

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

H 5345 E

DM 6,80

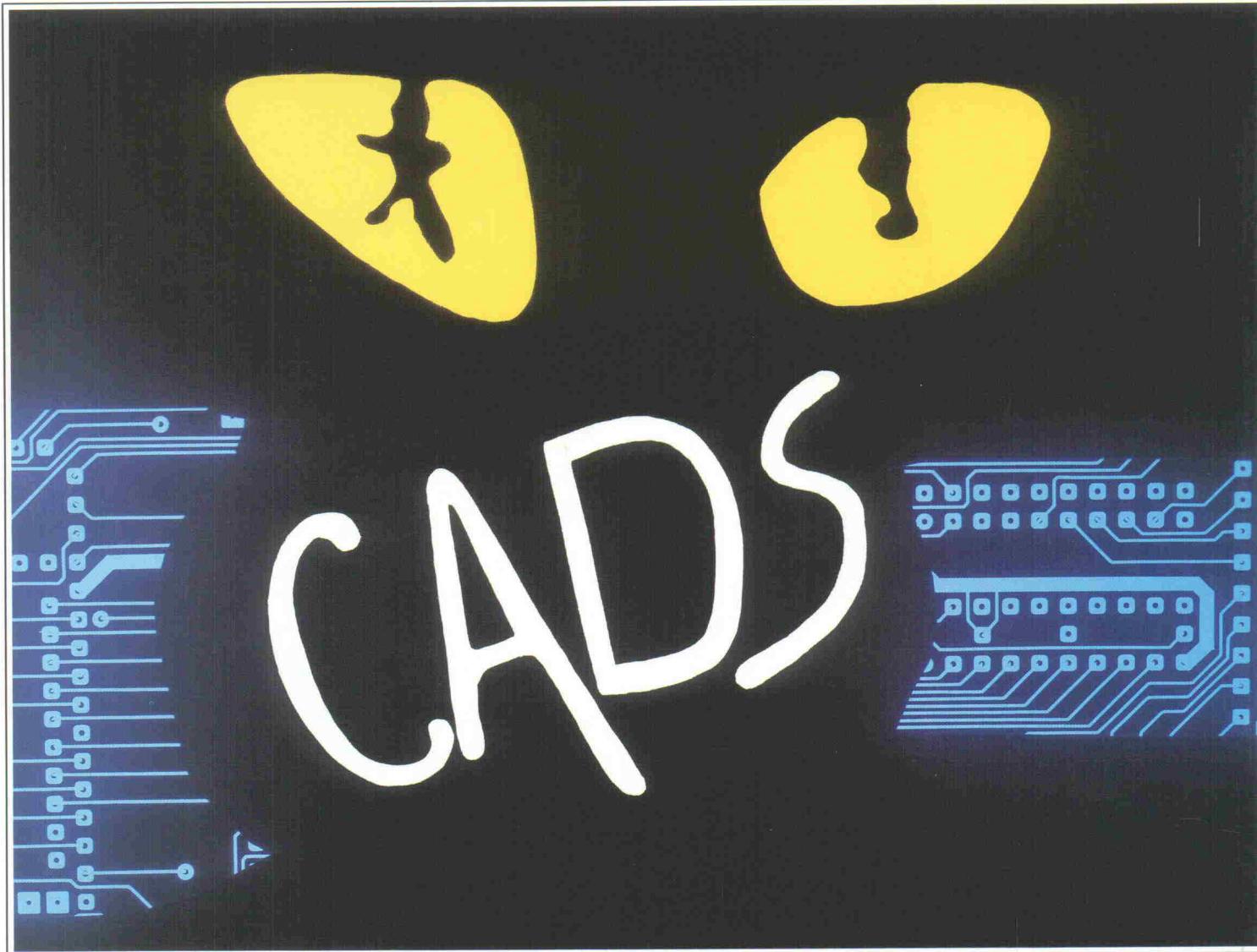
öS 58,- · sfr 6,80

bfr 171,- · hfl 9,20

FF 22,50

12/90

12/90



Messebericht: electronica 90

Audio-Grundlagen:
Vorverstärker-Design
Frequenzweichen-Redesign

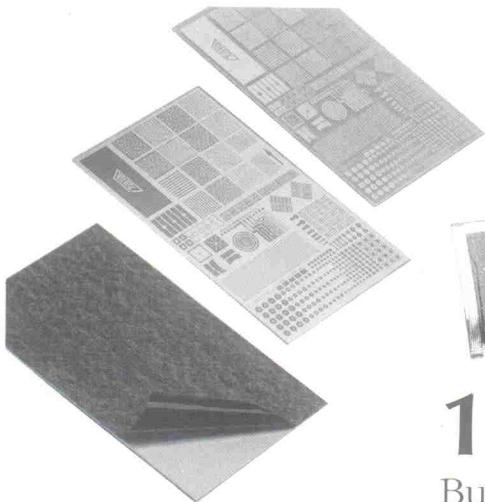
Projekte:
Signalverarbeitung: Komplettsystem
mit AT&T DSP 32
Bühne/Studio: VCA-Noisegate
Meßtechnik: LWL-isolierter Tastkopf

Design Corner: 3 VA-DC/DC-Wandler
Max 743: ±15 V aus 5 V

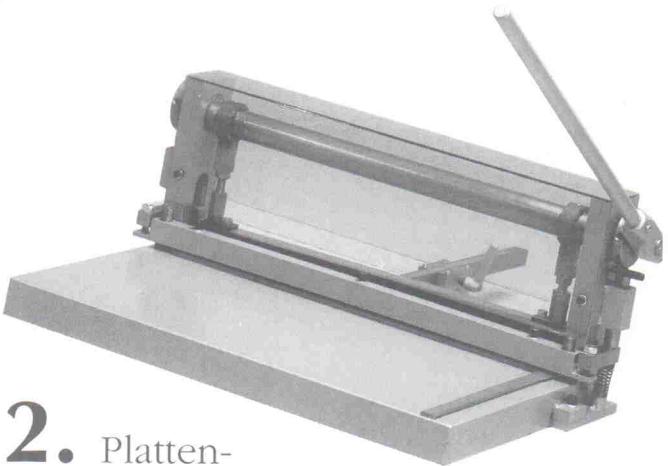
Laborblätter: Varicaps

CAD-Szene:
14 Programmpakete
getestet

IHR WEG ZUR LEITERPLATTE



1. Original Bungard Foto-beschichtetes Basismaterial. Denn Qualität hat einen Namen.

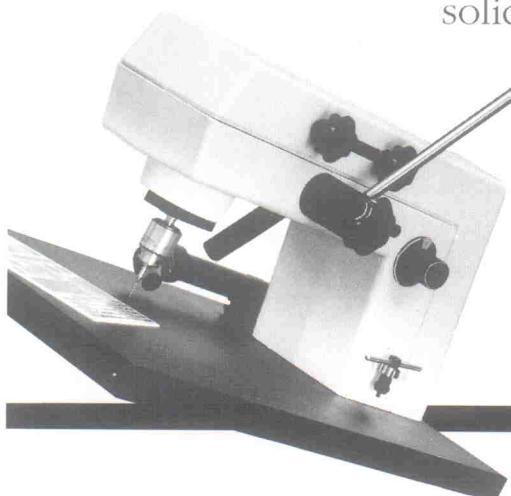


2. Platten-schere NECUT. Flexibilität wie für Sie geschnitten.



3. Labor-Sprühätzmaschine JET 34. Leistungsstark und grund-solide.

4. Doppel-seitiges Vaku-umbelich-tungsgerät HELLAS.



5. Printbohr-maschine TECHNO 001. Ein starkes Stück Präzision.



BUNGARD
BEZ

Bungard Elektronik · Postfach 1107 · 5227 Windeck-Rosbach
Tel. 0 22 92/50 36 · Telex 8 84 913 bel d · Fax 0 22 92/61 75

Greenpeace statt Kuli

Zur electronica 90 gibt es einiges anzumerken: Zum Beispiel der Eintrittspreis: satte 45 Mark. Zum Beispiel das Veranstaltungsangebot: Der Dreieinhalb-Stunden-Kongreß 'Aufbau und Verbindungstechnik' (es geht um Steckverbinder) schlägt mit 260 Mark zu Buche. Wer nicht hingehört, verpaßt unter anderem den Vortrag 'Zukünftige Entwicklungen für Raster unterhalb 2,54 mm' und, was vielleicht schwerer wiegt, eine Kaffeepause sowie die halbstündige 'Zusammenfassende Aussprache der Teilnehmer mit den Referenten und dieser untereinander'.

Kurz, wer sich während der 5-Tage-Messe täglich einen Kongreß oder eine Konferenz verkneift, kann glatte 1000 Mark sparen. Zu Zeiten, in denen selbst die NATO auf Abschreckung verzichtet, würde dies auch der Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft gut zu Gesicht stehen. Ein andere Anmerkung gilt einem Phänomen, das auf beliebigen Fachmessen zu beobachten ist.

'Whow, wo gibt's die denn?'

Vier junge Männer begutachten ihre Strecke an Gimmicks, die sie an einem Tag electronica ergattert haben. Tief stecken sie ihre Köpfe in bunte Plastiktüten und präsentieren Kugelschreiber, deren Gebrauchswert sofort

vorgeführt wird: oben drücken, unten zeigt sich die Mine – funktioniert. Feuerzeuge, Fächer – 'gab's bei irgendwelchen Japanern, witzig nicht?' –, Poster und sogar Segelflugzeug-Bausätze mit Gummizugmotor – eine Überfliegeridee, um DSPs an den Mann zu bringen.

Schüttgutverteilung auf Messen – mal originell, oft aber weniger – gehört zum Geschäft und ist gern gesehen.

Doch sei mir an dieser Stelle erlaubt, zwei Vorschläge zu unterbreiten, die dem Ganzen vielleicht noch den letzten Marketing-Schliff geben könnten:

Ad 1: Bei den allenthalben beliebten Rosenmontagszügen wird die Sympathie für Karnevalsvereine in Doppelzentner Kamelle (oder wie das Zeug heißt) skaliert, hilfsweise in Tagen Tennisarm-Behandlungsdauer des Wurfjecken. Angeichts des desolaten Dental-Zustandes der Deutschen wäre es wohl vernünftiger, das närrische Volk mit Zahnbürsten zu bewerben. Das aber nur am Rande.

Zugegeben, ein ähnliches Verfahren auf einer Messe ist nur schwer vorstellbar: Siemens-Halbleiter-Chef Knorr fährt auf einem als SIPMOS-Transistor dekorierten Prunkwagen durch die Hallen, nimmt zwischen zwei Kußhänden eine handvoll Filzstifte und traktiert damit gestandene E-Techniker. Wie gesagt, schwer vorstellbar. Aber wenn – wie am Rosenmontag – die Fernsehanstalten mitziehen ...?

Ad 2: Zur Weihnachtszeit hat sich ein schöner, sympathischer Brauch eingebürgert, um dem Fest des Gebens und Nehmens Genüge zu tun; Budgetposten, die sonst für noch einen Kalender, Spirituosen und noch ein paar Kugelschreiber draufgegangen wären, gehen an karitative oder Umweltschutzorganisationen. Sie merken, wohin der Hase läuft.

Die Durchführung eines solchen Vorhabens – Scheck an Robin Wood statt Schreibgerät an Messebesucher – gestaltet

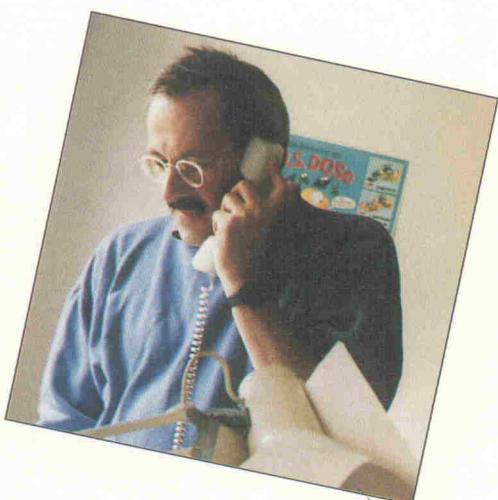
sich allerdings schwierig. Dem Ansinnen: 'Ham Se was? Kuli oder so?' kann eben nur durch Überreichen eines Zettels begegnet werden: 'Der Gegenwert des Ihnen als Präsent zugedachten Kugelschreibers wurde auf das Konto ...' Das ist aber wenig werbewirksam.

Elrad macht deshalb allen Firmen unseres Genres, die im nächsten Jahr ihre Messen angesichts der etwa 1000prozentig gedeckten Grundversorgung mit Kugelschreibern gimmickfrei bestreiten wollen und statt dessen den dafür vorgesehenen Betrag einer gemeinnützigen Einrichtung zukommen lassen, ein Angebot: Wir werden über eine derartige Verwendung des entsprechenden Budgets im Vorfeld einer Messe berichten. Anruf genügt.



Hartmut Rogge

PS: Bleibt mir nur noch, die Werbeabteilung unseres Hauses dazu zu bringen, die schnittigen Kugelschreiber mit Elrad-Logo, auf deren Anschaffung ich so gedrängt habe, wieder abzuschaffen.

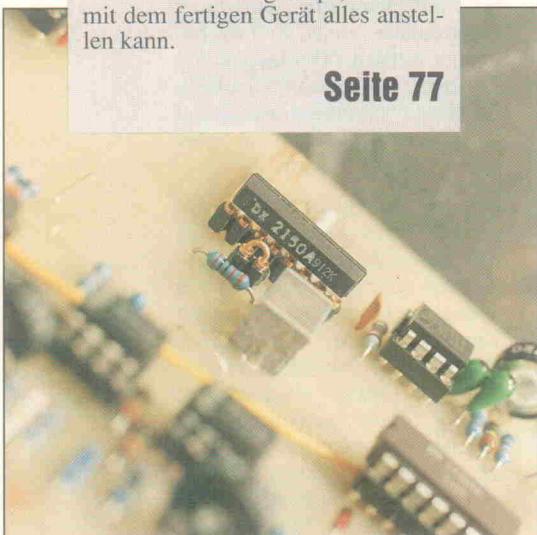


Bühne & Studio

VCA-Noisegate

Die nützlichen Rausch- und Brummbremsen aus den Gründerjahren der Popmusik haben sich heutzutage zu richtigen Effektgeräten gemausert. Unsere Bauanleitung mit dem dBx-VCA zeigt nicht nur die nachbausichere Technik, sondern auch einige Tips, was man mit dem fertigen Gerät alles anstellen kann.

Seite 77



Audio-Grundlagen

Vorverstärker-Design

John Linsley Hood, einer der erfolgreichen Schaltungsentwickler im Audio-Bereich, hat wieder einmal den Lötkolben gegen die Schreibmaschine getauscht und für Elrad-Leser seinen Erfahrungsschatz zu Papier gebracht. Sein Thema diesmal: RIAA-Entzerrerschaltungen.

Seite 48

Digitales Signalprozessor-System

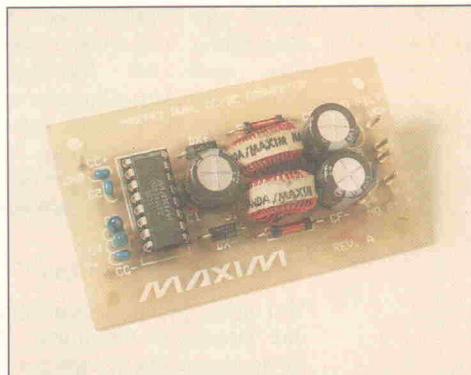
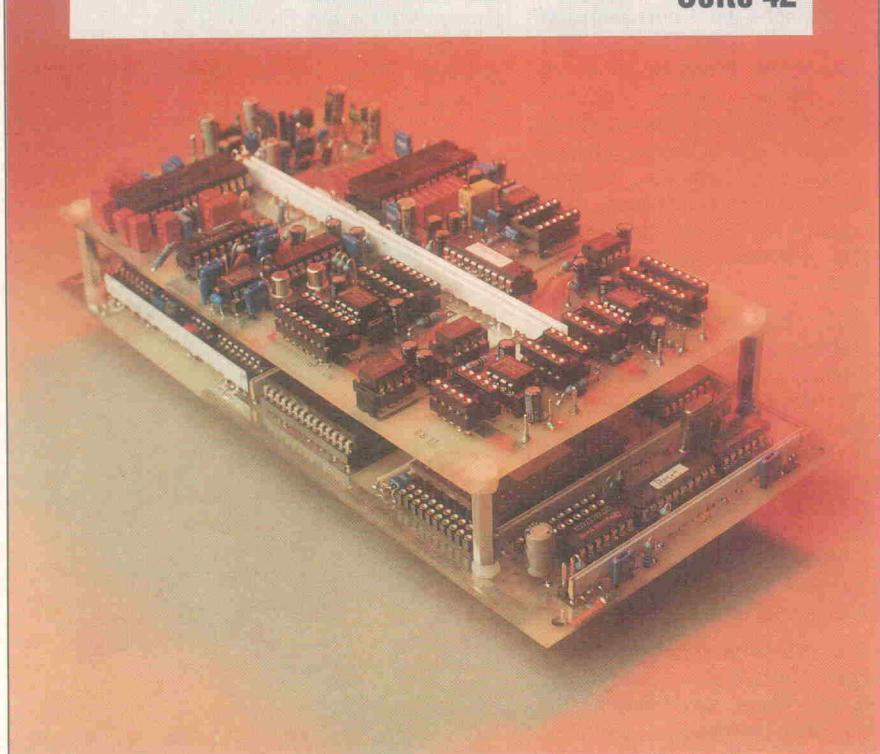
Signal-Doppeldecker

Die Nachfrage nach leistungsfähigen, digitalen Signalprozessor-Syste men steigt rapide. Wünschenswert wären beispielsweise:

2 Analogeingänge 14 Bit; 1 Analogausgang 16 Bit; 14-Bit-TTL-Eingänge; programmierbare Eingangsfilter; Prozessor AT&T DSP 32.

Wo es dieses System gibt? In dieser Ausgabe auf

Seite 42



Design Corner

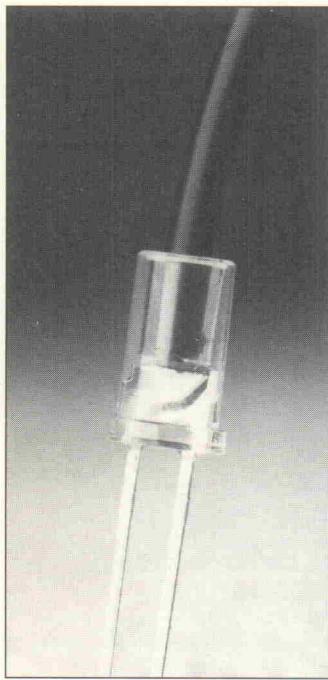
Symmetrische Versorgung

Computer kommen in ihrer digitalen Welt zumeist mit 5 V aus. Obgleich auch Festplatten, Laufwerke und einige Standard-Schnittstellen auf ± 12 -V-Versorgungen zurückgreifen, wünscht man sich doch oft eine zusätzliche symmetrische Spannung, um beispielsweise A/D-Wandler betreiben zu können. Eine für die Peripherie – fast – immer zugängliche Spannung ist (wie gesagt) +5 V, und damit sind die Randbedingungen festgelegt: Stabile ± 12 -V- oder ± 15 -V-Quellen sind gefordert, die Dauerbelastbarkeit sollte etwa 100 mA betragen, das alles soll noch klein und preiswert sein und sich mit 5 V Eingangsspannung begnügen. Zuviel verlangt? Keineswegs, wie das Evaluation-Kit zum Schaltregler MAX 743 zeigt.

Seite 54

LWL-Tastkopf

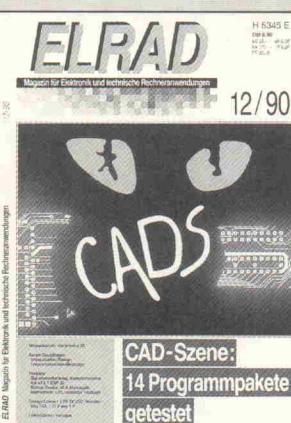
Das Eingangssignal stammt aus einer hochohmigen Quelle und sollte erwartungsgemäß einen sehr niedrigen Pegel aufweisen. Das Oszilloskop-Schirmbild zeigt zunächst nur eine steigende Flanke am linken Rand. Mehrmaliges Dekrementieren von Ablenkgeschwindigkeit



und Y-Empfindlichkeit führen zu einer vertrauten Abbildung: $U_{SS} = 42,375 \text{ V}$; $\tau = 20 \text{ ms}$; Signalform: sinusähnlich; Erkenntnis 1: Brummschleife; Erkenntnis 2: Ein isolierter Tastkopf könnte hier gute Dienste leisten. Wie man relativ einfach in den Besitz eines für beispielsweise Audio- oder Sensor-Messungen gut geeigneten entkoppelten Vorverstärkers kommt, verrät der Artikel ab

Seite 62**Audio****Ohne Resonanz**

Einfache Frequenzweichen in Zweiwegboxen trennen das Nf-Signal nur unzureichend auf. Zu viele Signalanteile im Bereich der Resonanzfrequenz des Hochtöners führen zu einem unausgewogenen Klangbild. Wie man den Resonanz-Peak mit einfachen Mitteln beseitigt, zeigt unser Artikel auf

Seite 59**Der CAD-Markt**

ist hart umkämpft. Deshalb erfahren computergestützte Design-Systeme für die Elektronikentwicklung derzeit einen rasanten Preisverfall. Das trifft gerade auf die professionelle Software zu, die sich früher nur Großunternehmen leisten konnten. Immer mehr Schaltungsentwickler spielen mittlerweile mit dem Gedanken, Schaltpläne und Layouts selbst auf dem Computer zu erstellen oder erstellen zu lassen. Worauf muß der Anwender beim Kauf eines CAD-Pakets achten, und was bieten Systeme der unteren und mittleren Preisklasse? Antworten auf diese Fragen finden Sie ab

Seite 16**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Editorial	3
Briefe	7
aktuell	
Bauelemente	8
Stromversorgung	10
Hardware	12
Firmenschriften und Kataloge	13
CAD	
Schaltplan, Layout & Co(mputer)	16
Test	
CADS für die Elektronik	24
Messe	
electronica '90	36
EMV	
Kunststoffgehäuse mit Schirmdämpfung	41
Digitales Signalprozessor-System	
Signal-Doppeldecker	42
Audio-Grundlagen	
Vorverstärker-Design	48
Design Corner	
Symmetrische Versorgung aus +5 Volt	54
Messen mit kleiner Betriebsspannung	57
Audio	
Ohne Resonanz	59
Meßtechnik	
LWL-Tastkopf	62
Die Elrad-Laborblätter	
Vielseitige Dioden (4)	71
Bühne & Studio	
VCA-Noisegate	77
Meßtechnik	
MultiChoice (4)	83
Bücher	
Mathematik	
Komplexe Schaltungen	93
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	96, 98
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Temperatur 3-stellig Preis ! ab 2-



Beispiel: 0 - 99,9 °C DM 98,25
-50 - 150 °C DM 118,50

Preise einschließlich Fühler, ohne MwSt.
Alle Geräte mit eingebautem Netzteil im Schalttafel einbaugehäuse. Maße: BxHxT = 72x36x81 mm³. Weitere Module mit Grenzwertrelais, für Spannung, Strom, DC und AC, Frequenz, Feuchte usw.

Dipl.-Ing. Peter Knechtges, Postfach 1217
Auf der Kohlhardt 6, 5222 Morsbach/Sieg
Telefon 02294/8788, Telefax 02294/7475

Funktechnik-Umbach

3400 Göttingen · Ernst-Ruhstrat-Str. 9
(Industriegebiet)

Amateurfunk · CB-Funk · Betriebsfunk

16 CHANNEL SATELLITE RECEIVER



- ASTRA-SATELLITEN-EMPFANGSANLAGEN
- 65 cm Offsetspiegel mit Wandhalterung
- Receiver mit 16 Stationsspeichern
- zum Empfang von derzeit 15 Satellitenprogrammen auf Astra, davon 8 deutschsprachig

KOMPLETPREIS 598,- DM

Ricofunk-Fachhändler, Bogerfunkprogramm
Katalog gegen 7,- DM in Bfm.
Ladenverkauf - Service - Versand

Tel. 05 51 / 6 226 10
FAX 05 51 / 6 84 45

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

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

320 W sin/4 Ohm, K ≤ 0,002%, TIM nicht messbar,
0-180 000 Hz, Stewrate ≥ 580 V/μs, DC-Offset 20 μV,
Dämpfungsfaktor > 800

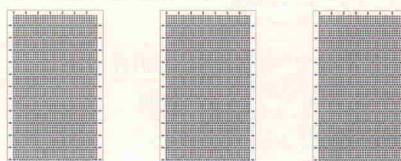
z. B. aus unserem Lieferprogramm:
MOS-A320 DM 229,-

gn electronics

Inh. Georg Nollert, Scheibbser Str. 74, 7255 Rutesheim
Telefon 07152/55075, Telefax 07152/55570

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: 05257/500642

Telefax: 05257/500651

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: 05052/8305

FAX 05052/8306

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

bTV Technischer Vertrieb GmbH

Electronic Kabelfernsehen Satellitentechnik Telecommunication

Koaxiale Verbindner
Stecker, Kupplungen



alle Normen —
alle Kabelgrößen

Verkauf
nur an den Fachhandel

Innersteweg 3 Telefon 0511/757086
3000 Hannover 21 Telefax 0511/753169

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Ehrensache, . . .

daß wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergriffenen Elrad-Ausgaben für Sie fotokopieren.

Ganz kostenlos geht das jedoch nicht: **Jeder Beitrag**, den wir für Sie kopieren, ganz gleich wie lang er ist, kostet **DM 5,-**. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte **nur in Briefmarken** bei — das spart die Kosten für Zahlschein oder Nachnahme. Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:
11/77 bis 11/89, Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.

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

ALL-03

Der neue
Universal-Programmierer

Der neue Universal-Programmierer von
Hi-Lo-System-Research programmiert
Bausteine folgender Hersteller:

Altera, AMD, Atmel, Catalyst, Cypress,
Exel, Fujitsu, Gould, Harris, Hitachi,
Hyundai, ICT, Intel, Lattice, Nev.-Mikrochip,
Mitsubishi, MMT, National Semiconductor,
NEC, Oki, Ricoh, Rockwell, Samsung, Seeq,
SGS/STM, Sharp, Signetics, S-MOS,
Texas-Instruments, Toshiba, UMC, VLSI,
Xicor, Zilog.

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

Rufen Sie an! Um Ihnen mitzuteilen, ob der ALL-03 auch Ihr Problem-IC brennt, benötigen wir von Ihnen nur den Namen des Herstellers und die Typenbezeichnung. Die Antwort bekommen Sie sofort – und die Chance, daß Ihr IC unter den über 700 ist, die der ALL-03 „kann“, ist groß!

Oder fordern Sie unsere Broschüre zum ALL-03 an! Da steht alles drin!

Oder bestellen Sie: oder: 1000 BERLIN
030/7 84 40 55

2000 HAMBURG

041/54/28 28

3300 BRAUNSCHW.

0531/7 92 31

4400 MÜNSTER

0251/79 51 25

5100 AACHEN

0241/87 54 09

6000 FRANKFURT

069/5 97 65 87

8000 MÜNCHEN

089/16 99 77

7010 LEIPZIG

0914/28 35 48

SCHWEIZ

064/71 69 44

ELEKTRONIK LADEN

Mikrocomputer GmbH
W.-Mellies-Str. 88
4930 DETMOLD 18
Telefon 05232/8171
Fax 05232/86197

Made in Eastern Germany

In der Ausgabe 10/90 hatte Elrad im Einzeltest das neue Digitalmultimeter der Firma Ermic, Erfurt, vorgestellt. In Heft 11 folgte ein Nachtrag.

Nachdem ich auf der Orgatec mit Leuten von Ermic zusammengetroffen bin, hat mich der o. a. Beitrag natürlich besonders interessiert. Und ich muß sagen, daß ich mich sehr darüber geärgert habe. Ich kann mir nämlich vorstellen, wie diese Zeilen auf die Ermic-Mitarbeiter gewirkt haben, nämlich demoralisierend.

Die Leute sind durch die Verhältnisse (sprich: Treuhand) in einer fast aussichtslosen Lage. Sie müssen Produkte wie diese vorzeigen, die eigentlich noch nicht fertig sind. Und es wäre doch schade, wenn so ein Betrieb nicht die reelle Chance erhielte, sich unter normalen Umständen dem Wettbewerb zu stellen. Das gehört doch auch zur Wettbewerbswirtschaft.

Also, geben Sie den Leuten eine Chance. Natürlich haben Ihre Leser ein Recht zu erfahren, was drüben los ist. Aber daß die Leute rein technisch in der Lage sind, vernünftige Produkte zu machen, davon gehe jedenfalls ich gewiß aus.

Friedrich Lauter
W-5064 Rösrath

Bereits in dem Nachtrag in Heft 11 hat die Firma Ermic auf einige Mängel in unserem Testansatz hingewiesen, die zu einer Unterbewertung geführt hatten. Zur endgültigen Beurteilung des Multimeters ist also der Nachtrag zu berücksichtigen.

