

# ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

öS 58,- · sfr 6,80

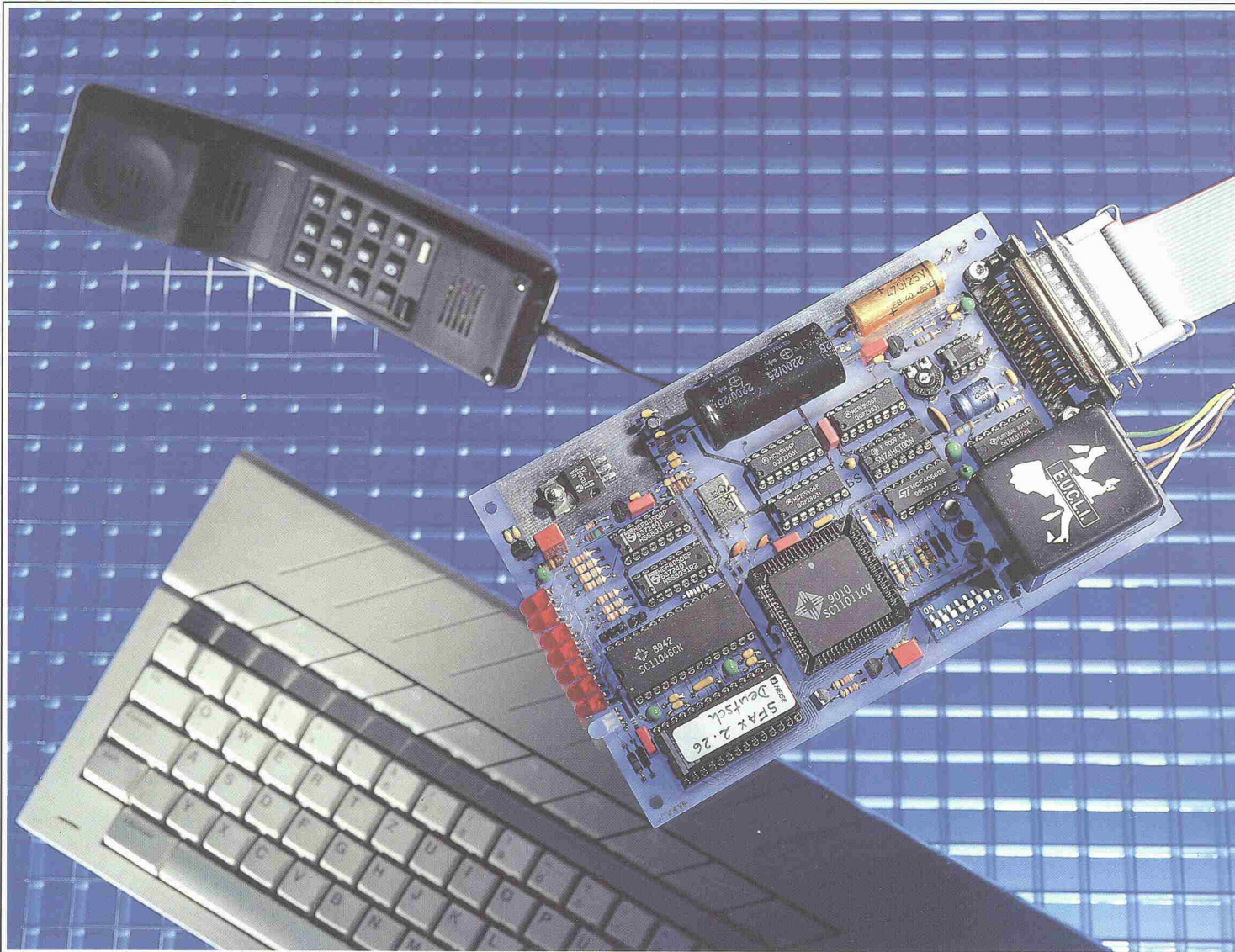
bfr 171,- · hfl 9,20

FF 22,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

7/91

7/91



Surface Mount Technology:  
Markt: SMT-Arbeitsplätze für  
Entwicklung und Service  
Design Corner: Simulation und SMT  
Laborblätter: MOSFET-Halbbrücken  
in SMT

Meßtechnik:  
Sensoren und Bussysteme

Audio:  
Brummsiebung mit L und C

Steuerungstechnik:  
FlexControl: Resolver/Digitalwandler-  
und Steuermodul

## Projekt:

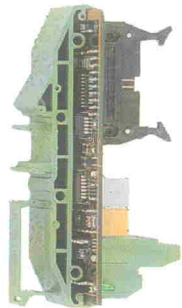
## SendFax

## Modem 2400 Bd



Ein Computer für den Schaltschrank, direkt zum Aufsteckn auf DIN-Tragschienen, programmierbar in C und MSRBASIC.

Mit einem hochintegrierten Prozessor einschließlich MMU, Cache, 4 DMA's, Timern: Z280 10MHz, der 16-Bit-Nachfolger des Z80. Für die serielle Kommunikation eine 10MHz SCC. Alles in CMOS und SMD. Alles im industriellen Temperaturbereich.



Feldbus inclusive, RS232 sowieso, 10MBit Link

Die Elektronik ist bis auf Steckverbinder und Abgleichelemente auf der geschützten Seite untergebracht.

DIN-Tragschienen-Schnappmodul

## Schnittstellen



Die Einbindung in das Produktionsumfeld geschieht am Einfachsten durch RS232-Kopplung. TSM besitzt zwei RS232-Ports, also nicht nur für die On-Line-Kopplung, sondern auch für lokale Peripherie wie Waagen oder Barcode-Leser. Innerhalb des Produktionsbereichs werden TSM's mit dem BITBUS-Feldbus verbunden. Ein Aufsteckmodul erledigt die BITBUS-Pegelanpassung, so daß auch andere Feldbusse realisierbar sind.

## Bedienung



Für die Bedienfeldkopplung hat die TSM-CPU einen 10MB-Link-Adapter (RS422). Damit können auch große Datensätze schnell ausgetauscht werden. Passend dazu gibt's bei ELZET 80 eine Terminalelektronik mit Tastatur, LCD-, Drucker- und sogar Floppy-Anschluß. Eine Farbgrafik kann aufgesteckt werden. Zur Kopplung mit Prozeßvisualisierung und Datenbank auf einem PC ist die Baugruppe PC-LINK1 erhältlich.

## Beratung



und Vorführung der TSM-Produkte erfolgt durch Ingenieurbüros in Ihrer Nähe:

Esmad GmbH, Fehlerstraße 5,  
1000 Berlin 41, Tel.030/8511900 Fax 8526300  
Busse Datentechnik GmbH, Asperger Str.10,  
7000 Stuttgart 40, Tel.0711/804004 Fax 804005  
PTL Elektronik GmbH, Putzbrunner Str.264,  
8000 München 83, Tel.089/6018020 Fax 6012505  
GMS mbH, Leimenrode 4,  
6000 Frankfurt 1, Tel.069/5976587 Fax 559545  
Schweiz: Bernhard Elektronik, Aarauer Str. 20,  
5734 Reinach AG, Tel. CH 064/716944 Fax 716944

Im September werden TSM-Seminare in Aachen angeboten: Am Dienstag, dem 10.9. ein Tagesseminar von 10 bis 16h und am Dienstag, dem 17.9. ein Abendseminar von 16 bis 22h.

# TSM Tragschienen-Module

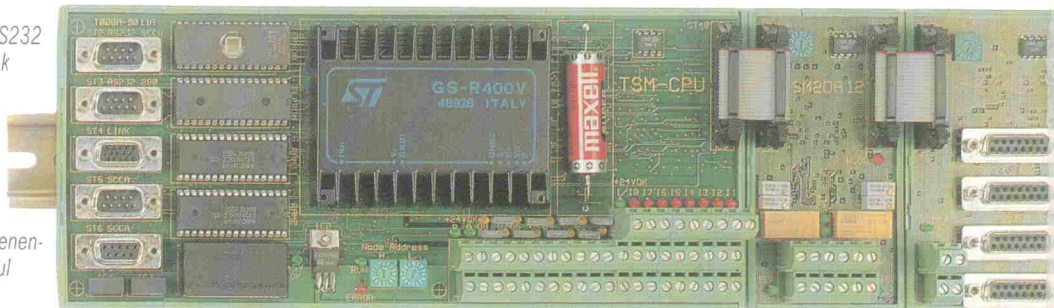
## Der Computer mit Schraubklemmen

Software-Fernwartung durch Flash-Eprom

Komplett mit Stromversorgung (10..40V)

Lithiumzelle: Auch bei 70°C noch ein halbes Jahr für 1MB und die Uhr

Bis zu 16 Erweiterungsmodulen, z.B. AD, DA, Achsposition



Elektrikerfreundliche Schraubklemmen

LED's für alle E/A's und Spannungsüberwachung

8 Ausgänge 24V/500mA

8 Eingänge 24V

Modulkennung

## Speicher



EPROM	—	64K bis 1M	Betriebssystem
FLASH	—	32K bis 128K	Anwenderprogramm
RAM	—	32K bis 512K	Datenspeicher
RAM	—	32K bis 512K	Datenspeicher

## Programmierung



MSRBASIC ist multitaskfähig und eprom-resident auf TSM. Prozeßfunktionen wie W=ADC(3) und DOUT(7)=1 umgehen die hardwarenahe Programmierung. WAIT FOR . . . ermöglicht einfache Ablaufsteuerungen. Zeit- und Reglerfunktionen (PID) erschließen die Programmierung auch dem Nicht-Informatiker. Für die Programmierung braucht man ein Terminal oder besser einen PC mit Terminalprogramm. Für C-Freunde liefert der Mi-C PC-Cross-Compiler mit den wesentlichsten ANSI-C-Erweiterungen optimierten Z280-Code. Die Library ist auf TSM angepaßt. Die Entwicklung wird durch einen Debug-Monitor auf dem PC stark erleichtert. Für einfache BITBUS-Slaves führt "ZBEM" die Standard-RAC-Befehle aus.

## Eingänge



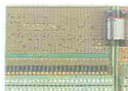
Acht Indikatoren (24V PNP), Schalter oder Lichtschranken kann man direkt am Hauptmodul anschließen. Für jeden Anschluß sind drei Schraubklemmen da: +, -, Signal. Zwischenverdrahtung ist nicht notwendig! LED's zeigen aktive Eingänge an. Ein schneller Zähler kann auf einen beliebigen Eingang geschaltet werden, z.B. für Drehzahlerkennung, Positionierung oder für Temperaturfühler mit Frequenzgang.

## Ausgänge



Direkt anschließbar: Acht Schütze oder Luftventile für 24V=. Mit 500mA kann reichlich mehr geschaltet werden, als ein normales Ventil zieht. 24V werden zentral zugeführt und überwacht (LED und Software), für jedes Gerät stehen dann zwei Schraubklemmen bereit: die geschalteten 24V und gemeinsame Masse. Eine LED zeigt den Ausgangszustand an, der auch rücklesbar ist. Ein Watchdog schaltet alle Ausgänge aus, wenn sie nicht alle 50ms aufgefrischt werden.

## Erweiterung



Nur digitale E/A's sind natürlich langweilig! Hier steht, womit man erweitern kann. Bis 16 Module pro CPU, Gesamtlänge 2m. Der aktive Busabschluß wird von der Software überwacht, wie auch die Typenkennung (ID) jedes Moduls.

8E24	wie die 8 CPU-Eingänge, ohne Zähler
8A24	wie die 8 CPU-Ausgänge
32E24	32 Eingänge 24V
32A24	32 Ausgänge 24V/500mA
16AD12	16 Analogeingänge 12Bit 0..10V, 0/4..20mA
2DA12	2 Analogausgänge 12Bit ±10V
4SSI	für 4 Absolut-Winkelcodierer SSI
3INC	für 3 inkrementale Weggeber
NT18	Analogspannungs-Netzteil für AD/DA
NETZ	220V-Tragsch.-Netzteil mit 24V-Ausgang
In Vorbereitung: 220V-E/A, Schrittmotorsteuerung, Zähler	



Mikrocomputer GmbH & Co. KG

ELZET80 Mikrocomputer GmbH & Co. KG  
Vaalser Straße 148 · D-5100 Aachen  
Telefon 0241/870081 · Fax 870231



# Ausgefiltert?

'Bei der Digitalisierung von analogen Spannungsverläufen ist es wichtig, das Originalsignal so unverfälscht wie nur möglich dem A/D-Wandler zuzuführen. Richtig oder falsch?' ... ist die Einleitung des Testberichts 'Filterbaugruppen für die rechnergestützte Meßtechnik', der für diese Elrad-Ausgabe angekündigt war und – nicht stattfindet. Er sollte als Einstieg für einen Themenkomplex dienen, dem sich die Redaktion für das zweite Halbjahr '91 verschrieben hat: Signalfilterung unter besonderer Berücksichtigung des Aliasing-Problems.

Scheinbar ein dankbares Thema, angesichts der positiven Reaktionen bei Herstellern, Entwicklern und Anwendern.

Die Meinung im 'Meßbereich' war eindeutig: A/D-Wandlung ohne Filter? Unmöglich!

Wie weit aber Problembewußtsein und Wirklichkeit auseinanderklaffen, zeigte sich, als es zur Sache ging.

Bei der überwiegenden Zahl der Hardware-Anbieter existiert kein Abtasttheorem, die Meßtechnik beginnt am Eingang des Multiplexers.

Wenn dem nicht so war, gab es in der Regel nur sogenannte Signal-Conditioning-Module, auf denen eine passive Tiefpaßlösung angeboten wird. Die aber beim heutigen Anwendungsspektrum der PC-Meßtechnik, gerade wenn sie in Richtung Signalanalyse geht, bei weitem nicht ausreicht.

Eine kleine Gruppe tritt die Flucht nach vorne an und realisiert das Software-Anti-Aliasingfilter. Ein Schuß, der 'haarscharf' am Problem vorbeigeht. Aber dicht vorbei ist auch daneben.

Kurz gesagt: In der zur Verfügung stehenden Zeit kam kein vernünftiges Testfeld zustande. Zum einen, weil die Luft in dieser Produktkategorie, wie beschrieben, sehr dünn ist, zum anderen, weil es einigen Anbietern, die Filter in ihrem Programm haben, an einer physikalisch präsenten Baugruppe fehlte. Im 'Zeit-Limit' war für den Test nichts beizubringen: ausverkauft. Nicht wegen rasender Nachfrage, sondern wegen marktgerechter Lagerhaltung.

Filterbaugruppen können, gerade für übliche Mehrkanalanwendungen, den Preis eines A/D-Boards um ein Vielfaches

übersteigen. Als preistreibend entpuppt sich die Materie selbst, denn obwohl Filter zu den gut untersuchten Schaltungen der Elektronik zählen, ist ihr Design verglichen mit anderen Baugruppen der Meßtechnik alles andere als trivial. Zu viele gegenläufige Parameter sind zu berücksichtigen, um den Qualitätsanforderungen des heute Meßbaren gerecht zu werden.

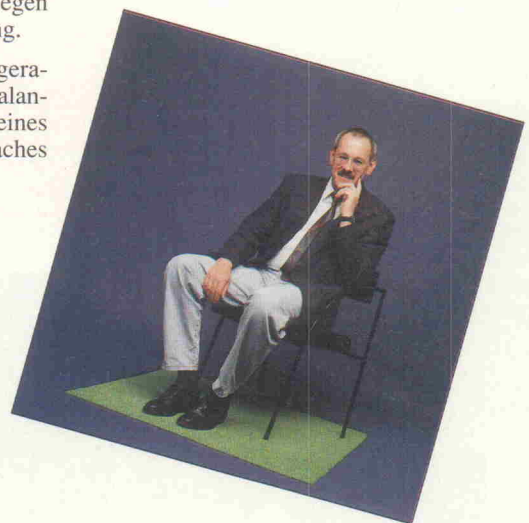
Kosten und Aufwand im Hinterkopf, erreicht bei vielen Anwendern der Glaube: 'Ich weiß, was ich messe! Warum also filtern?' den Grad der Gewißheit.

Insgesamt gesehen dreht sich scheinbar vor dem Multiplexer eine Schraube ohne Ende, deren 'Dynamik' so von uns nicht vorausgesehen wurde und zu einer kurzfristigen Ablaufänderung führte.

Der wichtige Filter-Aspekt in der Meßtechnik wird in den kommenden Monaten in Elrad gerade deshalb stattfinden. In der nächsten Ausgabe eingeleitet von dem für diesmal angekündigten Beitrag.

*Hartmut Rogge*

Hartmut Rogge



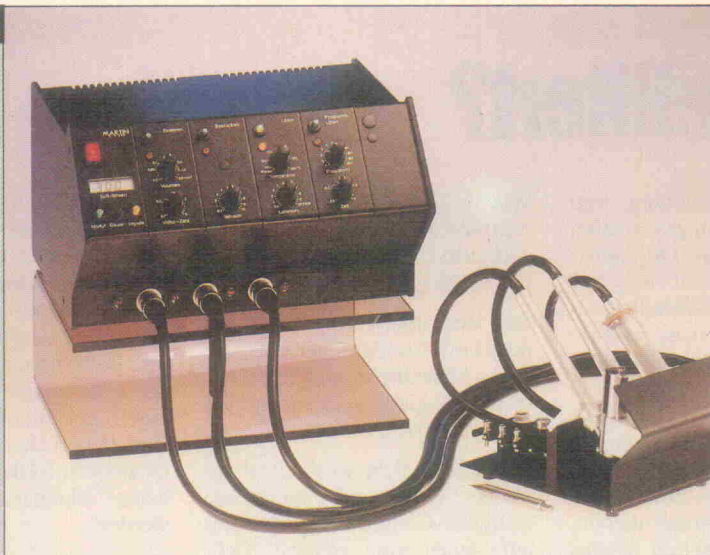


## OP für kleine Patienten

Platinen in SMT-Bestückung sind heute keine Seltenheit mehr – man werfe nur einen Blick in ein modernes Meßgerät, einen Fernseher oder einen Walkman. Sind große Stückzahlen gefragt, lassen sich SMT-Platinen kostengünstig vollautomatisch bestücken, löten und testen.

Zur Erstellung von Prototypen und Kleinserien dagegen lohnt der Einsatz des aufwendigen Maschinenparks nicht, der Entwickler oder Techniker muß selbst zum 'Lötkolben' greifen. Viele Hersteller und Firmen haben sich auf die Entwicklung und Herstellung von SMD-Arbeitsplätzen und SMD-Werkzeugen spezialisiert, mit denen man Kleinserien fertigen oder aber Reparaturen an SMT-bestückten Boards vornehmen kann. Überblick verschafft der Artikel ab

Seite 20



## Brummbremse

Zu den Zeiten, als Netztrafos noch Heizwicklungen aufwiesen, war es üblich, die einweggleichgerichtete Netzspannung mit CLC-Gliedern zu glätten. Siebdrosseln wurden jedoch im gleichen Maße teuer wie hochkapazitive Elkos billiger, und die Entwicklung der Firma Graetz – der Graetz-Brückengleichrichter – erlaubte nicht nur den doppelten Siebfaktor, sondern gab den Drosseln endgültig den Gnadestoß. Unter welchen Umständen der Einsatz von Netzdrosseln auch im

Zeitalter der integrierten Spannungsregler interessant sein kann, erfahren Sie ab

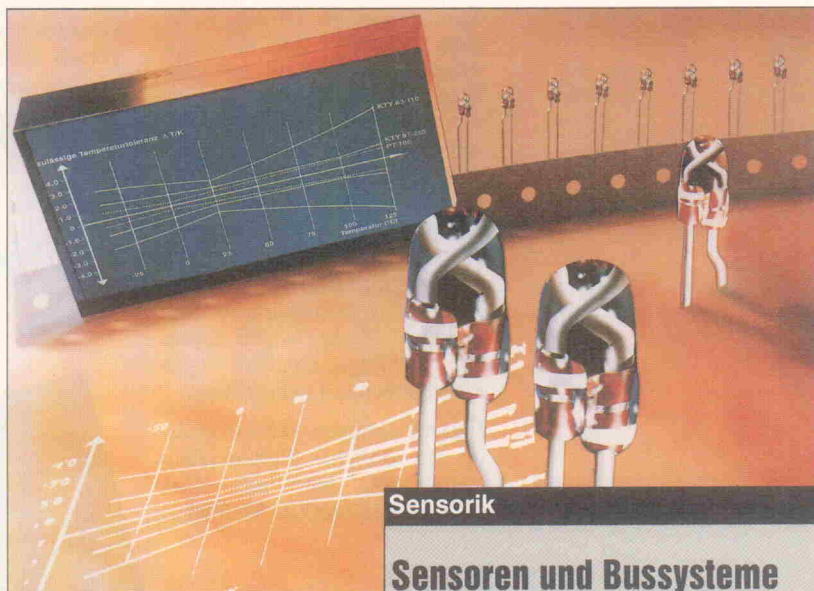
Seite 66



## SMDs – die idealen Bauteile?

Zur Berechnung von elektronischen Schaltungen werden häufig sogenannte Simulationsprogramme eingesetzt, deren Rechenergebnisse bei höheren Frequenzen und Verwendung normaler Bauteile nicht immer mit der Draht- gewordenen Wirklichkeit übereinstimmen. Durch Einsatz von SMD-Bauteilen gelang es nun, Simulation und Realität besser zur Deckung zu bringen; unser Beitrag berichtet über diesen erfreulichen Trend.

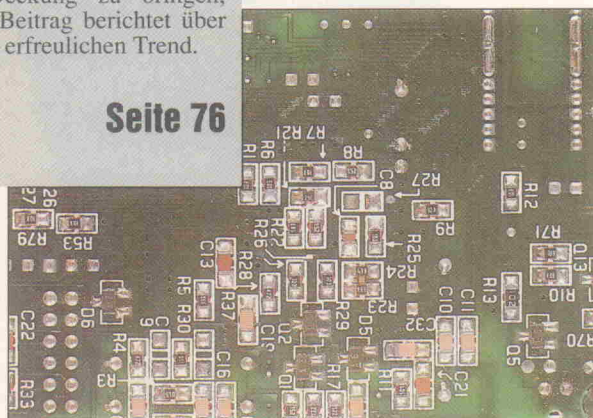
Seite 76



## Sensoren und Bussysteme

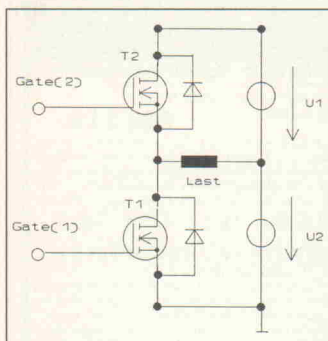
Wo zwecks Automatisierung Arbeitsplätze entfallen, muß Maschinenintelligenz installiert und massiv mit Sensoren und Aktoren umgeben werden – nur so ist die Intelligenzbestie Mensch mit ihrer vielschichtigen, komplexen Sensorik zu ersetzen. Und ein geeignetes, vielfach echtzeitfähiges Kommunikationssystem muß her, sozusagen als Nervenkostüm des Automaten. Die 'sensor 91', die Mitte Mai in Nürnberg stattfand, stand ganz im Zeichen des sprunghaft wachsenden Marktsegmentes 'Sensorik' und des Gerangels der Bussysteme.

Seite 40





## MOSFET-Halbbrücken in SMT



Seit kurzem sind komplette MOSFET-Halbbrücken in SMD-Ausführung verfügbar, die zwar nicht die maximale Verlustleistung diskreter MOSFETs erreichen, dafür aber über ein wesentlich günstigeres Leistungs-/Volumen-Verhältnis verfügen. Ihre Vorzüge entfalten sie insbesondere im Impulsbetrieb, beispielsweise auf dem Gebiet der Motorsteuerungen.

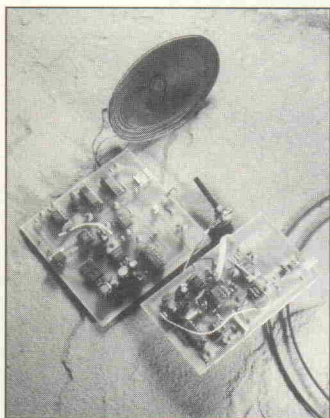
**Seite 86**

## Übertragungstechnik

### Audio-Light

Im Gegensatz zum 'LWL-Tastkopf' (Elrad 12/90), bei dem der Strom durch die Sendestufe direkt proportional zu dem Eingangssignal war, bedient sich die hier vorgestellte 'Übertragungsanlage' eines vergleichsweise einfach zu handhabenden Modulationsverfahrens. Was die Vorteile der modifizierten Puls-Phasenmodulation sind, verrät der Artikel ab

**Seite 61**



### cand. mod.

Es gehört zu den traditionellen akademischen Gepflogenheiten, daß sich Studenten mit abgeschlossenem Grundstudium (beispielsweise nach dem Physikum bei Medizinern) mit dem Titel cand. (med.) schmücken dürfen.

Analog dazu heißt das Modem-Projekt cand. mod., denn auch wir sind guter Hoffnung, daß es höheren akademischen Graden in Form eines gelben Hörnchens mit ZZF-Nummer entgegengeht.

Außer dem angestrebten Titel hat es aber auch technische Qualitäten vorzuweisen: Stand-alone-Gerät, RS-232, Hayes-Befehlsatz, Modem 2400 Baud vollduplex, SendFax 4800 Baud G3, vergossenes Line-Interface, Europakarte, Stekkernetzteil.

**Seite 26**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>Briefe</b>	<b>7</b>
aktuell	
<b>Meßtechnik</b>	<b>8</b>
<b>Hardware</b>	<b>10</b>
<b>Stromversorgung</b>	<b>12</b>
<b>Bauelemente</b>	<b>14</b>
<b>Halbleiter</b>	<b>15</b>
<b>Firmschriften &amp; Kataloge</b>	<b>16</b>
<b>Die neue S-Klasse</b>	<b>17</b>
<b>Nachlese CAT '91</b>	<b>18</b>
Markt	
<b>OP für kleine Patienten</b>	<b>20</b>
Hardware	
<b>cand. mod.</b>	<b>26</b>
Sensorik	
<b>Sensoren und Bussysteme</b>	<b>40</b>
Bauteile	
<b>SMDs – die idealen Bauteile?</b>	<b>46</b>
aktuell	
<b>KlangArt</b>	<b>48</b>
Steuerungstechnik	
<b>FlexControl (2)</b>	<b>50</b>
<b>Arbeit &amp; Ausbildung</b>	<b>58</b>
Übertragungstechnik	
<b>Audio-Light</b>	<b>61</b>
Stromversorgung	
<b>Brummbremsen</b>	<b>66</b>
<b>Bücher</b>	<b>70</b>
Programmierung	
<b>Signalverarbeitung in C (3)</b>	<b>76</b>
Die Elrad-Laborblätter	
<b>Motorsteuerungen mit VMOS (3)</b>	<b>83</b>
Die Elrad-Laborblätter	
<b>MOSFET-Halbbrücken in SMT (1)</b>	<b>86</b>
Mathematik	
<b>Mehrfache Ableitungen</b>	<b>91</b>
<b>Elektronik-Fachgeschäfte</b>	<b>104</b>
<b>Die Inserenten</b>	<b>105</b>
<b>Impressum</b>	<b>105</b>
<b>Dies &amp; Das</b>	<b>106</b>
<b>Vorschau</b>	<b>106</b>





## MICROCAP III

R&amp;P HITECH

**Design + Simulation. Bevor Schaltungsideen in die Falle gehen**

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

Rufen Sie jetzt den kostenlosen **HOSCHAR** **MICROCAP III** Farbprospekt und die Demokassette ab! Mit einer der Kontakt-Karten dieser Zeitschrift, oder viel schneller über die HOSCHAR CAE-Hotline.

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

**Tel. 0721/37 70 44**

### ALL-03

Der Universal-Programmierer der neuen Generation. Test in mc 3/91. Programmiert PALs, GALs, PEELs, EPROMs, EEPROMs, BPROMs, MPUs – über (ca. 30 versch.) Adapter, auch PLCC – insgesamt fast 900 ICs.

Anschließbar an PC/XT/AT. Programmierereinheit, PC-Einsteckkarte, Kabel, Software, Speichermonitor, Entwicklungssoftware für GAL 16V8 und 20V8 und 6 Monate kostenloser update.

**NEU: 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 32/86 91 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  
0222/50 21 27

## PC-Meß- und Regelkarten

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

### LowCost-Bereich:

digitale I/O-Karte, 24 Bit, Flanken < 20ns, hoher Ausgangsstrom, mit Anleitung

**DM 119,-**

sehr schnelle 8 Bit-AD/DA-Karten, 2µs AD-Umsetzzeit (bzw. bis 500kHz Umsetzrate), von 1-Kanal AD/DA bis 8-Kanal-AD+2-Kanal-DA mit 24 programmierbaren Spannungsbereichen, int.-ext. triggerbar + 24 Bit digital-I/O + 4 Bit digital-O (2A), 12-Bit-1-Kanal-Karte(9µs), -3 bis 3V oder 0 bis 5V, 5-digitale Eingänge

**von DM 169,- bis DM 389,-**

### Industrie-Bereich:

Industrie-Meß- und Regelkarten, sowie Zubehör aus der PC-Lab-Serie: 12-Bit Multifunktionskarten von 8-Kanal AD(25µs)/1-Kanal DA, jeweils 16 dig. In-/Output mit Anschlußkit bis 16-Kanal single/8-Kanal differentiell/2-Kanal DA, mit Quarztimer, 9 programmierbare uni-/bipolare Spannungsbereiche, interrupt-/DMA-fähig, Digitale (auch Opto-) Relaiskarten, Programme, Erweiterungseinheiten analog und digital etc.

### Das Super-Programm:

**GeoWorks-Ensemble DM 399,-**

Gratis-Liste 2 anfordern!

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

! Angebot in Österreich auszugewiesen erhältlich bei EBY-Elektronik Marktplatz 26 A-4680 Haag/H. Tel.: 07732/3366-0 Fax: 07732/3366-6

## TEASY TIME CODE

### Timecode-Verarbeitung im PC

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



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



Jetzt direkt in Deutschland vertreten.



National Instruments Germany GmbH  
Hans-Grässel-Weg 1 Tel.: (089) 714 5093  
W-8000 München 70 Fax: (089) 714 6035

## Sondernormdecoder

zum Entschlüsseln von  
ASTRA-PAY-TV-Programmen

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

**Modul für C 64**

TCD-64 Bausatz **ab DM 148,-**

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

Händleranfragen erwünscht.

Anschlußfertige Geräte aus eigener Entwicklung und Fertigung von:

## Metec GmbH

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

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

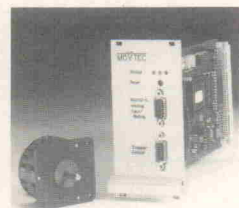
Dieses ist der erste Streich...

## MSM-01

**Microstep-Steuerkarte**

— universell einsetzbar —

Eingang: — Analog — Seriell — Takt/Richtg.  
Ausgang: — 2 Phasen 45 V/2,5 A



- max. 128/Vollschritt
- 256fache Phasenstrom-Auflösung
- Ausgabe 0—22 kHz
- Geschw.-Bereiche einstellbar (E.-Getriebe)
- simulierte Impulsgeber (TTL/90°)
- und weitere sehr interessante Merkmale

Option: Motoranpassung für Schrittwinkel-Korrekturen

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



## BOARDMAKER

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

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

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

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

**Tel. 0721/37 70 44**

**HOSCHAR**  
Systemelektronik GmbH

## MOPS11 mit HC11

aus ELRAD 3/91

MOPS-LP	Leerplatte	64,- DM
MOPS-BS1	Bausatz, enthält alle Teile außer RTC u. 68HC24	220,- DM
MOPS-BS2	Bausatz, enthält alle Teile incl. RTC u. 68HC24	300,- DM
MOPS-FB1	Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS1	300,- DM
MOPS-FB2	Fertigkarte, Umfang wie MOPS-BS2	380,- DM
MOPS-BE	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 32/86 91 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  
0222/50 21 27



## 19"-ST kommt

Zum Thema Atari scheint es eine Veröffentlichungssperre zu geben. Vorschläge: Umbau eines 1040 und/oder Mega zu einem 19"-Modell; Entwicklung einer (oder mehrerer) Euro-Platinen, die die wichtigsten Ergänzungen für Ataris enthalten.

Hans Weigand Habermehl  
6300 Gießen 1

*Eine Sperre hat es nicht gegeben, vielmehr steckten in der Pipeline mehrere Projekte, die jetzt kommen:*

– Erweiterung für den 'Aufmacher'; 12-Bit-AD/DA am ROM-Port (siehe Vorschau in dieser Ausgabe)

– 'echter' VME-Bus für STE und TT

– ST auf 3 Europakarten

Außerdem sind mehrere Hardware-Tools in Vorbereitung.

(Red.)

### Technische Anfragen

#### Die Sprechstunde der Redaktion ...

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

05 11/54 74 70

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

## Nachträge und Berichtigungen

### Verzögerte Echtzeit

Atari-ST-Uhr 'Wem die Stunde schlägt', Hef 1/4/91

Bei der Programmierung des GALs hatte ich Probleme: Jeder GAL-Assembler verweigerte die Annahme. Und das durchaus mit Recht, wie sich nach einem Blick in das Datenblatt herausstellte: Sie versuchen, über vier Ausgangsmacrozellen fünf Eingänge in die Matrix zurückzuführen – was natürlich schiefgeht. Wo steckt der Fehler, denn ich gehe davon aus, daß Ihr Handmuster funktioniert hat? Denkbar wäre beispielsweise, daß auf Pin 14 und 16 des GALs jeweils ein Ausgang gelegt wird (durch Vertauschen von VMA und RTCRD.O). Leider müssen dann auch die Pins 14 und 16 auf der Platine vertauscht werden, was ja eigentlich nicht im Sinne des Erfinders liegen kann.

Peter Ohl  
7500 Karlsruhe

*Eingriffe in die Hardware sind tatsächlich nicht im Sinne des Erfinders. Es scheinen Differenzen zwischen dem abgedruckten Listing und dem Inhalt unseres Prototyps zu bestehen. Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit konnten wir den Fehler noch nicht genau lokalisieren, werden dies jedoch im nächsten Heft nachholen. Zwischenzeitlich können interessierte Leser mit einer formatierten 3,5-Zoll-Diskette und einem selbst-adressierten Freiumschlag das korrekte Listing bei der Redaktion anfordern.* (Red.)

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

### Kabel: In Stereo und Farbe

Projekt TV-Tuner, Elrad 6/90...9/90

*Der inzwischen kaum noch verfügbare PLL-Baustein SDA 3112 kann durch den funktions- und pinkompatiblen Typ SDA 3002 ersetzt werden, allerdings muß dieser mit 4 MHz getaktet werden (Quarz Q2, bisher 2 MHz).*

*Heft 6/90, Seite 39: Im Schaltplan des Videoverstärkers müssen die Widerstände R11, R25 und R30 die Werte 33 k $\Omega$  statt der eingezeichneten 22 k $\Omega$  haben; R39 12 k $\Omega$  statt 1,2 k $\Omega$ . Die Stückliste ist korrekt.*

*Heft 7/90, Seite 86: Im Schaltplan des Stereodecoders muß der Wert von C33 2,2  $\mu$ F statt 22  $\mu$ F betragen. Die Stückliste ist korrekt.*

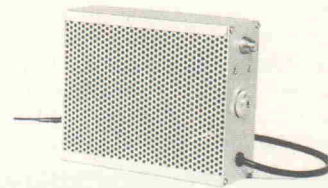
*Heft 8/90, Seite 87: Im Schaltplan Bild 18 sind J12 und J13 vertauscht, auch Pin 1 und Pin 2 an IC4. Ebenfalls sind die Bezeichnungen von 1/2 IC3 und 1/2 IC7 vertauscht, und zwar nur die Hälften mit den Pins 8...14. Auf der Controller-Platine ist die PIACS-Leiterbahn fälschlicherweise mit Pin 12 von IC9 verbunden anstatt mit Pin 10 desselben ICs.*

*Heft 9/90, Seite 57: Im Verdrahtungsplan sind auch hier die Bezeichnungen für J12 und J13 vertauscht sowie für J4 und J6 des Videoverstärkers. Der mit 14 bezeichnete Anschluß des Tuners muß die Nummer 41 tragen. Schließlich sind die Leuchtdioden in dieser Zeichnung falsch gepolt.* (Red.)

# Lötdampf-Absorber

Ihrer Gesundheit zuliebe.

Sollte an keinem Arbeitsplatz fehlen.



Beim Lötvorgang werden gefährliche Rauche, Gase und Aerosole freigesetzt. Durch den Einsatz unserer Lötdampf-Absorber mit Aktiv-Kohle-Filter werden diese Schadstoffe gleich am Entstehungsort abgesaugt.

Durch die handliche Größe (15 x 14 x 5,5 cm) stört er nicht am Arbeitsplatz.

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

## Distelkamp-Electronic

Morlauterer Straße 101, 6750 Kaiserslautern 27,  
Telefon (06 31) 7 83 19, Fax (06 31) 7 83 99

## Solar-Wechselrichter

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

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

**Neu!**

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

## Labor-Netzgeräte

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

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

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

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

**Sytec GmbH**

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

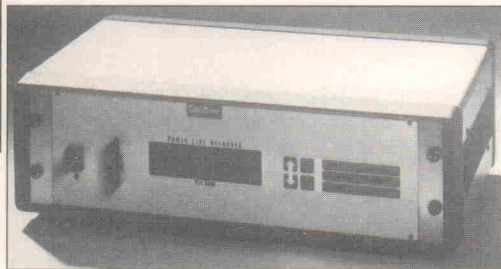


## Netzstörungen auf der Spur

Unter der Bezeichnung PLR-1000 beziehungsweise PLR-3000 stellt die Firma Hans Zeheter zwei neue, bevorzugt für den Schrankneinbau gedachte Überwachungsgeräte für ein- und dreiphasige Netze vor. Dank eines neuen Erfassungsprinzips, voll digitaler Meßwertaufbereitung/-verarbeitung

sowie der Möglichkeit einer Buskopplung eignen sich die Geräte auch für größere Überwachungsaufgaben, etwa in Leitungsnetzen mit zu überwachenden Unterstationen. Die hohe Verarbeitungsrates ermöglicht es, Transienten mit 100 ns aufzulösen. Ferner erlauben ein Triggeringang und ein Triggerausgang die Synchronisation mit externen Ereignissen beziehungsweise Geräten wie beispielsweise Transientenrecordern.

H. Zeheter Meß- und Regeltechnik  
Wiesbachhornstr. 13  
W-8000 München 42  
Tel.: 0 89/42 94 99  
Fax: 0 89/42 62 63



## Lärm in kleinen Dosen

Dem Dosimeter aus der Kerntechnik 'verdanken' wir die Erkenntnis, daß nicht nur die einmalige, hohe Bestrahlung des Menschen mit Radioaktivität zu Siechtum und Tod führt, sondern genauso die kleine Dosis, die dafür aber über längere Zeit aufgenommen wird.

Analog dazu beginnt sich bei Betriebsärzten und Sicherheitsbeauftragten der Verdacht zu erhärten, daß das Produkt aus 'Lärm mal Zeit' für mehr Gesundheitsschäden verantwortlich ist, als bisher vermutet. Zur mobilen Erfassung und Speicherung der Lärmbelastung am Arbeitsplatz gibt es jetzt von Lucas CEL Akustik zwei neue Geräusch-Dosimeter, die einmal das Produkt  $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$  anzeigen oder den Prozentwert einer Lärmdosis, die auf den Vergleichswert von 90 dB(A) mal 8 Stunden bezogen ist. Die Geräte sind leicht und passen in jede Jacken- oder Kitteltasche. Das

Mikrofon wird am Revers oder am Kragen befestigt, so daß der Schalldruck möglichst nahe am Ohr erfaßt wird.

Die gespeicherten Werte können über die Digitalanzeige, einen Drucker oder einen PC abgerufen und weiterverarbeitet werden. Gehäuse und Mikrofon sind auf rauen Industrieinsatz ausgelegt.

Lucas CEL Akustik GmbH  
Erzbergerstraße 115  
W-4050 Mönchengladbach  
Tel.: 0 21 61/4 10 71-2  
Fax: 0 21 61/4 10 73



## IEEE-488-Bus-Analysator

Mit dem von Meilhaus-Electronic vorgestellten 'Mini488'-Monitor kann – der Name läßt es bereits vermuten – der Datentransfer auf diesem Bus überwacht und angezeigt werden. Dazu bietet das handliche Gerät einige sinnvoll gestaltete Betriebsarten: Im Slow-Modus verlangsamt es den Datentransfer auf etwa zwei Zeichen pro Sekunde, um dem Betrachter eine einfache Überwachung eines laufenden Verkehrs zu ermöglichen. Für geübtere Benut-

zer beziehungsweise zum Aufspüren bestimmter Sequenzen wird die Datenrate im Fast-Modus auf 15 Zeichen/Sekunde angehoben. Der Single-Step-Betrieb hält den Bus bis zur Betätigung der Single-Step-Taste auf. Bei der Tristate-Einstellung schließlich beeinflusst der Mini488 die Datenübertragung nicht mehr: die Handshake-Leitungen sind dann in den hochohmigen Zustand geschaltet.

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

## Berührungsloser Handdrehzahlmesser

Der Handdrehzahlmesser HT 4100, der laut Hersteller Dr. E. Horn GmbH der kleinste seiner Art ist, mißt Drehzahlen im Bereich 30...50 000  $\text{min}^{-1}$ . Dazu wird zunächst eine Reflexmarke auf die zu messende Welle geklebt. Diese reflektiert den sichtbaren Rotlichtstrahl

des Meßgerätes und ermöglicht dem Prozessor so die Berechnung der Drehzahl. Als Anzeigeelement dient ein fünfstelliges LC-Display. Nach Loslassen der Einschalttaste bleibt der Meßwert etwa eine Minute gespeichert.

Dr. E. Horn GmbH  
Postfach 11 62  
W-7036 Schönaich  
Tel.: 070 31/510 20  
Fax: 070 31/545 88

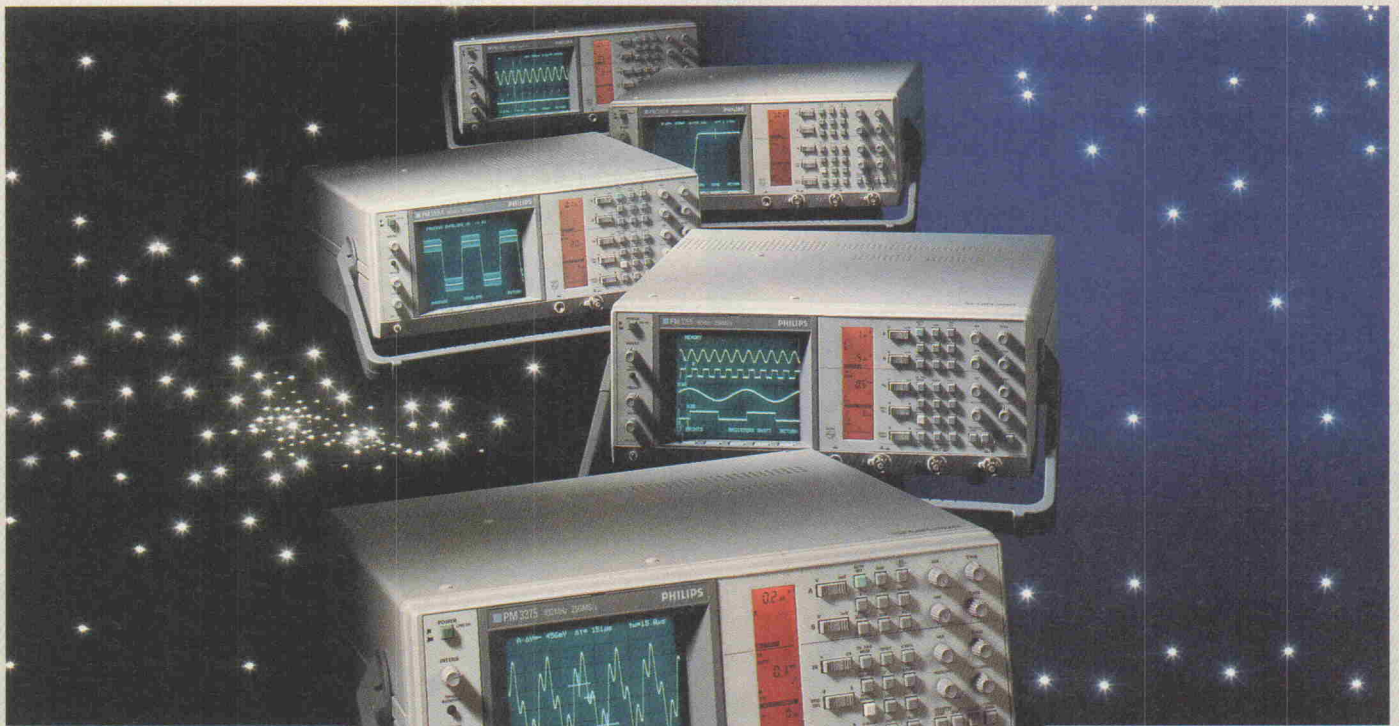




**FLUKE**



**PHILIPS**



# Combi Scopes

20 MS/s - 60 MHz: PM 3335

100 MS/s - 60 MHz: PM 3350A

100 MS/s - 100 MHz: PM 3365A

250 MS/s - 60 MHz: PM 3355

250 MS/s - 100 MHz: PM 3375

Digital  
+  
Analog

## Steigen Sie ein in die Experten-Klasse

Die Mittelfrequenzklasse war noch nie so attraktiv:

Die CombiScopes von Philips haben alles!

- Digitalspeicher- und Analogoszilloskop in einem Gerät:  
„Analoge“ Vertrautheit mit allen Vorteilen der Digitaltechnik.
- Unendlich hohe Anzahl ansteuerbarer Bildpunkte im Analogbereich:  
Klare und deutliche Präsentation komplexer Signale.

- Hohe Auflösung im Digitalbereich:  
Garantiert zuverlässige und genaue Meßergebnisse.

- Bis zu 250 MS/s Abtastrate auf beiden Kanälen gleichzeitig:  
Auch schnelle Single-Shots werden sicher und präzise erfaßt.

- Hervorragendes Preis-/Leistungsverhältnis durch modernste CCD-Technologie

Alles über die CombiScopes erfahren Sie direkt von:

Berlin: Frau Baier 0 30 - 2 10 06 - 362;  
Hamburg: Frau Kaschke 0 40 - 67 97 - 278;  
Essen: Frau Jennemann 0 2 01 - 36 10 - 247;  
Frankfurt: Frau Maiwald 0 69 - 79 40 93 - 38;  
Stuttgart: Frau Ehlert 0 71 1 - 52 04 - 104;  
München: Frau Regulin 0 89 - 96 05 - 121;  
Nürnberg: Frau Loider 0 91 1 - 36 03 - 293

Philips GmbH  
Elektronik für Wissenschaft und Industrie  
Miramstraße 87, 3500 Kassel



**PHILIPS**



# Das BESTE aus beiden Welten

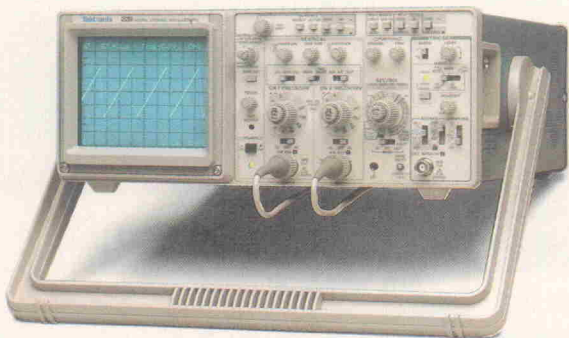
Mit analoger und digitaler Technologie bietet Tektronix für jeden Anwendungsbereich die optimale Geräte-Lösung. Hier drei Beispiele, die in Preis und Leistung überzeugen:

**50 MHz/20 MS/s**

**Analog-/Digital-Oszilloskop Tek 2211**

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

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



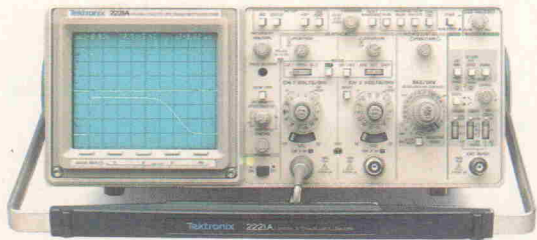
**100 MHz/100 MS/s**

**Analog-/Digital-Oszilloskope  
Tek 2221A und Tek 2232**

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

**Tek 2221A DM 9.370,-** (DM 10.682,- incl. MwSt.)

**Tek 2232 DM 12.950,-** (DM 14.763,- incl. MwSt.)



**Anfragen und Bestellungen  
zum Nulltarif**

**01 30/52 11**

Tektronix GmbH  
Colonia Allee 11  
5000 Köln 80

**Tektronix**  
COMMITTED TO EXCELLENCE



## Hardware

### SpaceMaster: Sechs Freiheitsgrade für CAD- und Roboteranwendungen auf PCs, VAX- und Sun-Rechnern

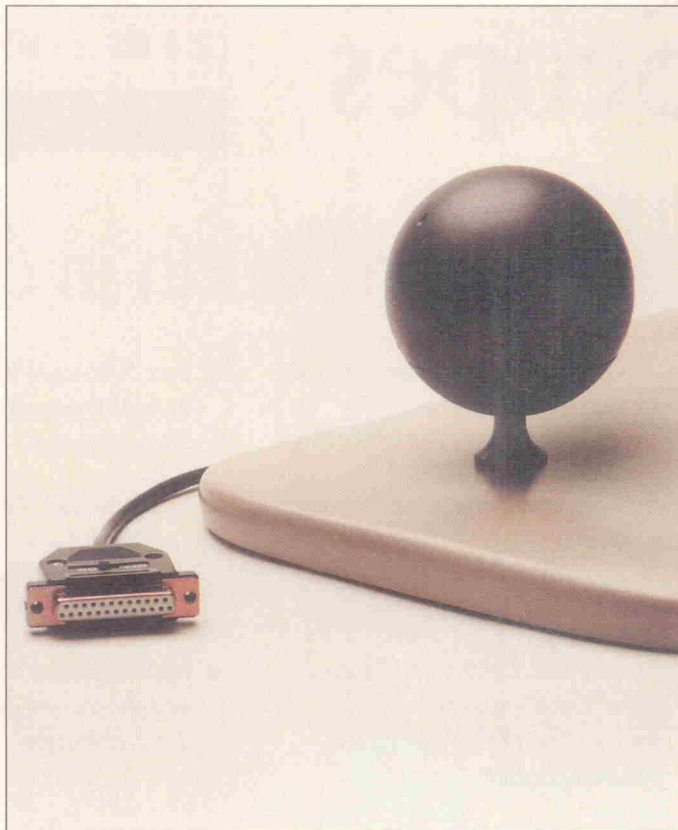
Eine Alternative zu Mäusen existiert in Form von Trackballs; der SpaceMaster der Firma Basys dagegen ist eine echte Weiterentwicklung dieser Eingabeeinheiten. Im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Bedienelementen wird beim SpaceMaster nichts wirklich bewegt: das System, dessen 'Benutzerschnittstelle' eine federnd angebrachte Kugel ist, reagiert auf leichten seitlichen Druck ebenso wie auf horizontale und translatorische Kräfte. Dazu nimmt der interne Controller zunächst die A/D-Wandlung der Auslenk-Informationen vor, transformiert diese in kartesische Koordinaten und reicht sie via RS 232 an den Steuerrechner weiter. Entsprechende Treiber sind für die oben genannten Rechner erhältlich.

Interessant ist auch die Art der Abtastung der Kugel: in ihrer

Innenwand befinden sich drei positionsempfindliche Empfangsdioden (PSDs), auf die je ein Lichtstrahl aus dem Zentrum der Kugel gerichtet ist. Beim Verdrehen der Kugel ändert sich so der Auftreffpunkt der Strahlen und damit die an den PSD-Elementen abgegriffenen Spannungen. Zusätzlich liefert Basys eine Tastatur, mit der sich alle dynamischen Parameter ändern beziehungsweise anpassen lassen. Dieses Bedienfeld benötigt keinen eigenen Rechneranschluß: es kommuniziert direkt mit dem SpaceMaster. Eine Variante des SpaceMasters ist auch direkt mit dieser Tastatur ausgerüstet.

Die Preise für ein derartiges System beginnen laut Hersteller bei etwa 2000 D-Mark. Einsatzgebiete sieht man bei Basys nicht nur im CAD-Bereich, sondern prinzipiell auch überall, wo mechanische Systeme wie mehrachsige Roboter, Spezialkräne, Bagger oder hydraulische Systeme mit mehreren Freiheitsgraden mit einer Hand gesteuert werden sollen.

Basys GmbH  
Am Weichselgarten 4  
W-8520 Erlangen  
Tel.: 0 91 31/77 74-0  
Fax: 0 91 31/77 74 44





## Neuer Bus aus den USA

LONWORKS heißt ein neues, von ECHELON entwickeltes serielles Bussystem, mit dem die amerikanische Firma seit wenigen Monaten weltweit für Aufsehen sorgt: die vom Apple-Mitbegründer Mike Markkula erdachte Technologie beruht auf einem System vernetzter Low-Cost-Mikrocontroller, die kabelgebunden oder drahtlos unter Benutzung eines standardisierten Protokolls miteinander kommunizieren.

Als Einsatzgebiet gibt der Hersteller nicht nur die Gebäude- und Fabrikautomatisierung an. Er zielt auch auf die Verwendung im Automobilbereich und in komplexeren Geräten wie zum Beispiel Fotokopierern. Herzstücke der LON-Technologie sind dabei die NEURON-Chips. Sie konnten bis vor wenigen Monaten nicht produziert werden, weil niemand wußte, wie die Vielzahl von Funktionsblöcken auf nur einem Chip untergebracht werden sollten: Ein Neuron-Chip beherbergt neben drei 8-Bit-CPUs, RAM und ROM auch EEPROM und elf multifunktional konfigurierbare I/O-Pins sowie weitere sinnvolle Details, die dem Entwickler das Leben leichter machen. Das zugehörige Protokoll LONTALK ist zusammen mit einer umfangreichen Assembler-Bibliothek im ROM untergebracht. LONTALK erlaubt das Adressieren von über 30 000 Knoten in einem Netzwerk mit

bis zu 255 Untersystemen. Außerdem gestattet es, alle auf dem Netz versendeten Botschaften zu authentifizieren (deren Echtheit zu bezeugen), so daß kein unberechtigter Zugriff in das System durch einfaches Nachbilden eines mitgehörten Telegramms möglich ist.

Die 'LONBUILDER Developer's Workbench' genannte Entwicklungsumgebung für einen PC/AT enthält neben zwei Neuron-Chip-Emulatoren die Programmiersprache NEURON C, basierend auf dem ANSI-C-Standard. In diesem C wurde zusätzlich die 'When'-Anweisung definiert, die zeitlich bedingte Programmverzweigungen ermöglicht. Außerdem kann die Sprache mit globalen Netzwerkvariablen arbeiten. Wird der Inhalt einer solchen Netzwerkvariablen in einem Knoten des Netzwerks verändert, wird die Information auf alle anderen Knoten im Netzwerk übertragen, die von derselben Variablen Gebrauch machen. Das Entwicklungskit ist mit 17 000 US-\$ allerdings noch recht teuer.

Derzeit fertigen Motorola und Toshiba die Neuron-Chips in Lizenz. Gegen Jahresende sollen sie auch auf dem europäischen Markt zu einem Preis unterhalb von 10 \$ verfügbar sein.

EBV Elektronik  
Viersener Straße 24  
W-4040 Neuss  
Tel.: 0 21 01/53 00 72  
Fax: 0 21 01/59 30 87

## IEC-Bus im Multitasking-Betrieb

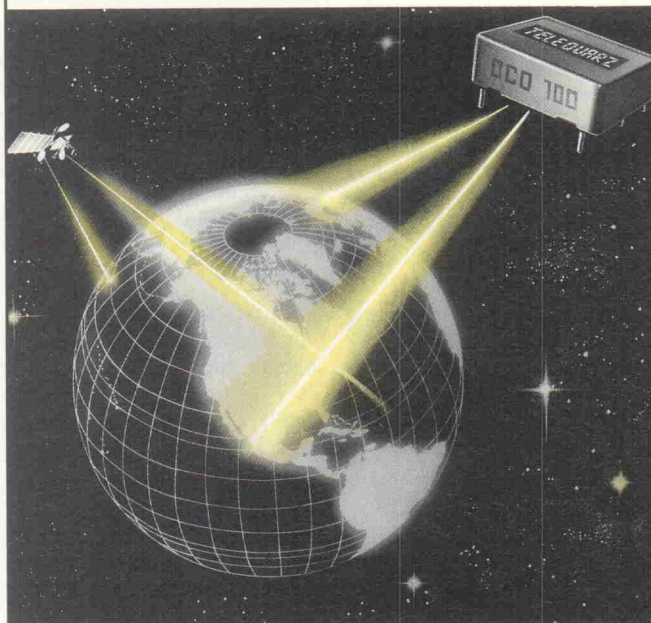
Neu in der Familie der IEEE-Karten der Ines GmbH sind zwei 16-Bit-Karten für AT- und PS/2-Systeme. Der Clou an den neuen Karten ist allerdings die im Lieferumfang enthaltene Software: der Kernel läuft unter allen gängigen Multiuser-/Multitasking-Betriebssystemen für IBM- und compatible PCs, also MS Windows, OS/2, Unix, Xenix, AIX, SunOS, AEGIS, SINIX, EURIX et cetera. Dabei unterstützen die Interface-Systeme die Normen IEEE-488.2, IEC-625-2, GPIB, HP-IB und SCPI. Da die Service-Request-Funktion implementiert ist, können die angeschlossenen Meßgeräte den Datentransfer

selbständig eröffnen. Zum testen der IEC-Kommandos sowie der angeschlossenen Geräte gibt es ein interaktives Bedienprogramm namens COP.

Ein weiteres interessantes Feature ist die automatische DMA-Funktion, die Datentransferraten bis zu 1 MByte/s ermöglicht: bei Nutzung der automatischen DMA-Funktion erfolgt der Transfer selbständig im DMA-Modus, das heißt, der Anwender braucht den DMA-Controller nicht selbst zu programmieren. Zur weiteren Information ist bei Ines eine kostenlose Kopie des Handbuchs erhältlich.

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

## Langzeitstabil



## Wir liefern: Temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren (OCXO)

OCO 100, OCO 110, OCO 120  
TQOC 5-02

- kurze Aufheizzeit, OCO 100: 2,5 min (25°C)
- geringer Stromverbrauch  
OCO 100: 50 mA/25 °C
- kleinste Bauhöhe, OCO 100 : 16,5 mm bzw. 19,4 mm  
OCO 110 : 15 mm
- größte Stabilität, TQOC 5-02:  $TK < \pm 5 \cdot 10^{-9}$   
Alterung, TQOC 5-02:  $< \pm 5 \cdot 10^{-8}$ /Jahr

Elektronische Bauelemente für höchste Ansprüche  
Quarze · Filter · Oszillatoren



TELE QUARZ GROUP

TELE QUARZ GmbH  
6924 Neckarbischofsheim 2 · Landstraße  
Telefon 072 68/801-0 · Telex 782 359 tqd · Telefax 072 68/1435

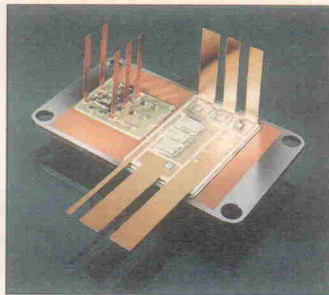
DIVISIONS  
Vertriebsbüro Nürnberg · D-8500 Nürnberg 70  
TQE GmbH · 6924 Neckarbischofsheim 2  
EURO QUARZ GmbH · A-2620 Ternitz  
LPE. Laboratoires de piézo-électricité S.A. · F-75020 Paris



## Stromversorgung

### Leistung & Logik

Auf Kombinationen aus einer Dickschicht- oder Leiterplatten-Logikschaltung und einem Leistungsteil hat sich die Eschenbacher Firma curamik electronics spezialisiert. Beide Schaltungskomponenten sind auf einem speziellen, ungiftigen curamik-Substrat mit integrierten, kurzschlußfesten Lastanschlüssen angeordnet. Die aus diesem Verfahren resultierenden Vorteile sprechen für sich: hohe Energiedichte, geringer



Verdrahtungs- und Montageaufwand, kurze Leitungen, hohe Arbeitsfrequenzen, niedriger Wärmewiderstand sowie kleine und einfache Kühlkörper. In Verbindung mit dem geringeren Bauvolumen führen die genannten Pluspunkte zu einer hohen MTBF und damit letztendlich zu geringeren Kosten.

Laut Aussage des Anbieters ist der Einsatz dieser Technik für Leistungsteile mit Strömen ab 10 A sinnvoll. Die Serienstückzahl sollte dabei mindestens einige Hundert betragen.

curamik electronics GmbH  
Am Stadtwald 2  
W-8489 Eschenbach  
Tel.: 0 96 45/80 34  
Fax: 0 96 45/82 67  
Telex: 631 410 curam d

## Analysecomputer für NiCd-Akkus

Falsche Wartung und Fehler beim Einsatz sind die Gründe dafür, daß viele Akkus nicht einmal die vom Hersteller angegebene Lebensdauer erreichen. Eine verbreitete, jedoch teure Problemlösung ist die Lagerhaltung von Ersatzakkus sowie bewußt niedrig angesetzte Nutzungs- und Lebenszyklen. Das computergesteuerte Analyse- und Ladegerät namens Palup vereinfacht die Wartung und macht auch bereits angeschlagene Akkus wieder fit, so sein Hersteller, die Münchener Firma Novatronic.

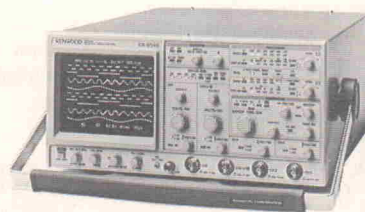
Palup analysiert den Zustand des Akkus und berechnet bereits vor dem Aufladen die voraussichtliche Ladedauer. Tiefentladene Akkus bringt das Gerät über spezifische Ladevorgänge wieder auf ihre volle Kapazität. Auch andere Problemfälle wie tiefgefrorene Akkus, ungleichmäßige Kapazität einzelner Akkuzellen und Zellenrauschen lassen sich in vielen Fällen mit speziellen Prozeduren lösen. Irreparable Akkus werden mit der Meldung 'Akku-Fehler' ausgesondert. Leuchtdioden zeigen den Ladezustand der Akkus schnell und sicher an; an den Analysecomputer kann man alle marktüblichen NiCd-Akkus anschließen.

Palup wird in Deutschland zu einem Preis ab DM 3600,- angeboten.



Novatronic GmbH  
Albert-Rohhaupter-Str. 35  
W-8000 München 70  
Tel.: 0 89/7 60 90 65  
Fax: 0 89/7 69 64 70

Wir wollen,  
daß Sie schnell  
zu besten  
Meßergebnissen  
kommen.



Ob im Labor, in einer Werkstatt oder einem technischen Produktionsbetrieb – überall sitzt uns die Zeit im Nacken. Schnelligkeit und Präzision – darauf kommt es heute an bei der Analyse komplexer Signale, bei der Inspektionskontrolle oder Suche nach technischen Fehlern.

Mit dem 4-Kanal-Oszilloskop CS-6040 von Kenwood erledigen Sie solche Aufgaben im Handumdrehen. Und das auf komfortable Weise. – Wieso? Weil es blitzschnell bis zu 100 Daten in seinen 5 x 20 Memories speichern und ebenso rasch wieder abrufen kann.

Die Read-out-Funktion erleichtert außerdem ganz erheblich die Erfassung der Meßwerte. Zwei positionierbare Cursor sorgen dafür, daß Spannungen und Frequenzen alphanumerisch angezeigt und eindeutig abgelesen werden können.

Weitere interessante Details erfahren Sie, wenn Sie den komplett ausgefüllten Coupon einsenden.

#### Einige Besonderheiten des CS-6040

- 100° d.h. 15 x 20° Einstellschritte speicherbar
- 150° MHz für jeden der 4 Kanäle
- 1 mV/div bis 5 V/div in 12 Stufen
- 20° KV Brillant-Bildröhre

Neue DSO-Familie in Kürze lieferbar.

#### COUPON

Ja,

schicken Sie mir bitte Informationen über CS-6040

Gesamtprogramm

Name

Beruf

Alter

Straße

PLZ/Ort

Ausfüllen, ausschneiden, auf eine Postkarte kleben und adressieren an:  
Kenwood Electronics Deutschland GmbH, Rembrücker Straße 15, D-6056 Heusenstamm

# KENWOOD

KENWOOD ELECTRONICS DEUTSCHLAND GMBH · REMBRÜCKER STRASSE 15 · 6056 HEUSENSTAMM · TELEFON (06104) 6901-0 · TELEFAX (06104) 639 75



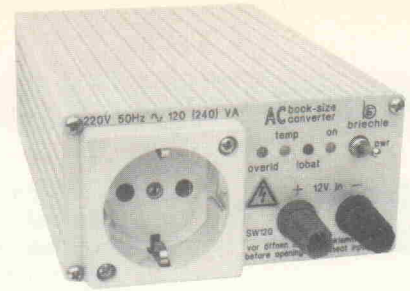
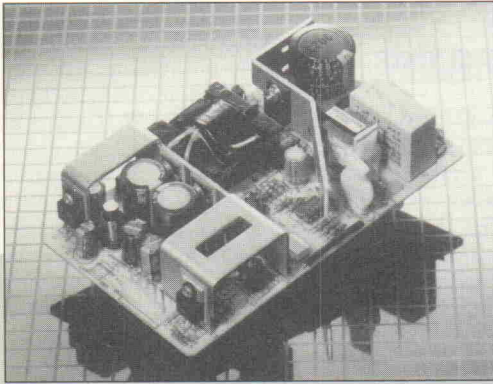
## Von 5 V DC auf $\pm 12$ V DC

Zur Prozessorversorgung stehen meist leistungsstarke 5-V-Quellen zur Verfügung. Viele Anwendungen benötigen jedoch darüber hinaus eine symmetrische Spannung von  $\pm 12$  V oder  $\pm 15$  V. Für diese Fälle bietet MGV eine Europakarte mit 4 TE Breite an, die eine Eingangsspannung von 5 V auf eine Ausgangsspannung von entweder  $\pm 12$  V/200 mA oder  $\pm 15$  V/160 mA wandelt.

Die geregelte Ausgangsspannung weist einen sehr geringen

Ripple mit einem Spitze-Spitze-Wert von maximal 10 mV auf. Beide Ausgänge sind dauerkurzschlußfest; der 5-V-Eingang ist von den Ausgängen galvanisch getrennt. Die Karte ist mit einem 96poligen Steckverbinder nach DIN 41 612 ausgestattet.

MGV Stromversorgungen  
Bayerwaldstr. 27  
W-8000 München 83  
Tel.: 0 89/67 80 90-0  
Fax: 0 89/67 80 90 80  
Telex: 5 213 356



## Von 12 V DC auf 220 V AC

Für den mobilen Einsatz in Kraftfahrzeugen, aber auch für kleine fotovoltaische Anlagen ist der Spannungswandler SW 120 der Firma Brieche vorgesehen. Bei der Entwicklung dieses Rechteckwandlers wurde neben einer hohen Kurzzeit-Überlastbarkeit auch die Betriebssicherheit besonders berücksichtigt. Beispielsweise schützen elektronische Überlastbegrenzungen den Wandler vor unzulässigen Betriebszuständen.

Der Wandler formt die Eingangsspannung aus dem Bereich 10 V...15 V DC in eine Wechselspannung mit dem Effektivwert 225 V (+3 %, -5 %) um. Für die Nennleistung gilt ein Wert von 120 VA, mit Derrating durch Erwärmung kann man dem Wandler bis zu 240 VA entnehmen. Die abge-

gebene Ausgangsspannung verläuft in Form eines Rechtecks mit gesteuerter Pause im Nulldurchgang. Dabei verbleibt die quarzgesteuerte Ausgangsfrequenz auf ihrem Nennwert von 50 Hz. Die Leerlaufstromaufnahme beträgt bei 13 V Eingangsspannung 0,3 A, für den Wirkungsgrad bei Nennlast nennt der Hersteller einen Wert von 90 %. Der Wandler verfügt über eine Schutztrennung zwischen Eingang und Ausgang nach VDE 0100/53, das Gehäuse ist gegenüber dem Eingang und dem Ausgang potentialfrei. Bei Abmessungen von 190 mm  $\times$  110 mm  $\times$  55 mm weist der Wandler SW 120 eine Masse von 1,7 kg auf.

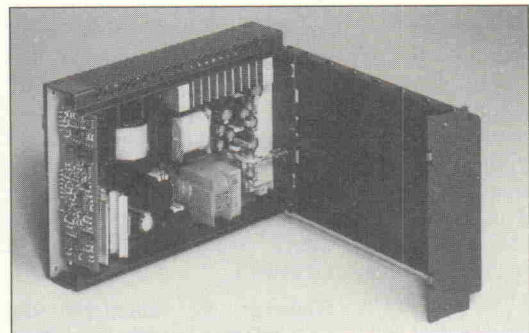
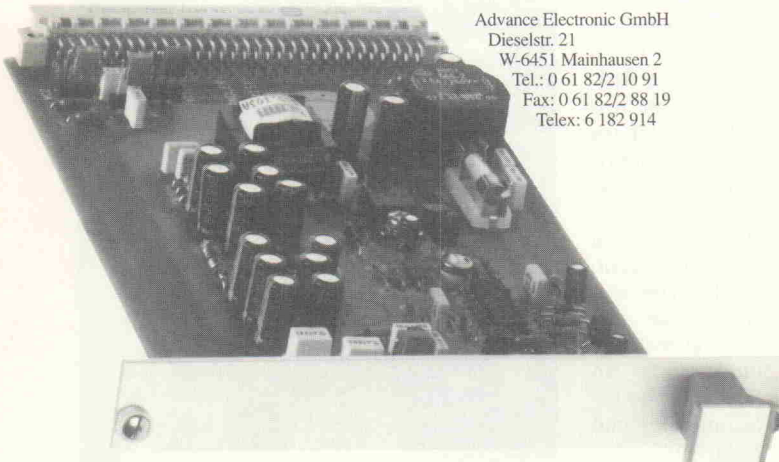
Hermann Brieche Elektronik  
Schulstr. 1  
W-8909 Aletshausen  
Tel.: 0 82 82/79 74  
Fax: 0 82 82/79 79

## Neue Serie

In Abrundung des umfangreichen Open-Frame-Programms von Farnell stellt Firma Advance mit den Netzgeräten der NU-Serie jetzt den jüngsten Vertreter vor. Die Geräte der NU-Serie verfügen über einen Universal-eingang, der alle Wechselspannungen zwischen 88 V und 264 V verarbeitet. Der Leistungsbereich reicht von 30 W bis 40 W; an den Ausgängen stehen drei Spannungen zur Verfügung, wobei man die Wahl aus drei Kombinationen mit +5 V,  $\pm 12$  V, 15 V und 24 V hat.

Grundsätzlich sind die Geräte für Konvektionskühlung mit üblicher Leistungsreduzierung ab 50 °C Umgebungstemperatur vorgesehen. Die Abmessungen der Kartenversion betragen 100 mm  $\times$  160 mm  $\times$  42 mm, die der geschlossenen Ausführung 105 mm  $\times$  165 mm  $\times$  54 mm. Das elektromagnetische Störverhalten entspricht VDE 0871/B. Signalooptionen wie Power-Fail und DC-OK sowie ein serienmäßiger Überspannungsschutz für den 5-V-Ausgang sind weitere Merkmale der Netzgeräte aus der NU-Serie.

Advance Electronic GmbH  
Dieselstr. 21  
W-6451 Mainhausen 2  
Tel.: 0 61 82/2 10 91  
Fax: 0 61 82/2 88 19  
Telex: 6 182 914



## Drei Ausgänge

Die auf Stromversorgungen spezialisierte Firma Puls bietet mit dem neuen primär getakteten Schaltnetzteil 0702 ein flexibel einsetzbares Gerät an, das drei galvanisch getrennte Ausgangsspannungen von 5 V und 2  $\times$  12 V (optionell 2  $\times$  15 V) bei einer Gesamtleistung von 70 W zur Verfügung stellt. Einem der beiden Zweige kann man eine Leistung von jeweils knapp 50 W entnehmen. Da man die beiden 12-V-Ausgänge nach Belieben in Reihe oder parallel schalten kann, löst das Schaltnetzteil 0702 eine Vielzahl von Stromversorgungsproblemen. Dabei bietet das Netzgerät eine Überspannungsfestigkeit von 300 V AC effektiv für die Dau-

er von 0,5 s sowie eine Transientenfestigkeit nach IEC 801 Level 4 und VDE 0160 Klasse 2 selbst bei Vollast. Die MTBF beträgt 300 000 h.

Dank des hohen Wirkungsgrads von typisch 83 % und des Einsatzes von SMD-Technik findet das Netzgerät in einer geschlossenen Kassette mit nur 8 TE Platz. Auch ohne Frontplatte oder in freistehenden Aufbauten ist Berührungssicherheit nach VDE gewährleistet. Zusatzfunktionen wie Überspannungsschutz und Powerfail-Signal runden das Schaltnetzteil 0702 ab.

Puls GmbH  
Arabellstr. 17  
W-8000 München 81  
Tel.: 0 89/92 78-0  
Fax: 0 89/92 78-2 99  
Telex: 523 321 puls d



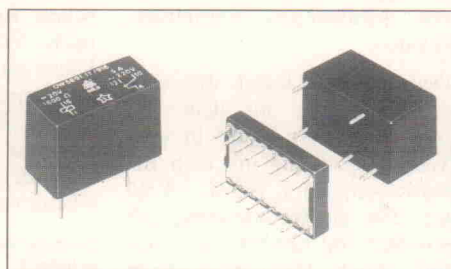
## Leistungsminiaturrelais

Das seit Jahren in der Praxis bewährte Leistungsminiaturrelais dilais OW 5691 ist laut Aussage des Anbieters E. Dold & Söhne KG nunmehr auch für 8 A Dauerstrom oder auch in Remanenzausführung lieferbar. Die maximale Schaltleistung beträgt 1250 VA/120 W, als Kontaktwerkstoff des wahlweise als Wechsler oder Schließer angebotenen Relais kommt Ag Ni 0,15 und AgCdO zum Einsatz. Optionell steht eine Ausführung mit goldbeschichteten Kontakten zur Verfügung.

Die Nennleistung der Standardversion liegt bei maximal 260 mW, die

der Schließer-Ausführung bei maximal 158 mW. Für die Lebensdauer der Kontakte gilt ein Wert von größer als  $10^8$  Schaltspiele. Gegen Umwelteinflüsse ist das Relais durch ein waschdichtes Gehäuse IP 67 geschützt. Das dilais OW 5691 verfügt über GL-, SEV- und UL-Zulassungen; seine Abmessungen betragen 20 mm x 10 mm x 12 mm.

E. Dold & Söhne KG  
Bregstr. 18  
W-7743 Furtwangen 1  
Tel.: 0 77 23/65 40  
Fax: 0 77 23/65 43 56  
Telex: 792 927



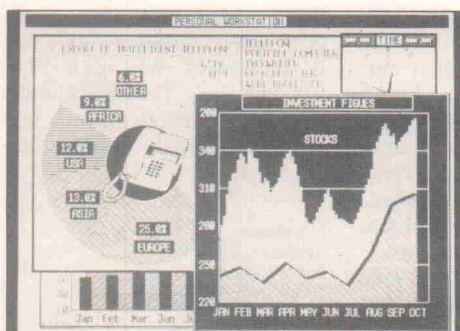
## 10"-TSTN-Grafikdisplay

Schnelle Bildänderungen deckten bisher deutlich eine Schwäche von Flüssigkristalldisplays auf: Die Reaktionszeit betrug über einige 100 ms, sie führte häufig zu 'Schmiereffekten'. Schnelle Bewegungen kann hingegen das neue 10"-TSTN-Grafikdisplay LM 64 P 651 von Sharp abbilden; seine Reaktionszeit beträgt lediglich 70 ms.

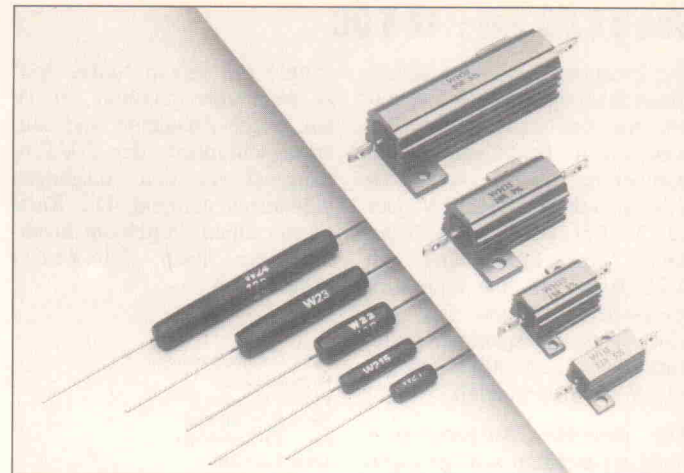
Das hochauflösende Grafikdisplay verfügt über 640 x 480 Bildpunkte mit einer Pixelgröße von 0,31 mm x 0,31 mm. Bei Abmessungen von 288 mm x 200 mm beträgt die Masse des Displays 950 g. Die geringe Masse sowie die extrem flache

Bauweise mit einer Tiefe von lediglich 14 mm sind unter anderem auf die neuartige Triple-Super-Twist-LCD-Technik (TST) zurückzuführen. Bei einem guten Kontrastverhältnis und einem weiten Betrachtungswinkel von 50° vermag das Display laut Hersteller eine klare Paperwhite-Darstellung zu liefern.

Neuartig ist ebenfalls die CCFT-Hintergrundbeleuchtung, die über zwei Röhren an den Kanten erfolgt. Damit erreicht das Display eine Helligkeit von 45 cd/m<sup>2</sup>. Ohne Hintergrundbeleuchtung beträgt die Leistungsaufnahme des Displays 430 mW. Die Betriebstemperatur umfaßt den Bereich 0 °C... +45 °C, die Lagertemperatur reicht von -25 °C bis +60 °C.



Sharp Electronics  
(Europe) GmbH  
Sonninstr. 3  
W-2000 Hamburg 1  
Tel.: 0 40/2 37 75-0  
Fax: 0 40/23 07 64



## Präzisions-Drahtwiderstände

Mit den Serien W 20/WH bietet Welwyn Electronics ein breites Spektrum an Drahtwiderständen hoher Qualität an. Die Widerstände finden ihren Einsatz vorwiegend in Sicherungssystemen, zum Überlastschutz und in Anlaufstrombegrenzern für Motoren. Dabei weisen sie eine hohe Langzeitstabilität und eine große Überlastfähigkeit auf.

Das spezielle Aluminiumprofil der Drahtwiderstände der Bau-

reihe WH schützt nicht nur den Wickelkörper, sondern leitet auch die Wärme gut ab. Der hochwertige Glasurschutz der axialen Serie W 20 bietet Schutz gegen Feuchtigkeit, aggressive Materialien und mechanische Beschädigungen. Der Wertebereich beider Serien reicht von 10 mΩ bis 100 kΩ. Bei Leistungen zwischen 3 W und 50 W beträgt die Toleranz der Drahtwiderstände 1 %...5 %.

Welwyn Electronics GmbH  
Papierstr. 3  
W-8300 Landshut  
Tel.: 08 71/6 50 87  
Fax: 08 71/6 10 46

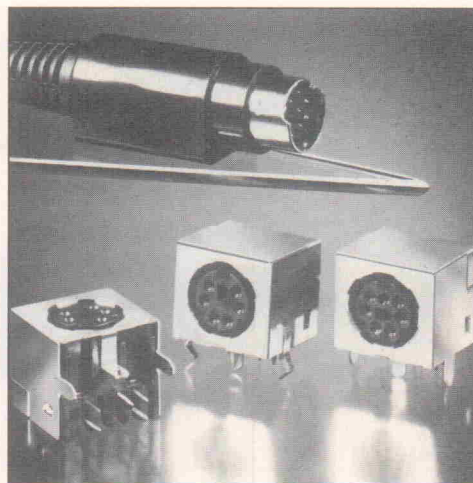
## Geschirmte Verbinder

Die neuen Miniatur-DIN-Rundsteckverbinder von AMP weisen für alle Polzahlen eine Kantenlänge von nur 12,7 mm auf, man kann sie direkt in die Leiterplatte einsetzen. Einen zuverlässigen Betrieb garantieren dabei ihre goldplattierten Präzisionskontakte. Dank einer speziellen Kupferlegierung mit einer hohen Leitfähigkeit erreicht man eine niedrige Impedanz für die Erdung.

Die Steckverbinder eignen sich für die Aufnahme von Kabelrundsteckern der miniaturisierten DIN-Ausführung mit Polzahlen von drei bis acht. AMP bietet entsprechende Kabelrundsteckverbinder in Schneidklemmtechnik an, und zwar mit einer

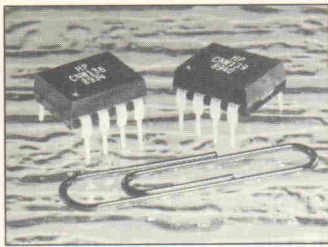
einteiligen, zum Umspritzen geeigneten Schirmhülse. Das temperaturbeständige, schwer entflammare Gehäuse der Rundsteckverbinder erlaubt eine Verarbeitung in Dampfphasen- oder Infrarot-Aufschmelzlöttechnik.

AMP Deutschland GmbH  
Amperestr. 7-11  
W-6070 Langen  
Tel.: 0 61 03/7 09-0  
Fax: 0 61 03/7 09-2 23





## Halbleiter



### Schnelle Optokoppler

Fünf schnelle Optokoppler hat Hewlett-Packard neu auf den Markt gebracht. Sie zeichnen sich durch Gehäuse aus, die hohe Isolationswerte aufweisen, sowie durch eine sehr schnelle Datenübertragung. Hinter den Bezeichnungen CNW 135, CNW 136 und CNW 4502 verborgen sich Koppler mit PIN-Fotodiode und Transistorausgang. Die Typen CNW 138 und CNW 139 hingegen verfügen über einen Darlingtonausgang, der hohe Stromübertragungsfaktoren ermöglicht.

Die Entwicklung dieser Serie basiert auf einer Zusammenarbeit zwischen Hewlett-Packard und Philips Bauelemente und wurde vorrangig auf die Anforderungen von Applikationen in der Industrie, der Bürokommunikation und der Datenverarbeitung abgestimmt.

Hewlett-Packard GmbH  
Hewlett-Packard-Str.  
W-6380 Bad Homburg  
Tel.: 0 61 72/16-0  
Fax: 0 61 72/16-13 09

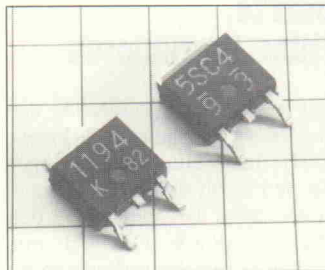
### Videoverstärker mit DC-Klemmschaltung

Mit dem EL 2090 liefert Alfatron einen Video-Operationsverstärker von elantec mit integriertem Sample & Hold-Verstärker für den Gleichspannungsabgleich des Video-Schwarzwertes. Der Baustein EL 2090 enthält einen Videoverstärker mit einer 3-dB-Bandbreite von 100 MHz; der Verstärkungsabfall bei 15 MHz beträgt dabei nur 0,1 dB. In der typischen Video-Applikation mit einer Verstärkung von 2, einer Last von 150  $\Omega$  und einer Signalbandbreite von 3,58 MHz betragen die differentielle Verstärkungs-Nichtlinearität nur 0,01 % und die differentielle Phasen-Nichtlinearität lediglich 0,02°. Mit einer Versorgungsspannung von  $\pm 15$  V liefert der

Videoverstärker bei einem Ausgangsspannungshub von  $\pm 12$  V einen Ausgangsstrom von 60 mA.

Der Sample & Hold-Verstärker des EL 2090 weist einen Eingangswiderstand von 200 k $\Omega$  auf. Für einen Abgleich auf den DC-Wert (Video-Schwarzwert) benötigt der Sample & Hold-Verstärker eine Holdzeit von nur 2  $\mu$ s. Den EL 2090 kann man mit einer Versorgungsspannung von  $\pm 5$  V bis  $\pm 15$  V betreiben. Der sowohl im 14poligen DIP-Gehäuse als auch im 16poligen SOIC-Gehäuse lieferbare Baustein liefert genügend Ausgangsstrom zum Speisen von drei 75- $\Omega$ -Leitungen.

