

Instrumentationsverstärker
– Spezialisten für Präzision

ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

öS 58,- · sfr 6,80

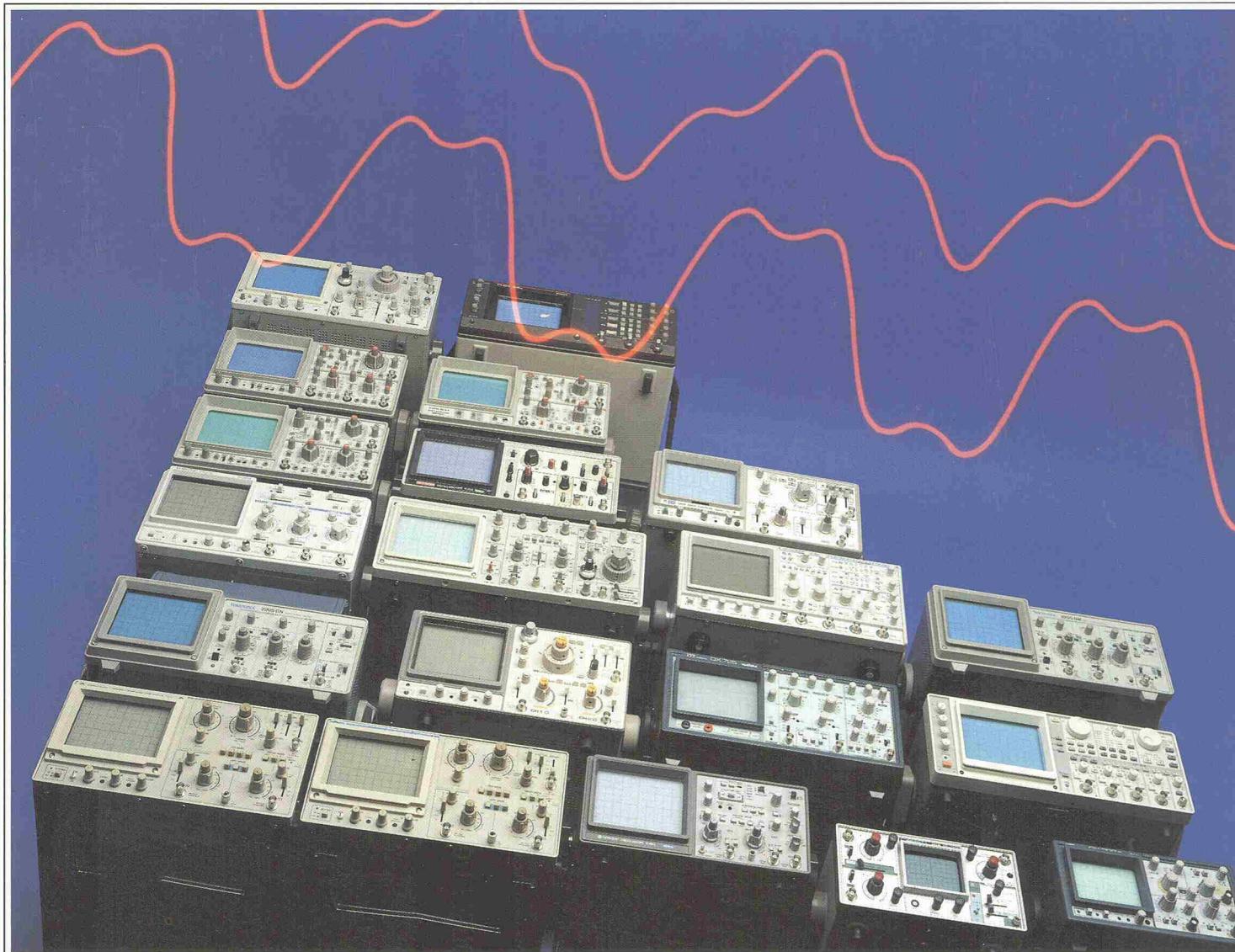
bfr 171,- · hfl 9,20

FF 22,50

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

2/91

2/91



Grundlagen:
IBMs Mikrokanal

Projekte:
Entwicklung: EPROM-Simulator
via RS-232
Meßtechnik: Bereichsautomatik
zum Nachrüsten

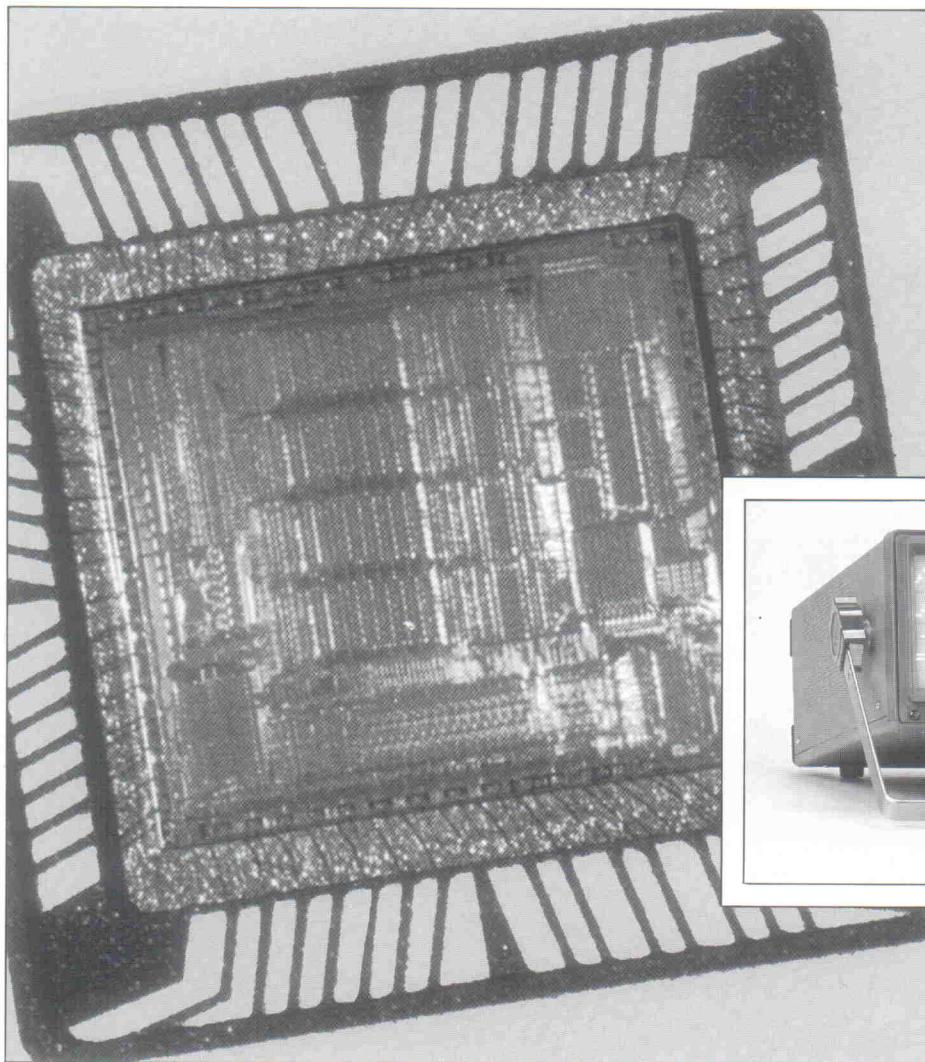
Labor: Ein „etwas anderer“
Impulsgenerator
DSP: Die PC-Anschaltung

Schaltungstechnik:
Video-Kreuzschieneverteiler
mit MAX 456

Test

Analog-Oszilloskope:
High Tech bis 60 MHz

Echtzeit-Oszilloskope von Hitachi. Meßtechnik von einem der größten Halbleiterhersteller der Welt.



Kompakt-Serie

Die besonderen Vorteile:

- einfache Handhabung
- geringes Gewicht
- kompakte Außenmaße
- integrierte Cursor-Messungen
- Zeitbereichsautomatik
- Darstellung der Einstell-Parameter auf dem Oszilloskop-Bildschirm
- Trigger-Lock-Funktion zur stabilen Triggerung von komplexen Signalen bei Zeitbereichsveränderungen



V-1085

Die technischen Leistungen:

- 20 - 150 MHz Bandbreite
- 2 oder 4 Eingangskanäle
- 2 mV/cm Eingangsempfindlichkeit
- Cursor-Messung, absolut und relativ
- Integrierte DVM
- Integrierte Frequenz- und Ereigniszähler
- Leicht und kompakt:
6 kg, 130 x 275 x 360 mm
- 3 Jahre Hitachi-Garantie

Hitachi ist im breiten Bereich der Elektronik international ein Begriff. Ein führendes Unternehmen bei der Entwicklung von ICs, Speicherbausteinen, Grafik-Prozessoren und anderen Halbleitern. Wir haben daher die beste Basis, leistungsfähige Elektronik-Produkte wie Supercomputer oder hochwertige Meßtechnik zu bauen. Als einer der bedeutendsten Technologie-Konzerne ist Hitachi für seine Kunden eine sichere Größe. Und für die besondere Innovationskraft sprechen mehr als 37.000 Patente.

Vor diesem Hintergrund des Hitachi-Konzerns dürfen Sie von unseren Oszilloskopen Spitzenleistungen zu günstigen Preisen erwarten. Von den Elektronik-Komponenten bis zu den Bildröhren stellt Hitachi für seine Meßsysteme Qualität und Know-how in der eigenen Produktion sicher. Unterstützt durch Forschung und Entwicklung aus zahllosen Bereichen.

Selbstverständlich arbeiten unsere Meßtechniker mit Hitachi-Oszilloskopen. An den Innovationen von morgen.

Büro Süd/Südwest
Hans-Rudolf Koradi
Tel. 0 89/ 3 10 77 66

Büro Mitte/West
Thomas Vogel
Tel. 06 11/ 40 06 37

Büro Mitte/Nord
Joachim Piper
Tel. 0 61 06/ 1 30 27

 **HITACHI**®

Hitachi Densi (Europa) GmbH
Weiskircher Straße 88, 6054 Rodgau 1
Tel. 0 61 06/ 1 30 27, Fax 0 61 06/ 1 69 06

Hitachi, einer der bedeutendsten Elektronik-Experten der Welt. Seit über 20 Jahren in Deutschland.

Merci vielmals!

Sie selbst, verehrte Leserin, verehrter Leser, wissen am besten, ob Sie diese Stelle, diese Seite Elrad, schätzen oder nicht. Diesmal können Sie gleich weiterblättern, Sie verpassen nicht viel, falls Sie nicht Österreicher oder Schweizer sind.

Wenn es um Zeitungen und Zeitschriften geht, sind kleinere Länder mit ihren geringen Einwohnerzahlen grundsätzlich benachteiligt, denn Druckerzeugnisse aller Art sind erst ab einer Mindestauflage wirtschaftlich. So bleibt das Angebot 'nationaler' Titel vergleichsweise dünn, der qualitätsfördernde Wettbewerb ist insbesondere bei Fachzeitschriften schwach ausgeprägt oder findet gar nicht erst statt.

Relativ noch gut dran sind die Holländer. Vom Ausland kann nur Fremdsprachiges ins lesefreudige Nederland kommen, denn niemand sonst, außer halb Belgien und ein paar versprengten Exkolonisierten, spricht die Landessprache. Und so können holländische Fachverleger ihre Auflage locker mit 1,3 multiplizieren, wenn sie die Flamen mitlesen lassen. Die Vallonen orientieren sich offenbar an französischer Literatur; uns ist jedenfalls keine belgische Elektronikzeitschrift bekannt.

Mehr noch als Belgien ist die Schweiz vom Splitting-Problem betroffen – die Leser dieses nicht nur landschaftlich, sondern auch sprachlich stark zerklüfteten Landes sind eine potentielle Beute französischer, italienischer und deutscher Verlage. Doch selbst im durchweg deutschsprachigen Österreich kann sich kaum ein Fachverleger über Wasser halten – vor allem wegen der teutonischen Papierflut, die ständig ins Land schwatzt.

Es ist kein Geheimnis, sondern ein rein marktwirtschaftlicher Mechanismus, daß jeder, der in Deutschland eine Zeitschrift plant oder produziert, die Märkte Schweiz und Österreich in der Kalkulation hat. Doch je mehr sich hier ein Verleger darüber freuen kann, daß sein Produkt auch im deutschsprachigen Ausland an den Kiosken abgeholt und monatlich in vielen tausend Exemplaren an Abonnenten mit dem A oder dem CH vor der Postleitzahl geschickt wird, desto mehr hat die Redaktion zu beachten, daß eine solche Zeitschrift eben keine rein innerdeutsche Angelegenheit ist, daß also auswärtige Leser, die primär an Fachinformationen interessiert sind, nicht über Gebühr mit Problemen belästigt werden dürfen, die nur im Mutterland der Zeitschrift existieren.

Das aber ist in diesen bewegten Zeiten nicht einfach. Waren bisher beispielsweise die unsäglich restriktiven Bestimmungen der Deutschen Bundespost bezüglich Funk und (Satelliten-)Fernsehen typische, im Ausland kaum verdauliche deutsche Spezialitäten, die in Elrad eben leider nicht nur in Kommentaren, sondern auch im Hinblick auf die Auswahl schaltungstechnischer Informationen ihren Niederschlag fanden, so widmen wir in dieser Zeit, vom Vorwort bis zur 'DDR'-IC-Vergleichsliste, den elektronischen Aspekten der deutschen Wiedervereinigung so manche Seite, die jenseits der (neuen) Landesgrenzen den Informationswert eines unbeschriebenen Blattes hat.

Vorübergehend ist Elrad also stellenweise ein wenig 'nationaler' als sonst. Gottlob haben elektronische Gesetzmäßigkeiten und Bauelementedaten einen globalen, mehr noch, einen universellen Gültigkeitsbereich, der von irgendwelchen Landsleuten mit begrenztem Horizont, ob sie nun Gesetze oder Forschungsgelder locker oder sonstwie Politik machen, nicht eingeschränkt werden kann. Somit bestehen gute Aussichten,

dafür nicht in nationalen Problemen, typischer Deutschstumelei oder demnächst in einem EG-Taumel versinken.

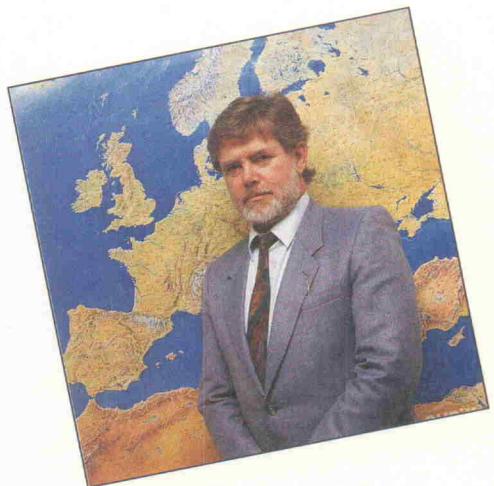
Dank vielfältiger Kontakte zu Elektronikern zwischen Basel und St. Moritz, zwischen Bregenz und Villach, gelegentlich auch zu Lesern in Luxemburg, im Umkreis von Malmedy in Belgien und zu deutschsprachigen Kosmopoliten in aller Welt wissen wir, daß man uns in dieser Zeit des Umbruchs mit Verständnis und Toleranz begegnet. Was Leser, Autoren und Redaktion, auch natürlich Inserenten und Verlag miteinander verbindet – die gemeinsame Sprache und die Elektronik – ist schon eine ganze Menge. Wie schön, daß es Momente wie diesen gibt, in denen es etwas mehr sein darf – ein Wort des Dankes für Verständnis und Toleranz:

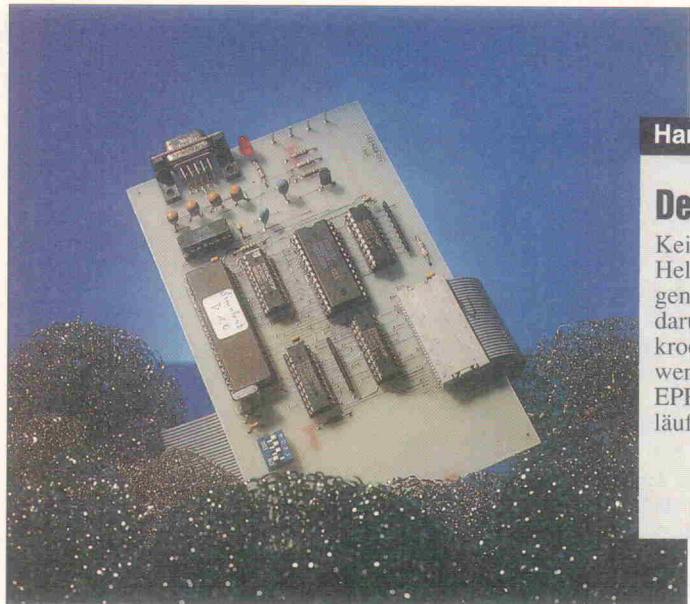
Merci vielmals!*



Manfred H. Kalsbach

* Gehört in Murten, zwischen Bern und Lausanne, Schweiz





Hardware

Der Simulant

Kein eingebildeter Kranker, sondern vielmehr ein nützlicher Helfer. Der universelle 32-K-Simulator belegt Sockel, die eigentlich für EPROMs gedacht sind, mit einem RAM, ohne daß darunterliegende Schaltungen wie Einplatinenrechner oder Mikrocontroller etwas davon merken. Damit entfällt der zeitaufwendige Zyklus Programmieren, Testen und Löschen von EPROMs. Ein solches wird erst dann gebrannt, wenn alles läuft.

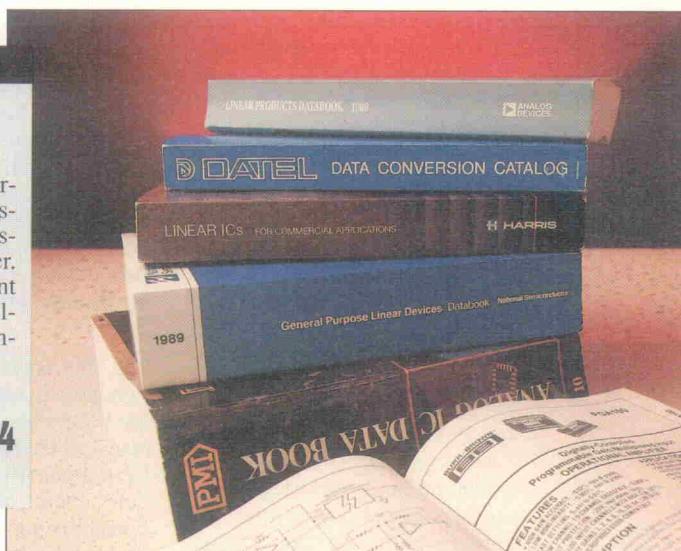
Seite 39

Bauelemente-Markt

Spezialisten für Präzision

Ihre Kenzeichen: hohe Eingangsimpedanz, Gleichtaktunterdrückung, Geschwindigkeit und Linearität, niedrige Ausgangsimpedanz, geringes Rauschen. Ihr Einsatzfeld: die Präzisionsmeßtechnik – Schnittstelle zwischen Sensor und A/D-Wandler. Die Rede ist von Instrumentationverstärkern (IV), auch bekannt als Meßverstärker. Das Angebot an IV ist mittlerweile so vielfältig, daß der Entwickler selbst für sehr spezielle Anwendungen den richtigen Baustein finden dürfte.

Seite 54

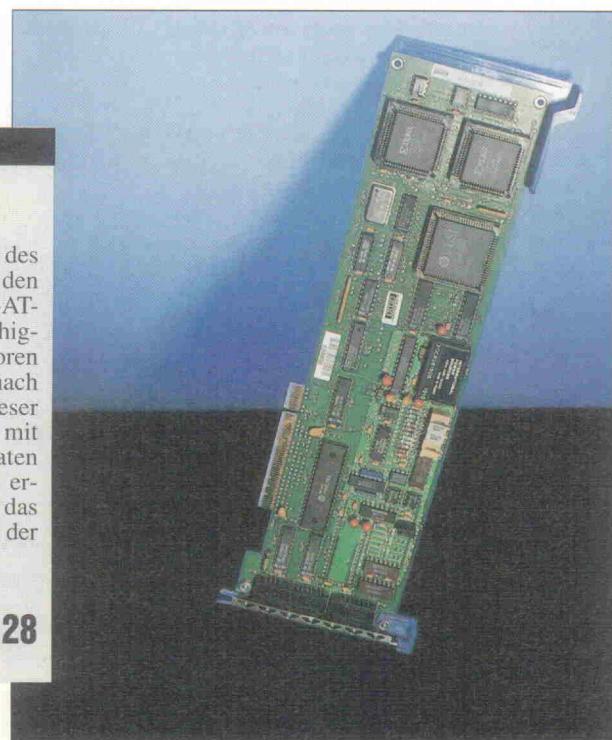


Bussysteme

Mikrokanal ...

... ist die Bezeichnung des IBM-Nachfolge-Bus für den schon betagten 16-Bit-AT-Slot, der die Leistungsfähigkeit von 32-Bit-Prozessoren unter anderem auch nach außen tragen soll. Dieser Asynchron-Bus glänzt mit Standard-Datentransferraten von 4,7 MByte/s. Einen ersten Eindruck über das MCA-Konzept vermittelt der Beitrag auf

Seite 28

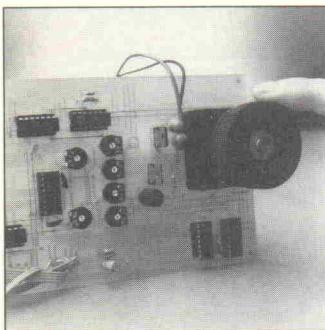


Meßtechnik

In Eigenregie

In vielen professionellen Netzgeräten findet man heutzutage digitale Panelmeter. Generell besitzen diese nur einen Meßbereich, um die Bedienbarkeit des Gerätes einfach zu halten. Grund genug, dort eine Verbesserung einzuführen: eine automatische Meßbereichsumschaltung, die Schluß macht mit nur einem Bereich. Sie ist so universell und einfach, daß sie für fast alle Meßanwendungen in Frage kommt.

Seite 44



Schwedischer Impulskreisel

Impulse einmal anders: so könnte man den 'Schweden-Generator' kurz umschreiben. Weder Impulse der dritten Art noch die Fähigkeit, mittels neuester Logik von allein entscheiden zu können, wann und wo diese benötigt werden, zeichnen ihn aus. Nichtsdestotrotz handelt es sich um einen praktischen Helfer in der Hand des Digitalelektronik-Entwicklers, dessen Vorteil in der genial einfachen Bedienung liegt.

Seite 48

Audio-Grundlagen



Vorverstärker-Design

In diesem abschließenden Teil seiner Artikelserie über den Entwurf von Vorverstärkern betrachtet John Linsley Hood die Techniken zur Verstärkungseinstellung, die Eingangsumschaltung sowie die Ausführung von Stromversorgungssteilen.

Seite 81



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Editorial	3
Briefe	7
aktuell	
Bauelemente	8
Hardware	10
Software	12
Halbleiter	14
Stromversorgung	16
Test	
Analog-Oszilloskope bis 60 MHz	18
Bussysteme	
Mikrokanal	28
Hardware	
EPROM-Simulator	39
Meßtechnik	
In Eigenregie	44
Labor	
Schwedischer Impulskreisel	48
Markt	
Instrumentationverstärker	54
Die Elrad-Laborblätter	
Vielseitige Dioden (6)	67
Schaltungstechnik aktuell	
Kreuzschienenverteiler MAX 456	71
Digitales Signalprozessor-System	
Signal-Doppeldecker (3)	74
Audio-Grundlagen	
Vorverstärker-Design (3)	81
Mathematik	
Resonanztransformation	88
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	92, 94
Die Inserenten	97
Impressum	97
Dies & Das	98
Vorschau	98

btv 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

HIGH-END IN MOS-FET-TECHNIK

LEISTUNGSVERSTÄRKERMODULE MIT TRAUMDATEN!

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

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

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibbs Str. 74, 7255 Rutesheim

Telefon 07152/55075, Telefax 07152/55570

Coupons

Kostenlos

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten

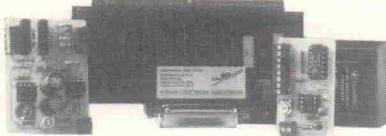
Elektronik— Spezial—KATALOG

mit 260 Seiten.

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

C 0440

SiPSy - Mini SPS



Software: (vorgestellt in ELRAD 1/91)

Im Vordergrund steht die Anwenderfreundlichkeit und klare Bedienerführung. Lauffähig auf allen PC's mit mindestens 256kB RAM und einem Diskettenlaufwerk. Alle gängigen Grafikkarten werden unterstützt. Die Eingaben erfolgen menügeführt (PULL DOWN MENUS). Die logischen Verknüpfungen werden entweder in der Form einer Anweisungsliste, oder als einfache Wahrheitstabelle eingegeben. Neben der Tastatur kann das Programm mit einer MS-Mouse bedient werden. Alle Hardwaredinge können vom Programm aus gesetzt und rückgesetzt werden. DM 49,-.

Hardware: Das Interface wird mit einem Druckerkabel (Centronics) am Druckerport (LPT1; LPT2; LPT3) programmiert. Dazu eignen sich alle am Markt befindlichen PC's (6088, 80286, 80386, PS2 etc.). 8 potentiellgetrennte Relaisausgänge sind mit 48V/0,5A belastbar. Die 8 potentiellgetrennten Eingänge (Optokoppler) sprechen im Bereich 2V...15V an. Bedingt durch die potentiellfreien Ein- & Ausgänge ist eine Beschädigung des PC's ausgeschlossen. DM 249,-.

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

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

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

PC-Meßtechnikkarten

LPI-06 DM 210,— **LPI-33 DM 420,—**

16 Kanal A/D, 1 Kanal
D/A, 12 Bit

LPI-07 DM 430,— **LPI-28 DM 525,—**

16 Kanal A/D, 1 Kanal
D/A, 14 Bit

LPI-31 DM 110,— **LPI-212 DM 805,—**

48 dig. I/O, drei 16 Bit
Timer, kurze Karte

LPI-32 DM 420,— **LPI-PC DM 130,—**

16 Relais, 10 opto. Input

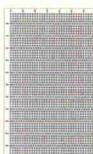
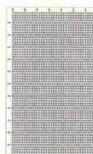
Nachnahmepreise, einschl. MwSt.
Telefonischer Bestellservice Mo. - Fr. 15.00 - 17.00 Uhr

A. Edel
Elektronik Import/Export

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

SMD-Fädelkarte für Laboraufbauten

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



Einzelstück Preis: 48,— DM

ICOMatic GmbH

Industriestr. 30 · 4794 Hövelhof

Telefon: 0 52 57/50 06 42

Telefax: 0 52 57/50 06 51

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.

INDUSTRIE & MESSKARTEN für PC

AD & DA Karten:

AD-8-Bit-Karte, 16 Kanal, 1 ms., 5 TTL I/O	198,-
Ad-12-Bit-Karte, 25 us, 4 sample & hold, 16 ch, 16 TTL I/O	598,-
Ad-12-Bit-Karte, 12 us, 4 s&h, 16 Kanal, 16 TTL	698,-
Ad-12-Bit-Karte, 7 us, 4 s&h, 16 Kanal, 16 TTL	748,-
Oszilloskop- & Transientenrecorder-Software für AD 12 Bit	298,-
DAC-1, präzise DA-Karte, 4 us, 12 Bit, 1/2 LSB, 24 TTL	698,-
DAC-2, wie DAC-1-Karte, jedoch mit ± 1 LSB tol.	498,-
HYPER I/O 12 Bit AD/DA, 16 ch, 33 kHz, 20 TTL, 2 Relais	1298,-
HYPER-SCOPE-Software, mit Trans.rec.-Emulation	298,-
AD-16 Bit, 8 ch. SE, DA 12 Bit, 3x 16-Bit-Timer, 20 TTL, 2 Relais	2498,-

I/O-Karten:

OPTO-1-Prototypenkarte mit 24 TTL I/O mit 8255	198,-
I/O-Multi, 8 Optoeingänge, 16 Relais, 24 TTL	379,-
72 TTL/I/O mit 3x 16-Bit-Timer, Quarzoszillator	298,-
Relais-1-Karte mit 8 Relais und 8 TTL-I/O	249,-
Relais-2-Karte mit 16 Relais, 8 TTL-I/O, kurze Karte	339,-
OPTO-1-Optokopplerkarte mit 16 Ein-, 8 Ausgänge	368,-

20-mA-Schnittstellen:

TTY-1-Karte (20-mA-loop) serielle COM1-Karte, z. B. für Netze	298,-
TTY-2-Karte, COM-1, o. 2, aktiv/passiv, norm/rev, z. B. für SS	349,-
Bildverarbeitung:	
Videodigitalisierer VD8008, 1024 x 768 x 256 für VGA, TIFF	991,-
Videodigitalisierer VD8010, für Interfaces und CCD-Kamera	1498,-
VGA Softw. zur Qualitätskontrolle & Vermessung für VD-8010	1710,-
Spezielles:	
2-80 Einplatinencomputer mit BASIC, V24, 8 Bit ADC u. v. m.	481,-
Eeprom-Simulationskarte bis 27256, 4 MHz, inkl. PC-Software	298,-
ST-1-Steuerkarte für 2 Schrittmotoren, unip. 12 Volt, 4 Phasen	298,-
EGA/CGA-BAS-Adapter, 15 kHz, für Videomonitore	119,-
24-Bit-UD-Karte für Inkrementale LMS bis 1 μ m	548,-
CNC-5, prof. X-, Y-, Z-Fräsmaschine für 3D CAD/CAM	32 230,-
Versch. Kartenehalter sowie Steckermontagen sind gegen Aufpreis möglich. Alle Karten sind aus eigener Produktion mit deutscher Beschreibung. Versand erfolgt per UPS zzgl. Porto.	

KOLTER-ELECTRONIC

Steinstraße 22, 5042 Erfstadt, Tel. 02235/76 07, Fax 7 20 48

So ein Spinner



Im Buch
zur Aktion
Schmetterling (38,- + 3,- Versand)
erfahren Sie, was Sie für Spinner,
Spinner und andere
Schmetterlinge tun können.

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland
e.V.



BUND
Im Rheingarten 7
5300 Bonn 3

Briefe

CAD-Szene

In Heft 12/90 brachte Elrad einen Testbericht über 14 Elektronik-CAD-Systeme.

Ich arbeite mit dem MPellplus und kann die von Ihnen beschriebenen Mängel nur bestätigen. Ich habe mich deshalb auch schon mit dem Autor in Verbindung gesetzt. Noch eine Bitte: Ich wäre sehr interessiert daran, mit anderen MPellplus-Benutzern Erfahrungen und Libraries auszutauschen.

Ralf Stützenberger
Postfach 13 23
W-6834 Ketsch

Interessierte Leser können sich direkt mit Herrn Stützenberger in Verbindung setzen. (Red.)

Leider ist Ihnen in dem Testbericht ein Fehler unterlaufen: Die Auflösung des Schaltplan- und Layout-Programms EAGLE beträgt nicht 10 Mil, wie in der Tabelle auf Seite 30 angegeben, sondern 1 Mil.

Eine Auflösung von 10 Mil ist für einen künftigen Autorouter geplant (nicht 1 Mil, wie auf Seite 26 angegeben).

Rudolf Hofer
CadSoft Computer GmbH
W-8261 Pleiskirchen

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

Positiver Sweep

Im Funktionsgenerator-Test (Heft 1/91) hieß es auf Seite 17, der Sweep-Verlauf des Hameg HM 8030-4 erfolge von der oberen Frequenz ausgehend in Abwärtsrichtung. Bei einer späteren Überprüfung zeigte sich, daß die Sweep-Richtung doch positiv ist, das heißt von der tiefen Frequenz in Richtung höherer Frequenzen verlaufend. Die Fehlausage ist wahrscheinlich auf die relativ lange Rücklaufzeit des Sweeps zurückzuführen. (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 Fragestelle 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

Update zum Elrad-Jahresinhalt

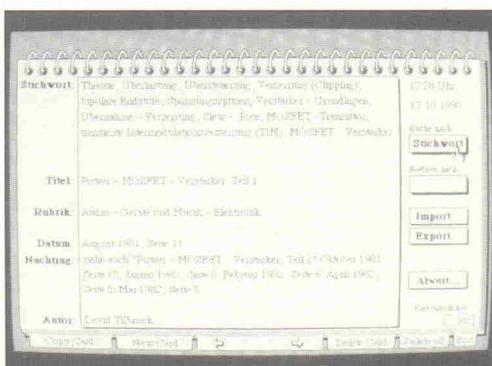
Bereits seit Oktober letzten Jahres gibt es das komplette Elrad-Inhaltsverzeichnis 1978...1989 auf Diskette. Inzwischen liegt das Update 1990 vor, es kann ab sofort bei der eMedia GmbH in Hannover bezogen werden.

Mittlerweile gibt es Versionen für die drei Datenbanksysteme Adimens ST (ADI Software GmbH) auf dem Atari, für HyperCard, das jedem Apple Macintosh beiliegt, und dBase, das auf IBM/Kompatiblen PCs läuft. Das Datenfile umfaßt über 2000 Eintragungen, die in Form einzelner Bildschirmseiten abgelegt sind, und ist im ASCII-Format auf Diskette abgespeichert. Damit ist es hilfs-

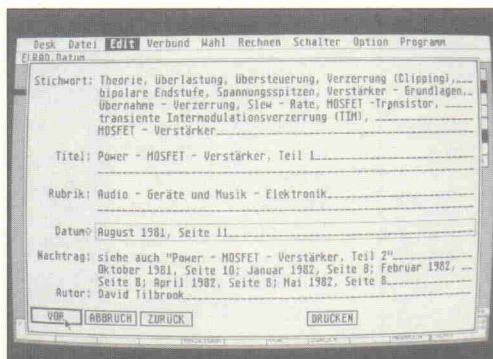
weise auch möglich, die Daten mittels eines Textverarbeitungsprogramms zu lesen und zu bearbeiten, falls ein Datenbanksystem nicht verfügbar ist.

Auf jeder 'Karteikarte' befinden sich Angaben über die Rubrik und den Titel des jeweiligen Artikels sowie das Erscheinungsdatum, die Seitennummer im Heft und ein Eintrag mit dem Namen des Autors. Ein ausführliches Stichwortregister mit weit über 6000 Suchbegriffen erleichtert erheblich das Auffinden von Beiträgen, Laborblättern oder Projekten zu speziellen, aber auch allgemeinen Themen. Darüber hinaus sind sämtliche Leserbriefe und Nachträge zu allen Beiträgen aufgeführt.

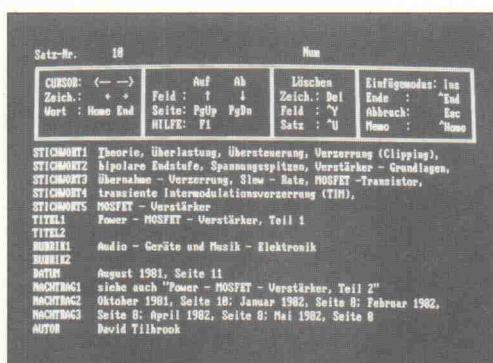
Nach Auffinden eines gesuchten Beitrags ist auf einen Blick zu sehen, welche Heftnummern Berichtigungen, Verbesserungsvorschläge oder Kommentare enthalten.



Elrad-Karteikarte unter HyperCard.



Die gleiche Karte unter Adimens ST ...



... und unter dBase.

BOARD MAKER LAYOUT

Nie wieder kleben
BOARDMAKER® erleben.

- Einfaches Editieren durch WYSIWYG-Display, Rubberbanding
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Moderne Pop-Up-Menüs mit Look-Up-Table
- Maus- und/oder Tastaturbedienung
- CGA, EGA und VGA-Unterstützung, Hercules-Treiber mit Grauwerten
- Sicherer Design-Rule-Check
- Genügend Kapazität für komplexe Boards:
- 35.000 Datenelemente, bis 2.000 Teile pro Board
- Umfangreiche Symbolbibliothek
- Grafischer Symbol- und Macro-Editor
- 128 versch. Track- und Pad-Größen
- Multilayer und SMD-Support
- Automatischer Sicherheits-Backup
- Leiterbahnen können Kreissegmente enthalten (HF-Technik)
- Drucken mit Matrix oder Laser-Drucker
- HP-GL, DM-PL Schnittstelle
- CAM: GERBER-Photoplott, EXCELLON-Bohrdaten

& Schaltplan-Entwurf

- Perfekte Dokumentation Ihrer Layouts
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Symbolbibliothek leicht erweiterbar durch grafischen Editor

KOMPLETTPREIS:

DM 495,-
(434,21 + 14% MwSt)

HARDWARE-VORAUSSETZUNGEN:
PC/XT oder AT mit Doppel-Floppy oder Hard-Disk, MSDOS 2.0 oder höher, 512kBytes RAM

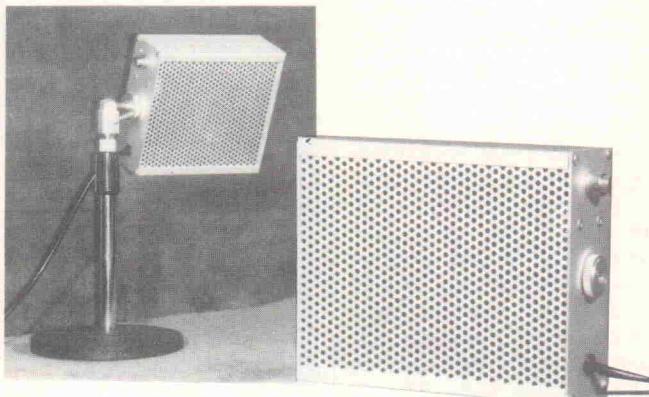
LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUFÜHRLICHEM BEGLEITHEFT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

CALL: 07 21 / 37 70 44

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH
Rüppurrer Straße 33
7500 Karlsruhe 1
Tel.: 07 21/37 70 44
Fax: 07 21/37 72 41

Lötdampf-Absorber

Ihrer Gesundheit zuliebe
Sollte an keinem Arbeitsplatz fehlen



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

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

Lötdampfabsorber:

DM 124,50 + 14% MwSt.

Tischstativ:

DM 55,80 + 14% MwSt.

Ersatzfilter 6 Stk.:

DM 23,90 + 14% MwSt.

Distelkamp-Electronic

Postfach 23 69, 6750 Kaiserslautern-27

Tel.: 06 31/7 83 19, Fax: 06 31/7 83 99

aktuell

Bauelemente

Schaltverstärker

Bei dem von Firma Kugler angebotenen Schaltverstärker 90/1 handelt es sich um einen sehr schnellen und störsicheren Signalauswerter für Miniatur-Reflexlichttaster und Miniatur-Gabellichtschranken. Der Verstärker ist in seiner Bestückung variabel, beispielsweise mit oder ohne Festspannungsregler; die gleiche Aussage gilt auch für den Ausgangs-Optokoppler.

Mit einem Trimpotentiometer lässt sich die Eingangsempfindlichkeit justieren sowie eine Funktionsprüfung durchführen.

Ein Invertieren des auszuwendenden Signals ist mit dem Hell/Dunkel-Schalter am Eingang möglich. Den Schaltzustand des Ausgangs kann man optisch an einer Kontroll-LED erkennen.

Für den Sensor-Senderstrom gilt ein Maximalwert von 60 mA, die Betriebsspannung darf sich im Bereich 15 V... 25 V (ohne Spannungsregler: 9 V...18 V) bewegen. Ohne Sensor und ohne Spannungsregler beträgt die Leerlaufstromaufnahme maximal 6 mA bei einer Betriebsspannung von 12 V.

Adolf Kugler
Postfach 16
W-7929 Gerstetten
Tel.: (0 73 23) 66 24
Fax: (0 73 23) 66 55

Mini-Tastatur

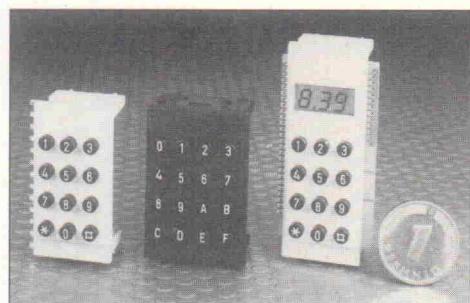
Mit der neuen Minihart-Tastatur trägt die Hartmann Gerätebau GmbH dem in der Elektronik vorherrschenden Trend zur zunehmenden Miniaturisierung Rechnung. Selbst in den handelsüblichen Schnappschienengehäusen mit einer Breite bis zu 22,5 mm kann man diese Tastatur unterbringen, und sie bleibt dabei immer noch fingerbedienbar.

Minihart ist in zwei Grundvarianten erhältlich: mit 12er und mit 16er Tastatur.

Bei der Ausführung mit zwölf Tasten gibt es eine zusätzliche Variante mit einem dreistelligen LC-Display. Bezuglich der Schaltkodierung hat man die Wahl zwischen einer Dezimal-

schaltung (1 Eingang, 12 Ausgänge) und einer Matrixschaltung (4 Eingänge, 3 Ausgänge). Die maximale Betriebsgleichspannung beträgt 24 V, für den Schaltstrom gilt ein Höchstwert von 3 mA. Als Übergangswiderstand gibt das Datenblatt einen Wert kleiner als 200 Ω (bei 0,85 mm Schaltweg) an. Die Prellzeit bleibt stets unter 2 ms.

Hartmann Gerätebau GmbH & Co. KG
Industriestr. 3
W-8523 Baiersdorf
Tel.: (0 91 33) 8 39
Fax: (0 91 33) 42 35



Mit Spreizanker

Neu im Programm der Panduit GmbH ist der mit einem Spreizanker versehene Kabelklip HCMP, den man überall dort einsetzen kann, wo eine schnelle und einfache Befestigungsmöglichkeit für Kabel beziehungsweise Kabelbündel erforderlich ist. Die Rückhaltefeder hält dabei das Kabel in Position, und die Sperrnase verhindert ein Herausrutschen des Kabels aus dem Klip selbst bei starker Vibration. Das Kabel lässt sich entweder von

oben oder von der Seite einführen.

Der Bündelbereich des aus schwarzem Polyoxymethylen (Acetal) gefertigten Klips HCMP liegt zwischen 6 mm und 12 mm. Als Montageöffnung benötigt man ein Rundloch mit einem Durchmesser von 6,3 mm. Der Klip eignet sich für Materialstärken im Bereich 0,6 mm...3 mm.

Panduit GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 18
W-8012 Ottobrunn
Tel.: (0 89) 6 09 10 40
Fax: (0 89) 6 09 47 28
Telex: 0529 260 pinco d

ALBERT MEYER

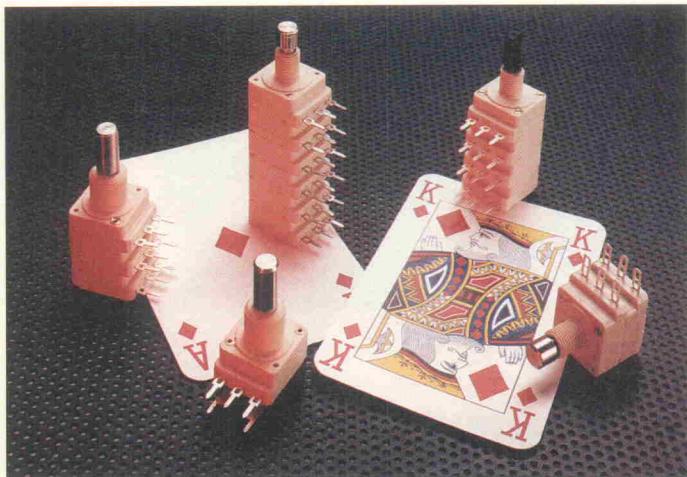
Elektronik GmbH

Nachnahmeschnellversand: 7570 Baden-Baden 11, Postfach 11 01 68, Telefon (0 72 23) 5 20 55

Ladenverkauf: Baden-Baden, Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 23

Ladenverkauf: Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15 (gegenüber Rath.), Tel. (0 23 61) 2 63 26

Ladenverkauf: Karlsruhe, Kaiserstr. 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (0 72 21) 37 71 71



Vierfach-Potis

Für die gleichzeitige Beeinflussung mehrerer Analogkanäle entwickelte die Firma Piher Nacesa eine Serie modular aufgebauter Potentiometer. Aus der mit PC 16 bezeichneten Reihe werden als Standardprodukte bis zu vier Steller und als Option ein eipoliger Schalter – alle Elemente auf der gleichen Achse – geliefert. Auf Anforderung sind auch Varianten mit sechs, acht oder mehr Potentiometern auf der gleichen Achse kombinierbar.

Die Potis überstreichen einen Drehwinkel von 280° mit linearer, logarithmischer oder antilogarithmischer Kennlinie. Der Wertebereich reicht von 100 Ω bis 4,7 MΩ. Die linearen Typen sind bei einer maximalen Be-

triebsspannung von 250 V bis zu 0,2 W belastbar. Für die nichtlinearen Ausführungen gelten die Werte 150 V und 0,1 W. Der Schalter verarbeitet einen Strom von 1 A bei einer Spannung von 250 V.

Die Potentiometer der Reihe PC 16 sind vollständig isoliert aufgebaut, sie bestehen aus selbstlöschendem Kunststoff. Ihre Achsen sind in verschiedenen Formen aus Metall oder Kunststoff erhältlich. Variable Anschlußkonfigurationen und Montagemöglichkeiten erleichtern sowohl Schaltungsentwicklung als auch Gerätedesign.

Piher International GmbH
Orchideenstr. 6
W-8501 Eckental-Brand
Tel.: (0 91 26) 80 85
Fax: (0 91 26) 80 89
Telex: 912 680

Leuchtdrucktasten

Mit den Leuchtdrucktasten der Familie Lumotast 25 stellt Rafi eine neue Generation von Drucktasten vor, die sich durch eine große quadratische Tastfläche und einen Einbaudurchmesser von 16 mm auszeichnet. Das Programm umfaßt zehn verschiedene Varianten. Die Montage der Tasten in die Frontplatte erfolgt entweder mit einem Gewindering von hinten oder mit der schnelleren Click-Technik von vorn.

Der elektrische Anschluß erfolgt über eine Federleiste (DIN-Stecker) mit vierpoligem Flachbandkabel in Schneid-Klemm-Technik. Ein Anlöten oder Anschrauben entfällt. Die Tasten sind für eine maximale Belastung mit 100 mA bei 42 V ausgelegt. Sprungkontakte ermöglichen dabei eine taktile Rückmeldung des Schaltvor-



gangs. Die Beleuchtung der Lumotast 25-Tasten erfolgt wahlweise mit Bi-Pin-Lampen oder Multichip-LEDs bei einer Betriebsspannung von 6 V, 12 V oder 24 V.

Rafi GmbH & Co.
Postfach 20 60
W-7980 Ravensburg
Tel.: (07 51) 89-0
Fax: (07 51) 8 93 00
Telex: 7 32 686

DANKESCHÖN ZUM JUBILÄUM

Das komplette
Stereosystem für
allerhöchste Ansprüche
200 Watt Stereo-Leistungsverstärker
in POWER-MOS-FET-Technik

- Lieferumfang:
 • 2 Leistungsverstärker MOS PRO 200
 • Slew rates bis > 400 V/us.
 • Grenzfr. bis > 2,2 MHz
 • Kein TIM, SID
 • Klirr < 0,003%
 • Rauschabstand >120 dB
 • AC-Koppl. und DC-Betrieb möglich
 • Stabil an allen Lasten
 • Leistungsstarkes Netzteil mit
 Ringkerntrafo 700 VA
 • Siebung 40 000 µF
 • LS-DC-Lautsprecherschutz
 • und alle erforderlichen Kabel
 zum Jubiläums-
 Komplettprice
 Art.-Nr. 50100
 (auf Wunsch komplett montiert im
 19"-Gehäuse)

DM 695,-
 Gesamtkatalog
 gratis! **P2**
 „Das deutsche Qualitätsprodukt
 mit 3-Jahres-Garantie“.

10 JAHRE
KLEIN
 ELEKTRONIK GMBH
 Schubertstraße 7
 D-7531 Neuhausen/Hamburg
 Tel. (0 72 34) 77 83/89 5205
 Fax 5205

NETZGERÄTE



IEEE 488 **RS 232**

FÜR LABOR UND SYSTEME

- 1112-16 0... 16V 0...10A 160W
- 1112-32 0... 32V 0... 5A 160W
- 1112-64 0... 64V 0...2,5A 160W
- 1108-16 0... 16V 0...20A 320W
- 1108-32 0... 32V 0...10A 320W
- 1108-64 0... 64V 0... 5A 320W
- 1108-128 0...128V 0...2,5A 320W
- 1109-16 2x0...16V 0...4A 128W
- 1109-32 2x0...32V 0...2A 128W
- 1109-64 2x0...64V 0...1A 128W
- 1110 2x0...32V 0...2A 158W
 2x 5V 3A 128W

19"-Gehäuse ● 10-Gang-Pots ●
 Sense ● Tracking ● analog fern-
 steuerbar ● rechnerunterstützt wart-
 wartbar ● deutsches High-End-Pro-
 dukt ● und und ...

ELEKTRONISCHE LASTEN



IEEE 488 **RS 232**

FÜR LABOR UND SYSTEME

- 1301 0... 80V 0...30A 300W
 - 1302 0... 80V 0...90A 1000W
- 19"-Gehäuse ● Modulator ● konstant
 R und I ● voll überwacht ● NATO-Nr.
 ● deutsches High-End-Produkt

PROGRAMMER



RS 232

EPROMS, PALS, GALS, BIPOLAR
 ● GANG und SET

TEL: 0 89 - 7 14 50 60
 FAX: 0 89 - 7 14 75 87
 Rodensteinstr. 10 · 8000 München 70

HEIDEN
 ELECTRONICS

Meßwertanalyse nach DIN 45667

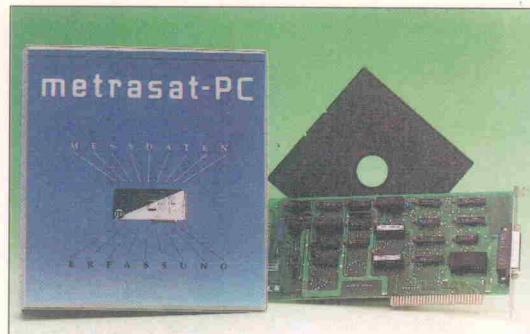
Ein neues Modul für die Signalanalyse-Software TurboLab stellt dem Anwender leistungsstarke Klassierverfahren nach DIN 45667 zur Verfügung. Wie alle anderen Module ist auch die Klassierung voll in das grafische Benutzerinterface (GUI) von TurboLab eingebunden.

In bis zu 128 Klassen gleicher Breite sind pro Klasse über 4 Milliarden Werte zuzuordnen. Sowohl die Klassenbesetzung

als auch die Summenbesetzung bis zur gewählten Klasse kann aufsummiert werden. Im einzelnen stellt das TurboLab-Modul folgende Verfahren zur Verfügung:

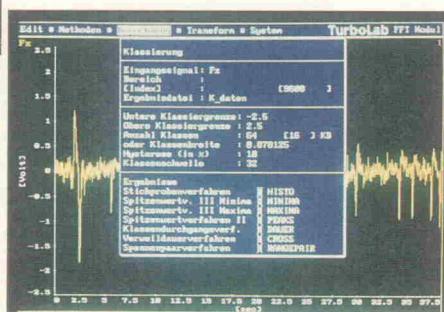
- Stichprobenverfahren
- Verweildauerverfahren
- Spitzenwertverfahren II
- Spitzenwertverfahren III
- Klassendurchgangsverfahren
- Spannenpaarverfahren

Wie bei allen TurboLab-Modulen können auch Fremddaten importiert werden. Der Ergebnisexport erfolgt im ASCII- beziehungsweise Binärformat.



Meßdaten erfassen, auswerten und darstellen

Unter anderem für die bekannte PC-Multifunktionskarte PCL-812 bietet die Firma Kosiol mit der Software Metrasat-PC eine preiswerte Meßwerterfassungs- und Auswertesoftware an. 16 Analogkanäle können für eine Erfassung beliebig konfiguriert werden und so bereits skaliert und mit Einheiten versehen auch online auf die Platte geschrieben oder in Echtzeit auf den Bildschirm gebracht werden. Für Dokumentationszwecke können die Ergebnisse



Stemmer PC-Systeme GmbH
Gutenbergstr. 11
W-8039 Puchheim
Tel.: 0 89/80 90 20

Autorouter-Toolbox

Wer mit dem PC Platinenlayouts erstellen möchte, findet in der von unserer Schwesterzeitschrift c't initiierten Autorouter-Toolbox ein gleichermaßen vielseitiges wie preiswertes Werkzeug. Für 139 DM (erhältlich bei eMedia, Hannover) bekommt der Anwender einen leistungsfähigen Autorouter mit mausorientiertem Grafikeditor. Grafik, Routing und Ausgabe erfolgen vektororientiert, wodurch sich fast beliebig feine (da setzen DOS-Speicher und Arbeitsgeschwindigkeit die Grenzen) Layouts erstellen lassen. Realistisch kann man damit doppelseitige Layouts für Karten bis zum Doppel-Euro-Format mit 2000...3000 Kontaktierungen noch in den Griff bekommen. Die minimalen Hardware-Voraussetzungen sind relativ gering:

- IBM-kompatibler PC
- 512 KByte RAM
- Festplatte oder etwa 400-KB-RAM-Disk
- vorzugsweise VGA-Farbgrafik, monochrom (auch Hercules) reicht jedoch aus
- unverzichtbar: eine Zwei-Knopf-Maus

Verbindungslisten (Textdateien) kann man etwa aus OrCAD (Schaltplan-CAD) übernehmen oder mit einem Texteditor erstellen. Bevor die Bauteilplatzierung innerhalb des Grafikeeditors erfolgt, wird die Verbindungsliste automatisch einem Plausibilitätstest unterzogen. Die Plazierung erfolgt grafisch und mit Mausunterstützung, wobei sich Bauteile beliebig verschieben und drehen lassen. Eine Bauteil-Bibliothek für die wichtigsten Bauteilformen wird mitgeliefert und ist nach Belieben erweiterbar.

Der Router kennt verschiedene Betriebsarten, so daß man sowohl vollautomatisch (100-Prozent-Router) als auch abschnittsweise (Bus-Routing) – und bei letzterem vor allem interaktiv (Vorschlagslisten) – arbeiten kann. In jedem Stadium kann man das Layout-Ergebnis noch mit Hand nacharbeiten; wichtige Parameter (zum Beispiel Schutzzonen um Leiterbahnen und Kontaktierungen) lassen sich in weiten Grenzen variieren. Der menschliche Layouthersteller bleibt also stets Herr über seine Schöpfung.

Der Router selbst benutzt einen auf Vektorgrafik umgesetzten Lee-Algorithmus, der vor

allem sonst übliche Probleme mit Skalierungen, Vorzugsrichtungen oder dem deckenden Ausfüllen von Leiterbahnsegmenten beseitigt. Seine Arbeitsweise wurde in c't 3/90 und 4/90 in dem zweiteiligen Artikel 'Wer routet, der findet' beschrieben.

Die gewählte Bezeichnung 'Autorouter-Toolbox' deutet zweierlei an: Zum einen handelt es sich nicht um ein 'Leiterplatten-CAD-System'. Nicht nur die Erstellung der Netz- beziehungsweise Verbindungslisten geschieht außerhalb des Systems; auch die Ausgabe der Layouts erfordert (zur Zeit noch) den Zugriff auf das Zeichnungs-CAD-System AutoCAD, denn der Plot-Output erfolgt – allerdings aus durchaus gutem Grund – in Form von SCR-Dateien. (Ein Plottertreiber ist jedoch bereits in der Testphase und dürfte bald verfügbar sein.)

Das SCR-Format hat der Toolbox-Entwickler zum einen deshalb gewählt, weil es in der Fülle der Grafik-Ausgabe-Formate am Markt eines der ganz wenigen ist, das sich nie geändert hat – auch innerhalb der vielen AutoCAD-Versionen selbst nicht. Zum anderen kann man in SCR-Dateien (Textdatei-

auf einen Drucker, der das Epson-FX-80-Format versteht, ausgegeben werden. Metrasat-PC läuft auf allen PC-, XT- und AT-Rechnern mit Minimalausstattung:

- Diskettenlaufwerk mit 720 KByte oder Festplatte
- 256-KByte-Arbeitsspeicher
- Hercules, CGA, EGA oder VGA
- MSDOS ab 2.11

Der Preis für die Metrasat-PC-Version 3.1 liegt bei 1445 D-Mark.

Kosiol Computersysteme
Wittelsbacher Allee 61
W-6000 Frankfurt/Main 60
Tel.: 0 69/44 33 91

en!) sehr einfach das Aussehen von Layout-Elementen durch Blockoperationen (zur Not mit einem Editor) den persönlichen Bedürfnissen anpassen.

Der zweite Grund für die Namensgebung betrifft den Ausdruck 'Toolbox' (Werkzeugkasten). So ist der weitaus größte Teil des Programmpaketes als Quelltext in Turbo C offenlegt, so daß der ambitionierte Programmierer alle Programmteile (bis auf den Router-Kernel selbst, der nur als linkfähige OBJ-Datei beiliegt) nach eigenen Bedürfnissen überarbeiten kann. Viel wichtiger dürfte aber sein, daß man sich über alle Datenstrukturen eingehend informieren kann, die allerdings auch im 80seitigen Handbuch aufgelistet sind. Das Handbuch gibt nicht nur in mehreren Lektionen (anhand von einfachen Beispieldateien auf den mitgelieferten Disketten) Aufschluß über die Bedienung des Systems, sondern führt auch grundsätzlich in die Philosophie eines interaktiven Routing-Systems und die dabei sinnvollen Arbeitsweisen ein.

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
W-3000 Hannover 61
Tel.: 05 11/53 72 95

BLANKER WAHNSINN!

■ Verrückt preiswert, die Kennenlern-Angebote von VÖLKNER Electronic! Einfach irre, was Sie bei uns für's Geld bekommen. Schon ab fünf Mark geht's los - da heißt's sofort bestellen. Tragen Sie einfach die gewünschte Anzahl in die Felder ein, und zahlen Sie bequem per Nachnahme.



■ Wer jetzt bestellt spart bares Geld, denn als kleines Dankeschön bezahlt Völkner alle Kosten für Porto und Verpackung. Sie sparen DM 5,90.

■ Mit Ihrem Paket erhalten Sie zusätzlich den 644-seitigen VÖLKNER-Electronic-Führer 1991 im Wert von DM 3,-. Gratis für Sie!



VOLLE LADUNG!

mit dem NiCd-Stecker-Ladegerät MC-412, für 1-4 Akkus, 1,2V-Mignon. Betriebsspannung 220V~ Ladestrom 4x35mA! Für sparsame DM 10,-! Best.-Nr. 052-126-0

10,-

PASSEND DAZU:

4er-Set Mignon-Akkus (AA-Size) für elektrische Geräte: 1,2V/500mAh. Auch sparsam für DM 10,-! Best.-Nr. 032-300-0



HIGHLIGHT!

Mit Magnetuß fast überall zu befestigen: Die 12-V-Universal-Auto-Leuchte "UKL-217A". Superhell mit 3,5m Kabel. Für strahlend-helle DM 5,-! Best.-Nr. 091-616-5

5,-

BESTER EMPFANG!

Der 2-Geräte-Steckdosenverstärker zum Anschluß eines zweiten Fernsehgerätes und/oder zur Verminderung zusätzlicher Verteilungs- und Leitungsverluste. 1 Eingang, 2 Ausgänge, Verstärkung 2x10 dB, max. Ausgangspegel 96 dBuV, mit 220-V-Netzteil und FTZ-Nr. für ganze DM 39,95! Best.-Nr. 051-930-8

39,95

VÖLKNER
ELECTRONIC

Postfach 4743, 3300 Braunschweig

KOMPAKT!

Gekapseltes, sofort betriebsbereites Solarmodul mit Schraubanschlüssen für heitere DM 5,-! Best.-Nr. 011-908-0



MIT POWER!

Für Kleingeräte, Taschenrechner, Sprechanlagen usw. gibt's nur eins: Stecker-Netzgerät mit 500mA/Gleichspannung 3-12V für entspannte DM 10,-! Best.-Nr. 051-066-4



NUL PROBLEMO

beim Abisolieren. Diese Automatik-Abisolierzange verstellt sich automatisch von 0,2 bis 6mm². Kein Beschädigen des Innenleiters mehr! Für ganze DM 5,-! Best.-Nr. 050-231-6



ALLES DRIN UND DRAUF!

Disketten-Box „DB100“ und 20 Disketten 5" / 4" 2D! Alles für nur DM 20,-! Best.-Nr. 061-481-0



QUARZGENAU!

Quarzuhrwerk mit geringem Strombedarf, Batteriebetrieb 1,5V inkl. zwei Zeigersätzen (antik und modern) für präzise DM 5,-! Best.-Nr. 091-390-7



EXAKT!

Die Völkner Jumbo-Thermoclock misst die Temperatur innen und außen (3m Kabel), oder zeigt die Uhrzeit mit dreistelliger LCD-Anzeige. Für coole DM 15,-! Best.-Nr. 051-699-9



MINITEST

Superkleiner Batterietester für 1,5V-Mono-, Baby-, Mignon- und Ladyzellen, Knopfbatterien und 9V-Blocks, für glatte DM 5,-! Bestell-Nr. 051-708-8

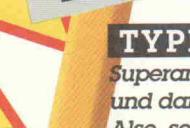


BRANDHEISS!

Warmwasser-Waschanlage für die Windschutzscheibe: Einfach zu montieren! Paßt in jedes Auto mit Wasserkühlung! Für brandheiße DM 10,-! Best.-Nr. 090-591-6



Unser Dank für Ihr Interesse. Dieser praktische Allesschneider ist für Sie reserviert - als Dankeschön für Ihr Interesse!



TYPISCH VÖLKNER!

Superangebote zu Superpreisen und dann gibt's auch noch etwas umsonst. Also, sofort ausfüllen und ab geht die Post an: VÖLKNER Electronic, Postfach 4743, 3300 Braunschweig!

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Telefon

Falls begegnet Kundennummer

196/9600

Laser von es

Die spinnen, die Römer! Nachdem die Jungs nun sooo günstig sind, können sie auch noch Sonderangebote machen. Na ist ja unglaublich. Aber im Ernst - wir haben wieder eine Sonderaktion. Das komplette Paket SCANplus 3.0, die Superlasertrickfilmanimationsssoftware (37 Buchstaben, wow!) zum absoluten Kampfpunkt von nur

199,- DM

Wer sich das Ding jetzt nicht reinzieht, der soll In der Hölle schmoren! Gültig von 1. Februar 91 bis 28. Februar 91. Und für alle die, die nie zufrieden sind, jetzt die Sensation:

SCANplus Evolution

Nigel-Nagel-Neue Weichware aus der es-Sofwareschmelde. Noch mehr Komfort, noch mehr Möglichkeiten und noch bessere Performance sind das Ergebnis. Info Anfordern !!

Jetzt auch supergünstige Argon-Laser sowie HeNe-Laser in grün! Rufen Sie uns an!
HOTLINE: 0 74 73 / 71 42

Umfangreicher Hauptkatalog 1991 DM 8,-



es
Lasersysteme
Berggasse 10
D-7406 Mössingen
Telefon (0 7473) 7142 u. 24445
Fax (0 7473) 24661

SMD-Behälter

in drei Ausführungen z. B.

MIRA-Mikrocontainer

(Fachjargon: Mäuseklo)



- allseitig anreichbar
- Klappdeckel
- in drei Größen
 - 1. 12 x 12 x 16 mm
 - 2. 28 x 15 x 16 mm
 - 3. 40 x 29 x 16 mm (Innenmaße des Vorratsraumes)
- in weiß, blau, rot, gelb, grün und schwarz (leitfähig)

SMD-Sortimente

- ★ SMD-Widerstände Reihe E6, E12
- ★ SMD-Metallschichtwid. Reihe E24
- ★ SMD-Kondensatoren Reihe E6, E12
- ★ SMD-Halbleiter
- ★ SMD-Sortimente mit Widerständen, Kondensatoren, Halbleitern

Alle Bauteile auch einzeln lieferbar

Katalog M16 verlangen.
Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Katalog mit Nettopreisen

MIRA-ELECTRONIC

K. und G. Sauerbeck GbR
Beckslägergasse 9
8500 Nürnberg 1
Tel.: 0911/555919, Fax 0911/581341

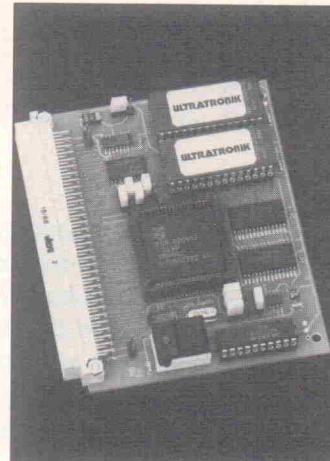
Hardware

Einlesen von Digitaldaten in gestörter Umgebung

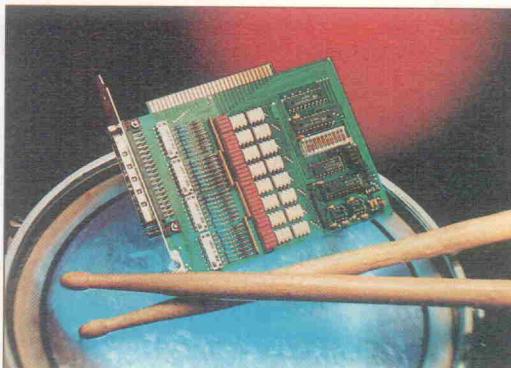
Die Aufgabe der Baugruppe Addinum PA 100 ist die parallele Aufnahme/Eingabe von Daten bei gleichzeitiger Trennung von Peripherie- und Systemseite. Alle Eingänge sind durch Optokoppler galvanisch getrennt, gefiltert, gegen das Verpolen der Eingangsspannung geschützt und entsprechen dem Industriestandard +24 V für 'logisch 1'.

Der Anschluß der Peripherie erfolgt über einen 37poligen MIN-D-Stiftstecker, und es ergeben sich folgende Anschlußmöglichkeiten: mit Kabel direkt zu den Kontakt- oder Signalgebern oder mit einem Standardkabel zur

Klemmenplatine Addivarious PX 900. Die Basis-Adresse ist mit DIL-Schalter frei wählbar. Die Adreßdekodierung bezieht sich auf den 64-KByte-I/O-Adreßbereich. Die Baugruppe benötigt keine Software-Initialisierung. Sie ist nach dem Anlegen der Betriebsspannung sofort betriebsbereit und dadurch sehr einfach zu handhaben. Durch den logischen Aufbau der I/O-Bytes ist ein problemloses Ansprechen per Software möglich. Der Preis beträgt 736 D-Mark zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.



Addi-Data GmbH
Daimlerstr. 2
W-7580 Bühl
Tel.: 0 72 23/2 70 27



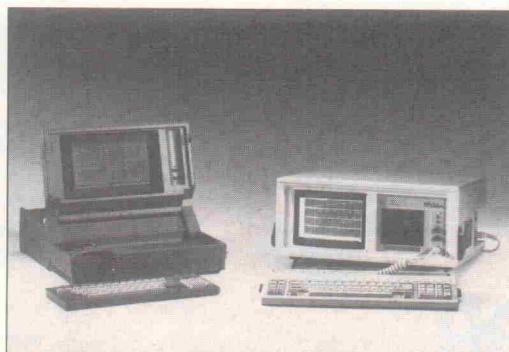
PC-Meßwerterfassung für den Industrie-einsatz

Kontron Elektronik aus Eching bietet mit dem portablen Industrierechner IP Lite und dem Meßwerterfassungs- und Analyse-System 'PC-Recorder' ein neues Konzept für die mobile PC-gestützte Meßwerterfassung in rauher Umgebung an. Die hohe Sicherheit dieses Systems resultiert aus der konsequenten Berücksichtigung internationaler Normen und der kompakten Bauweise im störfesten Magnesium-Druckgußgehäuse. Die

Meßwerterfassungskarten werden dem Anwendungszweck entsprechend eingesetzt und haben eine Auflösung von 12 Bit bei einer maximalen Abtastrate von 200 kHz oder 16 Bit bei 50 kHz.

Das System kann bis zu 64 analoge Signale erfassen. Die Messung wird manuell, extern, intern oder durch Trigger gestartet. Die Speichertiefe ist nur durch die 100-MByte-Harddisk begrenzt, die Meßwerte können bei einer Abtastrate bis zu 50 kHz gleichzeitig abgespeichert werden. Ein integrierter Editor erlaubt Arithmetik, Interpolation, Filterfunktion mit wählbaren Parametern, FFT sowie Kennliniendarstellung und verschiedene Statistikfunktionen.

Kontron Elektronik GmbH
Postfach 12 53
W-8057 Eching/München
Tel.: 0 89/3 19 01-4 62



Einplatinen-Controller mit PCB80C552WP

Der neue Einplatinencomputer UKAT 552 von Ultratronic aus 8036 Herrsching ist auf einer halben Europakarte aufgebaut und sehr universell gehalten. Das Herzstück ist der PCB80C552WP von Philips. Sämtliche Versorgungs- und Signalleitungen des Bausteins stehen an einer 96poligen VG-Leiste zur Verfügung.

Der Controller besitzt jeweils 64 KByte Daten- und Programmspeicher. Die Speicherumschaltung ermöglicht eine externe Erweiterung des Datenspeichers auf insgesamt 256 KByte. Mit auf der Platine befindet sich ein Resetbaustein mit einer Referenzspannungsquelle, die für den achtkanaligen 10-Bit-A/D-Wandler ausgenutzt wird.

Alle Funktionen des 80C552, wie die verschiedenen Timer/Zähler, Capture-Register, Watchdog, Pulsbreitenausgänge und I²C-Bus, sind vollständig nutzbar. Der UKAT552 ist zu 100 % opcode-kompatibel zur Familie der 8051/31 beziehungsweise 80C51/C31 und Derivaten.

Der Download eines Programmcodes ist durch die auf der Platine befindliche RS-232-Schnittstelle bequem möglich.

Ultratronic liefert den UKAT 552 fertig bestückt zum Preis von 395 D-Mark zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. EPROMs und Monitorsoftware sind gegen Aufpreis erhältlich.

Ultratronic GmbH
Gewerbestr. 52
W-8036 Herrsching
Tel.: (0 81 52) 37 09-0

Unglaublich!!!

Oder haben Sie schon ein Multimeter für 129,- DM mit allen folgenden Funktionen in nur einem Gerät gefunden?

Wo finden Sie sonst so viel Multi in einem Multi? Und für Ihre Sicherheit noch: tiefeingesetzte Meßbuchsen und Sicherheitsstecker verhindern die Berührung mit stromfrührenden Metallteilen. Zusätzlich zu den Meßspitzen erhalten Sie aufschraubbare, isolierte Krokodilklemmen. Die Geräte sind in allen Bereichen überlastungsgeschützt (VL 1244). Dafür wurde eine spezielle Schutzschaltung mit "SPARKGAP" und niedriger Kapazität entwickelt, die gegenüber den gebräuchlichen Varistorschaltungen bessere Eigenschaften aufweist. Selbst in den Widerstandsmeßbereichen wurde eine kombinierte Eingangsstrombegrenzung-/Spannungsschutzeinrichtung bis 500 V Gleich- oder Wechselspannung (RMS) integriert — für ein Gerät dieser Preisklasse nicht gerade üblich! — Und, last but not least wurde die 2-A-600-V-BUSSMANN-Sicherung für den Strombereich gleich bei der Standardausführung mitgeliefert.



Gleichspannung:
200 mV bis 1000 V, 0,5%, 100 µV Aufl.

Wechselspannung:
200 mV bis 750 V, 0,75% (750 V 1%)

Gleichstrom:
2 mA bis 20 A, 0,5% bis 2 mA, 0,75% bei 200 mA, 1% + 1 dgt. im 20-A-Bereich, kleinste Aufl., 1 µA

Wechselstrom:
2 mA bis 20 A, 0,75% bis 200 mA, 2% + 5 dgt., 20 A

Widerstand:
200 Ω bis 20 MΩ, 0,3%, 20 MΩ 2% + 5 dgt., 500 V, Überlastschutz für Gleich- oder Wechselspannung

Frequenzmessung:
20-kHz- und 200-kHz-Bereich, 10 Hz Auflösung

Kapazitätsmessung:
2000 pF bis 20 µF, 2% FS + 5 dgt., 1 pF Auflösung

Temperaturmessung:
-20 bis 1200°C, NiCr-NiAl-Fühler inkl.!
Transistortest hFE

NPN/PNP, 10 µA, 2,8 V, Anzeige 0 bis 1990

Dioden- u. Durchgangstest
mit opt. u. akustischer Anzeige sowie Data-Hold
Abmessung: 200 × 94 × 54, 480 g

Überzeugt?

Inkl. Batterie, Sicherheitsmeßschnüre, Krokodilklemmen, Temperatursensor und Bedienungsanweisung

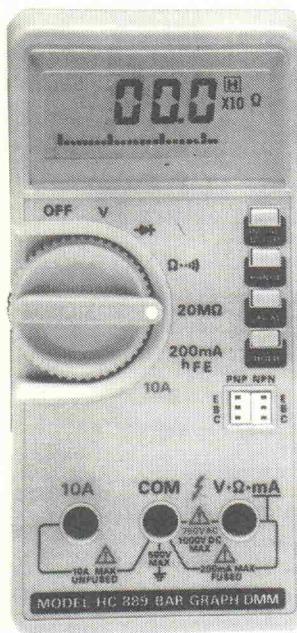
Best.-Nr. HC-3500T 129,00 DM

12,00 DM

Tragetasche für HC-3500T Best.-Nr. CB35D

Lager *** wieder auf Lager *** wieder

Bargraph-Multimeter HC-889 zum neuen **SUPERPREIS** nur **85,- DM**



Und hier die Stichpunkte:
* Sicherheitsmeßbuchsen u. -schnüre * CMOS-Technik, nur 7mW Verbrauch * automatische Meßbereichswahl * Anzeigenerweiterung auf 3000 bei manueller Meßbereichswahl *

Gleichspannung:
200 mV bis 1000 V, 0,5%, 100 µV Aufl.

Wechselspannung:
2 V bis 750 V, 0,75%, 1 mV Aufl.

Gleichstrom:
200 mA 0,75% / 10 A 1,5%, 100 µA Aufl.

Wechselstrom:
200 mA 1% / 10 A 2%, 100 µA Aufl.

Widerstand:

Low Power,
2 kΩ bis 2 MΩ, 0,75%, 1 Ω Aufl.
High Power,
200 Ω bis 2 MΩ, 0,75%, 200 mΩ Aufl.,
20 MΩ 2%

Transistortest hFE:
NPN/PNP, 10 µA, 2,8 V, Anzeige 0 bis 1000

Dioden- u. Durchgangstest
mit opt. u. akustischer Anzeige sowie DATA-HOLD, -MEM, RANGE und DC/AC-Ohm/LoOhm-Umschaltung

Gewicht u. Abmessung:
230 g, 75 × 150 × 34 mm

Das ganze inklusive Meßschnüre, aufschraubbare, isolierte Krokodilklemmen, Batterie u. Ersatzsicherung für nur 85,- DM!!!
Holster dazu 8,- DM Tragetasche 12,- DM Porto/Verpackung 7,- DM

Versandkosten (Porto/Verpackung): 7,- DM,
Garantie für Meßgeräte 12 Monate. Wir stellen Ihnen unseren Service auch nach der Garantiezeit zur Verfügung.

