
Laptop  
& Notebook



- programmiert EPROM's von 16 bis 512kbit
- eingebautes Netzgerät (220 V)
- Anschluß an RS 232 - Schnittstelle
- für beliebige Rechner
- solides Alu-Profilgehäuse
- einfache Bedienung
- inkl. Kabel und Software für IBM-komp.

- dto. für EPROM's bis 4 Mbit

EPP1 298.-

EPP2 498.-

Händleranfragen erwünscht

**Ahlers EDV Systeme GmbH, Mozartstraße 23, 8052 Moosburg, Tel.: 0 87 61/42 45, FAX: 14 85**



gnalfrequenz so berechnet sein, daß Kohärenz vorliegt.

## Die FFT-Software

Das Programm 'FFT' dient zur Analyse von Signalen, in dem deren Frequenzanteile durch eine Fast-Fourier-Transformation ermittelt werden. Neben der grafischen Aufbereitung erlaubt die Software auch eine numerische Auswertung von Klirrfaktor, Fremdspannung, Bestimmung der Pegel und Lage von Grundschrwingung beziehungsweise Oberschrwingungen. Die Transformation arbeitet mit bis zu 16 384 Stützpunkten bei einer internen Datendarstellung mit 64-Bit-Gleitkommazahlen (Coprozessor wird empfohlen). Neben dem Einlesen der Daten von der Hotline-RAM-Karte ist die Simulation einer Sinusfunktion im Programm enthalten, sowie die Verarbeitung von Daten aus einer Datei möglich. Spezielle Funktionen sind:

- Der wahlweise Einsatz einer Fensterfunktion.
- Wiederholt Daten einzulesen (averaging), die mit den bisherigen Daten ausgemittelt werden. Diese Funktion ist jederzeit zu beziehungsweise abschaltbar.
- Die Veränderung der grafische Darstellung sowohl durch Wahl eines Bildausschnitts als auch durch Zoomen.
- Es können beliebige Zahlenformate eingelesen werden, die bis zu 24 Bit Länge haben dürfen und im Zweierkomplement oder direkt binär kodiert sind.
- Wahlweise erfolgt die Normierung der Analyse-Werte auf den maximalen Signalpegel (dBc) oder absolut (dBa).
- Um die Pegel der Grund-/Oberwelle kann ein Intervall zur Bestimmung des Energieinhalts gelegt werden.

## Handhabung

Das Programm wird gestartet, indem man den entsprechenden Namen der EXE-Datei aufruft. Dabei kann als Parameter der Wert der Zweierpotenz der Abtastpunkte angegeben werden. Ist das unterblieben, erfragt das Programm als erstes diesen Parameter, gefolgt von den weiteren Konfigurationsmöglichkeiten.

Ist die grafische Analyse der Eingabedaten auf dem Bild-

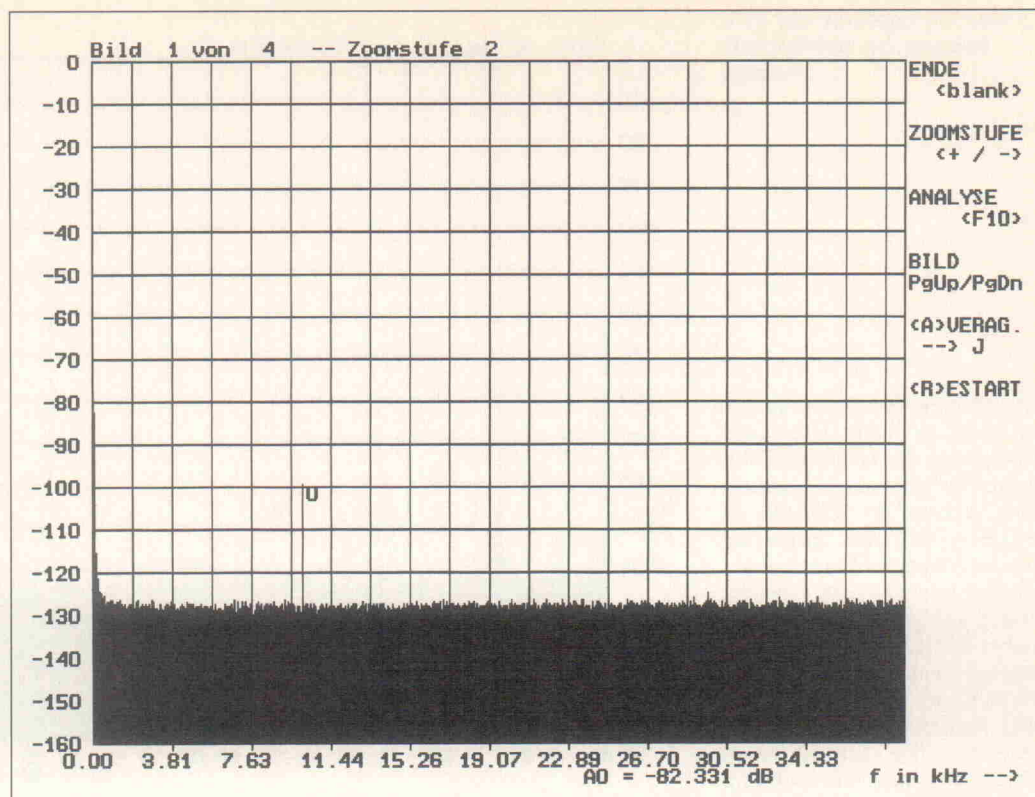


Bild 18. Analyse eines Eingangssignals von 100 µV<sub>p</sub>.

schirm, kann es folgendermaßen weitergehen:

- Leertaste: Beendigung des Programms.
- Zifferntasten 1...9: Auswahl der Nummer des dargestellten

Bildausschnitts, soweit dieser vorhanden ist.

- Funktionstaste 'PageUp': Hochblättern der Bildschirme zur Darstellung eines Bildausschnitts, soweit dieser vorhanden ist.

- Funktionstaste 'PageDown': Herunterblättern des dargestellten Bildausschnitts, soweit dieser vorhanden ist.

- Funktionstaste 'F10': Ausgabe der Spektrumanalyse. Nach der Ausgabe wird ge-

Bild 19. Timing des ADC 701.

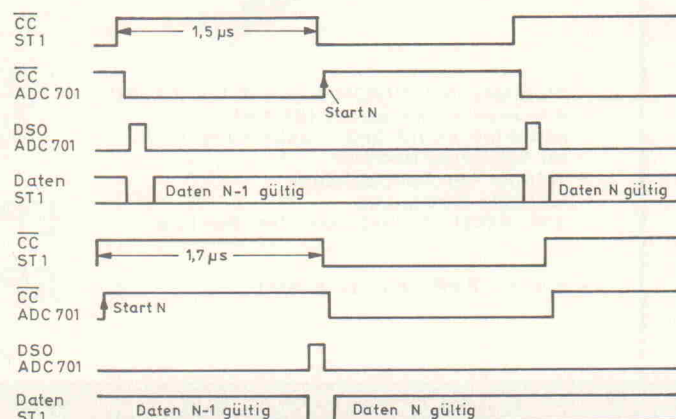
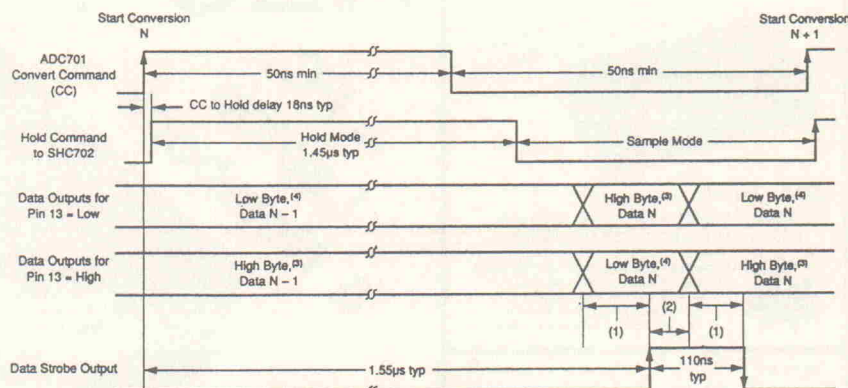


Bild 20. Betrieb des ADC 701 mit invertiertem /CC-Signal.

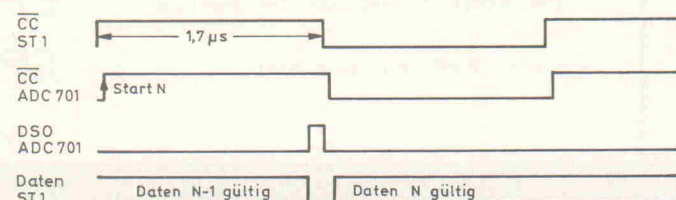


Bild 21. Betrieb des ADC 701 mit nichtinvertiertem /CC-Signal.



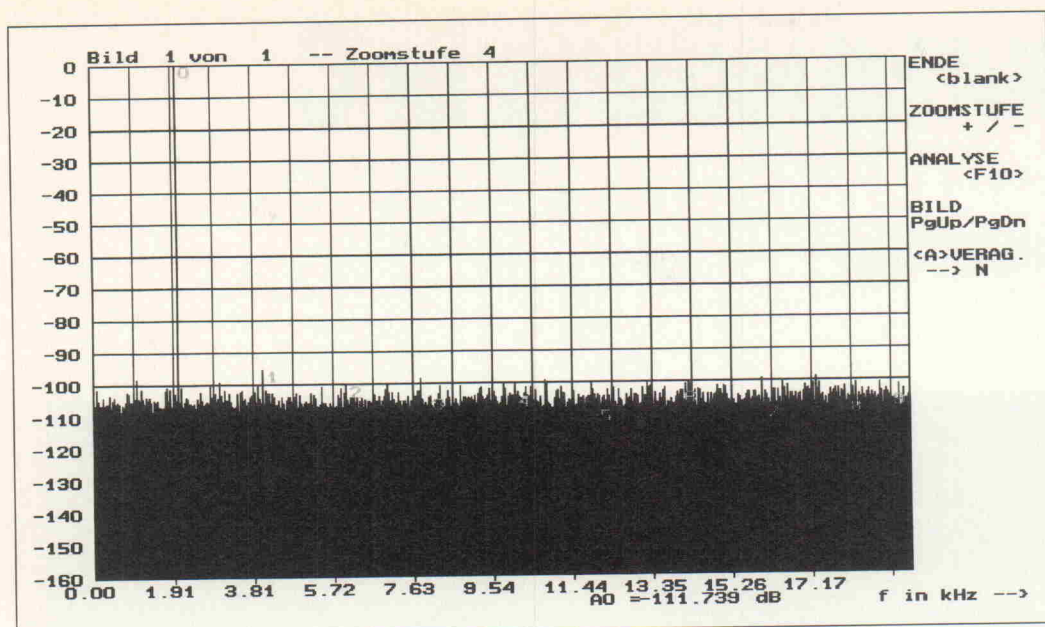


Bild 22. FFT-Analyse der Hotline ADC-12-Karte.

fragt, ob die Parameter 'Zahl der zu suchenden Oberwellen' und 'Resolutionsbandbreite' verändert werden sollen.

- Taste 'a' oder 'A': Zu- beziehungsweise Abschalten des

Averaging. Am rechten Bildschirmrand ist angegeben, ob Averaging aktiv ist.

- Taste '+': Erhöhung des Zoomfaktors

- Taste '-': Verringerung des Zoomfaktors.

Wenn Averaging eingeschaltet ist, werden im Hintergrund ständig Daten von der RAM-Karte geholt. Aus diesem Grunde reagiert das Programm nicht sofort auf Tastatureingaben, sondern es tritt eine spürbare Verzögerung ein. Es ist

deshalb ratsam, das Averaging abzuschalten, wenn man mehrere Bildschirmparameter gleichzeitig verändern will oder mehrmals die Daten mit verschiedenen Parametern (Zahl der Oberwellen, Resolutionsbandbreite) auswerten möchte. Averaging ist jederzeit wieder zuschaltbar, ohne daß die bisher eingelesenen Werte zerstört werden.

Das Programm 'FFT' wird ab sofort zusammen mit der Platine 'Hotline-RAM-Karte' geliefert.

#### Literatur

- [1] R. Beutler, *Dynamische Analyse von A/D-Umsetzern mit Hilfe der FFT*, Diplomarbeit, 1990
- [2] R. Mäusel, *Digitale Modulationsverfahren*, Hüthig-Verlag, 1985
- [3] F. J. Harris, *On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform*, IEEE, Vol. 66, No. 1, Jan. 1978, pp. 51...83
- [4] Applikation Note 134, Burr Brown International GmbH
- [5] Olaf Escher, *Hotline*, Elrad 9/91

**NEU**

**Elektor proudly presents:**

**Die neue Zeitschrift für Einsteiger und Abfahrer  
in die phantastische Welt der Elektronik**



**Elektronik - Selbstbau - Magazin**



**E  
S  
M**

**infache, nützliche Schaltungen**

**schnell verständliche Grundlagen**

**massenweise Tips und Tricks**

**Erhältlich am Kiosk**

**natürlich von:**

**Elektor**

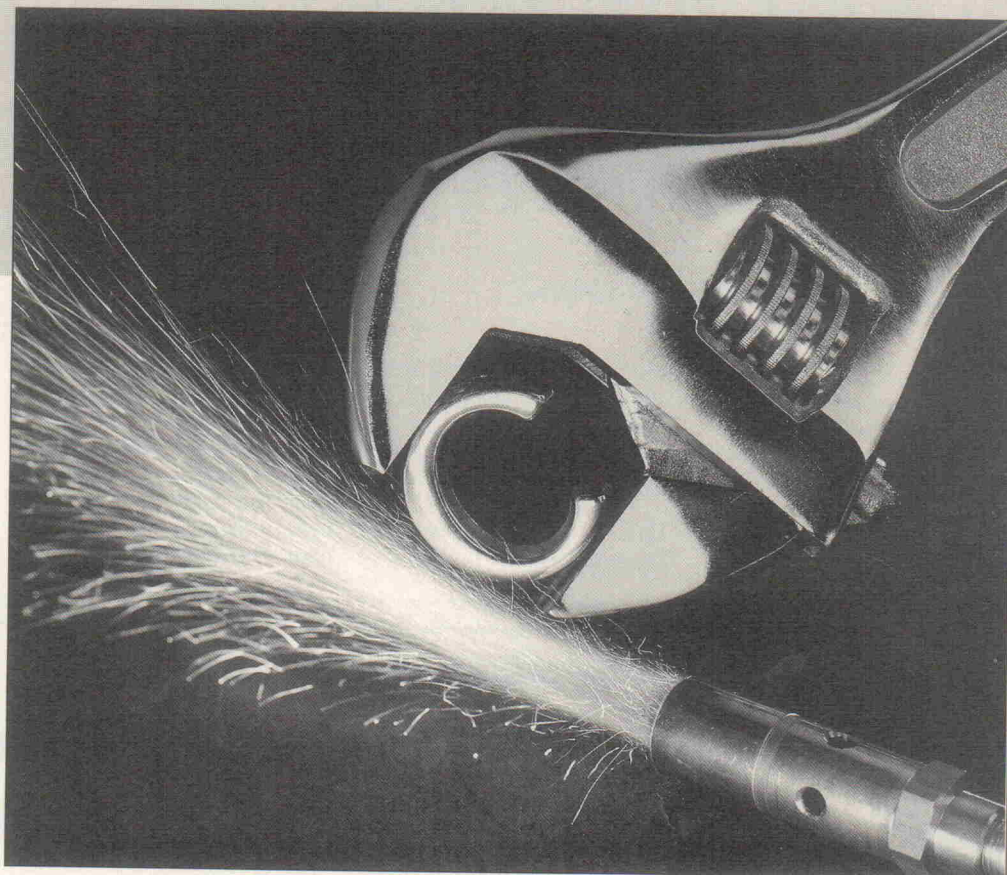


# Signalverarbeitung in C

## Teil 8: Entwurf digitaler Filter

Howard Hutchings

Die Mühen der vorangegangenen Signalverarbeitungsfolgen sollen endlich Früchte tragen: Es geht um digitale Filter. Howard Hutchings beschreibt die erforderlichen Entwurfsschritte für ihre Entwicklung.



**A**ls Vertrauensbeweis oder auch Benchmark ist das Programm in Listing 8.1 anzusehen. Daten der Eingabeperipherie werden vom Computer an die Ausgabeperipherie weitergeleitet, ohne das Signal in irgendeiner Weise zu beeinflussen.

Wenn dieses Programm auch keine großartige Angelegenheit zu sein scheint, sollte man es als sinnvollen Test betrachten, um die Zusammenarbeit von Hardware- und Softwarekomponenten zu überprüfen. Es sollte zur Angewohnheit werden, das System so einfach wie möglich zu halten, bevor man sich an den Versuch wagt, das Zusammenspiel von komplizierten Systemkomponenten zu überprüfen. Anderenfalls verbringt man die

Zeit, die so ein kleiner Test kosten würde, später bei der Fehlersuche, wenn das Gesamtsystem nicht wie erwartet funktioniert.

Häufig ist Programmieren ein iterativer Prozeß. In diesem Fall ist die Strategie, das Programm zunächst einmal lauffähig zu machen, bevor man sich an irgendwelche Optimierungen macht. Listing 8.1 enthält ein goto-Statement, obwohl man die Wiederholung genauso gut mit einer Unendlichkeitsschleife realisieren könnte. Das Ersetzen der Sprunganweisung in der vorgeschlagenen Weise hat aber keine meßbaren Konsequenzen auf die erreichbare Abtastrate.

Bevor eine detaillierte Erläuterung der digitalen Filterung er-

folgt, sollen erst ein paar Worte zur generellen Vorgehensweise fallen.

Einfach ausgedrückt ist es die Aufgabe digitaler Methoden, Filtereigenschaften zu simulieren, die man bei der Kombination von analogen Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten erhält. Eine Vereinfachung wird erzielt, indem man sich auf die Systemantwort konzentriert. Auf diese Weise kann man die elektrischen Eigenschaften der einzelnen analogen Komponenten vollkommen umgehen.

Ein Digitalfilter ist normalerweise ein Unterpunkt des Hauptprogramms. Es übernimmt die Abtastwerte, verarbeitet sie in Echtzeit und gibt die verarbeiteten Werte zurück,



```

/*****
* EINFACHER DIGITALER SIGNAL-
* PROZESSOR
*****/

#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#define BASE 768
main()
{
  unsigned int contents;
  outp(BASE,1);

  /*-----
  KANAL-AUSWAHL
  -----*/

  start:outp(BASE+2,0)

  /*-----
  WANDLUNG STARTEN
  -----*/

  contents = inp(BASE+2);

  /*-----
  PORT LESEN
  -----*/

  outp(BASE+4,contents);

  /*-----
  PORT SCHREIBEN
  -----*/

  goto start;
}

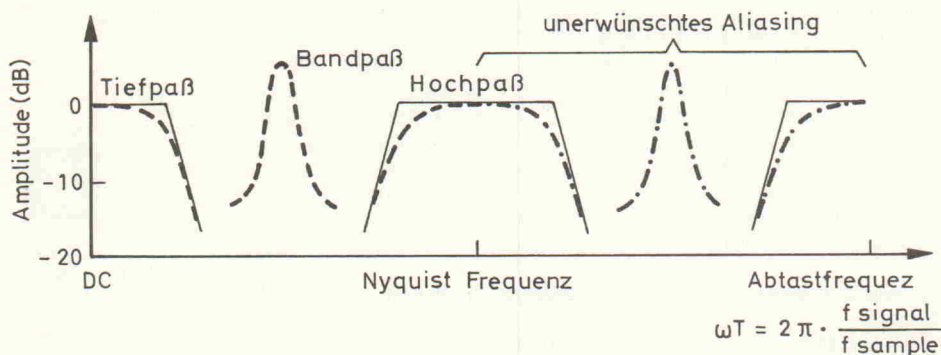
```

**Listing 8.1**

die dann das Ausgangssignal des Filters repräsentieren. Der verwendete Algorithmus bestimmt die Filterparameter, wie Grenzfrequenz, Güte und Steigung des Abklingvorgangs.

Beim Interpretieren der Frequenzcharakteristik von Digitalfiltern muß man vorsichtig sein. Der periodische Verlauf des linearen abtastenden Systems garantiert einen Verlauf der Frequenzantwort, wie er in Bild 8.1 gezeigt ist. Es treten unendlich viele periodische Wiederholungen bei Vielfachen der Abtastfrequenz auf.

**Bild 8.1. Die Antworten der drei Arten von Digitalfiltern. Die Kurven wiederholen sich bei Vielfachen der Abtastfrequenz.**



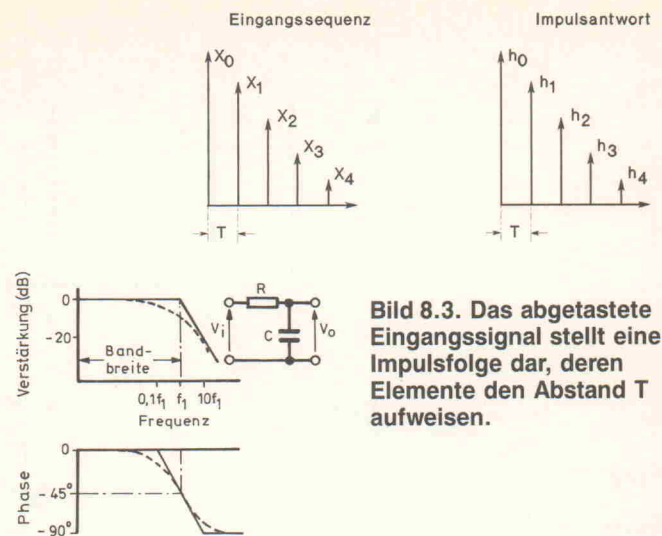
## Analoge und digitale Filter

Als Herausforderung sollte der Personalcomputer in Zusammenarbeit mit der UniCard die Funktion eines digitalen Tiefpasses 1. Ordnung übernehmen. Das Ziel dabei ist, die Methoden der digitalen Signalverarbeitung dazu zu verwenden, die Übertragungsfunktion eines Filters zu simulieren, dessen Eigenschaften aus Bild 8.2 hervorgehen. Der Einsatz eines getesteten, analogen Prototyps ist ein effektiver Weg, bei der Anwendung digitaler Verfahren rasch zum Ziel zu gelangen, da man den voraussichtlichen Signalverlauf des Ausgangssignals auf diese Weise leicht vorhersehen kann.