Alfatron GmbH  
Stahlgruberring 12  
W-8000 München 82  
Tel.: 0 89/42 04 91-0  
Fax: 0 89/42 04 91-59  
Telex: 5 216 935 alfa d



### SMDs mit hoher Leistung

Roederstein hat die Palette der im D-Pack verfügbaren Halbleiter erweitert. Das neue Programm enthält:

- schnelle Si-Leistungsdioden mit einer Sperrspannung bis 400 V und einem Strom bis zu 5 A. Die Sperrverzugszeit beträgt 35 ns;
- Schottky-Leistungsdioden und Schottky-Leistungsdioden bis zu 60 V und 5 A;
- bipolare Leistungstransistoren, Komplementärtypen mit  $U_{CE0} = 40$  V und 10 A Kollektorstrom für Schalteranwendungen;
- Thyristoren mit einer Spitzensperrspannung bis zu 600 V, einem effektiven Strom von 8 A und einem maximalen Zündstrom von 200  $\mu$ A;
- Triacs mit einer Spitzensperrspannung von 600 V, einem Effektivstrom von 5 A und einem Haltestrom von maximal 10 mA.

Roederstein GmbH  
Ludmillastr. 23-25  
W-8300 Landshut  
Tel.: 08 71/86-1  
Fax: 08 71/8 20 53

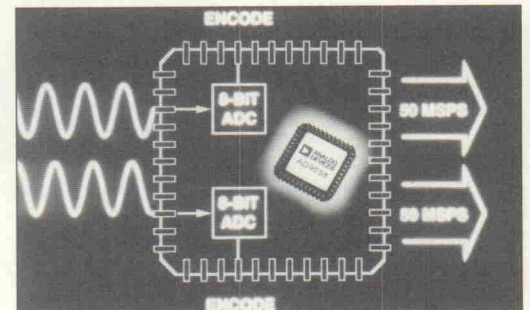
## Zweikanal-Simultanwandler

Der Baustein AD 9058 von Analog Devices kann zwei Eingangssignale simultan oder voneinander unabhängig mit bis zu 50 MSPS (Megasamples pro Sekunde) wandeln. Da der Wandler in einem 44poligen SMD-Gehäuse untergebracht ist, spart er Platz auf der Platine und vermeidet den Einsatz von Multiplexschaltungen. Bei einer Meßfrequenz von 2,3 MHz (10,3 MHz) beträgt der Signal/Rauschabstand 45 dB (44 dB), die effektive Bitzahl lautet 7,2 (7,1). Für die integrale Nichtlinearität gilt ein Wert von 1 LSB, für die differentielle einer von 0,5 LSB.

Der auf eine Spitzenspan-

nung von 2 V optimierte Analogeingang besitzt eine Leistungsbandbreite von 175 MHz und eine Eingangskapazität von 10 pF. Bei einem Leistungsbedarf von 770 mW ist sowohl ein unipolarer und (bei Einsatz einer externen Referenz) auch ein bipolarer Betrieb des AD 9058 möglich.

Analog Devices GmbH  
Edelsbergstr. 8-10  
W-8000 München 21  
Tel.: 0 89/5 70 05-0  
Fax: 0 89/5 70 05-1 57  
Telex: 5 23 712 ana d



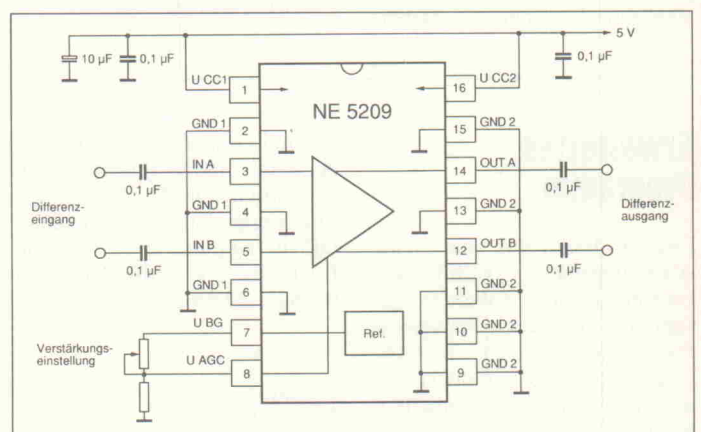
## Steuerbarer 1,5-GHz-Verstärker

Für viele Hf- und Zf-Anwendungen wie beispielsweise Kabel-TV, Videosignalverarbeitung, Autotelefone, Lichtwellenleitersysteme und Satellitenempfänger bietet der Hf-Breitbandverstärker NE 5209 von Philips Components gegenüber herkömmlichen Lösungen eine Reihe von Vorteilen. Die Schaltung ist als Differenzverstärker ausgelegt, kann symmetrisch oder unsymmetrisch beschaltet werden, verfügt über eine Einsverstärkungsfrequenz von 1,5 GHz und eine 3-dB-Bandbreite von 850 MHz.

Die Verstärkung beträgt maximal 25 dB, die man mit einer Steuerspannung von 0...1 V innerhalb eines Bereichs von

60 dB einstellen kann. Dabei besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Steuerspannung und Verstärkungsfaktor. Die Steuerfrequenz kann bis zu 20 MHz betragen, so daß der Baustein NE 5209 auch als AM-Modulator beispielsweise für Videosignale Verwendung finden kann. Das IC benötigt nur wenige externe Komponenten und arbeitet mit einer Speisespannung von 5 V. Es ist sowohl im 16poligen DIL-Gehäuse als auch im SO-Gehäuse erhältlich.

Philips Components  
Burchardstr. 19  
W-2000 Hamburg 1  
Tel.: 0 40/32 96-0  
Fax: 0 40/32 96-2 13  
Telex: 2 15 401-0 va d





## Firmenschriften und Kataloge

### Computerzubehör

Ihren neuen Spezialkatalog für Computerzubehör stellte vor kurzem die Hamburger Firma Ratho vor. Auf insgesamt 100 Seiten offeriert er Komponenten wie Scanner, Trackball, Mäuse, Keyboards, Printer Buffer, Data Switches, Interface Converter, unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Adapter und Staubschutzhauben. Einen unübersehbaren Schwerpunkt bildet das reichhaltige Angebot an Kabeln und Verbindungsleitungen, das allein rund 40 Seiten umfaßt. Interessierte Fachhändler erhalten den Katalog direkt von:



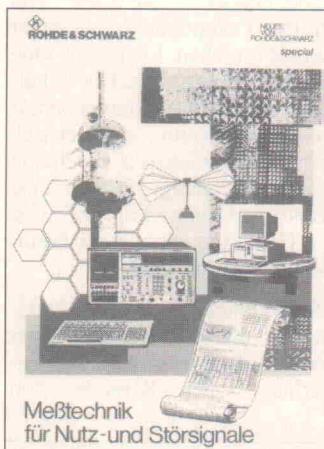
Ratho Electronic Vertriebs-GmbH  
Burchardstr. 6  
W-2000 Hamburg 1  
Tel.: 0 40/ 33 86 41  
Fax: 0 40/ 33 53 58

### Meßtechnik für Nutz- und Störsignale

Die vor kurzem in deutscher Sprache erschienene, vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe des 'Neues von Rohde & Schwarz'-Specials mit dem Titel 'Meßtechnik für Nutz- und Störsignale' bietet auf über 120 Seiten einen kompletten Überblick über den derzeitigen Stand der EMV-Meßtechnik. Zum einen wird die einschlägige Palette an Meßempfängern, Störmeßsystemen und Peripheriegeräten von Rohde & Schwarz ausführlich beschrieben, zum anderen erläutern Fachbeiträge die geltenden Vorschriften und Normen sowie die anzuwendenden Meßverfahren, auch im Hinblick auf Europa '92. Abschließend berichten siebzehn Anwender in Behör-

den und aus der Industrie über Einsatzmöglichkeiten und Erfahrungen mit Meßgeräten von Rohde & Schwarz für die Nutz- und Störsignalmeßtechnik.

Rohde & Schwarz  
Mühlradstr. 15  
W-8000 München 80  
Tel.: 0 89/ 41 29-0



### Erweitertes Programm

Fischer Elektronik hat seine Angebotspalette (Kühlkörper, Fassungen und Zubehör) zusammen mit der Metroplast-Produktlinie (19"-Technik, Gehäuse, Steckverbinder) erneut erweitert. Der Neuheiten-Katalog 1991, der an Fachhan-

del und Großabnehmer abgegeben wird, enthält beispielsweise neu entwickelte Hochleistungs-Lüfteraggregate, aufschiebbarer DIP-IC-Kühlkörper sowie Buchsen- und Stiftleisten im Raster 1,27 mm.

Fischer Elektronik  
Nottebohmstr. 28  
W-5880 Lüdenscheid  
Tel.: 0 23 51/ 4 35-0  
Fax: 0 23 51/ 4 57 54

## Relais

Im neuen Relaiskatalog von Quick-Ohm findet der Anwender ein breites Spektrum an trockenen und benetzten Reedrelais sowie Solid-State-Relais, Reedkapseln und Überspannungsableitern; die Relais stammen aus dem Hause des namhaften Herstellers C.P. Clare. Den Entwicklungsingenieur dürften besonders die lageunabhängigen benetzten Reedrelais mit einem gleichbleibenden Kontaktübergangswiderstand bei bis zu 10 Millionen Schaltspielen sowie die im SIL-beziehungsweise DIL-Gehäuse angebotenen Solid-State-Relais interessieren. Für den Bereich Gerätesicherheit sind die gasgefüllten Überspannungsableiter

vorgesehen, die teilweise über eine Postzulassung verfügen.

Quick-Ohm GmbH  
Unterzahl 24 B  
W-5600 Wuppertal 12  
Tel.: 02 02/ 40 43-0  
Fax: 02 02/ 40 43 91



## Quarze, Filter, Oszillatoren

Vor kurzem präsentierte die Neckarbischofsheimer Firma KVG ihre aktuellen Kataloge. Zu den darin enthaltenen Neuheiten zählt beispielsweise der Digitaloszillator DTCXO mit digitaler Temperaturkompensation. Auf diese Weise erreicht man eine extreme Frequenzstabilität im Temperaturbereich von  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+80^{\circ}\text{C}$ . Der

DTCXO fügt sich nahtlos zwischen den TCXOs und den hochstabilen OCXOs ein und bietet laut Aussage des Herstellers ein besonders attraktives Preis/Leistungsverhältnis.

Gänzlich überarbeitet wurde die OCXO-Serie. Auch hier konnten entscheidende Verbesserungen erzielt werden.

KVG GmbH  
Waibstadter Str. 2 - 4  
W-6924 Neckarbischofsheim  
Tel.: 0 72 63/ 64 80

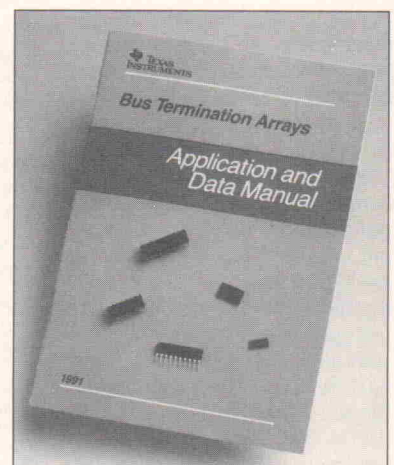
## Dämpfen von Leitungsreflexionen

Texas Instruments hat ein Anwendungshandbuch über die neuen 'Bus Termination Arrays' veröffentlicht. Das 50seitige Buch im Format A5 enthält alle Daten zu den 8 bis 16 Bit breiten Schottky Barrier Dioden Arrays und Netzwerken sowie umfangreiche Anwendungshinweise.

Mit 'Bus Termination Arrays' kann man Stör- und EMV-Probleme auf digitalen Busleitungen reduzieren, die durch Reflexionen entstehen. Schnelle Dioden schließen dabei die Signalleitungen mit GND oder mit GND und  $V_{CC}$  ab und klemmen die Leitungsreflexionen und Störungen auf die ge-

nannten Potentiale. Das Handbuch behandelt in einem 19seitigen Applikationsbericht detailliert verschiedene Problemlösungen.

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





# Die neue S-Klasse

TDS 520 und TDS 540 sind die ersten beiden Produkte der neuen Digital-Oszilloskop-Familie von Tektronix. Es sind Geräte mit einer Abtastrate von 1 GSamples/s, 500 MHz Bandbreite und vier Kanälen. Beide bieten variable Aufzeichnungslängen von bis zu 50 000 Punkten/Kanal, neuartige Triggerfunktionen, 8 Bit Vertikalauflösung, 4 ns Glitcherfassung und 1 % Genauigkeit.

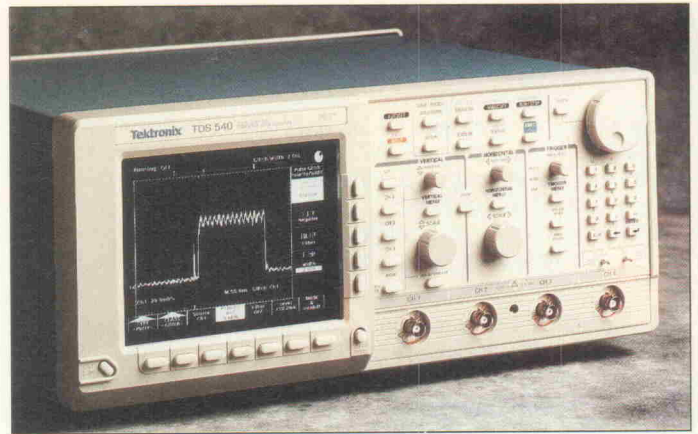
Während das TDS 540 Signale mit einer Bandbreite von 500 MHz erfaßt und vier 8-Bit-A/D-Wandler für eine Abtastrate bis zu 1 GSamples/s einsetzt, erfaßt das TDS 520 Signale mit 500 MHz Bandbreite bei bis zu 500 MSamples/s. Die A/D-Wandler arbeiten auch unabhängig und erfassen dann gleichzeitig vier Signale mit 250 MSamples/s auf dem vierkanaligen TDS 540 beziehungsweise zwei Signale mit 250 MSamples/s auf dem zweikanaligen TDS 520.

Die Aufzeichnungslänge ist variabel und beträgt bei den Grundversionen 500...15 000 Punkte pro Kanal. Sie läßt sich optional auf 50 000 Punkte erweitern. Somit kann man Signaldetails von langen oder unbekannten Ereignissen erfassen oder aber die Zeitauflösung erhöhen, um hochgenaue Messungen durchzuführen.

Bei beiden Geräten ist die Eingangsempfindlichkeit von 1 mV/div...10 V/div einstellbar. Die kurze Überswing-Erholzeit, der große Dynamikbereich, der kalibrierte DC-Offset sowie die variablen Verstärkungseigenschaften waren bisher nur bei Digital-Oszilloskopen der absoluten Spitzenklasse verwirklicht. Das Erfassungssystem bietet eine 4-ns-Peak-Detection, mit der der Anwender Glitches selbst bei langsamster Ablenkgeschwindigkeit zuverlässig erfassen kann. Eine hochauflösende Betriebsart (Hi-Res) erweitert die Auflösung bei Einzelschuß-Ereignissen mit Hilfe von Oversampling von 8 Bit auf 12 Bit.

## Multiprocessing

Ein Blick auf das Mainboard des TDS 540 zeigt die konsequente Trennung der vier Kanäle. Die



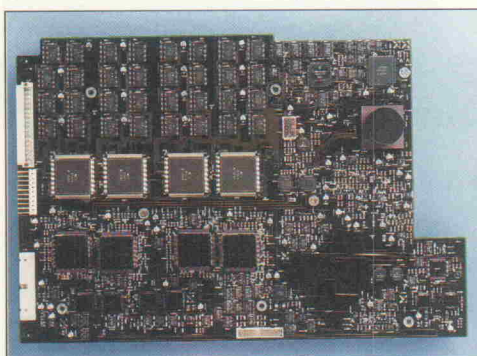
**Aufgeräumt und übersichtlich. Die Frontseite des TDS 540 ähnelt trotz der vielen Möglichkeiten der eines analogen Oszilloskopes.**

## Rein Intuitiv

Neue Wege beschritt man bei der Entwicklung der Bediener-Schnittstelle. Von den analogen Oszilloskopen her vertraute Bedienungselemente auf der Frontplatte, gekoppelt mit über Bildschirm-Icons und Dialogfelder gesteuerten Menüs und Popup-Menüs, helfen dem Anwender, die Bedienung der digitalen Oszilloskope schnell zu erlernen. Falls man weitere Erklärungen zu einer Funktion benötigt, stehen Hilfstexte auf Tastendruck zur Verfügung. Die Entwicklung der Icons basiert auf einer umfangreichen Anwenderbefragung.

Natürlich verfügen beide Geräte über IEEE-488.2-Schnittstelle und sind hierüber voll programmierbar. Zur Dokumentation von Signaldaten und Meßergebnissen sind Printer, Plotter sowie PostScript-Formate wählbar.

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



**Das Mainboard des TDS 540. Auch die vier analogen Eingänge (unten) sind jeweils als hochintegrierte Bausteine ausgeführt und im eigenen Haus entwickelt.**

Platine ist voll besetzt mit hochintegrierten Bausteinen. Mehrere Prozessoren arbeiten Hand in Hand. Ein Motorola 68020 ist allein für die Steuerung des Systems (Hardware-Control, I/O- und Interface-Funktionen) zuständig. Des weiteren gibt je einen TriStar-Digital-Signalprozessor pro Kanal und einen ebenfalls hauseigenen Displayprozessor. Diese Kombination bietet leistungsfähige Meßfunktionen, wie eine schnelle Mittelwertbildung zur Trennung der Nutzsignale von Rauschanteilen, eine extrem schnelle Signalverarbeitung und Aktualisierung von Signaldarstellungen sowie wählbare Interpolations-Schemata.

Zur unbeaufsichtigten Überwachung von Produktionstests liefern Gut/Schlecht- und Maskentests automatische und genaue Entscheidungen. Neben der üblichen Triggerung und Triggerkonditionierung bietet die TDS-Serie neuartige Funktionen zur Triggerung auf komplexen und verrauschten Signalen. Dazu gehören Pattern- und Statuslogik-Triggerung, Triggerung auf unvollständigen Pulsamplituden und 2-ns-Glitch-Triggerung zur effektiven Fehlersuche in digitalen Schaltungen. Darüber hinaus ist es möglich, bei der Triggerung mehrere Kanäle über logische Grundfunktionen (AND, OR, NAND, NOR) zu verknüpfen.

TYPE <Edge>		Coupling				Slope							
		DC	DC	AC	AC	HF Reject	LF Reject	Positive	Negative				
TYPE <Logic>	CLASS <Pattern>	Define Logic						Define High, Low, and Don't Care states for channels 1, 2, 3 and 4					
		AND		OR		NAND		NOR					
	CLASS <State>	Define Logic						Define High, Low, and Don't Care states for channels 1, 2 and 3					
		AND		OR		NAND		NOR					
TYPE <Pulse>	CLASS <Glitch>	Polarity and Width				Filter							
		Positive		Negative		Either		Width		OFF	Accept Glitch	ON	Reject Glitch
	CLASS <Runt>	Polarity				Thresholds							
		Positive		Negative		Either				Runt Upper		Runt Lower	
	CLASS <Width>	Polarity				Trig When				Trig When			
		Positive		Negative		Within Limits		Out of Limits		Upper Limits		Lower Limits	

**Die umfangreichen Triggermöglichkeiten zeigen die Geräte der TDS-Familie auf dem Bildschirm mit Hilfe von leicht verständlichen Symbolen an.**



# Neues von der: CAT '91

Vom 14. bis 17. Mai fand in den Hallen des Stuttgarter Messegeländes die diesjährige CAT '91 statt. Sie gilt als das Standbein einer mittlerweile dreigliederten Messe (CAT '91, Quality '91, IDENT/VISION '91). Das vorrangige Interesse des Veranstalters galt der Einführung von CAD/CAM-Systemen, die mittlerweile auch in mittelständischen Betrieben zum Standard gehören.

Die Aussteller sind heute mit vollkommen neuen Anforderungen ihrer Kunden konfrontiert: Die Anwender von CAD-Systemen wünschen eine größere Markt-Transparenz und mehr Beratung. Denn die Integration sämtlicher an Entwurf, Planung, Herstellung und Vertrieb beteiligten Systeme innerhalb eines Unternehmens erweist sich in der Praxis immer wieder als größter Stolperstein auf dem Weg zur Automatisierung.

Mit dem Kauf hochentwickelter Technologie ist ein funktionsstüchtiges Integrationskonzept noch lange nicht gewährleistet; berücksichtigt werden müssen die zahlreichen betriebspezifischen Gegebenheiten und Anforderungen. Auch die Schnittstellenproblematik gewinnt zunehmend an Bedeutung. 'Integration' hieß deswegen auch das Schwerpunktthema des diesjährigen CAT-Kongresses, den die Messegesellschaft parallel zur Messe veranstaltete.

## A3-Laserplotter

Zu einem richtungsweisenden Preis von 19 900 D-Mark plus Mehrwertsteuer bietet die Xerox Engineering Systems GmbH ihr neuestes Produkt, den A3-Laserplotter Xerox 8810, an. Mit einer Auflösung von 400 dpi eignet er sich vor allem für CAD- und CAE-Anwendungen. Selbst komplexe Schaltpläne und Layouts bringt der Plotter auch nach Verkleinerung sauber 'aufs Papier'. Als Ausgabemedium eignen sich die unterschiedlichsten Materialien in Formaten von A6...A3: Normalpapier, Transparentpapier, Film. Verglichen mit den Preisen von beschichtetem Papier bedeutet das eine Reduzierung der Kosten. Die Grundversion besitzt zwei Einzugsschächte und eine manuelle Papierzufuhr für Sonderformate.

Der speziell für den Xerox 8810 entwickelte Grafikprozessor wandelt in kürzester Zeit Vektor- in Rastergrafik um. Zur Konvertierung einer 1-MByte-Grafik benötigt der Rechner

circa 60 s. Nach weiteren 17 s ist die erste Zeichnung geplottet. Die weitere Ausgabe-Geschwindigkeit beträgt acht A3-Plots/Minute. Jedes Plot-File verbleibt so lange im Controller, bis vom Rechner die nächste Datei übertragen wird. Dadurch lassen sich bis zu 99 Kopien des Original-Plots direkt über das Kontrollfeld des Plotters auswählen und ausplotten. Der Xerox 8810 verarbeitet die Ausgabeformate gängiger CAD-Systeme, die ihm über die eine der drei Schnittstellen (V24, Centronics, Versatec Parallel) zugeführt werden.

Ein eingebautes 3,5"-Diskettenlaufwerk macht den Xerox 8810 zu einem Stand-Alone-Gerät. Die Plots können direkt vom Kontrollfeld aus aufgerufen und ausgegeben werden. Die eingebaute Toner-Cartridge reicht durchschnittlich für rund 5000 Zeichnungen im Format A3 und läßt sich mit wenigen Handgriffen austauschen. Der Hersteller nimmt die leere Cartridge zur Entsorgung zurück, was heutzutage eine Selbstverständlichkeit sein sollte.



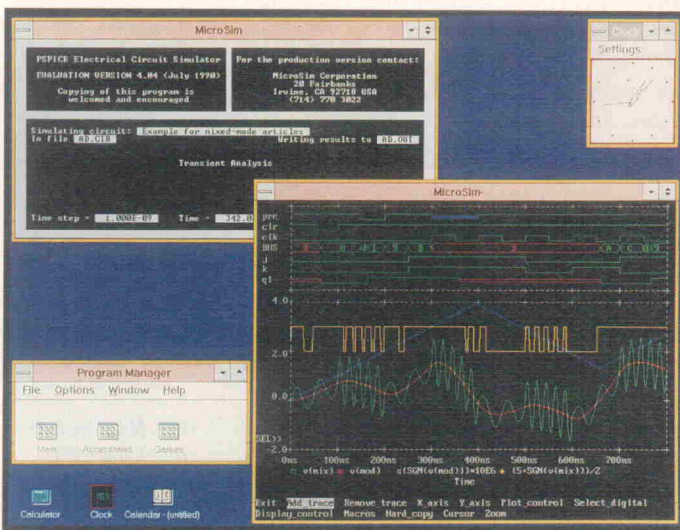
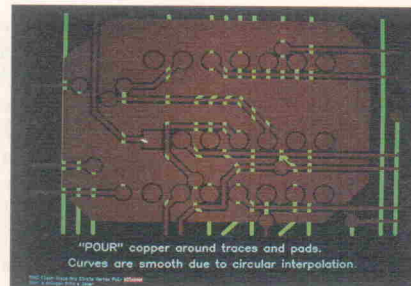
Xerox Engineering Systems GmbH  
Kolpingring 18a  
W-8024 Oberhaching  
Tel.: 0 89/61 30 00-0

## Upgedatet

Das von CAD Solutions vertriebene PCGERBER ist das meistverkaufte Programm zum Prüfen und Editieren von Gerber-Dateien vor dem Fotoplotter. Die neueste Version 5.5 bietet weitere, wichtige Funktionen. So wurde die Polygon-Füllfunktion, die bisher nur den Anwendern des CAD-Programms ECAM zugänglich war, nun auch in PCGERBER implementiert. Hiermit lassen sich Freiflächen um Leiterbahnen und Lötungen sowohl auf der Bestückungs- wie auf der Lötseite mit Kupfer ausfüllen, um beispielsweise Signalleitungen von störenden 'Falschmeldungen' abzuschirmen. Das Ausfüllen der Flächen um die Leiterbahnen, die als Polygon-

züge definiert sind, basiert auf einer kreisförmigen Interpolation. Ein vordefinierter Abstand zu den Bahnen wird automatisch eingehalten. Der Anwender kann zwischen beliebigen Fotoplotter-Blenden (C-Codes) wählen. Der Preis von PCGERBER beträgt 1990 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer; Anwender der Version 5.0 erhalten das Update für 450 D-Mark.

CAD Solutions  
Leopoldstr. 28/II  
W-8000 München 2  
Tel.: 0 89/34 91 27



## Unter Fenstern

Die Firma Hoschar Systemelektronik zeigte auf ihrem Stand die Analog/Digital Simulationssoftware PSpice, die in ihrer neuesten Version 4.05 auch unter Windows 3.0 läuft. Das Programm ist dabei in der Lage, die Multitasking-Fähigkeiten der Benutzeroberfläche zu nutzen. Große A/D-Schaltkreissimulationen können im Hintergrund laufen, während mit dem 'Software-Oszilloskop' PROBE an der Analyse der Simulationsergebnisse gearbeitet wird.

Auch die 16M-Version von PSpice, die ohne Windows bis

zu 16 MByte Speicher im Protected Mode unterstützt, läuft unter Windows und kann dabei 32 MByte Speicher ansprechen. Das entspricht einer Simulationskapazität von etwa 30 000 Transistoren. PSpice ist ab 1690 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer erhältlich. Die vollausgebaute Mixed-Mode A/D-Version für 386/486er kostet 8850 D-Mark. Eine Testversion mit einer Kapazität von 60 Knoten und der vollständigen Dokumentation kann man schon zum Preis von 195 D-Mark bekommen.

Hoschar Systemelektronik GmbH  
Postfach 29 28  
W-7500 Karlsruhe 1  
Tel.: 07 21/37 70 44



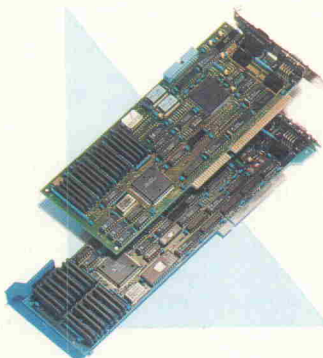


## Universelle Grafikkarte

Mit dem Grafikboard Miromagic stellte Miro Datensysteme, Braunschweig, eine universelle Hardwarebasis für den preiswerten Einsatz hochauflösender Grafik, die speziell auch auf den CAD-Bereich zugeschnitten ist. Die Karte ist hardwaremäßig vollständig kompatibel zu 8514/A und auf der Softwareseite zu 8514/AI. Dadurch ist sie für viele CAD-Pakete im hochauflösenden Modus mit  $1024 \times 768$  Bildpunkten bei gleichzeitiger Darstellung von 256 Farben geeignet. Hinzu kommen Treiber für die Auflösung von  $1280 \times 1024$  Punkten und ein Displaylist-Treiber für AutoCAD sowie die Realisierung des True-Color-Modus mit 24 Bit Farbtiefe zur fotorealistischen Darstellung von Körpermodellen und Konstruktionen. Der Preis der Grafikkarte beträgt 1990 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

Als weitere Neuheit stellte Miro Datensysteme MiroSPOTVIEW vor. Schon seit der Einführung von AutoCAD 11 bietet die Firma den passenden Displaylist-Treiber MiroGTI an. Neben der Anpassung aller erweiterten Features dieses Programms kennzeichnet den neuen MiroGTI die neue Lupenfunktion MiroSPOTVIEW. Diese nähert die Arbeit am PC der 'klassischen' Arbeitsweise am Zeichenbrett an. Auf dem Konstruktionsschirm wird immer die komplette Zeichnung dargestellt und bearbeitet. Ist die Bearbeitung im Detail notwendig, so öffnet sich durch Drücken der Maustaste an der Position des Zeichencursors ein Lupenausschnitt. In diesem lassen sich Details verändern. Der Vergrößerungsfaktor läßt sich während der Arbeit dynamisch anpassen.

Miro Datensysteme  
Gifhomer Straße 26  
W-3300 Braunschweig  
Tel.: 05 31/3 00 91-0



## Branchenorientierte CAD-Software

Mit CADdy 7.00 stellte Ziegler-Instruments auf der CAT '91 die neue Version seiner branchenorientierten CAD-Software vor. Es gibt maßgeschneiderte Anwendungslösungen für die unterschiedlichen Ingenieurdisziplinen und Anwendungen (Elektronik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Architektur ...). Im August und September will Ziegler gemeinsam mit Océ Deutschland und der Spea Software AG eine 'Roadshow' veranstalten. Dazu wird es in sechs deutschen Städten (Berlin, Hamburg, Dortmund, Frankfurt, Stuttgart, München) Informationsveranstaltungen geben, die einen Überblick über zukünftige CAD-Arbeitsplätze geben wollen. Océ zeigt Plotter und Digitizer verschiedener Leistungsklassen für die unterschiedlichen Aufgabenstellungen. Alle CAD-Arbeitsplätze sind mit Hochleistungsgrafiksystemen von Spea ausgerüstet.

Auskunft über die Termine im Einzelnen erhalten Sie bei Ziegler Instruments.

Ziegler Instruments GmbH  
Nobelstraße 5  
4050 Mönchengladbach 4  
Tel.: 0 21 66/5 55-0

## IC-Design-CAD

Ergänzend zu dem bereits auf der CeBIT '91 vorgestellten Design-Tool SL-Array stellt die Silvar-Lisco GmbH aus München zur CAT '91 das neu überarbeitete Platzierungs- und Routing-Programm SL-CELL vor. Bei diesem Programm handelt es sich um ein leistungsfähiges Layoutsystem, das besonders für den Entwurf zellbasierender ICs geeignet ist. Es umfaßt Funktionen wie: schnelles und effizientes Floorplanning, Platzierung und Routing von Standardzellen, Makro-Blöcken oder gemischten Makro-Block/-Standardzellen. SL-CELL unterstützt sowohl flache als auch hierarchische Design-Methoden.

Zu den wichtigsten Neuerungen der SL-Generation gehört die auf MOTIF basierende, anwenderfreundliche Benutzeroberfläche, unter dem beide Tools laufen. Sowohl SL-CELL als auch SL-Array sind mit anwenderfreundlichen Features ausgestattet, die das IC-Layout wesentlich vereinfachen. Beide Tools generieren eine optimale Chip-Performance bei gleichzeitig minimaler 'Die' Size durch den Einsatz von Funktionen wie: Timing Driven Layout, Mehrfach-Versorgungsspannungs-Routing, Clocktree-Synthese, der Möglichkeit, bis zu drei Metallverdrahtungsebenen verwenden zu können und einer sehr guten Back-Annotation.

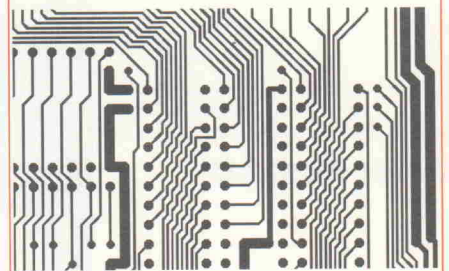
Silvar-Lisco GmbH  
Scheinerstraße 6  
W-8000 München 80  
Tel.: 0 89/98 25 91

**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,-). Wir liefern



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



# OP für kleine Patienten

Markt: SMT-Arbeitsplätze

Peter Nonhoff

Bei dem Blick auf eine mit oberflächenmontierbaren Bausteinen dicht bestückte Platine liegt der Gedanke nicht fern, daß die Herstellung einer komplizierten Operation gleicht. Die Oberflächentechnologie ist ideal für die Produktion von Großserien; aber jede Entwicklung beginnt mit dem Aufbau eines Prototyps.



Bildnachweis: Bavaria

**S**ind große Stückzahlen gefragt, lassen sich SMT-Platinen kostengünstig vollautomatisch bestücken, löten und testen. Zur Erstellung von Prototypen und Kleinserien lohnt der Einsatz eines aufwendigen Maschinenparks nicht. Der Entwickler oder Techniker muß schon selbst zum 'LötKolben' greifen.

Da Platinen in SMT-Bestückung heute keine Seltenheit mehr sind – man werfe nur mal einen Blick in ein modernes Meßgerät oder auch einen Walkman –, haben sich viele Hersteller und Firmen auf die Entwicklung von SMT-Arbeitsplätzen und SMT-Werkzeugen spezialisiert, mit denen man Kleinserien fertigen kann oder aber Reparaturen an SMD-bestückten Boards vornehmen kann.

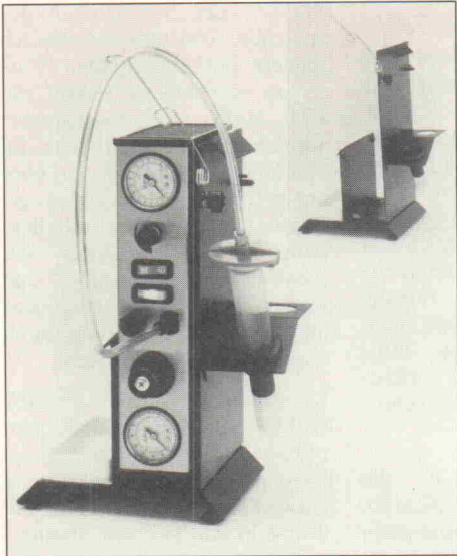
Der erste Arbeitsschritt nach der Platinenfertigung besteht in der Regel darin, die SMD-Bauelemente auf der Leiterplatte zu fixieren. Man kann unter drei Klebeauftragsverfahren wählen. Das wohl am weitesten verbreitete Übertragungsverfahren ist das mit einem Stift. Der Klebertropfen wird mittels eines Stiftes dem Vorratsgefäß entnommen und an einer beliebigen Stelle der Leiterplatte im Simultanverfahren aufgebracht. Bekannt ist dieses Verfahren auch unter dem Namen 'Pin-Transfer'.

Die zweite Möglichkeit stellt ein einstellbarer Dispenser (Bild 1) dar, der sich vor allem für Kleinserien und Halbautomaten anbietet. Hierbei definiert das Dosiergerät den Klebepunkt mittels einer einstell-

baren Düse und variablem Druckimpuls. Den Druck erzeugt der interne Kompressor. Die unterschiedlichen Viskositäten der Flüssigkeiten erfordern eine regelbare Druckintensität bis zu ungefähr 8 bar. Mit einem weiteren Regler läßt sich die 'Impulslänge' im Bereich von einigen Millisekunden bis zu einigen Sekunden einstellen. Nach einem Dosiervorgang zieht ein kleines Vakuum die Flüssigkeit ein kleines Stück zurück, um Tropfenbildung zu verhindern.

Die dritte Methode zum Auftrag des Klebstoffs ist die Siebdrucktechnik. Diese Technik eignet sich besonders für die Hybridtechnik oder für Kleinserien von Platinen, die nicht noch zusätzlich mit bedrahteten Bauelementen bestückt werden





**Bild 1. Die Firma GLT bietet platzsparende Halterungen für Dosierer an, in denen das Gerät hochkant stehen kann, wodurch das Zurücklaufen der Dosierflüssigkeit erschwert wird.**

sollen. Die verschiedenen Hersteller bieten hierzu kleine Siebdrucker (Bild 2) an. Das Prinzip des Siebdrucks ist recht alt. Man benötigt ein feines, straff in einen Rahmen gespanntes Sieb. Dieses ist mit einer fotoempfindlichen Schicht überzogen. Nach der Belichtung mit einem Klebelayout und anschließender foto-technischer Bearbeitung lassen sich die unbelichteten Stellen ausspülen.

Schließlich positioniert man das vorbereitete Sieb dicht über der Platinenoberfläche und preßt den Kleber mit einem Rakel durch die Maschen auf das Board. Diese Methode erfordert große Sorgfalt und Erfahrung. Beim Kauf einer solchen Siebdruckanlage sollte man auf eine stabile Ausführung achten sowie darauf,

daß sich alle Achsen der Schablone präzise justieren lassen, um eine möglichst hohe Wiederholgenauigkeit im Druckergebnis zu erzielen.

Das Siebdruckgerät SMD 'print' 9-500 der Bernstein-Werkzeugfabrik (Bild 3) hält die Leiterplatten auf einer Dreipunkthalterung mit zwei arretierenden und einem verstellbaren Gleitstück fest. Der Schablonenträger nimmt Material verschiedener Art, Größe und Stärke auf, ist klappbar und kann durch seine Seitenverstellbarkeit eine zusätzliche Positionierung zur Basisplatte herstellen. Der Höhenabstand von Schablone zur Leiterplatte ist stufenlos verstellbar, so daß der 'Absprung' exakt definiert ist.

Grundsätzlich sollte man sich bei der Verwendung eines Klebstoffs vergewissern, daß

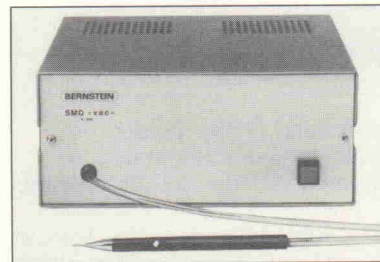
dieser säurefrei ist und sich neutral verhält. Man unterscheidet Ein- und Zweikomponentenkleber. Zweikomponentenkleber müssen zunächst, wie der Name schon sagt, aus zwei Komponenten angerührt werden. Sie besitzen gegenüber den Fertigteigern bessere Aushärtungseigenschaften und können länger gelagert werden.

## Im Falle eines Falles ...

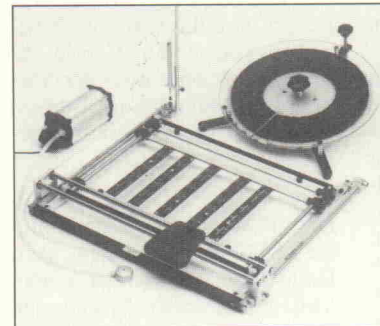
Man kann sicher sein: Für jeden Anwendungsfall gibt es einen geeigneten Klebstoff. Man muß nur genau festlegen, auf welche Eigenschaft(en) es im besonderen ankommt. Zu berücksichtigen sind die Tech-

zurückgreifen. Sobald aber gepolte Bauelemente beziehungsweise Bauelemente mit mehreren Kontaktflächen automatisch bestückt werden sollen, kommen nur noch Stangenmagazine oder Gurte in Frage, da sie hier lagerichtig und geschützt verpackt sind. Stangenmagazine sind teuer und speziell auf das entsprechende Bauelement abgestimmt. Das Gurtmaterial besteht üblicherweise aus Pappe oder Kunststoff und ist international genormt.

Einen kompletten Arbeitsplatz für die SMD-Bestückung, wie ihn die WEBA Werner Bauer GmbH anbietet, zeigt Bild 5. Der xy-Rahmen nimmt Platinenmaterial unterschiedlicher Größe sicher auf. Ausgestattet

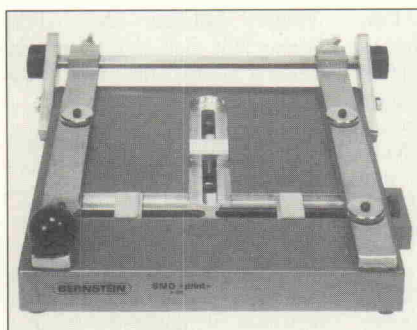
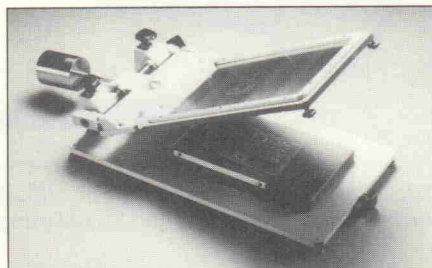


**Bild 4. Das typische Positionierwerkzeug: Unter der Bezeichnung SMD 'vac' 9-550 bietet Bernstein eine geräuscharme Vakuumpumpe mit Schlauch, Pipette und vier verschiedenen Nadelgrößen an.**



**Bild 5. Der Arbeitsplatz der WEBA Werner Bauer GmbH. Präzise aufeinander abgestimmte Komponenten erleichtern die Bestückungsarbeit.**

**Bild 2. Zu diesem stabilen Schablonen-/Siebdrucker der Firma OK Industries Deutschland GmbH gibt es als Option eine automatische Vakuumaufnahme zum Fixieren der Platine.**



**Bild 3. Die Bernstein Werkzeugfabrik bietet zu ihrem Siebdruckgerät ein Druckset an, das unter anderem einen Siebdruckrahmen, einen Fotoschablonenfilm sowie Reiniger, Entfetter und Lötpaste beinhaltet.**

nik des Auftrags, der Verarbeitungszeitraum, die Aushärtezeit- und -temperatur, die elektrische und die Wärmeleitfähigkeit, Scherfestigkeit... Die meiste Erfahrung haben die Hersteller dieser Produkte; sie können bei der Auswahl sicherlich behilflich sein. Jedoch wird man in den wenigsten Fällen bei der Entscheidung für ein Produkt um einen Kompromiß herumkommen.

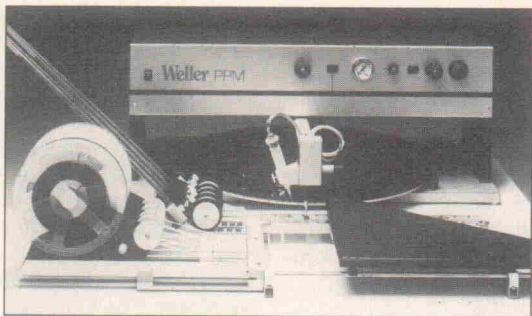
## Bitte Platz nehmen!

SMD-Bausteine sind so klein, daß man für das Handling besondere Werkzeuge und Hilfsmittel (Bild 4) benötigt. Doch zunächst sollte man wissen, in welcher Form die Bauteile angeliefert werden. Bei der manuellen Bestückung von Kleinserien oder Laborentwicklungen kann man auf Schüttgut

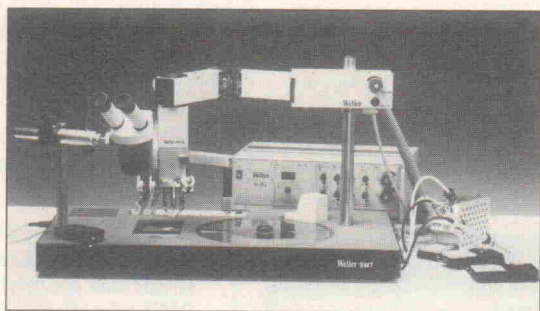
mit einer beweglichen, seiten- und höhenverstellbaren Handauflage gewährleistet er sowohl dem Rechts- als auch Linkshänder ein ruhiges und sicheres Platzieren der SMD-Komponenten. Mit Hilfe der Vakuum-Pipette lassen sich die Bestückungselemente halten und auf die gewünschte Position bringen. Ein Bauteilkarussell mit 30 antistatischen Behältern und Glasabdeckung nimmt die benötigten Bauteile auf. Für eine optimierte Handhabung läßt es sich in die Schräglage bringen.

Das Weller Pick & Place-Gerät der Cooper Group Deutschland (Bild 6) fällt durch seine besonders leichte Positionierhilfe auf, die ein ermüdungsfreies und schnelles Bestücken erlaubt. Führt man die Vakuum-Pipette auf die Leiterplatte, so löst ein





**Bild 6.** Der Bestückungsmanipulator Weller PPM ist in seiner Standardausführung sicher gegen statische Aufladung ausgeführt.



**Bild 7.** Der Weller 'Pick-Place-Solder' (PPS). Dieser komplette SMD-Montageplatz löst, ausgerüstet mit den passenden Spezialeinsätzen, auch vielerlei Entlötprobleme.

Berührungsschalter einen Dosierimpuls wahlweise für Löt-pasten- beziehungsweise Kleberdispenser oder das Vakuum automatisch aus. Der Montagehalter mit einer verschiebbaren Handstütze nimmt Platinen bis zu einer Größe von 250 x 340 mm auf. Der Drehteller nimmt 45 Komponentenbehälter auf und ist mit einer transparenten Schutzplatte abgedeckt. Zusätzlich lassen sich seitlich Gurtabroller oder Stangenmagazine zur Bauteilentnahme anbringen.

Noch vielseitiger präsentiert sich der komplette SMD-Montage- und Reparaturplatz Weller PPS (Bild 7). Alle für die SMD-Montage notwendigen Werkzeuge und Geräte sind in dieser Vorrichtung ergonomisch sinnvoll kombiniert. Die Arbeitsfläche besitzt eine Größe von 800 x 400 mm und hat eine

100 x 160 mm große Vorheiz-Montageplatte für Leiterplatten und Hybride integriert. Je nach Bedarf wird die Leiterplatte beziehungsweise der Hybrid direkt beheizt oder über der Vorheizplatte stufenlos im Bereich von 50...300 °C infrarot bestrahlt.

Der Positionierarm entnimmt die SMD-Komponenten dem Drehtellermagazin oder einem SMD-Gurtabroller. Er läßt sich über einen Manipulatorgriff in x-, y- und z-Richtung bewegen. Sein Ende ist mit einer Vakuum-Pipette zum Positionieren, einer einstellbaren Schutzgasdüse zum Lötten sowie einer kleinen Halogenlampe für eine gute Ausleuchtung ausgestattet. An der Seite des Gerätes befinden sich Versorgungsanschlüsse für Dispenser, Löt- und Entlöt-kolben von Weller.

**Bild 8.** Selbst vor dem Löt-kolben macht die Digital-technik nicht halt. Die ECM 5000 von Weller ist eine prozessor-gesteuerte Lötstation.



## Heiße Eisen ...

Handlötgeräte empfehlen sich nur für die Herstellung von Prototypen oder bei der Reparatur von SMT-bestückten Platinen, da es während des Löt-vorgangs zu undefinierten Zeit- und Temperaturbelastungen der Bauelemente kommt. Auch hier bei den heißen Eisen feiert die Digitaltechnik ihren Einzug. Neben einer Vielzahl von Standardgeräten bieten heute einige Hersteller sogenannte mikro-prozessor-gesteuerte/-geregelter Lötstationen an.

Ein solches Gerät ist die EMC 5000 von Weller (Bild 8). Alle relevanten thermischen und physikalischen Eigenschaften des Löt-pencils und der verschiedenen Lötspitzen sind in dem Gerät gespeichert. Sobald die Station eingeschaltet ist, testet die Elektronik alle pro-

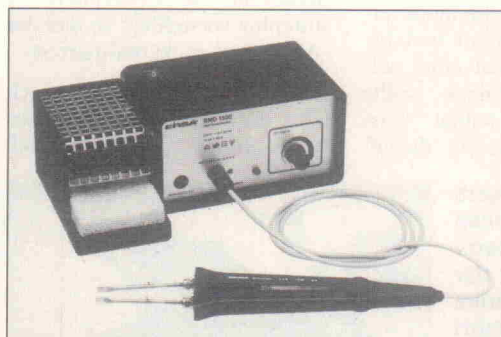
Station oder Stromausfall gespeichert. Um unbeabsichtigtes Ändern der eingestellten Werte zu verhindern, kann die EMC 5000 so programmiert werden, daß der Zugriff auf die operativen Parameter nur über entsprechende Kennzahlen erfolgen kann. So ist es möglich, dem Benutzer lediglich die Auswahl von Lötspitze und Löttemperatur zu gestatten oder aber auch jede Änderung durch Unbefugte zu unterbinden.

Die Stärke der ERSA CPS 60.1 (Bild 9) ist ihre schnelle und präzise Temperaturregelung. Der nach einem neuen Prinzip entwickelte Löt-kolben heizt die Spitze in nur 20 s von Zimmertemperatur auf 300 °C Betriebstemperatur. Neben programmierbaren Sollwerten, zwei Regelparametersätzen und einer Stand-by-Funktion bietet die Lötstation eine Schnittstellen-



**Bild 9.** Bei der ERSA CPS 60.1 lassen sich alle fixen Einstellungen durch die Eingabe eines

individuellen Codes vor einem Fremdzugriff sichern. Der Wechsel der Lötspitze ist auch im heißen Zustand möglich.



**Bild 10.** Eine heiße Pinzette bietet die Firma ERSA unter der Bezeichnung SMD 1500 an. Für diffiziles Arbeiten stehen Entlöteinsätze in schräger Ausföhrung zur Verfügung.

grammierten Funktionen selbst und meldet eventuelle Fehlfunktionen wie Kurzschluß oder Unterbrechung des Löt-pencils auf dem alphanumerischen Display. Alle anderen Funktionen wie Löttemperatur, Lötspizentype, Anzeigemodus (°F oder °C) sowie die Kalibrierung von Elektronik und Löt-pencil können als Menü über die Eingabetasten gesteuert werden.

Die eingegebenen Werte bleiben auch bei ausgeschalteter

option, über die bis zu 16 Geräte zur zentralen Steuerung an eine Workstation angeschlossen werden können. Auf diese Weise läßt sich der Lötprozeß steuern, protokollieren und dokumentieren.

Die Bedienung der Lötstation erfolgt über Folientastatur; eine 4stellige Sieben-Segment-Anzeige und eine Reihe von Status-LEDs informieren über sämtliche Eingaben und eingestellten Werte. Natürlich bleiben alle gemachten Verände-









**Bild 15.**  
**Das Multi-**  
**Zonen 'IR'**  
**Reflow-**

**System 544.01 von SEF ist ein Tischgerät, das mit nur 51 cm Breite sicherlich noch neben den Bestückungsplatz paßt.**

zentrieren lassen. Die Beleuchtung erfolgt über ein Glaslichtleistersystem nach unten (Pinlayout) und nach oben (Baulement). Starke Reflexionen nach unten, die von Leiterbahnen oder Pads herrühren können, eliminiert ein eingebautes Polarisationsfilter oder schwächt sie zumindest ab. Nach der Zentrierung läßt sich das Vision-System nach hinten wegschieben, und man kann den Lötprozeß mit dem Mikroskop überwachen.

## Reflow-Lötverfahren

Beim Reflow-Lötverfahren erfolgt das Fixieren der SMD-Baulemente durch das Lot beziehungsweise die Lötpaste. Die Erwärmung erfolgt mittels IR-Strahlung, Heizplatte oder Heißluft. Die Löttemperatur liegt bei 200 °C...225 °C. Während des Lötvorgangs schwimmt das Bauteil im Lot. Die richtige Platzierung ist Voraussetzung dafür, daß das Bauteil sich auf der Lötstelle ausrichtet und der Lötmeniskus sich ausbilden kann. Das Bauelement wird infolge seines geringen Eigengewichts und der hohen Oberflächenspannung des Zinns auf die Lötflächen der Leiterplatte gezogen. Bei einer falschen Platzierung ist die Lötung an den Kontakten durch ein Hochfließen des Lotes und der damit verbundenen Ausbildung eines Lötmeniskus nicht

möglich. Das Lötten erfolgt nur an der Umkontaktierung.

Um alle SMD-Baulemente sicher zu lötten, muß die Lötpaste im Siebdruckverfahren mit einer Schichtdicke von 100...150 µm aufgetragen werden. Üblicherweise besteht die Lötpaste aus in Fluß- und Lösungsmittel gelöstem Metallpulver. Bei der Auswahl der richtigen Paste läßt man sich am besten von den Erfahrungen der Hersteller leiten. Ein Vorteil dieses Reflow-Lötverfahrens liegt darin, daß man die SMD-Bauteile nicht zuvor kleben muß und eine hohe Bestückungsdichte erreichen kann. Jedoch sind die Bauteile für eine relativ lange Zeit thermischen Belastungen ausgesetzt.

Die SEF Scharnbecker Elektronik Fertigungs GmbH bietet ein Multizonen 'IR' Reflow-System als Tischgerät an (Bild 15). Bei dieser Anlage können zwölf Zonen vorgewählt sowie deren Zeit (10...300 s) und Temperatur bestimmt werden. Die Überwachung des Lötprozesses erfolgt per grafischer Profildarstellung auf einem grafischen LC-Display mit 240 × 64 Pixeln.

Der Anwender gibt seine Programm-Modifizierungen und die Temperaturprofile über eine Folientastatur mit sieben Son-

derfunktionstasten ein und speichert diese als Parametersätze ab. Das System bietet zehn Festprogramme, 100 Programm- und zehn Kurvenparameterspeicher, die auch nach dem Ausschalten erhalten bleiben. Die Software umfaßt PID-Regler sowie Regelkreisvernetzungen und ermöglicht sowohl ein-/zweiseitiges Lötten als auch Klebehärtungen. Ein externer Fühlereingang prüft die Temperaturdaten an ausgewählten Stellen.

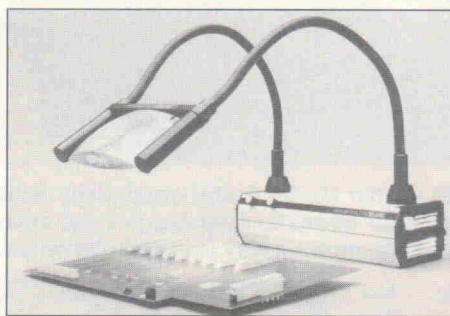
Eine weitere Infrarot-Reflow-Lötanlage ist das System IRR 650 von Knürr. Es ist für alle Löt Aufgaben in Labor, Fertigung und Service geeignet. Die Besonderheit ist der Universalallotkopf, mit dem sich alle gängigen SMDs in einem Bereich von 20 × 20 mm...60 × 60 mm ein- beziehungsweise auslöten lassen. Auch Flächenlötungen sind möglich. Da keine weiteren Zusatzteile wie Düsen, Schablonen oder Objektive benötigt werden, entfallen einige Zusatzkosten.

Ein blendengesteuertes Strahlungsfenster läßt Wärmeübertragung nur in den Zonen zu, in denen man lötten will. Dadurch können sich Nachbarbauteile weder überhitzen noch auslöten. Ein Temperaturfühler mißt

Sichtverhältnisse zu verbessern. Die Magnolite Kaltlichtlupe von System Eickhorst aus Hamburg ist eine 160 × 100 mm messende asphärische Lupenlinse (Bild 17). Sie vergrößert verzerrungsfrei und randscharf 2,25fach, also mit fünf Dioptrien. Leiterplatten im Europaformat lassen sich auf einen Blick – in voller Binokularsicht – untersuchen.

Unterstützt wird das gute Auflösungsvermögen der Lupenoptik durch eine lichtstarke Beleuchtung mit Lichtwellenleitern. Der Vorteil dieser Beleuchtungsart: Die Fasern übertragen nur die Lichtintensität der 2 × 100-W-Halogenlichtquelle, die sich in der Gerätebasis befindet; die Wärme bleibt im Gerät und wird von dort abgeführt. Die zur Blickrichtung des Betrachters seitliche Abstrahlung des Kaltlichts läßt keine Reflexe entstehen, die das Auge erreichen könnten. Dadurch verstärkt sich der Kontrast, so daß auch kleine Details gut sichtbar werden.

Zu der Fehlersuche bei der Reparatur von SMT-Platinen oder bei der Qualitätskontrolle reicht die Vergrößerung einer Lupe nicht mehr aus. Hierfür gibt es speziell entwickelte Arbeitsmi-



**Bild 17. Die**  
**Magnolite**  
**Kaltlichtlupe von**  
**System Eickhorst.**  
**Die Beleuchtung**  
**des Arbeitsfelds**  
**mit 6500 Lux**  
**Beleuchtungs-**  
**stärke**  
**gewährleistet**  
**ermüdungsfreies**  
**Arbeiten.**

und überwacht die Temperatur auf der Platine. Ist die gewählte Löttemperatur erreicht, aktiviert sich eine Zeitschaltung, und der Lötvorgang beginnt. Die einzelnen Parameter wie Lötzeit, Ober- und Unterhitze lassen sich in weiten Bereichen variieren. Ein akustisches Signal macht auf die Beendigung des Lötvorgangs aufmerksam.

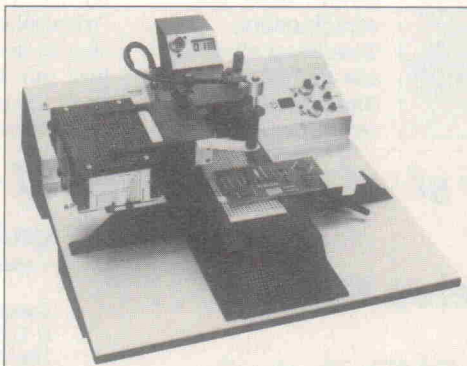
## Sehhilfen

Fast als eine Welt im Verborgenen kann man die Verbindung eines SMD-Bauteils mit der Leiterplatte bezeichnen. Für viele Arbeiten an Platinen mit Oberflächenbestückung reicht schon eine Prüflupe aus, um die

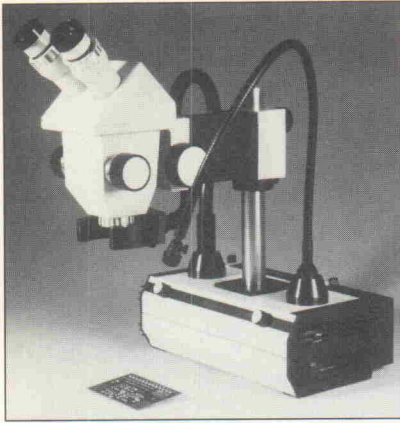
kroskope wie beispielsweise das der Firma System Eickhorst (Bild 18). Wesentliches Leistungsmerkmal dieses Mikroskops ist die Stereo-Zoom-Optik mit Vergrößerungsbereichen von 5 ×...25 × oder 10 ×...50 ×. Sie hat eine Ausladung von 150 mm und bietet damit ausreichend Platz für Platinen im Europaformat.

Hohe Abbildungsgüte, Rand- und Tiefenschärfe sowie der große Arbeitsabstand und ein Sehfeld von mehr als 20 mm bei 10facher Vergrößerung gewährleisten ermüdungsfreies Arbeiten und freies Hantieren von Reparaturwerkzeugen oder Prüfvorrichtungen. Eine Kaltlichtquelle, die zugleich auch

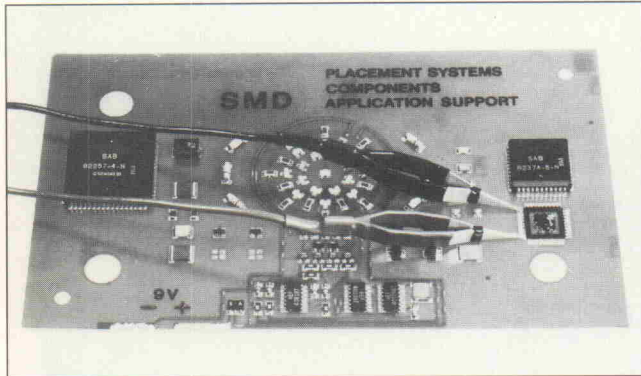
**Bild 16. Das**  
**System IRR 650**  
**von Knürr**  
**enthält einen**  
**Universalallotkopf.**







**Bild 18. Stereo-Zoom-Arbeitsmikroskop von System Eikhorst mit zweifacher faseroptischer Kaltlichtbeleuchtung.**



**Bild 19. Besonders kleine Bauelemente erfordern extra feines Werkzeug. Ein Beispiel sind die SMD-Prüfpinzetten im Vertrieb von Gruber und Fischer.**

Stativfuß ist, versorgt zum einen den koaxialen Lichtleiter am Objektiv wie auch den halbstarren Schwanenhalstyp für eine zusätzliche Spotbeleuchtung. Normale Meß- und Prüfklemmen sind kaum geeignet, um sie an die winzigen Kontakte von SMD-Chips zu befestigen.

Die Firma Gruber und Fischer bietet speziell für SMT-Schaltungen entwickelte Prüfpinzetten an (Bild 19). Diese sind auch noch bei kleinsten Rasterabständen einsetzbar. Die Spitzen sind in verschiedenen Farben und mit unterschiedlichen Steckern (2...4 mm und BNC-Steckern) lieferbar.

#### Literatur

- [1] M. Oberesch, Große Runde um Kleine Teile, Elrad 9/87, S. 29 ff.
- [2] J. Valentin, Surface Mounting Trends, Elrad 7-8/89, S. 24 ff.
- [3] Irad Laborblätter, Surface Mounted Devices' Elrad 7-8/89, S. 41 ff.

- [4] R. Sautter, Leiterplatten mit oberflächenmontierten Bauelementen, Vogel-Verlag, Würzburg 1988
- [5] H. Reichel, M. Bleicher, SMT/ASIC Systemintegration, Hüthig Verlag, Heidelberg 1988
- [6] H. Reichel, A. Eder, M. Bleicher, SMT/ASIC/Hybrid 1990 (Vorträge), Hüthig Verlag, Heidelberg 1990

Anbieter	Dispenser	Handlöt- geräte	Reparatur- arbeits- plätze	Werk- zeuge	Kleber	SMT- Lötzubeh.	Mikroskope
Alpha-Grillo Lötssysteme GmbH Buschstraße 95 W-4100 Duisburg 11 Tel.: 02 03/40 65-0	x				x	x	
Bernstein Electronic-Werkzeuge Industriehof Trecknase 1 W-5630 Remscheid-Lennep Tel.: 0 21 91/6 02 34		x		x		x	x
BFI IBEXSA Elektronik GmbH Assar-Gabrielsson-Straße 1 W-6057 Dietzenbach 2 Tel.: 0 60 74/40 98-0	x	x	x				
The Cooper Group Deutschland GmbH Postfach 13 51 W-7122 Besigheim Tel.: 0 71 43/37 50	x	x	x	x			x
Covatec SA Artisans 11 CH-2503 Bienne Tel.: 0 32/22 45 50	x						
Cybertron GmbH Ackerstraße 71-76 W-1000 Berlin 65 Tel.: 0 30/4 69 46 12-13	x						
Demetron G. f. Elektronik-Werkstoffe mbH Leipziger Straße 10 W-6450 Hanau 1 Tel.: 0 61 81/3 02-0					x	x	

**Hinweis: Fortsetzung der Tabelle auf Seite 39**

# QUARZ

A7 MÜNCHEN-HAMBURG. WIR MACHEN



# MOBIL

DAS TELEFON MOBIL

**Quarzfilter der KVG.  
5 MHz bis 200 MHz.  
Antennenfilter. Phasenfilter.  
Diskret. Monolithisch.  
Kundenspezifisch.**

**Neue Kataloge liegen bereit.  
Für Sie. Bitte anfordern!**

**KVG - Selected to be the best.**



**KVG QUARZFILTER**

**KVG GmbH** D-6924 Neckarbischofsheim

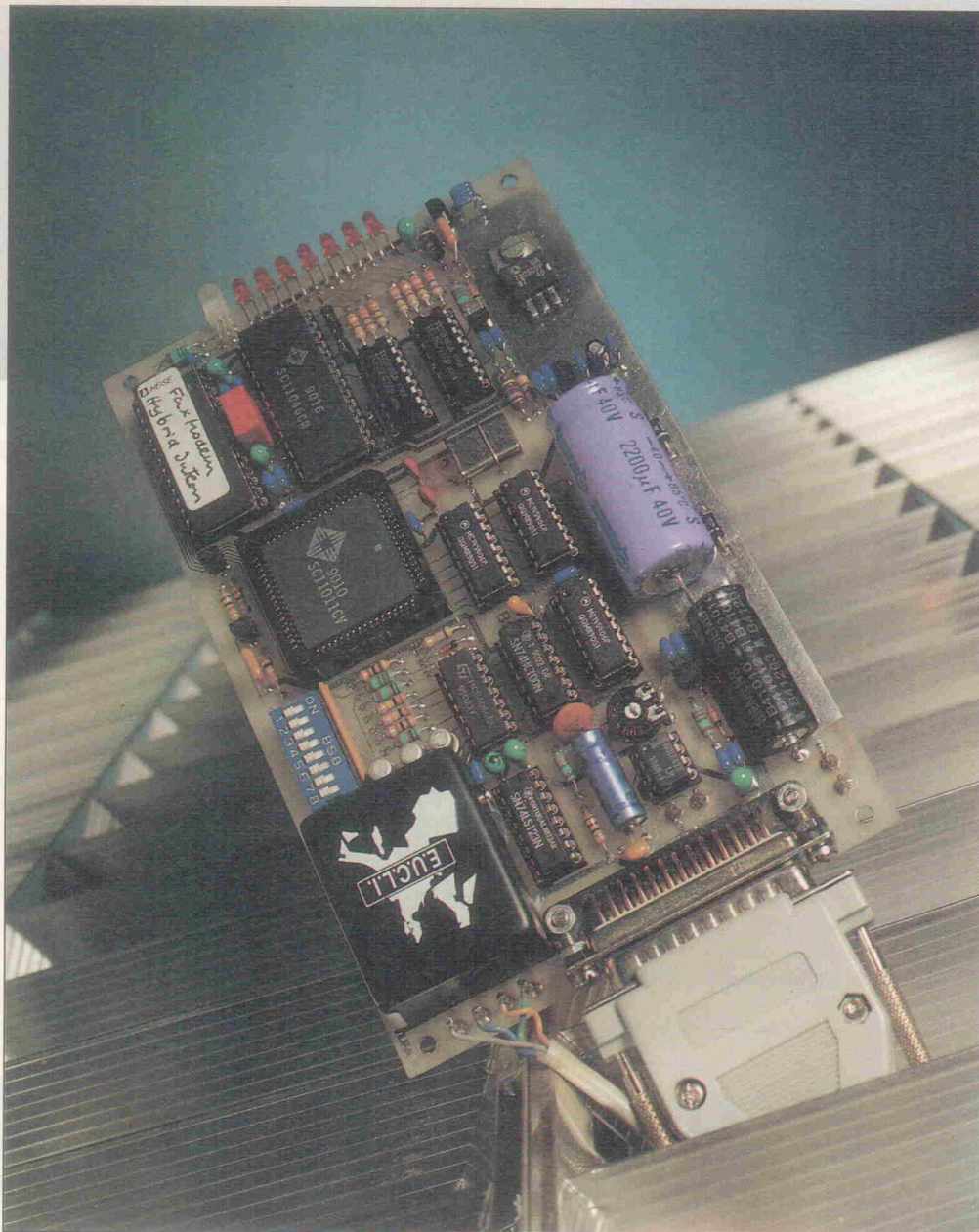
Telefon 07263/648-0 Telefax 07263/6196



## 2400er Modem mit SendFax

**Peter Rübke-Doerr  
Ulrich Hilgefort**

Mit dieser Bauanleitung für ein Modem betreten wir in mehrfacher Hinsicht Neuland: Erstens ist es unseres Wissens das erste Selbstbauprojekt für ein Telefonzusatzgerät, und zweitens ist es die erste Elrad-Bauanleitung mit beantragter Zulassungsprüfung bei der Post.



**L**eider ist das besondere Bonbon bei unserer Bauanleitung – nämlich das SendFax-Feature – nicht genehmigungsfähig; die Fax-Betriebsart ist also illegal. SendFax heißt hier, daß mit dem Modem und einer speziellen Software Faxe gesendet, nicht jedoch empfangen werden können. Wohlgemerkt, das Modem bleibt das gleiche, es wird nichts umgesteckt oder umgejumpert – lediglich die Kommunikationssoftware ist eine andere.

Die Tatsache, daß wir ein Projekt mit beantragter ZZF-Nummer veröffentlichen, heißt aber nun freilich nicht, daß es bei der Post (oder etwa in der Elrad-Redaktion) plötzlich eine Revolution gegeben habe, und daß nun jedermann irgendwelche selbstgebaute Geräte an die gelben Leitungen anschließen dürfte. Nach wie vor gilt, daß an Telefonleitungen nur von der Post geprüfetes Zubehör angeschlossen werden darf, Zuwiderhandlungen sind strafbar.

Diese Strafandrohung hat allerdings nicht verhindern können, daß republikweit massiv gegen dieses Gesetz verstoßen wird.

### **‘Die Rechtslage ist grau!’**

Dieser Spruch eines Modem-Herstellers beschreibt zwar die Realität, ist aber nichtsdestotrotz falsch: Die Rechtslage ist eindeutig. Bezogen auf unser Selbstbau-Modem gilt folgendes: Jeder darf das Gerät



nachbauen, einschalten, durchmessen sowie an nichtöffentlichen Insel-Netzen (beispielsweise in Nebenstellenanlagen) anschließen und ausprobieren. Wer das selbstgebaute Modem an eine Postleitung anschließen will, muß es vorher beim ZZF in Saarbrücken zu einer Einzelzulassung anmelden und prüfen lassen. Größenordnungsmäßig kostet eine solche Einzelzulassung (hier wird ein einziges Gerät geprüft und nur diesem eine Betriebserlaubnis erteilt) gegenwärtig zwischen 800 DM und 1600 DM.

Zumindest denkbar wäre es allerdings, auch Bauanleitungen quasi 'abnahmefähig' zu machen und somit den Prüfaufwand und damit auch die Kosten drastisch zu senken. Dazu müssen allerdings bestimmte Vorbedingungen erfüllt sein: Erstens muß die verwendete Platine industriell gefertigt sein und mit dem Original übereinstimmen, zweitens muß die im EPROM vorhandene Software mit dem postgeprüften Exemplar übereinstimmen sowie drittens und wichtigstens muß das sogenannte Line-Interface (das ist die gesamte Baugruppe, die das Modem mit der Postleitung verbindet) ein industriell hergestelltes und geprüftes Fertigteil sein.

Allen diesen Bedingungen entspricht unsere Bauanleitung.

Die wesentlichen Baugruppen des Modems (Bild 1) sind der Sierra-Chipsatz (Controller SC

11011, Modem SC 11046) neben dem im EPROM befindlichen Betriebssystem sowie das EUCLI (European Communication Line Interface).

## Das Blockschaltbild

Letztere Baugruppe beinhaltet in vergessener und damit dem Benutzer nicht zugänglicher Form die Umschaltung zwischen Telefon und Modem, die Wählrelais, den Trenntrafo, die Wecker- und Schleifenstromerkennung. Die außerdem eingebaute Schaltung zur Rücksprechdämpfung (Hybrid) wurde nicht benutzt.

Im EPROM 27256 steckt die geringfügig ergänzte und modifizierte Firmware, die von der Firma Sierra stammt. Dazu gehört der sogenannte Hayes-Befehlssatz sowie die gesamte für die Signalerkennung und -verarbeitung nötige Software.

Der Controller SC 11011 verarbeitet dieses Programm und gibt dem Modem-IC SC 11046 – das sämtliche Analogfunktionen enthält – die entsprechenden Befehle. Die Schnittstelle zum Computer ist eine serielle RS 232, über die auch die gesamte Steuerung durch den Benutzer erfolgt. Das Netzteil besteht aus einem externen, kurzschlußfesten 12-V-Trafo, dessen Wechselspannung auf der Modemplatine mit mehreren Regel-ICs in die benötigten Gleichspannungen umgewandelt wird.

## Funktionsbeschreibung

Im Ruhezustand (auch bei Ausfall der Betriebsspannung) ist das Voice/Data-Relais so geschaltet, daß die Telefonleitung über eine normgerecht beschaltete TAE-Buchse auf den Handapparat durchgeschleift ist (Bild 2). Sobald der Hörer abgenommen wird, erkennt dies der Schleifenstromdetektor (Currentdetektor), die F/B-Anzeige wechselt auf Rot und der Schalter IC15 öffnet. Dadurch kann das Modem den OHE-Eingang des EUCLI nicht mehr ansteuern, bis der Hörer wieder aufgelegt wird. Andersherum kann vom Handapparat aus eine einmal vom Modem hergestellte Verbindung nicht mehr unterbrochen werden. Die übrigen Bauteile zwischen den Punkten OHE und BSY dienen dieser gegenseitigen Verriegelung des Voice/Data-Relais. Die Wählpulse vom OH-Ausgang des Controllers steuern einerseits das DP-Relais im EUCLI, werden aber außerdem im nachgetriggerten Monoflop IC 17 so weit verlängert, daß während der Wählperiode das Relais LP geschlossen ist. Wenn der Wählvorgang abgeschlossen ist, öffnet LP; DP bleibt dagegen für die Dauer der Verbindung geschlossen – sozusagen vom 'Abnehmen' des Hörers bis zum 'Auflegen'.

Mit IC 16 kann ein Meßausgang niederohmig angesteuert werden, an dem die analogen

Sende- und Empfangspegel im Servicefall kontrollierbar sind.

Die ICs 6 und 7 sind hier ausschließlich als Treiber zur Ansteuerung der LED-Kette eingesetzt, und IC 10, IC 11 und IC 13 versorgen die RS-232-Schnittstelle mit den normgerechten Signalpegeln.

## Die Jumper

Mit der Steckbrücke 1 wird das Relais LP bei Tonwahl außer Betrieb gesetzt, mit den Jumpern 3 oder 4 kann der Analogpegel bei schlechten Leitungen um 2 beziehungsweise 3 dB angehoben werden. Mit Brücke 5 wird bei Synchronbetrieb ein externes Taktsignal auf den entsprechenden Eingang durchgeschaltet.

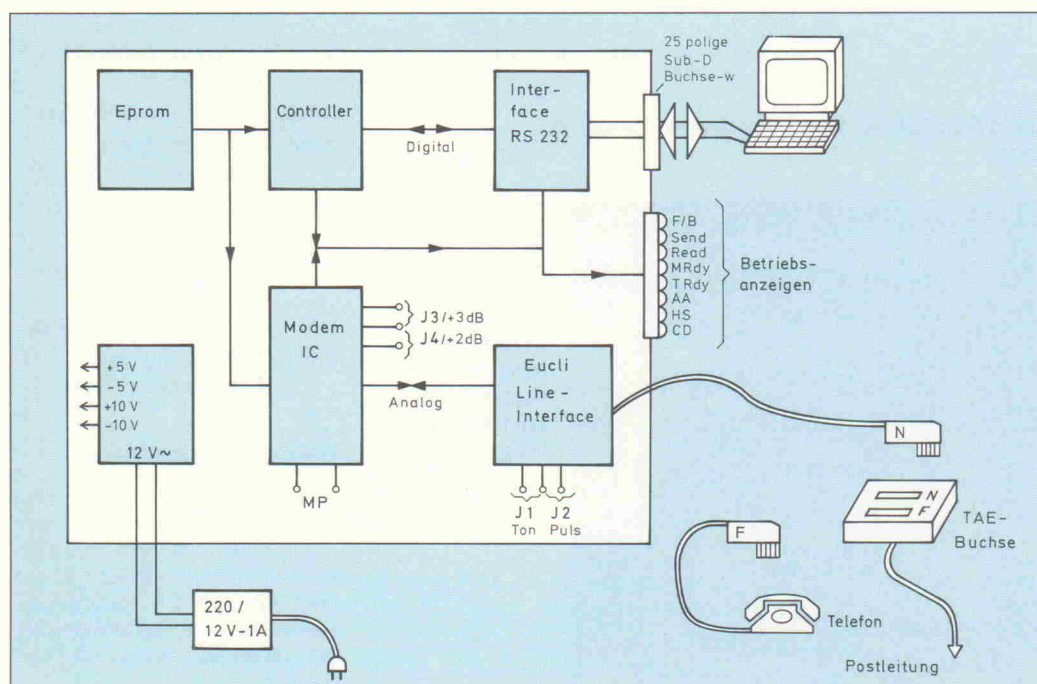
## Konfigurationschalter

Mit den Schaltern SW1...8 lassen sich bestimmte, wiederkehrende Einschaltkonfigurationen voreinstellen. Man erspart sich damit die Eingabe der entsprechenden AT-Befehle nach dem Einschalten des Gerätes. Die 'Normaleinstellung' ist dann gegeben, wenn alle Schalter in Position 'Aus' stehen.

## Zentrales Schaltwerk

Bewußt haben wir bis jetzt den Inhalt von Modem- und Controller-IC mit keinem Wort erwähnt; eine Funktionsbeschreibung dieser zentralen Schaltwerke wollen wir uns auch weiterhin verkneifen, weil dies allein ein umfangreicher Grundlagenartikel werden würde. Um jedoch einen Eindruck von der Komplexität der Signalverarbeitung im Modem-IC zu vermitteln, haben wir das interne Blockschaltbild des SC 11046 aus dem Datenbuch abgedruckt (Bild 3).

Wie jeder weiß, tut ein Modem ja nichts anderes, als ein digi-



**Bild 1. Die wesentlichen Funktionsbaugruppen sind hier übersichtlicher, als im Schaltbild darstellbar.**



tales Signal in einen vom Telefonnetz verarbeitbaren Ton umzusetzen, beispielsweise entspricht eine Null der Tonhöhe 1200 Hz und eine Eins der Tonhöhe 2400 Hz. Aus Gründen der Übertragungssicherheit müssen nun im Sendebetrieb diese Frequenzen auf 0,001 % genau eingehalten werden. Mit der gleichen Genauigkeit sind auch die Mittenfrequenzen der Filter im Empfangsbetrieb einzuhalten, damit zwischen Störgeräuschen und Nutzsignalen unterschieden werden kann. Ferner ist eine exakt arbeitende Verstärkungseinstellung nötig, damit Leitungsverluste soweit wie möglich ausgeregelt wer-

den; nicht zu vergessen ist der zweikanalige Analog-Digital-Converter mit 8-Bit-Genauigkeit, der letztendlich die analogen Signale wieder in digitale zurückverwandelt. Reichlich präzise Analogtechnik also, zu deren Verständnis mehr Zeit und Papier nötig ist, als dieser Bauanleitung zur Verfügung steht.

Wer mehr wissen oder eigene Entwicklungen betreiben will, der sollte sich Datenblätter, Bücher und andere Unterlagen der entsprechenden IC-Hersteller besorgen; die Vertriebsfirmen verhalten sich meist sehr kooperativ.

## Hardware

Nach diesen vielen Vorreden darf nun endlich zum Lötkolben gegriffen werden. Da die Platine (Bild 4) doppelseitig durchkontaktiert ist, sind keine 'gemeinen' Drahtbrücken unter irgendwelchen IC-Sockeln verborgen, und der Aufbau nach Bestückungsplan (Bild 5) und Stückliste sollte keine Schwierigkeiten bereiten. Unsere bis jetzt gebauten und getesteten Muster haben auf Anhieb gespielt.

Ein hübsch passendes Gehäuse haben wir in der Stückliste vorgeschlagen; es müssen 'lediglich' in die Rückwand drei

**Bild 2. Das Schaltbild. Die Bauteile im gestrichelten Kasten sind das (vergossene) Line-Interface.**

runde Löcher für Kabel und Schalter sowie ein Durchbruch für das Schnittstellenkabel gebohrt und gefeilt werden. In der Frontplatte genügen acht runde Löcher für die Leuchtdioden.

## Anschluß des Gerätes

Das Telefonkabel mit TAE-Stecker ist mit einer normgerecht beschalteten TAE-N-Buchse zu verbinden (siehe Bild 6). Der Anschluß an den Computer erfolgt über ein 1 : 1 beschaltetes RS-232-Kabel an die entsprechende Schnittstelle. Sobald der Telefonhörer des parallel betriebenen Handapparats abgenommen wird, wechselt die LED 'F/B' von Grün auf Rot und zeigt dadurch an, daß die Telefonleitung 'belegt' ist. Das gleiche passiert, wenn mit dem Modem eine Verbindung aufgebaut wird. Eine jeweils bestehende Verbindung kann weder vom Modem noch vom Handapparat unterbrochen werden. Die jetzt leuchtenden LEDs Mrdy, Trdy, CD, HS und F/B zeigen die Betriebsbereitschaft des Modems an. Die Leuchtdioden auf der Frontseite des Modems bedeuten im einzelnen:

Read: es werden Daten empfangen

Trdy: Terminal (Rechner)  
betriebsbereit

Mrdy: Modem betriebsbereit

Send: es werden Daten  
gesendet

CD: Carrier detect (Träger vorhanden)

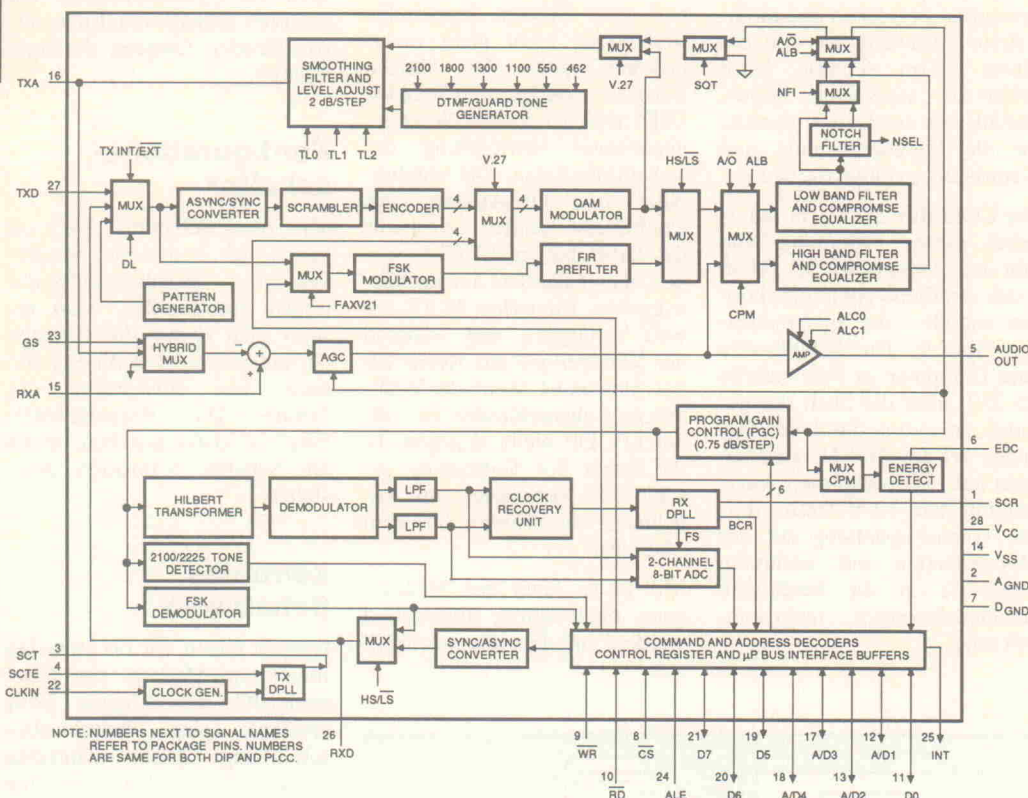
AA: Auto Answer, Modem beantwortet Anrufe

HS: High Speed, 2400 Baud

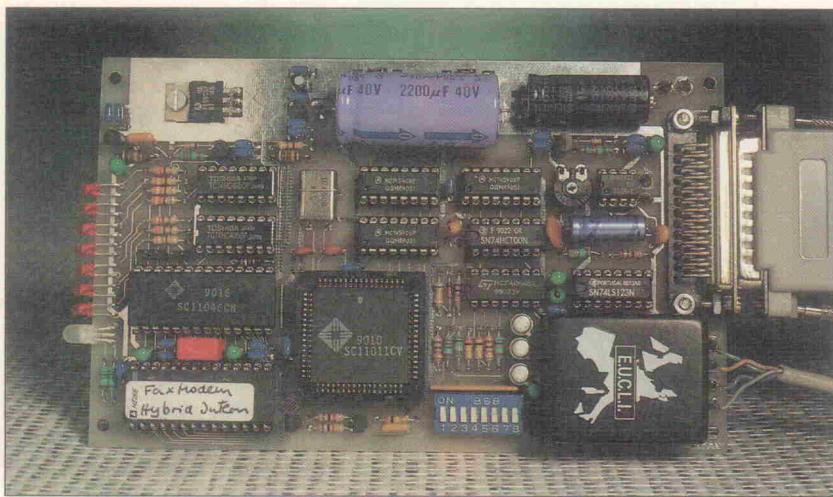
F/B: Leitung frei (grün),  
Leitung belegt (rot)

### Besonderheiten

Wer beispielsweise das Modem über eine Nebenstellenanlage mit Tonwählverfahren anschließen will, muß die Brücke J2 auf die Brücke J1 umstecken. Außerdem ist softwaremäßig der AT-Befehl ATDT zu verwenden.