Achtung

****Bauteileverkauf la Industriequalität****

Z.B. Quarze

HC-49U 26,560 MHz	Stck. 1,30 DM, 10 Stck. 12,00 DM
HC-49U 27,015 MHz	Stck. 1,30 DM, 10 Stck. 12,00 DM
HC-49U 40,230 MHz	Stck. 1,30 DM, 10 Stck. 12,00 DM
HC-49U 40,685 MHz	Stck. 1,30 DM, 10 Stck. 12,00 DM
10,000 MHz super flach 3,6mm HC-49 US	Stck. 2,85 DM
12,000 MHz super flach 3,6mm HC-49 US	Stck. 2,85 DM

Z.B. QUARZFILTER

10,7 MHz 7kHz Bw.....	Stck. 6,00 DM, 10 Stck. 55,00 DM
21,4 MHz 15kHz Bw.....	Stck. 30,00 DM, 10 Stck. 280,00 DM

CHIP-WIDERSTANDSSORTIMENT 1/8W

Baugröße 0805, 2%, 39 verschiedene Werte (22 Ohm bis 2,7M) je 20 Stck. (ges. 780 Stck).....	16,00 DM
Gleiche Werte aber je 50 Stck.....	37,00 DM

CHIP-WIDERSTÄNDE 1206 5 %

Werte: 47, 178, 220, 330, 470, 1k, 2,7k, 4,7k, 10k, 22k, 27k, 33k, 47k, 100k, 220k, 470k, 1M	10 Stck 0,22 DM
--	-----------------

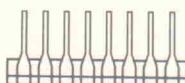
Widerstandsnetzwerke Single-In-Line gem. Anschluß

Pin 1 5 gleiche Widerstände: Lagerwerte 150, 330, 1k, 4,7k 10k, 100k,	Stck. 0,16 DM
7 gleiche Widerstände: Lagerwerte 1k, 2, 7K 4,7k, 10k, 100k	Stck. 0,18 DM
8 gleiche Widerstände: Lagerwerte 330, 820, 1k, 1,8k 4,7k 10k, 100k	Stck. 0,20 DM
9 Widerstände 220, 330, 470, 820, 1k, 4,7k 10k, 100k	Stck. 0,25 DM

Mindestbestellwert bei Bauteilen 15,-DM, entfällt bei gleichzeitiger Bestellung eines Meßgerätes.

BRENNER Elektronik & Meßgerätevertrieb

8348 Wittibreut, Kerneigenstraße 1, Telefon 0 85 74/2 95, Fax 085 74/8 52



WM-Electronic
Elektronische Bauteile · Bauelemente · Geräte

Postfach 253, 7958 Laupheim

Tel.: 07392 / 7786
Fax.: 07392 / 7729

Neues LIEFERPROGRAMM

über Halbleiter, aktive u. passive Bauteile, sowie Sonderheft MICROPROZESSOREN zu brandheißen Preisen sofort in DM 2,- (Briefmarken) anfordern !!!

MÜTER · AT 2 · BMR 95 · RTT 2

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



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

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



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



Bestellen Sie beim Großhandel oder beim Hersteller U. Mütter, Krikedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Telefon (023 68) 2053, Fax (023 68) 57017.

pop
electronic GmbH

Xaruba®



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

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

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

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

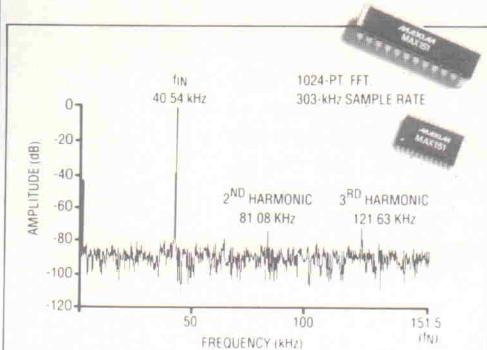
Halbleiter

Schneller 10-Bit-ADC

Mit dem Typ MAX 151 stellt Maxim über seinen deutschen Repräsentanten Spezial-Electronic einen schnellen 10-Bit-A/D-Wandler mit einer maximalen Wandlungszeit von 1,9 µs, mit einer integrierten Referenzspannungsquelle sowie mit einer Track/Hold-Stufe am Eingang vor. Der Wandler arbeitet nach dem Half-Flash-

Verfahren, der maximale Linearitätsfehler beträgt ± 1 LSB bei einer Eingangsspannung im Bereich 0 V...+5 V. Als Betriebsspannung ist dem Baustein eine symmetrische Spannung von ± 5 V zuzuführen.

Da die Track/Hold-Stufe des A/D-Wandlers eine Leistungsbandbreite von 5 MHz aufweist, hat man die Möglichkeit, hochfrequente Signale nach der Subsampling-Methode zu digitalisieren; das Signal-Rauschverhältnis beträgt dann 58 dB. Erhältlich ist der Wandler sowohl im DIL-24- als auch im SMD-Gehäuse.



Spezial-Electronic
Postfach 1308
W-3062 Bückeburg 1
Tel.: (0 57 22) 2 03-0
Fax: (0 57 22) 20 31 20
Telex: 17 572 210

Zweifacher 18-Bit-D/A-Wandler

Unter der Bezeichnung AD 1864 entwickelte Analog Devices einen dualen 18-Bit-D/A-Wandler speziell für digitale Mehrkanal-Audio-Applikationen. Der Wandler weist eine minimale Kanaltrennung von 110 dB sowie harmonische Verzerrungen und Rauschen von maximal 0,0025 % auf. Der Signal-Rauschabstand beträgt (typisch) 108 dB. Als Betriebsspannung benötigt der Wandler eine symmetrische Spannung von entweder ± 5 V oder ± 12 V. Seine Leistungsaufnahme liegt unter 265 mW. Der DIL-24-Baustein benötigt keine externen Komponenten.

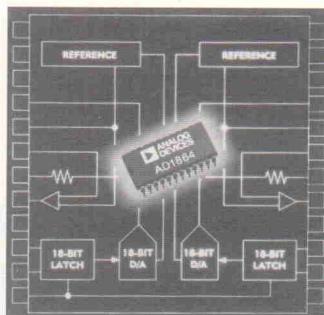
Das digitale Interface des AD 1864 akzeptiert serielle 18-Bit-Wörter im Zweierkomple-

ment (MSB an erster Stelle), die mit 352,8 kHz (8faches Oversampling) erfaßt werden. Jeder Kanal des D/A-Wandlers verfügt über einen kurzschlüssigen Verstärker, der ein Ausgangssignal mit einem Spitzenwert von ± 3 V liefert. Der Wandler kann auch im Strombetrieb arbeiten, er stellt dann ein Spitzenausgangssignal von ± 1 mA zur Verfügung.

Analog Devices GmbH
Edelsbergstr. 8 - 10
W-8000 München 21
Tel.: (0 89) 5 70 05-0
Fax: (0 89) 5 70 05-157
Telex: 5 23 712 ana d

Verbesserter Optokoppler

Als Weiterentwicklung des Optokoplplers 6 N 136 bietet Omni Ray das Koppelement HCPL-4502 von Quality Technologies an. Der Unterschied zum 6 N 136 besteht darin, daß die Basis des Ausgangstransistors nicht herausgeführt ist. Dadurch vermeidet man das Einkoppeln elektromechanischer Störungen in den Baustein; diese Gefahr ist bei her ausgeführtem Basisanschluß gegeben. Die Übertragungsrate des neuen Bausteins beträgt 1 MBit/s, die Schaltzeiten wei-



sen Werte von maximal 0,8 µs auf.

Anwendungsgebiete für diesen neuen Optokoppler sind Übertragungssysteme mit TTL/TTL-, TTL/LSTTL- sowie TTL/CMOS-Logikbausteinen. Der typische Wert des Koppelfaktors beträgt (bei einem Flußstrom von 16 mA) 39 %, für die Isolationsspannung gilt ein Wert von 2500 V. Als Option



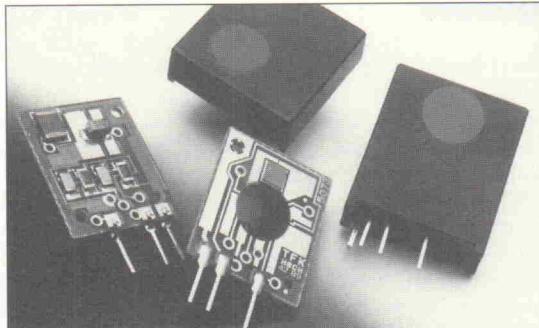
Halbleiterrelais

Die Selectron System GmbH bietet Halbleiterrelais zum kontaktlosen Schalten hoher Wechselströme an. Zur Ansteuerung benötigt ein Relais aus der HR-Serie eine Gleichspannung von entweder 3 V...32 V oder 28 V...280 V, man kann es direkt mit TTL-beziehungsweise CMOS-Signalen ansteuern. Die Verwendung eines Optokopplers stellt die galvanische Trennung von Ein- und Ausgangskreis sicher. Der maximal bis 45 A belastbare Lastkreis verarbeitet Wechselspannungen von 28 V...280 V beziehungsweise von 48 V...530 V, wobei Stoßströme bis 375 A zulässig sind. Dank eines Nulldurchgangsschalters entstehen dabei nur relativ kleine Funkstörungen.

bietet Quality Technologies eine Gull-Wing-Version in Form eines SMD-Bauelements an. Die ebenfalls angebotene W-Variante weist ein auf 10,2 mm aufgespreiztes Leadframe auf und erfüllt somit die VDE-Anforderungen. Auf Anfrage stellt Omni Ray weitere Informationen zur Verfügung.

Omni Ray GmbH
Ritzbruch 41
W-4054 Netetal 1
Tel.: (0 21 53) 73 71-0
Fax: (0 21 53) 73 71 49
Telex: 854 245

Selectron System GmbH
Schupfer Str. 1
W-8500 Nürnberg 30



IR-Opto-Modul

Die Telefunken electronic GmbH fertigt für IR-Fernbedienungssysteme eine beträchtliche Anzahl optoelektronischer Bauelemente und integrierter Schaltungen, beispielsweise für die Zentralverriegelung von Autos, Garagentüröffner, Radio- und TV-Geräte sowie Beleuchtungs-Fernschalter. Für die genannten Anwendungsgebiete sind die Module der Serie TFMT 4000 besonders geeignet.

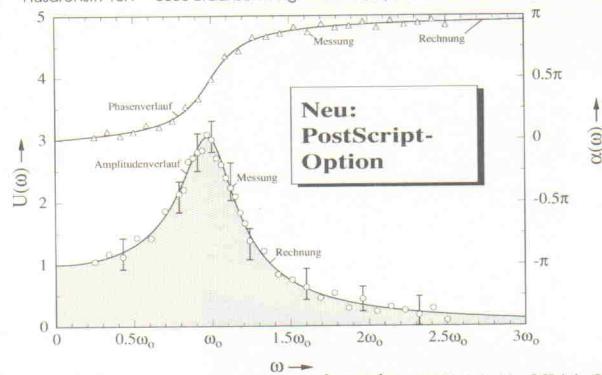
Diese Empfängermodule enthalten sowohl den Fotodetektor als auch einen integrierten Vorverstärker mit aktivem Filter. Das Modulgehäuse lässt ledig-

lich die zu empfangende IR-Strahlung passieren, so daß insgesamt eine sehr hohe Störsicherheit gegen Umgebungslicht resultiert. Die Empfängermodule sind für sechs verschiedene Trägerfrequenzen erhältlich: 30 kHz, 36 kHz, 38 kHz, 40 kHz, 56 kHz sowie 400 kHz. Bei allen Ausführungen hat man die Wahl zwischen einem Sideview- und einem Topview-Gehäuse.

Telefunken electronic GmbH
Theresienstr. 2
W-7100 Heilbronn
Tel.: (0 71 31) 67-0
Fax: (0 71 31) 67 23 40
Telex: 728 746

Software für Forschung und Technik Dr. Ralf Dittrich

Husarenstr. 10H · 3300 Braunschweig · Tel.: 0531/345063 · Fax: 0531/333403



**Neu:
PostScript-
Option**

TechPlot

Hardware: IBM/PC, 640kB, Festplatte, EGA, VGA, Hercules

Grafik: Lin.-Log.-Diagramme: 2 unabhängige Y-Achsen; Schraffur zwischen Datenkurven; viele Zeitungs- und Beschriftungsoptionen; Balkendiagramme; horizontal-vertikal-gestapelt; Kreisdiagramme; Fenster für Inset-Bilder; Vektorfonts (u.a. griech.); Zahlenaeditor; 20 Kurven pro Diagramm; jeder Datensatz mit eigener X- und Y-Koordinate, Kurvenlänge nur durch Massenspeicher begrenzt;...

Bedienung: komfortable über Menüs

Bearbeitungsprogramme: Lin-Fit, Polynom-Fit, Spline-Fit, Stammfunktion, Ableitung, Umskalieren, kumulierte Summen, Fkt.-Plotter, Verknüpfen von Kurven, Kurven in Parameterform, FFT, Auto-Kreuzkorrf., Verteilungs-fkt., Momente,...

Legenden: versch. Beschriftungstypen

Ausgabe: 24-Nadel: bis 360dpi; 9-Nadel: 240dpi; HP-LaserJet; 300dpi; HPGL-Plotter; Optional: PostScript

Anbindung an Fremdsoftware: Zahlenübernahme aus Tabellenkalkulationsprg.; einfacher Datenaustausch mit Anwendungsprogrammen; HPGL-Metafiles; Optional: PostScript-Files;

Lizenzzpreis: DM 648,00
PostScript-Erweiterung: DM 298,00
auf Anfrage
Mehrachflizenz-Preise:

Preis für Hochschulen: DM 548,00
PostScript-Erweiterung: DM 198,00

Studentenpreis bei Vorlage der
Immatr.-Bescheinigung: DM 298,00
PostScript-Erweiterung: DM 98,00

Bei n-fach-Lizenz: 1 Handbuch und n Sätze
Systemdisketten; je Lizenznehmer gesonderte Rechnung, Update-Service, Nachbestellung eines Handbuchs möglich.

GoScript: Macht einfache Matrix- und Laserdrucker PostScript-fähig: Preis DM 448,00 (13 Fonts); nur für HP-LaserJet/Desktop: DM 278,00

Eingetragene Warenzeichen: HPGL, HP-LaserJet: Hewlett-Packard, PostScript: Adobe; GoScript: LaserGo

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

Co-Prozessoren

in Einzelverpackung inkl. Diskette	IT	
802C87-8 MHz	289,-	
802C87-10 MHz	319,-	
802C87-12 MHz	349,-	
802C87-20 MHz	424,-	
802C87-16 MHz	499,-	
802C87-20 MHz	549,-	
802B7-6 MHz	699,-	
802B7-8 MHz	849,-	
802B7-12 MHz	349,-	
80387-16 SX 514,-	Cyrrix	
80387-16 MHz 589,-	83D67-16 SX	509,-
80387-20 SX 579,-	83D67-20 MHz	629,-
80387-20 MHz 639,-	83D67-20 SX	569,-
80387-25 MHz 809,-	83D67-25 MHz	799,-
80387-33 MHz 979,-	83D67-33 MHz	974,-

CA 3130 E	2.25	OP 77	4.00
CA 3140 E	1.50	OP 90	7.00
DAC 08	4.08	OP 227	22.99
DAC 10	18.45	SO 42	4.35
L 165	3.69	SSM 2015 P	13.95
L 200	2.17	SSM 2016 P	21.99
LM 833	1.99	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.94	TDA 1516 O	7.89
NE 5532	1.49	TDA 1524 A	6.47
NE 5532 A	1.89	TDA 4445 B	4.99
NE 5534	1.47	TEA 2025 B	8.99
NE 5534 A	1.65	TL 497 A	3.77
OP 27	5.99	U 401 BR	12.05
OP 37	5.99	U 2400 B	4.09
OP 50	22.79	ZN 427	18.99

Weller-Lötstationen	
Magnetel-Lötstation	WTCP-S
-Schutztransformator	165.90
-Lötstabhalter	
-Lötstabbehälter KH-20	WECP 20
-Potentiometrischer	229,-
-potentiellfrei	
-stufenlose Temperaturwahl bis 480°C	
-Regelkontrolle optisch mittels grüner LED	

Diese Anzeige gibt nur einen kleinen Teil unseres Lieferprogrammes wieder, fordern Sie deshalb noch heute unseren Katalog '90 kostenlos an!

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:

1/4 Watt; 5% Toleranz E12
S4 (je 10SL = 610SL) 23.95
S6 (je 50SL = 3050SL) 84.95
S8 (je 100SL = 6100) 159.00

Reihe E24 (121 Werte)

S5 (je 10SL = 1210SL) 39.90

S7 (je 50SL = 6050SL) 164.90

S9 (je 100SL = 12100) 299.00

Textool-Testsockel

16-polig	22.39	28-polig	18.99
20-polig	22.29	sohmal	59.90
24-polig	19.79	40-polig	36.99

41256-80 2.69
511000-70 8.49
514256-70 8.49
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000) 12.99

SIMM 1Mx9-70 87.90
SIPP 1Mx9-70 89.90

43256-100 7.99
27C64-150 3.95
27C256-150 4.49
27C512-150 7.49
GAL 16V8-25 2.99

Varta 9 V Block Batterien

Super dry 2.19; Energy 2000 (Alkaline) 4.89

Solarzellen 0,45 V

100mA 1.77; 200mA 2.41; 400mA 3.56; 700mA 4.99

Akkus

von Hitachi	12.89	von Panasonic	15.45
Mono 4Ah	9.14	Babyzelle	8.90
Mono 1.2Ah	7.99	Mignonzelle	3.59
Babyzelle	7.99	Microzelle	3.90
Mignonzelle	2.65	Ladyzelle	4.38
von Varta		RED-Amp	6.90
9V-Block	19.50	High-Amp	6.60

elpro

Harald-Wirag-Elektronik

Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2

Tel. 06154 / 52336

SPS

S5PG ist ein Ausbildungs-, Trainings-, und Entwicklungssystem für Speicherprogrammierbare Steuerungen. S5PG richtet sich an alle, die den Anschluß nicht verlieren wollen. Mit S5PG lassen sich Maschinen, Prozesse und digitale Netze dynamisch am Monitor simulieren. S5PG simuliert alle SPS der SIMATIC S5-Serie bis zur S5-115U. Über den Modem-Port kann der ST mit jeder S5 On-Line betrieben werden. Der S5PG-Compiler erzeugt einen 100% kompatiblen Code. Zum Lieferumfang gehört ein SPS-Kurs der keinerlei Vorkenntnisse verlangt. Investieren auch Sie in Ihre Zukunft. Vergessen Sie Basic, C und Pascal. Der erfolgreiche Programmierer arbeitet mit STEP5. S5PG, der schnellste Ein- und Aufstieg. S5PG, Speicherprogrammierbare Steuerungen beherrschen.

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

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

Paten gesucht!

Helfen Sie uns, die Über-Lebensräume des Teichrohrsängers "Vogel des Jahres 1989" zu sichern.

Übernehmen Sie eine Patenschaft!

Informationen zur Aktion erhalten Sie beim Naturschutzverband DBV, Am Hofgarten 4, 5300 Bonn 1



Fast 10 000 HALBLEITER

Ram's, Eprom's, Mikro's, Digitale und Lineare IC's, Diskrete Halbleiter, Japaner usw., sowie viele passive Bauteile zu günstigen Staffelpreisen ab Lager.



Neuer KATALOG KOSTENLOS

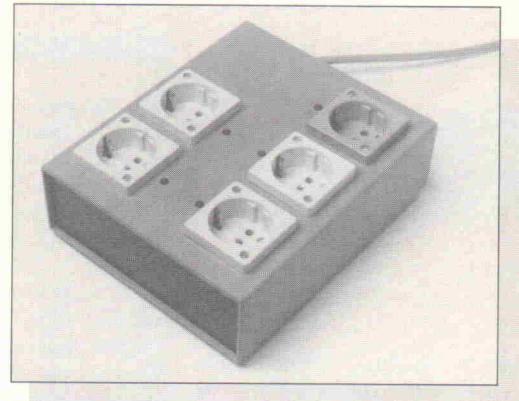
Stromversorgung

Der Reihe nach

Die Firma Lindy-Elektronik hat jetzt eine Automatik-Mehrfachsteckdose im Programm, die das Einschalten mehrerer elektrischer Geräte erleichtert.

Der Strom einer Master-Steckdose steuert dabei vier Slave-Steckdosen an: Nach dem Einschalten des Master-Geräts werden die vier Slave-Geräte im Abstand von 0,5 Sek. nacheinander hinzugeschaltet. Durch den geringen zeitlichen Versatz vermeidet man zu große Einschaltstromstöße. Schaltet man das Master-Gerät ab, werden auch die Slave-Geräte ausgeschaltet. Leuchtdioden an den Schukosteckdosen zeigen den jeweiligen Betriebszustand der Steckdose an.

Als Master-Gerät eignet sich jeder Verbraucher mit einer Leistungsaufnahme zwischen 25 W und 75 W, beispielsweise der Drucker einer Computeranlage. Für die Leistungen der angeschlossenen Slave-Geräte gilt ein Maximalwert von jeweils über 1 kW. Die Automatik-Mehrfachsteckdose ist am Eingang gegen Überspannungen



gesichert; die Länge des Anschlußkabels beträgt 2 m.

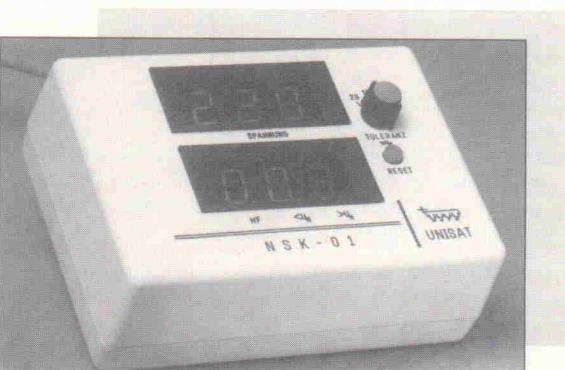
Lindy-Elektronik GmbH
Postfach 10 20 33
W-6800 Mannheim 1
Tel.: 06 21/4 70 05-0
Fax: 06 21/4 70 05-30
Telex: 462 060

Netzspannungs-kontrolle

Zur Überwachung von Versorgungsspannungen entwickelte Firma Unisat die Kontrollgeräte NSK-01 und NSK-03. Mit ihnen kann man Unter- und Überspannungen sowie hochfrequente Störspitzen auf Netzeleitungen erfassen und registrieren. Bei der Spannungs-kontrolle wird der Maximalwert jeder Halbwelle der 50-Hz-Netzspannung überwacht. Ferritschalenkern-Transformatoren koppeln hochfrequente Störungen im Bereich

von etwa 10 kHz bis zu einigen MHz aus. Je ein Display zeigt die erfaßten Signale an, die zudem auch als analoges Schreibersignal zur Verfügung stehen. Die Geräteversion NSK-01 (Foto) überwacht eine Phase, die Ausführung NSK-03 im 19"-Gehäuse kontrolliert drei Phasen. Für das Gerät NSK-01 nennt der Hersteller einen Preis von 790,- DM, die dreiphasige Ausführung NSK-03 kostet 1980,- DM.

Unisat GmbH
Haagstr. 34
W-6454 Bruchköbel
Tel.: 0 61 81/74 01 91
Fax: 0 61 81/74 01 92



Info + Wissen

im Abo



Zum Verbleib beim Besteller

Ich bestellte 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 Bezugsjahrs 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 Bezugsjahrs 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 2/91

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 Bezugsjahrs 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 Bezugsjahrs 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.

Bitte senden Sie den Coupon an:



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

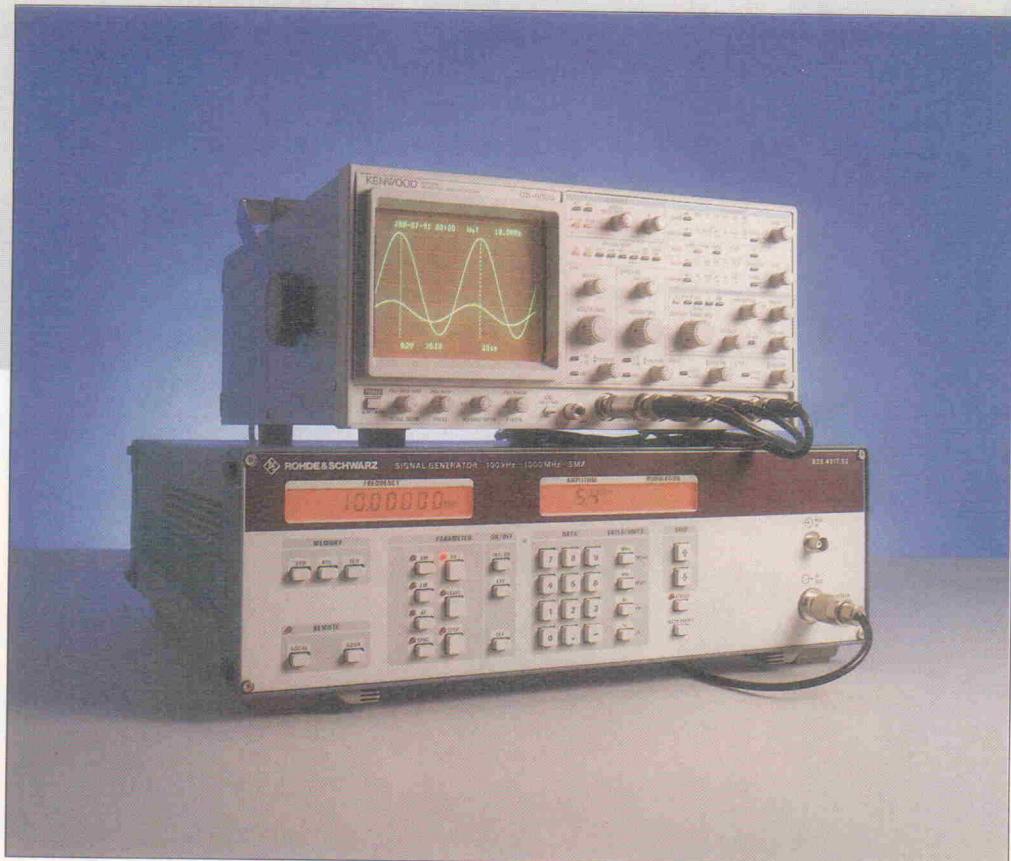
Analog-Oszilloskope

Im Überblick: vierzehn Scopes bis 60 MHz

Test

Eckart Steffens

Sind die Tage für Analog-Oszilloskope in einer Zeit, in der Digitale Speicher-Oszilloskope erschwinglich und allenthalben zu sehen sind, bereits gezählt? Eine repräsentative Auswahl der von uns getesteten 15...60-MHz-Sscopes soll helfen, diese Frage zu beantworten.



Daß DSOs der Preisklasse bis 10 000 D-Mark trotz interessanter Features ihre analogen Kollegen nicht uneingeschränkt zu ersetzen vermögen, hat bereits unser DSO-Test in Elrad 6/90 bewiesen. Zwar sind beispielsweise die Möglichkeiten, langsame bis extrem langsame Vorgänge als stehendes Bild abzubilden, Einzelereignisse sicher zu erfassen, Meßwert-Dokumentationen anzulegen oder mit dem Scope (oder dem angeschlossenen Rechner) Effektivwertberechnungen oder gar Fourier-Transformationen durchzuführen, zugegebenermaßen äußerst verlockend. Man darf sich dabei aber nicht darüber hinwegtäuschen lassen, daß die Wandelrate (und damit der sinnvoll nutzbare Frequenzbereich) endlich ist und daß die dargestellten Kurven aus diskreten Werten gebildet werden. So ist eine korrekte Darstellung von beispielswei-

se Spikes oder schnellen Flanken nicht unbedingt gewährleistet.

Soviel zu einigen Meß- und Fehlermöglichkeiten von DSOs. Nachzutragen wäre nur noch, daß natürlich auch DSOs analog betrieben werden können beziehungsweise können sollten. Für wesentlich weniger Geld – für den vorliegenden Test wurde eine Preis-Obergrenze von etwa 3000 D-Mark angesetzt – erhält man heutzutage Geräte, die sicher eine sinnvolle Alternative beziehungsweise Ergänzung zum DSO darstellen: Sicher hat auch der Druck der Digitalen dazu beigetragen, daß sich sowohl in der Technik als auch den Preisen der getesteten Meßgeräte eine für den Endverbraucher sinnvolle Entwicklung vollzogen hat.

Schicken wir also die DSOs auf die Strafbank und sehen wir

uns zunächst einmal an, welche Kriterien – aus Anwendersicht betrachtet – ein Analogoszilloskop erfüllen sollte.

Vertikalteil

Zwei Vertikalkanäle haben sich als Standard durchgesetzt. Soffern es sich nicht um einen 2-Strahler, sondern um ein 2-Kanal-Oszilloskop handelt, ist die Wahl zwischen Chopper- (bei niedrigen Ablenkfrequenzen) und Alternate-Modus (bei höheren Ablenkfrequenzen) wichtig. Die Y-Verstärker sollten eine hinreichende Empfindlichkeit besitzen; die Verstellung der Empfindlichkeit soll in einem Bereich von etwa 5 V/div bis hinunter zu 5 mV/div möglich sein – hier hat sich die Teilerfolge 1-2-5 durchgesetzt. Kennzeichen für die Qualität des Y-Verstärkers ist die Bandbreite, die sich auch durch die Anstiegszeit aus-

drücken läßt. Als Faustformel für die Ermittlung der Anstiegszeit gilt:

$$\text{Bandbreite [MHz]} = 350 / \text{Anstiegszeit [ns]}$$

Die Ermittlung der Anstiegszeit eines Oszilloskops kann man mit einem Impuls bekannter Anstiegszeit durchführen. Man berechnet dann die effektive Anstiegszeit nach

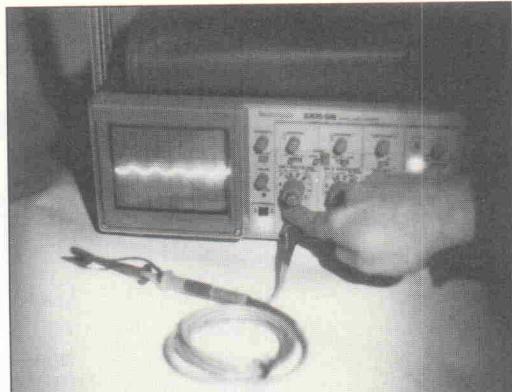
wahre Anstiegszeit

$$= \sqrt{(\text{gemessene Anstiegszeit})^2 - (\text{Impulsanstiegszeit})^2}$$

Bei Umschaltung der einzelnen Bereiche soll sich die Bandbreite möglichst nicht ändern. Man kann gelegentlich beobachten, daß in den empfindlichen Bereichen wegen der Zuschaltung einer Verstärkung die Bandbreite eingeschränkt wird und die Rechteckflanken verrunden. Geräte, die mit einem 'Y-Magnify' versehen sind, können

dies meist nur durch Zuschaltung einer Verstärkerstufe bei gleichzeitiger Bandbreitenbegrenzung durchführen. Bandbreitenmessungen dürfen daher nicht bei voller Verstärkung durchgeführt werden. Die Bandbreitenbestimmung kann man natürlich auch mit einem Sinusgenerator ermitteln – diese Messung ist einfacher und exakter. Man stellt bei einer hinreichend niedrigen Frequenz – beispielsweise 100 kHz – eine Kurve mit voller vertikaler Ablenkung dar; meist sind dies 8 div. Dann hebt man die Frequenz so weit an, bis die Anzeige um 3 dB abfällt, also auf 5,7 div.

Ein weiteres Thema sind Pegelsprünge, die durch inkorrekt dimensionierte oder mangelhaft abgeglichene Eingangsteiler entstehen. Es sei vorweggenommen, daß alle getesteten Geräte so gut waren, daß wir



Brummeinstreuung: Unzureichende Abschirmung des Eingangsteiles hat einen deutlich sichtbaren Brumm auf dem Bildschirm zur Folge, wenn man mit der Hand nur in die Nähe des Eingangswahlschalters kommt (Aufnahme mit kurzgeschlossenem Tastkopf).

bei keinem diesbezüglich Kritik anbringen konnten. Wohl aber ist bemerkbar, daß die Frequenzkompensation nicht immer stimmte – meist gibt es einen Sprung zwischen verschiedenen Bereichen, bisweilen fällt auch nur mal ein einzelner Meßbereich heraus. Resistive Teiler müssen bekanntlich, um den (Amplituden-)Frequenzgang zu wahren, parallel mit einem kapazitiven Teiler beschaltet sein, und da hapert es bisweilen.

Meist wird ein Abgleich der Teiler mit einem NF-Signal durchgeführt, nämlich einem 1-kHz-Rechteck. Man justiert den HF-Anteil auf optimales Rechteck (Bild 11). Nimmt man als Grundfrequenz für diese Justage nicht 1 kHz, sondern 100 kHz oder gar 1 MHz, tritt derselbe Effekt noch mal auf – wieder für die ein paar Größenordnungen höheren Frequenzen, aber jetzt ist der Abgleichtrimmer ohne Wirkung: die hat er ja für die Frequenz, die jetzt Grundwelle ist. Parasitäre oder Schaltungskapazitäten können also zu einem Peak oder einer Verrundung führen und das Rechteckverhalten des Oszilloskops bei hohen Frequenzen nachhaltig beeinflussen.

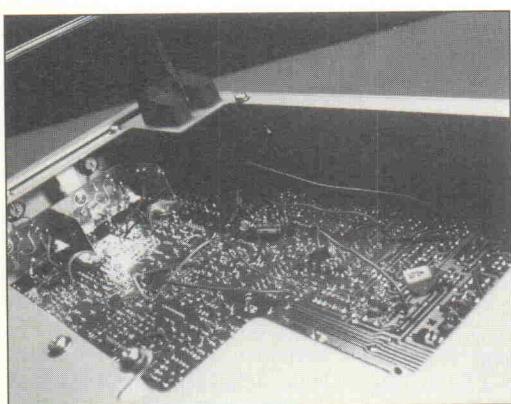
Speist man das Scope direkt aus einem Generator, wird es niederohmig angesteuert. In der Regel sollte der Meßeingang (oder Generatorausgang) mit 50 Ohm abgeschlossen sein. (Nächste Falle: bei falscher Anbringung des Abschlußwiderstandes entstehen bei hohen

Frequenzen Reflexionen!) Mißt man indes mit Tastkopf, wird der Eingang hochohmig angesteuert. Viele Y-Verstärker zeigen bei hochohmiger Ansteuerung ein anderes Impulsverhalten als bei niederohmiger Ansteuerung.

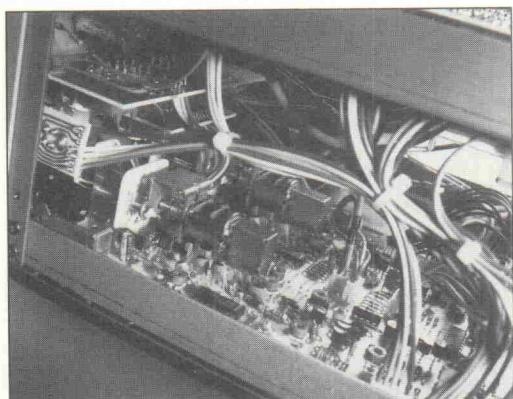
Ärgerlich sind auch Gleichspannungsversätze, die beim Durchdrehen der Meßbereiche auf dem Schirm zu beobachten sind. Diese Spannungen sind Offsetspannungen, die im wesentlichen der Eingangsstrom des Meßverstärkers verursacht.

Horizontalteil

Der Horizontalteil stellt im wesentlichen die Ablenkspannung bereit. Hier sind die wichtigsten Kriterien die verfügbare Ablenkgeschwindigkeit – Werte zwischen 100 ms/div bis zu 0,1 µs/div sind Standard. Selten erkennbar ist auf den ersten Blick die Genauigkeit – hier werden offenbar geringere Maßstäbe angelegt als beim Y-Teil – und weniger noch die Linearität der Ablenkung. Beides prüft man mit einem frequenzstabilen Rechteck- oder Puls-Signal. Es bietet sich ein Quarzoszillator mit Teilen an, die ebenfalls die Teilverhältnisse 1-2-5 herzustellen erlauben sollen. Unlinearität muß indes nicht immer einen unsauberen Sägezahn oder eine mangelhafte Ablenkendstufe als Ursache haben. Röhrenfehler, die auch für mangelhafte Geometrie verantwortlich sind, sind nicht selten. Beispiele für mangelnde X-Akkuratesse zeigen wir unten.



Mangelhaftes Übersprechen durch Nachverdrahtung? Mit vielen Korrekturen versehenes Eingangsboard des Kenwood.



Ähnlichkeiten: Manche Geräte sind so gleich konzipiert, daß man sich Mühe gegen muß, Unterschiede in Konzeption, Schaltung, Layout und interner Verdrahtung auszumachen. Zusätzliche Features werden durch Ergänzungsplatinen realisiert.

20-MHz-Oszilloskope

Test



Allgemeines

	Aron BS 310S	Metrix OX-725	Hameg 203-7
Hersteller	Aron	Metrix	Hameg
Type	BS 310S	0X-725	203-7
Vertrieb	Dynatrade 4006 Erkrath	Müller & Weigert 8500 Nürnberg	Fachhandel
Preis	k. A.	1190,- + MwSt.	1028,- + MwSt.
Y-Ablenkung			
Anzahl der Kanäle	2	2	2
Empfindlichkeit der Hauptkanäle	10 V...10 mV	20 V...1 mV	5 V...5 mV
Nennbandbreite	15 MHz	20 MHz	20 MHz
-3-dB-Frequenz (*)	15,3 MHz	20,6 MHz	24,5 MHz
X-Ablenkung			
Ablenkgeschwindigkeit der Hauptzeitbasis	0,5 s...0,5 µs	0,2 s...0,5 µs	100 ms...0,2 µs
Ablenkgeschwindigkeit der Zweitzeitbasis	—	—	10 µs...0,1 µs
Triggerempfindlichkeit (*)			
bei 50 kHz	0,4 div	0,3 div	0,25 div
bei f_g	0,35 div	0,8 div	0,3 div
Meßhilfen			
Readout	—	—	—
Cursor	—	—	—

Bei den mit (*) gekennzeichneten Werten handelt es sich nicht um Herstellerangaben, sondern um im Test ermittelte Daten.

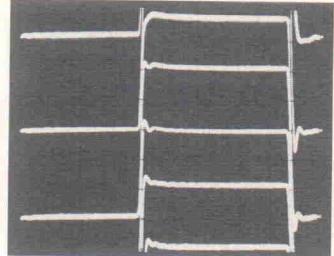


Bild 2. Ein 1-MHz-Signal von etwa 6 div wird ohne Offset in Bildschirmmitte abgebildet und dann mit der Y-Verschiebung über den Schirm bewegt. Dabei sollten sich die Signalflanken nicht verändern - hier tun sie's. [Tektronix 2205 GN]

die X-Endstufe. Ein Datenblatt, das für ein 20 MHz-Oszilloskop auch im X/Y-Betrieb 20 MHz Bandbreite ausweist, ist unglaublich: Wenn der X-Kanal insgesamt auf 2 MHz Bandbreite kommt, ist das schon gut!

Triggerung

An die Triggerung ist im wesentlichen die Forderung zu stellen, daß sie auch bei komplexen Signalformen sicher und präzise arbeiten soll. Insbesondere Jitter durch Schwellenunsicherheit kann eine Darstellung unbrauchbar machen. Ein typischer Effekt dieser Art ist das 'Rattern' der Triggerung, das insbesondere bei hohen Frequenzen auffällt. Die Triggerempfindlichkeit sollte stets einen Kompromiß zwischen einer hinreichenden Empfindlichkeit einerseits und einer genügenden Unempfindlichkeit – insbesondere bei hohen Frequenzen – andererseits bilden, damit nicht auf jede noch so kleine Signalstörung getriggert wird.

Eine Ausblendmöglichkeit für hochfrequente, niederfrequente oder DC-Anteile sollte zur Anpassung an die Meßfordernisse standardmäßig vorhanden sein. Manche Modelle bieten eine voreinstellbare Triggerverzögerung und/oder eine Hold-Off-Einstellungsmöglichkeit. Für Servicetechniker kann zudem die Verfügbarkeit einer Voreinstellung auf Zeilen- beziehungsweise Bildtriggerung für TV-Signale von Bedeutung sein.

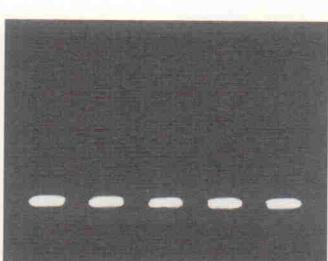
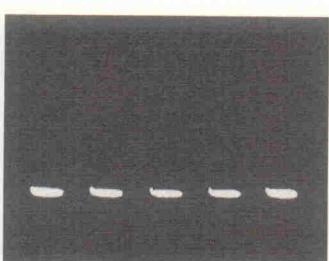
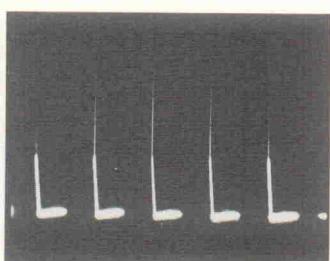
X/Y-Betrieb

Eine Betriebsart, die nicht oft beachtet wird, ist der X/Y-Betrieb. Man kann damit durchaus mehr machen, als nur NF-Lissajousfiguren auf den Bildschirm zu bringen, die in den Bedienungsanleitungen oft dargestellt sind. Eine nützliche Anwendung ist beispielsweise die Ausmessung von Phasendifferenzen zwischen zwei Verstärkerzügen. Auch dies erfolgt mit Hilfe einer Lissajousfigur, doch kann man es hier mit deutlich höheren Frequenzen als der Netzfrequenz zu tun haben.

Und genau da liegt einer der vielen Hasen im Pfeffer. Bei vielen Geräten kann man im X/Y-Modus einen der beiden Y-Kanäle zur X-Ablenkung nutzen. Das bringt den Vorteil gleicher Bedienung, gleicher Ablenkempfindlichkeiten und gleichen Verhaltens auf beiden Achsen.

Denkt man, und: man irrt. Nicht nur, daß oftmals die Verstärkungsfaktoren ungleich sind (sonst müßte sich bei gleichem Signal auf X und Y eine Diagonale ergeben), man hat zusätzlich mit Unlinearitäten und Frequenzgangbeschneidung zu kämpfen. Begrenzend ist hier

Bild 1. Die Übersteuerungsfestigkeit des Y-Verstärkers ist nicht spezifiziert. Was passiert, wenn man ein Rechteck (3 V positiv gehend) in doppelter Schirmhöhe darstellt, sieht man hier (sichtbar ist die untere Hälfte des Signals). [ITT Metrix OX-725; Tektronix 2205 GM; Hameg HM 203-7]



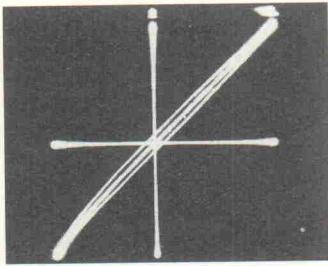


Bild 3. Im X/Y-Modus ist selbst dann, wenn für beide Richtungen Vertikaleingänge zur Verfügung stehen, der X-Kanal leistungsbegrenzend. Indem man sowohl X als auch Y mit demselben Sinus ansteuert, erkennt man sehr leicht Unsymmetrien, Begrenzungen, Phasenabweichungen. [ITT Metrix OX-725]

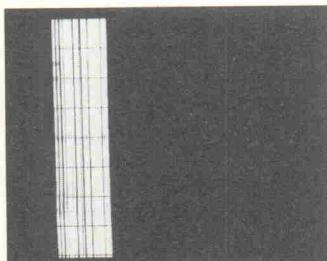


Bild 4. Nicht alle Geometriefehler gehen auf die Ablenkung oder den Sägezahngenerator. Durch Schreiben vertikaler Linien erkennt man horizontale Fehler. Hier ein Bildröhrenfehler, der zu einer 'Delle' am linken Bildrand führt. [Tektronix 2205 GM]

Gemeinheiten für die Scopes

Nicht alles, was man einfach aus einem Funktionsgenerator zaubern kann, bringt ein Oszilloskop genauso leicht auf den Schirm. Es hat in der Tat Fälle gegeben, wo wir geglaubt haben: 'Jetzt ist der Generator hin', weil das, was auf dem Schirm zu sehen war, so abenteuerlich aussah, daß man nicht annehmen konnte, das sei das Oszilloskop, das so etwas produziere. Folgende Anforderungen mußten die Probanden über sich ergehen lassen:

[1]. Prüfung der Geometrie über die gesamte Bildschirmfläche,

[2]. Wiedergabe eines Impulses mit definierter Anstiegszeit (< 2ns), bezogen auf die Darstellung mit einem Referenzoszilloskop der 350-MHz-Klasse,

[3]. Abweichung der Impulsdarstellung beim Durchschalten des Eingangsabschwächers und wahlweiseem hochohmigem Abschluß des Meßeinganges,

[4]. Ermittlung der Y-Bandbreite mit einem Sinussignal,

[5]. Betrachtung der Veränderung beim vertikalen Durchschieben eines Signals in Bildschirmhöhe über den gesamten Bildschirm – dabei zeigen sich gegebenenfalls die beidseitigen Übersteuerungsgrenzen des Y-Verstärkers,

[6]. Darstellung eines Signals mit der Frequenz der Nennbandbreite fg in voller Bildschirmhöhe,

[7]. Übersprechen zwischen den Y-Kanälen bei fg,

[8]. Prüfung der Y-Kalibration, X-Kalibration und X-Linearität,

[9]. Ermittlung der Triggerempfindlichkeit.

Obwohl diese Prüfungen nur repräsentativ, aber nicht umfassend sind, geben sie dennoch einen guten Eindruck von der Leistungsfähigkeit der Geräte. Dabei zeigen sich dann natürlich weitere Details, wie die Möglichkeit, eine Anstiegsflanke sauber darzustellen, die Beeinflussung der Strahldarstellung durch Rücklauf und Dunkeltastung, die Einstreuung des eigenen Choppers oder des digitalen Readout, sowie Reflexionen, die die Y-Verzögerungsleitung in das Meßsignal einstreut.

Die Testkandidaten

Die Reihenfolge der Nennung enthält keinerlei Wertung. Die Oszilloskope sind nach steigender Bandbreite geordnet.

ARON BS-310S (15 MHz)

Das BS-310S ist das kleinste Oszilloskop im Test, und das wörtlich: tragbar, kompakt, und durch eingebaute Akkus auch netzunabhängig zu betreiben. Ein ideales Servicescope also, das dem Benutzer nur durch ein erhöhtes Gewicht (Blei wiegt!) und einen kleineren Bildschirm Einschränkungen auferlegt. Hier wird auch unmittelbar klar, daß – was wir durchge-

hend angewandt haben – alle Angaben in Bildschirmteilen (div) aufgeführt werden sollten. Oft werden nämlich für bildschirmbezogene Angaben Millimeter (1 div = 10 mm auf Standardbildschirmen) spezifiziert.

Mit einer gemessenen Bandbreite von 15,3 MHz hat das Aron nur wenig 'Luft', Wunder in bezug auf das Impulsverhalten waren daher auch nicht zu erwarten. Positiv fällt dabei dennoch auf, daß ein Durchschalten der Empfindlichkeit und eine Veränderung des Abschlusses kaum zu einer Veränderung der Darstellung führten; im NF-Betrieb wird sogar ein sehr gerades Rechteck reproduziert. Die Vollaussteuerung [6] ist wegen der geringen Reserve beim Aron nicht möglich; oben wird die Kurve durch Begrenzung verformt und unten degeneriert der Sinus durch nicht ausreichende Slew-Rate zum Dreieck. Mit einer gemessenen Abweichung von 1,4 % (Kanal 1) bzw. 2 % (Kanal 2) im Y-Teil nimmt es der Aron weniger genau als alle anderen Modelle, denen wir hier keinerlei Abweichungen innerhalb der Meßgenauigkeit nachweisen konnten. Fazit: ein handliches Servicescope zum Check für unterwegs.

ITT METRIX OX-725 (20 MHz)

Mit einer gemessenen Bandbreite von 20,6 MHz (Kanal 1) bzw. 20,3 MHz (Kanal 2) verfügt auch das OX-725 über keine Reserve. Im Rechteckverhalten ist eine deutliche Verflachung zu erkennen, die sich beim Durchsteppen des Eingangsteilers weiter verschlechtert. Allein damit setzt sich das Gerät, das von der Staffelung und Gestaltung der Meßbereiche (Y: 1 mV/div...20 V/div, X: 200 ms/div...0,5 µs/div), einem zuschaltbaren Trigger-Delay (0,1 µs ... 10 ms, dekadisch schaltbar mit variabler 1:10-Einstellung), Beam-find, Component-Tester und einem sehr übersichtlichen Layout auf den ersten Blick einen guten Eindruck macht, nicht auf die vorderen Positionen.

Während die Messungen [6], [7], [8], [9] problemlos waren, hat [5] beim Metrix zu einer erheblichen Verzerrung der Kurvenform geführt (siehe Bild). Damit ist es mit dem OX-725 nicht möglich, eine mit DC-

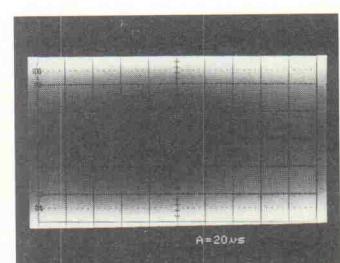
Offset in Signalgröße überlagerte Kurve im DC-Modus durch Verschieben mit den Y-Offset-Potis füllend auf den Bildschirm zu bringen, obwohl der Einstellbereich der Potis mehr als ausreichend ist. Offensichtlich übersteuert der Y-Verstärker bereits, bevor die Offset-Verschiebung eingreift. Ein solch drastisches Ausreißen konnten wir nur beim ITT beobachten; bei anderen Geräten ist – sofern überhaupt ein Einfluß zu konstatieren ist – höchstens mit einem leichten Verflachen der Anstiegsflanke zu rechnen.

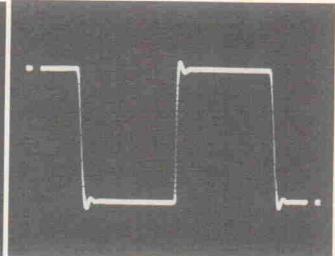
HAMEG HM 203-7 (20 MHz)

Mit 24,5 MHz Bandbreite (alternativ gemessen: Anstiegszeit 12,8 ns = 27,3 MHz) liegt der HM 203 auf der sicheren Seite. Wichtiger aber ist, daß das reproduzierte Rechteck tatsächlich nahezu rechteckförmig ist, nämlich ohne Überschwingen oder Einbrüche. Ein Überschwingen würde auf einen 'hochgezogenen' Verstärker hindeuten; bei Sinusmessung äußert sich das dann als Welligkeit im Frequenzgang im Grenzfrequenzbereich.

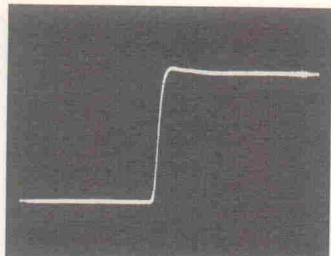
Der HM 203 hatte mit keiner der Messungen [1]–[9] Probleme; insbesondere zeigte sich auch beim vertikalen Durchschieben des Signales über den gesamten Bildschirm (der Gesamtverschiebebereich beträgt damit $3 \times$ Bildschirmhöhe) keinerlei Beeinflussung.

Bild 5. Auch ein Geometriefehler ist ein Röhrenfehler. Er entsteht, wenn der Elektronenstrahl 'schräg' auf den Schirm auftrifft. Schreibt man beispielsweise einen Sinus mit kleiner Zeitablenkung, dann erhält man ein Band, das trapezförmig verläuft. [Hitachi V-660]

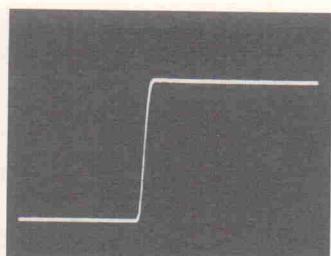




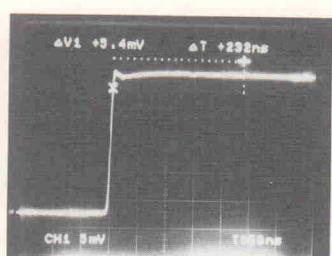
Aron BS-310-S



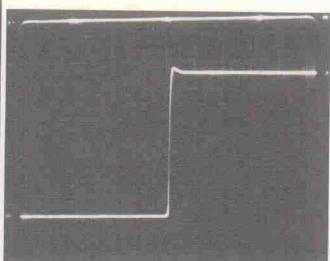
ITT Metrix OX-725



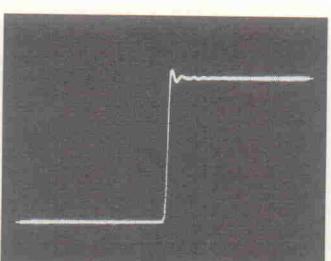
Hameg HM 203-7



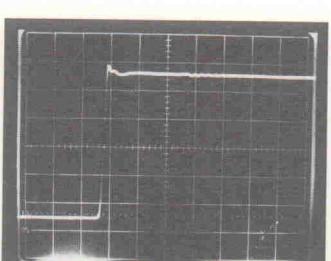
Goodwill GOS 645



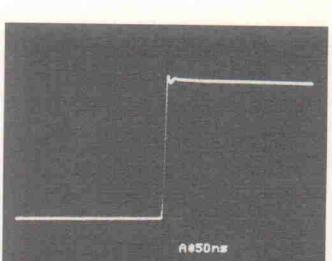
Kenwood CS-4035



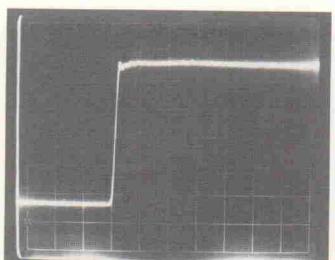
Tektronix 2205 GM



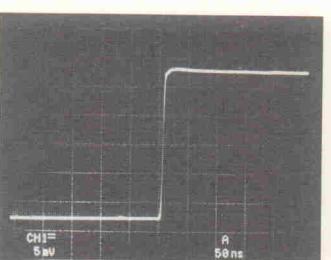
Gould/Meguro



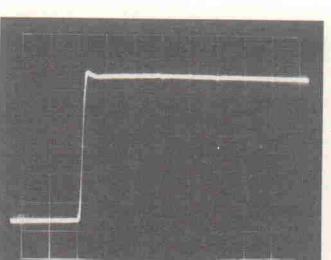
Hitachi V660



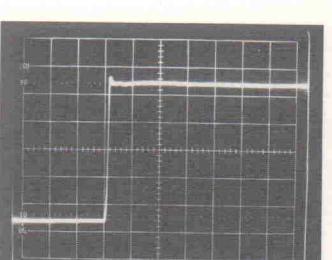
Hung Chang 5506



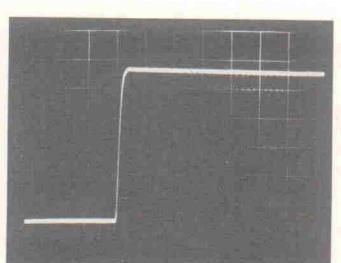
Iwatsu SS 7606



Kikusui 5060



Panasonic VP-5566A



Philips PM 3055

Auch der Hameg ist mit zusätzlichen Features ausgestattet. Dazu zählen ein zuschaltbarer Hold-Off, ein zusätzlich verfügbares Y-Magnify mit dem Faktor 5 (dann allerdings bei reduzierter Bandbreite) sowie ein eingebauter Component-Tester. Das Layout der Bedienelemente folgt dem typischen Hameg-Design – mit etwas Suchen findet man durch.

Goodwill GOS-645 (40 MHz)

Um Cursor-Meßmöglichkeiten und ein digitales Readout für Spannungs- und Zeitdifferenz

wurde das Goodwill GOS-645 ergänzt. Damit bei empfindlichen Messungen oder solchen mit starker Dehnung und damit reduzierter Strahlintensität das Readout-Chopping nicht stört (bei kleinen Meßsignalen kann man ‘problemlos’ auf den Chopper triggern), kann man es abschalten. Die Lage der Referenzpunkte (zwei Kreuzcursor) lassen sich je nach Anwahl getrennt oder gemeinsam mit zwei Cursortastenpaaren verändern; so gestattet der GOS-645 eine leichte Ablesung zu ermittelnder Werte oder die Einrichtung von Referenzmarken auf dem Schirm. Die Readout-Auflösung beträgt 1/25 div.

Beim Rechteckverhalten [2] zeigt der Goodwill mehrere Ausschwinger, gefolgt von einigen Reflexionen, die möglicherweise von der Y-Verzögerung herrühren. Dabei indes ist diese durchaus so knapp bemessen, daß die erste Flanke nur mit stark aufgedrehter Helligkeit zu beobachten ist – ein Effekt, der bei hohen Signalfrequenzen dadurch auftritt, daß die Ablenkung die Strahl-

intensität erst langsam freigibt.

Etwas umständlich muß man den Goodwill bedienen, wenn man im X/Y-Modus arbeiten will. Nicht weniger als drei Schalter (Hor.Freq., Vert.Mode, Trig.Source) sind in eine definierte Stellung zu bringen. Was man verschweigt, ist, daß dabei dann auch der Umschalter für ‘Trigger Coupling’ ab sofort im X-Signalzweig liegt: bei AC-Einstellung (läßt sich wie üblich auch an dem für X benutzten CH1-Eingang nochmals wählen) hat man einen zusätzlichen 7 Hz-Hochpaß; erwischt man indes die Einstellung ‘HF Rej.’, ist ein 70 kHz-Tiefpaß im X-Zweig aktiv. Beides leistet Fehlmesungen Vorschub.

Kenwood CS-4035 (40 MHz)

Die Impulsantwort des Kenwood CS-4035 zeigt zwar einen Peak, aber anders als bei vielen anderen Geräten, immerhin keine Schwinger oder Wellig-

keit. Da sich dieses Verhalten auch beim Durchschalten der Empfindlichkeitsbereiche und beim Ändern des Abschlußwiderstandes nicht ändert, kann man dem Kenwood interpretierbare Aussagen abgewinnen. Lediglich die empfindlichen Bereiche < 5 mV/div (die maximale Empfindlichkeit beträgt 1 mV/div) müssen sich mit einer reduzierten Bandbreite zufriedengeben, was durchaus recht ist: erstens muß hier eine zusätzliche Verstärkung eingreifen, zweitens möchte man ja nicht nur Eigenrauschen verstärken, und drittens müßte man für die hier anvisierten Messungen damit auskommen können.

Mit der Sinusmessung nach [4] kommt der Kenwood auf 48 MHz Bandbreite, und das stimmt mit den aus der Anstiegszeitmessung bestimmbarer 47,3 MHz ebenfalls sehr gut überein.

Zur leichten Handhabung verfügt der Kenwood über eine regelbare Rasterbeleuchtung und eine Triggerautomatik, die im Vert-Mode eine Bedienung der

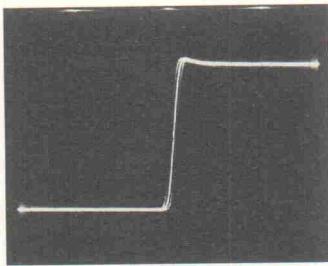


Bild 6. Der Triggerkomparator muß ein Pegelfenster auswerten. Normalerweise wird stets mit Erreichen des Fensterwertes die Triggerung ausgelöst. Wird die Triggerung indes erst freigegeben, wenn sich der Pegel bereits innerhalb des Triggerfensters befindet, wird die Triggerung zwar auch ausgelöst, die Kurve dadurch aber eine Idee später und somit ganz leicht zeitlich versetzt geschrieben.

[Kenwood 4035]

Bild 7. Eine zweite Zeitbasis erlaubt, einen Teil des mit der Hauptzeitbasis dargestellten Signals in gedehntem Maßstab darzustellen. Dazu muß eine Verzögerung eingestellt werden, nach der die zweite Zeitbasis aktiv werden soll: der Wert kann 0...100 % der Gesamtablenkzeit der Hauptzeitbasis betragen. Dann ist die Ablenkgeschwindigkeit für die zweite Zeitbasis zu bestimmen; sie muß stets höher sein als die der Hauptzeitbasis. Es gibt verschiedene Verfahren, um das gewünschte Kurvenstück auswählen zu können. Entweder tastet man während der Laufzeit der zweiten Zeitbasis das Signal auf der Hauptzeitbasis hell, markiert es durch die Cursor oder läßt die Einstellung über ein Menü zu.

[Hung Chang 5506; Hitachi V-660; Iwatsu SS-7606]

zugehörigen Bedienelemente praktisch überflüssig macht. Wer mehr die Handarbeit liebt, wird die Trigger-DC-Kopplung vermissen: noch ein Indiz dafür, daß der 4035 wohl vorrangig für Audio konzipiert wurde.

Dem trägt auch das Übersprechen zwischen den beiden Y-Kanälen Rechnung: die bei 1 kHz spezifizierten -40 dB hält er lässig, aber bei 40 MHz muß er sich mit -20 dB zufriedengeben. Möglicherweise ist die innen zu findende SMW-(surface mounted wires-)Technik der Grund dafür, daß die Übersprechdämpfung im Bereich der Grenzfrequenz nicht mehr klappt.

Sonst aber ein schönes und sehr einfach zu bedienendes Gerät, das man jedem Audiotechniker warm empfehlen kann.

Tektronix 2205 GM (40 MHz)

Während der NF-Teilerabgleich bei 1 kHz mit dem 2205 GM sehr exakt ist, da ein sauberes Rechteck reproduziert wird, erkennt man bei Einspeisung von 1 MHz nach Messung [2] ein deutliches Über- und Einschwingen. Das verbessert indes nicht die Anstiegszeit des Tek, die mit netto 7,4 ns bestimmt wurde und damit eine Grenzfrequenz von 47,3 MHz liefert. Die Sinusmessung bestätigt dem 2205 GM sogar eine Bandbreite von 52 MHz. Die Triggerung ist ähnlich empfindlich wie bei der 20-MHz-Version (2205 GN) und auch bei 60 MHz noch gut zu brauchen. Man beachte, daß man sich den Schalter zur Auswahl der Triggerkopplung geschenkt hat: Die Tek-typischen Positionen AC/DC/HF Rej/LF Rej findet man erst beim 2225, dem Tektronix Euroscope, wieder. Bezeichnungen wie 'HF Rej' und 'LF Rej' haben sich übrigens als De-facto-Standard auch bei anderen Herstellern eingebürgert. 'HF reject' bedeutet dabei Unter-

drückung hochfrequenter Anteile und meint also einen Tiefpaß. Dennoch ist Vorsicht geboten: Es gibt auch Hersteller (zum Beispiel Hameg), die die Schalter platzsparend einfach mit 'LF' und 'HF' bezeichnen. 'HF' meint in diesem Falle einen Hochpaß.

Ein Manko beim 2205 GM ist die Teilerstufung: hier sind leichte Veränderungen der Impulsform zu beobachten. Doch im übrigen Handling kann man mit dem Low-Cost-Tektronix sonst zufrieden sein. Der X/Y-Modus ist bis 2,1 MHz Bandbreite ausnutzbar, die Linearität des X-Teils ist als gut zu bezeichnen. Die Bedienung ist einfach, die Gestaltung der Frontplatte übersichtlich. Hilfreich ist auch die 'Beam Find'-Taste, die wir bisher lediglich beim ITT und bei den Tektronix 2205 finden konnten.

Gould 350 50 MHz; Meguro MO-1254a (50 MHz)

Zwei baugleiche Brüder sind der 350 und der MO-1254a: beide Geräte verhielten sich gleich. Lediglich beim Gould konnten wir eine leichte X-Nonlinearität fotografisch dokumentieren – das sind halt die Fertigungstoleranzen.

Während auch hier der NF-Abgleich bei 1-kHz-Rechteck fast perfekt ist, zeigen sich bei Einspeisung eines 1-MHz-Rechtecks deutliche Peaks und Schwingen. Wir kommen auf eine Sinusbandbreite von 56 MHz und eine Anstiegszeit von 7,4 ns: das ist weniger, als zu erwarten wäre. Was es damit auf sich hat, zeigt dann Messung [6]. Hier kann zwar eine Vollaussteuerung des Bildschirms bei 50 MHz erreicht werden, doch der Sinus ist zum Dreieck degradiert worden, weil die Slew-Rate des Y-Vergleichs nicht ausreicht. Dabei ist dieser durchaus unempfindlich gegen Pegel, denn das Durchschieben der Kurve [5] oder eine größere Übersteue-

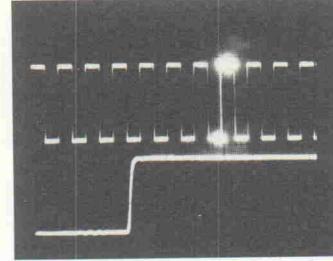


Bild 8. Nicht alle Schwingen auf einer Kurve müssen vom Meßsignal stammen. Hier erkennt man stationäre Schwingungen, die unabhängig vom Meßsignal immer an derselben Stelle auftreten und offensichtlich aus dem Hochspannungsteil oder der Helltastung kommen. [Philips 3055]

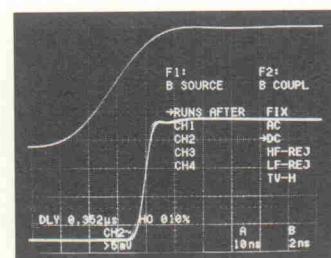
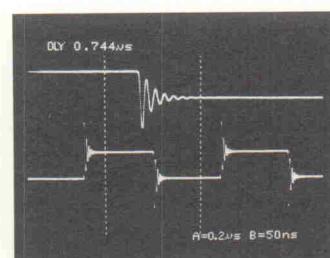
lung beeinflussen die Darstellung in keiner Weise.

Im X/Y-Betrieb erlauben Gould/Meguro die Ausnutzung des X-Teils bis zu einer Bandbreite von 1,8 MHz. Das ist etwas weniger als spezifiziert, aber ausreichend. Auch hier gilt weitgehende Pegelabhängigkeit der Signalform.

Stutzig gemacht hat uns die Tatsache, daß bei beiden Geräten die X-Kopplung genauso umständlich, nämlich über die Kopplungsschalter, zu bedienen ist wie beim Goodwill. Sollten wir da etwa sogar einen Drilling gehabt haben? Um das zu prüfen, haben wir die Geräte geöffnet und nebeneinandergehalten, und siehe da: der Goodwill hat nicht nur einen nahezu identischen mechanischen Aufbau, sondern auch fast gleich layoutete Platinen (nur die beim Gould/Meguro vorhandene zweite Zeitbasis ist bei der getesteten Version nicht bestückt), eine identische IC- und Halbleiterbestückung sowie die gleiche Verzögerungsleitung.

Hitachi V-660 (60 MHz)

Im Innern des Hitachi V-660, dem kleinsten Modell der Hitachi-Compact-60/100 MHz-Serie, arbeitet ein Mikroprozessor – und zwar nicht nur zur Darstellung des (abschaltbaren) digitalen Readout, über das dieses Gerät verfügt. Cursormessungen lassen sich indes nicht durchführen, diese stehen erst bei den größeren Modellen zur Verfügung.



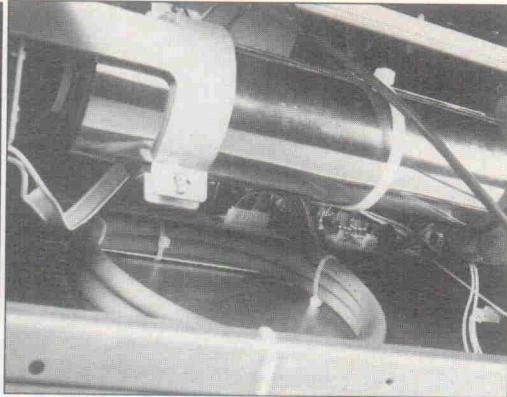


Bild 9. Wenn man als Meßsignal ein Rechteck vorliegen hat und auf die positive Signalflanke triggert, kann diese nur dann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn das Signal im Y-Verstärker für eine bestimmte Zeit (meist ≤ 20 ns) verzögert wird, damit der Strahl loslaufen kann, bevor die Auslenkung erfolgt. Hier sieht man eine Verzögerungsleitung, die im Gerät aufgerollt wurde. [Gould 350]

Der V-660 ist mit einer Doppelzeitbasis ausgestattet. Dadurch läuft sich gleichzeitig ein Ausschnitt einer Kurve vergrößert betrachten, wobei alle Bereiche vom nächsthöheren Ablenkbereich bis zum obersten Ablenkbereich (inklusive X-Mag $\times 10$) zur Verfügung stehen. Der vergrößerte Ausschnitt wird durch ein Cursorpärchen markiert.

Strahlseparation, Horizontalposition, Delay, Cursorposition und andere Größen werden dabei von der CPU bestimmt, die einen 10-Bit-D/A-Wandler treibt. Beim Einschalten durch-

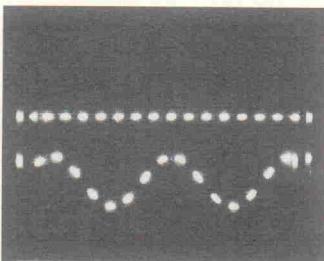


Bild 10. Zur Zweikanaldarstellung müssen die Signale entweder nacheinander (alternierend) oder im Zeitmultiplex (gechoppt) dargestellt werden. Falsche Triggerempfindlichkeit kann dazu führen, daß nicht auf das Meßsignal, sondern auf die Chopperfrequenz getriggert wird. Dann wird der Chopper sichtbar. [Aron BS 310-S]

läuft der Hitachi eine Zeitbasis-Selbstkalibration und erreicht damit nach unseren Messungen einen Zeitbasisfehler von < 1,5 %.

Mit 88 MHz Sinusbandbreite liegt der V-660 deutlich über seinen Spezifikationen, und auch die Anstiegszeit ergibt mit 4,9 ns einen guten Wert. Das Rechteckverhalten ist dagegen schlechter, denn dem Peak folgt ein deutlicher Einbruch. Die Teilerschalter sind gut dimensioniert, denn sie beeinflussen die Impulsabgabe nicht. Die VAR-Einstellung hingegen wirkt sich geringfügig auf den Anstieg aus. Probleme gab es, bei 60 MHz den Schirm füllend zu beschreiben: hier erkennt man eine leichte Verbiegung des Sinus in der unteren Halbwelle.

Der Hitachi verfügt über eine zuschaltbare Bandbreitenbegrenzung, die immer dann sinnvoll ist, wenn man sich bei Messungen von hochfrequentem 'Müll' befreien möchte. Hier wird auf 10 MHz begrenzt, die Anstiegszeit auf 35 ns erhöht. Das V-660 war eines der Oszilloskope, die eine deutliche 'Ratterneigung' in der Triggerung hatten. Dabei arbeitet diese sonst recht einwandfrei und ist auch einfach zu bedienen.

Das Hitachi empfiehlt sich als leicht zu bedienendes portables Gerät, da es sehr klein und handlich und durch Verzicht auf schwere Bauteile (etwa den

Meßequipment

Der Rode & Schwarz-Signalgenerator SMX überstreicht einen nutzbaren Frequenzbereich von 100 kHz bis 1000 MHz bei einer Auflösung von 10 Hz bis zu 100 MHz. Die Werte für Frequenz, Amplitude, Modulation und Schrittgröße können über eine Tastatur oder über IEC-Bus-Befehle eingegeben werden. Der SMX verfügt über eine Amplitudenauflösung von 0,1 dB und überstreicht einen Bereich von 150 dB Dynamik (-137 dBm ... +13 dBm) über den gesamten nutzbaren Frequenzbereich. Weitere für den Test benutzte Meßgeräte waren:

- Bradley Type 192 Scope Calibrator
- Hameg HZ 60-2 Scope Tester
- Hewlett-Packard 2118 Square Wave Generator
- Hewlett-Packard 3310A Function Generator
- Tektronix 2467 350 MHz Oszilloskop
- Tektronix SG-503 Sine Generator
- Tektronix Scope Evaluation Kit

Wir danken allen am Test beteiligten Firmen für die Leihgabe der Test- und Meßgeräte.

Netztrafo – es ist ein Schaltungsteil eingebaut zugleich sehr leicht ist.

Hung Chang 5506 (60 MHz)

Wenn man das Hung Chang über längere Strecken transportiert, bekommt man sicher einen längeren Arm: nur das Panasonic ist noch schwerer. Auf der großen Frontplatte hat man versucht, alle Bedienelemente so anzurorden, daß sie in logischen Blöcken zusammenliegen. Nur die Umschaltung in den X/Y-Betrieb hat man auch hier nach offenbar fernöstlichem Muster so geschickt gestaltet, daß statt eines Handgriffes fünf Bedienelemente definiert verstellt werden müssen.

Das 5506 folgt der Hung-Chang-Devise, möglichst viel Möglichkeiten in einem Gerät zu vereinen. Hier finden wir zwei Zeitbasen mit der Möglichkeit, auch auf die zweite Zeitbasis zu triggern, ein verstellbares Trigger-Delay, eine bis zur doppelten Ablenkezeit verstellbare Hold-Off-Zeit, einen $\times 10$ Magnifier und vielfältige Triggermöglichkeiten.

Auch stehen drei Y-Kanäle zur Verfügung. Dabei handelt es sich um zwei Hauptkanäle und einen Hilfskanal (0,1 V/div und 1 V/div), der immerhin sehr nützlich ist, wenn man zu zwei Messungen eine Bezugskurve auf den Schirm holen möchte.

Das hochfrequente Impulsverhalten des Hung Chang dage-

gen ist nicht die reine Freude. Man erkennt ein deutliches Überschwingen, gefolgt von einem Einbruch und fünf Schwingern, die sich nach jeweils circa 120 ns noch zweimal wiederholen. Beim Durchsteppen erkennt man unzureichenden Teilerabgleich durch Veränderung des Signals.

Der Hung Chang 5506 kommt auf eine Sinusbandbreite von 66 MHz und eine ermittelte Anstiegszeit von 6,4 ns, was rückgerechnet 55 MHz ergibt und dem Hung Chang bescheinigt, daß er hier an der Spezifikationsgrenze operiert.

Iwatsu SS 7606 (60 MHz)

Ein frisches Feeling kommt auf, wenn man den Iwatsu in Betrieb nimmt – frisch vor allem deswegen, weil der Lüfter mehr Wind und Lärm macht als ein mit Fest- und Wechselplatten bestückter PC. Eins ist jedenfalls sicher: dieses Gerät vergißt man nicht auszuschalten, man hört es.

Mit 75 MHz Sinusbandbreite und einer Anstiegszeit von 3,4 ns (102 MHz) liegt der Iwatsu deutlich besser als seine Spezifikation, und er hat auch mit Messung [6] keine Probleme; das Signal bleibt über die volle Schirmhöhe ein sauberer Sinus. Seine Bandbreite und Empfindlichkeit spielt er auch bei der Triggerung aus, denn 1 div bei 125 MHz auf dem Schirm ruhig zu bekommen war kein Problem.