Der Firma Ermic war von Anfang an bekannt, daß der Test nach üblichen Elrad-Kriterien erfolgen würde, obwohl die Entwicklung des Multimeters, zumindest das Konzept, noch aus der Zeit realer Sozialismusbedingungen datiert. Wir hätten auch 1989 oder früher ein Meßgerät 'Made by DDR for the rest of Ostblock' nach diesen Kriterien getestet, weil es sich im Westen am aktuellen westlichen Leistungsniveau messen lassen muß. Ermic hatte ausdrücklich Interesse an einem aktuellen Leistungsvergleich signalisiert.

In einem konkreten Punkt ist der Zuschrift von Herrn Lauter zu widersprechen: Das getestete Multimeter ist ein durchaus fertiges Produkt. Im übrigen sind auch wir überzeugt, daß unmittelbar nach Jahrzehntelanger technischer Verbannung die Produktdaten als Maßstab technischen Könnens nicht geeignet sind.

Die Aufforderung 'Also, geben Sie den Leuten eine Chance' enthält indirekt den Vorwurf, daß Elrad allgemein gegen Elektronikfirmen oder Elektroniker in den neuen Bundesländern eine restriktive Linie fährt. Aufgrund der Schwere eines solchen Vorwurfs sei hier an die 'DDR'-Beiträge des Jahres 1990 erinnert, die von keinem einzigen Leser moniert worden sind und die zumindest nach Einschätzung der Redaktion an keiner Stelle Äußerungen enthalten, die einen solchen Vorwurf rechtfer-

tigen würden. Insbesondere enthält bereits der Bericht über die Leipziger Frühjahrsmesse eine werturteilfreie Meldung über das später getestete Ermic-Multimeter. Nicht zuletzt, um ungefärbte Einblicke in die Elektronik-Wirklichkeit der ehemaligen DDR zu ermöglichen, haben wir 1990 zweimal das (Vor-)Wort einem Ost-Elektroniker gegeben: dem Chefredakteur der *rfe* (Ostberlin, Heft 2/90) und einem Ingenieur für Industrielle Elektronik aus Thüringen (Heft 9/90). (Red.)

Inhalts-Datenbank à la carte?

Das Vorwort der Ausgabe 10/90 erwähnte unter dem Titel 'Datenbanken - Info Just in Time' auch das seit kurzem auf Diskette erhältliche Elrad-Gesamtinhaltsverzeichnis.

Die von Ihnen angesprochene Informationsflut macht auch mir zu schaffen. Bisher habe ich die Jahresinhaltsverzeichnisse der verschiedenen Zeitschriften chronologisch geordnet im Schnellhefter bereitgehalten. Wegen der Einteilung in Rubriken und der phantasievollen Titel ist die Sucherei aber äußerst mühsam. Deshalb bin ich schon vor längerer Zeit zu dem Schluß gekommen, daß hier nur eine Datenbank weiterhilft. Doch ein einzelnes Jahresinhaltsverzeichnis nützt nur am Anfang des Jahres etwas, da sich bis Jahresende immer mehr Hefte ansammeln, die noch nicht erfaßt sind.

Mein Wunschtraum ist deshalb: Man bezieht das Datenbanksystem, in das alle bereits erschienenen Hefte aufgenommen sind. Die 38 D-Mark des jetzigen Angebotes ist hierfür durchaus eine akzeptable Diskussionsgrundlage. Ergänzend sollte in den neuen Heften zu jedem Artikel maschinenlesbar (Strichcode) eine 'Karteikarte' abgedruckt werden. Das System muß aber Änderungen in einem Datensatz und das Eingeben weiterer Datensätze erlauben, falls man außer Elrad noch etwas anderes liest. Damit könnte jeder 'seine' Datenbank erstellen, die immer auf dem Stand des letzten Heftes ist.

Franz Haas
W-7118 Amrichshausen

Änderungen und Ergänzungen der vorhandenen sowie die Erstellung beliebig vieler neuer Datensätze, aber auch die Erweiterung der (bisher 6800) Suchbegriffe ist problemlos möglich, da die Elrad-Datenbank auf HyperCard (Apple Macintosh) beziehungsweise Adimens (Atari) aufbaut. Niemand muß also das jährliche Update abwarten. Übrigens ist das komplette Elrad-Verzeichnis von 1978 bis einschließlich 1989 ab sofort auch als PC-Version für das Datenbanksystem dBase erhältlich. Auf den beiden 5 1/4-Zoll-Disketten befindet sich neben den Daten- und Textfiles, die bereits in Heft 10/90 ausführlich beschrieben wurden, ein Suchprogramm, das die Suche nach bestimmten Datensätzen erleichtert. Der Preis für die beiden 5 1/4-Zoll-Disketten beträgt 38 D-Mark.

PS: Jaja, der Strichcode. Alle Überlegungen, die Updates aktuell und zugleich komfortabel bereitzustellen, endeten bisher in aufwendigen und – gemessen am Preis der Datenbank selbst – viel zu teuren Hardware-Projekten. (Red.)

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

SCHEMA III

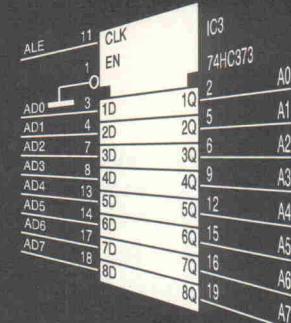
Schaltplan-CAD

Superschneller Bildaufbau!

Umfangreiche Bibliotheken

Design-Rule-Check

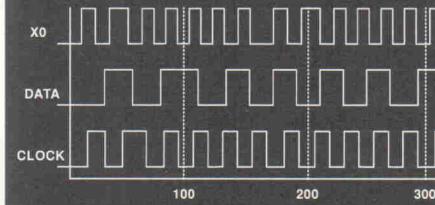
Netzlistenkonverter und DXF-Interface



SCHEMA SUSIE

Digital-Simulation auf Board-Level

**Stellen Sie
Ihren Lötkolben
in die Ecke!**



SCHEMA PCB

Leiterplatten-Layout

Qualität ist entscheidend!

Für komplexe Anwendungen

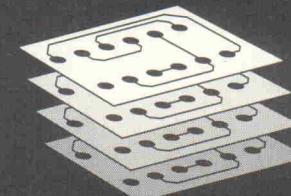
Intelligentes Autoplace

Steuerbare Rubber-Banding-Optimierung

offenes System mit diversen

Interface-Möglichkeiten

Rip-up-Router als Option



Informationen anfordern bei:

datapro

Entwicklungs- und Vertriebs-GmbH
Bullachstr. 18, 8080 Fürstenfeldbruck
Tel.: 08141/42077, Fax: 08141/42079

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



IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

Elektronische
Bauelemente

ALCRON

Digitale
Meßgeräte

HI-TEC

Kippschalter

MIYAMA

Einbauinstrumente **ACRO-METER**

MINWA

TELEKOM-Zubehör

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

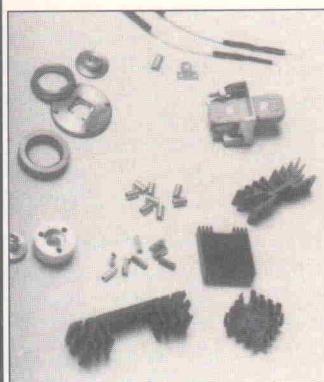
BITTE FORDERN SIE UNSERE KOSTENLOSEN
KATALOGE AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN.

Horst Boddin · Import-Export

Postfach 10 02 31
Steuerwalder Straße 93
D-3200 Hildesheim

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

Bauelemente



aktuell

Mechanische Bauteile

Vom Labormuster bis zu Serienstückzahlen fertigt und liefert die Firma KR Klara Rüsenberg mechanische Bauteile. Das Programm der Standardartikel reicht von Abstandshaltern und -bolzen mit oder ohne Gewinde aus Kunststoff oder Metall bis hin zu Hülsen, Aluminiumoxid-Isolatoren und Frontplatten. Einen Schwerpunkt bildet die Bearbeitung wärmeableitender Materialien wie Kühlkörper aus Aluminium oder auch Kupfer. Zudem bietet KR spezielle isolierende Elemente aus Keramik

und/oder Kunststoff an. Kundenspezifisches Zubehör kann ebenfalls gefertigt werden.

KR Klara Rüsenberg
Postfach 45
W-8024 Deisenhofen
Tel.: (0 89) 6 13 49 99
Fax: (0 89) 6 13 66 56

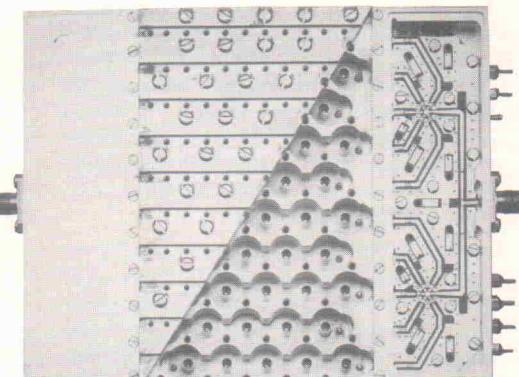
Benetztes Miniaturrelais

Das Relais MSS-6 der C.P. Clare Elektronik GmbH ist mit seinen beiden Schließerkontakte voll pinkompatibel zu herkömmlichen elektromechanischen Miniaturrelais, verfügt jedoch über sämtliche Eigenschaften benetzter Relais: prellfreies Schalten, gleichbleibend geringer Kontaktübergangswiderstand, hohe Spannungsfestigkeit, hohe Schaltfrequenz (300 Hz) sowie eine geringe Leistungsaufnahme (300 mW). In den Standardversionen bietet der Hersteller das Relais für Nennspannungen von 5 V, 12 V, 24 V und 48 V an. Es ist für alle modernen Fertigungs-, Löt- und Reinigungsverfahren geeignet.

C.P. Clare Elektronik GmbH
Mühlstr. 12
W-7140 Ludwigsburg
Tel.: (0 71 41) 9 00 89
Fax: (0 71 41) 9 00 80

GHz- Filterbank

Die 10-Kanal-Filterbank NAR 4900 von Loral Microwave-Narda West ist TTL-programmierbar, arbeitet im Frequenzbereich von 2 GHz bis 18 GHz und ist für breitbandige, schnell abtastende Empfänger bestimmt. Die von der Transtech Hochfrequenztechnik GmbH vertriebene Bank besteht aus 10 Filtern, die über zwei PIN-Diodenschalter mit je zehn Stellungen ausgewählt werden. Die Gehäusegröße beträgt 127 mm × 102 mm × 20 mm. Vom Empfänger abgegebene TTL-Signale schalten die entsprechenden Bandsegmente um, wobei die Umschaltzeit weniger als 500 ns beträgt. Für die Einfügungsdämpfung nennt der Anbieter einen Wert von



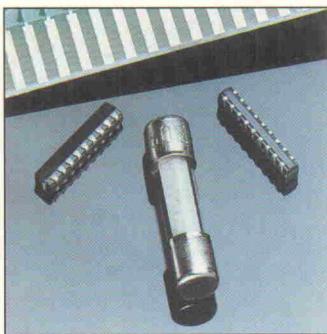
kleiner als 7 dB, die Anpassung ist besser als 1,5 : 1.

Die Filterbank benötigt eine externe Stromversorgung von +15 V/605 mA sowie -15 V/320 mA. Sowohl die elektrischen Kenndaten als auch die Gehäuseform können auf Wunsch speziellen Einsatzbedingungen angepaßt werden.

Transtech Hochfrequenztechnik
GmbH & Co KG
Postfach 3563
W-7100 Heilbronn
Tel.: (0 71 31) 6 80 52
Fax: (0 71 31) 6 80 59
Telex: 7 28 246 trans d

Mini-R-Netzwerke

Die Widerstandsnetzwerke der neuen EXB-H-Serie von Panasonic weisen eine maximale Montagehöhe von nur 2,54 mm auf. Im Vergleich zu herkömmlichen diskreten Chip-Widerständen spart man mit ihnen 70 % Platz. Der Anwender kann unter sechs Modellen mit



fünf bis zehn Anschlüssen wählen; der Abstand zwischen den Anschlüssen beträgt 1,27 mm. Für den Einsatz in Bestückungsautomaten sind die Netzwerke auf 16 mm und 24 mm breiten Stanzbändern lieferbar.

Panasonic Deutschland GmbH
Winsbergstr. 15
W-2000 Hamburg 54
Tel.: (0 40) 85 49-0
Fax: (0 40) 85 31 22 29
Telex: 2 162 454 pdg d

SMD-Arbeitskreise

Für die Gebiete Bielefeld–Hannover–Hildesheim, Braunschweig–Salzgitter–Wolfenbüttel und Göttingen–Kassel haben sich SMD-Arbeitskreise bereits gebildet. In Sachsen-Anhalt soll nun auch ein derartiger AK (Arbeitskreis) entstehen. Mitglied kann jeder SMT-Interessierte werden.

Der Sinn der Arbeitskreise besteht darin, Kenntnisse zu vermitteln und Erfahrungen auszutauschen. Die kostenlosen Veranstaltungen finden in aller Regel dienstags oder donnerstags statt. Nähere Einzelheiten sind über folgende Ansprechpartner zu erfahren:

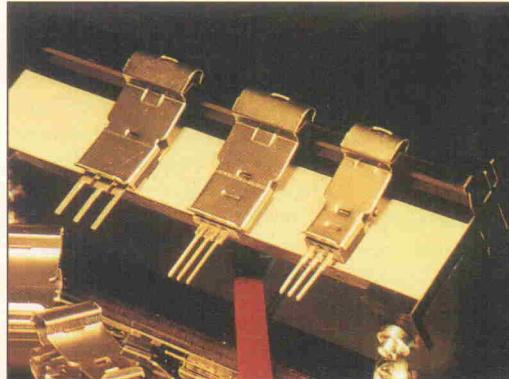
AK Bielefeld–Hannover–Hildesheim: Herr Borchardt, Wabco Fahrzeugbremsen, Hannover, Tel.: (05 11) 21 44-5 46.

AK Braunschweig–Salzgitter–Wolfenbüttel: zur Zeit unbesetzt.

AK Göttingen–Kassel: Herr Oehler, Fischer & Porter, Göttingen, Tel.: (05 51) 9 05-1 20 sowie Herr Spaar, F. W. Breithaupt, Kassel, Tel.: (05 61) 77 20 42.

AK Sachsen-Anhalt: zur Zeit nicht vorhanden.

Als Ansprechpartner für alle AKs steht Herr Krull, Harenberg Elektronik, Seelze, Tel.: (05 37) 9 27 20, zur Verfügung.



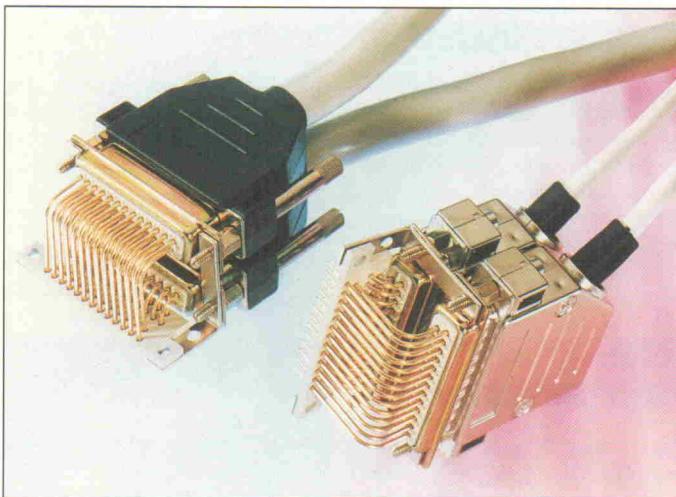
Klips für Halbleiter

Die neuen Kool Klips der Aavid Engineering GmbH reduzieren deutlich die Montagezeit für Halbleiter. Die Befestigungsklammen fixieren den Halbleiter sicher am stranggepreßten Alu-Kühlkörper. Für die Befestigung benötigt man keine zusätzlichen Werkzeuge oder Materialien wie beispielsweise Schraubendreher, Schrauben und Muttern. Die Befestigungsklips ermöglichen es, unterschiedliche Halbleitergehäuse auf einer Kühlkörperperschiene zu befestigen, beispielsweise TO-218, TO-220 und TO-247.

Eine breite Auswahl an Standard-Kühlschienen sowie kundenspezifische Sondermodelle stehen für den Einsatz der Kool Klips zur Verfügung. Das Modell 191 000 zum Beispiel ist 95,3 mm lang

und kann bis zu fünf TO-220-Halbleiter aufnehmen; der Wärmewiderstand beträgt 9 K/W. Beim Modell 191 300 mit einer Gesamtlänge von 127 mm kann man bis zu vierzehn TO-220-Gehäuse unterbringen, und zwar sieben auf jeder Seite; diese Ausführung weist einen Wärmewiderstand von 6 K/W auf. Beide Kühlkörper sind wahlweise schwarz eloxiert oder chromatiert (gelb) lieferbar.

Aavid Engineering GmbH
Parsbergstr. 26
W-8031 Alling
Tel.: (0 81 41) 8 22 14
Fax: (0 81 41) 8 23 25



Optimierter D-Sub-Stecker

Einen neuen D-Sub-Steckverbinder mit Miniaturhaube hat Bicc-Vero Electronics in sein Lieferprogramm aufgenommen. Die Sandwich-Bauweise des 9- bis 37poligen Steckverbinder sorgt für eine optimierte Raumnutzung, weil mehr freier Platz auf der Platine entsteht. Die dazugehörige kompakte D-Sub-Miniaturhaube ist nur 3 TE breit. Mit zwei Schrauben ist

die zweiteilige Haube verschließbar, die zwei seitliche, wahlweise ausbrechbare Kabelausgänge aufweist. Die Haube besteht aus hochwertigem, flammhemmendem Kunststoff, wahlweise auch mit metallisiertem Oberfläche. Der integrierte Staubschutzkragen sorgt für eine sichere Funktion der Kontakte.

Bicc-Vero Electronics GmbH
Carsten-Dressler-Str. 10
W-2800 Bremen 61
Tel.: (04 21) 84 07-0
Fax: (04 21) 84 07-2 22
Telex: 2 45 570

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 Tastatursbedienung
- 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-Photoplot, EXCELLON-Bohrdaten

& Schaltplan-Entwurf

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

KOMPLETPREIS:

DM 910,-
(798,25 + 14 % MwSt)

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

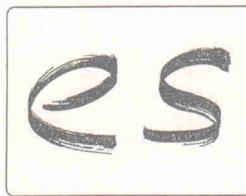
LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUF-FÜHRLICHEM BEGLEITHEFT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

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

Die meisten wissen es schon. Sollten Sie noch nichts von uns gehört haben - na, dann wird's aber Zeit! Schnell ans Telefon und den neuen Laserkatalog bestellen. Mit brandaktuellen Angeboten aus der Lasertechnik. Denn Sie wissen ja - wir haben die supergünstigen High-Tec HeNe-Röhren in TEM₀₀, polarisiert oder unpolarisiert. Und für alle Power-Freaks jetzt das Unikum: 40mW polarisiert für nur 3.134.- läppische Märker. Oder das nagelneue Scanningssystem STAR III, unser absoluter Renner. Oder die neuen, erstklassigen Laserspiegel. Oder die neuen, hochstabilen Schaltnetzteile. Und selbstverständlich haben wir immer wieder ein paar Überraschungen parat. Zum Beispiel regenerierte Argon-Laser. Supergünstig und mit Garantie. Oder... All das und noch viel, viel mehr steht in unserem neuen Katalog 90/91, den Sie gegen 8,- Briefmarken bei uns erhalten. Sollten Sie ein paar von unseren Geräten mal live sehen wollen, laden wir Sie gerne in unseren Vorführraum ein. Bei einer Tasse Kaffee läßt sich so manches Problem klären. Also, bis dann...

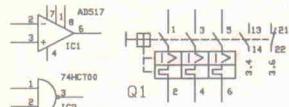


Lasersysteme Lasertechnik Lasershows

D. Baur & S. Ruff Sebastianstr. 4
D - 7406 Mössingen - Belsen
Tel. 0 74 73 / 71 42 und 2 44 45
Fax 0 74 73 / 2 46 61

WSCAD_P1

Schaltplanerstellung für Elektronik und Elektrik



Grundversion DM 898,- :

- Zeichnen von Schaltplänen, Lageplänen, Blockbildern, Flußdiagrammen, Frontplatten, Bemaßungen ...
- Umfangreiche Bauteilebibliotheken, selbst leicht erweiterbar
- Einfache Zeichnungssatzverwaltung
- Offenes System durch Schnittstellen zu anderen Programmen
- Schaltungsteile schieben, drehen, spiegeln, löschen, kopieren, auslagern, einfügen
- Skalierbare Zeichensätze, Zeichnen mit wählbarer Breite und Farbe
- Anwenderfreundliche Zoomfunktionen
- UNDO / Redo - Funktionen
- Ausgabe auf Drucker (9/24-Nadel, Laser) und Plotter

Zusatzpaket DM 598,- :

- Automatische Nummernvergabe
- Automatische Querverweise
- Kontaktspiegel, Klemmenplan
- Konfigurierbare Material- und Signallisten, Design-Test
- Netzlisten für Layout-Systeme

Unbedingt DEMO anfordern!

WSCAD electronic GmbH
Rottweilstraße 6 • 8066 Bergkirchen
Tel. 08131 / 80236 Fax 08131 / 80246

Stromversorgung

Netzgerät mit KOIB-Bus

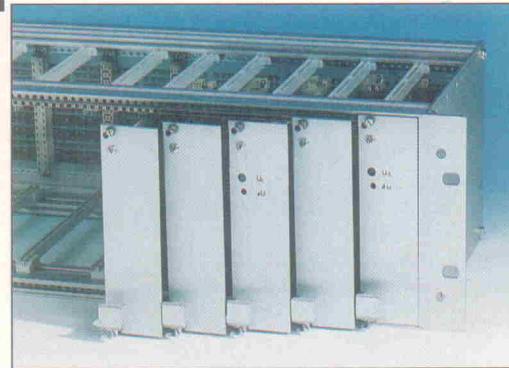
Ein neues, digital arbeitendes Regelsystem ist Kernstück des Labornetzgerätes PPS 255 der Hartlauer Präzisions Elektronik GmbH. Die maximale Ausgangsspannung beträgt 25 V bei 3 A; bis zu einer Spannung von 9 V liefert das Gerät einen Strom von 5 A. Die Eingabe der Spannungs- und Stromwerte beziehungsweise die Auswahl der Betriebsart erfolgt über eine Tastatur. Insgesamt

drei Geräteeinstellungen sind abspeicherbar.

Zudem ist das Gerät serienmäßig über den neuartigen KOIB-Interface-Bus fernbedienbar (Listener und Talker). Dieser ermöglicht es, bis zu 31 KOIB-Geräte von einer RS-232-C-Schnittstelle anzusteuern. Die Programmiersprache ist beliebig, sie muß lediglich einen COM-Port ansprechen können. Modelle mit abweichenden Spannungs- und Stromwerten sind auf Anfrage erhältlich.

Hartlauer Präzisions Elektronik GmbH
Ahornstr. 13
W-8217 Grassau
Tel.: (0 86 41) 31 12
Fax: (0 86 41) 52 42

aktuell



Modulares System

Für den Fall, daß eine Stromversorgung an der 24-V-Gleichspannungsschiene zu betreiben ist, bieten die DC/DC-Wandler von Centro-Elektrik eine flexible Lösung. Diese Bausteine sind sowohl mit Einfach- als

auch mit Doppelspannungen erhältlich. Durch Hinzuschalten des Bausteins 'Leistungsschalter' läßt sich zudem die Ausgangsleistung erhöhen. Die Wandler sind in geregelter und ungeregelter

Ausführung mit und ohne galvanische Trennung erhältlich. Ihre Leistung übersteicht den Bereich zwischen 15 W und 300 W.

Zentro-Elektrik GmbH
Postfach 20 70
W-7530 Pforzheim
Tel.: (0 72 31) 4 52 03

Filter-Zwischenstecker

Die Firma Bowthorpe EMP, britischer Hersteller von Überspannungsschutzeinrichtungen, hat ihr Produktprogramm um einen Filter-Zwischenstecker für den deutschen Markt erweitert. Das Filter ist für einen Laststrom von 7 A beziehungsweise 12 A ausgelegt und erfüllt die Sicherheitsvorschriften der EG. Der Überspannungsschutz reagiert in weniger als 10 ns und nimmt Stromstöße bis zu 6,5 kA mit einer Energie bis zu 420 J auf. Die Filterdämpfung hängt von der Stromaufnahme des angeschlossenen Geräts ab, sie liegt zwischen 20 dB und 60 dB für Frequenzen von 100 kHz bis 30 MHz.



Bowthorpe EMP Limited
Stevenson Road
Brighton
England BN2 2DF
Tel.: (0044 273) 69 25 91
Fax: (0044 273) 60 17 41



3-W-Modul

Speziell für Batteriebetrieb ausgelegt sind die Wandler der Veropower Modulserie 3500 von Bicc-Vero Electronics. Die kleinen Module können direkt auf die Leiterplatte gesetzt werden. Ein besonderes Merkmal der DC/DC-Wandler ist der weite Eingangsspannungsreichweite von 18...36 V. Das DIL-Gehäuse der 3-W-Module weist mit 20 x 32 mm relativ kleine Abmessungen auf. Erreicht wurde dies durch Wahl einer hohen Schaltfrequenz von 200 kHz sowie durch Einsatz der Hybridtechnik; alle Faktoren zusammen führen zu einem hohen Wirkungsgrad von 80 %. Die Ausgangsspannung der Module beträgt wahlweise +5 V, ±12 V oder ±15 V.

Bicc-Vero Electronics GmbH
Carsten-Dressler-Str. 10
W-2800 Bremen 61
Tel.: (04 21) 84 07-0
Fax: (04 21) 84 07-1 51
Telex: 2 45 570

Für jeden Fall

Die Firma Thiele vertreibt DC/DC-Wandler in unterschiedlichen Bauformen und mit verschiedenen technischen Spezifikationen. Die Bauformen der Wandler reichen dabei von 'Baustein-Wandlern' zum Einlöten über komplett bestückte Leiterplattenausführungen und 19"-Geräte bis hin zu speziellen Ausführungen für die Wandmontage und DC/DC-Wandlern, die man auf eine Tragschiene aufstecken kann. Die Leistungsteile sind mit MOSFET-Transistoren bestückt, der Regelteil ist in SMD-Technik aufgebaut. Im Temperaturbereich von -25 °C bis +70 °C sind die Ausgangsstrome ohne Derating entnehmbar. Die Restwelligkeit der Ausgangsspannungen liegt unter 3,5 mV. Die Wandler lassen sich bei Bedarf sowohl seriell als auch parallel schalten. Bei Mehrfachspannungsgeräten sind die Ausgänge unabhängig voneinander belastbar.

Frank Thiele Electronic Distribution
Beethovenstr. 20
W-7153 Weissach i. T.
Tel.: (0 71 91) 55 91
Telex: 7 2 45 966

Info + Wissen

im Abo



HIFI VISION bringt HIFI-Tests, die schonungslos enthalten, was Geräte und Boxen wirklich können — von schnuckeligen Einsteiger-Anlagen bis zu sündhaft teuren Traum-Komponenten. In jeder-Ausgabe sind wichtige Informationen, Hinweise und Berichte über Musiker, Menschen und Macher. Lockere Nachrichten aus Pop, Jazz und Klassik und dazu brandaktuelle Rezensionen schaffen Durchblick in Sachen Musik. HIFI VISION. Jeden Monat Leseplatz für Leute, die's wissen wollen.

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 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

EL 12/90

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 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.



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

Bitte senden Sie den Coupon an:

AKTUELLES ANGEBOT!!!

WM-ELECTRONIC
Postfach 253, 7958 Laupheim

NEUES BRANDHEISSES
LIEFERPROGRAMM gegen DM 2,-
in Briefmarken anfordern!!!!!!

Telefon: 0 73 92/77 86
Fax.: 0 73 92/77 29

Angebot solange Vorrat reicht!

	Preis
Transistoren 10 Stck.	
BC 140-10	2,95 DM
BC 160-10	2,95 DM
BC 161-10	3,00 DM
BC 557 B	0,50 DM
BD 242 A 1 Stck.	0,40 DM
BU 508 A 1 Stck.	1,75 DM
BU 526 1 Stck.	1,95 DM
Spannungsregler Positiv L 7815 C TO 3	1,85 DM
C-Mos 4024 5 Stck.	1,95 DM
C-Mos 4027 5 Stck.	1,50 DM
C-Mos 4093 5 Stck.	1,20 DM
TTL 74 LS XXX	
74 LS 20 5 Stck.	0,95 DM
74 LS 21 5 Stck.	0,95 DM
74 LS 139 5 Stck.	1,20 DM
74 LS 154 1 Stck.	1,25 DM
ICL 8211 CPA	2,95 DM
ICL 7650 SCPD	4,95 DM
ICL 7660 SCPA	3,95 DM
ICL 8038 CCPD	6,50 DM
ICM 7207 IPD	15,50 DM
LM 324 N	0,30 DM
TCA 785	5,50 DM
TDA 2595	3,95 DM
U 254 B	1,95 DM
UA 741 DIP 8	0,29 DM
ULN 2804 AN	1,50 DM
XR 2211 CP	3,25 DM
Mindestauftragswert DM 20,-. Versand per NN. Porto u. Verpackung DM 6,50.	

TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

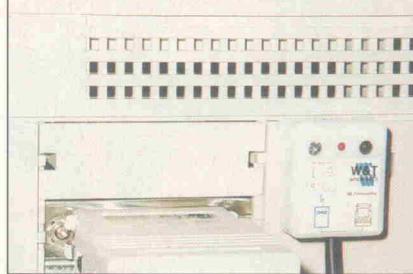
* AB LAGER LIEFERBAR *
* AD-DA-WANDLER-ICs *
* CENTRONICS-STECKVERBINDE *
* C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx *
* DC-DC-WANDLER-MODULE 160W *
* DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP *
* DIP-KABELVERBINDE + KABEL *
* EINGABETASTEN DIGITÄSTEN *
* EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH *
* IC-SCHALTEN ZEIT-TEMP-ADATT *
* KABEL RUND-FLACH-KOAX *
* KERAMIK-FILTER + DISKRIM. *
* KONDENSATOREN *
* KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR *
* LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN *
* LABOR-SORTIMENTE *
* LCD-PUNKTMATRIX-MODULE *
* LEITUNGSTREIBER-ICs V24 *
* LINEARE- + SONSTIGE-ICs *
* LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN *
* LUFTER-AXIAL *
* MIKROPROZESSOREN UND PERIPHERIE-BAUSTEINE *
* MINIATUR-LAUTSPRECHER *
* OPTO-TEILE - KOPPLER 7SEG. *
* QUARZE + OSZILLATOREN *
* RELAIS - REED-PRINT-KARTEN *
* SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK *
* SCHALTER KIPP + WIPP + DIP *
* SICHERUNGEN 5x20+KLEINST *
* SMD-BAUATEILE AKTIV+PASSIV *
* SOLID-STATE-RELAYS *
* SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR *
* SPEICHER EPROM-RAM-PAL *
* STECKERV рЕВБЕРДИВЕРСЕ *
* TASTEN + CODIERSCHALTER *
* TRANSFORMATOREN 1,6 - 150 VA *
* TRANSISTOREN *
* TRIAC-THYRISTOR-DIAC *
* TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx *
* WIDERSTÄNDE + NETZWERKE *
* Z-DIODEN + REF.-DIODEN *

7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 7151) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 7151) 6 82 32

Hardware

PC schaltet Netzspannung

Mit den Schlagworten 'einfache Installation', 'hohe Betriebssicherheit' und 'ausreichende Typenvielfalt' darf man getrost eine neue Produktserie der Firma W&T-Interfaces umschreiben. Sie ermöglicht es, mit PCs das Versorgungsnetz zu schalten oder zu steuern. Das System besteht aus einem 'Controller' und einem Handsender auf der Sendeseite sowie Unterputz- beziehungsweise Zwischenstecker-schaltern (bis 1200 W) und



Dimmern (bis 300 W) als 'ausführende Organe'. Der Controller wird mit der Centronics-Schnittstelle verbunden und sendet seine Befehle via Infrarotlicht an den Empfänger. So ist die galvanische Trennung gewährleistet. Dabei ist das System so ausgelegt, daß es einen an derselben Schnittstelle betriebenen Drucker nicht stört.

aktuell

Komplettes Entwicklungs- und Ausbildungssystem für den 80 C 535

Eine sehr günstige Möglichkeit, sich mit dem Controller 80 C 535 vertraut zu machen, bietet das von Feger + Reith angebotene Set: Es besteht aus dem Buch 'MC-Tools für den PC XT/AT mit dem Mikrocontroller SAB 80 C 535', einer XT-Karte sowie einer Programm-Diskette und wird in dieser Zusammenstellung für 119 D-Mark angeboten.

Die Hardware ist ROM-los, da der Hersteller – wohl zu Recht – davon ausgeht, daß der 8 KByte (optional bis 64 KByte) große RAM-Bereich genügend Platz für Programme und Daten bietet. Einige weitere Eckdaten der Hardware lauten wie folgt:

12 MHz Takt; acht Analogeingänge; 16 digitale I/Os; ein Analogausgang; vier PWM-Ausgänge; RS-232-Schnittstelle ... Die mitgelieferte Software unterstützt die Hard- und Software-Entwicklung. Hierzu sind neben dem HEX-LOAD eine Hard- und eine Software-Debug-Funktion enthalten. Interessant ist sicher auch die Funktion

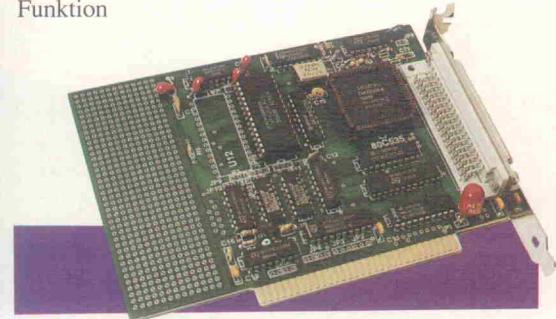
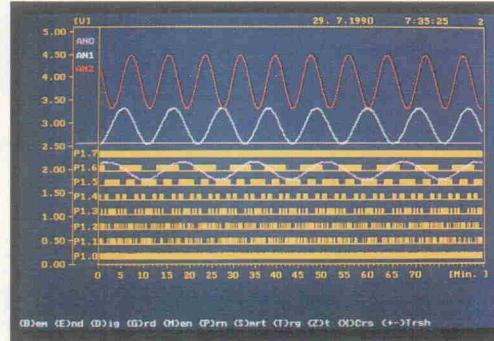
Um das zu steuernde Gerät auch ohne PC bedienen zu können, steht die Hand-Fernbedienung zur Verfügung. Die Preise für die einzelnen Komponenten betragen 119 D-Mark für die Unterputzausführungen, 148 D-Mark für die Zwischenstecker, 65 D-Mark für die Fernbedienung sowie 248 D-Mark für den Controller. Zum Lieferumfang des letztgenannten Gerätes gehört ein BASIC-Beispielprogramm.

Wiesemann & Theis GmbH
Winchenbachstr. 3b
W-5600 Wuppertal 2
Tel.: (0 202) 50 50 77
Fax: (0 202) 51 10 50

'OSCI': Sie ermöglicht, bis zu acht analoge und acht digitale Signale anzuzeigen. Die Darstellung von Signalen bis in den kHz-Bereich wird mit einer Vielzahl von möglichen Parametern unterstützt.

Neben diesem Dreierset bietet die Feger + Reith OHG auch einen Bauteilesatz zur Platine (98 D-Mark) sowie die fertig bestückte Platine (298 D-Mark) an.

Feger + Reith
Herzog-Wilhelm-Str. 11
W-8220 Traunstein
Tel.: (0 811) 1 52 18
Fax: (0 811) 1 53 26



Variable Schnittstellen

Insgesamt sechs neue serielle Schnittstellenkarten vertreibt die Meilhaus Electronic GmbH. Die Unterschiede liegen sowohl in der Anzahl der verfügbaren Kanäle (zwei, vier oder acht) wie auch in der Möglichkeit, zwischen einer Standard-(ME-DFLEX2/4/8) oder einer intelligenten Version (ME-FLEX2/4/8) zu wählen. Die Intelligenz stellt dabei ein Z80-

Prozessor zur Verfügung. Die maximalen Übertragungsraten betragen bei der D-Variante 38,4 kBd, die ME-FLEX dagegen erreicht laut Meilhaus 19,2 kBd.

Das Besondere an den Karten ist die Art der Konfiguration: Zunächst kann jede Schnittstelle einer Karte wahlweise als RS-232-, RS-485/422- oder als 20-mA-Stromschleife betrieben werden. Die Festlegung der Standards erfolgt dabei

über Single-Inline-Module. Softwaretreiber sind unter anderem für die Betriebssysteme Unix, DOS, Xenix und PC-MOS386 lieferbar. Die Preistafel für die Karten beginnt bei 495 D-Mark, die Module sind ab 70 D-Mark erhältlich, beide Preise zuzüglich Mehrwertsteuer.

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

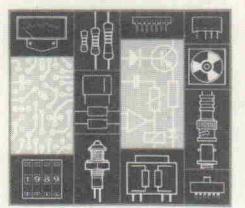
Kataloge

Alles aus einer Hand

Ausschließlich an industrielle Abnehmer sowie an gewerbliche Kunden wendet sich die Merkelbach GmbH + Co. KG mit ihrem neuen Katalog. Vorgestellt wird das umfassende Programm von Produkten bekannter Hersteller, das die unterschiedlichsten in Entwicklung und Produktion benötigten Komponenten beinhaltet. Das insgesamt 610 Seiten starke Druckwerk gliedert sich in dreizehn Teilbereiche. Hierin sind aktive und passive Bauteile der Elektronik, mechanische und

BAUELEMENTE FÜR DIE ELEKTRONIK

merkelbach



elektromechanische Komponenten sowie Meß-, Test- und Produktionswerkzeuge aufgeführt.

Robert Merkelbach GmbH + Co. KG
Maxstr. 7
Postfach 10 25 44
W-4300 Essen 1
Tel.: (02 01) 81 02 60
Fax: (02 01) 8 10 26 66

Halbleiter und Kondensatoren

... und das ganze Spektrum der Elektronik sind beim Versandgroßhandel Vielstedter säuberlich in vielen Einzelkatalogen aufgelistet. Die neuen Kataloge '1' (Halbleiter, 162 Sei-

ten) und '4' (Kondensatoren, 70 Seiten) wenden sich in erster Linie an Einzelhändler. Das Gesamtangebot ist in derzeit 17 Kataloge aufgeteilt, und genau der siebzehnte Katalog namens 'Telefonzubehör' erscheint unmittelbar nach Redaktionsschluß, so daß er nicht zur Beurteilung vorlag. Laut Vielstedter jedoch sind in dem 16 Seiten umfassenden Prospekt etwa 100 Artikel für den derzeit expandierenden Telefonbereich aufgeführt.

Vielstedter Elektronik
W-2872 Hude 1
Tel.: (0 44 08) 12 88
Fax: (0 44 08) 12 00



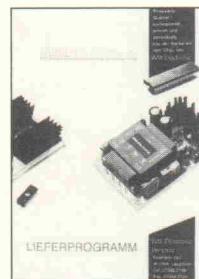
Flexible Preisgestaltung

An den Endverbraucher richtet sich das Lieferprogramm des WM-Electronic-Versandes. Der 190seitige Hauptkatalog widmet den angebotenen Halbleitern eine kurze Beschreibung: Über fast alle der alphanumerisch aufgeführten Bauteile findet man eine stichwortartige Erläuterung zu deren Funktion beziehungsweise Einsatzgebiet

wie beispielsweise 'HF-Transistor (VHF-UHF-Sender)' oder '8-Bit-D-Flipflop und -Treiber'. Das Programm umfaßt den Bereich 'vom Widerstand bis zum DVM'.

Zum Katalog gehört ferner ein zwölfseitiges Heft 'Lieferprogramm Mikroprozessoren'. Laut WM-Electronic versucht man auf diese Weise den starken Dollarschwankungen Rechnung zu tragen: Während die Preise der im Hauptkatalog angebotenen Komponenten als stabil gelten, hält man sich im µP-Bereich die Möglichkeit einer flexiblen Preisgestaltung mittels dieser laut WM häufig korrigierten Liste offen.

WM-Elektronik
Postfach 253
W-7958 Laupheim
Tel.: (0 73 92) 77 86
Fax: (0 73 92) 77 29



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

Laser-
wünsche?

Wir erfüllen sie!

Laser von 0,5-40 mW

Einzelkomponenten und Zubehör, Ablenksysteme & Computerscanning, Optische Bank, Steuerungen. Ihr Partner für Laserfragen. Besuchen Sie uns in unserem Laser-Show-Room (bitte um tel. Voranmeldung).

HeNe Laserrohre, hier aus unserem Sortiment ein kleiner Ausschnitt:
QJH- 80 >20 mW DM 695,- QJH- 80S >30 mW DM 750,-
QJH-100 >30 mW DM 800,- QJH-100S >40 mW DM 1000,-
CO₂ Laserrohr QJC-400 5W DM 740,- Laserpointer Ø 11,5x155 mm DM 555,-
Laserdiode 5mW IR DM 79,50 Lasernetzteile 12V DC ab 0,5 mW
Laserspiegel von 5x5 mm — 75x75 mm YAG-Stäbe 3x50 mm DM 980,- YAP- und Rubinstäbe auf Anfrage
SCS 256/2 Laserscanningsystem mit high-speed Galvanometer DM 3990,-
Fordern Sie unseren Katalog an, Schutzgebühr DM 5,— wird bei Bestellung erstattet.



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

**Da fliegen dir
die Ohren
weg!**

**Boxen
selbstbauen**

120-Seiten-Katalog
kostenlos anfordern

HAMBURG

Lautsprecher Spezial Versand
Pf. 76 08 02 / M. 2000 Hamburg 76 040/29 17 49

QUICK-OHM ELEKTRONIKBAUTEILE

Quick-OHM G.m.b.H. · Postfach 120166 · 5600 Wuppertal 12 · Telefon (0202) 40 43 25 · Telefax (0202) 40 43 91

Sprays für den Elektronik-Bereich





REICHELT

ELEKTRONIK
DER SCHNELLE FACHVERSAND

MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN

TRANSISTOREN

TRANSISTOREN

BC BC

BD BD

BF BUX

107A 0.28 416A 0.18

242B 0.69

UA 78..

107B 0.29 416B 0.15

242C 0.73

3086 DIL 1.15

108A 0.30 416C 0.19

901 1.10 857 0.93

3088 DIL 4.95

108B 0.29 516 0.24

902 1.10 858 0.72

3089 DIL 2.75

108C 0.30 517 0.27

905 0.95 859 0.97

3090 DIL 3.10

109B 0.31 546A 0.07

906 0.94 869 0.54

3094 DIP 2.65

907 0.98 870 0.54

908 0.98 870 0.54

3096 DIL 1.95

909 1.00 871 0.53

910 1.00 871 0.53

3100 DIP 4.20

911 1.00 871 0.53

912 1.15 871 0.53

3127 DIL 6.85

913 0.99 871 0.53

914 1.40 871 0.53

3130 DIP 2.35

915 0.99 871 0.53

916 1.40 871 0.53

3140 DIP 1.40

917 0.99 871 0.53

918 1.40 871 0.53

3140 TO 3.40

919 0.99 871 0.53

920 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

921 0.99 871 0.53

922 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

923 0.99 871 0.53

924 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

925 0.99 871 0.53

926 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

927 0.99 871 0.53

928 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

929 0.99 871 0.53

930 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

931 0.99 871 0.53

932 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

933 0.99 871 0.53

934 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

935 0.99 871 0.53

936 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

937 0.99 871 0.53

938 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

939 0.99 871 0.53

940 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

941 0.99 871 0.53

942 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

943 0.99 871 0.53

944 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

945 0.99 871 0.53

946 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

947 0.99 871 0.53

948 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

949 0.99 871 0.53

950 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

951 0.99 871 0.53

952 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

953 0.99 871 0.53

954 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

955 0.99 871 0.53

956 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

957 0.99 871 0.53

958 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

959 0.99 871 0.53

960 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

961 0.99 871 0.53

962 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

963 0.99 871 0.53

964 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

965 0.99 871 0.53

966 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

967 0.99 871 0.53

968 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

969 0.99 871 0.53

970 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

971 0.99 871 0.53

972 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

973 0.99 871 0.53

974 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

975 0.99 871 0.53

976 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

977 0.99 871 0.53

978 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

979 0.99 871 0.53

980 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

981 0.99 871 0.53

982 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

983 0.99 871 0.53

984 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

985 0.99 871 0.53

986 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

987 0.99 871 0.53

988 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

989 0.99 871 0.53

990 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

991 0.99 871 0.53

992 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

993 0.99 871 0.53

994 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

995 0.99 871 0.53

996 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

997 0.99 871 0.53

998 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

999 0.99 871 0.53

1000 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1001 0.99 871 0.53

1002 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1003 0.99 871 0.53

1004 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1005 0.99 871 0.53

1006 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1007 0.99 871 0.53

1008 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1009 0.99 871 0.53

1010 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1011 0.99 871 0.53

1012 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1013 0.99 871 0.53

1014 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1015 0.99 871 0.53

1016 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1017 0.99 871 0.53

1018 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1019 0.99 871 0.53

1020 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1021 0.99 871 0.53

1022 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1023 0.99 871 0.53

1024 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1025 0.99 871 0.53

1026 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1027 0.99 871 0.53

1028 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1029 0.99 871 0.53

1030 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1031 0.99 871 0.53

1032 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1033 0.99 871 0.53

1034 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1035 0.99 871 0.53

1036 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1037 0.99 871 0.53

1038 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1039 0.99 871 0.53

1040 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1041 0.99 871 0.53

1042 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1043 0.99 871 0.53

1044 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1045 0.99 871 0.53

1046 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1047 0.99 871 0.53

1048 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1049 0.99 871 0.53

1050 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1051 0.99 871 0.53

1052 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1053 0.99 871 0.53

1054 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1055 0.99 871 0.53

1056 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1057 0.99 871 0.53

1058 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

1059 0.99 871 0.53

1060 1.10 871 0.53

3140 TO 3.40

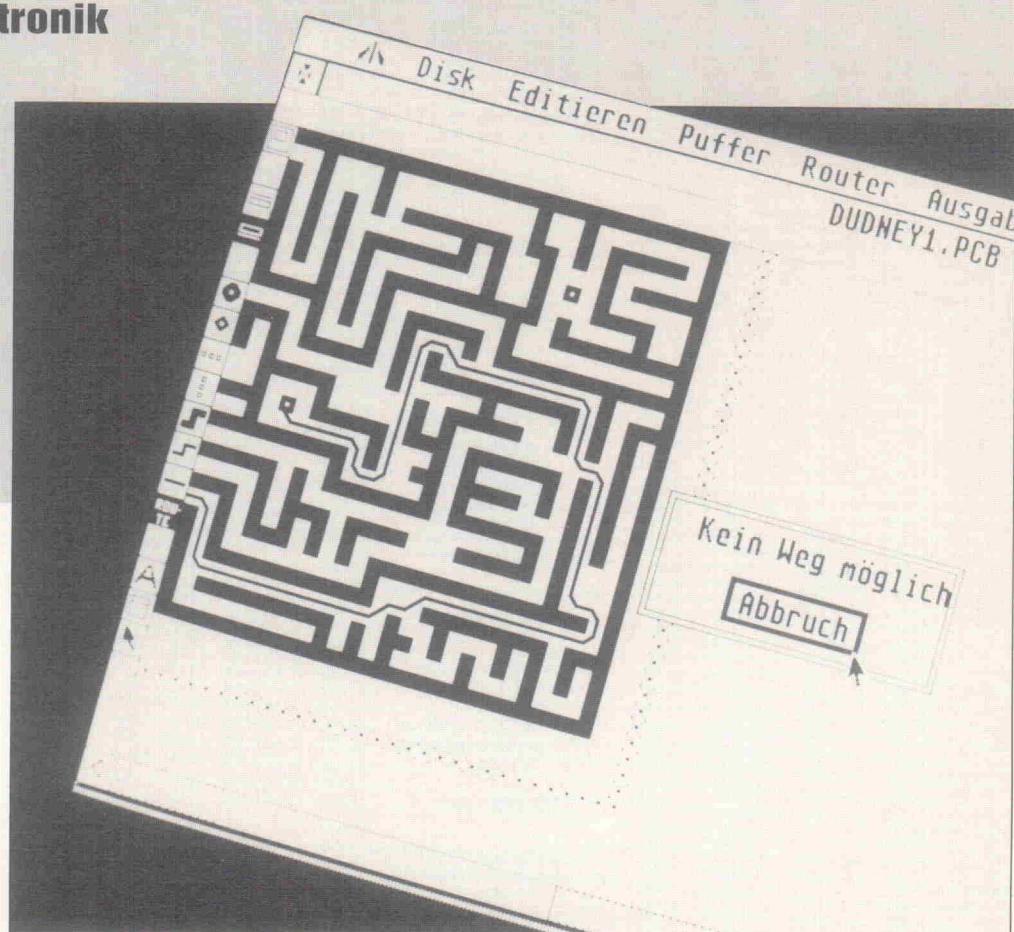
Schaltplan, Layout & Co(mputer)

CAD für die Elektronik

CAD

Lorenz Drews
Peter Nonhoff

Mit der zunehmenden Komplexität elektronischer Schaltungen wird auch der Entwurf von Schaltplänen und Leiterplattenlayouts als Grundlage moderner Geräteentwicklung immer schwieriger. Nur professionell arbeitende Layouter mit langjähriger Praxiserfahrung sind in der Lage, auch ein umfangreiches Projekt wie zum Beispiel eine PC-Meßkarte aus dem Kopf und von Hand in Multilayer-Technologie zu entflechten. Solch bewundernswerte Fähigkeiten müssen natürlich entsprechend honoriert werden. Während jedoch die Lohnkosten weiter ansteigen, sinken die Preise für CAD-Software-Systeme.



Deswegen versprechen sich immer mehr Herstellerfirmen und Entwickler eine Einsparung von Zeit und Kosten, wenn sie sich eine speziell auf den Elektronik-Bereich zugeschnittene Software zulegen. Wer aber glaubt, mit einem CAD-System nur noch einige Tasten drücken zu müssen, um zum fertigen Layout zu kommen, liegt falsch: Die Hauptarbeit liegt nach wie vor beim Entwickler. Viele Programme bieten jedoch eine mächtige Hilfestellung. Der Computer ersetzt nicht nur Papier, Bleistift und Klebematerial, sondern automatisiert einige zeitaufwendige Arbeitsschritte.

Selbst auf dem unteren und mittleren Preisniveau gibt es durchaus Systeme, mit denen sich effektiv arbeiten lässt. Nach einem kurzen Blick in ein solches CAD-System wird aber schnell klar: Zunächst muß viel Zeit und Arbeit investiert werden, um sich innerhalb des Programms zurechtzufinden.

Komfort ist gefragt

Je höher die Bedienungsfreundlichkeit eines CAD-Systems, desto geringer die Einarbeitungszeit. Kein Layoutsystem kommt mehr ohne Mausbedienung aus. Einige Programme bieten zwar die Möglichkeit, sämtliche Features über die Tastatur zu steuern, doch um den Bedienungskomfort voll auszuschöpfen, kommt niemand um die Verwendung einer Maus oder eines Grafiktablets herum. Wenn aber schon mit einer Maus gearbeitet wird, dann sollten die Befehle in den Menüs so angeordnet sein, daß man niemals mehr als zwei oder drei 'Mausclicks' vom gewünschten Menüpunkt entfernt ist. Muß sich der Anwender erst durch tief verschachtelte Menüs durchhangeln, verliert er schnell die Orientierung. Überhaupt sollte die Benutzeroberfläche neben Maussteuerung, Menüführung und Fenstertechnik generell einige Forderungen erfüllen:

- Eine Informationszeile, die stets den momentanen Entwurfsstatus einblendet, aus dem hervorgeht, wie die gerade bearbeitete Zeichnung heißt, welcher Maßstab aktiv ist und welches Bauteil modifiziert wird, erleichtert die Arbeit erheblich.

- Auch die aktuellen Cursor-Koordinaten oder die aktuell bearbeitete Ebene (Layer) sind von Interesse.

- Fehlermeldungen müssen klar und auf Wunsch mit Zusatzinformationen angegeben werden.

- Erklärende Online-Hilfstexte zu allen Funktionen helfen dann, wenn man mal nicht weiter weiß: 'Ja, wie war das noch ... Wie verschiebe ich das Bauteil?' Sie sollten während der Arbeit am Gerät direkt zur Verfügung stehen. Damit entfällt ein lästiges und oft zeitaufwendiges Suchen in den Handbüchern.

- Alle Befehle müssen über die

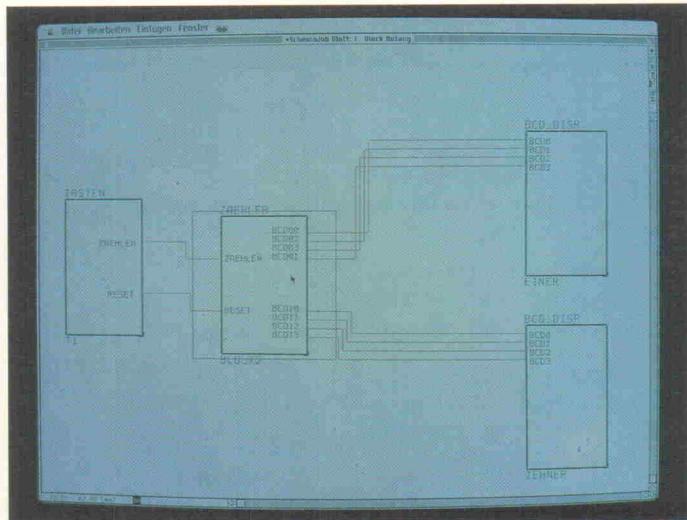


Bild 1. Blockschaltbild eines Stromlaufplanes. Auch bidirektionale Netze können definiert werden.

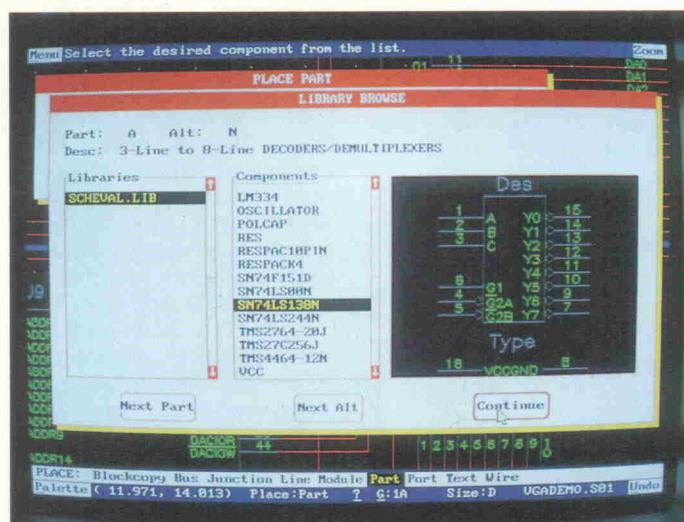
Bild 2. Komfortable Bibliothek: Jedes Bauteil erscheint nicht nur mit seiner Typenbezeichnung, auch das entsprechende Schaltsymbol ist dargestellt.

Tastatur oder über die Maus erreichbar sein.

Die meisten CAD-Systeme bestehen aus drei Teilen: einem Modul zum Erstellen des Stromlaufplans, einem weiteren zur Layoutherstellung und schließlich einer Bauteil-Bibliothek mit Editermöglichkeit. Handelt es sich auch meist um drei eigenständige Programme, so sorgt eine gemeinsame Bedienungsführung aller Module für ein reibungsloses Arbeiten. Die Programme sind meist auch einzeln erhältlich, denn manche Anwendungen erfordern keine Komplettlösung, sondern nur einen reinen Schalplanzeichner oder ein Layoutprogramm mit oder ohne Autorouter.

Der Stromlaufplan

Als erster Schritt bei der Leiterplattenentwicklung muß ein Stromlaufplan erstellt werden. Er bildet die Grundlage für den gesamten weiteren Arbeitsablauf eines Projektes. Dieser Arbeitsgang muß so einfach gestaltet sein, daß der Schaltungsentwickler in der Lage ist, über effektive Zeichenbefehle im Dialog mit dem Computer schnell zu einem fertigen Schalplan zu gelangen. Das soll möglichst in derselben Zeit geschehen, in der er sonst mit Bleistift und Papier zum gleichen Ergebnis gekommen wäre.



Es gelingt nur, wenn Schaltungssymbole und Texte beliebig gedreht, gespiegelt, verschoben und dupliziert werden können.

Beim Entwurf einer sehr komplexen Schaltung ist es eine große Hilfe, wenn man mit hierarchischen Blöcken arbeiten kann. Dabei verbinden die definierten Blocksymbole die einzelnen Funktionsgruppen wie beispielsweise Zähler, Taster oder Display zunächst zu einem übersichtlichen Blockschaltbild (Bild 1). Dann öffnet man beispielsweise das Symbol für den Zähler und entwirft den zählerinternen Schaltpunkt. Ist diese Baugruppe soweit fertig, wendet man sich der nächsten zu und hängt sich so Schritt für Schritt durch die komplette Schaltung. Natürlich sind auch Unterblöcke in Blöcken zugelassen. Dieses Verfahren gestattet eine gut strukturierte Arbeitsweise und erhöht die Übersichtlichkeit.

Eine weitere Hilfe ist die unbemerkt im Hintergrund ablaufende automatische Beschriftung

und Durchnumerierung von Bauteilen. Das 'Wie' und 'Wo' bestimmt der Anwender. Der Computer würde zwar selbst eine freie Fläche finden, aber nicht erkennen, ob die gewählte Plazierung sinnvoll und übersichtlich ist. Es ist wichtig, daß die Kennzeichnung eines Bauteils eindeutig dem Bauteil zuzuordnen ist.

richtung von Unterbibliotheken für verschiedene Bauteilgruppen verhelfen zu einer besseren Übersicht.