Das Filter wird durch einen Algorithmus in Software implementiert, bei dem der Computer in effektiver Weise die Abtastfolge  $x(n)$  mit der Impulsantwort des Filters  $h(n)$  faltet, um die Ausgangssignalfolge  $y(n)$  zu erhalten. Wie bereits näher erläutert wurde, bezeichnet die Faltung eine wohlgeordnete Kombination von Multiplikationen und Additionen.

Das analoge Signal, das am A/D-Wandler anliegt, wird in eine Folge diskreter Abtastwerte zerlegt. Um Aliasing zu vermeiden, ist es erforderlich, mit einer Frequenz abzutasten, die mindestens doppelt so hoch ist wie die Nyquist-Frequenz (die höchste im Signal vorkommende Frequenz).

Angenommen das abgetastete Signal wird durch die Impulsfolge  $x(0), x(1), x(2), x(3), x(4)$  repräsentiert. Die Entfernung zwischen jedem Impuls und dessen Nachbarn ist durch das feste Abtastintervall  $T$  festgelegt. Jeder Abtastwert stimuliert das Filter, das mit einer Folge gewichteter Ausgangsimpulse reagiert. Wenn der Speicher im Filter groß genug ist, existiert ein Bild der vergangenen ge-



**Bild 8.2. Einfacher Tiefpaß 1. Ordnung mit einer Zeitkonstanten von  $C \cdot R$  Sekunden. Tiefe Frequenzen werden mit unwesentlichen Amplituden- und Phasenänderungen verarbeitet.**

wichteten Ausgangsimpulse auch noch, nachdem der gegenwärtige Impuls ausgegeben wurde (Bild 8.3).

Ziel ist es, die Verarbeitung eines Rechteckssignals zu demonstrieren, dessen Grundfrequenz in der Nähe der Grenzfrequenz des Filters liegt. Betrachtet man die Charakteristik des analogen Filters in Bild 8.3, so wird deutlich, daß hinter dem Frequenzknick das Eingangssignal mit  $-20$  dB pro Dekade abnimmt. Die Amplitudendämpfung geht mit einer progressiven Phasenverschiebung im Bereich von  $0,1f_1$  und  $10f_1$  einher und erreicht  $-90^\circ$ , wenn die Frequenz gegen unendlich geht.

Die meisten Voruntersuchungen wurden bereits in den Teilen 3 und 4 dieser Serie durchgeführt. Die Ergebnisse sollen den Grundstock bilden, wenn es an die Untersuchung des Signalverlaufs geht, der entsteht,

**Bild 8.3. Das abgetastete Eingangssignal stellt eine Impulsfolge dar, deren Elemente den Abstand  $T$  aufweisen.**

wenn man ein diskretes Rechteckssignal mit der in Bild 8.4 gezeigten Impulsantwort faltet.

Um die Terme der Folge zu erhalten, verschiebt man die inverse Impulsantwort so lange nach rechts, bis sich die beiden Folgen überlappen. Das Ergebnis ist:

$$\begin{aligned}
 y(0) &= 0,5 \\
 y(1) &= 0,75 \\
 y(2) &= 0,875 \\
 y(3) &= 0,4375 \\
 y(4) &= 0,6875 \\
 y(5) &= 0,8125 \\
 y(6) &= 0,8750 \\
 y(7) &= 0,4375 \\
 y(8) &= 0,1875 \\
 y(9) &= 0,0625
 \end{aligned}$$

Diese Werte sind in Bild 8.5 dargestellt. Der exponentielle Verlauf des Ausgangssignals impliziert, daß die digitale Signalverarbeitung mit der des einfachen Tiefpaß-Filters aus Bild 8.2 identisch ist.

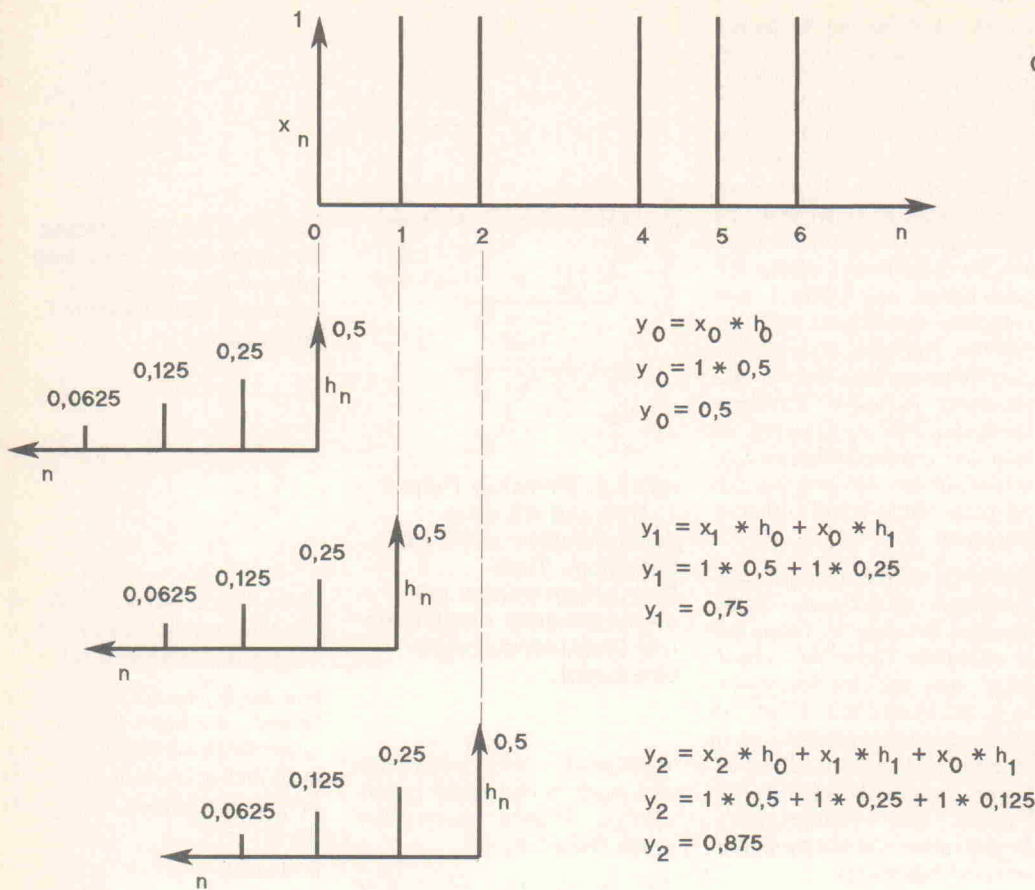
Die Faltung im Zeitbereich entspricht einer Multiplikation im Frequenzbereich. Dieser Verarbeitungsschritt ist mit der Multiplikation des Frequenzspektrums des Signals mit der Frequenzantwort des Systems identisch. Das Produkt entspricht der Filterung. Vieles geht aus der Fourierreihenbeschreibung eines Rechteckssignals mit der Amplitude  $\pm 1$  V und der Frequenzantwort eines Tiefpasses 1. Ordnung hervor. Bild 8.6 zeigt die Spektraleigenschaften und demonstriert, wie sich die Operationen im Zeit- und Frequenzbereich gleichen.

Bild 8.6a zeigt, wie das Rechteckssignal am Eingang in seine sinusförmige Grundwelle und



Eingangssequenz

Impulsantwort



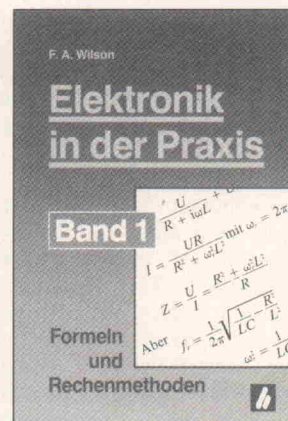
**Bild 8.4.** Die grafische Faltung eines Rechtecks und der Impulsantwort erhält man, indem man die zeitinverse Impulsantwort unter den interessierenden Abtastwert schiebt. Die Summe der Kreuzprodukte der zusammentreffenden Impulse stellt die Faltung dieses Abtastwertes mit der Impulsantwort des Systems dar.

# Symbiose von Theorie und Praxis



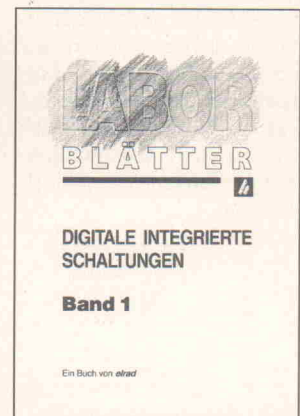
Der erste Band der dreiteiligen Buchreihe beschäftigt sich mit den Grundlagen der Elektrotechnik sowie mit einfachen passiven Bauelementen und deren elektrischem Verhalten. Eine größere Anzahl einfacher Versuche, die problemlos nachzuvollziehen sind, und detaillierte Fragen zu jedem Kapitel erleichtern den Einstieg in die Materie.

Broschur, 292 Seiten  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-33-2



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

Broschur, 224 Seiten  
DM 32,—  
ISBN 3-922705-40-5



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

Festeinband, 110 Seiten  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-80-4

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 91/2/1



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



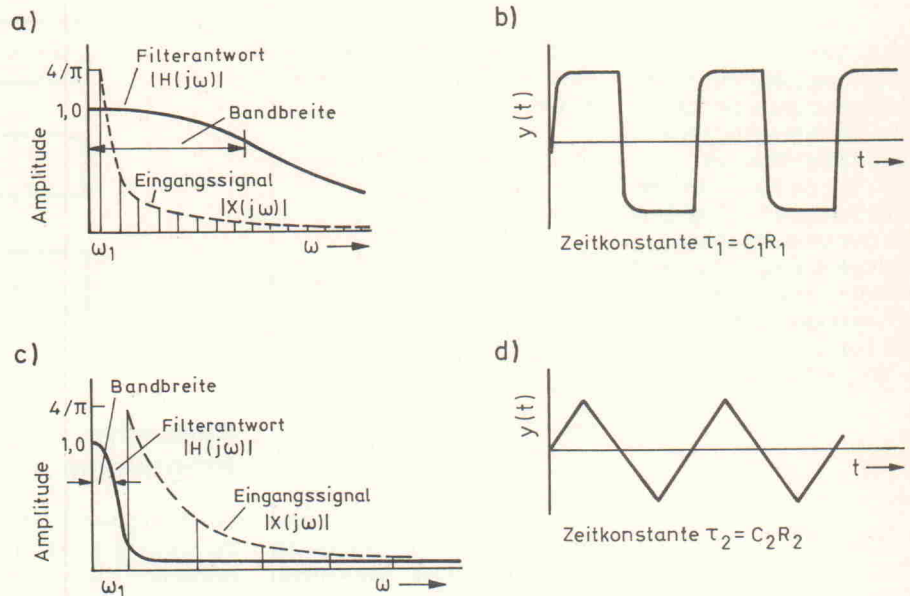
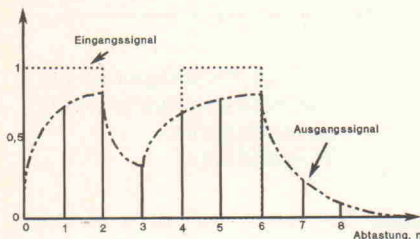
unendlich viele Harmonische zerlegt werden kann. Ein Vergleich der Spektrallinien des Signals und des Filterbereichs zeigt, daß eine signifikante Anzahl der Harmonischen im Durchlaßbereich des Filters liegen. Trotz der schwachen Amplitudendämpfung in diesem Bereich tritt eine signifikante Phasenverschiebung auf. Der re-

sultierende Effekt sind die in Bild 8.6b gezeigten kleinen, exponentiellen Rundungen an den Flanken des Ausgangssignals. Verringert man die Bandbreite des Filters bei konstanter Eingangsfrequenz (Bild 8.6c), weist das Ergebnis eine nennenswerte Amplitudendämpfung und eine nahezu konstante Phasenverschiebung von  $90^\circ$  auf.

Bevor es daran geht, die Signalverarbeitungs-Charakteristik eines analogen Filters 1. Ordnung in Software zu gießen, zunächst kurz zurück zur Impulsantwort  $h(n)$ . Diese bestand aus der einfachen Folge 0,5, 0,25, 0,125, 0,0625. Nach dem vierten Term erfolgte ein Abbruch, um die Berechnung zu vereinfachen. Will man das Verhalten des Sy-

**Bild 8.6. Die Multiplikation im Frequenzbereich stimmt mit der Faltung im Zeitbereich überein. Der Einfluß einer verringerten Bandbreite bei konstanter Frequenz des Rechtecksignals wird im Frequenz- (a, c) und Zeitbereich (b, d) gezeigt.**

**Bild 8.5. Die Signalverarbeitung verringert einige Harmonische höherer Ordnung und führt zu einer zeitlichen Verzögerung. Die verbleibenden Harmonischen werden am Ausgang aufsummiert und ergeben das gezeigte exponentielle Ausschwingen.**



## Erstklassige Zweitbände

### LABOR BLÄTTER Band 2

AUDIO und  
NIEDERFREQUENZ

Ein Buch von ELRAD

Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, *Audio und Niederfrequenz*, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift *ELRAD* veröffentlichten Grundsaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

Gebunden, 130 Seiten  
DM 34,80—  
ISBN 3-922705-81-2

Broschur, 358 Seiten  
DM 39,80  
ISBN 3-922705-41-3

F. A. Wilson

### Elektronik in der Praxis

Band 2

Formeln  
und  
Rechenmethoden

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

Erscheint Frühjahr 1992  
DM 34,80  
ISBN 3-922705-34-0

A. J. Dirksen

### ELEKTRONIK ELEMENTAR

Band 2

WECHSELSTROMTECHNIK

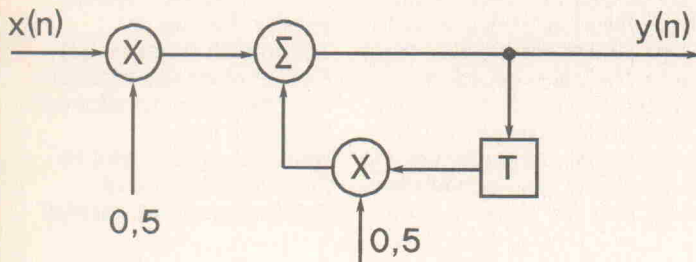
Dieser Band der dreiteiligen Buchreihe behandelt die Wechselstrom- und Impulstechnik. Ausgehend von den elektrotechnischen Grundlagen erfolgt dabei besonders eine Untersuchung des Verhaltens einfacher RC- und RL-Glieder sowie ihres Einflusses auf den Verlauf der Ausgangsspannung dieser Grundsaltungen. Einfache Versuche und Fragen erleichtern den Lernprozeß.

HEISE

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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 91/2/2





**Bild 8.7. Das Verzögerungselement T im Rückkopplungsweig hält das Ausgangssignal genau um ein Abtastintervall zurück, um es dann auf den Summationspunkt zu geben, wo es mit dem aktuellen, gewichteten Eingangssignal  $x(n)$  addiert wird. Das Ausgangssignal  $y(n)$  erhält so die Form  $0,5 \cdot x(n) + 0,5 \cdot y(n-1)$ .**

stems vollständig beschreiben, lautet die Impulsantwort des Filters:

$$h(t) = 0,5 \delta(t) + 0,25 \delta(t-T) + 0,125 \delta(t-2T) + 0,0625 \delta(t-3T) \dots$$

Um von dort in den komplexen Frequenzbereich zu gelangen, muß man die Laplace-Transformation der Impulsantwort bestimmen:

$$H(s) = 0,5 + 0,25 e^{-sT} + 0,125 e^{-2sT} + 0,0625 e^{-3sT} + \dots$$

Unter Verwendung der z-Transformation, zur Abbildung der verzögerten und gewichteten Abtastwerte, kann man schreiben:

$$H(z) = 0,5 z^0 + 0,25 z^{-1} + 0,125 z^{-2} + 0,0625 z^{-3} + \dots$$

Wer an dieser Stelle erkennt, daß dies eine unendliche geometrische Reihe darstellt, kann  $H(z)$  auch einfacher darstellen:

$$H(z) = \frac{0,5}{(1 - 0,25 z^{-1})}$$

Der Zusammenhang zwischen den verarbeiteten Abtastwerten am Ausgang  $Y(z)$  und den Eingangswerten  $X(z)$  ist:

$$Y(z) = X(z) \cdot H(z)$$

$$Y(z) = \frac{0,5 X(z)}{(1 - 0,25 z^{-1})}$$

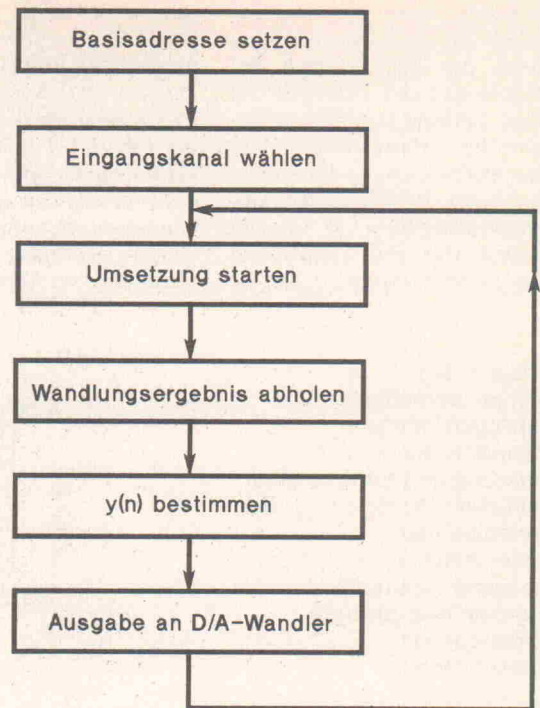
Über Kreuz multipliziert ergibt das:

$$Y(z) \cdot (1 - 0,25 z^{-1}) = 0,5 \cdot X(z)$$

Damit erhält man folgenden Zusammenhang, der das Verhalten des Filters beschreibt:

$$y(n) = 0,5 \cdot x(n) + 0,5 \cdot y(n-1),$$

wobei  $x(n)$  den aktuellen Abtastwert am Eingang,  $y(n)$  den aktuellen Wert am Ausgang und  $y(n-1)$  dessen Vorgänger darstellt. Bild 8.7 zeigt die Signalverarbeitungs-Operationen für diesen Fall.



**Bild 8.8. Flußdiagramm für die rekursive Realisierung eines digitalen Tiefpaßfilters.**

## Rekursive Programme

Ein Computer kann derartige Berechnungen mit Leichtigkeit ausführen. Die rekursive Realisierung des Filters (Bild 8.8) hat den Vorteil, daß nur eine endliche Anzahl von Iterationen notwendig ist, um den Signalverlauf vollständig zu berechnen. Die andere Möglichkeit ist, das Filter oder das System durch eine unendliche Impulsantwort zu beschreiben.

Durch den Einsatz des Programms in Listing 8.2 erhält man einen digitalen Tiefpaß, der alle 160 Ms abtastet und in Echtzeit arbeitet.

## Fehlerquellen

Der Vergleich des auf diese Weise gewonnenen Ausgangssignals mit dem Resultat, das man durch Faltung erhalten würde, zeigt eine winzige Abweichung im vierten Term. Diese relativ geringe numerische Inkonsistenz ist darin begründet, weil wir die Impulsantwort abgeschnitten haben. So kann dieses theoretische Beispiel gleichzeitig als Illustration der praktischen Gefahren dienen, denen man sich bei Berechnungen auf Computern aussetzt, da deren Arithmetik auf endliche Wortbreiten beschränkt ist.

Wenn sowohl das Signal als auch die Koeffizienten der Übertragungsfunktion durch Binärwerte ausgedrückt wer-

den, ist jede numerische Berechnung fehlerbehaftet. Eine prinzipielle Fehlerquelle ist der auf ganzzahlige Werte beschränkte Ausgang des A/D-Wandlers. Dieser Fehler liegt bei einem 8-Bit-Wandler im Bereich von 0,2 % des Gesamtbereichs. Natürlich erzeugen 12-Bit- und 16-Bit-Wandler einen geringeren Quantisierungsfehler, jedoch auf Kosten der Wandlungsgeschwindigkeit.

Potentiell gefährlicher ist eine ungenaue Angabe der Koeffizienten eines rekursiven Filters, da Rundungsfehler die Pole des Systems aus dem Einheitskreis herauschieben können. Das Ergebnis ist Instabilität. Ein akzeptabler Kompromiß ist, die Koeffizienten auf vier oder fünf Dezimalstellen genau anzugeben. Beim Erreichen der dynamischen Grenzen des Systems wird die Verarbeitung unlinear, was zum Kollaps des Digitalfilters führt.

```

/*****
 * DIGITALES TIEFPASS FILTER *
 * y(n) = 0.5x(n) + 0.5y(n-1) *
 *****/

#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#define BASE 768
main()
{
    unsigned int contents,output;
    unsigned int old_output;
    outp(BASE,1);

    /*-----
     KANAL-AUSWAHL
     -----*/

    start:outp(BASE + 2,0);

    /*-----
     WANDLUNG STARTEN
     -----*/

    contents = inp(BASE + 2);

    /*-----
     PORT LESEN
     -----*/

    contents = 0.5 * contents;
    output = contents + old_output;
    outp(BASE + 4,output);
    old_output = 0.5 * output;

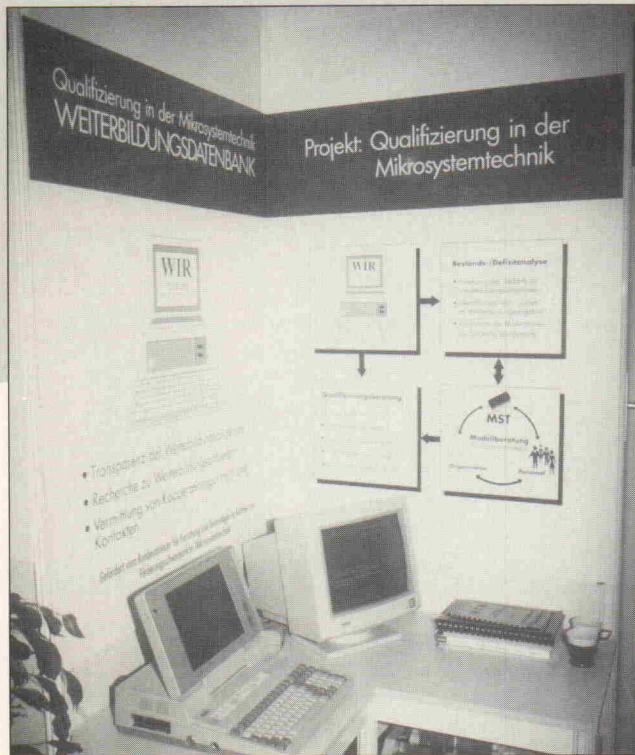
    /*-----
     REKURSIVE ÜBERTRAGUNGSFUNKTION
     y(n) = 0.5 * x(n) + 0.5 * y(n-1)
     -----*/

    goto start;
}
    
```

**Listing 8.2**



# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung



## WIR für Mikrosystemtechnik

### Weiterbildung: Datenbank mit 640 Anbietern

Im Dschungel der Weiterbildungsangebote fällt die Orientierung nicht leicht; eine 'kartografische Erfassung' war überfällig. WIR (Weiterbildung, Information, Recherche) ist eine Weiterbildungsdatenbank für Schlüsseltechnologien. Sie hilft kleinen und mittelständischen Unternehmen, ihre Mitarbeiter für neue Anforderungen zu qualifizieren. Mit 640 Anbietern ist sie die größte überregionale Datenbank im Bereich der 'Neuen Technologien'.