40/50-MHz-Oszilloskope



Allgemeines

Hersteller	Goodwill	Kenwood	Tektronix	Gould / Meguro
Type	GOS - 645	CS - 4035	2205GM	350 - MO1254A
Vertrieb	Dynatrade 4006 Erkrath	Fachhandel	Tektronix- Vertriebsstellen	Direktvertrieb / Direktvertrieb
Preis	k. A.	1598,- inkl. MwSt.	1495,- + MwSt.	1795,- + MwSt. / 1575,- + MwSt.

Y-Ablenkung

Anzahl der Kanäle/Hilfskanäle	2/-	2/-	2/-	2/-
Empfindlichkeit der Hauptkanäle	5 V... 5 mV	5 V... 1 mV	20V...5mV-	5 V... 5 mV
Nennbandbreite	40 MHz	40 MHz	40MHz	50 MHz

-3-dB-Frequenz (*) 46,9 MHz

48 MHz

52 MHz

56 MHz

X-Ablenkung

Ablenkgeschwindigkeit der Hauptzeitbasis	0,5 s... 0,2 µs	0,5 s... 0,2 µs	0,5 s... 0,1 µs	0,5 s... 0,2 µs
Ablenkgeschwindigkeit der Zweitzeitbasis	-	-	-	0,5 s... 0,2 µs

Triggerempfindlichkeit (*)

bei 50 kHz	0,15 div	0,3 div	< 0,2 div	0,2 div
bei f_g	0,4 div	1 div	0,6 div	0,8 div

Meßhilfen

Readout	ja	-	-	-
Cursor	$\Delta V, \Delta T$	-	-	-

Bei den mit (*) gekennzeichneten Werten handelt es sich nicht um Herstellerangaben, sondern um im Test ermittelte Daten.

Die Rechteckprüfung zeigt auch beim 7606 ein Überschwingen, aber kein Nachschwingen. Beim Durchsteppen stellt man eine leichte Variation fest, wobei der beste Bereich der 10-mV/div-Bereich war; hier war der Peak am flachsten. Am 1-kHz-Abgleich gab es nichts zu beanstanden.

Wer sich ein Scope wie das Iwatsu zulegt, muß im Hinblick auf die Bedienung etwas umdenken. Der Einsatz neuer Technologien erlaubt zwar vielfältige Möglichkeiten, zwingt aber in vielen Fällen zu einer sequentiellen Bedienung. Beim Iwatsu 7606 dienen zwei Encoder (Pulsgeber) zur Bereichs- und Parameterwahl. Einer ist für die Cursormessungen (Spannung, Zeit, Frequenz) vorgesehen, der andere für X- und Y-Einstellungen. Der gewünschte Parameter, zum Beispiel die Y-Empfindlichkeit für Kanal 1, wird per Taste angewählt und per Encoder verändert. Es werden jedoch nicht nur die Bereiche, sondern

auch die Feineinstellung digital bedient, und spätestens hier zeigt sich, daß die Iwatsu-Ingenieure konsequent mitgedacht haben: So steht nämlich eine Veränderung der variablen Verstärkung auch nach mehrfachem Bereichswechsel wieder zur Verfügung.

Abgesehen von der Doppelzeitbasis-Darstellung werden lediglich noch die Strahlpositionen über Potis angesteuert. Die dadurch recht wenig gewordenen Drehschalter und -steller werden durch um so mehr LEDs ersetzt, die alle möglichen Betriebszustände anzeigen. Man muß sich halt ein wenig einarbeiten, um fix auf diesem Gerät zu sein – auf dem konventionellen Scope geht's auf Anhieb schneller. Was dabei als vermißt zu melden ist, ist die Möglichkeit einer Datenabnahme oder Fernbedienung, etwa über eine Schnittstelle.

Trotzdem ist das Iwatsu ein hervorragendes Gerät. Mit seinen vier Y-Kanälen (2 Haupt-

und 2 Hilfskanäle) hat man ausreichende Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung. Eine AUTO-Taste ermöglicht ein automatisches Setup, wenn man das Gerät denn völlig verstellt hat oder schnell etwas Stabiles auf dem Schirm braucht. Die automatische Kalibration wird im englischen Handbuch zwar einmal erwähnt, aber nicht beschrieben.

Kikusui 5060 (60 MHz)

Wenn Gould und Meguro Zwillinge sind, dann gehört der Goodwill eindeutig zur Familie. Geht man so weiter, findet man den Kikusui in der Verwandtschaft. Erkennbar sind Gemeinsamkeiten nicht nur in Layout, Bedienung und Konstruktion, sondern auch in der gerätetechnischen Konzeption, der Auswahl der Komponenten und ähnlichem. Von den vier Geräten war der Kikusui dasjenige mit den besten Leistungen.

Das bescheinigt ihm zwar nicht die mit einer Peak-Überhöhung versehene Impulswiedergabe, aber die mit 71,4 MHz größte Y-Bandbreite und auch die mit 3,2 MHz größte nutzbare X-Bandbreite. Zwar findet man Chopperanteile in der Triggerung, aber das ist bei nutzbaren 0,15 div (1,5 mm) bei 50 kHz auch kein Wunder. Die Anstiegszeitmessung bescheinigt dem Kikusui allerdings nur 6,9 ns, und das ist betragsmäßig 'mehr', als man erwarten sollte. So deutet denn das auch wieder auf zu erwartende Slew-Rate-Probleme hin, und man wird diesbezüglich nicht enttäuscht.

Das 5060 bietet zwei Zeitbasen, die den Bereich von 500 ms/div bis 50 ns/div überstreichen und über konzentrisch angeordnete Stufenschalter sehr einfach zu bedienen sind. So, wie es sein soll, verhindert eine integrierte Mitnahmesperre, daß die zweite Zeitbasis auf Werte unterhalb der Hauptzeitbasis gestellt wird. Zwei Tastenreihen wählen die Modi für vertikales und horizontales Display und den Sweep-Modus. Die Kopplungen für Vertikalkanäle und Zeitablenkung sowie Triggerung wählt man jeweils per mehrstufigem Kippschalter.

Man hat dem Kikusui einen dritten Eingang mitgegeben, der eigentlich der bei anderen Geräten auch vorhandene X-Extern-Eingang beziehungsweise externe Triggereingang ist. Hier stehen zwei feste Eingangsempfindlichkeiten zur Wahl. Neu ist die Möglichkeit, dieses Signal über eine Drucktaste 'CH3/TrigView' auch auf den Y-Verstärker zu schalten, einen dazugehörigen Lageregler hat man auf die Rückseite des Scopes verfrachtet. Die Sache mit dem dritten Kanal sieht aber eher etwas nach Kundenfang aus: Das Signal an Kanal 3 muß stets notwendigerweise auch als Triggersignal erhalten. Eine Verstellung des Triggerpegels (DC-Überlagerung) verschiebt die Lage von Kanal 3, muß also mit dem Poti hinten (!) wieder gegenkompenziert werden. Umschaltung zwischen AC- und DC-Triggerkopplung fügt einen Offset ein. Nur im Falle externer Triggerung kann das nützlich sein, im Falle interner Triggerung hat man das Signal ja ohnehin bereits auf dem Schirm!

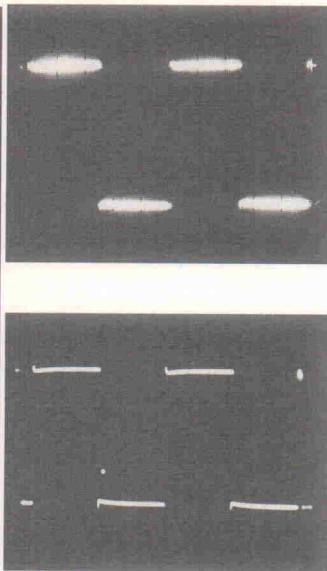


Bild 11. Der Teilerabgleich (z. B. Tastkopfabgleich) erfolgt meist bei 1 kHz. Dazu steht in der Regel ein Trimmer zur Verfügung, mit dem der Oberwellenanteil abgeglichen wird. Selbst wenn es damit möglich ist, ein ideales Rechteck zu erstellen, kann bei Ansteuerung mit höherer Frequenz (etwa 1 MHz) durch das Scope ein Peak entstehen (sog. 'Löffel'). Hier ist der Trimmer jedoch wirkungslos, da sein Regelbereich jetzt ja auch die Grundwelle umfaßt. [Tektronix 2205 GM]

Panasonic VP-5566A (60 MHz)

Auch der Panasonic besteht die Rechtecktests [2], [3], [5] nur für die NF-Prüfung. Das 1 MHz-Rechteck erhält einen Peak, einen Einbruch und nachfolgende Schwingen; mehr noch wird die Unruhe im Signal jedoch von der Intensität beeinflußt, so daß der Schluß nahelegt, daß hier Störungen aus der Helltastung eingekoppelt werden. Beim Durchschieben [5] verschwindet der Anfangspeak am unteren Bildrand, und beim Durchschalten der Bereiche zeigt sich eine Verflachung der Kurve in Bereichen > 1V/div – offenbar ist der 100er Teiler nicht in Ordnung.

Die Sinusbandbreite ermittelten wir zu 62,7 MHz für Kanal 1 und 61 MHz für Kanal 2, auch das erfüllt die Spezifikation, aber ohne viel Reserve. Bei der Anstiegszeitmessung mit einem

1-ns-Puls ergibt sich für den VP-5566A ein Wert von 5,8 ns brutto und 5,7 ns netto, was rückgerechnet 61,4 MHz ergibt. Das bestätigt die oberen Werte und weist darauf hin, daß der Panasonic Prüfung [6] schaffen wird: er schafft's.

Noch einmal zurück zum Eingangsteiler: ohne Schaltunterlagen zur Verfügung gehabt zu haben, muß man annehmen, daß beim Panasonic eingesamtig zunächst nur die drei dekadischen Teiler vorhanden sind, dann aktiv gepuffert wird und danach der 2er und 5er Teiler angeordnet ist. Nur so ist es nämlich zu erklären, daß ein vorn eingespeistes Signal immer noch auf dem Schirm sichtbar getriggert (!) werden kann, wenn man die Eingangskopplung auf GND stellt! Der sichtbare Effekt ergibt sich bei etwa 3 MHz im Bereich 1 V/div (100er Teiler und volle Verstärkung), wo von einem 8-div-Signal trotz Masseschluß noch 0,3 div durchkommen: das sind weniger als 30 dB Dämpfung!

In allen übrigen Details folgt der Panasonic ebenfalls dem standardmäßigen ostasiatischen Familiendesign. Auch hier finden wir einen Kanal 3 wie beim Kikusui, nur daß der Triggerpegelregler keinen Offset beisteuert – er regelt tatsächlich nur den Triggerpegel. Triggert man von einem der Eingangskanäle, zeigt Kanal 3 dasselbe (nämlich das Triggersignal), allerdings mit dem Faktor 1,3 verstärkt: Pegelablesungen sind also auch nicht möglich. Kanal 3 ist nur im Chop- oder Alternativen Modus verfügbar. Zum X/Y-Modus sind ebenfalls dieselben Bemerkungen wie oben zu machen, wobei man es beim Panasonic sowohl in der Bedienungsanleitung als auch am Gerät vorsichtshalber unterlassen hat, alle erforderlichen Einstellungen zu markieren. Der VP 5566A verfügt ebenfalls über zwei Zeitbasen, die Auswahl erfolgt durch Strahl-Highlighting. Da man auf die mechanische Kopplung der Stufenschalter verzichtet hat, kann man die 2. Zeitbasis auch auf längere Ablenkezeiten als die Hauptzeitbasis einstellen.

Philips PM 3055 (60 MHz)

Eine andere Bedieneroberfläche als gewohnt hat auch Philips' PM 3055. Eine Vielzahl von

Drucktasten, aufgeteilt in zwei Tastenfelder, eine großflächige, beleuchtete LCD-Anzeige und eine Anzahl Potis dienen zur Einstellung. Wer schnell eine Kurve auf den Schirm bringen möchte, betätigt einfach die Taste 'Auto Set' und erhält einige Perioden des Meßsignals dargestellt. Von da ausgehend ist es dann sehr einfach, Empfindlichkeit, Zeitablenkung und Triggerung so zu variieren, daß man die gewünschte Darstellung bekommt.

Eingangsempfindlichkeit der Y-Verstärker und die Bereiche der Zeitbasis werden über Schaltwippen in- beziehungsweise dekrementiert. Der PM 3055 verfügt über zwei Zeitbasen (MTB: Main Time Base und DTB: Double Time Base) sowie eine zusätzliche Schaltwippe für die Wahl der Verzögerung für die zweite Zeitbasis. Auch ist es möglich, zusätzlich auf die zweite Zeitbasis zu triggern; dabei kann man jeweils separat zwischen positiver und negativer Flanke wählen.

Auch sonst hat sich Philips in Hinblick auf Bedienungskomfort einiges einfallen lassen. Den X/Y-Modus erreicht man durch eine einzige Taste, und einen Blick auf das Triggersignal wirft man durch 'Trig View'. Hier stimmt allerdings, anders als bei den fernöstlichen Lösungen, der Maßstab exakt, und das Signal wird definitiv auf die Schirmmitte (Nulllinie) bezogen; man kann also tatsächlich ermitteln, worauf eigentlich getriggert wird. Außerdem ist die Darstellung nicht von irgendwelchen anderen Modi abhängig.

Die Parameter, die bei Wahl des Auto-Set-Modus berücksichtigt werden sollen, gibt man mittels eines Menüs vor. Das kann beispielsweise die gleichzeitige Aktivierung der zweiten Zeitbasis, des Mehrkanalbetriebes oder eines bestimmten Triggermodus (zum Beispiel TV-Triggerring) sein. Da das PM 3055 von außen über das IIC-Bus-Protokoll voll fernsteuerbar ist, besteht die Möglichkeit, es in automatische Meßaufbauten zu integrieren. Zur Auslösung der automatischen Einstellung Auto Set genügt ein externer Kontakt.

Die Genauigkeit des Y-Teils lag innerhalb der verfügbaren Meßgenauigkeit, das X-Teil konnte mit einer Abweichung < 0,5 % brillieren, und die

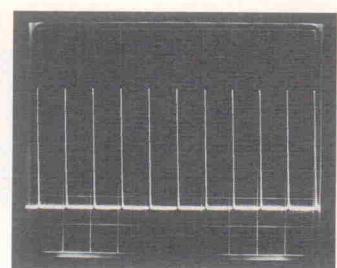


Bild 12. Zur Zeitbasismessung verwendet man Impulse, die aus einem Quarzgenerator abgeleitet sind. Durch Abweichung vom Bildschirmraster werden auch Unlinearitäten in der Darstellung erkennbar. [Bradley 192 Scope-Calibrator]

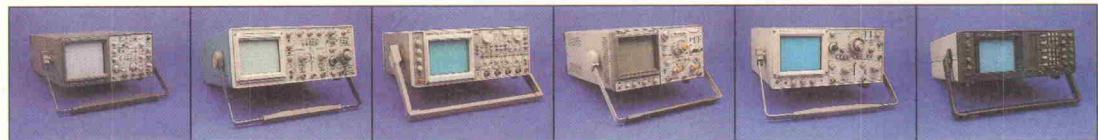
Anstiegszeit haben wir zu 4,4 ns bestimmt, entsprechend 79 MHz. Die Sinusbandbreite beträgt 74 MHz, allerdings ab 20 mV/div. Darunter (5 mV, 10 mV) bringt es der Philips auf 42 MHz Sinusbandbreite. Die Signalform bleibt beim Durchschalten erhalten, bekommt aber bei hochohmigem Abschluß einen leichten Peak. Unangenehm ist ein erkennbares Schwingen, das aus dem Gerät selbst kommt: es findet sich invariant immer an derselben Bildschirmstelle. Die Messungen [5] und [6] bewältigt der Philips problemlos, für [7] und [9] gibt es zufriedenstellende Ergebnisse.

Fazit

Es gibt eine fernöstliche Oszilloskop-Einheitsküche, ein paar Hersteller dort, die versuchen, sich durch eigene Leistung zu profilieren (Hung Chang, Kenwood, Iwatsu), Tektronix als Vertreter der amerikanischen Linie und die europäischen Schmieden wie Hameg, Metrix und Philips, in denen, bunt wie dieser Kontinent ist, jeder nach anderem Strickmuster arbeitet. Das ist auch gut so, denn Vielfalt hält die Features der Geräte hoch, den Wettbewerb aufrecht und ist der Beweis, daß es nicht nur ein Schema gibt, nach dem man Oszilloskope baut. Letztendlich dient diese Vielfalt dem Elektroniker-Kunden.

Wer nun ein Gerät für das Meßregal aussuchen muß, steht vor der Qual der Wahl. Unsere Testeindrücke kann man wie

60-MHz-Oszilloskope



Allgemeines	Hitachi V-660	Hung Chang 5506	Iwatsu SS 7606	Kikusui 5060	Panasonic VP 5566A	Philips PM 3055
Hersteller Type	Hitachi	Hung Chang	Iwatsu	Kikusui	Panasonic	Philips
Vertrieb	Direktvertrieb	Distributoren	Wavetek 8045 Ismaning	TGS Telsonik 5000 Köln	Dynatrade 4006 Erkrath	Fachhandel / Distributoren
Preis	2500,- + MwSt.	1748,- inkl. MwSt.	2990,- + MwSt.	1640,- + MwSt.	k. A.	3100,- + MwSt.
Y-Ablenkung						
Anzahl der Kanäle/ Hilfskanäle	2/1	2/1	2/2	2/1	2/-	2/-
Empfindlichkeit der Hauptkanäle	5 V... 2 mV	5 V... 5 mV	5 V... 5 mV	5 V... 5 mV	5 V... 5 mV	10 V... 2 mV
Nennbandbreite -3-dB-Frequenz (*)	60 MHz 88 MHz	60 MHz 66 MHz	60 MHz 75 MHz	60 MHz 71,4 MHz	60 MHz 62,7 MHz	60 MHz 74 MHz
X-Ablenkung						
Ablenkgeschwindigkeit der Hauptzeitbasis	0,5 s... 50 ns	0,5 s... 50 ns	0,5 s... 20 ns	0,5 s... 50 ns	0,5 s... 50 ns	0,5 s... 50 ns
Ablenkgeschwindigkeit der Zweitzeitbasis	50 ms... 50 ns	50 ms... 50 ns	50 ms... 20 ns	50 ms... 50 ns	50 ms... 50 ns	1 ms... 50 ns
Triggerempfindlichkeit (*)						
bei 50 kHz	0,14 div	0,2 div	0,5 div	0,15 div	0,3 div	0,35 div
bei f_g	0,4 div	0,9 div	0,4 div	0,7 div	0,5 div	0,6 div
Meßhilfen						
Readout	ja	-	ja	-	-	LC-Display
Cursor	-	-	$\Delta V, \Delta t, 1/\Delta t$	-	-	-

Bei den mit (*) gekennzeichneten Werten handelt es sich nicht um Herstellerangaben, sondern um im Test ermittelte Daten.

Weitere getestete Geräte*)

Hitachi 212

- 20-MHz-Klasse
- Y-Empfindlichkeit: 5 V...5 mV/div
- X-Ablenkung: 0,2 s...0,2 μ s/div
- Preis: 875 D-Mark zuzügl. Mwst.

ITT-Metrix OX 709

- 20-MHz-Klasse
- Y-Empfindlichkeit: 5 V...1 mV/div
- X-Ablenkung: 0,2 s...0,5 μ s/div
- Portable, Akkubetrieb
- Preis: 4150 D-Mark zuzügl. Mwst.

Tektronix 2205 GN

- 20-MHz-Klasse
- Y-Empfindlichkeit: 5 V...5 mV/div
- X-Ablenkung: 0,5 s...0,5 μ s/div
- Beam-Finder
- Preis: 1285 D-Mark zuzügl. Mwst.

Hameg HM-604

- 60-MHz-Klasse
- Y-Empfindlichkeit: 20 V...5 mV/div
- X-Ablenkung: 1 s...50 ns/div
- Delay-Trigger: 100 ms...0,1 μ s
- Preis: 1680 D-Mark zuzügl. Mwst.

*) Der Abdruck der Testergebnisse dieser Geräte unterbleibt ausschließlich aus redaktionellen Gründen.

folgt aufsummieren: Mit dem fernöstlichen Standardscope sind offensichtlich keine großen Blumentöpfe zu gewinnen, hier sollte man zugreifen, wenn man unter Preisdruck einkaufen muß. Dafür sollte dann die doppelte Zeitbasis auf alle

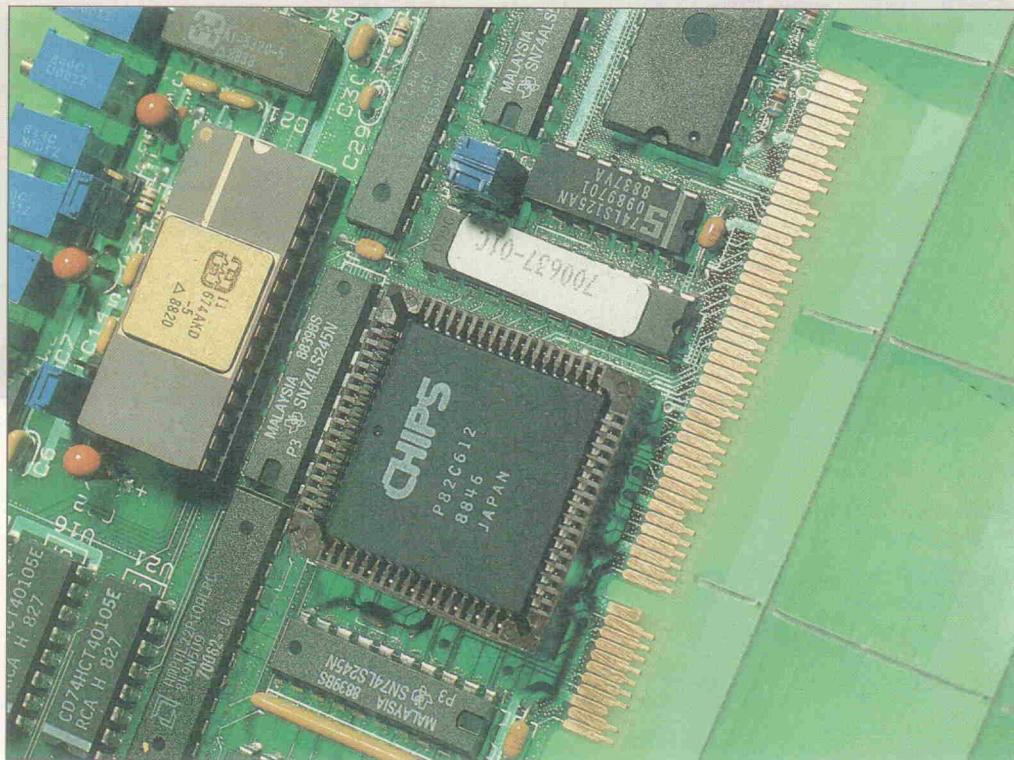
Fälle drin sein. Auch die amerikanische Low-Cost-Variante enttäuscht, denn unter dem renommierten Label hätte man Besseres erwartet; tatsächlich zeigen aber beide Geräte in vielerlei Punkten Unzulänglichkeiten. Enttäuscht hat trotz

ansprechendem Layout auch das Metrix. Erstaunlich gut, auch im Preis/Leistungsverhältnis, steht dagegen das kleine Hameg da – in den anderen Klassen bleiben Philips und Iwatsu als zu bevorzugende Modelle, gefolgt vom Ken-

wood für die Audiotechnik und Hung Chang für den Universalmeßplatz, übrig. Sie merken es: das portable Aron haben wir ausgeklammert. Es muß sich seine Lorbeeren wohl als netzunabhängiges Serviceinstrument verdienen.

Der Mikrokanal

Aufbau der IBM-Mikrokanal-Architektur



Christian Tänzler

Für schnelle PCs hat IBM den von vielen heißgeliebten Slot, dieses problemlos handhabbare Bussystem ohne Geheimnis, ad acta gelegt und durch den Mikrokanal ersetzt. Was dieser Bus leisten kann und wie er sich dem Entwickler von Erweiterungskarten präsentiert, zeigt dieser Beitrag.

Anstoß für die Einführung eines neudefinierten Bussystems bei IBM waren die Entwicklungen auf dem Markt. Bei 32-Bit-Prozessor-Busbreiten und gesteigerten Verarbeitungsgeschwindigkeiten konnte man mit dem für 8-Bit-Systeme entwickelten und danach für 16-Bit- μ Ps 'aufgebohrten' AT-Bus keinen Staat mehr machen. Mit einer maximalen Datenrate von 500 KByte/s wurde man auf keinen Fall dem Stand der Prozessortechnik gerecht.

**Schneller
und breiter**

Erhöhung des Datendurchsatzes mit schnelleren Buszyklen, Verbreiterung des Bus für Wortbreiten bis 32 Bit und 32-Bit-Adressierung sowie die Forderung, dem Einsatz intelligenter Subsysteme und dem Betrieb mit Multitasking-Anwendungen gerecht zu werden, dazu fehlen dem AT-Bus Signalleitungen. Dem naheliegenden Ansatz, wie schon einmal, den Bus zu erweitern, standen einige gewichtige Gründe entgegen.

Installationskräfte

Jeder, der des öfteren 'Karten-Jockey' bei einem AT-Board ist, kennt das ungute Gefühl beim Einsticken oder Herausziehen der Zusatzplatine: Hält das Motherboard? Beim Bedienen eines 16-Bit-Slots verbiegt sich die Systemplatine ganz erheblich. Die Erweiterung des AT-Adapters auf 32 Bit würde die auftretenden Installationskräfte unzumutbar erhöhen. Außerdem würde der Slot unter Beibehaltung des Kontaktasters und der Kontaktbreite extrem lang werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

Zur Steigerung des Systemdurchsatzes dient neben der Erweiterung der Bit-Breite des Busses auch die Erhöhung der Arbeitsfrequenz, mit der ein Rechner läuft. Unglücklicherweise steigt die Störstrahlung einer solchen Maschine nicht proportional mit der Erhöhung der Taktfrequenz, sondern qua-

dratisch. Verdoppelt man die Taktfrequenz, vervierfacht sich die Störstrahlung.

Ein probates Mittel, die Störstrahlung herabzusetzen, ist die Abschirmung des gesamten Gerätes mit einem geeigneten Gehäuse. Ein anderes sind konstruktive Maßnahmen an der Entstehungsstelle der Strahlung. Was bedeutet, daß sich in der Nähe jeder Signalleitung eine Signalmasseleitung befinden sollte. Beim AT-Bus ist die Signalpinaufteilung am Busverbinde ungünstig gelöst: Vorn und hinten im Slot befinden sich je eine Masseleitung, in der Mitte die Signalleitungen.

Eine Erweiterung des bestehenden 16-Bit-Busses kam aus den angeführten Gründen nicht in Frage.

Weiterhin hatte man sich überlegt, aus Gründen der Fernwartbarkeit und Verbesserung der Zuverlässigkeit alle mechanischen Einstellelemente von den Adapterkarten zu verban-

Adresse	/CD SETUP	Adreßbit A2 A1 A0	Funktion
100h	0	0 0 0	Identifikations-Byte (LSB)
101h	0	0 0 1	Identifikations-Byte (MSB)
102h	0	0 1 0	POS-Daten Byte 1
103h	0	0 1 1	POS-Daten Byte 2
104h	0	1 0 0	POS-Daten Byte 3
105h	0	1 0 1	POS-Daten Byte 4
106h	0	1 1 0	Subadreßbereich (LSB)
107h	0	1 1 1	Subadreßbereich (MSB)

Tabelle 1. Die Registeradressen der programmierbaren Funktionsselektion mit der zugehörigen I/O-Dekodierung.

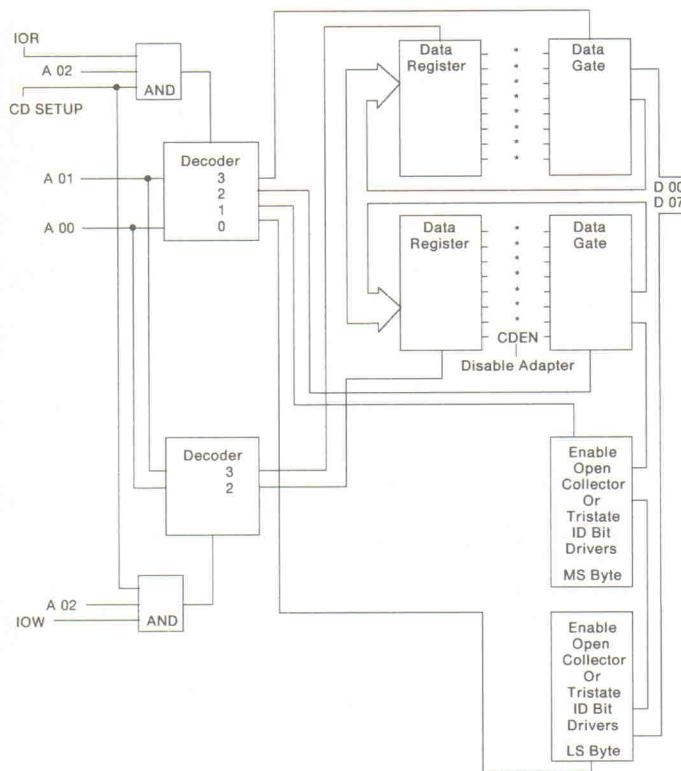


Bild 1. Die prinzipielle POS-Realisierung.

Ohne Jumper und Schalter: POS

Programmable Option Select sind die Zauberworte, die Jumper für Kartenadresse und Interruptwahl auf MCA-Karten überflüssig werden lassen.

Zu jeder MCA-Karte gehört eine Diskette mit einer Adapter-Beschreibungsdatei (Adapter Description File). In ihr sind sämtliche Informationen, beispielsweise für einen I/O-Betrieb enthalten. Diese Daten werden in einem batteriegepufferten SRAM gespeichert und bei jeder Systeminitialisierung mit den Konfigurationsdaten, die sich in Registern auf den Zusatzkarten befinden, verglichen. Wichtig sind in diesem Zusammenhang die Adresse

96h, das Kanal-Auswahlregister und die Adressen 100h...107h, die POS-Register. Tabelle 1 zeigt die POS-Register und ihre Dekodierung. Eine prinzipielle Realisierung der POS-Hardware auf einem Adapterboard ist in Bild 1 dargestellt.

Adapterdefinitionsdatei (ADF)

Jeder MCA-Adapterkarte ist auf Diskette ein Adapter Definition File (ADF) beigefügt. Ohne diese Datei ist keine Karte am Mikrokanal zu betreiben.

Das ADF wird auf die zugehörige Referenz-Diskette kopiert und ein Setup des Rechners durchgeführt.

```
;National Instruments
;Adapter Description File for the MC-MIO-16
;
;card id
AdapterId 05EDFh
;
;card name
AdapterName "National Instruments MC-MIO-16"
;
;number of POS bytes used by MC-MIO-16
NumBytes 4
;
;select base address
NamedItem
    Prompt "I/O Base Address for MC-MIO-16"
    choice "IOBase C000" pos[1] = 11000001b io 0C000h-0D004h
    choice "IOBase E000" pos[1] = 11010011b io 0E000h-0F004h
    choice "IOBase 2000" pos[1] = 00010011b io 02000h-03004h
    choice "IOBase 4000" pos[1] = 01000001b io 04000h-05004h
    choice "IOBase 6000" pos[1] = 01010011b io 06000h-07004h
    choice "IOBase 8000" pos[1] = 10000001b io 08000h-09004h
    choice "IOBase A000" pos[1] = 10010011b io 0A000h-0B004h
;
;Help
    "The MC-MIO-16 can be assigned one of 7 different I/O base addresses. This assignment need only be changed if it is in conflict with another assignment. Conflicting assignments are marked with an asterisk and must be changed in order to use the MC-MIO-16 adapter. If you are in the 'Change Configuration' window, use the F5=Previous and the F6=Next keys to change the MC-MIO-16 Base I/O address assignment."
;
;select interrupt level
NamedItem
    Prompt "Interrupt Level for MC-MIO-16"
    choice "Int_5" pos[0] = 0xxxxxxb int 5
    choice "Int_10" pos[0] = 01xxxxxxb int 10
    choice "Int_11" pos[0] = 10xxxxxxb int 11
    choice "Int_15" pos[0] = 11xxxxxxb int 15
;
;Help
    "The MC-MIO-16 can be assigned one of four interrupt levels. This assignment need only be changed if a different priority level is needed. If you are in the 'Change Configuration' window, use the F5=Previous and the F6=Next keys to change the MC-MIO-16 Interrupt Level assignment."
;
; select arbitration level
NamedItem
    Prompt "Arbitration Level for MC-MIO-16"
    choice "Level_1" pos[3]=XX1X0001b arb 1
    choice "Level_2" pos[3]=XX1X0010b arb 2
    choice "Level_3" pos[3]=XX1X0011b arb 3
    choice "Level_0" pos[3]=XX1X0000b arb 0
    choice "Level_4" pos[3]=XX1X0100b arb 4
    choice "Level_5" pos[3]=XX1X0101b arb 5
    choice "Level_6" pos[3]=XX1X0110b arb 6
    choice "Level_7" pos[3]=XX1X0111b arb 7
;
;Help
    "The MC-MIO-16 can be assigned one of eight DMA Arbitration levels. This assignment need only be changed if it is in conflict with another assignment or a different priority level is needed. Conflicting assignments are marked with an asterisk and must be changed in order to use the MC-MIO-16 adapter. If you are in the 'Change Configuration' window, use the F5=Previous and the F6=Next keys to change arbitration level assignments."
;
;select part number
NamedItem
    Prompt "MC-MIO-16 Type/Part Number"
    choice "MC-MIO-16L-9 /180650-01" pos[0] = xxxx00xb
    choice "MC-MIO-16L-15/180650-02" pos[0] = xxxx001xb
    choice "MC-MIO-16L-25/180650-03" pos[0] = xxxx010xb
    choice "MC-MIO-16H-9/180650-11" pos[0] = xxxx100xb
    choice "MC-MIO-16H-15/180650-12" pos[0] = xxxx101xb
    choice "MC-MIO-16H-25/180650-13" pos[0] = xxxx110xb
;
;Help
    "The MC-MIO-16 is available in three conversions speeds and two gain ranges for a total of 6 combinations. If you are in the 'Change Configuration' window, use the F5=Previous and F6=Next keys to change the MC-MIO-16 part number until it matches the part number printed on your MC-MIO-16 board along the top edge on the component side."
```

Listing 1. Beispiel einer Adapterbeschreibungsdatei. Es wird für die Installation der in Bild 7 gezeigten Multifunktionskarte benötigt.

Listing 1 zeigt ein Beispiel anhand der Konfigurationsdatei für eine 16-Bit-Multifunktionskarte (Bild 2) von National Instruments.

Der Name des AD-Files auf der Diskette hat folgendes Format: @IDNummer.adf, wobei die IDNummer die ASCII-Form

der Kartenidentifikationsnummer mit vorangestelltem Highbyte (POS-Register 1, I/O-Adresse 101h) ist. Der Dateinhalt selbst muß im ASCII-Format vorliegen.

Die Karten-ID-Nummer des NI-Boards ist 05EDFh mit vorangestelltem Highbyte. Diese

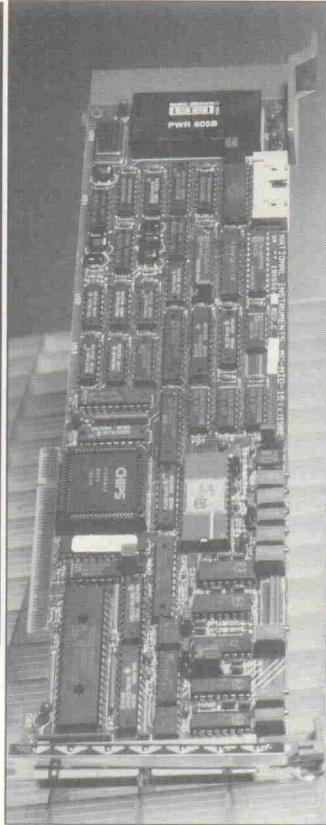


Bild 2. National Instruments MC-MIO-16. Die MC-MIO ist eine MCA-Multifunktionskarte mit 16-Bit-Slotstecker. Wie von IBM vorgegeben ist der Busanschaltungsbereich völlig jumperfrei, auch die vorgeschriebene Aufbauhöhe von 1,5 cm wird an keiner Stelle überschritten.

Angabe muß in jedem AD-File vorliegen.

Als zweite Eintragung ist der Adaptername eine unverzichtbare Angabe für die Installation. In diesem Beispiel ist es: National Instruments MC-MIO-16.

Die Angabe NumBytes gibt, falls belegt, die Anzahl der benötigten POS-Bytes an (I/O-Adressen 102h...105h). Diese werden dann mit den vom Anwender gewählten Funktionen, die hinter dem Schlüsselwort 'NamedItem' stehen, beziehungsweise deren Bitmustern geladen.

Alle Texte, die sich hinter einem Semikolon befinden, sind Kommentare, die die Installation nicht berühren. Texte hinter dem Schlüsselwort 'Help' sind Hilfe-Texte, die vom Installationsprogramm angezeigt werden.

Pegelgesteuerter Interrupt

Im Gegensatz zur flankengesteuerten Interrupt-Signalisierung wird ein Interrupt auf dem Mikrokanal mit einem Low-Pegel gemeldet.

Eine Interrupt-Sequenz läuft folgendermaßen ab:

1. Die Adapter-Hardware setzt Interrupt-Leitung X und gleichzeitig ein Schreib/Leseregister auf dem Board.
2. Der Interrupt-Controller (Prioritäten siehe Abschnitt 'Signale am Mikrokanal') gibt diese Meldung an den Prozessor weiter.
3. Die Interrupt-Behandlungsroutine liest nacheinander das auf den Adapterkarten vorhandene Interrupt-Register jedes Boards. Ist die zuständige Karte erkannt, startet die Service-Routine.
4. Die Adapter-Hardware löscht das Interrupt-Latch und nimmt die Reset-Meldung vom Bus.

Die pegelabhängige Form der Interruptmeldung hat den Vorteil, daß jede IRQ-Leitung von mehreren Karten genutzt werden kann (Bild 3).

Der Steckverbinder

Es existieren drei Typen des Mikrokanal-Steckverbinder (Bild 4): die 16-Bit-Bauform, der 16-Bit-Stecker mit Videoerweiterung sowie die 32-Bit-Bauform.

Auf die 116 Pins des 16-Bit-Slots sind 77 Signal-, 20 Stromversorgungs- und Masse- sowie vier sogenannte reservierte Leitungen verteilt. Der Video Auxiliary Connector, der sich – wenn überhaupt – nur einmal auf dem Systemboard befindet, hat 15 Signalleitungen und fünf auf Masse gelegte Pins.

Für die 32-Bit-Erweiterung kommen zu den Signalen des 16-Bit-Slots noch 31 Signal-, 15 Versorgungs- und Masseleitungen sowie 16 reservierte Pins hinzu. Außerdem sind über dem 8-Bit-Bereich noch drei Pins für die Matched-Memory-Funktion sowie zwei für Masse- und drei für IBM-Zwecke angeordnet.

Diese Steckverbinder tauchen zur Zeit nur in den PS/2-Modellen 50, 60 und 80 auf. Im Modell 50 befinden sich drei 16-Bit-Slots und ein Video-

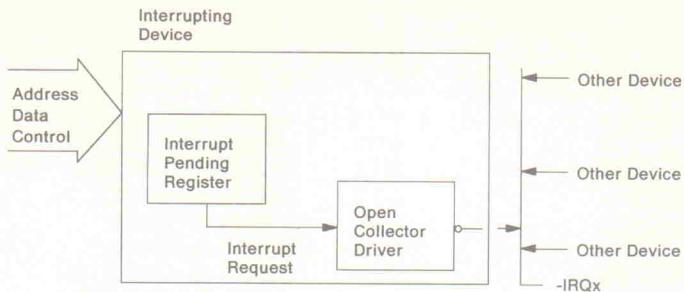


Bild 3. Der Vorteil der Interruptmeldung mit einem Signalpegel: Mehrere Adapter-Boards können die gleiche IRQ-Leitung benutzen.

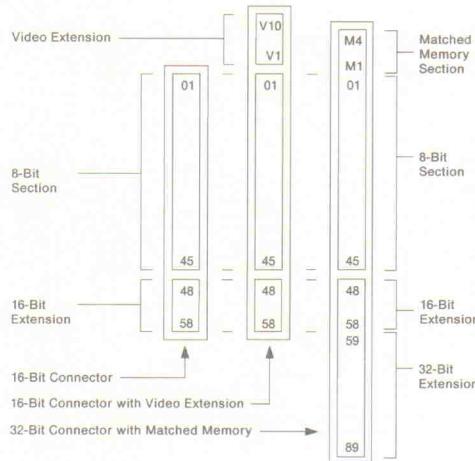


Bild 4. Der Mikrokanal präsentiert sich in drei Erscheinungsformen und ist durch fünf Bereiche gekennzeichnet: 8-, 16- und 32-Bit-Bereich, Video- und Matched-Memory-Erweiterung.

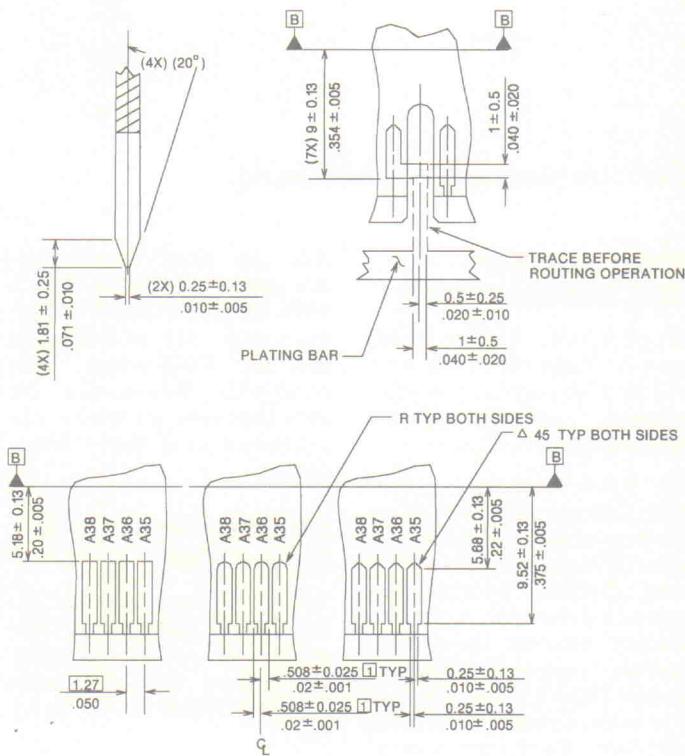


Bild 5. Das sorgfältige Design im Steckerbereich von Adapterkarten wird den Entwicklern seitens IBM besonders ans Herz gelegt.

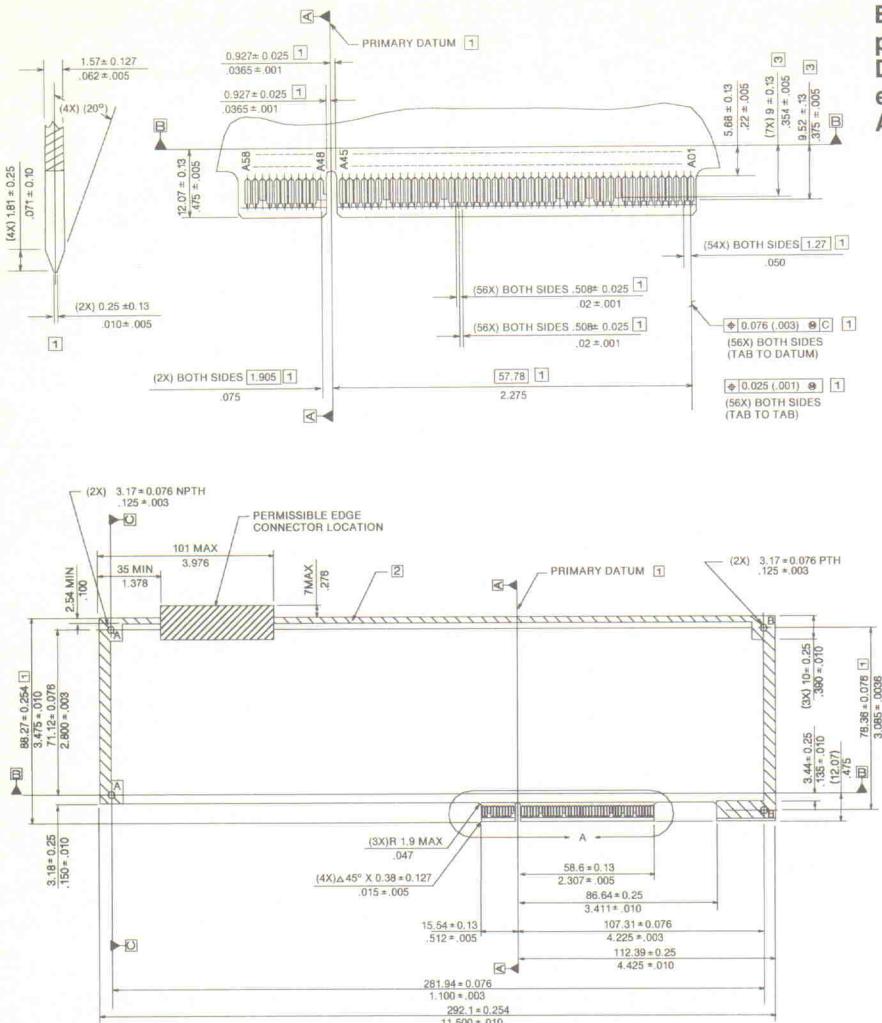


Bild 6. Die physikalischen Dimensionen einer MCA-Adapterkarte.

Um MCA-Kompatibilität zu gewährleisten, sind folgende Entwicklungsvorgaben ein Muß:

- Bei jeder I/O-Adapterkarte müssen alle 16 Bit der Adresse dekodiert sein.
- 24 Bit der Speicheradresse und MADE 24 (siehe Abschnitt Mikrokanal-Signale) müssen bei einer Memory-Karte dekodiert sein.
- Für 32-Bit-Speicheradapter müssen die 32 Bit der Adresse behandelt werden, wenn MADE 24 (siehe Abschnitt Mikrokanal-Signale) nicht aktiv ist.
- Auf Adapterkarten müssen alle Schalter und Jumper durch Register ersetzt werden sowie die POS-Logik realisiert sein.
- Eine Zusatzkarte muß sich am Bus mit einer Card-ID identifizieren können.

Signale am Mikrokanal-Slot

adapter, im 60er Modell ein Videoadapter und sieben Slots mit 16-Bit-Breite. Einzig das Modell 80 verfügt über 32-Bit-Adapterstecker, und zwar über drei Stück, sowie über vier Sechzehner- und über einen Videoadapter.

MCA-Karten-Dimensionen

Vom Platinenlayout gesehen, geht es auf dem Teil der Adapterkarten, die für den Kontakt zum Mikrokanal zuständig sind, gedrängt zu. 45 Kontakte pro Seite wollen auf etwa 57 mm Länge eines 8-Bit-Abschnitts verteilt sein. Die Abmessungen der Kontakte und der Schlüsselausbrüche zeigt Bild 5.

Die Kartendimensionen (Bild 6) einer MCA-Karte sind auf die Bedürfnisse der SM-Technologie abgestimmt. Im Vergleich zu AT-Karten mit voller Länge und Höhe stehen mit etwa 220 cm² nutzbarer Fläche etwa 40 % weniger Platz für Bauteile zur Verfügung. Hält man

sich an IBM-Empfehlungen wird man auf beiden Platinenseiten auch noch in der Aufbauhöhe beschränkt: Bauteile auf der Bestückungsseite dürfen nur 15 mm, auf der Lötsseite nur 2 mm über das Board herausragen.

Hatte man in PC-Zeiten Schwierigkeiten, entsprechende Rückwand-Befestigungswinkel für Zusatzkarten zu be-

schaffen, sind diese Zeiten nun vorüber. Der MCA-Adapter-Winkel ist eine Klammer, sieht zwar kompliziert aus, es gibt aber nur eine Bauform. Hinzugekommen sind zwei Plastik-Elemente: der sogenannte Retainer (hier packt man beim Kartenaußbau am Kartenende an) und ein Halter für die Befestigung an der Rückwand des Rechners (Bild 7).

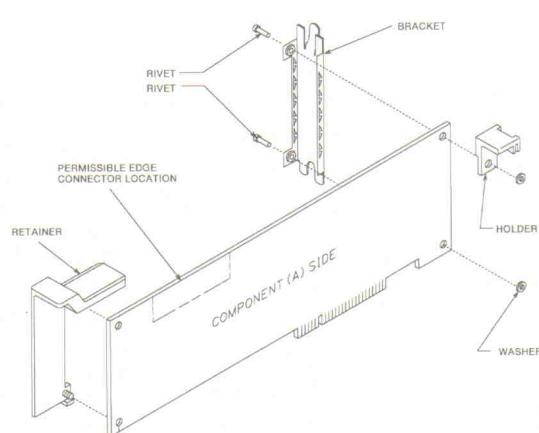


Bild 7. Zusätzliche Bestandteile einer typischen MCA-Karten-Ausrüstung.

D0... D15. Datenbits 0... 15. 8-Bit-Karten benutzen zum Datentransfer das Lowbyte D0... D7.

-ADL. Adress Decode Latch. Die anliegende Adresse ist, während ADL aktiv ist, stabil.

-CD DS 16. Card Data Size 16. Das Signal wird von 16/32-Bit-Speicher-, I/O- und externen DMA-Controllern erzeugt, um dem Motherboard mitzuteilen, daß Datentransfers mit 16-Bit-Datenwörtern vorgenommen werden. Das CD-DS-16 ist kein Bussignal, sondern kommt separat von den Slots.

-DS 16 RTN. Data Size 16 Return wird aktiv, wenn im System das CD-DS-16-Signal gesetzt wurde. Dem derzeitigen Busmaster ist somit die aktuelle Übertragungswortbreite bekannt.

-SBHE. System Byte High Enable. Dieses Signal wird von 16-Bit-Karten zur Kennzeichnung einer Übertragung des Highbytes (D8...D15) einge-

setzt. Es wird nicht von 8-Bit-Slaves ausgewertet.

MADE 24. Memory Adress Enable 24. MADE 24 inaktiv kennzeichnet während einer Speicheroperation den Zugriff auf einen Bereich größer 16 MByte.

M-/IO. Memory-/Input Output dient zur Unterscheidung einer Speicher- von einer I/O-Operation. M-/IO = High = Speicherzyklus.

-S0, -S1. Status Bits 0 und 1. Gemeinsam mit dem M-/IO-Signal bestimmt der Busmaster mit diesen Bits den jeweiligen Busstatus wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

-CMD. Command. Die fallende Flanke dieses Signals kennzeichnet das Ende eines Buszy-

M/IO	S0	S1	Funktion
0	0	0	Reserviert
0	0	1	I/O Write
0	1	0	I/O Read
0	1	1	Reserviert
1	0	0	Reserviert
1	0	1	Memory Write
1	1	0	Memory Read
1	1	1	Reserviert

klus. Für Master-Schreiboperationen ist das Datum gültig, solange CMD aktiv ist. Für einen Lesezyklus gilt: die steigende CMD-Flanke zeigt an, daß der Slave die Daten auf den Bus gibt, sie müssen bis zur fallenden Flanke stabil bleiben.

-CD SFDBK. Card Selected Feedback. Diese Rückmeldeleitung einer Speicher- oder I/O-Karte wird als Acknowledge gesetzt, wenn die angesprochene(n) Adresse(n) mit Funktion belegt ist (sind). CD SFDBK ist kein Bussignal, es wird separat an jeden Slot geführt.

CD CHRDY: Channel Ready.
Auch dieses Signal ist für jeden
Kanal einmal vorhanden. Nor-
malerweise ist die Leitung aktiv

(High). Auf Low gezogen wird der Buszyklus verlängert, bis CHRDY wieder aktiv ist. Die maximale Verzögerungszeit beträgt 3,5 µs.

CHRDYRTN. Channel Ready Return. UND-Verknüpfung aller CD-CHRDY-Meldungen. Dieses Signal meldet mit High-Pegel einem Busmaster den Bus CHRDY aktiv.

ARB0... ARB3. Arbitration Bus Priority Levels 0... 3 sind die Adressen der 16 möglichen Busmaster von denen 8 für Adapter reserviert sind.

terkarten zur Verfügung stehen. Die Priorität ist aufsteigend, Adresse Oh hat die höchste, Adresse Fh die niedrigste Priorität. Einheiten, die den Bus kontrollieren möchten, können dies mit ihrer ARB-Adresse anmelden, wenn das Signal ARB-/GNT High-Pegel hat.

ARB-/GNT. Arbitrate/-Grant wird vom CACP (Central Arbitration Control Point) auf dem Motherboard gesteuert. Während ARB-/GNT High-Pegel hat, können Busmaster ihre Prioritätskonflikte austragen.

-PREEMPT. Preempt. Alle Einheiten, die Busmaster wer-

den wollen, legen diesen Anschluß auf Low. Dem aktiven Busmaster ist dies jedoch nicht erlaubt.

-BURST. Burst. Die Aktivierung dieser Leitung durch die Busmaster signalisiert der CACP, daß die Nutzung des Mikrokanals für schnelle Blocktransfers (Burst Cycle) geplant ist. Es muß während der Datenübertragung, spätestens bei Beendigung des letzten Transferzyklus, zurückgenommen werden.

-TC. Terminal Count. Dieses Signal wird bei der Übertragung des letzten Blocks eines DMA-Transfers vom aktuellen Busmaster gesetzt.

**-IRQ3... 7, -IRQ9... 12,
-IRQ14, -IRQ15.** Interrupt Re-
quest Bus Interrupt Unit

quest. Bus-Interrupt-Leitungen. Dabei hat IRQ9 die höchste, IRQ7 die niedrigste Priorität mit der Reihenfolge 9...12, 14, 15, 3...7. Die Signale werden als Pegel detektiert, was mehreren Quellen erlaubt, die gleiche IRQ-Leitung zu nutzen.

-CD SETUP. Card Setup ist kein Bussignal. Es wird von

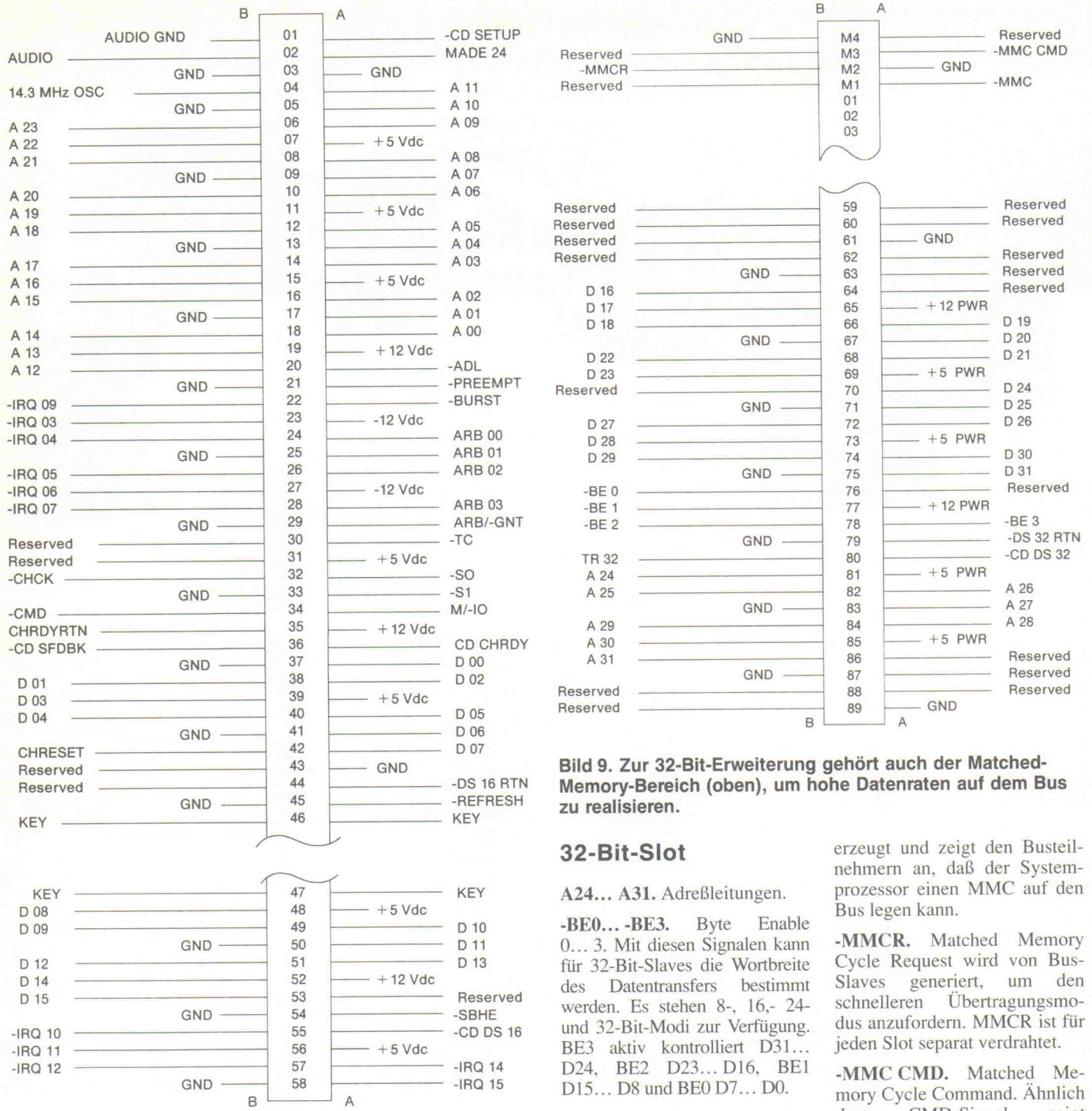


Bild 8. Die Anordnung der Signale im 8-Bit-Bereich und in der 16-Bit-Erweiterung (unten). Um die EMV zu verbessern, sind in der Nähe aller Signalleitungen Masseleitungen angeordnet.

der Zentraleinheit zur Adapterkarten-Initialisierung benutzt.

-CHCK. Channel Check aktiv zeigt einen Fehler auf einem Slave-Board an.

AUDIO. Audio Sum Node. Diese Leitung dient quasi der Übertragung von Audiosignalen zum Lautsprecher des System-Boards oder zu anderen Adapterkarten.

AUDIO GND. Audio Ground. Separate Masseleitung für den

Audio Sum Node.

OSC. Oszillator. Clock-Signal mit einer Frequenz von 14,31818 MHz $\pm 0,01\%$.

CHRESET. Channel Reset. Resetsignal, das während einer Power-on-Sequenz oder durch ein Programm erzeugt wird.

REFRESH. Refresh. Dieses Signal zeigt einen momentan anliegenden Refresh-Zyklus des RAM-Bereichs an.

Bild 9. Zur 32-Bit-Erweiterung gehört auch der Matched-Memory-Bereich (oben), um hohe Datenraten auf dem Bus zu realisieren.

32-Bit-Slot

A24... A31. Adreßleitungen.

-BE0... -BE3. Byte Enable 0...3. Mit diesen Signalen kann für 32-Bit-Slaves die Wortbreite des Datentransfers bestimmt werden. Es stehen 8-, 16-, 24- und 32-Bit-Modi zur Verfügung. BE3 aktiv kontrolliert D31... D24, BE2 D23... D16, BE1 D15... D8 und BE0 D7... D0.

D16...D31. Daten Bits 16...31.

-CD DS 32. Card Size 32 ist wie CD DS 16 kein Bussignal und zeigt den 32-Bit-Bus an.

-DS 32 RTN. Data Size 32 Return wird aktiv, wenn das CD-DS-32-Signal gesetzt wurde. Dem derzeitigen Busmaster ist somit die aktuelle Wortbreite des Adapters bekannt.

TR 32. Translate 32. Bei High-Pegel dieses Signals werden BE0...BE3 vom Motherboard gesteuert, andernfalls übernimmt dies der jeweilige 32-Bit-Busmaster.

-MMC. Matched Memory Cycle wird vom Motherboard

erzeugt und zeigt den Busteilnehmern an, daß der Systemprozessor einen MMC auf den Bus legen kann.

-MMCR. Matched Memory Cycle Request wird von Bus-Slaves generiert, um den schnelleren Übertragungsmodus anzufordern. MMCR ist für jeden Slot separat verdrahtet.

-MMC CMD. Matched Memory Cycle Command. Ähnlich dem CMD-Signal zeigt MMC CMD die Gültigkeit der Daten während eines MMC an.

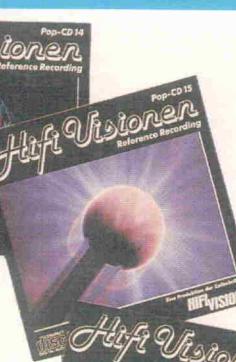
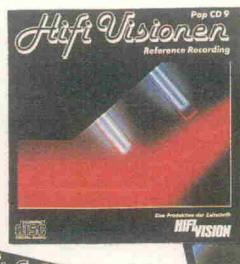
Literatur

Personal System/2, Model 80, Technical Reference, IBM

Carberry, Heath, Die IBM Mikrokanal-Architektur aus der Sicht des Designers, aus: Busarchitekturen für Computersysteme, S. 19 ff., München 1989, Markt & Technik Verlag

Georg Morrow, Der Mikrochannel, aus: Busarchitekturen für Computersysteme, S. 13 ff., München 1989, Markt & Technik Verlag

Die HIFI VISIONEN-CDs: Eine außergewöhnliche Edition in perfekter Klang-Qualität für verwöhrte HiFi-Genießer.



POP-CD 7

1. Vermillion Pencil The Nits
2. When Your Heart Is Weak Cock Robin
3. No One To Depend On Santana
4. More Than A Feeling Boston
5. The Cold Eye The Nits
6. Kalt wie'n Stein Herwig Mitteregger
7. Death Wish Herbie Hancock
8. War Of The Gods Billy Paul
9. Glaspalast Spliff
10. Do A Thing Herbie Hancock
11. The Final Count-down Europe

POP-CD 8

1. Thriller Michael Jackson
2. Talking In Your Sleep The Romantics
3. Africa Toto
4. The Rain Oran „Juice“ Jones
5. That Ole Devil Called Love Alison Moyet
6. See The Day Dee C. Lee
7. Footprint The Nits
8. Come Back And Stay (Extended Club Mix) Paul Young
9. Dust In The Wind Kansas
10. Smooth Operator Sade
11. Everything She Wants Wham!
12. Labyrinth Spliff
13. Walter And Connie The Nits

POP-CD 9

1. Oh Girl Boy Meets Girl
2. Ask The Lord Hipsway
3. Staying Alive Bee Gees
4. Banana Republic Boomtown Rats

5. Freeze Frame Godley & Creme
6. The Honeythief Hipsway
7. The Hardest Thing Rubber Rodeo
8. The Captain Of Her Heart Double
9. Moonshine Still Phil Carmen
10. Blue Eyes Elton John
11. Mr. Robot Styx
12. In Jeopardy Roger Hodgson
13. Wright And Wrong Joe Jackson
14. Don't Blame Me Eric Clapton

POP-CD 10

1. I Won't Let You Down Ph. D.
2. Drive The Cars
3. One Of These Nights The Eagles
4. Monotone Ideal
5. Take On Me A-ha
6. The Second Time Kim Wilde
7. Silent Running Mike & The Mechanics
8. Less Cities, More Moving People The Fixx
9. Sweet Home Alabama Lynyrd Skynyrd
10. Lovemachine Supermax
11. Born To Be Wild Steppenwolf

POP-CD 11

1. Johnny B Hooters
2. Bike In Head The Nits
3. Just Around The Corner Cock Robin
4. Precious Little Diamond Fox The Fox
5. 1980-F After The Fire Rosalie Spliff

7. Tanz auf dem Vulkan Nena
8. Sexual Healing Marvin Gaye
9. Invisible Alison Moyet
10. Hang On To Your Love Sade
11. The Partisan Leonard Cohen
12. Medley: Singing Winds, Crying Beasts/ Black Magic Woman/Gipsy Queen Santana
13. Rosanna Toto
14. Hope You're Feeling Better Santana
15. Rudi (Maxi-Version) Herwig Mitteregger

POP-CD 12

1. Falling Down The Mountain (Kiss The Dirt) Inxs
2. The Rhythm Divine Yello
3. Jackie Blue Ozark Mountain Daredevils
4. Hey Lord, Don't Ask Me Questions Graham Parker And The Rumour
5. Hot Youth Steve Harley
6. The Bet Alfie's Ball
7. Tainted Love/ Where Did Our Love Go (Maxi-Version) Soft Cell
8. Forbidden Hipsway
9. The Night You Murdered Love ABC
10. Golden Brown The Stranglers
11. Upon A Thread Hipsway
12. Come Back J. Geils Band
13. Voyageur Kim Carnes
14. Someone's Coming Steve Harley

POP-CD 13

1. Love Don't Live Here Anymore (Extended Version) Jimmy Nail
2. Love Blonde (Maxi-Version) Kim Wilde

3. Looks, Looks, Looks The Sparks
4. Slave To Love Bryan Ferry
5. All The Things She Said Simple Minds
6. Magic Sticks - I've Got The Beat George Kranz
7. Going Back To My Roots Odyssey
8. Arizona Sky China Crisis
9. Shattered Dreams Johnny Hates Jazz
10. Mistaken Identity Kim Carnes
11. Heavy Load Free
12. Love Is The Drug Roxy Music
13. Don't You Love Me Anymore Joe Cocker
14. Cocaine In My Brain Dillinger
15. Dance With Me Earl Klugh

POP-CD 14

1. Work For Love Ministry
2. Sketches Of Spain The Nits
3. Ayla Flash And The Pan
4. Picture Book Simply Red
5. All You Zombies The Hooters
6. Curse Of The Traveller Chris Rea

Bitte liefern Sie mir folgende HIFI VISIONEN:

<input type="checkbox"/> Pop-CD 7	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 8	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 9	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 10	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 11	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 12	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 13	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 14	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> Pop-CD 15	à DM 35,- =	_____
<input type="checkbox"/> BEST OF POP	à DM 35,- =	_____

= zuzüglich DM 3,- für Porto und Verpackung

Die Auslieferung von HIFI VISIONEN erfolgt nur gegen Zahlungsnachweis. Bitte fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck (Euroscheck) oder den Einlieferungsschein einer Bareinzahlung auf das Konto der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408, bei.

Vor- und Nachname _____

Straße _____

PLZ _____

Datum _____

Unterschrift _____

Coupon an: eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

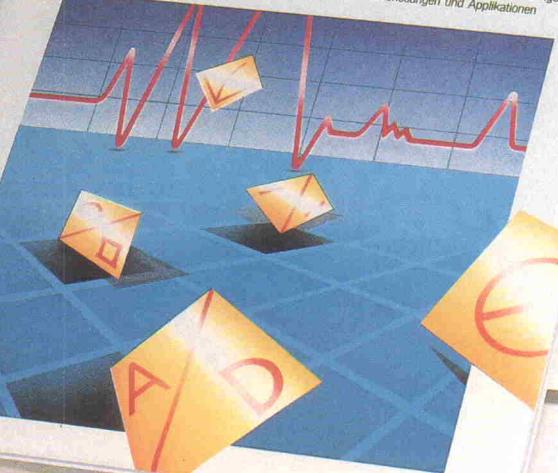
Erfolgreich MESSEN, STEUERN, REGELN

inkl. SPS-Simulations-
programm (voll Simatic
Step 5 kompatibel)

MESSEN, STEUERN, REGELN MIT IBM-KOMPATIBLEN PCS

H. MAIER, A. PIOTROWSKI

- Verfahren zur computergesteuerten Meß- und Regeltechnik
- Tools, Utilities und Grafik-Bibliothek
- detaillierte MSR-Systembeschreibungen
- Musterlösungen und Applikationen

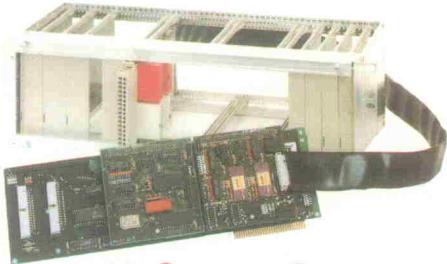


Dieses neue Nachschlagewerk bietet Ihnen u.a.:

- Theorie und Praxis der MSR-Technik
- Bausteine der Meßdaten-Erfassung mit PCs
- Funktionsbeschreibungen und Bauanleitungen von PC-Erweiterungskarten
- SPS-Programmierung inklusive Simulationsprogramm
- Utilities und Softwarelösungen auf Diskette

Ihr PC als präzises MSR-Instrument

Dieses neue Nachschlagewerk zeigt Ihnen, wie Sie mit Ihrem PC/XT/AT
● Meßwerte komfortabel und exakt erfassen, auswerten und einsetzen (z.B. zur Prozeßsteuerung);
● Steuerungsabläufe effektiv verarbeiten;
● Regelungssysteme für den praktischen Einsatz entwickeln.



Meßwert-Erfassung und -auswertung mit PCs

Anwenderbezogene Beispiele mit aussagekräftigen Illustrationen liefern Ihnen wertvolles PC-Know-how als Voraussetzung für universelles MSR: Aufbau des 80286, Real Address Mode, Protected Virtual Address Mode, Speicheraufteilung und -belegung, Interrupt-Behandlung, DMA-Steuerung für allgemeine Ein-/Ausgabe von analogen und digitalen Signalen.

Weiterverarbeitung der PC-erfaßten Meßwerte

Die Kommunikation zwischen PC und Meßwert-Erfassungseinheit erfolgt über den direkten Lese- und Schreibzugriff des Mikroprozessors. Um Datenverkehr und Kommunikation zu synchronisie-

ren, bedarf es bestimmter Programmiertechniken, die wir Ihnen Schritt für Schritt vermitteln, u.a.

- Direktadressierung (anhand zahlreicher Beispieldlösungen);
- interruptgesteuerter Speicherzugriff auf Peripheriegeräte (z.B. Backgroundprogramme durch Timer-Interruptsteuerung);
- gepufferte Ein- und Ausgabe;
- verschiedene Möglichkeiten der digitalen und analogen Signalbeschaltung.

So stellen Sie sich Ihr System zur Meßwert-Erfassung zusammen...

Das Werk beschreibt ausführlich die wichtigsten Komponenten der Meßdaten-Erfassung mit PCs. Einen Schwerpunkt bildet dabei die analoge Signalumsetzung mittels A/D- und D/A-Wandler. Weiterhin verfügen Sie über die Grundbausteine zur Erfassung digitaler Ein-/Ausgabesignale sowie über Frequenz- und Impulsweite.

Zahlreiche Blockschaltbilder vermitteln Ihnen die Bau- und Funktionsweisen typischer PC-Einsteckkarten. Darüber hinaus zeigen Ihnen Struktogramme, wie Funktionsprogramme für unterschiedliche PC-Karten aufgebaut sind.

... und wenn Sie selbst Karten bauen wollen:

Wir bieten Ihnen praxiserprobte Bauanleitungen für eine universelle Meßperipherie, wobei Sie selbst bestimmen, welche Meßwert-Komponenten Sie einsetzen.

Einerlei, ob Sie Wege, Temperaturen, Dehnungen, Frequenzen, Zeiten oder andere physikalischen Größen messen wollen – wir stellen Ihnen anspruchsvolle Lösungen namhafter Hersteller vor.

Selbstverständlich sind alle Komponenten und Bauteile ausführlich dokumentiert, u.a. mit Bezugsquellenverzeichnis, Kenndaten, Aufbauhinweisen, Schaltungsbeschreibungen, Test- und Systemprogrammen, Hinweisen zur Fehlerbehebung sowie Tips für den weiteren Systemausbau.

Theorie und Praxis von Steuerungsabläufen

Sie erhalten detailliertes Know-how über Binäre Signal-Verknüpfungen, die Anwendung von Zeit- und Zählfunktionen sowie deren Kombination zur Lösung von steuerungstechnischen Grundproblemen. Zudem ermöglichen Ihnen praxisgerechte Beispiele, die Theorie sofort in die Tat umzusetzen (z.B. Steuerung eines Aufzugs oder Füllstandsüberwachung in einem Behälter). Die Gliederung der Beispiele in Betriebsart, Ablauf, Befehlsausgabe und Musterprogramm garantieren Ihnen die Übersichtlichkeit sämtlicher Lösungen.

SPS-Programmierung – nicht nur für Einsteiger!

Speicherprogrammierbare Steuerungen besitzen ihre eigene Programmiersprache. Dank eines umfassenden Programmierkurses beherrschen Sie den notwendigen Befehlsvorrat bereits nach kurzer Zeit und können die Programmstrukturen auch praktisch anwenden.

SPS-Simulationssoftware zum Testen Ihrer Programme

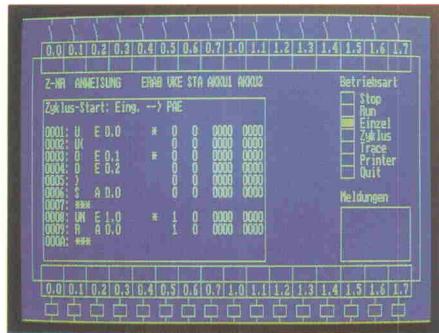
Mit „SPS – SIM“ verfügen Sie über ein äußerst praktisches Testprogramm, das die Arbeitsweise einer SPS perfekt simuliert und Simatic Step 5 kompatibel ist.

Mit Hilfe des ausführlich beschriebenen Simulationsprogramms editieren und testen Sie die Programmierung Ihrer SPS.

Prüfen Sie

das 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.

Sie testen Ihre Anwender-Programme am Monitor, an dem jeweils 16 symbolisierte Ein- und Ausgänge dargestellt werden.



Natürlich können Sie unter verschiedenen Betriebsarten wählen, z.B. RUN, Einzelschritt, Einzelzyklus, verlängelter Durchlauf (Trace). Die Ausgaben lassen sich mit Hilfe des Druckers jederzeit protokollieren.

Ausgefeilte Utilities und Softwarelösungen

Für Ihre kommerziellen und privaten meßtechnischen Anwendungen erhalten Sie u.a.

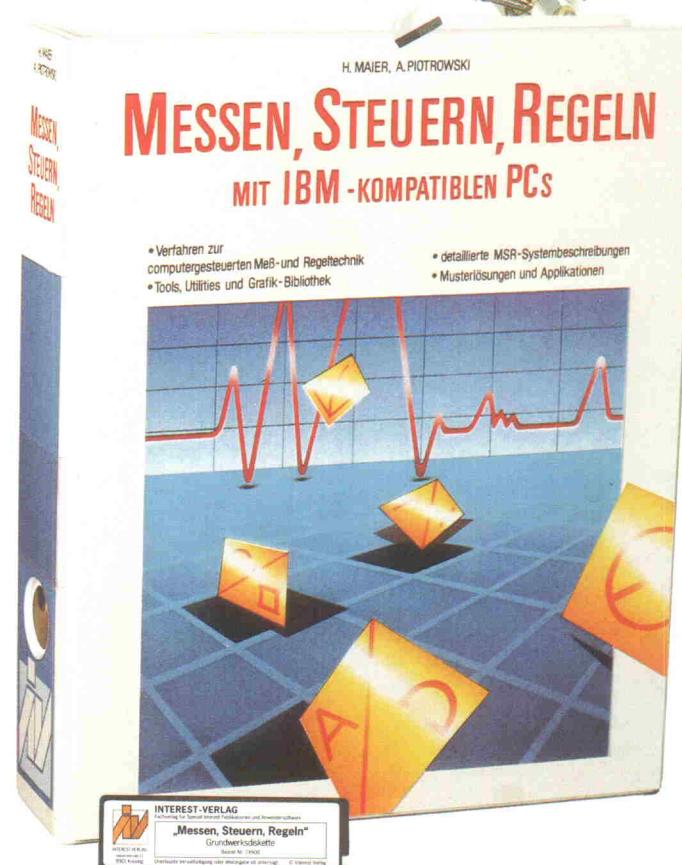
- die Softwareschnittstellen BASIC/Assembler und Turbo-Pascal;
- eine digitale E/A-Baugruppe in Turbo-Pascal;
- eine Routine für interruptgesteuerten Speicherzugriff;
- das BASIC-Programm „LOGIKA“;
- das Turbo-Pascal-Programm „SPS-SIM“.