Wenn während der Auswahl eines Symbols aus dem Katalog auch noch dessen Schaltbild auf dem Bildschirm erscheint, dann könnte mancher das für Luxus halten. Aber mal ehrlich: Wer weiß schon von einem SN 74 LS 138, daß dieser Baustein einen schnellen 3-zu-8-Decoder/Demultiplexer mit drei Freigabeeingängen enthält, und wie das Schaltungssymbol dazu – und zwar abhängig von der momentan gewählten Notation des Bauteils, die ebenfalls einstellbar sein sollte (Standard, IEEE, DeMorgan) – aussieht (Bild 2)? In einer Bücherei weiß man auch erst dann, um was es sich bei einem Katalogtitel handelt, wenn man das entsprechende Buch in den Händen hält.

Firmen, in denen mehrere CAD-Arbeitsplätze auf eine zentrale Bibliothek zugreifen, benutzen vielfach firmenspezifische Modifikationen von Bauteilen oder möchten zumindest zusätzlich eigene Eintragungen an Bauteilsymbolen vornehmen können. Hier hilft der Bibliotheks-Editor weiter, der es gestattet, nachträgliche Modifika-

Der Autor



Loren Drews (29) ist Mitarbeiter in der Technik- und Supportabteilung für NeXT-Computer der Firma d'Art in Kiel. Schon immer waren Computer sein Hauptinteressengebiet. Das Mineralogiestudium erforderte es, daß er sich häufig in neue verschiedenenartige Programme einarbeiten mußte. Die Palette reicht von Textverarbeitungen, Pascal- und C-Compilern über Datenbanken und DTP bis hin zu Zeichen- und Konstruktionsystemen.

Apropos Bibliotheken

In einer Bibliothek hofft jeder das zu finden, was er gerade sucht. Nicht anders ist es mit den Bibliotheken eines CAD-Systems. Die Qualität eines solchen Systems steht und fällt mit seiner Bedienungsfreundlichkeit und dem Umfang der angebotenen Bibliotheken. Die Ein-

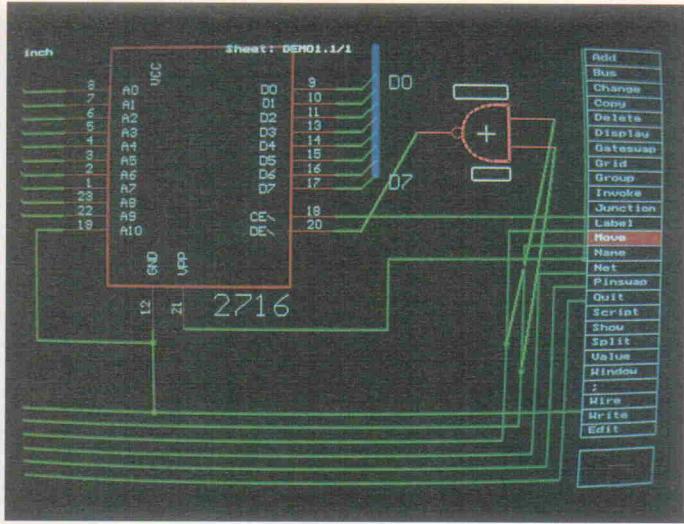


Bild 3. Während des Verschiebens eines Schaltsymbols werden die Signalleitungen wie Gummibänder mitgeführt, um an Hand der Zahl der Überkreuzungen und der Länge der Signalleitungen eine Entscheidung über die bestmögliche Plazierung treffen zu können.

gung des neuen Standortes die bestehenden Verbindungen wieder schön im rechten Winkel. Bei den meisten Programmen muß der 'Zeichner' diese Aufgabe selbst in die Hand nehmen.

Die Netzliste

So gut ein erstellter Schaltplan für einen Elektroniker lesbar ist: Ein Computer kann mit der Grafik nichts anfangen. Daher generiert das CAD-System – auf Wunsch auch automatisch – aus dem Stromlaufplan die sogenannte Verbindungs- oder Netzliste. Sie dient dem Rechner als Grundlage für alle weiteren Schritte des Projektes. Sämtliche Verbindungen oder Symbole, die anschließend gezeichnet werden und nicht der Netzliste entsprechen, quittiert der Rechner mit einer Fehlermeldung. Ist also der Stromlaufplan korrekt, kann eigentlich nichts mehr schiefgehen. Eine Netzliste liest sich dann zum Beispiel so:

```
:Component List
[R1,AXIAL0,3,470K]
[R3,AXIAL0,3,10K]
[U10,DIP8,LM741]
[U11,DIP8,LM741]
:Net List
(
N00001,10,10,10,SIGNAL
R1{470K},2
R3{10K},2
U10{LM741},2{-INPUT}
)
(
N00002,10,10,10,SIGNAL
R1{470K},1
U11{LM741},3{+INPUT}
)
```

Im oberen Teil sind die einzelnen Komponenten der Schaltung in eckigen Klammern aufgelistet. Darunter folgt die eigentliche Verbindungsliste, die sich wie folgt liest: Als erstes (N00001) sollen Signal-

leitungen zwischen Pin 2 des 470-kΩ-Widerstands R1, Pin 2 von R2 und dem nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers U10 (Pin 2) verlegt werden. Die nächste Signalleitung (N00002) befindet sich zwischen Pin 1 von R1 und Pin 3 von U11.

Wer auf einen computerunterstützten Entwurf des Stromlaufplans verzichten will, kann die Netzliste mit Hilfe eines speziellen Editors auch direkt über die Tastatur manuell eingeben. Dabei erleichtern mehrere Hilfsmenüs die Erfassung.

Leiterplattendesign

Vorbei sind die Zeiten, in denen der Layouter mit selbstklebenden Symbolen für Lötaugen und Leiterbahnen hantieren mußte. Auch die immer weiter zunehmende Dichte der zu platzierenden Bauteile und deren Verbindungen sowie die immer größere Verbreitung von mehrlagigen Platten (Multilayer) haben die manuelle Layout-Erstellung fast unmöglich gemacht. Dementsprechend gut dotiert sind die Leistungen der professionellen Layouter, denen bisher noch kein Computerprogramm gewachsen ist.

Auch für den Layout-Teil eines CAD-Systems stehen Symbolbibliotheken zur Verfügung, so daß man vor allem kompliziertere Komponenten nicht für jede Platine neu erstellen muß. Da der Ausgangspunkt für die Bauteilplazierung die bereits erstellte Netzliste ist, werden zahlreiche Fehlermöglichkeiten ausgeschaltet. So ist es unmöglich, Bauteile zu platzieren oder Verbindungen zu zeichnen, die nicht in der Netzliste aufgeführt sind, ohne daß das Programm eine Fehlermeldung ausgibt.

Viele Layoutprogramme gestatten die Übernahme fremder Netzlisten. Jedoch ist das nicht so leicht zu realisieren, wie es in den meisten Handbüchern steht. Grundvoraussetzung hierfür ist, daß beide Programme die gleiche Sprache sprechen und über den gleichen Wortschatz verfügen – wie im richtigen Leben! Taucht beispielsweise in der Netzliste des Schaltplans besagter LM 741 auf, so muß dieses Bauteil natürlich ebenfalls in der Bibliothek des Layoutprogramms – vor allem auch unter der gleichen Bezeichnung – zu finden sein, denn sonst weiß dieses

nicht, welches Pinout der OP hat.

Bitte Platz nehmen

Es ist einleuchtend, daß eine gute Plazierung der Bauteile ausschlaggebend für den Erfolg der anschließenden Entflechtung ist. Eine Bauteilplazierung ist günstig, wenn die Summe aller Leitungswege kurz und damit die durch Kupfer belegte Fläche klein ist. Weiterhin sollte die Platine möglichst gleichmäßig von den Kupferbahnen belegt sein, weil dann die Wahrscheinlichkeit größer ist, daß keine unlösbarer Entflechtungsgapse entstehen. Für die Positionierung der Bauteile gibt es drei verschiedene Möglichkeiten:

- vollständige manuelle Plazierung am Bildschirm,
- Vorplatzierung von kritischen Bauteilen; die Software übernimmt die Positionierung der übrigen Komponenten,
- automatisch durchgeföhrte Plazierung durch das System mit der Option, nachträglich noch beliebige Änderungen vorzunehmen.

Wichtige Bauteile wie Stecker und Bedienelemente, die nicht zwischen IC-Reihen landen sollen, werden von Hand vorplaziert und als fixiert definiert. Weiter kann man Flächen definieren – wie zum Beispiel unter einem Kühlkörper –, die für Bauteile und Leiterbahnen gesperrt sind. Es gibt spezielle Probleme, mit denen man einem Auto-Placer lieber nicht belasten sollte. Ordnet man einen DC/DC-Wandler direkt neben einem AD-Wandler-Baustein an, so kann das für die Funktionstüchtigkeit der Schaltung verheerende Folgen haben. Auch mit Hochfrequenz- und Analogbauteilen (symmetrischer Aufbau einer Endstufe) ist ein Auto-Placer hoffnungslos überfordert.

Eine große Hilfe ist es aber, wenn die Positionierung der restlichen, unkritischen Bauteile automatisch unter Einhaltung der Netzliste abläuft. Da die Bauteile innerhalb eines Rasters plaziert werden, ist die mögliche Bauteildichte der Platine direkt von dessen Voreinstellung abhängig. CAD-Systeme, die im kleinsten Raster eine Plazierung im Abstand von minimal 1/20 Zoll zulassen, genügen kaum den heutigen Ansprüchen.

Tektronix® direkt

High Tech
ohne Lieferzeiten

Exklusiv über **Tektronix direkt** können Sie ab sofort zwei völlig neue 3½-stellige Digital-Multimeter bestellen. Die äußerst günstigen Geräte in bewährter Tek-Qualität verfügen beide über Digital- und Analog-Anzeige. Daten- und Offsetspeicher erleichtern die Signalanalyse. Die stoßsicheren und sehr robusten Geräte besitzen eine automatische Bereichsumschaltung und eine Abschaltautomatik.

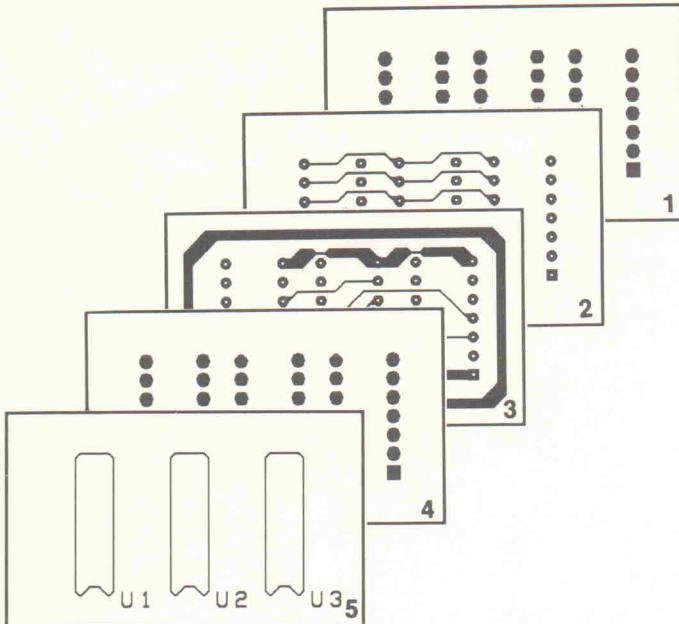


Bild 4. Selbst für eine einfache doppelseitige Leiterplatte benötigt man fünf Layer: Lötstopfdruck für die Lötsseite (1), Kupfer-Layer der Lötsseite (2), Kupfer-Layer der Bestückungsseite (3), Lötstopfmaske der Bestückungsseite (4) und Bestückungs- oder Servicedruck (5).

Es kann auch vorkommen, daß bei der Positionierung ein Baustein gegen einen pinkompatiblen oder einen vollkommen anderen ausgetauscht werden muß, weil das gewünschte Bauelement nicht mehr erhältlich ist oder aber ein aktuelleres Bauteil auf dem Markt ist, das die Eigenschaften der Schaltung verbessert. Damit es bei einem solchen Wechsel nicht zur Inkonsistenz zwischen Schaltplan und Layout kommt, gibt es die 'Back Annotation'

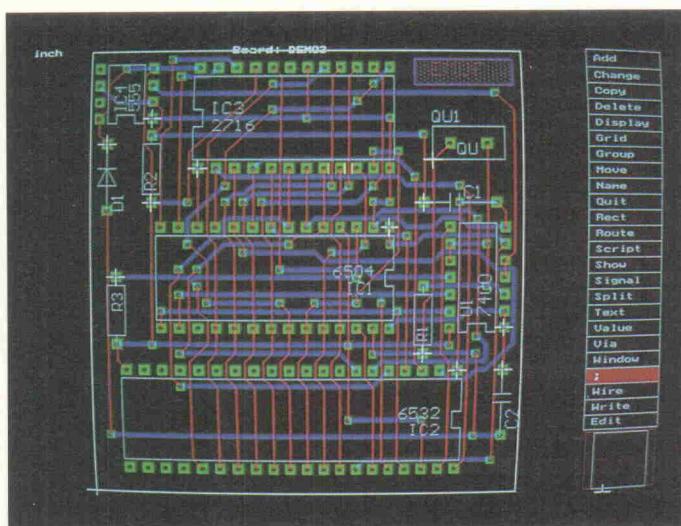


Bild 5. Viele Farben zur besseren Übersicht:
blau = Lötsseite,
rot = Bestückungsseite,
grün = Pads und Vias (kleiner),
weiß = Bestückungsdruck.

(Rück-Anmerkung) für die automatische Rückmeldung aller Änderungen an die Netzliste, die ja auch in Verbindung zum Stromlaufplan steht.

Viel hilft viel

Der Entwurf eines Layouts spielt sich auf mehreren Arbeitsebenen ab. Leistungsfähige Systeme stellen bis zu 256 Ebenen (Layer) zur Verfügung. Diese Anzahl hat durchaus ihre Be-



DM 250

DM 195,- + MwSt.
(inkl. MwSt. DM 222,-)

Das wassergeschützte DM 250 ist für Gleich- und Wechselspannung sowie -strom geeignet. Widerstandsmessungen sowie Dioden- und Durchgangstest lassen sich mit dem DM 250 einfach durchführen.



DM 280

DM 220,- + MwSt.
(inkl. MwSt. DM 251,-)

Das DM 280 verfügt über den gesamten Meßkomfort des DM 250 – ist allerdings nicht wassergeschützt. Dafür bietet das Gerät zusätzlich 3 Frequenzmeßbereiche bis 200 kHz und 5 Kapazitätsmeßbereiche bis 20 µF.

Rufen Sie uns an.
Selbstverständlich zum Nulltarif.

Tektronix®
COMMITTED TO EXCELLENCE

Tektronix direkt

Sedanstraße 13–17, 5000 Köln 1

0130/5211

Anfragen und Bestellungen zum Nulltarif

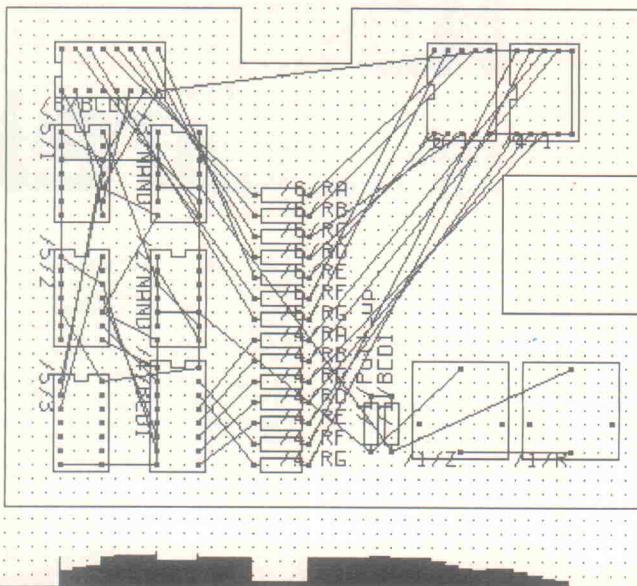


Bild 6. Dort, wo die Widerstände liegen und kaum von Signalleitungen gekreuzt werden, herrscht eine geringe Dichte der Verbindungen – zu erkennen am unteren Bildschirmrand in dem Sprung der Häufigkeitsverteilung.

rechigung, wenn man bedenkt, daß selbst eine einfache doppelseitige Leiterplatte schon fünf Layer erfordert (Bild 4):

- Lötstoppdruck für die Lötseite
- Kupfer-Layer der Lötseite
- Kupfer-Layer der Bestückungsseite
- Lötstoppmaske der Bestückungsseite
- Bestückungs- oder Service- druck

Am einfachsten stellt man sich die Layer als einzelne, übereinandergelegte, durchsichtige Folien vor, von denen wahlweise alle oder nur einige bestimmte auf dem Bildschirm erscheinen. Außer den physikalischen Ebenen der Leiterplatte können in einigen Layern firmeninterne Ergänzungen zu einzelnen Bauteilen oder aber eine – in mehreren Sprachen abgefaßte – Beschriftung abgelegt sein. Bei der Drucker- oder Plotterausgabe der Leiterplatte brauchen nur die entsprechenden Layer angegeben zu werden, und die Beschriftung der fertigen Leiterplatte erscheint in der gewünschten Sprache.

Den einzelnen Lagen sind auf dem Bildschirm unterschiedliche, je nach Programm mehr oder weniger ausgesuchte Farben zugeteilt, so daß sich die Elemente der verschiedenen Ebenen besser unterscheiden lassen (Bild 5). Bei manchen CAD-Entwicklungen jedoch wird man das Gefühl nicht los, daß das Programm – nur um einem gewissen van Gogh zu imponieren – mehr Wert auf eine ansprechende Farbgebung als auf eine komfortable Bedienung ihrer Software legt.

sen einige beachtliche Forderungen gestellt werden:

- Nach Beendigung der Plazierung sollte die Dichte der Verbindungen auf der Platine konstant sein, um nicht unnötig dünne Leiterbahnen verlegen zu müssen. Einige Programme blenden dazu ein Histogramm ein, das die Häufigkeitsverteilung der Verbindungen auf der Platine zeigt (Bild 6).

Die Zahl der Leitungskreuzungen muß minimal sein, um auch die Anzahl der Durchkontakteierungen möglichst gering halten zu können, da diese Anzahl einen großen Einfluß auf die Fertigungskosten hat.

- Ebenso sollten auch die Verbindungslängen so kurz wie möglich sein.
- Der Anwender sollte jederzeit zwischen manueller und automatischer Plazierung umschalten können.
- Das CAD-Programm muß selbständig darauf achten, daß alle Bauteile der Netzliste positioniert wurden; auch illegale Doppelplazierungen ein und desselben Bausteins müssen erkannt werden.

Design nach Regeln

Noch während der Bauteil-Plazierung, also online, kann eine automatische Überprüfung des physikalischen Layouts hin-

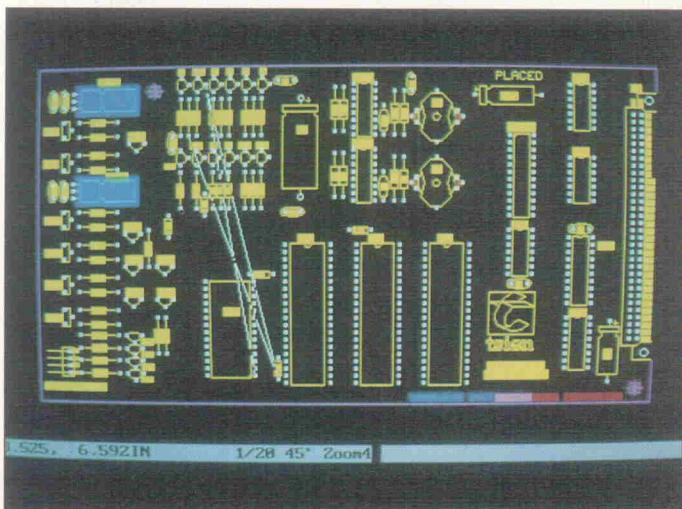
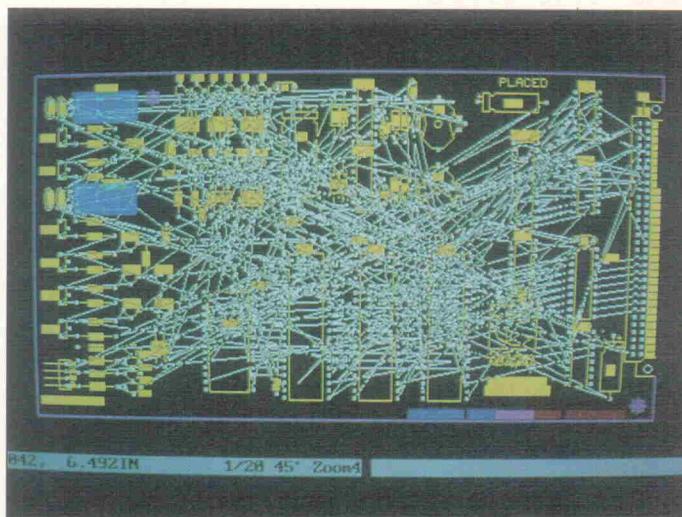


Bild 7a, b. Alle logischen Verbindungen (Gummibänder) sind zwischen den einzelnen Bauteilen eingezeichnet. Um beim manuellen Routen nicht das Netz oder die Übersicht zu verlieren, werden die Netze einzeln eingebettet (Bild 7b) und nach und nach geroutet.

Glossary

Auto-Placer	CAD-Software-Modul zur automatischen Plazierung von Bauelementen auf der Platine
Autorouter	CAD-Software, die zwischen plazierten und bereits logisch verknüpften Bauteilen Leiterbahnen verlegt. Dabei werden die Design Rules wie Leiterbahnbreite, Mindestabstand zwischen Signalen, Pad-Durchmesser und ähnliches berücksichtigt
Back-Annotation	Rück-Anmerkung, automatische Rückmeldung aller im Platinenlayout gemachten Änderungen an die Netzliste
CAD	Computer Aided Design, vom Computer unterstützte Entwurfsverfahren
Design Rules	Entwurfsregeln, nach denen ein Design Rule Check die Platine analysiert, wie beispielsweise: Mindestabstand zwischen Signalleitungen, Leiterbahnbreite und Pad-Durchmesser
DRC	Design Rule Check, prüft einen Leiterplattenentwurf auf geometrische Fehler
ERC	Electrical-Rule-Check, prüft einen Leiterplattenentwurf auf logische Fehler
Layer	Bildschirmebene eines Schaltplans oder Layouts in einem CAD-System; Kupferlage einer gefertigten Platine
Multilayer	Mehrlagige Platine
Pad	Lötpunkt
Panning	Automatische Verschiebung des Bildschirmausschnitts, sobald man den Cursor gegen den Bildschirmrand (und darüber hinaus) bewegt
PCB	Printed Circuit Board, Platine
PostScript	Programmiersprache für grafische Anwendungen, um einen PostScript-fähigen Laserdrucker mit einer Vielzahl von Informationen zu versorgen
Ratsnest	Anzeige der Gummibänder beziehungsweise der Luftlinien zwischen den einzelnen Bauelementen einer Platine oder den Schaltsymbolen eines Schaltplans
RipUp/Reroute-Algorithmus	Entfernen von bereits gelegten Leiterbahnen in Platinenbereichen mit hoher Bahndichte und das Neu routes dieser Bereiche
Route-Algorithmus	Richtlinien, nach denen der Autorouter eine Leiterplatte entflechtet
Track	Leiterbahn
VIA	Durchkontaktierung zur elektrischen Verbindung von Leiterbahnen, die auf unterschiedlichen Ebenen (Layer) verlaufen

- Leiterbahn/Bauteil mit fehlendem elektrischen Anschluß
- Überlappung von Signalen (Kurzschluß)
- Mindest- und Maximaldurchmesser der Pads
- Mindest- und Maximaldurchmesser der Bohrungen.
- Restkupfer der Pads nach dem Bohren
- Elemente, die außerhalb des eingestellten Rasters liegen
- Zusätzlich können den verschiedenen Leiterbahnebenen bestimmte Eigenschaften zugewiesen werden:
- Leiterbahnen sollen überwiegend in x- beziehungsweise y-Richtung laufen.
- Eine Ebene ist eine 'Ground'- beziehungsweise 'V_{CC}'-Ebene.
- Eine Ebene soll nicht in eine Überprüfung mit einbezogen werden. Logische Fehler erkennt ein Design Rule Check nicht. Es gibt jedoch Programme, die den sogenannten Electrical Rule Check (ERC) durchführen. Aber darauf weiter einzugehen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Das Flechtwerk

Sind alle Bauteile plaziert, folgt die Entflechtung der Schaltung, die bisher noch wie das Werk einer orientierungslosen Spinne aussieht. Dieser Arbeitsvorgang ist der zeitintensivste Teil bei der Erstellung einer Leiterplatte. Bevor es vom Computer unterstützte Designmethoden gab, klebten die Layouter die Leiterbahnen rein von Hand. Aber schon sehr früh dachte man über eine vollautomatische Generierung des Layouts nach. Seit etwa drei Jahrzehnten werden Computer mit zunehmendem Erfolg eingesetzt, dem Menschen die Wegfindung durch einen Autorouter abzunehmen.

Der Entflechtungsvorgang, den ein Router unterstützen soll, setzt die Gummibänder – die logischen Verbindungen – in physikalische Leiterbahnen um. Dieser Vorgang kann sowohl rein manuell, interaktiv – also im Dialog mit dem Computer – oder vollautomatisch erfolgen, wobei das CAD-Programm die Verlegung der Leiterbahnen bestimmt. Am sinnvollsten ist auf jeden Fall eine Kombination aller Möglichkeiten. Wichtige

sichtlich der Einhaltung bestimmter Entwurfsregeln (Design Rules) erfolgen. Da diese Regeln für jedes Layout anders aussehen, müssen sie zu Beginn der Arbeit einmal definiert werden. On line ablaufende Routinen verlangen allerdings hohe Rechenzeiten, so daß der Design Rule Check (DRC), wenn er nicht gut programmiert ist oder die Hardware den Anforderungen nicht gewachsen ist, erst nach der Fertigstellung des

Layouts durchgeführt werden sollte (offline). Hinzu kommt, daß dem eigentlichen Rout-Vorgang, also dem (automatischen) Verlegen der Leiterbahnen noch Optimierungsläufe folgen. Die Entwurfsregeln, nach denen ein DRC die Platine analysiert, berücksichtigen unter anderem, folgende Punkte:

- Mindestabstand zwischen Signalen
- Mindest- und Maximalbreite der Leiterbahnen



Der direkte Draht:

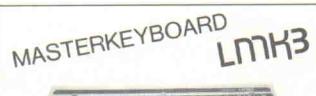
**Tel.: (05 11)
5 47 47-0**

**Technische Anfragen:
mittwochs**

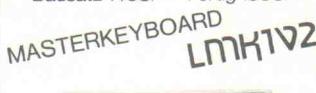
**10.00 bis 12.30 Uhr
und**

13.00 bis 15.00 Uhr

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



88/76 Piano-Feeling-Tasten, 8 Splitzonen, 2 Räder, 3 Regler, After-Touch, 64 Presets, 32 Dynamik-Kennlinien Start/Stop/Clock, Park. Bausatz 1458.- Fertig 1998.-



61/76 88 Tasten, 4 Splitzonen, 1 Rad, 8 Dynamik-Kennlinien Start/Stop/Continue Bausatz 698.-/1048.-/1048.- Fertig 998.-/1398.-/1398.-



16-stimmig, 8-facher Multi-Mode, 99 Sounds, 30 gespeiste Rhythmusinstrumente, 16 Bit Bausatz 398.-/428.- Fertig 448.-/498.- (ohne/mit Gehäuse)



4 MIDI-In, 2 MIDI-Out, 2 Betriebsarten: 4-in-1/2 x 2-in-1 Aktiv/Mode/Power-LED, Park. Gesamt-Info DM 2.- in Briefmarken Preise ohne Netzteile, zuzügl. Versandkosten, Versand per UPS-Nachnahme Kein Ladenverkauf, Vorführung und Abholung nur nach Vereinbarung



Bahnen werden per Hand vorgeroutet, den Rest übernimmt – hoffentlich – der Rechner.

Manuell ...

Beim manuellen Routen unterscheidet man wiederum zwei Arten. Die eine: Anfangspunkt auswählen, Endpunkt auswählen; der Computer sucht sich streng nach den Gesetzen des Routers unter Einhaltung der vorgegebenen Leiterbahndicke, des eingestellten Rasters und der angewählten Ebene seinen Weg. Für kleine Platinen mag das ausreichen, es kommt aber schnell die Grenze, die den Entwickler mit einer Fehlermeldung 'Kein Weg möglich' auf den Boden der Tatsachen zurückholt.

In diesem Fall verspricht eine zweite Möglichkeit den größeren Erfolg. Sie ist jedoch arbeitsintensiver, da es sich hier um reinstes manuelles Routen handelt. Nach Anklicken des Ausgangspunkts folgt die Leiterbahn der Cursorbewegung, bis der Zielpunkt erreicht ist. Leiterbahnbreite und Platinenebene lassen sich an jeder beliebigen Stelle wechseln, was die erstbeschriebene Methode in der Regel nicht erlaubt.