Die VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH in Berlin (VDI/VDE-IT) bietet im Rahmen des Förderschwerpunktes Mikrosystemtechnik (MST) des Bundesministers für Forschung und Technologie Hilfe für alle bei der Entwicklung oder beim Einsatz von Mikrosystemtechniken auftretenden Qualifizierungsfragen an. Hierdurch wird der Erkenntnis

Rechnung getragen, daß vielfach gerade für kleine und mittelgroße Unternehmen die Qualifikation der Mitarbeiter ein nicht zu unterschätzendes Innovations-Nadelöhr ist. Aufgrund der Komplexität eines Mikrosystems sind alle betrieblichen Funktionsbereiche – nicht nur die technischen Abteilungen – von Qualifizierungsproblemen betroffen.

In diesem Zusammenhang können Anfragen zu Weiterbildungsangeboten im Schlüsselbereich Mikrosystemtechnik an die VDI/VDE-IT gerichtet werden. Die Themen verteilen sich auf folgende Bereiche:

- Technik/Technologie
- Finanzen/Organisation/Recht/Unternehmensführung
- Personalwirtschaft/Qualifizierung/Arbeitnehmervertretung
- Überbetriebliche Überblickveranstaltungen

Die Datenbank WIR vermittelt Ansprechpartner zu 173 Themenbereichen bei Weiterbildungsanbietern im ganzen Bundesgebiet, wobei der Schwerpunkt auf den alten Bundesländern einschließlich Berlin liegt. Die Recherche-Ergebnisse enthalten Informationen über die Anbieter, und zwar die folgenden primären Planungsdaten:

Anbieter:

Name der Firma/des Instituts, die Kommunikationsdaten Adresse, Telefonnummer, Telefax u. a. Informationen über Veranstaltungsformen, Teilnehmerkreise und Veranstaltungsorte

Ansprechpartner:

Ansprechpartner für das recherchierte Thema mit Durchwahl sowie die MST-Themen, für die der Ansprechpartner außerdem zuständig ist

Die Informationsbögen enthalten somit einen konzentrierten Überblick über alle MST-relevanten Themen, die der Anbieter im Programm hat. Dies läßt auf die inhaltlichen Schwerpunkte sowie dessen spezifische Kompetenz schließen und er-

laubt dem Interessenten, das Profil des Anbieters für sich selbst bewerten zu können.

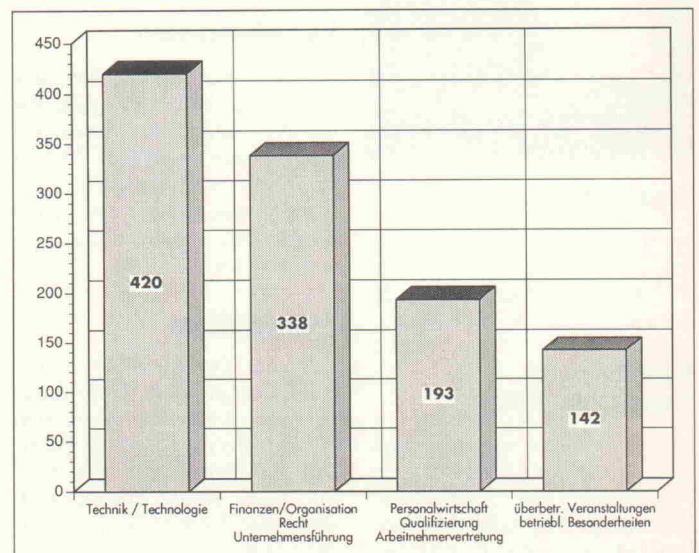
Die Konzeption von WIR als eine Profildatenbank hat weitere Vorteile gegenüber einer reinen Veranstaltungsdatenbank:

- Die Informationen sind aktueller, da leichter pflegbar. Die Datenbank wird durch periodische Mailings aktualisiert.
- Datenleichen, wie sie oft unvermeidbar in Veranstaltungsdatenbanken zu finden sind, werden vermieden.

– Weiterbildungsinteressierte finden immer den für das Thema verantwortlich zeichnenden Ansprechpartner und können die Modalitäten für eine Weiterbildungsmaßnahme direkt mit den kompetenten Personen besprechen, von denen sie im Beratungsgespräch gleichzeitig aktuelle und detaillierte Auskünfte über eine Veranstaltung erhalten.

– WIR enthält daher auch Veranstalter, die kurzfristig Kurse planen können und deren Termingestaltung flexibel ist – eine besonders im Bereich Kundens Schulung/Einweisung ja durchaus übliche und notwendige Praxis. Zudem erlaubt dies auch die Aufnahme von Angeboten aus dem Bereich der Hochschulen (Fern-, Aufbau- und Kontaktstudium) sowie einschlägiger Institute.

**Technik und Technologie liegen vorn: die Verteilung der Anbieter in WIR.**





Da WIR nicht online arbeitet, findet die Datenbankrecherche 'im Auftrag' statt. Interessenten teilen schriftlich oder telefonisch das gewünschte Thema mit sowie die Region, in der die gesuchte Weiterbildungsmaßnahme stattfinden soll; alternativ kann ein 'Recherchebogen' mit der Liste aller Weiterbildungsthemen angefordert werden. Die Kosten einer Recherche errechnen sich aus dem Grundpreis DM 50,- zuzüglich DM 0,20 je gefundenem Datensatz.

Nachfrager nach Weiterbildungsinformationen sind in erster Linie kleine und mittlere Unternehmen. Grundsätzlich steht die Datenbank jedoch allen Interessentengruppen zur Verfügung.

Weiterbildungsanbieter können – ebenfalls bei der unten angegebenen Adresse – den Aufnahmebogen mit den zugehörigen Informationen anfordern. Die Aufnahme in WIR ist kostenfrei.

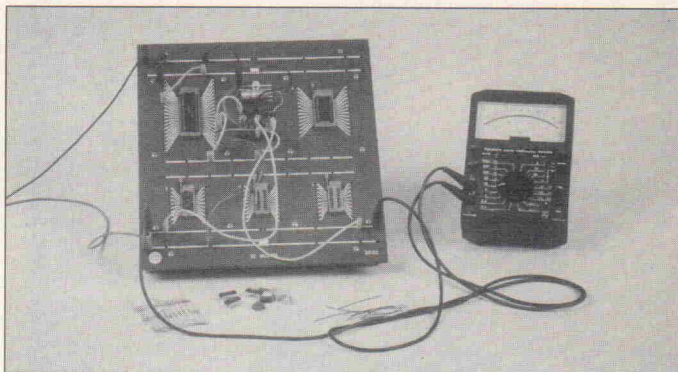
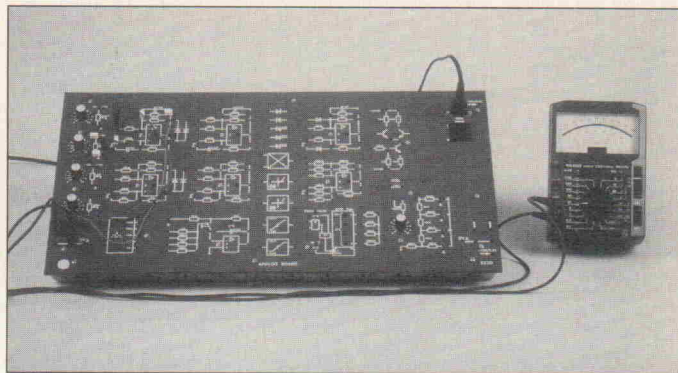
VDI/VDE Informationstechnik GmbH  
Alfons Botthof  
Budapester Straße 40  
1000 Berlin 30  
Tel.: 0 30/2 64 89-1 95  
Fax: 0 30/2 64 89-1 41

## Flexible Übungssysteme

Lernmittelhersteller hps System Technik bietet mit dem Analog-Board Typ 3220 ein universelles Lehr- und Übungsgerät für lötfreie Aufbauten in den Bereichen Analog-, Rechen-, Hybrid- und Regelungstechnik an. Das Board verfügt unter anderem über einen Multiplizierer und eine eigene Stromversorgung, ist gegen Fehlschaltungen geschützt und kann auch in Verbindung mit dem IC-Board 3530 eingesetzt werden.

Zum Analog-Board gibt es ein Handbuch 'Einführung in die Analogtechnik', das zahlreiche Versuche von Grundsaltungen mit OpAmps bis hin zu komplexen Aufbauten wie AD/DA-Wandler enthält. Das Buch ist in einen Aufgaben- und einen Lösungsteil gegliedert.

Das IC-Board kann außer im Analogbereich auch für Versuche zur Digital-, Mikroprozessor-, Nachrichten- sowie zur Steuer- und Regelungstechnik eingesetzt werden. Seine hohe Flexibilität liegt unter anderem



in der Wahlfreiheit der Betriebsspannungen; es lassen sich auch mehrere IC-Boards zusammenschalten.

hps System Technik  
Postfach 10 17 07  
W-4300 Essen  
Tel.: 02 01/4 27 77  
Fax: 02 01/41 06 83

## Das bringen

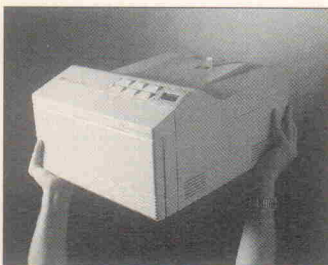
Änderungen vorbehalten



Heft 2/92  
ab 16. Januar  
am Kiosk



Heft 1/92  
ab 19. Dezember  
am Kiosk



### Laser light

Es wird immer tragbarer, sich einen Laserdrucker zu leisten. c't testet die Schönschreiber in der Preisklasse um 2000 Mark.

### Näherung mit neuronalem Netz

Mit neuronalen Netzen gelingt auch die Approximation von Funktionen und Meßwerten. Nach dieser Methode arbeitende Programme (in BASIC und Pas-

cal) zeigen sich den üblichen Verfahren in vielerlei Hinsicht überlegen.

### Im Farbenrausch

Von Monochrom oder NoColor ausgehend, ist die Entwicklung der PC-Grafikkarten inzwischen bei HiColor angelangt. Genau 32 768 Farben tummeln sich bei Karten mit einem speziellen RAM-DAC gleichzeitig auf dem Schirm.

### Farbe spritzen

Der neue DeskJet 500C ist ein preisgünstiger Farb-Tintendrucker auf Basis des bewährten HP-DeskJet. Wer farbige Grafiken auf Papier oder gar Folie mit nach Hause tragen will, sollte den Bericht in der nächsten c't lesen.



### Westentaschen-Unix

Tragbares Unix auf Portables und Laptops 'geht'. Die nächste Stufe der Miniaturisierung: Notebooks – mittlerweile mit hinreichender Hardware-Basis für Unix-Installation. Geht das wirklich? Macht das Sinn?

### Universeller Wandler

Es liegt im Sourcecode vor, ist frei verfügbar und funktioniert nach einem genial trivialen Prinzip: Jef Poskanzers 'Extended Portable Bitmap Toolkit',

ein Wandler für Bildformate, der mit schwarzweißen, farbigen und Graustufen-Formaten arbeitet. Das Prinzip: jeweils ein Zwischenformat, in das und aus dem fast jedes gängige Format gewandelt werden kann.

### Unix und Umweltschutz

Kein Naturschützer glaubt noch an die Rettung der Nordsee. Trotzdem unterhält die Universität Hannover ein Simulationsprogramm unter Unix. Thema: Küsten- und Umweltschutz. Ist die Zukunft der Umwelt Unix-basiert?

### Mach für PCs

Ein Unix mehr für die 386er-Welt. Neben den System-V-Derivaten steht jetzt auch Mt. Xinu's Mach für PCs zur Wahl – das Betriebssystem, das bei der Konzeption von OSF/1 Pate stand.



## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Im  
**Haus der Technik e.V.**  
Hollestr. 1  
W-4300 Essen  
finden folgende Veran-  
staltungen statt:

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

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

11. 02. 1992  
Seminar Nr. F-48-201-047-2-P  
**Das Naturschutzrecht in  
den alten Bundesländern**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 330,-  
Nichtmitglieder DM 350,-  
Veranstaltungsort: Potsdam

13. 02. 1992  
Seminar Nr. S-38-201-032-2-P  
**Produkthaftung in der EG  
– was der Praktiker zu berück-  
sichtigen hat**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 470,-  
Nichtmitglieder DM 490,-  
Veranstaltungsort: Berlin

27. 02. 1992  
Seminar Nr. S-28-203-029-2-P  
**Grundlagen des Umweltstraf-  
rechts**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 350,-  
Nichtmitglieder DM 370,-  
Veranstaltungsort: Berlin

30. + 31. 03. 1992  
Seminar Nr. S-38-303-032-2-P  
**Qualitätssicherung**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 550,-  
Nichtmitglieder DM 575,-  
Veranstaltungsort: Berlin

Die  
**Physik Instrumente (PI)  
GmbH & Co**  
Siemensstr. 13-15  
W-7517 Waldbronn  
veranstaltet folgende  
Seminare:

10. 03. 1992  
**PC-Motorsteuerung**  
Teilnahmegebühr: DM 250,-  
Ort: Waldbronn

12. 03. 1992  
**PC-Motorsteuerung**  
Teilnahmegebühr: DM 250,-  
Ort: München

**Otti-Fortbildung**  
Martin-Luther-Str. 10  
W-8400 Regensburg  
bietet folgende Seminare  
an:

**Produkthaftung in der betrieb-  
lichen Praxis für Ingenieure**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 490,- (1 Tag)  
Nichtmitglieder DM 570,- (1 Tag)  
Beide Tage:  
Mitglieder DM 810,-  
Nichtmitglieder DM 890,-  
24. + 25. 03. 1992

**Oberflächenmontagetechnik**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder DM 820,-  
Nichtmitglieder DM 880,-  
Seminar:

Die  
**Inform GmbH Aachen**  
Pascalstr. 23  
W-5100 Aachen 1  
gibt folgende Seminare  
und Workshops bekannt:

**Industrielle Anwendung  
der Fuzzy Logic**  
16. 01. 1992  
17. 02. 1992  
20. 03. 1992  
Teilnahmegebühr: DM 729,60

Workshop:  
**Industrielle Anwendung in der  
Fuzzy Logic**  
13. + 14. 01. 1992  
03. + 04. 02. 1992  
24. + 25. 02. 1992  
23. + 24. 03. 1992  
Teilnahmegebühr:  
DM 1.276,80

Workshop:  
**Praktische Anwendungen  
der Fuzzy-Technologien**  
10. 02. 1992  
Teilnahmegebühr: kostenfrei  
Anmeldeschluß: 24. 01. 1992  
Ort: Airport-Conference-Center  
Frankfurt/Main

### Fachenglisch

Die enger werdenden wirt-  
schaftlichen und kulturellen  
Beziehungen in Europa haben  
bereits dazu geführt, daß der  
Beherrschung von Fremdsprach-  
en ein höherer Stellenwert  
insbesondere in der beruflichen  
Praxis beigemessen wird. Die  
Firma Sprachreisenvermittlung  
Rita Freitag, Düsseldorf, stellt  
dazu fest, daß der europäische  
Binnenmarkt, der Ende 1992  
seine Vollendung erhalten soll,  
noch nicht reibungslos funk-  
tioniert; wesentlicher Grund hier-  
für sei die heterogene Kommuni-  
kation in der multikulturellen  
europäischen Gesellschaft,  
die das Überwinden der Sprach-  
barrieren zu meistern hat.

Die Erfahrung zeige, so die  
Düsseldorfer Firma, daß in  
den Hochlohnländern weitere  
Produktivitätsfortschritte nur  
mit verbesserten beruflichen  
Fähigkeiten der Arbeitskräfte  
zu erreichen sind und daß die  
Fremdsprachenkenntnisse für

Wirtschaftszweige mit starker  
Handelsverflechtung als ein  
Schlüssel zum Erfolg angese-  
hen werden müßten.

Mit einem Polytechnikum in  
Südengland hat die Firma jetzt  
ein Fachsprachen-Seminar für  
deutsche Ingenieure und Tech-  
niker ausgearbeitet, das in  
zweiwöchigen Intensivkursen  
technisch-wissenschaftliches  
Englisch jeweils in den Fach-  
richtungen Elektronik, Elek-  
trotechnik und Maschinenbau  
vermittelt. In anderen Sparten,  
zum Beispiel Weltraumtechnik  
und Metallographie, wird Fach-  
englisch als Gruppen- und  
Einzelunterricht angeboten.  
Aufgrund des großen bisher-  
igen Erfolgs rechnet man 1992  
mit 450 bis 500 Seminarteil-  
nehmern.

Sprachreisen-Vermittlung  
für technische Berufe  
Rita Freitag  
Postfach 12 05 40  
W-4000 Düsseldorf 12  
Tel.: 02 11/29 68 89  
Fax: 02 11/29 59 61

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

## Elektronik wird transparent...

...mit dem hps Training-System ELEKTRONIK-BOARD.

Das ELEKTRONIK-BOARD ist ein universelles Lehr-, Lern- und Übungsgerät für die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik in Aus- und Weiterbildung. Der modulare Aufbau erlaubt Versuche mit allen wesentlichen Schaltungen: **Gleich-, Wechsel- und Drehstromtechnik · Kennlinien von Dioden und Transistoren · Kennlinien von Thyristoren und Triacs · Verstärkerschaltungen · Oszillatorschaltungen · Modulatoren und Demodulatoren · Kippschaltungen · Netzteilschaltungen · Schaltspannungsregler und Gleichspannungswandler · Schaltungen der Leistungselektronik.** Wir informieren Sie gern näher.



**SystemTechnik**

Lehr- + Lernmittel GmbH, Postfach 1017 07, D-4300 Essen 1, Tel.: 02 01-4 27 77, Fax 02 01-41 06 83

Einladung zum Dialog:  
Interschul '92, Dortmund,  
2.- 21.2. Halle 5



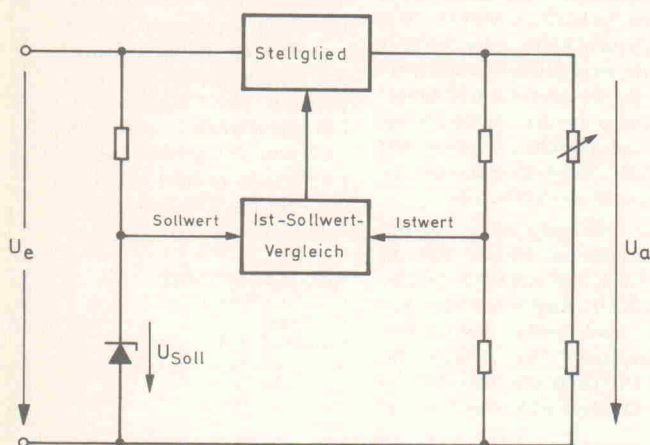


# Verlustleistung von Spannungsreglern

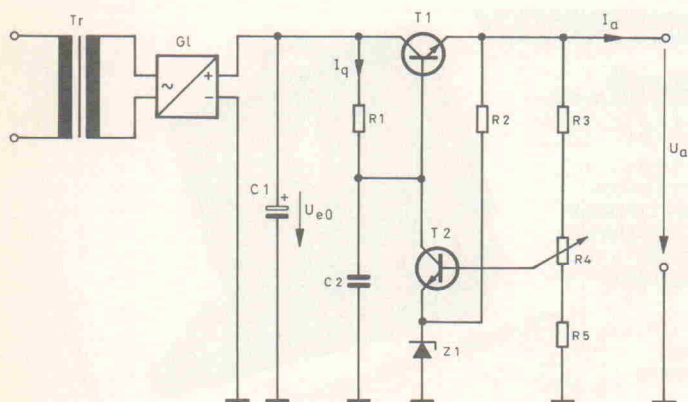
Zum Betreiben elektronischer Geräte ist man auf hochkonstante Speisespannungen angewiesen, die im allgemeinen ein Spannungsregler in Form eines ICs oder einer diskreten Schaltung bereitstellt. Doch jeder Regelvorgang weist Verluste auf – auch ein Spannungsregler setzt eine zumeist nicht vernachlässigbare Verlustleistung in Wärme um. Das Stellglied im Spannungsregelkreis muß diese Verlustleistung verkraften können.

Bei der Entwicklung von Netzteilen ist es unabdingbar, die maximal mögliche Verlustleistung am Spannungsregler – den ‘Worst-case-Fall’ – zu berechnen. Auf den ersten Blick scheint dies keine großen Probleme aufzuwerfen. Will man die Zusammenhänge allerdings umfassend untersuchen, kommt man an Extremwertberechnungen nicht vorbei.

Bild 1 zeigt das Grundprinzip eines Reglers für Konstantspannungen. Aufgabe des Spannungsreglers ist es, die Ausgangsspannung  $U_a$  durch einen Soll-Istwert-Vergleich auf einem konstanten Wert zu halten. Die praktische Schaltung eines Spannungsreglers ist in Bild 2 zu sehen. Aus



**Bild 1. Grundprinzip eines Spannungsreglers.**



**Bild 2. Praktische Schaltung eines diskret realisierten Spannungsreglers.**

der nicht konstanten Eingangsspannung  $U_e$  erzeugt er die konstante Ausgangsspannung  $U_a$ .