Damit Sie sofort von Ihrem neuen MSR-Ratgeber profitieren, finden Sie alle Tools und Utilities als sofort lauffähige Module und im Sourcecode auf Diskette.

Setzen Sie nicht alles auf eine (Erweiterungs-)Karte ...

denn die Industrie arbeitet mit Hochdruck an neuen Lösungen. Beispielsweise kommen in Kürze Meßkarten auf den Markt, die zusammen mit dem neuen VXI-Bus völlig neue Möglichkeiten der PC-Meßwert-Erfassung eröffnen.

Darum halten wir Sie auf dem laufenden: Regelmäßig alle 2-3 Monate versorgt Sie unser Fachautorenteam mit aktuellen Informationen zu neuen Erweiterungskarten, System- und Anwendungsutilities, Musterlösungen und Applikationen. Zudem erfahren Sie unter anderem, wie Sie durch I/O-Karten Steuerungen aufbauen und betreiben (z.B. Modell einer Ampelanlage).



INTEREST-VERLAG
Fachverlag für Technik, Naturwissenschaften und Management
„Messen, Steuern, Regeln“
Grundwerk-Diskette
Bestell-Nr. 4900
Unterstützt bei Verarbeitung von Microsoft-DOS 3.1 oder höher
© Interest-Verlag

Special Interest
Software

inkl. Diskette
u.a. SPS-Simulations-
software (voll Simatic
Step 5 kompatibel)

Fordern Sie noch heute an:

Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs

Praktischer Ringbuchordner im Format DIN A4, ca. 620 Seiten, inkl. 5 1/2"-Diskette „SPS-Simulationsprogramm“ (voll Simatic Step 5 kompatibel) sowie „Tools und Utilities“

Bestell-Nr.: 4900, Preis: DM 98,-, wahlweise 3 1/2"-Diskette (gegen DM 2,- Aufpreis).

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 130 Seiten, inkl. Diskette, zum Komplettprice von DM 59,- (Abbestellung jederzeit möglich).

bitte abtrennen oder ausschneiden

Meine Anschrift:

Name, Vorname

Straße, Haus-Nr.

PLZ, Ort

Ja, senden Sie mir sofort

Expl. „Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs“

Praktischer Ringbuchordner im Format DIN A4, ca. 620 Seiten, inkl. 5 1/2"-Diskette „SPS-Simulationsprogramm“ (voll Simatic Step 5 kompatibel) sowie „Tools und Utilities“

Bestell-Nr.: 4900, Preis: DM 98,-, wahlweise

3 1/2"-Diskette
(gegen DM 2,- Aufpreis).

Alle 2-3 Monate erhalten Sie Erweiterungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 130 Seiten, inkl. Diskette, zum Komplettprice von DM 59,- (Abbestellung jederzeit möglich).



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

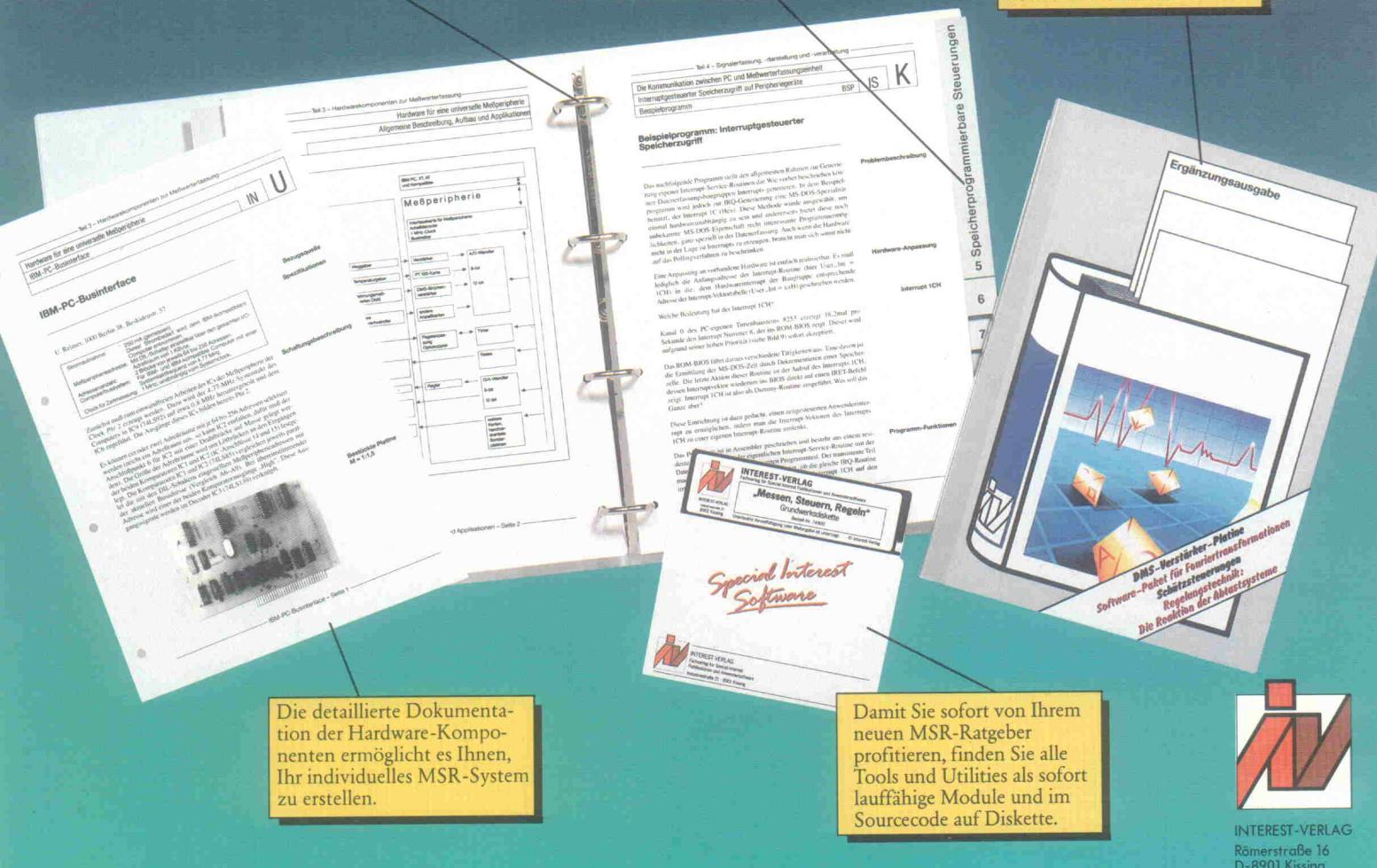
Unterschrift

Erfolgreich ~~MESSEN, STEUERN, REGELN~~

Die Ringbuchmechanik ermöglicht Ihnen das Entnehmen und Hinzufügen einzelner Seiten.

Schluß mit langem Suchen!
Registerblätter und die
alpha-numerische Gliederung
garantieren Ihnen schnellen,
gezielten Zugriff!

Regelmäßige Erweiterungsausgaben sorgen dafür, daß der umfangreiche Grundwerkstoff immer aktuell bleibt und Sie Ihr MSR-Wissen kontinuierlich ausbauen.



Die detaillierte Dokumentation der Hardware-Komponenten ermöglicht es Ihnen, Ihr individuelles MSR-System zu erstellen.

Damit Sie sofort von Ihrem neuen MSR-Ratgeber profitieren, finden Sie alle Tools und Utilities als sofort lauffähige Module und im Sourcecode auf Diskette.



bitte abtrennen oder ausschneiden

60 Pfennig
die sich
lohnend

Postkarte/Antwort

INTEREST-VERLAG

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

Römerstraße 1

D-8901 Kissinc

Verlagsgarantie

- Sie erhalten von mir PC-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 Rechnungs- betrages das Recht, die beiliegende Software zu testen und zeitlich unbeschränkt zu nutzen.
 - Ihr Nachschlagewerk ist immer aktuell. Dafür sorgt unser Ergänzungsservice.
 - Den Ergänzungsservice können Sie jederzeit kündigen. Sie gehen also kein Risiko ein. Darauf gebe ich Ihnen mein Wort.

Ihr INTEREST-VERLAG
Fachverlag für Special Interest
Publikationen und Anwendersoftware

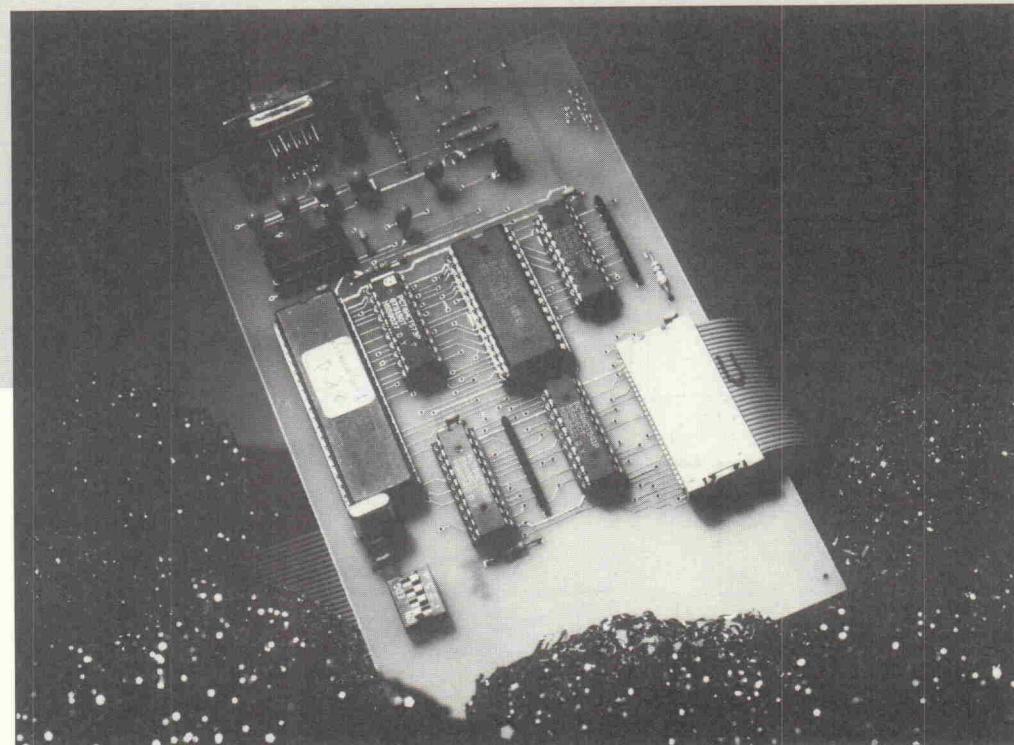
Michael Boos,
Verlagsleiter

Der Simulant

Ein universeller 32K-EPROM-Simulator

Anton Riedl
Carsten Fabich

Bei diesem Projekt geht es nicht um eingebildete Kranke, vielmehr beschäftigt es sich mit dem Thema Tarnen und Täuschen. Sockel, die eigentlich für EPROMs gedacht sind, kann unser Simulator mit einem RAM belegen, ohne daß die darunterliegende Schaltung etwas davon merkt.



Hardware

Geeignete Ziele wie Einplatinenrechner, Codeumsetzer oder Mikrocontroller gibt es zur Genüge. Und wenn's bei der Arbeit in der Testphase mal turbulent werden sollte, da Ihre wertvolle Zeit zum Brennen und Löschen von EPROMs nicht ausreicht, kann diese Entwicklung die Entwicklungszeit verkürzen und damit Ihre Nerven schonen.

Das Herz der Schaltung ist ein 8751-Mikrocontroller mit 3 bidirektionalen 8-Bit-Ports und einer seriellen Schnittstelle. Über diese stellt man die Verbindung zum Hostcomputer (Atari, PC, ...) zum Laden der Daten her; an die Ports des 8751 ist die Adresslogik für das RAM-IC3 angeschlossen, welches das EPROM ersetzt. Zum Einsatz kommt ein statisches Bytewide-RAM vom Typ 62C256, entsprechend einer Kapazität von 32 KByte.

Als zusätzliche äußere Beschaltung benötigt der Controller dann nur noch eine Resetlogik und die Taktzeugung durch einen Quarz. Das Programm für den Simulator wird direkt in

den Controller gebrannt. Der 8751 besitzt genau wie ein EPROM ein Quarzfenster. Dadurch läßt sich das Programm jederzeit löschen. Am Rande bemerkt: durch das Fenster kann man wunderbar die einzelnen Funktionsbereiche des Chips erkennen.

Alte Bekannte

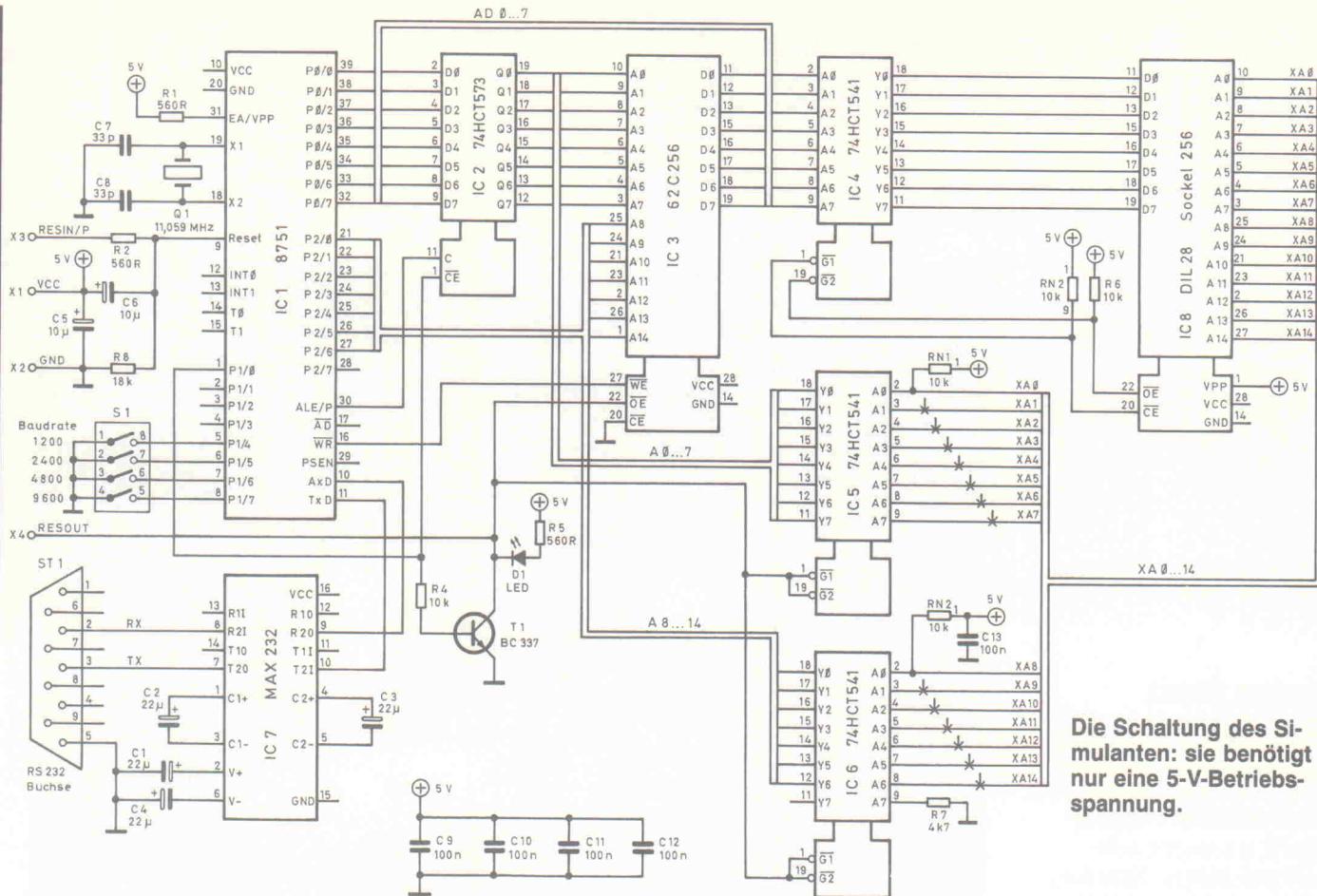
Als Schnittstellenbaustein IC7 kommt der altbekannte MAX 232 zum Einsatz. Er erspart die zusätzlichen Stromversorgungen von ± 12 V und setzt die RS-232-Signale in TLL-Logikegel um, die dem Controller direkt zugeführt werden. Daher kommt die Karte mit einer einfachen Stromversorgung von 5 V aus.

Das Kabel für die Verbindung des Simulators mit der seriellen Schnittstelle des Computers zählt wohl zu den einfachsten Seriellkabeln, die je gelötet wurden. Durch den Verzicht auf jegliches Handshake wird nur eine Leitung für Sendedaten und eine für Masse benötigt. Eine Abschirmung ist bei kür-

zenen Kabeln und elektrisch unverseuchter Umgebung auch nicht unbedingt nötig. Dem PC verlangt es allerdings noch nach Versorgung der Leitungen für Sende- und Empfangsbestätigungen, was durch Brücken im Stecker auf Computerseite realisierbar ist (siehe Tabelle).

Soweit zur Empfängerseite; aber auf der 'anderen' Seite des Controllers muß noch der EPROM-Sockel versorgt werden. Dazu gibt der Controller das untere Adressbyte sowie die Daten für das RAM gemultiplext über Port 0 aus. Das Signal ALE/P des Prozessors sorgt für die Adressübernahme ins Latch-IC2. Das obere Adressbyte (7 Adressbits) wird direkt über Port 2 ans RAM gelegt.

Beim Laden des RAMs schaltet der Controller Bit 0 von Port 1 auf Low. Transistor T1 sperrt, und die LED erlischt. Gleichzeitig werden die Tri-State-Bustreiber IC4 bis IC6 in den hochohmigen Zustand geschaltet. Das Zielsystem hat so keinen Zugriff auf das RAM. Wenn der Controller den Zugriff des Zielsystems auf den



EPROM-Sockel erlaubt, leuchtet auch wieder die LED.

Nach einem Reset beziehungsweise einem Kaltstart prüft das Programm (siehe Assemblerlisting) zunächst auf den Bits 1...4 von Port 1, ob einer der dort angeschlossenen DIP-Schalter eingeschaltet ist. Über diese Schalter kann der Benutzer dem Controller die gewünschte Übertragungsrate zwischen 1200...9600 Baud mitteilen. Die Baudraten ergeben sich aus der Taktfrequenz des Systems. Bei Bestückung

mit einem 11,059-MHz-Quarz müssen die Baudraten im th1-Register des 8751 nach folgender Formel eingestellt werden:

$$th1 = 11,059 \text{ MHz} / (12 \cdot 32 \cdot \text{Baudrate})$$

Für 9600 Baud ergibt sich so zum Beispiel der Wert 3. Falls alle Schalter offen sind, lässt das Programm die LED blinken, um eine Baudrate anzufordern. Also den passenden DIP-Schalter einschalten, und den nächsten Versuch starten. Jetzt stellt der Controller seine Schnittstelle richtig ein und wartet in einer Schleife auf eine Eingabe von außen.

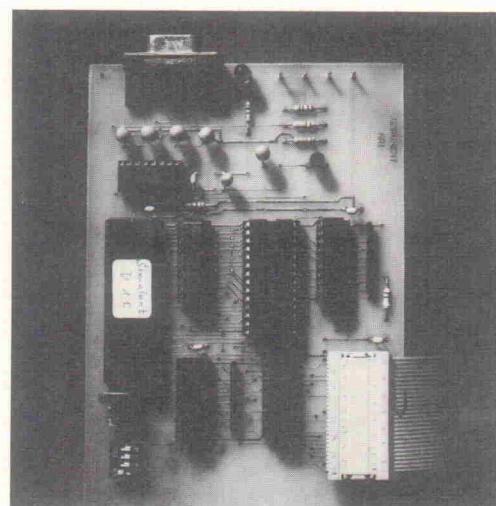
Die Übertragung muß nun vom Hostrechner mit 8 Bit, einem Stopppbit und ohne Paritätsbits erfolgen. Der Simulator erwartet nur Datenbytes. Die Zielladresse beginnt immer bei 0 und wird vom Programm hochgezählt. Während der Übernahme der Daten ins RAM erlischt die LED. Sollte von der Schnittstelle circa 100 ms lang kein Byte empfangen werden, erkennt der Controller dies als Ende der Übertragung und schaltet auf EPROM-Funktion um. Das unter dem Sockel liegende Zielsystem bekommt

jetzt freien Zugriff auf das vermeintliche EPROM, signalisiert durch die dauernd leuchtende LED.

Typen gibt's ...

Der EPROM-Simulator ist durch das 256 KBit große RAM keineswegs auf die Simulation von 32-KByte-EPROMs festgelegt. Auch Sockel für kleinere EPROMs vom Typ 2716, 2732, 2764 oder 27128 können mit dieser Entwicklung versorgt werden. 2716 und 2732 haben eine Kapazität von

Computer	Signal	Simulator
25-Pol-D-Sub		9-Pol-D-Sub-Stecker
Pin 1 -	Abschirmung	-
Pin 2 -	Sendedaten	-2
Pin 7 -	Masse	-5
Pin 4 \	Sendebereitschaft anfordern	
Pin 5 /	Sendebereitschaft quittieren	
Pin 6	Betriebsbereitschaft	
Pin 8 \	Trägerfrequenz erkannt	
Pin 20 /	Terminal betriebsbereit	



Die Verbindung zwischen dem Simulanten und dem Ziel-EPROM wird über ein Adapterkabel mit zwei 28-Pol-DIL-Steckern hergestellt.

Das Anschlußkabel zwischen einem PC und dem Simulanten.

```

1 $ Pagelength (65)
2 $ Pagewidth (80)
3 $ Titel (EPS-1)
4 $ Hex
5 ;*****
6 ;* Programmierer: Riedl *
7 ;* Programm: rx.asm *
8 ;* Vers: 1.2 *
9 ;*****
10 org 0
11
12 start mov a,p1
13 jnb p1.4,b12 ;1200bd s1 zu
14 jnb p1.5,b24 ;2400bd s2 zu
15 jnb p1.6,b48 ;4800bd s3 zu
16 jnb p1.7,b96 ;9600bd s4 zu
17 jmp err ;war nichts
18
19 :Quarz = 11.059MHz
20 b12: mov th1,#(-24d) ;1200 bit/s
21 sjmp trun
22 b24: mov th1,#(-12d) ;2400 bit/s
23 sjmp trun
24 b48: mov th1,#(-6d) ;4800 bit/s
25 sjmp trun
26 b96: mov th1,#(-3d) ;9600 bit/s
27 trun: mov tmod,#0010000b;autorel,mod2
28 mov scon,#0101000b;8bit,rx on
29 setb tr1 ;timer1 starten
30
31 warte: setb p1.0 ;set bit p1.0/H led on
32 mov a,#0ffh ;Port als input dekl.

```

```

33 mov p0,a
34 mov p2,a
35 mov a,dbuf ; rx buffer loeschen
36 clr ri ; rx frei
37 clr ti ; tx frei
38 jnb ri,$ ;wartet auf 1 zeichen
39 clr p1.0 ;led off, da daten
40 acall rx2 ;byte einlesen
41 mov dptr,#0 ;mem-adresse setzen
42 loop1 movx @dptr,a ;zeichen in ram laden
43 inc dptr ;adr. +1
44 acall rx ;weiter einlesen
45 cjne r4,#0,loop1
46 ajmp warte ;keine daten da r=4
47
48 rx: mov r3,#088h ;zeitschleife laden
49 mov r4,#088h
50 rx1: jb ri,rx2 ;rx buffer voll
51 djnz r3,rx1 ;nein, warte
52 djnz r4,rx1
53 ret
54 rx2: mov a,dbuf ; zeichen aus buffer
55 clr ri
56 ret
57
58 err: cpl p1.0 ;led blinkt
59 mov r3,#0ffh ;zeitschleife laden
60 mov r4,#0ffh
61 err1: djnz r4,err1
62 djnz r3,err1
63 sjmp err
64 end

```

2 beziehungsweise 4 KByte und kommen daher mit einem 24-Pin-Gehäuse aus. Sie sind dank des JEDEC-Standards [2] pinkompatibel zu ihren großen Brüdern, nur die Pins 1, 2, 27 und 28 ragen dann über den Sockel des Zielsystems hinaus.

Hier kann man sich bei Platzproblemen auf der Platine des Zielsystems mit ein paar 24poligen Zwischensockeln behelfen. Die 'überflüssigen' Anschlüsse sind unter anderem höhere Adreßleitungen, und ihr Zustand bestimmt daher den Speicherbereich im RAM des EPROM-Simulators. Über die

Pullup-Widerstände an den offenen Adreßleitungen wird dann die oberste 'Bank' des RAMs angewählt.

Will man beispielsweise ein 27128-EPROM simulieren, schickt man dem Simulator die 16 KByte Inhalt gleich zweimal hintereinander. Die dafür notwendige 32 KByte große Datei aus zwei Blöcken erstellt man sich beispielsweise mit der Blockkopierfunktion eines Monitorprogramms oder EPROM-Brenners. Natürlich können die ersten 16 KByte auch aus beliebigen Nulldaten bestehen. Wichtig ist nur, daß der ge-

wünschte Datenblock für das RAM am Ende der 32-KByte-Datei steht.

Transferleistung

Die Binärdaten, die den Inhalt des zu simulierenden EPROMs repräsentieren sollen, müssen erst mal in einer Datei vorliegen. Auf einem MSDOS-kompatiblen Rechner kann dann der Datenaustausch mit dem Simulator auf Betriebssystemebene vollzogen werden. Zuerst parametriert man die serielle Schnittstelle mittels

MODE COMx:yyyy,N,8,1

Das Assemblerlisting zum 8751; da sich das Programm wie bei einem EPROM wieder löschen läßt, kann man es sich jederzeit beliebig abändern.

Stückliste

Widerstände 1/4 Watt:

R1,2,5	560
R4,6	10k
R7	4k7
R8	18k
Rn1,2	8 × 10k Netzwerk

Kondensatoren:

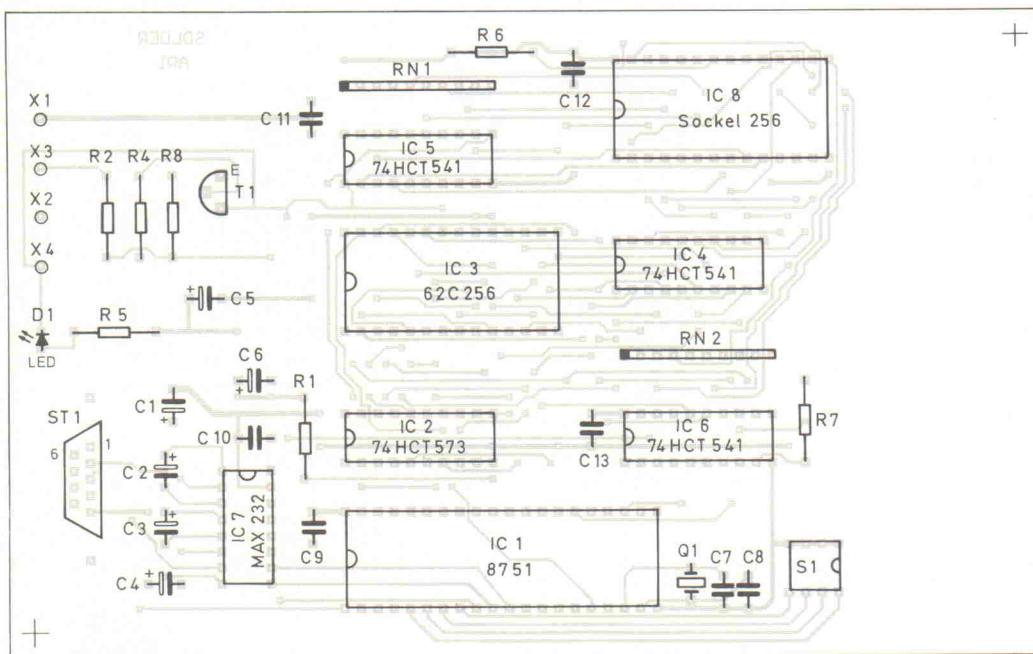
C1...4	22µ/35V Tantal
C5,6	10µ/25V Tantal
C7,8	33p Ker.
C9...12	100n Ker.

Halbleiter:

D1	LED, 5 MM, rot
T1	BC337-25
IC1	CPU 8751H, Intel
IC2	74HCT573
IC3	RAM HM62256-12
IC4...6	74HCT541
IC7	MAX 323 (ICL 323)

Sonstiges:

Q1	11.059-MHz-Quarz
S1	DIL-Schalter 4 × ein
1 × 40-Pol-DIL-Fassung	
4 × 20-Pol-DIL-Fassung	
2 × 28-Pol-DIL-Fassung	
1 × 16-Pol-DIL-Fassung	
1 × 9-Pol-Sub-D Buchse für Printmontage	
1 Platine	



Die Schaltung ist auf einer doppelseitigen durchkontaktierten Platine untergebracht; beim Aufbau braucht nichts Besonderes beachtet zu werden.

Der 8751H

Der 8751H ist die pinkompatible EPROM-Version des Ein-Chip-8-Bit-Microcomputers 8051AH und gehört der Intel-Familie MCS-51 an. Er besitzt

einen 4-KByte-Programmspeicher, 32 I/O-Leitungen, zwei 16-Bit-Timer/Ereigniszähler und fünf Interruptquellen mit zwei Prioritätsebenen. Der in-

tegierte Boolesche Prozessor gestattet komfortable Einzelbitberechnungen.

Alle MCS-51-Bausteine haben einen getrennten Adressbereich für Programm- und Datenspeicher von jeweils 64 KByte Größe. In der Abarbeitung von Befehlen holt sich die CPU den Befehlscode aus dem Programmspeicher (ROM). Ergebnisse von Berechnungen, Meßwerte, aktuelle Daten et cetera werden im Datenspeicher (RAM) abgelegt. Die Adressen liegen immer gleichzeitig an beiden Speicherbereichen an. Welcher jedoch freigegeben wird, bestimmen abhängig von der Art des Befehls getrennte Freigabeleitungen.

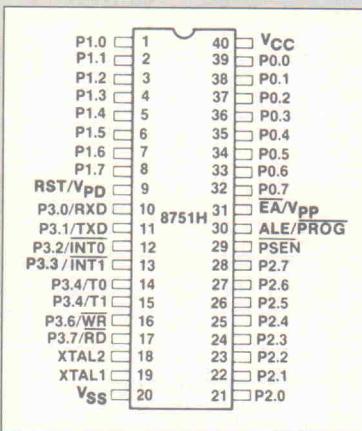
Der serielle Port kann gleichzeitig Daten senden und empfangen. Der Hauptverwendungszweck ist der Daten- und Befehlaustausch zwischen mehreren Prozessoren. Der Port ist empfangsgepuffert, was heißt, daß er mit dem

Lesen eines zweiten Bytes beginnen kann, bevor das erste Byte in das Empfangsregister geschrieben wurde.

Der Baustein 8751H wird mit einer Spannung von 21 V unter Benutzung einer Pulsbreite von 50 ms pro Byte programmiert. Daraus resultiert eine Totalprogrammierzeit für die ganze Speichergröße von ungefähr 4 Minuten. Für die Programmierung muß der Baustein mit einem 4...6-MHz-Oszillator getaktet werden, da die Adress- und Programmierdaten über einen internen Bus in entsprechende Register geschrieben werden. Die Adresse eines zu programmierenden EPROM-Speicherplatzes wird an Port 1 und den Pins 0...3 von Port 2 angelegt, während das zu programmierende Byte an Port 0 anliegt. Die anderen Pins von Port 2 sowie RST, /PSEN und /EA sollen auf den Pegeln liegen, wie sie in der Tabelle aufgeführt sind [5].

EPROM-Programmiermodi für den 8751H.
X bezeichnet einen beliebigen logischen Pegel, V_p die Programmierspannung von 21 V.

Die Pinkonfiguration des 8751H.



P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötzopfplack versehen. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden Elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 109-754: Monat 10 (Oktober, Jahr 89).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis
		DM			DM			DM			DM
MOSFET-PA			elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85	Energiemesser (2 Platinen)	069-726	16,50
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Gitarren-Stimmgerät	018-617	7,00	AUDIO-COCKPIT		
Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Impulsgenerator	116-520	18,70	μ -Pegelschreiber			— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35	Dämmerungsschalter	116-521	6,45	Ausgangsverstärker	018-618	20,00	Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Flurlichtautomat	116-522	3,90	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	Multiboard	126-527	14,95	— Handsteuer-Interface	018-619	7,80	DISPLAY		
DCF-77-Empfänger 1	075-431	4,40	CD-Kompressor	126-528	10,55	— Mini-Paddie	018-620	3,75	— Spaltentreiber (ds.)	099-746	11,50
Schnellader	075-432	10,25	Autopilot	037-548	3,75	SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00	— Zeilentreiber (ds.)	099-747	17,50
VIDEO-EFFEKTGERÄT			Sweep-Generator — HP	037-551	14,50	RMS-DC-Konverter	028-623	5,25	— Matrixplatine (ds.)	099-753	35,00
— Eingang	075-433/1	6,70	Sweep-Generator — NT	037-552	8,30	Geiger-Müller-Zähler	028-624	4,75	Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	15,85	E.M.M.A. — Hauptplatine	028-627	29,50	MIDI-Kanalumsetzer	099-752	5,00
Perpetuum Pendulum	105-444*	2,50	Widerstandsfloete	047-556	0,80	SCHRITTMOTORSTEUERUNG			DATA-REKORDER		
KEYBOARD-INTERFACE			Digital-Sampler	047-557	32,00	— Treibplatine (ds., dk.)	038-632	9,50	— Hauptplatine (ds.)	109-754	
— Steuerplatine	105-447/1	43,95	Midi-Logik	047-559	15,50	Anpaßverstärker	048-640	18,25	— Anzeigplatine (ds.)	109-755	64,50
— Einbauplatine	105-447/2	6,00	Midi-Anzeige	047-560	3,40	Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00	— Schalterplatine (ds.)	109-756	
			Leistungsschaltwandler	067-570	5,00	E.M.M.A. — V24-Interface	058-653	3,00	Röhrenklangsteller (ds.)	109-757	31,00
			Spannungsreferenz	077-573	4,00	SCHALLVERZÖGERUNG			Federhalter	109-758	29,00
			Video-PLL	077-574	1,10	— Digitarteil	068-654	17,50	DISPLAY-ST-INTERFACE		
			Video-FM	077-575	2,30	— Filterteil	068-655	17,50	— ST-Platine (ds.)	109-760	16,00
			μ -Pegelschreiber			Marksenssteuerung	068-656	9,00	— Display-Platine (ds.)	109-761	16,00
			Wechselschalter	097-589	2,50	STEREO-IR-KOPFHÖRER			— RAM-Platine (ds.)	109-762	16,00
			Mäuse-Klavier	097-590	31,50	— Sender	078-661	11,00	(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
			μ -Pegelschreiber-AD-Wandler	107-593	19,25	Dig. Temperatur-Meßsystem (ds.)	078-664	17,50	ELISE		
			Mini-Sampler	107-595	4,40	TR-Tastatur (ds.)	078-665	21,00	— Erweiterungsplatine (ds.)	010-774	34,50
			μ -Pegelschreiber — NT	117-597	12,90	E.M.M.A. — IEC-Bus	098-669	8,00	— CPU-Adapter	010-775	3,00
			— Interface	117-598	29,40	Satladen	098-672	13,00	DC/DC-Wandler (ds.)	040-817	59,00
			Impedanzwandler	117-601	0,85	E.M.M.A. — C64-Brücke	108-678	15,00			
			Sinusspannungswandler	127-604	9,95	SCHRITTMOTORSTEUERUNG					
			MIDI-Interface für C64 (ds.)	127-608	13,20	— ST-Steuerkarte	128-686	32,50			
			Sprachausgabe für C64	127-610	6,95	— ST-Treiberkarte (oB)	128-687	32,50			
			SCHRITTMOTORSTEUERUNG			Schweißplatine	019-694	17,50			
			— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00	Autoranging Multimeter	049-711	32,00			

!!!! Solange Vorrat reicht !!!!

So können Sie bestellen: Die aufgeföhrten 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 Weiseleitung in DM erfolgen.

Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95



Das 'x' steht dabei für die Schnittstelle 1, 2 oder 3, an die der Simulator angeschlossen ist. yyyy ist die Baudrate von 1200...9600, die man auf der Platine mittels DIL-Schalter vorgewählt hat. Um dem 8751-Controller zu zeigen, daß gleich ein neuer Satz Daten folgt, betätigt man den Resettschalter auf der Platine. Dann schickt man mit

COPY/B A:DATEI COMX

die Binärdatei an den Simulator. Das '/B' klärt DOS auf, daß es sich um eine Binärdatei handelt. Das ist notwendig, um einen vorzeitigen Abbruch der Übertragung durch ein zufälliges in den Daten vorhandenes ^Z (End of File) zu verhindern. Tippfaule Zeitgenossen können für diesen Vorgang auch eine Batchdatei anlegen, der bei Aufruf lediglich der Dateiname übergeben werden muß.

Das abgedruckte kleine Programm in GFA-BASIC für den Atari ST erfüllt den gleichen Zweck wie die Parametrierung und Kopierfunktion von DOS, nur mit ein wenig mehr Komfort.

Die Anpassung an andere Rechner sollte aufgrund der einfachen Schnittstellenbeschaltung und Übertragung keine Probleme bereiten. Die Übertragung einer 32 KByte großen Datei dauert bei 9600 Baud circa 34 Sekunden. Auf der Diskette, die zu unserer Entwicklung angeboten wird, befindet sich ein wesentlich erweitertes Programm in GFA-BASIC. Es wartet mit einem Monitor zum Editieren der Binärdaten auf und ist auch in der Lage, Objektdateien zu laden, also ASCII-Formate mit Adressangaben und Prüfsummen, wie beispielsweise die Motorola-S-Records.

Literatur

- [1] Siemens, *Die 8051 Microcontroller Familie*
- [2] c't-Kartei, *JEDEC-Pinout für Bytewise-Speicher*, c't 9/88, S. 243
- [3] Günter Klotz, *Bits im Gänsemarsch, Die RS-232-C-Schnittstelle*, Elrad 7/8 88, S. 101
- [4] Klaus Wittland, *EPROM-Simulator für PCs*, Elrad 4/90, S. 84
- [5] Andreas Roth, *Das Mikrocontroller Kochbuch*, München 1989, IWT-Verlag

```
*****
* einfaches Download-Programm für Epromsimulator Version 1.0 / 19.12.90 *
* ab GFA-BASIC 2.00 aufwärts
* Carsten Fabich
*****
*****
```

DIM inhalt\$(8192) ! 32 KByte Pufferbereich für Daten
puffer#=VARPTR(inhalt\$(0)) ! Anfangsadresse des Puffers

ALERT 2, "Welche Baudrate ist auf dem EPS eingestellt?", 1, " 9600 | 4800 | 1200 ",
taste
IF taste=1 ! Baudrate
baud#=9600 ! Baudrate für Einstellung über XBIOS
ENDIF
IF taste=2 ! Baudrate
baud#=4800 ! Baudrate für Einstellung über XBIOS
ENDIF
IF taste=3 ! Baudrate
baud#=1200 ! Baudrate für Einstellung über XBIOS
ENDIF
VOID XBIOS(15,baudxb#,0,136,-1,-1,-1) ! serielle Schnittstelle parametrieren:
' 0:kein Handshake, 136: 8 Bit/No Parity/1 Stopbit

PRINT "Bitte die Binärdatei für den Epromsimulator wählen:"
FILESELECT "*.*", "", datei\$

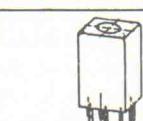
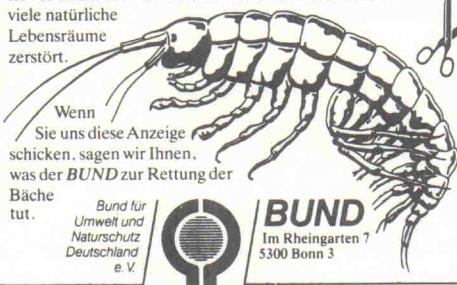
IF EXIST(datei\$) ! Falls Datei vorhanden
OPEN "i", #1, datei\$! Öffnen
laenge\$=LOF(#1) ! Dateilänge bestimmen
BGET #1, puffer\$, laenge\$! Daten in Puffer laden
CLOSE #1 ! Schließen
PRINT datei\$; " ist "; laenge\$; " Bytes lang"
ALERT 1, "Jetzt Reset auf dem Epromsimulator betätigen", 1, " WEITER ", taste
PRINT "Die Übertragung dauert "; INT(laenge\$*10/baud#); " Sekunden."
FOR i#=puffer\$ TO puffer\$+laenge\$-1 ! Byte für Byte übergeben
OUT 1, PEEK(i\$)
NEXT i\$

ENDIF

Ein kleines Download-Programm für Atari-User, geschrieben in GFA-BASIC. Eine komfortable Version mit Monitor ist auf Diskette erhältlich.

Gemeiner Flohkrebs

Der gemeine Flohkrebs ist eines von vielen Kleintierebewesen, die anzeigen ob ein Gewässer noch gesund ist. Gemein aber ist vor allem der Mensch, der durch Gewässerkorrekturen viele natürliche Lebensräume zerstört.



Spezialbauteile z.B. für Videofilter (Teleclub?) ab Lager lieferbar:

AA 119	0,60	MC 3359	11,90	SL 565	22,00
BF 981	2,85	MC 3361	11,90	SL 952	29,50
BF 982	3,20	MC 3362	11,90	SL 1451	39,90
BFG 85	15,50	145108	28,00	SL 1452	29,90
BS 170	1,95	145152	28,00	SP 1648	18,80
BS 250	1,50	MSA 304	11,50	SP 5060	29,50
CA 3130	4,90	MSA 685	9,90	SP 8793	29,00
CF 300	5,55	MV 500	11,50	SP 8820	97,55
CN 417	1,00	MV 801	14,40	SP 8830	79,50
HPP 511	135,00	NE 592	2,85	TBA 1440	17,50
HPP 510	4,95	NE 5534	3,90	TDA 5880	9,90
IE 500/	OM 350	28,00	TDA 5884	15,50	
IE 500/	OM 361	28,00	TUA 2005	18,80	
HPP 505	39,50	OM 361	28,00		
BV 5016	3,60	BV 5056	3,60	LM 311	1,90
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60	SL 440	6,50
BV 5036	3,60	BV 5063	3,60	ULN 2803	2,80
BV 5049-20	5,50	BV 5118	7,50	SL 560	15,00
BV 5049	3,60	BV 5163	3,60	XR 1010	9,90
Neosid-Fertigfilter		MC 3357	9,30	SL 561	13,10

Japanische ZF-Filter 7x7

Stück: 1-9 ab 10

455 kHz, gelb

2,10 1,85

455 kHz, weiß

2,10 1,85

455 kHz, schwarz

2,10 1,85

10,7 MHz, orange

2,00 1,80

10,7 MHz, grün

2,00 1,80

Fordern Sie deshalb an:

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

7A1S) ab Lager lieferbar.

Toko-Filter

KACSK 1769

5,50

KACSK 3893

5,50

KACSK 586

5,50

199SC 13802Y

5,50

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

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, Abteilung E 26, 2800 Bremen 1
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

Versand auch ins Ausland!

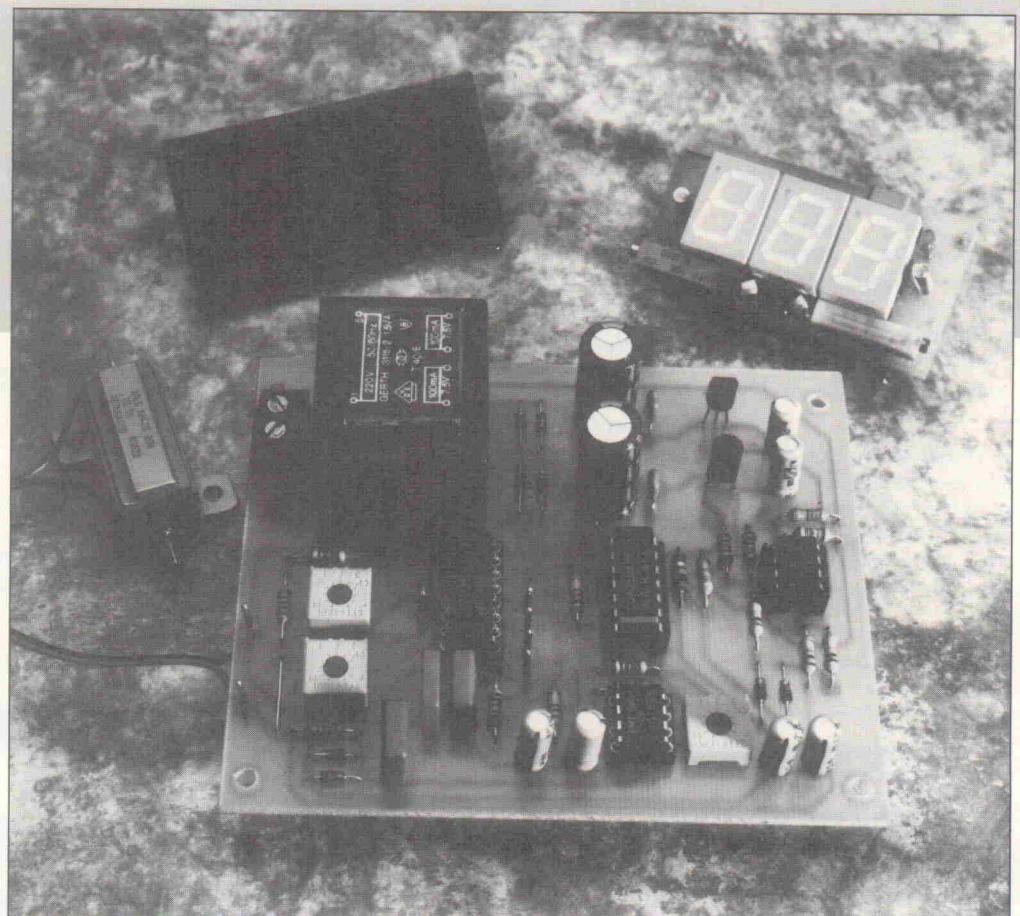
Zeck®

Keine Kompromisse beim Selbstbau

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

In Eigenregie

Automatische Meßbereichsumschaltung



Klemens Viernickel

In vielen professionellen Netzgeräten findet man heutzutage digitale Panelmeter. Generell besitzen diese nur einen Meßbereich, um die Bedienbarkeit des Gerätes einfach zu halten. Die Auflösung der Anzeigen ist bei den modernen Geräten mit ihrem riesigen Anzeigenumfang in den Strom- und Spannungsbereichen naturgemäß recht beschränkt. Grund genug, dort eine Verbesserung einzuführen: Eine automatische Meßbereichsumschaltung, die Schluß macht mit nur einem Bereich. Sie ist so universell und einfach, daß sie für fast alle Meßanwendungen in Frage kommt.

Leitgedanke bei der Entwicklung dieser Umschaltung war es, ein wartungsfreies und billiges Vorschaltmodul für Panelmeter zu realisieren, das keine externen Schalter oder Anzeigen aufweist. Lediglich der Punkt in der Anzeige des DVMs wandert je nach Meßbereich mit Hilfe der Schaltung hin und her und zeigt somit den aktuellen Bereich an. Die Genauigkeit sollte in einem guten Verhältnis zu den handelsüblichen DVMs und den Bauteilkosten liegen. Weiterhin sollte die Schaltung für jede Strom- und Spannungsgröße einsetzbar und selbstverständlich überlastsicher sein. Und zu guter Letzt trägt ein einfacher Nachbau zu einem sicheren Gelingen bei.

Und was ist dabei herausgekommen? Eine kleine, vollautomatische, die oben gestellten

Anforderungen erfüllende 'automatische Meßbereichsumschaltung'. Sie besitzt drei Bereiche, was einen extrem großen Bereichsumfang garantiert. Das Meßprinzip nutzt die Tatsache aus, daß mit DVMs stets nur Spannungen gemessen werden können. Denn selbst bei der Strommessung wird tatsächlich nicht der Strom gemessen, sondern ebenfalls eine Spannung, nämlich diejenige, die durch den Strom in einem Meßwiderstand (Shunt) hervorgerufen wird. Diese Meßspannung kann dem DVM nun direkt, geteilt oder verstärkt zugeführt werden. Die Aufgabe, in welcher Art und Weise die Meßspannung dem DVM zugeführt wird, übernimmt die hier vorgestellte Zusatzschaltung (Bild 1).

Je nach Größe des Eingangssignals verstärkt oder schwächt

die Schaltung die Eingangsgröße und führt sie dann dem DVM zu. Um eine Potentialfreiheit zu gewährleisten, erhält die Schaltung ihre eigene Stromversorgung über ein kleines Netzteil. Diese Art der Meßbereichsumschaltung mag auf den ersten Blick reichlich ungewöhnlich und umständlich erscheinen. Bei genauerer Betrachtung muß man jedoch feststellen, daß sie gegenüber anderen Meßbereichsumschaltungen in dieser Anwendung einige Vorteile besitzt. Zum einen wird bei Strommessungen nur ein Shunt benötigt, der nicht extrem belastbar sein muß; zum anderen kann jetzt aufgrund der einfachen Umschaltung und des hohen Eingangswiderstands des DVMs die Bereichswahl mit elektronischen Schaltern in CMOS-Technik erfolgen. Diese arbeiten vollkommen ver-

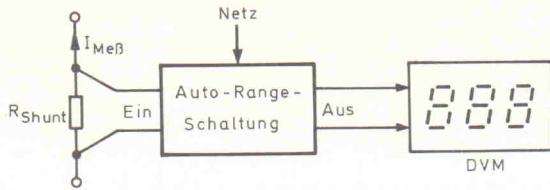


Bild 1. Mit diesem Vorschaltgerät wird aus einem beliebigen Panelmeter (fast) ein Vielfachinstrument.

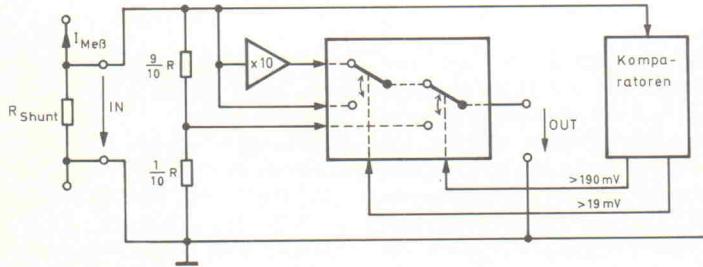


Bild 2. Das Blockschaltbild zeigt die wichtigsten Komponenten: Verstärker, Umschalter, Komparatoren und Abschwächer.

schleißfrei und führen somit zu einer langen Lebensdauer, verbunden mit hoher Genauigkeit.

Die Funktionsweise der automatischen Meßbereichsumschaltung lässt sich am besten anhand des Blockschaltbildes für eine Strommessung (Bild 2) erklären. Die drei Meßbereiche wurden mit 0,2 A, 2 A und 20 A gewählt. Bei einem Shunt von $0,1 \Omega$ ergibt sich für einen Vollausschlag im ersten Bereich 20 mV, im zweiten 200 mV und im dritten 2 V. Um den Shunt bei $0,1 \Omega / 20 \text{ W}$ thermisch nicht zu überlasten, dürfen im größten Bereich maximal 14 A fließen. Bei noch größeren Strömen müssten der Shunt und die Bereiche geändert werden.

Da das Panelmeter für einen Vollausschlag 200 mV benötigt, muß der kleinste Spannungsbereich um den Faktor 10 verstärkt werden. Der nächste Bereich wird direkt durchgeschaltet, und beim letzten und größten Bereich erfolgt vorher eine Spannungsteilung mit Hilfe einer Teilerkette aus Widerständen um den Quotienten 10. Zwei Komparatoren vergleichen die Eingangsspannung direkt mit zwei Referenzspannungen; bei Überschreitung erfolgt eine Ansteuerung der Umschaltung. Soweit das Blockschaltbild.

Die komplette Schaltung wurde nach dem zuvor erläuterten Prinzip erstellt (Bild 3). Haupt-

bestandteil der Schaltung ist IC1, ein CMOS-Typ 4053, der für diese Anwendung als Umschalter optimal ist. Es ist ein doppelter 1-aus-4-Wahlschalter, von dem jedoch jeweils nur drei Eingänge benutzt werden. Mit einem der beiden Schalter können die Dezimalpunkte umgeschaltet werden, mit dem anderen wird gewählt, ob die Meßspannung direkt, verstärkt oder abgeschwächt zum Ausgang gelangen soll. Die Teilerkette besteht aus den Widerständen R1-R3 und eventuell P1-P2. Die Verstärkung des Eingangssignals erfolgt mit dem Operationsverstärker IC4. Die Gesamtverstärkung beträgt 10, eingestellt durch die Widerstände R8-R9 und eventuell P3 ($V = R_9 + R_8 + P_1/R_8 + P_1$). Der OP sollte einen geringen Offset aufweisen und temperaturstabil arbeiten, da ansonsten die Meßgenauigkeit stark leidet. Diese Aufgabe erfüllt bestens der Typ OP 07 von PMI. R4 mit C13 sowie R5 mit C11 bilden Tiefpässe jeweils am Ein- und Ausgang des OPs; D7-D8 bilden einen Eingangsschutz. Am Ausgang des Umschalters befindet sich noch eine Schottkydiode D5, die schädliche Überspannungen vom DVM fernhält (ab etwa 0,3 V).

Das Eingangssignal zur Meßbereichsumschaltung gelangt über R13 zu den positiven Eingängen der OPs von IC3, die als Komparatoren arbeiten. Die Schwellwertspannungen werden jeweils mit R15-R16 (190 mV) und R17-R18 (19 mV) festgelegt. Beim Überschreiten der Schaltschwelle von 19 mV

lädt der OP 3a dann über D8 und R12 den Kondensator C7 nahezu schlagartig auf. Der Schmitt-Trigger IC2 schaltet durch und veranlaßt dadurch IC1, den Meßbereich zu wechseln. Wird die Schaltschwelle wieder unterschritten, entlädt sich C7 langsam über R10 (ein paar Sekunden). Diese Zeitverzögerung soll ein wildes Hin- und herschalten jeweils an den Bereichsenden verhindern und wirkt somit wie eine Hysterese. Gleichermaßen gilt für den OP 3b mit nachfolgender Schaltung. Nur ist hierbei die Zeitkonstante geringfügig kleiner, um einen sinnvollen, nacheinander ablaufenden Bereichswechsel zu erhalten.

Um Schwierigkeiten mit unterschiedlichen Spannungspotentialen von vornherein zu umgehen, erhält die Schaltung ihre eigene Stromversorgung (Bild 4). Sie ist mit den üblichen dreibeinigen Spannungsreglern aufgebaut und erzeugt eine symmetrische Betriebsspannung von $\pm 5 \text{ V}$. Bei dem geringen Strombedarf reicht die L-Version für den Spannungsregler völlig aus. Um Störungen und Brummen bei der Stromversorgung von IC4 wirkungsvoll zu unterdrücken, wurden in die Betriebsspannungsleitungen noch zusätzliche RC-Tiefpässe geschaltet.

Der Aufbau der Platine dürfte keine Probleme bereiten. Vorher sollte man sich jedoch gründlich überlegen, welche drei Bereiche die Schaltung abdecken soll. Die Bauteile in der Stückliste sind für die Bereiche $\times 10$, $\times 1$ und $\times 0,1$ ausgelegt. Es sind dabei aber mehrere

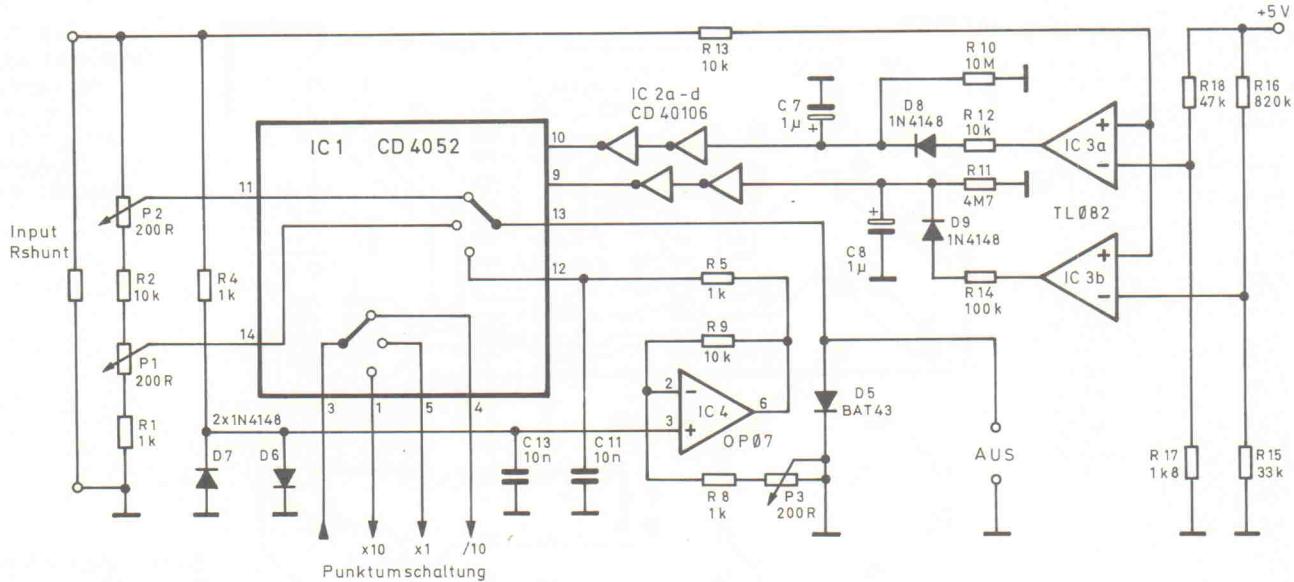


Bild 3. Für die komplette Umschaltung ist ein einziges IC verantwortlich.

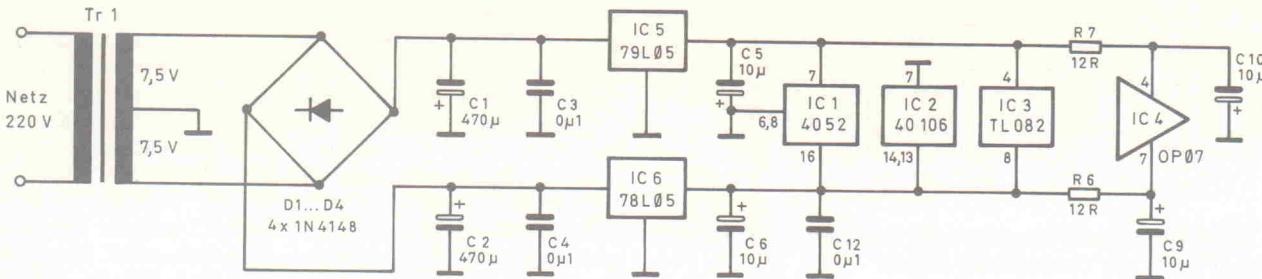


Bild 4. Sorgt für Potentialfreiheit: das eigene Netzteil.

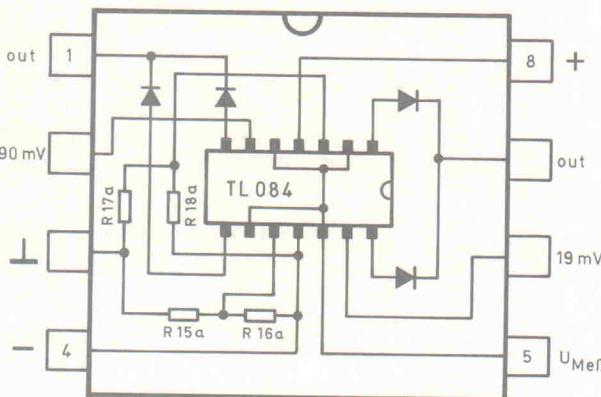


Bild 5. Eine Huckepackschaltung für IC3, um auch negative Spannungen anzeigen zu können.

Ausführungen möglich, je nach finanziellem Aufwand und Geschmack: Zum einen mit teuren Präzisionswiderständen ohne Abgleich, dann mit üblichen 1-%-Metallwiderständen oder nach Belieben eine Mischbestückung. Wer das Schaltungsprinzip verstanden und keine Probleme mit der Berechnung von Spannungsteilern hat, kann sich seine Meßbereiche auch nach Belieben durch Variation der Widerstände R1-R3 und R8-R9 zusammenstellen.

Um zum Beispiel einen extrem großen Meßbereich abzudecken, wäre es auch denkbar, den ersten Bereich mit $\times 100$,

den zweiten mit $\times 1$ und den dritten mit $\times 0,01$ zu erstellen. Zwischenwerte können genauso beliebig gewählt werden, um die Schaltung an einen vorhandenen Shunt (beispielsweise $0,22\Omega$ als Emitterwiderstand beim Längsregeltransistor des Netzteiles) anzupassen. Nicht zu vergessen ist natürlich dabei auch die Anpassung der Widerstände R15-R18.

Nachdem die Platine sorgfältig bestückt und die ICs in die Fassungen eingesteckt wurden,

wird die Schaltung ans Netz gelegt. Jetzt werden mit einem Digitalvoltmeter folgende Spannungen (gegen Masse) kontrolliert: An IC1, Pin 16 +5V, Pin 7 -5V, Pin 8 0V und an IC3, Pin 2 190 mV, Pin 6 19,0 mV. Eine Abweichung von maximal 5 % ist zulässig. Bei Verwendung von Präzisionswiderständen können die im folgenden aufgeführten Einstellarbeiten entfallen: Zuerst wird bei abgeschalteter Betriebsspannung IC4 eingesetzt. Dann wieder einschalten und am Ein-

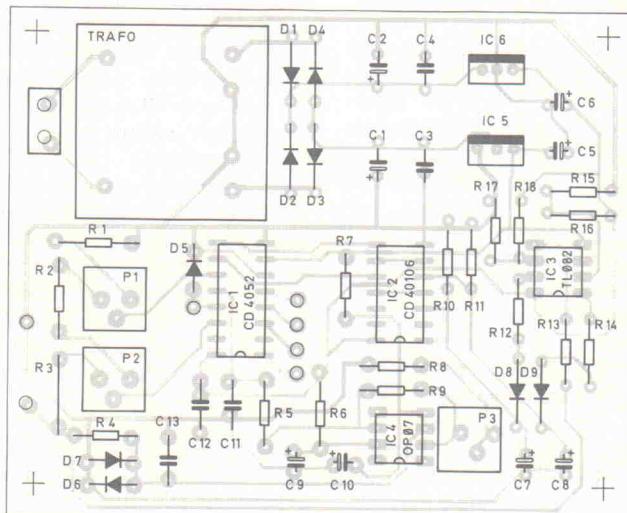


Bild 7. Der Bestückungsplan für die halbe Europakarte zeigt auch die Bauteile für den Abgleich.

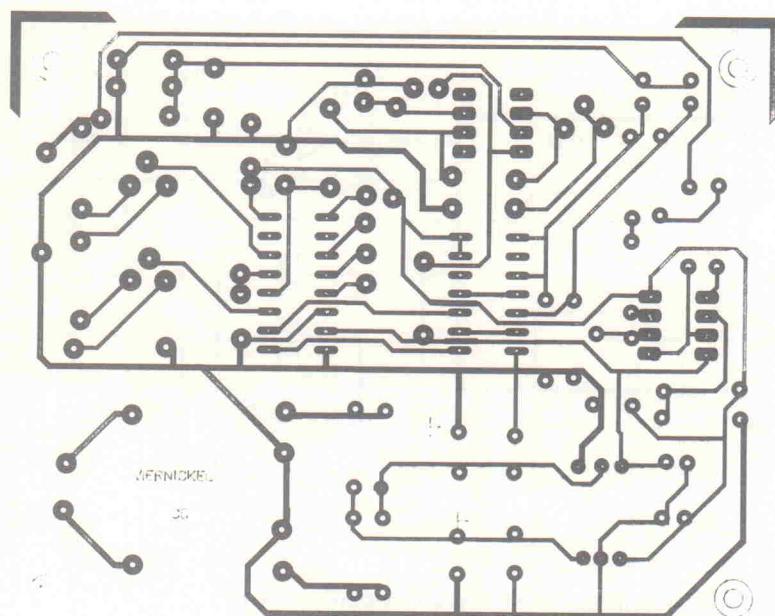


Bild 6. Alles auf einer Platine: das Layout für den Umschalter.

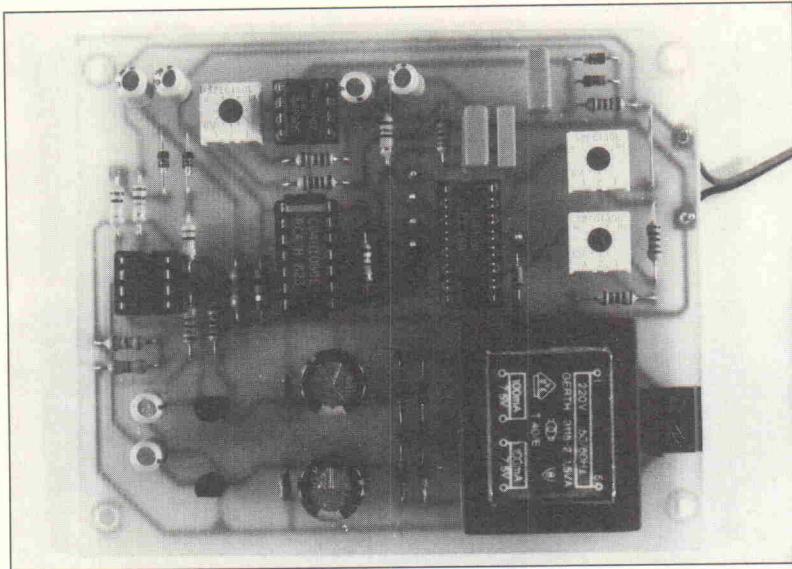


Bild 8. Unser Musteraufbau wurde mit normalen 1%-Widerständen bestückt und anschließend von Hand abgeglichen.

gang ohne Shunt eine Spannung von circa 190 mV einspeisen (zur Not tut es auch die Spannung von IC3, Pin 2). Exakten Wert feststellen und mit P3 die Spannung an IC1, Pin 12 auf genau den 10fachen Wert einstellen. Dabei möglichst alle Stellen des Digitalvoltmeters verwenden, um eine hohe Genauigkeit zu erreichen (also Bereiche umschalten!). Danach

die Eingangsspannung auf circa 1,9 V erhöhen und mit P1 die Spannung an IC1, Pin 11 auf genau den zehnten Teil einstellen. P2 wird im Uhrzeigersinn auf Anschlag gestellt. Nach diesem Vorabgleich werden die restlichen ICs eingesetzt. Der Shunt wird an die Eingangsklemmen und das Panelmeter an die Ausgangsklemmen angegeschlossen. Bei Strommessun-

gen kann durch Einschleifen eines exakten Strommessers in die Shunt-Zuführung eventuell ein Feinabgleich in den drei Bereichen mit P1, P2 und P3 erfolgen. Reicht der Einstellbereich von P2 nicht aus, so muß geringfügig die Empfindlichkeit des 200-mV-Panels erhöht werden (Verstellen des Trimmers am Panelmeter). Damit ist der Abgleich beendet,

und einem Einbau der Schaltung in Netzgeräte oder ähnlichen steht nun nichts mehr im Wege. Nach Ablauf einer gewissen Zeit muß eventuell ein Nachabgleich erfolgen, da alle Bauteile einer Alterung unterliegen.

Wie Sie schon sicher gemerkt haben, funktioniert die Meßbereichsumschaltung nicht bei negativen Spannungen (Strömen). Nur im kleinsten Bereich erfolgt eine korrekte Angabe – danach tritt der Überlauf des Digital-Panelmeters ein, weil keine Umschaltung erfolgt (Schaltschwelle ist positiv!). Um dennoch – dann aber ausschließlich! – negative Spannungen messen zu können, brauchen lediglich die Eingangs- und Ausgangsanschlüsse vertauscht zu werden. Falls sowohl ein positiver als auch ein negativer Bereichsumfang gewünscht ist oder Wechselströme beziehungsweise -spannungen gemessen werden sollen, so ist IC3 durch die Schaltung in Bild 5 zu ersetzen. In fast allen Anwendungen reicht jedoch ein Bereich mit einem Vorzeichen aus.

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Der
direkte
Draht:**

**Tel.: (05 11)
547 47-0**

**Technische Anfragen:
mittwochs
10.00 bis 12.30 Uhr
und
13.00 bis 15.00 Uhr**

**Telefax:
(05 11) 53 52-129
Telex: 923173 heise d**

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR
AD-DA-WANDLER-ICs
CENTRONICS-STICKVERBINDE
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
DC-DC-WANDLER-MODUL 160W
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDE KABEL
EINGABETASTEN DIGITATSTEN
EINZEL- UND DUAL-A-T-SWITCH
IC-SOCKEL +TEXTOL-ZIP-DIP
KABEL RUND-FLACH-KOAX
KERAMIK-FILTER + DISKRIM.
KONDENSATOREN
KÜHLER-KÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-LEITERPLÄTTE
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTRIBER-ICs V24
LINEARE + SONSTIGE-ICs
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN
LÜFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEGMENT
QUARZ + OSZILLATOREN
RELAYS + REED-PRINT-KARTEN
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP + WIPP + DIP
SICHERUNGEN 5x20+KLEINST
SMD-BAUWEILE AKTIV+PASSIV
SOLID-STATE-RELAYS
SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
SPEICHER EPROM-RAM-PAL
STECKVERBINDE DIVERSE
TASTEN + CODIERSCHALTER
TRANSFORMATOREN 1,6 – 150 VA
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
WIDERSTÄNDE + NETZWERKE
Z-DIODEN + HEF-DIODEN

KATALOG AUSG. 1989/90
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN – 240 SEITEN
SCHUTZGEB. 3, – (BRIEFMARKEN)

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

FAX 08081-4546

TEL. 08081-2524

SCHULE LABOR INDUSTRIE
ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE
MANFRED ZACHERL -BERNODERWEG 9 - 8250 DORFEN 1

PLATINENPROGRAMM 90
BESTÜCKUNGSFERTIGE
MODULKARTEN
BACKPLANES
TESTADAPTER
WIRE-WRAP
LABORKARTEN
EXPERIMENTIERKARTEN
IC-SOCKEL PROGRAMM
STECKEN
EINPRESSEN
SMD&WIRE-WRAP
AUTOMATENBESTÜCKUNG

COMPUTER-ZUBEHÖR
MESS-UND RELAIKARTEN
RAM S, EPROM S
INDUSTRIEAUSRÜSTUNG
SENSOREN
TEMPERATURREGLER/SIMULATOREN
HEIZPATRONEN
TACHOMETER/VORWAHLZÄHLER
ZEITSCHALTUHREN
MESSINSTRUMENTE
LABORZUBEHÖR
VERBRAUCHSMATERIAL

* Laser * Laser * Laser * Laser * Laser * Laser *

Laser-
wünsche?
Wir erfüllen sie!

Fast ein nachträgliches Weihnachtsgeschenk ist unser grüner YAG-Laser von SIOM: >0,5 W Wellenlänge 503 nm zum Spitzenspiel von nur DM 17 500,- Garantierte 10 000 Stunden Betriebszeit für unsere China HeNe's und min. 800 Std. für unsere QJC-Rohre, befriedigen selbst allerhöchste Ansprüche. HeNe 40 mW pol. TEM00, externe Spiegel, kp. mit Netzteil DM 5300,- Transportable CO₂ Laser, (Laserskalpell) Leistungsstarke 5 W DM 5200,- Wir haben natürlich weiterhin unsere preiswerten HeNe Laserrohre QJH-80 >20 mW DM 695,- QJH-80S >30 mW DM 750,- QJH-100 >30 mW DM 800,- QJH-100S >40 mW DM 1000,- Außerdem gibt es bei uns die preiswertesten CO₂ Laserrohr QJC-400 5W DM 740,- oder QJC-1000, 32W DM 1950,- Laserdiode 5mW IR CW DM 79,50,- Laserdiode 10W IR Puls DM 146,- Laserspiegel von 5x5 mm – 75x75 mm DM 980,- Lasernetzteile 12V DC ab 0,5 mW DM 495,- YAG-Stäbe 3x50 mm DM 980,- Laserpointer 11,5x155 mm DM 3990,- SCS 256/2 Laserscanningsystem mit High-Speed Galvanometern DM 3990,- Fordern Sie unseren Katalog an, Schutzgebühr DM 5,- wird bei Bestellung erstatzt, oder besuchen Sie uns. Wir freuen uns darauf.



U. Silzner Int. Electronics
Im Lindenbosch 37 · 7570 Baden-Baden 22
Tel. 0 72 23/5 89 15 · FAX 0 72 23/5 89 16

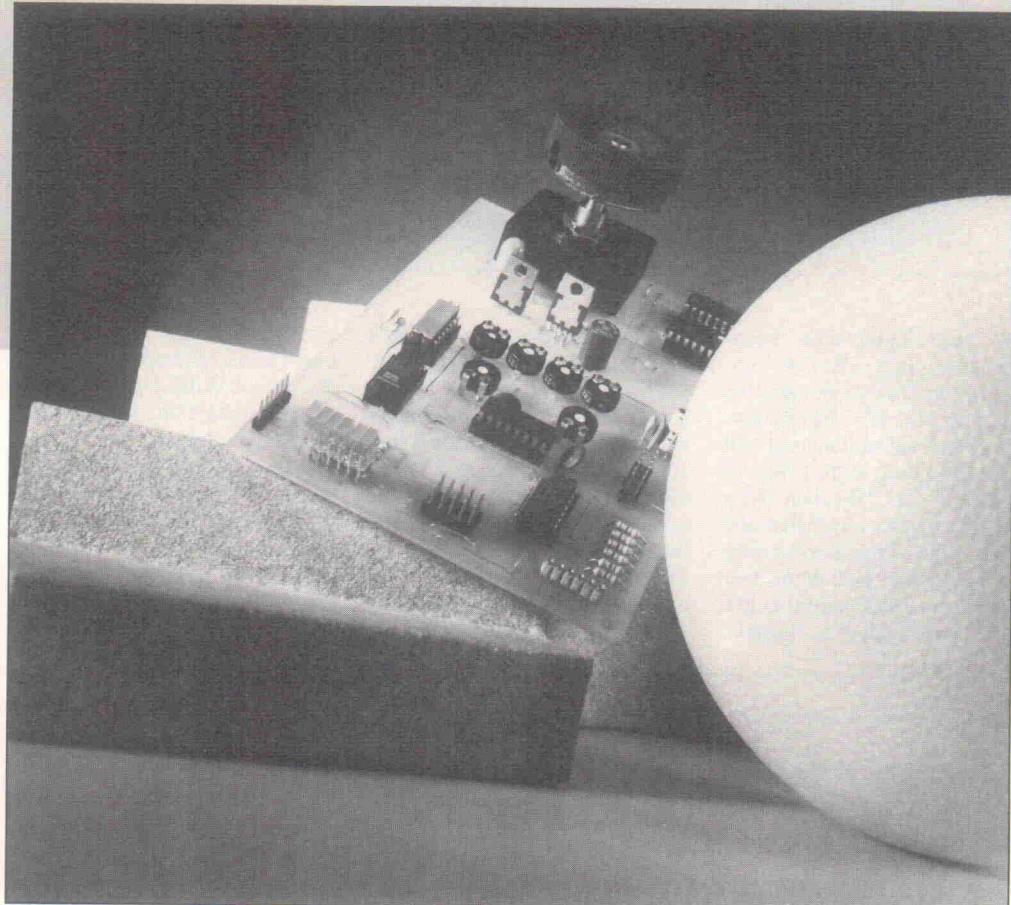
Schwedischer Impulskreisel

Impulse aus dem Handgelenk

Meßtechnik

Helmut Israel

Für Experimente, Entwicklungen und besonders für die Fehlersuche in Digitalschaltungen erweist es sich oft als notwendig, die Schaltung mit kurzen und gleichsam wohldosierten Impulsen oder Impulsfolgen anzusteuern. Sozusagen 'aus der Fingerspitze' erzeugt der hier vorgestellte Generator diese Signale.