Grundsätzlich ist es möglich, andere Verbindungen herzustellen als die, die in der Netzliste vereinbart sind. Aber spätestens beim abschließenden Design Rule Check (DRC), besser aber noch online während des Routens, erscheinen auf dem Bildschirm entsprechende Fehlermeldungen. Bei einem Wechsel der Platinenseite setzt die Software automatisch eine Durchkontaktierung (Via) oder entfernt sie im Bedarfsfall wieder.

Eine große Hilfe beim manuellen Routen ist der 'Light Net'-Befehl, bei dem sich alle zu einem Netz gehörenden Verbindungen optisch abheben. So läßt sich nach und nach Netz für Netz routen (Bild 7). Das manuelle Routen ist noch sehr stark an das normale Kleben eines Layouts angelehnt. Der Computer erleichtert nur das manuelle Arbeiten und kann Vorschläge für einzelne Leiterbahnwege unterbreiten.

... und automatisch

Autorouter heißt das Zauberwort auf dem CAD-Markt. Aber nur weil ein CAD-System einen Autorouter beinhaltet, heißt das noch lange nicht, daß

Routiniert

Um den beträchtlichen Personalaufwand bei der Leiterplattenentflechtung zu verringern, dachte man schon sehr früh über eine vollautomatische Generierung des Layouts nach. Seit etwa drei Jahrzehnten werden Computer eingesetzt, um dem Menschen die Wegfindung durch 'Autorouter' abzunehmen. Dabei bedient man sich vorwiegend des sogenannten Lee-Algorithmus, der jedoch mit der Zeit eine Menge Erweiterungen erfahren hat.

Vielleicht bekam Lee die Idee zu einem der ersten Entflechtungs-Algorithmen für Leiterplatten bei einem Spaziergang in Chevening in der Grafschaft Kent, England. Dort befindet sich der erste zusammenhängende Hecken-Irrgarten, angelegt in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts. Beim Lee-Algorithmus wird die gesamte zur Verfügung stehende Fläche der Leiterplatte in Quadrate gleicher Größe eingeteilt.

Durch diese fest vorgegebenen Rasterquadrate, der Routing-Matrix, sind jedoch keine variablen Leiterbahnbreiten und variable Mindestabstände zwischen den Leiterbahnen möglich, so daß die gegebenen Entwurfsregeln (Design Rules) innerhalb einer Ebene automatisch eingehalten werden.

Die einzelnen Quadrate werden in zwei Gruppen aufgeteilt: Zellen, die für eine zu verlegende Leiterbahn zur Verfügung stehen, und Zellen, welche bereits durch Bauteile, Sperrzonen und andere Leiterbahnen belegt sind. Natürlich gehören hierzu auch der Platinenrand und eventuelle Bohrungen.

bei der Leiterplattenherstellung automatisch Zeit eingespart wird. Da ein schlechter Autorouter auch die Leiterbahnen schlecht verlegt, vergrößert sich die notwendige Nacharbeitszeit sehr schnell. Dieses wird deutlich, wenn man eine vom Autorouter nicht komplett durchgeföhrte Entflechtung selbst abschließen muß. Oft ist es so, daß der Autorouter bereits alle möglichen Wege blockiert hat. Dann ist es nahezu unmöglich, das Layout zu vervollständigen, ohne eine Vielzahl von bereits verlegten Bahnen aufzubrechen und umzulegen.

Zellen, die einer zu verlegenden Leiterbahn nicht zur Verfügung stehen, gelten als Hindernis. Zur besseren Vorstellung bietet sich die Beobachtung einer Wasseroberfläche an, auf die ein Stein auftrifft (Anfangspunkt). Die Wellen pflanzen sich radial fort, bis sie unter Umständen auf Steine oder ans Ufer stoßen. Je nach Ausmaß der Hindernisse enden die Wellenfronten oder laufen um diese Hindernisse herum. Dieser Ausbreitungsvorgang setzt sich so lange fort, bis das gewünschte Verbindungsende (Zielpunkt) erreicht ist.

Anschließend folgt die Rückverfolgung des Weges, denn bisher ist ja nur bekannt, daß es eine Lösung gibt. Bei der Rückverfolgung werden die betroffenen Zellen als belegt markiert, so daß eine Leiterbahn entsteht und die Zellen für weitere Wellenausbreitungen gesperrt sind.

Autorouter

Die Aufgabe eines Autorouters besteht darin, Leitungen (Kupferbahnen) so zu verlegen, daß je zwei durch eine Verbindungsliste vorgegebene Bauteilanschlüsse (Pins) miteinander verbunden werden. Kupferflächen mit verschiedenen Potentialen müssen einen definierten Mindestabstand voneinander einhalten. Der kann von den Möglichkeiten in der Leiterplattenherstellung, Sicherheitsvorschriften oder technisch bedingten Vorgaben (Vermeiden von Übersprechen oder ähnlichem) abhängen.

Anhand solcher Vorschriften sind nacheinander in kreuzungsfreiem Verlauf Bahnen zwischen Lötaugen zu ziehen. Dabei fungiert jeweils ein Pin eines Anschlußpaars als Ur-

sprung, der zweite als Ziel. Ziel des Autorouters ist es, die Verbindungsliste sequentiell zu bearbeiten, um vollautomatisch, also ohne menschliches Zutun, durch aufeinanderfolgendes Verlegen der Bahnen ein Layout vollständig zu entflechten.

Obwohl der Lee-Algorithmus in seiner Ursprungsform zum Ziel führt, hat er seit jeher die Entwickler von Autoroutern zu Verbesserungen gereizt. Eine erste Erweiterung besteht darin, Durchkontakteierungen zu setzen, um gleichzeitig auf zwei oder mehreren Kupferlagen routen zu können.

Hierbei gibt es grundsätzlich zwei Vorgehensweisen: die erste verlegt Bahnen in Kanälen und behält die für jede Ebene gewählte Vorzugsrichtung (horizontal/vertikal) der Leiterbahnen bei. Im zweiten Fall versucht der Router eine Bahn vollständig auf einer Ebene unterzubringen. Erst wenn das fehlschlägt, werden Durchkontakteierungen zur zweiten Ebene gesetzt.

Ausschließlich rechtwinklig verlaufende Bahnen beeinträchtigen in der Praxis die Leiterplattenqualität. Sie führen leichter zu Haarrissen, und es häufen sich darin Lötreste. Eine weitere Verbesserung eines Routers besteht also in der Möglichkeit, stumpfe Bahnwinkel ($\leq 45^\circ$) zu schaffen. Damit ist jedoch beim einfachen Lee-Algorithmus ein größerer Speicheraufwand verbunden (mehr Kupfermuster, drei statt zwei Bit Richtungsinformation). Auch die Möglichkeit, mit unterschiedlichen Leiterbahnbreiten zu arbeiten, bereitet dem Lee-Algorithmus Schwierigkeiten.

Wenn Autorouter, dann sollte er auch manuelles Vorarbeiten akzeptieren und jederzeit unterbrechbar sein. Es muß auch die Möglichkeit bestehen, nur einzelne bestimmte Netze zu routen. Hat der Autorouter eine 100%ige Entflechtung erreicht, nützt das wenig, wenn die Platine von Durchkontakteierungen übersät ist, denn die erhöhen die Produktionskosten unnötig. Nur wenn der Routvorgang am Bildschirm zu verfolgen ist, kann der Anwender jederzeit eingreifen, um selbst Leiterbahnen zu verlegen. Auch bereits geroutete Leiterbahnen sollten nachträglich zu ändern sein.

Beim Beobachter eines automatischen Entflechtungsvorgangs mag der Eindruck entstehen, daß der Autorouter frisch drauflosarbeitet. Aber weit gefehlt: Er folgt streng seinen programmierten Algorithmen. Darunter versteht man Routinen, mit deren Hilfe das Programm versucht, die Leiterbahnen unter Berücksichtigung der Design Rules zu verlegen. Besonders erwähnenswert sind hier der Rip-Up- und der Reroute-Algorithmus. Sie können eine bereits verlegte Bahn zugunsten anderer Verbindungen selbstständig entfernen, um sie dann mit anderer Bahnführung neu zu

Vektorisierung

Obige Probleme sind durch eine Vektorisierung zu lösen. Das heißt zunächst nichts anderes, als daß der Computer eine imaginäre, maßstabsgerechte Zeichnung der Platine anfertigt. Darauf sind alle Lötaugen und bestehenden Leiterbahnen in genau der Auflösung dargestellt, die dem gewählten Raster entspricht. Diese Darstellung ermöglicht die Entwicklung eines interaktiven Routers, der dem Bediener Vorschläge unterbreitet, aber auch Eingriffe von diesem zuläßt. Mit eigens für Vektordarstellung konzipierten Grafik-Coprozessoren kann der Bildschirmaufbau bei diesen zeitintensiven Rechnungen erheblich an Geschwindigkeit gewinnen.

Die Informationen über jede Bahnzelle sind nicht in der Routing-Matrix (den einzelnen Zellen) abgespeichert, sondern es werden Wegstücke als Vektoren in einer Vektdatenbasis abgelegt. Dann sind keine Informationen über die Kupfermuster mehr nötig. Eine weitere Optimierung des Entflechtns ist zu erreichen, wenn der Router die Leitungen eines Buses zuerst verlegen kann. Dabei sind Busse in diesem Fall ganz allgemein ein parallel verlaufendes Bündel von Leiterbahnen, wenn sie beispielsweise mehr als vier Leitungen umfassen.

RipUp and Reroute

Um ein Layout vollständig zu entflechten, wird fast immer das Herausnehmen und Neuverlegen bestimmter Leiterbahnen nötig. Scheitert die Entflechtung durch Herausnahme einer Verbindung, so sind als nächstes

zwei oder noch mehr Verbindungen gleichzeitig zu entfernen. Eine Verbesserung ist immer dann gegeben, wenn sich durch dieses Verfahren mindestens eine weitere Verbindung unterbringen läßt. Aber auch nach Erreichen einer 100%igen Lösung kann man diese Verfahren anwenden, wenn sich dadurch die Anzahl der Kontaktierungen oder die Leiterbahnlänge verringert.

Ausschlaggebend für eine effiziente Leiterplattenentwicklung ist ein Autorouter, der eine automatische 100%ige Entflechtung ermöglicht. Ein manuelles Nacharbeiten einer zu 95 % entflechtenen Platine kann mehr Arbeit erfordern, als gleich die ganze Platine von Hand zu richten; es müssen unter Umständen zu viele Leiterbahnen wieder aufgebrochen, umgelegt und neu geroutet werden.

Der Begriff 100%-Autorouter ist leicht irreführend. Es bedeutet nicht, daß das CAD-Programm in jedem Fall in der Lage ist, sämtliche Verbindungen zu verlegen. Wo von Hand keine 100 % geschafft werden, schafft es auch der beste Autorouter nicht. Gemeint ist hiermit lediglich, daß der Autorouter durch sein (programmiertes) Konzept und seine Algorithmen in der Lage ist, eine Entflechtung bis zum Ende durchzuführen.

Industriestandard

Der Autorouter von Bartels ist ein solcher 100%-Router, basierend auf dem RipUp/Reroute-Algorithmus (Herausnehmen/Neuverlegen). Dabei werden die Leiterbahnen zunächst

für eine vollständige Entflechtung optimal verlegt und dann das Layout noch einmal grundlegend in Richtung Fertigungsqualität umgebaut. Dabei wird im allgemeinen die Anzahl der Durchkontaktierungen (Vias) erheblich reduziert. Der Bartels Autorouter ist voll SMD-fähig, und es findet ein echtes Multi-layer-Routing über alle Lagen statt. Die einstellbaren Routing-Optionen und Strategie-Parameter geben dem Anwender einen breiten Spielraum für die Anpassung des Layouts an spezielle technische oder wirtschaftliche Voraussetzungen.

Auf Grund seiner Leistungsfähigkeit entwickelt sich der Bartels-Autorouter zum Industriestandard, so daß auch einige der in diesem Heft vorgestellten Programme diesen Router optional integrieren können. Ein Autorouter – ist er gut genug – kann Personalkosten sparen. Das Layoutergebnis eines Computers ist aber zum Zeitpunkt der heutigen Autorouter immer schlechter als das eines menschlichen Layouters. So enthält die Autorouter-Leiterplatte oft mehr Durchkontaktierungen und geringere Bahndistanzen als ein vom Menschen angefertigtes Layout. Für die Digitaltechnik mag das Ergebnis in den meisten Fällen ausreichen; in der Analogtechnik sind Autorouter wegen möglicher induktiver und kapazitiver Fehler nur eingeschränkt verwendbar.

Solange ein Computer also nicht denken kann – das wird wohl noch ein wenig dauern –, wird kein Betrieb seine Layouter durch Computer ersetzen; die Computer können dem professionellen Layouter lediglich die ROUTinearbeit abnehmen.

Eine Optimierung funktioniert natürlich nur, wenn Bauteile so fixiert werden können, daß man nach Abschluß nicht irgendwelche Bedienelemente zwischen IC-Reihen wiederfindet.

Die letzte Instanz

Der letzte Arbeitsschritt vor der Ausgabe des Stromlaufplans oder des Layouts sollte auf jeden Fall ein abschließender Design Rule Check sein. Nur so kann man anhand der Netzliste sicherstellen, daß das Layout wirklich dem Stromlaufplan entspricht und alle Design Rules eingehalten sind.

out-Datenfile. Bietet das Programm aber auch die Ausgabe im PostScript-Format, sind der Qualität keine Grenzen mehr gesetzt. Die Auflösung (dots per inch, dpi) der Vorlage hängt dann nur noch vom verwendeten PostScript-Drucker ab. PostScript ist eine von Adobe-Systems entwickelte Programmiersprache (Seitenbeschreibungssprache) für grafische Anwendungen, um einen PostScript-fähigen Laserdrucker mit einer Vielzahl von Informationen zu versorgen.

Zusätzlich stellt das CAD-Programm auch die Bohrdaten der Platine zur Verfügung, um entsprechende Fräsmaschinen anzusteuren. Einige Firmen haben sich heute darauf spezialisiert, komplette Systeme mit Fräsböhrplottern, galvanischen Durchkontaktierern und Multi-layer-Pressen anzubieten. Die Stärke eines solchen Systems besteht darin, daß der Elektronikentwickler damit in der Lage ist, selbst komplizierte Leiterplatten innerhalb kurzer Zeit herzustellen, ohne auf Unterlieferanten wie Fotosetzerien oder Platinen-Fertigungsfirmen angewiesen zu sein. Das Ergebnis ist eine drastische Reduzierung der Entwicklungszeiten.

Computerunterstützte Entwicklungsverfahren sind aus keinem Bereich der Elektronik mehr wegzudenken. Selbst dem semiprofessionellen Bereich wird durch die ständig sinkenden Preise der Hard- und Software die Möglichkeit zum Einstieg in das Computer Aided Design (CAD) geboten. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß CAD-Systeme nur einen Teil des Gesamtkonzepts bilden. Der erfolgreiche Einsatz solcher Systeme wird immer von der Zusammenarbeit zwischen CAD-Hersteller und Anwender abhängig sein. Deswegen kann der Sitz des Entwicklers der ausschlaggebende Punkt bei der Entscheidung für ein spezielles CAD-Softwarepaket sein. Wem nützt ein preisgünstiges Programm, wenn man bei einem eventuell auftretenden Problem erst in die USA telefonieren muß ...

Literatur

- [1] Wolf Berg, 'Wer routet, der findet', c't 3/90, S. 140 ff.
- [2] Peter Ammon, 'Entwurf von Leiterplatten', Hüthig-Verlag 1987

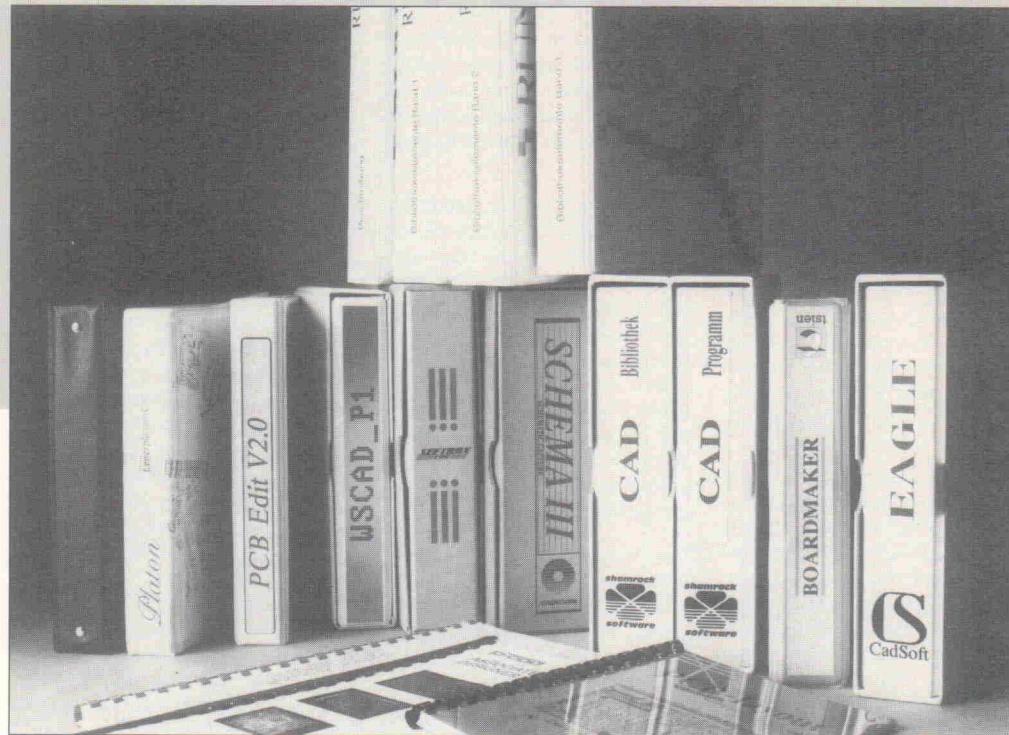
Test: CADS für die Elektronik

Ein druckreifes Ergebnis liefern sie alle

CAD

Lorenz Drews
Peter Nonhoff

Die Konkurrenz ist groß, der Wettbewerb um die Gunst des Käufers hart. Daß sich CAD-Systeme der unteren und mittleren Preisklasse nicht hinter den 'Großen' verbergen müssen, hat sich bereits herumgesprochen. Ein Grund mehr zu zeigen, was in der CAD-Landschaft zu finden ist und was diese Programme – aus der Nähe betrachtet – leisten.



Der CAD-Markt boomt. Das zeigte sich auch auf der diesjährigen CAT '90 in Stuttgart – Elrad berichtete im August ausführlich über diese Messe. Gerade im Preisbereich bis 6000 D-Mark ist das Angebot an CAD-Software für die Elektronikentwicklung nicht mehr zu überblicken. Aus dem großen Pool haben wir 14 Programme herausgefischt, um aufzuzeigen, was der Käufer für sein Geld erwarten kann. Eins ist klar: Das perfekte Programm gibt es nicht. Jede Software hat ihre speziellen Stärken und – na, sowas – natürlich auch ihre Schwächen.

Die meisten der angebotenen Systeme sind für IBM-PCs oder Kompatible programmiert. Trotzdem haben wir auch Software für andere Systeme berücksichtigt. Unter den Kandidaten sind vier Programme für den Atari und ein einsames, das auf einem Macintosh läuft. Auch wenn der Apple-Rechner von seiner Bedieneroberfläche und seinem Betriebssystem offensichtlich die besten Voraussetzungen für den Einsatz im CAD-Bereich mitbringt, so ist

es dennoch sehr schwer, auf dem deutschen Markt entsprechende Software zu finden. Man kann natürlich auf dem Standpunkt stehen, daß ein CAD-Paket, wenn es denn wirklich gut ist, als Angebot ausreicht. Aber wir wollen hier nichts vorwegnehmen.

Für alle hier versammelten Programme der IBM-Schiene reichte ein 286er-PC mit Farbgrafikkarte (16 Farben). Zum Test der Atari-Programme genügte ein ST mit einem Megabyte Speicher und Monochrom-Monitor. Die Apple-Software lief auf einem Macintosh Plus/SE.

Schaltplanerstellung, Netzlisten, Layout und Routen sind die Punkte, denen die größte Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Besonderes Augenmerk galten der Einarbeitung in Zusammenhang mit der Bedienerfreundlichkeit, der Verständlichkeit und Nutzbarkeit des Handbuchs und natürlich die Leistungsfähigkeit und Besonderheiten einer Software. Einige Punkte, die auf alle Programme zutreffen, sollen aber nicht unerwähnt bleiben:

Installation

Keines der Programme bereitet Probleme bei der Installation. Meist läuft nach Aufruf des jeweiligen Installationsprogramms der Vorgang vollautomatisch ab, oder er ist im Handbuch so ausführlich beschrieben, daß man schnell zum Ziel kommt. Die IBM-Programme bieten eine Vielzahl von Grafikkarten- und Maus-Treibern für ihre Programme an, selbst die Dateien 'CONFIG.SYS' und 'AUTOEXEC.BAT' werden auf Wunsch vom Installationsprogramm modifiziert.

Bibliotheken

Viele Anbieter werben mit einer umfangreichen beigefügten Bauteilbibliothek teilweise auch in verschiedenen Notationen (Normal, IEEE, DeMorgan). Gerade die Komplexität und Dokumentation dieser Datenbank bestimmt maßgeblich die Qualität des gesamten Softwarepaketes mit, was sich natürlich auch im Preis niederschlägt. Bei aller Vollständigkeit mancher Bibliotheken tritt irgendwann einmal der Fall ein,

in dem ein Bauteil 'von Hand' erstellt werden muß. Jedes Programm bietet deshalb einen Bauteil-Editor mit teilweise beachtlichen Hilfestellungen an, damit jeder Anwender eigene Bauteile definieren und in die Datenbank übernehmen kann.

Ausgabe

Bildschirm-, Drucker- und Preisausgabe; alles muß in Relation gesehen werden. Zu einem 800-D-Mark-Programm paßt eher ein Stift- als ein Foto-plotter, auch ein 21-Zoll-Bildschirm ist für ein solches Programm zumeist überdimensioniert.

Jedes Programm bietet verschiedene Möglichkeiten, die Ergebnisse auf Papier oder Film zu bringen. Getestet wurden die Druckeigenschaften der Programme hier nicht. Dieses Gebiet ist so umfangreich, daß es Thema eines weiteren Artikels sein könnte. Die Ausgabemöglichkeiten der einzelnen Programme sind in der Übersichtstabelle zusammengefaßt.

Kopierschutz

Die Anbieter vertreiben ihre Disketten ohne Kopierschutz. 'Erfreulich', mag man da sagen. Dafür fragen viele CAD-Programme während der Arbeit dann und wann am Parallel-Port an, ob denn auch der Sicherheitsschlüssel, der sogenannte Dongel, da ist, und wehe, wenn nicht ...

Alle versprechen hoch und heilig von ihrem Dongel, daß er am Parallel-Port, also zwischen Drucker und Computer-Schnittstelle, weder die Arbeit des Druckers (Plotters, Digitizers), noch andere Software beeinträchtigt. Wer aber weiß schon etwas über das Innenleben dieser 'Schlüssel', und ob dem wirklich so ist.

Nicht nur Tester kommen in die Verlegenheit, für Schaltplan, Layout und Router verschiedene Programme – und jedes hat seinen eigenen Dongel – an einem Rechner zu betreiben. Es hat sich gezeigt, daß die Programme trotz versprochener Transparenz der Dongels ihren Sicherheitsschlüssel nicht finden, sobald mehrere hintereinander gesteckt werden. Das einzige, was dem Anwender in dieser Lage weiterhilft ist, 'Dongeljockey' zu spielen.

Hier sollten die Anbieter mehr Vertrauen zu Ihren Kunden haben, die immerhin einige tausend Mark für die Programme bezahlen, namentlich bekannt sind und den guten Kontakt zum Händler bei auftretenden Störungen und Updates brauchen.

Zu guter Letzt ...

Funktioniert haben alle Programme; Schaltpläne und Layouts erstellen sie in jedem Fall. Ausschlaggebend sind aber die Optionen, die die einzelnen Programme bieten, Netzlisten-Übernahme, Design Rule Check, Druckausgabe auch auf höherwertigen Geräten.

Die Entscheidung, welches Programm den gestellten Anforderungen am ehesten entspricht, bleibt dem Leser überlassen. Ist aber eine Entscheidung gefallen, sollte auf jeden Fall eine Demo-Version angefordert werden, oder aber man läßt sich das Programm vor Ort vorführen, wobei ein mitgebrachter Schaltplan als Versuchsmaterial dienen sollte, denn bei den Demo-Schaltungen der Anbieter klappt garantiert alles!

Die Kandidaten im Einzelnen:

Eagle (IBM)

Einfach Anzuwendender Grafik Layout-Editor – ob diese Namensgebung hält, was sie verspricht? Innerhalb kurzer Zeit hat das Layout-System Eagle große Teile des CAD-Marktes erobert. Und das nicht ohne Grund. Handelt es sich hier doch um ein Komplett-System, in dem unter einer durchweg einheitlichen Bedienoberfläche Schaltpläne gezeichnet, diese ins Layout übernommen und mit Hilfe des Autorouters (wenn nicht vorhanden, auf Wunsch nachträglich integrierbar) und des Design Rule Checks (DRC) verfeinert werden können.

Das Zentralmodul ist der Layout-Editor. Die zusätzlichen Funktionen des Schaltplanzeichners und des Autorouters werden in das Layout-Programm eingebunden – es liegt also in jeder Ausbaustufe nur ein Programm vor. Die Installation der Module führt das beigefügte Programm durch. Der Erfolg eines solchen Programms hängt natürlich in erster Linie von dessen Lei-



**Die Dongelparade:
Sind die Sicherheits-schlüssel wirklich so durchsichtig, wie die Hersteller immer behaupten?**

stungsfähigkeit ab, und dabei kann sich Eagle durchaus mit Systemen höherer Preisklassen messen.

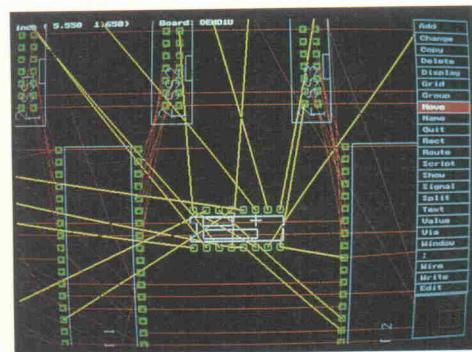
Besonders auffallend sind die Freiheitsgrade, die der Anwender hat, um sich das System bis in die kleinsten Einzelheiten nach seinen eigenen Vorstellungen zu konfigurieren.

- Der 'SET'-Befehl stellt die Farben der Popup-Menü-Hintergründe, der Popup-Menü-Balken und der Popup-Menü-Rahmen ein. Ebenso lassen sich auch Hintergrund, Einträge und Rahmen des Hauptmenüs bestimmen.
- Die Mausgeschwindigkeit läßt sich für die x- und y-Richtung in 255 Schritten (fast stufenlos) einstellen.
- Auf Wunsch verschwinden

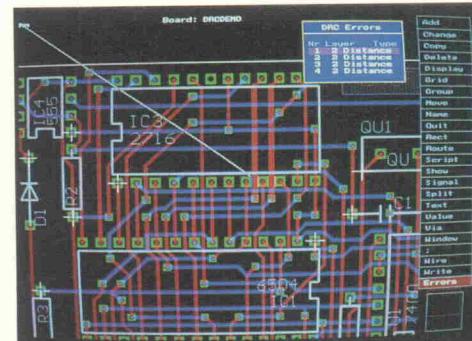
Popup-Menüs, nachdem die Maus das Menü verlassen hat, oder erst nach einem Klick außerhalb des Menüs.

– Verschiedene Optionen beschleunigen den Bildschirmaufbau. So kann die Größe eingestellt werden, ab der die Beschriftung von Bauteilen und Signalen nicht mehr als leeres Rechteck (schnellerer Bildaufbau), sondern als realer Text (langsamer Bildaufbau) erscheint.

Der ASSIGN-Befehl kann die Funktionstasten F1...F10 mit Befehlen oder auch ganzen Befehlssequenzen (Makros) belegen. Der SCRIPT-Befehl legt Befehlssequenzen in einer Datei ab, die man auf Wunsch von dort wieder einlesen und ausführen kann. Auch die Übernahme von Fremd-Daten wie Netzlisten sind mit Hilfe



Eagle: Bei Verschieben eines Bauteils bewegen sich die Verbindungen in Gummiband-technik mit.



Wurden während des DRC Fehler gefunden, werden diese durch den Befehl 'ERROR' a) in einem Popup-Menü aufgelistet und b) durch einen Pfeil auf die entsprechende Stelle am Bildschirm markiert.

des SCRIPT-Befehls machbar. Außer über Maus lassen sich alle Befehle per Tastatur eingeben. Auch Abkürzungen versteht das Programm, solange der Befehl eindeutig bleibt. Anstelle des Befehls zur Änderung der Trackbreite 'Change Width 0.2' reicht die Eingabe der Kurzform 'Ch Wi 0.2'.