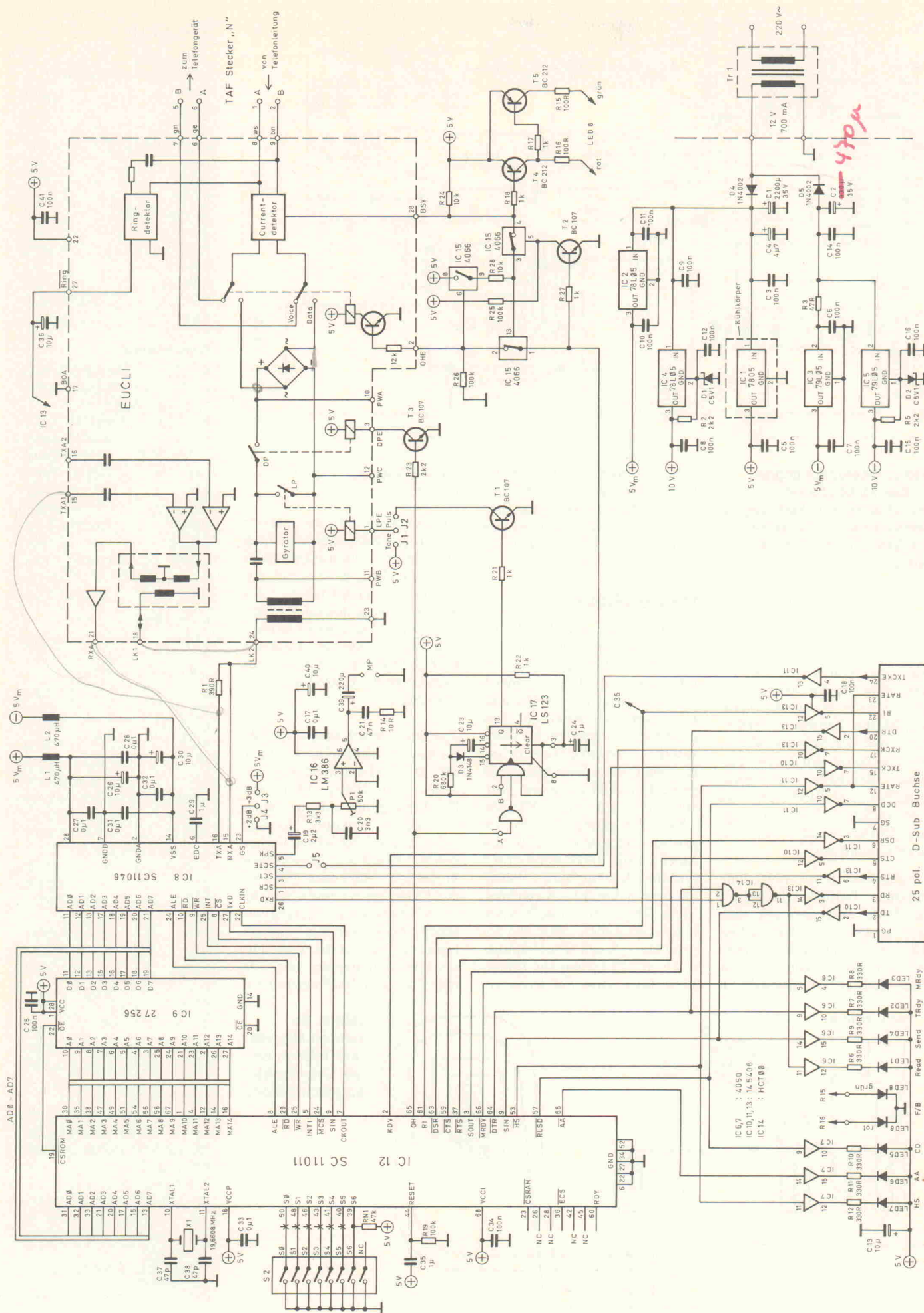


**Bild 3. Die interne Schaltung des Modem-ICs SC 11046 von Sierra: Selbst als Blockschaltbild noch beeindruckend.**

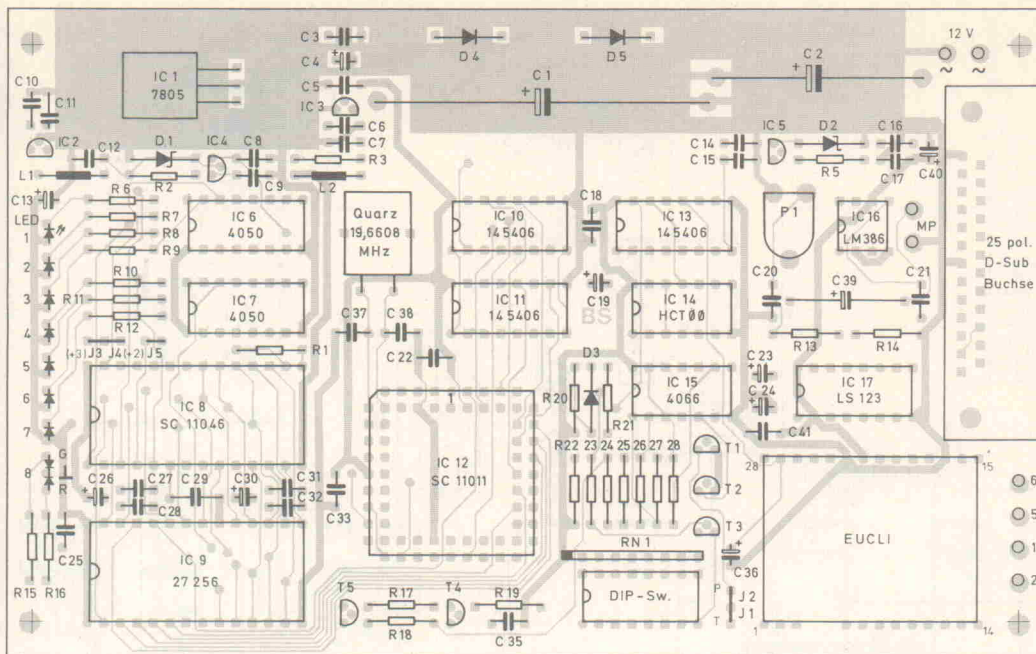


**Bild 4. Eine bestückte Modemplatine. Über die RS-232-Schnittstelle wird die Verbindung zum Rechner hergestellt.**









**Bild 5. Bestückungsplan für das Elrad-Modem.** Der Übersichtlichkeit wegen sind nur die Leiterbahnen der Bestückungsseite zu sehen.

Wird das Gerät fest an eine eigene Amtsleitung angeschlossen, so kann es im Auto-Antwort-Modus betrieben werden; dazu wird der Schalter S2 auf 'on' geschaltet und durch Auslösen des Reset wird das Modem automatisch.

Die genialste Hardware ist ohne geeignete Software höchstens die Hälfte wert. Das gilt auch für unser SendFax-Modem. Gerade im Softwarebereich lauern noch etliche Tücken, die vor allem dem DFÜ-Einsteiger zu

schaffen machen. Deshalb sei hier beschrieben, was Fax- und DFÜ-Software bietet, was man unbedingt benötigt und welche komfortablen Kleinigkeiten die Arbeit erleichtern.

### Halbe Miete

Nicht nur für das Elrad-Fax-Modem öffnen sich grundsätzlich zwei Nutzungswege: Fax und 'normale' Datenfernübertragung, meist mit 2400 Baud. Die Kommunikation per Fax erfordert grundsätzlich etwas weniger Aufwand, wenn es um die Wahl der Steuerparameter geht. Bei ST-Fax, einer Software für den Atari ST von TKR, Kiel, genügt es, dem Programm mitzuteilen, daß das Modem mit 4800 Baud 'faxt' und das Wählverfahren 'Pulse' zu verwenden ist (Ausnahme: Viele Telefon-Nebenstellen-Anlagen verwenden intern die sogenannte 'Touch Tone'-Kodierung, am Übergang ins öffentliche Netz sorgt ein Umsetzer

für die Anpassung ans Postverfahren).

Ähnliches gilt für die meisten PC-Programme; allerdings muß man beim Industriestandard noch angeben, an welcher der seriellen Schnittstellen das Modem angeschlossen ist. Darüber hinaus kann man – je nach Grafikkarte – die verschiedenen Farben anwählen oder sich auf monochrome Darstellung beschränken.

Die Standardsoftware für beide Rechner (BitFax/Quick Link für PC, ST-Fax/Sekretär bei Atari ST) bietet über das Pflichtrepertoire hinaus noch erheblichen Komfort. So läßt sich ein als Grafikdatei vorliegender Briefkopf automatisch in das Fax einblenden (Bild 7); die Programme verarbeiten die jeweils wichtigsten, gerädetypischen Grafikformate. Zudem legen sie ein eigenes Verzeichnis von Rufnummern an – da man Fax- und Telefonnummern

### Stückliste

Widerstände, Metallschicht 1 %/0,25 W:

R1	390R
R2,5	2k2
R3	47R
R6,7,8,9,10,11,12	330R
R13	3k3
R14	10R
R15,16	100R
R17,18,21,22,27	1k
R19,25,26	100k
R20	680k
R23	2k2
R24,28	10k
P1	50k Trimmer
RN1	7 × 47k

Kondensatoren:

C1	2200 µF/35V Elko
C2	330 µF/35V Elko
C3,5,6,7,8...18,25,27,28,	
31...34,41	100n MKT, RM 5
C4	4µF/35V Tantal
C13,23,26,30	10µF/16V Tantal
C19	2µF/16V Tantal
C20	3n3 MKT
C21	47n MKT
C24	1µF/16V Tantal
C29,35	1µ MKT
C36,40	10µF/16V Tantal
C37,38	47p/Styro
C39	220µF/10V Elko

Induktivitäten:

L1,2	470µH
------	-------

Halbleiter:

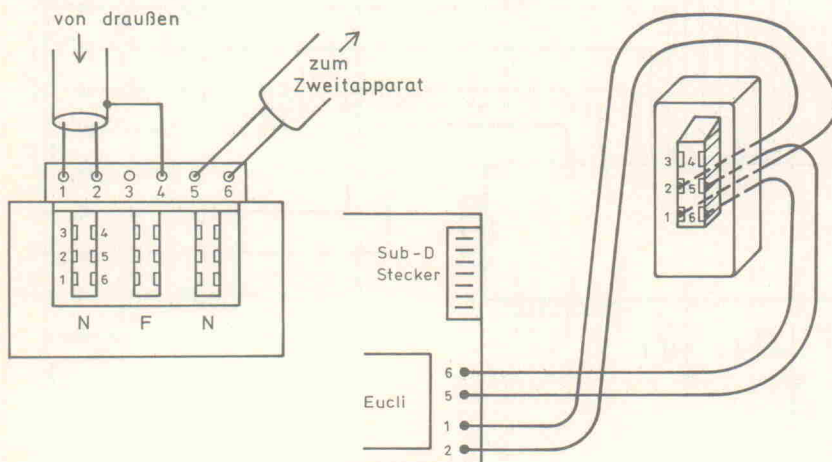
IC1	7805
IC2,4	78L05
IC3,5	79L05
IC6,7	4050
IC8	SC 11046 (Sierra)
IC9	27 256 EPROM
IC10,11,13	MC 145406 (Motorola)
IC12	SC 11011 (Sierra)
IC14	74HCT00
IC15	4066
IC16	LM386
IC17	74LS123

D1,2	C5V1
D3	1 N 4148
D4,5	1 N 4002
T1,2,3	BC 107
T4,5	BC 212

LED1...7	rot, 3 mm
LED8	3-Pin-LED, rot-grün, 5 mm

Verschiedenes:

X1	Quarz 19,6608 MHz
S2	DIL-Schalter, 8 × Ein
25polige Sub-D-Buchse, gewinkelt	
Pfostenstecker	
Pfostenbrücken	
EUCL-Interface (Germany)	
Tr1	Trafo 220V/12V/0,7A
Platine doppelseitig durchkontaktiert	
IC-Fassungen	
Anschlußschrump 4polig mit TAE-Stecker	
Gehäuse Knürr Optibox 5.051.216.9	



**Bild 6. So werden Modem und Telefon an die TAE-Buchse angeschlossen.**



## Verfügbare AT-Befehle

A	Beantwortung eines ankommenden Modemanrufs	Z0	Reset und Aufruf der Konfiguration 0
AT	damit beginnt die Eingabe einer Befehlszeile	Z1	Reset und Aufruf der Konfiguration 1
A/	wiederholt die letzte Befehlszeile	?	listet alle AT-Befehle auf
B0	CCITT-Betrieb (Europa)	+++	Wechsel vom Data-Mode in den Command-Mode
B1	Bell-Betrieb (USA)		
C0	schaltet das Trägersignal aus	&C0	DCD-Signal wird ignoriert
C1	schaltet das Trägersignal ein	&C1	DCD-Signal wird erkannt und ausgewertet
DT	Tonwahl	&D0	Modem ignoriert DTR-Signal
DP	Pulswahl	&D1	geht in den Command-Code nach Ausfall von DTR
DW	warten auf Freizeichen	&D2	trennt Verbindung, schaltet AA aus und geht in den
D,	2 Sekunden Pause		Command-Mode nach Ausfall von DTR
D@	warten auf 5 Sekunden Ruhe	&D3	Reset nach Ausfall von DTR
E0	Kommandoingaben werden nicht auf Bildschirm gegeben	&F0	ruft Hayes-Voreinstellung auf
E1	Kommandoingaben werden auf Bildschirm angezeigt	&F1	ruft Microcom-Voreinstellung auf
H0	Modem trennt bestehende Verbindung	&F2	ruft Sierra-Voreinstellung auf
H1	Modem stellt Verbindung mit Telefonleitung her		
I0	Anzeige des Hersteller-Codes	&G0	kein Guard-Ton
I1	Anzeige der Prüfsumme	&G1	Guard-Ton 550 Hz
I2	Anzeige 'OK'	&G2	Guard-Ton 1800 Hz
I3	Anzeige der Softwareversion	&L0	Wahlbetrieb eingeschaltet
I4	Anzeige der EPROM-Version	&L2	Wahlbetrieb ausgeschaltet (Standleitungen)
L0	niedriger Audio-Pegel an den Meßpunkten	&M0	Asynchron-Betrieb
L1	niedriger Audio-Pegel an den Meßpunkten	&M1	Synchron nach Wählen
L2	mittlerer Pegel an den Meßpunkten	&M2	Synchron mit Rechnerunterstützung
L3	hoher Pegel an den Meßpunkten	&M3	manuelle Synchronisation
M0	Meßpunkte abgeschaltet	&P0	Puls/Pausenverhältnis 40/60 (USA)
M1	Meßpunkte eingeschaltet bis Trägersignal erkannt	&P1	Puls/Pausenverhältnis 33/66 (Europa)
M2	Meßpunkte ständig eingeschaltet		
M3	Meßpunkte eingeschaltet vom Wählen bis zur Erkennung des Trägers	&R0	CTS-Signal (Clear to send) folgt RTS (Request to send) mit Verzögerung
O0	Einschalten Data-Mode	&R1	schaltet CTS-Signal aktiv
O1	Einschalten Data-Mode mit Equalizer-Initialisierung	&S0	schaltet DSR-Signal (Data Set Ready) auf aktiv
Q0	Verbindung Modemrechner eingeschaltet	&S1	schaltet DSR-Signal aktiv entsprechend CCITT
Q1	Verbindung ausgeschaltet		
S0...S27	Inhalt der S-Register	&T0	beendet einen laufenden Test
V0	Modemmeldungen mit Ziffern	&T1	startet internen Analogtest
V1	Modemmeldungen mit Text (englisch)	&T3	startet internen Digitaltest
V2	Modemmeldungen mit Text (deutsch)	&T4	schaltet externen Digitaltest durch
X0	keine Wähltonauswertung, Meldungen: OK, CONNECT, RING, NO CARRIER, ERROR	&T5	sperrt externen Digitaltest
X1	keine Wähltonauswertung, zusätzliche Meldungen: CONNECT 1200, NO ANSWER, CONNECT 600, CONNECT 2400	&T6	startet digitalen Ferntest über Leitung
X2	wartet auf Wählton, zusätzliche Meldungen: NO DIALTONE	&T7	startet digitalen Ferntest und Selbsttest über Leitung
X3	keine Wähltonauswertung, zusätzliche Meldungen: BUSY	&T8	startet internen Analogtest mit Selbsttest
X4	wartet auf Wählton und erkennt Besetztzeichen, zusätzliche Meldungen: NO DIALTONE, BUSY	&V	zeigt die momentan aktive Einstellung mit Inhalt aller S-Register
Y0	Modem ignoriert Unterbrechungssignal	&W0	speichert die aktive Einstellung als Profil 1
Y1	Modem erkennt Unterbrechungssignal	&W1	speichert die aktive Einstellung als Profil 2
		&X0	Einstellung der Taktsignale im Synchronbetrieb
		&X1	dito
		&X2	dito
		&Y0	ruft Einstellungsprofil 0 auf nach Reset
		&Y1	ruft Einstellungsprofil 1 auf nach Reset
Die S-Register		S10	Wartezeit bis zum Auflegen bei Verlust des Trägers
S0	Klingelsignale bis zum Abnehmen	S11	Geschwindigkeit bei Tonwahl
S1	Zähler für Klingelzeichen	S12	Wartezeit vor und nach Escape-Taste
S2	Escape in ASCII	S13	nicht belegt
S3	Return-Zeichen	S14	Bitmap-Register
S4	Linefeed-Zeichen	S15	nicht belegt
S5	Backspace-Zeichen	S16	Bitmap-Test-Register
S6	Wartezeit auf den Wählton	S17	nicht belegt
S7	Wartezeit auf den Träger	S18	Timer für Testdauer
S8	Pause bei Komma	S19,20	nicht belegt
S9	Wartezeit bis zur Erkennung des Trägers	S21,22,23,27	Bitmap-Register
		S24,25,26	nicht belegt
SW1	schaltet in DUMB-Modus	SW3	nicht belegt
SW2	schaltet Auto-Answer ein	SW4	DTR-Signal wird nicht mehr erkannt
		SW5...SW8	nicht belegt



## Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, Audio und Niederfrequenz, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift ELRAD veröffentlichten Grundsicherungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

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

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



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

**POP**  
electronische GmbH

**Xaruba®**



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

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

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

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

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helstorferstr. 7 PF. 610407  
3000 Hannover 61  
Redaktion ELRAD Tel. 0511/547470 Fax 5474733

### Bild 7. Schon im normalen Betrieb zeichnen sich SendFax-Ausdrucke durch hervorragende Qualität aus.

säuberlich auseinanderhalten sollte – eine gute Idee. Das erzeugte Fax läßt sich im Preview-Mode anzeigen, was böse Überraschungen (z. B. falscher Briefkopf) vermeiden hilft.

### Fax as Fax can

Ein typischer Fax-Versand läuft in etwa so ab: Nachdem die entsprechende Software konfiguriert ist, läßt man den zuvor mit einem Texteditor erstellten Brief ein. Der Computer wandelt den ASCII-Text in eine grafische Information um, die er in einer Zwischendatei ablegt. Zur Kontrolle läßt man sich das Ergebnis der Umwandlung anzeigen (Preview). Anschließend erfragt der Rechner die Telefonnummer des empfangenden Fax-Gerätes und baut mit Hilfe des Modems die Verbindung auf. Sodann folgt der eigentliche Datentransfer, den eine Art 'Empfangsbestätigung' des angerufenen Fax-Gerätes abschließt.

Soweit die Pflicht – die Kür verlangt darüber hinaus erweiterte Features wie zum Beispiel Wahlwiederholung bei Besetzzeichen, Serien-Fax, eingebauter Editor für Texte oder Wählautomatik für das Nummernregister. Für den Atari ST liegt mit dem 'Sekretär' (Comtex, Bollschweil) ein Programmpaket vor, das viele Funktionen

dieses erweiterten Aufgabenbereiches enthält (u. a. Adreßdatenbank, Terminplaner, Taschenrechner und Kalender). Ähnliches gilt für 'ST-Fax II' von TKR, Kiel, das auch für den Fax-Empfang vorbereitet ist; dazu bietet es einen 'Fine'-Modus zum Versenden hochauflösender Grafiken in 200 × 200 dpi Auflösung, ermöglicht den Aufruf eines externen Editors und gestattet den Ausdruck der Fax-Seiten direkt aus dem Programm.

Bei den PCs sieht es mit unabhängiger Fax-Software dagegen recht düster aus. Die meisten Hersteller bieten eine Kombination aus Fax-Karte und entsprechend abgestimmter Software an; letztere ist weder einzeln erhältlich noch funktioniert sie in Verbindung mit 'Fremd-Hardware'.

### Zweite Schiene

Ganz anders präsentiert sich der Bereich 'Kommunikations-Software' – womit wir beim zweiten 'Standbein' angelangt sind, der 'normalen' Datenfernübertragung. Die Zahl der dafür geeigneten Softwareprodukte ist längst nicht mehr überschaubar. Stellvertretend seien 'UNICOM' von Shamrock Software, München, für PCs und 'Interlink' von Bela, Eschborn, für STs genannt. Beide bieten Fenstertechnik sowie einfache Parametereingabe bei hoher Leistungsdichte und sind auch für den DFÜ-Neuling geeignet. Das Münchener Produkt ist darüber hinaus mit einigen eher untypischen Features ausgestattet; beispielsweise erlaubt es die Beobachtung eines Transfers, der zwischen zwei anderen Geräten abläuft; der PC spielt quasi den 'Dritten' im Bunde. Nicht ver-

### Letzte Meldung

Obwohl die Entwicklung des Modems schon vor einigen Monaten abgeschlossen war, sollte eine Veröffentlichung erst dann erfolgen, wenn das begehrte Posthörchen draufklebt, beziehungsweise wenn der erste Prüftermin halbwegs ohne Blessuren überstanden wurde. Leider liegt uns auch jetzt zum Redaktionsschluß der genaue Prüfbericht der Zulassungsstelle noch nicht vor, sondern nur die telefonische Auskunft, daß einige Nacharbeiten am Line-Interface und an der Software nötig sind.

Wir gehen aber davon aus, daß prinzipiell der Beweis der Zulassungsfähigkeit unsers Modems erbracht wurde, und wir werden über die geforderten Änderungen berichten. Da die 'Knackpunkte' Line-Interface und Software sowieso zu den leicht änderbaren Baugruppen gehören, sehen wir unserem Nachprüfungsstermin in Saarbrücken mit einiger Zuversicht entgegen.



**c't magazin für computertechnik**  
 März 1991  
 H 8752 E  
 DM 8,50

**Fuzzy Logic**  
 Die scharfe Theorie der unscharfen Mengen

GFA-BASIC für DOS  
 Textverarbeitung unter Windows  
 Turbo-Pascal 6.0 mit Turbo Vision

PC-Karten mit 1860  
 High-Speed-LANs  
 Mac an fremden Druckern  
 GeoWorks – das andere Windows

c't magazin für computertechnik. Professionelle Software- und Hardware-Konzepte stehen im Mittelpunkt der redaktionellen Arbeit. c't informiert detailliert über modernste Programmsysteme, Sprachen und Betriebssysteme. c't bietet wertvolles Know-how und erprobte Applikationen. Regelmäßig präsentiert c't Projekte aus eigener, praxisnaher Entwicklungsarbeit. Kommerzielle wie private Anwender erhalten Entschlüsselungen durch Tests, Analysen und Produktvorstellungen. Jeden Monat neu. c't.

**MULTIUSER • MULTITASKING • MAGAZIN**  
 März 1991  
 H 10554 E  
 DM 7,50

**IX**

Geleitet: **Unix-Internet auf ISDN**

IX Multiuser Multitasking Magazine Unix, das herstellerunabhängige Betriebssystem für Computernetze aller Kategorien, ist das Schwerpunktthema des Magazins. IX befaßt sich aber auch mit OS/2, Netzwerken und Systemintegration. Die redaktionell sorgfältig ausgewählte Mischung von Reportagen, Know-how, Grundlagen, Hintergrundberichten, Praxistips und Markt- und Trendbeobachtungen richtet sich vor allem an den engagierten, professionellen DV-Anwender. IX erscheint monatlich.

**HIFI VISION**  
 März 1991  
 H 9772 E & B Mark  
 DM 8,50

Die jüngsten Musik-Skandale: Sex, Lügen und Videos

6 Boxen um 1500 Mark: Klasse statt Masse  
 17 Player ab 150 Mark: Bringen's Billig?  
 4 Vorverstärker ab 3000 Mark: Die gehen ins Auge

HIFI VISION bringt HIFI-Tests, die schonungslos enthüllen, was Geräte und Boxen wirklich können – von schnuckeligen Einsteiger-Anlagen bis zu sündhaft teuren Traum-Komponenten. Insider-Informationen, Hintergrundberichte und Reportagen aus der HIFI-Szene.

**ELRAD**  
 März 1991  
 H 5345 E  
 DM 8,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Projekt: Controllerboard mit Crosscompiler**

ELRAD. Das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen. Thematische Schwerpunkte sind technische Rechneranwendungen, vor allem in der Meß- und Sensortechnik sowie in der Antriebstechnik. ELRAD unterstützt Elektronik-Entwickler und Anwender in Unternehmen und Betrieben mit detaillierten Teil- und Gesamtlösungen. Monatliches Forum für Elektronik-Profis.

## Zum Verbleib beim Besteller

Ich bestelle am:

☐ **c't magazin für computertechnik**  
 Jahresabonnement 12 Ausgaben  
 Inland: DM 97,20; Ausland: DM 106,80  
 ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
 bis auf Widerruf.  
 Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

☐ **IX Multiuser Multitasking Magazin**  
 Jahresabonnement 12 Ausgaben  
 Inland: DM 81,-; Ausland: DM 88,80  
 ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
 bis auf Widerruf.  
 Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

☐ **ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**  
 Jahresabonnement 12 Ausgaben  
 Inland: DM 71,40; Ausland: DM 78,60  
 ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
 bis auf Widerruf.  
 Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

☐ **HIFI VISION**  
 Jahresabonnement 12 Ausgaben  
 Inland: DM 86,40; Ausland: DM 93,-  
 ab Ausgabe: \_\_\_\_\_  
 bis auf Widerruf.  
 Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

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.

## Abo-Bestellcoupon

EI 7/91

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

- ☐ **c't magazin für computertechnik**, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
 Inland: DM 97,20; Ausland: DM 106,80  
 Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ **IX Multiuser Multitasking Magazin**, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
 Inland: DM 81,-; Ausland: DM 88,80  
 Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.
- ☐ **ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen**, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
 Inland: DM 71,40; Ausland: DM 78,60  
 Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.
- ☐ **HIFI VISION**, Jahresabonnement (12 Ausgaben)  
 Inland: DM 86,40; Ausland: DM 93,-  
 Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

Bitte Rechnung abwarten.

Vorname/Zuname \_\_\_\_\_

Straße/Nr. \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_

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

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.



gessen sei zudem das Terminalprogramm, das in Windows 3.0 zu Hause ist.

Allen DFÜ-Programmen gemeinsam sind die Parametereingaben für die serielle Schnittstelle, die unter 'COM1' bis 'COM4', 'RS-232-C', 'V.24' oder anderen Kürzeln residuiert. Doch sollte man sich nicht beirren lassen: Inzwischen hat sich im DFÜ-Sektor ein Standard gebildet, der für die allermeisten Mailboxen gilt. 'DFÜ' heißt die Abkürzung von Datenfernübertragung, eine 'Mailbox' ist eine Art elektronischer Briefkasten, der aus einem Computer mit Modem und geeigneter Software besteht. Damit lassen sich öffentliche Nachrichten austauschen, Programme verteilen, persönliche Briefe verschicken, Informationen abholen und anderes mehr; das posteigene Btx-System ist im Prinzip nichts anderes als eine gigantische Mailbox.

Mit den Parametern '8N1', 'Full Duplex', 'Echo (by) Host' und der Baudrate 1200 dürfte es kaum Probleme geben – der Reihe nach: '8N1' steht für '8' Datenbits, 'No' Parity, '1' Stopbit. 'Full Duplex' bezeichnet die Art der Übertra-

gung. 'Echo (by) Host' bedeutet, daß der angerufene Computer (der 'Host', engl. Gastgeber) jedes empfangene Zeichen zur Kontrolle zurückschickt; erst dann erscheint es auf dem eigenen Monitor, womit Übertragungsfehler sofort sichtbar werden. 1200 Baud verarbeiten fast alle Mailbox-Systeme.

## Mailbox-Rechners Gastlichkeit

Die elektronischen Briefkästen haben mitunter jedoch Nachteile, die gerade DFÜ-Anfängern Probleme bereiten. Denn die erste Klippe für den Zugang zu einem Mailbox-Rechner verbirgt sich hinter der lapidaren Aufforderung 'login' oder 'Name' – wer weiß schon, daß man in sehr vielen Fällen mit der Antwort 'guest' beziehungsweise 'Gast' eine Schnupper-tour durch die Mailbox unternehmen darf. Die folgende Abfrage 'Passwort' unterbleibt beim Zugang als Gast, oder man überspringt sie mit einem beherrzten Druck auf die Return-Taste.

Dem Zutrittsritual folgt bereits die nächste Tücke. Denn manche Mailboxen glänzen mit

einem hervorragenden Menüsystem, andere dagegen warten stur auf ein Kommando des 'Besuchers'. Hier hilft mitunter die Eingabe 'Hilfe' oder 'help' weiter. Für erste Gehversuche in einer Mailbox sei das Maus-Netz empfohlen, da es menü-gesteuert ist und mit sehr vielen 'Vertretern' seiner Spezies aufwartet. Eine kleine Auswahl von Rufnummern findet sich in nebenstehendem Textkasten. Die oben genannten Parameter (1200, 8N1) dürften für alle genannten Boxen passen.

## 'jargon as usual'

Wer sich aus einer Mailbox ein Programm abholen möchte – die Fachleute sprechen von 'Downloaden' –, der stößt auf einen weiteren terminus technicus, 'XModem' genannt. Dahinter verbirgt sich eine Methode, die Sicherheit eines Datentransfers deutlich zu erhöhen. Anders als beim normalen Modus – im DFÜ-Jargon ASCII genannt – faßt der Rechner eine Gruppe von Datenbytes zu einem Block zusammen, berechnet diverse Kontroll- und Steuerbytes und schickt das ganze Paket über die Leitung. Der Computer auf

## Telefonnummern Maus-Netz

Münster MS	0 22 51/7 72 61
Aachen 3 AC3	02 41/ 51 46 46
Schleswig SL	0 46 03/12 03
Würzburg WÜ	09 31/189 93
Stuttgart S	07 11/8 39 32
Köln-Porz K2	0 22 03/1 24 00
Regensburg R	09 41/99 91 28
Hamburg 2 HH2	0 40/6 56 40 31
München 3 M3	0 89/65 97 69
Bremen 2 HB2	04 21/64 68 71
Berlin B	0 30/2 61 23 30
Königswinter SU	0 22 44/77 51
Frankfurt F	0 69/78 75 98
Osnabrück OS	05 41/2 65 85
Steinfurt ST	0 25 72/8 88 81
Flensburg FL	04 61/1 31 17

der anderen Seite erkennt anhand der zusätzlichen Informationen, ob die Übertragung fehlerfrei verlief oder nicht. Im Fehlerfall fordert er einfach den betreffenden Block noch einmal an. Andere weiterentwickelte Übertragungsverfahren, die aber auf demselben Prinzip basieren, heißen zum Beispiel 'YModem', 'Kermit' oder 'ZModem'.

Dagegen stammt 'MNP 5' aus dem Hardwarelager. Denn damit bezeichnet man ein Komprimierungsverfahren, das das betreffende Modem leistet. Die Daten werden nach raffiniert ausgeklügelten Verfahren gepackt, so daß effektiv weniger zu übertragen ist – die relative Transferringeschwindigkeit steigt. Außer der Komprimierung übernimmt das Modem auch die Aufgabe der genannten Kontroll- und Sicherheitsverfahren. Wer also MNP 5 mit XModem kombiniert, tut des Guten zuviel und büßt zumindest einen Teil der Geschwindigkeitssteigerung, die MNP 5 bringt, wieder ein.

Für erste Versuche, eine Mailbox anzurufen, sollten diese Erläuterungen genügen. Eine wichtige Funktion eines Terminalprogramms sei noch erwähnt: die Zeitanzeige. Sie zeigt dezent in der Bildschirm-ecke, wieviele Minuten seit dem Zustandekommen der Verbindung schon veronnen sind. Ihr Nutzen ist unumstritten, denn manch einer stellte erst anhand der Telefonrechnung fest, daß seine Datenreisen vielleicht etwas zu ausgedehnt waren ...

## Bücher zum Projekt



Keine Bauanleitung ohne weiterführende Literatur, so auch hier: Obwohl wir mit keinem der aufgeführten Bücher so rundum zufrieden sind, stellen wir ein mehr allgemeines Werk vor (Das große Modem-Buch von Data Becker) und zwei Softwarebücher mit beigelegter Diskette ('Einstieg in die DFÜ' vom Heim-Verlag für den Atari und 'Contakt' von



Data Becker für MSDOS-Rechner).

Im großen Modem-Buch findet man einige Grundlagen, die über das 'nackte' Betriebswissen hinausgehen und das Umfeld von Telefon, Computer und Modem beleuchten. Die Themen werden nicht besonders vertieft, aber für einen Überblick ausreichend behandelt. Wir den-



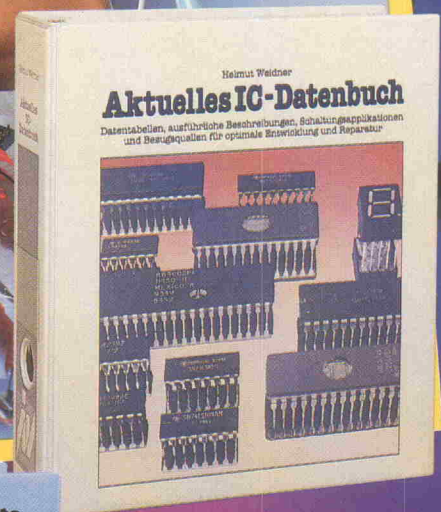
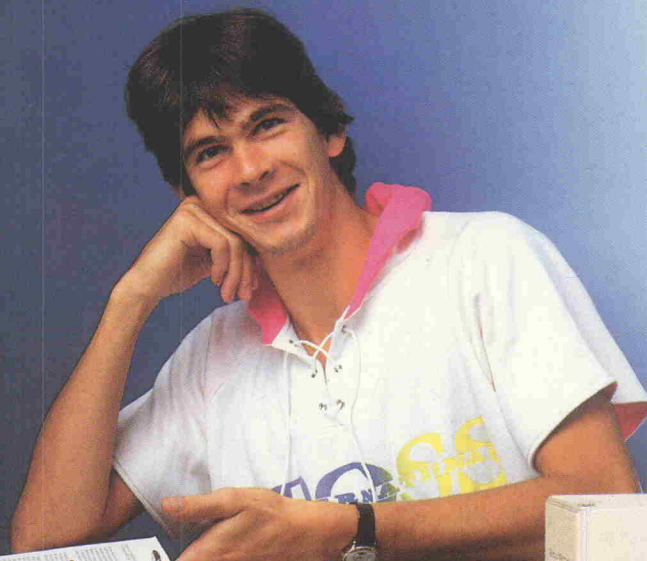
ken, daß es das richtige Buch für jemanden ist, der sich zum ersten Mal mit DFÜ befaßt.

Die beiden anderen sind zwar ausführliche Handbücher zur beigelegten Software und befassen sich fast ausschließlich mit dem Programm selbst, erheben aber auch keinen Anspruch darauf, weiterführendes Wissen zu vermitteln.



# Gewußt wie!

**Jetzt haben Sie Ihre elektronischen Geräte im Griff!**



**Diese Nachschlagewerke bieten Ihnen u.a.:**

- einen reichen Fundus an praxiserprobten Reparaturanleitungen
- umfassendes Know-how für die schnelle und sichere Entwicklung von elektronischen Geräten
- zahlreiche IC-Daten und Baustein-Informationen
- umfangreiches Fachwissen zur Meß-, Steuer- und Regeltechnik



## Selbst reparieren leicht gemacht



### Schluß mit hohen Reparaturkosten

Jetzt können Sie viele defekte Geräte selbst reparieren. Unser Handbuch zeigt Ihnen, wie Sie Fehler schnell erkennen und fachmännisch beheben.

Sie erhalten **detaillierte Reparaturanleitungen** für

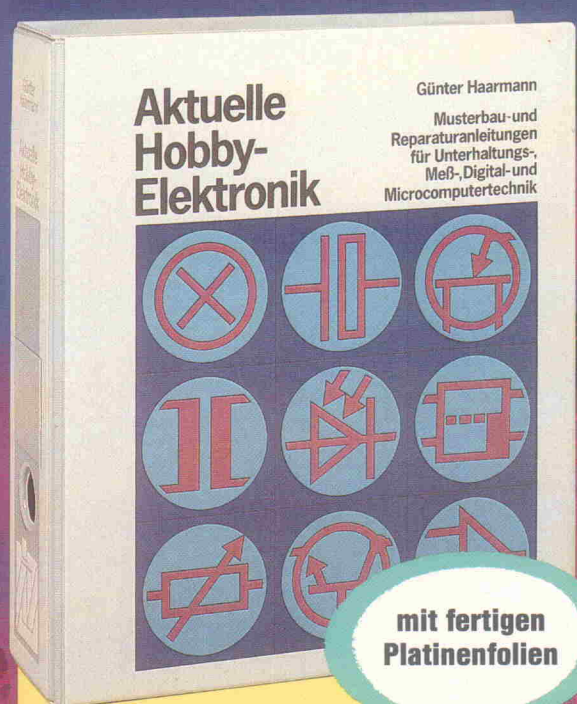
- **Geräte der Unterhaltungselektronik:** z. B. Fernseher, Videorecorder, Camcorder, Audiotechnik wie HiFi-Stereo-Receiver, Tuner, Tape-Decks, CD-Player, Autoradios...
- **Haushaltsgeräte:** u. a. Handmixer, Bügeleisen, Staubsauger, Elektroherde, Geschirrspüler und Waschmaschinen, Trockengeräte...
- **Heimwerkergeräte:** Bohrmaschinen, Kreissägen, Elektroholer, Löt- und Schweißgeräte...

Zusätzlich erhalten Sie

- **Funktionsbeschreibungen,** die Sie praxisnah vertraut machen mit Aufbau und Funktionsweise der einzelnen Gerätetypen;
- **Fehlersuchbäume,** die Ihnen helfen, „dem Übeltäter“ möglichst schnell auf die Spur zu kommen;
- grundlegendes **Reparatur-Know-how:** u. a. Vorgehensweise bei Fehlersuche und -behebung, Umgang mit Meß- und Prüfgeräten (z. B. Oszilloskop), häufigste Fehlerursachen;
- **Bauanleitungen** für einfache Meß- und Prüfgeräte, z. B. Trenntransformator, Funktionsgenerator;
- **Datentabellen** von Kondensatoren inklusive der wichtigsten Schaltzeichen;
- **Bezugsquellenverzeichnis** für Ersatzteile, Schaltpläne und Platinen.

Grundwerk ca. 900 Seiten;  
Bestell-Nr.: 2100, Preis: DM 98,-

## Praxiserprobte Bauanleitungen



### Jetzt bauen Sie an- spruchsvolle Geräte selbst

Mit diesem Nachschlagewerk verringern Sie Ihren Kosten- und Zeitaufwand beim Selbstbau elektronischer Geräte.

Auszüge aus dem Inhalt:

- **detaillierte Bauanleitungen mit universell verwendbaren Platinenfolien,** z. B. für **Meßgeräte:** Milliohmmeter in Vierleitertechnik, NF-/HF-Signalverfolger...
- **Stromversorgung:** u. a. NiCd-Ladegerät mit Zeitautomatik, kompaktes Labornetzteil;
- **Unterhaltungselektronik:** nachrüstbare Rauschunterdrückung, Überspiel- und Partymischpult, UKW-Radio im Miniformat...
- **Funktechnik:** z. B. Konverter für eine Satellitenempfangsstation;
- **KFZ-Elektronik:** u. a. Alarmanlage, automatische Autoantenne;
- **Haushaltselektronik,** z. B. Anrufbeantworter, Modellfernsteuerung;
- **Microcomputertechnik:** digitale Größenmessungen und Motorsteuerungen (Busanschluß, A/D- und D/A-Wandler u.v.m.)

Darüberhinaus bietet Ihnen dieses Werk

- einen **Praxiskurs Digitaltechnik,** der Sie vertraut macht mit dem „Innenleben“ von Bauelementen, Baugruppen und Schaltungen;
- **detaillierte Datentabellen** für Dioden, Transistoren, Tabellen zu Triacs und integrierten Schaltungen;
- **Informationen zu Rechtsvorschriften,** z. B. FTZ-Bestimmungen für den Funkverkehr, Schutzvorschriften und Sicherheitsregeln für die Haushaltselektronik u.v.m.

Grundwerk ca. 1000 Seiten,  
Bestell-Nr.: 1000, Preis: DM 98,-

Zu jedem dieser Werke erscheinen alle 2-3 Monate Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).



## Für Entwicklung und Reparatur

## Erfolgreich Messen, Steuern, Regeln

### Aktuelles IC-Datenbuch

Datentabellen, ausführliche Beschreibungen, Schaltungsapplikationen und Bezugsquellen für optimale Entwicklung und Reparatur



Alle ICs mit deutscher Beschreibung

### Ihr schneller Weg zum richtigen IC

Mit dem aktuellen IC-Datenbuch ersparen Sie sich die langwierige Suche nach dem passenden IC.

Dieses praxiserprobte Handbuch liefert Ihnen

- eine Vielzahl von Daten und Informationen wie Pinbelegung, Leistungsaufnahme, Eingangsimpedanz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, internes oder Blockschaltbild. Aussagekräftige Tabellen zu Temperaturbereich, Schaltpegel, Schaltkapazitäten, Applikationsbeispiele, Herstellerfirmen...

- bei Computerbausteinen: Schaltungsapplikation und Testschaltung, Beschreibung der einzelnen Funktionen; bei Mikroprozessoren den vollständigen Befehlssatz mit Erläuterungen, Taktfrequenzen, Logik-Symbolen..., für Speicher Angaben zu Programmierverfahren und Zugriffszeiten.

- ein numerisches Verzeichnis (Eigenschaften der Bausteine, Aufgabenbereich, Alternativtypen), ein funktionsorientiertes Verzeichnis (für Ihre Applikationen) für den schnellen und sicheren Zugriff auf die Kennwerte.

Dieses vielfältige Informationsangebot erhalten Sie für

- digitale und halbleitende ICs: TTL-ICs, CMOS-Logik-ICs, Prozessoren, Speicherbausteine, A/D- und D/A-Wandler...

- lineare ICs: Spannungsregler, Operationsverstärker, NF-/HF-Verstärker, Decoder-/TV-Schaltkreise, Sensoren, Funktionsgeneratoren.

Grundwerk ca. 1100 Seiten, Bestell-Nr.: 1500, Preis: DM 98,-

Zu diesem Werk erhalten Sie alle 2-3 Monate Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

### Ihr PC als präzises MSR-Instrument

Dieses Nachschlagewerk zeigt Ihnen, wie Sie mit Ihrem PC/XT/AT Meßwerte komfortabel und exakt erfassen, auswerten und einsetzen. Ab sofort können Sie Steuerungsabläufe effektiv verarbeiten und Regelungssysteme für den praktischen Einsatz entwickeln.

Sie erhalten

- das PC-Know-how als Basis zur Meßwerterfassung und -auswertung, u. a. Speicheraufteilung/-belegung eines AT, Interrupt-Behandlung, DMA-Steuerung, Meßsysteme im Vergleich. Aufbau eines Erfassungssystems über RS 485-Bus, standardisierte Bussysteme.

- eine ausführliche Beschreibung der wichtigsten Meßwerterfassungsbausteine. Zu jeder analogen bzw. digitalen E/A der Baugruppe wird der Aufbau und die Funktionsweise typischer PC-Einsteckkarten dargestellt.

- praxiserprobte Bauanleitungen zum Erstellen eigener universeller Meßperipherie. Mit allen benötigten Informationen zu Schaltplan, Platinenlayout, Bezugsquelle.

- einen Kurs über Digitaltechnik inkl. Logik-Simulationssoftware zur detailgetreuen Simulation von Schaltnetzen und Schaltwerken.

### MESSEN, STEuern, REGeln MIT IBM-KOMPATIBLEN PCs

Verfahren zur computergesteuerten Meß- und Regeltechnik  
Tools, Utilities und Grafik-Bibliothek



INTEREST-VERLAG  
Messen, Steuern, Regeln  
Grundwerk und Diskette  
Bestell-Nr. 4900  
Inklusive Handreichung über Messung und Steuerung

Special Interest Software

Inkl. Diskette u. a. SPS-Simulationssoftware (voll Simatic Step 5 kompatibel)!

- SPS-Simulationssoftware zum Testen Ihrer Programme. Dazu ein Testprogramm zum Aneignen von programmiertechniken und ein Tool zur optimalen Lösung von Steuerungsproblemen.

- prinzipielle Kenntnisse zur Regelungstechnik mit aussagekräftigen Charts, u. a. zur stationären Behandlung von Regelungen, zum Zeitverhalten einfacher Systeme... Mit Ihrem Regelungsprogramm können Sie die Reaktion von Abtastsystemen testen.

- raffinierte Tools und Utilities als lauffähige Module und im Sourcecode auf Diskette.

Grundwerk ca. 620 Seiten, inkl. 5 1/4"-Diskette „SPS-Simulationsprogramm“, Tools u. Utilities, Bestell-Nr. 4900, Preis DM 98,-, wahlweise 3 1/2"-Diskette (Aufpreis DM 2,-).

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungen zu Ihrem Grundwerk mit je ca. 130 Seiten, inkl. Diskette, zum Preis von DM 59,- (Abbestellung jederzeit möglich).

### Prüfen Sie

jedes Nachschlagewerk in Ruhe zu Hause. Wenn Sie nicht überzeugt sind, schicken Sie dieses (mit den Disketten) innerhalb von 10 Tagen an uns zurück. Damit ist die Sache für Sie erledigt.

## Ja, senden Sie mir sofort

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

☐ Expl. **Handbuch für die leichte und sichere Reparatur von Geräten der Unterhaltungs- und Haushaltselektronik**  
stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 900 Seiten, Bestell-Nr.: 2100, Preis: DM 98,-

☐ Expl. **Aktuelle Hobby-Elektronik**  
extrabreiter Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 1000 Seiten, Bestell-Nr.: 1000, Preis: DM 98,-

☐ Expl. **Aktuelles IC-Datenbuch**  
stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 1100 Seiten, Bestell-Nr. 1500, Preis: DM 98,-

Zu jedem dieser Werke erhalten Sie alle 2-3 Monate Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

☐ Expl. **Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs**  
praktischer Ringbuchordner, Format DIN A4, ca. 620 Seiten, inkl. 5 1/4"-Diskette (u. a. „SPS-Simulationsprogramm“, Tools und Utilities), wahlweise ☐ 3 1/2"-Diskette (Aufpreis DM 2,-).

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungen zu Ihrem Grundwerk, inkl. Diskette, zum Preis von DM 59,- (Abbestellung jederzeit möglich).

Bitte abtrennen oder ausschneiden!

### Meine Anschrift:

Name

Vorname

Straße, Haus-Nr.

PLZ, Ort

### Unterschreiben Sie hier bitte Ihre Bestellung!

Bei Minderjährigen ist die Unterschrift eines gesetzlichen Vertreters erforderlich. Ohne Ihre Unterschrift kann die Bestellung nicht bearbeitet werden.

Datum  Unterschrift

### Bitte unterschreiben Sie auch Ihre Sicherheitsgarantie,

mit der Sie folgendes zur Kenntnis nehmen: Sie haben das Recht, Ihr angefordertes Werk innerhalb von 10 Tagen ab Lieferung an den INTEREST-VERLAG GmbH, Römerstraße 16, 8901 Kissing, zurückzusenden, wobei für die Fristwahrung das Datum der Absendung genügt. Sie kommen dadurch von allen Verpflichtungen aus der Bestellung frei.

Datum  Unterschrift



# Keine Probleme mehr mit japanischen ICs

## ICs aus Fernost im Griff

Dieses neue Datenbuch bietet Ihnen optimale Informationen zu allen gängigen „Japan, Taiwan, Korea ICs“ in einem Nachschlagewerk. Ab sofort können Sie das neueste, das bestgeeignete Bauteil schnell und sicher finden. Sie erhalten u. a. technische Daten ● Blockschaltbilder ● Applikationsschaltbilder ● Vergleichstabellen ● Bezugsquellen

### So finden Sie IC-Daten sofort

Sie erhalten ein

- **funktionsorientiertes Verzeichnis** zum Auffinden des optimalen ICs für Ihre Anwendungen (u. a. Einsatzbereich, Bausteinfamilie, Ausgangsleistung...) und ein
- **numerisches Verzeichnis**, mit dem Sie die Daten eines Ihnen nur der Bezeichnung nach geläufigen ICs schnell finden (mit Bausteinbeschreibung, Hersteller-namen und Querverweisen zu den detaillierten Datenblättern im Innenteil)

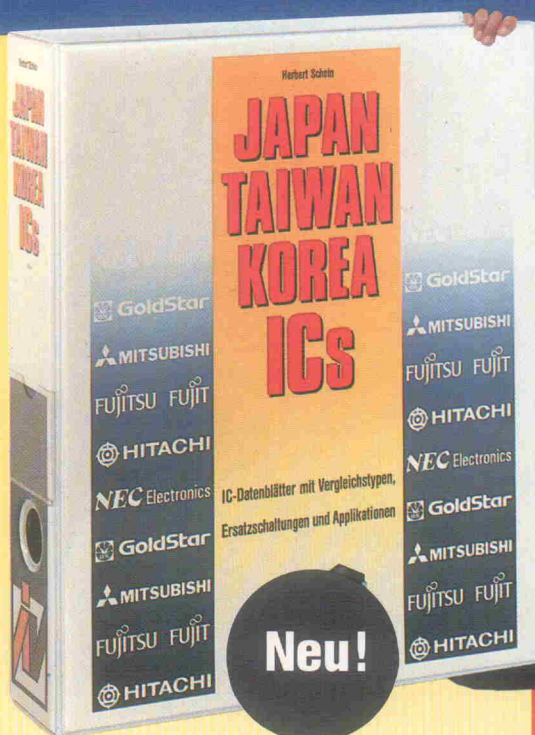
## Praxisgerecht nach Bausteingruppen gegliedert

Dieser Fernost-IC-Guide bietet Ihnen u. a.

- **ICs der Audio-, TV- und Videotechnik**, z. B. Stereodecoder, ICs für Rauschunterdrückung, ICs für Videorecorder und Camcorder wie CCDs, ICs für Sprach-erzeugung;
- **Operationsverstärker**, u. a. OPs für hohe Ausgangsleistung, Geschwindigkeit oder Spannung, regelbare und programmierbare OPs
- **Speicherbausteine**, u. a. RAMs, PROMs, EPROMs, EEPROMs
- **Prozessoren und Mikrocontroller**: NEC oder Hitachi-Prozessoren und DMA-Controller, I/O-Controller...
- **Standard-Logik-ICs**, u. a. Gatter, Zähler, Inverter und Teiler, Schieberegister

## Ideale Datenblätter für Reparatur und Entwicklung

Sie erhalten **Datentabellen** (u. a. zu Betriebskenngrößen und elektrischen Eigenschaften), **Vergleichstypenüber-**



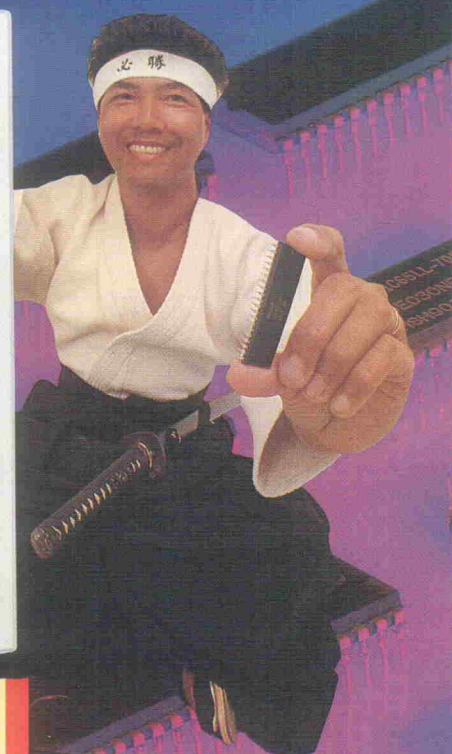
**sichten** zum raschen Ermitteln von Ersatzbausteinen, **Kenndatendiagrammen** inkl. Zuverlässigkeitsdaten (Alterung, Ausfallraten). **Applikationsschaltungen** zeigen die Bausteine in typischen Umgebungen.

... und für **digitale ICs** zusätzlich u. a.

- **dokumentierte Timingdiagramme und Tabellen**
- **den kompletten Befehlssatz bei programmierbaren Bausteinen**
- **Fehlerlisten** zur Entwicklung optimaler Betriebsbedingungen verschiedener Baureihen u.v.m.

Stabiler Ringbuchordner, DIN A4, ca. 450 Seiten, Bestell-Nr.: 5400, Preis: DM 98,-

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).



### Prüfen Sie

jedes Nachschlagewerk in Ruhe zu Hause. Wenn Sie nicht überzeugt sind, schicken Sie dieses (mit den Disketten) innerhalb von 10 Tagen an uns zurück. Damit ist die Sache für Sie erledigt.



**INTEREST-VERLAG**  
Fachverlag für  
Special Interest  
Publikationen und  
Anwendersoftware  
Römerstraße 16  
W-8901 Kissing  
Tel. 0 82 33 / 2 11-0  
Fax 0 82 33 / 2 11-2 99

Bitte abtrennen oder ausschneiden!

Fordern Sie am besten noch heute an:

☐ Expl. „Japan, Taiwan und Korea ICs“

Stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, Grundwerk ca. 450 Seiten, Bestell-Nr.: 5400, Preis: DM 98,-

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungen zu Ihrem Grundwerk mit je ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 39 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

60 Pfennig,  
die sich  
lohnern!

Postkarte/Antwort

## INTEREST-VERLAG

Fachverlag für Special Interest  
Publikationen und Anwendersoftware  
z. Hd. Herrn Boos

Römerstraße 16

W-8901 Kissing

## Verlagsgarantie

- Sie erhalten von mir Fachinformationen, von absoluten Spezialisten für Sie geschrieben.
- Ihr Nachschlagewerk können Sie in aller Ruhe 10 Tage zu Hause prüfen und bei Nichtgefallen innerhalb dieser Frist zurücksenden. Der INTEREST-VERLAG gewährt nach Zahlung des Rechnungsbetrages das Recht, die beiliegende Software zu testen und zeitlich unbeschränkt zu nutzen.
- Ihr Nachschlagewerk ist immer aktuell. Dafür sorgt unser Erweiterungsservice.
- Den Erweiterungsservice können Sie jederzeit kündigen. Sie gehen also kein Risiko ein. Darauf gebe ich Ihnen mein Wort.

Ihr INTEREST-VERLAG

*Michael Boos*  
**Michael Boos**  
Verlagsleiter

Bitte Absender/Unterschrift auf der Rückseite nicht vergessen!

pr 160280



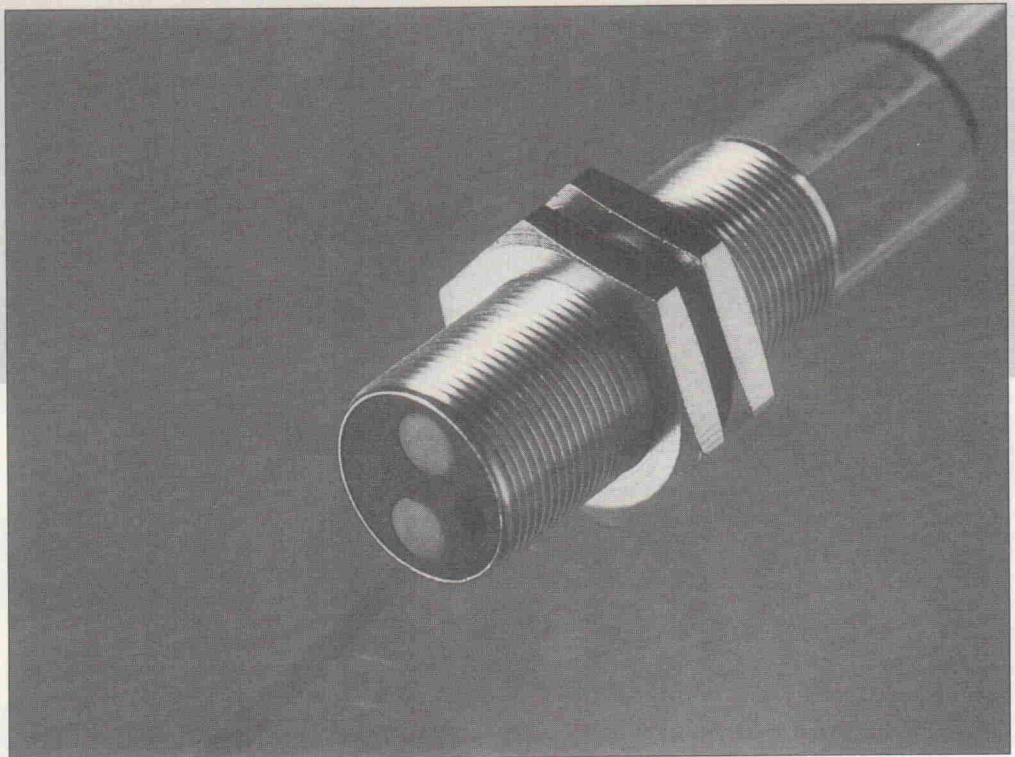
Anbieter	Dispenser	Handlöt- geräte	Reparatur- arbeits- plätze	Werk- zeuge	Kleber	SMT- Lötzubeh.	Mikroskope
Fortsetzung von Seite 25							
ERSA Ernst Sachs KG, GmbH & Co. Leonhard-Karl-Straße 24 W-6980 Wertheim Tel.: 0 93 42/8 00-0	x	x	x		x	x	
Fixtest GmbH Stadtstraße 12 W-7708 Tengen Tel.: 0 77 36/70 71				x		x	
Fritsch Postfach 8 8455 Kastl Tel.: 0 96 25/16 17			x				
Globaco GmbH Am Bienengarten 16 W-6074 Rödemark 1 Tel.: 0 60 74/6 70 61	x	x	x			x	
GLT Rennfeldstraße 18 W-7530 Pforzheim Tel.: 0 72 31/28 05	x				x	x	
Grace Electronic Materials Kurpfalzring 104 W-6900 Heidelberg Tel.: 0 62 21/70 02 22					x		
Gruber + Fischer Zangererstraße 8 W-7760 Radolfzell Tel.: 0 77 32/5 63 69				x			
Harotec AG Schulstraße 27 CH-2572 Möringen/Biel, Schweiz Tel.: 32 57 10 44	x	x					
W. C. Heraeus GmbH Heraeusstraße 12-14 W-6450 Hanau Tel.: 0 61 81/35-54 62					x	x	
H. Klappenbach Ing. Grag. Leister Vertrieb Hochstraße 70 W-5800 Hagen 1 Tel.: 0 23 31/2 71 51		x					
KTS-Electronic GmbH Klausner Ring 24 W-8011 Heimstetten Tel.: 0 89/9 03 89 33			x				
Martin GmbH Hauptstraße 57 8031 Weßling Tel.: 0 81 53/14 15		x	x				
Micro-Controle GmbH Postfach 50 04 48 W-8000 München 50 Tel.: 0 89/1 49 60 28	x						x
Multi-Components GmbH Neuwiederstraße 10 W-8500 Nürnberg 10 Tel.: 09 11/52 76 02	x	x					
OK Industries Deutschland GmbH Unterortstraße 23-25 W-6236 Eschborn 1 Tel.: 0 61 96/4 28 68		x	x				
Optometron GmbH Ampfingstraße 48 W-8000 München 80 Tel.: 0 89/4 31 30 17			x				x
Panacol-Elosol GmbH Zeilweg 9 W-6000 Frankfurt 50 Tel.: 0 69/57 60 95					x		
Panasonic Deutschland GmbH Winsberggring 15 W-2000 Hamburg 54 Tel.: 0 40/85 49-0	x						
Philips GmbH Miramstraße 87 Postfach 31 03 20 W-3500 Kassel Tel.: 05 61/5 01-0	x						
Pico Elektronik GmbH Lerchenstraße 8 W-8000 München 50 Tel.: 0 89/3 51 40 20			x				
Projektina AG Dammstraße 2 Postfach 58 CH-9435 Heerbrugg/Schweiz Tel.: 004171/70 11 00							x
Sedelbauer AG Quagliostroße 6 W-8000 München 90 Tel.: 0 89/6 25 09-0	x	x					
SEF Scharnberger Elektronik Fertigung GmbH Kringelsburg W-2127 Scharnbeck Tel.: 0 41 36/909-0					x	x	
Sieghard Schiller GmbH & Co. Phullinger Straße 58 W-7419 Sonnenbühl-Genkingen Tel.: 0 71 28/20 21	x						
SMI-Robert Hanus Offenbacher Straße 139 W-6078 Neu-Isenburg Tel.: 0 61 02/3 68 72							x
SNK Ing.-Büro H. Sket Lerchenkamp 3 W-2200 Neuendorf Tel.: 0 41 21/2 13 34			x				
System Eikhorst Borsteler Chassees 85-89 W-2000 Hamburg 61 Tel.: 0 40/51 80 31							x
Stölger Elektronik GmbH Schwedenstraße 9 W-1000 Berlin 65 Tel.: 0 30/4 91 60 48		x		x	x	x	
System Eickhorst Borsteler Chaussee 85-99 W-2000 Hamburg 61 Tel.: 0 40/51 80 31							x
TEP Elektronik Vertriebs GmbH Mühlenstieg 9 W-2000 Hamburg 70 Tel.: 0 40/6 52 60 31		x	x	x		x	x
Universal Instruments GmbH Im Rosengarten 25a W-6368 Bad Vibel Tel.: 0 61 01/8 08-0	x						x
Vision Engineering Ltd. Emmeringer Straße 42 W-8089 Emmering Tel.: 0 81 41/4 49 25							x
Weba Werner Bauer GmbH Gartenstraße 106 W-7100 Heilbronn Tel.: 0 71 31/7 13 30			x				
Weidinger GmbH Rothenburger Straße 118 W-8500 Nürnberg 70 Tel.: 09 11/26 33 67	x	x	x	x		x	
WeldEquip Deutschland GmbH Josef Retzerstraße 47 W-8000 München 60 Tel.: 0 89/88 36 01	x		x				x
Wild Leitz Vertrieb Deutschland GmbH Königinstraße 11 W-8000 München 22 Tel.: 0 89/28 30 32							x
Zevac GmbH Bahnhofstraße 5 W-3548 Arolsen Tel.: 0 56 91/20 41	x	x					



# Starke Signale

## Sensoren und Bussysteme auf der sensor 91

Im automatisierten Fertigungsprozeß ersetzen Sensoren die Sinnesorgane des Menschen. Die Maschine kann zählen, erkennen, erfassen, schalten, messen, steuern, kontrollieren, entscheiden, sortieren, positionieren, regeln und vieles mehr. Nach der breiten Einführung des Computers in allen Bereichen der Wirtschaft zeichnet sich nun eine weitere Phase der mikroelektronischen Revolution ab: das Zusammenwirken von Rechnerintelligenz mit umfassender Sensorik in komplexen Fertigungssystemen. Starke Signale dieser Entwicklung waren auf der 'sensor 91' zu beobachten, die Mitte Mai in Nürnberg stattfand. Dieser Beitrag berichtet über neue Sensoren; einen Schwerpunkt bilden dabei die Sensor-Bussysteme.



**G**egenüber der sensor 88 waren dieses Jahr kräftige Steigerungen der typischen Messe-Maßzahlen festzustellen: Bruttoausstellungsfläche +46 %, Direktaussteller +25 %, internationale Beteiligung +60 %, Besucher +49 %. Dieser Erfolg dürfte die AMA (Arbeitsgemeinschaft Meßwertaufnehmer e.V.) als Veranstalter der Kongressmesse bei der Durchführung ihrer Ziele – dazu zählt der Aufbau einer europäischen Sensordatenbank – gewiß befähigen.

Das aktuelle Leistungsverzeichnis der AMA beginnt mit einer notwendigen Definition der Sensorarten. Danach sind *Sensorelemente* Sensoren, die noch nicht in einer gebrauchsfähigen Verpackung, zum Beispiel als Bauelement, vorliegen. Als *Sensoren* werden die Bauelemente, also Sensoren mit einem einsatzfähigen Gehäuse und einer ersten Signalschnittstelle, bezeichnet. *Sensorsysteme* schließlich sind Sensoren mit weiterverarbeitender Elektronik.

### Beschleunigungssensoren mit neuer Technologie

Dem amerikanischen Hersteller Dytran (Deutschland-Vertrieb: Ticon-Industriemeßtechnik) ist es gelungen, eine neue Serie Subminiatursensoren für die Erfassung von Beschleunigungen, Vibrationen und Stößen zu entwickeln, die trotz der geringen Masse von 1,5 g bereits über einen integrierten Verstärker verfügen (Bild 1).

Dank dieser geringen Masse des Sensors Typ 3105 A bleibt das dynamische Verhalten der zu untersuchenden Struktur nahezu unbeeinflusst; das Ausgangssignal (bis  $\pm 10$  V) steht niederohmig zur Verfügung, so daß eine störungsfreie Signalübertragung auch über weite Strecken gewährleistet ist.

Zur Komplettierung der gesamten Meßkette ist lediglich eine preiswerte Batterie- oder Netzstromversorgung erforderlich. Zum Anschluß ist handelsübliches Zweileiterkabel ausreichend.

Die Dytran-Miniatursensoren werden für Meßbereiche von  $\pm 1$  g... $\pm 100\,000$  g und für Frequenzen im Bereich 0,1 Hz ...12 kHz angeboten. Für die gleichzeitige Erfassung von Beschleunigungen in drei Achsen stehen 3-D-Sensoren mit separaten Meßkanälen zur Verfügung.

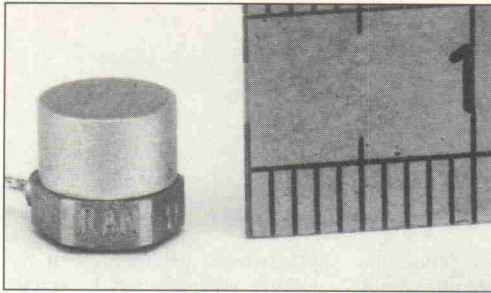
Anwender erhalten auf Anfrage kostenlos den 70seitigen Hauptkatalog mit Produkt- und Applikationsbeschreibungen für Druck-, Kraft- sowie Beschleunigungssensoren nebst Signalaufbereitungen und Zubehör.

Ticon-Industriemeßtechnik GmbH  
Postfach 40  
D-8751 Leidersbach  
Tel.: 0 60 28/55 47  
Fax: 0 60 28/36 47

### Kleinradar-Sensoren für berührungsloses Messen

Telefunken Systemtechnik diversifiziert ihre Produktpalette. Ein Ergebnis dieser Maßnahme sind Kleinradar-Sensor-Systeme, die in Nürnberg vorgestellt





**Bild 1.**  
**Beschleunigungssensor**  
**von Ticon.**



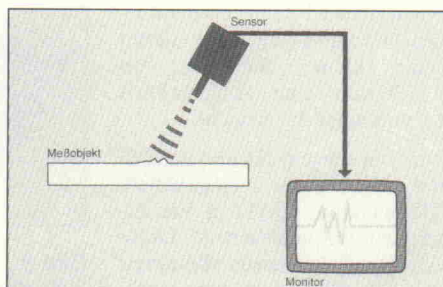
**Bild 2. Das Radar-Sensor-System betrachtet immer ein Flächenelement des Werkstücks für eine integrale Meßwertaufnahme.**

wurden. Diese modernen Kleinradare (Bild 2) haben die Maße etwa einer Streichholzschachtel und sind damit praktisch überall in der Automatisierungstechnik für Steuerungsaufgaben und in der Fertigungsmeßtechnik einsetzbar.

Einsatzgebiete sind unter anderem die berührungsfreie, eindeutige Identifizierung kompletter Werkstücke (Bild 3), die Messung von Vibrationen, Abstandsmessungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich und die Erfassung von Anwesenheit sowie Bewegung.

Zu den wichtigsten Vorteilen der Kleinradar-Systeme zählen Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung, Lichteinfall, Rauch und Lärm. Sie arbeiten unabhängig von der Temperatur und dem Material des Meßobjektes. Auch die Prüfung sehr schnell bewegter Objekte mit hoher Zuverlässigkeit und Genauigkeit ist problemlos.

**Bild 3. Prinzipielle Arbeitsweise des Radarsensors bei einer Messung der Oberflächenrauigkeit.**



Besondere Sicherheitsvorkehrungen, wie zum Beispiel Sicht- oder Berührungsschutz, sind nicht erforderlich. Im Erfassungsbereich der Sensoren kann gefahrlos gearbeitet werden, da die Sendeleistung der Systeme extrem niedrig ist. Zur Vermessung komplexer Werkstücke sind mehrere Sensoren an verschiedenen Positionen gleichzeitig ohne gegenseitige Beeinflussung einsetzbar.

Kleinradar-Sensor-Systeme sind für kurze Reichweiten ausgelegt. Je nach Anwendung kann der Aktionsbereich begrenzt und die Reichweite dem Objekt angepaßt werden. Durch geringe Modifikation sind mit den gleichen Radarmodulen auch Bewegung, Abstand und Grobmuster bis zu einigen hundert Metern Entfernung meßbar.

Telefunken Systemtechnik GmbH  
Intelligente Sensorsysteme  
Sedanstraße 10  
D-7900 Ulm  
Tel.: 07 31/3 92-34 20  
Fax: 07 31/3 92-36 63

### Winziger Kraftsensor

Lediglich 20 mm Außendurchmesser bei nur 6,5...8,5 mm Bauhöhe hat die neue Kraftsensorenreihe Typ 8415 von Burster Präzisionsmeßtechnik (Bild 4). Die scheibenförmigen Miniaturdruckkraftsensoren lassen sich daher oft auch dort einbauen, wo nur wenig Raum zur Verfügung steht. Die Meßbereiche sind von 0...200 N bis 0...5000 N gestaffelt, wobei die Kraft über einen zentrisch angeordneten Lastauf-



**Bild 4.**  
**Miniaturdruckkraftsensor**  
**von Burster.**

nahmeknopf, einem integralen Bestandteil des Sensors, eingeleitet wird. Die gedrängte Bauform hat geringe Meßwege, hohe Steifigkeit und damit hohe Eigenfrequenz zur Folge.

Um Linearitätsfehler und Querkraftempfindlichkeit niedrig zu halten, wird ein besonders konstruierter Federkörper benutzt, bei dem die verwendeten Dehnungsmeßstreifen in genügenden Abstand zu Kraftein- und -ausleitung platziert sind. Der Betriebstemperaturbereich umfaßt 0 °C...+90 °C; Überlastung der Sensoren bis 150 % des Meßbereiches ist zulässig.

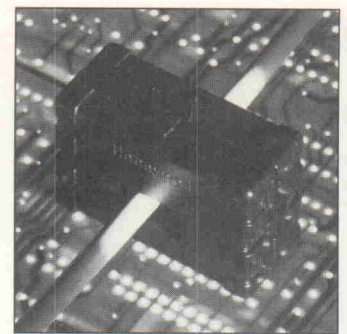
Aufgrund der geringen Abmessungen eignen sich die Sensoren vor allem zum Einbau und zur Nachrüstung in räumlich beengten Verhältnissen. Hauptanwendungsgebiete sind daher der Einsatz als Meßglied im Apparatebau, in Meß- und Kontrolleinrichtungen, in Fertigungsstraßen sowie Prüfvorrichtungen.

Burster Präzisionsmeßtechnik  
Talstraße 1-7  
D-7562 Gernsbach  
Tel.: 0 72 24/6 45-0  
Fax: 0 72 24/6 45-88

### Hochgenaue Kompensationsstromsensoren

Honeywell Regelsysteme GmbH zeigte seine neuen Stromsensoren der Serie CSNA, die nach dem Kompensationsprinzip arbeiten (Bild 5). Dabei wird der zu messende Eingangsstrom von einem schnellansprechenden, hochgenauen Kompensationsstrom ausgeglichen.

Dank der galvanischen Trennung zwischen Eingangs- und Ausgangsstrom sind die Sensoren spannungs- und überstromfest. Die Strommessung durch die Öffnung des Sensors ge-



**Bild 5.**  
**Kompensationsstromsensor**  
**von Honeywell.**

währleistet ein Minimum an Energieverlusten. Die Sensoren erfassen Gleich- und Wechselströme im Bereich 0...70 A oder 0...100 A mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5\%$  und einem maximalen Linearitätsfehler von 0,1 % vom Meßbereich. Die Ansprechzeit liegt bei Signalfrequenzen bis 100 kHz unter 1  $\mu\text{s}$ . Die Betriebsspannung beträgt  $\pm 15\text{ V}$  bei einer Ruhestromaufnahme von 10 mA. Der Betriebstemperaturbereich wird mit 0...70 °C angegeben.

Die im glasfaserverstärkten Nylongehäuse untergebrachten Stromsensoren sind auf Leiterplatten montierbar und wiegen knapp 25 g. Auf Wunsch sind auch Ausführungen mit erhöhter EMV-Verträglichkeit lieferbar.

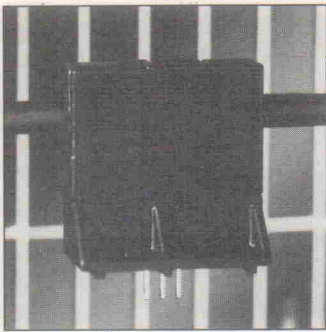
Die Serie CSNA wurde für den Einsatz in drehzahlvariablen Antrieben, Stromüberwachungseinrichtungen, Energiesparsystemen und automatisierungstechnischen Diagnoseeinrichtungen konzipiert.

### Kleinste ausgangsverstärkte Luftstromsensoren

Honeywell Sensorik stellte die neuentwickelten,  $55 \times 32 \times 16\text{ mm}$  kleinen Massen-/Luftstromsensoren mit eingebautem, temperaturkompensierten Meßverstärker vor (Bild 6). Diese Systeme der Serie AWM3000 sind sehr meßempfindlich und können Luftstromgeschwindigkeiten ab 50 mm/s sowie Differenzdrücke im Bereich 2,5  $\mu\text{bar}$ ...5 mbar messen. Die bidirektionale Ausführung kann vor- und rückwärtsgerichtete Luftströme erkennen.

Die Ausgangsspannung beträgt 1...5 V bei einer Ansprechzeit





**Bild 6. Laut Hersteller Honeywell ist dies der 'weltkleinste ausgangsverstärkte Luftstromsensor.'**

von maximal 3 ms. Bei einer Speisespannung von 10 V beträgt die Leistungsaufnahme 30 mW. Die Serie AWM3000 mit schwarzen Thermoplastgehäuse arbeitet im Temperaturbereich  $-25...+85^{\circ}\text{C}$  und verträgt Überdrücke bis 345 mbar.

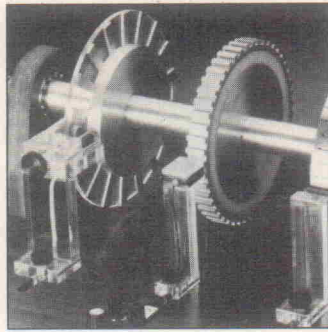
Das Herzstück der Luftstromsensoren bildet eine Mikrobrücke mit zwei lasergetrimmten Permalloy-Widerständen, die stromaufwärts und -abwärts von einem Heizelement in einem Kanal mit laminarem Luftstrom angeordnet sind: Der stromaufwärts gelegene Widerstand wird von der vorbeiströmenden Luft gekühlt, der andere erwärmt. Eine Vollbrückenschaltung erfährt die dadurch verursachte Widerstandsänderung und setzt sie in eine dem Luftstrom proportionale Spannung um.

Zu den wichtigsten Anwendungsbereichen gehören Hausgeräte, Heiz-, Belüftungs- und Klimaanlage, Gasstrommessung und Laborausstattung.

## Magnetische Sensoren

Zur Erfassung von Position, Weg, Drehzahl und Drehwinkel eignen sich die magnetischen Sensoren der Vacuumschmelze, Hanau; ihre typische Aufgabe ist die zuverlässige Meßwerterfassung auch über große Abstände und sogar durch Trennwände hindurch. Zur Wahl stehen drei Sensortypen: Impulsdrahtsensoren, Positionssensoren und Wegsensoren PLCD (Bild 7).

Im Geberelement werden Dauermagnete eingesetzt. Ein Vorzug dieser Sensoren ist die berührungsslose Meßwerterfassung, ein anderer die Mög-



**Bild 7. Magnetische Sensoren von VAC, von links nach rechts: Blendenrad, ABS-Ritzel, Magnetpolrad.**

lichkeit, über die Auslegung der Dauermagnetanordnung den Sensor in weiten Grenzen an seine Anwendung anpassen zu können. Bei ein und demselben Sensortyp lassen sich so anwendungsrelevante Parameter beeinflussen.

Das Geberelement besteht (meist) aus hochwertigen Dauermagneten auf der Basis von Selten-Erd-Legierungen. 'Beruhigend für die Kundenseite dabei ist', so bemerkt der Hersteller dazu, daß die mit der Auswahl und Dimensionierung zusammenhängende Beratung ein Teil des Produktes 'Sensor' sei.

Impulsdrahtsensoren sind aktive Geberelemente, die ohne Stromversorgung auskommen. Sie geben bei Überschreiten einer bestimmten äußeren Schalfeldstärke einen Spannungsimpuls bis zu 3 V ab. Das Schalfeld ist nur der Auslöser für die Ummagnetisierung des Impulsdrahtes, die in einem einzigen Elementarprozeß erfolgt. Daher ist die abgegebene Impulshöhe unabhängig von der Änderungsgeschwindigkeit des Magnetfeldes. Diese Aussage gilt von 0 Hz bis zur oberen Grenzfrequenz von über 10 kHz, die mit der Impulsbreite (10  $\mu\text{s}$ ) zusammenhängt. Eine spezielle Eigenschaft des für VAC patentierten Impulsdrahtes ist das unkritische und unkomplizierte Verhalten bezüglich der magnetischen Ansteuerung.

Positionssensoren sind in diesem Zusammenhang Magnetfeldmeßsonden, das heißt, ihr Ausgangssignal ist eine Funktion der Stärke eines äußeren Magnetfeldes. Im Gegensatz zu induktiven Näherungsfühlern sind die Positionssensoren sehr klein und kompakt, im Gegensatz zu Hall-Sensoren haben sie eine

**Bild 8. Referenztemperatursensor in Vierleiter-technik von Juchheim.**



hohe Magnetfeldempfindlichkeit und erlauben damit relativ große Ansteuerabstände. Ferner kann durch verschiedene elektronische Betriebsarten ein extrem breiter Einsatzbereich erschlossen werden.

Anwendungsschwerpunkte sind Weg- und Positionserfassung, die Abtastung von Magnetpol- oder Zahnrädern sowie der Bau von Näherungssensoren. Dabei ist der Geber vom Typ PLCD für den Einsatz im Automobil, in Förderanlagen und Positioniereinrichtungen, in Durchfluß- und Füllstandsmeßeinrichtungen sowie generell in Geräten der Hydraulik und Pneumatik geeignet.

Zu den hier beschriebenen Meßwertaufnehmern steht eine 12seitige Firmenschrift 'Magnetische Sensoren' zur Verfügung, die Anwendern auf Anforderung zugesandt wird.

VAC Vacuumschmelze GmbH  
Grüner Weg 39  
Postfach 22 53  
D-6450 Hanau 1  
Tel.: 0 61 81/38-0  
Fax: 0 61 81/38-26 45

## Referenztemperatursensor in Vierleitertechnik

In vielen Bereichen der Industrie und insbesondere in Labors müssen Temperaturen exakt gemessen werden, um Temperaturabhängigkeiten zu bestimmen oder auch die gleichbleibende Qualität eines Produktes zu sichern. Dabei kommt es auf Präzision und Reproduzierbarkeit des Meßelementes an. Andererseits sollen die eingesetzten Temperaturfühler einfach in der Handhabung und unempfindlich sein.

Für diese Aufgaben hat Jumo einen neuen Platin-Temperatursensor entwickelt, der durch seine kleine Bauform von  $4 \times 20 \text{ mm}$  eine Ansprechzeit  $t_{09}$  von unter 3 s erreicht.

Neu bei diesem Sensor ist, daß die in Glas eingebettete Meßwicklung direkt in Vierleitertechnik kontaktiert ist. Diese Art des Anschlusses eliminiert in Verbindung mit einem ent-

sprechenden Meßgerät den zusätzlich auftretenden Leitungswiderstand, der die Temperaturmessung verfälscht. Die ebenso aus Platin gefertigten Anschlußdrähte vermeiden parasitäre Effekte, zum Beispiel Thermospannungen.

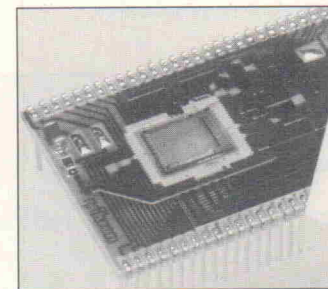
Durch die hermetische Glaskapselung kann der Sensor direkt im Meßmedium eingesetzt werden, für spezielle Meßaufgaben wird er mit einer Glasverlängerung geliefert. Ein spezielles Alterungsverfahren sorgt für hohe Langzeitstabilität: So ergibt sich selbst nach einer Dauerbelastung von 250 h bei  $200^{\circ}\text{C}$  eine Reproduzierbarkeit kleiner 15 mK. Für Messungen mit einer zulässigen Toleranz nach DIN IEC 751 umfaßt der Meßbereich  $-200...+400^{\circ}\text{C}$ .

Speziell als Prüfmittel bietet Jumo ein komplettes Thermometer an, das den beschriebenen Temperatursensor enthält (Bild 8). Besonderes Merkmal des Thermometers ist ein Edelstahl-Schutzrohr gegen mechanische Beschädigung, das im Bereich des Sensors gelocht ist, um kurze Ansprechzeiten zu realisieren und Wärmeableitfehler zu minimieren.

M. K. Juchheim GmbH & Co.  
Moltkestraße 13-31  
Postfach 12 09  
D-6400 Fulda  
Tel.: 06 61/60 03-0

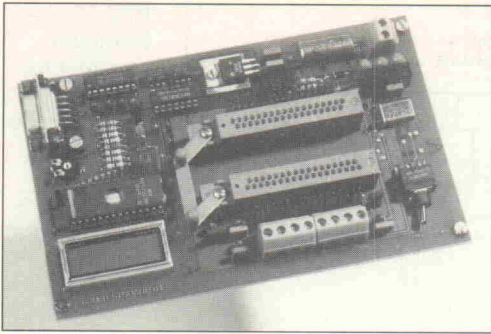
## Spezialcontroller macht Sensoren intelligent

Die Salzburger ACE, Vertriebstochter der Entwicklungsfirma Gantner electronic, präsentierte auf der sensor 91



**Bild 9. 'Sensor-Intelligenz': Hybrid-Baustein von ACE.**





**Bild 10.**  
Das  
Evaluation-  
Board für den  
µSM-1601.

einen Hybridbaustein, der eine komplette Signalverarbeitung für analoge und digitale Signale enthält (Bild 9). In Zusammenarbeit zwischen Gantner electronic/Schrums und dem Granzer ASIC-Design-Center Mikron ist es gelungen, eine komplette Signalverarbeitungslogik auf einem Chip unterzubringen.

Optimal einsetzbar ist der Baustein µSM-1601 überall dort, wo Signalverarbeitung direkt vor Ort und auf kleinstem Raum untergebracht werden muß. Dies ist zum Beispiel bei intelligenten Sensoren, Erfassungssystemen auf Buskarten, in der Meß- und Regel- und der Steuerungstechnik der Fall.

Eine hochgenaue Analogsignalverarbeitung mit programmierbarem 16-Bit-A/D-Wandler, Analog-Multiplexer, Filter und programmierbarem Verstärker sind ebenso wie eine hochpräzise Referenzspannungs- und Konstantstromquelle zur Sensorversorgung in dem Bauelement untergebracht.

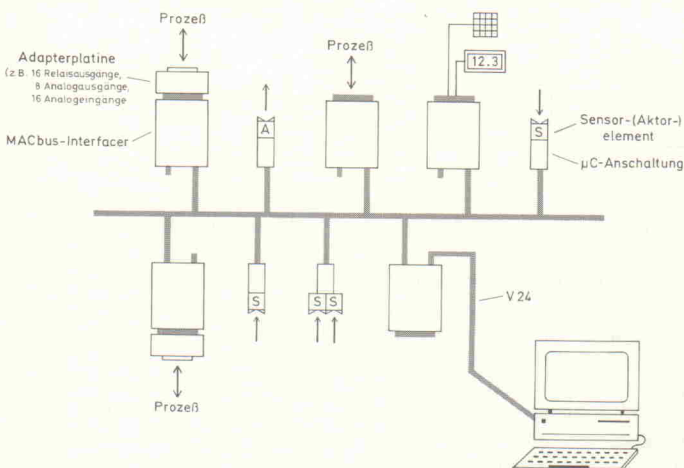
Der zum 8051 (Intel) kompatible Prozessor ist mit 4 KB ROM, 8 KB EEPROM und 2 KB RAM ausgestattet; Daten- und Adreßbus sowie Steuer- und Chipselect-An-

schlüsse stehen für Erweiterungen zur Verfügung. So können zum Beispiel LC-Display, D/A-Wandler et cetera ohne größeren Zusatzaufwand realisiert werden.