Bei der Ansteuerung von Logik-Schaltungen sind vor allem die Impulsflanken von Bedeutung. Mit dem vorgestellten Gerät können diese Flanken praxisgerecht auf mancherlei Art zu selbstgewählten Zeitpunkten feinfühlig erzeugt werden: Den Grundtakt liefert ein von Hand bedienbarer Drehgeber, der Rest der Schaltung generiert Impulsflanken separat oder in einer Folge. Den merkwürdig anmutenden Namen verdankt der 'Schwede' übrigens der Tatsache, daß derartige Geräte – eben in Schweden – auf keinem Labortisch fehlen (sollen).

Die an den sechs Ausgängen verfügbaren Signale eignen sich für eine Vielzahl von Untersuchungen; das Schema ist in der Übersicht in Bild 1 dargestellt. Gemäß ihres 'Ursprungs' lassen sich die Pulse in die folgenden zwei Gruppen ordnen:

Der Inkrementalgeber bedient die Ausgänge '1' sowie '5' und '6'. Die von dem Inkrementalgeber gelieferten Impulse gelangen direkt auf das Monoflop IC5. Falls ein am Schluß dieses Artikels beschriebener Eigenbaugeber Verwendung finden soll, müssen dessen Ausgangssignale zunächst noch mit der in Bild 4 dargestellten Schaltung 'aufgearbeitet' werden.

Ein Blick in Schaltbild 2 läßt R4 und C4 als die die Verweilzeit bestimmenden Bauteile erkennen. Damit ist das erste Monoflop fest auf etwa 70 µs eingestellt. Am hauptsächlich zum Triggern eines Scopes vorgesehenen Ausgang 1 liegt diese direkte Folge an. Hier ist – wie bei (fast) allen Ausgängen – die Phasenlage beziehungsweise der Logik-Bezugspegel mit einem Schalter (hier: S1) in den in der Digitalelektronik üblichen Grenzen wählbar.

Bei der nächsten Stufe handelt es sich um einen mit IC4, einem 74 LS 93, aufgebauten Zähler. Dieser Baustein beinhaltet insgesamt vier Flipflops, wobei die erste Stufe intern nicht mit den drei folgenden verbunden ist. Diesem Umstand wurde mit der Verbindung Pin 9 (Q0) – Pin 1 (Cl 1) Rechnung getragen. Als Ausgangssignale steht jedenfalls der durch zwei, durch vier und durch sechzehn geteilte Grundtakt an Schalter S7 an.

Danach gelangt der so verlangsamte Takt auf einen weiteren Monoflop und die Ausgangsstufe. Um auch hier wieder die Wahl der Phase zu ermöglichen, invertiert IC1 das Signal. Die Ausgangsstufe für den Kanal 5 ist im Gegensatz zu dem vorher beschriebenen Treiber um die Indikator-Leds samt ihren eigenen Treiber erweitert. Somit besteht auch

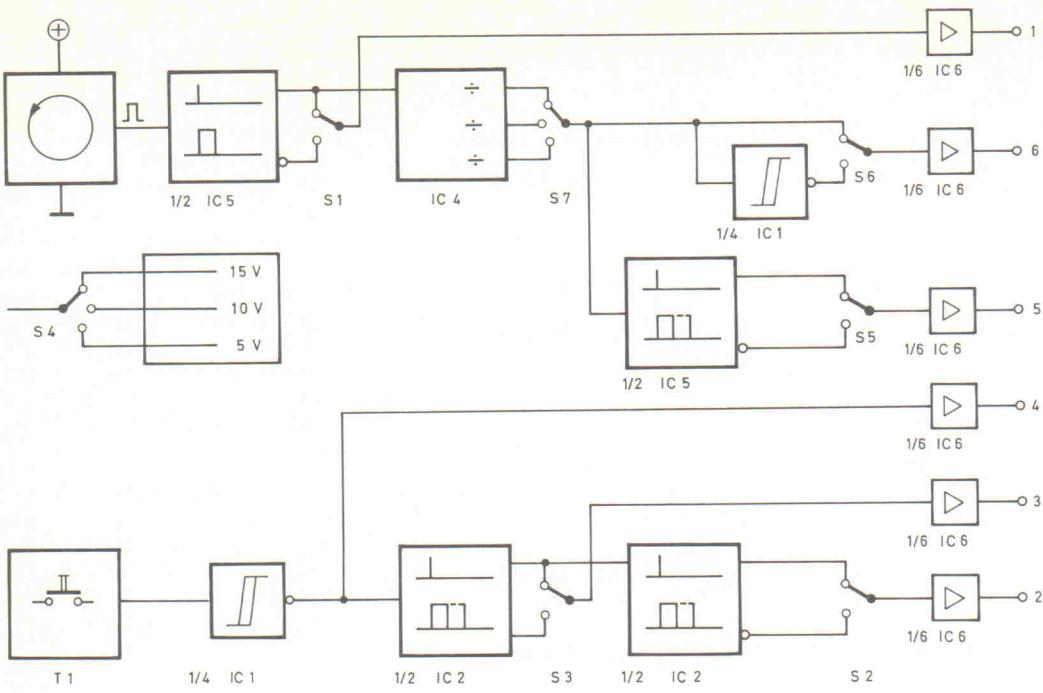
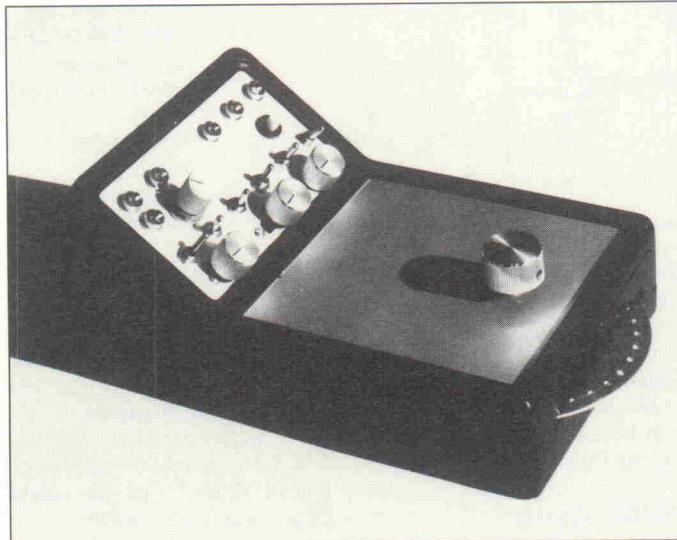


Bild 1. Das Blockschaltbild des 'Schweden'.

Der Schwedische
Pulskreisel hier mit
Selbstbau-Drehgeber.

Bild 2. Über diverse Schalter
lässt sich der
Impulsgenerator an die zu
untersuchende Schaltung
anpassen.



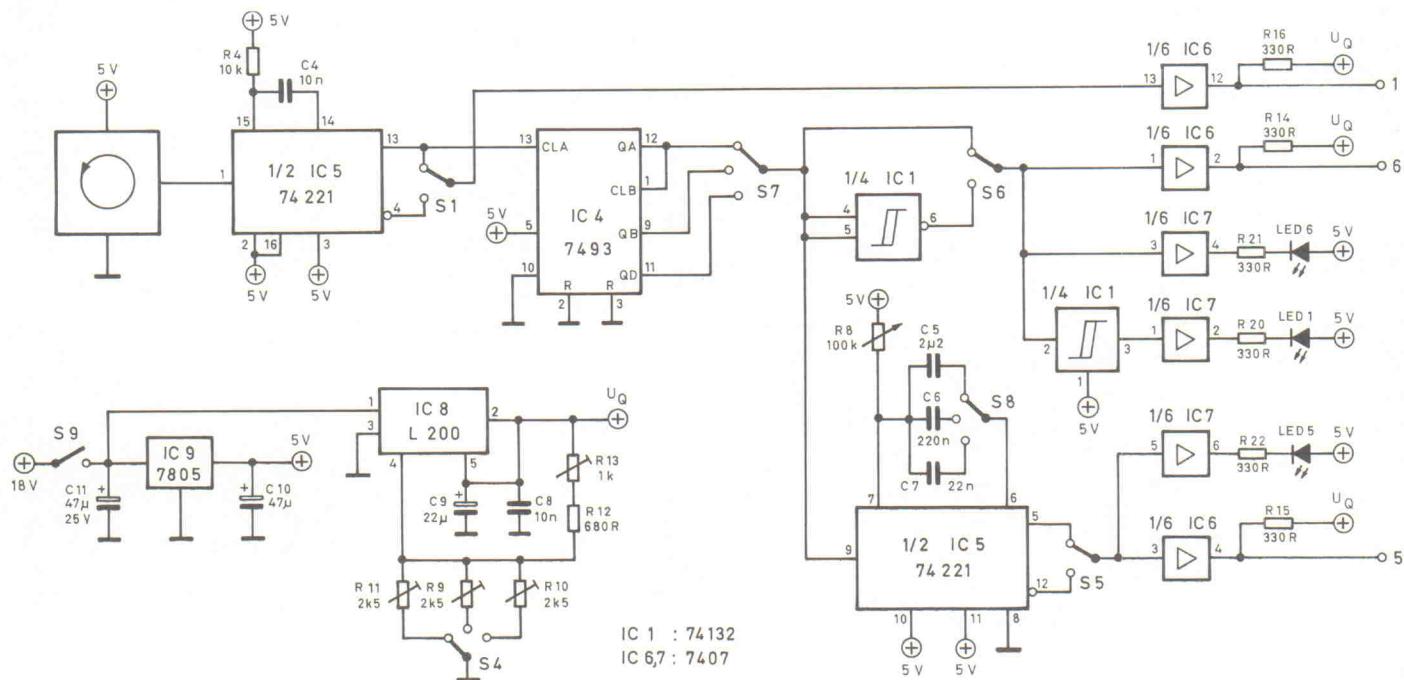
ohne einen weiteren freien Scope-Kanal eine Zustands-Kontrollmöglichkeit.

Auch die Beschaltung des erwähnten zweiten Monoflops birgt kaum mehr Geheimnisse: Im Gegensatz zu dem 'Pulsstabilisier' arbeitet es mit variablen Zeitkonstanten: Dies sind die Kondensatoren C5...7 in Verbindung mit S8 und das Poti R8. Nach der so eingestellten Pause gelangt die verzögerte Pulsfolge auf S5 und danach auf den Ausgangs- und den Led-Treiber.

Mit Hilfe des beschriebenen Schaltungsteils kann man also mehr oder weniger lange Pulspakete ausschließlich abhängig von dem Schwung, mit dem der Inkrementalgeber angestoßen wird. Die Dosierung mittels des richtigen Drehs ist der eigentliche Kniff der Schaltung: Während der Blick des konzentrierten Technikers auf dem Oszilloskop (oder dem Logikanalyser) ruht, kann er mit einem Finger beliebig lange Folgen erzeugen.

Aufbau und Wirkungsweise des in Bild 3 skizzierten zweiten Schaltungsteils bedürfen schon fast keiner Erläuterung mehr: der wesentliche Unterschied zu dem in Bild 2 dargestellten Schaltungsteil ist die Erzeugung des Grundtaktes:

Anstelle eines Inkrementalgebers stellt hier ein Taster die Quelle dar. Über R1, C1 und IC1 wird zunächst die Taste



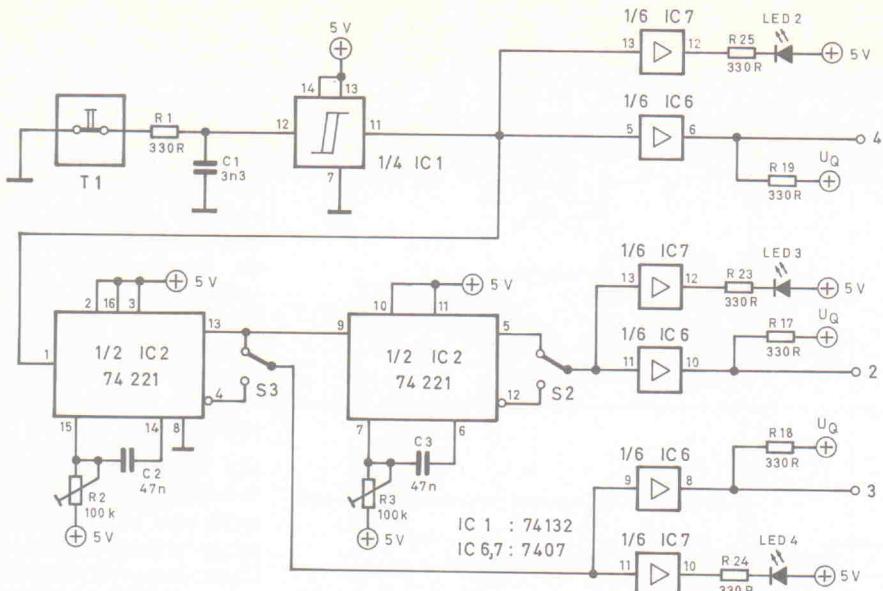


Bild 3. Zur gezielten Erzeugung einzelner Impulse stehen zwei verzögerte Ausgänge zur Verfügung.

Stückliste

Drehgeber

a) Inkremental/Dekrementalgeber, z. B. SEL-BG 40
dazu: mgl. großer Drehknopf

b) Selbstbau-Drehgeber:

Widerstände:

R26 180R

R27 10k

R28 100k Trimmer

Halbleiter:

Led7 rot, 3 mm

FTr BP 103

IC3 CA 3140

IC10 74 132

Sonstiges:

Gelagerte Drehscheibe, siehe Text

Montagematerial

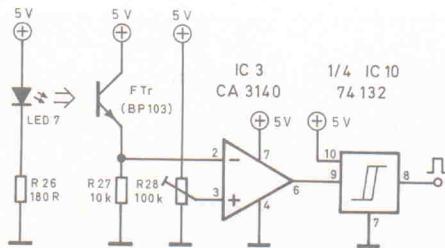


Bild 4. Der Zusatz 'Selbstbau-Drehimpulsgeber' kann auf einer Lochrasterplatine nachgerüstet werden.

entprellt. Den Tastendruck quittiert Led7, parallel gelangt der Puls an Ausgang 4. Da es recht müßig wäre, hier ebenfalls einen Taktteiler 'hochzutippen', wurde auf diesen Schaltungsteil verzichtet. Statt dessen triggern

die Pulse direkt das mittels R2 einstellbare Monoflop IC2. Da die fallenden Flanken sowohl den Treiber IC6 ansteuern als auch das Monoflop IC2 triggern, liegen an den Ausgängen 2 und 3 in bezug auf Ausgang 4 verzögerte Pulsfolgen an.

Versorgung / Ausgangspegel

Die Betriebsspannung von 5 V versorgt die TTL-Schaltungen und die Leuchtdioden. Hierzu befindet sich der Regler IC9 auf der Platine.

Für die sechs Ausgangstreiber wurde ein 7407 verwendet; dieses IC hat Open-Collector-Ausgänge. Mit Hilfe der Potis R8, 9, 10 und 13 kann man die obere Betriebsspannung für diese Stufen auf beispielsweise 5 V, 10 V und 15 V voreinstellen. Im Betrieb sind dann diese Pegel mittels S4 wählbar.

Der hier verwendete Inkremental-/Dekrementalgeber ist mit Abstand das teuerste Bauteil des Projektes. Da ein solcher Geber in diesem Projekt eigentlich unterfordert ist, kann der

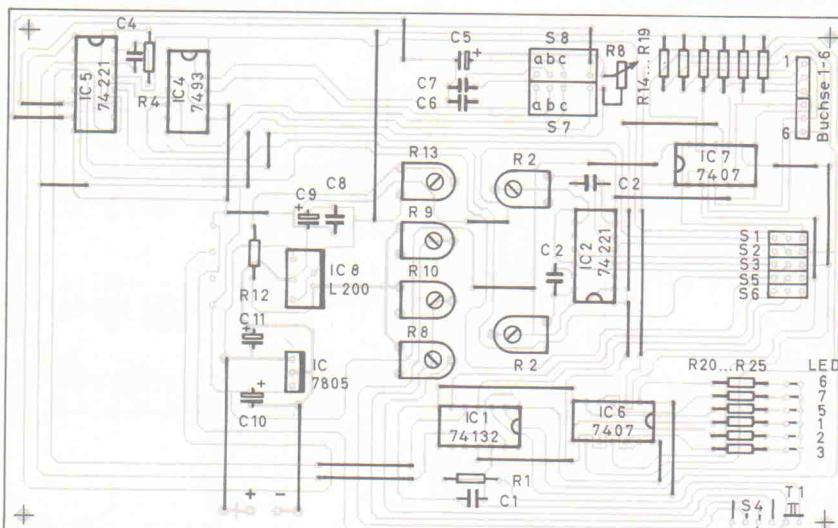


Bild 5. Außer der Platine benötigt man zum Aufbau noch ein Netzteil von 18 V/0,25 A.

Selbstbau eines Drehgeschwindigkeit-nach-Ausgangsfrequenz-Wandlers durchaus sinnvoll sein. Die Scheibe eines Stromverbrauch-Zählers eignet sich sehr gut hierzu. Aus ausrangierten Zählern (E-Werk) lassen sich diese leicht auftreiben. 36 Löcher mit einem Durchmesser von 1,8 mm werden im gleichen Abstand auf einen konzentrischen Kreis gebohrt. Bei kleineren Lochdurchmessern könnte die Beleuchtungsstärke für den Fototransistor durch die LED (siehe Bild 4) nicht ausreichen.

Der Spannungskomparator CA3140 (IC3) übernimmt die Verstärkung des Signals aus dem optoelektronischen Wandler und begradigt es. Der Ausgang des Schmitt-Triggers 74132 bietet zur Weiterverarbeitung ein sauberes Rechtecksignal an.

Die Schaltung findet in einem Pultgehäuse Platz. Die Verbindung zwischen der Europlatine, der Frontplatte und den Ausgangsbuchsen erfolgt über Flachbandkabel.

Stückliste

Schwedischer Impulsgenerator

Widerstände:	
R1,14...25	330R
R4,	10k
R12	680R
Trimmer:	
R2,3	100k
R9...11	1k5
R13	1k
Poti	
R8	100k
Kondensatoren:	
C1	3n3
C2,3	47n
C4,8	10n
C5,9	2μ
C6	220n
C7	22n
C10,11	47μ
Halbleiter:	
Led1	gn, 5mm
Led2	ge, 5mm
Led3...7	rt, 5mm
IC1	74 132
IC2,5	74 221
IC4	74 93
IC6,7	74 07
IC8	L 200
IC9	78 05
Schalter, Taster:	
T1	1 x EIN
S1,2,3,5,6	1 x UM
S4,7,8	Drehschalter 1 x 3
S9	1 x EIN



CAD/CAM-Handbuch 1991

Das CAD/CAM-Handbuch 1991 versteht sich als Handbuch für Einsteiger, die sich mit den wichtigsten Grundlagen der immer noch neuen Technologie auseinandersetzen möchten. Der Autor, seit 1983 Chefredakteur der Zeitschrift 'CAD CAM', weiß, wie man ein solch umfassendes Thema anpackt. Er hat bewußt eine leichtverständliche Sprache gewählt, die im Zweifelsfall Priorität vor der Darstellung des letzten Details hat.

Für den Elektronikentwickler von besonderem Interesse dürften die beiden, knapp 70 Seiten umfassenden Kapitel sein, die sich mit dem rechnerunterstützten Entwurf von Leiterplatten sowie dem Chipdesign mit CAE befassen.

Der eine empfindet sie als störend, der andere benutzt sie als Informationsquelle; die Rede ist von den nicht gerade spärlich im Buch verteilten Anzeigen. Man sollte sie hinnehmen, denn sie haben sicherlich nicht unmaßgeblich zum moderaten Verkaufspreis beigetragen. PvH

Karl Obermann
CAD/CAM-Handbuch
1991
München 1991
440 Seiten
DM 29,80
CAD/CAM Verlag
Erhardstr. 8
8000 München 5



Begriffswelt der Feldtheorie

Mit diesem Buch vermittelt Professor Schwab eine solide Grundlage für den tieferen Einstieg in die Theorie elektrischer und magnetischer Felder ohne den Leser mit mathematischem Ballast zu verunsichern.

Nach einer anschaulichen Einführung der feldtheoretischen Grundbegriffe (Flußdichte, Feldstärke etc.) behandelt der Autor ausführlich das mathematische Rüstzeug für die Bearbeitung elektromagnetischer Felder: die Maxwellschen Gleichungen und die vektoranalytischen Operatoren Gradient, Divergenz und Rotation.

Schließlich zeigt er neben analytischen Lösungen der Maxwellschen Gleichungen mit Hilfe von Skalar- und Vektorpotentialen auch moderne numerische Verfahren zur Berechnung feldtheoretischer Aufgaben.

Die systematische und leicht faßliche Darstellung der Zusammenhänge, die sich bereits in den zwei vorangegangenen Auflagen dieses Buches bewährt hat, macht das vorliegende Buch zu einem guten Repetitorium für Studenten der Elektrotechnik oder der Physik. SR

Adolf J. Schwab
Begriffswelt der
Feldtheorie
Heidelberg 1990
Springer Verlag
225 Seiten
DM 48,-
ISBN 3-540-52726-5



MC-Tools für den PC XT/AT

Die Programmierung von Mikrocontrollern erfordert eine umfangreiche Ansammlung von Programmen wie Assembler, Debugger, Testprogramme aller Art sowie einer Hardwareumgebung, mit der gezielt, aber einfach und schnell ein Projekt zum Laufen gebracht werden kann. Auf der Basis der PC-ADDIN-Karte, die im Buch enthalten ist, und zahlreichen Hilfs- und Testprogrammen, die sich auf der ebenfalls mitgelieferten Diskette befinden, kann der Leser die Arbeitsweise der Mikrocontrollerprogrammierung erlernen. Die einzelnen Schritte von der Idee bis zur Vervollständigung des Projektes werden anhand von zahlreichen, gut dokumentierten Beispielen erläutert. Die Überwachung des MC durch den PC spielt dabei eine wesentliche Rolle, ist es dadurch doch möglich, einzelne Programmschritte des MC genau zu verfolgen und eventuell in das Geschehen eingreifen zu können. Dieses Buch richtet sich sowohl an den Einsteiger als auch an den Profi. CT

O. Feger, A. Reith
MC-Tools für den
PC XT/AT
Traunstein 1990
260 Seiten
DM 119,-
Verlag Feger + Reith
Herzog-Wilhelm-Str. 11
8220 Traunstein



Der PC als intelligente Schaltzentrale

Thema des Buches ist die Echtzeit-Interface-Technik für Meß- und Steuerungsverfahren. Dazu kann die im Buch enthaltene Platine zu einer einfachen Interface-Einheit aufgebaut und mit den auf der Beispieldiskette vorhandenen Programmen in Betrieb genommen werden. Außerdem sind im Buch Schaltungen und Anwendungen wie Funktionsgenerator, Frequenzzähler oder Logikanalysatoren enthalten. Die Kapitel zur Einführung in die Hardware des Personalcomputers, des Betriebssystems MSDOS und verschiedene Programmiersprachen helfen dem Einsteiger, die einzelnen Komponenten besser zu verstehen und somit den Einstieg in die Interface-Technik zu beschleunigen. Einem umfangreichen Praktikum in Digital- und Analogsignalverarbeitung, Lichtwellenleiter- oder Sensorsystemen steht mit diesem Buch nichts mehr im Wege. CT



CAD-Systeme zum Leiterplattenentwurf und -layout

In letzter Zeit haben diverse CAD/CAE-Systeme zum Leiterplattenentwurf und -layout ein Preis/Leistungs-Verhältnis erreicht, das eine breite Einführung und Anwendung auch in mittelständisch strukturierten Unternehmen, bei Schaltungsentwicklern und Layoutern erwarten läßt.

Nach einer Einleitung, die insbesondere der Begriffsbestimmung dient, erläutert Teil 1 dieses Fachbuchs anwendungsorientiert die wichtigsten Gesichtspunkte für eine Auswahl- und Einführungsstrategie sowie die wirtschaftliche Anwendung und Integration von CAD/CAE-Systemen.

Einen weiteren Schwerpunkt (Teil 2) bildet die Beschreibung der Philosophie und Zielgruppe sowie der Hardwareplattformen und Software-Tools von fünf derzeit auf dem deutschsprachigen Markt angebotenen CAD/CAE-Systemen der oberen Preiskategorie (50 000 bis 250 000 D-Mark). Bei solchen anstehenden Kosten dürfte der Preis (78 D-Mark) für dieses Buch kaum noch ins Gewicht fallen. PvH

Karl-Werner Jäger
CAD-Systeme zum
Leiterplattenentwurf
und -layout
Ehningen 1990
Expert Verlag
283 Seiten
DM 78,-
ISBN 3-8169-0500-5



REICHELT



ITT

ELEKTRONIK
DER SCHNELLE FACHVERSAND

MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN

BC BC BD BD BF

107A 0.28 416A 0.18 242B 0.69 901 1.10 857 0.93 10 5.15 7805 0.55

107B 0.29 416B 0.15 242C 0.73 902 1.10 858 0.72 11 7.60 7805K 2.40

108A 0.30 416C 0.19 243 0.70 905 0.95 859 0.97 12 7.50 7806 0.56

108B 0.29 516 0.24 243A 0.80 906 0.94 869 0.54 20 17.80 7807 0.95

108C 0.30 517 0.21 243B 0.79 907 0.98 870 0.54 21 15.20 7808 0.56

109B 0.31 514A 0.07 243C 0.69 908 1.00 871 0.53 22 18.90 7808K 2.50

Akkuschrauber



Anwender:
Elektroniker, PC-Techniker, Hobby-Bastler
und alle, die was zu schrauben haben.

Komplet-Set bestehend aus:

- Akkuschrauber mit Links/Rechtslauf
- Drehmomentinstellung und verstellbarem Griffstück
- 2 Einstellschrauben
- 2 Akku's mit Ladegerät + Ladeständer
- Koffer-Tragbox

Bestellnr.: TDK 183

Profipreis DM 97.50

TLC	SCHALTUNGEN				INTEGRIERTE				JAPAN-HALBLEITER				JAPAN-HALBLEITER				HYBRID-IC'S				
	C-MOS		74LS..		74HC..		SN74..		2SA		2SA		2SB		2SC		2SC		STK		
251 DIP	3.90	4000	0.35	100	0.31	258	0.57	100	0.36	7400	0.62	329	2.25	1069	4.60	616	4.50	815	1.20	1398	4.00
252 DIP	6.25	4001	0.31	01	0.30	259	0.56	02	0.36	7401	0.66	467	2.55	1081	1.35	617	5.25	827	5.55	1413	7.05
254 DIL	10.10	4002	0.35	02	0.31	260	0.34	03	0.55	7402	0.51	468	3.20	1082	1.35	628	6.05	828	0.43	1419	1.65
271 DIP	1.20	4006	0.69	03	0.31	261	2.65	04	0.36	7403	0.58	472	3.20	1084	0.69	631	1.35	829	0.43	1445	6.85
272 DIP	1.90	4007	0.35	04	0.30	266	0.34	08	0.36	7404	0.62	473	1.50	1085	0.84	633	2.55	839	0.82	1447	1.65
274 DIL	3.40	4008	0.73	05	0.32	273	0.77	10	0.36	7405	0.53	483	9.25	1090	2.70	641	0.94	871	1.45	1448	3.55
277 DIP	5.75	4009	0.47	06	0.85	275	4.70	11	0.36	7406	0.71	490	1.25	1093	5.30	642	0.51	899	0.92	1449	1.70
279 DIL	6.50	4010	0.47	07	0.90	279	0.56	14	0.50	7407	0.76	493	2.35	1094	7.20	643	0.70	900	0.62	1454	7.90
339 DIL	2.70	4011	0.31	08	0.30	280	0.59	20	0.36	7408	0.72	495	1.40	1095	10.85	646	0.68	907	1.60	1470	19.70
372 DIP	1.85	4012	0.35	09	0.32	283	0.57	21	0.36	7409	0.83	496	1.50	1102	5.10	647	0.80	922	1.05	1472	0.75
374 DIL	2.75	4013	0.47	10	0.31	290	0.64	27	0.36	7410	0.61	497	5.10	1104	5.70	648	1.60	923	0.77	1501	2.35
393 DIP	2.15	4014	0.69	11	0.31	292	1.28	30	0.36	7411	0.65	509	1.15	1106	9.45	649	1.50	929	0.61	1505	2.35
555 DIP	1.05	4015	0.73	12	0.32	293	0.58	32	0.36	7412	0.62	544	1.74	1111	2.90	676	2.60	933	0.77	1509	1.40
556 DIL	2.15	4016	0.47	13	0.31	294	1.54	40	0.72	7413	0.62	544	1.74	1112	2.86	688	2.85	937	1.90	1509	2.20
UAA		4017	0.66	14	0.39	295	0.58	51	0.37	7414	0.72	546	2.50	1112	2.55	681	9.75	936	15.95	1515K	0.84
4018	0.67	15	0.31	297	9.00	58	0.96	7416	0.80	561	0.79	1115	0.47	686	2.85	937	19.30	1567	2.45		
4019	0.46	18	0.75	298	0.58	73	0.55	7417	0.80	562	0.77	1123	0.86	688	3.75	940	12.00	1568	1.70		
4020	0.20	0.89	19	0.73	299	2.60	74	0.53	7420	0.82	564	0.50	1124	0.99	697	8.95	941	1.00	1570	0.54	
145	12.90	4020	0.69	20	0.32	320	7.70	75	0.59	7421	0.77	571	16.80	1127	0.69	698	0.61	943	2.60	1571	0.48
170	3.95	4021	0.61	20	0.32	321	7.70	76	0.59	7422	0.93	608	0.39	1133	3.50	703	2.05	945	0.27	1573	1.75
180	4.20	4022	0.71	21	0.32	322	3.15	77	0.62	7423	1.40	628	0.63	1142	3.20	705	8.60	959	2.45	1583	1.25
4002	6.60	4023	0.35	22	0.40	323	2.70	85	1.00	7425	1.05	634	2.55	1145	0.92	707	6.65	982	0.63	1586	21.00
ULN		4024	0.63	24	0.94	323	2.70	85	1.00	7427	0.62	636	2.85	1146	5.70	713	8.55	995	2.55	1589	5.40
4025	0.35	26	0.95	324	0.85	86	0.50	7426	0.86	637	2.90	1160	1.35	717	7.60	1623	7.50	1623	0.31		
4026	0.92	27	0.31	347	2.30	93	1.00	7427	0.97	639	1.15	1164	0.39	718	1.90	998	15.00	1624	2.40		
2001	0.99	4027	0.46	28	0.32	348	1.70	107	0.55	7428	1.15	656	11.55	1164	0.39	718	1.00	1000GR	0.65	1625	1.95
2002	0.84	4028	0.64	30	0.32	352	0.64	109	0.56	7430	0.84	659	1.05	1169	14.80	727K	3.40	1626	1.70		
2003	0.73	4029	0.66	31	1.60	353	0.59	112	0.60	7432	0.82	672	1.05	1170	21.50	733	1.15	1001	25.80	1626	1.70
2004	0.83	4030	0.44	32	0.31	354	6.20	113	0.59	7433	0.99	673	0.39	1175	0.63	737	0.63	1009A	0.58	1627	0.95
2064B	3.00	4031	1.00	33	0.31	355	5.20	123	0.80	7437	0.84	683	0.82	1177	0.54	744	1.20	1011	37.50	1647	5.40
2065B	3.20	4032	0.77	37	0.31	356	7.30	125	0.58	7438	0.86	684	0.92	1179	0.39	745	0.92	1013	3.15	1648	0.75
2066	3.00	4033	1.00	38	0.31	357	4.45	126	0.58	7440	0.96	695	0.98	1185	5.30	755	6.65	1030	5.85	1669	2.85
2068	3.50	4034	2.60	40	0.31	365	0.43	131	1.00	7441	4.30	696	0.96	1186	11.30	764	0.74	1044	1.71	1674	0.43
2069	3.70	4035	0.72	42	0.54	366	0.44	134	0.54	7442	0.97	697	0.96	1186	11.30	764	0.74	1044	0.77	1675	0.42
2070	3.30	4038	0.76	43	0.63	367	0.44	133	0.38	7443	2.10	699	2.15	1187	12.75	772	2.70	1047	0.77	1675	0.42
2071	3.70	4040	0.73	44	0.63	368	0.43	137	0.81	7444	2.10	711	6.85	1200	0.32	773	12.00	1060	3.30	1676	3.00
2074	2.95	4041	0.73	47	0.89	373	0.81	138	0.65	7445	1.75	715	1.05	1204	0.66	774	0.64	1061	1.85	1683	3.40
2075	3.10	4042	0.63	48	1.15	374	0.74	139	0.65	7446	2.20	719	0.62	1206	1.40	776	7.00	1070	0.99	1684	0.28
2076	2.95	4043	0.71	49	1.15	375	0.70	147	0.83	7447	1.85	720	0.62	1207	0.61	788	1.15	1096	1.70	1685	1.00
2077	3.30	4044	0.71	51	0.30	377	0.84	148	0.81	7448	2.55	722	0.88	1209	1.75	791K	3.90	1098	1.60	1687	1.05
2801	1.55	4045	1.35	54	0.32	378	0.66	151	0.71	7450	0.41	725	0.44	1210	2.00	794	2.05	1106	7.40	1688	0.92
2802	1.55	4046	0.86	55	0.32	379	0.59	153	0.73	7451	0.61	733	0.39	1215	15.00	808F	0.54	1112	6.95	1708A	3.05
2803	1.40	4047	0.71	56	0.32	425	0.50	154	2.40	7452	0.63	738	1.30	1216	21.10	810	2.00	1114	15.00	1729	27.00
2804	1.60					155	0.77	7453	0.73	7454	1.60	1220	2.80	813	3.00	1124	6.25	1730	0.58	1730	2.35
PC-System AT 286/12 Mhz												157	0.74	7454	0.54	1221	2.25	1730	9.15	178	1.15
												191	0.55	7459	1.05	1243	1.55	1855	0.95	1913	39.00
												192	0.86	7471	0.86	1245	0.82	1856	0.95	1913	39.00
												193	0.82	7472	1.30	1246	2.55	1857	0.95	1913	39.00
												194	0.90	7473	1.30	1247	1.95	1858	0.95	1913	39.00
												195	0.95	7474	1.30	1248	2.25	1859	0.95	1913	39.00
												196	0.90	7475	1.30	1249	1.95	1860	0.95	1913	39.00
												197	0.95	7476	1.30	1250	1.95	1861	0.95	1913	39.00
												198	0.95	7477	1.30	1251	1.95	1862	0.95	1913	39.00
												199	0.95	7478	1.30	1252	1.95	1863	0.95	1913	39.00
												200	0.95	7479	1.30	1253	1.95	1864	0.95	1913	39.00
												201	0.95	7480	1.30	1254	1.95	1865	0.95	1913	39.00
												202	0.95	7481	1.30	1255	1.95				

Spezialisten für Präzision

Bauelemente-Markt: Instrumentationverstärker



Peter Nonhoff

Instrumentationverstärker (IV) – auch bekannt als Differenz- oder Meßverstärker – sind gegengekoppelte Verstärkerblocks mit Differenzeingängen und präzise einstellbaren Verstärkungen. Kennzeichnend sind ihre sehr hohe Eingangsimpedanz und Gleichtaktunterdrückung. Diese Eigenschaften machen sie ideal zur exakten Verstärkung kleiner, von hohen Gleichtaktspannungen überlagerter Signale, wie sie bei Dehnungsmeßstreifenbrücken, Thermoelementen und anderen Meßwandlern auftreten. Ebenso kann man IV dazu einsetzen, um Störungen von Erdungsschleifen zu eliminieren.

Sein Jahrzehnten eingeführte analoge Verfahren zur Erfassung, Analyse und Weiterverarbeitung analoger Meßsignale werden zunehmend durch digitale ersetzt. Diese Tendenz führt dazu, daß sich die Ansprüche an die Schnittstellen zwischen Meßwertaufnehmer und Computer beziehungsweise A/D-Wandler ändern und/oder erhöhen. Schnelle PC-Meßkarten verarbeiten in der Regel Daten von acht und mehr analogen Eingangskanälen, die gemultiplext über einen Instrumentationverstärker zum A/D-Wandler geführt werden. Das stellt hohe Anforderungen nicht nur an die Geschwindigkeit (settling time) des IV. Als Settling time bezeichnet man die Zeitspanne, die die Ausgangsspannung benötigt, um den Endwert mit einer bestimmten Toleranz (zum Beispiel 0,01 % ≈ 13 Bit) einzustellen.

Immer höher auflösende Präzisionsensoren auf der einen wie A/D-Wandler auf der anderen Seite erfordern sehr gute Linea-

ritäten, minimale Fehler bei der Verstärkung (gain error) der Analogsignale sowie geringes Rauschen. Die Entwickler und Hersteller analoger Bausteine nutzen modernste Fertigungstechnologien (Hybridtechnik, lasergetrimmte Dünnschicht-Widerstände ...), um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Auch ist die Vielfalt der auf dem Markt befindlichen Instrumentationverstärker derart groß, daß der Entwickler moderner Meßtechnik bei dem zur Verfügung stehenden Angebot auch für eine spezielle Anwendung mit Sicherheit einen Baustein finden darf, der seinen Ansprüchen genügt (siehe Übersichtstabelle).

Vom Subtrahierer zum Instrumentationverstärker

Das Grundprinzip aller Instrumentationverstärker ist die Verstärkung von Differenzspan-

nungen. Zur Messung von Potentialdifferenzen reicht in vielen Fällen ein einfacher Subtrahierer (Bild 1). Wenn die beiden Widerstandsverhältnisse $R_2/R_1 = \alpha_N$ und $R_4/R_3 = \alpha_P$ exakt gleich sind, also $\alpha_N = \alpha_P = \alpha$ gilt, folgt daraus für die Ausgangsspannung $U_a + U_a = \alpha (U_2 - U_1)$.

Die Schaltung bildet also die Differenz der beiden Eingangsspannungen. Wenn das Verhältnis der Widerstände nicht genau gleich ist, weicht der Wert der Ausgangsspannung von der exakten Differenz der Ein-

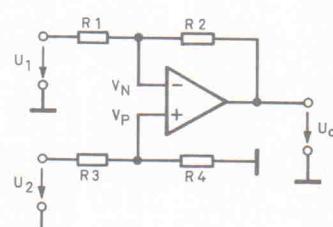


Bild 1. Ein Instrumentationverstärker in seiner einfachsten Form.

gangsspannungen ab; dann gilt der Ausdruck

$$U_a = \frac{1 + \alpha_N}{1 + \alpha_P} \alpha_P (U_2 - \alpha_N U_1)$$

Nimmt man an, daß sich die Eingangsspannungen jeweils aus einem Gleich- und einem Differenzteil zusammensetzen mit

$$U_2 = U_{GI} + 1/2 U_D$$

$$U_1 = U_{GI} - 1/2 U_D$$

so erhält man für die Ausgangsspannung

$$U_a = A_{GI} U_{GI} + A_D U_D$$

Aus diesem Ansatz läßt sich nun die Gleichtaktunterdrückung G (common mode rejection ratio, CMRR) berechnen:

$$G = \frac{A_D}{A_{GI}} =$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{(1 + \alpha_N) \alpha_P + (1 + \alpha_P) \alpha_N}{(1 + \alpha_N) \alpha_P - (1 + \alpha_P) \alpha_N}.$$

Bei annähernd erfüllter Koeffizientenbedingung, das heißt $\alpha_N = \alpha - 1/2 \delta\alpha$ und $\alpha_P = \alpha + 1/2 \delta\alpha$ folgt daraus unter Vernachlässigung von Termen höherer Ordnung

$$G \approx (1 + \alpha) \alpha / \delta\alpha.$$

Die Gleichtaktunterdrückung ist bei gegebener Widerstandstoleranz $\delta\alpha/\alpha$ angenehrt proportional zur eingestellten Differenzverstärkung $A_D = \alpha$; das bedeutet, daß eine Vergrößerung des Widerstandsverhältnisses die Gleichtaktunterdrückung steigert. Sind die Widerstandsverhältnisse gleich ($\delta\alpha \rightarrow 0$), wird G angenehrt unendlich groß; dies gilt jedoch nur für ideale Operationsverstärker. Wünscht man eine besonders hohe Gleichtaktunterdrückung, kann man R_4 geringfügig variieren und damit $\delta\alpha$ so einstellen, daß die endliche Gleichtaktunterdrückung des realen Operationsverstärkers kompensiert wird.

Obige Schaltung ist ausreichend, so lange man die zu messenden Potentiale nicht mit den Eingangswiderständen des Subtrahierers belastet. Dies ist in vielen Fällen nicht gewährleistet, da sie einen beträchtlichen Innenwiderstand aufweisen, zumal, wenn sehr hohe Verstärkungen gefordert sind, um kleinste Differenzen zu detektieren und eine genügende Gleichtakunterdrückung zu erreichen.

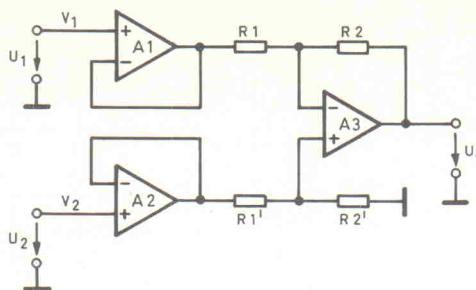


Bild 2.
Vorgeschaltete Impedanzwandler verbessern die Eigenschaften des Differenzverstärkers.

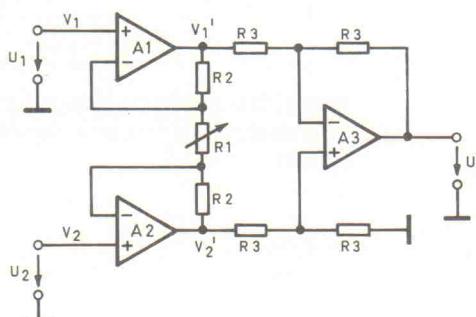


Bild 3.
Der 'klassische' Instrumentationverstärker: Mit nur einem Widerstand läßt sich die Verstärkung einstellen.

Mit zusätzlichen Spannungsfolgern wird die Funktionsweise des Subtrahierers unabhängig von den Innenwiderständen der Meßpotentiale (Bild 2). Eine höhere Gleichtaktunterdrückung läßt sich erzielen, indem man die Spannungsverstärkung in die Impedanzwandler verlagert und dem Subtrahierer die Verstärkung 1 gibt (Bild 3).

Für den Fall, daß R_1 wegfällt ($R_1 = \infty$), arbeiten A1 und A2 als Impedanzwandler, und es besteht praktisch kein Unterschied zur vorherigen Schaltung. Der wesentliche Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß man durch Variation eines einzigen Widerstandes (R1) die Differenzverstärkung einstellen kann. Da ein Operationsverstärker seine Ausgangsspannung so einstellt, daß die Spannungsdifferenz zwischen dem invertierenden und nichtinvertierenden Eingang null wird, liegt an R1 die Potentialdifferenz $V_2 - V_1$. Damit wird

$$V_2 - V_1 = \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) (V_2 - V_1)$$

Bei reiner Gleichtaktaussteuerung ($V_1 = V_2 = V_{GI}$ wird $V_1' = V_2' = V_{GI}$). Die Gleichtaktverstärkung von A1 und A2 besitzt also unabhängig den Wert 1. Mit obiger Gleichung zur Gleichtaktunterdrückung erhält man

$$G = \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) \frac{2\alpha}{\delta\alpha}$$

beschrieben, läßt sich die Gesamtverstärkung V mittels eines einzigen Widerstands R_G in einem weiten Bereich (1...1000) stufenlos einstellen. R_G liegt zwischen den Anschlüssen Gain-Set 1 und Gain-Set 2. Es gilt der Zusammenhang

$$V = 1 + (40 \text{ k}\Omega / R_G)$$

Eine unerwünschte Offsetspannung am Ausgang eliminiert man mit Hilfe eines 100-kΩ Trimmers an den entsprechenden Eingängen, dessen Schleifer an positiver Betriebsspannung liegt. Bei einigen Modellen sind neben den Gain-Set-Pins zwei weitere Anschlüsse – Gain-Sense 1 und Gain-Sense 2 – herausgeführt, die es erlauben, den Widerstand R_G in Vierleitertechnik anzuschließen. Die Sense-Anschlüsse sind mit den nichtinvertierenden Eingängen von A1 und A2 verbunden, da in diese kein Strom fließt. Die Benutzung der Sense-Anschlüsse ist bei hohen Verstärkungen sinnvoll, weil dann kleine Werte für R_G auftreten. Sollen die Sense-Anschlüsse nicht benutzt werden, verbindet man sie mit den Gain-Set-Pins.

Wenn die Eingangssignale eines Instrumentationverstärkers einen sehr weiten Dynamikbereich überstreichen, kommt es bei der Gain-Einstellung auf exakte Abstufungen an – zum Beispiel in Zehnerpotenzen. Denn nur dann ist es möglich, einen folgenden A/D-Wandler oder ein Anzeigegerät mit sehr viel geringerem Dynamikumfang optimal anzusteuern. Die Präzision der Gain-Einstellung hängt ganz entscheidend

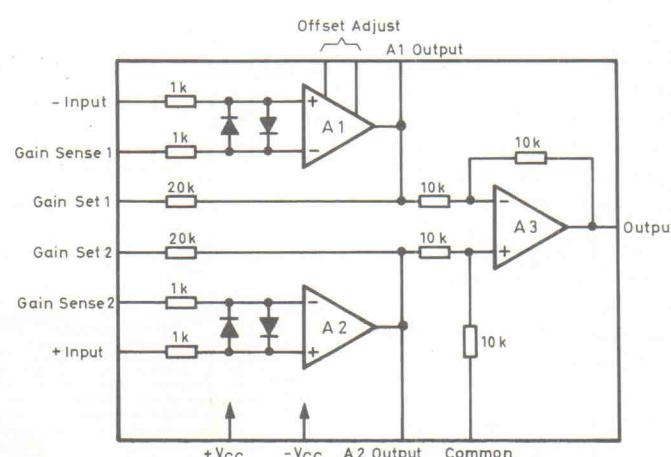


Bild 4. Das Innenleben eines integrierten Instrumentationverstärkers mit widerstandsprogrammierbarer Verstärkungseinstellung.

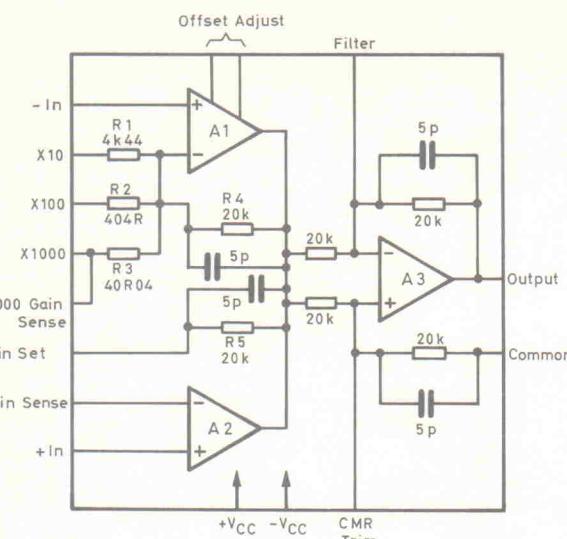


Bild 5. Bei einem pinprogrammierbaren IV sind die hochpräzisen Gain-Widerstände im Baustein integriert.

von der Genauigkeit der Gain-Widerstände ab.

Bild 5 zeigt das Innenleben eines sogenannten pinprogrammierbaren Instrumentationverstärkers. Hier sind die Gain-Widerstände in Form hochpräziser, lasergetrimmter Dünnfilmwiderstände im Baustein integriert. Der gezeigte Baustein lässt vier fest einstellbare Faktoren zu: $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$ und $\times 1000$, indem man den Gain-Set-Eingang mit den entsprechenden Pins verbindet. Ein offener Gain-Set-Anschluß entspricht dem Faktor 1. Die auftretenden Verstärkungsfehler liegen je nach Qualität des Bausteins und in Abhängigkeit vom eingestellten Faktor im Bereich 0,001 %...1 %.

Im Zusammenhang mit digitalen Meßwerterfassungssystemen wird vor allem eine digital programmierbare Verstärkungseinstellung interessant (Bild 6). In diesem Baustein ist nicht nur ein Widerstandsnetzwerk integriert, sondern darüber hinaus eine 4-Bit-Logik, der sogenannte Gain-Control-Decoder. Er schaltet die Widerstände entsprechend der anliegenden Bitkombination, um damit elf mögliche Verstärkungsfaktoren (1, 2, 4...512, 1024) einzustellen.

Eine hochintegrierte Variante zeigt Bild 7a. In dem besonders auf PC-Meßkarten zugeschnittenen Baustein PGA 100 ist neben einem Operationsverstärker mit digital einstellbarer Verstärkung ein Eingangsmul-

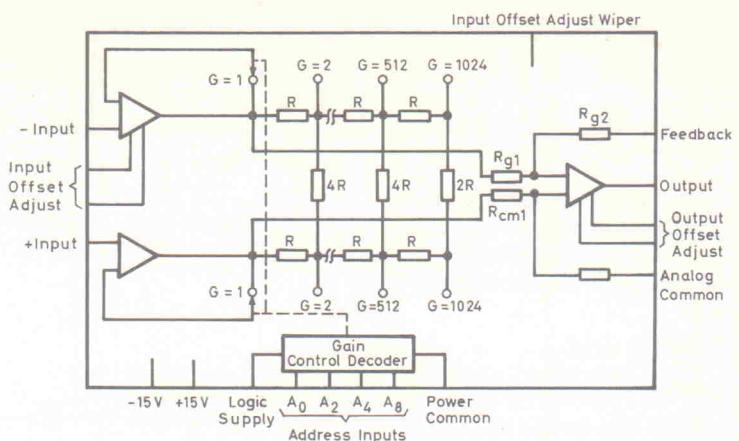


Bild 6. Der AM-542 ermöglicht über die 4-Bit-Adresseitung eine softwaregesteuerte Verstärkungseinstellung in elf Stufen.

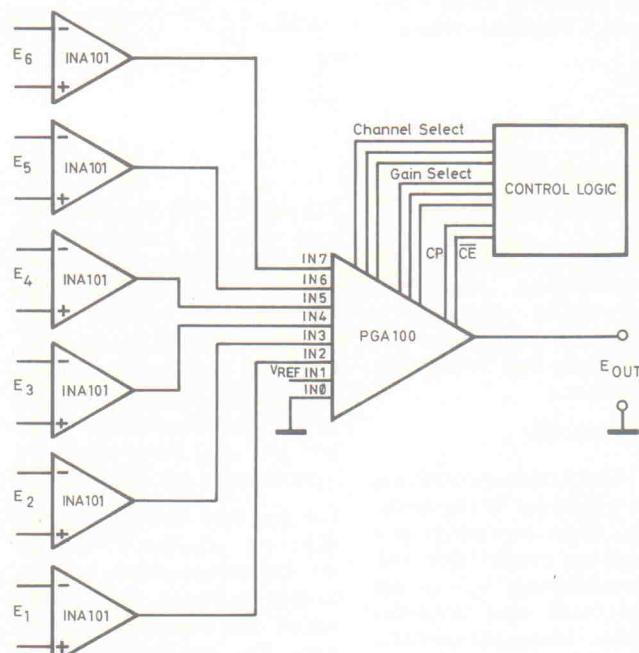


Bild 7b. Erst vorgeschaltete Instrumentationverstärker machen den PGA 100 zu einem vielseitigen Präzisions-IV.

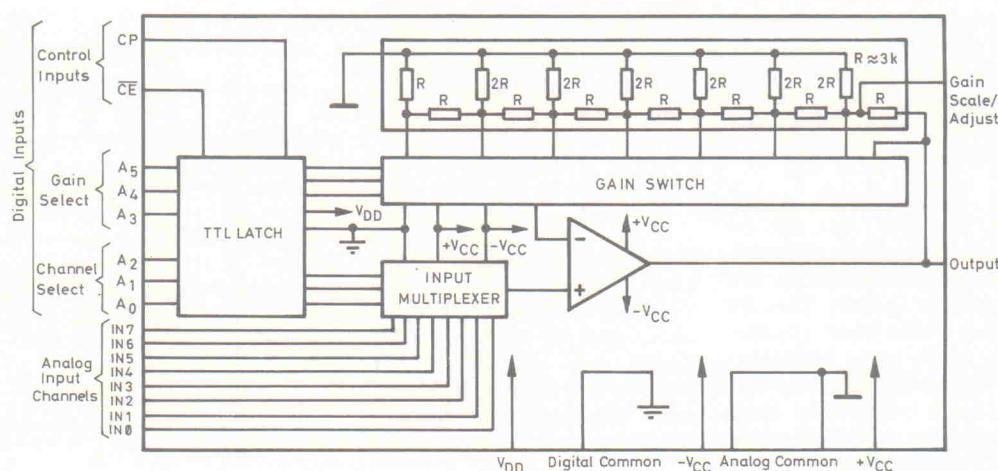


Bild 7a. Acht gemultiplexte Analogeingänge und acht digital einstellbare Verstärkungsfaktoren bietet der PGA 100 gleichzeitig in einem Baustein.

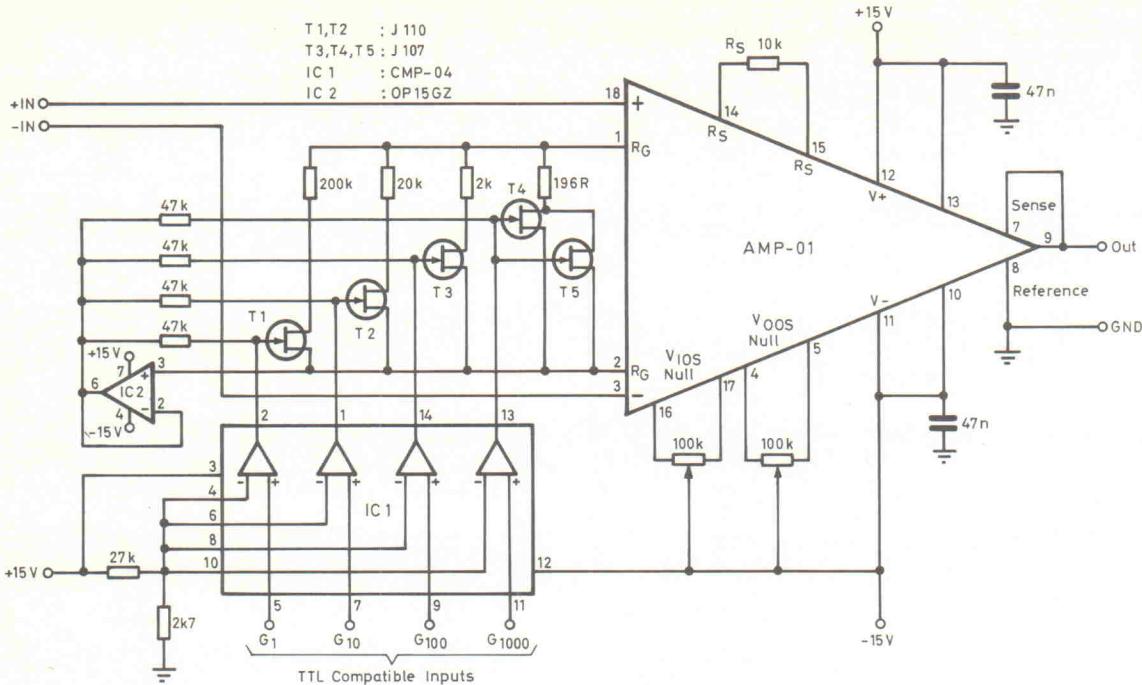


Bild 8.
Diese Schaltung
verwandelt
einen AMP-01
in einen pin-
programmierbaren
Instrumentation-
verstärker.

Von analoger zur digitalen Verstärkungs- einstellung

Wer die Eigenschaften eines bestimmten Instrumentationsverstärkers ausnutzen möchte, dessen Verstärkung mittels eines externen Widerstands eingestellt wird, aber die Umschaltung des Verstärkungsfaktors digital über einen Computer steuern möchte, der kann sich

mit der in Bild 8 gezeigten Schaltung helfen.

Die Umschaltung der Verstärkungsfaktoren übernehmen fünf Feldeffekttransistoren, indem sie die vier verstärkungsbestimmenden Widerstände auf den entsprechenden Gain-Anschluß des AMP-01 schalten. Damit der Innenwiderstand der FETs auch bei der höchsten Verstärkung vernachlässigbar klein bleibt, benötigt man bei dem 196- Ω -Widerstand zwei parallele

Transistoren. Vier Komparatoren übernehmen die Ansteuerung der FETs. Die Schaltung kommt somit einem pinprogrammierbaren IV mit den Faktoren 1, 10, 100 und 1000 gleich. Natürlich sind in dieser Form auch andere Verstärkungsfaktoren individuell realisierbar.

Wie man von einem pinprogrammierbaren zu einem softwareprogrammierbaren Instrumentationverstärker kommt, zeigt Bild 9a am Beispiel eines

AD 624. Die Verstärkungsumschaltung läßt sich über mechanische Schalter wie DIP-Schalter oder Reed-Relais bewerkstelligen. Auch hier muß man wieder berücksichtigen, daß die Kontaktwiderstände der Schalter in Serie mit den Gain-Widerständen liegen und die Genauigkeit der Verstärkungseinstellung beeinflussen.

In gemultiplexten Datenerfassungssystemen treten fast immer thermoelektrische Signale

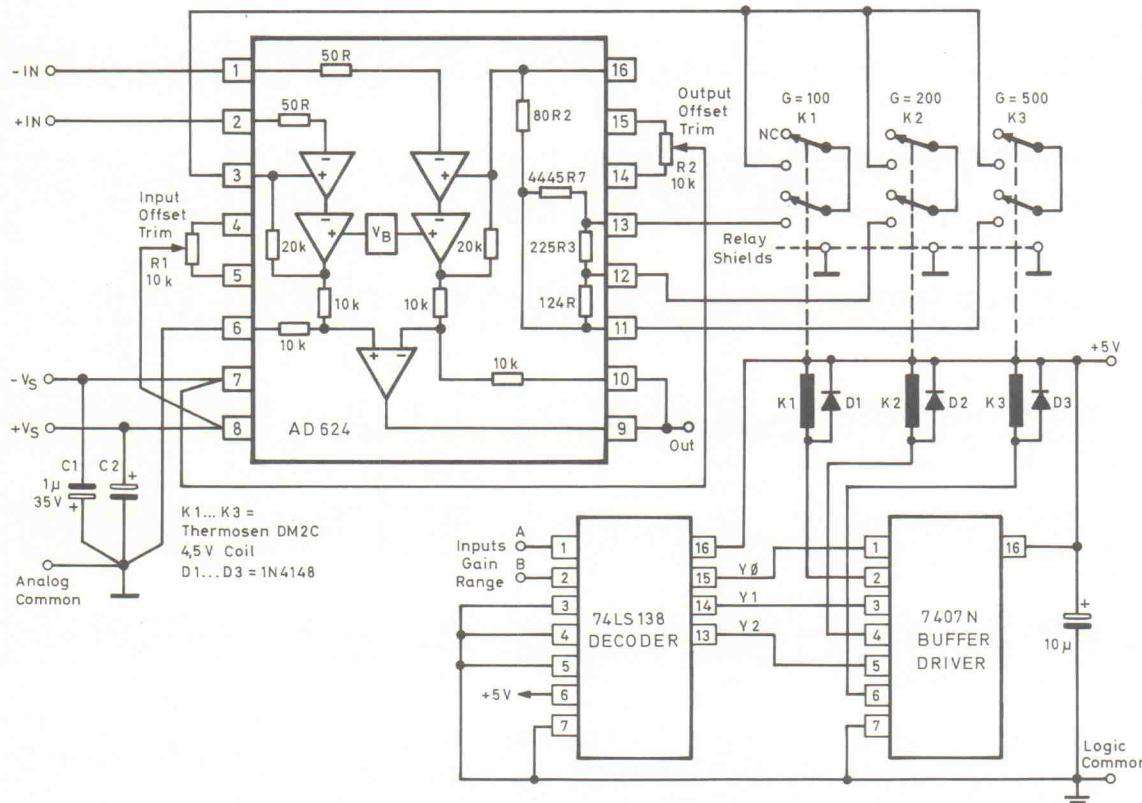


Bild 9a.
Werden zur Verstärkungs- umschaltung eines IV mechanische Relais benutzt, muß man berücksichtigen, daß die Kontaktwiderstände die Genauigkeit der Gain-Einstellung beeinflussen.

Bauelemente

Bauteil	Hersteller/ Distributor	Programmierbare Verstärkungen	Art der Verstär- kungseinst.	CMRR DC	Offset Voltage µV	Offset Drift µV/°C	Bias Current nA	Noise
AD 365	Analog Devices	1,10,100,500	digital	125 dB G = 500	200	2	50	0,1...10 Hz 0,2 µV _{pp}
AD 521	Analog Devices	0,1...1000	Widerstand	110 dB G = 1000	1000	2	40	0,1...10 Hz 0,5 µV _{pp} / (G = 1000)
AD 522	Analog Devices	1...1000	Widerstand	120 dB G = 1000	100	2	25	0,1...100 Hz 1,5 µV _{pp} / (G = 1000)
AD 524	Analog Devices	1,10,100,1000	Pinprogrammierbar	120 dB G = 1000	50	0,5	15	1...10 Hz 0,3 µV _{pp} / (G = 1000)
AD 526	Analog Devices	1,2,4,8,16	digital	—	250	3	0,15	1...10 Hz 3 µV _{pp}
AD 624	Analog Devices	1,100,200,500, 1000	Pinprogrammierbar	130 dB G = 1000	25	0,25	15	1...10 Hz 0,2 µV _{pp}
AD 625	Analog Devices	1...1000	Widerstand	120 dB G = 1000	25	0,25	15	1...10 Hz 0,2 µV _{pp} / (G = 1000)
INA 101	Burr Brown	1...1000	Widerstand	110 dB G = 1000	25	0,25	15	0,01...10 Hz 0,8 µV _{pp}
INA 102	Burr Brown	1,10,100,1000	Pinprogrammierbar	100 dB G = 1000	100	2	30	0,01...10 Hz 1 µV _{pp}
INA 103	Burr Brown	1...100	Widerstand	125 dB G = 100	27	0,7 G = 100	2,5	10 Hz 2 nV·Hz
INA 104	Burr Brown	1...1000	Widerstand	100 dB G = 1000	25	0,25	15	0,1...10 Hz 0,8 µV _{pp}
INA 105	Burr Brown	1	—	100 dB G = 1	50	5	—	0,01...10 Hz 2,4 µV _{pp}
INA 106	Burr Brown	10	—	100 dB G = 10	50	0,2	—	0,01...10 Hz 1 µV _{pp}
INA 110	Burr Brown	1,10,100,200, 500	Pinprogrammierbar	110 dB G = 500	100	2	0,05	0,1...10 Hz 1 µV _{pp}
INA 117	Burr Brown	1	—	80 dB G = 1	120	8,5	—	0,01...10 Hz 25 µV _{pp}
INA 120	Burr Brown	1,10,100,1000	Pinprogrammierbar	110 dB G = 1000	13 G = 100	0,35 G = 100	7	0,1...10 Hz 0,7 µV _{pp}
PGA 100	Burr Brown	1,2,4,8,16, 32,64,128	digital	—	100	6	0,1	0,1...10 Hz 2,6 µV _{pp}
PGA 102	Burr Brown	×1, ×10, ×100	digital	—	70 G = 100	0,5 G = 100	20	0,1...10 Hz 4,5 µV _{pp}
PGA 200/ 201	Burr Brown	1,10,100,1000 (1,8,64,512)	digital	120 dB G = 1000	25 G = 1000	1 G = 1000	10	0,1...10 Hz 0,8 µV _{pp}
AM-542	Datel	1,2,4...128, 256,512,1024	digital	90	200 µV	1	50	—
AM-543	Datel	1,2,4,8,16, 32,64,128	digital	80	200 µV	30	0,05	—
AM-551	Datel	1...1000	Widerstand	100	1000 µV	15	0,1	—
ICL 7605	Hiiris	1...1000	2 Widerstände	104 dB C ₃ = C ₄ = 10 µF C _{Osc} = 1 µF	2	0,01	—	0,1...10 Hz 0,74 µV _{pp}
LH0036	National Semiconductor	1...1000	Widerstand	100 G = 100	500	10	40	0,1...10 kHz 20
LH0038	National Semiconductor	100,200,400,500 1000,2000	Pinprogrammierb.	120 G = 1000	25	0,1	50	0,1...10 Hz 0,2
LH0084	National Semiconductor	1,2,5,10,20, 50,100	digital	94 G = 100	300	10	0,15	0,1...10 Hz 7
LM363	National Semiconductor	10,100,1000	Pinprogrammierb.	130 G = 1000	30	4	2	0,01...10 Hz 10
AMP-01	PM I Analog Devices	0,1...10 000	Widerstand	130 G = 1000	20	0,15	1	0,1...10 Hz 13 G = 1
AMP-02	PM I Analog Devices	1...10 000	Widerstand	120 G = 1000	20	0,5	2	0,1...10 Hz 10
AMP-03	PM I Analog Devices	1	fest	100 G = 1	10	—	—	—
AMP-05	PM I Analog Devices	0,1...2000	Widerstand	115 G = 1000	300	5	20	0,1...10 Hz 7
SSM-2015	PM I Analog Devices	10...2000	Widerstand	100 G = 1000	300 G = 100	—	4500	0,1...20 kHz 0,3 V _{RMS} / G = 100
SSM-2016	PM I Analog Devices	10...1000	Widerstand	100 G = 1000	1500 G = 100	—	9000	0,1...20 kHz 0,2 V _{RMS} / G = 100

Eingangs- impedanz /Ω	Nichtlinea- rität	Gain Error	3 dB Abfall bei G = 100	Slew Rate V/μs	Settling time	Technologie	Besonderheiten
10 ⁹	0,005 % G = 100	0,02 % G = 100	150 kHz 40 kHz (G = 500)	4,0	0,01 % G = 100/12 μs	monolithisch / CMOS Dünnfilm Widerstände	Integrierter Sample/Hold
3 · 10 ⁹	0,2 %	0,65 G = 100	200 kHz 40 kHz (G = 1000)	10,0	0,1 % G = 100 / 10 μs	monolithisch	–
10 ⁹	0,01 % G = 1000	1,0 % G = 1000	3 kHz	0,1	0,01 % G = 100 / 5000 μs	Dünnfilm Widerstände	–
10 ⁹	0,01 % G = 100	0,5 % G = 100	150 kHz 25 kHz (G = 1000)	5,0	0,01 % G = 100 / 15 μs	monolithisch	–
–	0,001 % G = 16	0,15 % G = 16	350 kHz (G = 16)	24 (G = 16)	0,01 % G = 16 / 4,1 μs	monolithisch Widerstandsnetzwerk	–
10 ⁹	0,005 % G = 100	0,25 % G = 100	50 kHz 25 kHz (G = 1000)	5,0	0,01 % G = 100 / 15 μs	–	–
10 ⁹	0,005 % G = 100	0,035 %	150 kHz 25 kHz (G = 1000)	5,0	0,01 % G = 100 / 15 μs	–	–
10 ¹⁰	0,003 % G = 100	0,06 % G = 100	25 kHz 2,5 kHz (G = 1000)	0,4	0,01 % G = 100 / 50 μs	monolithisch Dünnfilm Widerstände	–
10 ¹⁰	0,05 % G = 100	0,25 % G = 100	3 kHz 0,3 kHz (G = 1000)	0,15	0,01 % G = 100 / 500 μs	monolithisch Dünnfilm Widerstände	–
6 · 10 ⁷	0,0003 G = 100	0,05 % G = 100	800 kHz	15	0,01 % G = 100 / 3,5 μs	monolithisch	–
10 ¹⁰	0,003 % G = 100	0,08 %	25 kHz 2,5 kHz (G = 1000)	0,55	0,01 % G = 100 / 50 μs	Dünnfilm Widerstände	zusätzlicher OP integriert
5 · 10 ⁴	0,0002 % G = 1	0,005 %	1000 kHz (G = 1)	3	0,01 % G = 1 / 5 μs	monolithisch Präzisionswiderstände	Differenzverstärker mit Einsverstärkung
10 ⁴	0,0002 %	0,005 %	5000 kHz (G = 10)	3	0,01 % G = 10 / 10 μs	monolithisch Präzisions Widerstände	Differenzverstärker mit Verstärkung 10
–	0,004 % G = 100	0,02 % G = 100	470 kHz 100 kHz (G = 500)	17	0,01 % G = 100 / 4 μs	monolithisch / FET-Input Präzisionswiderstände	–
8 · 10 ⁵	0,0002 %	0,01 %	200 kHz (G = 1)	2,6	0,01 % G = 1 / 10 μs	monolithisch Präzisionswiderstände	Differenzverstärker mit fester Verstärkung
10 ¹⁰	0,004 G = 100	0,1 % G = 100	20 kHz 2 kHz (G = 1000)	0,6	0,01 % G = 100 / 50 μs	lasergetrimmte Widerstände	–
–	0,004 %	0,01 %	–	14	0,01 % 5 μs	Dünnfilm Widerstände	Digital programmierbarer Differenzverstärker mit 8- Kanal-Eingangs-Multiplexer
7 · 10 ⁸	0,003 % G = 100	0,02 % G = 100	250 kHz	9	0,01 % G = 100 / 8,2 μs	monolithisch Dünnfilm Widerstände	3-Kanal-Multiplexer
–	0,003 % G = 100	0,02 % G = 100	30 kHz 2,4 kHz (G = 100)	0,4	0,01 % G = 100 / 80 μs	hybrid Präzisions Widerstände	–
10 ⁹	0,005 %	0,02 %	G = 1 / 500 kHz 500 Hz (G = 1000)	0,14	0,01 % 400 μs / G = 128	–	–
10 ¹²	0,01 %	0,05 %	7 MHz (G = 1)	13	0,01 % 100 μs / G = 128	–	–
10 ¹²	0,01 %	0,04 %	100 kHz 40 kHz (G = 1000)	23	0,01 % 20 μs / G = 100	hybrid Dünnfilm Technologie	–
–	–	–	10 Hz G = 1 ... 1000	–	–	CMOS	Commutating Auto-Zero (CIAZ) Instr. Amp.
3 · 10 ⁸	0,03 %	0,3 % G = 1 ... 1000	3,5 kHz 350 Hz (G = 1000)	0,3	180 μs G = 100	–	–
10 ⁹	0,0001 %	0,1 % G = 100	50 kHz	0,3	0,01 % 60 μs / G = 100	Dünnfilm Widerstände	–
10 ¹¹	0,002 %	0,02 % G = 1 ... 100	350 kHz	13	0,1 % 3,1 μs / G = 100	Fet-Input	–
2 · 10 ¹⁰	0,04 %	0,1 % G = 1 ... 500	100 kHz 30 kHz (G = 1000)	1	0,1 % 25 μs / G = 100	monolithisch Bipolar-Input	–
10 ¹⁰	0,0007 % G = 1000	0,6 % G = 1 ... 1000	82 kHz 26 kHz (G = 1000)	4,5	0,01 % 15 μs / G = 100	monolithisch Dünnfilm Widerstände	–
10 ¹⁰	0,006 %	0,5 % G = 1000	200 kHz 200 kHz (G = 1000)	6	0,01 % 10 μs / G = 1 ... 1000	lasergetrimmte Widerstände	8-Pin-Gehäuse
5 · 10 ⁴	0,001 %	0,00004	3 MHz (G = 1)	9,5	0,1 % 5 μs	monolithisch Dünnfilm Widerstände	Differenzverstärker mit Einsverstärker
10 ¹²	0,02 % G = 1000	0,25 % G = 1 ... 1000	120 kHz (G = 10)	7,5	0,1 % 5 μs	–	–
5 · 10 ⁷	0,007 % THD G = 100	0,2 %	700 kHz 150 kHz (G = 1000)	8	–	–	Audio
2 · 10 ⁷	0,005 % THD G = 100	0,1 dB	1 MHz 650 kHz (G = 1000)	10	–	–	Audio

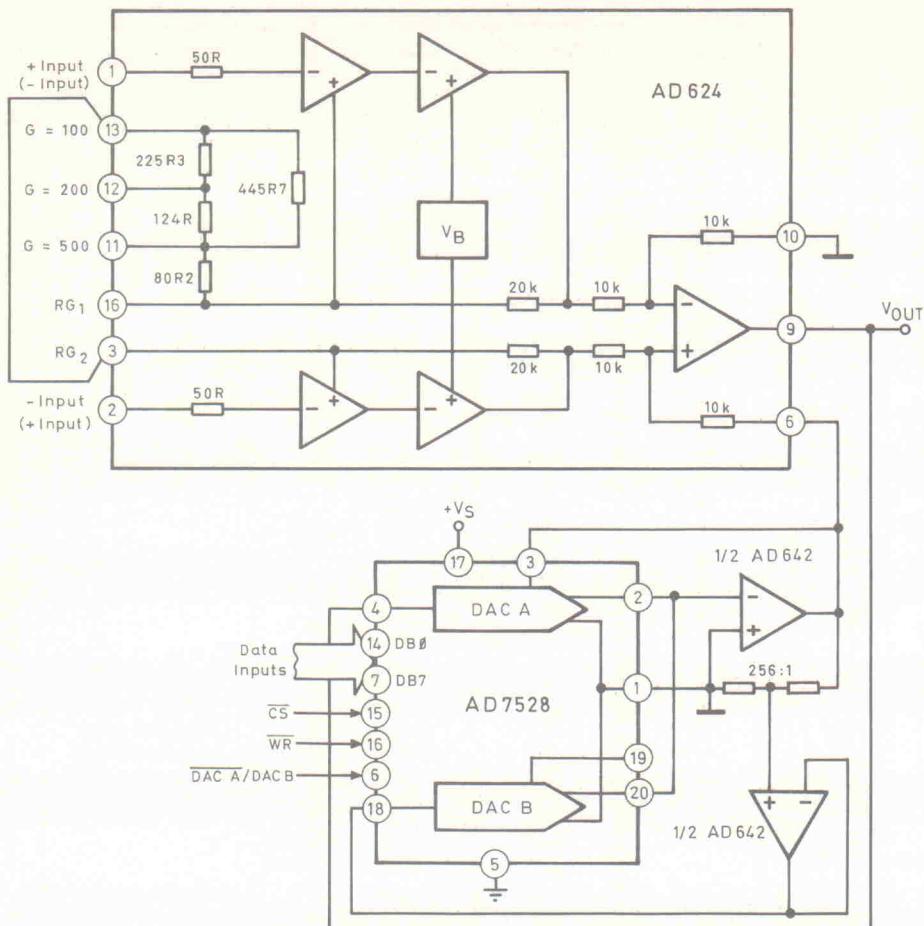


Bild 9b. Mit Hilfe zweier D/A-Wandler läßt sich ein AD 624 in einen präzisen digital einstellbaren IV umwandeln.

auf. Deren Einflüsse kann man minimieren, indem die integrierten Gain-Widerstände benutzt werden. Ebenso wichtig ist ein sehr sorgfältiger Layout-Entwurf, um den Einfluß derartiger Signale zu minimieren.