Allein die Erläuterungen der SET-, ASSIGN- und SCRIPT-Befehle würden den Rahmen des Artikels sprengen. Sicherlich sind viele dieser Einstellungsmöglichkeiten von großem Nutzen, einige aber eher überflüssig. So benötigt man bei der niedrigsten Mausgeschwindigkeit circa 1,80 m Tischfläche, um von einer Bildschirmkante zur gegenüberliegenden zu gelangen.

Einige Features noch in Kürze:

- Das Raster lässt sich beliebig konfigurieren. Mil, Zoll und mm können gemischt werden, wobei 1/1000 Zoll das kleinste mögliche Raster darstellt.
- Jedes Lötauge, jedes Leiterbahnstück, jede Bohrung lässt sich individuell mit verschiedenen Parametern für Durchmesser, Form, Farbe, Layer und Muster einstellen; auch kreisförmige Leiterbahnen sind möglich.
- Dem Eagle-Anwender stehen 255 Layer zur Verfügung. Jedem Layer kann eine Farbe zugeteilt werden. Der eigentliche Layout-Editor und der Autorouter arbeiten mit den ersten 50 Layern; die restlichen stehen frei zur Verfügung.
- Besonders hilfreich sind die UNDO- und REDO-Funktionen. Mit Hilfe dieser beiden Befehle kann man nicht nur den letzten Befehl zurücknehmen oder wieder ausführen, sondern alle seit Beginn der Arbeit ausgeführten Befehle, die Eagle in einer Datei verwaltet. Selbst nach dem Autorouten lässt sich jede einzelne geroutete Leiterbahn wieder zurücknehmen und auf Wunsch editieren.
- Bauteile werden in 'Echtdarstellung' verschoben, also nicht als ein das Bauteil symbolisierendes Rechteck. Die Gummibänder eines ungerouteten Layouts werden automatisch mitgenommen.
- Sehr elegant ist der Ablauf des Design Rule Checks gelöst. Nach Aufruf des Be-

fehls 'DRC' erscheint ein Popup-Menü, in dem der Anwender alle nötigen Einstellungen macht. Ist der DRC beendet, bringt der Befehl 'ERROR' alle Fehler auf der Platine auf den Bildschirm. Läuft man mit der Maus über die Fehlerliste, weist ein 'Leuchtpfeil' nacheinander auf die entsprechenden Fehlerstellen im Layout.

- Eagle ermöglicht die Ausgabe auf praktisch alle gängigen Peripheriegeräte, einschließlich Gerber-Fotoplotter, Bohrdaten, HP-GL und PostScript.

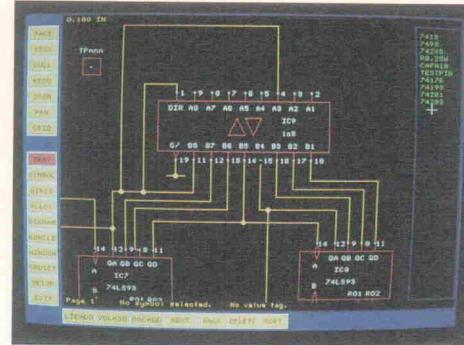
In der Eagle-Grundversion lassen sich Layouts manuell entwickeln, mit Hilfe des Autorouter-Moduls (das unserer Version nicht vorlag) können die Platinen auch automatisch entflochten werden. Der AUTO-Befehl erlaubt es, bestimmte Signale oder die gesamte Platine auf einmal zu routen. Mit Hilfe von Sperrflächen lassen sich bestimmte Bereiche – auch eine ganze Seite – für Leiterbahnen und Durchkontaktierungen sperren.

Der Autorouter lässt sich jederzeit unterbrechen und wieder aktivieren. Dazwischen dürfen beliebige Operationen ausgeführt werden. Allerdings ist der Autorouter an das 1/20-Zoll-Raster gebunden, akzeptiert keine SMDs und vorverlegte Leitungen müssen in Vielfachen von 45-Grad-Winkeln verlaufen. Für die nähere Zukunft ist ein Autorouter mit 1/1000-Zoll-Auflösung geplant, der auch SMDs routet und beliebig große Platinen verkraftet.

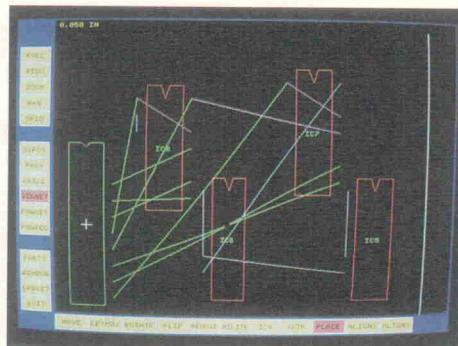
Ranger (IBM)

Bei dem CAD-System Ranger handelt es sich um ein komplettes Layoutsystem inklusive Schaltplanzeichner, Platinenlayout, Design Rule Check und Autorouter. Für die Schaltplanerstellung bringt der Anwender alle benötigten Schaltsymbole noch vor dem eigentlichen Entwurf aus der Hauptbibliothek in ein projektspezifisches Verzeichnis. Dieser Liste, die neben dem Schaltplan auf dem Bildschirm erscheint, entnimmt man die Bauteile und positioniert, rotiert oder spiegelt sie je nach Bedarf im Schaltplan.

Möchte man bereits plazierte Symbole nachträglich verschieben, so geschieht das in Echtdarstellung inklusive ihrer



Ranger: Vor der eigentlichen Bauteilplazierung stellt der Benutzer zunächst alle benötigten Teile im 'Tray' (Tablett) zusammen, um dann nur mit der projektspezifischen Bibliothek (am rechten Bildschirmrand) zu arbeiten.



Nachdem der Schaltplan fertig, die Netzliste erstellt und die Platinengröße definiert ist, werden die Bauteile einzeln plaziert. Dabei zeigt der untere Bildschirmrand das zu platzierende Symbol (hier IC9) sowie alle mit dem Bauteil verbundenen Gummibänder an.

Gummiband-Verbindungen. Aus dem fertigen Schaltplan erstellt der Rechner die Netzliste, die die Grundlagen für alle weiteren Arbeiten an dem Layout bildet. Soll auf einen Schaltplan verzichtet werden, kann man die Netzliste auch mit Hilfe eines Text-Editors manuell eingeben oder aber konvertierte Listen anderer Programme übernehmen.

Als Vorbereitung zur Layouterstellung gibt man zunächst die Umrisse der Platine entweder grafisch oder aber als Koordinaten über die Tastatur ein; anschließend folgt die Bauteilplazierung. Dabei stellt der Bildschirm die Bauteile und die Lötaugen in Originalgröße und die Verbindungen als Gummibänder dar. Die Bauelemente lassen sich auch hier spiegeln, rotieren oder verschieben. Die dargestellten Gummiband-Verbindungen unterliegen einer automatischen Korrektur, so dass stets die kürzesten Verbindungen dargestellt werden.

Das manuelle Routen findet im zölligen oder metrischen Raster statt. Bis zu 16 Lagen lassen

sich gleichzeitig darstellen und bearbeiten. Bohrungen können eingeblendet werden, so dass nur die Restringe erkennbar bleiben. Wie im Schaltplanzeichner lassen sich auch hier beliebige Ausschnitte kopieren, rotieren, verschieben und löschen.

Der Distributor bietet vier Autorouter zur Einbindung in Ranger an, mit deren Hilfe sich die meisten Leiterplatten teilweise oder vollständig entflechten lassen. Den Routvorgang kann der Anwender am Bildschirm in Echtzeit kontrollieren und jederzeit unterbrechen, um manuell Änderungen vorzunehmen. Beste Ergebnisse dürfte man mit dem Bartels-Autorouter – bei entsprechendem Aufpreis – mit seinem Ripup/Retry-Algorithmus erzielen.

Der Schaltplan oder das Layout können in ein 2-D-Zeichenprogramm übernommen werden, um es beliebig zu beschriften, zu bemaßen und zu schraffieren. Die fertigen Unterlagen (Schaltplan, Layout, Dokumen-

tation) können abschließend über alle gängigen Geräte ausgegeben werden.

Tango (IBM)

Das gesamte hierarchische Pop-up-Menüsyste des Schaltplanzeichners und des PlatinenLayouts beschränkt sich bei Tango lediglich auf zwei Ebenen. Durch dieses Konzept ist der Anwender niemals weiter als zwei Mausklicks von jeder Option entfernt. Zusätzlich gibt es in den Bildschirmmecken vier Hot-Spots, in denen die häufigsten Befehle (Haupt-Menü, Zoom, Arbeits-Palette und Undo) direkt anzuwählen sind.

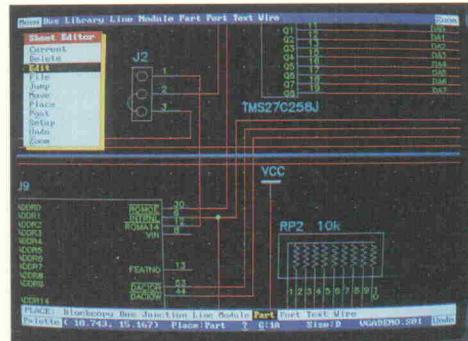
Die Handhabung des Zoom-Befehls ist sehr elegant gelöst. Außer fest eingestellten Zoomschritten im Zoom-Menü lässt sich nach Auswahl des Zoom-Hotspots mit Hilfe des Cursors ein beliebiges Fenster aufziehen, dessen Inhalt Tango dann bildschirmfüllend vergrößert oder verkleinert.

Interessant auch die Art und Weise, wie der Anwender Bauteile aus einer Bibliothek auswählt. Aus zwei nebeneinander liegenden Fenstern öffnet man zunächst die gewünschte Bibliothek und wählt anschließend einen Baustein aus. Zusätzlich erscheint nun in einem dritten Fenster das entsprechende Schaltsymbol des angewählten Bauteils. Dieses Bild wiederum ist abhängig von der gerade gewählten Notation der Bauteile, mit der man arbeiten möchte (Normal, IEEE, De-Morgan).

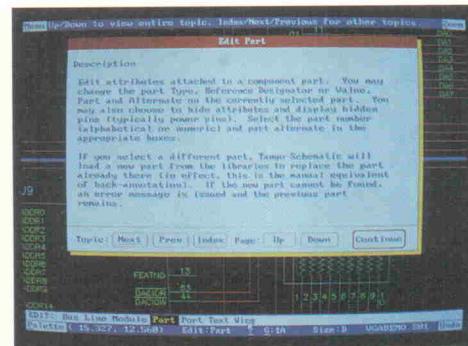
In der Status-Zeile ist immer der momentan aktive Befehl eingeblendet. Bei einem Klick auf das danebenstehende Fragezeichen öffnet sich ein Fenster, das eine umfangreiche Online-Hilfe zu dem jeweiligen Befehl gibt, die in diesem Umfang nur noch in dem Programm Schema III vorkommt. Dabei erstreckt sich der erklärende Text teilweise über mehrere Fensterseiten. Sämtliche Einstellungen und Vorgaben sind dialoggesteuert und erinnern ein wenig an die Arbeit mit einem Macintosh oder Atari.

Ist der Schaltplan erstellt, bietet das Programm mehrere Möglichkeiten für abschließende Überarbeitungen:

- 'Post Cleanup' löscht überstehende Verbindungen.



In den vier Bildschirmmecken befinden sich bei Tango die am häufigsten verwendeten Befehle im direkten Zugriff: 'Menü' liefert das Hauptmenü, 'Palette' ein Menü zur Modifikation der Schalteile und Verbindungen sowie die Befehle 'Zoom' und 'Undo'.



Das Hilfsfenster für den Befehl 'Edit Part'. Am unteren Rand des Fensters erscheinen Buttons, mit deren Hilfe man zur nächsten oder vorherigen Textseite oder zum Inhaltsverzeichnis kommt.

- 'Post Compile' benennt alle Objekte, die noch keinen Namen oder nur einen Präfix bekommen haben und automatisch nummeriert werden sollen.
- 'Post Archive Library' legt eine Projekt-Bibliothek an. Das hat den Vorteil, daß Änderungen an den Hauptbibliotheken die bereits bestehenden Schaltpläne nicht irritieren.
- 'Post Report' erstellt eine Materialiste, Bibliothekslisten und einen Bericht über den Design Rule Check.
- 'Post Net List' erzeugt die für den Layoutteil wichtige Netzliste. Sind die Bauteile im Layout plaziert, werden mit ihrer Hilfe die Verbindungen zwischen den Bauteilen als Gummibänder dargestellt.

Ist eine Platine dicht bestückt, lässt sich normalerweise vor lauter Verbindungslien kaum noch etwas erkennen, schon gar nicht, in welche Richtung ein Bauteil zu verschieben ist, um dichter gepackte Stellen aufzulockern. Abhilfe schaffen hier die 'Force Vectors'. Sind diese Pfeile eingeblendet, wei-

sen sie jedem Bauteil eine Richtung zu, in die es verschoben werden sollte, um die Dichteverteilung auf der Platine zu optimieren.

Beim manuellen Routen bietet Tango vielfältige Hilfe. Über das Netz-Menü kann man einzelne Verbindungsnetze oder eine Gruppe von Netzen einblenden. Ein DRC mit umfangreichen Vorgaben läßt sich nur auf ein Netz, auf eine Gruppe von Netzen oder auf alle Netze des Layouts anwenden.

Tango-Rout-Plus-Besitzer können auf den Autorouter zurückgreifen. Auch hier sind eine Fülle von Voreinstellungen möglich: Die zu benutzenden Algorithmen, VIA-, Lötaugen- und Bohrloch-Durchmesser, ob der Autorouter eine Minimierung der Durchkontaktierungen durchführen soll und vieles mehr. Jede Gesamt-Konfiguration speichert Tango für neue Routvorgänge unter gleichen Bedingungen in einer Setup-Datei ab und liest diese bei Bedarf neu ein.

Wie viele andere Programme auch erstellt Tango Fotoplot-

dateien. Natürlich sind diese Plots in der ersten Version nicht immer gleich ohne jeglichen Fehler. Diese aber werden erst sichtbar, wenn man die fertige Folie in Händen hält. Tango bietet die Möglichkeit, Plots zunächst auf dem Bildschirm zu betrachten. Taucht ein Fehler auf, lädt man das originale Layout-File, korrigiert den Fehler, erstellt einen neuen Fotoplot-File und besichtigt ihn erneut im 'Viewer'. Ist alles in Ordnung, steht der Weiterverarbeitung durch ein Service-Büro nichts mehr im Wege. Diese Art der Vorkontrolle spart unter Umständen lange Wege und viel Zeit.

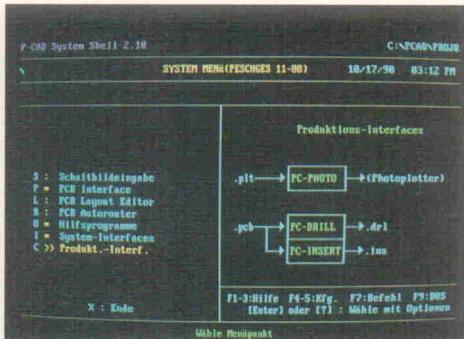
Associate Designer (IBM)

'QRY', 'RCL', 'IDEN', 'ACOM', 'SCHG', 'GSSF' – anscheinend standen den Programmierern von p-cad nur maximal vier Buchstaben zur Verfügung, um ihre Befehle zur Schaltplan- und Layouterstellung zu benennen. Dem Anwender dürfte es sehr schwer fallen, die Bedeutung der Befehle aus dem Kürzel zu erraten. Da hilft nur eins: auswendig lernen. Auch die Namen der einzelnen Files, die geöffnet und bearbeitet werden sollen, müssen abrufbereit im Gedächtnis vorliegen; ebenso die Bezeichnungen der einzelnen Bibliotheksbauteile, die man plazieren möchte. Kein Auswahlfenster unterstützt die Auswahl von Bauteilen.

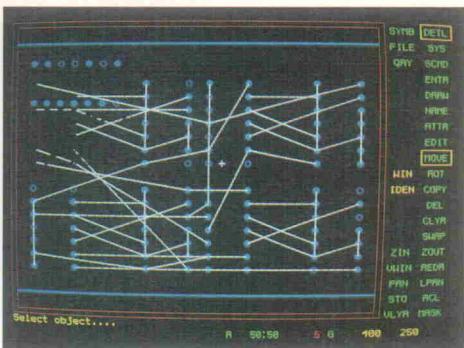
Das Software-Paket besteht aus mehreren Einzelprogrammen und innerhalb dieser wiederum aus Modulen. In der vorliegenden Demo-Version war das Programm-Modul 'PC-Lib' zur Bibliotheksverwaltung nicht vorhanden. Deshalb konnte der Auto-Placer auch nicht getestet werden.

Für die nötige Übersicht sorgt der Navigator, der den Benutzer nach dem Start in das gewünschte Programm (Schaltbildeingabe, Layout, Autorouter, Design Rule Check, Druckprogramm) führt. Auf der Navigatorebene ist es auch möglich, DOS-Befehle einzugeben.

Das Programm bietet alles, um aus einem Schaltbild mit Hilfe des integrierten Autorouters zum fertigen Layout zu kommen. Ein Online-Design Rule Check sorgt dafür, daß beispielsweise zwei unterschiedlich benannte Netze nur nach einem ausdrücklichen 'YES' miteinander verbunden werden.



Associate Designer: Links die zur Auswahl stehenden Programmodulen – von der Schaltbild-eingabe bis zur Druckausgabe. Rechts das zu jedem Modul gehörende Hilfsfenster.



Wird ein ungeroutetes Bauteil (links oben) um 90° gedreht, bleiben alle mit ihm verknüpften Gummibänder liegen. Erst der Befehl REDR (Redraw) bringt die Welt wieder in Ordnung.

entnommen werden:

Das Programm verfügt über frei definierbare Makros, beinhaltet eine umfangreiche Bauteilbibliothek, ist voll SMT-fähig und bietet optional an, die Wärmeverteilung auf der Platine zu ermitteln. Außer dem Programm Eagle ist Associate Designer das einzige hier vorgestellte Programm, das auch einen Electrical Rule Check (ERC) zur logischen Überprüfung des Schaltbildes anbietet. Leider war auch dieses Modul in der Demo-Version nicht enthalten.

Boardmaker (IBM)

Laut Herstellerangaben versteht sich das Programm als Werkzeug für jene Gelegenheitsanwender in Forschung, Lehre und Industrie, die bisher aus Kostengründen ihre Schaltungsentwürfe und Leiterplattenlayouts in Zeichen- oder Klebetechnik erstellen mußten. Neben ein- und zweiseitigen Platinen unterstützt das System Multilayer-Layouts sowie alle Arten von SMD- und Mischarten.

Wie der Name des Programms schon sagt, dient es zur Erstellung von Boards (Platinen-Layouts). Boardmaker enthält zwar auch einen Schaltplanzeichner; der gestattet es jedoch nicht, den erstellten Schaltplan über eine Netzliste an das Layout-Programm zu übergeben. Umgekehrt ist es zwar möglich, aus

dem erstellten Layout eine Netzliste zu erstellen; im Schaltplanzeichner gibt es aber keine Möglichkeit, diese Liste einzulesen und zu einem Schaltplan zu verarbeiten.

Aus diesem Grund ist Boardmaker mit besonderen Möglichkeiten zur Bearbeitung von Netzlisten ausgestattet, um diese in andere Programme zu übertragen oder aus anderen Programmen zu übernehmen. Über den Befehl 'Load Net' soll der Benutzer auch Netzlisten aus den Programmen Tango oder OrCad einschließlich der nötigen Konvertierung importieren können. Den Versuch, eine Liste aus Tango einzulesen, quittierte Boardmaker jedoch prompt mit einer Fehlermeldung. So einfach, wie im Handbuch beschrieben, läuft vieles doch nicht. 'Load Nets' liest auch selbstgeschriebene Netzlisten im ASCII-Format ein. Wie die einzelnen Bauteile und deren Verbindungsanweisungen innerhalb dieser Liste aussehen müssen, kann man sich an verschiedenen, dem Handbuch beigefügten Beispiel-Listen ansehen.

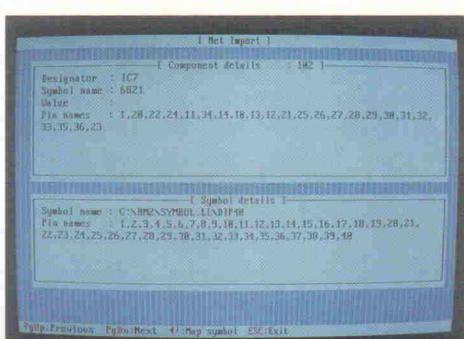
Ist eine Netzliste erfolgreich eingelesen, muß Boardmaker jedem Bauelement, zum Beispiel einem 6821, noch das passende Gehäuse – hier ein DIP40 – zuteilen. Diese Funktion übernimmt der Befehl 'Map Symbol'. Es öffnen sich zwei Fenster. Das obere zeigt das 'Bauteil' aus der Netzliste in-

klusive der benutzten Pinnummern, das untere das zugehörige, aus einer Symbol-Bibliothek zugeordnete Gehäuse.

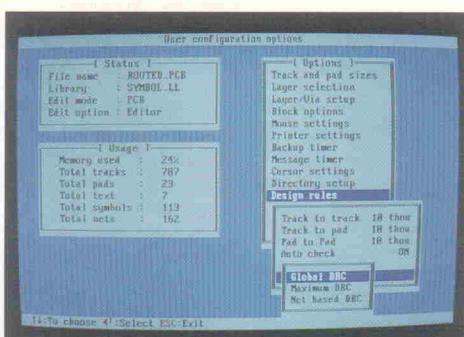
Nach Aufruf des Befehls 'Make PCB' erscheinen alle Elemente der Schaltung inklusive der Gummibänder zunächst außerhalb der vorgesehenen Platinenfläche. Die Plazierung der Bauteile erfolgt von Hand; einen Autoplacer gibt es nicht. Leider lassen sich die Bauteile nicht 1:1 mit dem Cursor verschieben. Zunächst klickt man mit der Maus das Bauteil an und anschließend die gewünschte Position, zu der das Bauteil dann inklusive seiner Gummibänder springt. War die Platzwahl nicht optimal, muß das Bauteil weiterhüpfen.

Sind alle Komponenten platziert, steht dem Routen nichts mehr im Wege. Kurz vor Redaktionsschluß erfuhren wir, daß seit neuestem ein Autorouter angeboten wird. In der getesteten Version war jedoch Handarbeit gefragt. Als Arbeitserleichterung kann Boardmaker zunächst alle Netze ausblenden, um dann nur ein gewünschtes Netz einzublenden.

Dem Editieren der Bauteile sind kaum Grenzen gesetzt. In einem Raster, das wahlweise in Millimeter oder Inch definiert ist, können Leiterbahnen als Ganzes oder nur segmentweise verschoben, gelöscht, in ihrer Breite, Länge und im Layer verändert werden. Es stehen



Boardmaker: Im oberen Fenster steht die Information aus der Netzliste, im unteren Fenster werden den Symbolen der Netzliste aus einer Bibliothek die passenden Bauteile zugeordnet.



Im Konfigurations-Menü von Boardmaker können viele Optionen modifiziert werden. Rechts einige Informationen über das momentan geladene Layout.

Die Demoversion gestattete es leider nicht, ein fehlerhaftes Layout zu erzeugen und abzuspeichern, um darauf einen DRC anzuwenden. Aus demselben Grund ließ sich auch der Autorouter nicht mit einem selbst erstellten Layout testen. Schließlich konnten dem beigefügten Demo-Handbuch nur die wichtigsten Features

acht Breiten zur Verfügung, die sich der Anwender aus einer Palette von 128 möglichen zusammenstellt. Auch kreisförmige Leiterbahnen sind möglich. Bei den Lötaugen hat man die Wahl aus 14 Formen und 16 verschiedenen Durchmessern.

Text kann das Programm rotiert, gespiegelt, in acht Größen und vier Linienbreiten darstellen. Wird es bei der Plazierung von Bauteilen eng, löst man sich ganz vom Raster und arbeitet im Freihand-Modus weiter. Alle – nein, fast alle – Befehle sind auch über Tastatur erreichbar. Jedoch sind die Tastaturskombinationen teilweise etwas umständlich, ja sogar fehlerhaft, wenn beispielsweise zwei Befehle im selben Menü mit dem gleichen Buchstaben ausgewählt werden müssen (Grid On/Off und Grid Snap), so erreicht man nur den oben stehenden über die Tastatur.

Der Block-Befehl integriert einige praktische Details: Vor dem Kopieren oder Löschen eines Blocks läßt sich bestimmen, ob Leiterbahnen, Lötaugen, Text oder Symbole mitkopiert oder gelöscht werden sollen. Auch Füllflächen innerhalb eines Blocks kann man hier bestimmen.

Diese Block-Optionen werden im Konfigurations-Menü eingestellt, in dem sich der Anwender das Programm nach eigenen Vorstellungen vorbereiten kann: Track-Breiten und Pad-Durchmesser lassen sich ebenso definieren wie Maus- und Druckerkonfigurationen sowie die Farbgebung der einzelnen Lagen. Ein automatischer Backup-Timer sichert alle 5, 10, 15, 20, 25 oder 30 Minuten die gerade bearbeitete Datei. Eine sehr nützliche Einrichtung, die nicht jedes Programm bietet. Die Regeln für den Design Rule Check, Cursor- und Tastatur-Einstellungen werden ebenfalls im Konfigurations-Menü voreingestellt. Pan- und Zoom-Funktionen erleichtern die Arbeit zudem.

Auch in Boardmaker ist ein Design Rule Check integriert, der entweder das ganze Layout oder nur ein angewähltes Netz berücksichtigt. Ist der 'Auto Check' eingestellt, überprüft er jedes Netz nach dem Anwählen automatisch auf Fehler im Design und stellt es, falls er fündig wird, 'highlighted' dar.

MPellplus (Atari ST)

Dieses CAD-System für den Atari umfaßt alle Schritte zur Erstellung einer Leiterplatte. Der erstellte Schaltplan, der aus mehreren Seiten bestehen kann, wird in Form einer Netzliste dem Layout zur Verfügung gestellt, so daß sich beim Plazieren der Bauelemente alle zugehörigen Verbindungen in Form von Gummibändern mitbewegen. Auch das Layout-Modul kann eine Netzliste erstellen. Der Vergleich der Schaltplan- und der Layoutnetzliste zeigt Differenzen und damit Fehler zwischen beiden Arbeitsschritten. Eine etwas komplizierte aber dennoch wirkungsvolle Methode für einen Design Rule Check.

Von den 20 Layout-Ebenen stehen zwölf für die rein manuelle Entflechtung zur Verfügung, die übrigen acht Lagen verwalteten Lötaugen, Bestückungsdrucke und Durchkontaktierungen.

Die gesamte Entwicklung des Layouts findet in einem und demselben Programm statt, das der Anwender in vielen Bereichen nach eigenen Wünschen konfigurieren kann. Bildschirmausschnitte können frei gewählt werden, die Pan- und Redraw-Funktion (Neuzeichnen des Bildschirms nach Ein-/Ausbilden des Rasters), die Größe des Cursors, die Art des Rasters (Punkte oder Linien) und verschiedene Funktionen mehr lassen sich modifizieren.

Allerdings ist die Bedienungsführung gewöhnungsbedürftig, da das Programm nicht die Atari GEM-Oberfläche nutzt, sondern mit eigenen Menüs arbeitet.

Pads werden Gehäusen zugeordnet, um so ICs, Widerstände, Kondensatoren und ähnliche Bauteile zu erzeugen. Die einzelnen 'Pins' eines so erstellten Gehäuses erhalten Nummern und das Bauteil selbst eine eindeutige Bezeichnung (zum Beispiel IC1) sowie einen Namen und einen Kommentar. Die so erstellten Komponenten können mitsamt ihren Namen und Kommentaren in Bibliotheken in einer Datei abgelegt werden. Wird ein Bauteil zur Plazierung aus einer Bibliothek ausgewählt, überprüft das Programm selbstständig darauf, daß kein sogenannter Reference Designator, der eindeutige Name eines Bauteils, zweimal im selben Layout vorkommt.

Das Programm bietet alle wichtigen Editierfunktionen für Pads, Tracks und Texte; so erscheint bei einem Mausklick auf einem Lötspurpunkt ein Popup-Menü, in dem umfangreiche Modifikationsmöglichkeiten dieses einen oder einer ganzen Gruppe von Pads gegeben sind. Trotz all der umfangreichen Möglichkeiten ist leider keine Undo-Funktion enthalten.

Durch die Ausgabemöglichkeit auf verschiedene Drucker und Plotter ist man in der Lage mit diesem Programm eine Leiterplattenentwicklung vollständig durchzuführen. Allerdings sind für einige gewünschte Veränderungen zum Teil etliche Befehle nötig. So ist nach jeder größeren Komponentenverteilung eine Optimierung der Gummibänder im Hinblick auf kürzeste Verbindungswege zu empfehlen. Das geschieht jedoch nicht mit einem Mausklick auf einen Befehl wie etwa 'Optimize Airlines', sondern es muß auf die Layer 'H' gewechselt werden, auf der sich alle Gummiband-Verbindungen befinden, die momentane Ebene – also die Gummibänder – gelöscht und an-

schließend die Netzliste erneut eingelesen werden.