Über dem Stellglied – in Bild 2 ist dies der Längstransistor T1 – fällt die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung ab:

$$\Delta U = U_e - U_a$$

Dabei gilt die Bedingung:

$$U_e > U_a$$

Das Stellglied setzt eine in den meisten Fällen nicht vernachlässigbare Verlustleistung  $P_r$  in Wärme um. Diese ist proportional zum Ausgangsstrom  $I_a$  und zum Spannungsabfall  $\Delta U$  am Regler:

$$P_r = \Delta U \cdot I_a$$

$$P_r = (U_e - U_a) \cdot I_a$$

Den Spannungsregler speist in aller Regel ein Transformator mit nachgeschaltetem Gleichrichter und Glättungskondensator. Die am Glättungskondensator anstehende Spannung  $U_c$  ist nicht konstant, sondern ändert sich in Abhängigkeit vom Belastungsstrom. Damit ändert sich aber die Größe  $\Delta U$  und folglich auch die Verlustleistung am Stellglied. Aus diesem Grund ist für Verlustleistungsbetrachtungen das Verhalten der Spannung  $U_c$  zu berücksichtigen. In einem Ersatzschaltbild kann man den Transformator, den Gleichrichter sowie den Glättungskondensator vereinfachend durch eine Spannungsquelle mit Innenwiderstand ersetzen, wie es in Bild 3 dargestellt ist. Für die Spannung  $U_c$  gilt somit die Funktionsgleichung einer Spannungsquelle:

$$U_e = U_{e0} - I_e \cdot R_i$$

Hierbei steht die Größe  $U_{e0}$  für die Leerlaufspannung,  $R_i$  für den Innenwiderstand und  $I_e$  für den Ausgangsstrom der Spannungsquelle.

Der Regler selbst kann sehr unterschiedlich aufgebaut sein. Für die folgenden Betrachtungen ist die Schaltung des Spannungsreglers jedoch nicht relevant, so daß eine Darstellung als Black box (Bild 3) genügt. In jedem Fall entnimmt der Spannungsregler der Spannungsquelle einen zum meist relativ geringen Betriebsstrom  $I_c$ . Schaltet man den Regler an die Spannungsquelle, so kann man für den Strom  $I_c$  folgende Gleichung aufstellen:

$$I_e = I_a + I_b$$

Ferner gilt für die Spannung  $U_a$ :

$$U_e = U_{e0} - (I_a + I_n) \cdot R_i$$

Die Funktionsgleichung für die Verlustleistung  $P_r$  am Stellglied erhält man durch Einsetzen von  $U_e$  in die Ausgangsgleichung:

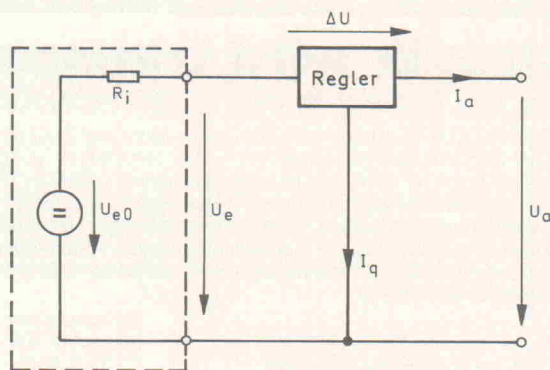
$$P_r = ((U_{e0} - (I_a + I_0) \cdot R_i) - U_a) \cdot I_a$$

Diese Formel ist sehr unübersichtlich, so daß einige Umformungen angebracht sind. Zunächst erfolgt das Einmultiplizieren der Terme  $R_i$  und  $I_a$ :

$$P_r = ((U_{e0} - (I_a \cdot R_i + I_a \cdot R_i) - U_a) \cdot I_a$$

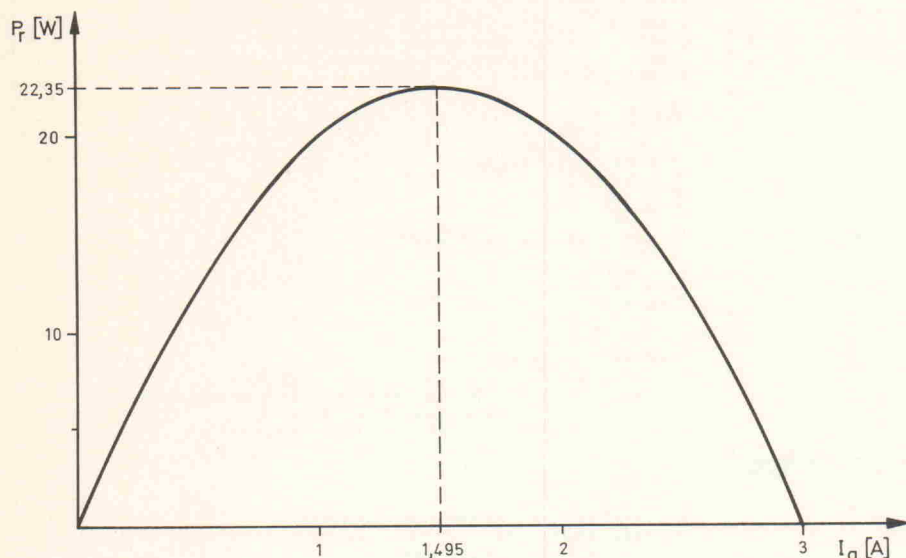
$$P_r = (U_{e0} - I_a \cdot R_i - I_d \cdot R_i - U_a) \cdot I_a$$

$$P_r = U_{e0} \cdot I_a - R_i \cdot I_a^2 - I_q \cdot R_i \cdot I_a - U_a \cdot I_a$$



**Bild 3. Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle mit nachgeschaltetem Regler.**





**Bild 4. Verlustleistungsparabel für einen linearen Spannungsregler (siehe Text).**

Beim Aufbau eines derartigen Spannungsreglers ist dafür zu sorgen, daß diese Leistung während des Betriebs abgeführt werden kann.

Neben der maximalen Verlustleistung interessiert noch, welchen Wert der maximal entnehmbare Strom aufweist beziehungsweise ab welchem Ausgangsstrom die Bedingung

$$U_e > U_a$$

nicht mehr gewährleistet ist und die Schaltung ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen kann. Da die untere Grenze des Funktionsbereichs durch die leicht nachvollziehbare Bedingung

$$I_a \geq 0$$

Als Ergebnis erhält man eine quadratische Gleichung, in der alle Terme mit Ausnahme von  $I_a$  Konstanten sind. Somit lautet die Funktionsgleichung nach einer Umstellung:

$$P_r = f(I_a) = -R_i \cdot I_a^2 + I_a \cdot (U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a)$$

Diese Funktionsgleichung beschreibt die Abhängigkeit der Verlustleistung  $P_r$  des Stellglieds vom Ausgangsstrom  $I_a$ . Die Gleichung gilt nur unter den Bedingungen:

$$I_a \geq 0$$

$$U_e > U_a$$

Nach dem Umstellen der zweiten Bedingung lautet diese:

$$U_{e0} - (I_a + I_q) \cdot R_i > U_a$$

Bei der Dimensionierung des Stellglieds ist die maximal auftretende Verlustleistung zu berücksichtigen. Dieser Maximalwert läßt sich nunmehr exakt berechnen. Da es sich bei der Funktionsgleichung um eine quadratische Gleichung beziehungsweise um ein Polynom 2. Grades handelt, existiert maximal ein Extremwert. Dessen Berechnung erfolgt gemäß dem im letzten Beitrag angegebenen Verfahren. Für die erste Ableitung der Funktionsgleichung gilt:

$$P_r' = f'(I_a) = -2 \cdot R_i \cdot I_a + U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a$$

Die zweite Ableitung der Funktionsgleichung lautet:

$$P_r'' = f''(I_a) = -2 \cdot R_i$$

Der Wert der zweiten Ableitung ist eindeutig kleiner als Null. Beim untersuchten Extremwert handelt es sich somit – wie erwartet – um ein Maximum; es ist sogar ein absolutes Maximum. Durch Nullsetzen der ersten Ableitung erhält man die Lage des Extremwerts:

$$0 = -2 \cdot R_i \cdot I_a + U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a$$

$$2 \cdot R_i \cdot I_a = U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a$$

$$I_a = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i}$$

Mit den Werten  $R_i = 10 \Omega$ ,  $U_{e0} = 35 \text{ V}$ ,  $I_q = 10 \text{ mA}$  und  $U_a = 5 \text{ V}$  erhält man:

$$I_a = \frac{35 \text{ V} - 0,01 \text{ A} \cdot 10 \Omega - 5 \text{ V}}{2 \cdot 10 \Omega}$$

Bei einer Stromentnahme von  $I_a = 1,495 \text{ A}$  erreicht die Verlustleistung des Reglers ihren maximalen Wert. Die tatsächliche Höhe der Verlustleistung läßt sich durch Einsetzen in die Funktionsgleichung ermitteln:

$$P_r = -10 \Omega \cdot (1,495 \text{ A})^2 + 1,495 \text{ A} \cdot (35 \text{ V} - 0,01 \text{ A} \cdot 10 \Omega - 5 \text{ V})$$

$$P_r = 22,35 \text{ W}$$

geklärt ist, ist noch die obere Grenze zu berechnen. Hier liefern die Nullstellen der Funktionsgleichung den gesuchten Wert. Da es sich um eine quadratische Gleichung handelt, sind zwei Lösungen zu erwarten, die sich mit Hilfe der Lösungsformel leicht finden lassen. Zuvor ist die Formel auf die Normalform zu bringen. Dazu ist die unabhängige Variable  $I_a$  zu isolieren:

$$0 = -R_i \cdot I_a^2 + I_a \cdot (U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a)$$

$$0 = \frac{-R_i \cdot I_a^2 + I_a \cdot (U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a)}{-R_i}$$

$$0 = I_a^2 - I_a \cdot (U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a) / R_i$$

Nun kann man die Lösungsformel anwenden:

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

$$x_1 = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i} + \sqrt{\frac{(U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a)^2}{4 R_i^2}}$$

$$x_1 = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i} + \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i}$$

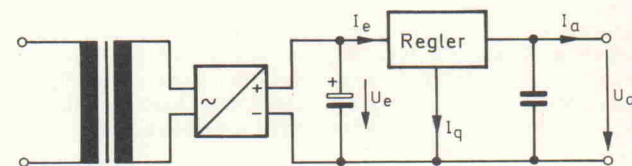
$$x_1 = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{R_i}$$

Mit den angegebenen Werten erhält man:

$$x_1 = \frac{35 \text{ V} - 0,01 \text{ A} \cdot 10 \Omega - 5 \text{ V}}{10 \Omega}$$

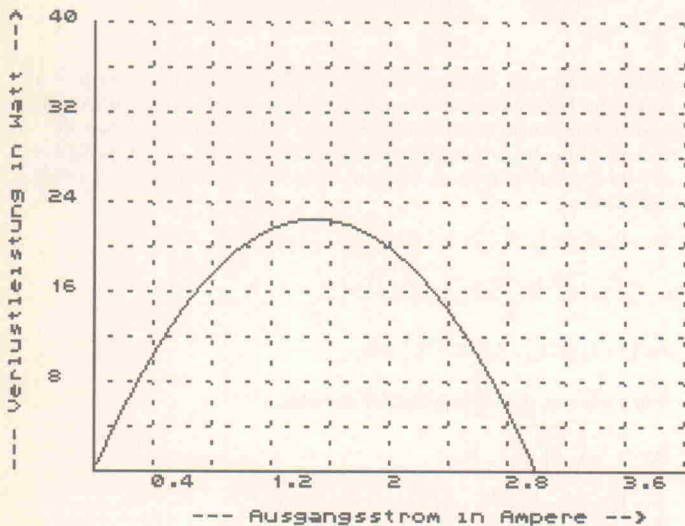
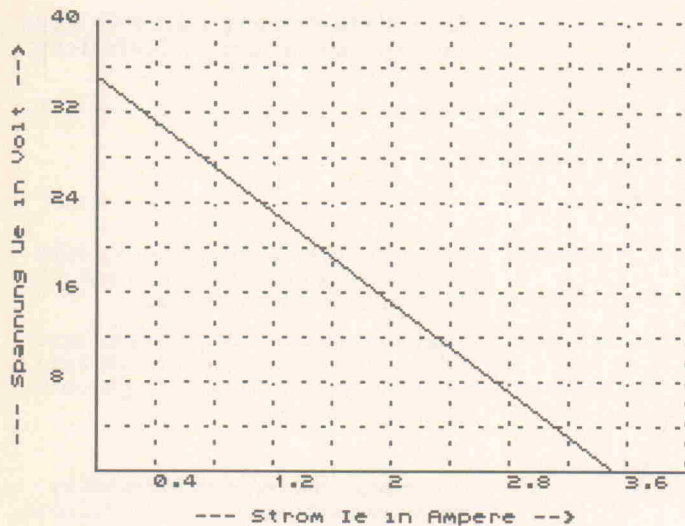
$$x_1 = 2,99 \text{ A}$$

Die zweite Nullstelle befindet sich bei:



**Bild 5. Die hier angegebenen Größen erwartet das BASIC-Programm als Vorgabe. Dabei ist die Spannung  $U_e$  für zwei Fälle anzugeben, und zwar für den belastungsfreien Fall (Leerlaufspannung) sowie für einen beliebigen Lastfall. Der (notfalls abzuschätzende) Reglerstrom  $I_q$  ist zumeist sehr viel kleiner als der Ausgangsstrom  $I_a$ .**





**Bild 6. Beispielausdruck für das angegebene Programmlisting.**

$$x_2 = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i} - \sqrt{\frac{(U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a)^2}{4 R_i^2}}$$

$$x_2 = \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i} - \frac{U_{e0} - I_q \cdot R_i - U_a}{2 \cdot R_i}$$

$$x_2 = 0$$

Aufgrund der technischen Zusammenhänge war das Ergebnis für  $x_2$  bereits bekannt – der berechnete Wert bestätigt lediglich die Zusammenhänge. Mit dem Ergebnis für  $x_1$  steht fest, daß spätestens bei  $I_a = 3$  A die Schaltung ihren Zweck nicht mehr erfüllt. In der Praxis fällt dieser Wert noch um einiges kleiner aus, da der Spannungsabfall am Regler stets größer als Null sein muß. Für die Berechnung wurde dieser notwendige Spannungsabfall der Einfachheit halber nicht berücksichtigt. Ein Blick auf den Funktionsgraphen in Bild 4 bestätigt die ermittelten Rechenergebnisse.

Den Abschluß dieser Folge bildet wieder ein kleines Computerprogramm in GFA-BASIC 2.0, das beim Entwurf eines Spannungsreglers behilflich ist. Nach dem Starten des Programms erfolgt zunächst eine Abfrage der in Bild 5 eingezeichneten vorzugebenden Größen. Anschließend erhält man die Kennlinien  $U_e = f(I_e)$  sowie  $P_r = f(I_e)$ . Ein Beispielausdruck ist in Bild 6 wiedergegeben. Das Ergebnis kann man vom Programm aus auch als Bildschirmgrafik abspeichern und gegebenenfalls mit anderen Programmen weiterbearbeiten.

```

REM ----- Ein Programm zur Berechnung der Verlustleistung -----
REM ----- an einem Spannungsregler -----
REM ----- Sprache: GFA-BASIC 2.0 -----
REM ----- Autor: F.-P. Zantis -----
CLS
GOSUB txt
GOSUB hinweis
GOSUB hauptmenue
ON ERROR GOSUB fehler
PROCEDURE 1
  ri=-ri
  ia=x
  pr=-ri*ia^2+ia*(u1-iq*ri-ua)
  y=pr
  ri=-ri
RETURN
PROCEDURE 2
  y=ri*x+b
RETURN
PROCEDURE hinweis
  PRINT AT(5,6);"Berechnung der Kennlinien für:"
  PRINT AT(5,8);"- die Spannung Ue am Glättungskondensator"
  PRINT AT(5,9);"- der Verlustleistung am Stellglied"
  PRINT AT(5,9);"(z.B. Festspannungsregler)"
RETURN
PROCEDURE hauptmenue
  GOSUB txt
  PRINT AT(28,2);"Stromversorgungs-Hilfe"
  PRINT AT(28,3);"-----"
  PRINT AT(5,23);"Programmstart"
  PRINT AT(5,24);"-"
  PRINT AT(35,23);"Quit"
  PRINT AT(35,24);"-"
  PRINT AT(20,23);"Ausdruck"
  PRINT AT(20,24);"-"
  PRINT AT(50,23);"Bild speichern"
  PRINT AT(50,24);"-"
  z%=INP(2)
  GOSUB txt
  IF z%=65 OR z%=97
    GOSUB zeichenloeschen(1,22,70,24)
    ALERT 2,"Bildschirm-Ausdruck ?|Drucker bereit ?","1,"Ja|Nein",z%
    IF z%=1
      HARDCOPY
      PAUSE 150
      GOSUB zeichenloeschen(1,4,79,24)
      GOSUB hinweis
    ENDIF
  ENDIF
  IF z%=80 OR z%=112
    GOSUB zeichenloeschen(1,4,79,24)
    GOSUB hinweis
    PRINT AT(3,18);"Eingabe der Werte:"
    PRINT AT(3,19);"Zunächst die Werte der Gleichrichterschaltung!"
    PRINT AT(3,21);
    INPUT "Leerlaufspannung in Volt ";u1
    r1=100000000
    GOSUB loeschen(0,270,639,350)
    PRINT AT(3,18);"Eingabe der Werte:"
    PRINT AT(3,19);"Zunächst die Werte der Gleichrichterschaltung!"
    PRINT AT(3,21);
    INPUT "Spannung bei Belastung mit einem Widerstand:"
    U(V),R(Ohm) ";u2,r2
    GOSUB loeschen(0,270,639,350)
    PRINT AT(3,18);"Eingabe der Werte:"
    PRINT AT(3,19);"Nun die Werte für den Spannungsregler!"
    PRINT AT(3,21);
    INPUT "Querstrom des Reglers in Ampere: ";iq
    GOSUB loeschen(0,270,639,350)
    PRINT AT(3,18);"Eingabe der Werte:"
    PRINT AT(3,19);"Nun die Werte für den Spannungsregler!"
    PRINT AT(3,21);
    INPUT "Ausgangsspannung in Volt: ";ua
    GOSUB loeschen(0,270,639,350)
    GOSUB zeichenloeschen(1,4,79,24)
    i1=u1/r1
    i2=u2/r2
    ri=(u2-u1)/(i2-i1)
    b=u1-ri*i1
    x1=b/ri
    y1=b
    GOSUB runden
    p1x=60
    p2x=300
    p1y=60
    p2y=240
    x0=0
    y0=0
    DEFTEXT 1,0,0,4
    TEXT p1x+40,p2y+20,(0),"--- Strom Ie in Ampere ---"
    DEFTEXT 1,0,900,4
    TEXT p1x-30,p2y-10,(0),"--- Spannung Ue in Volt ---"
    GOSUB koordinatensystem
    funktion%=2
    GOSUB funktion_zeichnen
    x1=b/ri
    y1=ABS((u1^2)/(2*ri))/2
    GOSUB runden
    p1x=370
    p2x=610

```



```

ply=60
p2y=240
x0=0
y0=0
DEFTTEXT 1,0,900,4
TEXT plx-30,p2y,(0),"--- Verlustleistung in Watt ---"
DEFTTEXT 1,0,0,4
TEXT plx+40,p2y+20,(0),"--- Ausgangsstrom in Ampere ---"
GOSUB koordinatensystem
funktion%=1
GOSUB funktion_zeichnen
ENDIF
IF z%=66 OR z%=98 !B
FILESELECT "\*.**," .PIC",z$
IF z$=""
GOSUB hauptmenue
ELSE
GOSUB zeichenloeschen(1,23,79,24)
OPEN "O",#1,z$
BPUT #1,XBIOS(3),32000
CLOSE #1
ENDIF
ENDIF
IF z%=81 OR z%=113 OR z%=27
ALERT 2,"Programm verlassen?",1,"Ja|Nein",z%
IF z%=1
QUIT
ENDIF
ENDIF
GOSUB hauptmenue
RETURN
PROCEDURE runden
z%=0
IF x1<1
WHILE FIX(x1)<1
DEC z%
x1=x1*10
WEND
ELSE
WHILE FIX(x1)>10
INC z%
DIV x1,10
WEND
ENDIF
x1=(FIX(x1)+1)*10^z%
z%=0
IF y1<1
WHILE FIX(y1)<1
DEC z%
y1=y1*10
WEND
ELSE
WHILE FIX(y1)>10
INC z%
DIV y1,10
WEND
ENDIF
y1=(FIX(y1)+1)*10^z%
RETURN
PROCEDURE funktion_zeichnen
dx=(x1-x0)/(p2x-plx)
x=x0
pyalt=-1
idz=plx
REPEAT
z$=INKEY$
ON funktion% GOSUB 1,2
PRINT AT(1,23);"
PRINT AT(1,23);"Y( ";x;" )=";y
py=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*y
IF py>ply AND py<p2y
DRAW idz,py
IF pyalt<p2y AND pyalt>ply
DRAW TO idz-1,pyalt
ENDIF
ENDIF
pyalt=py
x=x+dx
INC idz
UNTIL idz>=p2x OR ASC(z$)=27
PRINT AT(1,23);"
RETURN
PROCEDURE loeschen(xanfang%,yanfang%,xende%,yende%)
COLOR 0
FOR zeile%=yanfang% TO yende%
DRAW xanfang%,zeile% TO xende%,zeile%
NEXT zeile%
COLOR 1
RETURN
PROCEDURE txt
DEFTTEXT 1,0,0,4
TEXT 2,8,0,MKL$(1098216559)
TEXT 25,8,0,MKL$(1916411936)
TEXT 2,15,0,MKL$(1177431376)
TEXT 25,15,0,MKL$(773872225)
TEXT 50,15,0,MKL$(1853122931)
RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
p0x=plx+(p2x-plx)/(x1-x0)*(-x0)
p0y=p2y-(p2y-ply)/(y1-y0)*(-y0)
pox=p0x

```

```

poy=p0y
IF p0x<plx
pox=plx
ENDIF
IF p0x>p2x
pox=p2x
ENDIF
IF p0y<ply
poy=ply
ENDIF
IF p0y>p2y
poy=p2y
ENDIF
fluppi=-1
DEFTTEXT 1,0,0,4
DEFNUM 3
DEFLINE 3,1,0,0
d=(x1-x0)/10
IF pox=p2x
x=x1
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO plx STEP -(p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
fluppi=fluppi*-1
IF i<pox AND fluppi>0
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x-d
NEXT i
IF pox=plx
x=x0
ELSE
x=0
ENDIF
FOR i=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/10
DRAW i,ply TO i,p2y
fluppi=fluppi*-1
IF i>pox AND fluppi>0
TEXT i,poy+6,(0),x
ENDIF
x=x+d
NEXT i
d=(y0-y1)/10
IF poy=p2y
y=y0
ELSE
y=0
ENDIF
FOR i=poy TO ply STEP -(p2y-ply)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
fluppi=fluppi*-1
IF i<poy AND fluppi>0
TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF
y=y-d
NEXT i
IF poy=ply
y=y1
ELSE
y=0
ENDIF
FOR i=poy TO p2y STEP (p2y-ply)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
fluppi=fluppi*-1
IF i>poy AND fluppi>0
TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF
y=y+d
NEXT i
DEFNUM 5
GOSUB kreuz
RETURN
PROCEDURE kreuz
DEFLINE 1,1,0,0
IF p0y>=ply AND p0y<=p2y
DRAW plx,p0y TO p2x,p0y
ENDIF
IF p0x>=plx AND p0x<=p2x
DRAW p0x,ply TO p0x,p2y
ENDIF
RETURN
PROCEDURE zeichenloeschen(xanfang%,yanfang%,xende%,yende%)
FOR xloesch%=xanfang% TO xende%
FOR yloesch%=yanfang% TO yende%
PRINT AT(xloesch%,yloesch%);" "
NEXT yloesch%
NEXT xloesch%
RETURN
PROCEDURE fehler
PRINT AT(5,22);"Bitte Eingaben wiederholen!"
PRINT AT(5,23);"Taste drücken."
z%=INP(2)
RUN
RETURN

```

Dieses GFA-BASIC-Programm unterstützt den Entwurf von Spannungsreglern.