Der AD 624 läßt sich jedoch auch so beschalten, daß der Ausgangs-OP die Verstärkung übernimmt (Bild 9b). Dazu setzt man einen aktiven Abschwächer – hier in Form des doppelten D/A-Wandlers

AD 7528 in Kombination mit einem OP – in den Gegenkopplungszweig des Ausgangsverstärkers. Der aktive Abschwächer belastet den Eingang des Operationsverstärkers wegen seiner geringen Ausgangs-

impedanz kaum. Dadurch erreicht man eine sehr gute Gleichtaktunterdrückung.

Der AD 7528, der sich wie ein Paar schaltbarer ohmscher Abschwächer mit hoher analoger Linearität und bipolarer Übertragung verhält, ist ideal auf diese Anwendung abgestimmt. Der Vorteil der multiplizierenden A/D-Wandler besteht darin, daß sie Signale beider Polaritäten einschließlich Null verarbeiten können, ohne die programmierte Verstärkung zu beeinflussen. In der gezeigten Schaltung übernimmt DAC A die Verstärkungseinstellung und DAC B den Feinabgleich.

Vom IC zur Applikation

Die typische Anwendung eines Instrumentationsverstärkers zeigt Bild 10 – ein AM-551, beschaltet mit einer Meßbrücke. Quellen wie diese mit niedrigen Pegeln und hohen Impedanzen erfordern eine sorgfältige Abschirmung und ein durchdachtes Massesystem, da nicht selten eine verursachte Umgebung mit hohen Störpegeln vorliegt und die hochohmigen Eingangsleitungen sehr empfindlich auf kapazitive Störeinstrahlung reagieren.

Durch die Abschirmung der Eingangsleitungen sowie des verstärkungsbestimmenden Widerstands R_G läßt sich die Induzierung von Rauschspannungen minimieren. Jedoch entsteht dabei eine beträchtliche kapazitive Belastung der Quelle nach Masse, die die Grenzfrequenz der Übertragung beträchtlich herabsetzen kann.

Diese Probleme lassen sich vermeiden, wenn man die Spannung zwischen Innenleitern und Masse kleinhält. Besitzt der Instrumentationsverstärker wie in Bild 4 hinter den Eingangsstufen Pins, an denen man die Signale abnehmen kann, gibt man diese – über zwei hochohmige Widerstände entkoppelt – auf einen Pufferverstärker. Dessen Ausgang wird mit der Abschirmung verbunden.

Der AM-551 besitzt zu diesem Zweck einen sogenannten Schutzanschluß, an den über einen Impedanzwandler die Abschirmung der Eingangsleitungen angeschlossen wird. Damit reduziert man in hohem Maße die Gefahr einer Einstreuung von Störsignalen.

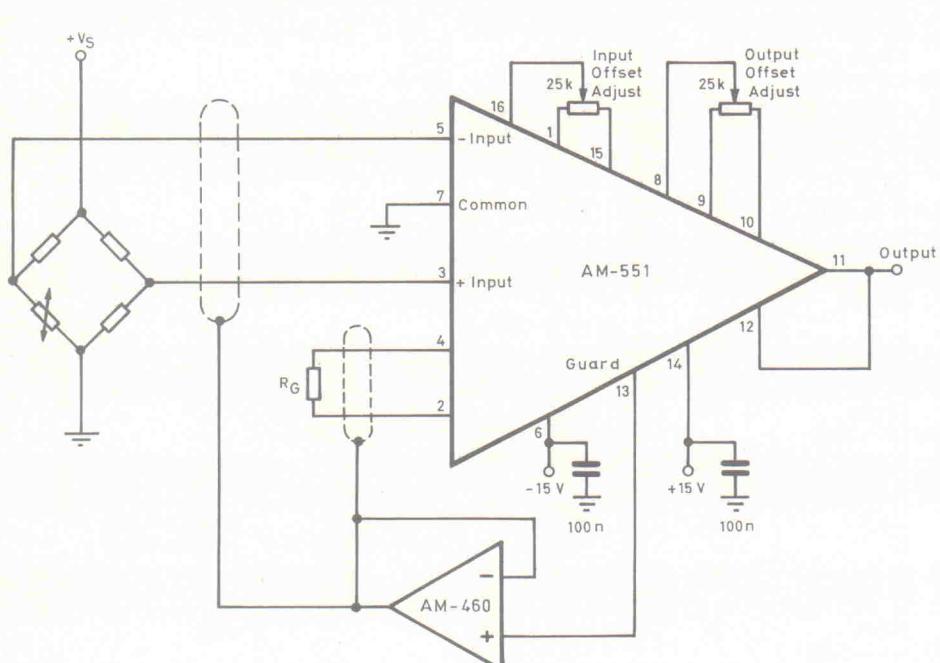


Bild 10. In vielen Applikationen empfiehlt es sich, nicht nur die Eingangsleitungen abzuschirmen, sondern auch den Gain-Widerstand.

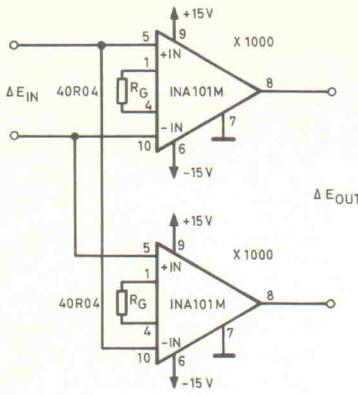


Bild 11.
Mit einem zweiten
Instrumentationverstärker
kann auch der Ausgang
symmetrisch betrieben
werden.

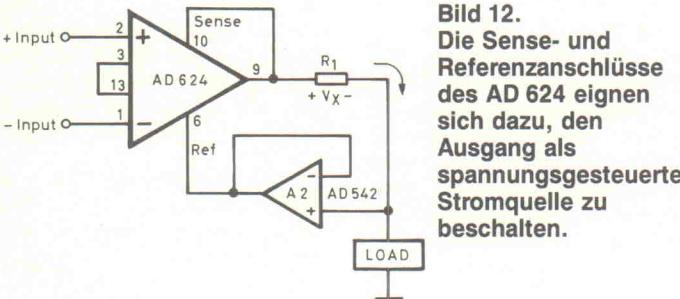


Bild 12.
Die Sense- und
Referenzanschlüsse
des AD 624 eignen
sich dazu, den
Ausgang als
spannungsgesteuerte
Stromquelle zu
beschalten.

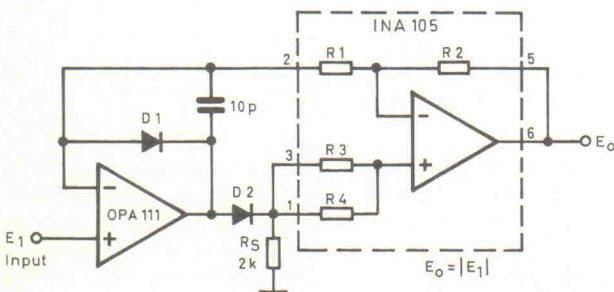


Bild 13. Der Aufbau eines Absolutwertgleichrichters
benötigt Widerstandspaire, die in einem INA 105
bereits integriert sind.

sowie eines Abfalls der Systembandbreite; im gleichen Maße verbessert diese Maßnahme die DC-Gleichtaktunterdrückung.

Ist in dieser Schaltung Pin 12 mit dem Ausgang verbunden, so lautet die Übertragungsfunktion $G = 1 + 20 \text{ k}\Omega/R_G$. Verbindet man jedoch Pin 12 mit Pin 7, so erhöht sich G um den Faktor 10.

Manche Meßsysteme fordern neben symmetrischen Eingangsleitungen auch symmetrische Ausgänge, beispielsweise dann, wenn das Ausgangssignal sehr lange Leitungswägen zurücklegen muß. Mit zwei nach Bild 11 beschalteten Instrumentationverstärkern erhält man sowohl einen Differenzeingang als auch -ausgang. Beide Verstärker arbeiten hier mit einer Verstärkung von $G_1 = G_2 = 1000$. Daraus ergibt sich die Gesamtverstärkung zu $G = G_1 + G_2 = 2000$.

Mit der Schaltung nach Bild 12 läßt sich der Ausgang eines Instrumentationverstärkers (AD 624) zu einem Stromport umwandeln, indem die Vorteile eines Sense- und Referenzanschlusses ausgenutzt werden. Führt man eine Referenz am 'Low'-Anschluß des stromdefinierenden Widerstands R₁ ein, läßt sich der Ausgangsstrom als Funktion der Eingangsspannung, des Verstärkungsfaktors und der Größe von R₁ definieren. Da der Pufferverstärker A₂ nur einen sehr geringen Anteil des Ausgangsstroms I_L aufnimmt, fließt der Hauptanteil von I_L durch die Last. Die Offset- und Driftgrößen von A₂ müssen jedoch zum normalen Ausgangsoffset des IV hinzugezählt werden.

Die Symmetrie des Ausgangs einer Schaltung zur Erzeugung des Absolutwertes eines Eingangssignals hängt in entscheidender Weise vom exakt einge-

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (0231) 16863

★★★ Sonderangebote ★★★

Basismaterial FR-4, 1,5 mm fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie

	35 µm einseitig	35 µm zweiseitig	70 µm einseitig	70 µm zweiseitig	
100 x 160	2,50	100 x 160	3,15	100 x 160	3,25
160 x 233	6,45	160 x 233	6,95	160 x 233	12,50
200 x 300	9,50	200 x 300	11,95	200 x 300	12,50
300 x 400	18,95	300 x 400	22,50	300 x 400	24,50

Basismaterial PTFE zweiseitig fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie

	Standard-LED's	Spezial-LED's	Anzeigen gem. A/gem. K
3 u. 5 mm	5 mm rot 700 mcd	1,10	LCD 3,5st. 13 mm ... 4,90
rot, gelb, grün	% 11,90	8 mm rot 1000 mcd	2,90
8 mm		10 mm rot 1500 mcd	2,90
rot, gelb, grün	0,55	5 mm rot 1500 mcd	2,90
	% 49,00	7-Segm.-LED 13 mm	1,50

Dioden/Transistoren

1N4007	% 7,90	NC-Akkus	EPROMS/RAMs	
	500 Stück: 35,00	(Emmerich)	27C 256-150	5,50
1N4148	% 2,90	Mignon, 0,7 Ah	27C 256-120	5,95
	1000 Stück: 22,50	Baby, 2,2 Ah	27C 512-150	7,95
1N4448	% 3,95	Mono, 4,0 Ah	27C1001-200	a. Anfr.
	500 Stück: 15,90	9-V-Block, 0,11 Ah	27C1024-150	a. Anfr.
BA 159	0,25		41256-120	2,70
BYW80-200	0,75		41256-100	2,95
BYW78-100	9,00	Wetter-Lötstation	41256-70	3,50
FDH300 (DX400)	1,00	WTCP-S	511000-100	9,50
Cermet-Spindeltrimmer	19 mm, 20 Umdr., 1 W	alle Werte 1,30/St.	10 St. 11,50	
Lötzinn Multicore, 1 mm		1 kg 32,50;	500 g 16,90;	
10-Gang-Pot., 2 W, 20 kOhm, 6,35-mm-Achse		250 g 9,00		

Weitere interessante Artikel finden Sie in unserer kostenlosen Sonderliste. SMD-Anwender erhalten unsere SMD-Liste.

R. Rohleder - Saarbrücker Str. 43 - 8500 Nürnberg 50
Tel.: 0911/48 55 61 · Fax: 0911/48 4137

albs
Information + Wissen



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Heisterker Str. 7
3000 Hannover 61

ct magazin für
computer
technik

MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

HIFI
VISION

QUAD-MOS 600 – als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut – vorzugsweise für impedanzkritische, niederohmige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 – Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik
durch rein DC-gekoppelte Elektronik

DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unser erfolgreiches 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-gekoppelte RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen – variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelzellen von 4700-70000 µF
- Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für professionelle 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), Gutachten mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Fax 07041/83850

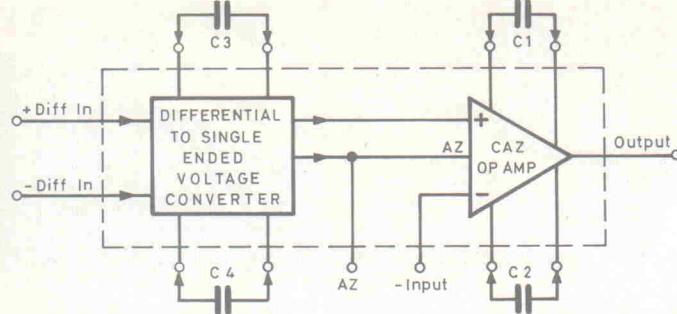


Bild 14a. ICL 7606, der etwas andere Instrumentationverstärker.

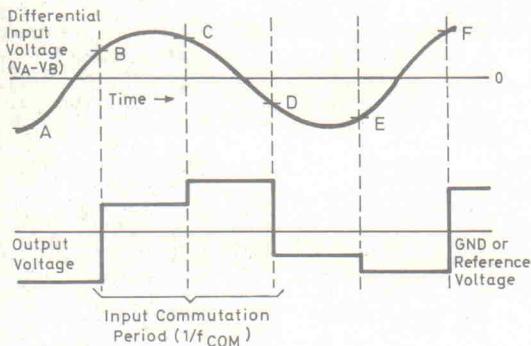


Bild 14b.
Ein- und Ausgangssignal eines Commutating-Auto-Zero-Instrumentationverstärkers.

Bild 14c. Der ICL 7606 paßt das Signal der Meßbrücke ideal an den Wandlerbaustein ICL 7106 an. Für den Abgleich benötigt man nur einen einzigen Trimmer.

stellten Verhältnis der Gegenkopplungswiderstände ab. Mit einem INA 105 läßt sich nach Bild 13 ein präziser Absolutwertgleichrichter aufbauen. Da der OPA 111 seine Ausgangsspannung so einstellt, daß die Differenz der beiden Eingänge null ist, liegt an Pin 2 des INA 105 wiederum das Ein-

gangssignal. Die Spannung am Ausgang des INA 105 gleicht somit der Differenz aus Eingangssignal sowie dem Zweifachen der positiven Halbwelle des Eingangssignals, und das entspricht genau dem Absolutwert der Eingangsspannung, wenn $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ ist.

CAZ-OP-Amp (Bild 14a) – enthalten zwei Analogschalter, die das Eingangssignal weiterführen. Die Schalter werden von einem unabhängigen Digitalteil gesteuert, der aus einem RC-Oszillator, einer programmierbaren Steuerung und verbundenen Spannungswandlern besteht.

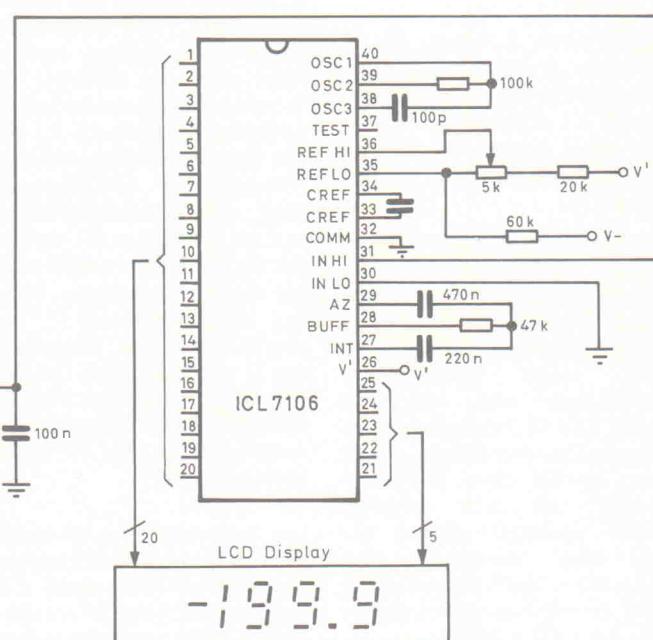
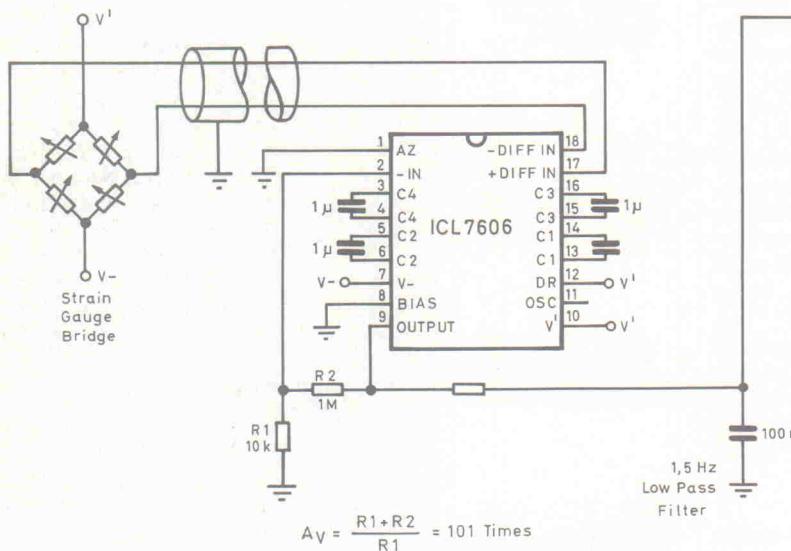
Rauschen, CMRR, Eingangsoffsetspannung sowie Offsetspannungsdrift des ICL 7605 sind annähernd konstant und unabhängig von der eingestellten Verstärkung. Eine Einschränkung beim Einsatz des Bausteins ergibt sich durch seinen sehr begrenzten Frequenzgang von DC bis zu maximal 20 Hz.

Der CAZ-OpAmp besitzt einen dritten Eingang (AZ), an dem die Spannung zur Steuerung der Auto-Zero-Funktion anliegt. Bild 14b zeigt das Ausgangssignal für einen eingangsseitigen Sinus. Die Frequenz darf maximal halb so groß sein wie die Schaltfrequenz f_{COM} . Als typische Anwendung zeigt Bild 14c eine Dehnungsstreifenmeßbrücke, bei der der CAZ-Instrumentationverstärker die Differenzspannung der Meßbrücke verstärkt und an den bekannten 3 1/2-Stellen-A/D-Wandler mit LCD-Treiber ICL 7106 anpaßt.

Die besonderen Vorteile des CAZ-Prinzips sind die automatische Kompensation von Langzeitdrift und Temperaturreffekten sowie die schwebenden kapazitiven Eingänge.

Der CMOS-Baustein besteht aus zwei analogen Sektionen und einer digitalen. Die beiden Analogteile – ein symmetrischer Spannungswandler mit unsymmetrischem Ausgang und Einsverstärkung und ein

Bei diesem System muß als einziger Abgleich entweder die Verstärkung des CAZ-IV oder die Referenzspannung des ICL 7106 eingestellt werden, um den Anzeigenumfang gut auszunutzen.



Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**.

Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.
Kontonr.: _____

BLZ: _____

Bank: _____

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto 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 Erziehungsb.)

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

ELRAD-Abonnement**Abrufkarte**

Abgesandt am _____ 199____

zur Lieferung ab

Heft _____ 199____

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen



**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

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

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Postkarte**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

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Postkarte**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

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Postkarte**ELRAD****Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 1/91.

Vielseitige Dioden (6)

Wie Diacs den Zündvorgang von Triacs steuern, wozu man Curristoren einsetzt und wie man Tunneldioden zu Schwingungen anregt, ist Thema dieser abschließenden Dioden-Folge der Laborblätter.

In Bild 101 ist eine vollständig dimensionierte, von Firma Siemens entwickelte Dimmerschaltung auf Basis der in Bild 100c gezeigten 'Anti-Hysteresefekt'-Schaltung wiedergegeben. Der Hystereseffekt, der durch den Spannungszusammenbruch am Kondensator C2 beim Zünden des Diacs entsteht, wird dadurch unterdrückt, indem C2 gezwungen wird, sich vollständig zu entladen, auch wenn die Kippsspannung (= Zündspannung) des Diacs nicht erreicht wird. Eine vollständige Entladung wird durch die Dioden D1...D4 in Zusammenarbeit mit den Widerständen R5 und R6 bewirkt.

Bei extrem strengen Anforderungen sind die Widerstände R5 und R6 entsprechend der Diac-Symmetrie abzulegen. Dabei ist zu beachten, daß – auch bei dunkel gedimmter Lampe – um so mehr Energie umgesetzt wird, je kleiner die Werte dieser Widerstände sind. Zur Orientierung seien hier einige Hysteresedaten genannt: Mit $R_5 = R_6 = 68k$ beträgt die Hysteresefolge 35 V, mit einem Wert von 47k sinkt sie auf 30 V. Bei einem Wert von 33k fällt die Hysteresefolge auf 20 V, bei 27k auf 10 V. Ein Widerstandswert von kleiner oder gleich 22k führt zu einer Hysteresefolge von 0 V, der Dimmer arbeitet dann praktisch hysteresefrei.

Das aus L und C1 bestehende LC-Glied unterdrückt die Lichtnetzschwingerungen.

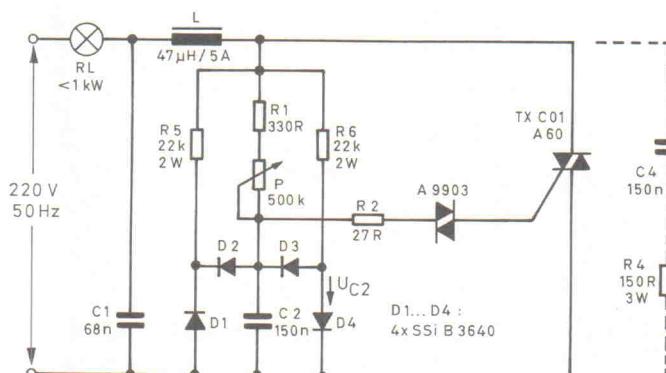


Bild 101. Schaltbild eines hysteresefreien Dimmers.

Einkopplung von Störungen, die durch die steilen Schaltflanken entstehen. Das RC-Glied R4C4 verhindert sogenannte Überkopf-Zündungen, die durch eine zu schnelle Spannungsänderung dU/dt am Triac hervorgerufen werden.

Im allgemeinen setzt man für Diac/Triac-Kombinationen zwei separate Bauelemente ein. Einige Halbleiterproduzenten stellen aber auch Triacs mit integriertem Diac her, so daß sich durch Einsatz dieser Kombi-Elemente der Schaltungsaufbau vereinfacht.

Konstantstrom-Dioden

In Bild 102a ist das Schaltsymbol, in Bild 102b die typische Kennlinie eines Curristors – so lautet eine alternative Bezeichnung für die Konstantstrom-Diode – dargestellt. Von Null ausgehend steigt der Strom zunächst proportional zur angelegten Spannung an. Im Bereich höherer Spannungen bleibt er jedoch (annähernd) konstant; der Strom ist dann also unabhängig von der Höhe der angelegten Spannung. Einen Curistor kann man demzufolge immer dort einsetzen, wo man ansonsten eine transistorisierte Konstantstrom-Quelle einsetzen müßte. Im Vergleich zu dieser weist eine Konstantstrom-Diode den großen Vorteil auf, keine externe Basisspannungsquelle zu benötigen. In Bild 103a, b sind beide Konstantstrom-Grundschatungen (mit je einem Lastkondensator) gegenübergestellt. Wie in Bild 103c zu erkennen ist, führen beide Schaltungen zu einer linear ansteigenden Kondensatorspannung.

Einige Hersteller bezeichnen die Konstantstrom-Diode auch als 'Current Regulative Diode' oder

kurz CRD. Firma Roederstein beispielsweise stellt CRDs mit Strömen von 35 μA bis 5,75 mA für den Spannungsbereich 10 V ... 100 V her. Bild 104 zeigt einige Kennlinien dieser Konstantstrom-Dioden. Wie man sieht, fällt der Strom bei höheren Spannungen etwas ab. Das bedeutet, daß in diesem Bereich der dynamische Innenwiderstand dU/dI nicht annähernd unendlich ist, sondern negativ! Er beträgt etwa $-40\text{ k}\Omega$ für große und $-8\text{ M}\Omega$ für kleine Ströme. Falls erforderlich, läßt sich dieses 'Fehlverhalten' sehr einfach durch Parallelschalten eines ohmschen Widerstands linearisieren. CRDs setzen man allgemein zum Stabilisieren und Begrenzen von Strömen ein, beispielsweise in Differenzverstärkern, in Zeitschaltern und in Sägezahngeneratorn. Sie lassen sich problemlos parallel und in Reihe schalten.

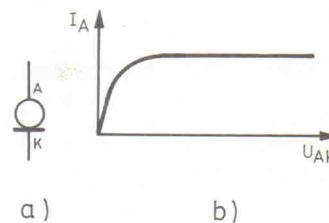


Bild 102.
a) Schaltzeichen eines Curristors.
b) Typischer Verlauf der Kennlinie eines Curristors.

Vierschichtdioden

Das ältere Schaltsymbol einer Vierschichtdiode ist in Bild 105a zu sehen, das neuere in Bild 105b; die

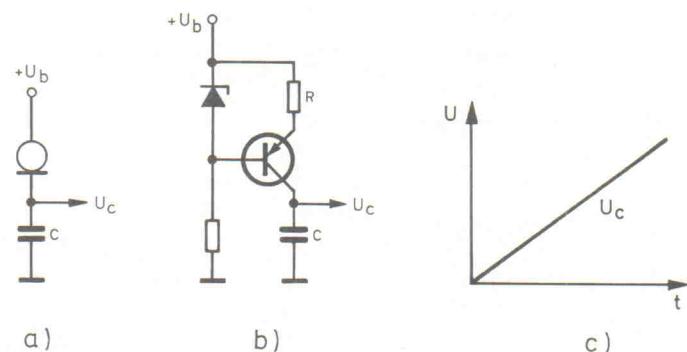


Bild 103.
a) Rampenspannungsgenerator mit Curistor.
b) Rampenspannungsgenerator mit herkömmlicher Konstantstromquelle.
c) Spannungsverlauf am Kondensator.

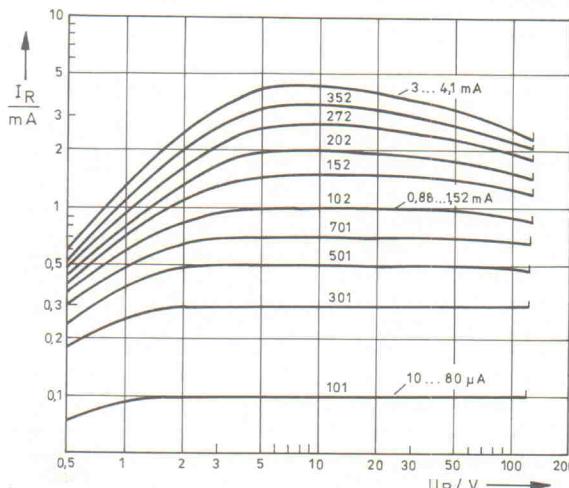


Bild 104.
Kennlinien einiger Curistoren.

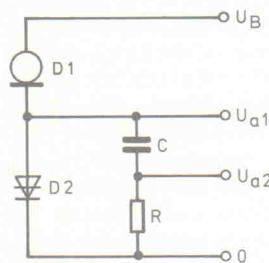
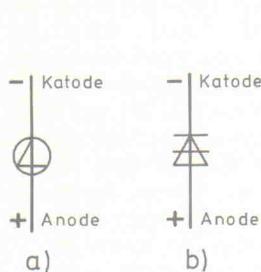


Bild 106. Linearer Sägezahngenerator mit Curristor und Vierschichtdiode.

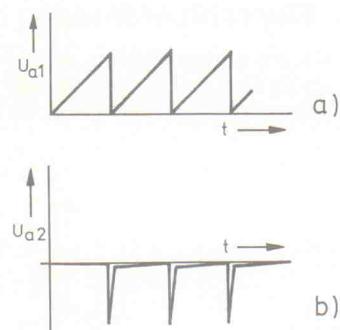


Bild 107. Spannungsverläufe der Schaltung aus Bild 106:
 a) Spannung am Ausgang U_{a1} .
 b) Spannung am Ausgang U_{a2} .

typische Kennlinie einer Vierschichtdiode weist einen Verlauf entsprechend Bild 105c auf. Mit negativen Spannungen U_{AK} verhält sich die Vierschichtdiode wie eine normale, in Sperrrichtung gepolte Siliziumdiode. Bei positiven Spannungen tritt zunächst ein kleiner Anodenstrom auf, dessen Wert in der Größenordnung des Sperrstroms liegt. Überschreitet die Anodenspannung die Zündspannung U_Z , nimmt die Vierschichtdiode ihren zweiten, leitenden Betriebszustand ein, und die Anodenspannung sinkt auf die relativ kleine Durchlaßspannung U_D ab. Mit schwankendem Anodenstrom ändert sich die Durchlaßspannung einer Vierschichtdiode nur wenig. Typische Werte für U_D liegen im Bereich 1 V ... 2 V.

Unterschreitet der Anodenstrom den Haltestrom I_H , so unterbricht die Vierschichtdiode den Stromfluß. Typische Halteströme liegen im Bereich von einigen mA. Zünd- und maximale Sperrspannung liegen je nach Typ bei etwa 10 V bis 200 V. Sie können zur Erzielung höherer Zündspannungen problemlos in Reihe geschaltet werden. Eine Vierschichtdiode zündet bei sehr raschem Anstieg der Anodenspannung auch bereits unterhalb der Zündspannung. Diese Erscheinung bezeichnet man als Trägerstaueffekt. Bei Vierschichtdioden ist in der Regel ein Anodenspitzenstrom (Impulsstrom) zulässig, der etwa dem Zehnfachen des mittleren Durchlaßstroms entspricht. Aber auch dieser kann unter Umständen überschritten werden, wenn der Vierschichtdiode ein Kondensator parallel geschaltet ist, an dem im Zündaugenblick eine hohe Spannung ansteht, die wiederum sehr hohe Entladestrome durch die gezündete Diode verursacht.

Am bekanntesten ist der Einsatz von Vierschichtdioden in Sägezahngeneratoren. Bild 106 zeigt ein Schaltungsbeispiel, in dem der Curristor D1 einen konstanten Laststrom für den Kondensator C bereitstellt. Dadurch steigt die Ausgangsspannung U_{a1} proportional zur Zeit t an. Nach Ablauf der Zeit $t = C \cdot U_Z / I$

hat die Ausgangsspannung den Wert der Zündspannung U_Z erreicht. Die Vierschichtdiode zündet, und die Ausgangsspannung springt auf den Wert der Durchlaßspannung. Der im Schaltbild eingezeichnete Serienwiderstand R begrenzt den Entladestrom und verursacht negativ gerichtete Ausgangsimpulse U_{a2} . In Bild 107 sind die sich einstellenden Spannungsverläufe wiedergegeben.

Bild 108 zeigt die Schaltung eines Sägezahngenerators, den man auch als Spannungs-Frequenz-Wandler einsetzen kann, da seine Ausgangsfrequenz proportional zur Ein-

- Bild 105.
 Vierschichtdiode:
 a) Altes Schaltzeichen.
 b) Neues Schaltzeichen.
 c) Typischer Verlauf der Kennlinie.

Vierschichtdiode, so lädt sich der Kondensator C nur auf diese Z-Spannung auf. Gezündet wird dann durch einen negativen Triggerimpuls am Eingang E2. Dieser Impuls muß eine größere Amplitude aufweisen als die Differenz zwischen der Z-Spannung und der Zündspannung. Vor der weiteren Verwendung des sägezahnförmigen Ausgangssignals sollte man dieses einem Impedanzwandler, beispielsweise einem Emitterfolger, zuführen.

Eine Vierschichtdiode kann man durch eine Schaltung mit zwei komplementären Transistoren, einer Z-Diode und zwei Widerständen nachbilden. In Bild 109a ist die entsprechende Schaltung wiedergegeben, in Bild 109b die zugehörige Kennlinie. Die Zündspannung dieses Gebildes errechnet sich als Summe aus Z-Spannung plus der beiden Basis-Emitter-Spannungen. Auch mit Niederstrom-Thyristoren (beispielsweise aus der BRX 40-Reihe) läßt sich eine Vierschichtdiode entsprechend Bild 110 nachbilden.

PIN-Dioden

Die Darstellung in Bild 93 zeigte bereits, daß der dynamische

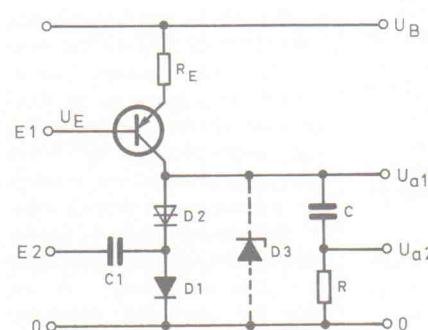


Bild 108. Sägezahngenerator mit Synchronisier- und Triggermöglichkeit.

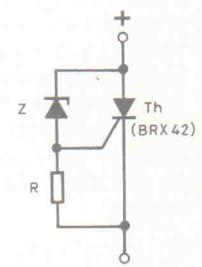


Bild 110.
 Vierschichtdioden-Ersatzschaltung mit Thyristor.

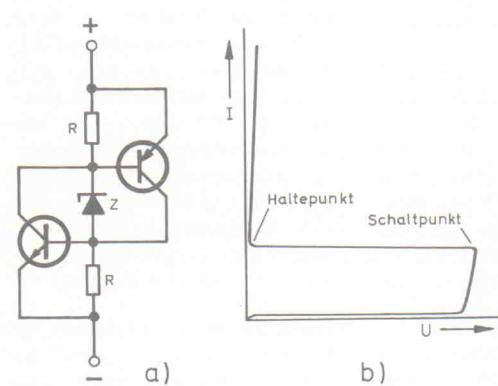


Bild 109.
 a) Vierschichtdioden-Ersatzschaltung mit Transistoren.
 b) Kennlinie der Ersatzschaltung.

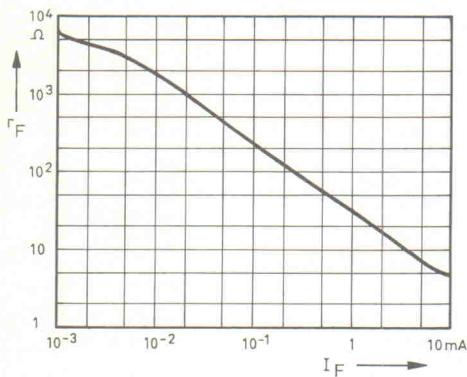


Bild 111.
Differentieller
Widerstand einer
PIN-Diode in
Abhängigkeit vom
Durchlaßstrom.

Durchlaßwiderstand r_F einer Siliziumdiode für hohe Frequenzen von dem sie durchfließenden Gleichstrom abhängt. PIN-Dioden unterstützen diesen Effekt durch einen besonderen Aufbau der Halbleiterschichten. Bild 111 zeigt die typische Kennlinie einer PIN-Diode. Wird dem Gleichstrom ein Wechselstrom überlagert, ändert sich der Durchlaßwiderstand mit dem Steuerstrom. Die PIN-Diode eignet sich somit auch zur Amplitudenmodulation von Hochfrequenzsignalen, je nach Ausführung aber erst bei Frequenzen ab 10 MHz...100 MHz.

In Bild 112 ist die Schaltung eines Hf-Abschwächers mit PIN-Dioden wiedergegeben. Bei positiver Steuerspannung U_{St} leiten die beiden Dioden D_1 , während Diode D_2 sperrt. Bei negativer Steuerspannung kehren sich die Verhältnisse um: In diesem Fall leitet D_2 , und die beiden Dioden D_1 sperren. Die stufenlose Variation der Steuerspannung führt zu einer gegensinnigen Leitfähigkeit zwischen D_1 und D_2 . Durch geeignete Wahl der Widerstände und der Steuerspannung lässt sich über dem gesamten Dämpfungsbereich von 30 dB...60 dB ein annähernd konstanter Wellenwiderstand dieses Vierpols erzielen.

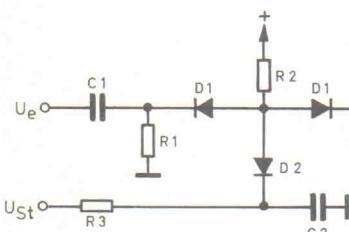


Bild 112. Mit
PIN-Dioden
bestücktes
Pi-Glied als
steuerbarer
Hf-Abschwächer.

erspannung U_{St} leiten die beiden Dioden D_1 , während Diode D_2 sperrt. Bei negativer Steuerspannung kehren sich die Verhältnisse um: In diesem Fall leitet D_2 , und die beiden Dioden D_1 sperren. Die stufenlose Variation der Steuerspannung führt zu einer gegensinnigen Leitfähigkeit zwischen D_1 und D_2 . Durch geeignete Wahl der Widerstände und der Steuerspannung lässt sich über dem gesamten Dämpfungsbereich von 30 dB...60 dB ein annähernd konstanter Wellenwiderstand dieses Vierpols erzielen.

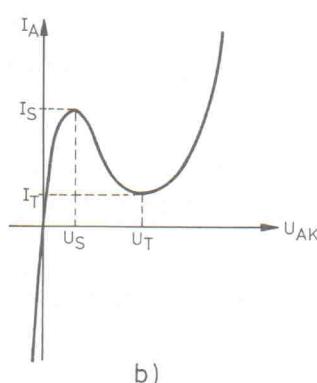
Tunneldioden

In Bild 113 sind sowohl das Schaltsymbol als auch die typische

Kennlinie einer Tunneldiode dargestellt. In der Nähe des Koordinaten-Nullpunkts steigt der Diodenstrom infolge des sogenannten Tunneleffekts stark an. Bei höheren Durchlaßspannungen sinkt dieser Durchlaßstrom wieder, und die Kennlinie geht anschließend in eine normale Diodenkennlinie über. Charakteristische Werte der Kennlinie sind der Spitzstrom I_S sowie die Talspannung U_T . Die Talspannung entspricht etwa der Durchlaßspannung einer normalen Siliziumdiode.

Typisch ist das Gebiet mit negativem differentiellem Widerstand zwischen U_S und U_T . Liegt der Arbeitspunkt der Tunneldiode in diesem Gebiet, arbeitet die Schaltung

Bild 113.
a) Schaltzeichen
einer Tunneldiode.
b) Typischer Verlauf
der Kennlinie einer
Tunneldiode.



instabil, sobald der Widerstand des angeschlossenen Stromkreises größer ist als der Betrag des negativen Diodenwiderstands. Da die Trägheit des Tunneleffekts sehr gering ist, eignen sich Tunneldioden besonders für Hochfrequenzschaltungen, beispielsweise für Impulsformer und Oszillatoren.

Die Schaltung eines mit einer Tunneldiode aufgebauten Oszillators ist in Bild 114 wiedergegeben. Der negative Innenwiderstand der Tunneldiode entdämpft dabei den aus den Komponenten L und C bestehenden Parallelschwingkreis. Die Schaltung schwingt, wenn der Resonanzwiderstand des Schwingkreises den Betrag des negativen Tunneldiodenwiderstands übersteigt. Die Amplitude der erzeugten Schwingung weist einen Wert auf, der in etwa der Talspannung U_T entspricht. Der Widerstand R_1 stabilisiert den Arbeitspunkt und bestimmt den mittleren Diodenstrom. Kondensator C_1 schließt die Hochfrequenz kurz, so daß sich an der Tunneldiode die volle Wechselspannung ausbilden kann.

ten Zeit abfließt. Nach Ablauf dieser Zeit sperrt die Diode schlagartig. Sie wird zur Impulserzeugung im ps-Bereich, zur Erzeugung breiter Frequenzspektren und zur Ansteuerung schneller Diodenschalter eingesetzt.

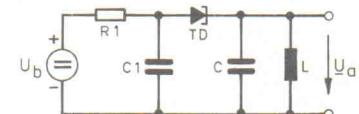


Bild 114. Oszillator
mit Tunneldiode.

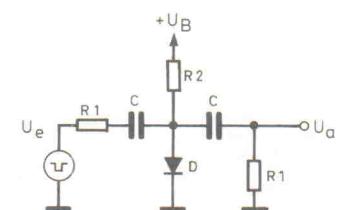


Bild 115. Impulsformerschaltung
mit Speicherschaltdiode.

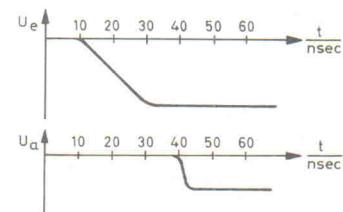


Bild 116. Spannungsverläufe
der Schaltung aus Bild 115.

Metall-Halbleiter-Dioden

Fließt ein Durchlaßstrom durch eine normale Diode, so speichert der pn-Übergang eine bestimmte Ladung, die nach dem Umschalten in Sperrrichtung zunächst abfließen muß, bevor die Diode sperrt. Daher fließt nach dem Umschalten im ersten Moment ein relativ kräftiger Sperrstrom, bis diese Ladung abgeflossen ist. Die dazu erforderliche Zeit bestimmt die Schaltzeit der Diode. Bei der Metall-Halbleiter-Diode – auch Hot-Carrier-Diode genannt – bleibt die gespeicherte Ladung sehr klein, da Elektronen in Metall sehr beweglich sind. Dadurch ergeben sich sehr kurze Schaltzeiten in der Größenordnung von 100 ps. Aus diesem Grund sind Metall-Halbleiter-Dioden besonders als rauscharme Mikrowellenmischer und als schnelle Schalter im Eingang von Sampling-Oszilloskopern geeignet.

Speicherschaltdioden

Eine Speicherschaltdiode – zuweilen auch als Step-Recovery-Diode bezeichnet – ist eine Diode, bei der die im pn-Übergang gespeicherte Ladung nach einer exakt definier-

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötstopplack versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leerplatten 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 geprägt. 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
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	SZINTILLATIONS-DETEKTOR	069-727	34,00	50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00
LED-Analog-Uhr (Satz)	036-469	136,00	— Hauptplatine	069-728	16,00	Antennenverstärker	050-825	7,50
LED-Analog-Uhr, Wecker- und Kalenderzusatz			— DC/DC-Wandler	079-734	20,00	TV-TUNER	060-826	32,00
— Tastatur	096-499	3,70	C64-Relaisplatine	079-735	15,00	— Videoverstärker	070-839	18,00
— Anzeige	096-500	7,50	C64-Überwachung	079-736	20,00	— Stereoencoder	080-846	32,00
— Wecker	096-502	15,20	SMD-Meßwertgeber	079-737	15,00	— Netzteil	080-847	64,00
Byteformer	86 10 146/ds	39,00	HEX-Display	079-738	15,00	— Controller	080-848/ds/E	42,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	Universelle Klein-Netzteil			— Tastatur	080-848/ds/E	42,00
Black Devil 2 x 50 W Satz (= Car Devil-Verstärker)	018-622	64,00	RÖHREN-VERSTÄRKER			VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00
Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739	45,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYZER		
Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	16,50	— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00	— Netzteil	060-832	13,50
Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	33,00	— Gleichstromheizung	079-741	30,00	— Filter	060-833	30,00
Vorgesetzter (VV f. „Black Devil“)	038-629	38,00	— Hochspannungsplatine	079-742	30,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00
DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50	— Fernstarter	079-743	30,00	— Matrix	060-835/ds/oB	34,00
STUDIO-MIXER			— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00	HAL-L.O.		
— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00	— Relaisplatine	079-745	45,00	— Lichtstation	060-836	78,00
— Mikrofon-Verstärker	REM-643	8,00	SMD-Pulsführer	099-749	13,00	— Controller	060-837	46,00
— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00	SMD-Lötstation	099-750	32,00	MOSFET-Monoblock	070-838	25,50
— Overload	REM-645	3,00	Universal-Interface ST	109-759	56,00	Beigeordneter	080-842	35,00
— Klangfilter	REM-646	10,00	MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software im EPROM) komplett	119-763	128,00	8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG		
— Pan-Pot	REM-647	4,00	SESAM			FÜR HALOGEN-LAMPEN		
— Summe mit Limiter	REM-648	9,00	— Systemkarte	119-765	64,00	— Sender	080-844	12,00
MIDI-MONITOR			— A/D-Karte	030-813	64,00	— Empfänger	080-845	6,00
— Hauptplatine	058-649	35,00	— Anzeige-Platine	030-814	9,50	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
— Tastaturplatine	058-650	18,00	U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766	78,00	Multi-Delay	090-850	32,00
SMD-VU-Meter	058-652	3,00	DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767	28,00	MIDI-FACTORY		
x/-t-Schreiber	078-658	98,00	— Interface	129-768	58,00	— Chica 8	110-858/ds	129,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00	LEUCHTLAUFSCHRIFT			— Frontplatine	110-859/ds	60,00
UNIVERSAL-NETZGERÄT			— LED-Platine	129-769	128,00	— Verteiler	110-860	76,00
— Netzteil	078-662	45,00	— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00	EMV-Tester	110-861	10,00
— DVM-Platine	078-663	30,00	Dynamic Limiter	129-771	32,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00
NDFL-MONO — Hauptplatine	098-666	48,00	UMA — C64	129-772	25,00	VCA-Noisegate	120-863	32,00
NDFL-MONO — Netzteil	098-667	27,00	Antennenmischer	010-776	18,00	LWL-TASTKOPF		
2-m-Empfänger	098-668	20,00	DATENLOGGER 535			— Sender	120-864	7,00
LCD-Panelmeter	098-670	13,00	— DATENLOGGER-535-Controller-Platine	010-780	64,00	— Empfänger	120-865	7,00
Makrovision-Killer	098-671	15,00	— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	RÖHRENVÄRSTER:		
SMD-DC/DC	098-673	13,00	— PC-8255-Interface	020-785	52,00	„DREI STERNE...“		
DC/DC-Wandler	098-674	16,00	— PC-PAN-Schacht	020-786	28,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00
MIDI-Baßpedal	108-675	15,00	RIAA direkt	010-781	18,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00
VFO-Zusatzauf. f. 2-m-Empfänger (Satz/2 Platinen)	108-676	25,00	LADECENTER (nur als kpl. Satz)	010-780	64,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00
SMD-Balancemeter	108-677	5,00	— Steuerplatine	020-783A		— Endstufe	100-854	13,00
Türöffner	118-680	20,00	— Leistungsplatine	020-783B		μPA	011-867/ds	14,00
Batterietester	118-681	15,00	— Netzteil	020-783C	78,00	LowOhm	011-868/ds	32,00
C64-Sampler	118-682	12,00	— Schalterplatine	020-783D				
EVU-Modem	118-683	35,00	— Schalterplatine	020-783E				
MASSNAHME			AUTOSCOPE I					
— Hauptplatine	128-684	48,00	— VA-Modul	020-787	32,00			
— 3er-Karte	128-685	35,00	— TZ-Modul	020-788	10,00			
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	— HA-Modul	020-789	32,00			
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	— B-Modul	020-790	32,00			
TV-Modulator	128-691	7,00	AUTOSCOPE II					
Universelle getaktete DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Hochspannungs-Modul	030-802	32,00			
SMD-Logiktester	019-693	3,00	— C-Modul	030-803	32,00			
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695	73,00	— Netzteil	030-804	16,00			
Hologen-Dimmer	029-696	10,00	AUTOSCOPE III					
Hologen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Vorteiler	040-818	16,00			
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00			
Spannungswächter	039-702	7,00	AUTOCHECK I					
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— VT-Modul	050-820	32,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704	30,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00			
4½-stelliges Panelmeter	039-707	40,00	— N-Modul	050-822	23,00			
Byte-Logger	039-709	64,00	— W-Modul	050-823	23,00			
SMD-Puffer	039-710	16,00	AUTOCHECK II					
BREITBANDVERSTÄRKER			— P-Modul	060-828	32,00			
— Einbauversion	049-712	6,00	— E-Modul	060-829	22,00			
— Tastkopfversion	049-713	6,00	— PRI-Modul	060-830	7,00			
Antennen-Verteiler	049-714	11,00	— B-Modul	060-831	32,00			
Metronom	049-715	26,00	AUTOCHECK III					
DSP-Systemkarte 32010	039-708	64,00	— DPZ-A-Modul	070-840	32,00			
DSP-Speicherkarte/E	049-716	64,00	— DPZ-NBV-Modul	070-841	32,00			
DSP-AD/DA-Wandlerkarte/E	049-717	64,00	AUTOCHECK IV					
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00	— DPZ-DIA-Modul	080-843	26,00			
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00	19"-POWER-PA					
DSP-Erweiterungskarte	049-718	64,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
Universeller Meßverstärker	049-719	64,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00			
KAPAZITIVER ALARM			— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00			
— Sensorplatine	059-720	9,00	— Netz-Platine	030-808	16,00			
— Auswertplatine	059-721	10,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
CAR DEVIL			— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
— Wandler (70 μ Cu)	059-722	40,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50			
— Limiter	059-723	38,00	DemoScope	030-812	14,00			
PAL-Alarm	059-724	10,00	Rauschverminderer	040-815	80,00			
			EPROM-Simulator	040-816	68,00			

Midi-To-Gate-Interface

— Platinensatz (2 Stck.) incl. EPROM	011-866/ds	a. A.
--------------------------------------	------------	-------

Beachten Sie auch

unser 1/z-Preis-Angebot

auf Seite 42

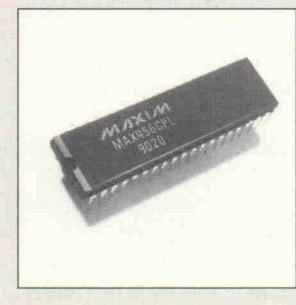
So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Kreuzschieneverteiler

MAX 456

8 × 8-Schaltermatrix für Videosignale



Mit dem MAX 456 stellt Maxim den ersten monolithischen CMOS-Kreuzschienenverteiler mit insgesamt 64 Analogschaltern für den Videobereich vor. Wie man mit diesem Chip Videosignale schaltet und waltet, erklärt der folgende Beitrag.

Der Kreuzschienenverteiler enthält eine digital angesteuerte, aus insgesamt 64 Analogschaltern bestehende Matrix, die acht Videoeingänge mit jedem der ebenfalls acht Ausgänge entweder einzeln oder mit allen zusammen verbinden kann. Jeder Matrixausgang ist

intern an eine separate Pufferstufe mit einem Verstärkungsfaktor von 1 gekoppelt, die eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit von $250 \text{ V}/\mu\text{s}$ aufweist. An einer aus 400Ω und 20 pF bestehenden Lastimpedanz erzielt man damit einen Spannungshub in Höhe von $\pm 1.3 \text{ V}$. Die Aus-

457 geführt werden. Auf diese Weise kann man die in der Videotechnik üblichen Lastimpedanzen von 75Ω direkt ansteuern. In Bild 1 ist die entsprechende Schaltskizze wiedergegeben.

Im 40poligen DIL-Gehäuse weist der Chip bei 5 MHz eine Übersprechdämpfung von 70 dB auf. Die analogen Ein- und Ausgänge befinden sich auf gegenüberliegenden Seiten, jeder Kanal ist durch eine Stromversorgungsleitung beziehungsweise 'ruhige' Digitalleitung abgetrennt. Bild 2 zeigt die Pinbelegung des MAX 456 im DIL-Gehäuse. Zusätzlich ist der Baustein auch im 44poligen PLCC-Gehäuse lieferbar.

Ausgangspuffer

Dank des Three-state-Betriebs in Verbindung mit schaltbaren internen aktiven Lasten besteht die Möglichkeit, mehrere Bausteine MAX 456 zur Realisierung größerer Schaltermatrizen parallel zu betreiben. Am Ausgang jeder Pufferstufe liegt eine

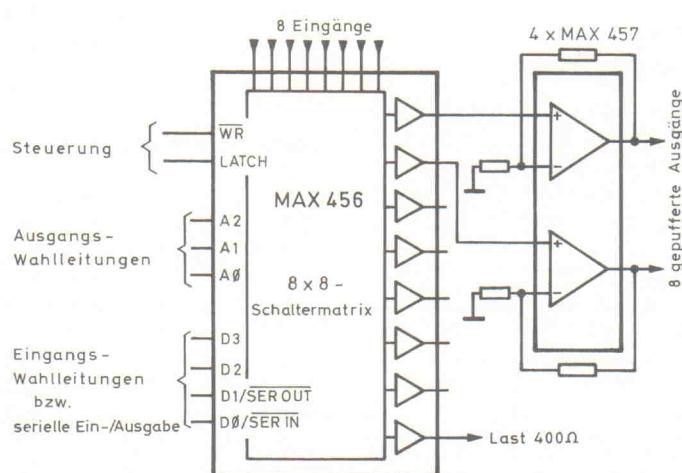


Bild 1. Grundschaltung des Schaltermatrixbausteins MAX 456.

gangsleistung lässt sich erhöhen, indem die acht Ausgänge des MAX 456 an insgesamt vier zusätzliche Videodoppeloperationsverstärker des Typs MAX

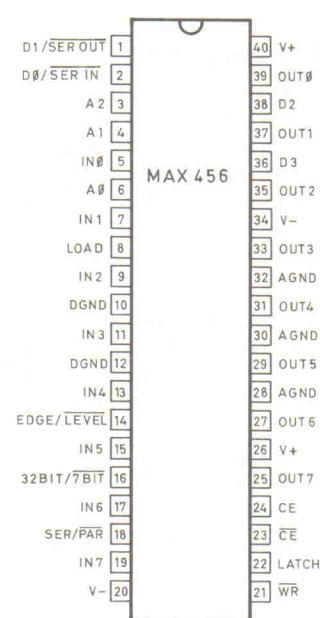


Bild 2. Pinbelegung des MAX 456 im DIL-40-Gehäuse.

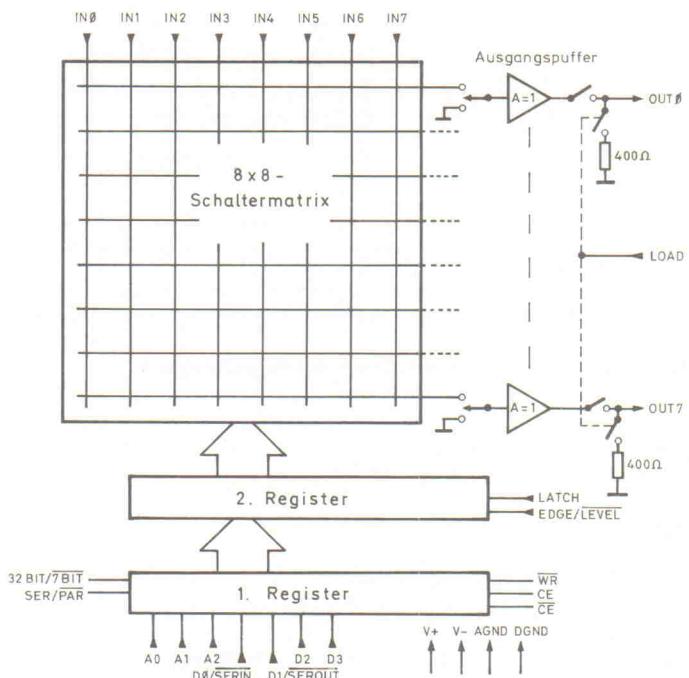


Bild 3. Funktionsschema des MAX 456.

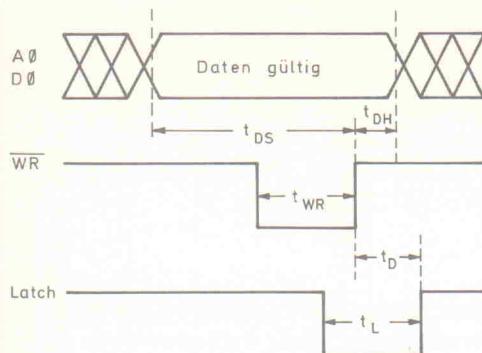


Bild 4.
Zeitlicher
Verlauf der
Signale für den
Schreibvorgang
im seriellen
und parallelen
Betriebsmodus.

aktive Last, die über den Load-Eingang gesteuert wird: Falls die am Load-Eingang anliegende Spannung den Wert null aufweist, ist die Last abgeschaltet (Bild 3). Um eine sichere Betriebsweise zu gewährleisten, müssen die aktiven Ausgangspuffer mit einer definierteren Last abgeschlossen sein. Dafür kommen in Frage:

- die interne Last;
- die interne Last eines parallelgeschalteten MAX 456;

gänge vor Belastungen, die von anderen Bauelementen herrühren. Zudem sinkt dadurch die Leistungsaufnahme des betreffenden Chips.

Power-On Reset (POR)

Der MAX 456 enthält eine POR-Schaltung, die nach dem Anlegen der Versorgungsspannung – die symmetrische Nennbetriebsspannung beträgt ± 5 V –

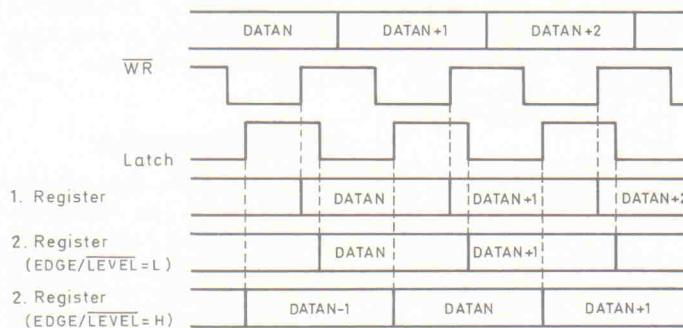


Bild 5. Signalverläufe für den 7-Bit-Parallelmodus.

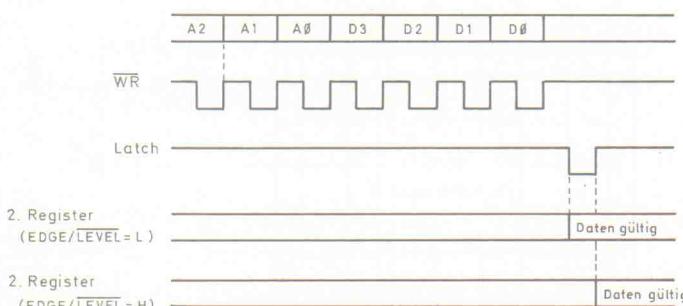


Bild 6. Signalverläufe für den 7-Bit-Serienmodus.

– eine externe Last in Form eines ohmschen Widerstands im Bereich $390 \Omega \dots 470 \Omega$.

Jeden Ausgang des MAX 456 kann man über ein digitales Steuersignal in den inaktiven Zustand schalten, wobei der Ausgang eines inaktivierten Puffers einen hochohmigen Zustand annimmt. Diese Sperrfunktion schützt im Mehrchip-parallelbetrieb inaktive Aus-

D3...D0	Funktion
0000...0111	Verbindet den durch A2...A0 gewählten Puffer mit dem durch D3...D0 definierten Eingangskanal.
1000	Legt den Eingang des durch A2...A0 gewählten Puffers auf Masse (DGND).
1001, 1010	Diese beiden Kodes sind nicht im Parallelmodus zu verwenden, sie sind ausschließlich dem seriellen Betrieb vorbehalten!
1011	Schaltet den durch A2...A0 definierten Puffer aus. Das zweite Register behält seinen Inhalt.
1100	Schaltet den durch A2...A0 definierten Puffer ein beziehungsweise speichert die Information über den zuvor gewählten Kanal.
1101	Schaltet alle Puffer aus und lässt alle zweiten Register unverändert.
1110	Schaltet alle Puffer ein und speichert die Information über den vorherigen Zustand aller Kanäle.
1111	Schickt einen Impuls an das zweite Register, um es mit dem Inhalt des ersten Registers zu laden (Software-Load-Befehl).

Tabelle 1. Bedeutung der Kodes im Parallelbetrieb.

etwa $5 \mu\text{s}$ lang auf Low-Pegel verbleibt. Diesen Pegel nimmt die POR-Schaltung auch dann an, sobald die Versorgungsspannung auf einen Wert unter 4 V fällt. Im seriellen Betriebsmodus setzt der Power-On Reset alle Adressen- und Daten-Latches zurück und sperrt zudem sämtliche Pufferausgänge. Im Parallelbetrieb können diese Startvoreinstellungen aber mit zufälligen Daten überschrieben werden. Aus diesem Grund sollte man nach dem Anlegen der Versorgungsspannung zunächst die gültigen Anfangsbedingungen programmieren.

verbindenden Eingangskanal (D3...D0) fest. Mit der ansteigenden Flanke des WR-Signals werden die Daten vom Register übernommen (Bild 5). Die Binärzahlen 0000 bis 0111 definieren den Eingangskanal, die verbleibenden acht Kodes (1000 bis 1111) steuern die in Tabelle 1 aufgelisteten Funktionen.

Beim 7-Bit-Serienmodus (SER/PAR = H, 32 Bit/7 Bit = L) bestimmen die sieben Datenbits den Eingangskanal und den Ausgangskanal. Jeder Kreuzungspunkt (= zu schaltende Verbindung) erfordert ein separates 7-Bit-Wort. Die Daten werden über den D0/Ser-In-Eingang mit den ansteigenden Flanken des WR-Signals in der Reihenfolge A2, A1, A0, D3, D2, D1, D0 eingelesen (Bild 6). Für die weitere Bearbeitung behandelt der Chip die Daten wie ein 7-Bit-Parallelwort, das am Eingang des ersten Registers anliegt. Im 7-Bit-Serienmodus ist das erste Register für Daten durchlässig. Daher gelangen die Daten zum zweiten Register und werden dort mit der ansteigenden Flanke des Latch-

Betriebsarten

Die Daten zur Programmierung der Schalter kann man auf drei verschiedene Arten eingeben: 7 Bit parallel, 7 Bit seriell oder 32 Bit seriell. Bild 4 zeigt den für alle Betriebsarten gelgenden Zeitablauf des Schreibvorgangs.

Im 7-Bit-Parallelmodus (SER/PAR = L) legen die sieben Datenbits den Ausgangskanal (A2...A0) und den damit zu

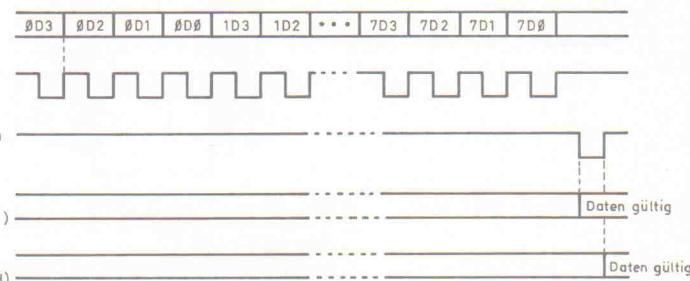


Bild 7.
Signalverläufe
für den 32-Bit-
Serienmodus.

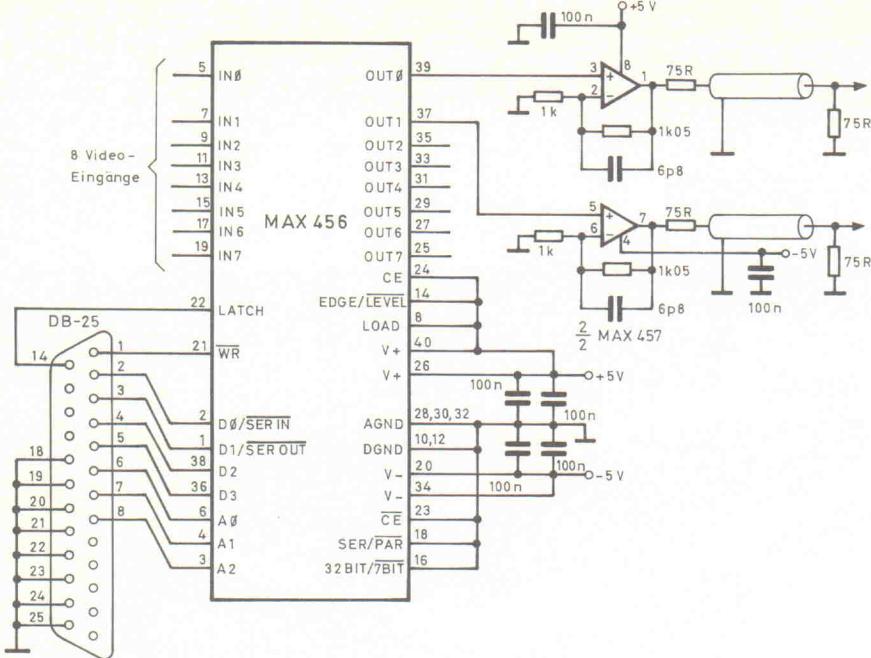


Bild 8. Typische Anwendungsschaltung für den MAX 456.

Signals übernommen, falls das Edge/Level-Signal H-Pegel führt. Im anderen Fall (Edge/Level liegt auf L-Potential) erfolgt eine pegelgetriggerte Datenübernahme, und zwar bei einem Latch-Signal mit L-Pegel.

Im 32-Bit-Serienmodus (SER/PAR = H, 32 Bit/7 Bit = H) werden sämtliche ersten Register mit Daten geladen, allerdings ohne Spezifikation der Ausgangsadresse (A2, A1, A0). Das Datenformat lautet dabei jeweils D3...D0; die Datenübertragung startet mit den Werten für den Ausgang Out 0 und endet mit denjenigen für Out 7 (Bild 7). Nur die Kodes 0000 bis 1010 sind im Serienmodus gültig. Der Binärkode 1010 sperrt den selektierten Puffer, der Kode 1001 gibt ihn frei. Tabelle 2 enthält eine Übersicht über die für einen

seriellen Betrieb geltenden Kodes. Nachdem die Daten in das erste 32-Bit-Register eingelesen sind, erfolgt durch Ansteuern der Latch-Leitung eine Übergabe ins zweite Register.

Eine typische Anwendungsschaltung für den MAX 456 ist in Bild 8 zu sehen. An seinen Ausgängen ist der Kreuzschienenverteiler mit Videodoppeloperationsverstärkern des Typs MAX 457 beschaltet. Der Verstärkungsfaktor beträgt jeweils 2, so daß man 75-Ω-Lasten direkt ansteuern kann. In der gezeigten Applikation arbeitet der MAX 456 im 7-Bit-Parallelmodus. Dazu sind insgesamt sieben Datenleitungen und zwei Steuerleitungen erforderlich. Weitere zwei Steuerleitungen – CE und Load – sind zusätzlich vorzusehen, wenn mehrere Matrixbausteine parallel betrieben werden sollen.

Bei der in Bild 8 wiedergegebenen Schaltung erfolgt die Datenspeicherung im ersten Register mit der ansteigenden Flanke des WR-Signals. Mit der ansteigenden Latch-Flanke wird die gespeicherte Schalterkonfiguration in das zweite Register übernommen. Alle acht Ausgänge nehmen gleichzeitig ihre neuen Konfigurationen an. Sind mehrere Puffer zu aktualisieren, so sind die entsprechenden Daten separat in das erste Register zu laden, da jedes 7-Bit-Datenwort nur einen einzigen Ausgangspuffer aktualisiert. Anschließend erfolgt mit einem Latch-Einzelimpuls die gleichzeitige Neu konfiguration aller Kanäle.

Literatur

[1] Datenblatt MAX 456, Maxim Integrated Products, Sunnyvale 1990

D3...D0	Funktion
0000...0111	Verbindet den durch A2...A0 gewählten Puffer mit dem durch D3...D0 definierten Eingangskanal.
1000	Legt den Eingang des durch A2...A0 gewählten Puffers auf Masse.
1001	Schaltet den mit A2...A0 definierten Puffer im spezifizierten Kanal ein und legt seinen Eingang auf Masse. Dieser Kode dient dem Einschalten von Puffern nach dem Anlegen der Betriebsspannung. Bei fehlerhafter Inbetriebnahme bleiben alle Puffer verriegelt.
1010	Schaltet den mit A2...A0 definierten Puffer im spezifizierten Kanal ab und löscht die im zweiten Register gespeicherten Daten. Dieses Register enthält dann den Steuerbefehl 1010.
1011...1111	Diese Kodes sind in keinem der beiden seriellen Betriebsarten einzusetzen. Sie verhindern den Latch des zweiten Registers, der aber für eine fehlerfreie Datenübernahme notwendig ist.

Tabelle 2. Bedeutung der Kodes im Serienbetrieb.

Köster-Elektronik fertigt Geräte für ...

... Belichten
UV-Belichtungsgeräte
UV I Nutzfl. 460 x 180 mm
DM 198,-
UV II Nutzfl. 460 x 350 mm
u.a.m.
DM 289,-

... Ätzen
Rapid de Luxe
Nutzfl. 165 x 230 mm **DM 199,-**
Rapid III A
Nutzfl. 260 x 400 mm **DM 239,-**
u.a.m.

... Siebdrucken
Siebdruckanl. 27x36 cm ab **DM 164,-**
Siebdruckanlage Profi 43x53 cm
ab **DM 235,-**
Verschiedene Ausführungen
Sämtl. Anlagen werden m. kpl. Zubehör,
z.B. Farben, Rakel usw. geliefert.

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

einseitig	Positionsdruck
zweiseitig	Lötstopplack
zweiseitig durchkontaktiert	CNC-Bohren
Leiterplatten für SMD	CNC-Fräsen
in den Materialien FR2-FR3-FR4-Epoxyd Blau	Repro- und Filmerstellung
Blei-Zinnumschmelzen	Muster Service für Kleinstückzahlen
Lötstick / Glanzzinn	Eldienst
Fotodruck / Siebdruck	

Lieferzeit — Preis?
Anruf genügt!

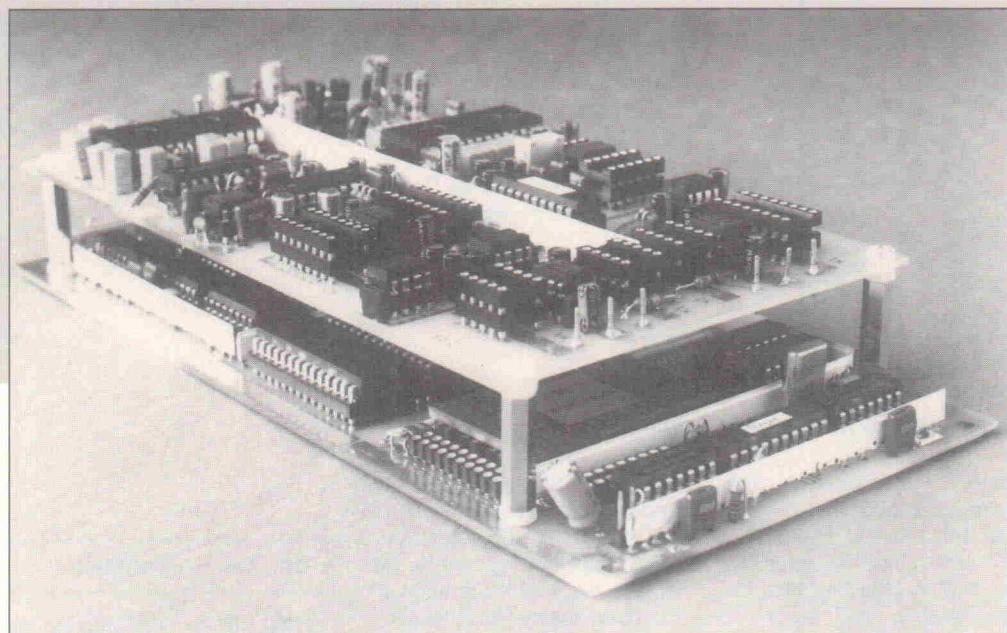
... außerdem EPROM-Löschergeräte - Fotopositiv beschichtetes Basismaterial
Kostenloser Katalog mit technischen Daten und Beschreibungen bitte anfordern!

Köster-Elektronik, Siemensstr. 5, 7337 Albershausen · Tel. 0 71 61/36 94 · Fax 0 71 61/36 90

K-E

Signal-Doppeldecker (3)

Komplettlösung mit AT&Ts DSP 32



Thomas Laux

Der DSP 32 ist von seinen Designern mit einer komfortablen µP-Schnittstelle ausgestattet worden, die geradezu danach schreit, mit dem PC-Bus eine Verbindung einzugehen, um dem Doppeldecker fürderhin Leben, sprich: Software, einhauchen zu können.

Als erstes jedoch noch einige Anmerkungen zur Spannungsversorgung des Analogteils.

Für die Versorgung der analogen Bauelemente werden +5 V, -5 V, -15 V sowie -17 V benötigt (Bild 16). Aufgrund der Vorgabe, alle geforderten Spannungen aus einem Netzteil mit zwei Ausgangsspannungen abzuleiten, wurden anfänglich die negativen Betriebsspannungen über Festspannungsregler aus -20 V Eingangsspannung erzeugt. Es traten jedoch massive Probleme mit der abzuführenden Verlustleistung von IC36 auf:

Bei einer Spannungsdifferenz zwischen Ein- und Ausgang von 15 V und einem Strom von 250 mA müssten sage und schreibe 4 W in die Umwelt abgegeben werden. Der erforderliche Kühlkörper mußte demzufolge – eine zulässige Temperaturdifferenz zwischen Regler und Umgebung von 50 K angenommen – einen maximalen Wärmewiderstand von

$$R_w = 50/4 = 12,5 \text{ K/W}$$

besitzen. Ein recht kapitaler Brocken also. Hinzu kam, daß 'Feld-, Wald- und Wiesen-Netzteile' über alle möglichen Ausgangsspannungen verfügen, je-

doch nicht über eine von -20 V. Ein hardwaremäßiger Klimmzug tat also erneut not. Das Ergebnis: ein invertierender Aufwärtssregler. Demzufolge kann IC36 entfallen, dessen Ausgang dann direkt mit -5 V gespeist wird. Die Beschreibung dieses Schaltungsdetails folgt.

Das Eingangs-Pi-Filter, das zur hochfrequenten Entkopplung der analogen Spannungsseite von der digitalen dient, wird damit zwar umgangen, die nachfolgenden Entstörmaßnahmen heben dieses Manko jedoch wieder auf. Die Grenzfrequenz des besagten Eingangsfilters läßt sich folgendermaßen berechnen:

$$f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot 0,5 \cdot C}}$$

Bei der verwendeten Induktivität von 10 µH und zweier 220-µF-Kondensatoren (C53, C54) ergibt sich eine Grenzfrequenz von 4,8 kHz.

Zur Erzeugung der -17 V mittels IC38, einem 79L15, liegt dessen Fußpunkt über eine 2-V-Zenerdiode gegen Masse, deren Spannungsabfall sich zu den geregelten -15 V addiert und so das gewünschte Resultat liefert. Aufgrund der Parallelschaltung mit C60 ist die Potentialver-

schiebung nur für Gleichspannungen wirksam, was wiederum die Reglereigenschaften stabilisiert.