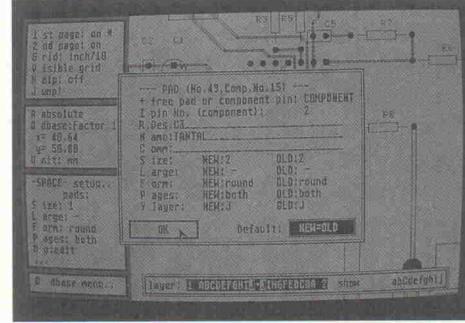
Ist eine Leiterbahn zwischen zwei Pads verlegt, bleibt die Gummibandverbindung nach wie vor erhalten, so daß sie anschließend erneut von Hand gelöscht werden muß.

Platon (Atari ST)

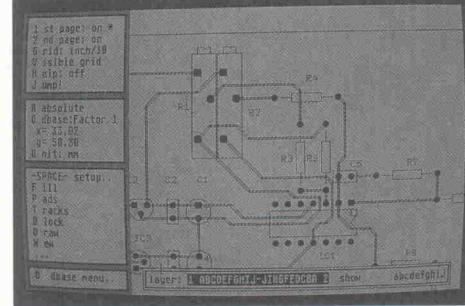
ist ein reines Zeichenprogramm, mit dem sich Leiterplatten-Layouts schnell und bequem in eine reprofähige Form bringen lassen. Das Programm läuft auf jedem Atari ST mit Monochrom-Monitor. Es stehen acht Lagen zur Verfügung, um eine Platine zu designen. Von diesen kann der Anwender eine im Vordergrund editieren, eine zweite läßt sich als Hintergrund darstellen. Als Zeichenelemente beschränkt sich Platon auf dreizehn verschiedene, frei definierbare Lötaugenformen und vier einstellbare Leiterbahnbreiten.

Darüber hinaus kann der Benutzer auf vordefinierte Symbole einer Bibliothek zurückgreifen. Leider beschränkt sich diese

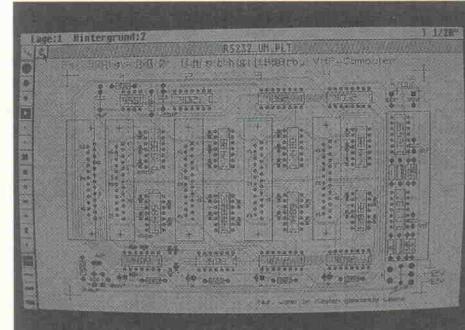
MPellplus: Nach einem Klick auf einen Pad erscheint ein Popup-Menü mit umfangreichen Informationen und Modifikationsmöglichkeiten für jeden einzelnen Lötspunkt.



Etwas gewöhnungsbedürftig: die Darstellung der Leiterbahnen.



Platon: Drei Lagen gleichzeitig (eine im Vordergrund, eine grau im Hintergrund, eine dritte für Text) kann Platon auf dem Bildschirm darstellen und bearbeiten.



Angaben laut Hersteller	Eagle	Ranger	Tango	Associate Designer	Boardmaker	Schema III
	IBM	IBM	IBM (Demo)	IBM (Demo)	IBM	IBM
	Schaltplan Layout	Schaltplan Layout	Schaltplan Layout	Schaltplan Layout	Schaltplan Layout	Schaltplan
Handbücher	1	1	1	1	1	1
Disketten	3	6	1	3	3	7
Sprache: – Programm – Handbuch	englisch deutsch	englisch engl., deutsch	englisch englisch	deutsch deutsch	englisch engl., deutsch	englisch englisch
max. Board-Größe	160 × 160 cm	81,3 × 81,3 cm	81,3 × 81,3 cm	keine Angaben	43,2 × 43,2 cm	–
Auflösung	10 Mil	1 Mil	1 Mil	1 Mil	12,5 Mil	–
Anzahl Lagen PCB	255	16	20	100	10	–
SMD-Unterstützung	ja	ja	ja	ja	ja	–
Autoplacer	nein	nein	ja	ja	nein	–
Autoroutermöglichkeit	eigener	eigene, Bartels-Router	ja	eigener, Bartels-Router	eigener	–
Design Check	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Ausgabemedien	Matrix, Laser, Plotter, Gerber, PostScript, Bohrdaten	Matrix, Plotter, Gerber, Bohr- daten, Fräsdä- ten	Matrix, Plotter, PostScript, Bohrdaten, Laser, Gerber	Matrix, Plotter, Gerber, Bohr- daten	Matrix, Plotter, Gerber, Bohr- daten	Matrix, Plotter, PostScript
Grafikkarten	alle gängigen	alle gängigen	alle gängigen	alle gängigen	HGC, CGA, MCGA, EGA, VGA	alle gängigen
Besonderheiten	integrierter Electronic Rule Check, Dongle	kurze Einar- beitungszeit, Dongle	Bauteile wer- den mit Namen und Symbol in der Bibliothek an- gezeigt, Online-Hilfe	komplizierte Befehlsnamen	–	Echtzeit Pan- Funktion, Online-Hilfe
Preise inkl. MwSt.	Schaltplan: 1077,- Layout: 844,- Demo: 25,-	Paket: (bis 1000 Pins) 6270,- sonst: 10 830,- bis 19 380,-	Schaltplan: 1926,60 Layout: 3408,60 Demo: umsonst	Grundversion: 6213,- Demo: 113,77	Programm: 495,-	Schaltplan: 1536,72
Anbieter	Cad Soft Com- puter GmbH Rosenweg 42 W-8261 Pleis- kirchen	Connection Design Frankstr. 141 W-7530 Pforz- heim	iSystem GmbH Einsteinstr. 5 W-8060 Dachau	Peschges Va- riometer GmbH De-Gasperi- Str. 6 W-5102 Wür- selen	Hoschar Syste- melektronik GmbH Rüppurrer Str. 33 W-7500 Karls- ruhe 1	Datapro GmbH Bullachstr. 18 W-8080 Für- stenfeldbruck
Telefon	0 86 35/8 10	0 72 31/4 05 98	0 81 31/2 50 83	0 24 05/90 14	07 21/37 70 44	0 81 41/4 20 77

Sammlung nur auf diverse IC-Sockel und Pin-Reihen für verschiedene Stecker und Steckverbindungen. Man muß schon selber kreativ werden, um die Symboldatei zu erweitern. Obwohl nur als Layoutprogramm ausgezeichnet, befinden sich auch einige typische Schaltplansymbole in der Bibliothek. Die sollen den Layouter entweder dazu animieren, das Programm auch zur Erstellung von Schaltplänen zu nutzen, oder aber sie sollen schon ein Vorgeschnack

auf die in Vorbereitung befindliche Version 2.0 geben.

Ein durchdachtes Konzept von Blockoperationen mit Puffer erleichtert das Erstellen und Bearbeiten der Platine. So kann mit der Maus ein beliebiger rechteckiger Ausschnitt des Layouts als Block markiert und anschließend kopiert, verschoben, gelöscht oder als File abgespeichert werden. Beim Verschieben eines Blocks können die Leiterbahnen auf Wunsch in

Gummibandtechnik nachgezogen werden. Eine einfache Undo-Funktion nimmt den letzten – aber auch nur den – Arbeitsschritt zurück.

Zu einer Geduldsfrage können sich die Funktionen Lötpunkt – oder Leiterbahnstück – löschen entpuppen. Nach einem Mausdoppelklick auf ein entsprechendes Pad verschwindet dieses sofort von der Bildfläche. Danach kann es aber unter Umständen mehrere Se-

kunden dauern, bis das Fadenkreuz des Cursors wieder auf dem Bildschirm erscheint und man seine Arbeit fortsetzen kann. Auch jede Blockoperation reagiert in ähnlicher Weise. Der Grund ist ein fast schneckenhafter Bildaufbau. Aber halt! Auf der Seite 47 des Handbuchs steht es: Da der Bildschirmaufbau durch den angezeigten Text deutlich langsam wird, ist es in manchen Fällen sinnvoller, auf seine Darstellung zu verzichten. Das hätte

WSCAD-P1	GS-CAD	Protel-Autotrax IBM	MPeIIPlus	Platon	PCB-Layout	PCB Edit	Run-Schema
IBM	IBM		Atari ST Schaltplan Layout	Atari ST	Atari ST (Demo) Layout	Atari ST	Macintosh (Demo) Schaltplan
Schaltplan	Schaltplan	Layout		Layout		Layout	
1	2	1	1	1	1	1	4
1	8	1	3	2	1	3	2
deutsch deutsch	englisch deutsch	englisch englisch	deutsch deutsch	deutsch deutsch	deutsch deutsch	deutsch deutsch	deutsch deutsch
–	–	81,3 × 81,3 cm	50 × 42 cm	83,2 × 83,2 cm	32 × 20 cm	20,3 × 24 cm	200 × 200 cm
–	–	1 Mil	1,4 Mil	3,1 Mil	25 Mil	5,56 Mil	–
–	–	13	20	8	4	3	–
–	–	ja	ja	ja	ja	Lötpunkte frei definierbar	–
–	–	ja	nein	nein	nein	nein	–
–	–	eigener	nein	nein	nein	nein	–
ja	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja
Matrix, Plotter, Laser	Matrix, Laser, Plotter	Matrix, Laser, Plotter, Gerber, Bohrdaten, PostScript	Matrix, Laser, Plotter, Gerber, Bohrdaten	Matrix, Plotter, Laser, Gerber, Bohrdaten	Matrix, Plotter, Gerber, Laser, Bohrdaten	Matrix, Laser, Gerber, Tintenstrahl	Matrix, Laser, Plotter, Post-Script
alle gängigen	alle gängigen	CGA, EGA, Veda Deluxe, VGA	–	–	–	–	–
kein Dongle	Handbuch sehr knapp, lange Einarbeitungszeit, kein Dongle	Makrorecorder zur Aufzeichnung von Arbeitsabläufen, aut. Abrundung von eckigen Leiterbahnen, Dongle	keine Einbindung der GEM-Oberfläche, Gerberfiles auch lesbar, Dongle	optional xyz-Anlagen-treiber, kein Dongle	Punkt-zu-Punkt-Router, kein Dongle	pixelorientierte Grafik, optionale Bibliotheken für Schaltplan und Be-stückung, kein Dongle	Run-Layout-software erhältlich, hierar-chisches Ar-beiten, auto-matisches rechtwinkliges Neuverlegen v. Verbindungen
Grundversion: 898,- Zusatzpaket: 598,-	Programm: 495,-	Layout: 3391,50	Vollversion: 877,- Library: 123,- Gerber: 154,-	Programm: 298,- Fräsböhrprogramm: 98,- Demo: 20,-	Layout: 199,50 Demo: 20,-	Programm: 199,- Bibliotheken: je 20,-	Schaltplan: 3990,- Demo: 100,-
WSCAD electronic GmbH Rottweilerstr. 6 W-8066 Bergkirchen	Shamrock Software GmbH, Karlstr. 35 W-8000 München 2,	Thomatronik Brückenstr. 1 W-8200 Rosenheim	Marek Petrik Vogelsbergstr. 13 W-3550 Marburg 7	VHF-Computer Maurener Weg 115a W-7030 Böblingen	Dipl.-Ing. Th. Praefcke Holzvogtkamp 55 W-2302 Flintbek	Rosin Daten-technik Peter-Spahn-Str. 4 W-6227 Oestrich-Winkel	Formula GmbH Splittlertorgaben 47 W-8500 Nürnberg 80
0 81 31/8 02 36	0 89/59 54 68	0 80 31/1 50 05	0 64 21/4 75 88	0 70 31/28 92 11	0 43 47/5 31	0 67 23/49 78	09 11/28 66 00

auch gerne in der Einführung stehen können.

Das Handbuch ist ansonsten verständlich geschrieben und führt den Neuling gut in das Programm ein. Ein Stichwortverzeichnis erleichtert das Nachschlagen für den Fall, daß man einen Vorgang vergessen hat.

Platon tut sich schwer mit Fremdformaten. Es kann keine HP-GL-Dateien lesen oder zumindest erzeugen. Als einziges kann das Programm eine Foto-

plotdatei im Gerberformat anlegen und lesen. Atari-eigene Formate kann Platon nicht lesen.

PCB-layout (Atari ST)

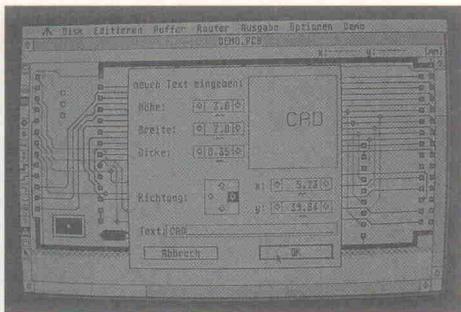
PCB-layout gestattet den interaktiven Entwurf von zweiseitigen Platten. Leiterbahnen werden von Hand oder mit Hilfe des Routers verlegt. Nach dem Start des Programms ist die Platinengröße zunächst auf die Größe einer Europakarte eingestellt. Bei einem ersten Blick in die

Menüleiste fällt das Menü 'Demo' auf. Der Ablauf dieser Demo erweist sich dann als sehr gut gemacht, denn auf dem Bildschirm verfolgt man einen wie von Zauberhand bewegten Cursor, der Befehle in Menüs aktiviert und nach und nach auf dem Bildschirm ein Layout erstellt – aussagekräftiger als eine Einführung im Handbuch.

Sehr geschickt gelöst ist die Möglichkeit IC-Pads zu zeichnen. Nach einem Mausklick auf

das entsprechende Zeichensymbol zieht man den Cursor diagonal über den Bildschirm, wobei sich die Lötaugen wie auf einer Perlenschnur zweireihig gleich im richtigen Abstand aufziehen. Ist eine Standard-DIP-Größe erreicht, erscheint diese – angefangen bei DIP6 bis DIP64 – in der Statuszeile auf dem Bildschirm.

Der Router bietet drei verschiedene Optionen an: Punkt zu Punkt (dabei wird die Leiter-



PCB-Layout: Ein Dialogfenster erlaubt die komfortable Editierung von Platinenbeschriftungen. Schriftgröße, -breite und -dicke sowie die Orientierung und die Position auf der Platine können hier vorgegeben und probeweise angesehen werden.

bahn automatisch vom angegebenen Startpunkt zum Zielpunkt verlegt), Punkt zu Potential (die Leiterbahn wird vom Startpunkt zum Zielpotential gelegt) und Potential zu Potential (die Leiterbahn wird vom Startpotential zum Zielpotential gelegt). Auch wenn es sich hier nicht um einen Autorouter handelt, so erleichtert er dennoch die Suche nach einem freien Weg für eine zu verlegende Leiterbahn.

Erwähnenswert auch das Menü zur Texterstellung. In einem Popup-Dialog wird der Text editiert, gedreht, in Höhe, Breite und Dicke eingestellt und per 'OK' in das Layout eingefügt.

Das Programm erstellt zwar keine Netzlisten, kleinere Layouts sind jedoch sehr schnell und ohne Schwierigkeiten designbar. Durch die Möglichkeit, ICs in gewünschter Größe 'aufzuziehen' und erstellte Widerstands-, Kondensator-, Stecker- und ähnliche Pads abzuspeichern, kann auf Bibliotheken verzichtet werden. Eine große Hilfe ist die jederzeit aufrufbare und zu jedem Befehl gültige UNDO-Funktion sowie das Ausschneiden, Kopieren und Einfügen (evtl. nach vorherigem Drehen) von Blöcken, auch in andere PCB-Layouts.

Zur Ausgabe eignen sich alle gängigen Drucker und Stift-Plotter, zusätzlich stellt das Programm noch Bohrdaten zur Verfügung. Die Software ist sauber mit Liebe zum Detail programmiert, dennoch wünscht man sich als Anwender zumindest die Möglichkeit zur Erstellung eines Bestückungsplans und die Generierung einer Netzliste, um ein fertiges Layout einfacher überprüfen zu können.

PCB Edit (Atari ST)

Dieses Programm dient rein der Plazierung von Lötaugen und Leiterbahnen, arbeitet also ohne Netzlisten und Bauteilplatzierung, um die Möglichkeit zu geben, ohne lange Einarbeitungszeit kleinere Layouts zu erstellen. Zu diesem Zweck stehen zwölf verschiedene Lötaugen und sechs Leiterbahnen unterschiedlicher Breite im direkten Zugriff zur Verfügung. Die vom Anwender zu definierenden Maße können abgespeichert werden.

Hilfreich auch hier die Blockfunktion, mit der sich Platinenausschnitte löschen, verschieben, kopieren, spiegeln und drehen lassen. Dabei bietet das Programm die Möglichkeit, bis zu sechs verschiedene Blöcke in einem Puffer vorübergehend abzulegen oder in die Bibliothek zu übernehmen.

Das Programm arbeitet pixelorientiert. Das heißt, daß beispielsweise eine Leiterbahn nicht eine bestimmte Strecke

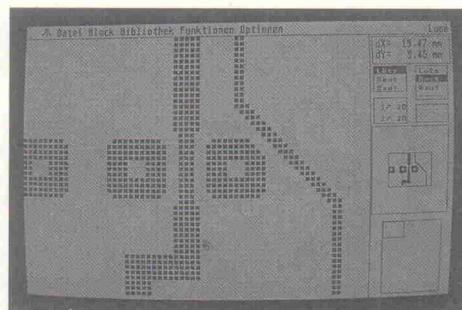
darstellt, sondern lediglich eine Aneinanderreihung von Pixeln (Punkten) ist. Möchte man die Leiterbahn löschen, geschieht das nicht mit einem Mausklick auf die Leiterbahn, sondern es muß mit einem 'Radiergummi' die ganze Bahn abgefahrt werden. Eine ruhige Hand sollte man schon haben. Denn wird ein Lötauge berührt, verschwindet auch von dem eine Ecke, das gleiche gilt für die Rasterpunkte, die unter das Radiergummi fallen. Eine UNDO-Funktion, die Gelöschtes wieder hervorzaubern kann, gibt es leider nicht.

Allerdings bietet auch hier die Blockfunktion Hilfe, da mit ihr einigermaßen gerade verlaufende Leiterbahnen zumindest stückweise gelöscht werden können.

Der Vorteil eines pixelorientierten Programms ist die freie Editierbarkeit von Lötaugen und Leiterbahnen. Wenn es mal zu eng wird, radiert man einfach. Auch Ecken lassen sich schön abrunden. Zur Ausgabe dienen dem Programm gängige Matrix-, Nadel-, Tintenstrahl- oder Atari-Laserdrucker.

Run-Schema (Apple)

RUN beginnt da, wo alle Schaltungen beginnen – beim Blockschaltbild. Der Entwickler definiert und benennt sich so viele Blocksymbole wie nötig und ordnet sie auf der Bildschirmanfläche an. Diese Blöcke sind zunächst noch nicht näher spezifiziert, das heißt, sie weisen noch keine Ein- oder Ausgänge auf. Innerhalb eines Blockes bestimmt man dann, welche und wie viele Netze ein- und/oder ausgangsseitig



PCB Edit: Durch die pixelorientierte Arbeitsweise kann mit Hilfe des Radiergummis an jeder Stelle einer Leiterbahn oder eines Pads ein Stück weggenommen werden. Der Nachteil: Auch eine komplette Leiterbahn muß man Stück für Stück mit dem Radiergummi löschen.

benötigt werden. Nach dem Schließen weist jedes Symbol automatisch die entsprechenden Anschlüsse auf, und die Blöcke lassen sich untereinander mit Netzen verbinden.

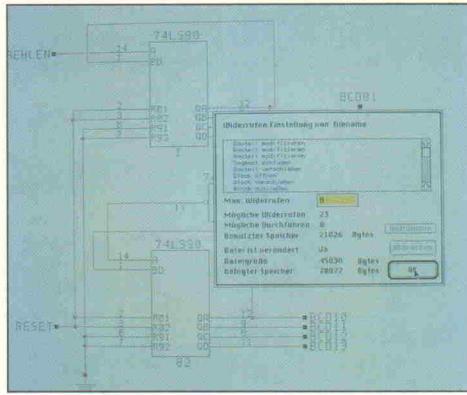
Der ganze Vorgang der Schaltplanerstellung läuft hierarchisch ab, das heißt, innerhalb eines Blockes können weitere Unterblöcke definiert werden und so weiter. Eine Grenze setzt nur die Größe des vorhandenen Speichers. Der Vorteil der Arbeit mit Blockdiagrammen liegt auf der Hand: Liegt normalerweise immer der ganzen Schaltplan vor – und der kann seitenlang sein –, begibt man sich bei RUN einfach in ein Blocksymbol, innerhalb dessen man nun gerne arbeiten möchte, und hat wirklich nur die gerade relevanten Bauteile vor sich.

Das Arbeiten mit den verschiedenen Objekten (Bauteil, Netz, Text) ist denkbar einfach: Ein Mausklick auf das gewünschte Objekt reicht, und unter dem Cursor entsteht ein objektspezifisches Arbeits-Menü, denn natürlich kann ein Text anders als ein Bauteil bearbeitet werden. Aus diesem Menü wird dann die gewünschte Option gewählt, mit der man zu einem Dialogfeld gelangt, um Bauteil-, Namen-, Netz-, Bus-, Anschluß- oder Textänderungen vorzunehmen.

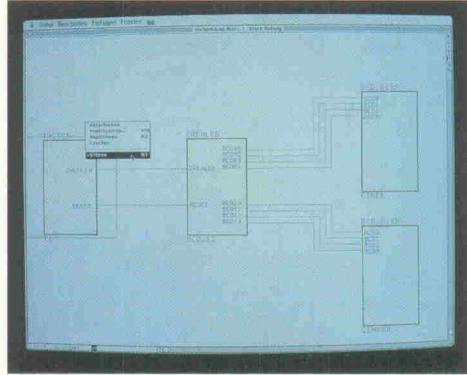
Soll ein Arbeitsschritt zurückgenommen werden, hilft eine komfortable UNDO/REDO-Funktion, die den Anwender nicht nur die maximale Anzahl der UNDO/REDO-Schritte einstellen lässt, sondern zusätzlich auch ein Fenster bietet, in dem alle bisher durchgeführten Arbeitsschritte aufgeführt sind.

Das Verschieben der einzelnen Objekte geschieht in 'Echtdarstellung', also ohne symbolisierende Rahmen. Bauteile können vor dem Plazieren mit Hilfe von Tasturbefehlen gespiegelt und gedreht werden. Jedem Bauteil lassen sich (interne) Zusatzattribute mitgeben wie Preise, Lager- oder Materialnummern.

Schon während des Arbeitens, also Online findet ein Design Rule Check über alle Blätter und Hierarchiebenen gleichzeitig statt, so daß sich der Rechner bei Design-Verletzungen sofort meldet. Das Programm nutzt die grafische Oberfläche



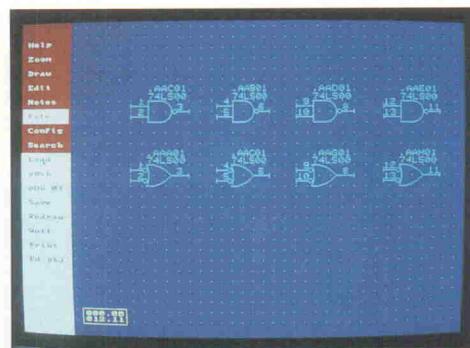
Sobald ein Block definiert worden ist, erscheint direkt unter dem Cursor ein Popup-Menü, das umfangreiche Modifikationen des Blocks erlaubt.



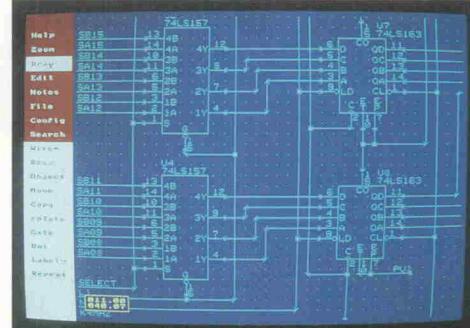
Run-Schema beginnt da, wo jede Entwicklung beginnt: beim Blockschaltbild.

des Macintosh voll aus. Da könnte sich so manche CAD-Software noch etwas abgucken. Allerdings hat der Komfort auch seinen Preis, der sich jedoch bei einem täglich genutzten System lohnen und schnell bezahlt machen dürfte. Es ist Multifinderkompatibel und läuft auf allen Rechnern der Macintosh-Serie, wobei ein großer und farbiger Schirm sehr zu empfehlen ist.

Schema III: Mit nur wenigen Mausklicks lassen sich aus einem Gate (hier ein 74LS00) alle weiteren Pinbelegungen (oben) inklusive der DeMorgan-Notation (unten) anzeigen.



Sobald der Cursor gegen den Bildrand fährt, bewegt sich der Schaltplan in Echtzeit mit.



den Rand des Bildschirms, wird der Schaltplan beziehungsweise das Layout auf dem Schirm normalerweise komplett neu gezeichnet und dabei lediglich um ein Stück verschoben. Anders aber bei der 'Pan-Funktion' in Schema III. Schaltplan oder Layout bewegen sich in Echtzeit, wobei die Einzelheiten des Entwurfs während der Bewegung immer noch erkennbar bleiben.

An Macintosh oder Atari erinnert die Art und Weise, wie der Anwender Rechtecke, Wires und ähnliches zeichnet. Bei den anderen vorgestellten IBM-Programmen wird der Anfangspunkt einer Linie oder eines Rechtecks per Mausklick definiert; die Linie folgt dann – bei inzwischen losgelassener Maustaste – dem Cursor. Schema III zeichnet eine Linie nur bei festgehaltener Maustaste – eigentlich die logische Art, Linien zu zeichnen; ein Stift schreibt schließlich auch nur dann, wenn man ihn aufs Papier drückt.

Das Programm macht einen sehr übersichtlichen Eindruck. Eine Help-Funktion ist jederzeit Online zu jedem Menüpunkt erhältlich. Das Hauptmenü bleibt immer am Bildschirm sichtbar; in den Popup-Menüs modifiziert der Benutzer beispielsweise die jeweilige Wire-Dicke oder die Art der Label-Beschriftungen.

Zu allen Schaltzeichen der mitgelieferten Bibliotheken stehen die Standard- und die DeMorgan-Notationen per Mausklick online zur Verfügung. In gleicher Weise zeigt das Programm alle Gatebelegungen eines bestimmtes Bauelements, zum Beispiel eines 74LS00, auf dem Bildschirm an.

Da es sich bei Schema III um einen professionellen Schaltplanzeichner handelt, bietet das Programm umfangreiche Mög-

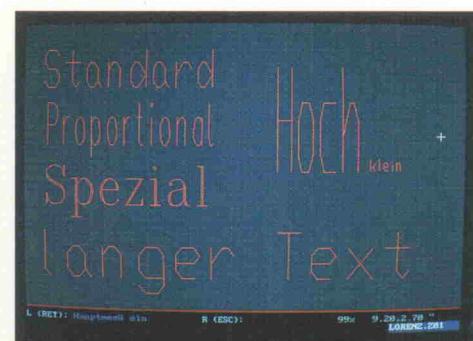
lichkeiten für den Datenaustausch mit anderen Programmen an. So erzeugt es Reports zum Design Rule Check, Netzlisten, Pinlisten und Materialisten in Formaten für Lotus und dBase sowie im SDF- und ASCII-Format.

Wurde ein Bauteil versehentlich auf einen ungünstigen Platz verschoben, bietet das Programm zwar eine UNDO-Funktion, diese gilt jedoch nur für die letzte Aktion (hier 'Bauteil verschieben') und auch nur so lange, wie man sich in dem Menüpunkt 'Bauteil verschieben' befindet. Nach einem Klick auf einen anderen Menüpunkt, auch ohne eine Aktion auszuführen, ist per UNDO nichts mehr rückgängig zu machen.

WSCAD (IBM)

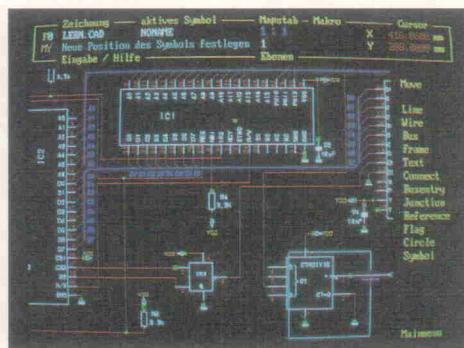
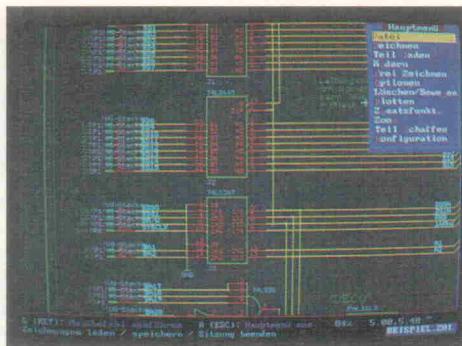
Der erste Blick fällt bei diesem Schaltplanzeichner auf Popup-Menüs, die an Befehlen nur so überquellen. Einige Funktionen kommen mehrmals in verschiedenen Menüs oder Untermenüs vor, was nicht gerade üblich ist. Bei dieser Art der Programmführung verliert der Anwender schnell die Orientierung, da er nicht immer genau weiß, wo er sich gerade in der Hierarchie befindet.