Die ROM-Firmware beinhaltet ein Floating-Point-Mathematikpaket und alle Routinen zur Programmierung des EEPROMS über die serielle Schnittstelle. Anwenderspezifische Software wird mit gewohnten Standardwerkzeugen entwickelt und direkt in den Baustein geladen. Alle vorhandenen Systemressourcen lassen sich über die Schnittstelle direkt ansprechen und benutzen.

Ein Evaluation Kit 161EVB (Bild 10) steht zur raschen und effektiven Entwicklung von Anwendungen zu Verfügung. Neben dem Mikrocontroller µSM-1601 sind auf dieser Europakarte alle nötigen Peripheriebausteine für Versorgung, Anzeige, Kommunikation und Speicher vorhanden. Die mitgelieferten Softwaretreiber erlauben das direkte Laden des Mikrocontrollers über die Schnittstelle.

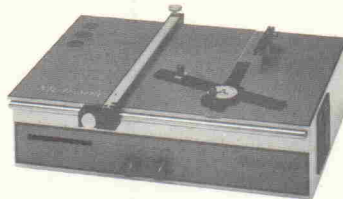
ACE hat eigens ein Anwenderzentrum eingerichtet. In Kürze



**Bild 11.** Aufbau des MACbus-Entwurfssystems.

## »LEITERPLATTEN PRÄZISE TRENNEN«

Diadisc Diamantkreissägen trennen FR2 und FR4 (GFK) Leiterplatten in Sekunden durch neuartige Trennscheiben! Auch für Alu, Messing, Stahl und Kunststoffe



ab **DM 799,-**

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

DM 799,-  
DM 215,-

**Mutronic**® Trennsägen

St. Urban-Str. 20 · D-8959 Rieden bei Füssen · Tel. 0 83 62/70 62 · Telefax 0 83 62/70 65

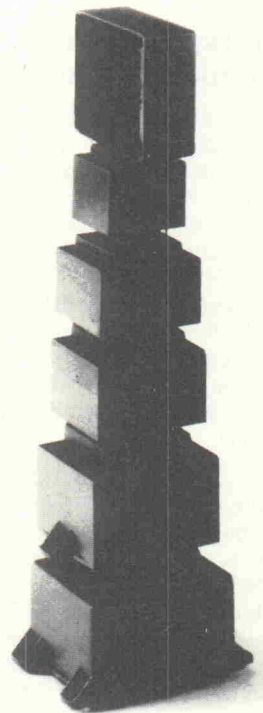
## HELMUT GERTH - TRANSFORMATORENBAU -

SCHWEDENSTR. 9 · RUF (030) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

## vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

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

Lieferung nur an  
Fachhandel und  
Industrie



## Vom Schaltplan zur Platine

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

**ANRUF GENÜGT !**

Tel.: 02106/49236

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



Pin	dig I/O	special I/O	analog Input
P0	I/O	PWM	
P1	I/O		
P2	I/O	STROBLE	
P3	I/O	CLK	
P4	I	Data_in	Kanal 1
P5	I	FM	Kanal 2
P6	I		Kanal 3
P7	I		Kanal 4

soll eine Mailbox installiert werden, die Kunden zum Downlinken der darin gespeicherten Softwaretreiber nutzen können.

ACE Automation, Computer, Engineering GesmbH  
Ignaz-Rieder-Kai 13a  
A-5020 Salzburg  
Tel.: 06 62/2 56 20  
Fax: 06 62/2 32 38

## Sensor-/Aktorsysteme mit Feldbusvernetzung

Das Institut für Meß- und Automatisierungstechnik an der Universität München zeigte in Nürnberg die Vernetzung verschiedenartiger Sensoren und einer Füllstandsregelung über einen Feldbus. Alle Prozeßkomponenten wurden dabei mit Standardbaugruppen des am Institut entwickelten MACbus-Systems realisiert (Measurement And Control bus, Bild 11).

Dieses System basiert auf dem für die leistungsfähige und kostengünstige Vernetzung auf Sensor-/Aktorebene geeigneten CAN-Bus (Control Area Network der Firmen Intel und Philips Component, siehe auch Elrad 1/91). Das Demonstrationsmodell zeigte, daß zahlreiche Verarbeitungsaufgaben (Digitale Signalverarbeitung, Steuer- und Regelalgorithmen) vorteilhaft dezentral durchgeführt werden können. Der am Feldbus angeschlossene PC dient der benutzergerechten Visualisierung und Bedienung; sämtliche Verarbeitungsvorgänge laufen in den MACbus-Interface-Platinen ab, die den betreffenden Sensoren und Aktoren vorgeschaltet sind.

Das MACbus-Konzept auf CAN-Basis beinhaltet ein Entwurfs- und Testsystem mit standardisierten Hard- und Softwaremodulen für Entwicklung und Aufbau von Prototypen und Kleinserien. Eigenschaften:

Flexibler Buszugriff (Senden spontan oder auf Aufforderung), Übertragungsrate bis 1 MBit/s, Kabellängen typisch einige m bis 1000 m, mehrstufige Fehlererkennung, Adressierung von bis zu 2032 Nachrichtenobjekten.

Universität der Bundeswehr Institut für Meß- und Automatisierungstechnik  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
D-8014 Neubiberg  
Tel.: 0 89/60 04-37 40  
Fax: 0 89/60 04-35 60

## DoTNET - Serial Detector/Actuator Network

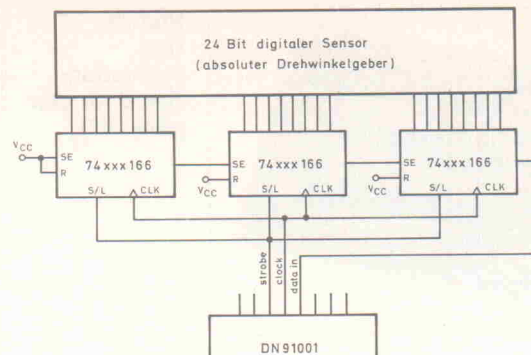
In den Bereichen der Automatisierungs- und Fertigungstechnik kommen abhängig vom Anforderungsprofil unterschiedliche Bussysteme zum Einsatz. In den obersten Steuerungsebenen eines Betriebes werden beispielsweise MAP oder TOP eingesetzt. Die System- und Zellenebene ist eine Domäne von Bitbus (siehe Elrad Heft 6/91), Profibus und P-Net. In dieser Ebene werden einige KByte Daten bei Latenzzeiten von mehreren Sekunden übertragen.

Die unterste Ebene, die Sensor-/Aktorebene, zeichnet sich durch hohe Anforderungen an die Systemreaktionszeit und die Betriebssicherheit aus. Weitere Forderungen aus diesem Bereich betreffen die Busanschaltkosten für die einzelnen Teil-

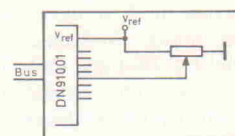
Pin	dig I/O
P0	I/O
P1	I/O
P2	I/O
P3	I/O

**Tabelle 2. Der DN91201 hat vier digitale I/Os, die individuell konfigurierbar sind.**

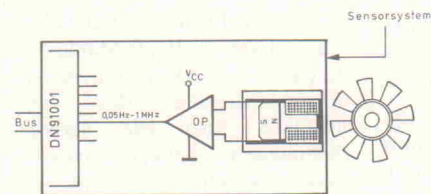
**Tabelle 1. DN91001: Konfigurationsmöglichkeiten des I/O-Bereiches.**



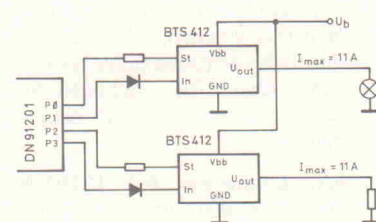
**Bild 12. Benutzerspezifische serielle Schnittstelle mit drei Schieberegister-ICs.**



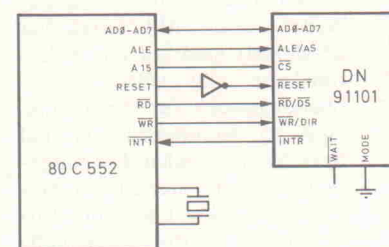
**Bild 13. Analoge Schnittstelle.**



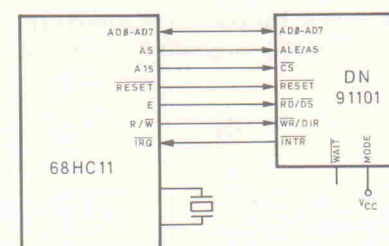
**Bild 14. Frequenzmessung mit Näherungstaster.**



**Bild 15. Steuerung von Aktuatoren und Übernahme von Sensordaten mit dem DN91201. Der BTS 412 ist ein 10-A-Hochstromtreiber (Siemens).**



**Bild 16. Busanschaltung für den Intel-Controller 80C552.**



**Bild 17. Busanschaltung für den Motorola-Controller 68HC11.**

nehmer und die hohe Effizienz der Übertragung auch bei geringen Datenmengen. DoTNET, eine Entwicklung der DoTronic Netzwerktechnik, Dortmund, ist ein Bussystem speziell für kostengünstige und einfache Vernetzung von Sensoren, Aktuatoren und Steuerungen in der Automatisierungs- und Fertigungstechnik sowie in Kraftfahrzeugen. Konzeptionell zeichnet es sich

durch ein auf dieses Anwendungsgebiet hin optimiertes Busprotokoll aus. Der Austausch der Informationen erfolgt mit einer Baudrate bis zu 150 kBaud über eine Strecke von circa 100 m. Die Übertragung erfolgt über eine verdrehte, nicht abgeschlossene Zweidrahtleitung, die auch dazu dient, die einzelnen Busteilnehmer mit Hilfsenergie zu versorgen. Bei einer Multi-Master-



Konfiguration sind feste Buszu-  
griffszeiten gewährleistet.

Der Aufbau des Netzwerkes  
wird durch drei unterschiedliche  
Chips unterstützt; derzeit  
erstellt Analog Devices das De-  
sign, Produktionsstückzahlen  
werden für Mitte 1992 erwartet.

Der DN91001 ist eine monoli-  
thisch aufgebaute Busanschalt-  
ung mit einem intelligenten,  
konfigurierbaren Interface zur  
Erfassung, Vorverarbeitung und  
Ausgabe von digitalen und ana-  
logischen Signalen. Das Sensor-  
Aktor-Interface verfügt über  
acht individuell konfigurierbare  
I/Os, die vom Master über den  
Bus eingestellt werden können  
(Tabelle 1).

Es sind maximal bis zu acht  
Eingänge und vier Ausgänge  
konfigurierbar. Der PWM-Aus-  
gang arbeitet bei einem 7-MHz-  
Systemtakt mit einer zwischen  
100 Hz und 27 kHz einstellbaren  
Grundfrequenz. Das Taster-  
verhältnis wird vom Anwender  
vorgegeben.

Das Interface stellt eine Verbin-  
dung zu einem bereits existie-  
renden seriellen Sensor-Interfa-  
ce her oder es ermöglicht das  
Einlesen von mehr als 8 Bit  
breiten Daten. Folgende Appli-  
kationen sind denkbar:

– SSI Synchron Serielles In-  
terface

– A/D-Wandler mit serieller  
Schnittstelle

– Verfahren mit Standard-  
Schieberegistern

Für diese universelle Interface  
werden drei Signale generiert:

– STROBE: Übernahme der  
Daten

– CLOCK: Schieben der Daten

– Data\_IN: Daten

Der integrierte 'half-flash'-  
Analog-Digital-Wandler ver-  
fügt über vier Eingänge und hat  
eine Auflösung von 8 Bit.

Für eine effiziente Frequenz-  
messung über einen weiten  
Meßbereich sind unterschiedliche,  
vom Anwender wählbare  
Meßverfahren implementiert.  
Frequenzen können somit in  
dem weiten Bereich zwischen  
0,05 Hz und einigen MHz mit  
großer Genauigkeit bestimmt  
werden.

Eine Alarmlogik gestattet fol-  
gende Bewertungen des Sig-  
nals:

– Signal außerhalb eines Fen-  
sters

– Signal in einem verbotenen  
Bereich

– Änderungen des Signals ge-  
genüber einem einstellbaren Mu-  
ster oder dem letzten erfaßten  
Wert.

Weiterhin sind eine Hysteres-  
e und eine Schleppzeigerfunktion  
integriert, um den Alarm anzu-  
zeigen.

Die Bilder 12...14 zeigen einige  
Applikationsbeispiele mit  
dem DN91001, dessen Preis  
bei circa 10 D-Mark liegen  
dürfte.

Der zweite Chip des DoTNET-  
Systems trägt die Bezeichnung  
DN91201 und ist eine monoli-  
thisch aufgebaute Busanschalt-  
ung, die über ein Signal-Inter-  
face mit bis zu 4 digitalen I/Os  
verfügt (Tabelle 2). Dieser Chip  
wurde in seiner Funktionalität  
auf die Übertragung von eini-  
gen wenigen Bits (maximal  
4 Bit) zugeschnitten. Das Er-  
gebnis ist ein Netzwerkcontrol-  
ler, der dank seiner geringen  
Größe (Gehäuse SO-16) und  
seines prognostizierten Preises  
(unter 2 D-Mark) integraler Be-  
standteil von binären Sensoren,  
Schaltern, Lichtschranken, Re-  
lais, Leuchtmeldern et cetera  
werden kann. Bild 15 zeigt ein  
Applikationsbeispiel

Der DN91101 als dritter DoT-  
NET-Chip ist eine Busanschalt-  
ung mit Interface für die gän-  
gigen Intel- und Motorola-Con-  
troller (Bilder 16 und 17). Für  
diesen Baustein wird ein Preis  
nahe 15 D-Mark erwartet.

Zum Aufbau eines Netzwerkes  
ist derzeit ein Evaluation-Board  
verfügbar, das aus einer LCA-  
und universellen CPU-Karte  
sowie einer Busanschaltung be-  
steht. Für die individuelle Ent-  
wicklung eines dezentralen Sys-  
tems und die einfache Einbin-  
dung des Netzwerkes in beste-  
hende Abläufe stehen weitere  
Hilfsmittel zur Verfügung. Die  
Planungsphase wird mit einem  
Simulator unterstützt. Biblio-  
theken mit betriebsbewährten  
Treiber- und Protokollroutinen  
sowie der objektorientierte Zu-  
griff auf Netzwerkdaten erlau-  
ben den schnellen Aufbau eines  
Netzwerkes und sorgen für eine  
große Transparenz des Gesamt-  
systems. Die Erprobungs- und  
Feldphase werden durch das  
Evaluation-Board und den Bus-  
monitor unterstützt.

DoTronic Netzwerktechnik  
GmbH & Co. KG  
TechnologieParkDortmund  
Heinrich-Hertz-Straße 4  
D-4600 Dortmund 50  
Tel.: 02 31/7 54 43-0  
Fax: 02 31/7 54 43-1 11

## EPROM-Simulatoren typ. 125ns TTL u. CMOS

E-sim 256 2716, -32, -64, -128 und 27256 DM 278,--  
E-sim 1024 auch 27512 und 27010 DM 349,--  
E-sim 2048+ auch 27020 16Bit: 27210 u. -220 DM 555,--  
simuliert auch 2 parallele 8Bit-EPROMs ! RESET-Ausgang!

## Logik-Analysator DM 1199,--

LA 32-128M 32 Kanäle/ 32MHz - 8 Kanäle/ 128MHz

MS-DOS \* ST \* Info anfordern !

Weitere Geräte sowie schnellere  
Versionen. Lieferung per NN zzgl.  
DM 6,-- P&P.

Hard- und Software  
Denis Böhme  
Hembergstraße 16  
2862 Worpswede  
Tel. 04792/3598 Fax. 3881

## U. Silzner Int. Electronics

**Laser-  
Wünsche?  
Wir erfüllen sie!**

Absolut neu in Deutschland. 2,5 Watt CO<sub>2</sub> Einsteiger Kit! Bestehend aus: CO<sub>2</sub> Rohr, Laser-Netzteil, Germanium Linse, Wasserpumpe, Kleinmaterial! Unser Schlagerangebot mit ausführlicher Anleitung, nur DM 1150,--  
Neu sind auch einige unserer Preise, die wir zum 1.7.91 senken können. Hier unsere nächsten Schlager, HeNe's  
QJH - 80 / 20 mW DM 650,-- QJH - 80S / 30 mW DM 945,--  
QJH - 100 / 30 mW DM 750,-- QJH - 100S / 40 mW DM 945,--  
Sie suchen Komponenten wie: Laserdioden, sichtbar mit Kolimator fokussierbar, 1 mW nur DM 610,--  
Laserpointer mit Blinken DM 557,50 Laserpointer ohne Blinken 11,5 x 155 mm DM 484,50  
Laserpointer mit Blinken DM 25,-- Laserspiegel 0,8 mm dick, dialektisch ab DM 9,55  
IR-Filter für Taschenlampen DM 146,-- IR-CW Laserdioden 5 mW, 780 nm DM 79,50  
IR-Puls Laserdioden 10 W, 904 nm DM 3990,--  
Laserscanningsystem, mit high speed open loop Galvanometern, SCS 256/2 DM 5550,--  
Laserscanningsystem, wie oben, aber mit Blankingzusatz, SCS 256/3 DM 12000,--  
!! In Vorbereitung, ab Ende August lieferbar, 12 Bit D/A Wandler für unsere Scanner und Software in 12 Bit !!  
Fordern Sie unseren Katalog an. Schutzgebühr DM 5,-- wird bei Bestellung erstattet, oder besuchen Sie uns in unserem großen Vorführ-  
raum. Wir freuen uns auf Ihren Besuch. Bitte melden Sie sich vorher telefonisch an.

Im Lindenbosch 37  
7570 Baden-Baden 22

Tel. 0 72 23/5 89 15  
Fax 0 72 23/5 89 16

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 6,80 — plus Versand-  
kosten — direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestel-  
lungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung  
bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis einschließlich 4/90 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

## MÜTER · AT · BMR · CBE · CSG · RTT



BMR  
95  
BMR  
700



RTT 2: Regel-  
Trenn-Trafo  
0 — 270 Volt  
stufenlos, VDE;  
1100 Watt.



Regenerier-Computer u. Meßgeräte für Bild-  
röhren; m. Katodenschutz, Entgasungshilfe,  
Schlußrepar.; total taube Röhren strahlen wieder  
neu, auch wenn andere Regenerierer versagen.

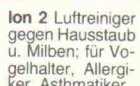


AT 2: Audio-  
Meßplatz, 16  
Testgeräte für  
Tonband, CD,  
Carradio, Mi-  
cro, Kopfh., Tuner, Boxen, Verst.,  
Phono, Booster, 27 Buch-  
sen; Adapter unnötig; ersetzt  
teuren Meßgerätepark.



CBE: macht  
Bildschirme  
wieder klar  
u. farbrein.

CSG 5: Testbild-  
sender: UHF,  
VHF, S-Kanäle;  
Video für RGB-  
Monitore.



Ion 2 Luftreiniger  
gegen Hausstaub  
u. Milben; für Vo-  
gelhalter, Allergi-  
ker, Asthmastiker.



Infos  
kostenlos:  
U. Mütter  
Kriedellweg 38, 4353  
Oer-Erkenschwick  
Tel. (0 23 68) 20 53  
Fax (0 23 68) 570 17

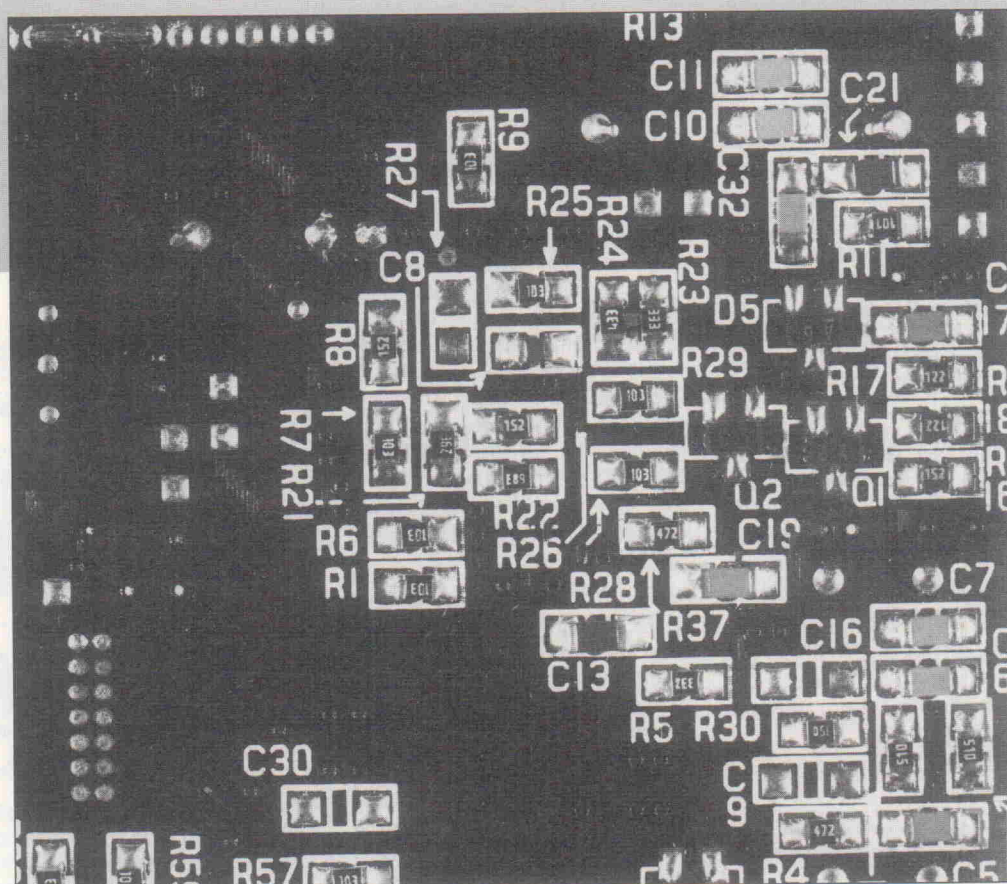


# SMD – die idealen Bauteile?

## Filterberechnungen

**Herbert Adamczyk**

Dem Einsatz von SMD werden allgemein große Wachstumschancen eingeräumt. Dabei stehen geringerer Platzbedarf und Kosteneinsparungen durch günstigere Voraussetzungen zur Automatisierung im Vordergrund.



**A**ber im MHz-Frequenzbereich, für den in letzter Zeit neue IC-Technologien marktreif wurden, tritt ein weiterer entscheidender Vorteil hinzu: die SMDs, passive wie aktive, zeigen in der Schaltung eine deutlich bessere Übereinstimmung zwischen den zum Beispiel durch PSPICE ermittelten und in der realen Schaltung erreichten Eigenschaften.

Am Beispiel eines Tiefpaßfilters für 1 MHz Eckfrequenz werden der konventionelle Aufbau mit bedrahteten Bauteilen und dem OP im DIP mit einem Aufbau in Surface Mounted Technology (SMT) und entsprechenden Bauteilen verglichen. Als Referenz dient die Simulation mit PSPICE.

Die zweipolige Tiefpaßfilter-Schaltung mit einer Grenzfrequenz von 1 MHz zeigt Bild 1. Die Übertragungsfunktion ist für Butterworth-Charakteristik aus dem OP-Grundlagenbuch [1] berechnet.

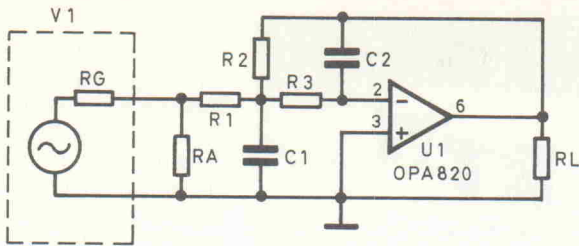
Für diese Schaltung sind zwei Layouts, Bild 2a für die konventionellen Durchsteck-Bauteile und Bild 2b für SMD (Surface Mounted Device), erstellt worden.

Der Betragsverlauf der Schaltung gemäß Bild 1 wurde aus den ideal angenommen passiven Bauteilen wie R und C und aus dem relativ aufwendigen Modell des OPA 620 errechnet. Die Anforderungen an das Modell sind dabei recht hoch, da die Berechnung des Dämpfungs-

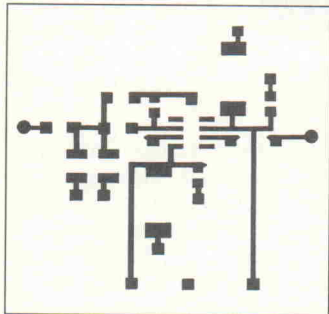
ungsverlaufs bis zu einigen hundert Megahertz auch entsprechend gute beziehungsweise hochfrequente Bauelementdefinitionen voraussetzt. Der OPA 620 von Burr-Brown hat eine Transitfrequenz von zirka 200 MHz und eine gleichmäßig verlaufende Abnahme der Leerlaufverstärkung mit 6 dB/Oktave. Damit war zu erwarten, daß zusammen mit der guten Phasenreserve einer Filterbeschaltung, das heißt komplexer Gegenkopplung, mit diesem OPA 620 brauchbare Ergebnisse zu erzielen wären. Die 1 MHz-Grenzfrequenz wurde niedrig gewählt, um die Dämpfungsflanken und den Sperrbereich gut betrachten zu können.

Bild 5 zeigt den Betragsverlauf der Simulation sowie die





**Bild 1. Die Tiefpaß-Filterschaltung mit 12 dB Abfall im Sperrbereich.**



**Bild 2b. Das Layout für die Platine im SMD-Aufbau; die Rückseite ist gleichzeitig Massefläche.**

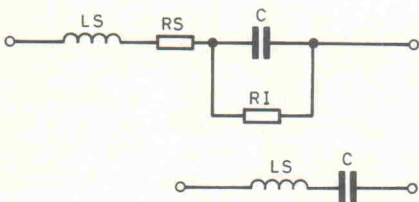
Meßergebnisse der beiden real aufgebauten Schaltungen.

Der Vergleich mit der Simulation zeigt zunächst, daß die Dämpfung im Bereich ab 100 MHz nicht mehr fortgesetzt wird. Auffallend ist aber das wesentlich ungünstigere Sperr-

verhalten des konventionellen Aufbaus gegenüber der SMT-Version, die dem PSPICE-Plot sehr nahe kommt. Im Bereich über 200 MHz wird allerdings die Simulation des PSPICE-Modells des OPA 620 bereits an ihre Grenzen stoßen.

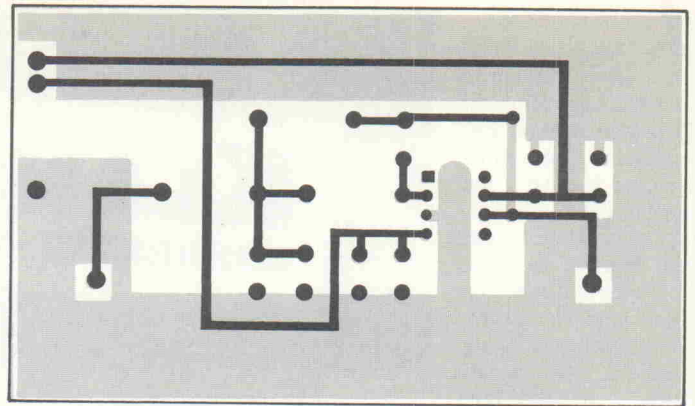
Nach der Erkenntnis, daß Abweichungen zwischen Simulation und realer Schaltung vorhanden sind, liegt eine Suche nach den Ursachen nahe.

Bei HF-Anwendungen sind zunächst die Kondensatoren als nicht ideal zu betrachten. Eine Ersatzschaltung wird in dem Grundlagenbuch [2] beschrieben. Diese vergleichsweise aufwendigen Schaltungen gemäß Bild 3a wurden in einem weiteren Simulationsversuch auf eine einfache Serieninduktivität (Bild 3b) vereinfacht. Auch den Widerständen wurde eine Induktivität von 40 nH in Serie geschaltet.



**Bild 3a. Die Ersatzschaltung eines Kondensators.**

**Bild 3b. Die vereinfachte Ersatzschaltung des Kondensators.**



**Bild 2a. Das Layout für die Platine mit DIL-IC und bedrahteten Bauteilen.**

Die Simulation der so erweiterten Filterschaltung zeigt Bild 4. Auffallend ist die Annäherung an die Eigenschaft des konventionellen Aufbaus und auch der abgeflachte Verlauf im Sperrbereich gegenüber der ersten Simulation.

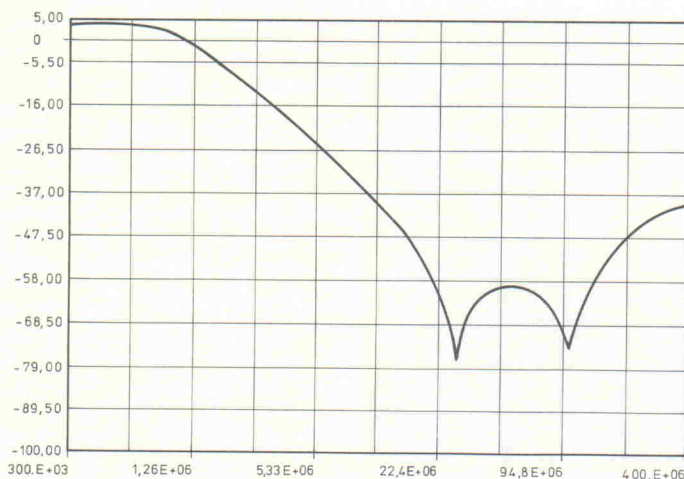
Weil die vorgeschalteten Induktivitäten nur geschätzte Werte sind, sollte hier nur der Trend ausgewertet werden. Die aufgebaute SMT-Version kommt der Simulation sehr nahe, denn die Zuleitungen zu den passiven Bauteilen und zum IC sind deutlich kürzer, wie auch die Leiterbahnen wegen der kleineren Bauteile weniger Induktivität und Streukapazität aufweisen. Zusätzlich entfallen die Durchgangslöcher mit ihrer relativ großen Kapazität. Die Rückseite der Leiterplatte läßt sich besser als Massefläche nutzen, da auch hier die Bohrungen und Aussparungen für die Bauteile-Anschlüsse wegfallen. Der Vergleich der beiden Lay-

outs zeigt den wesentlich kleineren Aufbau, aus dem die entsprechend kürzeren Leitungen und die wesentlich kleineren Kontaktflächen deutlich werden. Die günstigeren Bedingungen für die Massefläche werden sicher auch noch zum Erfolg der SMT-Schaltung beitragen.

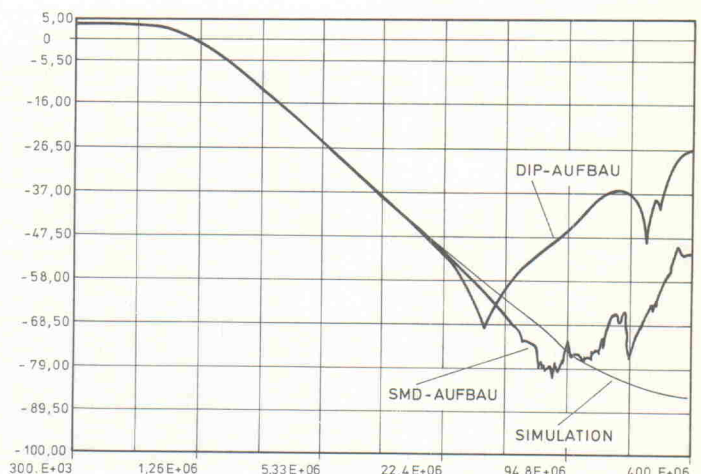
Vergleicht man in Bild 5 SMD- und DIP-Aufbau mit der Simulation bei identischer Slewrate, zeigen sich deutlich die Vorteile, die SMT nicht nur bezüglich der besseren HF-Eigenschaften, sondern auch wegen der besseren Berechenbarkeit der Schaltung hat. Diesem wichtigen Kostenfaktor wird zukünftig durch geeignete PSPICE-Modelle der Operationsverstärker immer mehr Rechnung getragen werden.

#### Literatur

- [1] Burr-Brown, *Operational Amplifiers*, S. 289 f.
- [2] Siemens, *Bauelemente 4. Auflage*, S. 502



**Bild 4. Simulation der Schaltung, die mit Induktivitäten ergänzt wurde.**



**Bild 5. Vergleich SMD-, DIL-Aufbau und Simulation.**



In Osnabrück hatte man sich zu einem in mehrfacher Hinsicht beachtenswerten Experiment entschlossen: 'KlangArt', ein kulturelles Vielschichtmodell, das die Ebenen Konzert, wissenschaftliche Arbeit und elektronische Fachausstellung umfaßt. Anders als viele musiktechnische Großveranstaltungen gingen die Planer von der Konzeption aus, das Thema Musikelektronik von möglichst vielen Seiten anzugehen. Folgerichtig enthielt das Programm völlig unterschiedliche Angebote, die sich mit Musik und musikalischer Technik allgemein auseinandersetzen.

Für die Praktiker besonders interessant waren die Workshops, die von namhaften Fachleuten gestaltet wurden und so verschiedene Themenbereiche umfaßten wie Video-Tonbearbeitung, Umgang mit Midi-Equipment bis hin zu algorithmischen Kompositionsverfahren. Dort stand ein kurzes Programm in GFA-BASIC stellvertretend für die ungleich komplizierteren Modelle der Kompositions- und Arrangement-Software.

## Historischer Augenblick

Geschichte aus erster Hand vermittelt der Auftritt von Oskar Sala. Der 81jährige Musiker und Techniker ging bereits 1930 mit seinem 'Trautonium' in die elektronische Musikgeschichte ein und erwies sich trotz seiner Jahre als agiler und kreativer Künstler. Für die meisten Besucher dürfte es das erste Mal gewesen sein, sein seltsames und einzigartiges Instrument live zu sehen und zu hören.

Das Trautonium basiert auf manchen Schaltungsprinzipien, die später unter klangvollen Namen in den Prospekten der Elektronik-Instrumentenbauer erscheinen sollten. Zur Klangerzeugung benutzt Sala einen Sägezahn-Oszillator, der die höchsten zur Verfügung stehenden Töne erzeugt und so den Tonraum nach oben hin abgrenzt – später hieß das beispielsweise 'Top-Oktav-Synthesizer'. Aus diesen 'Leittönen' entstehen



# Begegnung der klanglichen

**KlangArt, die dreidimensionale Veranstaltung**

**Ulrich Hilgefort**

**Außerhalb der eingelaufenen Pfade wollte man sich bewegen – die vielfältigen Wege der Musikelektronik aufzeigen: praktisch zum Anfassen, im Konzert und aus wissenschaftlicher Sicht. In Osnabrück stand somit auch die Lebensberechtigung einer Technik zur Diskussion, die bei manchen Anwendern zum Selbstzweck verkommen ist.**

durch Frequenzteilung die Subharmonischen, die spiegelbildlich zu den Obertönen verlaufen und mit denen das Mixtur-Trautonium seine Akkorde bildet.

Auch das Prinzip der Spannungs-Steuerung, das später die technische Grundlage für

den Moog-Synthesizer bildete, findet sich in diesem Großvater der Musikelektronik. Denn die beiden Saiten, die – zusammen mit zwei 'mehrwegigen' Fußpedalen – dem Instrumentalisten als Steuerungs-Organ dienen, liefern eine der Griffstellung der Finger proportion-



**Der Stand von Steinberg Research. Im Gegensatz zu Massenveranstaltungen wie Musikmesse Frankfurt war in Osnabrück Raum für ein fachliches Gespräch.**

nale Steuergröße, die den angeschlossenen Tonerzeuger beeinflusst. Aus der Kombination von Saiten-Steuerung und Akkordfähigkeit resultieren die seltsamen, manchmal entfernt einem Streichorchester ähnlichen Klänge, die zum Beispiel in Alfred Hitchcock's Film 'Die Vögel' für

das adäquate akustische Ambiente sorgen.

Das Mixtur-Trautonium – übrigens weltweit nur noch zweimal vorhanden und funktionsfähig – verlangt eine völlig eigenständige Spielweise, die an eine Kreuzung aus Violine und Orgel erinnert. Der Pionier Sala ist jedoch der einzige Musiker, der das komplizierte Instrument meistert. Deshalb dürften die Aussichten für die Zukunft des Urahns heutiger Klangelektronik recht düster aussehen.

## Avantgardistische Technik – altbekannte Klänge

Mit großem Show-Aufwand präsentierte sich das 'Blue Chip Orchestra' aus Österreich. Zusammen mit drei Musikern produzierte Hubert Bognermayr – einer der Mitbegründer der Linzer 'Ars Electronica' – ein fast durchweg konventionelles Klangbild, das über weite Strecken kaum revolutionärer als die Musik von Richard Strauß ausfiel. Statt hörbarer Neuheiten fand das Publikum einen altorförmigen Bühnenaufbau, in dessen Mittelpunkt die 'Mirror-Percussion' stand – Schlagzeug-Pads zur Midi-Steuerung verschiedener Drum-Sampler, die in sechseckige, mit Spiegeln verkleidete Gehäuse eingebaut sind. Dazu paßt die 'Ultraschall-Harfe'; ihre äußerliche Erscheinung läßt auf ein futuristisches Musikgerät schließen, sie erzeugt aber nur diffuse Klangwolken.

Wer den in der Nähe des Konzertsaaes parkenden 'Klang-SuchBus' des Blue Chip Orchestras vor dem Hintergrund des im Konzert Gehörten sah, wird zum selben Schluß kommen: Der kreative Mittelpunkt des 'digitalphilharmonischen Orchesters' scheint eher im Bereich großartiger Wortschöpfungen zu liegen.



Wie perfekt der Umgang mit leistungsfähiger Musikelektronik aussehen kann, belegte der Auftritt Klaus Doldingers, der trotz des verregneten Open-Air-Konzerts sein Publikum begeisterte. Und wie sinnlos bisweilen der Einsatz von Elektronik wirken kann, bewiesen die 'Einstürzenden Neubauten', die ihr P. A.-System wie das Publikum hoffnungslos überfahren: Die produzierten Lautstärken wirkten in der Tat wie eine spürbare Bedrohung.

Mit Karlheinz Stockhausen war schließlich die musikalische Avantgarde repräsentiert. Sein Prinzip, die klangliche Ebene durch die Raumdimension und die Bewegung der Klänge darin zu erweitern, illustrierten nicht nur die mit den Mitteln der Studioelektronik produzierten Kompositionen 'Telemusik' und 'Gesang der Jünglinge', die vom Band über eine mehrkanalige Beschallungsanlage aus allen Richtungen das Publikum 'umspülten'.

Tatsächlich offenbarten diese beiden Stücke, daß die überwiegende Nutzung der heutigen modernen Klangerzeugertechnik – mit Ausnahme einiger weniger 'typischer' Synthesizersounds – im wesentlichen bei der Reproduktion bekannter Klänge stehengeblieben ist; die stetig steigende Zahl der die Musikproduktion beherrschenden Sampler belegt diesen Trend.

## Pfeifenorgel-Spitzfindigkeiten

Zu einem verhaltenen Duell zwischen den Befürwortern der Pfeifenorgelbaukunst und der Gilde der Elektronik-Organbauer geriet eine Podiumsdiskussion zum Thema 'Pfeifen contra Elektronen?' Auch für den Nichtfachmann wurde schnell ersichtlich, daß hier mit recht seltsamen Argumenten von Seiten der Pfeifen-Seite gefochten wurde. Den Versuch, eine klanglich durchaus ansprechende Digital-Elektronenorgel als 'Elektrium' zu bezeichnen – ein abwertender Begriff, der seit Jahren selbst in dieser merkwürdigen Diskussion vom Tisch ist – parierte ein Zuhörer mit der Bemerkung, eine Pfeifenorgel sei vor diesem argumentativen Hintergrund mit 'Luftikum' zu benennen. Auch beharrten die Vertreter der Pfeifen-Befürworter auf dem Standpunkt, eine Elektronenor-



**Eine Weltpremiere: Der Bellmaster II, der sowohl via Midi als auch über eingespeicherte Sequenzen ein großes Glockenspiel steuert.**

**Oskar Sala erläuterte im Rahmen des KlangArt-Kongress sein Mixtur-Trautonium.**

**Karlheinz Stockhausen bei der Probe zu 'Telemusik'.**



gel imitiere nur eine 'echte' Orgel; dabei vergaßen sie, daß gerade die Pfeifenorgel in ihrer langen Geschichte nur zu oft die Klänge anderer Instrumente – bis hin zur Streichergruppe – kopiert hatte.

Für einen Techniker erscheint es unglaublich, mit welchen Vorurteilen einem modernen elektronischen Instrument begegnet wird. Doch verdeutlichte diese Diskussion ein weiteres Mal – und darin erinnert sie an die Streitereien für oder wider die CD –, daß Musik nicht nur etwas mit Hören, Aufzeichnen und Wiedergeben zu tun hat. Sehr oft scheinen wahre Glaubenskriege zwischen den Parteien auszubrechen ...

## Augenschmaus

Ein besonderer Leckerbissen wartete in der Ausstellung nicht nur auf alle Musikelektroniker,

die schon 'etwas länger' dabei sind. Matthias Becker, Fachjournalist und Musiker [1], zeigte aus seiner privaten Sammlung historischer Synthesizer eine große Zahl berühmter Modelle. Glänzende Augen bekam mancher, der sich das große modulare Moog-System ansah – das Modell, mit dem Walter (Wendy) Carlos 'Switched on Bach' einspielte oder mit dem Emerson, Lake & Palmer auftraten. Längst vergessene Exoten waren ebenso zu sehen wie heute noch interessante Geräte, zum Beispiel das PPG-System. Leider hatte Matthias Becker keine Zeit gefunden, die sehenswerte Sammlung auch hörbar zu machen – schade. Von den Veranstaltern war indessen zu vernehmen, daß bei der nächsten KlangArt 1993 dieser Mangel behoben sein wird; entsprechende Gespräche mit Matthias Becker wurden bereits geführt.

Für alle, die sich mit Steuerungssystemen für Glockenspiele befaßt haben, war von der Firma Korfhage aus Melle eine Weltpremiere zu sehen: Ein kleines Steuergerät, das, serienmäßig voll Midi-kompatibel, maximal 99 Sequenzen speichert und mit der Genauigkeit der Atomuhr der PTB Braunschweig (DCF-77) wieder abspielt. Interessierten Fachleuten bot sich die Gelegenheit, ein echtes großes Glockenspiel live via Midi zu spielen.

Bei Yamaha war ein midi-fizierter Flügel zu sehen, das Disk-Klavier. Seinen praktischen Einsatz erlebte der Zuhörer im Konzert von Klarenz Barlow, der den Computer als 'Spielpartner' am Flügel einsetzte. Aus dem von Barlow interpretierten Beethoven-Stück erzeugte das Programm 'Auto-Busk' – zeitweise ganz allein agierend – zum Teil bizarre, kaskadierende Sequenzen in seltsamen harmonischem Gewand, bis es schließlich zusammen mit Barlow das Stück beendete.

## Schlußakkord

Was in der Planungsphase wie im Vorfeld viele Skeptiker auf den Plan gerufen hatte, wurde ein runder Erfolg. KlangArt steht fest auf seinen drei konzeptionellen Beinen, die kulturelle Großveranstaltung fand durchweg viele interessierte Besucher; die Veranstalter zählten 10 000 Gäste, davon 150 Teilnehmer des wissenschaftlichen Kongresses, und mit einer Ausnahme kamen auch die Konzerte gut an. Zwar bleibt genügend Gesprächsstoff, um für kommende Planungen notwendige Verbesserungen zu berücksichtigen. Doch alles in allem ist das Experiment gelungen. Soviel steht fest: In zwei Jahren wird in Osnabrück die nächste KlangArt stattfinden. Man darf gespannt sein.

## Literatur

[1] *Synthesizer von gestern, laufende Serie in der Fachzeitschrift 'Keyboards'*

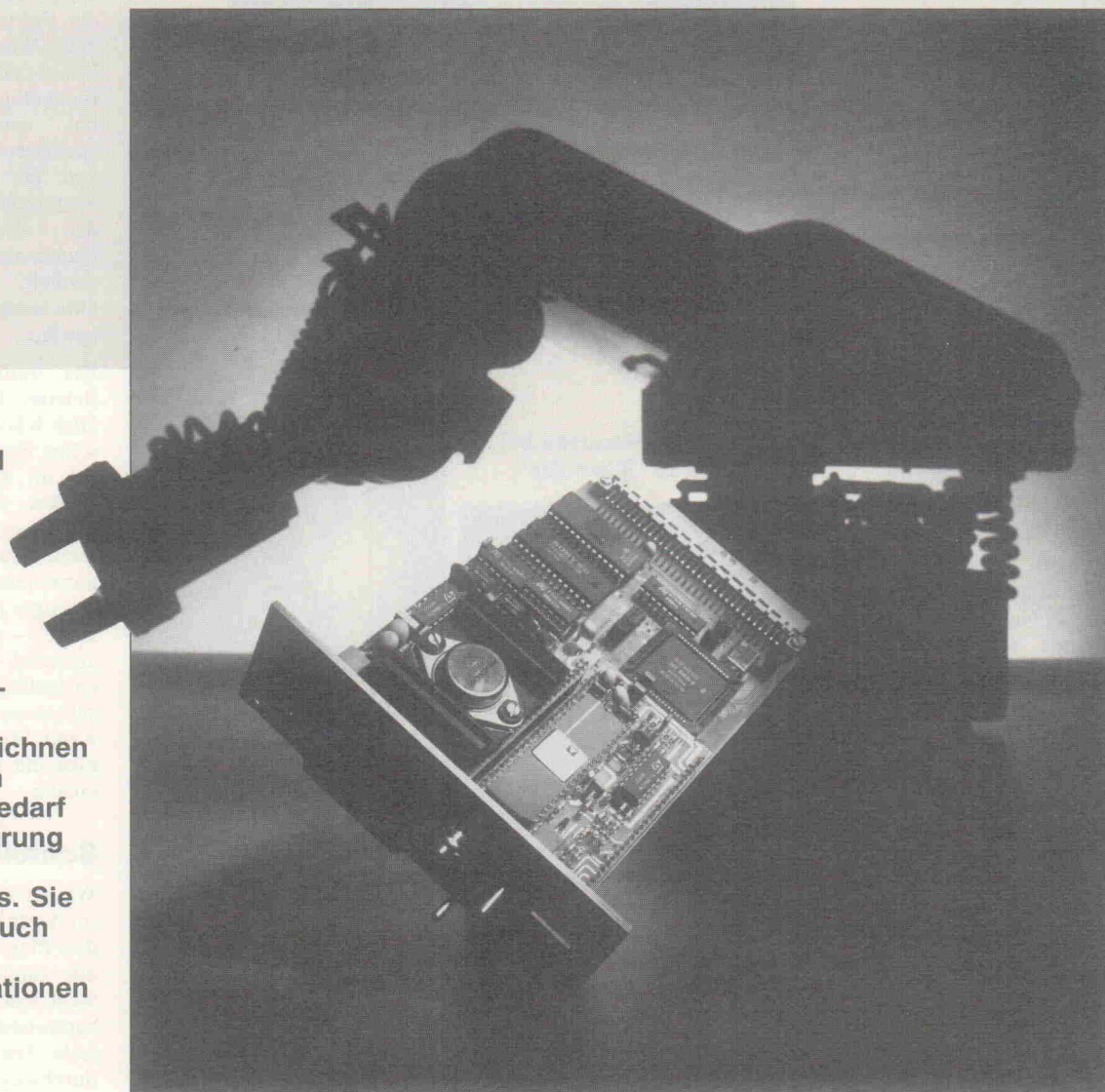


# FlexControl

## Teil 2: R/D-Wandler- und Steuermodul zum Controllerboard

**Ioannis  
Papadimitriou**

Die Anwendungsbaugruppen für FlexControl, Resolver-Digital-Wandler und Steuermodul zeichnen sich durch ihren geringen Platzbedarf und ihre Ausführung als 'Quasi-Bauelement' aus. Sie laden deshalb auch zum Einsatz in anderen Applikationen ein.



**D**as Steuermodul setzt die vom Mikrocontroller gelieferten Werte in ein entsprechendes Stromsignal um und steuert Aktoren wie beispielsweise Servo, Proportional- oder Schaltventile sowie Gleichstrommotoren.

### Ansteuerung von Ventilen

Betrachtet man das Ventil als elektrischen Verbraucher, so läßt es sich durch eine Reihenschaltung eines ohmschen Widerstandes und einer Spule beschreiben (Bild 1).

Eine solche Reihenschaltung wird vorzugsweise mittels einer Stromquelle betrieben, da bei dieser Art der Versorgung der maximale Strom nicht durch den Spannungsabfall am ohmschen Widerstand, sondern durch die Stromquelle bestimmt wird. Die verfügbare Spannung kann also größer sein als der maximale ohmsche Spannungsabfall. Dadurch steht mehr Spannung an der Spule zur Verfügung, was zu einer größeren Stromänderung und damit zu einer schnelleren Aussteuerung des Ventils führt.

Ein Zahlenbeispiel soll dies verdeutlichen: Die Gleichung für die Induktionsspannung lautet:

$$u^L(t) = L(di^L/dt)$$

mit

$$u^L = U_{ges} - i^L(t) \cdot R$$

$$i^L(t) + (L/R) \cdot (di^L(t)/dt) = (U_{ges}/R)$$

somit folgt für den Strom:

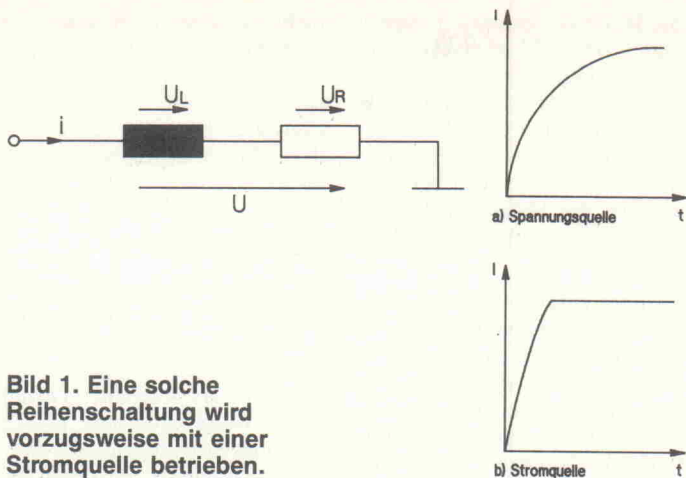
$$i^L(t) = (U_{ges}/R) \cdot (1 - e^{-(2Rt/L)})$$

Nach der Zeit  $t$  umgeformt ergibt sich:

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

Bei Ansteuerung durch eine Stromquelle und unter Zu-





**Bild 1. Eine solche Reihenschaltung wird vorzugsweise mit einer Stromquelle betrieben.**

Grundlegung der folgenden Werte:

$$U_{\text{ges}} = 12 \text{ V},$$

$$R = 9 \Omega$$

$$L = 127 \text{ mH}$$

$$I_{\text{max}} = 0,7 \text{ A}$$

benötigt man demnach zum Erreichen des Maximalstromes eine Anstiegszeit

$$t_{\text{max}} = 10,5 \text{ ms}$$

Bei Ansteuerung durch eine Spannungsquelle kann bei gleichem Maximalstrom die Spannung  $U_{\text{ges}}$  nur 6,3 V betragen. In diesem Fall beträgt die Zeit, bis 99 % des Maximalstroms erreicht sind, bereits 65 ms, wobei der Strom noch lange nicht seinen Endwert erreicht hätte.

Allerdings bringt die Ansteuerung durch eine Stromquelle den Nachteil mit sich, daß in der Endstufe erhebliche Wärmeverluste entstehen können. Auch hierzu ein Zahlenbeispiel: Der maximale Strom des gesteuerten Ventils beträgt 0,7 A bei einem ohmschen Widerstand von  $9 \Omega$ . Daraus ergibt sich die folgende Nennleistung:

$$P_{\text{nenn}} = (0,7 \text{ A})^2 \cdot 9 \Omega = 4,41 \text{ W}$$

Die Endstufe, die 0,7 A liefert, nimmt zur gleichen Zeit 12 V Versorgungsspannung auf, hat also die folgende Leistungsaufnahme:

$$P_{\text{auf}} = 12 \text{ V} \cdot 0,7 \text{ A} = 8,4 \text{ W}$$

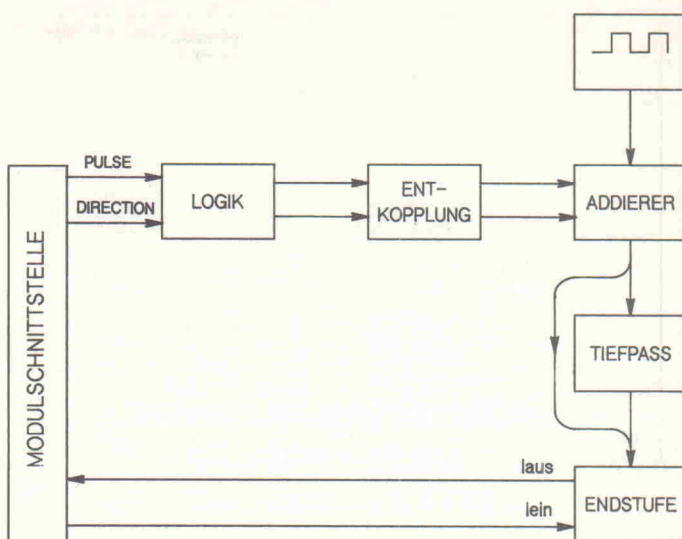
Das bedeutet, daß etwa 4 W als Wärmeverluste abzuführen sind.

Bei dem vorliegenden Steuermodul wurde dieser Nachteil in Kauf genommen, da die Maßnahmen, Verluste zu verringern, gerade bei bipolarer Ansteuerung einen großen Schaltungsaufwand erfordern.

## Das Steuermodul

Das Steuermodul wird mit zwei Signalen ('Pulse' und 'Direction') vom Mikrocontroller angesteuert, die ein pulsbreitenmoduliertes Signal beschreiben (Bild 2).

Dadurch besteht die Möglichkeit, sowohl eine unipolare als auch eine bipolare Pulsbreitenmodulation zu realisieren. Bei unipolarer Ansteuerung wird der Puls an der 'Pulse'-Leitung angelegt; das Signal an der 'Direction'-Leitung bestimmt das Vorzeichen des Ausgangsstroms. Bei bipolarer Ansteuerung, für die die Schaltung vorrangig konzipiert wurde, wird der Puls durch Alternieren des 'Direction'-Signals erzeugt, während das 'Pulse'-Signal als 'enable' verwendet wird. Es ist theoretisch auch eine Misch-



**Bild 2. Das Steuermodul im Blockschaltbild.**

form aus unipolarer und bipolarer Ansteuerung möglich, die allerdings mit dem Mikrocontroller aufwendiger zu realisieren ist und bei den meisten Anwendungen keine Vorteile bringt.

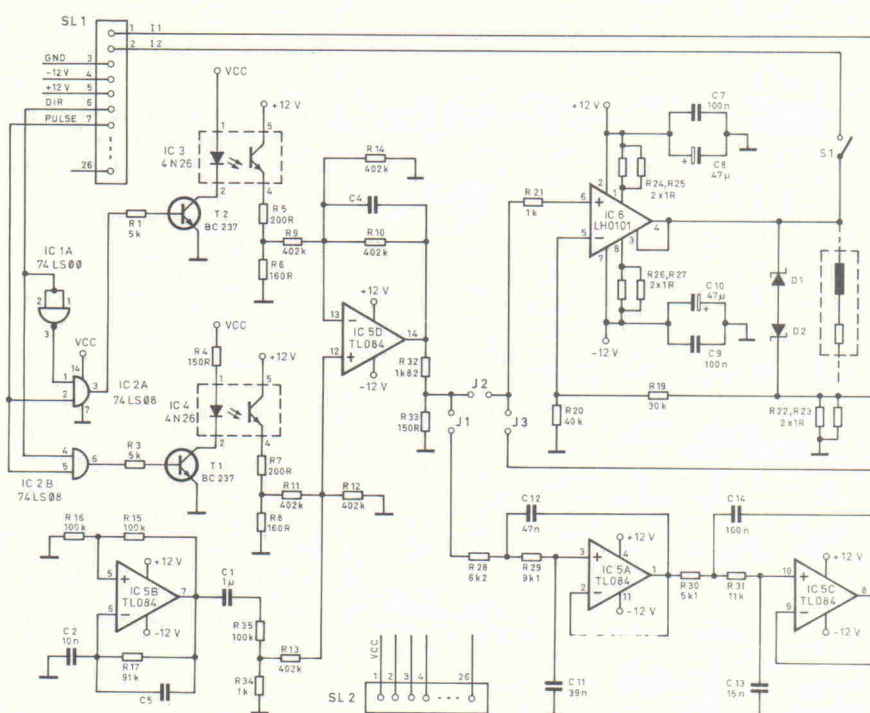
## Logik- und Entkopplungsstufe

Die beiden Signale werden auf Gatter geführt, die entscheiden, ob es sich um eine positive oder negative Ansteuerung handelt und den entsprechenden der beiden Treibertransistoren durchschalten. Den Transistoren sind Optokoppler nachgeschaltet, die die 5-V-Versorgungsspannung der Gatter und

des Mikrocontroller-Boards von der 12-V-Versorgungsspannung der analogen Bauteile trennen sollen (Bild 3).

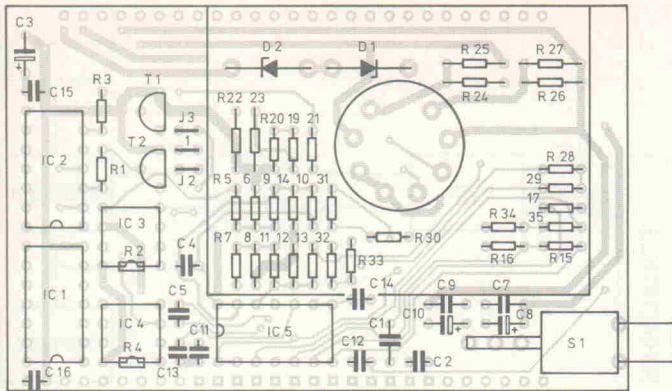
Es sollten möglichst schnelle Optokoppler mit einer Schaltzeit von etwa 2 ms eingesetzt werden. Zwar hat die Schaltzeit bei der Ansteuerung des Ventils, das eine Grenzfrequenz von etwa 100 Hz hat, keinerlei Bedeutung, aber es wird somit die Möglichkeit offengehalten, auch Verbraucher mit besseren dynamischen Eigenschaften anschließen zu können.

Um eine möglichst kurze Schaltzeit der Optokoppler zu erreichen, muß ein relativ großer Strom durch die Leuchtdiode fließen. Die minimale



**Bild 3. Gut für Ströme von  $\pm 2 \text{ A}$ : Mit der Steuerbaugruppe hat man Servo-, Proportional- oder Schaltventile dieser Leistungs-kategorie voll im Griff.**





Die gesamte Steuerbaugruppe findet auf 40 cm<sup>2</sup> 'Grundfläche' Platz.

## Stückliste

### Steuermodul

Halbleiter:		R32	1,82 k $\Omega$
IC1	74LS00	150 $\Omega$	
IC2	74LS08	R34	1 k $\Omega$
IC3, IC4	4N26 (TI)	R35	100 k $\Omega$
IC5	TL084	Kondensatoren:	
IC6	LH0101 (Maxim)	C1, C7, C9,	
T1, T2	BC237	C14, C15, C16	100 nF, Keramik
D1, D2	Zenerdioden, 12 V, 5 W	C2	10 nF, Keramik
Widerstände:		C3	10 $\mu$ F, 12 V Tantal,
R1, R3	5 k $\Omega$	C4	1 pF, Keramik
R2, R4	150 $\Omega$	C5	1 pF, Keramik
R5, R7	200 $\Omega$ , 1 %	C8, C10	47 $\mu$ F, 15 V, Tantal
R6, R8	160 $\Omega$ , 1 %	C11	39 nF, Keramik
R9...R14	402 k $\Omega$ , 1 %	C12	47 nF, Keramik
R15, R16	100 k $\Omega$	C13	15 nF, Keramik
R17	91 $\Omega$	Sonstiges:	
R19	30 k $\Omega$	SL1, SL2	Steckerleisten, 26pol.
R20	40 k $\Omega$	J1, J2, J3	Jumper
R21	1 k $\Omega$	S1	Schalter MS540
R22...R27	1 $\Omega$ , 1%, 0,6 W, Baugröße 2,5 mm $\times$ 6,3 mm		(z. B. A + B Elektronik)
R28	6,2 k $\Omega$	1Fassung HP 3453-T	(Robinson Nugent)
R29	9,1 k $\Omega$	1. Profilkühlkörper,	
R30	5,1 k $\Omega$	37,5 mm $\times$ 50 mm (z. B. Schuricht)	
R31	11 k $\Omega$	1 Platine 'Steuermodul'	

Schaltzeit von 2 ms erreicht man bei einem Diodenstrom von 80 mA. Ein solcher Strom würde an 5 V zu 0,4 W Wärmeverlusten im Begrenzungswiderstand (R2 bzw. R4) führen. Als Kompromiß wurde ein Widerstand von 150  $\Omega$  gewählt, der den Strom auf 33 mA begrenzt. Die Schaltzeit verschlechtert sich bei diesem Strom nur minimal.

Der Treibertransistor liegt am Ausgang eines TTL-Gatters. Er muß bei 'Low'-Pegel, also bei maximal 0,4 V noch sperren, beim 'High'-Pegel von minimal 2,4 V den benötigten Diodenstrom liefern können. Der Typ BC237 hat eine Schwellenspannung von über 0,5 V und eine Stromverstärkung von über

100. Er wird mit einem Begrenzungswiderstand (R1 bzw. R3) von 5 k $\Omega$  betrieben.

Für kurze Schaltzeiten ist es ebenfalls erforderlich, daß der Strom auf der Transistorseite des Optokopplers möglichst groß ist, um den Einfluß der Sperrschichtkapazitäten klein zu halten. Zur Strombegrenzung wurde hier ein Spannungsteiler (R5, R6 bzw. R7, R8) mit zusammen 360  $\Omega$  verwendet, der einen Strom von 18,75 mA zuläßt und eine Spannung von 3 V am Eingang des Subtrahierers liefert.

## Signalgenerator

Durch Reibung tritt am Regelmagnet eine Hysterese auf.

Sie läßt sich reduzieren, indem man den Magnetanker in Schwingungen versetzt. Realisiert wird dies durch ein Dithersignal, das man dem Ansteuerstrom überlagert. Die Grenzfrequenz des Ventils liegt bei etwa 100 Hz, das Dithersignal sollte eine Frequenz von circa 480 Hz haben.

So liegt zusätzlich zu den beiden Ausgangsspannungen der Optokoppler auch noch das Dithersignal an den Eingängen des Subtrahierers. Das Dithersignal wird von einem als Multivibrator beschalteten Operationsverstärker erzeugt, dem ein Hochpaß erster Ordnung nachgeschaltet ist. Er soll eventuell auftretende Gleichanteile ausfiltern, die sich sonst dem Ansteuerstrom des Verbrauchers überlagern würden.

Der Multivibrator besteht aus einem Operationsverstärker, an dessen Eingang die Differenz aus einem Bruchteil der Ausgangsspannung (erzeugt mit R15 und R16) und der Spannung von C2 liegt. Der Kondensator wird über einen weiteren Widerstand (R17) von der Ausgangsspannung aufgeladen.

Ist die Spannung am Kondensator so groß, daß die Differenzspannung das Vorzeichen wechselt, kippt die Ausgangsspannung auf den entgegengesetzten Wert, und der Kondensator lädt sich entgegengesetzt auf. Parallel zum Rückkopplungszweig liegt ein möglichst kleiner Kondensator (wenige pF), der die stets vorhandene Schwingneigung des rückgekoppelten Operationsverstärkers kompensieren soll.

Auf dem Steuermodul wird ein Vierfach-Operationsverstärker verwendet (IC5, TL084). Es handelt sich um einen Standard-Operationsverstärker, der universell einsetzbar ist. Der nachgeschaltete Hochpaß soll einen durch unsymmetrische Ausgangsspannungen entstehenden Gleichanteil, der sich dem Ausgangssignal der Endstufe überlagern würde, ausfiltern. Da es nicht auf eine hohe Güte des erzeugten Signals ankommt, wurde ein passiver Hochpaß 1. Ordnung gewählt. Er ist durch die Reihenschaltung eines Kondensators mit einem Spannungsteiler realisiert. Der Spannungsteiler sollte möglichst niederohmig sein, um den nachgeschalteten Subtrahierer nicht zu beeinflussen, er darf aber auch das Signal

nicht zu sehr verändern. Das Verhältnis des Spannungsteilers bestimmt den Anteil des Rechtecksignals am Ausgang der Endstufe. Es sollte etwa 3 % des Maximalwertes ausmachen.

## Subtrahierer

Die beiden positiven Ausgangsspannungen der Optokoppler werden über Spannungsteiler auf die beiden Eingänge eines Subtrahierers geschaltet. Da auf diese Weise eine der beiden Eingangsspannungen sein Vorzeichen wechselt, entspricht die Ausgangsspannung des Subtrahierers dem bipolaren, pulsbreitenmodulierten Signal. Der Subtrahierer ist durch einen Operationsverstärker und ein Widerstandsnetzwerk realisiert.

Er ist hochohmig beschaltet, um die Spannungsteiler an den Eingängen nicht zu beeinflussen. Der Operationsverstärker muß aus diesem Grund möglichst hochohmig sein. Der TL084 erfüllt diese Voraussetzung. Ebenso wie der Multivibrator benötigt der Subtrahierer einen kleinen Kondensator in der Rückführung, um Überschwüngen zu vermeiden. Die Verstärkung des Subtrahierers ist normalerweise 1, sie ist aber mit dem Spannungsteiler R32, R33 änderbar. Zu beachten ist, daß der Subtrahierer symmetrisch beschaltet sein muß.

Das Ausgangssignal des Subtrahierers kann nun über einen Spannungsteiler wahlweise direkt auf den Eingang der Endstufe geschaltet oder vorher gefiltert werden. Dazu steht ein Butterworth-Tiefpaß 4. Ordnung zur Verfügung, der als ein aktives Filter mit zwei Operationsverstärkern realisiert ist. Butterworth-Tiefpässe haben ein konstantes Übertragungsverhalten im Durchlaßbereich. Ihre Verstärkung nimmt in der Nähe der Grenzfrequenz relativ schnell ab.

Die Grenzfrequenz dieses Filters beträgt 500 Hz, so daß die Grundwelle des Dithersignals noch übertragen wird, vom pulsbreitenmodulierten Signal jedoch nur der Gleichanteil. Es ist mit einem Jumper zuschaltbar.

## Endstufe

Die Endstufe besteht aus einem Leistungsoperationsverstärker und den zur Stromregulierung



notwendigen Widerständen. Der Verbraucher wird in Reihe zu einem der Begrenzungswiderstände geschaltet. Er liegt auf keinem festem Potential und benötigt zwei Versorgungsleitungen, die über das Mikrocontroller-Modul herausgeführt werden müssen. Dies ist ein Nachteil, der im Hinblick auf den relativ geringen Schaltungsaufwand und die hohe Stabilität, die sich aus dieser Lösung ergibt, in Kauf genommen wurde. Parallel zum Verbraucher sind zwei gegengekoppelte Zenerdioden geschaltet, die die Spannung auf die Größe der Versorgungsspannung begrenzen und damit den Verstärkerausgang vor Überspannungen schützen, die sich durch große Stromänderungen in der Spule des Verbrauchers ergeben können. Der Ausgangsstrom der Endstufe ist der Eingangsspannung proportional. Den Proportionalitätsfaktor legen die Widerstände fest.

Als Verstärker kommt der Leistungsoperationsverstärker LH0101 der Firma Maxim zum Einsatz, der in einem 8poligen TO3-Gehäuse geliefert wird. Er kann einen Nennstrom von  $\pm 2\text{ A}$  ( $\pm 5\text{ A max.}$ ) abgeben und wurde speziell zur Ansteuerung von Servomotoren entwickelt, hat also eine geringe Schwingneigung bei induktiver Belastung.

Die Parallelschaltung R22, R23 und die Reihenschaltung R19, R20 bestimmen die Verstärkung der Endstufe. R22 und R23 sind in Reihe zur Last geschaltet und werden vom Laststrom durchflossen. Aus diesem Grund sollten sie so klein wie möglich sein, um die Wärmeverluste gering zu halten. Da ein  $0,5\text{-}\Omega$ -Widerstand mit 1 % Toleranz und kleinen Abmessungen kaum erhältlich ist, wurde eine Parallelschaltung von zwei Widerständen mit je 1 W vorgesehen.

Der Ausgangsstrom stellt sich so ein, daß die Spannung an R20 der Eingangsspannung der Endstufe entspricht, also die Spannung am Eingang des OP gegen null geht. Hierbei gilt die folgende Beziehung:

$$I_{\text{aus}} = \frac{1}{(1/R22)/(R23) \cdot (1+(R19/R20))} \cdot U_{\text{ein}}$$

Die Widerstände R20 und R21 werden vom Hersteller mit  $R20 = 10\text{ k}\Omega$  und  $R21 = 1\text{ k}\Omega$  empfohlen, um die Eingänge des Verstärkers zu schützen.

Bei Verwendung der Werte:

$$R21 = 1\text{ k}\Omega$$

$$R20 = 40\text{ k}\Omega$$

$$R19 = 30\text{ k}\Omega$$

$$R22 = R23 = 1\text{ }\Omega$$

ergibt sich

$$I_{\text{aus}} = 3,5 \cdot (1/R) \cdot U_{\text{ein}}$$

Unabhängig von der äußeren Beschaltung ist der Verstärker mit einer Strombegrenzung zu versehen. Dazu sind zwei Leitungen für Begrenzungswiderstände herausgeführt. Die Dimensionierungsvorschrift lautet:

$$I_{\text{SC}} = (0,6/R_{\text{SC}})$$

Folgende Gleichung beschreibt die auftretende Wärmeentwicklung:

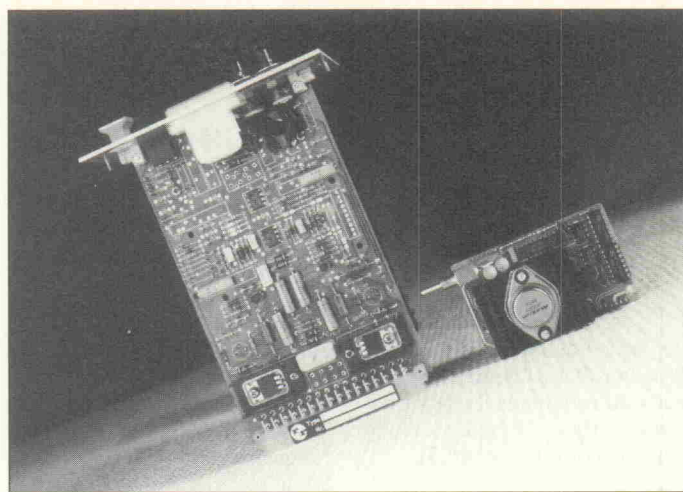
$$I_{\text{SC}} = (0,36 \cdot V^2/R_{\text{SC}})$$

Auch hier wurde eine Parallelschaltung zweier 1-W-Widerstände gewählt, die den Strom auf 1,2 A begrenzen. Die Wärmeverluste betragen dabei 0,72 W. Die verwendeten Widerstände können jeweils eine Leistung von 0,6 W aufnehmen.

Zum Abblocken der Betriebsspannung und zur Vermeidung von Störsignalen empfiehlt der Hersteller die Verwendung von  $47\text{-}\mu\text{F}$ -Tantal-Elkos und  $100\text{-nF}$ -Keramik-Kondensatoren.

Parallel zum Verbraucher sind zwei Zenerdioden gegenpolig in Reihe geschaltet, die den Ausgang des Operationsverstärkers vor Überspannungen schützen sollen. Bei einem Abschalten des Stroms kann die in der Spule des Verbrauchers gespeicherte Energie an einer der beiden Zenerdioden verbraucht werden. Die Zenerspannung der Dioden beträgt entsprechend der Betriebsspannung 12 V. Da in jeweils einer der Dioden kurzzeitig eine erhebliche Leistung abfallen kann ( $0,7\text{ A} \cdot 12\text{ V} = 8,4\text{ W}$ ), müssen sie ausreichend dimensioniert sein. Die verwendeten Dioden sind für 5 W Leistungsaufnahme geeignet. Ebenso muß der Schalter S1 für den maximal möglichen Strom geeignet sein. Der hier verwendete Typ ist für einen Strom von 6 A bei 125 V ausgelegt.

In der Endstufe treten bis zu 4 W Wärmeverluste auf, die über einen Kühlkörper abgeführt werden müssen. Der Kühlkörper hat einen Widerstand von 11 K/W bei un-



**Bild 4. Größenordnung: Eine ältere Steuerbaugruppe im Vergleich mit dem FlexControl-Modul. Die Leistungsdaten sind annähernd gleich.**

bewegter Luft, erwärmt sich also um bis zu  $44\text{ }^\circ\text{C}$ . Bei einer Umgebungstemperatur von  $30\text{ }^\circ\text{C}$  kann die Temperatur im Operationsverstärker auf etwa  $75\text{ }^\circ\text{C}$  steigen. Sein Arbeitsbereich ist mit  $0\text{ }^\circ\text{C} \dots 125\text{ }^\circ\text{C}$  angegeben.

## Temperaturverhalten

Aufgrund der kompakten Bauweise hat die Erwärmung des OP zur Folge, daß der überwiegende Teil der Widerstände, die sich auf dem Modul befinden, ebenfalls erwärmt wird.

Da die Dimensionierung sämtlicher Baugruppen über die Widerstände erfolgt, bringt die Erwärmung eine Änderung des Ausgangsstromes mit sich. Durch Messungen wurde ermittelt, daß der Ausgangsstrom bei maximaler Belastung um etwa 3 % zurückgeht. Diese Abweichung sollte kein Problem darstellen, da es sich bei dem Steuermodul um einen Teil eines geschlossenen Regelsystems handelt. Weil die Temperatur und die daraus resultierende Abweichung der Ausgangsgröße im Vergleich zur Dynamik der Regelstrecke eine langsam veränderliche Größe ist, sollte sie ohne weitere Maßnahmen vom Regelalgorithmus auszugleichen sein.

Falls eine so große Abweichung des Ausgangsstromes

dennoch nicht tolerierbar ist, könnte man erwägen, den Operationsverstärker der Endstufe zum Beispiel auf der Frontplatte des Einschubes unterzubringen, wo er keine Erwärmung der Widerstände bewirken könnte.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich bei der genannten Abweichung um einen Maximalwert handelt, der sich nur bei ständigem Vollastbetrieb ergeben kann. Da im stationären Zustand des Verbrauchers die Verlustleistung der Endstufe annähernd Null ist, kann man im normalen Betrieb von einer deutlich kleineren Abweichung ausgehen. Bild 4 zeigt einen Vergleich des Steuermoduls mit einer ähnlichen analogen Realisierung.

## Das Meßwertmodul

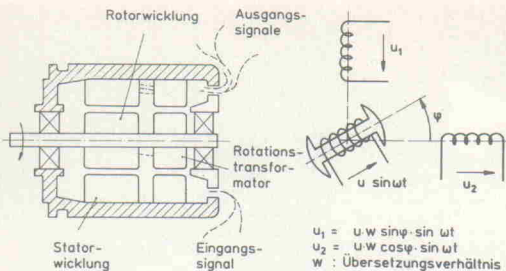
Das Meßwertmodul hat die Aufgabe, die Positionsdaten der Regelstrecke (z. B. einer Achse), die ein Winkelaufnehmer erzeugt, zu empfangen und in eine für den Mikrocontroller verwertbare Form umzuwandeln.

Bei Winkelaufnehmern unterscheidet man zwei Gruppen: inkrementale und absolute. Inkrementale Aufnehmer setzen die Drehbewegung einer Achse in Impulse um und arbeiten vorwiegend optoelektronisch. Diese Systeme haben zwei wesentliche Nachteile:

- Beim Einschalten ist die absolute Position nicht bekannt.
- Durch elektrische Störungen kann die Impulsform so verändert werden, daß Falschzählungen entstehen.

Aus diesen Gründen wird die Bewegung des Motors von einem absolut messenden Resol-





**Bild 5. Das Prinzip: Lageerkennung mittels Resolver.**

ver aufgenommen und dem Mikrocontroller zugeführt. Resolver sind rotierende Transformatoren, deren Primärwicklung einen Rotor bildet (Bild 5).

Zwei Sekundärwicklungen bilden den Stator und sind um  $90^\circ$  versetzt. Die Primärspannung wird über einen zweiten Trafo, der ebenfalls im Gehäuse

eingebaut ist, zur Rotorwicklung übertragen. Der Rotorwicklung induziert man ein Wechselstromsignal mit einer Frequenz von 400 Hz...10 kHz. Dreht sich der Rotor, so werden die Spannungen in den beiden Statorwicklungen proportional zum Sinus beziehungsweise zum Cosinus des Drehwinkels moduliert. Das Verhältnis der

Amplitude dieser Signale ist ein Maß für die Winkelposition.

Ein Resolver arbeitet sehr präzise. Die Abweichungen, die sich im Resolver ergeben, sind je nach Typ mit 3'...10' angegeben, betragen also 0,014 % ...0,046 %.

Die Auswertung der Signale übernimmt ein Resolver/Digital-Wandler (RDW). Moderne RDW liefern sowohl die Position als auch die Geschwindigkeit. Der Geschwindigkeitsmeßbereich des Aufnehmers ist durch externe Beschaltung des Wandlers einstellbar.

## Resolver/Digital-Wandler

Als Resolver/Digital-Wandler wurde der Typ 2S80 von Analog Devices ausgewählt. Er benötigt als Eingangsgrößen jeweils ein Referenz-, Sinus- und Cosinus-Signal. Aus ihnen generiert er ein bis zu 16 Bit breites digitales Ausgangswort, das die Position des Resolvers beschreibt sowie ein analoges Ausgangssignal, das der Geschwindigkeit entspricht, mit der sich der Resolver dreht.

Das Referenzsignal ist dasselbe, das auch an der Erregerspule des Resolvers anliegt. Es wird benötigt, um dem Sinus- und Cosinus-Signal einen Maximalbetrag zuordnen zu können. Die Güte des Referenzsignals hat hierbei nur geringen Einfluß auf die Meßgenauigkeit, da die Wandlung praktisch ohne Verzögerung erfolgt. Allerdings sollte man darauf achten, daß die Amplitude innerhalb einer Toleranz von 5 % bleibt, um eine korrekte Konvertierung zu gewährleisten. Die Breite des Ausgangswortes kann mittels zweier Bits (SC1, SC2) auf 10, 12, 14 und 16 Bit festgelegt werden. Auf diese Weise ist die Wortbreite den Anforderungen des Anwenders anpaßbar.

Die Konvertierung der Eingangsdaten erfolgt kontinuierlich. Durch ein 'High' an der Inhibit-Leitung gelangt das Wandlungsergebnis in das Ausgangsregister, wo es nach etwa 600 ns anliegt. Während des Lesezugriffs sollte die Inhibit-Leitung auf 'Low' liegen, um ein Update des Ausgangsregisters während des Lesevorgangs auszuschließen.

Der R/D-Wandler kann Geschwindigkeiten bis zu 62 400 U/min folgen. Das erzeugte Geschwindigkeitssignal nimmt dann Werte zwischen -9 V und +9 V an. Der Einsatz eines Resolvers mit dieser Meßspanne ist allerdings unüblich. Würde man generell diesen Wert zugrunde legen, käme man bei einer Maximalgeschwindigkeit von beispielsweise 50 U/min nicht über ein Geschwindigkeitssignal von wenigen mV hinaus. Aus diesem Grund muß der Schaltkreis, der die Geschwindigkeit ermittelt, durch äußere Beschaltung des R/D-Wandlers den Anforderungen entsprechend dimensioniert sein.  $\pm 9$  V werden dann bei der zugrunde gelegten Maximalgeschwindigkeit erreicht.

Bild 6 im Kasten 'Der 2S80 im Detail' zeigt das Blockschaltbild des RDW. Die Funktionen der einzelnen Baugruppen werden kurz beschrieben. Die ausführlichen Dimensionierungsvorschriften können bei Bedarf den Datenblättern des 2S80 von Analog Devices entnommen werden.

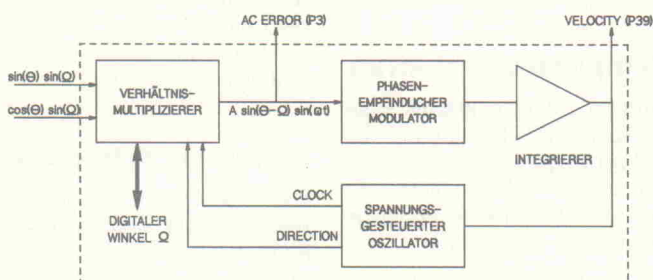
## Versorgung des R/D-Wandlers

Die Versorgungsleitungen betreffend soll an dieser Stelle auf eine wesentliche Schutzmaßnahme hingewiesen werden: Beim R/D-Wandler 2S80 tritt ein Problem auf, das schwerwiegende Folgen haben kann.

## Der 2S80 im Detail

### Verhältnis-Multiplizierer

Der R/D-Wandler stellt einen geschlossenen Kreis dar. Die Eingangsdaten vom Resolver werden vom Multiplizierer konvertiert und mit dem aktuellen Inhalt des 16 Bit breiten Registers verglichen. Das dabei entstehende Fehlersignal ist ein moduliertes Signal. Es ist der Sinus aus der Differenz zwischen neuem und altem Winkel, der auf eine sinusförmige Trägerfrequenz moduliert ist. Die Frequenz ist gleich der Referenzfrequenz. Dieses Signal wird in einem extern vorzusehenden Hf-Tiefpaß gefiltert, um hochfrequente Störungen zu unterdrücken.



**Bild 6. Der R/D-Wandler 2S80 im Blockschaltbild.**

### Phasenempfindlicher Demodulator

Der Demodulator bekommt als Eingangssignale das geglättete Fehler-Signal und das Referenzsignal, das extern angepaßt werden muß. Daraus wird ein Ausgangssignal erzeugt, das in Phase zur Referenzspannung und proportional zum Positionsfehler des Wandlers ist.

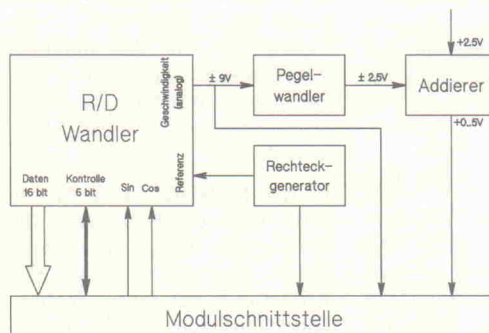
### Integrierer

Das Ausgangssignal des Demodulators wird aufintegriert. Die Dynamik des Integrierers muß man extern festlegen.

### Spannungsgesteuerter Oszillator

Die Ausgangsspannung des Integrierers entspricht dem Positionsfehler, der im Oszillator mit zwei Schwellenwerten verglichen wird. Bei Erreichen eines Schwellenwertes sendet der Oszillator ein Signal an den Zähler, das den Registerinhalt inkrementiert oder dekrementiert. Gleichzeitig wird der Integrierer zurückgesetzt. Dieser Kreislauf paßt die im Register gespeicherte Position an die ermittelte Resolver-Position an.