## P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	Hercules-Interface	081-893	64,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)			SP/DIF-Konverter	101-900	7,50
C64-Sampler	118-682	12,00	— Steuerplatine	020-783A		Centronics-Umschalter	101-901/ds	64,00
EVU-Modem	118-683	35,00	— Leistungsplatine	020-783B		Fahrradstandlicht	101-902/ob/ds	38,00
MASSNAHME			— Netzteil	020-783C	78,00	Uni Count	111-904/ds	70,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		535-Designer	121-905	34,00
— 3er Karte	128-685	35,00	— Schalterplatine					
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	19"-POWER-PA					
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
TV-Modulator	128-691	7,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
Universelle getaktete			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	DemoScope	030-812	14,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00			
4 1/2-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	Antennenverstärker	050-825	7,50			
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	TV-TUNER					
Rom-Port-Puffer			— Videoverstärker	060-826	32,00			
(SMD) Atari ST-Platine	870950dB	16,00	— Stereodecoder	070-839	18,00			
BREITBANDVERSTÄRKER			— Netzteil	080-846	32,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
Metronom	049-715	26,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER					
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	— Netzteil	060-832	13,50			
DSP-Speicherkarte	049-716/ds/E	64,00	— Filter	060-833	30,00			
DSP-AD/DA-Wandlertarte	049-717/ds/E	64,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00			
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	HAL.L.O.					
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	— Lichtstation	060-836	78,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	— Controller	060-837	46,00			
KAPAZITÄTVER ALARM			MOSFET-Monoblock	070-838	25,50			
— Sensorplatine	059-720	9,00	Beigeordneter	080-842	35,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
PAL-Alarm	059-724	10,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— Sender	080-844	12,00			
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	— Empfänger	080-845	6,00			
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
C64-Überwachung	079-735	15,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
HEX-Display	079-737	15,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00			
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	LWL-TASTKOPF					
RÖHREN-VERSTÄRKER			— Sender	120-864	7,00			
— Ausgangs-, Line- u.			— Empfänger	120-865	7,00			
Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	RÖHRENVERSTÄRKER:					
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	„DREI STERNE...“					
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00			
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	Hochspannungsregler	100-852	32,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	— Endstufe	100-854	13,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	Achtung, Aufnahme					
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs,					
SMD-Lötstation	099-750	32,00	Recorder (reduzierte Version von D1,					
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	Source) und Hardware-Test-Software					
SESAM			(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00			
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00			
— Interface	129-768/ds/E	58,00	Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00			
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	MultiChoice					
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs					
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	und Test-/Kalibrier-Software (Source)					
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00			
LEUCHTLAUFSCHRIFT			µPA	011-867/ds	14,00			
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	LowOhm	011-868/ds	32,00			
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	Freischalter	031-873	24,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	ST-Uhr	041-875	14,50			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	BattControl	041-876	7,50			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	UniCard	041-877	70,00			
DATENLOGGER 535			Lüfterregelung	89 101 36B	9,00			
— DATENLOGGER-535-Controller	010-780/ds/E	64,00	Temperatur-Monitor					
— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	+ Diskette/PC (Sourcecode) 5,25"	061-887	25,00			
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	Audio Light (Satz 2 Stück)	071-888	32,00			
— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	Aufmacher II	081-892	52,00			

## SIMULANT: EPROM-Simulator

— Platine + prog. µController 021-869/ds/E 135,00

## MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11

— Platine 031-874/ds/E 64,00  
— Entwicklungsumgebung auf Diskette/PC incl. Handbuch S 031-874 M 100,00

## VOLLES HAUS

— Treiberstufe 100-851/ds 56,00  
— Endstufe 061-878 43,00  
— Stromversorgung 061-879 30,00  
— Heizung 061-880 15,00  
— Relais 061-881 32,00  
— Schalter 061-882 6,00  
— Poti 061-883 6,50  
— Treiberstufe & Line-Verstärker a. 6/91

## PC-SCOPE

— Hauptgerät 061-884/ds 64,00  
— Interface 061-885/ds 52,00  
+ Diskette/PC (Sourcecode)  
Betriebssoftware 5,25" S 061-884 M 28,00

## FLEX CONTROL

— Systemplatine 061-886/ds 64,00  
— Anwendungssoftware MSPS (C-Sourcecode) + EPROM S 061-886 M 78,00  
— Steuermodul 071-889 25,00  
— R/D-Modul 071-890 25,00

## SendFax-Modem

— Platine 071-891/ds 64,00  
— EPROM 25,00

## Hotline

— RAM Karte 091-894/ds 64,00  
— 16-Bit-ADC 101-897/ds 64,00  
— 12-Bit-ADC 101-898/ds 64,00

## Midi-to-Gate/Power

— Steuerplatine incl. EPROM 091-895 82,00  
— Midi-to-Gate Erweiterungsplatine 091-896 28,00  
— Midi-to-Power Erweiterungsplatine 101-903 28,00

## Atari ST-Hameg-Interface

— Interface 101-899/ds 38,00  
+ Diskette Steuerssoftware S101-899A 30,00

## Beachten Sie auch

## unser 1/2-Preis-Angebot

auf Seite 98

**So können Sie bestellen:** Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse Hannover, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)



**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61**

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.



# eMedia GmbH SOFTWARE

## ELRAD-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-588S	µPegelschreiber	9/87	248,- DM
S117-589S	Schrittmotorsteuerung	11/87	98,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	
S018-616M	EPROMmer	1/88	35,- DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	29,- DM
S029-696A	ELISE	1/89	49,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	98,- DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	29,- DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	98,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	98,- DM
S119-786M	Uf-D/A Wandlerkarte	11/89	35,- DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	29,- DM
S129-772C	UMA - C64	12/89	35,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	98,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	29,- DM

## ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	
Digitaler Schlagzeug	

## Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar. Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freilichtschlages. 25,- DM je EPROM

Hygrometer	1/87	25,- DM
MIDI TO DRUM	5/87	25,- DM
D.A.M.E.	6/87	25,- DM
µPegelschreiber	9/87	25,- DM
E.M.M.A.	3/88	
E.M.M.A.	4/88	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
x/T-Schreiber	7-8/88	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	25,- DM
ELISE	1/89	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
Grafisches Display	9/89	35,- DM
Grafisches Display	10/89	35,- DM
Midi Master/Controller	11/89	25,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	25,- DM
SESAM	1/90	25,- DM
HALL.O.	6/90	25,- DM
HALL.O.	8/90	25,- DM
TV-TUNER	8/91	25,- DM
Hercules Interface	8/91	25,- DM
PAL		Preis
Autoalarmanlage	5/89	25,- DM
SESAM - System	11/89	35,- DM
SESAM - Interface	12/89	70,- DM
SESAM - AD	3/90	35,- DM
ST-Uhr	4/91	19,- DM

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie an:

**eMedia GmbH**  
Bissendorfer Straße 8 · 3000 Hannover 61

## Leiterplattenentflechtung

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

## FOTOPLOTTER

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

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

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

**Vollelektronisches Echo- & Hallgerät**

Parabol-Richtmikrofon, ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtung, Reportagen usw.), selbst Flüsterpegel von 60 dB können aus über 100 m, bei guten Bedingungen, z.B. nachts, auch mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hochempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Vorverstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Buchsen für Kopfhörer und Tonband. DM 138,-

**ELA-Verstärker Mono 100 Watt**, äußerst robuster Durchsage- und Beschallungsverstärker für Netz- und Batteriebetrieb, ideal bei Sportveranstaltungen, im Festzelt, in Fahrzeugen, auf Booten usw., mit eingebauten Signaltonen (2-Klang-Gong, Sirene und Nebelhorn), Leistungsangabe durch LED-Zeile, Überlastungsschutz, Klangregler, Eingänge: 2x Mikrofon (6,3 mm Klinkebuchsen), extern für Tonband o.ä. (6,3 mm Klinkebuchse / 40 mV), alle Eingänge mit 3 getrennten Reglern mischbar, Ausgang: Klemmschlüsse, 4/8/16 DM 170,00 V, Beif. 280x100x280 mm, Gewicht 4,5 kg, Stromaufnahme bei 12 V max. 8 A, Minus am Chassis, komplett mit Mobilmontagematerial und deutscher Bedienungsanleitung DM 349,-

**Scart-Video-Verbindungskabel** mit zwei 21-poligen Scartsteckern, alle 21 Adern verdrähtet, Überspielkabel für Video- und Stereo-Audio-Signal (Aufnahme und Wiedergabe), auch für Anwendungen geeignet, wo Farbkomponenten einzeln übertragen werden (HBB), z.B. bei Computern u. Monitoren, 1,5 m lang DM 14,95

**Antennenverstärker** für Autorediodanten, Allbereichsausführung, wird einfach in die Antennenleitung zwischengeschaltet, verstärkt den Empfang von schwachen Stationen, mit Montagematerial DM 19,80

**Leuchtblaubkugel im Großformat**, auch unter der Bezeichnung "Kopfbau" bekannt, interressant leuchtende Strahlen werden sich vom Zentrum der Kugel zur Außenfläche und lassen sich durch Berühren der Glaskugel beeinflussen, eingebautes Mikrofon zur Steuerung durch Geräusche (abschalten), Regler für Helligkeit und Mikrofonempfindlichkeit, Durchmesser der Kugel ca. 23 cm, Stromversorgung 220 V DM 169,50

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

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

Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten. Kein Versand unter DM 25,- (Ausland DM 150,-). Ab DM 200,- Warenwert im Inland portofrei. Im Übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

**ALBERT MEYER Elektronik GmbH**

Nachnahmeschnellversand: 7570 B.-Baden 11, Pf. 110168, Telefon (07223) 52055

Ladenverkauf: B.-Baden, Stadtmitte, Lichtentaler Str. 55, Telefon (07221) 26123

Recklinghausen-Stadtmitte, Schaumburgstr. 7, Fußgängerzone, Tel. (02361) 26326

Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber Universitäts-Haupteing.), Tel. (0721) 377171

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Einzelheft-Bestellung

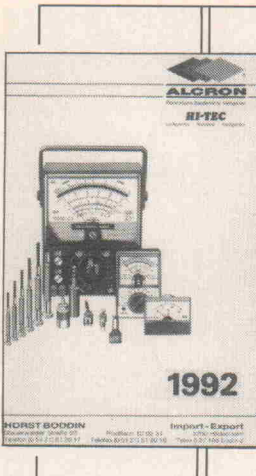
ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 6,80) - plus Versandkosten - direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis einschließlich 1/91 sind bereits vergriffen.

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

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





**ALCRON**  
H-TEC

**IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER**  
BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN  
NEUEN KATALOG 1992 AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOG/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

**1992**

Horst Boddin Import-Export  
Postfach 10 02 31 Telefon: 0 51 21/51 20 17  
Steuervälder Straße 93 Telefax: 0 51 21/51 20 19  
D-3200 Hildesheim Telex: 927165 bodin d

**IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER**  
BITTE FORDERN SIE UNSEREN KOSTENLOSEN  
NEUEN KATALOG 1992 AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN

- ELEKTR. BAUELEMENTE
- ANALOG/DIGITALE MESSGERÄTE
- EINBAUINSTRUMENTE 'ACROMETER'
- LADE- UND NETZGERÄTE
- WERKZEUGE
- TELEKOM-ZUBEHÖR MIT ZFF-NR.

Horst Boddin - Import-Export

Postfach 10 02 31 Telefon: 0 51 21/51 20 17  
Steuervälder Straße 93 Telefax: 0 51 21/51 20 19  
D-3200 Hildesheim Telex: 927165 bodin d

## ELRAD-MOPS

**68 HC 11 Einplatinencomputer**  
**MOPS Betriebssystem jetzt auch für Atari ST**  
**MOPS** Leertafel, Europakarte mit großem Lochrasterfeld 64,00 DM  
**MOPS** Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, ohne 68HC24 und ohne Uhr 220,00 DM  
**MOPS** Bausatz mit 68HC11A1, 64k RAM, 68HC24 und Uhr 300,00 DM  
**MOPS** Fertiglösung mit 68HC11A1, ohne 68HC24, ohne Uhr 300,00 DM  
**MOPS** Fertiglösung mit 68HC11A1, 68HC24 und Uhr 380,00 DM  
**MOPS** Betriebssystem auf IBM-Diskette mit Handbuch, Editor, Assembler, Basic, Pascal, Runtimequelltext 100,00 DM  
**MOPS** Betriebssystem für Atari ST mit mindestens 1 MB RAM 100,00 DM  
Alle Bauteile sind auch einzeln erhältlich.

**Wir suchen** freiwillige Tester für unsere Multitasking-Software.

Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder  
Rostocker Str. 12, 4353 Der-Erkenschwick  
Tel. 023 68/53954, Fax 56735

## Technische Sprays

Reiniger 300 ml 12,45  
Schutzlack 400 ml 11,15  
Kältespray 400 ml 9,99  
Zinkspray 400 ml 20,89  
Antistatik 150 ml 6,20

## LötKolben

Thermoregulierter LötKolben mit Triacsteuerung im LötKolben, von 250 °C bis 400 °C, für 99,18 DM.

LötKolben mit mechanischer Zinnzufuhr, 26 W, inkl. einer Rolle Zinn für 106,24 DM.

Kostenlosen Gesamtkatalog anfordern.

**Kostenloser Elektronik**  
Hörzhauser Str. 4, W-8899 Peutenhausen  
Tel.: 082 52/71 01

## TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

\*\*\*\*\*  
AB LAGER LIEFERBAR  
\*\*\*\*\*  
AD-DA-WANDLER-ICs  
CENTRONICS-STECKVERBINDER  
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCxx  
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W  
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP  
DIP-KABELVERBINDER + KABEL  
EINGABETASTEN DIGITALEN  
EDV-ZUBEHÖR DATA-D-SWITCH  
KABEL RUND FLACH-KOAX  
KERAMIK-FILTER + DISKIM  
KONDENSATOREN  
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR  
LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN  
LABOR-SORTIMENTE  
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE  
LEITUNGSTREIBER-ICs V24  
LINEARE + SONSTIGE-ICs  
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN  
LÜFTER-AXIAL  
MIKROPROZESSOREN UND  
PERIPHERIE-BAUSTEINE  
MINIATUR-LAUTSPRECHER  
OPTO-TEILE -KOPPLER 755GM  
QUARZE + OZILLATOREN  
RELAIS -REED-PRINT-KARTEN  
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK  
SCHALTER KIPP + WIPP + DIP  
SICHERUNGEN 5x20 + KLEINST  
SMD-BAUTEILE AKTIV + PASSIV  
SOLID-STATE-RELAIS  
SPANNUNGS-REGLER FEST + VAR  
SPEICHER EPROM-RAM-PAL  
STECKVERBINDER DIVERSE  
TASTEN + CODIER-SCHALTER  
TRANSFORMATOREN 1,6-150 VA  
TRANSISTOREN  
TRIAC-THYRISTOR-DIAC  
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx  
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE  
Z-DIODEN + REF.-DIODEN  
\*\*\*\*\*  
KATALOG AUSG. 1989/90  
MIT STAFFELPREISEN  
ANFORDERN — 240 SEITEN  
SCHUTZGEB. 3.— (BRIEFMARKEN)  
\*\*\*\*\*

7056 Weinstadt 1 (Benzach)

Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16  
TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50  
FAX.: (071 51) 6 82 32

## Crossware/Programmer/Emulatoren

### Integrierte

#### Entwicklungsumgebungen

Macroassembler, Simulator/Debugger, Editor, Disass., Terminalprg. etc.

8051/52-Familie . 439,00 DM  
Z80 . 289,00 DM  
65C02 . 239,00 DM  
8048/49-Familie . 239,00 DM  
8080/85 . 289,00 DM

Weitere Prozessoren und Microcontroller auf Anfrage!

### Eprom-Programmiergeräte

EPP I (ART) . . . . . 298,00 DM  
Eproms bis 512 Kbit/28pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Strömversorg., inkl. Handbuch und Software

EPP II (ART) . . . . . 498,00 DM  
Eproms bis 4 (8) Mbit/32pol. Sockel, Aluminiumgehäuse, RS232-Schnittst., eig. Microcontroller/Strömversorg., inkl. Handbuch und Software

### Eprom-Emulatoren

EMU I . . . . . 438,00 DM  
8-Bit-Systeme bis 64 KByte, Aluminiumgehäuse, RS-232-Schnittst., eig. Microcontroller/div. Formate, Kabel, Netzteil, Handbuch, Software

EMU II . . . . . 598,00 DM  
8-/16-Bit-Systeme bis 2x 128 KByte, Aluminiumgehäuse, Centronics-Schn., eig. Microcontroller/div. Formate, inkl. Netzteil, Handbuch, Software

**Soft- und Hardwareentwicklung**  
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**  
Am Fuhrengehege 2, 3101 Eldingen, Tel. 051 48/286, Fax 051 48/853

## Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt.

Info-Mappe kostenlos durch

**Fernschule Bremen**  
2800 Bremen 34

Postfach 34 70 26, Abt. 7-12A  
☎ 04 21/49 00 19 (10)

## LEHMANN-ELECTRONIC

Inh. Günter Lehmann  
6800 Mannheim 81 Bruchsaler Str.8  
Tel:0621/896780 Fax:0621/8019410

### Top-Angebote

Kohleschichtwiderstände (farbcodiert)  
1/4 Watt; 5% Toleranz; Reihe E12; Typ 0207

Sortimente von 100 - 3.3MΩ  
K1-5% E12 (67 Werte a. 10 Stück) . . . . . DM 14,95  
K2-5% E12 (67 Werte a. 25 Stück) . . . . . DM 32,80  
K3-5% E12 (67 Werte a. 100 Stück) . . . . . DM 92,75

Sortimente von 100 - 10MΩ  
K4-5% E12 (85 Werte a. 10 Stück) . . . . . DM 20,75  
K5-5% E12 (85 Werte a. 25 Stück) . . . . . DM 42,95  
K6-5% E12 (85 Werte a. 100 Stück) . . . . . DM 118,00  
Lieferbare Werte: Reihe E12 von 10-10MΩ  
Packung a.100 Stück/Wert . . . . . DM 1,60

Metallschichtwiderstände (farbcodiert)  
1/4 Watt; 1% Toleranz; Reihe E24; Typ 0207

Sortimente von 100 - 1MΩ  
M1-1% E24 (121 Werte a. 10 Stück) . . . . . DM 44,95  
M2-1% E24 (121 Werte a. 25 Stück) . . . . . DM 109,95  
M3-1% E24 (121 Werte a. 100 Stück) . . . . . DM 324,00

Sortimente von 100 - 10MΩ  
M4-1% E24 (141 Werte a. 10 Stück) . . . . . DM 49,85  
M5-1% E24 (141 Werte a. 25 Stück) . . . . . DM 122,95  
Sortiment von 4,7Ω-10MΩ (1,5MΩ-10MΩ-E12)  
M6-1% E24 (149 Werte a. 100 Stück) . . . . . DM 398,00  
Lieferbare Werte:  
Reihe E24 von 4,7Ω-4,7MΩ + 5,6/6,8/8,2/10MΩ  
Packung a.100 Stück/Wert . . . . . DM 3,05

Alle Sortimente a.10 u.25 Stück sind gegurtet sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.  
Platinen CAD-Programm "RULE" (51k/20k)  
Für alle PC/XT/AT (Info gratis anfordern)

RULE V1.2L (Grundversion) . . . . . DM 99,00  
RULE V1.2M (Maus-Version) . . . . . DM 129,00  
Bauteile-Bibliothek (zu V1.2M) . . . . . DM 50,00  
RULE-DEMO-DISK . . . . . DM 10,00  
Dioden 1N4148 100St. DM 2,22 500St. DM 9,99  
IC-Sockel-Sortimente, gut sortiert.  
SORT100 (100St. Low cost-Fassungen) . . . . . DM 19,95  
SORT50 (50 St. Präzisionsfassungen) . . . . . DM 29,95  
Z-Dioden-Sortiment 0,5 W E24 2,4V-51V  
ZPD-SORT (32 Werte a. 10 Stück) . . . . . DM 24,95  
1N4001/2/3/4/5/6/7 100 Stück . . . . . DM 7,50  
BC547 + BC557 A/B/C 100 Stück . . . . . DM 6,95

Platinen EURO-Format 160 x 100mm  
HP1-CU (Hartpapier mit Kupfer) . . . . . DM 0,79  
F2-FOTO (Hartpap.-Fotobeschichtet) . . . . . DM 1,75  
EP3-CU (Epoxid mit Kupfer) . . . . . DM 1,75  
EP4-FOTO (Epoxid-Fotobeschichtet) . . . . . DM 2,95

NN-Versand ab DM15,- Ausland DM200,- (+PV)

### Unser Hauptkatalog

liegt jeder Bestellung kostenlos bei, oder für DM 5,- (Bfml.) anfordern

## WELÜ-ELECTRONIC AUDIOPRODUKTE — INH. Werner Lückemeier

### SONDERANGEBOTE!!! Solange Vorrat!!!

21.000 of 50V GS 45x140 mm a 29,50 DM  
10.000 of 40V HT 35x80 mm a 8,90 DM  
6.800 of 50V GS 30x51 mm a 6,50 DM  
4.700 of 40V GS 23x40 mm a 3,50 DM  
2.200 of 25V GS 17x26 mm a 1,95 DM  
10.000 of 60V GS 40x60 mm a 15,50 DM