Die Aufgabe von D1 und D3 sind schützender Natur. Sie verhindern beim Ausfall der -15 V und/oder der -17 V eine Zerstörung des D/A- beziehungsweise A/D-Wandlers, weil die ausgefallene Spannung durch -5 V ersetzt wird.

Durch das Zusammenwirken sämtlicher aufgeführten Maßnahmen wird die analoge Spannungsseite relativ frei von Störungen gehalten, was wiederum eine störungsfreie Signalverarbeitung garantiert.

Die PC-Schnittstelle

Die PC-Schnittstelle (Bild 17) dient zur Anpassung der parallelen DSP-Schnittstelle (PIO) an den I/O-Bus des PC. Eine recht triviale Sache laut Technical Manual von AT&T. Man nehme jeweils einen Datenbus- sowie Adreßtreiber (IC40, IC41) – Vorbeugen ist schließlich besser als Neukaufen – und dekodierte die Adresse mittels IC42. Nun noch ein paar NANDs und die Steuersignale für den DSP stehen zur Verfügung. Letztendlich wurde noch eine optionale Interruptsteue-

rung des PC hinzugegeben, einstellbar über SW 2, denn bei rechenintensiven Algorithmen soll der Host-Rechner nicht untätig warten.

Bei der Inbetriebnahme kam dann jedoch die Überraschung; etwa 50 % der übertragenen Daten wurden verfälscht. Auch ein erneutes Durchforsten des PIO-Timingdiagramms ließ auf keinen Fehler schließen. Erst Messungen mit dem 'Oszi' führten zum Erfolg: Die kapazitive Belastung des /PEN-Signals verbesserte das Ergebnis schlagartig. Und somit war der Fall klar: Die positive Flanke muß verzögert nach der positiven MGN-beziehungsweise MWN-Flanke (Bild 1) erfolgen; ansonsten kann die Datenübergabe nicht korrekt erfolgen.

Eine Information, die im Datenbuch einfach fehlt. Eine Verzögerung bestehend aus IC44 brachte das gewünschte Timing. Ein weiteres Problem bereitete die Übertragung über ein langes Flachbandkabel. Um einerseits ein Übersprechen auf den Leitungen und gleichermaßen Reflexionen zu verhindern, sind die Signalleitungen jeweils durch Masseleitungen voneinander getrennt und in der jeweiligen Signalrichtung mit dem geschätzten Wellenwiderstand abgeschlossen.

Der Wellenwiderstand ergibt sich für hohe Frequenzen aus der Parallelschaltung der Pull-up- und Pulldown-Widerstände über die Kapazität der Spannungsversorgung. Für niedrige Frequenzen bleibt die Reihenschaltung erhalten und entlastet so gleichspannungsmäßig die Treiber. Die dafür verwendeten Widerstands-Arrays sollten mit Fassungen versehen werden, da sie für kurze Leitungslängen nicht benötigt werden.

Die Grundadresse des Bus-Interface (Offset) wird über SW1 eingestellt: Schalter 1 entspricht dabei dem Adressbit A9, Schalter 6 Adressbit A4 des PC-

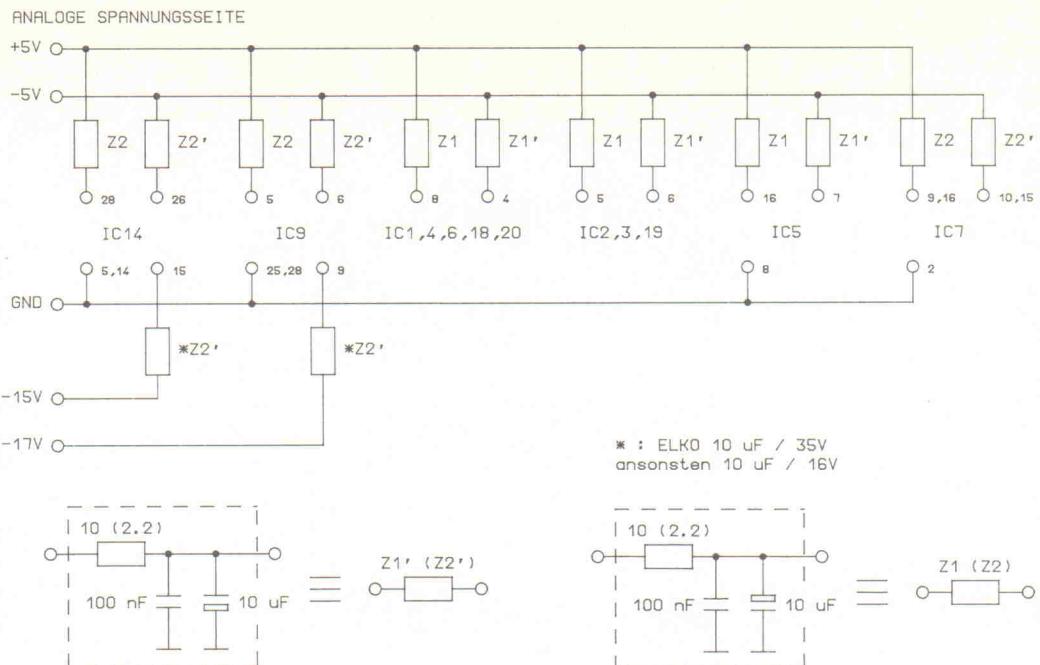


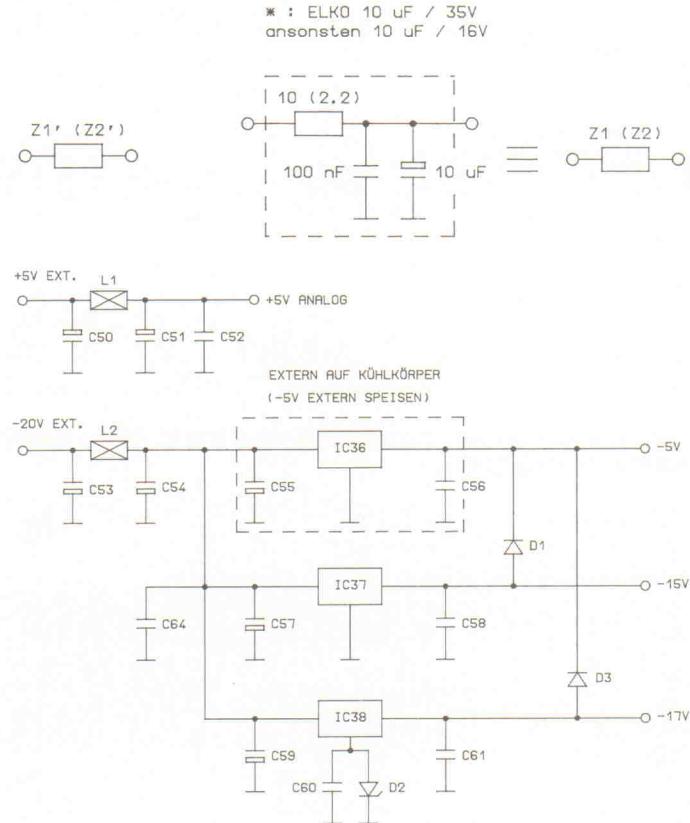
Bild 16. Die Aufgabe von D1 und D3 sind schützender Natur. Sie verhindern beim Ausfall der -15 V und/oder -17 V eine Zerstörung des D/A- beziehungsweise A/D-Wandlers, weil die ausgefallene Spannung durch -5 V ersetzt wird.

I/O-Bus. Bei einem Adreßoffset von 0x300h ergeben sich dann für die Kommunikation mit dem DSP Adressen wie in Tabelle 2 aufgeführt.

Über die aufgeführten DSP-Register wird der gesamte Datenaustausch bewältigt. Der PC übernimmt dabei die Masterfunktion, das heißt, er steuert den Ablauf über die Register.

Zum näheren Verständnis der Geschehnisse – Kommunikation ist schließlich nicht nur in der digitalen Welt wichtig – folgt ein kleiner Exkurs in die parallele I/O-Architektur.

Die parallele I/O ermöglicht zwei Transfermodi, den DMA-Transfer oder die Steuerung durch ein Programm. Da der

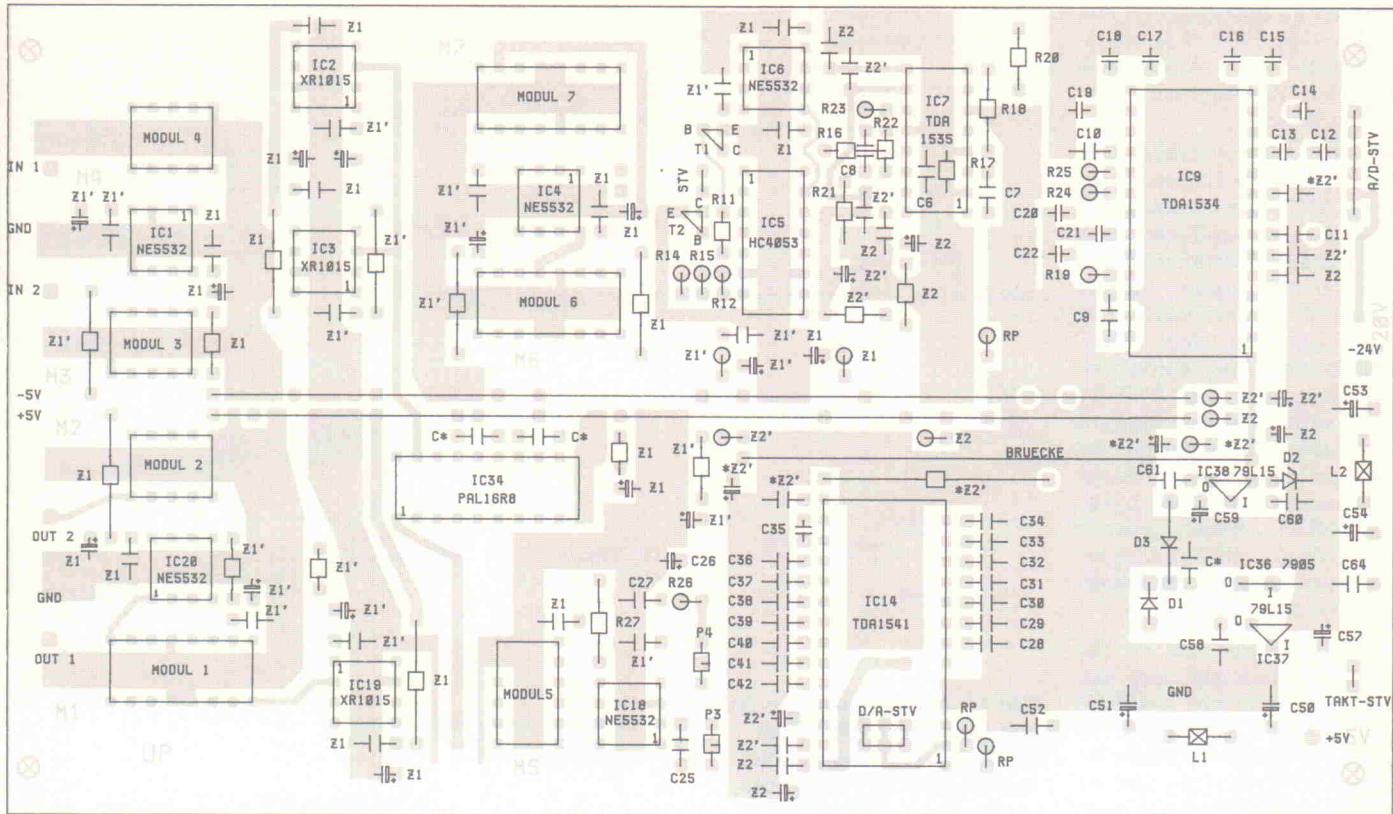


PIO-Control-Register

Bit	Flag	Funktion
0	Reset	0 = Stop des DSP 1 = Start des DSP
1	Intmode	0 = 8-Bit-PIR-Interruptvektor 1 = 16-Bit-PIR-Interruptvektor
2	ENI	0 = PIR-Interrupt aus 1 = PIR-Interrupt ein
3	DMA	0 = PIO-DMA aus 1 = PIO-DMA ein
4	Auto	0 = Autoinkrement des PAR aus 1 = Autoinkrement des PAR ein
5	PDF (Status)	0 = PDR wurde gelesen 1 = PDR wurde geschrieben
6	PIF (Status)	0 = PIR wurde gelesen 1 = PIR wurde geschrieben
7	REF	0 = RAM-Refresh ein 1 = RAM-Refresh aus

Tabelle 2.

Tabelle 3.



Bestückungsplan der Analog-I/O-Platine. Die IC-Fassungen mit der Bezeichnung 'Modul X' dienen zur Kopplung der Konfigurationsplatine.

Stückliste

Halbleiter:		Kondensatoren:		Widerstände (Metallfilm, 1 %, 1/8 W):		
IC01, ,04, 06, 18, 20	NE5532	(Falls keine Angabe: RM 5 mm. Bei Spannungsangabe = Elko)		(R1'-R9', R1"-R9", R30'-R38'	siehe Text)	1 Sub-D 37pol. Buchse gewinkelt mit Winkelhalterung
IC02, 03, 19	XR1015			R10, 13	5,6k	1 Sub-D 37pol. Stecker Klemmschneidtechnik
IC05	HC4053	C1'...C5', C1"...C5", C43'...C47' siehe Text		R11, 14	100R	1 34-pol Pfostenfeldstecker Klemmschneidtechnik
IC07	TDA1535			R12	8,2k	1 34-pol Pfostenfeldbuchse für Platinenmontage
IC08	ALS804	C06	10p	R15	8,2k	Lötnägel
IC09	TDA1534	C07	1n	R16, 17, 28, 29, 39, 41..43	10k	1 Kühlkörper: ca. 10 K/W (optional)
IC10, 11	LS595	C08	100p	R18	22R	1 Taster (Schließer)
IC12, 13, 33	ALS74	C09	220p	R19	2k	Pfostenfeldstecker, insg. 65-polig
IC14	TDA1541	C10	3,3n	R20	110	Jumper für Pfostenfeldstecker
IC15	PAL16R8-25	C11	820p	R21, 23, 44..47	1k	4 Abstandshalter + Befestigungsmaterial
IC16, 17	LS165	C12...22	0,47µ/2,5 mm	R22	270k	Kontaktelementen, insg. 90polig (Konfigurationsplatine)
IC21, 22	AS32	C23	6,8n/2,5 mm	R24	1,2k	IC-Fassungen:
IC23	AS832	C24	4,7n/2,5 mm	R25	162	Einzelreihe für 170 Pins
IC24	DSP32	C25	2,2n	R26	500	6 × 28pol, DIL
IC24A	PAL16L8-25	C26, 62	47µ/16 V, 2,5 mm	R27	1,5k	9 × 20pol, DIL
IC25...28	57C64-70	C27, 52	100n	R40	100k	10 × 16pol, DIL
IC29, 30	ALS244	C28...34	100n/2,5 mm	A1...A4 : 7 × Array 1k × 8		5 × 14pol, DIL
IC31	ALS374	C35	470p/2,5 mm	Z1	18 × 10R	8 × 8pol, DIL
IC32	LS592	C36...42	100µ/2,5 mm	Z2	8 × 2,2R	Carrier-Kondensatoren: (Montage zwischen IC und Fassung)
IC34, 35	PAL16R8-25	C48, 50, 51	100µ/6,3 V	P1', P1"	500R, liegend	4 für 28pol.
IC36	7905	C49	10n/2,5 mm	P2', P2", P5', P6'	50k, liegend	12 für 20pol.
IC37, 38	79L15	C53, 54	47µ/25 V	P3	2,2k, stehend	5 für 16pol.
IC39	ALS1004	C55, 57, 59	2,2µ/20 V, Tantal	P4	500R, stehend	8 für 14pol.
IC40, 41	LS245	C56, 60...65	100n	Sonstiges:		1 Platine 'DSP32 System'
IC42	LS688	C58	100µ	L1,2	10 µH	1 Platine 'DSP32 Analog-I/O'
IC43., 45	7400	CB	3 × 100n	Quarz	16MHz	1 Platine 'DSP32 Filter-Konfig.'
T1, 2	BC 109C	Zi	26 × 100n	SW1,2	12pol. DIL-Schalter	1 Platine 'DSP32 PC-I/O'
D1, 2	1 N 4002	24 × 10µF/16 V, 2,5 mm		Stromschienen	5 Stk. 2pol FA Mektron M823KP	1 Platine 'DSP PortadAPTER'
D3	BZX83 C2V0	2 × 10µF/35 V, 2,5 mm		Steckverbinder	beliebig, insg. 22polig	
		8 × 100nF			(Verbindung analog-digital)	
		1 × 100nF/2,5 mm				

Error-Source-Register		
Bit	Flag	Bedeutung
0	-	-
1	-	-
2	WPIR	1 = DSP schreibt in PIR
3	PB	1 = Paritätsfehler im Programmspeicher
4	OUE	1 = DAU-Fehler
5	ADER	1 = Adressierungsfehler
6	LOS	Seriellport-Fehler
7	LOSY	

Tabelle 4.

erstgenannte am praktischsten ist, wird der zweite Modus nicht näher erläutert. Beim DMA-Transfer startet die Host-CPU den Vorgang, indem sie die DSP-Speicheradresse, die zu beschreiben oder zu lesen ist, in ein internes PIO-Register schreibt. Danach kann das Datum vom Parallelport gelesen, beziehungsweise auf den Parallelport geschrieben werden. Die Speicheradresse kann danach entweder erneut verändert oder automatisch inkrementiert werden. Dieser Vorgang wird so lange fortgesetzt, bis die Host-CPU ihn beendet.

Aufgrund der wesentlich höheren Arbeitsgeschwindigkeit des DSP stehen die Daten grundsätzlich nach Anforderung bereit, so daß keinerlei Verzögerung auftritt. Hinzu kommt, daß der DSP bei allen Datentrans-

fers über die PIO-Schnittstelle nicht unterbrochen wird, was den Geschwindigkeitsvorteil des DMA-Modus ausmacht.

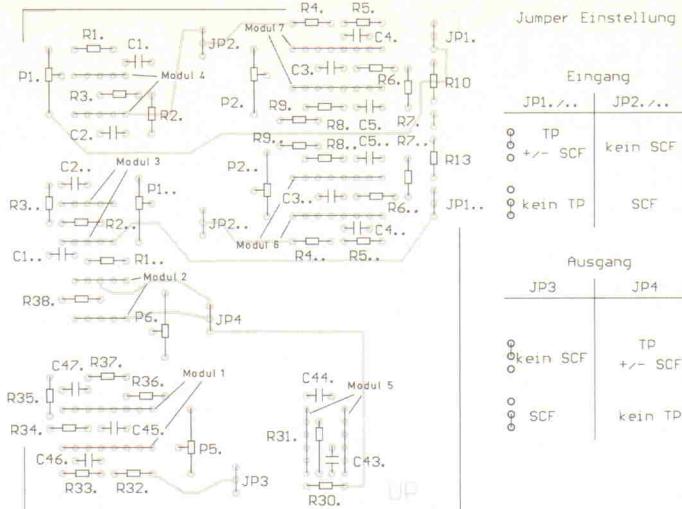
Die Steuerung des gesamten Ablaufs geschieht über 6 PIO-Register, die nachfolgend beschrieben werden.

PCR, PIO-Control-Register.

Dieses 8-Bit-Register (Tabelle 3) ist von der externen CPU les- und schreibbar. Über die internen Flags sind die verschiedenen Transfer-Modi einstellbar. Nach einem DSP-Reset werden alle Flags gelöscht; einzige Ausnahme bildet dabei das Reset-Flag, mit dessen Hilfe der DSP von außen gestoppt werden kann.

PAR, PIO-Adresse-Register.

Das PAR-Register kommt im DMA-Transfer zum Einsatz. Es wird normalerweise von einer



Die mit '...' und '...' versehenen Bauelemente der Konfigurationsplatine sind in den Schaltungen der analogen Ein- und Ausgangsstufen (Bild 6 und 13) mit '...' und '...' gekennzeichnet.

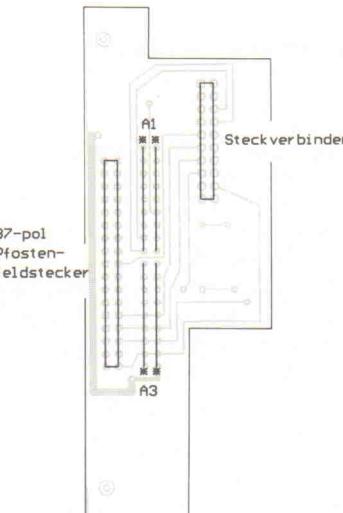
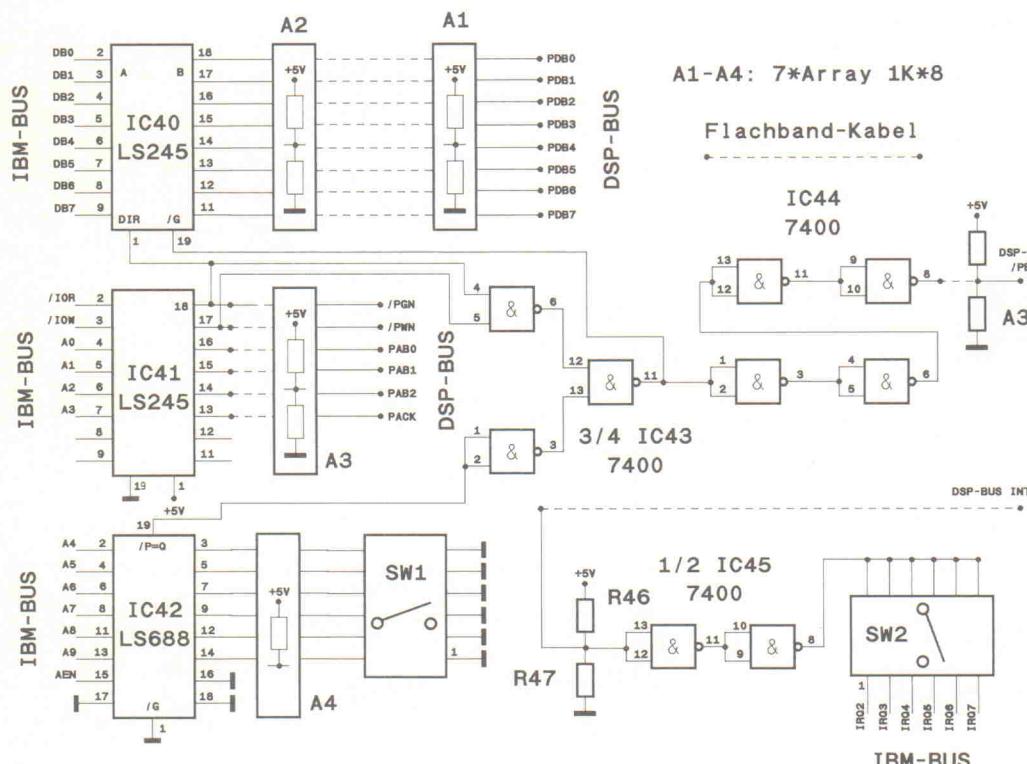


Bild 18. Mit dieser Platine werden die PC-Signale auf den DSP-Parallelbus-Stecker geschaltet.



externen CPU mit der Startadresse des DSP-Speichers für den DMA-Zugriff beschrieben. Falls das AUTO-Bit im PCR-Register gesetzt ist, wird der Inhalt von PAR nach dem DMA-Zyklus automatisch inkrementiert. PAR kann sowohl extern beschrieben als auch gelesen werden.

PDR, PIO-Daten-Register.

Die Aufgabe des PDR besteht in der bidirektionalen Kommunikation zwischen DSP und externer CPU. Das PDF-Flag im PCR-Register gibt dabei die Aktualität des im PDR stehenden Datenworts an.

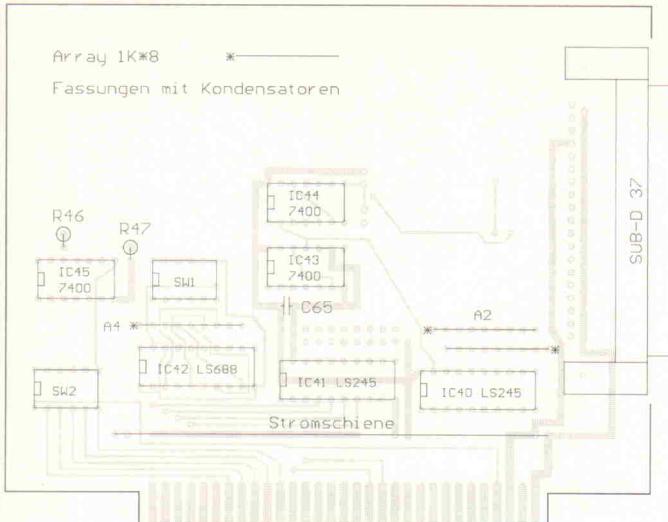
PIR, PIO-Interrupt-Register.

Dieses Register kann nur vom DSP-Programm beschrieben werden. Dadurch wird einerseits das PIF-Flag im PCR-Register gesetzt und gleichzeitig, falls das ENI-Flag im PCR gesetzt ist, der externen CPU über die PINT-Leitung ein Interrupt gegeben. Der Vektor im PIR kann danach gelesen werden.

ESR, Error-Source-Register.

Das ESR (Tabelle 4) ist nur lesbar und wird nach jedem Zugriff

Bild 17. Die Widerstands-Arrays A1 und A3 befinden sich auf einer gesonderten Adapterplatine (Bild 18) die für die Ankopplung der Signale auf der Systemplatine zuständig ist.



Bestückungsplan der DSP-Busanschaltung für den PC.

gelöscht. Der DSP überwacht 5 interne Fehlerzustände und legt nach jeder durchgeführten Instruktion den jeweiligen Status im ESR ab. Nach der Maskierung des Fehlers durch das Error-Mask-Register (EMR) wird ein Interrupt für die externe CPU generiert. Abhängig von der Einstellung des EMR wird danach der Programmablauf fortgesetzt oder der DSP in den Haltezustand versetzt.

EMR, Error-Mask-Register.

Das 10-Bit-EMR-Register kann nur von außen gelesen und beschrieben werden und ist in zwei Hälften unterteilt. Während die EMR-Bits 3...7 die Fehlerbedingung (siehe ESR) zur Auslösung eines Interrupts maskieren, selektieren die Bits 11...15 (siehe ESR,

Bit 11 des EMR korrespondiert mit Bit 3 des ESR) die Kondition zum Anhalten des DSP. Nach erfolgtem DSP-Reset sind alle Bits gesetzt.

Die doch recht trockene Theorie kann durch Studium der Schnittstellenroutinen in Listing 1 mit Leben gefüllt werden.

Dieses Turbo-Pascal-Programm erlaubt es, in eigenen Anwendungen sämtliche PIO-Funktionen auszuführen, ohne sich die Finger an den Bit-Fusseleien zu brechen.

Für C- oder auch BASIC-Freaks sei gesagt, daß sie die Routinen 1:1 in ihre Lieblings sprache umsetzen können.

In der nächsten Doppeldecker Folge geht es im Sturzflug tiefer in die Programmierung des Systems.

```
(*-----)
(** procedure Initialisiere_DSP32_Adr( DSP32_Adr : word );
(** procedure Init_IO_Adr( Grundadresse : integer );
(** procedure SchreibWert( Wert : word );
(** function LiesWert: word ;
(** )
(** procedure SchreibWerte( var Feld; Anzahl: Integer );
(** procedure LiesWerte( var Feld; Anzahl: Integer );
(** )
(** procedure SchreibInteger( Wert,dsp_adr : word );
(** function Leseinteger ( dsp_adr:word ) : word;
(** )
(** procedure SchreibReelleZahl( Wert : real );
(** function LiesReelleZahl: real;
(** )
(** procedure UebertragDSP32Programm( DateiName: T_Strg64 );
(** )
(** procedure StarteDSP32;
(** procedure StopDSP32;
(** )
(** procedure WarteAufDSP32pdr;
(** procedure WarteAufDSP32pir;
(** )

var
  K_PARL,K_PARH,
  K_PCR,K_PIR,K_PDRL,K_PDRH      : integer;
  segment                           : integer;

{ Initialisiert das DSP32 Pascal Interface auf die Basis-IOAdresse }
{ der DSP32 Karte. Bsp.: dspbase = $0300 }
```

```
procedure Init_IO_Adr (dspbase : integer);
begin
  K_PARL:= dspbase;           { EMR- und ESR-Register werden }
  K_PARH:= dspbase + $1;       { vom Programm noch nicht }
  K_PDRL:= dspbase + $2;       { unterstützt }
  K_PDRH:= dspbase + $3;
  K_PCR := dspbase + $7;
  K_PIR := dspbase + $16;
end;

(*-----)
(**          Routinen für den Port-Transfer          **)
(**          ****                                     **)
{ DMA-Modus mit Autoincrement, sowie Adressregister setzen }

procedure Initialisiere_DSP32_Adr( DSP32_Adr : word );
begin
  Port[ K_PCR ] := port [ k_pcr ] or $18; { PCR aufsetzen }
  Port[ K_PARL ] := lo( DSP32_Adr ); { PAR auf Zieladresse im Speicher }
  Port[ K_PARH ] := hi( DSP32_Adr ); { des DSP 32 setzen. }
end;

{ Wert vom Typ Word in das Datenregister schreiben }

procedure SchreibWert( Wert : word );
begin
  port[ K_PDRL ] := lo( Wert );
  port[ K_PDRH ] := hi( Wert );
end;

{ DMA-Modus + Autoincr. + Word lesen }

function leseinteger (dsp32_adr : word ) : word;
var H: record
  case boolean of
    true: ( Low,High: Byte );
    false: ( I           : Integer )
  end;
begin
  Port[ K_PCR ] := port [ k_pcr ] or $18; { PCR aufsetzen }
  Port[ K_PARL ] := lo( DSP32_Adr ); { PAR auf Zieladresse im Speicher }
  Port[ K_PARH ] := hi( DSP32_Adr ); { des DSP 32 setzen. }
  H.Low := port[ K_PDRL ];
  H.High := port[ K_PDRH ];
  leseinteger := H.I;
end;

{ DMA-Modus + Autoincr. + Word schreiben }

procedure Schreibinteger ( Wert,dsp32_adr : word );
begin
  Port[ K_PCR ] := port [ k_pcr ] or $18; { PCR aufsetzen }
  Port[ K_PARL ] := lo( DSP32_Adr ); { PAR auf Zieladresse im Speicher }
  Port[ K_PARH ] := hi( DSP32_Adr ); { des DSP 32 setzen. }
  port[ K_PDRL ] := lo( Wert );
  port[ K_PDRH ] := hi( Wert );
end;

{ Anzahl (Bytes) Werte ab Adresse schreiben, die vorher durch Initiali-
{ siere DSP32_Adr festgelegt. Bei Var Adr braucht nur der Name des Arrays }
{ übergeben zu werden. Bsp: Puffer, falls Puffer : array[0..X] } }

procedure SchreibWerte( var Adr; Anzahl: Integer );
begin
  if Anzahl = 0 then exit;
  InLine
    ($1E/           { PUSH DS } { Routine läuft nur ab 80286 }
     $8B/$16/K_PDRL/ { MOV DX,[K_PDRL] } { DatenSegment retten }
     $8B/$1E/K_PDRH/ { MOV BX,[K_PDRH] } { Inhalt(=Portadr) der Labels }
     $8B/$4E/<Anzahl/ { MOV CX,Anzahl } { in Register }
    $D1/$B9/          { SHR CX,1 } { Anzahl div 2 }
    $C5/$76/<Adr/   { LDS SI,Adr } { DS := Segment; SI := Offset }
    $FC/              { CLD } { INC SI bei OUTS }
    $6E/              { Lo: OUTS DX,DS:[SI] } { OUT DX,A[DX]; INC SI }
    $87/$D3/          { XCHG DX,BX } { IO-Adressen wechseln }
    $6E/              { OUTS DX,DS:[SI] }
    $87/$D3/          { XCHG DX,BX } { IO-Adressen wechseln }
    $E2/$F8/          { LOOP Lo } { DEC CX; if CX>0 then goto -8 }
    $1F );            { POP DS } { Daten Segment wiederholen }
end;

{ Word lesen von Adr, die vorher mittels Initialisiere_DSP32_Adr gesetzt }

function LiesWert: word;
var H: record
  case boolean of
    true: ( Low,High: Byte );
    false: ( I:word )
  end;
begin
  H.Low := port[ K_PDRL ];
  H.High := port[ K_PDRH ];
  LiesWert := H.I;
end;

{ Anzahl (Bytes) Werte lesen von Adr, die vorher spezifiziert (s.o) }
{ Für Var Adr wiederum nur Namen angeben }

procedure LiesWerte( var Adr; Anzahl: Integer );
begin
  if Anzahl = 0 then exit;
  InLine
    ($8B/$16/K_PDRL/ { MOV DX,[K_PDRL] } { Routine läuft nur ab 80286 }
     $8B/$1E/K_PDRH/ { MOV BX,[K_PDRH] }
     $C4/$7E/<Adr/  { LES DI,Adr } { ES := Segment; DI := Offset }
     $/8B/$4E/<Anzahl { MOV CX,Anzahl }
```

```

{$D1/$E9      { SHR CX,1          } { INC DI bei INS }
/$FC          { CLD             } { }
/$6C          { Lo: INS ES:[DI],DX } { IN A[DX],DX; INC DI }
/$87/$D3      { XCHG DX,BX     } { IO-Adressen wechseln }
/$6C          { INS ES:[DI],DX } { }
/$87/$D3      { XCHG DX,BX     } { IO-Adressen wechseln }
/{$E2/$F8};   { LOOP Lo        } { DEC CX; if CX<>0 then goto -8 }

end;

{ Reelle Zahl schreiben, Adr vorher spezifiziert }

procedure SchreibReelleZahl( Wert : real );
var R: record
    Exp,M1,M2,M3,M4,M5: Byte;
    end absolute Wert;
{ 6-Byte Realformat von Turbo-Pascal in 4-Byte Realformat }
{ des DSP 32 umwandeln. }
begin
    InLine(
        {$80/$7E/$04/$00/ { CMP [BP+04],00 } { if R.Exp > 0 then }
        {$74/$03/       { JE +03           } { }
        {$FE/$4E/$04/}; { DEC [BP+04]     } { R.Exp := pred( R.Exp ); }

    if R.M5 >= $80 then begin { Es gilt jetzt: Wert < 0.0 }
        R.M3 := pred( R.M3 ) xor $FF;
        if R.M3 = 0 then begin
            R.M5 := R.M5 xor $7F;
            R.M4 := pred( R.M4 ) xor $FF;
        if R.M4 = 0 then begin
            R.M5 := succ( R.M5 );
            if R.M5 = 0 then begin
                R.Exp := pred( R.Exp );
                R.M5 := R.M5 or $80;
            end;
        end;
    end else begin
        R.M5 := R.M5 xor $7F;
        R.M4 := R.M4 xor $FF;
    end;
    end;
    port[ K_PDR ] := R.Exp;
    port[ K_PDRH ] := R.M3;
    port[ K_PDL ] := R.M4;
    port[ K_PDLH ] := R.M5;
end;

function LiesReelleZahl: Real;
var Wert: Real;

```

```

R: record
    Exp,M1,M2,M3,M4,M5: Byte;
    end absolute Wert;
begin
    R.M1 := 0; { Reelle Zahl übertragen }
    R.M2 := 0;
    R.Exp := port[ K_PDRL ];
    R.M3 := port[ K_PDRH ];
    R.M4 := port[ K_PDL ];
    R.M5 := port[ K_PDLH ];

{ 4-Byte Realformat des DSP in 6-Byte Realformat }
{ von Turbo-Pascal umwandeln. }

InLine(
    {$80/$7E/$F8/$00/ { CMP [BP-08],00 } { if R.Exp > 0 then }
    {$74/$03/       { JE +03           } { }
    {$FE/$46/$F8}; { INC [BP-08]     } { R.Exp := succ( R.Exp ); }

    if R.M5 >= $80 then begin { Es gilt jetzt: Wert < 0.0 }
        R.M3 := pred( R.M3 ) xor $FF;
        if R.M3 = 0 then begin
            R.M5 := R.M5 xor $7F;
            R.M4 := pred( R.M4 ) xor $FF;
        if R.M4 = 0 then begin
            R.M5 := succ( R.M5 );
            if R.M5 = 0 then begin
                R.Exp := succ( R.Exp );
                R.M5 := R.M5 or $80;
            end;
        end;
    end else begin
        R.M5 := R.M5 xor $7F;
        R.M4 := R.M4 xor $FF;
    end;
    end;
    LiesReelleZahl := Wert;
end;

{*****}
{**   **}
{** Routine zum Übertragen eines DSP32 Programms in den Speicher **}
{** des DPS32.               **}
{**   **}
{** Das DSP32 Programm liegt als Objektcode vor.                 **}
{** Der ablauffähige Code wird aus dem redundanten Rahmen befreit **}
{*****}

procedure ÜbertragDSP32Programm( Dateiname: String );
var DSP_Prog : ARRAY[0..4096] OF
Word;

```

GROSSER ELRAD-WEGWEISER AUF DISKETTE

Für Abonnenten zum Vorzugspreis

**Das *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/90.
Dreizehn Jahrgänge auf einer Diskette (PC-Version: 2 Disketten) + Definitionsdatei
zum Erstellen einer Datenbank + 3 Textdateien mit Stichwortregister.**

(Lieferung nur gegen Vorauszahlung)

Bestellcoupon

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

Rechnertyp/Diskettenformat:

- Atari ST (3,5") unter Adimens
- Apple-Macintosh unter Hypercard
- PC (2 x 5,25") unter dBase
- PC (3,5") unter dBase

Absender nicht vergessen!

Für Besitzer des *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnisses (1/78—12/89)
bieten wir ein Update für 1990 an. Preis DM 10,—.

- 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.

```

Objekt : FILE;
i,Wort, DSP_Adr, NSek, Index, SekLen,
OffsStart, OffsEnd, OffsLast, Result : Word;
BEGIN
  ASSIGN(Objekt, DateiName);
  ($I-) RESET(Objekt); { $I+}
  IF IOResult <> 0 THEN BEGIN
    clrscr;
    WRITELN ('Programm nicht gefunden : ',dateiname,' IO=',ioresult);
    HALT;
  END;
  I := 0;
  WHILE NOT EOF(Objekt) DO BEGIN
    BlockRead(Objekt,DSP_Prog[I],1,Result); { 1 Record lesen }
    Inc (I,64);
  END;
  NSek := Lo(DSP_Prog[2 div 2]);
  IF DSP_Prog[48 div 2] <> 0 THEN { Top-Adr Usercode aus Block bestimmen }
    OffsLast := DSP_Prog[48 div 2];
  ELSE OffsLast := DSP_Prog[8 div 2];
  Index := 0;
  WHILE NSek > 0 DO BEGIN
    WHILE (DSP_Prog[Index + 40 div 2] = 0) AND (NSek > 0) DO BEGIN
      Index := Index + 40 div 2;
      NSek := NSek - 1;
    END;
    IF NSek = 0 THEN WRITELN ('Fehler');
    OffsStart := DSP_Prog[Index + 40 div 2]; { Start-Adr Usercode }
    DSP_Adr := DSP_Prog[Index + 28 div 2]; { Load-Adr Usercode }
    IF NSek > 1 THEN BEGIN
      REPEAT
        Index := Index + 40 div 2;
        IF (DSP_Prog[Index + 40 div 2] = 0) THEN
          NSek := NSek - 1;
      UNTIL (DSP_Prog[Index + 40 div 2] <> 0) OR (NSek = 1);
      IF NSek = 0 THEN BEGIN
        WRITELN ('Fehler');
        HALT;
      END;
    END;
    OffsEnd := DSP_Prog[Index + 40 div 2];
    IF NSek = 1 THEN BEGIN { letzte zu übertragende Sektion }
      OffsEnd := OffsLast;
    END;
    SekLen := OffsEnd-OffsStart;
    NSek := NSek - 1;
    Port [ K_PCR ] := $18; { DSP im DMA-Modus }
    Port [ K_PARL ] := Lo(DSP_Adr);
    Port [ K_PARH ] := Hi(DSP_Adr);
    FOR I := 0 TO (SekLen div 2)-1 DO BEGIN
      Wort := DSP_Prog[I+OffsStart div 2];
      Port[K_PDRH] := Lo(Wort);
    
```

```

    Port[K_PDRH] := Hi(Wort);
  END;
END;
{*****
  **
  ** Routinen zur Steuerung von DSP32 Programmen
  **
*****}
procedure StarteDSP32;
begin
  port[ K_PCR ] := $90; { sicherheitshalber anhalten }
  port[ K_PCR ] := $91; { DSP Starten: Bit7 muß gesetzt sein! }
  port[ K_PCR ] := $05; { PIR-Freigeben }
end;

procedure StopDSP32;begin
  port[ K_PCR ] := $18;
end;

{ Auf Daten vom DSP warten }

procedure WarteAufDSP32pdr;
var timeoff: Integer;
  help : Integer;
begin
  timeoff := 30000;
  repeat
    timeoff := timeoff -1;
    until (port[ K_PCR ] and $20 <> 0) OR (timeoff < 0); { PDF = 1 }
    IF timeoff < 0 then writeln('DSP will nicht !');
end;

{ Auf Beschreiben des PIR-Registers warten }

procedure WarteAufDSP32pir;
var ch:char;
begin
  repeat
    if keypressed then ch := readkey;
    if ch = 'Q' then exit;
    until port[ K_PCR ] and $40 > 0;
end;
{*****}

```

Listing 1.

NUTZEN SIE IHR ELRAD-ARCHIV MIT SYSTEM

Das Gesamtinhaltsverzeichnis aller *ELRAD*-Ausgaben (1/78—12/89) gibt's jetzt auf Diskette.
(Rechnertyp umseitig)

— FÜR ABONNENTEN ZUM VORZUGSPREIS! —

Bestellcoupon



Absender (bitte deutlich schreiben)

Firma

Vorname/Name

Straße/Nr.

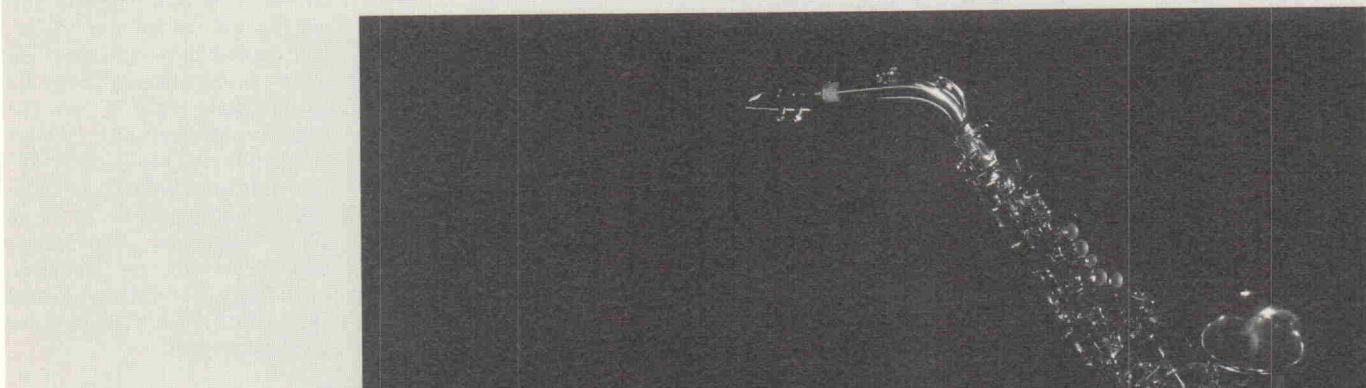
PLZ/Ort

Telefon

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
D-3000 Hannover 61

Vorverstärker-Design

Entwicklungsrichtungen für Audio-Vorstufen (Teil 3)



John Linsley Hood

In diesem abschließenden Teil seiner Artikelserie über den Entwurf von Vorverstärkern betrachtet John Linsley Hood die Techniken der Verstärkungseinstellung, die Möglichkeiten zur Umschaltung von Eingängen sowie die Ausführung von Stromversorgungs-teilen.

In den vorangegangenen Beiträgen sind wir auf die Hauptaufgaben eines Vorverstärkers eingegangen:

- Auswahl des erforderlichen Eingangssignals,
- Signalverstärkung,
- Verminderung der Quellenimpedanz;
- und falls erforderlich Einstellung des benötigten Signalpegels;
- Frequenzgangkompensation des angeschlossenen Tonabnehmers.

Verstärkungseinstellung

Selbst die einfachste Aufgabe dieser Art, die Einstellung des Signalpegels auf eine gewünschte Amplitude mit Hilfe eines simplen Potentiometers entsprechend Bild 1a, wirft eine Reihe von Problemen auf. Die augenfälligsten werden in Bild 1b gezeigt.

Immer dann, wenn die auf das Potentiometer folgende Stufe eine kapazitive Belastung darstellt – das ist aus schaltungstechnischen Gründen häufig der Fall –, verursacht die kombinierte Wirkung dieser Kapazitäten mit den Bahnwiderständen des Potis von seinen Endstellungen bis zum Schleifer (R_a und R_b) einen einstellungsabhängigen Höhenverlust bei der Wiedergabe.

Selbst dann, wenn die Eingangsimpedanz des Verstärkers sehr hoch ist, ändert sich die darauf wirkende Ausgangsimpedanz des Potentiometers in Abhängigkeit von seiner Stellung.

Diese Probleme können ganz wesentlich durch Verwendung eines ausreichend niederohmigen Potentiometers verringert werden. Das widerspricht jedoch der Forderung nach einer hohen Eingangsimpedanz dieser Stufe. Andernfalls wird die vorangehende Signalquelle be-

lastet und kann daher in ihrer Ausgangscharakteristik verändert werden. Der gewählte Widerstand des Lautstärkepotentiometers muß daher einerseits einen Kompromiß zwischen der bei hohen Werten auftretenden Veränderung des Frequenzgangs sowie der Eingangsimpedanz und andererseits der bei niedrigen Widerstandswerten auftretenden Belastung der Signalquelle darstellen.

Mit der Verbesserung der Eigenschaften und der Verbilligung von IC-Operationsverstärkern fügten viele Hersteller zusätzliche IC-Bufferstufen zwischen Signalquelle und Lautstärkeinstellung entsprechend Bild 2 ein. Dadurch können niedrohmige Potentiometer mit Werten zwischen $1\text{ k}\Omega$ und $10\text{ k}\Omega$ gewählt werden, ohne daß die vorgehende Schaltung belastet wird.

Es treten aber noch andere Probleme bei Pegelstellern mit ein-

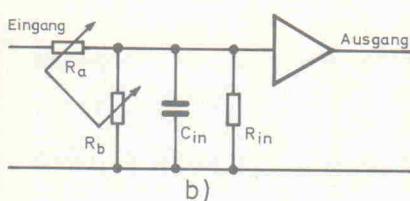
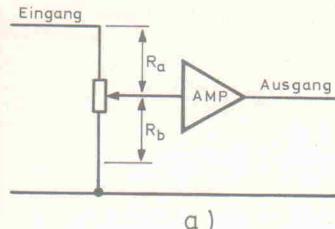


Bild 1. Die einfache Lautstärkeeinstellung in (a) verursacht Probleme mit Streukapazitäten und veränderlicher Eingangsimpedanz.

fachen Potentiometerschaltungen im Eingang auf, zum Beispiel das nicht ideale Signal/Rauschverhältnis und das unbefriedigende Übersteuerungsverhalten solcher Schaltungen. Baxandall [1] hat verschiedene Schaltungen untersucht und festgestellt, daß der vom Benutzer bei Verwendung von Stereosystemen am deutlichsten wahrgenommene Effekt in einer von der Lautstärkeeinstellung abhängigen Verschiebung der scheinbaren Schallquellenposition besteht.

Dieser Effekt tritt auf, weil die Herstellung von Stereopotentiometern mit exaktem Widerstandsgleichlauf bei nichtlinearer Kennlinie sehr schwierig ist. Zur Lautstärkeeinstellung werden üblicherweise Potentiometer mit logarithmischer Kennlinie entsprechend Bild 3 verwendet. So vermeidet man, daß der Haupteinstellbereich für die Lautstärke wie bei 'linearen' Potentiometern in einem kleinen anfänglichen Drehwinkelbereich liegt. Wenn nun aber zwei solcher logarithmischen Potentiometer in Stereogeräten mit gemeinsamer Drehachse verwendet werden, verursachen die ebenfalls in Bild 3 skizzierten Gleichlaufabweichungen zwischen Kanal A und B eine vom Drehwinkel abhängige Veränderung der Balance.

Baxandall [2] hat einige Alternativen mit linearen Lautstärkepotentiometern aufgezeigt. Diese besitzen einen erheblich besseren Stereogleichlauf. Eine der von Baxandall vorgeschlagenen Schaltungen wurde von Self [3] für seinen 1983er Vorverstärkerentwurf übernommen. Es handelt sich um eine Kombination von Eingangsabschwächung und einstellbarer Gegenkopplung entsprechend Bild 4. Die Übertragungscharakteristik ist in Bild 5 dargestellt.

Die besten passiven, allerdings auch noch nicht perfekten, von Baxandall untersuchten Lautstärkesteller sind die mit 'angezapften' Potentiometern. Leider sind derartige Bauteile nicht ohne weiteres erhältlich, so daß einige der perfektionistischen Audio-Hersteller dazu übergegangen sind, Schalter mit bis zu 24 Raststellungen und geeigneter Widerstandsbeschaltung zu verwenden. In den aktuellen Schaltungen von Quad wurden die mechanischen Drehschalter durch CMOS-Analogschalter mit einer Widerstandsbeschaltung entsprechend Bild 6a ersetzt. Das bietet eine lange und rauschfreie Lebenserwartung sowie einen Gleichlauf, dessen Genauigkeit nur noch von den Vorstellungen des Geräteherstellers abhängt.

Als Alternative zur Verwendung von Widerstandsketten, deren Werte entsprechend einer logarithmischen Kennlinie dimensioniert sind, ist in Bild 6b eine Schalteranordnung angegeben, wie sie der Autor im Eingang eines seiner Meßgeräte verwendet hat.

Der Bedarf an qualitativ hochwertigen 'logarithmischen' Potentiometern mit sehr genauem Gleichlauf führte unvermeidlich dazu, daß japanische Hersteller mit sehr preiswerten Ausführungen auf den Markt drängten. Dadurch verloren alle anderen Entwurfsalternativen an Bedeutung.

Eingangs-umschaltung

Gegenwärtig macht sich in zunehmendem Maße die willkommene Tendenz bemerkbar, Audio-Leistungsverstärker so auszulegen, daß sie bei einer effektiven Eingangsspannung von 0,774 V (0 VU) entsprechend 1 mW an $600\ \Omega$ ihre volle Aus-

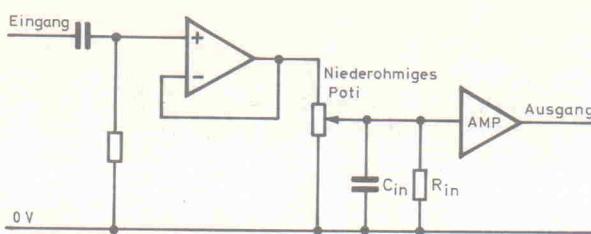


Bild 2. Eine Trennstufe (Impedanzwandlerstufe) beseitigt die Wirkung der variablen Impedanz und erlaubt die Verwendung niederohmiger Potentiometer.

gangsleistung erzeugen. Ein ganz entsprechender Konsens über einen effektiven Ausgangsspeicher von etwa 0,77 V bildet sich bei den Herstellern von Zusatzgeräten heraus. Eine Ausnahmestellung nehmen nur CD-Geräte ein, bei denen nominelle Ausgangsspannungen von rund 2 V (Effektivwert) zum Standard geworden sind.

Die praktischen Vorteile im Umgang mit solchen Signalpegeln liegen zum einen darin, daß das Signal/Rauschverhältnis durch den Leistungsverstärker kaum verschlechtert werden kann. Zum anderen sind kapazitive Einkopplungen wie Netzteile oder Übersprechen von anderen Signaleingängen bei Quellenimpedanzen von weniger als $10\ k\Omega$ bedeutungslos.

Deshalb ist es zur nahezu universellen Praxis geworden, den 'moving magnet'- und 'moving

coil'-Eingang räumlich weit entfernt von den anderen Eingängen mit höheren Signalpegeln anzugeben und diese getrennt zu verstärken, bevor sie entsprechend Bild 7a auf die Eingangsumschaltstufe geführt werden. In den klassischen Vervorstärkerentwürfen von Dinsdale [5] und Bailey [6] treten an allen Eingängen individuelle Signalpegel auf, und die wirkliche Eingangsverstärkung wird nach Bild 7b am Eingangsumschalter gewählt.

Dennoch kann es Probleme bereiten, Signaleingänge, die auf der Gehäuserückseite angeordnet sind, mit Schaltern an der Frontseite zu wählen, weil gegebenenfalls unmäßig lange abgeschirmte Leitungen zwischen den meisten Eingangsbuchsen und den Verstärkerplatten verlegt werden müssen. Das kann ganz besonders in integrierten Verstärkern zu gravierenden

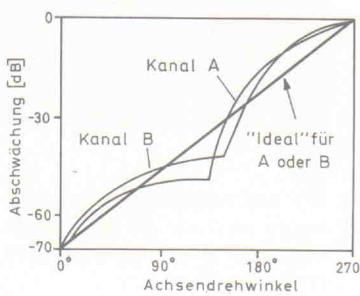


Bild 3. Idealer logarithmischer Kennlinienverlauf eines Lautstärkepotentiometers. Außerdem sind die Kennlinien eines Stereopotentiometers mit schlechtem Gleichlauf dargestellt.

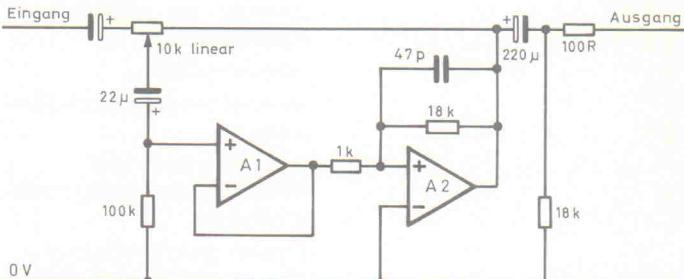


Bild 4. Aktive Verstärkungseinstellung nach Baxandall, in der eine Kombination von Eingangsabschwächung und variabler Gegenkopplung verwendet wird.

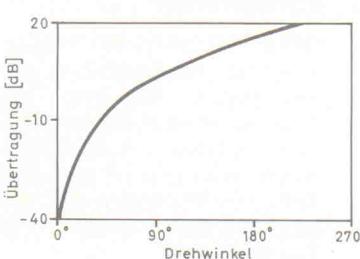


Bild 5. Kennlinie der Schaltung in Bild 4 unter Verwendung linearer Potentiometer.

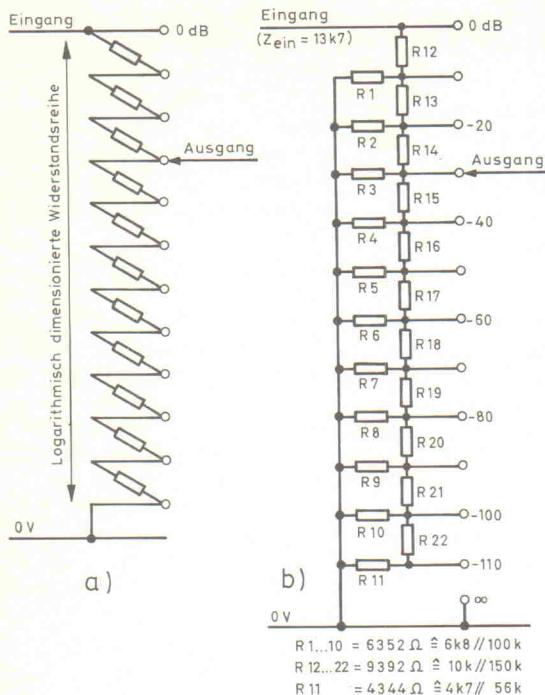
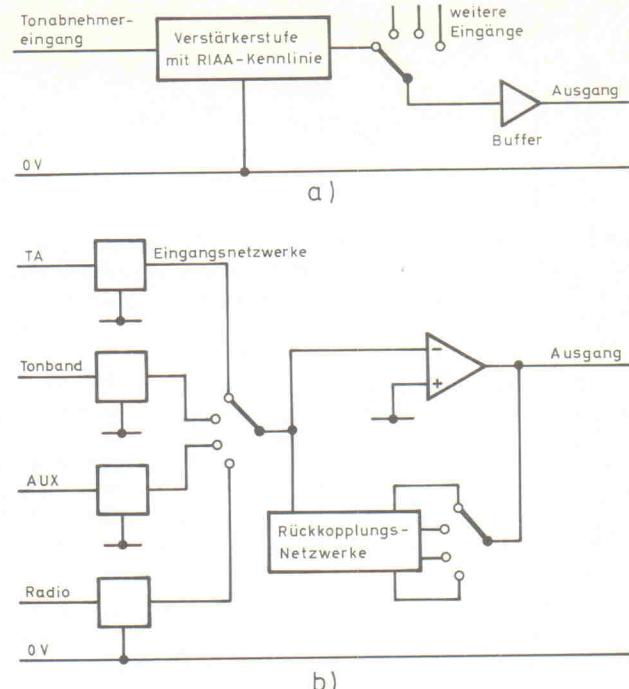


Bild 6. Die von Quad verwendete geschaltete Verstärkereinstellung mit logarithmischer Kennlinie (a), in der ausgesuchte Widerstände mit CMOS-Elementen umgeschaltet werden. In (b) ist eine Alternative des Autors mit nicht funktionsabhängig dimensionierten Widerständen dargestellt.



Problemen führen, weil sich sowohl die Leistungs- als auch Vorverstärker im gleichen Gehäuse befinden.

Ein zusätzliches Problem mit einfachen Gleitkontakteorschaltern und Drucktasten konventioneller Bauart kann darin bestehen, daß die zusammengehörigen Kontaktpaare im Laufe ihres Gebrauches mechanisch verschleißt oder korrodieren und dann zu Signalunterbrechungen und gestörttem Betrieb führen.

Diese Probleme haben zu verstärkten Anstrengungen in der Entwicklung ferngesteuerter Umschalter geführt – mit dem Ziel, nur Steuersignale über die Schalter in der Frontplatte zu führen. Als Schaltelemente für den Signalweg können Bipolartransistoren, FETs oder MOSFETs, elektromagnetische Relais und, in modernen Geräten zunehmend eingesetzt, spezielle Kanalschalt-ICs verwendet werden.

Die einfachste Lösung ist die Relaisumschaltung nach Bild 8. Sie arbeitet praktisch völlig zufriedenstellend, wenn die Relaiskontakte gut sind und wenn Brummen und Schaltgeräusche nicht über die Relaispeisung auf Signalleitungen übertragen werden. Das ist eine Forderung, die den Relaiseinsatz auf die Umschaltung von Signalen mit recht hohen Pegeln beschränkt. Vorausgesetzt, das Eingangssignal wird von einer einigermaßen niederohmigen und auf 0 V bezogenen Quelle erzeugt, kann mit überraschend guten

Ergebnissen auch ein bipolarer Kleinsignaltransistor als Schaltelement verwendet werden, so wie es in Bild 9 dargestellt ist. Im Aus-Zustand liegt die Signalabschwächung um 80 dB, und im Ein-Zustand betragen die harmonischen Verzerrungen bei einem effektiven Signal von 1 V weniger als 0,005 %. Eine Einschränkung dieses Entwurfes liegt darin, daß die auf die Basis von Tr1 geführte Sperrspannung 5 V Gleichspannung nicht wesentlich überschreiten darf, weil die Basis-Emitter-Sperrschiicht sonst als Zenerdiode arbeitet und Ladungsträger in den normalerweise offenen Basis-Kollektor-Übergang injiziert. Dadurch wird der Transistor unkontrolliert und kurzzeitig und daher sehr ‘geräuschvoll’ durchgeschaltet. Diese Begrenzung der negativen Basisspannung erfordert ihrerseits eine Beschränkung des Eingangsspannungshubs. Er darf niemals so groß werden, daß der Kollektor negativer als die Basis wird.

Nichtsdestotrotz ist dieses Schaltsystem innerhalb der vorgegebenen Grenzen bei einfacher Aufbau sehr zuverlässig und besitzt bessere Eigenschaften als der FET-Parallelschalter in Bild 10.

Die FET-Schaltung unterliegt den gleichen Beschränkungen wie die bipolare. Nachteilig kommt hinzu, daß der Durchschaltwiderstand des FETs größer als der des bipolaren Elementes ist. Daher werden nur Signalabschwächungen von ty-

pisch 60 dB erreicht. Außerdem ist der Abschaltvorgang bei negativer Gatespannung weniger abrupt, so daß Verzerrungen bei sehr viel niedrigeren Signalpegeln einsetzen.

Beide Parallelschalter wirken sich nur geringfügig auf den 0-V-Bezugspiegel aus und sind daher frei von störenden Schaltimpulsen.

Ein brauchbarer Entwurf mit einem Sperrschiicht-FET als Serienschalter ist in Bild 11 dargestellt. Um den Klirrfaktor niedrig zu halten, ist ein Serienwiderstand R1 notwendig. Er vermindert die Wirkung des von der momentanen Signalamplitude abhängigen Durchlaßwiderstandes. Dieser Widerstand stellt außerdem sicher,

daß die folgende Stufe in einer Konfiguration mit niedriger Eingangsimpedanz (virtuell auf Masse) arbeitet. So entsteht ein festes Bezugspotential für die Signalquelle und eine Referenz für die angelegte Gatespannung. Ein Beispiel für diese Art von Anwendung ist die Rauschabblendung im modularen Vorverstärker des Autors [7].

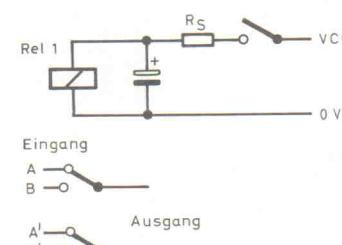


Bild 8. Ein einfacher Relaiseingangswahlschalter. Am besten sind Relais zur Umschaltung hochpegiger Eingänge geeignet, weil sie nicht durch Brummen oder Schaltimpulse gestört werden.

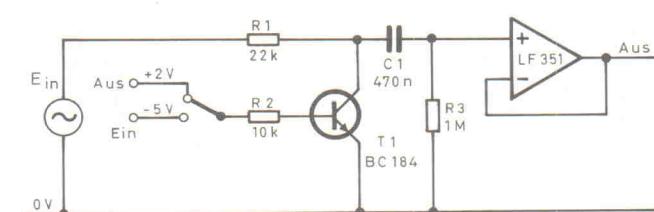


Bild 9. Parallelschalter mit bipolarem Kleinsignaltransistor für Signalquellen mit niedriger Impedanz. Harmonische Verzerrungen von weniger als 0,005 % sind erreichbar.

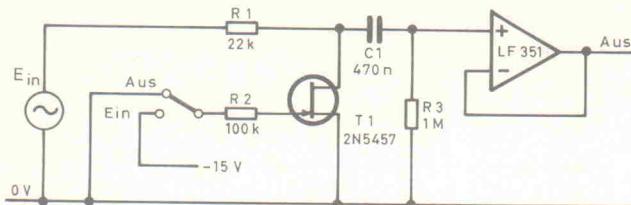


Bild 10. Parallelschalter mit FET. Er weist einen höheren Durchlaßwiderstand und damit geringere Signaldämpfung auf. Schon bei niedrigeren Eingangspegeln entstehen Verzerrungen.

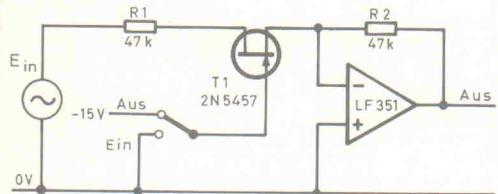


Bild 11. Serien-FET-Schalter, der eine Folgestufe mit virtueller Masse benötigt.

Auch MOSFETs können als Parallel- oder Serienschaltelemente verwendet werden. Mehrpolige MOSFET-Serenschalter werden als ICs für Fernschaltanwendungen angeboten, zum Beispiel der CD 4051, LF 13509 und der LF 13508.

Während diese Elemente neben anderem auch für Audio-Anwendungen geeignet sind – falls nicht zu hohe Signalpegel auftreten und wenn der Bezugsgleichspannungspegel des Signals sicher in der Mitte zwischen den beiden Versorgungsspannungen des ICs fixiert wird –, gibt es jetzt einige sehr verzerrungssame CMOS-Analogschalter. National Semiconductors bietet sie unter der Bezeichnung LM 1037 und LM 1038 an. Ähnliche ICs werden auch von anderen Herstellern angeboten. Diese Schalter wurden direkt für den Einsatz im Audio-Bereich entworfen und bieten eine sehr hohe Entkopplung zwischen den Kanälen und sehr geringes Schaltgeräusch verbunden mit geringem Rauschen. Sie finden mittlerweile in den aktuellen Schaltungsentwürfen der meisten Hersteller breiten Einsatz zur Kanalumschaltung. Die Verwendung dieser CMOS-Analogschalter ist besonders dann sehr vorteilhaft, wenn sie von einem Mikroprozessor auf der Platine gesteuert werden oder wenn die niedrige Eingangsleistung der Schaltelemente besondere Bedeutung besitzt.

Stromversorgungen

In früheren Audio-Schaltungen wurde sehr darauf geachtet, die

in den meisten Amateurentwicklungen sind ICs dieser Art zu finden.

Der typische ‘kompromißlose’ Amateurentwurf eines Netzteils ist in Bild 13 dargestellt. Darin wird manchmal ein zusätzlich entkoppelndes RC-Glied in der Art nach Bild 12b am Ausgang jedes Regler-ICs verwendet. Dieser Einsatz einer Vielzahl von IC-Spannungsreglern und zusätzlicher Entkopplungen an ihren Ausgängen hat weder Auswirkungen auf die geforderte Ausgangsimpedanz der Regler-ICs von $0,2\ \Omega$ im Frequenzbereich von $10\text{ Hz} \dots 10\text{ kHz}$ (oberhalb dieses Frequenzbandes kann ein parallelgeschalteter $100\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensator die Aufgabe übernehmen) noch auf die Signalunterdrückung auf den Versorgungsleitungen des Verstärkers selbst.

Die Signalunterdrückung typischer qualitativ hochwertiger OP-Verstärkerbausteine wie OP 27/37, NE 5534 oder LM 833 liegen im Bereich von 100 dB und mehr, und auch viele der modernen, diskret aufgebauten Verstärkerstufen weisen ähnliche Werte auf.

Sowohl der Wunsch nach Betrieb mit höheren Eingangsspannungen als den üblichen 35 V für typische IC-Spannungsregler mit drei Anschlüssen wie auch zur Rückhaltung hausinterner Schaltungstechnologie verwenden einige Hersteller immer noch diskret aufgebaute Reglerschaltungen. Die von Quad, Pioneer, Rotel und Technics verwendeten sind in den Bildern 14 bis 17 dargestellt.

Die von vielen hinsichtlich des subjektiven Höreindrucks be-

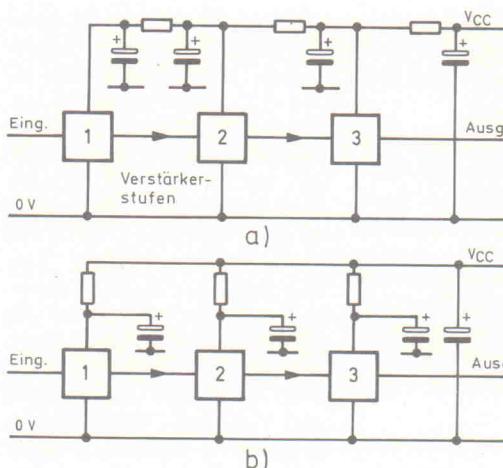


Bild 12. Frühere Methoden zur Entkopplung von Versorgungsleitungen, um Niederfrequenzinstabilitäten zu vermeiden.

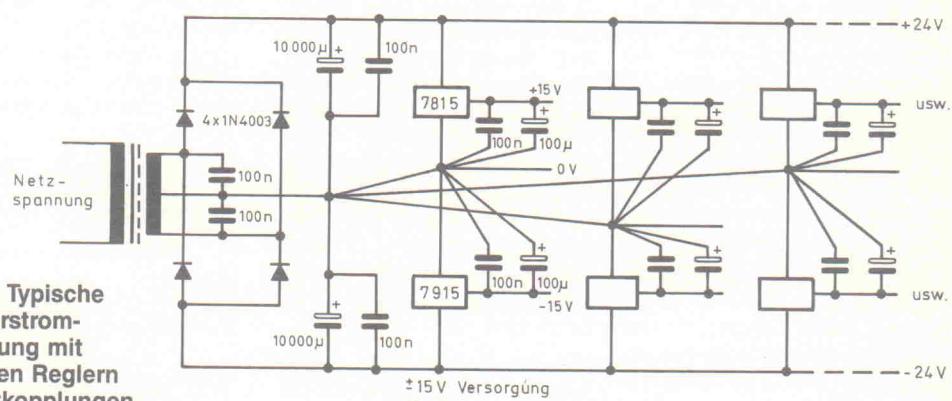


Bild 13. Typische Amateurstromversorgung mit separaten Reglern und Entkopplungen.

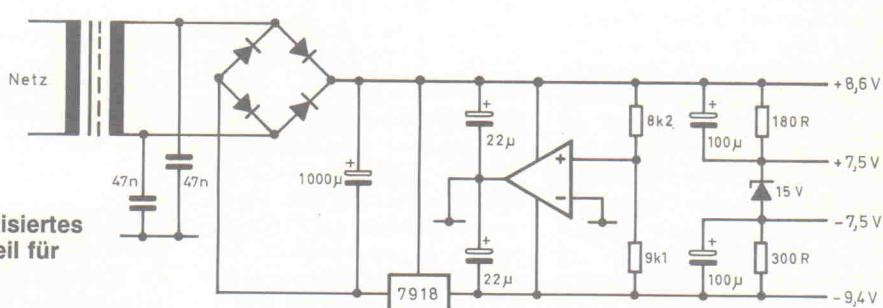


Bild 14. Stabilisiertes Versorgungsteil für einen Quad-Vorverstärker.

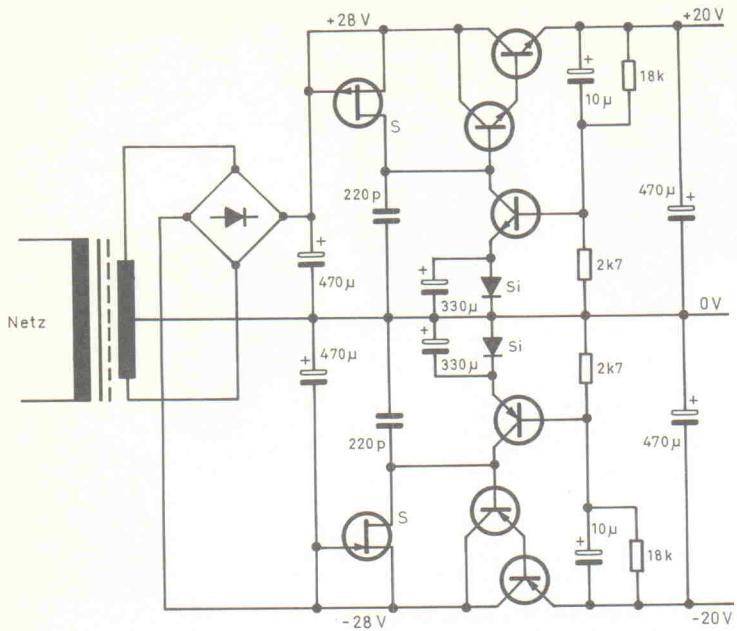


Bild 15. Diskret aufgebaute Versorgung für Pioneer-Vorverstärker (eine ähnliche Schaltung wird von Marantz verwendet).

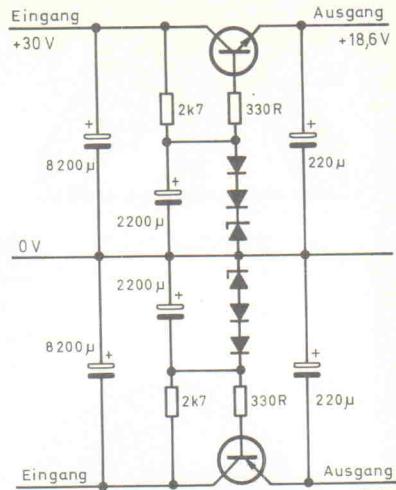


Bild 16. Stromversorgung von Rotel mit Zenerdiodenreferenz.

schworenen Vorteile großer Speicher kondensatoren am Ausgang in Kombination mit einer einfachen Anordnung von Transformator und Gleichrichterdioden verblassen angesichts der deutlich besseren Eigenschaften geregelter, stabilisierter und 'sauberer' Versorgungsspannungen.

Verschiedenes

Der letzte große Entwicklungsschub beim Entwurf von Vorverstärkern seit den frühen Tagen der Transistororschaltungstechnik traf die Erweiterung von Bedienungsmöglichkeiten sowie die visuelle Anzeige der gewählten Schaltungseinstellungen: zum Beispiel über den Eingangskanal, den Tonbandein- oder -ausgang, das Rumpelfilter, die Lautstärkekompensation, die Stummenschaltung, über Klangeinstellungen und Mono-/Stereobetrieb. Separate Ein- und Ausgangskanäle ermöglichen es beispielsweise, ein Programm aufzunehmen, während das andere wiedergegeben wird. Einige dieser zusätzlichen Möglichkeiten sind ohne Zweifel sehr nützlich, andere aber – so kann man vermuten – sollen wohl eher den unentschuldeten Kauflustigen animieren.

Möglichkeiten zur Verbesserung des Stereoeindruckes werden, obwohl technisch machbar, selten kommerziell angeboten. Die verschiedenen 4-Kanal-Raumklangtechniken werden im kommerziellen Bereich mittlerweile völlig ignoriert. Das hängt wahrscheinlich mit dem derzeitigen Trend zu

sammen, den Platz für zwei weitere Lautsprechersysteme in der Wohnung einzusparen. Das Angebot an Geräten mit digitalen Signalein- und -ausgängen hat sich etwas verbessert. Damit wird die direkte Übernahme digitalisierter Signale, zum Beispiel von CD-Spielern (sie liefern ein digitales HF-Signal), erleichtert. Es gibt auch einige wenige Vorschläge, diese Signale mit relativ geringem technischen Aufwand über Glasfaserleitungen zu führen. Sie eröffnen die Möglichkeit, Verbindungen über größere Entfernung ohne Signalbeeinträchtigung und Brummeinstreuungen herzustellen, wie beispielsweise zwischen dem CD-Eingang und dem Vorverstärker sowie zwischen dem Vorverstärker und dem davon entfernt aufgestellten fernbedienten Leistungsverstärker.

Auch die Ausstattung von Vorverstärkern mit IR-fernbedienten Einstellungsmöglichkeiten geht

sehr langsam voran, obwohl das gleiche an Fernsehgeräten, Videorecordern und CD-Spielern bereits seit längerem üblich ist.

Referenzen

Der Autor möchte den Importeuren und Händlern von Marantz, Pioneer, Technics, Rotel und Hitachi für ihr Entgegenkommen bei der Beschaffung technischer Informationen über ihre aktuellen Modelle danken, die eine große Hilfe bei der Abfassung dieser Artikelserie und der schon erschienenen über Audio-Leistungsverstärker waren. Ich danke besonders der Acoustical Manufacturing Company (Quad), die mir großzügigen Einblick in ihre technische Literatur und Schaltungsdetails ermöglichte.