**Bild 7. Die Funktionsbaugruppen des Meßwertmoduls.**





**Bild 8.**  
**Unsymmetrien beim**  
**Zuschalten der**  
**Betriebsspannung nimmt**  
**der 2S80 übel, deshalb sind**  
**die Bauelemente an den**  
**Pins 8 und 36 für ihn**  
**überlebenswichtig.**

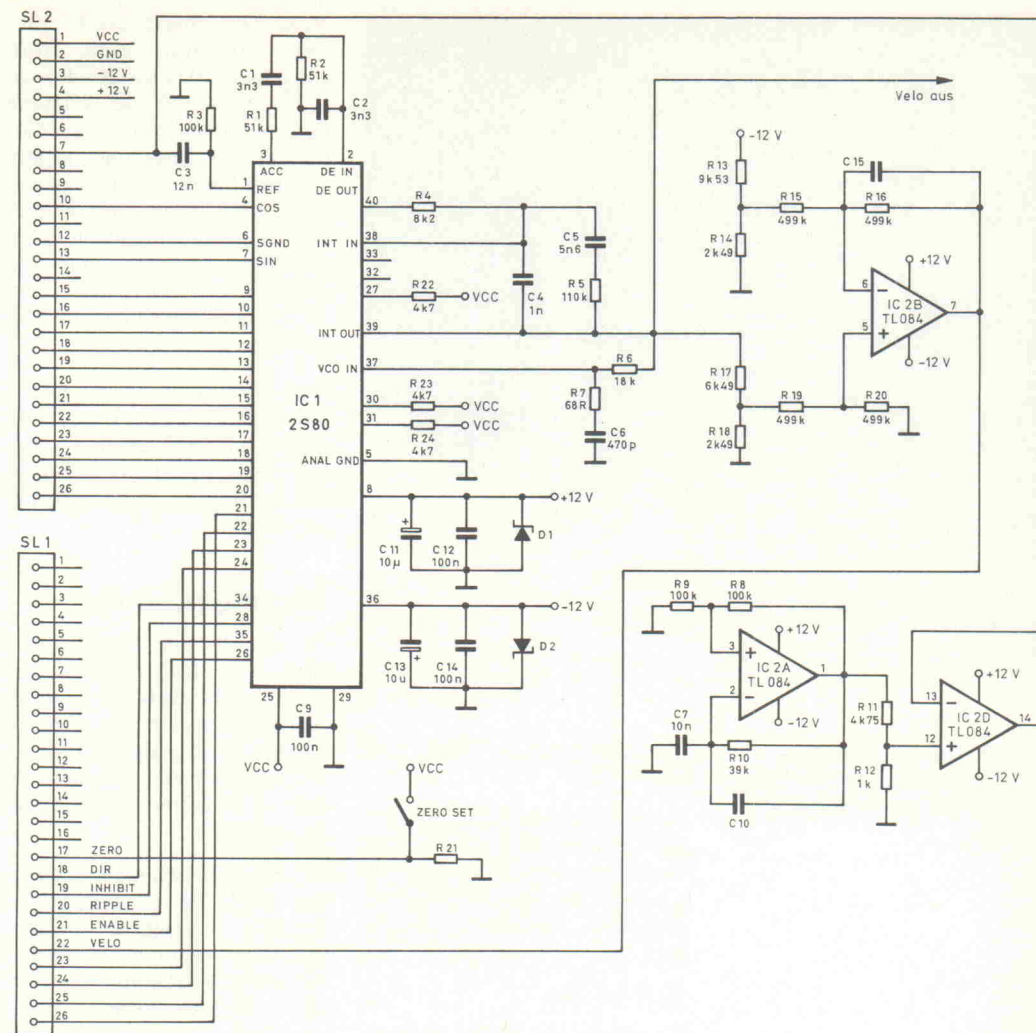
Wenn beim Einschalten der Stromversorgung die positive Versorgungsspannung vor der negativen anliegt, kann es zum Durchschalten parasitärer Transistoren kommen. Diese Transistoren ermöglichen einen Stromfluß von mehreren Ampere zwischen +12 V und GND und führen zur Zerstörung des Wandlers. Diese Gefahr sollte nicht unterschätzt werden, da die Verzögerung zwischen dem Anliegen der Versorgung dabei keineswegs in der Größenordnung mehrerer Sekunden liegen muß.

Zum Schutz des Wandlers wurden den folgenden Maßnahmen getroffen: Parallel zu den Blockkondensatoren (100 nF und 10 µF) sind zwischen -12 V und GND sowie zwischen +12 V und GND Schottkydioden gelegt (Bild 8).

Die Dioden verhindern, daß das Substrat des -12-V-Anschlusses auf ein positives Potential laufen kann, wenn die Stromversorgung eingeschaltet wird oder versehentlich nur die +12-V-Leitung anliegt.

Die Kondensatoren verhindern große Spannungsänderungen, die ähnliche Probleme verursachen können.

Aufgrund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des Resol-



vers ist es notwendig, durch äußere Beschaltung den R/D-Wandler an die gewünschten Anforderungen anzupassen.

Den aufgeführten Rechnungen liegen die Dimensionierungsvorschriften aus den Datenblättern des Herstellers zugrunde. Folgende Randbedingungen sind dabei festgelegt:

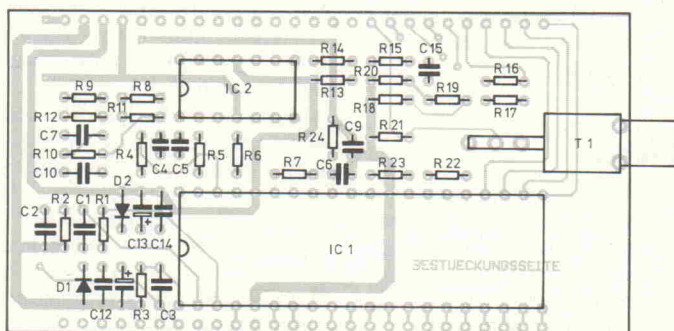
- gesamte Bandbreite:  
 $f_{BW} = 300 \text{ Hz}$
- Referenzfrequenz:  
 $f_{ref} = 1000 \text{ Hz}$

- Resolver-Geschwindigkeit:  
 $V_{max} = 50 \text{ U/s}$
- Auflösung: 16 Bit

Dimensionierung des Hf-Filters: Es hat, wie schon erwähnt

wurde, die Aufgabe, hochfrequente Störsignale aus dem Fehlersignal herauszufiltern, bevor es im Verhältnis-Multiplizierer weiterverarbeitet wird. Die Einstellung der Grenzfrequenz

### Bestückungsplan des Meßwertmoduls.

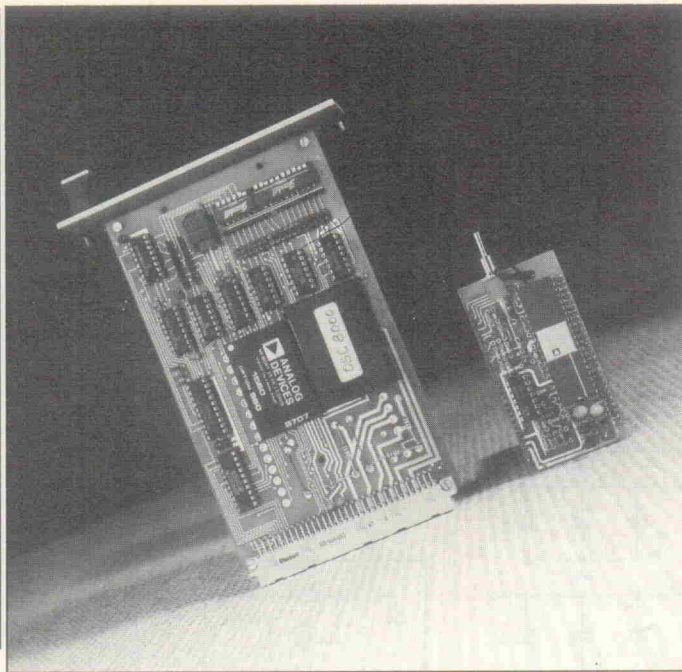


### Stückliste

#### Meßwertmodul

Halbleiter:		R15, R16, R19, R20	499 kΩ
IC1	R/D-Wandler 2S80 (Analog Devices)	R17	6,49 kΩ
IC2	TL084	R21	4,75 kΩ
D1, D2	1N4148	R22...R24	4,75 kΩ
Widerstände:		Kondensatoren:	
(Alle Metallfilm,		C1, C2	3,3 nF, Keramik
Baugröße 1,6 mm × 3,6 mm, 1 %)		C3	100 nF, Keramik
R1, R2	51 kΩ	C4	1 nF, Keramik
R3	100 kΩ	C5	5,6 nF, Keramik
R4	8,2 kΩ	C6	470 pF, Keramik
R5	110 kΩ	C9	100 nF, Keramik
R6	18 kΩ	C15	1 pF, Keramik
R7	68 Ω	C7	10 nF, Keramik
R8, R9	100 kΩ	C10	1 pF, Keramik
R10	39 kΩ	C11, C13	10 µF, 15 V, Tantal
R11	4,75 kΩ	C12, C14	100 nF, Keramik
R12	1 kΩ	T1	Taster MS 541
R13	9,53 kΩ		(z. B. A + B Elektronik)
R14, R18	2,49 kΩ	1	40pol. IC-Fassung
		1	Platine 'R/D-Modul'





**Bild 9. Das FlexControl-Meßwertmodul im Vergleich mit einer konventionellen Lösung.**

quenz erfolgt durch die Bauelemente R1, R2, C1, C2. Mit  $R1 = R2$  folgt für die Kondensatoren:

$$C1 = C2 = (1/2 \cdot \Pi \cdot R1 \cdot f_{ref})$$

Skalierungs-Widerstand: Er dient zur Skalierung des Fehlersignals vor dem Aufintegrieren. Der Skalierungsfaktor ist abhängig von der gewählten Auflösung.

$$R4 = (EP7v/300 \cdot 10^{-9})$$

mit

$$EP7v = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

für 16 Bit Auflösung.

Kopplung der Referenzspannung: Verhindert eine Phasenverschiebung am Referenzeingang und wird mit R3 und C3 sichergestellt.

Maximale Tastrate: Die Dimensionierung des Widerstandes R6 ist ausschlaggebend für die Auslegung der maximal erreichbaren Geschwindigkeit.

$$R6 = (5,92 \cdot 10^7/T \cdot p)$$

mit T als maximale Resolver-Geschwindigkeit in U/s und p

als Auflösung in Bit/U, hier also 65536.

Bandbreite des geschlossenen R/D-Wandler-Kreises: Die Bandbreite wird abhängig von  $f_{ref}$  unter Berücksichtigung der folgenden Beziehung festgelegt:

$$f_{ref} > 2,5 \cdot f_{BW}$$

Sie wurde, wie bereits erwähnt, auf 300 Hz festgelegt. Daraus ergeben sich folgende Werte für C4, C5 und R5:

$$C4 = (20,2 \cdot 10^{-3}/R6 \cdot f_{BW})$$

$$C5 = 5 \cdot C4$$

$$R5 = (4/2 \cdot \Pi \cdot f_{BW} \cdot C5)$$

Phasenkompensation: Zur Phasenkompensation des spannungsgesteuerten Oszillators sollten die folgenden Werte für C6 und R7 verwendet werden:

$$C6 = 470 \text{ pF}, R7 = 68 \Omega$$

## Subtraktion

Der R/D-Wandler liefert ein Geschwindigkeitssignal von  $\pm 9 \text{ V}$ . Dieses Signal soll der Mikrocontroller verarbeiten. Sein integrierter A/D-Wandler kann jedoch nur Werte zwischen 0 V und 5 V konvertieren. Für die Wandlung des Geschwindigkeitssignals ist deshalb ein Subtrahierer, der mit einem Operationsverstärker realisiert wurde, vorgesehen.

Der positive Eingang ist mit einem Spannungsteiler beschaltet, der das Ausgangssignal des R/D-Wandlers auf  $\pm 2,5 \text{ V}$  redu-

ziert. Der invertierende Eingang wird mit einem Spannungsteiler beschaltet, der an  $-12 \text{ V}$  liegt und die benötigte Offsetspannung von  $-2,5 \text{ V}$  liefert. Da die Spannung negativ am invertierenden Eingang anliegt, wird sie im Subtrahierer auf das Geschwindigkeitssignal aufaddiert. Da dieser mit dem Faktor 1 subtrahiert wird, liegt die Ausgangsspannung im Bereich von  $0 \text{ V} \dots 5 \text{ V}$ .

Das Widerstandsnetzwerk des Subtrahierers sollte hochohmig gegenüber den Spannungsteilern sein, damit der gegenseitige Einfluß möglichst gering bleibt.

## Signalgenerator

Da sowohl der Resolver als auch der R/D-Wandler mit einem Rechtecksignal als Referenzspannung arbeiten können, kommt als Signalgenerator ein Multivibrator zum Einsatz, der dem im Steuermodul eingesetzt entspricht.

Da er hier jedoch nicht hochohmig beschaltet ist, sondern den Resolver versorgt, der mehrere mA Strom benötigt, wurde ihm ein weiterer Operationsverstärker als Impedanzwandler nachgeschaltet. Dabei dient ein Spannungsteiler zwischen beiden Verstärkern zur Anpassung der Amplitude. Er teilt sie auf den für den R/D-Wandler empfohlenen Wert von  $1,9 \text{ V}$  herunter.

Die drei auf diesem Modul verwendeten Standard-Operationsverstärker sind in einem Vierfach-Gehäuse untergebracht (TL084). Da bei einer solchen Lösung alle Verstärker an denselben Versorgungsleitungen liegen, können sie sich bei Schwingneigung eines oder mehrerer Verstärker besonders leicht gegenseitig beeinflussen. In den negativen Rückführungen von Subtrahierer und Multivibrator wurden deshalb jeweils ein paralleler Kondensator vorgesehen, der eventuell auftretende Schwingneigungen des Operationsverstärkers kompensieren soll.

## Taster

Es wurde die Möglichkeit vorgesehen, vom Meßwertmodul aus einen Interrupt auszulösen. Dieser kann verwendet werden, um zum Beispiel einen neuen Nullpunkt zu definieren oder

Initialisierungen durchzuführen. Hierzu wird mittels Taster ein 'High'-Pegel auf eine der Leitungen des Mikrocontrollers gegeben, die bei steigender Flanke einen Interrupt auslösen kann. Es ist die entsprechende Initialisierung des Mikrocontrollers und die zugehörige Interrupt-Serviceroutine vorzusehen.

Bild 9 zeigt den Vergleich des Meßwertmoduls mit einer hybriden Realisierung des Resolver/Digital-Wandlers.

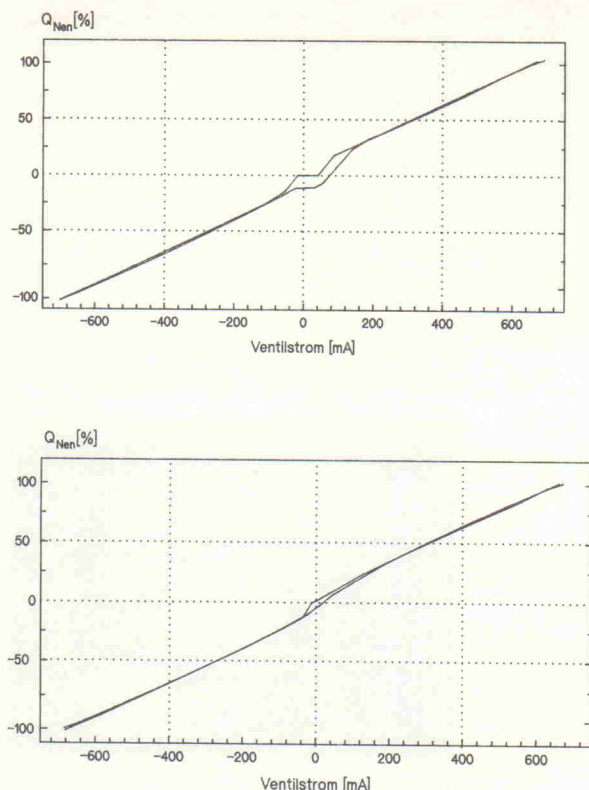
## Meßgenauigkeit

Die Genauigkeit des Gesamtsystems ist vorrangig vom Meßwertmodul und dem angeschlossenen Meßwertempfänger abhängig. Der Resolver, der im vorliegenden Regelkreis zum Einsatz kommt, ist mit einer Winkelgenauigkeit von bis zu  $3'$  erhältlich. Dementsprechend sollte auf dem Meßwertmodul ein R/D-Wandler mit mindestens der gleichen Genauigkeit verwendet werden, um den Meßwertempfänger möglichst gut auszunutzen. Eine Abweichung von  $3'$  bedeutet, daß 20 Positionen pro Grad, also 7200 Winkelpositionen in einem Umlauf unterschieden werden können. Dazu ist eine Wortbreite von 13 Bit notwendig.

Stellt man am R/D-Wandler eine niedrigere Genauigkeit als die maximalen 16 Bit ein, würde dies bedeuten, daß die entsprechenden untersten Bits ungültig sind. Da das höherwertige Byte jedoch immer 8 gültige Bits enthält, müßte man ohnehin mit der vollen Breite von 16 Bit rechnen. Aus diesem Grund wurde auf dem Meßwertmodul die maximale Genauigkeit eingestellt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß die untersten 3 Bit außerhalb der möglichen Genauigkeit liegen und deshalb vernachlässigt werden können.

Das Ausgangssignal des Steuermoduls muß keine ebenso hohe Genauigkeit haben wie die Eingangsmeßgröße, da es geregelt wird. Es handelt sich dabei um ein pulsbreitenmoduliertes Signal. Die Genauigkeit des Signals ist abhängig von der Initialisierung des Timers 2 und entspricht dem möglichen Tastverhältnis des 'High-' und 'Low'-Pegels des Ausgangssignals. Da der Inhalt des Timers





**Bild 10. Statische Kennlinien eines Servoventils, das mit dem FlexControl-Steuermodul betrieben wurde. Es ist die Durchflußmenge abhängig vom Ansteuerstrom aufgetragen. Das obere Teilbild zeigt die Ansteuerung ohne, das untere die Ansteuerung mit einem Dithersignal, das dem Ansteuerstrom überlagert wurde. Man erkennt deutlich den positiven Einfluß des Dithersignals auf die Hysterese-Verluste.**

Einstellen der Stellgröße, da nur die untersten 8 Bit des Compare-Registers relevant sind. Die Genauigkeit kann durch Senken der Frequenz, also durch Verlängern der Periodendauer, weiter erhöht werden. Dabei ist jedoch zu beachten, daß sie oberhalb der Grenzfrequenz des angeschlossenen Servoventils bleiben muß. Die Grenzfrequenz des Ventils liegt bei etwa 100 Hz. Damit wäre eine Frequenz von beispielsweise 1000 Hz zur Ansteuerung möglich, was eine Auflösung von etwa 10 Bit bedeutet.

## Praktische Prüfung

Zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems wurden mehrere Meßreihen aufgenommen. Die Tests galten dabei hauptsächlich dem Steuermodul und sollten darüber Aufschluß geben, ob die eingestellte Empfindlichkeit von Timer 2 in 256 Positionen eine ausreichend genaue Ansteuerung ermöglicht. Außerdem stand das Temperaturverhalten des Steuermoduls im Dauerbetrieb auf dem Testprogramm.

Der Versuchsaufbau bestand aus einem Servoventil mit abgeschlossenem Leitungssystem. In den Leitungen zum Ventil herrschte ein Druck von 70 bar, der von einem Kompressor er-

zeugt wurde. Dabei wurde der Durchfluß durch die Leitungen gemessen, der sich abhängig vom Ansteuerstrom im Servoventil einstellte. Der verwendete Durchflußmesser erzeugte eine bestimmte Anzahl von Impulsen pro Sekunde, die der Durchflußmenge proportional war. Sie wurde als Frequenz von einem Frequenzzähler abgelesen. Zusätzlich wurde die sich einstellende Positionsänderung des Schiebers im Ventil gemessen. Die dazu verwendete Vorrichtung erzeugte eine zum Weg proportionale Spannung.

Der Ansteuerstrom der Endstufe wurde durch Eingabe über ein Terminal eingestellt. Timer 2 wurde so initialisiert, daß 256 verschiedene Stromwerte möglich waren. Die beiden aufgenommenen Meßreihen sind in Bild 10 grafisch dargestellt. Es wurde die Durchflußmenge abhängig vom Ansteuerstrom aufgetragen. Der gesamte Aussteuerbereich des Ventils vom negativen Maximum zum positiven und dann zurück zur Anfangsposition wurde durchfahren.

Das erste Teilbild zeigt die Ansteuerung ohne Dithersignal, das zweite die Ansteuerung mit einem Dithersignal, das dem Ansteuerstrom überlagert ist. Das Signal hatte eine Amplitude von 3 % des Maximalstroms. Man erkennt deutlich den beschriebenen positiven Einfluß des Dithersignals auf die Hysterese-Verluste.

## Literatur

- [1] Data Conversion Products Databook, 1988, Analog Devices
- [2] Microcomputer Components, SAB 8051/80535, 8 Bit Single-Chip Mikrocontroller, User's Manual, Siemens
- [3] CMOS Data Acquisition Products, Maxim, 4/87
- [4] Embedded Controller Handbook, Intel, 1987
- [5] Autorengemeinschaft, Der Hydraulik Trainer, Band 1 und 2, Vogel Buchverlag, Würzburg, 1986.
- [6] Tietze, U., Schenk, Ch., Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag, 9. Auflage, 1989
- [7] Feger, O., Die 8051-Mikrocontroller-Familie, Markt & Technik Verlag
- [8] Feger, O., Applikationen zur 8051-Mikrocontroller-Familie, Markt & Technik Verlag

BestNr		DM
<b>Pufferspeicher</b>		
00010	Katalog	0
22064	Centronics 64K	248
22256	Centronics 256K	498
22102	Centronics 1MB	998
88256	RS232 256K	598
88102	RS232 1MB	998
88409	RS232 4MB	2498
<b>Interfaces</b>		
00020	Katalog	0
42008	Druckerinterface 20mA 8K	348
72000	Druckerinterface Atari 800	248
92000	Druckerinterface C64/128	98
32000	Druckerinterface IEEE488	348
82008	Druckerinterface RS232 8K	248
82064	Druckerinterface RS232 64K	398
62008	Druckerinterface RS422 8K	348
24000	Centronics > 20mA	398
28000	Centronics > RS232	298
26000	Centronics > RS422	398
98064	C64/128 < RS232	298
86000	RS232 < RS422 0kV	298
86001	RS232 < RS422 1kV	348
86050	RS232 < RS422 50kV	348
84001	RS232 < 20mA 1kV	248
84050	RS232 < 20mA 50kV	298
11000	Selbstbautastatur an PC	298
81064	Eigenständiges Video-Interf.	348
<b>T-Switches, AutoSwitches</b>		
00030	Katalog	0
25210	Centronics 2 PC > 1 Drucker	248
25410	Centronics 4 PC > 1 Drucker	398
85211	RS232 2 PC > 1 Drucker	398
25120	Centronics 1 PC > 2 Drucker	248
25121	s.o. aber softwaregesteuert	798
25140	Centronics 1 PC > 4 Drucker	398
85125	RS232 1 PC > 2 Drucker	148
85121	s.o. aber softwaregesteuert	798
85145	RS232 1 PC > 4 Drucker	198
00040	Datenkabel Katalog	0
<b>Interface-Karten für PC</b>		
00050	Katalog	0
14201	2x20mA 500V isoliert	348
12100	Centronics (bis 100m!)	198
18200	2xRS232 normal	198
18201	2xRS232 500V isoliert	298
16201	2xRS422 500V isoliert	348
10601	Karte versorgt ext. Geräte	98
<b>PC schaltet Netzspannung</b>		
00060	Katalog	0
22520	Unterputz-Schalter	119
22521	Unterputz-Dimmer	119
22510	Zwischensteck-Schalter	148
22511	Zwischensteck-Dimmer	148
22503	Manuelle Fernbedienung	65
22502	Controller Centronics-Anschl.	248
<b>Erweiterungen zum Selbst-</b>		
00510	Installieren. Katalog	0
00520	UNIX-Install. Merkblatt	0
00530	Comp. richtig install. Merkblatt	0
<b>Leistungstreiber</b>		
00530	Katalog	0
20001	Centronics 1km 500V	498
80001	RS232 1kV 500V	498
<b>Optische Isolatoren</b>		
00530	Katalog	0
88001	RS232 1kV	248
88050	RS232 50kV	298
66001	RS422 1kV	248
66050	RS422 50kV	298
<b>Portable Buffer Druck/</b>		
<b>Maschinendaten mitnehmen</b>		
00080	Katalog	0
22031	Centronics 32K	298
22127	Centronics 128K	598
88031	RS232 32K	598
88127	RS232 128K	898
00400	Kunstwerke extra für Comput-Spezialisten. Katalog	0
A: Basic (0222) 9736360 B: Brother (02) 467 4211 CH: Weber (01) 9302003 D: Wiesemann & Theis (0202) 505077 DK: Jatec (86) 408004 E: Neol 88.62.37.52 NL: Cat&Korsh (010) 4507696 USA: W&T 1-800-628-2086		
Wiesemann & Theis GmbH Wittener Str. 312 5600 Wuppertal 2		
Tel.: 0202 505077 Fax.: 0202 511050		
<b>W&amp;T PRODUCTS</b>		



# Aktuelles für Aus- und Weiterbildung

## Berufsbegleitende Weiterbildung Technische Dokumentation

Das IHK-Weiterbildungszentrum Karlsruhe bietet in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für technische Kommunikation e. V. (tekomp) Weiterbildungsseminare für Technische Zeichner, Techniker und Ingenieure, zu deren Aufgaben auch das Erstellen von Betriebsanleitungen, Gebrauchsanweisungen und technischen Handbüchern zählt.

Es wurde darauf geachtet, daß der Lehrgang berufsbegleitend im Teilzeitunterricht gehalten werden soll und daß ein modularer Aufbau eine individuelle Auswahl der Lerninhalte erlaubt.

**Modul 1** Grundlagen: Berufsbild, Arbeitssituation, Lernpsychologie, Didaktik, Kommunikation, Zielgruppenanalyse, Planungsstrategien, Datenverarbeitung, technisches Englisch.

**Modul 2** Gestaltung und Herstellung technischer Dokumente, Texterstellung, Grafik, Visualisierung.

**Modul 3** Technisch-naturwissenschaftliche Grundkenntnisse, Maschinenkunde, Fertigungstechnik, Werkstoffkunde, DIN-Normen, technische Zeichnung, Organisationsabläufe.

**Modul 4** Computerunterstützte Herstellung und Gestaltung, Typografie, Layout, Textsysteme, Bilderzeugung, DTP/EP.

**Modul 5** Betriebswirtschaftliche und juristische Grundkenntnisse, Richtlinien, Normen, Marketing, Projektmanagement, Produkt- und Zielgruppenanalyse, Qualitätssicherung.

**Modul 6** Projektarbeit.

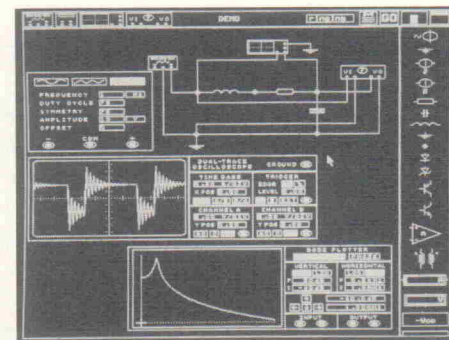
Am 1. September 1991 beginnt das erste der Weiterbildungsmodul. Jedes Modul wird mit einem Zertifikat abgeschlossen. Diese Vorleistung aus den Einzelmodulen geht in das Abschlußzertifikat ein. Weitere Informationen und Anmeldung über eine der nachfolgenden Adressen:

IHK Bildungszentrum GmbH  
R. Barthold  
Friedrichsplatz 6  
W-7500 Karlsruhe 1  
Tel.: 07 21/17 42 01  
Fax: 07 21/17 42 90

Gesellschaft für technische Kommunikation e. V.  
Brigitte Beuttenmüller  
Markelstraße 34  
W-7000 Stuttgart 1  
Tel.: 07 11/65 42 35  
Fax: 07 11/65 07 67

nik' (Bild 1) fallen unter die Kategorie der CBT-Software (Computer Based Training). Ihr Einsatz ist gedacht für Bereiche, in denen Auszubildende eigenständig üben und ihr Wissen an praktischen Beispielen anwenden sollen.

Mehr als 300 Beispiele stehen in beiden Paketen für die Bereiche Halbleiter, Gleich- und Wechselstromtechnik sowie Analog- und Digitaltechnik zur Verfügung. Da eine oder mehrere Angaben in den Beispielen mittels Zufallsgenerator verändert werden, können die Beispiele auch mehrmals von derselben Person gelöst werden.



**Bild 2.** Das 'Elektroniklabor' gestattet Makrobildung: Selektierte Bauelemente werden zu Funktionseinheiten zusammengefaßt, was einer Modulbildung oder einem 'Customized Chip' entspricht.

'Elektroniklabor' ist die Bezeichnung des dritten Programmpakets (Bild 2). Es ist ein Simulationsprogramm und bietet die Möglichkeit, Laborübungen am PC durchzuführen. An 'Geräten' stehen bei der Analogsimulation ein Funktionsgenerator, ein digitales Multimeter, das auch für dB-Messungen geeignet ist, sowie ein Zweistrahloszilloskop mit den üblichen Einstellungen zur Verfügung. Mit einem Bode-Plotter lassen sich Frequenzgänge aufzeichnen. Die Bauteilbibliothek reicht vom ohmschen Widerstand bis zum Operationsverstärker.

Die Digitalsimulation beinhaltet ein Digitalmultimeter, einen 8-Bit-Wortgenerator und einen 8-Bit-Logikanalysator. Eine Wahrheitstabelle-Funktion berechnet die Wahrheitstabelle einer Schaltung in 8 Bit Breite. Hier reicht die Auswahl an Komponenten von einfachen Logik-Gattern über FlipFlops bis zum Halbaddierer. LEDs und Siebensegment-Anzeigen bereichern die Schaltungserstellung.

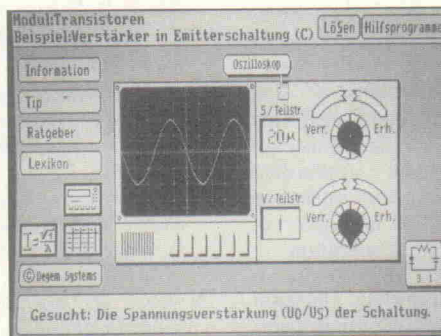
Alle Programme sind netzwerkfähig und haben eine benutzerfreundliche Oberfläche. Die Bedienung erfolgt mit der Maus – die dem Newcomer an Tastatur und Monitor erfahrungsgemäß entgegenkommt. Demoversionen sind erhältlich.

ELV-Lehrsysteme  
Vertriebsgesellschaft mbH  
Stubenring 14  
A-1010 Wien  
Tel.: 0043/2 22/5 13 91 10/35  
Fax: 0043/2 22/5 13 91 10/4

## Lernen am PC Elektronik und Elektrotechnik

Qualität und Effizienz sind Kriterien, die auch beim Lernen zur Notwendigkeit geworden sind. PCs sind seit einiger Zeit als Lehrwerkzeuge anerkannt und setzen sich seitdem in den verschiedensten Ausbildungsbereichen durch. Da die Lernenden ihr Werkzeug mit möglichst wenig Vorkenntnissen benutzen können sollen, gelten entsprechend hohe Anforderungen an die Software und ihre Oberfläche.

Zur Unterstützung der technischen Ausbildung im Elektrotechnik- und Elektronikbereich hat die Wiener Firma ELV ihr Angebot um drei Software-Pakete erweitert. Die beiden Programme 'Grundlagen der Elektrotechnik' und 'Einführung in die Elektro-



**Bild 1.** Vom ohmschen Gesetz bis zur Timing-Analyse: gründliche 'Einführung in die Elektronik.'



# Trainingspakete Sensoren

## Sinnesorgane der Maschine

Im Rahmen ihres Lernsystems zur Automatisierungstechnik bietet Festo Didactic jetzt Trainingspakete mit dem Lernziel Sensorik. Diese Systeme bestehen aus Sensorik-Gerätesatz, Aufgabensammlung, Datenblätter und Lehrbüchern. Im Vordergrund stehen Funktion und Anwendung von Sensoren, bezogen auf unterschiedliche Automatisierungsaufgaben.

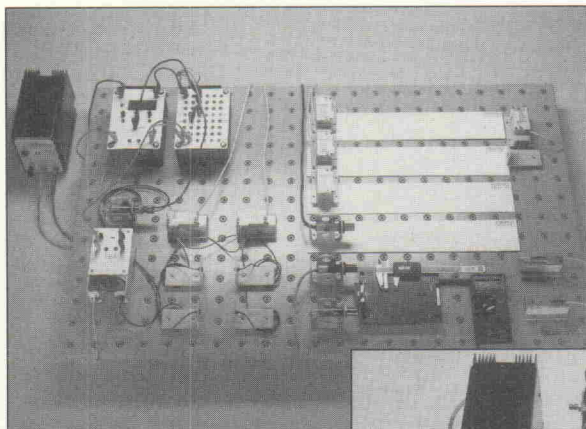
Zur berührungslosen Erfassung der Position dient das Paket FP 1110. Es enthält an 'Hardware' elf Sensoreinheiten (magnetische, induktive, kapazitive, optische und Ultraschall-Näherungsschalter), eine Verschiebeeinheit zur exakten Vermessung des Ansprechverhaltens der Sensoren, eine Elektronik zur Zählung, Zeit- und Frequenzmessung, eine Dreheinheit mit Lochscheibe sowie eine Materialsammlung mit Übungsobjekten.

Beim Paket FP 1120 geht es um Messungen von Abstand, Weg und Drehwinkel auf der Basis einer Alu-Profilplatte und mit

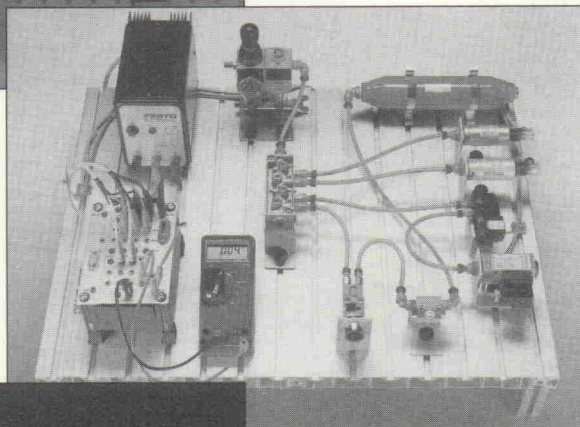
DMM. Ein Upgrade des Grundpaketes bietet weitere Sensoren, eine SPS und Software zur Visualisierung von Meßvorgängen mit PC. Ebenso umfangreich sind das Grundpaket FP 1130 und das Ergänzungs-Set für die Kraft- und Druckmeßtechnik ausgestattet.

Folgende Systeme sind laut Festo in Vorbereitung: Sensorik für die Prozeß- und Verfahrenstechnik, Sensoren zur Bildverarbeitung und Objektidentifizierung sowie Sensoren zur Überwachung industrieller Prozesse. Der Hersteller, der in über 40 Ländern mit Niederlassungen vertreten ist, weist auf die Kompatibilität der Funktionspakete zur Sensorik mit den bereits eingeführten Technologiepaketen hin; somit sind 'individuelle Lerninhalte' darstellbar.

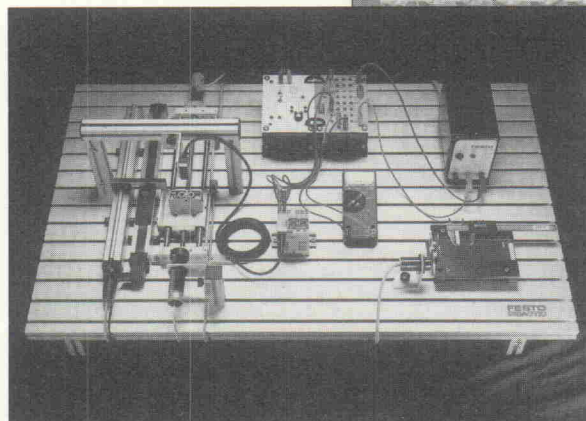
Festo Didactic KG  
Postfach 6040  
W-7300 Esslingen 1  
Tel.: 07 11/3 47-0  
Fax: 07 11/34 67-3 18



**Sensor-Übungsplatz für Abstand, Weg und Drehwinkel. Im Experiment lassen sich Genauigkeit, Auflösung, Linearität und Hysterese untersuchen.**



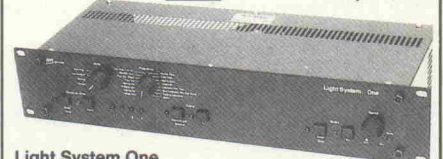
**An Näherungsschaltern läßt sich vieles untersuchen: Materialabhängigkeit, Ansprechverhalten, Reichweite, Genauigkeit und Einfluß der Objektgeometrie.**



**Zum Beispiel Dehnungsmeßstreifen: Mit dem FP 1130 lassen sich unter anderem Störgrößen (etwa Temperatureinflüsse) erfassen, aber auch kompensieren. Dann folgt die elektronische Auswertung des Sensorsignals.**

## \* Disco · Lights \*

04 004 . . . . . 769,— DM



### Light System One

4-Kanal-Lichtsteuergerät mit 1000 Watt pro Kanal. 16 Lauflichtprogramme über Drehschalter abrufbereit: zusätzlich Automatikprogramm; wahlweise Lauflicht, soundsteuerbar oder Frequenzlichtorgel, Stroboskopanschluß und viele weitere Möglichkeiten. (Katalog Seite L6 I)

### Karussellpunktstrahler

bringen „Action“ auf die Tanzfläche, ob im Partyraum oder in der Disco. Wir liefern 3 Größen; mit 4, 8 oder 12 Lampen (Lampen PAR-36 bitte extra bestellen!)



KP 4 . . . . .	09 005 . . . . .	195,— DM
KP 8 . . . . .	09 056 . . . . .	269,— DM
KP 12 . . . . .	09 057 . . . . .	339,— DM
PAR-36 . . . . .	16 011 . . . . .	13,90 DM
ab 12 . . . . .		12,90 DM



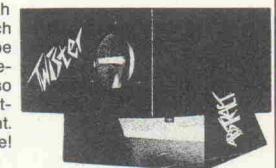
### Schwenkpunktstrahler

Ein eng gebündelter Lichtstrahl schwenkt durch den Raum. Der Schwenkbereich ist von 90° auf 180° einstellbar. Lieferung ohne Lampe (PAR-36) - bitte extra bestellen!

09 031 . . . . . 79,— DM

### Twister

Neuer Effektstrahler: Ein Bündel aus vielen Einzelstrahlen dreht sich im Takt zur Musik vor- und rückwärts. Die Strahlen sind bei leichtem Nebel oder Zigarettenrauch sichtbar. Zusätzlich kann die Lampe musikabhängig geschaltet werden, so daß eine Art Lichtorgel-effekt entsteht. Lieferung mit Lampe!



### Lichtaustritt:

weiß . . . . .	09 025 . . . . .	348,— DM
multicolor . . . . .	09 026 . . . . .	378,— DM

## LLV-Katalog

Weitere interessante Artikel aus den Bereichen Licht-Ton-Effekte finden Sie in unserem LLV-Katalogordner. Bitte gegen Einsendung der Schutzgebühr 10,— DM (Briefmarken, Scheck, Schein) anfordern.



**Diskotheekenausstattung**  
Inh. Thomas Naumann  
Ringbergstraße 6, PF 25  
O-6019 Suhl / Thüringen  
Tel.: 09 66 / 4 06 83  
(00 37 / 66 / 4 06 83)



**Lautsprecher- und Lichtenlagen Versandhandel**  
Inh. M. Grimm, Provinzialstr. 40  
W-5216 Niederkassel 5  
Tel.: 02 28 / 45 40 58  
Fax: 02 28 / 45 39 51



## Lehrgänge, Kurse, Seminare

Die Technische Akademie Esslingen, In den Anlagen 5, W-7302 Ostfildern, bietet unter anderem folgende Lehrgänge an:

29.-31. 10. 1991  
Lehrgang Nr. 14429  
**Laser-Meßtechnik**  
Teilnahmegebühr: DM 787,-

27.-29. 11. 1991  
Lehrgang Nr. 14635  
**Symposium:**  
**Bildverarbeitung** – Forschen  
– Entwickeln – Anwenden  
Teilnahmegebühr: DM 720,-

Die Firma Texas Instruments Deutschland GmbH, Schulungszentrum für Mikroelektronik, Haggertystraße 1, W-8050 Freising, bietet die nachfolgenden Schulungen an:

16.-18. 07. 1991 in Freising  
**FPGA**  
Teilnahmegebühr: DM 1980,-  
o. MwSt. inkl. aller Unterlagen

22.-26. 07. 1991 in Freising  
**TSS400/410-Sensor  
Signalprozessor-Workshop**  
Teilnahmegebühr: DM 2500,-  
o. MwSt. inkl.  
Seminarunterlagen,  
techn. Dokumentationen und  
Demomodell

23.-26. 07. 1991 in Freising  
**TMS340-Workshop**  
Teilnahmegebühr: DM 1900,-  
o. MwSt. inkl. Seminarmappe  
und techn. Unterlagen

25.-27. 06. 1991 in Freising  
**TSS400-Standard-Workshop**  
Teilnahmegebühr: DM 970,-  
o. MwSt. inkl.  
Seminarunterlagen und  
techn. Dokumentation

29.-31. 07. 1991 in Freising  
**TMS320C40-Workshop –  
Der DSP für die  
Parallelverarbeitung**  
Teilnahmegebühr: DM 2700,-  
o. MwSt. inkl. Unterlagen  
Darüber hinaus werden  
**firmeninterne Seminare**  
angeboten.

Die Technische Akademie Wuppertal, Hubertusallee 18, W-5600 Wuppertal 1, führt zum Themenbereich

Elektrotechnik/Elektronik die  
folgenden Seminare durch:  
11. 09.91 in Wuppertal  
Seminar Nr. 511240051

**Elektromagnetische  
Schirmung**  
Teilnahmegebühr: DM 380,-

7. + 8. 10. 1991 in Wuppertal  
Seminar-Nr. 511250351  
**Operationsverstärker** –  
Grundbausteine für den  
Schaltungsentwurf in  
Elektrotechnik, Nachrichten-,  
Meß- und Regeltechnik  
Teilnahmegebühr: DM 675,-

10. + 11. 10. 1991 in Freiburg  
Seminar Nr. 711250291  
**Zuverlässigkeit  
elektronischer Komponenten**  
– Ursachen – Ausfallarten –  
Ausfallratenminderung  
Teilnahmegebühr: DM 795,-

16. + 17. 10. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811220131  
**Statische  
unterbrechungsfreie  
Stromversorgungssysteme  
(USV)**  
Teilnahmegebühr: DM 695,-

30. 10. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811210241  
**Computer Aided  
Engineering in der  
Elektrotechnik** –  
CAD-gestütztes Erstellen von  
Schaltungsunterlagen  
Teilnahmegebühr: DM 350,-

30. + 31. 10. 1991 in Wien  
Seminar Nr. 911240061  
**Prozeßleitechnik für  
Industrieanlagen** –  
Automatisierungssysteme –  
Rechnertechnologien –  
Kommunikationssysteme  
Teilnahmegebühr: DM 850,-

11. + 12. 11. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811240081  
**Der IEC-Bus** – Automatische  
Meßwerterfassung –  
Funktionsweise –  
Systemtechnik, Geräte  
Rechner – Software/  
Programmierung – Test-  
Windows/Testbasis  
Teilnahmegebühr: DM 755,-

12.-14. 11. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811259231  
**Logiksynthese für ASIC's** –  
der neue Weg des  
Logikdesigns – direkte  
Umsetzung an Workstations  
Teilnahmegebühr: DM 1440,-

18. + 19. 11. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811250341  
**Elektrotechnik und**

**Prozeßautomatisierung mit  
Personal-Computer** – Mit  
Experimenten  
Teilnahmegebühr: DM 725,-

21. + 22. 11. 1991 in  
Wuppertal  
Seminar Nr. 511240071  
**Prozeßleitechnik für  
Industrieanlagen** –  
Automatisierungssysteme –  
Rechnertechnologien –  
Kommunikationssysteme  
Teilnahmegebühr: DM 735,-

21. + 22. 11. 1991 in  
Wuppertal  
Seminar Nr. 511250311  
**Meßdatenerfassung mit dem  
Personalcomputer** –  
Funktionsweise  
und schaltungstechnische  
Realisierung  
Teilnahmegebühr: DM 700,-

28. + 29. 11. 1991 in Nürnberg  
Seminar Nr. 811240101  
**Erdung/Messung/Schirmung  
in Hinblick auf die  
Elektromagnetische  
Verträglichkeit (EMV)** von  
Geräten, Systemen, Anlagen  
Teilnahmegebühr: DM 695,-

Von Phoenix Contact,  
Flachsmarktstraße 8-28,  
W-4933 Blomberg, wird das  
nachstehende Innovations-  
Seminar durchgeführt:

**Industrielles Interfacing:  
Schaltschrank-Schnittstellen**  
Teilnahmegebühr: DM 70,-  
+ MwSt.  
**Termin:**  
09. 07. 1991 in Würzburg

08. 10. 1991  
Die Heraeus Holding GmbH,  
Postfach 15 61,  
W-6450 Hanau 1,  
bietet ein viertägiges Seminar  
zum Thema **Dickfilmtechnik**  
an. Die Themen reichen vom  
Erstellen des Layouts von  
Siebdruckschablonen bis zum  
Bestücken, Löten und Bonden  
von Hybridschaltungen.  
Teilnahmegebühr: DM 2450,-  
+ MwSt.

Folgende Veranstaltungen  
finden im **Haus der Technik**  
e. V., Hollestraße 1,  
W-4300 Essen 1, statt:

11. 09. 1991  
Seminar Nr. F-10-707-074-1  
**Mikrosystemtechnik**  
Teilnahmegebühr: HDT- und  
VDE-Mitglieder: DM 435,-  
Nichtmitglieder: DM 460,-

11. 09. + 12. 09. 1991  
Seminar Nr. K-10-709-074-1  
**Freiprogrammierbare  
Steuerungen am Beispiel der  
SIMATIC S 5 und SALA PC**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 895,-  
Nichtmitglieder: DM 845,-

16. 09. 1991  
Seminar Nr. S-10-726-075-1  
**Fuzzy Logic**  
Teilnahmegebühr:  
Mitglieder: DM 595,-  
Nichtmitglieder: DM 630,-

12. + 13. 09. 1991  
Die **technotron elektronik  
gmbh**, Brühlmoosweg 5/5a,  
8995 Rothkreuz bei Lindau,  
führt folgendes Seminar durch:  
**Effektive Anwendung von  
PSpice zur Entwicklung von  
Serienprodukten in der  
Elektronik**  
Teilnahmegebühr: DM 1350,-

Die **Rutronik GmbH** führt  
unter anderen folgendes  
Seminar durch:  
**Microcontroller und  
ASIC/USIC**  
Teilnahmegebühr: DM 50,-  
o. MwSt.

**Termine:**  
24. 09. 1991 Frankfurt  
25. 09. 1991 Köln  
26. 09. 1991 Dortmund  
05. 11. 1991 Augsburg  
06. 11. 1991 München  
07. 11. 1991 Nürnberg

Die **Gesellschaft für  
Informatik und Mikro-  
Elektronik**, Ferdinandstraße  
15A, 3340 Wolfenbüttel, führt  
folgende Seminare durch:

16. + 17. 09. 1991  
**CAN und andere Autobusse  
– Paxiskurs**  
Teilnahmegebühr: DM 950,-

18.09.1991  
**CAN Softtreiber –  
Einbindung in Programme**  
Teilnahmegebühr: DM 490,-

Die **Festo Didactic**, Postfach  
60 40, 7300 Esslingen, führt  
unter anderen folgendes  
Seminar durch:  
Seminar Nr. SP 1110

**Einführung in die  
Sensortechnik**  
Teilnahmegebühr: auf Anfrage

**Termine:**  
24.-27. 09. 1991 Esslingen  
15.-18. 10. 1991 Esslingen  
12.-15. 11. 1991 Esslingen  
10.-13. 12. 1991 Esslingen

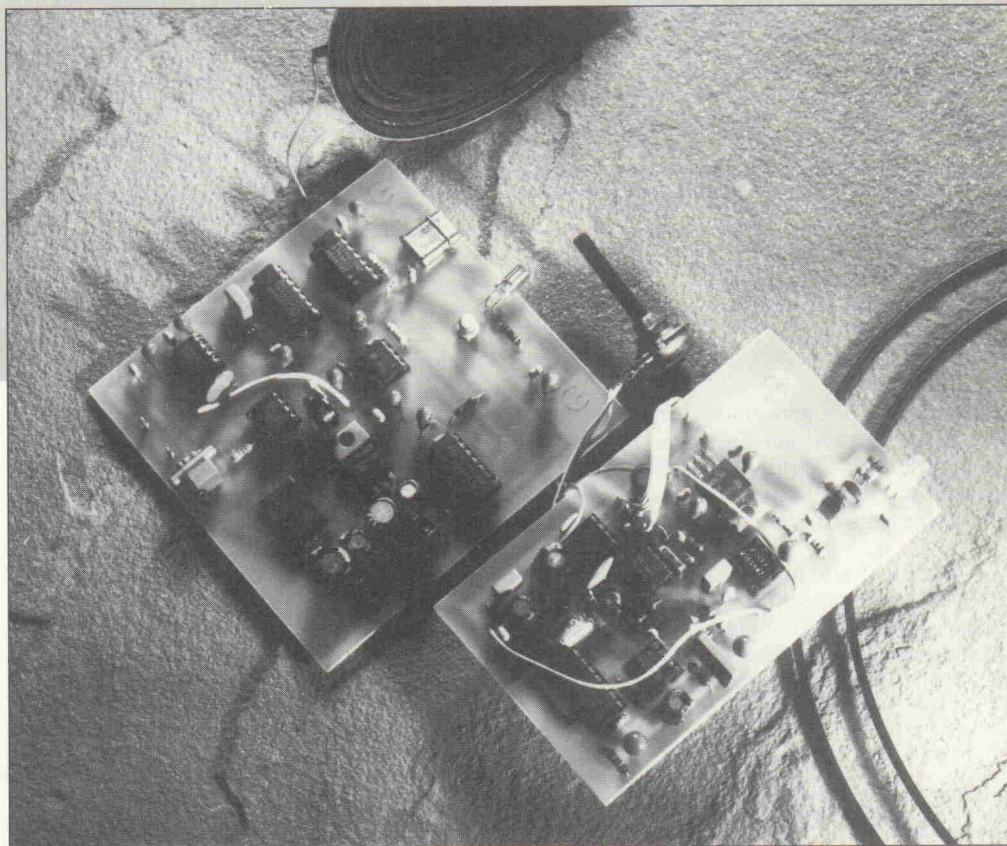


# Audio-Light

## Universelles Einkanal-LWL-Übertragungssystem

**Markus Schreiber**

Die hier vorgestellte Schaltung dient zur Übertragung eines Analogsignals mittels Lichtwellenleiter. Das angewandte Modulationsverfahren – eine modifizierte Puls-Phasen-Modulation – ermöglicht den Aufbau eines überschaubaren Modulators/Demodulators.



**W**ährend bei Weitverkehrsanwendungen, wo Lichtwellenleiter ihre Vorteile gegenüber Kupferkabeln voll ausspielen können, die Puls-Code-Modulation das Mittel der Wahl bildet, lassen sich die Fasern natürlich auch mit geringerem schaltungstechnischen Aufwand betreiben: Im Gegensatz zu dem in Elrad 12/90 vorgestellten Projekt 'LWL-Tastkopf', das rein analog arbeitet, benutzt das hier beschriebene System eine Puls-Phasen-Modulation (PPM), bei der die Information in der Auslenkung der Pulse aus einer Ruhelage steckt. Es läßt sich für beispielsweise folgende Zwecke einsetzen:

- Ansteuerung von Aktivboxen
- Übertragung von Musiksignalen von einer Bühne zum Mischpult
- Ansteuerung von Monitorboxen auf einer Bühne
- Übertragung von Musik/Tonsignalen auf große Entfer-

nung bei starker Störstrahlung (Industriehallen).

Dabei weist das System bei der vorgestellten Schaltungsbemessung folgende Übertragungseigenschaften auf:

Geräuschabstand: 66 dB

Klirrdämpfung: 50 dB

NF-Bandbreite: 17 kHz

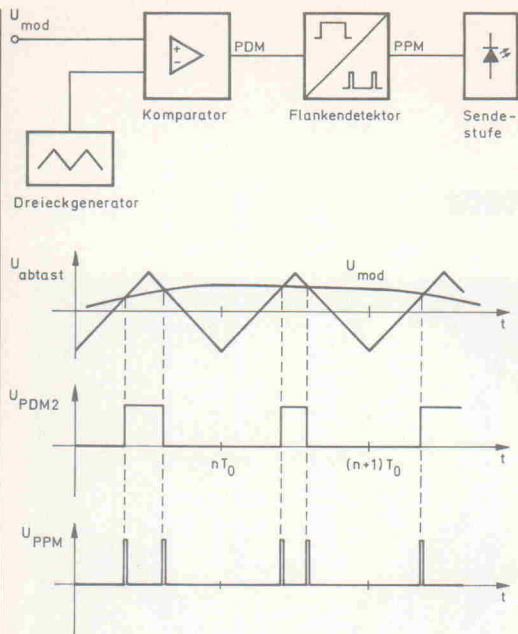
Bei der in der Schaltung verwendeten Modulationsart handelt es sich um eine modifizierte Natural-sampling-Puls-Phasen-Modulation. Hierbei fallen die Abtastzeitpunkte  $t_{n1}$  und  $t_{n2}$  mit den Zeitpunkten der übertragenen Pulse zusammen, was eine einfache schaltungstechnische Realisierung ermöglicht. Da dieses Verfahren zwei Pulse in jedem Pulsrahmen  $T_0$  überträgt, spart man sich im Empfänger die bei anderen Modulationen nötige Taktrückgewinnung – dazu später mehr.

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild und die wichtigsten Zeitverläufe des PPM-Senders. Durch Ver-

gleich des Eingangssignals  $U_{mod}$  mit einer Dreiecksspannung erhält man zunächst ein pulsdauermoduliertes Signal (PDM). Für die hier gewählte Übertragungsart benötigt man jedoch einzelne Pulse zu den Zeitpunkten der Signalfanken der PDM, in der Einheit 'Flanken-detektor' entsteht das modifizierte pulspaltenmodulierte Signal (PPM). Das abtastende Dreieckssignal muß eine große Frequenz- und Amplitudenkonstanz aufweisen, da dies wesentlich den erreichbaren Störabstand beeinflusst. Jeglicher Jitter des abtastenden Dreieckssignals verursacht ein später nicht mehr reduzierbares Geräusch.

Das Detailschaltbild 2 des Senders gibt Einzelheiten hierzu wieder: Ein Dreieckssignal ergibt sich, indem man eine Rechteckspannung aufintegriert. Zur Erzeugung einer frequenzstabilen Rechteckspannung wiederum bietet sich ein Quarzoszillator an, der hier mit





**Bild 1.**  
**Stärkster**  
**Gegensatz**  
**zur**  
**Standard-**  
**PPM ist die**  
**Erzeugung**  
**von zwei**  
**Pulsen pro**  
**Rahmen.**

IC1 aufgebaut ist. Da preisgünstige Quarze jedoch nur im MHz-Bereich zur Verfügung stehen, teilt IC2 die entstehende 4-MHz-Folge auf 62,5 kHz.

Dieser Takt steht am Ausgang des Teilers (Pin 4) an; der nachgeschaltete aktive Umkehrintegrator integriert das anstehende Signal. R4 ist so gewählt, daß

ein möglichst linearer Anstieg des Dreieckssignals entsteht. Er hält die untere Grenzfrequenz des Integrators sehr klein und sorgt ferner für eine Gleichspannungskopplung des Verstärkers. Allerdings beeinflusst ein zu großer Widerstand das Signal/Rausch-Verhältnis negativ, einen günstigen Kompromiß zwischen den beiden For-

derungen stellt ein Wert von 510 kΩ dar. Die Linearität der Dreiecksspannung ist mit dieser Bemessung ausreichend, nur die Zonen der Umschaltunkte, also die Spitzen der Dreiecksspannung, weisen leichte Nichtlinearitäten auf.

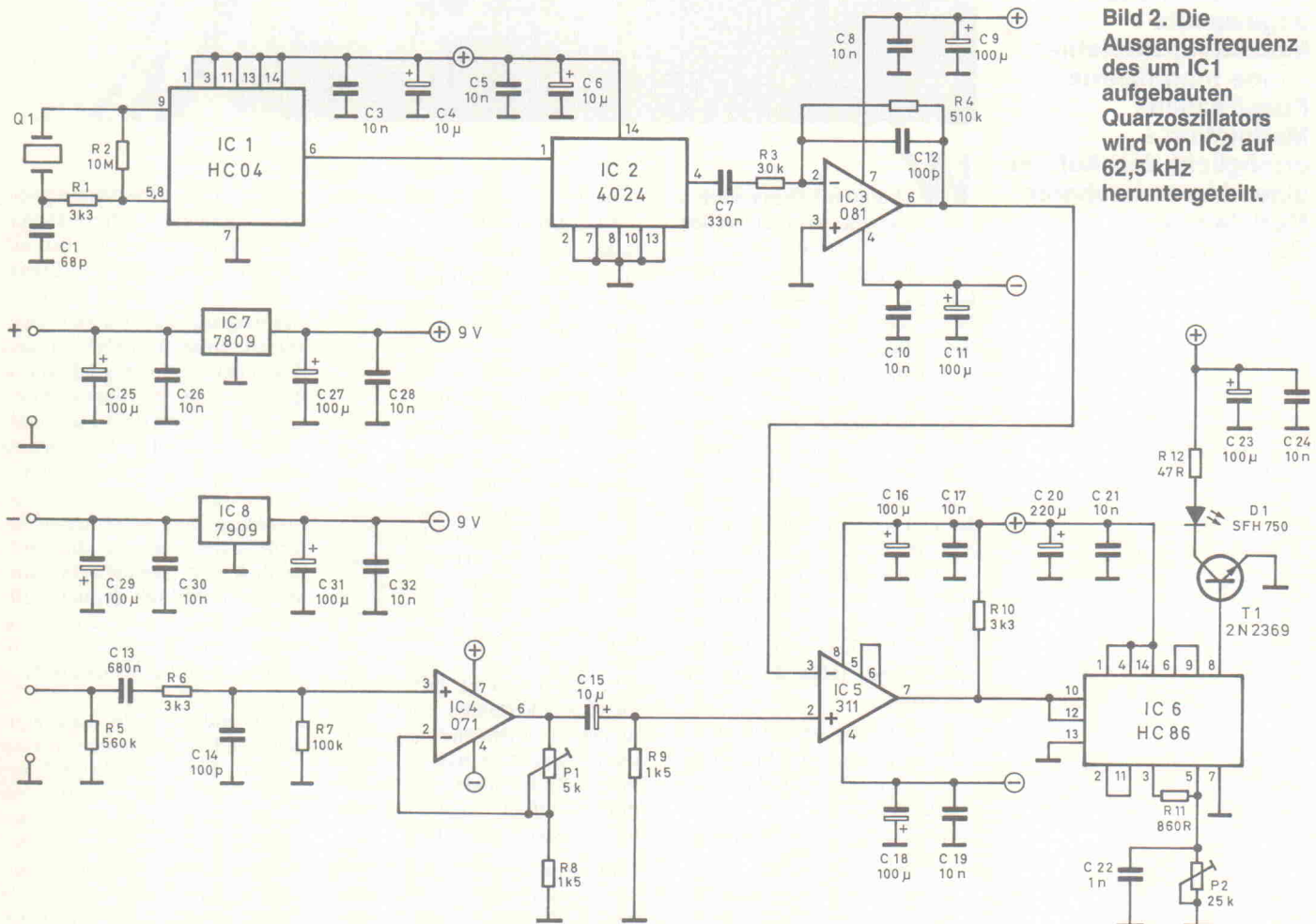
Daher ist auch die Amplitude der Dreiecksspannung so gewählt, daß modulierende Signale die 'Dächer' der Dreiecksspannung praktisch nie erreichen; so werden Übermodulationen bei Signalspitzen verhindert. Hierbei würden die PPM-Pulse 'ineinanderfahren', der Demodulator könnte nicht mehr einwandfrei arbeiten. Der Term  $R3/C12$  schließlich legt – zusammen mit der Frequenz des Taktes – die Höhe der Ausgangsspannung fest. Über eine Veränderung von R3 kann man den erforderlichen 'Headroom' sinnvoll einstellen.

Die Aufgabe des Komparators besteht darin, das NF-Signal mit dem abtastenden Dreieckssignal zu vergleichen. Aus der hohen Dreiecksspannung ergeben sich hier zusätzliche Vorteile: die Schaltschwelle eines Komparators wird wesentlich durch die Steigung ( $dU/dt$ ) des

Eingangssignals beeinflusst. Infolge der größeren Steigung einer höheren Spannung ist die Schaltschwelle definierter, was zu geringerem Phasenjitter des Komparators und letztendlich auch zu einem günstigeren Signal/Rausch-Verhältnis führt. Am nichtinvertierenden Eingang des Komparators liegt das bandpaßgefilterte und das über einen invertierenden Verstärker mit einstellbarer Verstärkung (IC4) gelaufene NF-Signal, an seinem Ausgang das Pulsdauermodulation-Signal. Widerstand R10 ist der Arbeitswiderstand des Open-Collector-Komparators IC5.

Zur Erzeugung des pulsschaltmodulierten Signals müssen die Flanken der am Ausgang des Komparators anstehenden Pulsdauermodulation detektiert werden. Dies läßt sich mit einer Exorverknüpfung realisieren. Durch den Einsatz eines 74 HC 86 mit vier Exorgattern lassen sich mit einem IC die Exorverknüpfung und eine Laufzeitverzögerung verwirklichen. Sie bestimmt über eine Exorverknüpfung die Pulsbreite der PPM.

Diese Verzögerung kann man



**Bild 2.** Die  
**Ausgangsfrequenz**  
**des um IC1**  
**aufgebauten**  
**Quarzoszillators**  
**wird von IC2 auf**  
**62,5 kHz**  
**heruntergeteilt.**

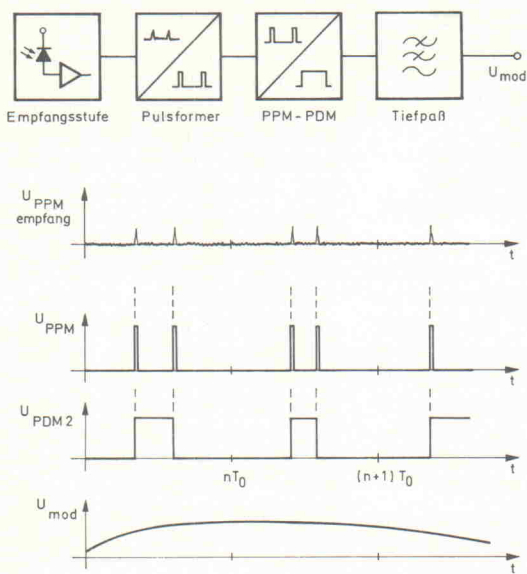


dadurch erreichen, daß man zwischen zwei als Inverter beschalteten Exorgattern einen Tiefpaß einfügt; hier sind das R11 und C22. Der zum Kondensator parallel geschaltete Trimmer P2 dient zur Einstel-

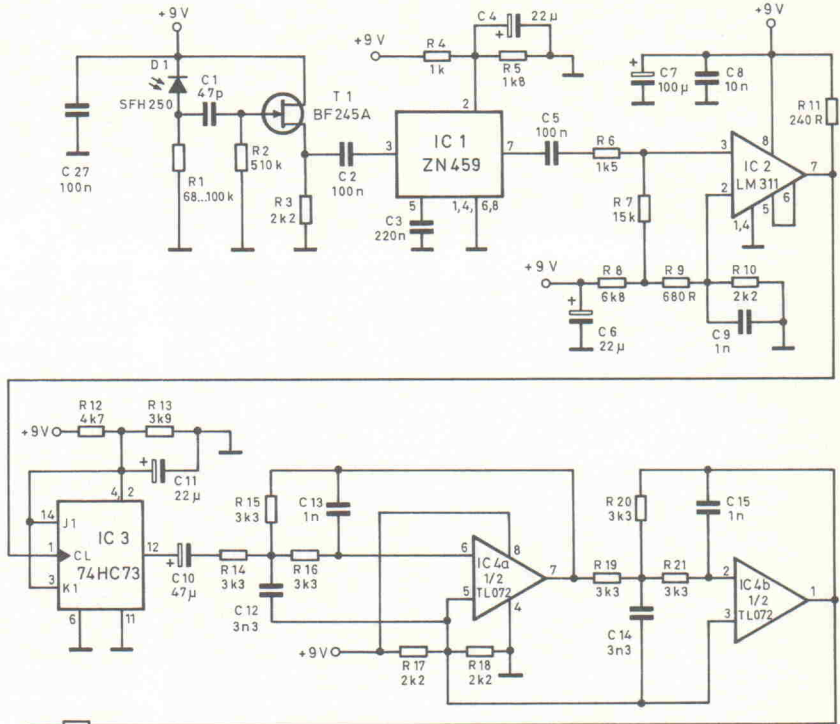
lung der gleichen Pulsbreite beider PPM-Impulse; Sie sollte möglichst klein gewählt werden, damit die erreichbare Auslenkung möglichst groß ist. Andererseits ist bei der Wahl der Pulsbreite aber auch die An-

stiegszeit insbesondere der sendenden und empfangenden Bauelemente zu berücksichtigen, da ansonsten die Übertragungreichweite verringert wird. Die gewählte Pulsbreite sollte bei  $t = 600 \text{ ns}$  liegen.

Eine nachgeschaltete Sendestufe wandelt das ansteuernde elektrische Signal in ein optisches Signal um, indem durch die Sende-LED ein Pulsstrom getrieben wird. Der Widerstand R12 dient zur Einstellung des

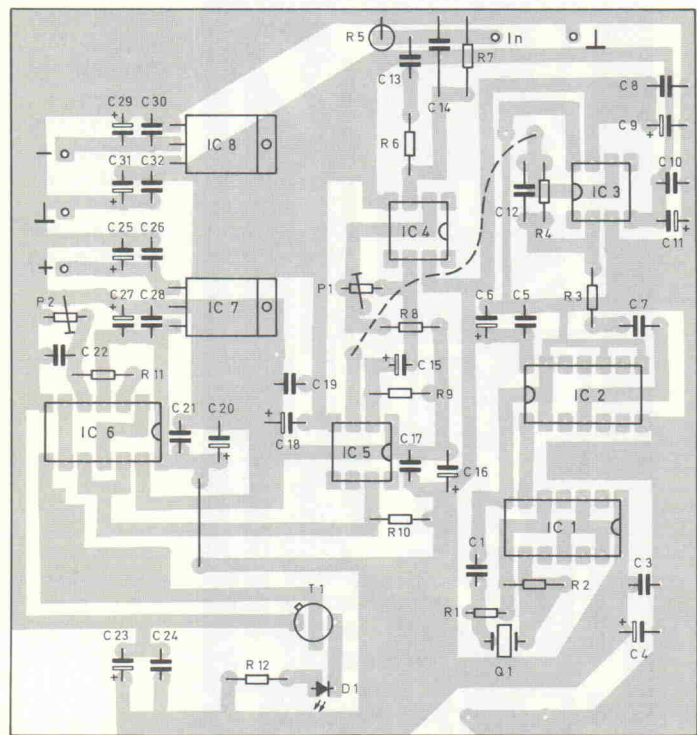


**Bild 3.** Das Übersichtsschaltbild läßt bereits eine vergleichsweise unkomplizierte Silizium-Realisierung erahnen.



**Bild 4.** Auf Ausgangsstufe und Lautsprecher wird man in den meisten Fällen verzichten; gleichwohl ist diese Gruppe für den ersten Test sehr nützlich.

**Bild 5.** Wie in gemischt analogen/digitalen Schaltungen üblich, sind auch hier alle Versorgungsleitungen abgeblockt.



### Stückliste

#### LWL-Sender

##### Widerstände:

R1,6,10	3k3
R2	10M
R3	30k
R4	510k
R5	560k
R7	100k
R8,9	1k5
R11	860R
R12	47R
P1	5k-Trimmer
P2	25k-Trimmer

##### Kondensatoren:

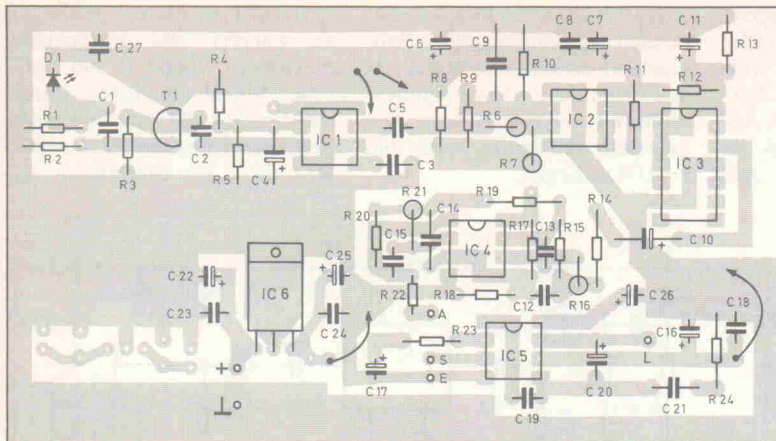
C1	68p
C3,5,8,10,17,19,21,24,26,28,30,32	10n
C4,6,15,	10µ/10V
C7	330n
C9,11,16,18,23	100µ/10V

C12,14	100p
C13	680n
C20	220µ/10V
C22	1n
C25,27,29,31	100µ/25V
Halbleiter:	
D1	SFH 750
T1	2 N 2369
IC1	74 HC 04
IC2	4024
IC3	TL 081
IC4	TL 071
IC5	LM 311
IC6	74 HC 86
IC7	7809 (08)
IC8	7909 (08)

##### Sonstiges:

4-MHz-Quarz, Platine, Gehäuse, Eingangsbuchse, Symmetrische Versorgung ( $\pm 12 \dots 15 \text{V}/100 \text{mA}$ ), 2,2-mm-Kunststoff-LWL, IC-Fassungen: 3 x DIL8, 3 x DIL14





**Bild 6. Das Layout des Empfängers bietet die Möglichkeit, einen zusätzlichen 'Vorregler' (7824) samt Abblockkondensatoren unterzubringen. Dies könnte bei der Suche nach passenden Betriebsspannungen in einer Endstufe interessant werden.**

## Stückliste

### LWL-Empfänger

#### Widerstände:

R1	82k
R2	510k
R3,10,17,18	2k2
R4	1k
R5	1k8
R6	1k5
R7	15k
R8	6k8
R9	680R
R11	240R
R12	4k7
R13	3k9
R14...16,19...21	3k3
R22	47k
R23	100R
R242R4	
P1	25k-Poti

#### Kondensatoren:

C1	47p
C2,5,18,27	100n
C3	220n

C4,6,11	22µ/10V
C7,16,17,26	100µ/10V
C8,23,24	10n
C9,13,15	1n
C10	47µ/10V
C12,14	3n3
C19	470p
C20	470µ
C21	330n
C22	10µ/10V
C25	10µ/25V
Halbleiter:	
D1	SFH 250
T1	BF 245 A
IC1	ZN 459
IC2	LM 311
IC3	74 HC 73
IC4	TL 072
IC5	TBA 820 M
IC6	7809
Sonstiges:	
Platine, Lautsprecher (8Ω/1W), Gehäuse, Potiknopf, DC-Versorgung (+12...15 V/100 mA), IC-Fassungen: 4 × DIL8, 1 × DIL14	

durch die LED getriebenen Stroms. Dieser Strom sollte zur Erzielung einer hohen optischen Leistung möglichst groß gewählt werden, da dies die maximale Übertragungsreichweite bestimmt. Die Obergrenze ist durch die Belastbarkeit der Leuchtdiode gegeben.

In der gesamten Schaltung wurde auf gute Abblockung der Versorgungsspannung geachtet, da durch den vorliegenden Pulsbetrieb Störungen auf der Versorgungsspannung die Funktion der Schaltung erheblich beeinträchtigen würden. Zur Abblockung ist ein Pärchen aus Elektrolyt- und Keramik Kondensator direkt am Speisespannungsanschluß jedes ICs vorgesehen.

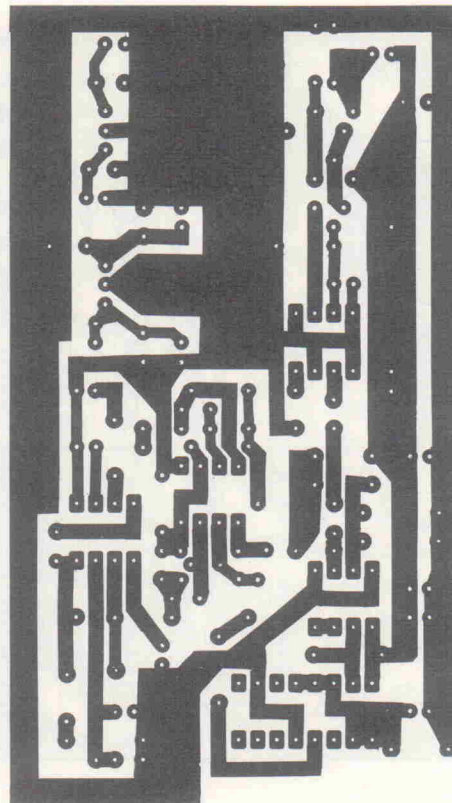
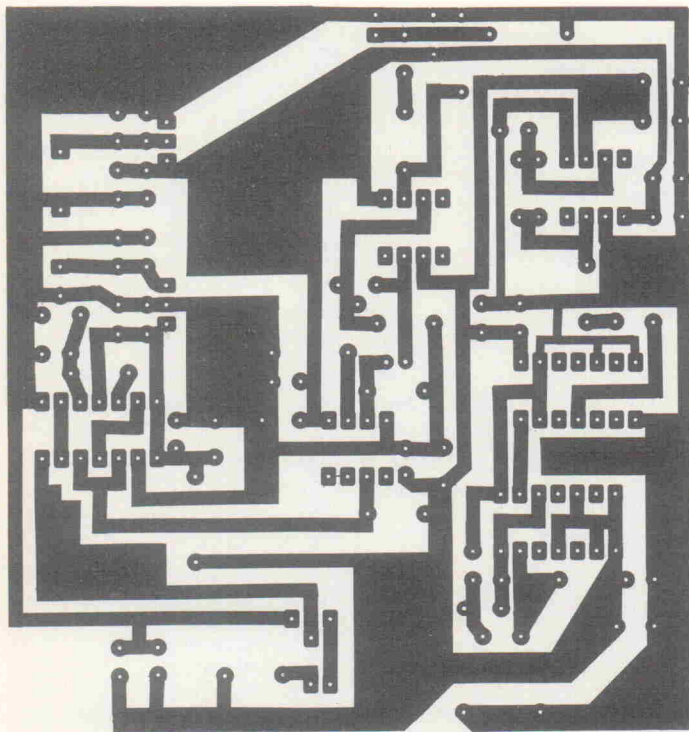
## Aus Pulsen wird Musik

In Bild 3 sind das Blockschaltbild und die wichtigsten Zeit-

verläufe des PPM-Empfängers dargestellt. Das empfangene und verstärkte PPM-Signal wird zunächst in ein pulsdauermoduliertes Signal umgewandelt und durchläuft anschließend einen Tiefpaß. An dessen Ausgang ist dann wieder das NF-Signal vorhanden.

Als Empfangselement dient eine Pin-Diode (SFH 250). Sie ist negativ vorgespannt, um die Sperrschichtkapazität zu reduzieren: Daraus resultiert eine höhere Grenzfrequenz (beziehungsweise schnellere Anstiegszeit). Widerstand R1 legt die Empfindlichkeit der Empfangsstufe fest, wirkt aber gleichzeitig mit der Sperrschichtkapazität als Tiefpaß. R1 ist so groß gewählt, daß die PPM-Pulse nur unwesentlich verbreitert werden. Als günstiger Kompromiß zwischen Empfindlichkeit und Pulsverbreiterung hat sich ein Wert von 68 kΩ...100 kΩ erwiesen.

Der nachgeschaltete FET T1 dient als Impedanzwandler zur niederohmigen Ansteuerung des Breitbandverstärkers IC1. Dieser Baustein – ein ZN 459 – weist eine Verstärkung von 60 dB bei einer Bandbreite von 15 MHz auf. Um die gegebenenfalls etwas verschliffenen Signale wieder zu 'echt digitalen' Informationen zu konvertieren, ist der Komparator IC2 vorgesehen. Während R8...R10 die Schaltschwelle festlegen, dient R7 zur Verbes-



**Bild 7. Die Layouts der beiden Platinen messen 100 × 95 mm (Sender) beziehungsweise 107 × 60 mm (Empfänger).**



serung der Gleichtaktunterdrückung.

IC3 erfüllt die Funktion des PPM-PDM-Umsetzers. Das JK-Flipflop wird als Toggle-Flipflop betrieben; hierbei ändert sich der Ausgangszustand des Flipflops bei jeder negativen Taktflanke des am Clockeingang anliegenden PPM-Signals. Am Ausgangspin 12 liegt dann ein nahezu ideal rechteckförmiges PDM-Signal an.

Eine ideale Rechteckform ist wichtig, da der nachfolgende Tiefpaß die momentane Pulsfläche auswertet und sich Abweichungen von der Rechteckform als Klirren bemerkbar machen.

Hier zeigt sich auch der Vorteil der 'modifizierten' PPM. Bei einer 'normalen' Puls-Phasen-Modulation beginnen die Unterschiede zu dem hier beschriebenen Verfahren – natürlich – schon im Modulator; hier wäre die abtastende Spannung ein Sägezahn. Weiter wird bei der PPM nur ein Puls pro Abtastung übertragen, dessen Phasenlage zu den Rückläufen des Sägezahns der abgetasteten Amplitude entspricht.

Für die Demodulation ist also zunächst dieser Takt zu regenerieren, erst dann läßt sich das PDM-Signal (zwischen Puls und Takt) und schließlich das analoge Signal dekodieren. Diese Maßnahmen lassen sich mit den zwei Pulsen pro Abtastrahmen umgehen, als Demodulatorkern bleibt nur noch das Flipflop übrig.

Der anschließende Tiefpaß vierter Ordnung um IC7 mit dem rauscharmen Operationsverstärker TL 072 filtert das Basisband des PDM-Spektrums heraus. Dabei handelt es sich um eine relativ einfache Maßnahme, da bei der hier betrachteten PDM das Basisband unverfälscht vorliegt.

Auf diese Weise wird das NF-Signal zurückgewonnen. Mit dem nachgeschalteten Kleinleistungs-Verstärker TBA 820 und einem Kopfhörer oder einem Kleinlautsprecher gelangt das übertragene Signal endlich in die Welt der Akustik. Möchte man das Signal auf einen anderen Verstärker geben, sollte man das NF-Signal direkt am Ausgang des Tiefpasses abgreifen. Der dort vorhandene Span-

nungspegel reicht zur Ansteuerung einer Endstufe vollkommen aus.

## Zum Nachbau

Auch bei diesem Projekt gelten die klassischen Inbetriebnahme-Regeln, also zunächst das vollständige Bestücken der Platine mit passiven Bauelementen, IC-Fassungen und den Spannungsversorgungen mit anschließender Kontrolle der IC-Betriebsspannungen. Die Versorgung des ZN 459 darf auf keinen Fall 6 V überschreiten! Ist dies der Fall, setzt man bei abgeschalteter Versorgungsspannung die entsprechenden ICs ein. Nach erneutem Einschalten muß die Sendeleuchtdiode unverzüglich aufleuchten. Mit einem Oszilloskop lassen sich nun die Signalverläufe entsprechend Bild 1 kontrollieren, nach dem Verbinden der beiden Module mittels LWL müssen sich selbstverständlich auch am Empfänger die Signale nach Bild 3 einstellen.

Am Ausgang des Empfänger-tiefpasses sind Trägerreste der Abtastfrequenz zu beobachten.

Dies hat keinerlei Auswirkung auf die Übertragungsqualität, da der Träger mit 62,5 kHz weit oberhalb des menschlichen Hörbereichs liegt. Ein Wegfiltern dieses Trägerrestes ist mit einem Tiefpaß höherer Ordnung möglich, jedoch unnötig, da auch die meisten Endstufen nicht mehr in diesem Bereich arbeiten. Für den normalen Einsatz sollten der Sender und Empfänger in ein Gehäuse eingebaut werden. Normalerweise reicht ein Kunststoffgehäuse vollkommen aus; bei Einstrahlproblemen ist es ratsam insbesondere für den Empfänger ein HF-dichtes Gehäuse vorzusehen.

Als Schlußbemerkung sei angemerkt, daß die hier vorgestellte Modulationsart auch zur Übertragung von sehr breitbandigen Signalen (etwa TV-Signale) geeignet ist. Bei einer solchen Schaltungsrealisierung kann das hier verwendete Konzept übernommen werden. Die Realisierung erfordert natürlich aufgrund der wesentlich höheren Abtastfrequenz eine andere, breitbandigere IC-Technologie. Hierbei kommt insbesondere die ECL-Technologie in Frage.

vrt		transistoren, dioden thyristoren, IC		A...Z		band 1	
Type	Type	Art	Device	Kurzbeschreibung	Short description	Typenvergleich	Comparison types
ESM	ESM	SI-N	SI-N	NF-L 30V, 4A, 25W, 3MHz	NF-L 30V, 4A, 25W, 3MHz	17)	BO1
ESM28	ESM28	SI-P	SI-P	NF-L 30V, 4A, 25W, 3MHz	NF-L 30V, 4A, 25W, 3MHz	17)	BO2
ESM217	ESM217	SI-N	SI-N	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	17)	BO1
ESM218	ESM218	SI-N	SI-N	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	17)	BO1
ESM227	ESM227	LI-N	LI-N	Motor/Generator/Commutator	Motor/Generator/Commutator	14 QP	UL 1
ESM227N	ESM227N	LI-N	LI-N	Motor/Generator/Commutator	Motor/Generator/Commutator	14 QP + d	TBA
ESM227N1	ESM227N1	LI-N	LI-N	Motor/Generator/Commutator	Motor/Generator/Commutator	14 QP + d	TBA
ESM261	ESM261	SI-P	SI-P	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	17)	BO1
ESM262	ESM262	SI-P	SI-P	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	NF-L 60V, 10A, 70W, >4MHz, B>1000	17)	BO1
ESM273	ESM273	LI-N	LI-N	TDA1104(S/P)	TDA1104(S/P)	17 SOL	TDA
ESM303	ESM303	LI-N	LI-N	Motor Control	Motor Control	11 SIL	TDA
ESM303(S/P)	ESM303(S/P)	LI-N	LI-N	TDA1100(S/P)	TDA1100(S/P)	14 QP	TEA
ESM352	ESM352	LI-N	LI-N	TDA1100	TDA1100	14 QP	TEA
ESM371	ESM371	ZIC	ZIC	ZIC, +12V, 100mA	ZIC, +12V, 100mA	7c	94P
ESM371	ESM371	LI-N	LI-N	TDA1105	TDA1105	...	TEA
ESM400A	ESM400A	SI-N	SI-N	TV SA, 170V, 1.5A, 20W, 1MHz	TV SA, 170V, 1.5A, 20W, 1MHz	17)	ZSD

### vrt band 1 A...Z

Vergleichstabelle Transistoren, Dioden, Thyristoren, IC.

Etwa 29150 Typen mit Kurzdaten, PIN-Belegung sowie ungefähr 80000 Vergleichstypen und Referenzbuchangaben.

4. Aufl., 1991, 512 S., fünfsprachig.

ISBN 3-88109-033-9

Bestell-Nr. 34

DM 35,80

### cmos 7400

Datenlexikon und Vergleichstabelle für integrierte Digitalschaltungen der Serie 74... von 7400 bis 747266.

1. Aufl., 1991, 384 Seiten, fünfsprachig.

ISBN 3-88109-050-9

Bestell-Nr. 111

DM 30,80

NEU VON

ECA

Ausgaben '91

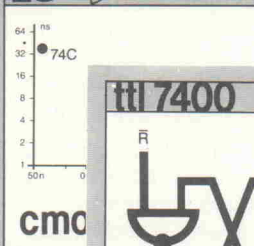
### cmos 7400



datenlexikon  
data dictionary  
lexique de données  
enciclopedia dati  
lexicon de datos

ECA

### IC integrierte schaltungen



cmo

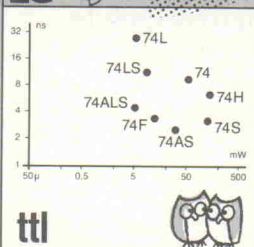
### tTL 7400



datenlexikon  
data dictionary  
lexique de données  
enciclopedia dati  
lexicon de datos

ECA

### IC integrierte schaltungen



vergleichstabelle  
comparison table  
table d'équivalence  
tabella comparativa  
tabla comparativa

ECA

### tTL 7400

Daten- und Vergleichstabelle für integrierte Digitalschaltungen der Serie 74... von 7400 bis 748003.

1. Auflage 1991, 864 Seiten, fünfsprachig.

ISBN 3-88109-049-5, Bestell-Nr. 112

DM 42,80

ECA

ECA Electronic GmbH  
Postfach 400505  
8000 München 40  
Telefax (089) 166231

Unsere Daten- und Vergleichstabellen erhalten Sie im Elektronik- und Buchhandel oder auch direkt von uns. Wir schicken Ihnen auf Wunsch gerne unser aktuelles Verlagsverzeichnis zu.