### HOCHVOLTLKOS FÜR RÖHRENSCHALTUNGEN

300 of 385V GS 30x51 mm a 3,30 DM  
220 of 385V GS 38x50 mm a 7,80 DM  
150 of 450V GS 25x51 mm a 7,50 DM  
10 of 40V GS 10x12 mm BIPOLAR a 0,70 DM

### HALBLEITERANGEBOTE:

TDA 2005 Amp-IC Stereo 2x10W a 2,70 DM  
TDA 2020 Amp-IC Mono 20W a 5,90 DM  
RC1458 2-OP a 0,49 DM  
80203/204 gepaart (Paarpreis) a 1,95 DM  
Anreihedioden 2x5 mm Gelb o. Grün a 0,25 DM  
dfo 988 a 0,20 DM  
BF 988 a 1,35 DM

### MOSFET-TRANSISTOREN-ANGEBOTE!!!

H1431 2x134/135 a 8,90 ab 10 St. 8,50 DM  
D10 2x49/50 a 8,90 ab 10 St. 8,50 DM  
D10 2x56/56k178 a 16,- ab 10 St. 14,50 DM  
D10 2x34/34/1100 a 12,- ab 10 St. 11,50 DM  
BUZ 10 a 2,90 ab 10 St. 2,50 DM  
BUZ 73A a 2,90 ab 10 St. 2,50 DM  
MTP20H10 a 2,90 ab 10 St. 2,50 DM  
Isolierteisen + Nippel T03 a 0,25 DM

### BECHERELKOS Bef. M8 Schraub-oder

6,3 Steckanschluss 45x85 mm  
10.000 of 70/80V 19,90 DM  
10.000 of 80/90V 19,90 DM  
10.000 of 100V 45x105 mm 21,90 DM  
10.000 of 70/80V 21,90 DM  
12.500 of 80/90V 22,90 DM  
12.500 of 100V 45x105 mm 27,90 DM

### RINGKERNTRAFOS n. VDE DEUTSCHE PR:

Trafo 4050 80VA 2x25V 27,90 DM  
Trafo 4051 120VA 2x20V 39,50 DM  
Trafo 4052 160VA 2x25V 47,50 DM  
Trafo 4053 160VA 2x30V 47,50 DM  
Trafo 4054 225VA 2x20V 55,50 DM  
Trafo 4055 300VA 2x30V 69,50 DM  
Trafo 5001 160VA 2x20V 49,50 DM  
Trafo 5002 225VA 2x20V 59,50 DM  
Trafo 5003 300VA 2x44V 69,50 DM  
Trafo 5004 500VA 2x48V 99,50 DM  
Trafo 5006 830VA 2x56V 119,- DM  
Trafo 5007 1000VA 2x65V 139,- DM  
Montagepaket 2xGummis + Schel 3,- DM

### GEHÄUSE 19 ZOLL SCHWARZ:

290 mm Tief-Alufrontplatte 49,90 DM  
1HE 49,90 DM  
2HE 59,90 DM  
3HE 69,90 DM  
4HE 79,90 DM  
Griffe 4HE Chrom je 4,50 DM  
ALU 3HE 4,50 DM ALU 4HE 5,50 DM

### HALBLEITERANGEBOTE:

SANKEN 25A 1216 14,50 DM  
BC 550C 0,20 DM BC 550C 2,70 DM  
BC 547b 0,15 DM BC 557b 1,25 DM  
BC 550b 0,15 DM BC 548b 0,78 DM  
RD 980 0,78 DM RD 980 2,10 DM  
TEA 2014a 3,90 DM UAA 1003-1 15,- DM  
BYW 29 1,30 DM SAB 8031A12P 6,- DM

### KÜHLKÖRPER SK00 300 x 100 mm SW

nur 16,90 DM  
KÜHLKÖRPER SK04 100 x 100 x 103 alu 5,50 DM  
KÜHLKÖRPER SK02 50 x 115 x 103 SW 4,50 DM

### FLOHMARKT: Solange Vorrat!!! Programm. FB 55,- DM

550 Watt PA-MOSFET Modul auf Kühlk. 300 x 100 x 60 mm mit Schutzsch. und Softstart betriebsfertig  
Passives Netzteil RK-Trafo Gd. und Elko.  
Quarzwärmer als Geschenk verpackt incl. Batt.  
Autobooterplatine neu n. n. gep. 2 x 25 W nur 10,- DM

### Sonderliste 4/91 anfordern! Kostenlos! 24-Std.-Service

MOSFET-MODUL-INFO gegen 2,- DM Briefmarke!  
WIR LIEFERN NUR ZU UNSEREN LIEFER- UND ZAHLUNGSBEDINGUNGEN.  
POSTNACHNAHME ODER VORKASSE UNFREI!

### WELÜ-ELEKTRONIK-AUDIOPRODUKTE

Inh. W. Lückemeier  
Villenstr. 10 • 6730 Neustadt/Wstr.  
Tel. 06321/33694 • Fax. 06321/86373

### SANKEN 25C 2525 13,50 DM

0,20 DM BF 469 (Paar) 2,70 DM  
0,15 DM BF 469 o. 470 1,25 DM  
0,15 DM BD 139 o. 140 0,78 DM  
0,78 DM BDV 650 2,10 DM  
3,90 DM UAA 1003-1 15,- DM  
1,30 DM SAB 8031A12P 6,- DM

### NEUHEIT: MOSFET-MODELLE für HIFI und PA!

Techn. Daten Amp. 120 Amp. 220 Amp. 380  
Sinus 4 Ohm 120 W 220 W 380 W  
Sinus 8 Ohm 100 W 180 W 330 W  
Imp. Symmetr. 0,775 V 0,775 V 0,775 V  
Frequenz. 5 Hz-150 kHz  
<0,001%  
Input R Maße TxBxH 90x200x35 mm  
Hitachi-Mosfet auf Kühlwinkel für Kühlkörperbestellg.

### PREISE:

Amp 120 99,50 DM 128,50 DM  
Amp 220 119,50 DM 149,50 DM  
Amp 380 149,50 DM 189,50 DM  
Netz Ls 120St 98,50 DM 125,50 DM  
Netz Ls 220St 115,50 DM 138,50 DM  
Netz Ls 380St 129,50 DM 155,50 DM  
Netzteilplatine mit LS-Schutzschaltung: Gleichrichter und Elkos 2 x 10.000 µf für Stereo ohne Trafo!

### ZUBEHÖR:

Chinchbuchsen 1,20 DM Isoliert Rot o. Sw 1,65 DM  
XLR-PVC 3pol. M 4,70 DM Metall m. Verrieg. M 5,50 DM  
XLR-dito W 4,80 DM dito W 5,90 DM  
Polbuchse 16k Sw 1,90 DM Pol. Rot 16 Amp 1,30 DM  
Geräuschbauteile mit SL-Halter nur 4,90 DM  
Netzschalter Bel. n. VDE 32x22 mm nur 4,90 DM

### MODULBAUMAPPE sep. nur 49,- DM

Wird bei Kauf ab 180,- DM verrechnet!

### WELÜ-ELEKTRONIK-AUDIOPRODUKTE

Inh. W. Lückemeier

Villenstr. 10 • 6730 Neustadt/Wstr.

Tel. 06321/33694 • Fax. 06321/86373

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32

Postfach 22 22 • Ziegeleistr. 16

TEL.: (071 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (071 51) 6 82 32



## MOS-FET-TECHNOLOGIE vom Feinsten – für den anspruchsvollen Audiophilen.

Die MODAC  
A 5-Serie

Das  
modulare  
Leistungsver-  
stärkersystem in  
individuellen Leistungs-  
stufen.

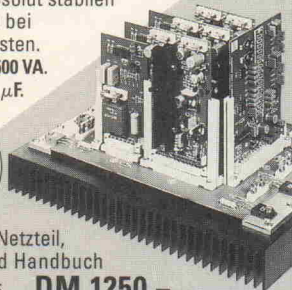
Ein Beispiel von 11 Möglichkeiten:  
**3-Wege-Aktiv-System**

Tieftöner 200 Watt, 4  $\Omega$ ; Mitte 100 Watt, 4  $\Omega$ ;  
Hochtöner 100 Watt, 4  $\Omega$ .

Frequenzweiche 24 dB, 4. Ordnung,  
Allpaßcharakteristik.

Netzteil für absolut stabilen  
Betrieb, auch bei  
komplexen Lasten.

Ringkerntrafo 500 VA.  
Siebung 94000  $\mu$ F.



Komplett mit Netzteil,  
Kabelsatz und Handbuch

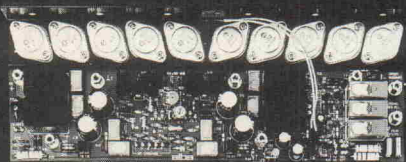
Art.-Nr. 10985 **DM 1250,-**

Verlangen Sie ausführliche und kostenlose  
Informationen und Händlernachweise.

**audio systeme**  
**HENZLER**  
**ELEKTRONIK**

7252 Weil der Stadt-  
Merklingen  
Lilienstraße 45  
Tel. 070 33/354 72

# albs



**QUAD-MOS 600** – als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus  
engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut –  
vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige  
Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

**QUAD-MOS 600** – Die Leistungsstufe für Perfektionisten

## *Musik bleibt Musik* durch rein DC-gekoppelte Elektronik

**DAC-MOS II**, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie,  
vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10  
(Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse).  
High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer indivi-  
duellen HiFi-Anlage:

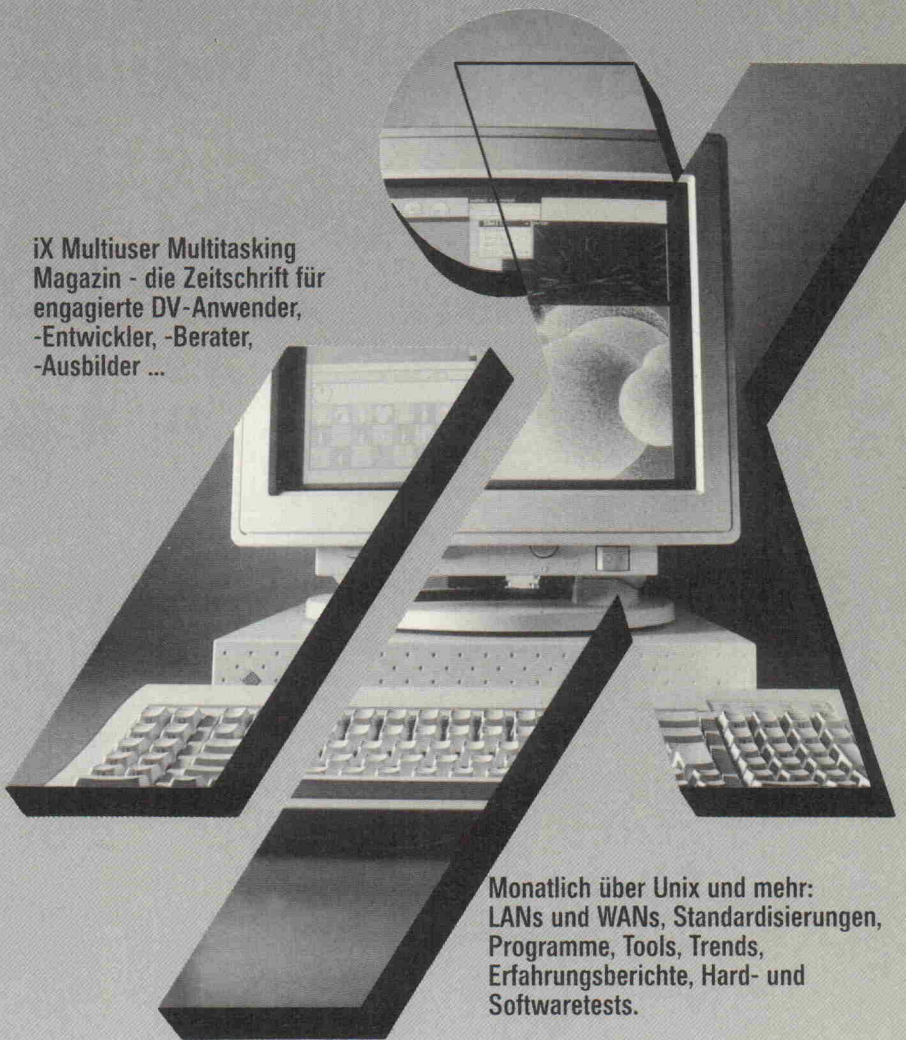
- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsver-  
stärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte,  
symmetrische Vorverstärker
- DC-gekoppelter RIAA-  
Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen –  
variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netz-  
teil-Blöcke von 40000-440000  $\mu$ F und Einzelklos von  
4700-70000  $\mu$ F
- Vergossene, magnetisch geschirmte  
Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu  
und Stahl – auch für professionellen High-End-, Studio-  
und PA-Einsatz
- Verschiedenste vergoldete Audio-  
verbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-  
Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ...u. v. a.

**albs-Alltronic**

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Fax 070 41/838 50

# Für den Durchblick in Sachen Unix

iX Multiuser Multitasking  
Magazin – die Zeitschrift für  
engagierte DV-Anwender,  
-Entwickler, -Berater,  
-Ausbilder ...



Monatlich über Unix und mehr:  
LANs und WANs, Standardisierungen,  
Programme, Tools, Trends,  
Erfahrungsberichte, Hard- und  
Softwaretests.

Kostenloses Probeheft anfordern.  
Oder gleich abonnieren. Das Jahresabo  
kostet DM 81,- (12 Ausgaben).  
Nutzen Sie die Kontaktkarte im Heft.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61





## Schnell → Idee → Platine

### Nie mehr Kleben! Nie mehr Rubbeln!

Deutsches Platinen-CAD Programm "RULE". Einfachste Bedienung. Kosten- und Zeitersparnis beim Entwurf. Praxiserprobt (über 1500x). PC/XT/AT. Beliebige geformte Lötunkte, beliebig breite Leiterbahnen. 16 Lagen, max. 23x23cm<sup>2</sup>. Erweiterbare Bibliothek, SMD, Lötstop, Bestückung, bel. Raster, WYSIWYG, Zoom, Maus, Druckertreiber... Fordern Sie unser **kostenloses Infomaterial** an!!!



## Magnetfeldmeßgerät FM 210

- ★ DC bis 35 kHz
- ★ Analogausgang
- ★ 1% Genauigkeit
- ★ flex. Meßsonde 0,8 mm
- ★ Bereiche 20mT, 200mT, 2000mT



## Projekt Elektronik

MESS- UND REGELUNGSTECHNIK GMBH  
STUBENRAUCHSTR. 72 TEL. 0 30/8 51 13 11  
1000 BERLIN 41 FAX 0 30/8 52 80 18

## Interface - Ideen

# W&T

798 DM-LAN-Tester führt Sie direkt zum Fehlerort  
Längenmessung und Fehlerortung an bereits verlegten LAN-Kabeln. Kleine einfache Tester auch für Wackelkontakte und LAN-Aktivität. Repeater und Booster.

Viele Vorteile der Glasfaser ohne die Nachteile:  
Externe Isolatoren und Interface-Karten mit Isolation. Für RS232, RS422, 20mA und Parallel.

Erweitern statt Neuanschaffen  
Wer Texte erstellt, kann für 498 DM den Haupt-Engpaß seines Systems beseitigen: Ein Pufferspeicher wird einfach zwischen Drucker und Rechner gesteckt.

Der einfachste Printer-Server?  
Ein 248 DM-Umschalter (2 User) läuft immer, verfälscht nichts und muß in kein System eingebunden werden. Für 4 User kostet diese Einfachheit 398 DM.

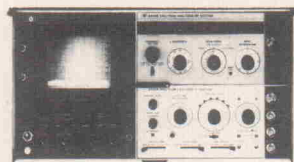
Drucker bis 100m entfernt  
W&T's 1- oder 2-fach-Karte macht's möglich. Und für eingebaute Schnittstellen gibt es den externen Zwischenstecker.

Anschlußprobleme?  
Seit über 12 Jahren produziert W&T Interface-Produkte. Das merken Sie an der Vielfalt und dem sorgfältigen Entwurf der Produkte und an einem technischen Service, wie ihn nur ein Hersteller bieten kann.

Info 63 anfordern  
Fax 0202/2680-265

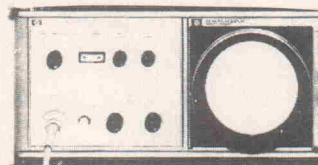
## "SUPERANGEBOT"

HEWLETT PACKARD  
Spectrum Analyzer  
10 MHz – 18 GHz



HP 141T/8552A/8555A  
DM 7950,-

HEWLETT PACKARD  
Network Analyzer



HP 8410B/8411A/8414A/8743A  
DM 6600,-

OSCILLOSCOPE  
z.B. TEKTRONIX 453  
2 x 50 MHz DM 698,-

WOBBLER  
z.B. TELONIC 1235A  
1-1500 MHz DM 698,-

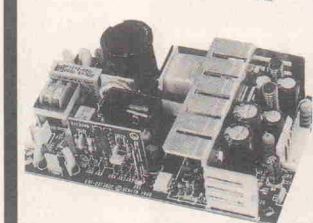
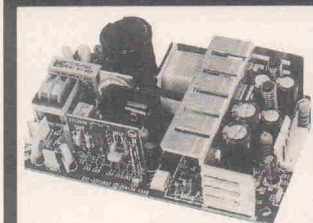
Alle Geräte ab Lager!  
Fordern Sie unseren Katalog 91/92 an.

HTB ELEKTRONIK  
Alter Apeler Weg 5  
2858 Schifffdorf  
Tel.: 0 47 06/70 44, Fax 70 49

## ZENITH ZPS 45

- Weitbereichseingang: 85-264 VAC, 120-360 VDC
- Ausgangsspannungen: 5v 6A, +12V 2A, -12V 0,7A
- Abmessungen: 127x76x32mm

DM 68,- p. Stck. (ab 100 St.)  
+ Mwst.



PST  
POWER SYSTEMS TECHNOLOGY  
POWER SYSTEMS TECHNOLOGY GMBH

Dr.-Gerbl-Straße 9  
D-8912 KAUFERING  
Telefon 08191/70044  
Telefax 08191/70480

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Der direkte Draht

Tel.: (05 11)  
5 47 47-0

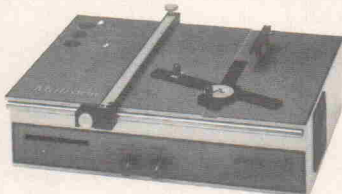
Technische Anfragen:  
mittwochs  
10.00 bis 12.30 Uhr  
und  
13.00 bis 15.00 Uhr

Telefax:  
(05 11) 5 47 47-33

Telex:  
923173 heise d

## »LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK)  
Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben!  
Auch für Alu, Messing, Stahl und Kunststoffe



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

Mutronic® Trennsägen

St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 0 83 62/70 62 · Telefax 0 83 62/70 65

## AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL •

### 19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494, Frontplatte 4 mm  
ALU/sw, stabile Konstruktion, geschlossene Ausführung, Belüftungsblech/Chassis Option  
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahlblech schwarz epoxiert.

2 HE 88 mm	DM 67,20
3 HE 132,5 mm	DM 81,00
4 HE 177 mm	DM 86,00
5 HE 221,5 mm	DM 95,00
6 HE 266 mm	DM 102,00

52,00 DM  
Höhe 1HE 44 mm

RÖH 1	Röhrenverstärker incl. Platine/Trafo	389,00
RÖH 2	Röhrenendstufe incl. Platine/Trafo's 2 x 32 W	590,00
Übertrager RÖH 2		DM 142,00
Netztrafo RÖH 2		DM 84,60

500 PA MOS-FET  
DM 298,50

Kontroller für 500 PA DM 72,90

300 PA incl. Platine  
DM 158,60

Audio-Klangeinsteller, Röhren-Vor-, Endverstärker, Bausätze und Einzelkomponenten für Elektronikanwendungen siehe Liste 91/92 gegen DM 1,- in Briefmarken.

KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN  
Oppenwehe 131 · Telefon 057 73/1663 · 4995 Stemwede 3



### Leuchtdioden

LED's 3mm oder 5mm  
in den Farben: rot, grün oder gelb

bei Einzelabnahme	0.12
ab 1000 Stück je Typ	0.10
ab 1000 Stück auch gemischt	0.09
ab 5000 Stück auch gemischt	0.08

### Widerstandssortimente

Kohleschichtwiderstände:  
1/4 Watt; 5% Toleranz  
Reihe E12 von 10 Ohm bis  
1 MOhm (61 Werte)  
Reihe E24 (121 Werte)  
E1 (je 10St. = 810St.) 12.90  
E2 (je 50St. = 3050St.) 64.90  
E3 (je 100St. = 8100St.) 199.00

Metallfilmwiderstände:  
1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
E4 (je 10St. = 810St.) 23.95  
E6 (je 50St. = 3050St.) 84.95  
E8 (je 100St. = 8100St.) 169.00

### Co-Prozessoren

Intel	
2C87-10MHz	134.-
2C87-12MHz	139.-
2C87-20MHz	199.-
3C87-16SX	219.-
3C87-16MHz	339.-
3C87-20SX	249.-
3C87-20MHz	339.-
3C87-25MHz	339.-
3C87-33MHz	349.-
3C87-40MHz	479.-
Cyrix	
82587-20MHz	169.-
83587-16SX	229.-
83D87-16MHz	379.-
83587-20SX	249.-
83D87-20MHz	379.-
83587-25SX	289.-
83D87-25MHz	349.-
83D87-33MHz	379.-
83D87-40MHz	449.-
Weltrek	
3167-25GC	959.-
3167-33GC	1199.-
4167-25GC	1199.-
4167-33GC	1899.-

### Textool-Testsockel

16-polig	21.39	28-polig	18.99
20-polig	22.29	28-polig schmal	59.90
24-polig	19.79	40-polig	36.99

### Weller-Lötstationen

Magnetst-Lötstation  
- Schutztransformator  
- Lötkehlenshalter K14-20  
- Potentialausgleich  
- Temperaturautomatik

**WTCP-S 165.90**

Lötstation mit elektron. Temperaturregung  
- Sicherheitstransformator  
- Lötkehlenshalter K14-20  
- potentialfrei  
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C  
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED

**WECP 20 229.-**

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog kostenlos an!

### elpro

Harald-Wirag-Elektronik  
Pragelatostraße 12; 6105 Ober-Ramstadt 4  
**Tel. 06154/3006**  
Fax 06154 / 5521

# AKTIVWEICHE

## FÜR HÖRPROFIS

### Allpassfrequenzweiche

AFW1 mit 24 dB/Okt.