Literatur

- [1] Baxandall, P. J., *Audio Gain Controls*, Wireless World, October 1980, S. 57–62
- [2] Baxandall, P. J., *Audio Gain Controls*, (part 2), Wireless World, November 1982, S. 79–83
- [3] Self D., *Precision Preamplifier*, Wireless World, October 1983, S. 31–34
- [4] Linsley Hood, J. L., *Spot-frequency Distortion Meter*, Wireless World, July 1979, S. 63
- [5] Dinsdale, J., *Transistor High-quality Audio Amplifier*, Wireless World, January 1965, S. 2–9
- [6] Baily, A. R., *High-performance Transistor Amplifier*, Wireless World, December 1966, S. 598–602
- [7] Linsley Hood, J. L., *Modular Preamplifier*, Wireless World, January 1983, S. 46

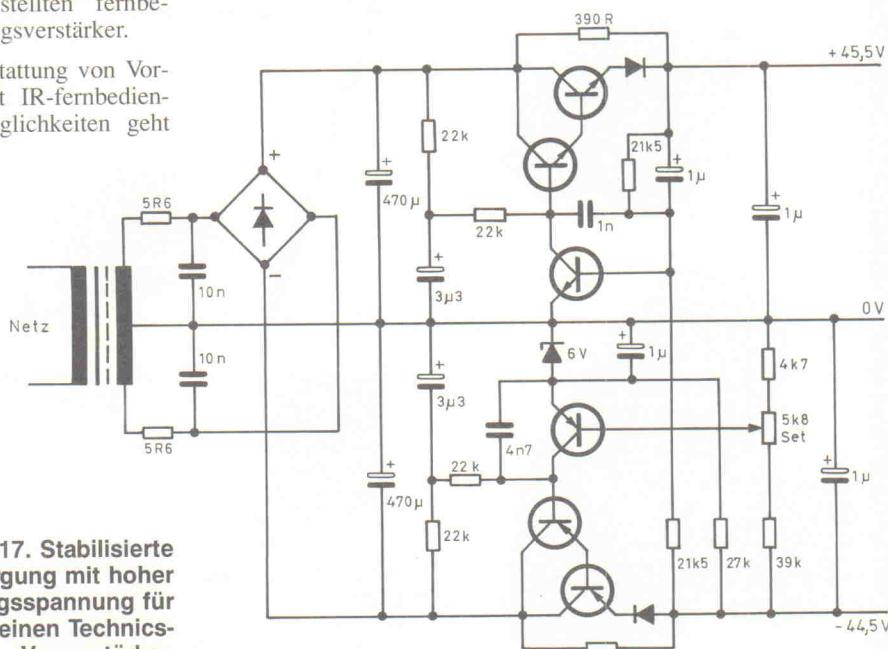
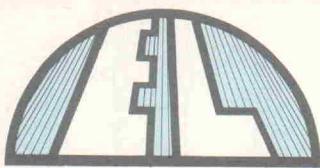


Bild 17. Stabilisierte Versorgung mit hoher Ausgangsspannung für einen Technics-Vorverstärker.



-Chassis-

Art.-Nr.	Type	Belastb. Watt	Freq.- Ber. Hz.	Eigen- res. Hz.	Korb mm	DM/Stück
Hochtoner						
1. 776-002	GT-7/50	120/ 80	3000-28000	2000	130x 80	24,95
2. 776-003	GT-8/50	160/120	2000-25000	1500	90x 90	39,95
3. 776-004	GT-9/80	200/150	2500-20000	1500	87x 87	34,50
4. 776-001	GT-4/60	150/120	8000-50000	1500	120x100	34,95
Mitteltöner						
5. 776-006	GT-12/60	170/120	500-10000	190	120 Ø	29,95
6. 776-005	GT-10/60	150/100	250-10000	200	120 Ø	22,95
Tiefotoner						
7. 776-007	GT-20/40	100/ 60	30-8000	48	210 Ø	29,95
8. 776-008	GT-20/60	120/ 80	22-5000	25	207 Ø	49,95
9. 776-009	GT-25/40	150/100	25-7000	35	245 Ø	49,80
10. 776-011	GT-30/60	160/100	20-5000	26	305 Ø	59,80
11. 776-013	GT-30/80	200/120	30-3000	28	305 Ø	79,80
Hart aufgehängte Tiefotoner						
12. 776-012	GT-30/70	180/120	35-5000	50	305 Ø	89,—
13. 776-010	GT-30/50	150/ 90	50-8000	60	305 Ø	69,50
14. 776-014	GT-38	350/180	25-5000	45	385 Ø	105,95

MC VOICE

High-Tech CD-Chassis

- Nomex-Schwingspulen mit unübertroffener thermischer Belastbarkeit
- Alle Leistungsangaben im eingebauten Zustand mit 12-dB-Weiche
- Chassis mit detaillierten Daten, Meßkurve und Einbauhinweisen
- Impedanz 8 Ohm



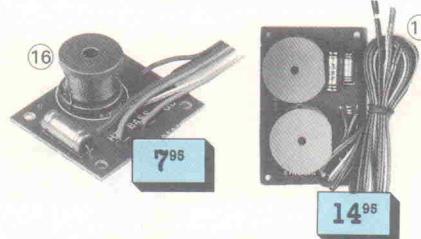
15 „AT-500“-Anschlußterminal

Professionell, zum Luftdichten, versenkten Einbau. 140x100 mm. Inkl. Schrauben. Optimal passend zur Frequenzweiche Mc Voice „RSS 3/4-500“.

Art.-Nr. 759-001 4,95 DM

4,95

McVoice-Zubehör



16 Frequenzweiche „FW 2080“

2-Weg-System. Saubere, verlustarme Trennung der Frequenzen, durch genaueste Feinabstimmung im Akustik-Labor. Max. Belastbarkeit 80 Watt. Impedanz 8 Ohm, Flankensteilheit 12 dB, TT/HT, ÜF 2700 Hz.

Art.-Nr. 756-000 7,95 DM

17 Frequenzweiche „FW-3200“

3-Wege-Weiche für Tiefotoner, Mitteltöner, Hochtöner. Maximale Belastbarkeit 200 Watt, ÜF 700/3200 Hz.

Art.-Nr. 756-002 14,95 DM

69,95

18 „RSS 3/4-500“

Spezial-Frequenzweiche, 2- bis 4-Wege-System. Übergangsfrequenzen beliebig einstellbar. Baß 400/800 Hz, Mitten 600/800/1000 Hz, Höhen 800/1200/3000/5000/8000 Hz, 16 dB. Hochwertige, verlustarme Folienkondensatoren, überdimensionierte Lastwiderstände und Kupferdrätselspannungen. Eine Weiche für härtesten professionellen Einsatz in Tonstudios und PA-Anlagen bis 250 W Sinus/500 W max. Impedanz 8 Ω. Inklusive Kombinationsvorschläge. 200x140x45 mm. Passendes Anschlußterminal: AT-500.

Art.-Nr. 756-001 69,95 DM



18

Resonanztransformation

In der Praxis der Leistungsanpassung kann man es als einen ausgesprochenen Glücksfall ansehen, wenn der Innenwiderstand der Quelle dem Widerstand der Senke gleich ist. Mit der Resonanztransformation verfügt man jedoch über ein Verfahren, höchst unterschiedliche Widerstandswerte einander anzupassen – wenn auch nur für eine bestimmte Frequenz.

Zunächst erfolgt die Berechnung des Induktivitäts- und Kapazitätswertes für das Anpassungsbeispiel aus der vorangegangenen Folge. Der vorhandene Widerstandswert der Senke beträgt $R = 50 \Omega$, gewünscht ist jedoch ein Wert von $R' = 68 \Omega$. Für die Reihenschaltung aus Widerstand und Spule gilt als Ansatz:

$$Z_{rl} = R + j\omega L$$

Für den Leitwert gilt dann (nach Überschlagung der Zwischenschritte):

$$Y_{rl} = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} - j \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Gewünscht ist jedoch:

$$Y_{rl} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{j\omega L'}$$

Damit gelten folgende Beziehungen:

$$\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} = \frac{1}{R'} \quad -j \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = \frac{1}{j\omega L'}$$

Das Umstellen der beiden Gleichungen nach den gesuchten Größen führt zu:

$$R' = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{R} \quad L' = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{\omega^2 L}$$

Durch Auflösen der vorletzten Gleichung nach L erhält man das Ergebnis für die Induktivität:

$$L = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{R'R - R^2}$$

Da ein rein ohmscher Widerstand übrigbleiben soll, müssen sich die imaginären Anteile gegenseitig aufheben. Deshalb muß gelten:

$$\omega C = \frac{1}{\omega L} = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Setzt man für L die zuvor hergeleitete Gleichung ein, so führt dies zur gesuchten Beziehung:

$$C = \frac{\frac{1}{\omega}}{\frac{R'R - R^2}{R'R}} = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{\frac{R'R - R^2}{R'R}}$$

Die nunmehr bestimmten Werte für die Kapazität und für die Induktivität sind erwartungsgemäß frequenzabhängig. Konkrete Zahlen für den Blindwiderstand beziehungsweise -leitwert erhält man nach dem Multiplizieren beider Bestimmungsgleichungen mit ω . Dann gilt:

$$\omega L = \sqrt{R'R - R^2} = \sqrt{68 \Omega \cdot 50 \Omega - (50 \Omega)^2} = 30 \Omega$$

$$\omega C = \frac{\sqrt{R'R - R^2}}{R'R} = \frac{\sqrt{68 \Omega \cdot 50 \Omega - (50 \Omega)^2}}{68 \Omega \cdot 50 \Omega} = 8,8 \text{ mS}$$

Der Spannungsquelle wird damit eine nicht vorhandene Leistungsanpassung sozusagen 'vorgegaukelt', so daß sie die maximale Leistung in Höhe von 4,25 W an den Lastwiderstand abgibt.

Man erspart sich viel Rechenarbeit und somit Zeit, wenn man zur Konstruktion der Ortskurve das aufgelistete Programm anwendet. Es ist in GFA-BASIC 2.0 geschrieben und erlaubt die grafische Darstellung von Ortskurven beliebiger komplexer Widerstände. Bevor man das Programm einsetzen kann, muß die Gleichung für die Impedanz Z mit sauber getrenntem Real- und Imaginärteil vorliegen – zuvor ist also noch ein wenig Rechenaufwand erforderlich.

Nachdem beide Komponenten unter Procedure 1 eingegeben sind, fragt das Programm nach dem Starten den gewünschten Frequenzbereich (Start- und Stopfrequenz) ab. Im Hinblick auf noch akzeptable Rechenzeiten ist es empfehlenswert, bei dieser Eingabe bescheiden zu bleiben. Das Programm wählt die Maßeinteilung der auf dem Bildschirm dargestellten Gaußschen Zahlenebene selbsttätig. Dazu sind allerdings grundsätzlich mehrere Startdurchläufe notwendig. Es darf daher nicht verwundern, wenn die Rechnung beziehungsweise die Bilddarstellung während des Programmablaufs automatisch mehrfach abgebrochen und neu begonnen wird. Als Testgleichung ist im Programmlisting der komplexe Widerstand Z der Schaltung aus Bild 7 der vorangegangenen Folge eingetragen. Ausgehend vom Leitwert läßt sich die zugehörige Gleichung wie folgt bestimmen:

$$Y = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}$$

$$Z = \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}} = \frac{1}{j\omega C + \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

$$Z = \frac{1}{\left(\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)^2 + j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)} \\ Z = \frac{\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} - j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)}{\left(\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)^2}$$

Mit $n = R^2 + \omega^2 L^2$ erhält man:

$$Z = \frac{\frac{R}{n} - j\left(\omega C - \frac{\omega L}{n}\right)}{\left(\frac{R}{n}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{\omega L}{n}\right)^2}$$

Die Zahlenwerte für die Bauteile werden zweckmäßigerweise – wie im Listing bereits ausgeführt – getrennt eingegeben. Ebenso lassen sich

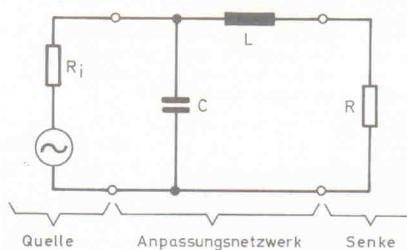


Bild 1.
Anpassungsnetzwerk
für $R_i > R$.

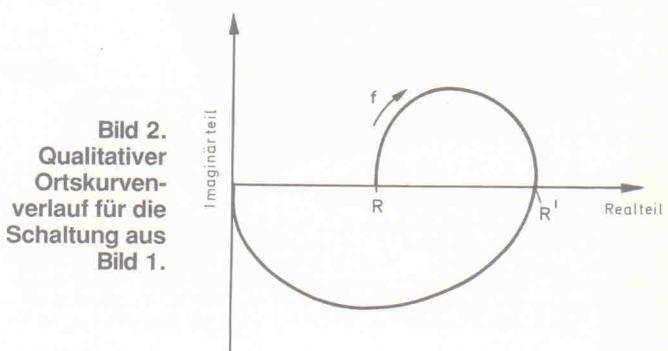


Bild 2.
Qualitativer
Ortskurvenverlauf
für die
Schaltung aus
Bild 1.

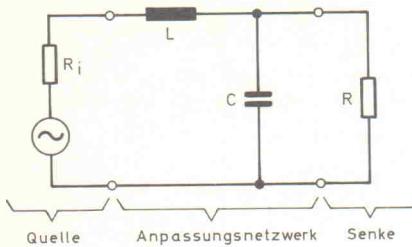
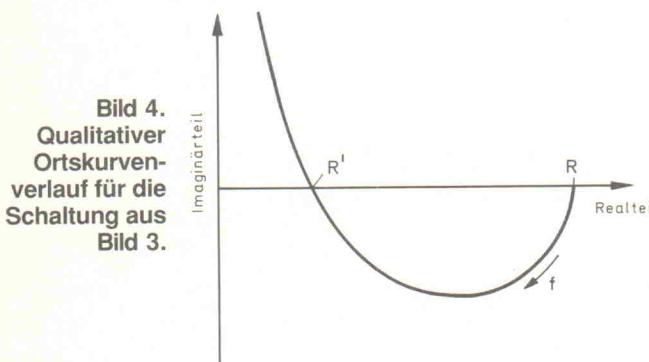


Bild 3.
Anpassungsnetzwerk für $R_i < R$.



vorab oft wiederkehrende Terme separat berechnen. Dies vereinfacht die Gleichungseingabe und vermeidet Fehler.

Mit der bisher beschriebenen Methode kann man die Leistungsanpassung bei einem Übertragungssystem erzwingen, wenn der Quelleninnenwiderstand größer ist als der Senkenwiderstand, wenn also gilt:

$$R_i > R$$

Das dafür benötigte LC-Anpassungsnetzwerk ist in Bild 1 dargestellt. Der Kondensator C liegt in diesem Fall parallel zur Quelle. Für die beiden Komponenten L und C gelten die bereits ermittelten Gleichungen:

$$L = \frac{\sqrt{R'R - R^2}}{\omega}$$

$$C = \frac{\sqrt{R'R - R^2}}{\omega R'R}$$

Es gilt dabei die Ortskurve gemäß Bild 2, aus der deutlich hervorgeht, daß bei einer bestimmten Frequenz der Innenwiderstand R der Senke einen höheren, ebenfalls rein ohmschen Widerstandswert – hier mit R' gekennzeichnet – annimmt. Wie bereits erwähnt, gilt dies natürlich nur für eine einzige Frequenz. Breitbandige Signale sind mit Hilfe der Resonanztransformation nicht übertragbar.

Die Vermutung liegt nahe, daß eine Anpassung auch dann möglich ist, wenn der Quelleninnenwiderstand kleiner als der Senkenwiderstand ist, wenn also gilt:

$$R_i < R$$

Erreicht wird dies, indem man den Kondensator gemäß Bild 3 nicht zur Quelle, sondern zur Senke parallelschaltet. Für den komplexen Widerstand der Senke mit eingefügtem Anpassungsnetzwerk gilt dann:

$$Z = j\omega L + \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R}}$$

Durch konjugiert komplexes Erweitern erhält man dann nach dem Trennen der Real- oder Imaginärteile:

$$Z = \frac{-\frac{1}{R}}{-\omega^2 C^2 - \frac{1}{R^2}} + j \left(\frac{\omega C}{-\omega^2 C^2 - \frac{1}{R^2}} + \omega L \right)$$

Der prinzipielle Verlauf der Ortskurve für diese Schaltung ist in Bild 4 zu sehen. Der imaginäre Widerstandsanteil nimmt erwartungsgemäß wieder an zwei Stellen den Wert null an. Die erste Stelle mit $f = 0$ ist nicht sonderlich aufregend. Wesentlich interessanter ist die zweite Frequenz, bei der sich die Schaltung wie ein Wirkwiderstand mit dem Widerstandswert R' verhält. Analog zur bereits behandelten Aufwärtstransformation sollen

für diesen Arbeitspunkt nun wieder die Werte des aus L und C bestehenden Anpassungsnetzwerkes berechnet werden. Da im Anpassungsfall der imaginäre Anteil gleich Null ist, gilt als Ansatz:

$$R' = Z = \frac{-\frac{1}{R}}{-\omega^2 C^2 - \frac{1}{R^2}} = \frac{\frac{1}{R}}{\omega^2 C^2 + \frac{1}{R^2}}$$

Diese Gleichung ist zunächst umzustellen:

$$R' \left(\omega^2 C^2 + \frac{1}{R^2} \right) = \frac{1}{R}$$

Das Auflösen der Gleichung nach C führt zu:

$$C = \frac{\sqrt{RR' - R'^2}}{\omega RR'}$$

Damit ist der Wert des Kondensators C definiert. Es fehlt noch die entsprechende Bestimmungsgleichung für die Induktivität L:

$$\frac{\omega C}{-\omega^2 C^2 - \frac{1}{R^2}} + \omega L = 0$$

$$L = \frac{C}{\omega^2 C^2 + \frac{1}{R^2}}$$

Durch Umstellen dieser Gleichung erhält man:

$$L = \frac{\sqrt{RR' - R'^2}}{\omega}$$

Als Beispiel sind die Werte des Anpassungsnetzwerks für die Schaltung aus Bild 5 zu bestimmen: Die Signalquelle hat einen Innenwiderstand von 68Ω , der Innenwiderstand der Senke beträgt 100Ω . Die Signalfre-

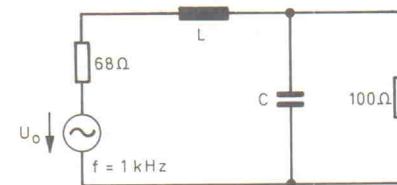


Bild 5. Da in diesem Beispiel der Innenwiderstand einen kleineren Wert aufweist als der Lastwiderstand, ist ein Anpassungsnetzwerk entsprechend Bild 3 einzusetzen.

Startfrequenz: 1 Hz
Stopfrequenz: 1200 Hz

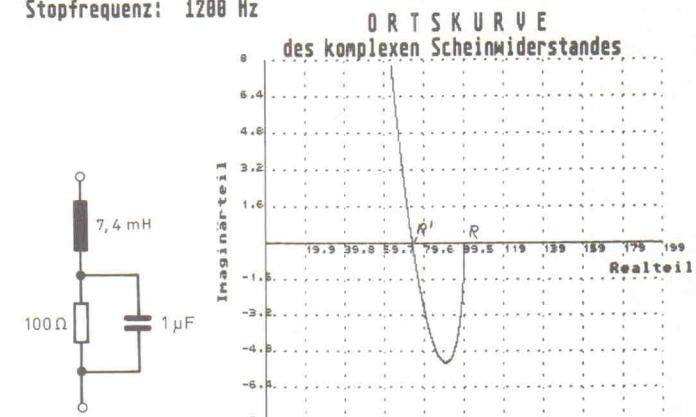


Bild 6. Hardcopy der Ortskurve für das dargestellte Netzwerk.

quenz ist mit 1 kHz ebenfalls gegeben. Damit sind alle Größen zur Berechnung von L und C bekannt. Für die Induktivität L gilt:

$$L = \frac{\sqrt{RR' - R'^2}}{\omega} = \frac{\sqrt{100 \Omega \cdot 68 \Omega - (68 \Omega)^2}}{2 \cdot \pi \cdot 1000 \frac{1}{\text{s}}}$$

$$L = 7,4 \text{ mH}$$

Die Kapazität des Kondensators C weist folgenden Wert auf:

$$C = \frac{\sqrt{RR' - R'^2}}{\omega RR'} = \frac{\sqrt{100 \Omega \cdot 68 \Omega - (68 \Omega)^2}}{2 \cdot \pi \cdot 1000 \frac{1}{\text{s}} \cdot 100 \Omega \cdot 68 \Omega}$$

$$C = 1 \mu\text{F}$$

Setzt man Komponenten mit den berechneten Werten in die Schaltung ein, bewirken sie die gewünschte Leistungsanpassung. Für eine ergänzende Kontrolle kann man das hier vorgestellte BASIC-Programm heranziehen. Nach Eingabe der Bestimmungsgleichung für Z sowie der Bauteilwerte in den Programmteil Procedure 1 erhält man die in Bild 6 dargestellte Ortskurve. Hier ein Programmervorschlag:

```
PROCEDURE 1
r=100
c=1e-06
l=0.0074
w=2*PI*f
nennner=-w^2*c^2-1/r^2
realteil=(-1/r)/nennner
imaginearteil=w*l+(w*c)/nennner
RETURN
```

```
REM Ortskurvenzeichner      von F.-P. Zantis
REM Sprache: GFA-Basic 2.0
GOSUB start
GOSUB hauptprogramm
PROCEDURE 1
  r=100
  c=1.0E-06
  l=0.1
  w=2*PI*f
  n=r^2+w^2*c^2
  nennner=(r/n)^2+(w*c-(w*l)/n)^2
  realteil=(r/n)/nennner
  imaginearteil=-(w*c-(w*l)/n)/nennner
RETURN
PROCEDURE hauptprogramm
  x0=0
  y0=-y1
  plx=250
  p2x=550
  ply=80
  p2y=320
  PRINT AT(2,3); "Startfrequenz: "; f0; " Hz"
  PRINT AT(2,4); "Stopfrequenz: "; f1; " Hz"
  PRINT AT(2,5); "          O R T S K U R V E "
  GOSUB koordinatensystem
  DEFTEXT 1,0,900,6
  TEXT 220,240,0,"Imaginärteil"
  DEFTEXT 1,0,0,6
  TEXT 510,220,0,"Realteil"
  GOSUB funktion_zeichnen
  DO
    PRINT AT(2,23); "Q = QUIT A = Ausdruck N = NOCHMAL"
    a=INP(2)
    IF a=65 OR a=97
      PRINT AT(1,23); "
      HARDCOPY
    ELSE
    ENDIF
    IF a=81 OR a=113
      QUIT
    ELSE
    ENDIF
    IF a=78 OR a=110
      RUN
    ELSE
    ENDIF
  LOOP
  RETURN
PROCEDURE start
  REPEAT
    CLS
```

```
    PRINT AT(10,10); "Bitte den Frequenzbereich eingeben:"
    PRINT
    INPUT "          Startfrequenz: Hz "; f0
    PRINT
    INPUT "          Stopfrequenz: Hz "; f1
    UNTIL f0<f1 AND f0>0
    CLS
    x1=1
    y1=1
    RETURN
PROCEDURE funktion_zeichnen
  f=f0
  FOR f=f0 TO f1
    GOSUB 1
    IF realteil>x1
      x1=INT(realteil*2*1)/1
      CLS
      GOSUB hauptprogramm
    ELSE
    ENDIF
    IF ABS(imaginearteil)>y1
      y1=INT(ABS(imaginearteil)*2*1)/1
      CLS
      GOSUB hauptprogramm
    ELSE
    ENDIF
    PRINT AT(1,23); "
    PRINT AT(38,23); "re=";realteil;" im=";imaginearteil;" f=";f
    imaginaerteil=p0y-(p2y-ply)/(y1-y0)*imaginearteil
    realteil=p0x+(p2x-plx)/(x1-x0)*realteil
    IF imaginaerteil>p0y AND imaginaerteil<p2y AND
      realteil>plx AND realteil<p2x
      IF f>f0
        DRAW TO realteil,imaginearteil
      ELSE
        DRAW realteil,imaginearteil
      ENDIF
    ENDIF
    NEXT f
    PRINT AT(1,23); "
  RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
  p0x=plx+(p2x-plx)/(x1-x0)*(-x0)
  p0y=p2y-(p2y-ply)/(y1-y0)*(-y0)
  pox=p0x
  moy=p0y
  IF plx<plx
    pox=plx
  ENDIF
  IF p0x>p2x
    pox=p2x
  ENDIF
  IF p0y<ply
    moy=ply
  ENDIF
  IF p0y>p2y
    moy=p2y
  ENDIF
  DEFTEXT 1,0,0,4
  DEFNUM 3
  DEFINE 3,1,0,0
  d=(x1-x0)/10
  IF pox=p0x
    x=x1
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR i=pox TO plx STEP -(p2x-plx)/10
    DRAW i,ply TO i,p2y
    IF i>pox
      TEXT i,poy+6,(0),x
    ENDIF
    x=x-d
  NEXT i
  IF pox=plx
    x=x0
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR i=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/10
    DRAW i,ply TO i,p2y
    IF i>pox
      TEXT i,poy+6,(0),x
    ENDIF
    x=x+d
  NEXT i
  d=(y0-y1)/10
  IF moy=p2y
    y=y0
  ELSE
    y=0
  ENDIF
```

```

FOR i=poy TO p1y STEP -(p2y-p1y)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
IF i<poy
  TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF
y=y-d
NEXT i
IF poy=p1y
  y=y1
ELSE
  y=0
ENDIF
FOR i=poy TO p2y STEP (p2y-p1y)/10
DRAW plx,i TO p2x,i
IF i>poy
  TEXT pox-18,i,(0),y
ENDIF

```

```

y=y+d
NEXT i
DEFNUM 5
GOSUB kreuz
RETURN
PROCEDURE kreuz
  DEFLINE 1,1,0,0
  IF p0y>=p1y AND p0y<=p2y
    DRAW plx,p0y TO p2x,p0y
  ENDIF
  IF p0x>=p1x AND p0x<=p2x
    DRAW p0x,p0y TO p2x,p2y
  ENDIF
RETURN

```

GFA-BASIC-Programm zum Darstellen von Ortskurven.

Platinen CAD

für PC/XT/AT: RULE

beliebige Lötpunkte/Leiterbahnen, 16 Lagen
Bibliothek, SMD, Lötstopmaske, Zoll/mm
Verschieben, Kopieren, Drehen, Spiegeln,
Löschen, Raster, 45° Winkelraster, Autopan,
Knicke in Leiterbahnen anfassen, Schrift.
Hercules, CGA, EGA, VGA, 8/9/24 Nadler o.
Laser, ohne Maus bedienbar, Programm
und Handbuch made in germany!

D Harald Friedrich
Sudetenstrasse 14, D-6405 Eichenzell
Info gratis unter: 06659/2249

A EPV A-4680 Haag/H., Marktplatz 26
Tel 07732/33660 Fax 07732/33668
...vom Praktiker für den Praktiker!
Vollversion nur
DM 99,- os 750,-

Bausätze für Musiker Studio und PA

Auszug aus dem Gesamtkatalog 90.5

Basspreamp nach ELRAD 2/90
komplett mit Siebdruckfrontplatte, Gehäuse,
Platine und allen Bauteilen für 375,-DM

PA-Verstärker mit Lüfter

PA-1000 2x500 Watt Sinus 4Ω 1390,-DM
PA-800 2x300 Watt Sinus 4Ω 990,-DM
PA-300 2x150 Watt Sinus 4Ω 590,-DM

Studio, Keyboard, PA

paramet. Equalizer, stereo 360,-DM

Vierfach NoiseGate 425,-DM

Vierfach Limiter/Kompressor 475,-DM

Kompressor mit NoiseGate, stereo 375,-DM

Elektr. Frequenzweiche 375,-DM

Mini-Mixer z.B.: 12 in 2 ab: 295,-DM

Gehäuse 19" 1 HE, mit sym. Ein- und Ausgängen

Alle Bausätze sind komplett incl. Siebdruckfrontplatte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

Martin Ziegler, Großherzg.-Friedrich-Str. 140

6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

Darstellung und Analyse von Meßdaten?

D A D i S P

Technisches Spreadsheet für PC und Workstation

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

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren von Leiterplatten

Schaft: 1/8" = 3.2 mm

Länge: 1 1/2" = 38 mm

Schneidegeometrie: 10Grad rechtschneidend

Durchmesser: 0.6 bis 3.2 mm

1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

4.40 10 St. **36.--**

Versand : NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuvert.

Computerwerbung Mac Goof
D-8851 Holzheim
Werbung aus der besten Computerwelt



ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth

Osterstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon : 08276 - 1818 Fax : 08276 - 1508 Telex : 53 865

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Einzelheft-Bestellung

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

Die Ausgaben bis einschließlich 1/90 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

BITPARADE

	RABATTE:	ab 16 St.	- 2%	
	ab 32 St.	- 4%		
	ABUCH IM MIX ab 72 St.	- 6%		
4146-100	64K*1	2.98	6116-LP2	2K*8 2.48
41256-70	256K*1	3.68	6264-LP07	8K*8 4.68
41256-80	256K*1	3.38	43256-70	32K*8 9.78
41256-100	256K*1	3.18	43256-100	32K*8 8.48
41464-80	64K*4	4.08	43256-LFP10	32K*8 9.48
41464-100	64K*4	3.78	628128-100	128K*8 54.95
511000-60	1M*1	11.95	628128-LFP	128K*8 49.95
511000-70	1M*1	9.48	2764-250	8K*8 4.18
511000-80	1M*1	9.18	27C64-150	8K*8 4.38
511000-100	1M*1	9.98	27C64-200	8K*8 3.78
514256-70	256K*4	9.48	27128-250	16K*8 4.98
514256-80	256K*4	9.18	27C128-150	16K*8 5.68
514256-80	ZIP/SOJ	11.95	27C128-250	16K*8 5.18
SIMM-70	256K*9	29.80	27256-250	32K*8 5.18
SIMM-70	1M*9	89.95	27C256-100	32K*8 8.98
SIMM-70	1M*9	91.95	27C256-120	32K*8 5.18
SIMM-70	1M*8	88.95	27C256-150	32K*8 4.98
SIMM-80	1M*9	84.95	27C512-120	64K*8 12.95
SIMM-80	4M*9	598.00	27C512-150	64K*8 7.98
SIM-PS2	512K*36	378.00	27010-120	128K*8 17.95

SIMONS

ELECTRONIC GMBH
MEISENWEIG 4 PF2254
5012 BEDBURG

TEL: 02272/81619

FAX: 02272/5980

TEL: 02272/6159

Aktuell • Preiswert • Schnell



Diesselhorst
Elektronik
Vertriebs GmbH
Lübbecke Straße 12
4950 Minden

Tel. 05 71/5 7514

FAX: 05 71/5 80 06 33

Btx: 05 71/5 80 01 08

Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren ELRAD-Projekten lieferbar!

Die neuen Bausatz- und Platinenpreise teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.

Anfragenbeantwortung nur gegen frankierten Rückumschlag (DM 1,00).

Bauteilliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

Einfach anfordern bei:

Wiesemann & Theis GmbH
Winchenbachstr. 3-5
5600 Wuppertal 2

Tel.: 0202 / 50 50 77

Fax: 0202 / 51 10 50

Btx: *56000#

**Kostenlose
Merkblätter
und Kataloge**

Bestellnummer, Titel
00010, Pufferspeicher: Die vielleicht einfachste Möglichkeit, vorhandene Systeme zu beschleunigen
00020, Interfaces. Das ideale Interface ist wie ein Kabel: Kaum Installation und unsichtbar im Gebrauch
00030, T-Switches und AutoSwitches. Optimiert für einfache Einsätze
00040, Datenkabel. Hoch flexibel, einfach einzusetzen, ein durchdachtes System
00050, Interface-Karten für PC, XT, AT. Sorgfältig entwickelt, um Probleme im Einsatz zu vermeiden
00400, ToolArt: Branchenspezifische Kunst am Arbeitsplatz
00510, Geist schlägt Geld: Erweiterungen zum Selbst-Installieren
00520, UNIX-Installationen. Tips und Produkte
00530, Computer richtig installieren. Tips und Produkte

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Augsburg

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 Obstmarkt 8900 AUGSBURG

Berlin

6917024

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug ·
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Bielefeld

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

Bremen

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

Delmenhorst

V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/177 68
Fax 0 42 21/176 69

Dortmund

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal + Versand * Tel. 02135-22064



Asterlager Str. 94a
4100 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 021 35/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



4100 Duisburg Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoß links
Tel. (02 03) 31 08 29

Essen

238073

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug ·
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Gießen

**Armin elektronische
Bauteile
Hartel und Zubehör**

Frankfurter Str. 302 **06 41/2 51 77**
6300 Gießen

Hagen



5800 Hagen 1
Elberfelder Straße 89
Tel.: 0 23 31/2 14 08

Hamburg

balü® electronic

2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
0 40/33 03 96



291721

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug ·
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Hamburger Str. 127
2000 Hamburg 76
0 40/29 17 21

Hannover



327841

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug ·
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Goseriede 10-12
3000 Hannover 1
0 511/32 78 41

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte

3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

Heilbronn

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
7100 Heilbronn

Hirschau



30-111

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug ·
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Center
Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
0 9622/30-111

EDITION

EDITION



beleuchtet die Situation der Industrie in den einzelnen Ländern Europas. Großes tabellarisches Verzeichnis der Hersteller, Lieferanten und Lohnbetriebe, über 120 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, DM 98,-.

Subscriptionspreis
nur DM 69,-

nur bis
28.2.
1991

Bestellung

Liefern Sie bitte nach Erscheinen
Exemplar(e) Europäischer Laser Markt 1991

Anschrift:

Name _____

Firma _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Datum _____

Unterschrift _____

IVA INTERNATIONAL · Hansastrasse 17 · 8000 München 21

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Kaufbeuren

JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

balü
electronic
2300 Kiel 1
Schülperbaum 23 — Kontorhaus —
04 31/67 78 20

Lippstadt

KI
ELECTRONIC HANDELS GMBH
4780 Lippstadt
Erwitter Straße 4
Tel.: 0 29 41/1 79 40

Mannheim

S SCHAPPACH
ELECTRONIC
S6, 37
6800 MANNHEIM 1

Mönchengladbach

Brunnenberg Elektronik KG
Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/42 04 06

Moers

**NÜRNBERG-
ELECTRONIC-
VERTRIEB**
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41/3 22 21

München

592128 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Nürnberg

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

263280 
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Radio - TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Oldenburg

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

Regensburg

Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Innstr. 23
... immer ein guter Kontakt!

Stuttgart

2232873 
CONRAD
ELECTRONIC
Center
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 · Telex 7 21429 penny

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Witten


KELM electronic
& HOMBERG

5810 Witten, Bahnhofstraße 71
Tel. 0 23 02/5 53 31

Wuppertal

KI
ELECTRONIC HANDELS GMBH
5600 Wuppertal-Barmen
Höhne 33 · Rolingswerth 11
Tel.: 02 02/59 94 29

KLEINANZEIGEN

FOLIEN UND KONTAKTFILME ZUR LAYOUTFERTIGUNG VERZUGSFREIE FOLIE DIN A4 DM 0,90/STK., FOLIMEX-KLEBESYMBOLE DM 2,10/STK., TAGESLICHT-KONTAKTFILM 24x32 cm PN 3,50 PP 7,— ENTWICKLER FÜR 117,— FIXIERER FÜR 117,— RABATT AB 5 STK./ART 5%, VERSANDKOSTEN 7,50. G. JUNGCK SPEZIALGERÄTE, T.: 0 70 21/4 60 69 AB 17.00 h. [G]

SCHRITTMOTOR-Treiberkarte, Chopperbetrieb, bis 1A Ausg., Betrieb an 9—24V, TTL-komp., Nur 60 x 100 mm. Fertigmodul DM 98,— Unverbindl. Gratis-Info: Joachim Müller, Robert-Koch-Str. 9, 7208 Spaichingen. Tel. 0 74 24/50 16 93. [G]

ENTWICKLUNGSBÜRO übern. Aufträge im Bereich Analog, Digital, μ C (8051), Power, PCB-Design. Von der Idee zum Prototyp. Joachim Müller, Robert-Koch-Str. 9, 7208 Spaichingen. Tel. 0 74 24/50 16 93. [G]

ELRAD 1/78—12/89 komp., günstig abzugeben. Tel.: 05 51/7 70 11 83.

ASSEMBLER 8051, 52, 535... kein Problem! Fertige, profess. Routinen f. MSR-Technik. Große Bibliothek + Monitor auf MS-DOS Disk DM 199,— Demodisk. kostenlos. RIHA, 8952 Marktobendorf, Hohenelbeinstr. 14, Tel.: 0 83 42/45 79.

Verkaufe Elrad-Magazin Jahrgang 90 komplett. Tel.: 07 11/75 28 39.

RS232-INTERFACE FÜR SHARP POCKETCOMPUTER, 60,— DM. Tel.: 0 50 43/13 52.

TELECLUB, Film-Net, Film-Net + TELECLUB-Decoder-Schaltplan zu verkaufen. Tel.: 0 29 54/10 50.

Neu • Softwareentwicklungsumgebung für Microcontroller. Interrupt gesteuert (RS232), Aufruf eines beliebigen Editors und Compilers oder Assemblers, Senden von ganzen editierten Zeilen. Geeignet für M.C. mit Basic oder Monitorprogramm (z.B. 8051, 80535..) In Verbindung mit einem IBM PC (640 KB) Preis 89,— DM + NN. R. Borghoff, Gasstr. 88, 4050 Mönchengladbach 2. [G]

Entwicklung + Herstellung elektronischer Baugruppen und Geräte. Schnell, zuverlässig und preiswert. Gerne erstellen wir ein Angebot. Thomas und Claudia Schneider GbR, Carl-Diem-Str. 99, 7410 Reutlingen, Tel. 0 71 21/30 06 39. [G]

Osz-Röhre D10-160GH, neu, 50,— Tel. 0 89/7 69 13 16.

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 2241/40 11 93, auch nach 17 Uhr. [G]

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless**, 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97. [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: **DIGIT**, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Büchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

ALPS Motorpoti (Stereo) 100 K DM 40,— gegen Scheck o. bar, Nachnahme + 7,50 DM. MFV-Electronic GmbH, 8551 Weißenohe, Telefon: 0 91 92/15 17.

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51. [G]

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 0 61 51/4 82 51. [G]

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Tel. 0 95 45/75 23, Fax: 56 68 Fa. [G]

Verkaufe Schnittbandkerntrafos 220-15V 1 Amp. St. DM 3,— sowie alle Span. u. Leist. Tel. 0 80 73/8 84.

Alle Platinen Mod. Vorverstärker, teilweise bestückt 50,— 0 30/7 75 25 84.

COUNTER-GENERATOR FG5 8digit 250 MHz; sin./rech./drei./waregenerator k. ben. VB 450,—, **DATENBLATTSAMML.** INTEREST-VERLAG 5 Ordner unbew. 50% u. NP **SUCHE MEHRSPURTON-KÖPFE** gebr. aus Tonstudioräten/Multitrackern. T. 0 80 21/71 29. [G]

STOP WIR ENTWICKELN HARDWARE, z.B. Digitale Steuerungen für Mess- und Steuertechnik AD-DA-Wandlerkarten, Netzteile usw. nach Ihren Wünschen. Wir fertigen Prototypen und Kleinserien an. K&H ELECTRONIC, EICHENWEG 7, 6968 WALLDÜRN, TEL. 0 62 82/72 75. [G]

**** **CMOS-EINPLATINEN-COMPUTER** **** (COP 8720) V24-Schnittstelle, Microwire, Programmspeicher EEPROM über serielle Schnittstelle ladbar, mit Ladeprogramm für PC, inclusive Cross-Assembler DM 279,— haller + erne, angew. Microelectronic, Schelmental 2, 7107 Nordheim, Tel.: 0 71 33/42 30. [G]

LAGERAUSVERKAUF Restposten von: DC/DC Modulen, DC/DC Wandlern, primärgetakteten Netzgeräten, USV-Anlagen, SUPERGÜNSTIG ABZUGENDE speziell für Kleinserie. Laborzwecke und Hobby-Elektroniker. Rufen Sie an: 0 60 23/33 01 oder fordern Sie eine Liste an: VEIGEL GMBH, Postfach, 8755 Alzenau. [G]

Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ/Innen-Ø Außen-Ø: Typ A/0.6/0.8 B/0.8/1.0, C/1.1/1.5 1000 St. 32 DM. Hartmetallbohrer 3x38 mm: 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,2 mm, beliebig gemischt 5 St. 24 DM, 10 St. 42 DM. OSSIP GROTH ELEKTRONIK, Möllers Park 3, 2000 Wedel. 0 41 03/8 74 85. [G]

PAY-TV Decoder ab DM 49,— als Bausatz oder Fertigerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen. Tel.: 0 91 92/17 77. [G]

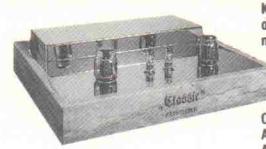
EDX-EDITOR für Programmentw. Direkter Aufruf von Comp., Assemb. usw. Bis 6000 Zi im RAM. 98,— Ing.-Büro Lehmann, 7613 Hausach, 0 78 31/4 52. [G]

VERKAUFEN VIDEOKÖPFE ORIGINAL AUS JAPAN ZU SEHR GÜNSTIGEN PREISEN IM AUSLAND UND IN DEUTSCHLAND SUCHEN WIR GESELLSCHAFTSPARTNER FÜR DEN GROSSHANDEL. TEL. 07 11/30 00 85 AB 17 h, FAX: 07 11/3 70 26 81. [G]

● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRÄGER ●



PPP-HiFi-Endstufe
2 x 100 W,
das Klangerlebnis!
Neue Version mit Einschaltverzögerung und höherer Eingangsempfindlichkeit ... DM 2500,—
Monoblock Bausatz DM 1670,—
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89)



Komplettbausatz
ohne Gehäuse
mit 6550 A DM 1300,—
Original-Netztriko NTR-11 A DM 145,—
Original-Ausgangsübertrager A-165 S... DM 245,—

HIFI-Bausätze

HiFi-Verstärker mit Halbleiterbestückung	DM 175,—
High-End-Line-Vorverstärker, 4 Eingänge	DM 120,—
High-End-Vorverstärker mit Entzerrung, Tonband-Aufnahmegeräusche	DM 85,—
Platinen dazu	je DM 39,—
High-End-Endstufe „Black Devil“ 50—75 W	DM 132,—
Netzteil dazu Mono DM 112,— Stereo DM 95,—	DM 139,—
Netztriko dazu NTT-2 für 2x50 W	DM 275 W
Originalplatinen bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.	

Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Batterien und seidenen Halbleitern. Prospekt MPAS über die EXPERIENCE elektronics Vertriebs-System (Gitarre/Verstärker) den zusätzlichen gegen DM 2,50 Rückporto. Datennummernausgabe Oktober 1990 (Übertrager, Spezialtransistor, Audiomodule) gegen DM 11,— und DM 2,50 (Ausland DM 4,—) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postgirokonto Stuttgart 2066-79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

EXPERIENCE electronics Inh. Gerhard Haas
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 7324/53 18

BENKLER Elektronik

Ringkerntransformatoren

120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt	52,80 DM
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	62,80 DM
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	66,80 DM
330 VA 2x12/15/18/30 Volt	72,80 DM
450 VA 2x12/15/18/30 Volt	94,80 DM
500 VA 2x12/30/36/42/48/54 Volt	107,50 DM
560 VA 2x56 Volt	120,80 DM
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,80 DM
1100 VA 2x50/60 Volt	187,00 DM

Mos-Fet

HITACHI

SONDERPREIS

2 SJ 50

2 SK 135

ca. 4000 weitere Japan-Typen

sind auf Anfrage lieferbar

19"-Gehäuse

1HE 250 mm

2HE 250 mm

2HE 360 mm

3HE 250 mm

3HE 360 mm

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw

Front: ALU o. schwarz eloxiert

49,90 DM

59,90 DM

69,90 DM

69,90 DM

82,50 DM



eMedia GmbH

SOFTWARE

ELRAD - Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation
S117-599S	Schnellmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editor, String suchen, Gemb-Oberfläche)
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meldatenerfassung)
S029-696A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; die DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filteprogr. (Source)
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari
S119-766M	U/D-A Wandlerkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Melderwert erfassung (Source)
S129-767A	DCF-77-Echzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-772C	UMA - C64	12/89	Diskette/C64
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungsysteem)
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)

ELRAD - Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomühr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales Schlagzeug	

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

25,— DM je EPROM

Hygrometer	1/87		25,- DM
MIDI-TO-DRUM	5/87		25,- DM
D.A.M.E.	6/87		25,- DM
µPegelschreiber	9/87		25,- DM
E.M.M.A.	3/88	-Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung	25,- DM
E.M.M.A.	4/88	DCF-Uhr	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88	Betriebssoftware	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	SC-Dos-Generator	25,- DM
Printerface	7-8/88	Betriebssoftware	25,- DM
E.M.M.A.	9/88	IEC-Konverter	25,- DM
ELISE	1/89	Betriebssystem mit Update aus 1/90	25,- DM
DSP	3/89	Controller	25,- DM
Grafisches Display	9/89	PROM Typ 1 (kleine Aust.)	35,- DM
Grafisches Display	10/89	PROM Typ 2 (große Aust.)	35,- DM
Midi Master/Controller	11/89	siehe Paketangebot Platinenanzage	
Leuchtaufschrift	12/89	Betriebssoftware	25,- DM
SESAM	1/90	Bootprogramme	25,- DM
HALLO.	6/90	Sender	25,- DM
HALLO.	6/90	Empfänger	25,- DM
TV-TUNER	8/90	Controller	25,- DM
PAL			
Autoalarmlage	5/89		25,- DM
SESAM - System	11/89		35,- DM
SESAM - Interface	12/89	2 Stück	70,- DM
SESAM - AD	3/90		35,- DM
MIDI-Factory	11/90	PROM + EPROM zusammen	35,- DM

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindung: Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Electronic-Katalog

**200 Seiten
kostenlos
bitte anfordern bei**
SCHUBERTH
electronic

8660 Münchberg

Wiesenstraße 9 E

Tel.: 09251/6038

Fax: 09251/7431

Händlerliste mit Gewerbenachweis

anfordern!

Kaufen Restposten

PC / XT / AT - Meß- und Regelkarten

• 1-AD (2μs/500 kHz)/1-DAC (1μs), uni/bipolar per DIP-Schalter einstellbar, 8 Bit +/-1 LSB **DM 169,-**
• wie oben, jedoch 8-AD, Spannungsbereiche per Software umschaltbar **DM 169,-**
• wie vor, jedoch Eingangs-Spannungsbereiche mit Jumper erweiterbar, extern triggerbar **DM 279,-**
• 12 Bit +/-1 LSB AD-Meßkarte (9μs), 1-AD, zus. 5 digitale Eingänge, extern triggerbar **DM 289,-**
• digitale I/O-Karte, 24 Bit **DM 119,-**
Auszug weiterer Karten aus unserem Angebot:
• PCL-711S: 8-AD(25μs, +/- 5V), 1-DA(0-5/10V), 16 digitale Eingänge+16 dig.Ausg., m. Anschlußkit **DM 809,-**

• PCL-812: 16-AD(25 μs, +/-1/2/5/10V), 2-DA(0-5/10V), Timer, DMA-Interrupt, dig. Ein-/Ausgänge **DM 975,-**
** auch mit progr.-barer Bereichswechselung lieferbar **
• PCL-718: wie PCL-812, jedoch 16'AD/8'DA differenziell, 16,6μs/60kHz, 9 Spannungsbereiche **DM 2181,-**

Gratis - Informationen anfordern!

bitzer
Digitaltechnik

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

LEITERPLATTEN in allen gängigen Ausführungen;
FRONTPLATTEN aus Alu, CNC-gefräst;
GEHÄUSE + K-KÖRPER Herstellung und Bearbeitung;
Infos und Katalog kostenlos.
HOFMANN · LEITER- UND FRONTPLATTEN
POSTFACH 1140 · BERGSTR. 17 · W-8417 LAPPERSDORF
TELEFON: 0 0941/8 82 85 · TELEFAX: 0 0941/8 45 27

Erna Schroeder Priesterstrasse 4 7890 Waldshut-Tiengen (Zeile 1 Fettdruck)
Platinen 1-Wahl 1,5mm 0,035 cu und cu + fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie.
Tel 07741/4194 Keine mindestmengen ab 50 DM 3% Rabatt Ef1610 = Ef1610+100
Pertinax cu +Fotobesch. Epox cu + Fotobesch. Epox 2 Seitzig+photobeschichtet
Pc1610 1,30 Pf1610 1,60 Ec1610 2,20 Ef1610 2,40 C2,1610 2,30 F2,1610 3,00
Pc2316,..., Pf2316 3,65 Ec2316 5,10 Ef2316 5,70 C2,2316 5,20 F2,2316 7,20
Pc3020 4,30 Pf3020 5,80 Ec3020 6,40 Ef3020 9,20 C2,3020 8,60 F2,3020 11,40
Pc403 9,80 Pf403 11,60 Ec403 16,80 Ef403 18,40 C2,4030 17,20 F2,4030 22,00
Entwickler = Netzstrom 1,2 Kg 7,90, fuer 1 Liter ca Netzstrom 7,05
Eisen 3 CH 0,5 Kg 2,30 Eisen 3 CH 1 Kg 3,80
Netzulfat 0,5 Kg 3,90 Netzulfat 1 Kg 7,50
LED 3mm superhell rot 1000 St 149,- LED 3mm superhell rot 1000 St 139,-
41256 70NS 3,50 SIM modul 9*41256 70NS 44,80 SIP modul 9*41256 70NS 47,50
41256 80NS 3,40 SIM modul 9*41256 80NS 32,90 SIP modul 9*IM 70NS 127,00
511000 70 11,85 SIM modul 9*IM 70NS 124,50 511000 80NS 11,35

Ringkerntrafos

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

beratung - entwicklung — fertigung - service

digitale steuerungen

pc - mess- und steuertechnik

pc - peripherie

laser- und lichttechnik

u.michel kirchenstr.3 2370 büdelsdorf

tel. 04331 39921
fax. 04331 - 39921

Bestücken und Löten

(Schwallbreite 140 mm)
Ihrer Leiterplatten in Klein- und Kleinstserie.
Fa. Völkel, Grüner Baum 2, 8580 Bayreuth
Tel. 0921/1 32 30, Fax 0921/8 22 05

Neuen Gratiskatalog anfordern! **Österr. Elektroniker aufgepaßt !!**
Ständig aktuelle Angebote und interessante Industrierestposten zu Topp Preisen

DRAU ELECTRONIC GmbH & Co KG

A - 9503 Villach, Postfach 16
Tel: 04242-53774 Fax: 04242-56777

Leiterplatten- & Reprofertigung

Wir fertigen 1 & 2 seitige Leiterplatten (keine Durchkontaktierung!) in allen Variationen. Basismaterial FR2, FR3, CEM1. Lötstopplack, Bestückungsdruck, Chemische- oder Heißluftverzinnung, CNC - Bohren! Bei Anfragen bitte genaue Angaben über Größe, Stückzahl und Optionen!! Lieferzeit 4 oder 2 Wochen oder sogar in 10 Tagen!

Sie benötigen den Film Ihres entwickelten oder des Zeitschriftenlayouts? Wir fertigen Reproduktionen auf 0,10mm oder 0,18mm Film bis zu einem Format von 50x60 cm. Vergrößerungen bis zu 500% bzw. Verkleinerungen bis 20% des Originalformats. Der Preis? Beinhaltet Negativ u. Positiv!! Format: 13 x 18 cm / 0,10mm 11,40 DM
18 x 24 cm / 0,10mm 13,80 DM
13 x 18 cm / 0,18mm 17,23 DM
18 x 24 cm / 0,18mm 20,79 DM

Schicken Sie noch heute Ihre Bestellung oder Anfrage an:
Fa. Smartwork, Lindenring 14
8028 Taufkirchen, Tel.: 089/612 57 33

SSM ★ Audio ★ Products

SSM 2011 Vorverstärker System	9,50
SSM 2013 spannungsgest. Verstärker	17,50
SSM 2014 univ. spann.gest. Element	19,90
SSM 2015 Mikrofonverstärker	19,90
SSM 2016 hochwertiger Verstärker	26,90
SSM 2024 vierfach VCA	17,50
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter	17,50
SSM 2056 ADSR-Baustein	17,50
SSM 2134 Oper.verstärker, low noise	5,40

neu im Programm:

SSM 2047 music voicing system	19,90
SSM 2110 Pegeldetektorsystem	22,20
SSM 2120 dynamic range processor	19,90
SSM 2122 Dual VCA	17,50
SSM 2300 8-fach sample & hold	17,50
OP 37 FP OP high speed, low noise	11,30
OP 271 Dual OP, low noise, 1-stab.	14,65
OP 470 Quad OP, low noise	17,50

INGENIEURBÜRO SEIDEL
Dipl.-Ing. Ulf Seidel
Postfach 3109, D-4950 Minden
Tel.: 05 71/218 87, Fax: 05 71/262 41

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwerbeschriftet.
Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4W, 5%, Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 10 Stück DM 16,45
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 25 Stück DM 34,95
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 100 Stück DM 92,75
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 1Ω – 10MΩ)

Metalwidderstands-Sortimente, 1/4W, 1%, Reihe E24, Typ 0207

121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, 10 Stück DM 47,95

121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, 25 Stück DM 114,00

121 Werte v. 10Ω – 1MΩ, 100 Stück DM 342,00

Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 von 4,7Ω – 4,3MΩ)

Dioden 1N4148 100 St. DM 2,22 500 St. DM 9,99

100 St. IC-Sockel-Sortiment DM 19,95

50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen DM 29,95

Restbestände C64-Zubehör jetzt enorm preiswert.

C64-Preisliste anfordern.

N.N.-Versand ab DM 15,– (+P/V), Ausl. DM 200,– (+P/V)

Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei, oder für DM 5,– (BfM) anfordern. Aktuelle Infoletsch gratis.

LEHMANN-electronic

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

Sie suchen den fehlenden Baustein?
» Wir haben ihn «



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

MCS-51 Entwicklungs-Tool 399,00

8053 Development Tool 454,86

80C537 Entwicklung-Tool 511,86

80515 K Entwicklung-Tool 980,40

Jedes Tool besteht aus Steckplatine und externer Europalette, bestückt mit Controller und 8K ZeroPower-RAM komplett mit Assembler/Disassembler und komfortables Monitorprogramm.

MCS-51 Assembler 98,00

voll symbolisch. Demo-10,- DM

Andreas Roth
» Controllertechnik »

Waldstraße 19a, 6843 Birkenau
06201/32055

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim 61
Andy's Funkladen, Bremen 43

BENKLER-ELEKTRONIK, Neustadt-Wstr 95

Bitzer, Schorndorf 96

Brenner, Wittibreut 11

btv, Hannover 6

Diesselhorst, Minden 91

Distelkamp, Kaiserslautern 8

Dittrich, Braunschweig 15

DRAU Electronic, Villach-A 96

Edel, Rösrath 6

Electronic Life, Braunschweig 86, 87

Electronic am Wall, Dortmund 61

elpro, Ober-Ramstadt 15

eMedia, Hannover 42, 70, 79, 80, 96

es Baur & Ruff, Mössingen 12

EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen 95

Friedrich, Eichenzell 91

gn electronics, Weissach-Flacht 6

heho, Biberach 16

Heiden electronics, München 9

Hitachi Denshi, Rodgau 2

HOFMANN, Lappersdorf 96

Hoschar, Karlsruhe 7

icomatic, Hövelhof 6

INES, Köln 9

IS Informatik, Kaiserslautern 91

Iser, Eiterfeld 99

IVA Intern., München 93

Karstein, Birgland 16

KLEIN ELEKTRONIK,

Neuhausen 9

Kolter, Erftstadt 6

Köster, Albershausen 73

LEHMANN, Mannheim 97

LSV, Hamburg 16

Manton Electronic,

VS-Schwennigen 96

Metec, Hermannsburg 6

Meyer, Baden-Baden 8

MIRA, Nürnberg 12

Müter, Oer-Erkenschwick 14

POP, Erkrath 14

Reichelt, Wilhelmshaven 52, 53

Rohlederer, Nürnberg 61

Roth, Controllertechnik, Birkenau 97

Schön, Wöllstein 6

Schröder, Waldshut 96

Schuberth, Münchberg 96

Salhöfer, Kulmbach 6

SE Spezial-Electr., Bückeburg 100

Seidel, Minden 97

Simons, Bedburg 32, 91

Smartwork Computer, Taufkirchen 97

Späth, Holzheim 91

Silzner, Baden-Baden 47

Tennert, Weinstadt 47

UM-Elektronik, Büdelsdorf 96

Völkel's Fernsehladen, Bayreuth 96

Völkner, Braunschweig 13

Wiesemann & Theis, Wuppertal 91

WM-Electronic, Laupheim 14

Zacherl, Dorfen 47

Zeck Music, Waldkirch 43

Ziegler, Saarbrücken 91

Dieser Ausgabe liegt eine Beilage der Firma Interest Verlag, Kissing 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 Röbke-Doerf; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionsssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath, Hella Franke, Martin Fredrich, Edith Totsches, Dieter Wahner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.), 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
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigeleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gabi Helms, Kirsten Rohrberg

Verlagsbüro: Ohm-Schmidt GmbH, Obere Straße 39, 6781 Hilst,

Telefon: 0 63 35/50 51-54, Telefax: 0 63 35/50 61

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui Centre, East Wing, 6 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong, Tel.: 721 5151, Fax: 721 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 Rep. Office, 4 F., 25 Tunhua South Road, Taipei, Taiwan, R.O.C., Tel.: (02) 775-4921, Fax: (02) 775-4157

Anzeigenpreise:

Es gilt die Anzeigenpreisleiste Nr. 13 vom 1. Januar 1991

Vertriebe: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

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 (6S 58,-/sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,- + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 69,- (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es ver-

längert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Kundenkonto in Österreich:

Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000,

Kto.-Nr. 130-129-627/01

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und 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,-)

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsagent Pabel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Angaben kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorararbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

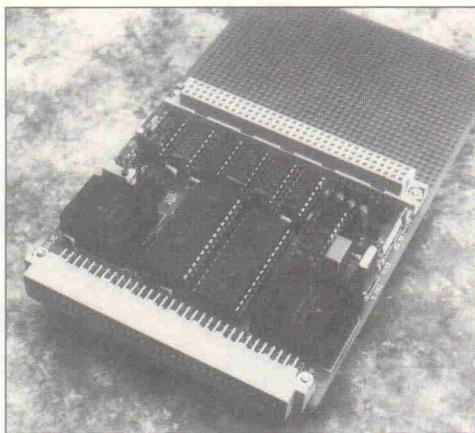
© Copyright 1991 by

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



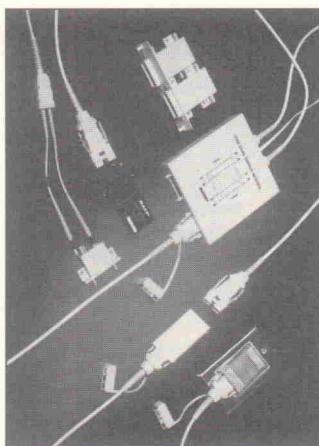
Controller-Board auf Eurohalbe



Ausstattung und Daten dieses Elrad-Projekts sprechen für sich:

- Controller: Motorola 68HC11
- Leistungsaufnahme: 250 mW
- 32 KByte RAM und 32 KByte RAM/EPROM
- Alle verlorengegangenen Port-Leitungen für den externen RAM/ROM-Bereich sind restauriert
- Echtzeituhr
- Powerfail-Überwachung
- Separat herausgeführter RS-232- und LCD-Port

Als Draufgabe gibt es einen recht komfortablen Monitor und einen Assembler.



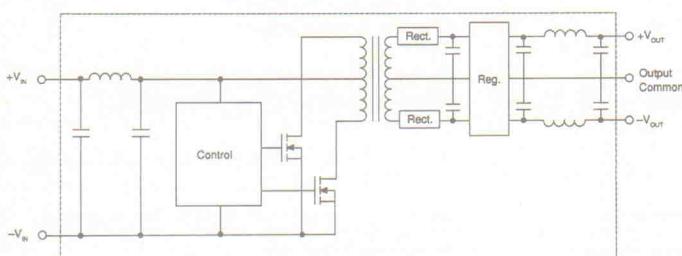
Marktübersicht LWL-Komponenten

Ganz offensichtlich entwickelt sich die Lichtwellenleitertechnik zu der 'leitungsgebundenen' Übertragungstechnik schlechthin. In den vergangenen Jahren wurde hier eine Vielzahl von Produkten und Anwendungen spruchreif – Anlaß, diesen noch nicht sehr transparenten Markt zu beleuchten. Der Report in der nächsten Ausgabe zeigt auf, was sich im Bereich der Leucht- und Laserdioden, der Glas- und Kunststoffkabel, der Steckverbinder und Weichen bewegt. Alsdann: Per Elrad ad Astra.

Freischalter

Energie ist knapp, besonders wenn sie aus einem Akkumulator stammt. Und Spannungswandler sind ein probates Mittel, wenn man auch fernab jeder Netzsteckdose zumindest so etwas ähnliches wie die Netzwechselspannung zur Verfügung haben will. Wegen des schlechten Wirkungsgrades fast aller Wandler ist aber der Akku auch im Leerlauf schon stark belastet. In diesem Fall schluckt er den wertvollen Strom aus dem 12-V-Akkumulator, ohne auch nur das geringste dafür zu leisten.

Hier läßt sich Abhilfe schaffen. Ein mögliches Verfahren: den Spannungswandler nur dann einschalten, wenn auch wirklich ein Verbraucher eingeschaltet ist. Die etwas andere, die elektronische Lösung ist der Freischalter.



Test: DC/DC-Wandler für Printmontage

Immer häufiger werden zur Speisung kleiner Baugruppen Gleichspannungswandler eingesetzt. Besonders bei der analogen Signalaufbereitung, wo aus Gründen der Bezugspunktorganisation galvanisch getrennte Eingangsstufen benötigt werden, ist der Einsatz dieser kleinen Bausteine angesagt.

DC/DC-Wandler arbeiten nach dem Zerhackerprinzip und somit als systembedingte Störer. Zum einen sind dies HF-Störungen auf den Ausgangsleitungen mit Oberwellenanteilen bis weit über 10 MHz, zum

anderen ist es die von ihnen ausgehende elektromagnetische Strahlung.

Während das leitungsgebundene Fehlverhalten relativ gut untersucht und ihm schaltungstechnisch durchaus beizukommen ist, gibt es nur wenige gesicherte Erkenntnisse über die elektromagnetische Beeinflussung, die von DC/DC-Wandlern kleiner Leistung ausgehen. Anlaß für die Elrad-Redaktion, sich diesem Thema zu widmen und mit unterschiedlichen Fabrikaten in die Meßkabine zu gehen.

Dies & Das

Eurobabylon

Jetzt wird's langsam ernst. Wir schreiben 1991, der europäische Binnenmarkt steht vor der Tür. Da seit Papst Gregor XIII., dem wir den Kalender verdanken, also seit 1582, feststeht, welche Jahreszahlen uns einst bevorstanden und demnächst noch bevorstehen, konnte auch der Bundesforschungsminister frühzeitig erkennen, daß 1992 auf uns zukommen würde. Und früh erkannte er, daß die deutsche Wirtschaft, die er immer fest im Auge hat, wenn er Forschung und Technologie mit allen zu Gebote stehenden Mitteln fördert, im EG-Europa der zehn Sprachen, in Eurobabylon, verschärft vor Sprachbarrieren stehen würde, wenn die Schlagbäume fallen.

Und so förderte er nach Kräften das EUREKA-Projekt TRIANGLE (Translation and Retrieval Orientated Information Base Adapting Data From 'Native Speaking' Grammatical and Lexicographical Form), dessen zentrales Ziel die 'Entwicklung eines Übersetzungsarbeitsplatzes ist, der Sachbearbeiter, Manager und Übersetzer' mit 'möglichst guten, schnellen und wirtschaftlichen Übersetzungen' bei der 'alltäglichen Arbeit unterstützt'. Der Prototyp stehe schon, meldet das Ministerium Ende Dezember: 'Das System ist unter MSDOS auf IBM-PC oder kompatiblen Rechnern ablauffähig.'

Der Computer muß also wieder ran. An den Menschen in seiner Eigenschaft als Privatmensch hat der Minister wieder mal nicht gedacht. Oder soll man den Flachmann der neunziger Jahre, den LapTop, mit ins Bistro schleppen, dem Franzmann den übersetzten Text vor die Nase halten und hoffen, daß der seinem Gegenüber voller Verständnis freundschaftlich auf den Monitor klopft? Wenn der mal nicht seinen Pastis über die Tastatur gießt!

isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 DM 102,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löschschitz, 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-Lösung von max. 5 Eproms

**isel-Eprom-UV-Löschgerät. 2 (o. Abb.) DM 249,-**

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löschschitz, L 25 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-Lösung von max. 48 Eproms

isel-19-Zoll-System-Gehäuse

- 10-Zoll-Gehäuse-Bausatz komplett, 3 HE, eloxiert DM 66,-
- 19-Zoll-Gehäuse-Bausatz komplett, 3 HE, eloxiert DM 95,50

isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger (o. Abb.)

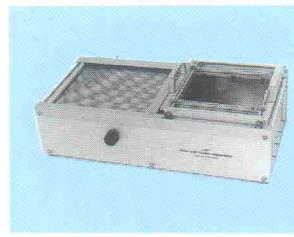
- 10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert DM 28,-
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert DM 35,-
- 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert DM 48,-

Zubehör für 19-Zoll-Systeme

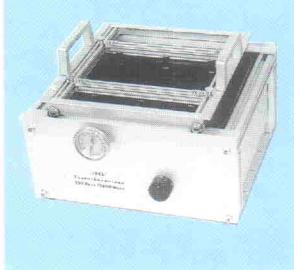
- | | |
|---|---------|
| 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert | DM 0,75 |
| 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert | DM 1,35 |
| 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert | DM 2,25 |
| Führungsstange (Kartenträger) | DM 0,60 |
| Frontplattenschlüsselverschluß mit Griff (Paar) | DM 1,80 |
| Frontplatte/Leiterplatte-Befestigung | DM 0,70 |

isel automation**isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 348,-**

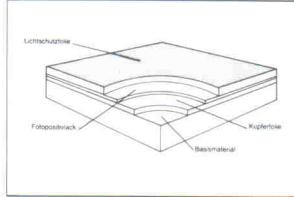
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm
- Schaumfluxer, Flüssigkeitsaufnahme 400 cm³
- Schaumwellenlinie stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

**isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 45,50**
für Platinen bis max. 180 x 180 mm**isel-Verzinnungs- und Lötlage DM 454,-**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 235 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Wanne, mit Edelstahlinsatz 235 x 211 x 13 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 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-fotopositivbeschichtetes Basismaterial**

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanzt- 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 6,60 Epoxyd 300x400 DM 21,20

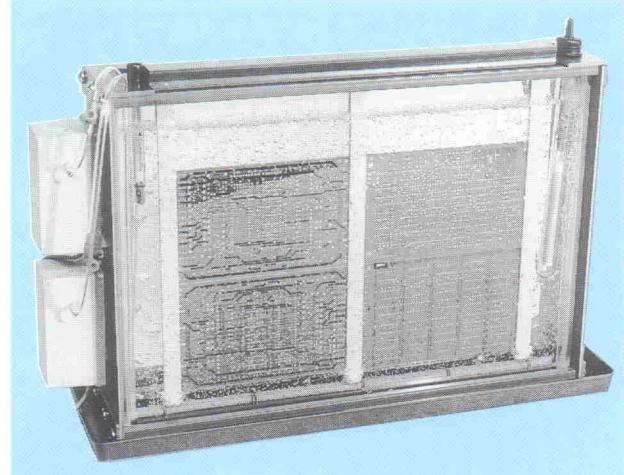
Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100x160 DM 3,66 Epoxyd 200x300 DM 13,75

Epoxyd 160x233 DM 8,55 Epoxyd 300x400 DM 27,50

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

isel-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

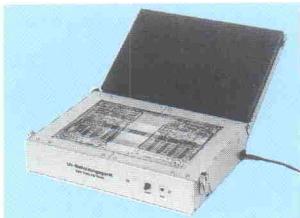
**isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 226,-**

- 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-UV-Belichtungsgerät 1 DM 270,50**

- Gerät mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
- 4 UV-Leuchttstofflampen, 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,-**

- Gerät mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchttstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

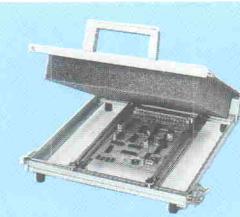
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



- | | |
|---------------------|----------|
| isel-Euro-Gehäuse 1 | DM 11,20 |
| isel-Euro-Gehäuse 1 | DM 12,50 |
| isel-Euro-Gehäuse 2 | DM 12,50 |
| isel-Euro-Gehäuse 2 | DM 13,50 |

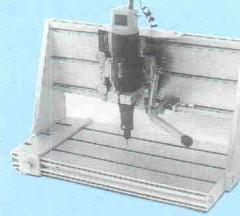
isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56,80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 vertell. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

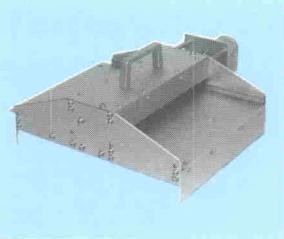
**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 DM 91,-**

- Alu-Rahmen 400 x 280 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 280 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 vertell. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

- | |
|--|
| isel-Bohr- und Fräsergerät DM 340,- |
| ■ Alu-Ständer mit T-Nut-Tisch 350 x 175 mm |
| ■ Präzisionsführungen mit isel-Linearführung |
| ■ Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder |
| ■ Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefeanschlag |
| ■ Bohr- und Fräsmaschine 12 V mit 3 mm Spannzange |
| ■ Feed-Back Drehzahlregelung von 200–20.000 U/min |
| ■ Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Radlaufgenauigkeit |

**isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln DM 239,50****isel-Walzen-Verzinnungsaufsatzt für Verzinnungs- u. Lötlage DM 568,-**

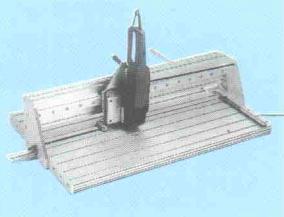
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinnaufragswalze, Ø 50, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung DM 1118,-**

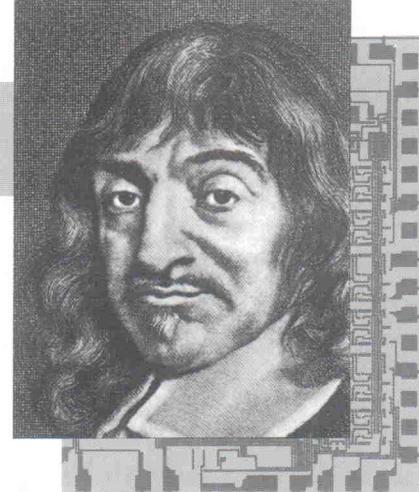
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 473 x B 425 x H 140 mm
- Geräte mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal –0,5 bar
- Acht UV-Leuchttstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinteilung 6–90 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-Nut-Tisch, 800 x 500 mm
- Verfahrensweg, 600 mm mit isel-Doppelspurschub
- Seitenanschlag und vertell. Tiefeanschlag
- Alu-Blöcke mit Neopren- und Alu-Schichtierung
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Option: Diamanti-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt

**Motor 220 V/710 W DM 317,50**
Diamanti-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 340,-
Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 80,50

MAX456: **Ein 8x8 Video-** **Kreuzschienenveteiler** **in CMOS mit Ausgangspufferverstärkern.**



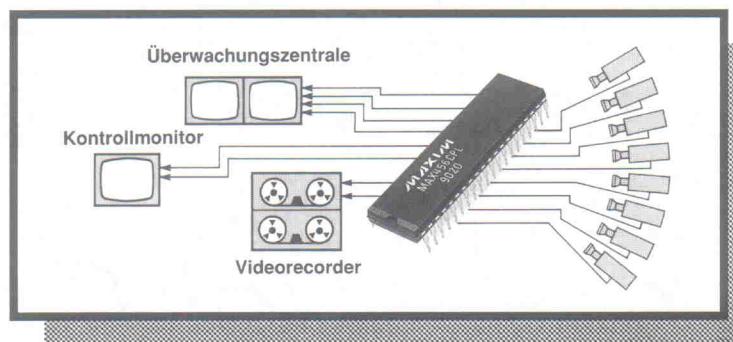
Der neue MAX456 von MAXIM ist der erste monolithische 8x8 Videokreuzschienenveteiler, mit dem Standardvideosignale (PAL, SECAM, NTSC) geschaltet werden können. Mit einer digital gesteuerten 8x8-Schaltmatrix, der Steuerlogik und acht Ausgangspufferverstärkern mit einer Bandbreite von 35 MHz in einem 40-poligen DIP oder in einem 44-poligen PLCC werden die Anzahl der Komponenten, die benötigte Leiterplattenfläche und die Kosten gegenüber einer Realisierung mit diskreten Komponenten drastisch reduziert.

**Der MAX456
macht mehr
als 20 Einzel-
elemente
überflüssig**



- ✓ 5-mal weniger PCB-Fläche
- ✓ 5-mal kostengünstiger
- ✓ Verkürzung der Entwicklungszeit
- ✓ Reduzierung der Streukapazitäten
- ✓ Erhöhte Zuverlässigkeit

**Aufbau großer
Kreuzschienensysteme**



- ✓ Acht interne Puffer
 - Slew Rate 250 V/μsec
 - 35 MHz Bandbreite
 - Ausgangspuffer deaktivierbar
- ✓ +/- 5 V Versorgungsspannung
- ✓ 80 dB Aus-Isolation bei 5 MHz
- ✓ 70 dB Übersprechdämpfung bei 5 MHz
- ✓ Serielle oder parallele μP-Schnittstelle

Jeder Ausgangspufferverstärker des MAX456 kann kontrolliert in den „Tri-State“-Zustand geschaltet werden. Damit können zum Aufbau größerer Kreuzschienensysteme mehrere MAX456 parallel geschaltet werden.

MAX457 treibt 75Ω-Impedanzsysteme

Mit dem MAX457, einem doppelten 70 MHz-Videoverstärker von MAXIM, ist auch die Ansteuerung von 75Ω-Impedanzsystemen kein Problem. Bitte fordern Sie Datenblätter und Muster an.

SE Spezial-Electronic -KG

3062 Bückeburg, Zentrale, Postfach 1308, Kreuzbreite 14, Telefon 05722/203-110, Fax 0130-6614, Teletex 17572210, Teletex 572210
7090 Ellwangen, Postfach 1320, Dr.-Adolf-SchneIDER-Str. 11, Telefon 07961/4047, Fax 0130-6614, Telex 17796110, Teletex 796110
8000 München 82, Postfach 82609, Am Moosfeld 11, Telefon 089/429333-338, Fax 0130-6614
0-3010 Magdeburg, Postfach 259, Telefon (91) 3849168, Telex 8375

Unsere Hotlines: 0130-7367, Fax 0130-6614