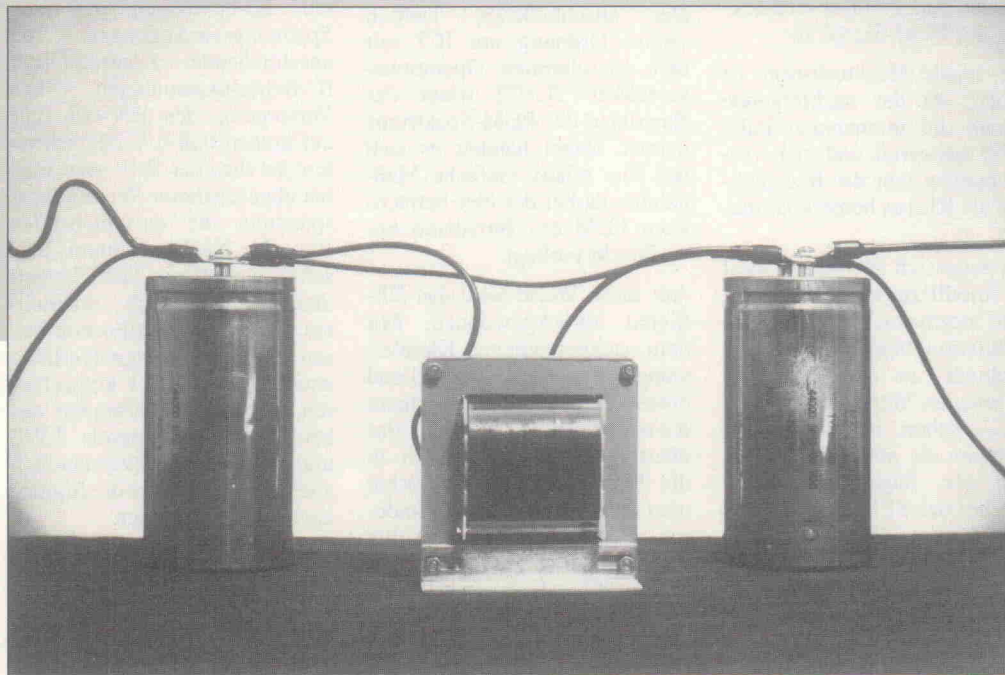


# Brummbremsen

## Überlegungen zur Anwendung von LC- und CLC-Siebgliedern in Netzteilen

Gerhard Haas

Dem modernen Elektroniker sind Drosseln in Miniaturausführung zur Hochfrequenz-abblockung als Speicherdrossel in Schaltnetzteilen und in verschiedenen Filtern zur Störunterdrückung bekannt. Daß Drosseln aber auch in normalen Netzteilen sehr brauchbare Bauteile sein können, geriet dagegen mit dem Aufkommen der Halbleitertechnik in Vergessenheit.



**W**echselspannung hat beim Transport und der Wandlung der Energieform Strom erhebliche Vorteile, ermöglichen doch Transformatoren eine nahezu beliebige und verlustarme Wandlung von Strom und Spannung. Doch die wahren Probleme beginnen, wenn es nunmehr gilt, aus den gleichgerichteten Sinushalbwellen eine saubere Gleichspannung zu gewinnen.

Elkos waren früher rar und teuer, eine Drossel konnte bei den damaligen niedrigeren Arbeitslöhnen und Lohnnebenkosten preiswerter gefertigt werden. Wer in alten Datenbüchern die Einsatzbedingungen der damals verfügbaren Gleichrichtertypen nachschlägt, findet Vorschriften, die mit dem Einzug der Siliziumtechnik praktisch vergessen sind, da Halbleitergleichrichter extrem stoßstromfest sind: Bei ausreichender Dimensionierung braucht man nach dem Einbau keinen Gedanken mehr an den Solid-State-Gleichrichter verschwenden.

Wenn man dagegen die vormals oft verwendete Gleichrichterröhre EZ 81 betrachtet, findet man Angaben wie minimaler

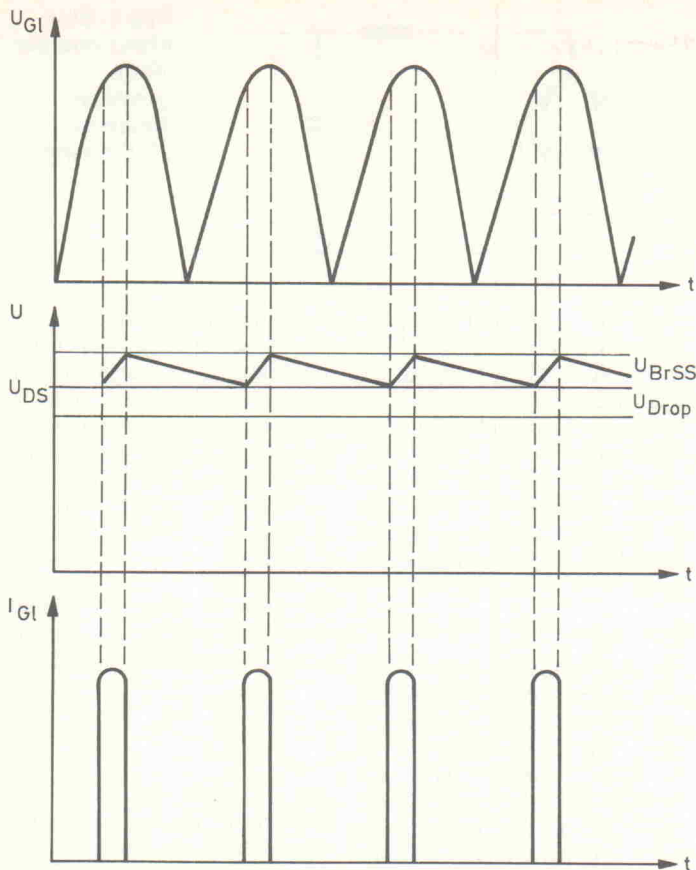
Serienwiderstand ( $R_S = 240 \Omega$ ) und maximale Kapazität ( $C_L = 50 \mu F$ ). Der Nachladespitzenstrom mußte mit Serienwiderständen in den Zuleitungen vom Netztrafo zu den Anoden der Gleichrichterröhre auf ungefährliche, zulässige Werte begrenzt werden. Üblicherweise waren die Trafowicklungen so ausgelegt, daß sie eben diesen Kupferwiderstand aufwiesen. Wenn man maximal  $50 \mu F$  als Ladekapazität einsetzen durfte und trotzdem hohe Siebung und Spannung benötigte, war zur weiteren Siebung zwangsläufig eine Drossel einzusetzen. Ähnlich kritisch sah es bei den Selengleichrichtern aus. Wenn man die Einsatzvorschriften bei dieser Gleichrichterkategorie nicht genau beachtete, rauchten sie unverzüglich unter Verbreitung eines unangenehmen Geruchs ab, womit sich ungeheizte Dioden im Laborjargon über Jahrzehnte hin den Namen 'Selen-gleich-riecht-er' einhandelten.

Damit aus den gleichgerichteten Sinushalbwellen etwas gleichstromähnliches entsteht, schaltet man üblicherweise

einen Ladekondensator nach. In Bild 1a sind die Sinushalbwellen nach dem Gleichrichter ohne Ladeelko dargestellt. Mit einem Ladeelko ändert sich das Aussehen der Spannung wie in Bild 1b gezeigt; der Strom durch die Gleichrichterdioden hat etwa die in Bild 1c gezeigte, oberwellenreiche Form. Am Ladekondensator steht eine Gleichspannung, ihr überlagert ist die nicht sinusförmige Brummspannung  $U_{BRSS}$  mit der Grundfrequenz von 100 Hz. Wenn die zu speisende elektronische Schaltung empfindlich gegenüber Einstreuungen ist, empfiehlt es sich, weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Dazu muß zunächst die zu erwartende Höhe der Brummspannung bekannt sein. In der einschlägigen Literatur wird zum Abschluß längerer Abhandlungen üblicherweise eine Faustformel herausgearbeitet, die die tatsächlichen Verhältnisse relativ genau beschreibt. Unter realen Einsatzbedingungen erzielt man damit meistens einen Fehler unter 10 %, was in der Praxis genügt, da die eingesetzten Bauteile ohnedies Tole-





**Bild 1. Um eine möglichst kleine Restbrummspannung am Ladeelko zu erhalten, vergrößert man üblicherweise diesen Kondensator. Bei reiner C-Siebung können dann allerdings Ladestromspitzen entstehen, die ihrerseits wieder neue Störquellen darstellen.**

ranzen in derselben Größenordnung aufweisen. Eine exakte mathematische Beschreibung der Sachverhalte ist also nur von akademischer Bedeutung. Die Höhe der Brummspannung ist erwartungsgemäß von drei Faktoren abhängig; dies sind Gleichrichterart, Größe des Ladekondensators und Laststrom. Mit der Formel

$$U_{Br(SS)} \approx \frac{I_{Last}}{2 \cdot f_{Netz} \cdot C_L}$$

kann sie größenordnungsmäßig bestimmt werden. Der Faktor 2 steht für Zweiweg- und Brückengleichrichter. Bei Verwendung eines Einweggleichrichters müßte hier eine 1 stehen; bei seltener verwendeten Drehstromgleichrichtern folgerichtig der Faktor 3. Es ist zu beachten, daß das Ergebnis als Spitze-Spitze-Wert angegeben ist. Mit dem Oszilloskop läßt sich dieser Wert exakt ermitteln.

Wie in Bild 1b zu sehen ist, setzt sich die gewonnene Spannung am Ladekondensator aus einem Gleich- und einem Wechselspannungsanteil zusammen. Man kann nun mit elektronischen Reglern den Brummanteil 'abschneiden'. Energiewirtschaftlich sieht die Bilanz dabei nicht so gut aus, da die Energieinhalte der Brummspannung sowie der Dropspannung (Spannungsabfall am Spannungsregler, den er zum Regeln benötigt) in Wärme umgesetzt werden. Bei kleinen Spannungen und/oder Strömen sind die Verluste noch moderat. Bei höheren Spannungen und/oder Strömen kommen schon einige Watt zusammen, was neben dem Nachteil eines erhöhten Energieverbrauches auch eine Auseinandersetzung mit dem Thema 'Dimensionierung von Kühlblechen' erfordert.

Periodische Schwingungen kann man mit Hilfe von Fourierreihen beschreiben. Die relativ verbogenen Kurvenformen aus Bild 1 lassen vermuten, daß es sich um sehr oberwellenreiche Schwingungen handelt. Es wäre also sehr von Vorteil, nicht nur den 100-Hz-Grundbrumm, sondern auch weitere Oberwellen kräftig zu dämpfen. Ein bewährtes Mittel hierzu ist ein Tiefpaß erster Ordnung, be-

stehend aus einem Widerstand und einem Kondensator. Die Formel

a)

ermöglicht eine Berechnung des Siebfaktors S. Die Brummspannung ist, wie in Bild 2 wiedergegeben, am Siebkondensator  $C_S$  um den Faktor S verkleinert. Wird eine Drossel eingesetzt, folgt für den Siebfaktor S:

b)

Wie zu erkennen ist, geht der Faktor  $2 \cdot \pi \cdot f$  quadratisch ein; Siebkapazität und/oder Drossel können also relativ klein ausfallen, um den gleichen Siebfaktor zu erreichen wie bei RC-Siebung. Zur Verdeutlichung dieser nüchternen Formeln folgt eine Beispielrechnung: Hinter dem Brückengleichrichter einer Röhrenendstufe sollen am Ladekondensator 450 V bei einem Ruhestrom von 0,1 A anstehen. Bei Vollast wird ein Strom von 0,5 A benötigt, wobei die Spannung auf 400 V zurückgeht – das sind durchaus realistische Werte. Lade- und Siebkondensator sollen jeweils 100-µF-Typen sein. Der Siebwiderstand soll 100 Ω haben, für die Siebdrossel nehmen wir 2 H mit 5 Ω Gleichstromwiderstand an. Zunächst muß die am Ladekondensator  $C_L$  jeweils anliegende Brummspannung bei Leerlauf

c)

und Vollast für beide Fälle bestimmt werden:

Brummspannung bei 0,1 A

$$U_{Br(SS)} \approx \frac{I_{Last}}{2 \cdot f_{Netz} \cdot C_L} = \frac{0,1 \text{ A}}{2 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 100 \mu\text{F}} = 10 \text{ V}$$

Brummspannung bei 0,5 A

$$U_{Br(SS)} = \frac{0,5 \text{ A}}{2 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 100 \mu\text{F}} = 50 \text{ V}$$

Für die jeweils 'wirksamen' Siebfaktoren ergeben sich nach den oben aufgeführten Formeln

$$S_R = 6,28$$

$$S_L = 78,96$$

Die Verluste an den ohmschen Widerständen betragen dann

$$U_{R(0,1A)} = 10 \text{ V};$$

$$U_{R(0,5A)} = 50 \text{ V}$$

beziehungsweise

$$U_{L(0,1A)} = 0,5 \text{ V};$$

$$U_{L(0,5A)} = 2,5 \text{ V}$$

Zur Ermittlung der Restbrummspannung über  $C_S$  dividiert man die Brummspannung vor dem Siebglied (also an  $C_L$ ) durch den Siebfaktor. Beim Einsatz eines RC-Siebgliebes erhält man

$$U_{BrCS(0,1A)} = 1,59 \text{ V};$$

$$U_{BrCS(0,5A)} = 7,96 \text{ V}$$

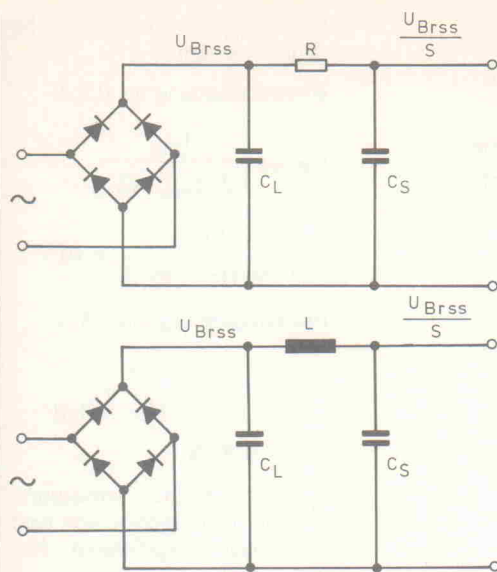
Bei LC-Siebung dagegen sinken die Brummspannungen auf

$$U_{BrCS(0,1A)} = 0,13 \text{ V};$$

$$U_{BrCS(0,5A)} = 0,63 \text{ V}$$

Nach einer Siebung mit Widerstand stünden tatsächlich bei Vollast nur noch 400 V abzüglich Spannungsabfall an dem Widerstand von  $U_R = 50 \text{ V}$  abzüglich der Brummspannung von 7,96 V, also rund 342 V nutzbare Gleichspannung zur Verfügung. Bei einem Leerlaufstrom von 0,1 A würde eine Leistung von 1 W in Wärme umgesetzt, bei Vollast immerhin 25 W! Erschwerend kommt hinzu, daß die Spannung an  $C_S$  im Takt des NF-Signals schwankt. Erwartungsgemäß liefern die Berechnungen der Drosselsiebung energetisch günstigere Ergebnisse: hier betragen die Verlustleistungen nur 0,05 W und 1,25 W, wobei die Spannung an  $C_L$  zwischen Leerlauf und Vollast nur um





**Bild 2. Gleiche Betriebsbedingungen vorausgesetzt, entsteht in beiden Schaltungen auch die gleiche Brummspannung  $U_{BrSS}$ . Eine anschließende LC-Siebung trägt zur Verkleinerung der ohmschen Verluste bei.**

2 V schwankt. Außerdem sind bei Vollast immerhin 400 V abzüglich Brummspannung von nur 0,63 V abzüglich Spannungsabfall an der Drossel mit 2,5 V, also knapp 397 V, nutzbar. Die Drossel als energiespeicherndes Bauteil kann hier ihre Vorteile voll zur Geltung bringen.

Auch bei Halbleiterschaltungen können Netzsiebdrosseln Vorteile bringen. Transistorendstufen werden in der Regel direkt aus dem Ladekondensator gespeist. Vor- und Treiberstufe bekommen eine zusätzlich entkoppelte Speisung, so daß die Brummspannung an  $C_L$  für sie keine Rolle spielt. Dank des hohen dynamischen Kollektor-Emitter-Widerstandes der in Kollektorschaltung betriebenen Leistungsstufen werden Brummspannungen vollständig unterdrückt.

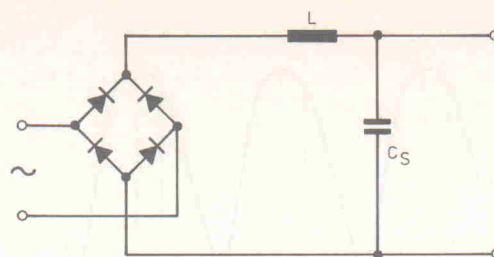
Aus vielen Testberichten und Prospekten ist zu erfahren, wieviel hunderttausend Mikrofarad ein Endstufennetzteil hat, ganz nach dem Motto 'viel hilft viel'. Es gibt aber eine Reihe von Fällen, wo eine überdimensionierte Ladekapazität zu Nachteilen in Form zusätzlicher Störungen führt.

Wie aus Bild 1 ersichtlich, öffnen die Gleichrichterioden nur für eine kurze Zeit. Je größer Ladekapazität und Laststrom,

desto kräftiger fallen die Nachladestromspitzen aus. Zu den komplizierten und überlagerten Kurvenformen, die Gleichrichter und Elko verursachen – es ist zu berücksichtigen, daß Dioden eine 'krumme' Kennlinie haben und deshalb ebenfalls Oberwellen produzieren – kommen unter Umständen noch Spikes. Diese verursacht der Netztrafo wie folgt: Wenn zuviel Strom abverlangt wird, wie es jedesmal beim Öffnen der Gleichrichterdioden geschieht, kann ein knapp dimensionierter Trafokern in Sättigung geraten. Dann entsteht ein starkes Streufeld, aber auch die in Bild 3 dargestellten Spikes. Deren spektrale Verteilung überstreicht erstaunlich weite Bereiche: In Verstärkern kann man bisweilen im Bereich um 20 kHz noch Anteile davon messen.

Mit einer Drossel läßt sich dies einfach umgehen. Man macht  $C_L$  etwas kleiner, dafür  $C_S$  sehr groß. Die Nachladestromspitzen fallen dann moderat aus, die nachfolgende Schaltung kann aber trotzdem sehr niederohmig aus  $C_S$  viel Strom ziehen. Eine Reihe von Hochspannungsnetzteilen, aber auch Netzteile für HiFi- und Studio-Transistorendstufen werden derart aufgebaut.

Die Vorgaben für eine weitere Modellrechnung sehen wie



**Bild 4. Eine etwas aus der Mode geratene einfache LC-Siebung ...**

folgt aus: 80 V Betriebsspannung für eine Leistungsendstufe, die für 100 W Leistung an 4  $\Omega$  zu konzipieren ist, sind gefordert. Als Ladekondensator sollen zunächst 40 000  $\mu F$  eingesetzt werden, der Spitzenstrom betrage 10 A. Die Brummspannung an diesem einfachen Modell beträgt demnach

$$U_{Br(40\,000\mu F)} \approx I/2 \cdot f \cdot C_L = 2,5 \text{ V}$$

Für die Drossel werden 22 mH bei einem Gleichstromwiderstand von 0,2  $\Omega$  angenommen; die Kapazität wird in  $C_L = 10\,000 \mu F$  und  $C_S = 30\,000 \mu F$  gesplittet. Damit ergibt sich die Brummspannung an  $C_L$  zu 10 V. Nach Division durch den Siebfaktor von 260 ergibt sich an  $C_S$  eine Restbrummspannung von nur noch 38 mV, der Spannungsabfall an dem ohmschen Widerstand der Spule beträgt bei einem Laststrom von 10 A 2 V.

Der Vorteil dieser Anordnung ergibt sich daraus, daß der Trafo über den Gleichrichter nur noch auf 10 000  $\mu F$  arbeiten muß und deshalb auch unter ungünstigen Bedingungen wie einer hohen Last bei hoher Netzspannung nicht in die Sättigung kommt. Weiterhin liegen an der Verstärkerschaltung nur noch 38 mV Brummspannung an.

Bevor auf das Bauelement Drossel im einzelnen eingegangen wird, soll noch eine heutzutage unübliche Schaltungsvariante erläutert werden. Sie ist in Bild 4 dargestellt. Verblüffend scheint zunächst, daß hier nicht wie üblich zuerst ein Ladekondensator an den Gleichrichter geschaltet ist, sondern daß man direkt auf die Siebkette geht. In Bild 5 ist dargestellt, wie sich die Ausgangsspannung abhängig vom Laststrom verhält. Kurve 1 zeigt das Verhalten mit der üblichen Siebung, also mit  $C_L$ . Läßt man  $C_L$  entfallen, verhält sich die Anordnung nach Kurve 2. Ohne jegliche Last läßt sich  $C_S$  auf die Scheitelspannung des Trafos auf. Fließt Laststrom, fällt die

Spannung an  $C_S$  zunächst stärker ab, um dann in weiten Bereichen relativ konstant zu bleiben. Damit die Anordnung funktioniert, darf ein minimaler Laststrom nicht unterschritten werden. Da dieser aber für jede Anwendung genau ermittelt werden kann, ist dies nicht von Nachteil.

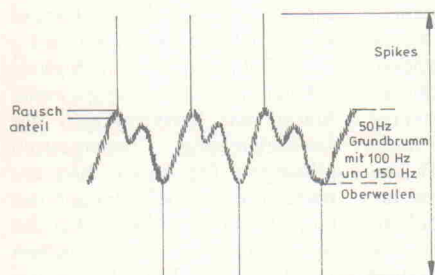
Wie groß die Drossel sein muß, kann überschlägig mit folgender Formel berechnet werden

$$L = \frac{10 \text{ ms} \cdot U_{DC}}{I_{\min}}$$

$U_{DC}$  ist die gewünschte Arbeitsspannung,  $I_{\min}$  der minimale Laststrom und der Faktor 10 ms stammt von der Dauer einer Sinushalbwelle bei 50 Hz Netzfrequenz.

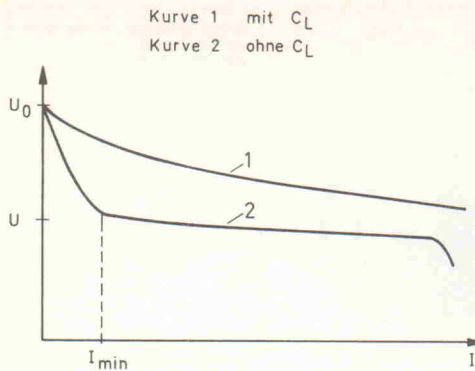
Ausgehend von dem vorigen Modell, wo 0,1 A bei 450 V gefordert waren, ergibt sich für die Induktivität ein Wert von 45 H. Dies ist enorm viel, vor allem weil der Kern bei Vollast, also bei 0,5 A, nicht in Sättigung geraten darf. Etwa 10 kg Eisen und Kupfer wären dann schon notwendig. Der Nachteil dieser Schaltung wird daraus ersichtlich. Die Vorteile sind relative Stabilisierung der Ausgangsspannung und keine Stromspitzen in den Gleichrichtern.

Kommen wir nun zu dem Bauteil Drossel im Detail. Wenn wie bei den Ferritkernen ein  $A_L$ -Wert eindeutig auch für Trafokerne definiert wäre, könnte man zumindest die Induktivität sofort genau berechnen. (Der  $A_L$ -Wert ist ein standardisierter Faktor, der in nH angegeben wird. Die Induktivität ergibt sich damit zu  $L = A_L \cdot N_2$ . Wenn man eine Drossel berechnen will, müssen genaue Angaben über die einzusetzenden Blechqualitäten vorliegen. Leider geht das nicht so einfach wie bei Ferritkernen, wo genaue Herstellerangaben zur Verfügung stehen. Warum dem so ist wird klar, wenn man weiß, daß die Ferrit-Kern-Hersteller selbst Grundlagen sowie Materialforschung betrei-



**Bild 3. Bei ausschließlicher kapazitiver Siebung können neben dem bekannten Brumm auch Spikes die Qualität der Gleichspannung beeinträchtigen.**





**Bild 5. ... weist zwar eine relativ große Differenz zwischen Leerlauf- und Betriebsspannung auf, dafür ist ihr dynamischer Innenwiderstand im Betriebsfall vergleichsweise klein.**

ben und damit genaueste Angaben über die gelieferten Kerne machen können. Die Blechstanzeereien beziehen ihr Rohmaterial in der Regel von einer Stahlfabrik. Die dann in den verfügbaren Katalogen angegebenen Werte sind oft für eine Berechnung zu dürrig. Das beste ist, man besorgt sich von jeder Blechsorte und Kerngröße ausreichend Muster und stellt selbst Meßreihen an. Die dann verfügbaren Daten sind zuverlässig, solange man nicht den Kernblechlieferranten wechselt und dieser nicht einen anderen Blechhersteller einbezieht ...

Was für Ferritkerne der  $A_L$ -Wert ist, ist für Eisenkerne der Faktor  $\mu$ , der die magnetische Induktion des Eisens beschreibt. Hiervon gibt es gleich mehrere. Abhängig davon, wie das Eisen magnetisch angesteuert wird, ändert sich dieser Faktor. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß für die geschilderten Anwendungen Drosseln mit Luftspalt benötigt werden. Der Luftspalt stellt einen ma-

gnetischen Widerstand dar, der nötig ist, damit das Eisen nicht vorzeitig in Sättigung kommt. Man kann sich das anschaulich so vorstellen: Ein bestimmter Kern hat eine endliche Menge von Eisenteilchen, die magnetisiert werden können. Wenn der maximale Laststrom durch die Drossel fließt, sollten gerade noch nicht alle Eisenteilchen magnetisiert sein, damit die Induktivität der Drossel wirksam sein kann. Wenn nun die Netzsieb-drossel ohne Luftspalt gebaut wäre, würde der Ruhestrom schon eine gewisse Anzahl von Eisenteilchen magnetisieren, die dann bei Maximalstrom nicht mehr zur Verfügung stünden.

Deshalb muß eine Drossel so ausgelegt sein, daß ihr Kern bei maximalem Arbeitsstrom (gerade) noch nicht vollständig magnetisiert ist. Dazu dient ein genau definierter Luftspalt, der in Wahrheit keiner ist: konstruktionsbedingt muß hier eine Folie von genau definierter Stärke eingelegt werden, die

den nötigen Abstand hält. Der Luftspalt verringert die Induktivität, was durch größeren Kern und/oder höhere Windungszahl zu kompensieren ist. Mit der höheren Windungszahl jedoch steigt wiederum der Kupferwiderstand und damit auch der Spannungsabfall über der Drossel. Ist dieser vorgegeben, ist gegebenenfalls ein größerer Kern zu wählen. Dann kann es aber schon sein, daß dieser Kern nicht mehr in ein vorhandenes Gehäuse paßt, und so weiter ... Wie man sieht, ein Spiel mit vielen Faktoren, die voneinander abhängen. Deshalb ist es am einfachsten, wenn man serienmäßig hergestellte Standarddrosseln benutzt und gegebenenfalls die Lade- sowie Siebkondensatoren nach Bedarf ändert, da deren Beschaffung in beliebiger Größe einfacher ist.

Der Vollständigkeit halber seien hier die wesentlichen Formeln zur Berechnung einer Netzsieb-drossel zusammengestellt. Die Drosselgrundformel lautet

$$L = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot F \cdot w^2}{\delta} \cdot 10^{-8}$$

$L$  ist die Induktivität in Henry,  $F$  der Querschnitt des Eisenkerns,  $w$  die Windungszahl und  $\delta$  der reduzierte Luftspalt. Die Formel für den reduzierten Luftspalt lautet

$$\delta = \delta_w + \frac{l}{\mu}$$

Der Faktor  $l$  ist die Eisenweglänge, wobei je nach Kerntyp – wie M-, EI- oder P-Kern – ver-

schiedene Werte in Zentimeter einzusetzen sind. Der Faktor  $\mu$  ist abhängig von der magnetischen Induktion des Eisens, was zu dessen genauer Festlegung genaue Datenblätter oder, wie bereits erwähnt, eigene Meßreihen voraussetzt. Zuletzt  $\delta_w$ , dies ist der wirkliche, mechanisch vorhandene Luftspalt. Da dieser aber nicht direkt in die Berechnung der Induktivität eingeht, gibt es die Formel für den reduzierten Luftspalt.

Zu guter Letzt das Fazit. Es gibt Fälle, bei denen eine Netzsieb-drossel handfeste Vorteile bringt – und das nicht nur in Röhrenverstärkern. Vor allem in Netzteilen mit hohen Spannungen, wo eine Siebung/Stabilisierung mit Halbleitern schwierig beziehungsweise unsicher wird, kann eine Netzsieb-drossel als robustes und leicht zu handhabendes Bauteil bequem eingesetzt werden. Wenn man bedenkt, daß Halbleiter grundsätzlich zwar klein sind, sie selbst aber bei geringem Strom und hoher Spannung sehr schnell elektrische Leistung in Wärme umsetzen, müssen entsprechend große Kühlkörper vorhanden sein. Dann fallen die preislichen, volumen- und gewichtsmäßigen Unterschiede gering aus. Knapp dimensionierte Halbleiterschaltungen überleben einen Kurzschluß in Hochspannungsanwendungen nur bedingt. Eine Drossel mit einem einigermaßen dicken Draht hält zumindest solange durch, bis auch die trägste Schmelzsicherung anspricht.

# TOPP

## Buchreihe Elektronik

Amateurfunk  
Unterhaltungselektronik  
EDV-Bücher  
Populäre Elektronik

**frech-verlag**  
GmbH + Co. Druck KG

Turbinenstraße 7 · 7000 Stuttgart 31  
Tel. (0711) 8 30 86-0 · Fax (0711) 8 38 05 97  
Telex 7 252 156 fr d

Ulrich Hoppe

**Computer-orientierte Mathematik**

Relationen · Lineare Funktionen  
Quadratische Funktionen · Polynomfunktionen

frech-verlag

Paul Koster

**Struktogramme  
TOP-DOWN-Technik**

Herbert Brosch

**APPLE ASSEMBLER**

lernen – üben – anwenden

Dr. Hans Karl Treiber/Dipl.-Ing. Martin Treiber

**Lasertechnik 2  
HOLOGRAPHIE**

frech-verlag

TOPP EDV-Hobby  
Herausgegeben von  
Hans Kahlert

Josef Kwiatkowski

BASIC

Illustriert von  
Bernd Hantsch

**BASIC-Schnupperkurs**

mit zahlreichen Übungsaufgaben  
und deren  
vollständigen Lösungen

frech-verlag

Best.-Nr. 376 DM 32,—

Best.-Nr. 359 DM 28,—

Best.-Nr. 397 DM 25,60

Best.-Nr. 410 DM 36,—

Best.-Nr. 394 DM 16,—





## Entsorgung von Gerätebatterien

Mit der freiwilligen Vereinbarung vom 9. 9. 1988 zur Entsorgung hat die deutsche Batterie-Industrie nicht nur einen erwähnenswerten Beitrag zum Umweltschutz geleistet, sondern sich auch fast schlagartig aus der Schußlinie der Umweltschützer katapultiert. Das Buch liest sich denn auch wie ein Batteriehersteller-Rundschreiben mit dem Titel 'Operation gelungen - Patient schweigt'. Problem gelöst; falls jemand trotzdem eine Batterie falsch entsorgt, zum Beispiel durch Verschlucken, stehen ihm Tag und Nacht 16 Vergiftungszentralen zur Verfügung.

Es besteht kein Anlaß, die Angaben im Buch - über Inhaltsstoffe von Primärbatterie und Akkumulatoren, über Stand von Recycling und über den richtigen Umgang mit Batterien aus Endverbrauersicht - in Zweifel zu ziehen. Wohl aber Aussagen wie diese: 'Die Anwesenheit von Gefahrstoffen besagt noch nichts über negative Auswirkungen auf die Umwelt'. Gemeint sind toxische Stoffe in der Umwelt. fb

Fritz Hiller und  
Mitautoren  
Entsorgung von  
Gerätebatterien  
Ehningen bei  
Böblingen 1991  
Expert Verlag  
54 Seiten  
DM 34,-  
ISBN 3-8169-0652-4



## Interface-Schaltungen

Interfaces sind generell Schaltungen zwischen verschiedenen Systemen oder Anlagenteilen, und das bezieht das Lichtnetz (Netzmodem, Projektorsteuerung) ebenso ein wie mechanische Geräte (Motorsteuerung), Kommunikations-elektronik (MIDI-Schnittstelle und Wetterfax) wie auch den Menschen selbst (Bio-Med Interface).

Natürlich spielen Rechner und deren oben erwähnte Schnittstellen in diesem Buch eine wichtige Rolle, und sowohl dem IBM PC und Kompatiblen als auch dem Atari ST sind eigene Kapitel gewidmet. Doch auch der C64 kommt nicht zu kurz. Wie baut man einen Analog-Digital-Wandler auf, schließt diesen an und kann ihn steuern? Was ist ein Nullmodem? Viele Fragen, auf die Elektors Sammlung Interface-Schaltung eine Antwort nicht schuldig bleibt.

Für den Praktiker gibt's alles, was er benötigt, um unverzüglich den Lötkolben zu schwingen: Stücklisten, Schaltpläne, Aufbauzeichnungen und 1:1-Platinenlayouts zur direkten Reproduktion auf einseitig bedruckten Seiten.

Interface Schaltungen  
Aachen 1990  
Elektor Verlag  
332 Seiten  
DM 44,80  
ISBN 3-921608-99-6



## Digitaler Signalprozessor U 320 C 20

Ein siebenköpfiges Autorenteam beschreibt hier Aufbau und Funktionsweise des zum DSP TMS 32020 kompatiblen CMOS-Prozessor U 320 C 20. Den Schwerpunkt bildet die ausführliche Darstellung der Hardwarearchitektur, der Programmierung sowie der Entwicklungsumgebung. An einen allgemeinen Teil über DSPs und den U 320 C 20 schließen sich einige Kapitel an, die die für die Hardwareentwicklung notwendigen Grundsicherungen erläutern. Auch die Beschreibung der Software ist ausführlich, aber nie langatmig: Neben Assembler, Linker und Archiver werden auch die 'Hilfsmittel' Small-C-Compiler und der Simulator erläutert. Die im Anhang zusammengefaßten Daten (Anschlußbelegung, technische Parameter, Zeitverhalten, Befehlscode und Befehlsausführungszeiten) sowie das ausführliche Literaturverzeichnis runden den guten Gesamteindruck des für knapp 30 D-Mark erstaunlich günstigen Werkes ab. st

Gert Heuer und  
Mitautoren  
Digitaler Signal-  
prozessor U 320 C 20  
Berlin 1991  
Verlag Technik Berlin  
242 Seiten  
DM 29,80  
ISBN 3-341-00998-1



## RISC - Die MIPS-R3000-Familie

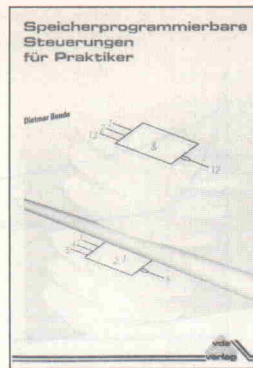
Die neue 32-Bit-RISC-Generation SAB-R3000 besitzt eine MIPS-Prozessor/Compiler-Architektur, die in Hochleistungs-Rechnersystemen für einen beträchtlichen Leistungsschub sorgt.

Das vorliegende Buch enthält Fachbeiträge von MIPS/RISC-Produkt- und System-Spezialisten, die unter anderem leichtverständliche Funktionsbeschreibungen der Bausteinfamilie SAB-R3000, Applikationsschriften und Beiträge zur Entwicklungsumgebung bringen.

Grundlagen der Systemumgebung werden an RISC-typischen Beispielen erläutert: Workstation-, Embedded Control-, Multiprozessor- und Echtzeitanwendungen.

Dem RISC-Einsteiger vermittelt das Buch die systemtechnischen Grundlagen. Den RISC-Kenner unterstützt es bei der Suche nach einem leistungsstarken Systemkonzept. hr

Rolf Jürgen Brüß  
RISC - Die MIPS-  
R3000-Familie  
Traunstein 1991  
Feger + Reith  
Verlags OHG  
358 Seiten  
DM 98,-  
ISBN 3-928434-01-2



## Speicher-programmierbare Steuerungen für Praktiker

Beim Studium des sorgfältig aufgearbeiteten Grundlagen-Arbeitsbuches bleibt dem Leser die Tätigkeit des Autors kaum verborgen: Dietmar Benda ist seit über 20 Jahren in der Aus- und Weiterbildung beschäftigt.

Obgleich das Werk zunächst den Eindruck vermittelt, sich vornehmlich an den sich selbständig weiterbildenden Maschinenbauer zu wenden, vermittelt es doch auch dem Elektroniker/Informatiker einen leichten Einstieg in die Welt der Prozessor/Prozeß-Kopplung:

Nachdem eingangs grundlegende Fragen zur Prozesstechnik geklärt werden, geht der Verfasser recht ausführlich auf die Elemente der klassischen Maschinensteuerung und deren Entsprechungen bei SP-Steuerungen ein. Im Mittelpunkt stehen dabei immer konkret dargestellte Probleme und deren Lösung mit Hilfe des Programms einerseits und die Ankopplung der Fertigungswerkzeuge an den Rechner andererseits. st

Dietmar Benda  
Speicherprogrammier-  
bare Steuerungen für  
Praktiker  
Berlin 1991  
VDE Verlag  
113 Seiten  
DM 34,-  
ISBN 3-8007-1706-9







### 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

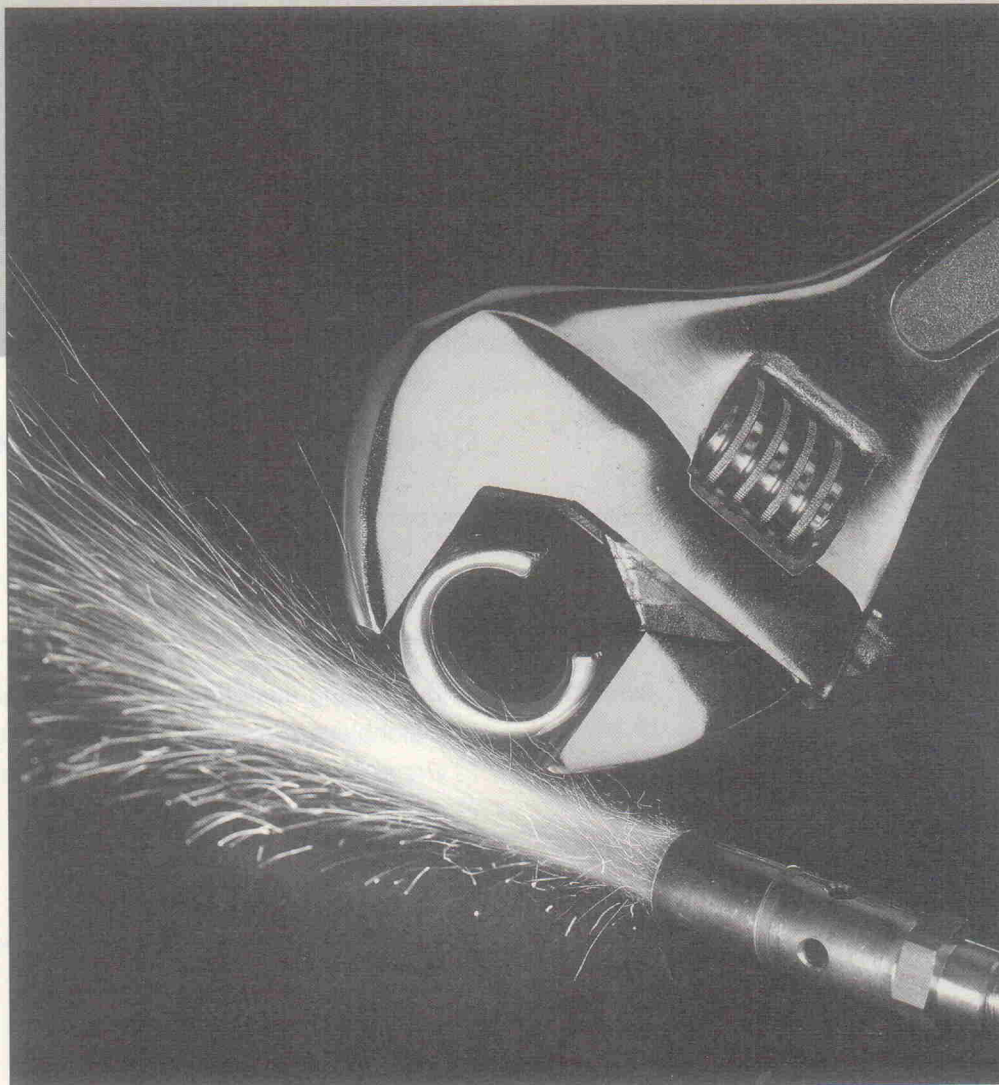


# Signalverarbeitung in C

## Teil 3: Grafik und Signalbearbeitung

Howard Hutchings

IBM-kompatible Farbgrafikkarten lassen sich aus Microsoft C relativ leicht ansprechen. Wie man bei einer Datenlogger-Anwendung die Daten in Echtzeit als Grafik auf den Bildschirm bringt, soll Gegenstand dieser Folge des Programmierkurses sein, die den Weg für anspruchsvollere Aufgaben in der Zukunft ebnet.



**D**ie C-Grafikbibliothek ist im Header-File *graph.h* enthalten (Listing 3.1). Aus diesem Grund sollte am Anfang des Programms die Compiler-Anweisung `#include <graph.h>` stehen. Um die Ploteroutine ansprechen zu können, muß zunächst die Funktion `_setvideomode` aufgerufen werden, die den angemessenen Grafik-Mode für die eingesetzte Kombination von Grafikkarte und Monitor einstellt.

### Koordinaten

Die x- und y-Achse werden mit den Funktionen `_moveto(x, y)` und `_lineto(x, y)` gezeichnet.

Beim Aufruf von `_moveto(x, y)` wird jedoch nicht gezeichnet, sondern nur die aktuelle Stiftposition auf die Koordinate x, y gesetzt. Erst die Funktion `_lineto(x, y)` zeichnet eine Linie von der aktuellen Stiftposition zu den Koordinaten x, y.

Aus Tabelle 3.1 geht hervor, daß der Mode mit dem Namen `_MRES4COLOR` vier Farben und  $320 \times 200$  Pixel darstellen kann. In diesem Modus ist der Bildschirm in 320 (0...319) horizontale und 200 (0...199) vertikale Punkte unterteilt.

Leider liegt der Koordinatenursprung (0, 0) beim IBM PC in

der linken oberen Ecke. Die meisten technischen Anwendungen werden aber im 1. Quadranten dargestellt, in dem die x- und y-Werte positiv sind. Das Verschieben des Koordinatenursprungs in die linke untere Ecke erfordert etwas Arithmetik. Die Zusammenhänge zwischen gewähltem Grafikmode und der Bildschirmgröße sind in Bild 3.1 zusammengefaßt.

### Darstellung mit EGA-Grafik

Die Änderung von Listing 3.1 für die Verwendung mit einer EGA-Karte besteht darin, die



### Listing 3.1

```

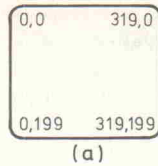
/*****
Messung von 320 Werten
und grafische Darstellung
im CGA Modus
*****/
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
#include<conio.h>
#define BASE 772
#define START 11
main()
{
    int x,y,k;
    float word, volt;
    unsigned int
    lower_bits,upper_bits,flag;

    for(;;)
    {
        _setvideomode(DEFAULTMODE);
        _setvideomode(MRES4COLOR);
        _clearscreen(_GCLEARSCREEN);
        /*-----
        Einstellung des Video-Mode
        -----*/
        _moveto(0,199);
        _lineto(319,199);
        _moveto(0,199);
        _lineto(0,0);
        /*-----
        Zeichnen der X- und Y-Achse
        -----*/
        for(x = 0; x <= 319; x++)
        {
            outp(BASE, START);
            /*-----
            Start der Wandlung
            -----*/
            do
            {
                flag = inp(BASE);
            }
            while(64 & flag);
            lower_bits = inp(BASE + 2);
            upper_bits = inp(BASE + 1);
            word = ((16 * upper_bits) +
                (lower_bits / 16));

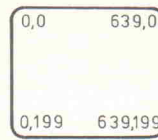
            y = (int)400 * (1 - (word / 4095));

            _lineto(x,y);
        }
        getch();
        /*-----
        Taste drücken um Bildschirm
        aufzufrischen
        -----*/
    }
}

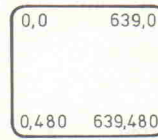
```



(a)

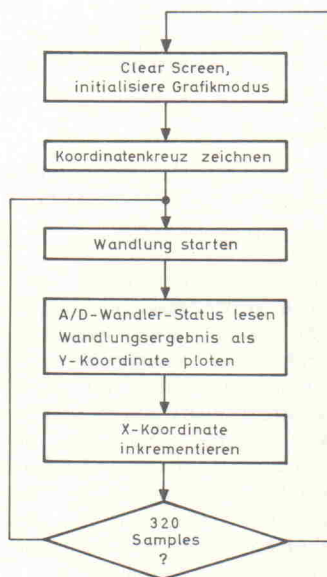


(b)



(c)

**Bild 3.1.**  
Pixel-Map  
für den  
a) CGA-  
b) EGA-  
c) VGA-  
Bildschirm-  
Modus aus  
Tabelle 3.1.

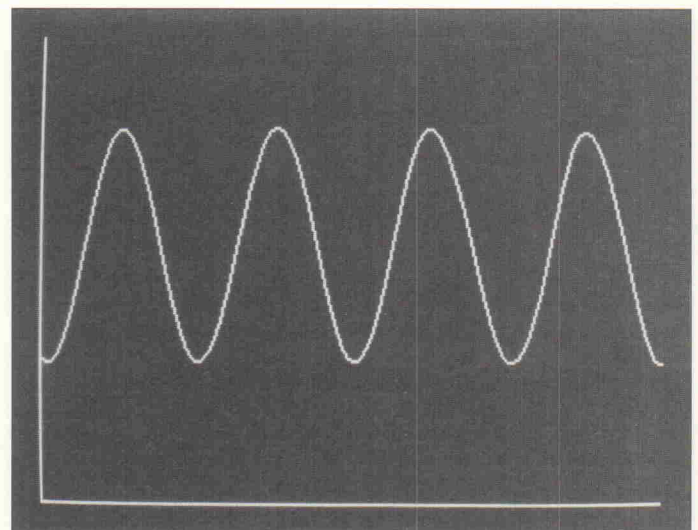


**Bild 3.2.** Das Listing 3.1  
arbeitet nach diesem  
Flußdiagramm.

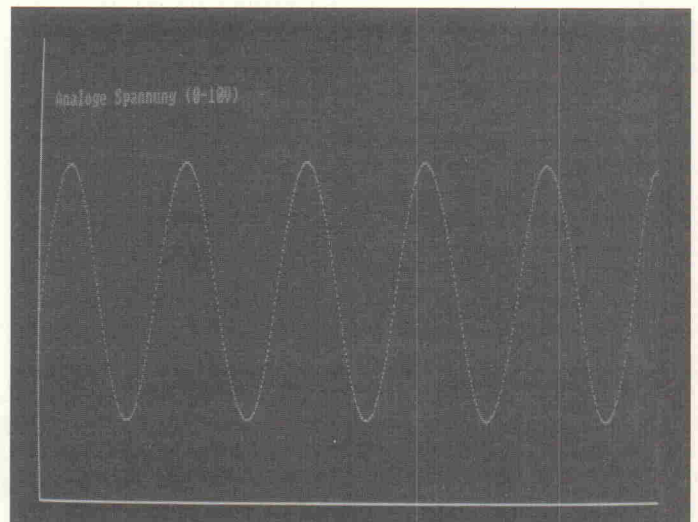
Mode	Type	Format	Farben	Adapter
_DEFAULTMODE	Hardware	Default Mode		
_TEXTBW40	M/T	40 × 25	16	CGA
_TEXTC40	C/T	40 × 25	16	CGA
_TEXTBW80	M/T	80 × 25	16	CGA
_TEXTC80	C/T	80 × 25	16	CGA
_MRES4COLOR	C/G	320 × 200	4	CGA
_MRESNCOLOR	M/G	320 × 200	4	CGA
_HRESBW	M/G	640 × 200	2	CGA
_TEXTMONO	M/T	80 × 25	1	MA
_MRES16COLOR	C/G	320 × 200	16	EGA
_HRES16COLOR	C/G	640 × 200	16	EGA
_ERESNCOLOR	M/T	640 × 350	1	EGA
_ERESCOLOR	C/G	640 × 350	64	EGA
_VRES2COLOR	C/G	640 × 480	2	VGA
_VRES16COLOR	C/G	640 × 480	16	VGA
_MRES256COLOR	C/G	320 × 200	256	VGA

M = Monochrom    C = Farbe    T = Text    G = Grafik

**Tabelle 3.1.** Die C-Konstanten zur Einstellung des  
Bildschirmmodus.



**Bild 3.3.** Das Ergebnis des Programms aus Listing 3.1.



**Bild 3.4.** Eine 10-Hz-Sinusschwingung im EGA-Modus.

Konstante in der Funktion `_setvideomode()` in `_HRES16-COLOR` zu ändern. Dieser Modus unterstützt 16 Farben und eine Schirmgröße von  $640 \times 200$  Punkten. Die Betrachtung des Koordinatensystems in Bild 3.1b zeigt die erforderlichen Änderungen an der horizontalen Achse und der Variablen `x`, um 640 Meßwerte darzustellen. Das Einfügen der Funktion `_moveto(x, y)` direkt vor `_lineto(x, y)` ändert die Grafikausgabe in eine Folge von Punkten (siehe Bild 3.3 und 3.4).

Das Kombinieren von Text und Grafik ist ein nützliches Feature. Es erlaubt dem Programmierer die Achsen zu bezeichnen und Überschriften einzufügen, um die angezeigten Daten übersichtlicher zu

machen. Das Programm in Listing 3.2 benutzt EGA-Grafik. Es zeigt, wie die Überschrift für das Diagramm mit der Funktion `_settextposition(4, 3)` platziert wird.

Der auszugebende Text wird mit `_outtext('Analoge Spannung (0-10 V)')` an die zuvor angegebene Stelle des Bildschirms geschrieben.

Um die Farbe der Überschrift zu bestimmen, kann man die Funktion `_setcolor()` benutzen. Der Aufruf `_setcolor(3)` sorgt dafür, daß das Programm den Text in Cyan schreibt. Der dunkelgraue Hintergrund wird durch den Aufruf der Funktion `_setbkcolor(_GRAY)` erzielt. Mit `_setcolor(14)` erreicht man, daß der Graph in einem hellen Gelb erscheint.



## Listing 3.2

```

/*****
Messung von 640 Werten
und grafische Darstellung
in EGA-Modus
*****/
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
#include<conio.h>
#define BASE 772
#define START 11
main()
{
    int x,y,k;
    float word;
    unsigned int
    lower_bits,upper_bits,flag;

    for(;;)
    {
        _setvideomode(DEFAULTMODE);
        _setvideomode(HRES16COLOR);
        _clearscreen(GCLEARSSCREEN);
        _setbkcolor(GRAY);
        _moveto(0,199);
        _lineto(639,199);
        _moveto(0,199);
        _lineto(0,0);
    }
    //-----
    Zeichnen der X- und Y-Achse
    //-----
    _settextposition(4,3);
    _settextcolor(3);
    _outtext("Analoge Spannung
    (0-10V)");
    for(x=0;x<=639;x++)
    {
        outp(BASE,START);
        /*-----
        Start der Wandlung
        -----*/
        do
        {
            flag = inp(BASE);
        }
        while(64 & flag);
        lower_bits = inp(BASE+2);
        upper_bits = inp(BASE+1);
        word = ((16 * upper_bits) +
        (lower_bits/16));
        y = (int)200 * (1 - (word / 4095));
        _setcolor(14);
        /*-----
        Setzen der
        Vordergrund-Farbe
        -----*/

        _moveto(x,y);

        _lineto(x,y);
        /*-----
        Punkte als Ausgabe
        -----*/
    }
    getch();
    /*-----
    Taste drücken um Schirm
    auszufrischen
    -----*/
}
    
```

Die Tabelle 3.2 soll in Verbindung mit Listing 3.2 die Zusammenhänge zwischen Farbe, Color-Text-Mode und der Color-Konstanten verdeutlichen.

 Farbe Farbtext- Farb-  
Modus konstante

Schwarz	0	_BLACK
Blau	1	_BLUE
Grün	2	_GREEN
Cyan	3	_CYAN
Rot	4	_RED
Magenta	5	_MAGENTA
Braun	6	_BROWN
Weiß	7	_WHITE
Dunkel- grau	8	_GRAY
Hellblau	9	_LIGHTBLUE
Hellgrün	10	_LIGHTGREEN
Hellcyan	11	_LIGHTCYAN
Hellrot	12	_LIGHTRED
Hell- magenta	13	_LIGHT- MAGENTA
Hellgelb	14	_LIGHT- YELLOW
Weiß	15	_BRIGHT- WHITE

 Tabelle 3.2. Werte für den  
Color-Text-Mode und die  
Color-Konstanten.

Microsoft C ist in dieser Beziehung sehr eigentümlich. Es verlangt, daß die Farbe von Text und Vordergrund über den Color-Text-Mode als Zahl angegeben wird, während die Hintergrundfarbe über die Color-Konstante zu definieren ist.

## Sensorik

Der Anschluß von Meßinstrumenten an Digitalrechner ist in C eine einladende Sache und erlaubt dem Ingenieur, relativ schnell ein Programm zu schreiben, das einen Prozeß anzeigen und linearisiert.

Ein nichtlinearer Sensor, in diesem Fall ein Thermistor, ist an einen Digitalrechner anzuschließen. Das Programm soll die Eingangsspannung messen und die Temperatur in Grad Celsius anzeigen. Das Problem kann man in folgende Teilbereiche unterteilen:

Die Charakteristik des Sensors ist mit der byteorientierten Welt des Rechners in Verbindung zu bringen und das Ergebnis durch die Software zu linearisieren, um brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Da das Problem zum größten Teil durch die Software gelöst werden kann, ist nur eine sehr einfache Elektronik erforderlich.

Der Zusammenhang zwischen dem Widerstand R und der Temperatur T läßt sich folgendermaßen ausdrücken:

$$R = A(B/T)$$

Dabei ist R in  $\Omega$  und T in Kelvin ( $273 + ^\circ\text{C}$ ) einzusetzen. A und B sind Konstanten.

Wenn der Widerstand  $R_0$  für eine bestimmte Temperatur  $T_0$  bekannt ist, kann man schreiben:

$$R_0 = A(B/T_0)$$

Die Division der ersten Gleichung durch die zweite ergibt:

$$R(T) = R_0(B(1/T) - (1/T_0))$$

Dieser Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur ist nur dann brauchbar, wenn die charakteristische Temperatur B und die dazugehörigen Werte von  $R_0$  und  $T_0$  bekannt sind. Dann kann die Gleichung dazu verwendet werden, bei Temperaturänderungen den Widerstandswert zu bestimmen. Tabelle 3.3 enthält die erforderlichen Details.

 Bestimmung  
der Signalspannung

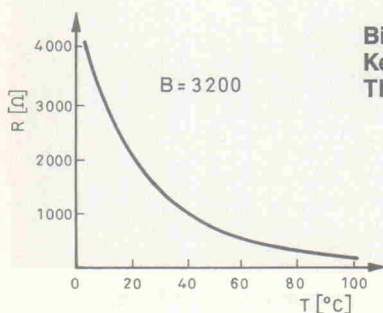
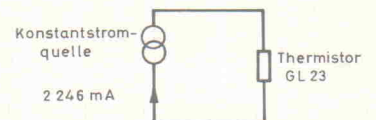
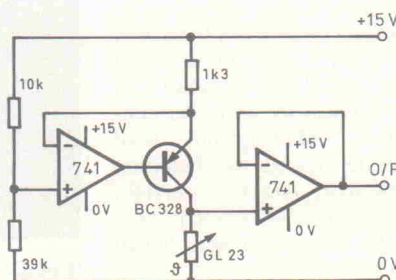
Der Thermistor wird mit einer Konstantstromquelle in Reihe geschaltet, die einen Strom von 2,462 mA liefert, damit der maximale Spannungsabfall über dem Sensor mit dem maximalen Eingangsbereich des A/D-Wandlers übereinstimmt (Bild 3.6). So vermeidet man einen Genauigkeitsverlust. Die Multiplikation des Konstantstroms mit dem Widerstand des Thermistors  $R(T)$  ergibt die Spannung, die in Spalte 3 der Tabelle angegeben ist.

Die analoge Eingangsspannung (U), die über dem Sensor abfällt, wird in ein 12-Bit-Datenwort (N) übersetzt. Da die Kennlinie des A/D-Wandlers als linear angenommen wird, besteht zwischen U und N folgender Zusammenhang:

$$N/4095 = U/10.$$

 Tabelle 3.3. Widerstände,  
Ausgangsspannungen und  
die daraus resultierenden  
Wandlungsergebnisse des  
GL23 in Abhängigkeit von  
der Temperatur.

Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]	Thermistor- Widerstand [ $\Omega$ ]	Spannung [V]	A/D-Wandlung [N]
0	4451	10,0	4095
10	2942	6,61	2706
20	2000	4,49	1838
30	1395	3,13	1281
40	995	2,23	913
50	725	1,63	667
60	539	1,21	495
70	407	0,91	372
80	312	0,70	286
90	243	0,54	221
100	192	0,43	176


 Bild 3.5. Die  
Kennlinie des  
Thermistors GL23.

 Bild 3.6. 2,246-mA-  
Konstantstromquelle für den  
Thermistor GL23.



### Listing 3.3

```

/*****
Linearisierung des GL23
und Simulation der
12-Bit-A/D-Wandlung
*****/
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#define To 273
#define B 3200
#define Ro 2000
main()
{
int n;
double R,T;
for(;;)
{
scanf("%d",&n);
/*
Simulation des Wandlers
-----*/
R = 1.0869 * n / Ro;
T = 1 / (log(R) / B + 0.003413) - To;
printf("Temperatur:%f\n",T);
}
}

```

Tabelle 3.3 faßt die Ergebnisse zusammen und zeigt den Zusammenhang zwischen dem Meßwert N und der Temperatur T im Bereich von 0...100 °C.

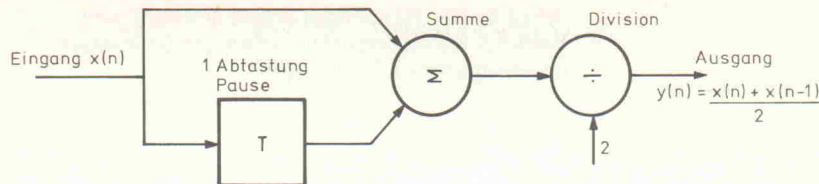
### Programm-entwicklung

Umfangreiche Programme erfordern eine durchdachte Entwicklung. Das kann man durch einen 'Bottom-Up'-Entwurf relativ einfach erreichen. Diese Methode umfaßt die Zerlegung des Programms in überschaubare Teilprobleme, die sich leicht entwickeln und danach testen lassen. Der gut ausgetestete Code wird dann später zu einem Gesamtprogramm zusammengefügt. Das Beispiel zeigt hoffentlich ausreichend, wie das Temperatur-Meßprogramm aus kleineren Fragmenten zusammengesetzt werden kann.

Angenommen, die Linearisierungs-Routine ist noch ungetestet, während die Funktionen A/D-Wandlung und Datendisplay schon zufriedenstellend arbeiten. Aus der Tabelle 3.3 kann die Temperatur des Thermistors (T) aus dem vom Programm gelieferten Dezimalwert (N) bestimmt werden. Das bedeutet, daß die Werte

Lichtquelle	Beleuchtungsstärke [lx]
Helles Sonnenlicht	30 000
60-W-Lampe (1 m)	50
Mondschein	0,1

**Tabelle 3.4. Einige typische Beleuchtungsstärken.**



**Bild 3.7. Diagramm einer 2stufigen Mittelwertbildung.**

### Listing 3.4

```

/*****
Digitales Thermometer
mit dem GL23
*****/
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#define BASE 772
#define START 11
#define To 273
#define B 3200
#define Ro 2000
main()
{
int x,y,word,k;
double R,T;
unsigned int
lower_bits,upper_bits,flag;

for(;;)
{
_setvideomode(DEFAULTMODE);
_setvideomode(HRES16COLOR);
/*
EGA Modus
-----*/
_clearscreen(GCLEARSCREEN);
_setbkcolor(GRAY);
_moveto(0,199);
_lineto(639,199);
_moveto(0,199);
_lineto(0,0);
/*
Zeichnen der X- und Y-Achse
-----*/
_settextcolor(3);
_settextposition(4,3);
_outtext("Temperaturbereich 0-
100°C");
/*
Farbe und Textposition setzen
-----*/
for(x = 0; x <= 639; x++)
{
outp(BASE,START);
/*
Start der Wandlung
-----*/
do
{
flag = inp(BASE);
}
while(64 & flag);
lower_bits = inp(BASE+2);
upper_bits = inp(BASE+1);
word = ((16 * upper_bits) +
(lower_bits/16));
R = 1.0869 * word / Ro;
T = 1 / (log(R) / B + 0.003413) - To;
y = 2 * (100 - T);
/*
Skalierung der Y-Koordinate
-----*/
_setcolor(14);

_moveto(x,y);

_lineto(x,y);

}
getch();
/*
Taste drücken um Schirm
aufzufrischen
-----*/
}
}

```

**Tabelle 3.5 Kalibrierdaten für den Lichtsensor ORP12.**

aus dem A/D-Wandler über die Funktion *scanf()* simulierbar sind, ohne Komplikationen durch die angeschlossene Hardware befürchten zu müssen. So ist die Linearisierung ganz einfach zu überprüfen. 'Meßdaten' liefert die Tastatur. Auf diese Weise kann man die möglichen Fehlerquellen reduzieren und die Funktion des Programms rasch austesten (siehe Listing 3.3).

Um den Zusammenhang zwischen der Temperatur (T) und der Ausgabe des A/D-Wandlers zu bestimmen, ist etwas Arithmetik erforderlich. Zunächst wird die Thermistor-Gleichung

$$R(T) = R_0^{(B/(1/T) - (1/T_0))}$$

umgestellt. Sie beschreibt die Temperatur als Ausdruck des Widerstandswertes R(T). Da der Computer aber nicht den Widerstandswert einliest, muß R(T) in Abhängigkeit von N ausgedrückt werden:

$$I \cdot R(T)/10 = N/4095$$

Ein erfolgreicher Compiler-Durchlauf erfordert das Einfügen des Header-Files *math.h*, in dem häufig benutzte mathematische Funktionen wie beispielsweise der Logarithmus *log()* definiert sind. Man beachte, daß der Widerstandswert als *double* deklariert ist.

### Temperaturanzeige mit EGA-Grafik

Listing 3.4 linearisiert die Werte des Thermistors GL23 und zeigt die Temperatur grafisch an, wobei 640 Meßwerte in einem Bereich von 0...100 °C angezeigt werden. Die

Kalibrierung des Systems ist sehr einfach. Der Thermistor wird durch eine Widerstandsdekade ersetzt.

Die Flexibilität eines Personal Computers erlaubt es, einen Mechanismus in das Programm einzubauen, der die Effekte von zufälligem Rauschen reduziert. Dieses einfache digitale Filter ist leicht zu erstellen, und wenn man es in das digitale Thermo-

### Listing 3.5

```

/*****
2stufige Mittelwertbildung
*****/
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#define BASE 772
#define START 11
main()
{
unsigned int
lower_bits,upper_bits,flag;
float new_input,old_input,average;
for(;;)
{
outp(BASE,START);
/*
Wandlung starten
-----*/
do
{
flag = inp(BASE);
}
while(64 & flag);
/*
Flag gesetzt ?
-----*/
lower_bits = inp(BASE+2);
upper_bits = inp(BASE+1);
new_input = ((16 * upper_bits) +
(lower_bits/16));
/*
12-Bit-Wort bestimmen
-----*/
average = 0.5 * (new_input +
old_input);
printf("Mittelwert:%f\n",average);
old_input = new_input;
/*
Daten schaufeln
-----*/
}
}

```

Beleuchtungsstärke [lx]	Zellenwiderstand [kΩ]	Ausgangsspannung [V]	A/D-Wandlung [N]
0,1	665,5	0,003	1
10	10,003	0,196	80
50	2,3069	0,7976	326
100	1,2264	1,402	574
500	0,2828	4,142	1696
1000	0,1503	5,709	2337
2000	0,0799	7,145	2926
5000	0,0274	8,793	3600



meter einbaut, erhält man ein sinnvolles Experimentierfeld, um Grundlagen darzustellen.

Mittelwertbildung ist eine attraktive Methode, verrauschte Daten wiederherzustellen. Eine grafische Darstellung der Signalverarbeitung zeigt Bild 3.7.

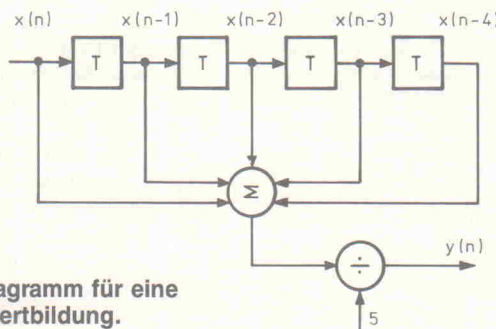
Der Vorteil, den A/D-Wandler über ein Programm zu steuern, tritt nun zutage. Da die Wandlung vom Hauptprogramm synchronisiert wird, ist es auf einfache Weise möglich, die gesammelten Werte zwischenspeichern. Der Verarbeitungsalgorithmus besteht aus der Addition des aktuellen Wertes  $x(n)$  zum vorherigen Wert  $x(n-1)$  und einer anschließenden Division durch 2. Man erhält  $y(n)$  (siehe Listing 3.5).

Die Antworten des Thermistors auf Temperaturänderungen sind im Vergleich zur Samplerate relativ langsam. Das bedeutet, daß das Signal quasi stationär erscheint. Die Addition der aufeinanderfolgenden Meßwerte ermöglicht es, zu erkennen, wenn das Rauschen überhand nimmt.

Die Demonstration der in Bild 3.7 gezeigten Signalverarbeitungs-Charakteristik erfordert es, dem Eingangssignal zufälliges Rauschen zu überlagern. Eine Schaltung für diese Aufgabe zeigt Bild 3.8. Der Rauschgenerator erzeugt Impulse mit einer Amplitude von 10 V, deren Dauer zufällige ganzzahlige Vielfache von 20  $\mu$ s sind. Die Rauschamplitude ist mit einem 10-k $\Omega$ -Potentiometer einstellbar. Bevor das Signal auf den Temperatursensor trifft, durchläuft es noch einen aktiven Tiefpaß.

Es besteht kein Grund, die Mittelwertbildung auf zwei Terme zu beschränken. In Bild 3.9 und Listing 3.6 ist ein 5stufiges Filter realisiert.

Von links beginnend, durchläuft das Signal des A/D-Wandlers eine Verzögerungsleitung. Die Addition der fünf aufeinander-



**Bild 3.9. Das Diagramm für eine 5stufige Mittelwertbildung.**

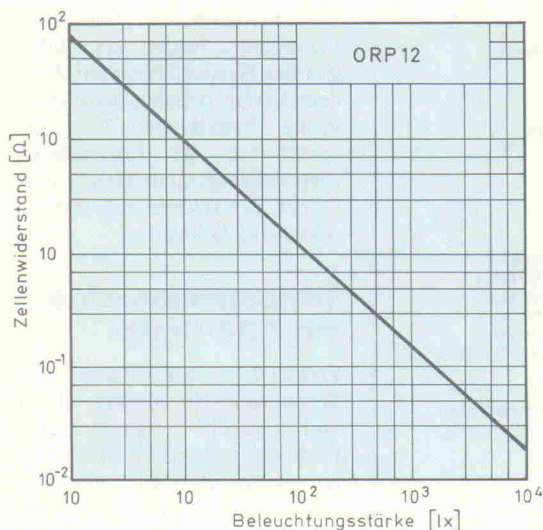
folgenden Meßwerte und die Division durch 5 bilden den Algorithmus für die Signalverarbeitung.

## Ein linearer Sensor

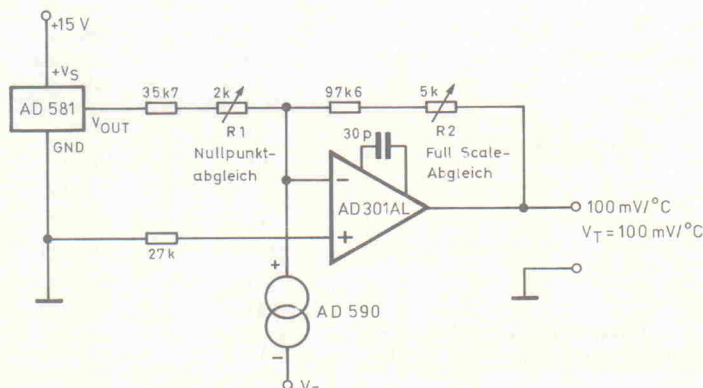
Die Temperaturmessungen mit dem GL23 stellen eine nützliche Einführung in die Interface-Technik dar. Unglücklicherweise bereiten Toleranzen unter-

schiedlicher Thermistoren bei der Kalibrierung ein Problem. In der Realität wird eine 'robustere' technische Lösung verlangt.

Der AD 590KH von Analog Devices ist ein Temperatursensor, der in einem Bereich von  $-50^{\circ}\text{C} \dots 150^{\circ}\text{C}$  einen Strom von  $1 \mu\text{A/K}$  liefert. Seine Linearität ist sehr gut. Wenn dieser Baustein in die in Bild 3.10



**Bild 3.11.**  
Der Zusammen-  
hang zwischen  
Beleuch-  
tungsstärke  
und dem  
Widerstand  
des  
Sensors  
ORP12.



### Listing 3.6

```

*****
5stufige Mittelwertbildung
und digitales Thermometer
*****/
#include<stdio.h>
#include<graph.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#define BASE 772
#define START 11
#define To 273
#define B 3200
#define Ro 2000
main()
{
    int x,y,word,k ;
    double R,T,input_0,input_1,input_2;
    double input_3,input_4,average;
    unsigned int
    lower_bits,upper_bits,flag;

    for(;;)
    {
        _setvideomode( DEFAULTMODE);
        _setvideomode(_HRES16COLOR);
        /*-----
        EGA-Modus
        -----*/
        _clearscreen( GCLEARSCREEN);
        _setbkcolor( GRAY);
        _moveto(0,199);
        _lineto(639,199);
        _moveto(0,199);
        _lineto(0,0);
        /*-----
        Zeichnen der X- und Y- Achse
        -----*/
        _settextcolor(3);
        _settextposition(4,3);
        _outtext("Temperatur 0-100°C");
        /*-----
        Farbe und Position setzen
        -----*/
        for (x = 0; x<=639; x++)
        {
            outp(BASE,START);
            /*-----
            Wandlung starten
            -----*/
            do
            {
                flag = inp(BASE);
            }
            while(64 & flag);
            lower_bits = inp(BASE+2);
            upper_bits = inp(BASE+1);
            input_0 = ((16 * upper_bits) +
            (lower_bits/16));
            average = 0.2 *
            (input_0+input_1+input_2+input_3+
            input_4);
            R = 1.0869 * average / Ro;
            T = 1 / (log(R) / B + 0.003413) - To;
            /*-----
            Zeichnen der Werte
            -----*/
            _setcolor(14);

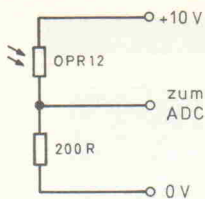
            _moveto(x,y);

            _lineto(x,y);
            input_4 = input_3;
            input_3 = input_2;
            input_2 = input_1;
            input_1 = input_0;
        }
        getch();
        /*-----
        Taste drücken um Schirm
        aufzufrischen
        -----*/
    }
}

```

**Bild 3.10.**  
Temperaturmessung mit dem AD590. R1 dient zur Kalibrierung bei 0 °C, R2 dazu, 100 °C einzustellen.





**Bild 3.12. Die Schaltung für die Erfassung der Beleuchtungsstärke.**

gezeigte Schaltung eingesetzt wird, ist nur noch eine 2-Punkt-Kalibrierung erforderlich, und man erhält ein Ausgangssignal von 100 mV/°C über einen Bereich von 0...100 °C.

## Messen der Beleuchtungsstärke

Draußen ist es dunkel, ein Schatten fällt durch ein Fenster. 'Achtung, ein Eindringling!' meldet der Computer. Wie ist so etwas realisierbar? Das im vorangegangenen Abschnitt erläuterte Prinzip kann genauso mit einem lichtempfindlichen Meßsystem zusammenarbeiten.

Ein lichtempfindlicher Widerstand soll an einen Computer angeschlossen werden, so daß die Intensität des einfallenden Lichts auf dem Bildschirm angezeigt wird. Damit die Beleuchtungsstärke kontinuierlich erfaßt wird, soll das Programm in Echtzeit ablaufen.

Die Cadmium-Sulfid-Fotозelle ORP12 hat eine Lichtempfindlichkeit, die der des menschlichen Auges ähnelt, was sie zum idealen Lichtsensor macht.

Um die Elektronik so einfach wie möglich zu halten, soll die Software das Signal des Sensors linearisieren. Der Zusammenhang zwischen dem Widerstand in kΩ und der Beleuchtungsstärke I in Lux ist in Bild 3.11 gezeigt.

Anhand dieser Kennlinie kann man folgendes annehmen:

$$I = [125,1 \cdot R^{(-1,097)}] \cdot [lx]$$

Dabei ist R der Widerstand der Fotозelle in kΩ.

Die Sensorschaltung besteht nur aus einem ORP12 in Reihe mit einem 200-Ω-Widerstand.

Wie in Bild 3.12 gezeigt, ist diese Reihenschaltung an eine 10-V-Gleichspannungsquelle angeschlossen. Die Spannung über dem Widerstand wird durch den A/D-Wandler in ein 12-Bit-Datenwort konvertiert. Um die Beleuchtungsstärke zu berechnen, muß man zunächst den Zusammenhang zwischen den Daten des Wandlers (N) und der Beleuchtungsstärke (I) bestimmen. Die am Wandler anliegende Spannung ist:

$$U = [(10 \cdot 200)/(200 + R)] \cdot [V]$$

Nach Substituierung von R durch die Gleichung für die Beleuchtungsstärke erhält man:

$$U = [(10 \cdot 200)/(200 + 1000 \cdot (125,1/I)^{0,9115})] \cdot [V]$$

Das analoge Eingangssignal U wird in ein 12-Bit-Datenwort N überführt:

$$N/4095 = U/10$$

I in Abhängigkeit von N berechnet sich zu:

$$I = [125,1/(819/N - 0,2)^{1,097}] \cdot [lx]$$

C verkraftet solche Ausdrücke mit Leichtigkeit, und die Linea-

## Listing 3.7

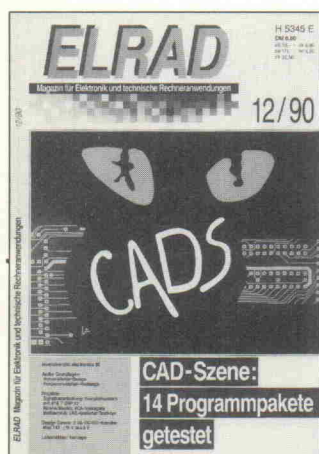
```

/*****
  Linearisierung ORP12
  und Simulation des Wandlers
  über die Tastatur
  *****/
#include<stdio.h>
#include<math.h>
main()
{
  int n;
  double I, parameter, denominator;
  for(;;)
  {
    scanf("%d", &n);
    /*
     Simulation des A/D-Wandlers
     *****/
    parameter = (double)819 / n - 0.2;
    denominator = pow(parameter, 1.097);
    /*
     Berechne Parameter^1.097
     *****/
    I = 125.1 / denominator;
    printf("Lux = %f\n", I);
  }
}

```

risierung geschieht in einer einzigen Programmzeile. Tabelle 3.5 zeigt den Zusammenhang zwischen I und dem Datenwort N im Bereich von 0,1...5000 Lux.

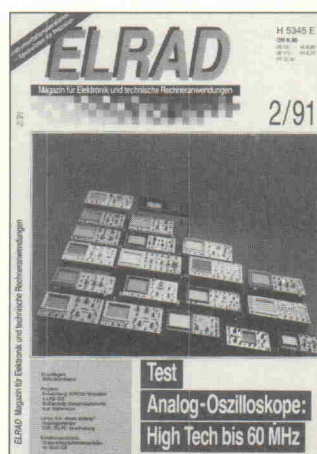
In Listing 3.7 wird der Teil des Programms, der das Sensorsignal linearisiert, anhand von Tastatureingaben demonstriert.



## Schließen Sie die Lücke in Ihrem ELRAD-Archiv...

... bevor die Ausgaben vergriffen sind. Die Ausgaben 6/90 bis 6/91 sind noch im Verlag erhältlich. Nachbestellungen gegen Vorauszahlung zum Einzelheftpreis von DM 6,80 plus Versandkosten. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei. 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,-. Nutzen Sie die Kontaktkarten in der Heftmitte.

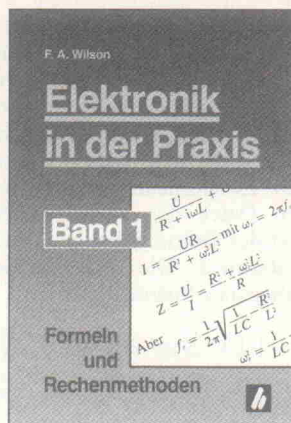
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61





# ... aus dem aktuellen Programm

ELEKTRONIK



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

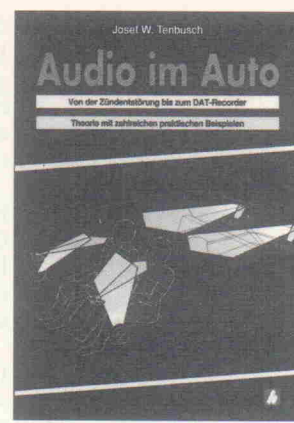
Broschur, 224 Seiten  
DM 32,-/öS 250,-/sfr 29,50  
ISBN 3-922705-40-5

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

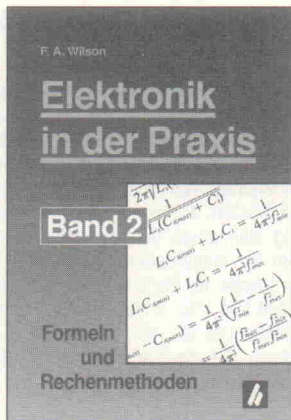


Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift ELRAD veröffentlichten Grundsaltungen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

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



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



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

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

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



Schaltungen und IC-Applikationen sind die Grundlage jeder elektronischen Entwicklung. Das Problem ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein suchendes „Wo“. Der vorliegende Band 2, Audio und Niederfrequenz, faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift ELRAD veröffentlichten Grundsaltungen mit umfangreichem Suchwortregister thematisch zusammen.

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



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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. BBL /B91





Hinweis: Fortsetzung aus Heft 6/91.

## Motorsteuerungen mit VMOS-Leistungstransistoren (3)

**Steht man vor der Aufgabe, die Drehzahl eines Motors kontinuierlich zu steuern, so setzt man zum Erreichen einer möglichst geringen Verlustleistung einen PWM-Generator ein. Einige dieser Generatoren sind zudem in der Lage, neben der Drehzahl auch die Drehrichtung zu beeinflussen.**

Der einfachste PWM-Generator besteht aus einem rückgekoppelten Schmitt-Trigger mit einem überlagerten Stromoffset entsprechend Bild 34. Diese Schaltung ist für eine Grundfrequenz von etwa 50 Hz und für eine Betriebsspannung von 12 V dimensioniert. Nachteil dieser Anordnung ist, daß sich die Frequenz des Ausgangssignals an den Endpunkten, also bei Eingangsspannungen nahe 2 V beziehungsweise 8 V, zu bedeutend niedrigeren Werten hin verschiebt. Der Variationsbereich der Ausgangsspannung des invertierenden Schmitt-Triggers I1 (L-Pegeldauer im Verhältnis zur Gesamtperiode) beträgt etwa 10 %...90 %. Bei einer Eingangsspannung unter 2 V springt die Ausgangsspannung auf konstantes L-Potential, bei über 8 V auf konstantes H-Potential. Die Steuerspannung 2 V...8 V kann natürlich von einer beliebigen Quelle stammen.

Der Inverter I2 dient zum Entkoppeln und Invertieren des PWM-

Ausgangssignals. Anstelle des Inverters I2 kann man bei höherer Pulsfolgefrequenz auch einen der Treiber nach Bild 20...24 einsetzen. Als Schmitt-Trigger und Inverter ist der Typ 40 106 aus der CMOS-Reihe bestens geeignet, da er sechs Inverter enthält, von denen man einen als PWM-Generator und die restlichen fünf parallel geschaltet als Treiber verwenden kann. Für höhere Generatorfrequenzen muß die Zeitkonstante ( $R2 \cdot C$ ) umgekehrt proportional verkleinert werden. Diese Schaltung ist beispielsweise zur Steuerung des Motortreibers nach Bild 5 geeignet.

Der Nachteil der Schaltung in Bild 34, die Frequenzabhängigkeit des Ausgangssignals von der Pulsweite, läßt sich nach Bild 35 durch Trennen des Signalerzeugungsteils vom Signalverschiebungsteil beheben. Wird hier ein Baustein des Typs 40 106 verwendet, so können am Schaltungsausgang die parallel geschalteten restlichen vier Inverter als VMOS-Treiber dienen. Ansonsten gilt auch für diese Schaltung, daß das Ausgangssignal an den beiden Bereichsenden der Steuerspannung ein konstantes Potential annimmt.

Soll nicht nur die Drehzahl, sondern auch die Drehrichtung eines Motors verändert werden, benötigt man bei den meisten Steuerschaltungen für beide Drehrichtungen je ein PWM-Signal für beide Drehrichtungen, die aber nie gleichzeitig auftreten. Ein derartiges Signal wird häufig digital unter Einsatz eines Zählers und/oder Computers erzeugt. Es läßt sich aber auch derart generieren, daß die beiden Ausgänge eines Signalgenerators in

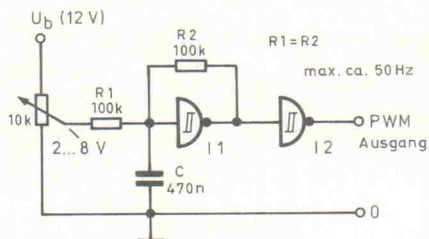


Bild 34.  
Einfacher PWM-Signalgenerator.

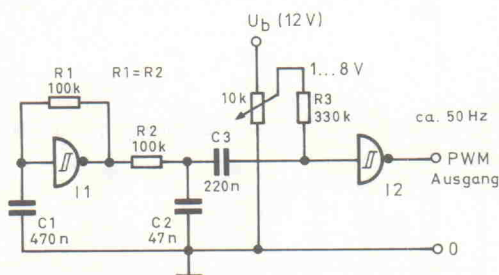


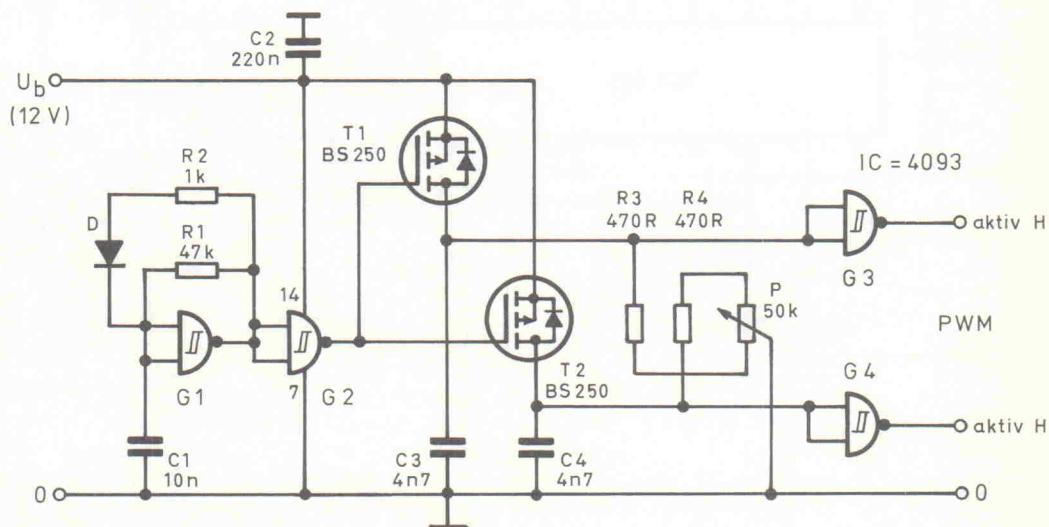
Bild 35.  
PWM-Signalgenerator mit konstanter Ausgangsfrequenz.

Abhängigkeit von der Schleiferstellung eines einzigen Potentiometers das jeweils gewünschte Signal zur Verfügung stellen: In Mittelstellung des Potis führen beide Ausgänge konstant L-Pegel; verstellt man das Poti aus der Mittelstellung heraus in eine der beiden Richtungen, steht am jeweils entsprechenden Ausgang ein PWM-Signal an.

Eine erprobte Schaltung ist in Bild 36 wiedergegeben. Das Gatter G1 eines Vierfach-Schmitt-Trigger-NAND-Gatters des Typs 4093 arbeitet als Generator mit einer Folgefrequenz von etwa 10 kHz. Nach dem Passieren der Inverterstufe G2 steuert das Signal die beiden Kleinstleistungs-MOS-Transistoren T1 und T2 so an, daß die beiden Kondensatoren C3 und C4 periodisch auf die Betriebsspannung geladen werden. In den Impulspausen fin-

det für beide Kondensatoren über R3, R4 und dem anteiligen Widerstand des Potentiometers P ein Entladevorgang statt. Dieser Entladekreis ist so dimensioniert, daß sich beide Kondensatoren bei Schleifermittelstellung ( $\pm 5\%$ ) nicht unter die untere Triggerschwelle der Gatter G3 und G4 entladen können, so daß die Ausgangssignale dieser beiden Gatter bei Schleifermittelstellung L-Potential führen.