Butterworth 4. Ord. Opt. Lösung für Linear Phase Aktivboxen durch Allpaß-Char. Unhörb. Laufzeitverzerr., extrem konst. Amplituden u. Phasengang. Kein „ringing“, exzell. Impulsverh., unerreichte räuml. Auflösung u. Tiefenstaffelung. Trennfreq. variabel, Analog-Lösung! Frequ.-prop. Spannung zur einf. Einstellung (Voltmeter): 1 mV & 1 bzw. 10 Hz. Ideale Entkopplung d. aufwendiges Netzteil. Rauscharme schnelle FET-OpAmps, Pegelregler, verlustarme C's, Subsonic-Filter. Baßanhebung mögl. beliebig anreihbar d. Steckens! Ausführl. Beschreibung v. Theorie u. Praxis. DC-700 kHz, Klirr < 0,008%, Rausch. A-bew. -108 dBV (126 dB/10 V), max. U<sub>aus</sub> 10 V<sub>eff</sub>, R<sub>in</sub> 100 K $\Omega$ , R<sub>aus</sub> < 100  $\Omega$ . U<sub>B</sub>  $\pm$  15 bis  $\pm$  35 V, Maße: 80 x 80 mm. 1 Modul = 2-Weg-System, 2 Module = 3-Weg-System usw. Typ angeben: AFW-SW 28 bis 375 Hz, AFW-TT 270 Hz bis 3,8 kHz, AFW-HT 600 Hz bis 8 kHz. Fertiges Modul je DM 88.-

Im Lieferprogramm: Power-MOS-Verst. von 20-800 W. Vorverstärker, Aktivmodul, LS-DC-Lautsprecherschutz. Leistungsverstärker, Monobas, Gehäuse und viel sinnvolles Zubehör.

**„Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.“**

**KLEIN**  
ELEKTRONIK GMBH  
7531 Neuhausen/Hamburg bei Pforzh.  
Telefon (0 72 34) 77 83 · Fax (0 72 34) 52 05

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 7,50 (bis Heft 10/91 DM 6,80) – plus Versandkosten – direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

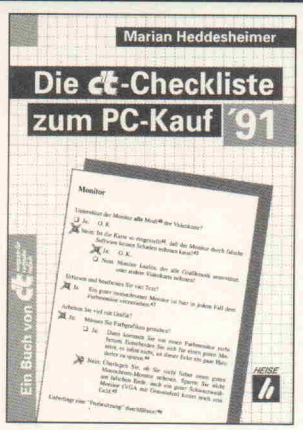
Die Ausgaben bis einschließlich 12/90 sind bereits vergriffen.

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

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

## Beim PC-Kauf Geld sparen

COMPUTER-  
BUCH



Die allgemeinverständlich kommentierte Checkliste ermöglicht es, Leistungsmerkmale und Preise objektiv miteinander zu vergleichen. So können Sie einen Fehlkauf vermeiden und viel Geld sparen. Damit Sie auf das 'Fachchinesisch' der PC-Branche vorbereitet sind, werden im Glossar die wichtigsten Fachbegriffe ausführlich erläutert.

**HEISE**

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

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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 005/1.4

## Die ganze Technik des Car-Hi-Fi

ELEKTRONIK



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

**HEISE**

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

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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 32/1.4



**BENKLER Elektronik****Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente  
Audio- und Video-Produkte****Ringkerntransformatoren**

120 VA	2x6/12/15/18/30 Volt	58,80 DM
160 VA	2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	65,80 DM
220 VA	2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	69,80 DM
330 VA	2x12/15/18/30 Volt	82,80 DM
450 VA	2x12/15/18/30 Volt	98,80 DM
500 VA	2x12/30/36/42/48/54 Volt	112,50 DM
560 VA	2x56 Volt	128,80 DM
700 VA	2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,00 DM
1100 VA	2x50/60 Volt	189,50 DM

**Mos-Fet**

HITACHI

**SONDERPREIS**  
 2 SJ 50 8,90 DM  
 2 SK 135 8,90 DM  
 ab 10 Stück 8,50 DM  
 ca 4000 weitere Japan-Typen  
 sind auf Anfrage lieferbar

**Sonderliste 1/92 für elektr. Bauteile  
kostenlos anfordern**

**19"-Gehäuse**

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw

Front: ALU o. schwarz eloxiert

**Elkos**

10000µF	70/ 80V	18,50 DM
10000µF	80/ 90V	19,50 DM
12500µF	70/ 80V	21,50 DM
12500µF	80/ 90V	22,50 DM
12500µF	100/110V	24,50 DM

Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke

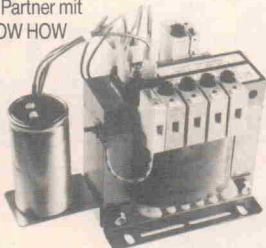
Abmessungen: 105 x 45 mm

Andere Typen auf Anfrage

**NKO****Metallbrücken  
Gleichrichter**

<b>KBPC-Brücken</b>		
B 50	C10	4,90
B 200	C10	5,40
B 400	C10	5,80
B 600	C10	6,95
B 800	C10	7,95
B 1000	C10	9,95
in 10, 25 o. 35 A lieferbar		

**BENKLER Elektronik-Versand** • Winzingerstr. 31—33 • 6730 Neustadt/Wstr. • Inh. R. Benkler • Tel. 06321/30088 • Fax 06321/30089

Der Partner mit  
KNOW HOW**Transformatoren und  
Stromversorgungen**

Beratung · Entwicklung · Herstellung  
für  
Maschinenbau, Licht- u. Medizintechnik

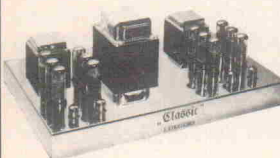
**AWEH Transformatoren-  
und Gerätebau GmbH**  
 2000 Schenefeld/Hamburg

Schäferkamp 18-26 · Telefon (040) 8 30 00 83 · Fax (040) 8 30 26 86

Ein gesundes und  
erfolgreiches  
**1992**



wünscht Ihnen  
Ihre Anzeigenabteilung.

**● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●**

PPP-HIFI-Endstufe  
 Modell 1981  
 Stereo-Endstufe 2x 100 W  
 Komplettbausatz **DM 3000,—**  
 Mono-Endstufe 1x 100 W  
 Komplettbausatz **DM 2000,—**  
 (Baumontage in Elrad 12/88 und 1/89)

Siehe Test in Klang & Ton  
 April/Mai 1991

**electronics**  
 Gerhard Haas

**Übertrager für Röhrenverstärker**

A-165 S Eintakt-HIFI-Übertrager für KT 88, EL 34, u. ä. **DM 250,—**  
 A-484 US Gegentakübertrager für 2 und 4 x EL 84 **DM 130,—**  
 A-234 S Gegentakübertrager für 2 x EL 34 **DM 130,—**  
 A-434 S Gegentakübertrager für 4 x EL 34 **DM 155,—**  
 A-465 SG Gegentakübertrager für 4 x KT 88, 6550 A **DM 220,—**  
 AP-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe **DM 230,—**

Gegentakübertrager mit Schirmgitteranzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω.  
 AP-634/2 mit vernickelter Haube, Ausgänge 2, 4 und 8 Ω. Datenblatt wird mitgeliefert.  
 Weitere Röhrenspezialbauteile und Trafotuben ab Lager lieferbar.

Weststraße 1

7922 Herbrechtingen Tel. 0 73 24/53 18  
 Fax 0 73 24/25 53

Röhrenvollverstärker mit KT 88 2x50 W **DM 3600,—**  
 Komplettbausatz inkl. Chassis **DM 3400,—**  
 Röhrenvollverstärker mit EL 34 2x35 W **DM 230,—**  
 Komplettbausatz inkl. Chassis **DM 170,—**  
 High-End-Übertrager B-234 S für 2x EL 34 oder KT 88  
 Netztrafo NTR-12  
 Bauanleitung in Elrad 6/91  
 Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarren-Verstärker) werden zugesandt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodule) gegen DM 12,— und DM 2,50 (Ausland DM 4,—) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

**EXPERIENCE**

**P L A T I N E N**

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Produktbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989.

Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = elektronisch geprüft.

Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/5 47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA			Digital-Sampler	047-557	32,00	MIDI-MONITOR			DATA-REKORDER		
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Midi-Logik	047-559	15,50	— Hauptplatine	058-649	17,50	— Hauptplatine	109-754/ds	
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Tastaturplatine	058-650	9,00	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
Fahrrad-Computer	065-423	6,35	Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Schalterplatine	109-756/ds	
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Spannungssensoren	077-573	4,00	SCHALLVERZÖGERUNG			Röhrenklingelsteller	109-757/ds	31,00
Lineare Ohmmeter	065-426	5,65	Video-PLL	077-574	1,10	— Digitalteil	068-654	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
Schnellader	075-432	10,25	Video-FM	077-575	2,30	— Filterteil	068-655	17,50	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
VIDEO EFFEKTGERÄT			µ-PEGEL-SCHREIBER			Markisensteuerung	068-656	9,00	Display-Platine	109-761/ds	16,00
— Eingang	075-433/1	6,70	— AD-Wandler	107-593	19,25	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-658/ds	49,00	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	— Netzteil	117-597	12,90	STEREO-IR-KOPFHÖRER	078-659	20,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	— Interface	117-598	29,40	— Sender	078-661	11,00	ELISE		
KEYBOARD-INTERFACE			— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	UNIVERSAL-NETZGERÄT			— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Wechselschalter	097-589	2,50	— Netzteil	078-662	22,50	CPU-Adapter	010-775	3,00
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Mäuse-Klaviers	097-590	31,50	DVM-Platine	078-663	15,00	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
Doppelnetzteil 50V	115-450	16,50	Mini-Sampler	107-595	4,40	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50	— VA-Modul	020-787	16,00
eSai UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Impedanzwandler	117-601	0,85	NDP-MONO			— TZ-Modul	020-788	5,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Spannungswandler	127-604	9,95	— Netzteil	098-667	13,50	— HA-Modul	020-789	16,00
Impulsgenerator	116-520	18,70	MIDI-Schlag für C 64	127-608/ds	13,20	— Netzteil	098-670/ds	6,50	— B-Modul	020-790	16,00
Dämmerschaltrelais	116-521	6,45	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95	— Netzteil	098-671/ds	7,50	AUTOSCOPE II		
Flurlichtautomat	116-522	3,90	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			LCD-Panelmeter	098-673/ds	8,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	16,00
Multiboard	126-527	14,95	— Verdichtungsplatine	127-614	33,00	SMD-DC/DC	098-674	7,50	— C-Modul	030-803	16,00
Autopilot	037-548	3,75	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	MIDI-Balpedal	108-675	7,50	— Netzteil	030-804	8,00
SWEEP-GENERATOR			— Mini-Paddle	018-620	3,75	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger			AUTOSCOPE III		
— Hauptplatine	037-551	14,50	— Treibplatine	038-632/ds	9,50	(Satz/2 Platinen)	108-676	12,50	— Vorsteiler	040-818	8,00
— Netzteil	037-552	8,30	— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	SMD-Balancemeter	108-677	2,50	Relais-Zusatz (VT)	040-819	3,50
Widerstandsliste	047-556	0,80	— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	AUDIO-COCKPIT	118-680	10,00	AUTOCHECK I		
			Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	— 5 x LED-Anzeige	019-694	17,50	— VT-Modul	050-820	16,00
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	Schweißplatine	049-711	32,00	— PRZ-Modul	050-821	3,00
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	— Energiemessung (2 Platinen)	069-726	16,50	— N-Modul	050-822	11,50
			E.M.M.A.			AUDIO-COCKPIT	079-731	20,00	— W-Modul	050-823	11,50
			— Hauptplatine	028-627	29,50	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00	AUTOCHECK II		
			V24-Interface	038-653	3,00	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50	— P-Modul	060-828	16,00
			IEC-Bus	098-669	8,00	DISPLAY			— E-Modul	060-829	11,00
			C 64-Brücke	108-678	15,00	— Spulentreiber	099-746/ds	11,50	— B-Modul	060-831	16,00
			Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	Zeilenreiber	099-747/ds	17,50	AUTOCHECK III		
			Amplifierverstärker	048-640	18,25	— Matrixplatine	099-753/ds	35,00	— DPZ-A-Modul	070-840	16,00
			STUDIO-MIXER			Bierzell-Stabilisator	099-751	16,00	— DPZ-BV-Modul	070-841	16,00
			Ausgangsverstärker	REM-642	10,00						
			— Summe mit Limiter	REM-648	4,50						

**1/2 Preis**

!!! Solange Vorrat reicht !!!

So können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir **nur gegen Vorkasse**. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61**





**Signalverfolger 9** mit 1 kHz Oszi Ilator 79,— Baus. 59,90,— Batt. Kaho, PF. 23 33, 6500 Mainz.

**Bauelemente Distributor Lagerauflösung** meist Hewlett-Packard, komplett gegen Höchstgebot zu verkaufen, bei Interesse Liste anfordern. KS ELEKTRONIK, Tel. 0 60 81/1 23 84.

**TELECLUB-DECODER-BAUSATZ:** 100,—, FERTIGGERÄT (SCART) AUTOCODE; MULTINORM 399,—, TEL. 02 34/59 65 44.

**Leiterplatte Layoutprg.** f. Atari ST 100,—, Leergehäuse Atari TT 60,—, Tel.: 0 82 46/3 96.

**PLATTENLAYOUTPROGRAMM f. IBM PC/XT/AT** interaktiv mit Autorouter. Ausgabe auf Nadel- und Laserdrucker, Stift-, Photo (Gerber) u. Bohrplotter, DXF (AutoCAD) Interface, deutsch mit Handbuch 89,—, Dipl.-Ing. Klaus Kroessen, Pappelweg 3, 4294 Isselburg 2, Tel.: 0 28 74/4 52 17 o. Fax: 0 28 74/4 52 27.

**GALS selbst programmieren, 16V8/20V8-A**, kompatibel zu EPROMMER, Elektor 3/90 95,—, Info 0 89/14 24 71.

**Ingenieurbüro ökotronik** im Energiezentrum Feldberg übernimmt Entwicklungsarbeiten im Bereich Leistungselektronik, Photovoltaik sowie Hard- und Software für die Controllerfamilien 8051 und 8096. Tel.: 0 56 62/36 60.

**ELRAD 1978-91** in 13 Ordnern zu verkaufen für 150,—, komplett nur bei Abholung im Raum 3400 Göttingen. Tel.: 0 55 02/7 63 nur zwischen 18 u. 19 h.

**WANDLER 12/230V** mit sinusförmiger Ausgangsspannung im Europakartenformat, als Bausatz oder Fertiggerät. Info bei: Dipl.-Ing. F.-P. Zantis, Albert-Schweitzer-Str. 10, 5110 Alsdorf.

**IBM-Software IC-BIBLIOTHEK** f. Interg. Schaltungen TTL, CMOS, Analog, Opto, Motorola, Rockwell, Intel, Zilog ca. 2000 IC's auch aus der ehemal. DDR, 130,—. Bitte Demoversion anfordern. Dipl.-Ing. Florian, Starengasse 3, 4355 Waltrop.

**PROFI OSZILLOSKOPE** HC5604 40 MHz 2 Kanal READ-OUT 1798,—, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, HC5504 40 MHz 2 Kanal 1298,—, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, HC5506 60 MHz 3 Kanal 1896,—, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Sweep Time 5ns FREQUENZZÄHLER HC8100A 1,3 GHz 398,—, FUNKTIONSGENERATOR HC8200A 2 MHz 379,—, Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69, Fax: 0 62 03 23 21. Händleranfragen erwünscht!

**VERZINNTE KUPFERHOHLNIETEN** zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen Ø / Außen Ø A - 0.6/0.8; B - 0.8/1.0; C - 1.1/1.5. 1000 St. 30,—, Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, Tel.: 0 41 03/8 74 85.

**8051 Simulator** auf PC Fenster für SFR, Code, Debugger (mit Break), Help, 46,—, Tel.: 07 11/37 67 18.

**ENERGIESPARTEUFEL** (Platine) blinkt mit LED-Augen bei zu hoher Raumtemperatur, einstellbar, 15,—, R. Ufermann, 413 Moers 1, Scherpenberger 111.

**Isel-x/y/z-Flachbettanlagen** • isel-x/y/z-Flachbettanlage • isel-x/y/z-Flachbettanlage • Fordern Sie heute noch Unterlagen und Preise für Ihre persönliche Konfiguration. Info. Ocatech, Bleibtreustr. 26, 8000 Mü. 71. CNC-Controller • Spindelantrieb • PAL-PC • isel • isel-x/y/z-Flachbettanlage. Tel. 0 89/79 97 01, Fax. 0 89/7 91 83 97.

**Solarmodul amorph 12 Watt**, 5 Jahre Leistungsgarantie nur 169,—, Solarmodul monokristallin 53 Watt 10 Jahre Leistungsgarantie 830,— und vieles mehr! Kessler Solarkomponenten, Im Haldle 42, 7000 Stuttgart 60, Tel. 07 11/33 91 80, Fax. 33 92 02.

**Hameg + + + Hameg + + + Hameg + + + Hameg** Kamera für Ossi und Monitor Laborwagen. Traumhafte Preise, D.Multimeter ab 108,—, 3 Stck. ab 98,—, D.Multimeter TRUE RMS ab 450,—, F.Generator ab 412,—, Testbildgenerator u. Elektron Zähler ab 399,—, Netzgeräte jede Preislage Meßkabel, Tastkopf, R.L.C Dekaden, Adapter, Stecker, Buchsen, Video, Audio, Kabel u.v.m. Prospekt kostenlos. Händleranfragen erwünscht. Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal, Göbelstr. 54, Tel. 0 42 98/49 80.

**8052-ECB** Basicronner mit Businterface, Eurokarte, RTC, Pufferakku 2 ser. Schnittst. Watchdog, Resetg., 32kB RAM, auch 8051/32/31, Nullkraftsockel für EPROM usw. 513,— incl.; Platine, GAL, Doku 100,— incl.; Buskarten, LCD-Display, Tast. auf Anfr. Tel. 02 41/2 05 22, M. Schmidt, Aureliusstr.22, D-5100 Aachen.

**NEU — Jetzt auch im Rhein-Siegkreis —** NEU Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken u. Löten v. Elektronik-Bausteinen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel. 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr.

**Technisches Büro** übernimmt ENTWICKLUNGSARBEITEN. Tel. 0 40/56 47 51.

**drehen und fräsen**, Lautsprecherbausätze von Sees Vifa Peerlees 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sondernam 3, 8380 LANDAU/ISAR, Tel. 0 99 51/67 97.

**Jedem das Seine:** Mischpulte nach Kundenwunsch. Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studium. Viele Neuheiten. Infos bei: Mik Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf, Tel. 0 61 05/7 50 65.

**Traumhafte Oszi-Preise.** Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, Tel. 06 51/4 82 51.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste 0 95 45/75 23, Fax. 56 68.

**Für Elektronikbastler:** Qualitätssolarmodule 29,40,— incl. Mwst. Kurzinfo gegen frank. Rückumschlag. Weitere Solarkleingeräte im Katalog (gegen 2,50,— in Briefmarken) von Peter Kienker, Essenerweg 29, E1 4520 Melle 1.

**Verkaufe meine Public Domain** Sammlung aus 300 Prog. für AT für 130,—, Tel. 09 41/99 99 15.

**Relearn:** Regelungstechnik-Simulation u. reale Streckenankopplung 89,—, Info 1,—, Klaus Eberle, An den Windmühlen 1, 4230 Wesel.

**Suche ELRAD-Jahrgänge** bis 87. Tel. 02 28/65 21 69.

**ELRAD-FAX-MODEM:** Sierra Chipsatz + EUCLI zusammen für 280,— bei Karl-Heinz Wirner, Heisterbacherstr. 127, 5330 Königswinter 1, Tel. 0 22 23/15 67.

**Verzinnte Kupferhohlkneten** zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ-Innen Ø, Außen Ø: A - 0.6/0.8; B - 0.8/1.0; C - 1.1/1.5 1000 St. 30,—, Ossip Groth, Möllerspark 3, 2000 Wedel, Tel. 0 41 03/8 74 85.

Noch zu haben: MONACOR-Katalog 91/92. 660 Seiten A wie Audios bis Z wie Zange. Geg. 25,—/20,— Schein + 5,— in gült. BFM Preisl. B91 geg. 6,—, Halo-Pr. 3,— in BFM. EL91 gratis bei REKON, PF. 15 33, 7880 Bad Säckingen.

**NEU!!! TELECLUB-DECODER-BAUSATZ** incl. Platine, Eprom u. Bauelemente 150,—. Fertiggeräte u.a. für TC/FN/RTL/RV/RAU/SKY usw. ab 298,—. Videodat. Datenübertragung per SAT f. IBM-PC usw. 398,—, ELV-Original-Bausätze lieferbar! MIRATRONIC, Tel. 0 60 32/8 17 70.

**PLATINENLAYOUTSOFTWARES** für Hobbyelektroniker; jeder PC, Hercules, 24Nudel, Bavformeditor, Monüs; Vollversion 40,—, Demo 20,—. Postkarte: M. Risivis, Margarethenhof 36, 4047 Dormagen 1 oder (nachm.). Tel. 0 211 33/4 14 97.

**8048 C-Crosscompiler** gesucht evtl. mit Gleitpunkt-routinen. Tel. 0 87 62/29 31 ab 18 h.

Ungarische Elektronenfirma sucht Kontakte als Service, Fertigung, Entwicklung, Büro, Werkstattd., deutschspr. Personal. Inf. Tel. 06 21/89 15 42.

**TELECLUB-DECODER-BAUSATZ 99,—**, TC,-FN,-RTL4,-CANAL,-SKY-DECODER m. GARANTIE ab 269,—, Tel. 02 34/59 65 44.

Sie kennen das Problem! Kleine Leiterplattenserien, hoher Preis für die Bestückung. Das muß nicht sein! Wir bestücken Klein- u. Musterreihen zum fairen Preis. Layouterstellung auf modernem CAD-System. Mark Roessler, Karlsbader Str. 16, 7322 Donzdorf, Tel. 0 71 62/2 46 49 16.15—24 h.

**SMD-Automatenbestückung**, REL-Elektronik. E. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel.: 0 80 41/45 23, Fax. 0 80 41/88 24.

**MAGNER - Präzision in Schall:** Jetzt Selbstbau mit dem Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref. Liste sof. anfordern bei Dipl.-Ing. (FH) D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriest. 17, Tel.: 0 97 76/98 16, Fax: 0 97 76/71 85.