Bild 36.  
Differenz-PWM-Signalgenerator zur Steuerung von Drehzahl und -richtung.





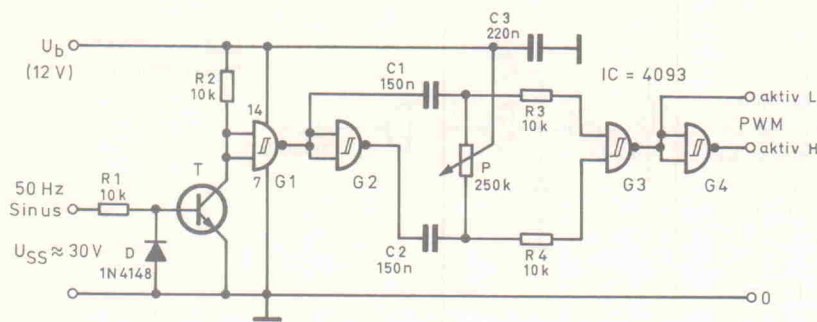


Bild 37.  
Netzsynchroner  
PWM-  
Signalgenerator zur  
Steuerung von  
Drehzahl- und  
-richtung nach dem  
Prinzip des  
Phasenanschnitts.

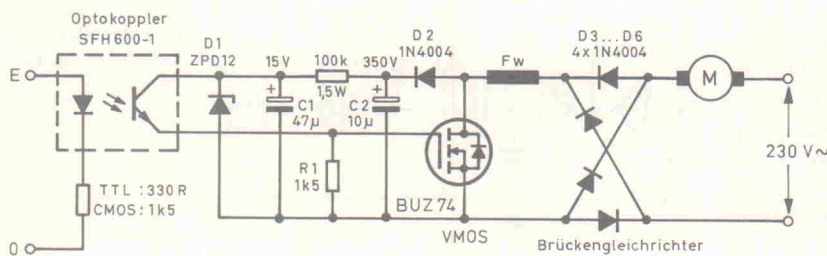


Bild 38.  
Schaltung zum  
Steuern eines  
Reihenschlußmotors  
für Netzspannung  
(Universalmotor) mit  
galvanischer  
Trennung durch  
Optokoppler.

Ändert man die Schleiferstellung von P, wird einer der beiden Kondensatoren schneller entladen. Infolgedessen unterschreitet die jeweilige Kondensatorspannung die untere Triggerschwelle von G3 beziehungsweise G4, je nach Verstellrichtung des Potentiometers. Am Ausgang des entsprechenden Gatters G3 oder G4 stehen dann positive Impulse zur Verfügung. Bei der gewählten Dimensionierung ist die Impulsbreite zwischen 0 % (Potentiometer in Mittelstellung) und

etwa 97 % (jeweiliger Endanschlag) der Gesamtperiode einstellbar.

### Netzsynchroner Phasendifferenz- Pulsweiten- modulator

In der in Bild 37 dargestellten Schaltung arbeitet Transistor T als Nulldurchgangsschalter, so daß am Ausgang des Gatters G1 ein 50-Hz-

Rechtecksignal ansteht, dessen Flanken praktisch zeitgleich zu den Nulldurchgängen der Netzspannung liegen. Das 50-Hz-Steuersignal kann man beispielsweise vor dem für die 12-V-Betriebsspannung erforderlichen Gleichrichter abnehmen. Nach nochmaligem Invertieren mit G2 stehen somit an den Ausgängen von G1 und G2 gegenphasige Rechteckspannungen zur Verfügung. Diese werden durch die Kondensatoren C1 und C2 und die jeweiligen Poti-Teilwiderstände dif-

ferenziert, mit Gatter G3 UND-verknüpft und mit Gatter G4 invertiert.

Bei Mittelstellung des Schleifers führt das Ausgangssignal des Gatters G4 H-Pegel; bei von der Mittelstellung abweichenden Schleiferpositionen werden jeweils nur während der positiven beziehungsweise negativen Halbwelle der Netzspannung Impulse mit einer Dauer zwischen 0 % (Mittelstellung) und 100 % einer halben Netzperiode (10 ms) generiert. Diese Signale eignen sich gut zum Ansteuern netzsynchroner Motortreiber.

Eine Schaltung für die Drehzahlsteuerung eines netzbetriebenen Reihenschlußmotors ist in Bild 38 zu sehen. Dem Optokoppler führt man Steuersignale mit einem Verlauf entsprechend Bild 16 entweder mit TTL- oder CMOS-Pegel zu. Dabei ist unbedingt zu beachten, daß das zum Erreichen einer be-

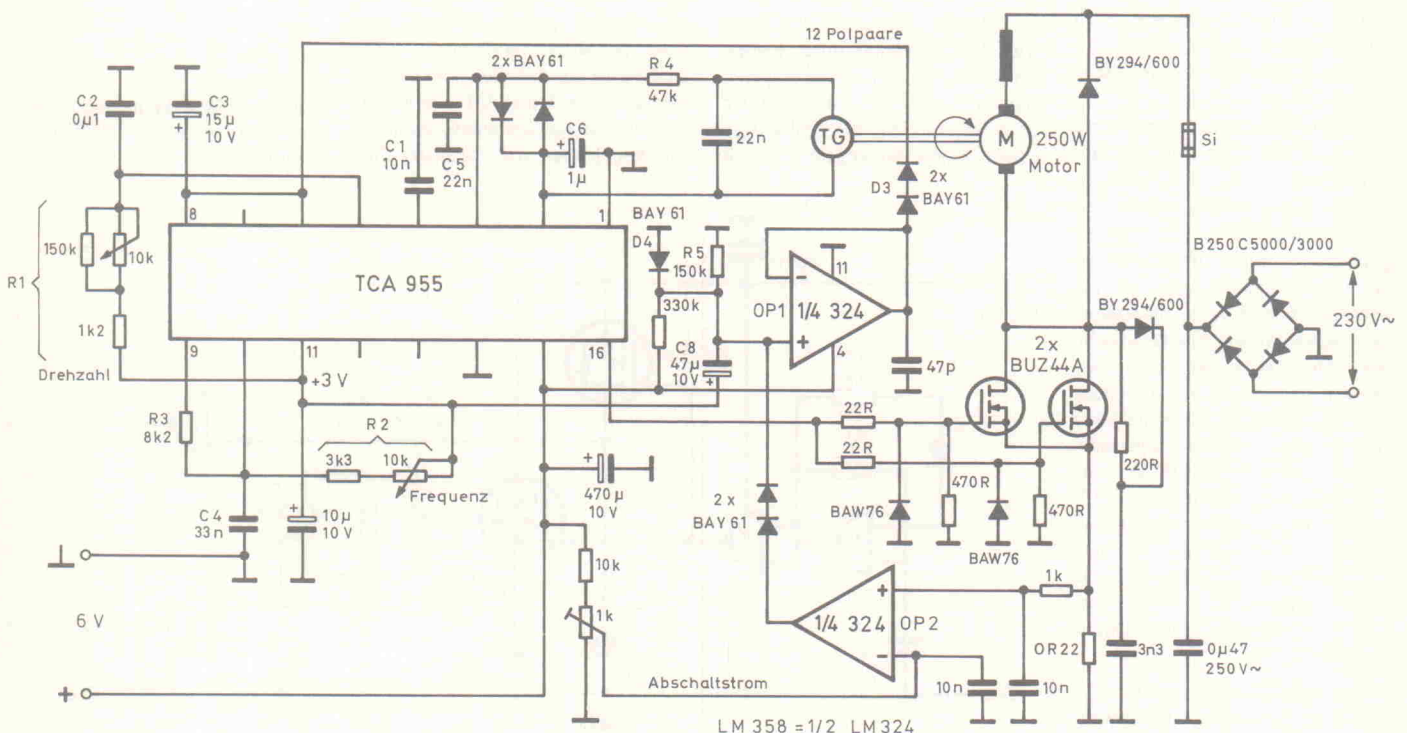


Bild 39.  
Drehzahlregler für Gleichstrom- und Universalmotoren mit integriertem Schaltkreis TCA 955.



Betreibt man einen netzbetriebenen Universalmotor mit dieser Schaltung, so kann dieser infolge des Betriebs mit Netzhalbwellen nur etwa die halbe Nennleistung umsetzen und abgeben. Andererseits handelt es sich bei den erwähnten Universalmotoren zumeist um KB-Motoren (Kurzzeit-Betrieb), die mit der gezeigten Beschaltung – je nach Motor – auch einen Dauerbetrieb vertragen können. Für eine volle Abgabeleistung sollte der Motor für eine Nennspannung von etwa 150 V ausgelegt sein. Auch 120-V-Motoren (US- oder Japan-Netze) sind geeignet, wenn man sicherstellt, daß die Impulsdauer des PWM-Signals bei maximaler Ansteuerung nicht die volle positive beziehungsweise negative Halbperiode der Netzwechselspannung umfaßt. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß sich das in Bild 19 und in Bild 38 gezeigte Prinzip bei entsprechender Schaltungsänderung auch mit bipolaren Transistoren oder (bei Impulsansteuerung) mit Thyristoren realisieren läßt.

## **Drehzahlregler für Reihenschluß- motoren**

Eine Motorsteuerung nach Bild 5 in Kombination mit einem Treiber gemäß Bild 21 und einer Generatorschaltung entsprechend Bild 35 ermöglicht zwar eine Steuerung der Drehzahl, aber keine Regelung. Weder bei unterschiedlicher Belastung noch bei Änderung der Netzspannung bleibt die Motordrehzahl konstant. Dies macht sich besonders im unteren Drehzahlbereich bemerkbar, das Drehmoment des Motors läßt dann stark nach.

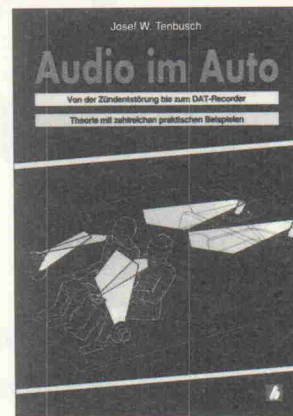
Eine echte Regelung, also mit Rückführung der Drehzahlinformation, ermöglicht die in Bild 39 gezeigte Schaltung. Hier wandelt der Baustein TCA 955 das zur Motordrehzahl proportionale Wechselspannungssignal des Tachogenerators in eine Istspannung um und vergleicht diese mit einer Sollspannung. Abhängig von der Spannungsdifferenz wird das Tastverhältnis des PWM-Ausgangssignals an Pin 16 des TCA 955 so nachge-

regelt, daß die Drehzahl konstant bleibt. Die Werte der Komponenten R1 und C2 bestimmen dabei die Nenndrehzahl. Verfügt der Tachogenerator über vier Polpaare, so kann man insgesamt einen Drehzahlbereich von 150...7500 min<sup>-1</sup> überstreichen.

Zwei antiparallel geschaltete Dioden des Typs BAY 61 sowie der Widerstand R4 begrenzen die Amplitude des Tachosignals. Die Kondensatoren C1, C5 und C6 unterdrücken Störeinflüsse auf die Tachosignalauswertung. Ist die Soll-drehzahl noch nicht erreicht, schaltet das Ausgangssignal des TCA 955 die beiden SIPMOS-Transistoren des Typs BUZ 44 A ein. Um zum einen die Transistoren nicht zu überlasten und zum anderen den mechanischen Anlauffruck zu verhindern, enthält der TCA 955 eine Sanftanlaufschaltung, die das Tastverhältnis von null an langsam vergrößert. Nach dem Einschalten gelangt eine im TCA 955 intern erzeugte Spannung von 3 V über das RC-Glied R5/C8 auf den nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers OP1. Dessen Ausgangsspannung führen zwei Dioden des Typs BAY 61 an den Istwerteingang (Pin 8) des TCA 955. Der TCA 955 interpretiert diese Spannung als 'zu hohe Drehzahl' und sperrt die SIPMOS-Transistoren. Ist die exponentiell abfallende Spannung (C8) so weit gesunken, daß sie die Sägezahnspitzen der Sollwertspannung erreicht, erfolgt eine Ansteuerung der Transistoren mit zunehmend breiteren Impulsen, bis die Solldrehzahl erreicht ist.

Um eine Beschädigung der Transistoren beim Blockieren des Motors zu verhindern, ist eine Strombegrenzung mit dem Operationsverstärker OP2 vorgesehen, der den gemittelten Transistorstrom mit einer einstellbaren Referenz vergleicht und den Anlaufkondensator nachläßt, sobald der eingestellte Strom überschritten wird. Bleibt die Überlast bestehen, so wird der Anlaufkondensator ständig nachgeladen, und es stellt sich ein bestimmtes Tastverhältnis ein. Nach Wegfall der Blockade erfolgt ein erneuter Sanftanlauf. Um die Einschaltverluste gering zu halten, muß die Speicherladezeit der Leerlaufdiode möglichst klein sein. Aus diesem Grund sollte man für die Leerlaufdiode eine schnelle Leistungsschaltodiode verwenden, beispielsweise den Typ BY 294/600.

## 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 entstören? Welche Lautsprecher sind die besten, und wo bringe ich sie am günstigsten an? Diese und viele Fragen mehr beantwortet dieses Buch. Alles was Laien und Profis wissen wollen.

Verlag

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

Wo ist der optimale Ort für meine Antenne, welche Klemme für das Autoradio? Wie kann das Auto wirksam gegen die Lautsprecher geschützt werden, und wo sind die besten Stellen für die Montage von Antennen? Diese und viele andere Fragen werden in diesem Buch beantwortet.

Im Buch: Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 321/4

**HEINZ HEISE**

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

HEISE



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

# Zeck®

# Keine Kompromisse beim Selbstbau

[illegible]

ELRAD 1991, Heft 7



# MOSFET-Halbbrücken in SMT

## Grundlagen und Anwendungen der Si-995x-DY-Bausteine

**Nachdem sich diskrete MOS-Leistungstransistoren bereits recht gut auf dem Markt etabliert haben, kommen nun nach und nach neue Varianten hinzu. Handelte es sich anfangs vorwiegend um verbesserte Transistortypen, so bietet seit kurzem die Firma Siliconix komplette MOSFET-Halbbrücken in SMD-Technik an. Die vielversprechenden Daten der neuen Bausteine legen es nahe, diese einmal näher zu untersuchen.**

Aufgrund der relativ kleinen Gehäuseabmessungen können die Halbbrücken selbstverständlich nicht diejenigen Leistungen verarbeiten, die diskrete MOS-Leistungstransistoren verkraften, dennoch erschließen diese Bausteine neue Anwendungsbereiche. Ideal einzusetzen sind die Halbbrücken vorwiegend im Kleinleistungsbe-  
reich, hier für Motorsteuerungen, im Computerbereich beispielsweise für die Steuerung von Festplattenlaufwerken, Drucker oder Plotter. Aber auch als Treiber zum Ansteuern leistungsstarker Endstufen sind sie sehr gut geeignet.

Die Halbbrücken der Si-995x-DY-Reihe sind für Arbeitsspannungen zwischen 5 V und 50 V ausgelegt und weisen folgende Merkmale auf:

- Sehr günstiges Volumen-Leistungsverhältnis;

- Reduzierung der Montagekosten und Steigerung der Betriebssicherheit durch Oberflächenmontage (SMD);
- komplementäre Ausführung der Halbbrücken mit n- und p-Kanal-MOSFETs, wahlweise auch zwei voneinander unabhängige, völlig getrennt nutzbare n-Kanal-MOSFETs (typenabhängig);
- neuartiges Zuleitungsgestell aus Kupfer für eine optimale Ableitung der Verlustwärme;
- zu 5-V-Systemen kompatible Ansteuerung.

### Thermische Probleme

Wie bereits angedeutet, entstehen bei einem hohen Leistungsumsatz auf relativ kleinem Raum Probleme hinsichtlich der Wärmeabfuhr. Obwohl bereits seit einiger Zeit eine recht breite Auswahl von analogen als auch digitalen Bausteinen in oberflächenmontierbaren Gehäusen verfügbar sind, erfordern integrierte Schaltungen, die Leistungsbausteine beinhalten, aufgrund der entstehenden Verlustwärme Gehäuseformen, die von den Normalformen abweichen. Bis vor geraumer Zeit war es nur auf diese Weise möglich, die thermischen Probleme in den Griff zu bekommen. Dieses hat aber wiederum im industriellen Einsatz zum größten Teil die Anwendung verschiedener Verarbeitungstechniken innerhalb des Montageprozesses zur Folge – eine sehr unbefriedigende Situation. Bei der Entwicklung montagekompatibler Lösungen haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Versionen von DPAK- und SOT-Gehäusen herauskristallisiert, in denen die Leistungsbausteine untergebracht sind. Zu einem großen Teil erzielt man damit gleichzeitig beträchtliche Montagevorteile, die die Kosten der Endprodukte entsprechend senken.

Hinsichtlich einer optimalen Kompatibilität haben jedoch sowohl die DPAK- als auch die SOT-Versionen ihre Grenzen. Während die DPAK-Gehäuseausführung die beste tolerierbare Kompatibilität zu anderen oberflächenmontierbaren Gehäusen gestattet, weist sie im Gegensatz zur herkömmlichen Technologie (Durchgangsloch) nur einen sehr kleinen Vorteil hinsichtlich der Bauteildichte auf. Auf der anderen Seite wiederum sind die thermischen Eigenschaften hier recht befriedigend. SOT-Gehäuse lassen sich in einem Montageprozeß recht gut zu den Standard-SO-Gehäusen (SO = small outline) kombinieren. Hier sind allerdings die thermischen Eigenschaften, insbesondere die Wärmeabfuhr, relativ schlecht. Dies gilt im übrigen auch für SO-Gehäuse. Als Träger für einen MOSFET hat ein SOT-Gehäuse ferner den Nachteil, daß in diesem nur ein sehr kleiner MOSFET-Chip untergebracht werden kann, so daß es für derartige Anwendungen an Bedeutung verliert. Für eine weitere Entwicklungsphase kommen also nur noch SO- und SOT-Gehäuse in Betracht.

Die Siliconix-Reihe der oberflächenmontierbaren MOSFET-Halbbrücken Si 995x DY ist eine

flexible und kostengünstige Alternative, bei deren Entwicklung die eben aufgeführten Probleme berücksichtigt wurden. Als Basis dient ein SO-8- beziehungsweise SO-16-Gehäuse, wobei bei der Auslegung folgende Gesichtspunkte im Vordergrund standen:

- Gute thermische Wärmeabfuhr über ein Kupferkontaktgitter;
- geringer Einschaltwiderstand  $R_{DS(on)}$  und folglich eine entsprechend kleine Verlustleistung;
- Raumvorteile durch eine hohe Integrationsdichte.

Während die SO-8- und SO-16-SMD-Gehäuse nur eine sehr begrenzte Möglichkeit der direkten Wärmeabfuhr über das Gehäuse bieten, gestattet das speziell für die Si-995x-DY-Reihe ausgelegte Kupferkontaktgitter einen sehr guten Wärmetransport über die Anschlüsse des Bausteins zur Kupferfläche der Platine. Allein durch das Gitter reduziert sich der Wärmewiderstand deutlich. Da aber der integrierte MOSFET zudem noch einen sehr geringen Einschaltwiderstand  $R_{DS(on)}$  aufweist, wird durch diese neuen Bauelemente der Bereich von SMD-Bausteinen für Leistungsanwendungen deutlich erweitert.

In Bild 1 ist der Aufbau des Kontaktgitters für eine komplementäre Halbbrücke (Typen Si 9950 DY und Si 9954 DY) wiedergegeben. Bild 2 zeigt die Pinbelegung sowie das Schaltbild dieser Bausteine. Beide sind vom Aufbau her gleich, der Typ Si 9954 DY ist allerdings für höhere Drainströme ausgelegt. In der gleichen Technologie stehen mit den Bausteinen Si 9955 DY und Si 9956 DY auch zwei voneinander unabhängige n-Kanal-MOSFETs zur Verfügung. Auch hier

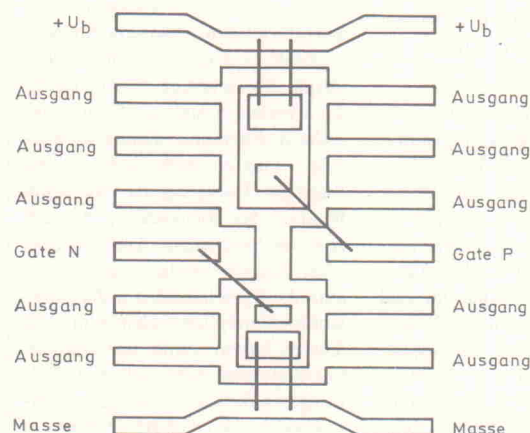


Bild 1.  
Kontaktgitterform der Halbbrücken Si 9950 DY und Si 9954 DY.



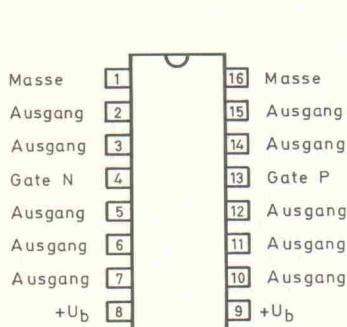


Bild 2.  
Pinbelegung sowie Innenschaltung der Halbrücken Si 9950 DY und Si 9954 DY.

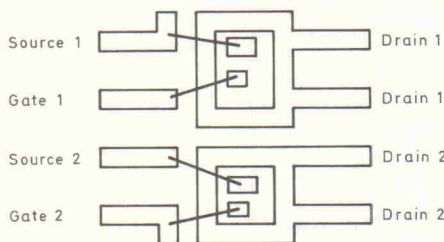


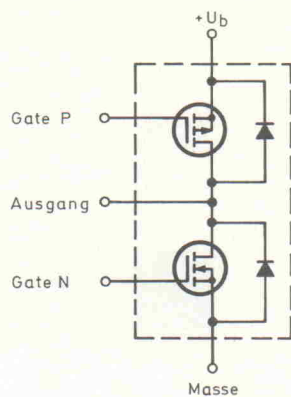
Bild 3.  
Kontaktgitterform der Halbrücken Si 9955 DY und Si 9956 DY.

verarbeitet der letztgenannte Typ höhere Drainströme. In Bild 3 ist das Kontaktgitter dieser Typen dargestellt, in Bild 4 neben der Pinbelegung auch das Schaltbild. Neben einer getrennten Nutzung der zwei n-Kanal-Transistoren lassen sich sowohl der Si 9955 DY als auch der Si 9956 DY gemäß Bild 5 extern zu einer aus zwei n-Kanal-Typen bestehenden Halbrücke zusammenschalten.

In Analogie zu diskreten MOSFETs, die eine vertikale Kanalstruktur aufweisen, dient sowohl beim n- als auch beim p-Kanal-Typ der Boden des Halbleiterchips – das Substrat – als Drainanschluß. Werden nun gemäß Bild 2 beide Transistoren zu einer komplementären Halbrücke zusammengeschaltet, so bilden die Drainan-

schlüsse beider Transistoren den gemeinsamen Ausgang. Diese Tatsache wirkt sich sehr günstig aus, denn nun haben – wie die Darstellung in Bild 1 bestätigt – immerhin zehn der insgesamt 16 Anschlüsse des SO-Gehäuses thermischen Kontakt zum Draingegebiet der beiden Halbleiter. Da beim MOSFET ein Großteil der Verlustwärme im Draingegebiet entsteht, ist somit eine gute Wärmeableitung nach außen gegeben.

Eine aus zwei n-Kanal-Transistoren aufgebaute Halbrücke, in der der Sourceanschluß des oberen Transistors mit dem Drainanschluß des unteren in Kontakt steht, könnte man entsprechend Bild 5 theoretisch mit den Bausteinen Si 9955 DY und Si 9956 DY auf Chipebene realisieren, indem man den Source-



anschluß des oberen MOSFETs mit dem Drainanschluß des unteren verbindet. Da aber der größte Anteil der Verlustwärme im Draingegebiet entsteht, würden sich beide Transistoren während des Betriebs unterschiedlich erwärmen. Ein chipinterner elektrischer Kontakt führt bei derartigen Halbrücken folglich zu keinem Vorteil. Man handelt sich damit nur den Nachteil ein, daß beide Transistoren in diesem Fall nicht mehr getrennt nutzbar sind. Konsequenterweise verzichtete der Hersteller aufgrund der thermischen Instabilitäten beim Si 9955 DY und beim Si 9956 DY auf diese Art der Beschaltung. Gleichwohl wurden auch hier, wie in Bild 3 dargestellt, die beiden im SO-8-Gehäuse zunächst überzähligen Anschlüsse mit den Drainanschlüssen der beiden MOSFETs verbunden.

Der Halbleiterchip steht in beiden Fällen über einen sehr gut wärmeleitenden Klebstoff großflächig mit dem Kupfergitter in Kontakt. Durch diese Maßnahme kann die Verlustwärme über die Bausteinanschlüsse auf die Kupferfläche der Leiterplatte abgeführt werden. Einen weiteren Beitrag zur Wärmeabfuhr liefert der relativ enge Abstand zwischen Chip und Leiterplatte nach der Platinenmontage. Ferner wirken sich die Massenverhältnisse von Kupferkontaktgitter und Halbleiterchip günstig aus; da die Masse des Gitters wesentlich größer als die des Halbleiters ist, erreicht man eine recht effiziente Wärmeausbreitung.

## Ermittlung der thermischen Eigenschaften

Welche thermischen Eigenschaften haben die Bausteine, und wie wirkt sich die Layoutgestaltung auf die

maximal zulässige Verlustleistung im Betrieb aus? Zur empirischen Beantwortung dieser Fragen ist in jedem Fall die Sperrschichttemperatur zu messen. Da Messungen mit einem separaten Sensor kaum möglich sind, geht man einen anderen Weg: Rückschlüsse auf die Sperrschichttemperatur läßt die in jedem MOSFET integrierte Inversdiode zu, da diese direkt am pn-Übergang des Halbleiters 'entsteht'. Spezifiziert man die thermischen Eigenschaften dieser Diode vorweg in einer Referenzmessung, so liefert dieses integrierte Bauelement präzise und verwertbare Daten über die Temperaturverhältnisse in der Sperrschicht. Um die Leistungsgrenze der Bausteine in Abhängigkeit vom Platinenlayout zu ermitteln, ist eine Meßreihe aufzunehmen, in der die entsprechenden Halbrücken auf unterschiedliche Platinenlayouts montiert werden; über die sich einstellende Temperaturzunahme ermittelt man anschließend die Verlustleistung in Abhängigkeit von der Einschaltdauer.

Die folgenden Aussagen beziehen sich auf Messungen am n-Kanal-Transistor; sinngemäß gelten die Aussagen auch für den p-Kanal-Typ, lediglich mit umgekehrter Polarität. Nach der Referenzmessung wird für die Temperaturmessung gemäß Bild 6a am Ausgang ein Konstantstrom  $I_{SD}$  eingespeist und die Spannung  $U_{DS}$  über der Diode gemessen.

Nun ändert man die Meßschaltung entsprechend Bild 6b; die Schaltung arbeitet nun als Stromsenke. Bedingt durch die jetzt entstehende Verlustleistung steigt die Sperrschichttemperatur im Halbleitermaterial an. Die Leistung, die in der Anordnung nach Bild 6b umgesetzt wird, läßt sich variieren, indem man eine konstante Spannung  $U_{DS} = 5\text{ V}$  anlegt und die Spannung  $U_{GS}$  variabel ausführt. Ein Rechner steuert dabei die Zeitspanne, innerhalb der die Spannung  $U_{GS}$  anliegt (Einschaltdauer), sowie die Höhe dieser Spannung. Um die sich einstellende, höhere Sperrschichttemperatur zu ermitteln, ist die Schaltung nach jeder Belastung unverzüglich entsprechend Bild 6c zu ändern; sie gleicht somit wieder der Ausgangsschaltung. Durch Vergleich mit der anfangs durchgeführten Kalibriermessung kann man nunmehr die exakte Sperrschichttemperatur ermitteln.

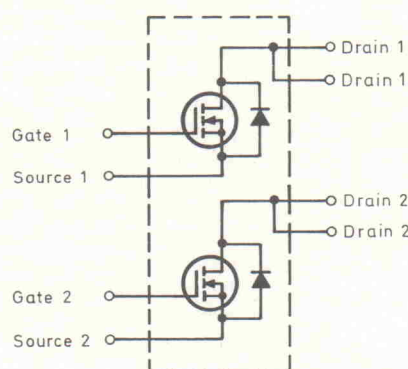
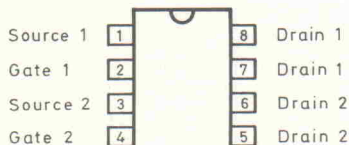


Bild 4.  
Pinbelegung sowie Innenschaltung der Halbrücken Si 9955 DY und Si 9956 DY.



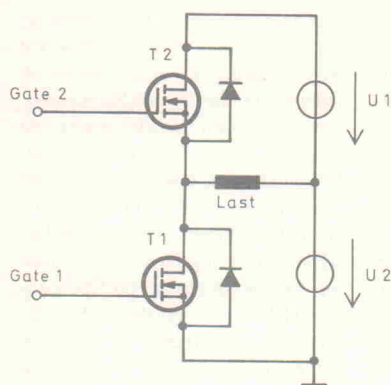


Bild 5.  
Halbbrücke mit zwei n-Kanal-Transistoren, beispielsweise aus dem Baustein Si 9956 DY.

Auch das Umschalten der Meßanordnung kann man einem Rechner überlassen. Auf diese Weise ist es möglich, sehr schnell nacheinander mehrere Messungen durchzuführen. Jeder Meßpunkt ist somit ein Wertepaar aus Verlustleistung (über Drainstrom) sowie Sperrschichttemperatur. Die anschließende Auswertung dieser Meßreihen erfolgt unter Berücksichtigung der Parameter Verlustleistung, Zeitspanne T sowie Layout.

Die Ergebnisse der Messungen sind in den Bildern 7 und 8 aufgeführt. Die Kurven zeigen, welche Verlustleistung den Halbbrücken bei dem jeweils abgebildeten Platinenlayout für den auf der unteren Achse eingezeichneten Zeitraum zugemutet werden kann, ohne daß die Sperrschichttemperatur einen Wert von 150 °C erreicht. Bild 7 gibt dabei die Ergebnisse für das SO-16-Gehäuse – also für die Typen Si 9950 DY und Si 9954 DY – wieder, Bild 8 entsprechend für das SO-8-Gehäuse für die Bausteine Si 9955 DY und Si 9956 DY. Bei den ebenfalls eingezeichneten Meßlayouts sind die Leiterbahnen weiß dargestellt, die isolierenden Zwischenräume schwarz.

Wie zu erwarten war, zeigen die Kurven, daß eine Vergrößerung der Leiterbahnen beziehungsweise das Anfügen von größeren Kupferflächen in unmittelbarer Umgebung zu den Bausteinen einen Vorteil bei der Wärmeverteilung bringt. Die Kurvenpaare spiegeln das thermische Verhalten jeweils für das günstigste beziehungsweise ungünstigste Layout wider. Die besten Ergebnisse erreicht man mit einem maximal mit Kupfer ausgefüllten Quadrat; am ungünstigsten schnitten die Ausführungen mit relativ dünnen Leiterbahnen und breiten Leerräumen ab, die vor allem im Kleinleistungsbereich vorzufinden sind.

Den Meßkurven kann man entnehmen, daß – sowohl für die MOSFET-Halbbrücken im SO-8-Gehäuse, mehr aber noch für die im SO-16-Gehäuse – große Kupferflächen, die entweder benachbart angeordnet oder elektrisch mit den Ausgängen verbunden sind, sich bei Schaltzyklen von weniger als 100 ms auf die Wärmeabführung und auf die Schaltleistung positiv auswirken. Während die Leistungsausbeute im stationären Zustand für alle hier betrachteten Bausteine eher beschränkt ist und von der Layoutauslegung weitgehend unab-

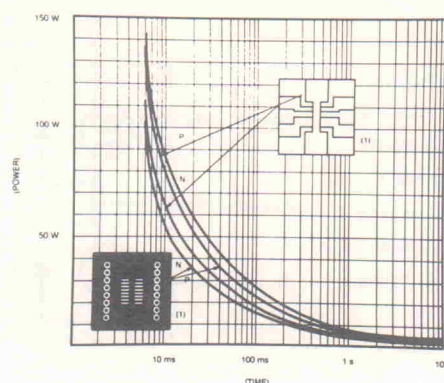


Bild 7.  
Leistungsdiagramm für den Impulsbetrieb der Halbbrücken Si 9950 DY und Si 9954 DY.

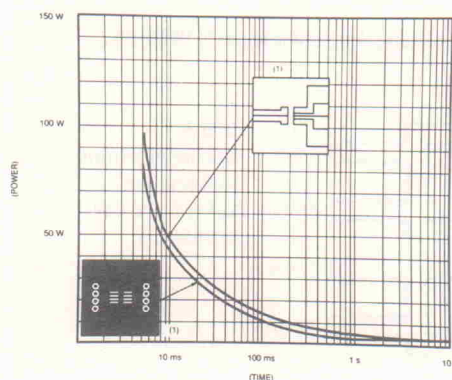


Bild 8.  
Leistungsdiagramm für den Impulsbetrieb der Halbbrücken Si 9955 DY und Si 9956 DY.

hängig bleibt, so ist die kurzzeitige Leistungsausbeute bei entsprechender Layoutführung beachtlich.

Die dargestellten Kurven lassen in der Praxis jedoch keine direkten Umrechnungen zu. Man kann nicht exakt voraussagen, wieviel Verlustwärme über die Leiterplatte abgeführt werden kann beziehungsweise welche Auswirkungen eine Wärmeabführung über die Leiterplatte auf andere Bauteile oder auf das thermische Verhalten der Schaltung hat. Während die thermische Leitfähigkeit der Kupferkaschierung sowie die Leitfähigkeit des Platinenmaterials gut charakterisierbar und auch bestimmbar sind, so sind diese Komponenten nicht allein für den Wärmetransport ausschlaggebend. Zu einem beachtlichen Teil ist auch der Abstand zu benachbarten Bauteilen, insbesondere auf einer dicht bestückten SMD-Platine, der Effekt von Multilayerkonstruktionen (die Wärme von anderen Bauteilen wird über die verschiedenen Leiterbahnebenen verteilt) als auch der Effekt von Lötmasken für den Wärmetransport bestimmend. Diese Parameter sind mathematisch nicht exakt zu erfassen, sondern im günstigsten Fall lediglich abzuschätzen. Immerhin liefern die in Bild 7 und 8 wiedergegebenen Kurven dazu Anhaltspunkte.

## Grenzen

Allgemein setzt man Halbbrückenkonstruktionen und somit auch die Bausteine der Si-995x-DY-Reihe für Schaltanwendungen ein, beispielsweise zum Steuern von Motoren, Magnetspulen, Stellgliedern oder ähnlichen induktiven Lasten. Bei derartigen induktiven Lasten treten bekanntlich Einschaltstromspitzen auf, deren Hauptanteil aber nicht der direkte Laststrom hervorruft, sondern vielmehr die relativ langen Sperrverzögerungszeiten von Freilaufdioden oder die Schaltzeiten von Transistoren und anderen externen Halbleiterbauelementen. Daraus resultiert ein sehr hoher Stromstoß beziehungsweise eine kurzzeitige, sehr hohe Leistungsaufnahme.

Der Einschwingvorgang mit der erhöhten Leistungsaufnahme vollzieht sich innerhalb eines eng begrenzten Zeitraums, der größenordnungsmäßig bis an Millisekunden heranreicht. Lastbedingte Spitzenströme sind gewöhnlich vom Betrag her kleiner, aber für einen längeren Zeitraum vorhanden. Als Beispiel sei hier die mechanische Zeitkonstante eines Motors (Anlaufmoment) genannt. Vergleicht man die Meßergebnisse aus Bild 6 und 7 mit diesen Erkenntnissen, so

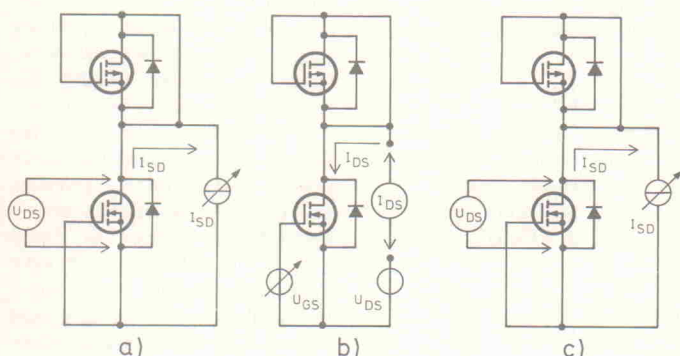


Bild 6.  
Testschaltungen zum Bestimmen der thermischen Eigenschaften.



stellt man fest, daß die Leistungscharakteristik der untersuchten Halbbrücken genau den gestellten Anforderungen entspricht, und zwar im Bereich von rund 10 ms bis 1 s. Lastströme, die länger als 1 s andauern, müssen als stationär betrachtet werden, was eine entsprechende Kalkulierung der Wärmeverteilung zur Folge hat.

Aus diesen Gedankengängen kann man folgende Punkte für den Einsatz der Si-995x-DY-SMD-Halbbrücken aufführen:

- Die für die Gehäuseabmessungen beträchtliche Schaltleistung ist vornehmlich auf das neu entwickelte Kontaktgitter sowie auf den sehr geringen Einschaltwiderstand  $R_{DS(on)}$  zurückzuführen.
- Im stationären Betrieb ist der Leistungsumsatz eher beschränkt. Die Bausteine kann man jedoch vorteilhaft im Pulsbetrieb mit sehr viel höheren Leistungen einsetzen.

– In den meisten Anwendungsfällen ist es nicht nötig, von der konventionellen Leiterbahnführung abzuweichen, die sich für SO-Gehäuse im Kleinleistungsbereich herauskristallisiert hat. Dabei versteht sich von selbst, daß die Kupferfläche der Leiterbahnen für die sich einstellende Strombelastung ausgelegt sein muß.

## Anwendungsbereiche

Sämtliche Varianten, sowohl die im SO-8- als auch die im SO-16-Gehäuse, sind in der Lage, Motoren, Spulen und andere induktive Lasten direkt zu steuern. Man kann sie aber auch als Treiber für MOS-Leistungstransistoren oder allgemein für kapazitive Lasten einsetzen. Reicht die Leistung einer einzelnen Halbbrücke beispielsweise für den zu steuernden Motor nicht aus, so kann man sie zumindest als Treiber verwenden oder mehrere Bausteine parallel schalten. Dazu später mehr.

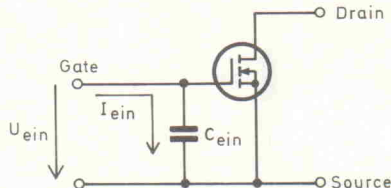


Bild 9.  
MOSFET mit herausgezeichneter Eingangskapazität.

Wie wichtig eine leistungsfähige Motorsteuerung sein kann, erkennt man am Beispiel eines Festplattenlaufwerks. Die wesentlichen Merkmale sind hier die Datenkapazität (von der Spurdichte abhängig), die Zugriffszeit sowie die Leistungsaufnahme. All diese Merkmale sind aber von der Leistungsfähigkeit des Antriebsmotors und seiner Steuerung sowie von der Präzision des Magnetkopfes, dessen Führungsmechanik und seiner Steuerung abhängig. Hier setzen die SMD-Halbbrücken neue Maßstäbe, denn mit den kompletären Halbbrücken Si 9950 DY und Si 9954 DY ist es möglich, die Leistungsstärke der Motoren und Steuersysteme (Kopfführung) wesentlich zu erhöhen, ohne daß zu-

sätzlicher Raum für etwaige Kühlflächen oder größere Bauelemente verlorengeht.

Welchen Vorteil bringen derartige Bausteine als Treiber für MOSFET-Leistungsstufen? Bild 9 zeigt das Schaltbild eines MOSFETs, dessen Eingangskapazität  $C_{ein}$  herausgezeichnet ist. Während eines Schaltvorgangs ist diese Eingangskapazität umzuladen; je mehr Strom  $I_{ein}$  zur Verfügung steht, desto schneller schaltet der Transistor. Ein schneller Ablauf des Schaltvorgangs ist beispielsweise für leistungsstarke und kompakte Schaltungsteile wichtig. Für die Schaltzeit der Anordnung gemäß Bild 9 gilt:

$$t_{ein} = C_{ein} \cdot U_{ein} / I_{ein}$$

## NUTZEN SIE IHR ELRAD-ARCHIV MIT SYSTEM

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

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon

Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH  
Bissendorfer Str. 8  
D-3000 Hannover 61



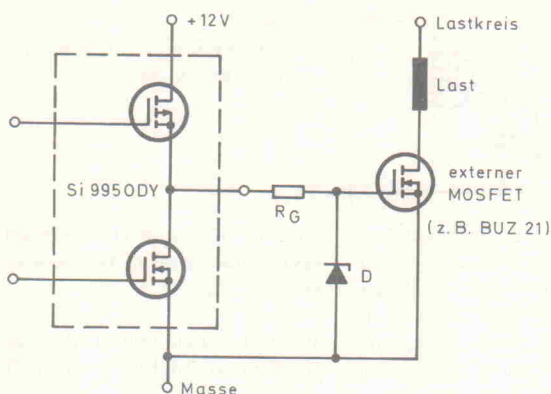


Bild 10.  
Ansteuerung eines externen MOSFETs mit der Halbrücke Si 9950 DY.

Setzt man zum Beispiel eine Halbrücke des Typs Si 9950 DY als Treiber für den MOSFET in Bild 9 ein, so ist es mit dieser Konfiguration möglich, eine Schaltfrequenz von mehr als 1 MHz zu erreichen, wenn die Eingangskapazität  $C_{\text{ein}}$  nicht mehr als 3000 pF beträgt. Ein MOSFET des Typs BUZ 23 weist laut Datenblatt eine Eingangskapazität von 1500 pF auf, er schaltet mit einer Ansteuerung entsprechend Bild 10 also mit einer höheren Frequenz als 1 MHz – ein Wert, der mit üblichen Ansteuerbausteinen für Schaltnetzwerke nicht zu erreichen ist. Die Z-Diode in Bild 10 dient lediglich der Sicherheit des MOSFETs und ist entsprechend der maximal zulässigen Gatespannung

anzupassen. Der Widerstand  $R_G$  bestimmt das Schaltverhalten; dazu später mehr.

Beim Einsatz eines MOSFETs an kapazitiven oder induktiven Lasten werden einige Parameter, die sonst eher zweitrangig sind, besonders wichtig. Eine grundlegende Eigenschaft sowohl induktiver als auch kapazitiver Lasten ist die Rückführung elektrischer Energie zur speisenden Quelle. Ein Energiefluß findet also sowohl zum Verbraucher als auch zur Quelle statt. Ist ein rückwärtiger Energiefluß nicht möglich, reißt der Strom plötzlich ab, und an parasitären Induktivitäten oder an der induktiven Last selbst entstehen hohe Induktionsspannungen. Die Höhe der Spannung folgt dabei der Gleichung

anzupassen. Der Widerstand  $R_G$  bestimmt das Schaltverhalten; dazu später mehr.

Wie bereits in den vorausgegangenen Überlegungen zum Ausdruck gekommen ist, verfügt jeder MOSFET über eine integrierte Inversdiode, die bei den SMD-Halbrücken sogar noch eine recht kurze Sperrverzögerungszeit aufweist. Diese integrierte Diode kann zuverlässig und wirksam den rückwirkenden Stromfluß übernehmen und somit als Freilaufdiode arbeiten. Für das Verhalten der Halbrücken bei rückwirkendem Energiefluß, im Prinzip also für induktive und kapazitive Lasten, sind die Eigenschaften der integrierten Inversdiode von sehr großer Bedeutung, insbesondere die Spannungsfestigkeit  $U_{DS}$  der Diode zwischen Drain und Source, die Strombelastbarkeit sowie die Sperrverzögerungszeit  $t_{rr}$ .

$$U = L \cdot di/dt$$

Die Induktionsspannung ist also von der Größe der Induktivität und der Dauer des Stromabfalls abhängig. Diese Eigenschaft tritt selbst-

verständlich auch bei Motoren auf; Induktionsspannungen lassen sich im Prinzip nur durch Freilaufdioden verhindern.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 8/91.

## GROSSER ELRAD-WEGWEISER AUF DISKETTE

### Für Abonnenten zum Vorzugspreis

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

**Dreizehn Jahrgänge auf einer Diskette + Definitionsdatei**  
zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.  
(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

#### Bestellcoupon

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

#### Rechnertyp/Diskettenformat:

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

☐ 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.

#### Absender nicht vergessen!

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

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



# Mehrfache Ableitungen

**Nicht immer reicht ein einfaches Ableiten einer Ausgangsfunktion aus, um zum gewünschten funktionalen Zusammenhang zu gelangen. Es kann durchaus vorkommen, daß man eine Funktion mehrfach ableiten muß. Dabei sind einige Besonderheiten zu beachten.**

Nach dem Ableiten einer Funktion  $y = f(x)$  erhält man zunächst die erste Ableitung  $y' = f'(x)$  dieser Funktion. Unter der in den allermeisten Fällen erfüllten Voraussetzung, daß diese wiederum differenzierbar ist, gelangt man nach dem Ableiten der ersten Ableitung zur zweiten Ableitung beziehungsweise zur Ableitung zweiter Ordnung oder auch zum Differentialquotienten zweiter Ordnung. Wie bereits aus den vorangegangenen Beiträgen bekannt ist, gilt in der differentiellen Schreibweise für die erste Ableitung:

$$y' = dy/dx$$

Dementsprechend umschreibt folgende Gleichung die zweite Ableitung:

$$y'' = \frac{dy'}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{dy}{dx} \right)$$

Vereinfachend kann man dafür folgenden Ausdruck schreiben:

$$y'' = f''(x) = d^2y/dx^2$$

Gesprochen wird dies wie folgt: y zwei Strich gleich f zwei Strich von x gleich d zwei y nach dx Quadrat.

In entsprechender Weise kann man auch die dritte, vierte, ..., n-te Ableitung einer Funktion bilden. Da die Schreibweise mit den Strichen bei höheren Ableitungen unübersichtlich ist, notiert man ab der vierten Ableitung üblicherweise wie folgt:

$$y^{(4)} = f^{(4)}(x) = d^4y/dx^4$$

Und allgemein gilt:

$$y^{(n)} = f^{(n)}(x) = d^ny/dx^n$$

Alle Ableitungen, die über die erste Ableitung hinausgehen, bezeichnet man als höhere oder mehrfache Ableitungen. Für mehrfache Ableitungen gelten die gleichen Regeln, die bei einfachen Ableitungen anzuwenden sind. Voraussetzung für ein erfolgreiches Ableiten ist ein stetiger Funktionsverlauf; das Differenzieren über Sprünge und Kanten ist nicht möglich. Da aber gilt, daß die Ableitung einer stetigen Funktion ebenfalls stetig und damit differenzierbar ist, ergeben sich in dieser Hinsicht also keine Probleme.

Besonders einfach gestaltet sich die Ableitung von Polynomen, da hier die wiederholte Anwendung des immer wieder gleichen Verfahrens zum gewünschten Ziel führt. Als Beispiel möge folgende Funktion dienen:

$$y = 2x^3 - 5x^2 - 10x - 5$$

Die Potenzregel als Ansatz für die Ableitungen lautet:

$$f(x) = x^n$$

$$f'(x) = n \cdot x^{n-1}$$

Durch Anwenden der Potenzregel erhält man für das Beispielpolynom somit folgende Ableitungen:

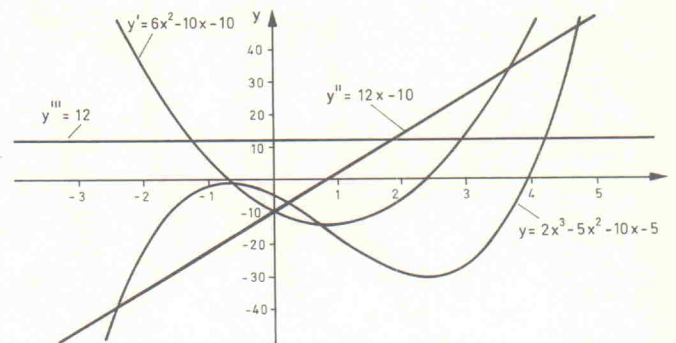
$$y' = 6x^2 - 10x - 10$$

$$y'' = 12x - 10$$

$$y''' = 12$$

$$y^{(4)} = 0$$

Die zugehörigen Kurvenverläufe sind in Bild 1 wiedergegeben. Bemerkenswert ist, daß die Kurvenverläufe immer 'glatter' werden, bis keine Abhängigkeit des Funktionswertes von der Variablen x mehr existiert und schließlich das Ergebnis Null erscheint. Dieses Verhalten bei mehrfacher Ableiten ist für Polynome typisch.



**Bild 1. Bei einem Polynom tritt nach jeder Differentiation eine grundlegende Änderung des Funktionsverlaufs auf.**

Bei den elementaren Funktionen sieht die Situation anders aus. Gewöhnlicherweise nehmen diese Funktionen auch nach mehrfacher oder n-facher Ableitung nicht den Wert Null an. Beispielsweise erhält man durch mehrfaches Ableiten der Ausgangsfunktion  $y = \sin(x)$  folgende Ableitfunktionen:

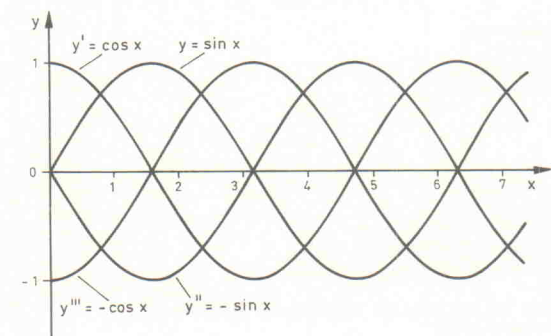
$$y' = \cos(x)$$

$$y'' = -\sin(x)$$

$$y''' = -\cos(x)$$

$$y^{(4)} = \sin(x)$$

Wie man sieht, beschreibt die vierte Ableitung wieder die Ausgangsfunktion. Ab der vierten Ableitung wiederholt sich in diesem Beispiel also der rechte Term der Gleichung. In Bild 2 sind die zugehörigen Funktionsgraphen dargestellt. Im Gegensatz zu den Polynomen ändert sich der prinzipielle Kurvenverlauf nicht. Diese Aussage gilt auch für die Eulersche Funktion, da diese Funktion bei der Differentiation erhalten bleibt. Ein Beispiel hierzu liefert die Gleichung für die Diodenkennlinie aus der letzten Folge. Die Ausgangsgleichung lautet:



**Bild 2. Sinus- und Cosinusfunktionen behalten ihren typischen Kurvenverlauf auch nach mehrfacher Ableitung.**

$$i = I \cdot e^{u/U} - I$$

Für die Beispieldiode gelten die Konstanten  $I = 0,0001$  A und  $U = 0,13$  V. Die erste Ableitung führt zu:

$$i' = I/U \cdot e^{u/U}$$

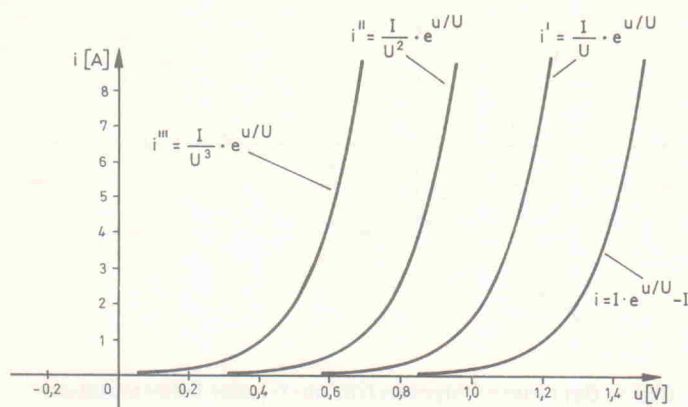
Diese Gleichung beschreibt den Leitwert der Diode in Abhängigkeit von der anliegenden Spannung in Durchlaßrichtung. Für die zweite und dritte Ableitung ergeben sich folgende Gleichungen:

$$i'' = I/U^2 \cdot e^{u/U}$$

$$i''' = I/U^3 \cdot e^{u/U}$$

Bei jeder Ableitung erhöht sich lediglich die Potenz der Konstanten U im Nenner. Der prinzipielle Funktionsverlauf ändert sich folglich nicht. Wenn man die in Bild 3 wiedergegebenen Funktionsgraphen betrachtet, findet man diesen Sachverhalt bestätigt.





**Bild 3.** Der qualitative Kurvenverlauf der Eulerschen Funktion bleibt auch nach mehrfachem Ableiten erhalten.

Anhand des Funktionsgraphen einer Funktion  $y = f(x)$  kann man den Verlauf der Ableitung  $y' = f'(x)$  leicht abschätzen: Je steiler der Verlauf des Funktionsgraphen ist, desto größer ist der Wert der Ableitung. Das gleiche gilt natürlich für die zweite Ableitung bezogen auf die erste Ableitung und so fort.

Mehrfache Ableitungen sind insbesondere bei der Untersuchung von Funktionsverläufen (Kurvendiskussionen) nützlich. Anwendungen in der Elektrotechnik mit direkter praktischer Bedeutung existieren hingegen nicht. Allerdings kann man die erwähnte Kurvendiskussion vorteilhaft zum Lösen elektrotechnischer Probleme heranziehen. Näheres dazu erläutern die nächsten Folgen dieser Beitragsreihe.

Den Abschluß der heutigen Folge bildet das Listing eines GFA-BASIC-Programms, mit dem man eine Funktion beliebig oft numerisch differenzieren kann. Die zu differenzierende Funktion ist dabei unter Beachtung der GFA-BASIC-Syntax als Procedure 1 in das Programmlisting einzutragen. Nach dem Starten des Programms und der Eingabe des Funktions- sowie Wertebereiches erscheint auf dem Bildschirm der Funktionsgraph. Auch das Ergebnis jeder Differentiation erscheint als Funktionsgraph auf dem Bildschirm. Dabei wird stets der zuletzt ausgegebene Funktionsgraph differenziert.

```
REM Sprache: GFA-Basic 2.0
REM Numerisches Differenzieren
REM von F.-P. Zantis
GOSUB funktionswahl
END
PROCEDURE 1
  y=x^3-5*x^2+4*x-10
RETURN
PROCEDURE werte abspeichern
  dx=(x1-x0)/(p2x-plx)
  x=x0
  FOR i=p1x TO p2x
    GOSUB 1
    x(i-p1x)=x
    y(i-p1x)=y
    x=x+dx
  NEXT i
RETURN
PROCEDURE differenzieren
  FOR i=p1x TO p2x-1
    dy=y(i-p1x+1)-y(i-p1x)
    dx=x(i-p1x+1)-x(i-p1x)
    y=dy/dx
    y(i-p1x)=y
  NEXT i
RETURN
PROCEDURE werte zeichnen
  FOR i=p1x TO p2x
    py=p0y-(p2y-p1y)/(y1-y0)*y(i-p1x)
    px=(p2x-plx)/(x1-x0)*x(i-p1x)+p0x
    IF px>p1x AND px<p2x AND py>p1y AND py<p2y
      DRAW px,py
      IF pyalt<p2y AND pyalt>p1y AND pxalt<p2x AND pxalt>p1x
        DRAW TO pxalt,pyalt
      ENDIF
    pyalt=py
    pxalt=px
  NEXT i
RETURN
PROCEDURE hinweise
  CLS
  PRINT AT(5,5);"Die zu differenzierende Funktion muß unter der Procedure 1"
  PRINT AT(5,6);"im Programm abgelegt werden."
  PRINT AT(5,7);"Das numerische Differenzieren ist beliebig oft"
  PRINT AT(5,8);"wiederholbar."
  PRINT AT(5,9);"Vor der Differentiation ist lediglich der Definitions-"
  PRINT AT(5,10);"und der Wertebereich einzugeben (Xmin, Xmax, Ymin Ymax)."

```

```
FOR paus%=9 TO 0 STEP -1
  PAUSE 80
  PRINT AT(10,20);"Count-Down: ";paus%
  PRINT AT(10,21);"(bei 0 geht's weiter!)"
NEXT paus%
CLS
RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
  p0x=plx+(p2x-plx)/(x1-x0)*(-x0)
  p0y=p2y-(p2y-p1y)/(y1-y0)*(-y0)
  pox=p0x
  poy=p0y
  IF pox<p1x
    pox=p1x
  ENDIF
  IF pox>p2x
    pox=p2x
  ENDIF
  IF poy<p1y
    poy=p1y
  ENDIF
  IF poy>p2y
    poy=p2y
  ENDIF
  DEFTEXT 1,0,0,4
  DEFNUM 3
  DEFLINE 3,1,0,0
  d=(x1-x0)/10
  IF pox=p2x
    x=x1
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR idz=pox TO p2x STEP -(p2x-plx)/10
    DRAW idz,ply TO idz,p2y
    IF idz<pox AND idz>p1x
      TEXT idz,poy+6,(0),x
    ENDIF
    x=x-d
  NEXT idz
  IF pox=plx
    x=x0
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR idz=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/10
    DRAW idz,ply TO idz,p2y
    IF idz>pox AND idz<p2x
      TEXT idz,poy+6,(0),x
    ENDIF
    x=x+d
  NEXT idz
  d=(y0-y1)/10
  IF poy=p2y
    y=y0
  ELSE
    y=0
  ENDIF
  FOR idz=poy TO p2y STEP -(p2y-p1y)/10
    DRAW plx,idz TO p2x,idz
    IF idz<poy AND idz>p1y
      TEXT pox-18,idz,(0),y
    ENDIF
    y=y-d
  NEXT idz
  IF poy=p1y
    y=y1
  ELSE
    y=0
  ENDIF
  FOR idz=poy TO p2y STEP (p2y-p1y)/10
    DRAW plx,idz TO p2x,idz
```



```

IF idz>poy AND idz<p2y
  TEXT pox-24,idz,(0),y
ENDIF
y=y+d
NEXT idz
DEFNUM 5
GOSUB kreuz
RETURN
PROCEDURE kreuz
  DEFINE 1,1,0,0
  IF poy>ply AND poy<p2y
    DRAW plx,poy TO p2x,poy
  ENDIF
  IF pox>plx AND pox<p2x
    DRAW pox,ply TO p0x,p2y
  ENDIF
RETURN
PROCEDURE loeschen(plx,p2x,ply,p2y)
  COLOR 0
  FOR j=ply TO p2y
    DRAW plx,j TO p2x,j
  NEXT j
  COLOR 1
RETURN
PROCEDURE graphen
  REPEAT
    IF z%=-999
      CLS
      x0=-1
      x1=1
      y0=-1
      y1=1
      plx=50
      ply=37
      p2x=588
      p2y=281
      GOSUB koordinatensystem
    ELSE
      ENDIF
      PRINT AT(1,20);"Bitte eingeben: Xmin,Xmax,Ymin,Ymax"
      INPUT x0,x1,y0,y1
      UNTIL x0<x1 AND y0<y1
      CLS
      plx=50
      ply=37
      p2x=588
      p2y=281
      GOSUB koordinatensystem
    RETURN
  PROCEDURE funktionswahl
    DO
      PRINT AT(5,22);"Start","Neu","Differenzieren","Quit"
      PRINT AT(5,24);"(Anfangsbuchstaben eingeben!)"
      u%=INP(2)
      GOSUB loeschen(1,600,300,399)
      IF u%=83 OR u%=115 OR u%=78 OR u%=110
        IF u%=83 OR u%=115
          z%=-999
        ELSE
          z%=1
        ENDIF
        GOSUB graphen
        ERASE x()
        ERASE y()
        DIM x(p2x-plx)
        DIM y(p2x-plx)
        GOSUB werte_abspeichern
        GOSUB werte_zeichnen
        GOSUB funktionswahl
      ENDIF
      IF u%=113 OR u%=81
        QUIT
      ENDIF
      IF u%=68 OR u%=100
        IF z%<>1 AND z%<>-999
          ELSE
            PRINT AT(5,23);"Differenzieren in Arbeit!"
            GOSUB differenzieren
            GOSUB werte_zeichnen
            GOSUB loeschen(1,600,300,399)
          ENDIF
        ENDIF
        GOSUB funktionswahl
      LOOP
    RETURN

```

## GFA-BASIC-Programm zum numerischen Differenzieren von Funktionen.

ELRAD 1991, Heft 7

# Für verwöhnte HiFi-Genießer.



Die außergewöhnliche  
HIFI VISION-Edition in  
limitierter Auflage.  
POP, OLDIES, KLASSIK.  
Klang pur.

1. **Something In The Air**  
Thunderclap Newman
2. **Silence Is Golden**  
The Tremeloes
3. **Poor Boy**  
The Lords
4. **Apache**  
The Shadows
5. **There's A Kind Of Hush**  
Herman's Hermits
6. **My Little Lady**  
The Tremeloes
7. **Hollywood**  
Waterloo & Robinson
8. **Vincent**  
Don McLean
9. **Have A Drink On Me**  
The Lords
10. **Let's Work Together**  
Canned Heat
11. **What's Going On**  
Taste
12. **Something New\***  
John Mayall
13. **Radar Love**  
Golden Earring
14. **Tales Of Brave Ulysees**  
Cream
15. **Took The Car\***  
John Mayall
16. **Thinking Of My Woman\***  
John Mayall
17. **Crossroads (Live At Fillmore)**  
Cream
18. **Strange Kind Of Woman**  
Deep Purple
19. **Child In Time**  
Deep Purple

\* CD-Premiere

DM 35,—

Nutzen Sie die Bestellkarte in der Heftmitte.



eMedia GmbH  
Postfach 61 01 06 · 3000 Hannover 61



## P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaserplatte, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatinen stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Byte-Former	86 101 46/ds	39,00	— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	RÖHRENVERSTÄRKER:		
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	„DREI STERNE...“		
C64-Sampler	118-682	12,00	— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00
EVU-Modem	118-683	35,00	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00
MASSNAHME			LADECENTER (nur als kpl. Satz)			— Gleichstromheizung	100-853	14,00
— Hauptplatine	128-684	48,00	— Steuerplatine	020-783A		— Endstufe	100-854	13,00
— 3er-Karte	128-685	35,00	— Leistungsplatine	020-783B		Achtung, Aufnahme		
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	— Netzteil	020-783C	78,00	— AT-A/D-Wandlertarte incl. 3 PALs,		
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E		Recorder (reduzierte Version von D1,		
TV-Modulator	128-691	7,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E		Source) und Hardware-Test-Software		
Universelle getaktete			AUTOSCOPE I			(Source) auf 5,25"-Diskette	100-855/ds/E	148,00
DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— VA-Modul	020-787	32,00	— Vollständige Aufnahme-Software D1	S100-855M	78,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00	— TZ-Modul	020-788	10,00	— Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	— HA-Modul	020-789	32,00	MultiChoice		
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— B-Modul	020-790	32,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs		
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	AUTOSCOPE II			und Test-/Kalibrier-Software (Source)		
Spannungswächter	039-702	7,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	32,00	auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— C-Modul	030-803	32,00	Mid-To-Gate-Interface		
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	— Netzteil	030-804	16,00	— Platinensatz (2 Stck.)		
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00	AUTOSCOPE III			incl. EPROM	011-866/ds	110,00
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00	— Vorleiter	040-818	16,00	— Erweiterungsplatine		
SMD-Puffer	039-710	16,00	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00	einzeln erhältlich		
BREITBANDVERSTÄRKER			AUTOCHECK I			µPA	011-867/ds	28,00
— Einbauversion	049-712	6,00	— VT-Modul	050-820	32,00	LowOhm	011-868/ds	32,00
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00	ELEKTRONISCHE SICHERUNG (2-Plat.-Satz)		
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	— N-Modul	050-822	23,00	— Stromversorgung	031-872A	64,60
Metronom	049-715	26,00	— W-Modul	050-823	23,00	— Elektronische Sicherung	031-872B	
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00	AUTOCHECK II			Freischalter	031-873	24,00
DSP-Speicherkarte/E	049-716/ds	64,00	— P-Modul	060-828	32,00	ST-Uhr	041-875	7,50
DSP-AD/DA-Wandlertarte/E	049-717	64,00	— E-Modul	060-829	22,00	BattControl	041-876	3,50
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— PRI-Modul	060-830	7,00	UniCard	041-877	70,00
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	— B-Modul	060-831	32,00	Lüfterregelung	89 101 36B	9,00
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00	AUTOCHECK III			Temperatur-Monitor		
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00	— DPZ-A-Modul	070-840	32,00	+ Diskette/PC (Sourcecode) 5¼"	061-887	25,00
KAPAZITIVER ALARM			— DPZ-NBV-Modul	070-841	32,00			
— Sensorplatine	059-720	9,00	AUTOCHECK IV					
— Auswertplatine	059-721	10,00	— DPZ-DIA-Modul	080-843	26,00			
CAR DEVIL			19"-POWER-PA					
— Wandler (70µ Cu)	059-722	40,00	— Control-Platine	030-805	30,00	<b>SIMULANT: EPROM-Simulator</b>		
— Limiter	059-723	38,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00	— Platine + prog. µController	021-869/ds/E	135,00
PAL-Alarm	059-724	10,00	— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00	<b>MOPS: Prozessorkarte mit 68 HC 11</b>		
SZINTILLATIONS-DETEKTOR			— Netz-Platine	030-808	16,00	— Platine	031-874/ds/E	64,00
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50	— Entwicklungsumgebung		
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00	auf Diskette/PC		
C64-Relaisplatine	079-734	20,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50	incl. Handbuch		100,00
C64-Überwachung	079-735	15,00	DemoScope	030-812	14,00			
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	Rauschverminderer	040-815	80,00	<b>VOLLES HAUS</b>		
HEX-Display	079-737	15,00	EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00	— Universal-ECL86	100-851/ds	59,00
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00	— Endstufe	061-878	43,00
RÖHREN-VERSTÄRKER			Antennenverstärker	050-825	7,50	— Stromversorgung	061-879	30,00
— Ausgangs-, Line- u.			TV-TUNER			— Heizung	061-880	15,00
Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00	— Videoverstärker	060-826	32,00	— Relais	061-881	32,00
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Stereodecoder	070-839	18,00	— Schalter	061-882	6,00
— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Netzteil	080-846	32,00	— Poti	061-883	6,50
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00			
— Fernstarter	079-743	30,00	— Tastatur	080-848/ds/E	42,00			
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00			
— Relaisplatine	079-745	45,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER			<b>PC-SCOPE</b>		
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00	— Netzteil	060-832	13,50	— Hauptgerät	061-884/ds	64,00
SMD-Lötstation	099-750	32,00	— Filter	060-833	30,00	— Interface	061-885/ds	52,00
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00	+ Diskette/PC (Sourcecode)		
MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software			— Matrix	060-835/ds/oB	34,00	Betriebssoftware 5¼"		28,00
im EPROM) komplett	119-763	128,00	HAL.L.O.			<b>FLEX CONTROL</b>		
SESAM			— Lichtstation	060-836	78,00	— Systemplatine	061-886/ds	64,00
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00	— Controller	060-837	46,00	+ Anwendungssoftware MSPS		
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	MOSFET-Monoblock	070-838	25,50	(C-Sourcecode)		
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	Beigeordneter	080-842	35,00	+ EPROM		78,00
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG					
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	FÜR HALOGEN-LAMPEN					
— Interface	129-768/ds/E	58,00	— Sender	080-844	12,00			
LEUCHTLAUFSCHEIBE			— Empfänger	080-845	6,00			
— LED-Platine	129-769/ds	128,00	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00			
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	Multi-Delayer	090-850	32,00			
Dynamic Limiter	129-771	32,00	EMV-Tester	110-861	10,00			
UMA — C64	129-772/ds	25,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00			
Antennenmischer	010-776/ds	18,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00			
DATENLOGGER 535			LWL-TASTKOPF					
— DATENLOGGER-535-Controller-			— Sender	120-864	7,00			
Platine	010-780/ds/E	64,00	— Empfänger	120-865	7,00			

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.

Kreisparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250502 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.

**Beachten Sie auch**

**unser 1/2-Preis-Angebot**

**auf Seite 98**



## Kostenlos

erhalten Sie gegen  
Einsendung dieses Coupons  
unseren neuesten

## Elektronik Hauptkatalog

mit 700 Seiten

**SALHÖFER-Elektronik**

Jean-Paul-Str. 19  
w8650 Kulmbach

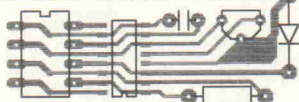
C0570

Coupon

## Platinen CAD

für PC/XT/AT: **RULE**

zum Erstellen Ihrer Platinenvorlagen.  
Schnell von der Idee zur Platine. Praxis-  
orientiert. Programm und Handbuch in d.  
Sprache. Einfach zu bedienen. Von einem  
erfahrenen Layouter entwickelt. Fordern  
Sie unser kostenloses Infomaterial an!



**ING. BÜRO FRIEDRICH**

Dipl. Wirtsch. Ing. (ET/TH) Harald Friedrich  
Sudetenstr. 14, D-6405 Eichenzell  
Tel.: 0732/33 66 0  
FAX: 0732/33 66 6

**EBV** A-4680 Haag Marktplatz 26  
Tel.: 0732/33 66 0  
FAX: 0732/33 66 6

**Hess** HF-Technik CH-3014 Bern  
Allmendstr. 5  
Tel.: 0732/33 66 0  
FAX: 0732/33 66 6

**DM 99,-**  
ÖS 750,- + P/V SFR 99,-

## Ausbildung zum Fernsehtechner

einschl. Reparatur- und Ser-  
vicepraxis durch staatlich  
geprüften Fernlehrgang. Als  
Haupt- oder Nebenberuf.  
Komplette Serviceaus-  
rüstung wird mitgeliefert. Die  
niedrigen Lehrgangsgebüh-  
ren 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)

## FUNKGERÄTE

### Mikrofone

Stabo Optimike m 49,-  
Stabo Optimike stand 129,-

### Mobilfunkgeräte

Stabo XM 5012 439,-  
Stabo XM 3400 249,-  
Kaiser 9040 AM/FM 265,-

Wir liefern auch Video- und Lautsprecher-  
kabel, Koaxialkabel, Computersteckverbin-  
der, Technische Sprays, Transformatoren,  
Meßgeräte, CB-Zubehör und viele andere  
Artikel.

Versand per Nachnahme + Porto/V.  
Kostenlosen Gesamtkatalog anfordern.

**Oberhauser Elektronik**  
Hörzhauser Str. 4, 8899 Peutenhausen  
Tel.: 082 52/71 01

### Halogenlicht-Transformatoren

Deutsches Markenfabrikat - Industriequalität - Sicherheits-  
transformatoren nach VDE 0551 - Ausg.-Seg. 11,5 V  
Isolation prim-sek = 4 KV - Temperaturklasse T 60 / E  
großzügige Dimensionierung - geringe Erwärmung

#### Ringkern-Lichttransformatoren

Ausführung LTB, im Becher  
vergossen, Litzen primär und  
sekundär, mit und ohne zer-  
störungsfreie Temperaturschutz

Ausführung ohne Temperaturschutz		
LTB 10 50 VA	81x39mm	0,7 kg
LTB 20 100 VA	104x44mm	1,4 kg
LTB 30 200 VA	125x53mm	2,6 kg
LTB 40 300 VA	125x55mm	3,2 kg
LTB 50 450 VA	147x65mm	4,3 kg

Ausführung mit Temperaturschutz		
LTB 11 50 VA	81x39mm	0,7 kg
LTB 22 100 VA	104x44mm	1,4 kg
LTB 33 200 VA	125x53mm	2,6 kg
LTB 44 300 VA	125x55mm	3,2 kg
LTB 55 450 VA	147x65mm	4,3 kg

#### Ringkern-Lichttransformatoren

Ausführung LT, vergossenes  
Mittelstück mit Zentralbohrung,  
Litzen primär und sekundär,  
durchschlagsfeste Abdeckbandage

LT 50 50 VA	75x36mm	0,6 kg	45,70 DM
LT 60 100 VA	95x39mm	1,2 kg	58,90 DM
LT 70 200 VA	116x50mm	2,4 kg	76,30 DM
LT 80 300 VA	116x56mm	2,9 kg	89,60 DM
LT 90 450 VA	138x63mm	3,8 kg	123,80 DM

#### Mantelkern-Lichttransformatoren

Ausführung LTM, gekapselte Wick-  
lung, primär Litzen - sekundär  
6,3 mm-Flachstecker, tauchim-  
prägniert und offengefroht

LTM 51 50 VA	74x 80x65 mm	1,5 kg	38,50 DM
LTM 52 100 VA	85x 91x64 mm	2,5 kg	52,10 DM
LTM 53 200 VA	114x123x74 mm	3,8 kg	68,30 DM
LTM 54 300 VA	114x123x91 mm	5,2 kg	85,80 DM

### Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat - Industriequalität  
kompakt, stromarm, für alle Anwendungen

42 VA	22,90 DM	76 VA	33,80 DM
601 2x 6V 2x3,5A		702 2x12V 2x3,2A	
602 2x12V 2x1,8A		703 2x15V 2x2,6A	
603 2x15V 2x1,4A		704 2x18V 2x2,2A	
604 2x18V 2x1,2A		705 2x24V 2x1,6A	
125 VA	38,90 DM	190 VA	53,30 DM
851 2x12V 2x5,3A		901 2x12V 2x8,0A	
852 2x15V 2x4,3A		902 2x20V 2x4,8A	
853 2x20V 2x3,2A		903 2x24V 2x4,0A	
854 2x24V 2x2,6A		904 2x30V 2x3,2A	

Netz-Trenn-Transformatoren			
Primärspannung: 220V - Sekundärspannungen: 190/205/220/235/250 V			
940 150 VA	53,10 DM	1640 1000 VA	146,70 DM
990 260 VA	66,80 DM	1740 1300 VA	199,50 DM
1240 600 VA	96,90 DM	1840 1900 VA	278,70 DM

Primärspannung: 110 und 220V – Sekundärspannungen: 110 und 220V			
2250	260 VA	66,80 DM	2600 600 VA..... 96,90 DM
2400	400 VA	85,70 DM	3000 1000 VA..... 146,70 DM

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Transformator maßgeschneidert.  
Sonderanfertigungen aller aufgeführten Leistungsklassen erhalten Sie mit  
Spannungen Ihrer Wahl!

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V,  
380V oder Spannungen nach Ihrer Wahl.  
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen  
bis 1000V - bei einem Strom von mind. 0,050 A.  
Für Spannungen ab 200V müssen Sie aufgrund  
des notwendigen erhöhten Isolationsaufwandes  
den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsrechnung  
einbeziehen.

Beispiel: 400V x 0,050A = 20VA x 1,25 = 25 VA  
Bestellbeispiel: gewünschte Spannung: 2x21V 2x2,5A  
Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA - passender Trafo = Typ 850

Typ 800 24 VA	26,70 DM	Typ 1300 700 VA	137,80 DM
Typ 800 42 VA	29,50 DM	Typ 1400 900 VA	169,50 DM
Typ 700 76 VA	41,80 DM	Typ 1500 1300 VA	212,60 DM
Typ 850 125 VA	46,80 DM	Typ 1600 1900 VA	297,40 DM
Typ 900 190 VA	62,50 DM	Typ 1700 2400 VA	359,00 DM
Typ 950 250 VA	73,80 DM	Typ 1950 3200 VA	445,00 DM
Typ 1140 400 VA	98,80 DM		

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangs-  
spannungen enthalten. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe  
werden mit jeweils 2,00 DM berechnet.  
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung 2,00 DM.  
Die Typen 1500-1950 werden ohne Aufpreis imprägniert und offenge-  
froht geliefert. Anschlussklemmen entsprechen Industrie-Ausführung.  
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt ca. 3 Wochen.

### Ringkerntransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat  
Industriequalität

kleine Abmessungen  
sehr geringes Gewicht  
hohe Leistung  
sehr geringes Streufeld

80 VA	47,80 DM	120 VA	57,70 DM
R 8012 2x12V 2x4,4A		R 12015 2x15V 2x4,0A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46mm	R 12020 2x20V 2x3,0A	95x48mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80kg	R 12024 2x24V 2x2,5A	1,30kg
R 8024 2x24V 2x1,7A		R 12030 2x30V 2x2,0A	

170 VA	63,90 DM	250 VA	74,90 DM
R 17012 2x12V 2x7,1A		R 25012 2x12V 2x10,4A	
R 17015 2x15V 2x5,7A		R 25018 2x18V 2x7,0A	
R 17020 2x20V 2x4,3A	98x50mm	R 25024 2x24V 2x5,2A	115x54mm
R 17024 2x24V 2x3,6A	1,60kg	R 25030 2x30V 2x4,2A	2,40kg
R 17030 2x30V 2x2,9A		R 25036 2x36V 2x3,5A	

340 VA	83,90 DM	500 VA	112,50 DM
R 34012 2x12V 2x14,2A		R 50012 2x12V 2x20,8A	
R 34018 2x18V 2x9,5A		R 50030 2x30V 2x8,3A	
R 34024 2x24V 2x7,1A	118x57mm	R 50036 2x36V 2x7,0A	134x64mm
R 34030 2x30V 2x5,7A	2,80kg	R 50042 2x42V 2x6,0A	3,70kg
R 34036 2x36V 2x4,7A		R 50048 2x48V 2x5,2A	

700 VA	136,00 DM	1100 VA	189,90 DM
R 70030 2x30V 2x12,0A		R 110032 2x32V 2x17,2A	
R 70042 2x42V 2x 8,3A	139x68mm	R 110038 2x38V 2x14,5A	170x72mm
R 70048 2x48V 2x 7,3A	4,10kg	R 110050 2x50V 2x11,0A	6,00kg
R 70060 2x60V 2x 5,8A		R 110060 2x60V 2x 9,2A	

### Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“

Ringkerntransformatoren sind ab sofort auch als „LN-Typen“ lieferbar.  
Ein spezielles Herstellungsverfahren garantiert extrem geringes Streu-  
feld und minimale Geräuscheinwirkung.

Bestvorzug Anwendungsgebiete: Hochwertige Vor- u. Endverstärker

100 VA	65,80 DM	200 VA	86,50 DM
LN 10012 2x12V 2x 4,2A		LN 20024 2x24V 2x 4,2A	
LN 10015 2x15V 2x 3,3A	98x50mm	LN 20030 2x30V 2x 3,3A	118x54mm
LN 10024 2x24V 2x 2,1A	1,60kg	LN 20036 2x36V 2x 2,8A	2,80kg
400 VA	139,50 DM	900 VA	193,50 DM
LN 40030 2x30V 2x 6,7A		LN 90042 2x42V 2x10,7A	
LN 40036 2x36V 2x 5,5A	139x69mm	LN 90048 2x48V 2x 9,4A	170x72mm
LN 40042 2x42V 2x 4,8A	4,10kg	LN 90054 2x54V 2x 8,3A	6,00kg

### Ringkerntransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntrafo maßgeschneidert.  
Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten  
Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V  
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen von ca. 8V - 100V

Der Preis für Sonderanfertigungen beträgt:  
Grundpreis des Serientrafos mit entsprechender Leistung plus 14,- DM.

Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspannung oder eine Doppelspannung. Ihrer Wahl.  
Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils Aufpreis 5,- DM.  
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung 5,- DM.  
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt ca. 3 Wochen.

### NEU - NEU - NEU - NEU - NEU - NEU - NEU

Ringkerntransformatoren 1400 VA - 3000 VA -  
R 1400 S 1400 VA 190 x 68 mm 8,5 kg 265,30 DM  
R 1800 S 1800 VA 200 x 72 mm 9,7 kg 319,60 DM  
R 2300 S 2300 VA 205 x 77 mm 11,5 kg 379,40 DM  
R 3000 S 3000 VA 240 x 75 mm 14,5 kg 457,10 DM

Ausführung mit vergossenem Mittelstück u. zentraler Befest.-Schraube  
Die Baugrößen 1400VA - 3000VA werden nur als Sonderanfertigung  
geliefert. Der jeweils angegebene Preis enthält 2 Spannungen oder  
1 Doppelspannung Ihrer Wahl. Weitere Spannungen oder Abgriffe je-  
weils 8,- DM, Schirmwicklung 8,- DM. Lieferzeit ca. 3 Wochen.

### Becherkerns - aus laufender Fertigung

Ausführung mit Gewindebolzen und Lötanschlüssen  
EBLF 400 4700 JF 70/80 V 35 x 58 mm 9,50 DM  
EBLF 500 10000 JF 70/80 V 45 x 84 mm 17,50 DM  
EBLF 600 10000 JF 90/90 V 45 x 84 mm 19,50 DM

Ausführung ohne Gewindebolzen mit Schraubanschlüssen  
EBSA 800 4700 JF 63 V 36 x 50 mm 11,90 DM  
EBSA 900 10000 JF 63 V 51 x 83 mm 19,50 DM  
EBSA 1000 10000 JF 100 V 51 x 102 mm 27,90 DM

Ringschellen für stehende Befestigung von EBSA 800-1000  
RS 36 36 mm 1,90 DM RS 51 51 mm 2,10 DM

Metal-Brückengleichrichter  
BG 6 80 V - 25 A 8,50 DM BG 8 40 V - 50 A 9,80 DM  
BG 7 80 V - 35 A 7,90 DM BG 9 250 V - 25 A 7,90 DM

### Batterieladegeräte der Spitzenklasse

autom. Ladespannungsbegrenzung durch IC-Steuerung • spezielle Trafo-Drossel-  
Kombination für optimale Ladestromregelung • dauerkurzschlußfest • Ladestrom-  
regelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladezustand der Batterie und der  
versorgenden Netzspannung • minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleich-  
richter • zwei Ladestufen: 27/20A bzw. 5/50A • optische Ladezustandsanzeige

Einsatzbereiche: Lade- und Schnell-Ladegerät in Werkstätten, Reiseautomaten, Bussen,  
Booten usw., Versorgung von Akkus in Notstromversorgungen, Wohnheimhäusern usw.



### UWS Sinus-Wechselrichter

Neue verbesserte Version der bewährten UWS-Reihe  
Ausgangsspannung  
220V ± 3%, sinus-  
förmig • Frequenz  
50 Hz quartzgen.  
Wirkungsgrad ca.  
85% • geringer  
Leerlaufstrom •  
Kurzschluß- u. ver-  
pölungsschutz •  
Überlastschutz •  
Unterspannungsabschaltung  
Einschaltautomatik  
UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem  
technischen Prinzip, welches den niedrigen Wirk-  
ungsgrad und die starke Wärmeentwicklung von  
Geräten nach herkömmlichen Prinzipien verges-  
sen läßt.

Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich  
alle 220V-Verbraucher betrieben werden.  
Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:  
Hochfrequenz-Geräte • Meß- und Prüfgeräte •  
EDV-Anlagen • HiFi- und Video-Anlagen  
Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/350 A 12V/350VA	1190,- DM
UWS 24/400 A 24V/400VA	1190,- DM
UWS 12/650 A 12V/650VA	1550,- DM
UWS 24/750 A 24V/750VA	1550,- DM

UWL 12-20 12V/20A 398,10 DM  
UWL 24-20 24V/20A 532,95 DM  
UWL 12-50 12V/50A 616,75 DM  
UWL 24-50 24V/50A 871,50 DM

Batteriekabel, 3 m Länge, mit  
Klemmen, passend für:  
UWL 12-20 u. 24-20 16,- DM  
UWL 12-50 u. 24-50 24,- DM

### Information - Information - Information - Information - Information

Unser Warenlager und unsere Produktionskapazität sind zum Jahresbeginn 1991 wesent-  
lich vergrößert worden. Mit Ausnahme von Sonderanfertigungen sind nun alle Artikel ab  
Lager oder innerhalb von wenigen Tagen lieferbar.  
Zwei Jahre lang konnten wir unsere Preise unverändert halten. Steigende Lohn- und  
Materialkosten zwingen uns nun leider zu einer geringen Preisanhebung mit Wirkung zum  
20. 02. 91. Unsere neue Liste C 9 ist ab sofort lieferbar.

## BURMEISTER-ELEKTRONIK

Inh. Christoph Burmeister

Postf. 1236 · 4986 Rodinghausen · Tel. 0526/1515 · Telefax 05226/17255

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferungen ins Ausland nur gegen V-Rechn. ab 100,- DM  
Bestellwert. Fordern Sie kostenlos unsere Liste mit weiteren Angeboten und genauen Beschreibungen an.  
Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung







# Stark erweitertes Halbleiterprogramm!

ICM	LM	MC	OM	SAE	TCA	TDA	TDA	TDA	74ALS	74F	74HC	74HCT
7216D 75.90	306TO 12.10	3423DIP 2.20	335 25.00	SAE070 5.20	810A 9.65	2009 5.75	3766 13.40	8371 29.00	534 4.50	377 3.65	139 0.46	86 0.56
7217A 22.55	307DIP 1.70	3446DIP 1.70	350 17.00	830S 1.45	2010 1.45	2010 3.95	3770 13.35	8380N 6.10	540 2.35	378 2.50	147 0.65	93 1.05
7217B 29.90	307TO 2.55	3450DIP 2.70	360 24.60	871 2.85	2020 2.85	2020 6.60	3771 15.20	8390 26.00	541 2.35	379 2.40	148 0.63	107 0.88
7217C 34.70	308DIP 0.90	3452DIP 2.70	361 30.50	900 1.25	2030 2.30	3772 16.70	8390N 24.95	560 24.95	560 3.60	381 7.10	151 0.62	109 0.88
7217D 34.70	308TO 2.70	3453N 2.40	370 43.85	910 1.65	2030AV 4.00	3800 18.85	8405 15.85	563 25.30	563 3.60	382 7.10	152 0.61	112 0.90
7218A 14.35	309TO 3.75	3470DIP 1.50	991 97.70	1032P 10.25	2040 2.65	3810 4.20	8421V 15.40	564 25.30	564 3.60	383 7.10	153 0.61	112 0.90
7224 36.70	310DIP 4.15	3471 6.80		1039P 4.00	2050 2.65	3820 4.20	8442 15.40	565 25.30	565 3.60	384 7.10	154 0.61	112 0.90
7226A 99.30	311DIP 0.44	3486DIP 1.50		1091 10.70	2104 4.40	3830 4.20	8443 15.40	566 25.30	566 3.60	385 7.10	155 0.61	112 0.90
7226B 79.20	311TO 3.50	3487DIP 1.55		1092 10.70	2110 3.10	3840 4.20	8444 15.40	567 25.30	567 3.60	386 7.10	156 0.61	112 0.90
7242 10.20	317TO 3.50	75451 1.05		4500A 6.00	2120 2.90	3850 4.20	8445 15.40	568 25.30	568 3.60	387 7.10	157 0.61	112 0.90
7250 14.20	317-220 0.75	75452 1.05		4510 5.55	2170 2.20	3860 4.20	8446 15.40	569 25.30	569 3.60	388 7.10	158 0.61	112 0.90
7555 0.91	318DIP 1.60	75453 0.98	1.50		2200 4.45	3870 4.20	8447 15.40	570 25.30	570 3.60	389 7.10	159 0.61	112 0.90
7556 1.90	318TO 5.05	75454 1.20	1.80		2220 5.55	3880 4.20	8448 15.40	571 25.30	571 3.60	390 7.10	160 0.61	112 0.90
	319DIP 2.00	75491 1.50	3.00		2270 5.55	3890 4.20	8449 15.40	572 25.30	572 3.60	391 7.10	161 0.61	112 0.90
	323TO 4.85	75492 1.90	13.65		2310 1.35	3900 4.20	8450 15.40	573 25.30	573 3.60	392 7.10	162 0.61	112 0.90
	324DIP 0.39		4.15		2320 1.35	3910 4.20	8451 15.40	574 25.30	574 3.60	393 7.10	163 0.61	112 0.90
	325DIP 13.70		13.70		2330 1.35	3920 4.20	8452 15.40	575 25.30	575 3.60	394 7.10	164 0.61	112 0.90
L					2340 1.35	3930 4.20	8453 15.40	576 25.30	576 3.60	395 7.10	165 0.61	112 0.90
131 1.80	331DIP 12.15				2350 1.35	3940 4.20	8454 15.40	577 25.30	577 3.60	396 7.10	166 0.61	112 0.90
149 4.20	334TO 1.75				2360 1.35	3950 4.20	8455 15.40	578 25.30	578 3.60	397 7.10	167 0.61	112 0.90
165 4.45	335TO 2.00				2370 1.35	3960 4.20	8456 15.40	579 25.30	579 3.60	398 7.10	168 0.61	112 0.90
194-15 5.55	336TO 2.00				2380 1.35	3970 4.20	8457 15.40	580 25.30	580 3.60	399 7.10	169 0.61	112 0.90
194-18 5.55	337TO 2.00				2390 1.35	3980 4.20	8458 15.40	581 25.30	581 3.60	400 7.10	170 0.61	112 0.90
200-220 2.25	337-220 1.40				2400 1.35	3990 4.20	8459 15.40	582 25.30	582 3.60	401 7.10	171 0.61	112 0.90
200-TO 7.30	338TO 12.50				2410 1.35	4000 4.20	8460 15.40	583 25.30	583 3.60	402 7.10	172 0.61	112 0.90
201B 0.87	339DIP 0.40				2420 1.35	4010 4.20	8461 15.40	584 25.30	584 3.60	403 7.10	173 0.61	112 0.90
202B 0.87	340DIP 2.45				2430 1.35	4020 4.20	8462 15.40	585 25.30	585 3.60	404 7.10	174 0.61	112 0.90
203B 0.72	341DIP 0.55				2440 1.35	4030 4.20	8463 15.40	586 25.30	586 3.60	405 7.10	175 0.61	112 0.90
204B 0.72	342DIP 3.75				2450 1.35	4040 4.20	8464 15.40	587 25.30	587 3.60	406 7.10	176 0.61	112 0.90
272 2.80	350TO 11.90				2460 1.35	4050 4.20	8465 15.40	588 25.30	588 3.60	407 7.10	177 0.61	112 0.90
272M 2.50	350-220 6.15				2470 1.35	4060 4.20	8466 15.40	589 25.30	589 3.60	408 7.10	178 0.61	112 0.90
290B 8.85	358DIP 0.39				2480 1.35	4070 4.20	8467 15.40	590 25.30	590 3.60	409 7.10	179 0.61	112 0.90
292B 8.85	359DIP 6.65				2490 1.35	4080 4.20	8468 15.40	591 25.30	591 3.60	410 7.10	180 0.61	112 0.90
292 13.75	376DIP 1.40				2500 1.35	4090 4.20	8469 15.40	592 25.30	592 3.60	411 7.10	181 0.61	112 0.90
293B 5.95	377DIP 7.50				2510 1.35	4100 4.20	8470 15.40	593 25.30	593 3.60	412 7.10	182 0.61	112 0.90
293D 6.45	380DIP 2.15				2520 1.35	4110 4.20	8471 15.40	594 25.30	594 3.60	413 7.10	183 0.61	112 0.90
293E 8.30	380DIP 2.70				2530 1.35	4120 4.20	8472 15.40	595 25.30	595 3.60	414 7.10	184 0.61	112 0.90
294 11.40	381DIP 6.80				2540 1.35	4130 4.20	8473 15.40	596 25.30	596 3.60	415 7.10	185 0.61	112 0.90
295 7.40	382DIP 7.85				2550 1.35	4140 4.20	8474 15.40	597 25.30	597 3.60	416 7.10	186 0.61	112 0.90
296 8.65	383DIP 6.50				2560 1.35	4150 4.20	8475 15.40	598 25.30	598 3.60	417 7.10	187 0.61	112 0.90
297 10.70	383-220 7.00				2570 1.35	4160 4.20	8476 15.40	599 25.30	599 3.60	418 7.10	188 0.61	112 0.90
298 10.10	38522.5 3.90				2580 1.35	4170 4.20	8477 15.40	600 25.30	600 3.60	419 7.10	189 0.61	112 0.90
367 4.30	386DIP 1.30				2590 1.35	4180 4.20	8478 15.40	601 25.30	601 3.60	420 7.10	190 0.61	112 0.90
465A 10.70	387DIP 2.80				2600 1.35	4190 4.20	8479 15.40	602 25.30	602 3.60	421 7.10	191 0.61	112 0.90
482 9.60	388DIP 4.20				2610 1.35	4200 4.20	8480 15.40	603 25.30	603 3.60	422 7.10	192 0.61	112 0.90
485 9.25	389DIP 4.10				2620 1.35	4210 4.20	8481 15.40	604 25.30	604 3.60	423 7.10	193 0.61	112 0.90
486CB 2.55	390DIP 5.80				2630 1.35	4220 4.20	8482 15.40	605 25.30	605 3.60	424 7.10	194 0.61	112 0.90
487 5.50	391N80 4.95				2640 1.35	4230 4.20	8483 15.40	606 25.30	606 3.60	425 7.10	195 0.61	112 0.90
497B 8.45	399H 20.20				2650 1.35	4240 4.20	8484 15.40	607 25.30	607 3.60	426 7.10	196 0.61	112 0.90
601C 1.45	391N100 6.75				2660 1.35	4250 4.20	8485 15.40	608 25.30	608 3.60	427 7.10	197 0.61	112 0.90
602C 1.45	392DIP 3.00				2670 1.35	4260 4.20	8486 15.40	609 25.30	609 3.60	428 7.10	198 0.61	112 0.90
603C 1.20	393DIP 0.36				2680 1.35	4270 4.20	8487 15.40	610 25.30	610 3.60	429 7.10	199 0.61	112 0.90
604C 1.20	394TO 11.40				2690 1.35	4280 4.20	8488 15.40	611 25.30	611 3.60	430 7.10	200 0.61	112 0.90
702B 5.40	395-220 8.35				2700 1.35	4290 4.20	8489 15.40	612 25.30	612 3.60	431 7.10	201 0.61	112 0.90
702N 6.85	396DIP 2.50				2710 1.35	4300 4.20	8490 15.40	613 25.30	613 3.60	432 7.10	202 0.61	112 0.90
2685 4.65	397DIP 0.84				2720 1.35	4310 4.20	8491 15.40	614 25.30	614 3.60	433 7.10	203 0.61	112 0.90
4705 5.20	398TO 6.45				2730 1.35	4320 4.20	8492 15.40	615 25.30	615 3.60	434 7.10	204 0.61	112 0.90
4710 5.20	401 7.65				2740 1.35	4330 4.20	8493 15.40	616 25.30	616 3.60	435 7.10	205 0.61	112 0.90
4785 5.35	4017N 3.95				2750 1.35	4340 4.20	8494 15.40	617 25.30	617 3.60	436 7.10	206 0.61	112 0.90
4805 4.05	4112 3.85				2760 1.35	4350 4.20	8495 15.40	618 25.30	618 3.60	437 7.10	207 0.61	112 0.90
4810 4.05	4131 16.75				2770 1.35	4360 4.20	8496 15.40	619 25.30	619 3.60	438 7.10	208 0.61	112 0.90
4812 4.25	4181N 8.50				2780 1.35	4370 4.20	8497 15.40	620 25.30	620 3.60	439 7.10	209 0.61	112 0.90
4885 4.10	4186 5.60				2790 1.35	4380 4.20	8498 15.40	621 25.30	621 3.60	440 7.10	210 0.61	112 0.90
4902 4.95	4187 11.95				2800 1.35	4390 4.20	8499 15.40	622 25.30	622 3.60	441 7.10	211 0.61	112 0.90
4916 6.65	4182 11.95				2810 1.35	4400 4.20	8500 15.40	623 25.30	623 3.60	442 7.10	212 0.61	112 0.90
4918 4.20	4187 11.95				2820 1.35	4410 4.20	8501 15.40	624 25.30	624 3.60	443 7.10	213 0.61	112 0.90
4921 4.20	4188DIP 9.60				2830 1.35	4420 4.20	8502 15.40	625 25.30	625 3.60	444 7.10	214 0.61	112 0.90
4940V10 2.90	4186DIP 10.50				2840 1.35	4430 4.20	8503 15.40	626 25.30	626 3.60	445 7.10	215 0.61	112 0.90
4940V12 2.90	4189DIP 5.00				2850 1.35	4440 4.20	8504 15.40	627 25.30	627 3.60	446 7.10	216 0.61	112 0.90
4940V5 2.90	4189 30.20				2860 1.35	4450 4.20	8505 15.40	628 25.30	628 3.60	447 7.10	217 0.61	112 0.90
4941 2.55	4189 13.00				2870 1.35	4460 4.20	8506 15.40	629 25.30	629 3.60	448 7.10	218 0.61	112 0.90
4960 5.40	4189N 6.50				2880 1.35	4470 4.20	8507 15.40	630 25.30	630 3.60	449 7.10	219 0.61	112 0.90
4962 5.00	4189N 5.00				2890 1.35	4480 4.20	8508 15.40	631 25.30	631 3.60	450 7.10	220 0.61	112 0.90
4964 12.20	4189 10.10				2900 1.35	4490 4.20	8509 15.40	632 25.30	632 3.60	451 7.10	221 0.61	112 0.90
4970 23.60	4200DIP 6.00				2910 1.35	4500 4.20	8510 15.40	633 25.30	633 3.60	452 7.10	222 0.61	112 0.90
4972 12.20	4201DIP 0.60				2920 1.35	4510 4.20	8511 15.40	634 25.30	634 3.60	453 7.10	223 0.61	112 0.90



## Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46A — 3500 Kassel

## Ihr preiswerter Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

- Schnelle termingerechte Lieferungen
- Bauelemente führender Spitzenhersteller wie z.B. TFK, STM, PIHER, VITROHM, BEYCHLAG, FAGOR, SIEMENS, MOTOROLA, HARRIS, IR, LTC, NSC, TI, SPECTROL ...
- Lieferbar Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente schon ab 50,- DM
- Katalogerweiterung! ISEL-19'-Gehäuse, Atz- und Belichtungsgeräte
- Computerunterstützte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferzeitangaben
- Katalog mit 5 Preistaffeln und ständigen UPDATES

(\*, \*\* = Staffell 5-9, „%“ = Staffell 100-499 — autom. Rabatt bei größerer Abnahme)

TRANSISTOREN		10-24 STÜCK	8,90	CA 3161 E	2,23	TDA 2595	4,95
BC 140-10/141-10	0,48*	400111/12/23/25	0,33*	CA 3182 E	8,50	TL 0617/172/81/82	0,74*
BC 160-10/161-10	0,48*	401327/30/49/50	0,43*	CA 3240 E	2,81	TL 074/084	0,98*
BC 264A	0,70*	401629/47/51/53	0,65*	CA 3280 E	4,06	TL 271	1,92*
BC 327/37/38-25	10,19%	4016/66/85/93	0,44*	ICL 7106/07/36	6,38	TL 272 CP	1,14*
BC 516	0,28*	401720/21/22/43	0,62*	ICL 7109/35	17,84	ULN 2003/2004 AN	0,82*
BC 517	0,28*	402428/42/106	0,63*	ICL 7117/26	7,99	ULN 2803/2804 AN	1,25*
BC 546B/ABC/56B	6,69%	404041/60/63/94	0,71*	ICL 7580 SPCA	3,75	UA 723 DIL	0,65*
BC 550C/560C	7,92%	4067	2,65*	ICM 7217 IPI	21,54	UA 733 CN	2,30*
BC 547C/57B/58C	6,69%	4068/69/70/71/72	0,33*	ICM 7226 IPI	61,87	UA 741 DIP-8	0,37*
BC 559/640	0,33*	407375/77/81/82	0,33*	CM 7555 IPIA	0,89*	UA 7805/12/15	0,55*
BD 136-140-10	0,36*	4510	0,80*	L 296	9,21	UA 7805/12/15	0,55*
BD 435-439	0,57*	4518/20/38/41/56	0,70*	L 297	10,38	UA 7905/12/15	0,60*
BDV 64B/65B	2,77*	74LS 00/04/08/32	0,28*	L 288	9,56	UA 7905/12/15	0,58*
BF 199	0,17*	74LS 02/05/09/20	0,33*	LF 355/356/357	1,35*	XR 2205 CP	0,69*
BF 244 A/B	0,78*	74LS 14/74/132	0,42*	LF 411 CN	2,39*	XR 8038 CP	6,78*
BF 245 A/B/C	0,60*	74LS 21/30	0,33*	LM 120L-K-T03	60,19	ZN 234E	31,22*
BF 256A	0,62*	74LS 83/85/157	0,59*	LM 311 N-8	0,48*	ZN 425 E-8	10,23*
BF 256B/256C	0,59*	74LS 138/139	0,52*	LM 317 T	0,95*	ZN 426 E-8	5,81*
BF 422	0,29*	74LS 154	1,46*	LM 324 N	0,41*	ZN 427 E-8	21,81*
BF 458/61/1/872	0,53*	74LS 221	0,90*	LM 325 N	9,04	ZN 428 E-8	12,31*
BF 469/70/71/72	0,51*	74LS 240/41/44/45	0,74*	LM 335Z/336Z 2.5	2,28*	ZN 438 E-8	3,17*
BF 494/495	0,17*	74LS 247	1,00*	LM 338/339/393	0,41*		
BS 170	0,54*	74LS 257/283/390	0,55*	LM 394 CH	7,95		
BS 250	0,76*	74LS 37/37A	0,74*	LM 833 N	2,68*		
BUZ 10	1,85*	74LS 641/642	1,26*	LM 3914/3915	6,39		
BUZ 11	2,95*	74HC 00/04/08/32	0,41*	LT 1028 CN8	16,40		
BUZ 71	1,85*	74HC 74/132	0,59*	LT 1037 CN8	12,81		
BUZ 71 A	1,29*	74HC 138/139	0,84*	MAX 232 CPE	6,77		
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR!				MC 1458 DIP	0,41*		
IRF 520	1,85*	74HC 244/373/374	0,92*	MC 1458/208 P	4,71		
IRF 530	7,99*	74HC 245	1,11*	MC 1458/206 P	7,71		
IRF 530	2,89*	74HC 00/04/08/32	0,44*	MC 1458/207 P	7,46		
IRF 540	3,57*	74HC 42/51/174	0,96*	MF 10 CCV	5,59		
IRF 820	1,97*	74HC 73/157/158	0,87*	NE 5532 N	1,71*		
IRF 830	2,72*	74HC 74/138/139	0,88*	NE 5534 N	1,45*		
IRF 9530	4,85*	74HC 59/240	1,03*	NE 5532 AN/5534 AN	2,21*		
MJ 2501	2,81*	74HC 123/393	1,06*	NE 555 DIP-8	0,34*		
MJ 2955	1,66*	74HC 238	1,54*	OP 07 DN-8	3,26		
MJ 15003 MOTOROLA	7,99*	74HC 244/373/374	1,03*	OP 237 GJ	18,30		
MJ 15004 MOTOROLA	8,49*	74HC 245/377	1,28*	OPA 27/37 GP	9,42		
TIP 140/141/145	1,99*	74HC 541/573/574	1,50*	RC 4136	1,45*		
TIP 142/146/147	2,17*	74HC 4060	2,44*	RC 4558 P	0,73*		
INTEGRIERTE SCHALTUNGEN				S-64 1027	8,57		
2N 2855/3055	1,54*	280A CPU/PIO/CTC	2,44	SDA 4212	4,56	OPTOBAUELEMENTE	
2N 1613	0,55*	AD 536 A/J	52,40	SO 42 P	4,44	D 200 PNP (10-24)	1,69
2N 2219A	0,45*	AD 538 J	28,70	TCA 785	7,25	D 350 PNP/P (10-24)	1,53
2N 2222A/2N 2907A	0,34*	AD 5754 KN	27,85	TCA 965 A	4,63	LD 3,5 st. Valvo	7,89
2N 2646	1,72*	ADC 0804 LCN	8,27	TDA 1524 A	5,91	LD 3-7 st. Valvo	2,63
2N 3055 STM	1,33*	ADC 0816 CCN	49,73	TDA 2002/2003 V	1,74*	LD 3-7 st. Valvo	2,63
2 SK 50	10,39	CA 3160 E	2,18*	TDA 2025 M	27,84	LD 3-7 st. Valvo	2,63
2 SK 135	9,99	CA 3140 E	1,29*	TDA 2030V	2,38*	LD 3-7 st. Valvo	2,63

LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE ANGEBOT NUR GEGEN 5,00 DM SCHUTZGEBÜHR IN BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN ANGEBOTE IM SCHNELLEFTER)

☎ 0561 / 16415

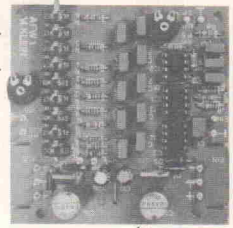
## Aktivweiche für Hörprofis

ALLPASSFREQUENZZWEICHE  
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.-prog. Spannung zur einf. Einstellung (Voltmeter): 1 mV  $\Delta$  1 bzw. 10 Hz. Ideale Entkopplung d. aufwendigen Netzteil. Rauscharme schnelle FET-OpAmps, Pegelrager, verlustarme C's, Subsonic-Filter. Baßanhebung mögl. Beliebig anreichbar d. Steckin! Ausführli. Beschreibung v. Theorie u. Praxis. DC-700 kHz, Klirr < 0,008%, Rausch, A-bew. -108 dBV (126 dB/10 V), max.  $U_{\text{aus}}$  10 V<sub>eff</sub>,  $R_{\text{in}}$  100 K $\Omega$ ,  $R_{\text{aus}}$  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. MonoBaß. Gehäuse und viel sinnvolles Zubehör.

»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«



Gesamt-katalog gratis

**KLEIN**  
ELEKTRONIK GMBH  
Klein Elektronik GmbH · Schubertstr. 7  
7531 Neuhausen/Hamburg bei Pforz.  
Telefon (0 72 34) 77 83 · Fax (0 72 34) 52 05

## Laser vom Feinsten!



Laserquellen  
und  
Komponenten

eS Lasersysteme

Berggasse 10  
D-7406 Mössingen  
Telefon (0 74 73) 71 42  
Fax (0 74 73) 2 46 61

Die Nr. 1  
in  
Lasertechnik

## P L A T I N E N

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartguss, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzinkt.

Alle in dieser Liste aufgeführten Leertplatinen 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 1998.

Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination nach der Bestellnummer entnommen werden: ds = doppelseitig, durchkontaktiert; oB = ohne Bestückungsdruck; M = Multilayer; E = einseitig 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			Impulsgenerator	116-520	18,70	E.M.M.A.			Autorangier Multimeter	049-711	32,00
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Dämmerungsschalter	116-521	6,45	— Hauptplatine	028-627	29,50	Energiewisser (2 Platinen)	069-726	16,50
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Flurlichtautomat	116-522	3,90	— V24-Interface	058-653	3,00	AUDIO-COCKPIT		
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35	Multiboard	126-527	14,95	— IEC-Bus	098-669	8,00	— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Autopilot	037-548	3,75	— C64-Brücke	108-678	15,00	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	SWEEP-GENERATOR			Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	16,50	— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50
DCF-77-Empfänger I	075-431	4,40	— Hauptplatine	037-551	14,50	Anpaßverstärker	048-640	18,25	DISPLAY		
Schnellader	075-432	10,25	— Netzteil	037-552	8,30	STUDIO-MIXER			— Spaltentreiber	099-746/ds	11,50
VIDEO EFFEKTERAT			Widerstandsflöte	047-556	9,80	— Ausgangsverstärker	REM-642	10,00	— Zeilentreiber	099-747/ds	17,50
— Eingang	075-433/1	6,70	Digital-Sampler	047-557	32,00	— Summe mit Limiter	REM-648	4,50	— Matrixplatine	099-753/ds	35,00
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Midi-Logik	047-559	15,50	MIDI-MONITOR			Bierzell-Stabilisator	099-751	16,00
Perpetuum Pendulum	105-444	2,50	Midi-Anzeige	047-560	3,40	— Hauptplatine	058-649	17,50	MIDI-Kanalumsetzer	099-752	5,00
KEYBOARD-INTERFACE			Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	— Tastaturplatine	058-650	9,00	DATA-REKORDER		
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Spannungsfrequenz	077-573	4,00	— Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Hauptplatine	109-754/ds	
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Video-PLL	077-574	1,10	SMD-VU-Meter	058-652	1,50	— Anzeigeplatine	109-755/ds	64,50
Doppelnetzteil 50 V	115-450	16,50	Video-FM	077-575	2,30	SCHALLVERZÖGERUNG			— Schalterplatine	109-756/ds	
Byteformer	86 10 146/ds	14,50	$\mu$ -PEGELSCHREIBER			— Digitalteil	068-654	17,50	Röhrenklangsteller	109-757/ds	31,00
eSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	— AD-Wandler	107-593	19,25	— Filterteil	068-655	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	— Netzteil	117-597	12,90	Markisensteuerung	068-656	9,00	— ST-Platine	109-760/ds	16,00
			— Interface	117-598	29,40	x/t-Schreiber	078-658/ds	49,00	— Display-Platine	109-761/ds	16,00
			— Ausgangsverstärker	018-618	20,00	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	20,00	— RAM-Platine	109-762/ds	16,00
			Wechselschalter	097-589	2,50	STEREO-IR-KOPFHÖRER			(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
			Mäuse-Klavier	097-590	31,50	— Sender	078-661	11,00	ELISE		
			Mini-Sampler	077-595	4,40	UNIVERSAL-NETZGERÄT			— Erweiterungsplatine	010-774/ds	34,50
			Impedanzwandler	117-601	0,85	— Netzteil	078-662	22,50	— CPU-Adapter	010-775	3,00
			Sinusspannungswandler	127-604	9,95	— DVM-Platine	078-663	15,00	DC/DC-Wandler	040-817/ds	59,00
			MIDI-Interface für C64	127-608/ds	13,20	Dig. Temperatur-Meßsystem	078-664/ds	17,50			
			Sprachausgabe für C64	127-610	6,95	NDFL-MONO					
			SCHRITTMOTORSTEUERUNG			— Hauptplatine	098-666	24,00			
			— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	— Netzteil	098-667	13,50			
			— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	LCD-Panelmeter	098-670/ds	6,50			
			— Mini-Paddle	018-620	3,75	Makrovision-Killer	098-671	7,50			
			Treibplatine	038-632/ds	9,50	SMD-DC/CD	098-673/ds	8,00			
			— ST-Steuerkarte	128-686	32,50	DC/CD-Wandler	098-674	7,50			
			— ST-Treiberkarte	128-687/oB	32,50	MIDI-Baßpedal	108-675	7,50			
			Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	108-676	12,50			
			SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	(Satz/2 Platinen)	108-677	2,50			
			Black Devil 2 x 50 W (Satz)	018-622	32,00	SMD-Balancemeter	118-680	10,00			
			(= Car Devil-Verstärker)			Türöffner	019-694	17,50			
			RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	Schweißplatine					

!!! Solange Vorrat reicht !!!

Sie können Sie bestellen: Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten. Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können. Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

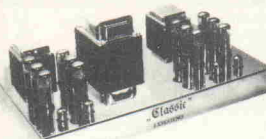
Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61





# ● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●



PPP-Hifi-Endstufe  
Modell 1991  
Stereo-Endstufe 2x100W  
Komplettbausatz DM 2800,-  
Mono-Endstufe 1x100W  
Komplettbausatz DM 1900,-  
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89)

Siehe Test in Klang & Ton  
April/Mai 1991

**EXPERIENCE electronics**  
Gerhard Haas

## Übertrager für Röhrenverstärker

A-165 S Einkanal-Hifi-Übertrager für KT 88, EL 34, u. a.  
A-484 US Gegenaktübertrager für 2 und 4 x EL 84  
A-234 S Gegenaktübertrager für 2 x EL 34  
A-434 S Gegenaktübertrager für 4 x EL 34  
A-465 SG Gegenaktübertrager für 4 x KT 88, 6550 A  
AG-634/2 Originalübertrager für 100 W PPP Endstufe

Gegenaktübertrager mit Schirmplattenanzapfung und Ausgang 4, 8 und 16 Ω.  
AG-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 2x50W  
Komplettbausatz inkl. Chassis  
Röhrenvollverstärker mit EL 34 2x35W  
Komplettbausatz inkl. Chassis  
High-End-Übertrager B-234 S für 2x EL 34 oder KT 88  
Netzfiltro NTR 12  
Bauanleitung in Elrad 6/91

weitere Angaben siehe Lagerliste  
Lagerliste mit weiteren Bauteilen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten Verstärker System (Gitarren-Verstärker) werden zugeschiedt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe August 1990 (Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodulle) gegen DM 11,- 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.

DM 3600,-  
DM 1200,-  
DM 1200,-  
DM 1500,-  
DM 2100,-  
DM 2000,-

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

## Anzeigenschluß:

Heft 8/91: 13.06.91

Heft 9/91: 11.07.91

Heft 10/91: 15.08.91

## BENKLER Elektronik

### 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

<b>SONDERPREIS</b>	
2 SJ 50	8,95 DM
2 SK 135	8,95 DM

ca. 4000 weitere Japan-Typen  
sind auf Anfrage lieferbar

**Sonderliste 1/91 für elektr. Bauteile  
kostenlos anfordern Tel. 06321/30088**

## Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente Audio- und Video-Produkte

### 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 Zentral-  
befestigung/Kontaktbrücke  
Abmessungen: 105 x 45 mm  
Andere Typen auf Anfrage

### NKO

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. 35A  
lieferbar

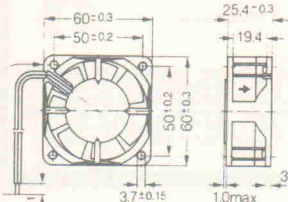
BENKLER Elektronik-Versand • Wnzingerstr. 31-33 • 6730 Neustadt/Wstr. • Inh. R. Benkler • Tel. 06321/30088 • Fax 06321/30089

HALBLEITER									
NEU IM LIEFERPROGRAMM:									
SERIE NE UND ACT - BITTE ANFRAGEN									
74 HIC									
74 HC									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									
74 HCT									



## Sonderangebot

Papst Lüfter Variofan 60\*60\*25



12-30V, ca. 20-40 m³/h, Regelbereich  
30-50°C Kugelgel., mit NTC Fühler  
35,- DM incl. N.N. Porto + Verpack.

**Fricke Electronic** 1000 Berlin 21  
Rostocker Str. 3 Tel. 030/391 80 22  
Fax 030/391 36 54 Tlx 186793 febln

## ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

### Ehrensache, ...

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für Sie **fotokopieren**.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich wie lang er ist, kostet **DM 5,-**. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte **nur in Briefmarken** bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder Nachnahme. **Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.**

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:  
11/77 bis 4/90, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.



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

## MESSGERÄTE

finden Sie bei uns in einem  
Meßtechnik-Programm hoher  
Qualität, z. B. Oszilloskope,  
DMM, Zähler u.a.m. weltweit  
führender Hersteller für  
Industrie, Entwicklung,  
Labor und Ausbildung.

Bitte Lieferprogramm anfordern!

**Haag Elektronik GmbH**

Postfach 1117, Kirchstr. 15  
7327 Adelberg  
Telefon 071 66/2 76  
Telefax 071 66/13 67

## 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, Scheibßer Str. 74, 7255 Rutesheim  
Telefon 071 52/55 75, Telefax 071 52/55 70



Technischer Vertrieb GmbH

Electronic Kabelfernsehen Satellitentechnik Telecommunication

Koaxiale Verbinder  
Stecker, Kupplungen

alle Normen —  
alle Kabelgrößen

Verkauf  
nur an den Fachhandel

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



## WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

**Kohlewiderstands-Sortimente**, 1/4 W, 5%, Reihe E12, Typ 0207  
67 Werte v. 10 $\Omega$  — 3,3 M $\Omega$ , à 10 Stück ..... DM 16,45  
67 Werte v. 10 $\Omega$  — 3,3 M $\Omega$ , à 25 Stück ..... DM 34,95  
67 Werte v. 10 $\Omega$  — 3,3 M $\Omega$ , à 100 Stück ..... DM 92,75  
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,80 (E12 von 1 $\Omega$  — 10 M $\Omega$ )

**Metalwiderstands-Sortimente**, 1/4 W, 1%, Reihe E24, Typ 0207  
121 Werte v. 10 $\Omega$  — 1 M $\Omega$ , à 10 Stück ..... DM 47,95  
121 Werte v. 10 $\Omega$  — 1 M $\Omega$ , à 25 Stück ..... DM 114,00  
121 Werte v. 10 $\Omega$  — 1 M $\Omega$ , à 100 Stück ..... DM 342,00  
Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7 $\Omega$  — 4,3 M $\Omega$ )

**Dioden 1N4148** ..... 100 St. DM 2,22 ..... 500 St. DM 9,99  
100 St. IC-Socket-Sortiment ..... DM 19,95  
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen ..... DM 29,95

Für alle Atari ST  
PCB Edit Platinenlayoutprogramm V 2.0 ..... DM 199,00  
Kompil. mit Handbuch und Diskette ..... DM 20,00  
PCB Edit-Demodisk 3 1/2" inkl. P/V ..... DM 20,00

N.N.-Versand ab DM 15,- (+P/V), Ausl. DM 200,- (+P/V)

**Katalog 90/91** (mit über 8000 Artikeln) liegt kostenlos bei,  
oder für DM 5,- (Bfm.) anfordern. Aktuelle Infofolie gratis.

**LEHMANN-electronic**

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

## Empfangsprobleme im Langwellenbereich?

- Navigationssignale
- Pressefax
- RTTY
- SSTV
- Zeitzeichen

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

**Fertigergerät**  
mit Speiseweiche **99,-**

**Eisch electronic**  
7900 Ulm 16 · Abt. Ulrich Str. 16  
Telefon (0 73 05) 2 32 08

## Röhrenverstärkerzubehör

**Qualitätsröhren**  
**Keramiksockel noval**  
**mit Silberkont. Printm.**  
**Röhren/Lautspr.-zubehör**

**Preise auf Anfrage**  
**Geschäftsz.: Mo-Fr 9-16h**  
**Leinweber & Bock**  
**Roonstr. 43 · 5000 Köln 1**  
**Tel.: 02 21/24 50 41**  
**Fax: 02 21/24 50 32**

## MCS-51 Controller fest im Griff

mit den  
Entwicklungs- und  
Ausbildungssystemen:

■ 8032-Tool	399,00 DM
■ 80535-Tool	454,86 DM
■ 8032-Rechner, 46 I/O	197,37 DM
■ MCS-51 Assembler	285,00 DM
■ Demo	15,90 DM

Jedes Tool besteht aus einer PC-Steckkarte und einer externen Europlatine komplett mit Controller, 8K Zeropower-RAM, Assembler/Disassembler, Monitor- und Demoprogrammen und Anleitung.

**Andreas Roth**  
■ Controllertechnik ■  
Waldstraße 19 a, 6943 Birkenau  
062 01/3 20 55

# Information + Wissen



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

**ct** magazin für  
computer  
technik

**X** MULTUSER  
MULTITASKING  
MAGAZIN

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**HIFVISION**





# eMedia GmbH SOFTWARE

## ELRAD-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 248,- DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 98,- DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche) 35,- DM
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen) 29,- DM
S126-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung) 49,- DM
S029-696A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90 98,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari 29,- DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler, div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source) 98,- DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari: Erfassungs- und Auswertprogramm (Source GFA-Basic) SS 35,- DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari 98,- DM
S119-766M	U/I-D/A Wandlerkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Meßwertverarbeitung (Source) 28,- DM
S129-767A	OCF-77-Echzeituhr	12/89	Diskette/Atari 35,- DM
S129-772C	UMA - C64	12/89	Diskette/C64 25,- DM
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem) 98,- DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source) 29,- DM

## ELRAD-Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitaler Schlagzeug	25,- DM

## Digitales Schlagzeug

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar.  
Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freilumschlags.

Hygrometer	1/87	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	5/87	25,- DM
O.A.M.E.	5/87	25,- DM
µPegelschreiber	9/87	25,- DM
E.M.M.A.	3/88	25,- DM
E.M.M.A.	4/88	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
Printerface	7-8/88	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	25,- DM
ELISE	1/89	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
Grafisches Display	9/89	35,- DM
Grafisches Display	10/89	35,- DM
Midl Master/Controller	11/89	35,- DM
Leuchtaufschrift	12/89	25,- DM
SESAM	1/90	25,- DM
HALL.O.	6/90	25,- DM
HALL.O.	6/90	25,- DM
TV-TUNER	8/90	25,- DM

PAL			Preis
Autoalarmanlage	5/89		25,— DM
SESAM — System	11/89		35,— DM
SESAM — Interface	12/89	2 Stück	70,— DM
SESAM — AD	3/90		35,— DM
ST-Uhr	4/91	GAL	19,— DM

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

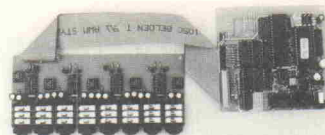
Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

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

## MIAU8 8-Kanal-Mischpult- Automation



8 VCAs (CEM3360), Steuerung über 8 MIDI-Controller- Befehle in 128 Stufen, Einschleifen in Mischpult-Insert-Wege über Stereo-Klinkenbuchsen, SNR -85dB, THD 0.5%, Ein/Ausgangspegel 0 dB (auf Wunsch auch anderer), MIDI-Kanal/Controller- Nr. mit Lern-Taster einstellbar, auch als Submixer oder für Mehrkanal-Effekte einsetzbar

Bausatz: 298.-

Fertigmodul: 498.-

## DOEPFER MUSIKELEKTRONIK

Inhaber Dipl.Phys. Dieter Doepler  
Vorführung, Abholung und Beratung nur nach tel. Vereinbarung  
Lochhamer Str. 63 W-8032 Gräfelfing Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98



**Leuchtdioden**  
LED's 3mm oder 5mm  
In den Farben: rot, grün oder gelb  
bei Einzelabnahme 0.12  
ab 100 Stück je Typ 0.10  
ab 1000 Stück auch gemischt 0.09

## Widerstand- sortimente

Kohleschichtwiderstände:  
1/4 Watt; 5% Toleranz  
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (61 Werte)  
S1 (je 10StL = 610StL) 12.90  
S2 (je 50StL = 3050StL) 64.90  
S3 (je 100StL = 6100StL) 99.00  
Metallfilmwiderstände:  
1/4 Watt; 1% Toleranz E12  
S4 (je 10StL = 610StL) 23.95  
S5 (je 50StL = 3050StL) 84.95  
S6 (je 100StL = 6100StL) 159.00  
Reihe E24 (121 Werte)  
S5 (je 10StL = 1210StL) 39.90  
S7 (je 50StL = 6050StL) 164.90  
S8 (je 100StL = 12100StL) 299.00

## Co-Prozessoren

Intel	8087-5 MHz	189.-	802C87-8 MHz	189.-
	8087-8 MHz	219.-	802C87-10 MHz	239.-
	8087-10 MHz	329.-	802C87-12 MHz	249.-
	80287-6 MHz	249.-	802C87-20 MHz	329.-
	80c287-XL		803C87-16 SX	429.-
	12 MHz	339.-	803C87-16 MHz	489.-
	80387-16 SX	499.-	803C87-20 SX	449.-
	80387-20 SX	539.-	803C87-20 MHz	499.-
	80387-20 MHz	619.-	803C87-25 MHz	649.-
	80387-25 MHz	779.-	803C87-33 MHz	799.-
	80387-33 MHz	989.-	Cyrix	
Waltke	3167-25 GC	999.-	83S87-16 SX	499.-
	3167-33 GC	1399.-	83S87-20 SX	549.-
	4167-25 GC	1399.-	83D87-20 MHz	599.-
	4167-33 GC	1999.-	83D87-25 MHz	779.-
			83D87-33 MHz	949.-

## Textool-Testsocket

16-polig	21.30	28-polig	18.90
20-polig	22.20	28-polig schmal	59.90
24-polig	19.79	140-polig	36.99

41256-80	2.99
511000-70	9.09
514256-70	9.39
514258-AZ80	12.99
SIMM 256Kx9-70	33.90
SIMM 1Mx9-70	94.90
SIMM 1Mx9-80	92.90
SIMM 4Mx9-80	384.90
SIPP 1Mx9-70	96.90
SIPP 1Mx9-80	94.90
43256-100	7.79
27C64-150	3.89
27C256-120	4.89
27C256-150	4.49
27C512-150	7.49
GAL 16V8-25	2.99

Co-Prozessoren und RAM-Preise unterliegen zur Zeit starken Schwankungen. Um Mißverständnissen bei der Berechnung des aktuellen Tages-preises vorzubeugen, stehen wir Ihnen telefonisch zur Verfügung.

### Versandkosten:

- per Nachnahme DM 5.60  
- per Bankinzug DM 4.-  
ab DM 400.- versandkostenfrei  
Auf Wunsch Versand per UPS / DPD  
Zuschlag: DM 8.- (13.- bei Nachnahme)

**elpro**

Harald-Wirag-Elektronik  
Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2  
Tel. 06154 / 52336  
Fax 06154 / 5521

## ELRAD-MOPS

### 68 HC 11 Einplatinencomputer MOPS Betriebssystem jetzt auch für Atari ST

MOPS Leerplatte, 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 Fertigplatte mit 68HC11A1, ohne 68HC24, ohne Uhr	300,00 DM
MOPS Fertigplatte 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.

ACHTUNG: Das kostenlose Betriebssystem Update kann ab sofort abgerufen werden! Senden Sie die Originaldiskette und einen frankierten Rückumschlag ein.

**Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder**  
Rostocker Str. 12, 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. 02368/53954, Fax 56735



Da fliegen dir  
die Ohren  
weg!

Boxen  
selbstbauen

Katalog  
kostenlos anfordern

**HAMBURG**

Lautsprecher Spezial Versand  
Pl. 76 08 02 / M. 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

BITPARADE				RABATTE: ab 16 St. - 2%		CO-PROZESSOREN: KEINE RABATTE !	
				AUCH IM MIX		5 JAHRE GARANTIE	
				ab 32 St. - 4%			
				ab 72 St. - 6%			
4164-100	64K*1	2,98	6116-LP2	2K*8	2,48	80287-10	AMD 174.00
41256-70	256K*1	3,48	6264-LP07	8K*8	4,18	80387-20	INT 639.00
41256-80	256K*1	3,18	43256-70	32K*8	9,48	80387-25	INT 784.00
41464-80	64K*4	3,98	43256-100	32K*8	8,48	80387-33	INT 978.00
511000-60	1M*1	11,48	43256-LFP10	32K*8	8,48	2C87-10	IIIT 179.00
511000-70	1M*1	9,98	628128-100	128K*8	37,95	2C87-12	IIIT 198.00
511000-80	1M*1	9,78	628128-LFP	128K*8	36,95	2C87-20	IIIT 279.00
511000-100	1M*1	9,48	2764-250	8K*8	4,18	3C87-20	IIIT 489.00
514256-70	256K*4	10,78	2764-150	8K*8	4,18	3C87-25	IIIT 608.00
514256-80	256K*4	10,48	2764-200	8K*8	3,78	3C87-33	IIIT 749.00
514256-80	ZIP/SOJ	12,95	27128-250	16K*8	4,98	3C87-16SXII	408.00
514100-80ZIP	4M*1	47,95	27C128-150	16K*8	5,28	3D87-25	CYR 678.00
514400-80ZIP	1M*4	47,95	27C128-250	16K*8	4,98	ANDERE AUF ANFRAGE !	
SMM-70	256K*9	32,95	27256-250	32K*8	5,18		
SMM-70	1M*9	99,95	27C256-100	32K*8	8,18	<b>SIMONS</b>	
SIPP-70	1M*9	101,95	27C256-120	32K*8	5,48		
SMM-70	1M*8	97,95	27C256-150	32K*8	4,98	ELECTRONIC GMBH	
SMM-80	1M*9	97,95	27C512-120	64K*8	9,98		
SMM-80	4M*9	398,00	27C512-150	64K*8	7,98	HEISENHEG 4 PF2254	
SIM-PS2	512K*36	269,00	27010-120	128K*8	14,95		

NEU IM PROGRAMM: CYRIX CO-PROZESSOREN ! TAGESPREIS TEL. ERFRAGEN !

**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

Selbst gebaut – Geld gespart. AT-286, 386, 486 u. Laptops

## Personal Computer-Bausatz

Katalog anfordern

Werner HÖSCH Elektronik Bruchstraße 43 W-4000 Düsseldorf 1 Tel. 02 11/67 62 14

## platinenservice

Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatinen ein- und doppelseitig in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Pertinaxplatinen einseitig, 1,5mm
- Folienplatinen ein- und doppelseitig

- Platinenfilme
- Lötstop- und Bestückungsdruck
- Infos und Preisliste kostenlos

**Paul Sandri Electronic**

Postfach 1253, 5100 Aachen, Tel. 0241/ 513238

## Wickelmaschinen-Ramm

für gebrauchte Maschinen

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

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

## TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

\*\*\*\*\*  
AB LAGER LIEFERBAR  
AD-DA-WANDLER-ICS  
CENTRONICS-STECKVERBINDER  
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx  
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W  
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP  
DIP-KABELVERBINDER + KABEL  
EINGABETASTEN DIGITASTEN  
EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH  
IC-SOCKEL + TOOL-ZIP-DIP  
KABEL RUND-FLACH-KOAX  
KERAMIK-FILTER + DISKRIM.  
KONDENSATOREN  
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR  
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN  
LABOR-SORTIMENTE  
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE  
LEITUNGSTREIBER-ICS V24  
LINEARE- + SONSTIGE-ICS  
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN  
LUFTER-AXIAL  
MIKROPROZESSOREN UND  
PERIPHERIE-BAUSTEINE  
MINIATUR-LAUTSPRECHER  
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEG.  
QUARZE + -OSZILLATOREN  
RELAIS -REED-PRINT-KARTEN  
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK  
SCHALTER KIPP+WIPP+DIP  
SICHERUNGEN 5x20+KLEINST  
SMD-BAUTEILE AKTIV-PASSIV  
SOLID-STATE-RELAIS  
SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR  
SPEICHER EPROM-RAM-PAL  
STECKVERBINDER DIVERSE  
TASTEN + CODIERSCHALTER  
TRANSFORMATOREN 16-150 VA  
TRANSISTOREN  
TRIAC-THYRISTOR-DIAC  
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx  
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE  
Z-DIODEN + REF-DIODEN  
KATALOG AUSG. 1989/90  
MIT STAFFELPREISEN  
ANFORDERN — 240 SEITEN  
SCHUTZGEB. 3,— (BRIEFMARKEN)  
\*\*\*\*\*

7056 Weinstadt 1 (Benzach)

Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16

TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50

FAX.: (0 71 51) 6 82 32

## VOLEUR DE FEU

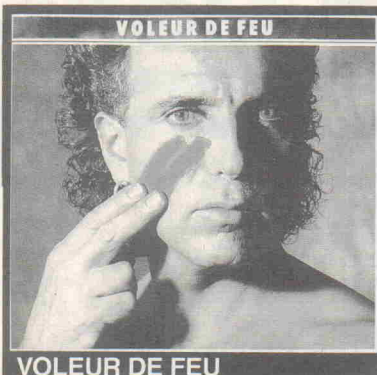
1. Tango
2. La Frontière
3. Voleur De Feu
4. East Side Story
5. Midnight Shadows
6. Noir Et Blanc
7. Extérieur Nuit
8. Funambule
9. Gentilshommes De Fortune
10. Borinqueno
11. La Haine
12. Seigneur De Guerre

DM 25,-

Nutzen Sie die Bestellkarte in der Heftmitte.



eMedia GmbH  
Postfach 61 01 06 · 3000 Hannover 61



## Für verwöhnte HiFi-Genießer.

Die außergewöhnliche  
HIFI VISION-Edition in  
limitierter Auflage.  
POP, OLDIES, KLASSIK.  
Klang pur.



**Suche Elrad-Hefte:** 4 + 7/8 Jg. 87 oder Jahrgang 87 komplett; Jg. 77-79 komplett. 07 11/62 66 46.

**Platinenbestückung, bei Bedarf** auch Montage. Nähere Information auf Anfrage unter Chiffre: E91 07 01 Raum München.

**Sie brauchen Hilfe? Ich übernehme Ihre Mech.- u. Elektronischen Arbeiten.** Anruf genügt! 0 89/5 70 52 60.

**Oszi HAMEG HM-605**, 2 Kan. 60 MHz, verzög. Zeitbasis, inkl. Tastk. zu verk. für 1000,— DM. K. Graf, 0 75 31/3 30 25.

**Wir Bestücken und Löten** Ihre Platinen nach Bestückungsdruck o. Muster. Konfektionierung von Kabel und Leitungen auch in Großaufträgen. Peter Wäschbach, Schmiedeweg 6, 5239 Niesten, Tel. 0 26 62/73 43 auch nach 17 Uhr.

**8051/52/44 fullscreen Simulator**, Debugger, Disassembler auf PC, nur 46,— DM. 07 11/37 67 18.

**4,5stell. DVM** mit V24-Schnittstelle und Software. Schalttafel-Einbau oder Euro-Karten Option: Spitzenwertspeicher. Info gratis. -IEB- Industrie-Elektronik, 02 34/41 13 81.

**Disco-Bühnen-Party-Deko-Licht** extrem günstig. ELKO, Breslauerstr. 19, 8632 Neustadt, 0 95 68/20 03.

**Ingenieurbüro übernimmt Software** und Schaltungs-entwicklung von der Idee über Prototypen bis zur Serienfertigung. EPF GmbH, Tel. 0 23 03/6 13 18, Herr Müller oder H. Ziehm, Fax: 0 23 03/6 96 74.

**Audio Analyzer R&S UPA3** Opt. B2 B6 B8 prof. Audiomeßger. VB 8900,— techn. Daten auf Anfr. H. Selke, Antonstr. 34, 1000 Berlin 65.

**GAL-Brenner 16V8/20V8** Serie, 220V, IBM-PC-Centronics-Port, Euro-Platine + Software DM 91,—, Demo-Software. 0 89/14 24 71.

**Alphanumerische LC Display** ab 39 DM Bausätze: 68HC11 ab 300 DM, 68000 ab 264 DM, 68070 ab 384 DM, Opt. Pascal Magnetkartencodierer, Barcodeleser Bearbeiten von Gehäuseplatten. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 8940 Memmingen, Tel. 0 83 31/8 63 71.

**Breites Sortiment, Zubehör**, günstige Staffelpreise, keine Mindestmengen, Katalog kostenlos: Bernd Uschwa, Am Nippenkreuz 18, 5300 Bonn 2, Tel. 02 28/34 84 73.

**Electronic Geschäft** in Hannover altershalber zu verkaufen. Zentrale Lage. Verhandlungsbasis DM 100.000,—. Angebote unter Chiffre E91 07 02.

**Bauteile** 68HC11 DM 44,— 68HC24 DM 49,— MM58274 DM 21,— MC34064P-5 DM 2,50 UC 3843N DM 2,90 ab Lager UK 4,50 Mengenabnahmen gesondert anfragen. Hoffmann Elektronik, Spinnereiweg 9, 8940 Memmingen. Tel. 0 83 31/8 63 71, 8 29 44.

**Das aktuelle Bausatz Angebot** Lautsprecher-Spitzenpreise 10-200 W 12,80, LED-Wattmeter, Imp. 4-8 Ohm 0,3-200 W 21,90, UHF-VHF-UKW Antennenverst. b. 21 dB 29,50, KFZ-Intervallregler 8 A m. Relais 34,60, UKW-Prüfsender 3 Watt (n.f. Export) 49,50, Thermostat, Last 8A, regelb. 8-25°C 29,80, Netzteil 700 mA 9 und 12 Volt 17,50, Sprachverformer Comic + Roboter 32,70, Gas-Alarm-gerät (Prop. But. Met. Alk.) 58,50, Drehzahlregler f. Minibohrm. b. 60 W 24,80, Infrarot-Sender 2 Kanal 10-20 m 18,50, Gehäuse für Infrarot-Sender 15,90, Infrarot-Empfänger m. Relais 5A 41,80, Netzteil 3 Amp. 5-30 Volt regelbar 47,50, Lichtorgel 3-Kanal 1800 Watt 31,70, Transistorzündung f. alle Autotypen 39,80, Kojak-Sirene Leist. 10 Watt regelbar 29,20, Quarztaster 1000 kHz - 100 MHz 14,80, LED-Lauflicht 10-Kanal programmierbar 27,90, Lauflicht 10-Kanal 220 V program. 49,50, Nachrüstbauteile f. Lauff. 5 Satz 12,80 NF-Verstärker 5 Watt mit IC 6-12V 17,90, Glocken-Sound 8 Watt regelbar 21,70, Logictester TTL-DTL mit Gehäuse 19,80, Entstörbaustatz VDE-Norm 1000 W 15,80, Drei-Klang-Gong 700 mW regelbar 27,80, KFZ-Leistungsblinker 20 W/6-13,5 V 19,80, FBI-Sirene 5 Watt, 9-12 V 19,70, LED-VU-Meter mit 10 LED's regelb. 31,60, Autoantennenverstärker reg. b. 25 dB 18,80, UHF-VHF Antennenverst. reg. b. 30 dB 38,30, Mehrton-Sirenen 10 W schaltb. 6-12V 26,50, Melodien-Generator mit 12 Melodien 23,80, VHF/UHF Fernsehprüfsend. (n. Export) 29,50, Nur Qualitätsbauteile m. Anleitung u. Platine. Liste m. 150 Bausätzen sowie Bauteile-Sonderliste GRATIS. Per NN + 5,50-Vorauszahlg. + 3,50 DM. DJ-Electronic, Abt. 5213, Osswaldstr. 5, 8130 Starnberg.

**GAL für bis zu 3 HD-Laufwerke** am ST/TT Centronic-Umschaltung 1x5 (Eurokarte), Sockeln von ICs und Brennen von EPROMs und GALs. Info bei K.H. Wirner, Tel. 0 22 23/15 67.

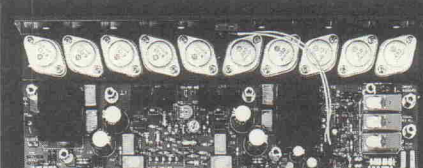
**Entwicklung Hard/Software, MSR, Echtzeitprozessing.** Joachim Müller, Robert-Koch-Str. 9, 7208 Spaichingen. Tel./Fax: 0 74 24/50 16 93.

**ORCAD/EAGLE-Konvertierung;** Autom. Platzierung, Nahme- u. Value-Gebung; DM 39,90; Tel. 0 55 32/54 19.

**Suche preisgünstigen Incircuit-Emulator** für 68000 uP. Telefon: 0 97 21/4 51 11.

**CAD-Layouterstellung und Bestückungsservice!** Infos bei: 0 69/49 73 17 oder 5 96 35 01.

**Hobbyaufgabe!** Große Gelegenheit für Bastler mit viel Platz! 2 Riesenschachteln voll Elektronik! Div. Kleinmat. wie Transist. C, R etc. Tastensätze uvm. en bloc abzugeben. Preis viel zu tief, VB 300,—, 0 76 21/7 77 13.



**QUAD-MOS 600** — als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus englotierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut — vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

**QUAD-MOS 600** — Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

## Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik

**DAC-MOS II**, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
  - DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
  - DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
  - Aktive Frequenzweichen — variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
  - Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelkondensatoren von 4700-70000 µF
  - Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
  - Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl — auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
  - Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
  - ALPS-High-Grade Potentiometer — auch mit Motorantrieb ... u. v. a.
- Ausführliche Infos DM 20,— (Briefmarken/Schein), Gutschein mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

### albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet) 7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Fax 070 41/83 50

**EASY-PC, Platinenlayout- und Schaltbilderprg.** für IBM-Kompatible, neueste Version für 199 DM. Tel. 0 30/3 34 33 62.

**Traumhafte Oszi-Preise**, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51.

**IBM-Software IC-Bibliothek** f. integr. Schaltungen, TTL, CMOS, Analog, OPTO, Motorola, Rockwell, Intel Zilog, ca. 2000 IC's auch aus der ehemal. DDR, 130 DM, Bitte Demoversion anfordern. Dipl. Ing. Florian, Starengasse 3, D-4355 Waltrop.

**Profi Oszilloskope** HC5604 40MHz 2 Kanal Read-Out DM 1598,—, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay HC5506 60MHz 3 Kanal: DM 1748,— 2. Zeitbasis, stufenloses Delay, Sweep Time 5 ns; Frequenzzähler HC8100A 1 GHz: DM 365,— Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69, FAX: /6 02 03 23.

**Verzinnete Kupferhohlnoten** zum Kontaktieren 2 seiger Platinen. L 2mm, Typ-Innen-Ø-Außen-Ø: Typ A-0.6-0.8: B-0.8-1.0; C-1.1-1.5. 1000 St. 30 DM. Ossip Groth, Möllerspark 3, 2999 Wedel, 0 41 03/8 74 85.

**Neu • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis Neu** Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken u. Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel.: 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr.

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D.Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80.

**Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten.** Tel.: 0 40/56 47 51.

**drehen und fräsen**, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 Landau/Isar, 0 99 51/67 97.

**Generalüberh. elektron. Meßgeräte.** Liste 0 95 45/75 23, Fax: 56 68.

**Sonderliste kostenlos!** Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile Angebot + Bausätze + Restposten. Superpreise für Sortimente. VE-Bausatzkatalog mit 150 Präzisionsbausätzen gegen 5,— DM in Brfm. DJ-Electronic, Abt.5213, Osswaldstr. 5, 8130 Starnberg.

Jedem das Seine: **Mischpulte nach Kundenwunsch.** Durch neuartiges Konzept für jede Anforderung DAS Pult. Weiterhin: Effekt-Einschübe und Aktivboxen für Bühne und Studio. Viele Neuheiten. Infos bei: MiK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Walldorf. Tel.: 0 61 05/7 50 65.

**Platinenlayoutprogramm** für IBM PC/XT/AT, neue Version mit stark verbesserter Bildschirmdarstellung, Beschriftung, Bauteilebibliothek, Treiber f. Gerber u. SM1000 uvm. Demo DM 12,—, Kompletversion DM 89,—. Dipl.-Ing. K. Kroesen, Pappelweg 3, 4294 Isselburg 2, 0 28 74/4 52 17.

**Manger — Präzision in Schall:** Jetzt Selbstbau m.d. Referenz-Schallwandler der Tonstudios: Info, Daten, Preise, Ref-Liste sof.anfordern bei Dipl.Ing. FH D. Manger, 8744 Mellrichstadt, Industriestr. 17, Tel. 0 97 76/98 16, Fax: 0 97 76/71 85.

**Funkfernbedienungen** mit FTZ: 1- u. 3-Kanal kpl. mit Sender. Ab 189,00 DM zzgl. Vers. Info: J. Verch Electronic, Hammersbachweg 187, 7180 Crailsheim, Tel. 0 79 51/63 36.

**Röhrenfans!** Alle Bauteile u. Tips für den Selbstbau. Info gg. 2,— DM in Briefmarken, I. Wagner, Barbarastr. 2A, 5180 Eschweiler.

**Platinen — Alles aus einer Hand:** Entflechtung, Fertigung, Bestückung., Kleinserien 1 + 2 seit. Peter Müller Vertrieb, Sanderstr. 39, 8700 Würzburg.

**Zu viele ICs? PAL + GAL -Service** bietet. Peter Müller Vertr., Sanderstr. 39, 8700 Würzburg.

**Sonderposten Lüfter** 12V, ab 9 DM/St. 09 31/5 50 97.

**Kleine Platinenlötanlage** bis 120 mm Lötweite (m. Fluxer) neuw. VB 4.825,— + 14 % MWSt. umständehalb. zu verkaufen. (Neupreis ca. 8.500,—). Worch Elektronik GmbH, Stgt. Tel. 07 11/28 15 46.

# ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Anzeigenschluß:**  
Heft 8/91: 13.06.91  
Heft 9/91: 11.07.91  
Heft 10/91: 15.08.91



## ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE

## Postleitbereich 1

**6917024**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Hasenheide 14-15  
 1000 Berlin 61  
 030/6917024

**GEMEINHARDT**  
 Lautsprecher + Elektronik  
 Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42  
 Telefon: 030/7 05 20 73

## Postleitbereich 2

**balü**  
 electronic  
**2000 Hamburg 1**  
 Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —  
 ☎ 040/33 03 96  
**2300 Kiel 1**  
 Schülperbaum 23 — Kontorhaus —  
 ☎ 0431/67 78 20

**291721**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Hamburger Str. 127  
 2000 Hamburg 76  
 040/29 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. 042 21/1 77 68  
 Fax 042 21/1 76 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

**327841**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Goserie 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 021 61/4 44 21  
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2  
 Telefon 021 66/42 04 06



Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,  
 Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsichtersätze

## Preuß-Elektronik

Schelmweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
 4100 Duisburg-Rheinhausen  
 Ladenlokal + Versand · Tel. 02135-22064



Uerdinger Straße 121 · 4130 Moers 1  
 Telefon 028 41/3 22 21

**238073**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Viehofer Str. 38-52  
 4300 Essen 1  
 0201/23 80 73

Qualitäts-Bauteile für den  
 anspruchsvollen Elektroniker  
**Electronic am Wall**  
 4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
 Tel. (0231) 1 68 63

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)  
 Telex: 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 41/25 17 7  
 6300 Giessen



**SCHAPPACH**  
**ELECTRONIC**  
 56, 37  
 6800 MANNHEIM 1

## Postleitbereich 7

**2232873**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Eichstraße 9  
 7000 Stuttgart 1  
 0711/2369821

Worch  
Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.  
 Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
 Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
 Telefon (07 11) 28 15 46 · Fax 28 53 22

## KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191  
 7100 Heilbronn

## Postleitbereich 8

**592128**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Schillerstr. 23 a  
 8000 München 2  
 089/592128

☎ (09 41) 40 05 68

## Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23  
 ... immer ein guter Kontakt!

**30-111**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Klaus Conrad Str. 1  
 8452 Hirschau  
 09622/30-111

## Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
 Ruf (09 11) 224187  
 Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
 Transformatorenbau, Fachbücher

## Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center  
 OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
 Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
 8500 Nürnberg

**263280**  **CONRAD ELECTRONIC**  
**Center**  
 Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug  
 Messtechnik · Funk · Fachliteratur  
 Leonhardstr. 3  
 8500 Nürnberg 70  
 0911/263280

## RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf. 0821 - 37 431, Fax 51 8727  
 Bauteile, Bausätze, Meßgeräte,  
 Sonderposten, Beratung & Service.

## CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel  
 Telefon 0821 - 39 830 Fax: 51 8727  
 Lautsprecher & Audio Zubehör,  
 Ingenieur Büro für Beschallungstechnik  
 Sat. Antennen Visaton Vertragshändler  
 Karlstr. 2 Am Obstmärkt 8900 AUGSBURG

 **JANTSCH-Electronic**  
 8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
 Porschestraße 26, Tel.: 08341/14267  
 Electronic-Bauteile zu  
 günstigen Preisen



**Electronic-Katalog**  
**200 Seiten**  
**kostenlos**  
**bitte anfordern bei**  
**SCHUBERTH**  
**electronic**  
**8660 Münchberg**  
**Wiesenstraße 9 E**  
**Tel.: 09251/6038**  
**Fax: 09251/7431**  
Händlerliste mit Gewerbenachweis  
anfordern!  
**Kaufen Restposten**

**Voll Hart Metall**  
Bohrer zum Bohren  
von Leiterplatten  
Schafft: 1/8" = 3,2 mm  
Länge: 1 1/2" = 38 mm  
Schneidengeometrie: 130 Grad  
rechtsschneidend  
Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm  
1/10 mm steigend.  
Nur deutsche Markenware

**4.40 10 St. 36.--**  
Versand: NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Li-  
ste über Überbestände elek-  
tronischer Bauteile & Bausätze  
& Sonderangebote monatlich  
neu gegen frankiertes  
Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Gool**  
D-8851 Holzheim  
Werbung aus der bes-  
seren Computerwelt

**ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth**  
Osterstraße 15 D - 8851 Holzheim  
Telefon: 08276-1818 Fax: 08276-1508 Telex: 53 865

**PC-I/O-Karten**  
**AD-DA Karte 12 Bit 16 Kanal** DM 139.-  
1"128Bit D/A, unip. 0-9V, bip. -9/+9V, 500nsec. 16"128Bit  
A/D, 60usec mit 25-Pin Kabel und viel Software  
**AD-DA Karte 14 Bit 16 Kanal** DM 329.-  
wie 128Bit  
**Relais I/O Karte** DM 299.-  
16 Relais 150V/1A out und 16"Photo in.  
**8255 Parallel 48" I/O Karte** DM 82.-  
48" I/O, max 2MHz, 3"168Bit Counter, 16 LED, Software  
**IEEE 488 Karte** DM 315.-  
mit Kabel und GW-Basic Beispielen  
**Multi D/A 8 Bit 8 Kanal** DM 349.-  
8 D/A Channel, ref-V -9V/+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß  
**Multi D/A 12 Bit 8 Kanal** DM 525.-  
8 D/A Channel, ref-V -9V/+9V, 25-Pin Sub-D Anschluß  
**PC Universal Card** DM 99.-  
Leerkarte mit Data-Bus, Address-Bus, I/O Line, Buffer-Circuit  
**4" RS 232 für DOS AT** DM 145.-  
**8" RS 232 für DOS AT** DM 279.-  
Lieferprogramm kostenlos. Änderungen und Zwischenverkauf  
vorbehalten. Lieferung per UPS-Nachnahme + Versandkosten.

**Computer-Electronic-Versand**  
**Jürgen Merz**  
Lengericher Str. 21 D-4543 Lienen  
Telefon/BTX 0 54 83/12 19  
Telefax 0 54 83/15 70

**PC/XT/AT-Meß-  
und Regelkarten**  
- 1"AD (2µs/500 kHz)/1"DA (1µs), uni/bipolar per DIP-  
Schalter einstellbar, 8 Bit +/-1 LSB DM 169.-  
- wie oben, jedoch 8"AD, Spannungsbereiche per Soft-  
ware umschaltbar DM 209.-  
- wie vor, jedoch Eingangs-Spannungsbereiche mit  
Jumper erweiterbar, extern triggerbar DM 279.-  
- 12 Bit +/-1 LSB AD-Meßkarte (9µs), 1"AD, zus. 5 digi-  
tale Eingänge, extern triggerbar DM 289.-  
- digitale I/O-Karte, 24 Bit DM 119.-  
**Auszug weiterer Karten aus unserem Angebot:**  
- PCL-711S: 8"AD(25µs, +/-1.5V), 1"DA(0-5/10V), 16 digi-  
tale Eingänge+16 dig. Ausg., m. Anschlußkitt DM 809.-  
- PCL-812: 16"AD(25µs, +/-1.2/5/10V), 2"DA(0-5/10V),  
Timer, DMA-/Interrupt, dig. Ein-/Ausgänge DM 975.-  
**\*\* auch mit progr.-barer Bereichsumschaltung lieferbar \*\***  
- PCL-718: wie PCL-812, jedoch 16"AD/8"AD differen-  
tiell (16,6µs/60kHz), 9 Spannungsbereiche DM 2181.-  
**Gratis Informationsanforderung!**  
**bitzer**  
Digitaltechnik  
Postfach 11 33  
7060 Schorndorf  
Tel.: 07181/6 82 82  
Fax: 07181/6 64 50

## Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	103	gn electronics, Rutesheim	100	Oberhausen Elektronik, Peutenhausen	95
Benkler Elektronik, Neustadt/Weinstr.	99	Gruber & Fischer, Radolfzell	23	Philips GmbH, Kassel	9
Bitzer, Schorndorf	6, 105	Haag Elektronik GmbH, Adelberg	100	POP electronic GmbH, Erkrath	32
Böhme, Worpsswede	45	Himmeröder, Oer-Erkenschwick	101	Ramm Wickelmaschinen, Berlin	102
BTV-Technischer Vertrieb, Hannover	100	Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	6	Reichelt elektronik, Wilhelmshaven	96, 97
Burmeister, Rödighausen	95	Hösch, Düsseldorf	102	Roth Controlltechnik, Briesenau	100
CadSoft Computer GmbH, Pleiskirchen	19	Isert Elektronik, Eiterfeld	108	Salhöfer Elektronik, Kulmbach	95
DDE Dialog GmbH, Nürnberg	6	Kenwood Electronics, Heusenstamm	12	Sandri Electronic, Aachen	102
Distelkamp-Electronic, Kaiserslautern	7	Klein, Neuhausen b. Pforzheim	98	Silzner, Baden-Baden	45
Doepfer, Gräfelfing	101	KVG, Neckarbischofsheim	25	Simons electronic, Bedburg	99, 102
ECA Electronic, GmbH, München	65	Lehmann Elektronik, Mannheim	100	Späth, Holzheim	105
Eisch electronic, Ulm Göggingen	100	Leinweber & Bock, Köln	100	Sytec Industriewerbung GmbH, Bielefeld	7
Elektronik Laden, Detmold	6	Lipinski Niendorf Busch GmbH,		Schubert, Münchberg	105
elpro, Ober-Ramstadt	101	Dormagen	47	Schuro Elektronik GmbH, Kassel	98
ELZET 80, Aachen	2	LLV Grimm, Niederkassel-Mondorf	59	Tektronix GmbH, Köln	10
eMedia GmbH,		LSV Lautsprecher, Hamburg	102	Tele QUARZ GmbH, Neckarbischofsheim	11
Hannover	82, 93, 94, 98, 101, 102	Manton, VS-Schwenningen	99	Tennert Elektronik,	
es-Lasersysteme, Mössingen	98	Merz Electronic Versand, Lienen	105	Weinstadt-Endersbach	102
Experience Electronic, Herbrechtingen	99	Metec GmbH, Hermannsburg	6	Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	57
Fernschule Bremen, Bremen	95	MOVTEC Stütz & Wacht GmbH,		Zeck Music, Waldkirch	85
Frech-Verlag, Stuttgart	69	Schömburg	6		
Friedrich, Eichenzell	95	Mutronic, Rieden	47		
Fricke Elektronik, Berlin	100	Müter, Oer-Erkenschwick	45		
Gerth, Berlin	47	National Instruments, München	6		

Dieser Ausgabe liegt ein Beihefter der Firma Inter-  
est Verlag, Kissing und eine Beilage der Firma  
Hewlett Packard GmbH, Böblingen bei.

## Impressum

**ELRAD**  
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helfstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30  
und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0  
oder Fax (0511) 5 47 47-33

**Herausgeber:** Christian Heise  
**Chefredakteur:** Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)  
**Redaktion:** Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff;  
Peter Röhke-Doerr; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl  
**Ständige Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. Eckart Steffens  
**Redaktionssekretariat:** Heidemarie Finke, Lothar Segner  
**Korrektur und Satz:** Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath,  
Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner  
**Technische Zeichnungen:** Marga Kellner  
**Labor:** Hans-Jürgen Berndt  
**Grafische Gestaltung:** Wolfgang Ulber (verantwortl.),  
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöffer, Dirk Wollschläger  
**Fotografie:** Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover  
**Verlag und Anzeigenverwaltung:**  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
Helfstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29  
Telefax: 9 23 173 heise d  
**Geschäftsführer:** Christian Heise  
**Objektleitung:** Wolfgang Penseler

**Anzeigenleitung:** Irmgard Dügens (verantwortlich)  
**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind  
**Disposition:** Elke Oesten, Kirsten Rohrborg  
**Verlagsbüro:** Ohm-Schmidt GmbH, Obere Straße 39, 6781 Hilst,  
Telefon: 0 63 35/50 51-54, Telefax: 0 63 35/50 61  
**Anzeigen-Auslandsvertretungen:**  
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui  
Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong  
Kong, Tel.: (852) 72 1 5151, Fax: (852) 72 1 38 81  
Singapur: Heise Publishing Rep. Office, #41-01A, Hong Leong Building,  
16 Raffles Quay, Singapore 0104, Tel.: 0 65-2 26 11 17, Fax:  
0 65-2 21 31 04  
Taiwan: Heise Publishing Taiwan Rep. Office, 1/7-1, 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 Anzeigenpreislise 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 6,80 (68 58,-/sfr 6,80)  
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,-  
+ Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 78,60 (Bezugspreis DM  
50,40 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM  
61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studenten-  
abonnement/Ausland DM 69,- (Bezugspreis DM 40,80 + Versando-  
kosten DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luft-  
post auf Anfrage. (Konto für Abz.-Zahlungen: Verlag Heinz Heise  
GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ  
250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr: es  
verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schrift-  
lich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

**Kundenkonto in Österreich:**  
Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,  
Kto.-Nr. 130-129-627/01  
**Kundenkonto in der Schweiz:**  
Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0  
**Versand und Abonnementverwaltung:**  
SAZ marketing services  
Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26  
**In den Niederlanden Bestellung über:**  
de muiderkring bv PB 313, 1382 jl Weesp  
(Jahresabonnement: hfl. 91,-; Studentenabonnement: hfl. 81,-)  
**In Österreich Bestellung über:**  
EBV - Friederike Strappeler, Marktplatz 26, 4680 Haag  
(Jahresabonnement: öS 600,-; Studentenabonnement: öS 540,-)  
**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**  
Verlagsunion Pabel Moewig KG  
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0  
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz  
sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht  
übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen  
Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von  
Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.  
Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruck-  
ten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausge-  
bers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.  
Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über.  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der  
Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem  
Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.  
Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichti-  
gung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Ge-  
währleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany  
© Copyright 1991 by  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG  
**ISSN 0170-1827**

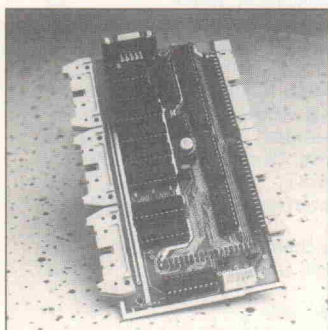




## Rent an Instrument

Laut Betriebswirtschaftslehre sollte jedes Gerät – vom Fotokopierer bis zum teuren Laborequipment – 24 Stunden täglich im Einsatz sein. Die Praxis sieht anders aus: Manchmal ist nachts, den Gewerkschaften sei's gedankt, keiner da, der die teuren Investitionsgüter füttert.

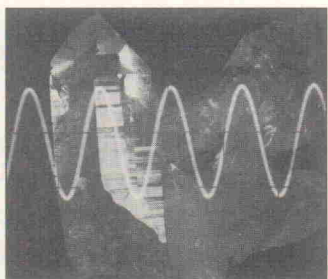
Bei Standardgeräten wie Oszilloskopen und Multimetern nimmt sich die Nutzungsbilanz trotzdem nicht schlecht aus, doch Spezial-Meßgeräte, oft aus Anlaß einer einzigen Entwicklungsvorgabe benötigt, werden leicht zum toten Inventar. Das muß nicht sein, denn längst gibt's Meßgeräte-Leasing und -Verleih. Und ein breites Angebot an 'Gebrauchten' – als Schnäppchen fürs Privatlabor. Was der Markt bietet, zeigt eine Übersicht, die auch Lieferzeiten, Serviceleistungen und Preise nennt.



### ST weiter aufgemacht

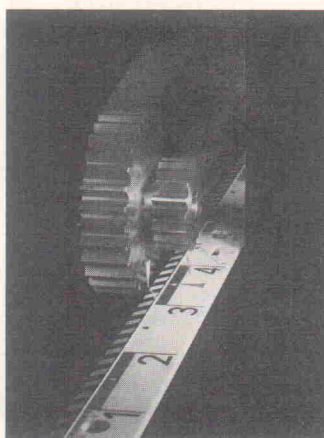
Tuning für den 'Aufmacher', das Universal-Interface für den Atari ST aus Heft 10/89: Zu den schon vorhandenen 16 Eingangsleitungen spendiert die neue Hucapack-Platine weitere 32, so daß nun 48 Eingänge – entsprechend drei Byte – bereitstehen. Hinzu kommen 48 Ausgangsleitungen und acht analoge

Ausgänge, die mit Hilfe einer programmierbaren Spannungsreferenz auf mehrere Spannungsbereiche umgeschaltet werden können. Mit dieser Erweiterung dürften am ROM-Port des Atari keine Wünsche mehr offenstehen.



### Quarzfilter

Die bizarren Formen der Quarze umschließen Strukturen, die sich für elektronische Anwendungen bestens eignen; man muß nur den richtigen Schnitt machen. Dann zeigt sich, aus dem Blickwinkel des Elektroniklers, folgendes (Ersatzschalt-) Bild: eine Induktivität mit einem (kleinen) Verlustwiderstand und zwei Kapazitäten. Mit diesem Bauelement lassen sich außer stabilen Oszillatoren auch recht genaue und steifflankige Filter aufbauen.



### Test Schrittmotor-Controller

Der Schrittmotor hat seine Vorteile: Als digitale Antriebskomponente eignet er sich hervorragend für den Leistungsbereich bis 1000 W. Die Einsatzpalette reicht von einfachen Positionier- bis hin zu komplexen Mehrachsensteuerungen. Die Redaktion hat sich auf dem Markt umgesehen und einige Schrittmotor-Controller-Baugruppen unter die Lupe genommen. Was diese Front-Ends und Add-Ins leisten, kann dem Testbericht in der nächsten Ausgabe entnommen werden.

### Preview Audio-Analyzer Brüel & Kjaer 2012

Ein schneller Wechsel von Gerätegenerationen gehört nicht zu den Gepflogenheiten der Meßgeräte-Manufaktur aus dem dänischen Naerum. Um so bemerkenswerter ist deshalb die Neuvorstellung eines Meßsystems, dessen Innereien weitab von der bisher gültigen (analogen) Firmenphilosophie liegen.

Unser Bericht zeigt, was der neue Analyzer alles mehr kann als andere, und gibt einen ersten praktischen Eindruck vom Handling des Gerätes.



## Dies & Das

### Computer-Schrott ist wertvoll

In einer Tonne Leiterplattenschrott sind:

1 Kilo Gold

6 Kilo Silber

12 Kilo Aluminium

20 Kilo Zinn



©19 Grafik

### Schrott vom Feinsten

Den feinen Unterschied zwischen Müll und Schrott machten sich bereits kurz nach 1945 viele Leute zunutze, von denen einige gar in kurzer Zeit reich wurden. Eine neuere Produkt-Untergruppe ist der Edelschrott.

Wieviel wertvolle Inhaltsstoffe sich beispielsweise in einer Tonne Leiterplattenschrott finden, zeigt die Grafik. In der Bundesrepublik werden dieses Jahr rund 10 000 Tonnen Elektronikschrott erwartet.

Stoffrückgewinnung ist an sich auch ein Beitrag zum Umweltschutz, wenn es sich um das Recycling von giftigen Substanzen handelt. Es ist aber in jedem Fall eine Schonung der Rohstoffe, die in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen.

Inzwischen entwickeln sich, wenn auch langsam, Recycling und Hersteller-Rücknahme von Computer-Schrott (Nokia, IBM). Der Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA) hat zusammen mit dem ZVEI den Arbeitskreis 'Geräte-Entsorgung' gegründet. Er soll ein umweltgerechtes Sammlungs- und Wiederverwertungskonzept erarbeiten. Diese Aktivitäten könnten bedeuten, daß möglicherweise noch vor Einführung einer gesetzlichen Regelung wirksame und flächendeckende Verfahren entstehen, denn Sondermüll loszuwerden wird auch immer teurer.



# Endlich . . .



XT oder 80486?  
 Windows, OS/2, Unix  
 EGA bis TIGA  
 Floppy bis Optical  
 Netzwerke  
 Nadel oder Laser?  
 Modem, Fax, Btx  
 Anwendersoftware  
 Neuronale Netze

## Orientierung kann so einfach sein

Angebotsfülle und Schnellebigkeit des Computermarktes machen es nicht leicht, den Überblick zu behalten und die Spreu vom Weizen zu trennen. Hier ist das c't-Sonderheft die unentbehrliche Informationsquelle.

**c't report** bringt umfassend und kompetent

- Maßstäbe für die Bewertung von Neuheiten
- wertvolles, langfristig nutzbares Grundlagenwissen für den Anwender
- zuverlässige Kriterien für die qualitätsbewußte Kaufentscheidung.

**c't report** bietet geballtes Know-how über die wichtigsten Betriebssysteme, Programmiersprachen, Anwenderprogramme wie Datenbanken oder Tabellenkalkulation. Es bringt Sie auf den Stand der Netzwerktechnik und Datenfernübertragung, berichtet über zukunftssträngige Entwicklungen wie neuronale Netze und Multimedia. Auch die Hardware kommt nicht zu kurz: konkrete Fakten und Details zu Prozessoren, Speichern, Festplatten, Grafikkarten, Netzwerken, Monitoren und Druckern.

**Für 10 DM direkt beim Verlag erhältlich.  
Nutzen Sie die Bestellkarte am Heftende  
(Bestellung nur gegen Vorauszahlung).**



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

**Know-how  
rund um den PC**





#### isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 . . . . . DM 102,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluss
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



#### isel-Eprom-UV-Löschger. 2 (o. Abb.) . . DM 249,-

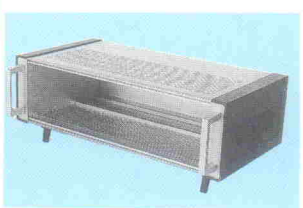
- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluss
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

#### isel-19-Zoll-System-Gehäuse

- 10-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert . . . . . DM 66,-
- 19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert . . . . . DM 95,50

#### isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger (o. Abb.)

- 10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 28,-
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 36,-
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert . . . . . DM 48,-



#### Zubehör für 19-Zoll-Systeme

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 0,75
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 1,35
- 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert . . . . . DM 2,25
- Führungsschiene (Kartenträger) . . . . . DM 0,60
- Frontplattenschnellversch. mit Griff (Paar) . . . . . DM 1,80
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung . . . . . DM 0,70

#### isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profil, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



#### isel-Euro-Gehäuse 1 . . . . . DM 11,20

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 1 . . . . . DM 12,50

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 12,50

- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2 . . . . . DM 13,50

- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56,80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)



#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 . . DM 91,-

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 15 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 8 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

#### isel-Flux- und Trocknungsanlage . . DM 348,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm
- Schaumfluxer, Flußmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



#### isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 45,50

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

#### isel-Verzinnungs- und Lötanlage . . DM 454,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, mit Edelstahlblech 235 x 211 x 13 mm
- Bimetall-Zeigthermometer, 50—250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm



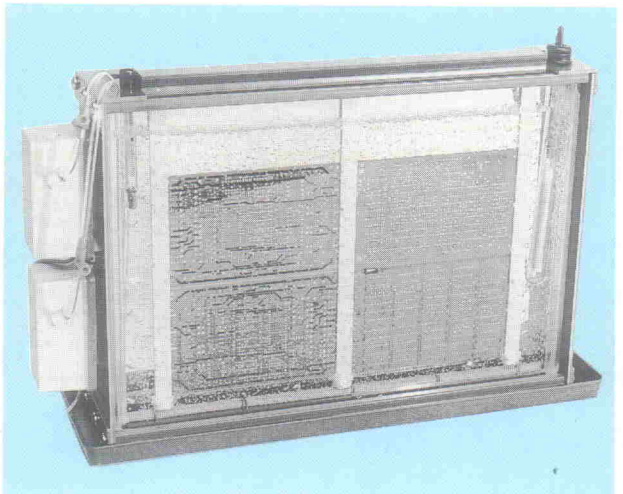
#### isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 45,50

für Platinen bis max. 180 x 180 mm



#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 180,50

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 226,-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm



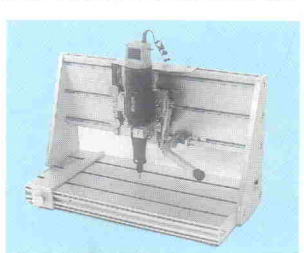
isel-automation, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150

Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,— DM

#### isel-Bohr- und Fräsggerät . . . . . DM 340,-

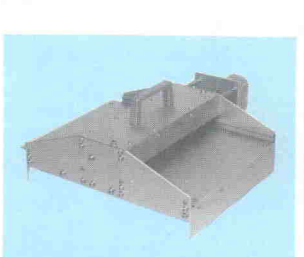
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstopp
- Verstellbarer Seilenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 12 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 200—20 000 U/min
- Hohe Durchzugkraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



#### isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln . . . . . DM 239,50

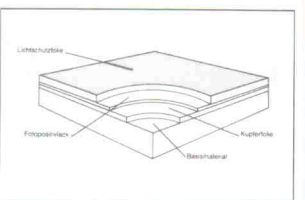
#### isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage . . . . . DM 568,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinnauflagewalze,  $\varnothing$  50, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



#### isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6  $\mu$ m
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfree Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Pertinax 100x160 DM 1,90 Pertinax 200x300 DM 7,05  
Pertinax 160x233 DM 4,40 Pertinax 300x400 DM 14,10

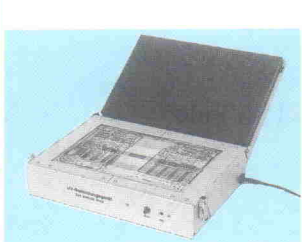
Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyd 100x160 DM 2,85 Epoxyd 200x300 DM 10,60  
Epoxyd 160x233 DM 6,80 Epoxyd 300x400 DM 21,20

Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie  
Epoxyd 100x160 DM 3,66 Epoxyd 200x300 DM 13,75  
Epoxyd 160x233 DM 8,55 Epoxyd 300x400 DM 27,50

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

#### isel-UV-Belichtungsgerät 1 . . . . . DM 270,50

- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



#### isel-UV-Belichtungsgerät 2 . . . . . DM 340,-

- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 385 mm (max. vier Euro-Karten)

#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung . . . . . DM 1118,-

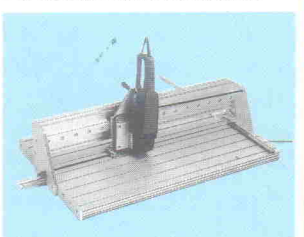
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluss und Schnellbelichtung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 U/min, maximal —0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinteilung 6—90 Sek. und 1—15 Min.



#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung . . . . . DM 906,50

#### isel-Präzisions-Handtrennsägenständer . . . . . DM 698,-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvorrichtung
- Seilenanschlag mit verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min
- Option: Diamant-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt



Motor 220 V/710 W . . . . . DM 317,50  
Diamant-Trennscheibe,  $\varnothing$  125 mm DM 340,-  
Hartmetall-Sägeblatt,  $\varnothing$  125 mm . . . . . DM 80,50