**A/D Wandler für RS 232-Schnittstelle** m. 12Bit 8 A/D-Eingänge 2 I/O Ports 1x8Bit Aus. Preis 199,—, (mit Testsoftware für PC's, Atari ST, C64). Info kostenlos. Tel. 04 61/2 52 55, M. Ernst u. B. Peters, 2398 Harrislee, Steinkamp 29.

## Kostenlos

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

## Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

**SALHÖFER-Elektronik**  
Jean-Paul-Str. 19  
w8650 Kulmbach

C0570

Coupon

### Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren  
von Leiterplatten

Schaft : 1/8" = 3,2 mm  
Länge : 1 1/2" = 38 mm  
Schneidgeometrie : 130Grad  
rechtsschneidend  
Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm  
1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

**4.40 10 St. 36.--**

Versand : NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Gool**  
D-8851 Holzheim  
Werbung aus der besseren Computerwelt

ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth  
Osterdalstraße 15 D - 8851 Holzheim  
Telefon : 08276 - 1818 Fax : 08276 - 1508 Telex : 53 865

## SunRise

COMPUTERSYSTEME GmbH

Personalcomputer · Drucker · DTP ·  
Netzwerke · CAD-Systeme · Zubehör

## Mit eigener Fachwerkstatt

**2300 Kiel**  
**Knooper Weg 33**  
**Telefon 04 31/9 52 51 · Fax 04 31/9 28 25**



## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Hasenheide 14-15  
1000 Berlin 61  
030/6917024

**GEMEINHARDT**  
Lautsprecher + Elektronik  
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42  
Telefon: 0 30/7 05 20 73

## Postleitbereich 2



**balü**  
electronic  
**2000 Hamburg 1**  
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
☎ 0 40/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
Schülerbaum 23 — Kontorhaus —  
☎ 0 431/67 78 20



Elektronische Bauelemente · HiFi  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Hamburger Str. 127  
2000 Hamburg 76  
0 40/29 17 21

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

## Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo.—Fr. 8.30—12.30, 14.30—17.00 Uhr.  
Sa. 10.00—12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.  
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50



**V-E-T Elektronik**  
Elektronikfachgroßhandel  
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst  
Tel. 0 42 21/17 78  
Fax 0 42 21/17 69

## Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELT**  
**ELEKTRONIK**  
Kaiserstraße 14

**2900 OLDENBURG 1**  
Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

**MARKTSTRASSE 101 — 103**  
**2940 WILHELMSHAVEN 1**  
Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Postleitbereich 3



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Goseriede 10-12  
3000 Hannover 1  
0511/327841

**RADIO MENZEL**  
Elektronik-Bauteile u. Geräte  
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5  
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

## Postleitbereich 4

## Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1  
Telefon 0 21 61/4 44 21  
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
Telefon 0 21 66/42 04 06



Asterlager Str. 94a  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Telefon 0 21 35/6 33 33  
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile

## Preuß-Elektronik

Schelmweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Ladenlokal + Versand · Tel. 02135-22064



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
Telefon 0 28 41/3 22 21



Elektronische Bauelemente · HiFi  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Viehofstr. 38-52  
4300 Essen 1  
02 01/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63

## ELSA - ELEKTRONIK



Elektronische Bauteile und Geräte,  
Entwicklung, Wartung, Groß- und  
Einzelhandel, Kunststoffgehäuse  
für die Elektronik, Lemsysteme

N.Craesmeier, Borchener Str. 16, 4790 Paderborn  
FON: 05251-76488 FAX: 05251-76681

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



**Berger GmbH**  
Heeper Str. 184+186  
**4800 Bielefeld 1**  
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)  
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)  
Telefax: 9 38 056 alpha d  
FAX: (05 21) 32 04 35

## Postleitbereich 5

## Leinweber &amp; Bock

Röhren/spez. Bauteile/Lautsprecher/PC's  
Roonstr. 43 · 5000 Köln 1 · Tel.: 02 21/24 50 41

## Postleitbereich 6

**Armin elektronische**  
**Hartel Bauteile**  
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77  
6300 Giessen

## Postleitbereich 7



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Eichstraße 9  
7000 Stuttgart 1  
07 11/2369821

## Worch Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.  
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

## KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91  
7100 Heilbronn

## PHM-Electronic

Vertr. Electronischer Bauelemente  
Tel. 0 75 75/24 48 · Fax 0 75 75/29 27  
Postfach 11 42 · 7790 Meßkirch

## Postleitbereich 8



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Tal 29  
8000 München 2  
089/2 90 44 66

(09 41) 40 05 68

## Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23  
... immer ein guter Kontakt!



Elektronische Bauelemente · HiFi  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

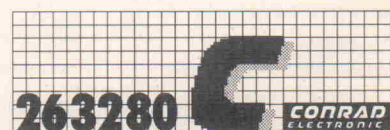
**Center**  
Klaus-Conrad-Str. 1  
8452 Hirschau  
09622/30-111

## Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorbau, Fachbücher

## Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg



Elektronische Bauelemente · HiFi ·  
Computer · Modellbau · Werkzeug  
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

**Center**  
Leonhardstr. 3  
8500 Nürnberg 70  
09 11/263280



**JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Electronic-Bauteile zu  
günstigen Preisen



## Postleitzbereich 8

### RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727  
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,  
Sonderposten, Beratung & Service.

### CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel  
Telefon 0821 - 39 830 Fax: 51 8727  
Lautsprecher & Audio Zubehör,  
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik  
Sat. Antennen Visaton Vertragshändler  
Karlst. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

## Österreich



VERTRIEB ELEKTRONISCHER  
BAUELEMENTE UND GERÄTE  
COMPUTER UND ZUBEHÖR  
HIFI-LAUTSPRECHER  
Cart-electronic®

Marktplatz 26  
A-4680 Haag/Hausruck  
Tel. 0 77 32 / 33 66 - 0  
Fax 0 77 32 / 33 66 - 6

Bitte Katalog anfordern

## Electronic-Katalog

200 Seiten

kostenlos

bitte anfordern bei

**SCHUBERTH**

electronic

8660 Münchenberg

Wiesenstraße 9 E

Tel.: 09251/6038

Fax: 09251/7431

Händlerliste mit Gewerbenachweis  
anfordern!

**Kaufen Restposten**

M  
C  
S  
5  
1

## TOOLS

für die  
Prototypenentwicklung,  
Aus- und Weiterbildung



- 8032 Tool 399,00
- 80535 Tool 454,86

Die Tools bestehen aus Steckkarte  
für den PC, externe Platine mit  
Controller, 8K ROM/RAM, integrier-  
tem Assembler/Disassembler, De-  
bug Optionen, SingleStep etc.

- Makroassembler 285,00
- DEMO 15,90

Andreas Roth  
Controllertechnik  
Waldstraße 19a, 6943 Birkenau  
Tel.: 06201/32055 Fax: 06201/33679

## Die Inserenten

Ahlens EDV-Systeme, Moosburg ... 77	Henzler Elektronik, Weil der Stadt Merklingen ..... 95	Oberhauser Elektronik, Peutenhausen ..... 94
albs-Alltronic, Otisheim ..... 95	Hewlett Packard GmbH, Böblingen ..... 104	Pop electronic GmbH, Erkrath ..... 65
AWEH Transform, HH-Schnefeld .. 98	Himmeröder, Oer-Erkenschwick .... 94	Power System Technologie, Kaufering ..... 96
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr. .... 98	Hoschar, Karlsruhe ..... 65	Projekt Elektronik GmbH, Berlin .... 96
Bitzer, Schorndorf ..... 6	hps System Technik, Essen ..... 87	
Boddin, Hildesheim ..... 94	HTB Elektronik, Schiffdorf ..... 96	
CadSoft Computer, Pleiskirchen .... 13	Innotron, Wuppertal ..... 6	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven ..... 50 + 51
	Isert Electronic, Eiterfeld ..... 103	Roth, Birkenau ..... 101
Elektronik Laden, Detmold ..... 6	Kenwood Electronics, Heusenstamm ..... 9	Salhöfer Elektronik, Kulmbach ..... 99
Elektor Verlag, Aachen ..... 79	Klein Elektronik, Neuhausen b. Pforzheim ..... 97	Späth, Holzheim ..... 99
elpro, Ober-Ramstadt ..... 97		Sun Rise, Kiel ..... 99
eMedia, Hannover ..... 92, 93, 98	Layout-Service-Kiel, Kiel ..... 93	Schuberth, Münchenberg ..... 101
Engelmann & Schrader, Eldingen .. 94	Lehmann, Mannheim ..... 94	
Experience Electronics, Herbrechtingen ..... 98		Tennert Elektronik, Weinstadt-Endersbach ..... 94
Feger + Reith, Traunstein ..... 14, 15	Merz Computer Electronic Versand, Lienen ..... 94	Welü Electronic, Laupheim ..... 94
Fernschule Bremen, Bremen ..... 94	Metec GmbH, Müden/Örtze ..... 6	Wiesemann & Theis, Wuppertal .... 96
Fischer Elektronik, Lüdenscheid .... 11	Mayer Elektronik, Baden-Baden .... 93	
Friedrich, Eichenzell ..... 96	MP-Sys GmbH, Viersen ..... 29	Zeck Music, Waldkirch ..... 47
	Mutronic, Rieden ..... 96	
Gerth, Berlin ..... 47	Müller elektrotechnik, Stewede ... 96	
gn electronics, Rutesheim ..... 6		

## Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. 05 11/53 47 47-0  
oder Fax 05 11/53 47 47-33

### Redaktion:

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
Stellv. Chefredakteur: Hartmut Rogge  
Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbbke-  
Doerr; Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl  
Ständige Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
Redaktionssekretariat: Lothar Segner; Carmen Steinisch  
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath,  
Hella Franke, Martina Friedrich, Edith Tötsches, Dieter Wahnert  
Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.),  
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöfner, Dirk Wollschläger  
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Elke Oestgen, Kirsten Rohrbach

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Südostasien: Heise Publishing Supervising Office, S. E. Asia, Fried-  
richstr. 66/70, W-5102 Würselen, Germany, Tel.: xx49 (0) 24 05/  
9 56 04, Fax: xx49 (0) 24 05/9 54 59  
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, 17th Fl., Unit D, One Capital  
Place Bldg., 18 Luad Road, Wan Chai, Hong Kong, Tel.:  
(8 52) 5 28 57 27, Fax: (8 52) 5 28 57 16

Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Build-  
ing, 16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:  
0 65-2 21 31 04  
Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1F/7-1, Lane 149, Lung-  
Chiang Road, Taipei, Taiwan, Tel: 0 08 86-2-7 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. 13 vom 1. Januar 1991

Vertrieb: Wolfgang Bornschein

Produktion:

Herstellung: Heiner Niens (Leitung), Rüdiger Schwerin

Satztechnik (DTP): Thomas Nießen

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 7,50 (6S 60,-/sfr 7,50/hfl 8,50/bfr 182,-/FF 25,-)  
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 79,20 (Bezugspreis DM 61,80  
+ Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 86,40 (Bezugspreis DM 58,20  
+ Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 69,-  
(Bezugspreis DM 51,60 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonne-  
ment/Ausland DM 76,80,- (Bezugspreis DM 48,60 + Versandkosten  
DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf  
Anfrage. (Konto für Abo-Zustellungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co  
KG, Postgri Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Kündi-  
gung jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,

Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkerk bv PB 313, 1382 jl Weesp

(Jahresabonnement: hfl. 99,-; Studentenabonnement: hfl. 89,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

VPM - Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz  
sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht  
übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen  
Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von  
Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-  
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-  
knüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der  
Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem  
Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksich-  
tigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne  
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

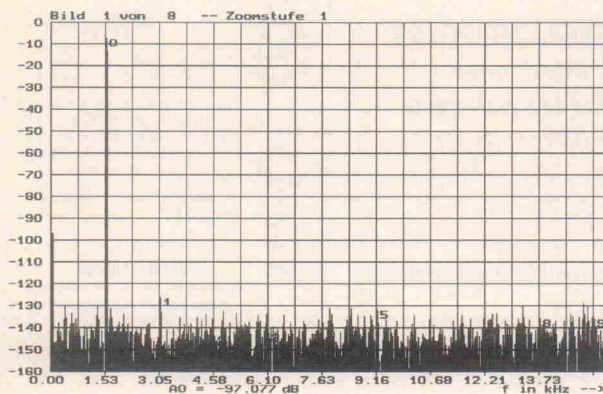
Printed in Germany

© Copyright 1992 by  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827





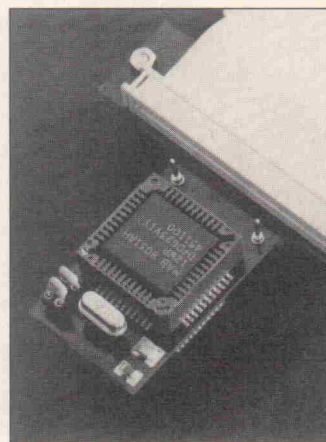


## Test: Spektrumanalyse mit dem PC

Bei der Signalanalyse eröffnet der Übergang vom Zeit- in den Frequenzbereich ein weites Anwendungsfeld. Von der mechanischen Schwingungsanalyse über den Test von Audiokomponenten bis in den Medizinbereich läßt sich diese Transformation sinnvoll einsetzen. Nun gibt es neben den sehr teuren Spektralanalysatoren auf Filterbasis rein numerisch arbeitende FFT-Analysatoren, die allerdings auf eine enorme Rechenleistung angewiesen sind. Dank der technologischen Entwicklungen im PC-Bereich – wie DSP-Einsteckkarten – ist man in der Lage, die Vorteile eines Personalcomputers in der Welt der Frequenzanalyse zu nutzen. Doch wie sehen diese Lösungen in der Praxis aus? Stellen sie tatsächlich eine Alternative für die meist teureren und weniger flexiblen Stand-alone-Geräte dar?

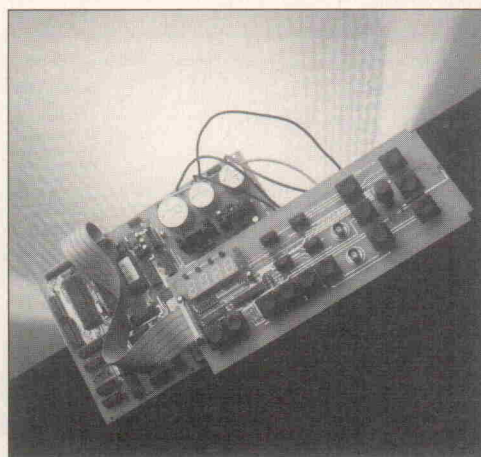
## Markt: Emulatoren für Mikrocontroller

Er schmuggelt sich ein, ohne gesehen zu werden. Er tut so, als ob er dazugehört. Er notiert sich alles, was geschieht, und plaudert es aus. Kein Fehltritt bleibt unerkannt. Ein solcher verdeckt arbeitender Ermittler ist der Emulator – im Auftrag des Hardware-/Software-Entwicklers. Gerade bei Mikrocontroller-Schaltungen mit ihrem hohen Anteil an interner und externer Peripherie sind diese Under-Cover-Tools zu einem unentbehrlichen Entwicklungswerkzeug geworden.



## Projekt: Der VMEboss lernt laufen

Es ist soweit: Die Atari-Rechner der Mega STE- und TT-Serie entsprechen dank des Elrad-VMEbus-Interface nun dem Industriestandard, sie lassen sich damit ohne weiteres in bestehende VMEbus-Systeme integrieren und können sogar als Master auftreten. Der zweite Teil beschreibt die Testsoftware, mit der sich die Funktionen der VMEbus-Interface-Platinen überprüfen lassen, und stellt dazu ein VME-Display vor, das eine große Hilfe für alle VME-Entwickler und -Anwender ist.



## Projekt: Digitaler Funktionsgenerator

Seine leichte Bedienbarkeit ist ein auffälliges Merkmal, doch auch die übrige Ausstattung dieses digitalen Funktionsgenerators dürfte dem Praktiker

angenehm auffallen: Neben den Standard-Kurvenformen, die in einem EPROM abgespeichert sind, bietet er die Möglichkeit, beliebige weitere Funktionen in Silizium zu brennen. Mit den (optionalen) IEC-Bus- und RS-232-Schnittstellen dieses Projekts läßt

sich der Neun-Bitter, den man so oder so zwischen 1 Hz und 30 kHz in 1-Hz-Schritten einstellen kann, auch in automatischen Meßplätzen einsetzen. Über Frequenz und Ausgangsspannung (oder -pegel) informiert eine vierstellige Anzeige.

## Dies & Das

### Hoechst illegal

Standard-PC-Software ist das Feld der Raubkopierer, Tendenz steigend. In Deutschland ist jedes zweite Paket eine illegale Kopie; die Verluste der Software-Industrie sollen sich 1991 auf 860 Millionen Dollar belaufen – weltweit auf 6,3 Milliarden. Diese Fakten und Zahlen nennt die Business Software Alliance (BSA), ein Zusammenschluß von Software-Herstellern mit dem Ziel, der internationalen Software-Piraterie durch Aufklärung, rechtliche Schritte und Änderung des öffentlichen Bewußtseins ein Ende zu setzen.

Doch auch beim nichtöffentlichen Bewußtsein mancher Firmen scheint es unerlaubte Blackouts zu geben. Die BSA hat jetzt Klageerhebung gegen die Niederlassung von Hoechst in Taiwan angekündigt. Das Unternehmen steht im Verdacht, Software unerlaubt kopiert und benutzt zu haben. Das Verfahren ist das Ergebnis einer Mitte November überraschend durchgeführten Razzia der Polizei. Das illegale Kopieren von Software war bei Hoechst in Taiwan, so die BSA, 'scheinbar Routine'. Nach Schätzungen der Anti-Klau-Allianz befinden sich wahrscheinlich auf zwei Dritteln der Personalcomputer im Unternehmen Raubkopien.

Kläger in dem Verfahren gegen Hoechst sind die Software-Hersteller und BSA-Mitglieder Lotus Development und Microsoft. Weitere Mitglieder sind Ashton-Tate, Autodesk, WordPerfect, Digital Research und Novell. Zuvor hatte die BSA mit Strafanträgen gegen drei koreanische Firmen Schuldenstände erreicht.

Die Piraterie erfolgt jedoch nicht immer zum Zweck der Selbstversorgung; die BSA hat jetzt rechtliche Schritte gegen ein fernöstliches Unternehmen eingeleitet, das Personalcomputer zusammen mit raubkopierter Software auf den Markt gebracht haben soll. Dieses Verfahren dürfte Bundesforschungsminister Riesenhuber wohl nicht im Auge gehabt haben, als er kürzlich auf der Fachtagung 'Globalisierung der Informationstechnik' äußerte, die Arbeitsteilung in der Welt werde durch eine marktwirtschaftliche Ordnung am besten gewährleistet.



**Sie suchen**

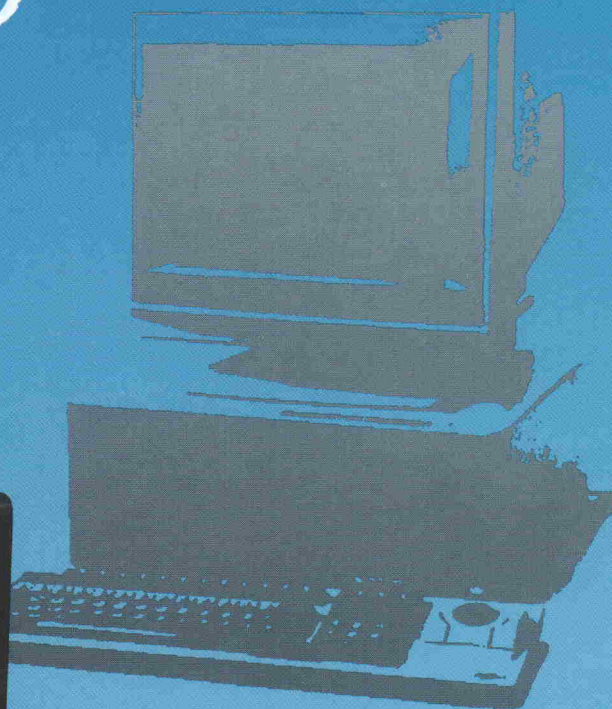
eine präzise Bearbeitungsmaschine zum Bohren, Fräsen, Gravieren ...?

**Wir bieten Ihnen**

**EP 1090**

DM 4993,-  
incl. MWSt.

die komplette Bearbeitungseinheit  
mit integrierter Antriebselektronik,  
Bohr-Fräs-Maschine,  
Aufspannset und  
PAL-EP-Software-  
Ankopplungsmodul



2.5D-CNC-Maschine  
bearbeitet:  
Leiterplatten  
Aluminium  
Kunststoffe  
Holz etc.

**... die intelligente Mechanik von**  
**iselautomation**

Fordern Sie nähere Informationen an.

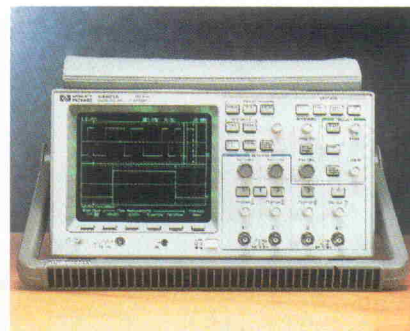
iselautomation · Hugo Isert · 6419 Eiterfeld · Im Leibolzgraben 16 · ☎ (06672) 898-0 · Fax 7575





# Begeisterung im Handumdrehen.

**Faszinierend: die Leistungsfähigkeit eines digitalen Oszilloskops mit der Bedienerfreundlichkeit eines Analoggerätes.**



Wer sich bislang für Digital-Oszilloskope nicht begeistern konnte und sich deshalb lieber für Analoggeräte entschied, sollte jetzt genauer hinschauen. Denn das HP 54600 sieht aus wie ein 100-MHz-Analogoszilloskop und lässt sich genauso leicht bedienen.

Das HP 54600 bietet jedoch alle Vorteile eines echten Digitaloszilloskops. So flimmert auch bei Abtastzeiten im Millisekundenbereich nie die Anzeige, und die Strahlhelligkeit ist bei allen Bildwiederholraten gleich.

Es bietet eine hohe Speicherkapazität, eine Genauigkeit von 1,5 Prozent und ist optional mit HP-IB, RS 232 oder Centronix-Schnittstelle ausrüstbar. Und das alles zu einem Preis von weniger als 5.500,- DM zzgl. MwSt.

Nehmen Sie es in die Hand. Wenn Sie Handhabung und Leistung des HP 54600 fasziniert hat, rufen Sie bei HP DIREKT unter 0 70 31 / 6 67 21 an.

**Ideen werden schneller Wirklichkeit.**



**HEWLETT  
PACKARD**