Einige Befehle könnte man durchaus weglassen oder zusammenfassen. Es gibt allein vier Befehle, um Kreisbögen zu zeichnen (Kreis, Halbkreis, Viertelkreis und Kreisbogen). Die Befehle 'Löschen/Bewegen', 'Fang' (Bauteile/Cursor schnappen ins Raster), 'Zoom', 'Undo' und 'Redo' kommen ebenfalls in beiden Menüs vor, 'Fang' und 'Zoom' erscheinen noch in weiteren Menüpunkten. Auch zu den Einstellungsmöglichkeiten des Cursors, des Papermodes und einigen Vorstellungen gelangt man über zwei Wege.



Für die Beschriftung stellt WSCAD 'Standard-', 'Proportional-' und 'Spezial-' Schrift zur Verfügung, die Textgröße wird durch das vom Anwender vorgegebene Fenster definiert.

Viele Befehle kommen bei WSCAD in mehreren Menüs beziehungsweise Untermenüs vor.



Eine Bauteilverschiebung nimmt GS-CAD nicht in Echtdarstellung vor.

Jede Verbindungsleitung, die auf einer Seite offen ist (wie BUS-Anschluß oder weiterführende Leitungen zu anderen Blättern) braucht einen Leitungsnamen, da der Netzlisten-generator die Leitungen sonst nicht zuordnen kann. Nach dem Ziehen der Signalleitung wird der fehlende Name nicht automatisch abgefragt, sondern man muß ihn von Hand positionieren. Der untere Punkt des zu plazierenden Textanfangs muß dabei in der Nähe der Leitung liegen. Es gibt hierzu zwar eine Unterstützung durch die Wiederholfunktion mit automatisch auf- oder abwärtslaufendem Präfix des Namens (Netz1, Netz2, Netz3 usw.), der nachträgliche Plazierungsvorgang ist aber dennoch (zeit)aufwendig.

Die UNDO/REDO-Funktion macht zwar die letzten 150 gelöschten oder gezeichneten Objekte wieder sichtbar beziehungsweise löscht sie wieder; Operationen wie Verschieben, Drehen und Spiegeln berücksichtigt dieser Befehl jedoch nicht.

Mit Hilfe eines Präfixes kann der Anwender den Umfang der Bibliothek auf ein übersichtliches Maß einschränken. Nach Wahl des Präfixes '74HCT' listet Wscad nur noch 74HCTxx-Bausteine auf. Vor der Plazierung lassen sich die Bauteile um den Bauteilmittelpunkt oder einen beliebigen anderen drehen und spiegeln. Sollen Bauteile verschoben werden, geschieht das in 'Echtdarstellung' inklusive der Anschlußleitungen. In die verschobenen Leitungen lassen sich neue Ecken einfügen oder löschen, oder man verschiebt die Leitungsenden.

Sehr komfortabel ist die Textgestaltung für eine zusätzliche Beschriftung des Schaltplans. Nach Eingabe des Textes zieht man ein Fenster auf. Wscad berechnet dann die Textgröße so,

dass der ganze Text exakt in dieses Fenster passt. Nach dem Platzieren verschwindet der aufgezogene Rahmen wieder. Der Schrift wird in der angegebenen Farbe, Dicke und Schriftart (Standard, Proportional und Spezial) angezeigt und lässt sich zusätzlich drehen und spiegeln.

Der Design-Check berücksichtigt offene Leitungsenden, ungenutzte, einzelne Anschlüsse, kurzgeschlossene Ausgänge, Eingänge ohne Ansteuerung und unbenutzte Bauteile. Das Ergebnis des Tests kann der Benutzer nicht auf dem Bildschirm begutachten, denn das Programm gibt die Ergebnisse direkt zum Drucker weiter oder in eine ASCII-Datei.

Als Ausgabemedien stehen verschiedene Plotter- und Drucker-Konfigurationen zur Verfügung, auf die nicht nur der Schaltplan, sondern auch die Netz- und Materialliste ausgeben werden können. Für die Ausgabe der Netzlisten auf Platte/Diskette stehen Formate für 15 verschiedenen CAD-Programme zur Verfügung, darunter auch die hier vorgestellten Programme Eagle, Protel-Autotrax, Tango. Leider scheint das Programm programmiertechnisch noch nicht ganz fertig zu sein; sieht man sich nur das Konfigurations-Menü für Plotter-, Drucker- oder Farbeinstellungen an, ohne etwas zu verändern, wird trotzdem gefragt, ob die geänderte Konfiguration abgespeichert werden soll. Wählt man einen Befehl an, um zu einem weiteren Popup-Menü zu gelangen, muß man oftmals erst die Maus bewegen, damit das Menü auch auf dem Bildschirm erscheint.

GS-CAD (IBM)

Nach dem Starten des Schaltplanprogramms zeigt sich dem Anwender zunächst eine Kopfzeile, in der ständig der Name

der zur Zeit bearbeiteten Datei, die Cursor-Koordinaten, das im Moment aktive Symbol, der Maßstab, die eingeblendete(n) Ebene(n) sowie das zur Zeit aktive Makro eingeblendet sind.

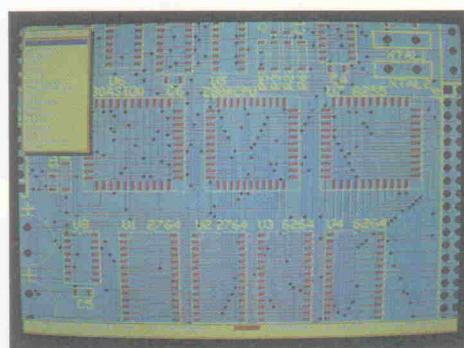
Die Hauptbefehle nimmt GS-CAD entweder über das Menü am rechten Bildschirmrand oder über die Tastatur in Form eines BefehlsCodes entgegen, den die Kopfzeile ebenfalls anzeigt. Leider ist die Sache mit dem Befehlscode nicht so einfach, wie es sich hier liest. 150 Befehlen sind Befehlscodes mit einer Länge von zwei Zeichen zugeordnet wie MW = MoveWire, PT = PlaceText, AT = AlterText – o.k.; aber: TY = SwitchSymbols?. In der Regel muß man den Befehl aus dem Menü doch mit der Maus auswählen. Wer kann sich schon so viele Kürzel merken? Bei der Mausbewegung wird normalerweise die rechte, für weiterführende Befehle auch mal die linke Maustaste verwendet, was sehr gewöhnungsbedürftig ist.

Ein Beispiel: Das Raster soll ausgeschaltet werden. Der Blick ins Handbuch hilft leider nicht weiter, denn es existiert weder ein Tutorial noch ein

Index- oder Schlagwortverzeichnis. Es bietet nur die Erklärung der einzelnen Befehle, sortiert nach ihrem Code. Da hilft nur Suchen auf Verdacht: 'S' für SwitchGrid – nichts, 'C' für ChangeGrid, 'G' für Grid allgemein, 'A' für Alter Grid – alles nichts. Also wird die beigefügte Liste aller 150 Befehle durchgesucht und endlich: 'TG' für 'SwitchGrid'; ist doch logo.

Als Einführung in die Software bietet GS-CAD in einem umfangreichen Makro-Programm ein Tutorial an. Sucht der Anwender beispielsweise Hilfe zur Erstellung einer Busverbindung, muß er erst das Lern-Macro starten, um den Vorgang dort noch einmal nachzulesen. So einfach ein CAD-Programm auch sein mag: Auf ein gutes Handbuch kann man kaum verzichten.

Ansonsten bietet das Programm alle Features, die man von einem Schaltplanzeichner erwartet. Linien können in ihrem Status (Zeichenlinie, Wire, Bus oder Frame), ihrem Typ (durchgezogen oder punktiert), in ihrer Ebene, Farbe und Strichstärke modifiziert werden; auch Kreisbögen sind möglich. Für



Protel-Autotrax: Klar und übersichtlich; die Darstellung eines Platinenlayouts in Trax-Edit. Die Statuszeile zeigt die Cursorkoordinaten, das gewählte Raster (hier mm), die Layer, in der im Moment gearbeitet wird, den im Moment verwendeten Pad-Typ (Round 62) sowie die Trackbreite (0.3), die Buchstabengröße (1.53) und die Rasterweite (Grid).

die Beschriftung kann man ebenfalls Ebene, Farbe und Strichstärke sowie Schriftwinkel und Schriftgröße selbst bestimmen. Die Texte sind rotierend und kopierbar.

'Bauelemente' verschiebt GS-CAD mit ihren bereits verlegten Verbindungslinien jedoch nicht in Echtdarstellung, sondern in Form eines Rechtecks. Eine ungünstig gewählte Position kann jedoch nicht mit Hilfe einer UNDO-Funktion rückgängig gemacht werden. Neben den oben bereits erwähnten Makros ist es möglich, Befehlsfolgen auf die Funktionstasten F1...F10 zu legen. Zusätzlich lässt sich das am rechten Bildschirmrand erscheinende Menü vom Anwender auf Wunsch selbst definieren und konfigurieren. Mit verschiedenen beigefügten Programmen lassen sich Schaltpläne drucken, plotten und Netzlisten erstellen – speziell auch für das Layout-Programm Eagle.

Protel-Autotrax (IBM)

Alles, was ein Layout-System braucht – aber auch nicht mehr. Das ist jedenfalls der erste Eindruck, den Protel-Autotrax nach dem Programmstart bietet. Aber der Schein trügt. Obwohl die Software sehr leicht zu bedienen ist, bietet sie alle Möglichkeiten, die ein Layouter bei der täglichen Arbeit braucht. Dennoch wirkt das Programm nicht überladen.

Pads sind in beliebiger Größe und mit beliebigem Aussehen definierbar; die verschiedenen Formen lassen sich in einer Bibliothek ablegen. Für die Trackbreite bietet Autotrax eine Palette von 255 Größen an. Während man Bauteile plaziert oder verschiebt beziehungsweise Leiterbahnen verlegt, kann per Tastendruck beliebig zwischen den Layern gewechselt werden. Dabei erscheinen die Bauteile nicht in ihrer Originalform, sondern nur als Rechteck auf dem Bildschirm. Das Programm ist voll SMD- und multilayerfähig und bietet sowohl einen Autoplacer als auch einen Autorouter. Man kann beliebig zwischen zölligen und metrischen Raster hin- und herschalten.

Alle Befehle erscheinen über Popup-Menüs, lassen sich aber auch sehr komfortabel über die Tastatur anwählen. Dazu ist nur der jeweils erste Buchstabe des gewünschten Befehls einzugeben. Das funktioniert

natürlich nur, solange pro Menü jeder Eintrag mit einem anderen Buchstaben beginnt, was Protel-Autotrax im Gegensatz zu anderen Programmen konsequent durchhält, ohne verwirrende Namen zu verwenden.

Die Funktionstasten F1...F10 lassen sich mit beliebigen Befehlsfolgen (Makros) belegen. Ein 'Makro-Recorder' zeichnet sogar komplette Arbeitabläufe wie das Plazieren oder Zeichnen eines Pads auf und spielt sie auf Wunsch wieder ab. Auch bei einer Verschachtelung von Makros meckert der Recorder nicht.

Protel-Autotrax ist eines der wenigen hier vorgestellten Programme, die außer einem Autorouter auch einen Autoplacer integriert haben. Die Strategie dieses Placers und die für einen möglichst optimalen Plazievorgang günstigen Einstellungen beschreibt der Anhang des Handbuches auch für den Anfänger verständlich. Das gleiche gilt auch für die Erklärung des Autorouters, für den viele Voreinstellungen möglich und nötig sind.

Die für den Autoplacer und Autorouter erforderliche Netzliste übernimmt das Programm vom Schaltplanzeichner Protel-Schematic (der jedoch nicht zu den Testkandidaten gehört) oder von anderen Programmen wie Tango oder OrCad. Sie lässt sich aber auch mit einem Texteditor von Hand erstellen. Liegt bereits ein fertiges Layout vor, kann Autotrax die Netzliste sogar daraus generieren. Manuell vorplazierte Bauelemente betrachtet der Autoplacer automatisch als fixiert, das heißt, sie werden während des Plazievorgangs nicht mehr verschoben.

Nun zum Router: Jedem Layer kann eine Vorzugsrichtung für die Tracks (horizontal, vertikal oder gar nicht) zugewiesen werden. Leiterbahnen lassen sich manuell vorrouten und gelten dann automatisch als fixiert. Sogar die Form der Tracks inklusive der Anzahl der erlaubten VIAs pro Track kann der Anwender vordefinieren. Erlaubt man dem Autorouter allerdings, die Zahl der VIAs zu minimieren, betrachtet er auch die per Hand vorgerouteten Tracks nicht mehr als fixiert. Um so wenig VIAs wie möglich zu setzen, wurde dem Router eine Option implementiert, die es erlaubt, eine Leit-

PROTEL-AUTOTRAX VERSION 1.57 STATISTICS LOG

LOG FILENAME: ROUTE.LOG
DATE: 26-9-1990
TIME: 12:10

INPUT.PCB FILE: C:\AUTOTRAX\PLACED.PCB
OUTPUT.PCB FILE: ROUTE.PCB

ROUTE VARIABLE SETTINGS

Grid Size:	25
Track Size:	12
Via Size:	50
Arc Size:	100
Track to Track	20
Track to Pad/Via:	13
Via to Via:	13
Via to Pad:	13
Wave Limit:	2

ROUTING PERFORMANCE

Pass	Connections Title	Percentage Routed	Time in Pass
Process Pre-Routes:			Not Used
Smd to Pwr/Gnd:	—	0.0	00:00:00
Memory Routes :	131	46.5	00:00:58
Horizontal:	5	1.8	00:00:03
Vertical:	10	3.5	00:00:05
L-Routes (1 Via):	89	31.6	00:01:54
Z-Routes (2 Via):	34	12.1	00:01:33
C-Routes (2 Via):	7	2.5	00:00:53
Any Node (2 Via):	3	1.1	00:00:57
Maze Routes (3 Via) :	3	1.1	00:00:11
Any Node (3 Via):			Not Used
Totals:	282	100.0	

SMOOTHING PERFORMANCE

Pass	Tracks Title	Vias Swapped	Time in Pass
Via Minimization:			Not Used
Loop Remover:			Not Used
Double Back Remover:			Not Used
Dual Stub Remover:			Not Used
Two Via Remover:			Not Used
Arc Replacer:			Not Used
Totals:	0	0	00:06:34

UNROUTED CONNECTIONS

Wurde ein Layout mittels Autorouter fertiggestellt, legt Autotrax automatisch einen Text-File auf der Platte an, in dem der Routvorgang zusammengefaßt wird. Hier lassen sich die Größen der eingestellten Variablen, die Anzahl der nach den verschiedenen Algorithmen verlegten Tracks sowie die Anzahl der zum Abschluß durchgeföhrten Optimierungsläufe und der dabei erneut gerouteten Tracks nachlesen.

terbahn um ein Hindernis herumzuführen, ohne dabei zu sehr von der festgelegten Richtung (horizontal/vertikal) abzuweichen.

Hat der Autorouter seine Arbeit beendet, wird in der Statuszeile die Anzahl der (eventuell) nicht gerouteten Tracks angezeigt. Schafft man nun durch Verschiebung von Bauteilen neue Möglichkeiten, die restlichen Leiterbahnen zu verlegen, kann man dem Autorouter die restliche Arbeit überlassen. Zusätzlich wird auf der Festplatte ein File angelegt, das einen Bericht über die Arbeit des Autorouters enthält.

Was dem Programm aber fehlt, ist eine UNDO/REDO-Funkti-

on. Es ist zwar eine UNDELETE-Funktion vorhanden, in der die letzten 5000(!) gelöschten Komponenten (Bauteile, Tracks, Pads, VIAs, Netze, Texte) 'zurückgeholt' werden können. Experimente mit Trackbreiten und Paddurchmessern sind aber nur mit mehreren Befehlen rückgängig zu machen.

Es ist erstaunlich, was die Programmierer auf nur einer Diskette untergebracht haben: das Layout-Programm selber mit seinen umfangreichen Features, ein Programm zur Ausgabe des Layouts auf alle gängigen Geräte, diverse Treiber für Grafikkarten und einige Zusatzprogramme.



electronica 90

An die 2000 Aussteller aus 39 Staaten teilten vom 6.–10. November die etwa 100 000 m² Ausstellungsfläche des Münchener Messegeländes anlässlich der 14. Internationalen Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen

pen der Elektronik – kurz: electronica. Zum Zeitpunkt der Herstellung dieser Ausgabe ist das Ereignis in der Elektronikwelt noch in vollem Gang, aber man kann sicher sein, daß auch dieser Veranstaltung wieder einmal

ein Bombenerfolg beschieden sein wird.

Auf den folgenden Seiten sind Produkte zu finden, die der Elrad-Redaktion beim Messerundgang aufgefallen sind.

Neuer OPA

Ein von Burr-Brown vorgestellter neuer breitbandiger Buffer mit spannungsgesteuerter Stromquelle trägt die Bezeichnung OPA 660. Dieses neue IC ist nach Angaben des Herstellers ein universelles Basiselement für sehr viele Anwendungen in der Videotechnik (HDTV) und der Hochgeschwindigkeitssignalverarbeitung, die bisher mit diskret auf-

gebauten Schaltungen verwirklicht wurden. Neben der hohen Anstiegsgeschwindigkeit von 3000 V/μs, der Kleinsignalbandbreite von 700 MHz und einer Anstiegszeit von 1,5 ns bei einem 5 V-Eingangssprung bietet der OPA 660 echten 4-Quadrantenbetrieb, sehr geringe Fehler der differentiellen Verstärkung und der Phase sowie ein überragendes Verhältnis von Bandbreite zu Stromverbrauch.

Die spannungsgesteuerte Stromquelle (oder auch Transconductance-Verstärker = OTA) kann als idealer Transistor betrachtet werden. Die Steilheit des OTA kann mit einem externen Widerstand eingestellt werden. Dies erlaubt eine optimale Einstellung der Bandbreite, des Ruhestroms und des Verstärkungsverhaltens über die Frequenz.

Gleichzeitig ist bei geeigneter Beschaltung des OTAs mit dem Spannungsfolger der Aufbau von stromrückgekoppelten Verstärkern möglich.

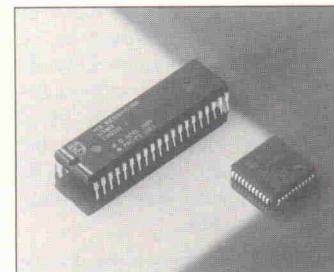
Einige nach HF-Gesichtspunkten optimierte Demo-Boards für verschiedene Schaltungsarten und Gehäusesorten werden bei Erscheinen dieses Heftes zur Verfügung stehen. Zusätzlich stehen weitere Informationen und ein ausführliches Datenblatt zur Verfügung.

Burr-Brown International GmbH
Kurze Straße 40
W-7024 Filderstadt 4
Tel.: (0 711) 77 04-0

Legende im neuen Licht

Vor Jahren schon mal eine kleine Sensation: Die blaue LED. Seinerzeit war es Siemens, die das Wunderwerk mit einer Lichtstärke von 3 mcd und einem Preis von über hundert D-Mark der Öffentlichkeit vorstellte. Auf der diesjährigen electronica erweckte Taiwan Lite-On das 'Blau' zu neuem Leben. Der Halbleiter steckt in einem glasklaren Standardgehäuse mit einem Durchmesser von 5 mm. Die Helligkeit gibt der Hersteller mit einem Wert von immerhin 13 mcd bei 20 mA an. Die Peakwellenlänge beträgt 470 nm. Als voraussichtlichen Preis wurde uns ein Betrag von circa 30 D-Mark genannt. Das zeigt, daß auch diese LED weniger als Massenprodukt für Anzeigen konzipiert ist; als Anwendungen dürften eher spezielle Gebiete der Meßtechnik in Frage kommen.

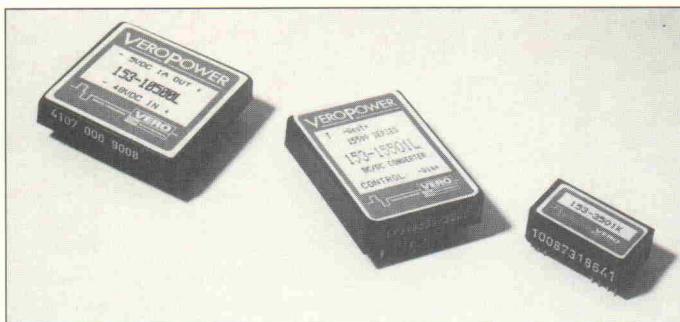
Liton Electronic Vertriebs GmbH
Seekamp 1
W-2323 Stocksee
Tel.: (0 45 26) 16 11



8051 mit 30 MHz

Eine 30-MHz-Version des populären Mikro-Controllers 8051 in CMOS ist bei Philips Components zu haben. Dieser Chip, die genaue Bezeichnung ist PCB 80C51BH-5-30, arbeitet nahezu 60 % seiner Instruktionen in 0,4 μs, den Rest in 0,8 μs ab. Multiplikationen und Divisionen werden in 1,6 μs durchgeführt. Bei maximaler Taktfrequenz zieht der Controller 44 mA bei 5,5 V Versorgungsspannung. Der Strom verringert sich im Power-Down-Status und im Idle-Mode auf 10,8 mA beziehungsweise 50 μA. Den schnellen 8051 gibt es im 40poligen DIL-Gehäuse und in den 44poligen PLCC- und SMT-'Verpackungen'.

Philips Components
Burchardstr. 19
W-2000 Hamburg 1
Tel.: (0 40) 32 96-0
Fax: (0 40) 32 96-213



10 W-Schaltregler mit weitem Eingangsspannungsbereich

Für den direkten Einsatz auf Leiterplatten gibt es ein neues Schaltregler-Modul von Vero. Merkmal dieser 10 W-Stromversorgung ist der extrem weite Eingangsspannungsbereich.

Das Modul aus der Serie 10500 wird in einem flachen, nur 10,2 mm hohen Gehäuse angeboten. Der Eingangsspannungsbereich des DC/DC-Wandlers

liegt in zwei Bereichen zwischen 18 und 72 V DC. Besonders hervorzuheben ist hier der Wirkungsgrad, der bis zu 77 % beträgt. Die Ausgangsspannungen betragen: 5 V/2 A oder ± 12 V/0,42 A beziehungsweise ± 15 V/0,35 A. Das Modul wurde in SMD-Technologie gefertigt. Ab einem Betriebstemperaturbereich von 70 Grad Celsius wird ein Derating empfohlen.

Bicc-Vero Electronics GmbH
Carsten-Dressler-Straße 10
W-2800 Bremen 61
Tel.: (04 21) 8 40 70

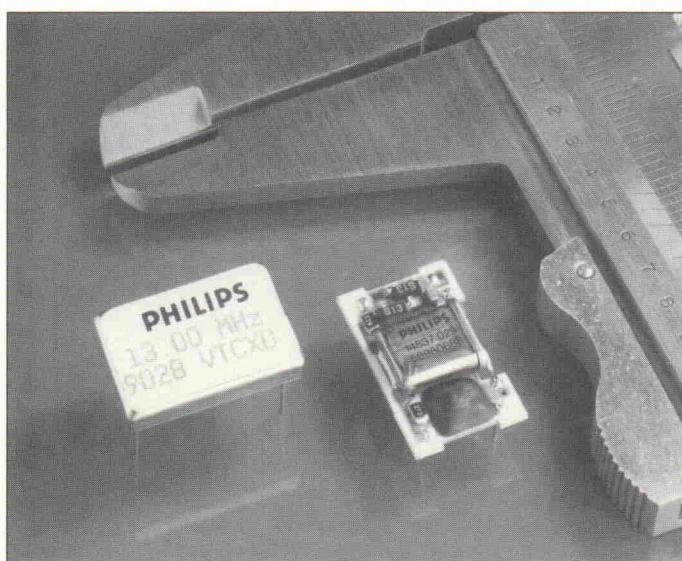
Gequarzter VCO

Was auf den ersten Blick ein Widerspruch in sich zu sein scheint, nämlich ein spannungsgesteuerter Quarzoszillator, findet seine Anwendung überall dort, wo ein Hochfrequenzsignal entweder um einen geringen Betrag 'gezogen' oder frequenzmoduliert werden muß. Von Philips Components war auf der 'electronica' ein besonders kleiner Vertreter dieser Spezies zu sehen. Der mögliche Frequenzbereich wurde mit 8 MHz bis 16 MHz angegeben, die Stromaufnahme mit 3 mA.

Für die Frequenzstabilität nennt Philips einen Wert von $\pm 1,5$ ppm im Bereich von -30° bis $+80^\circ$ C und für den Ziehbereich vier Werte zwischen 4...38 ppm.

Die typische Anwendung scheint in der Schmalband-Kommunikation zu liegen (drahtlose Telefone, Funkgeräte, etc.); dazu paßt auch der Preis: 40 holländische Gulden bei Tausender-Stückzahlen.

Philips Components
Burchardstr. 19
W-2000 Hamburg 1
Tel.: (0 40) 32 96-0
Fax: (0 40) 32 96-213



P C / X T / A T - M eß- und Regelkarten

- 1*AD (2us/500 kHz)/1*DA (1us), uni/bipolar per DIP-Schalter einstellbar, 8 Bit+/1 LSB **DM 169,-**
- wie oben, jedoch 8*AD, Spannungsbereiche per Software umschaltbar **DM 209,-**
- wie vor, jedoch Eingangs-Spannungsbereiche mit Jumper erweiterbar, extern triggerbar **DM 279,-**
- 12 Bit +/-1 LSB AD-Metrikarte (9us), 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(25us, +/- 5V), 1*DA(0-5/10V), 16 digitale Eingänge+16 dig.Ausg., m. Anschlußkit **DM 809,-**
- PCL-812: 16*AD(25 us, +/-1/2/5/10V), 2*DA(0-5/10V), Timer, DMA-/Interrupt, dig. Ein-/Ausgänge **DM 975,-**
- ** auch mit progr.-bare Bereichsumschaltung lieferbar **
- PCL-718: wie PCL-812, jedoch 16*AD/8*AD differentiell (16,6us/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

Modell	Außenmaße in mm (l x b x h)	Preise in DM
E 406	65* 50* 30	7.00
E 408	65* 50* 45	7.90
E 410	100* 50* 25	8.80
E 420	100* 50* 40	9.70
E 430	120* 65* 40	10.95
E 434	188* 110* 40	15.95
E 435	120* 65* 65	12.30
E 440	150* 80* 55	12.55
E 445	150* 80* 80	15.40
E 450 VL	188* 110* 70	16.60
E 450	188* 110* 70	17.90
E 470	188* 110* 120	23.85

Standard- und Spezial-Elektronikbauteile

Leuchtdioden	IC-Fassungen	Halbleiter
rot, gelb oder grün	angefüllte Plastikverpackung	2,50 DM
LED 3mm 0,14 DM	PF-68	0,26 DM
LED 5mm 0,15 DM	PF-14	0,48 DM
LED 8mm 0,55 DM	PF-18	0,53 DM
LED 10mm 1,10 DM	PF-24	0,79 DM
LED 20mm 5,30 DM	PF-28	0,92 DM

Dipl.-Ing. Jürgen Hofmann
Vertrieb und Entwicklung elektronischer Schaltungen
JH
Bussardweg 33
3320 Salzgitter 51
Telefon: 05341 / 3 64 38 + 3 64 39

Fast 10 000 HALBLEITER

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



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

Neuer KATALOG KOSTENLOS

RANGER

LAYOUT-CAD-PROGRAMME

Wir liefern Komplettlösungen:
Schaltplanzeichnen – Layout – Autorouting
– 2D-Mechanik – Gerber-In-Output –
Fertigungsdaten
Lauffähig auf PC's, MS-DOS bis hin zu
Unix-X-Windows Workstations.
Unsere RANGER 1 Low-Cost-Version z.B.
DM 1298,- + MwSt.
Kostenlose Demo-Diskette erhältlich.

Cd connection design
Ein Unternehmen der Mania-Gruppe

Frankstraße 141 · 7530 Pforzheim · Telefon 0 72 31 / 4 05 98-99

SYSTEMPLAN PLZ-Gebiet
REICHEL 8
Wallerbergstr. 13 · 8501 Schwarzenbruck · Tel. 0 91 83 / 43 00

COMPUTER SYSTEM LÖSUNGEN SCHAWOHL PLZ-Gebiet 4/5/6
Limburger Straße 18 · 6255 Dornburg 1 · Telefon 0 64 36 / 51 92

Glasklar

Die Invasion der Plastikflaschen für Getränke ist ein Alptraum für die Umwelt. Dabei gibt es die glasklare Alternative: Mehrwegflaschen aus Glas helfen, nutzlosen Müll zu vermeiden und belasten die Umwelt nicht mit giftigen Chemikalien.

Wenn Sie uns diese Anzeige schicken,

sagen wir Ihnen gerne mehr über Müllvermeidung und umweltfreundliche Wiederverwertung.

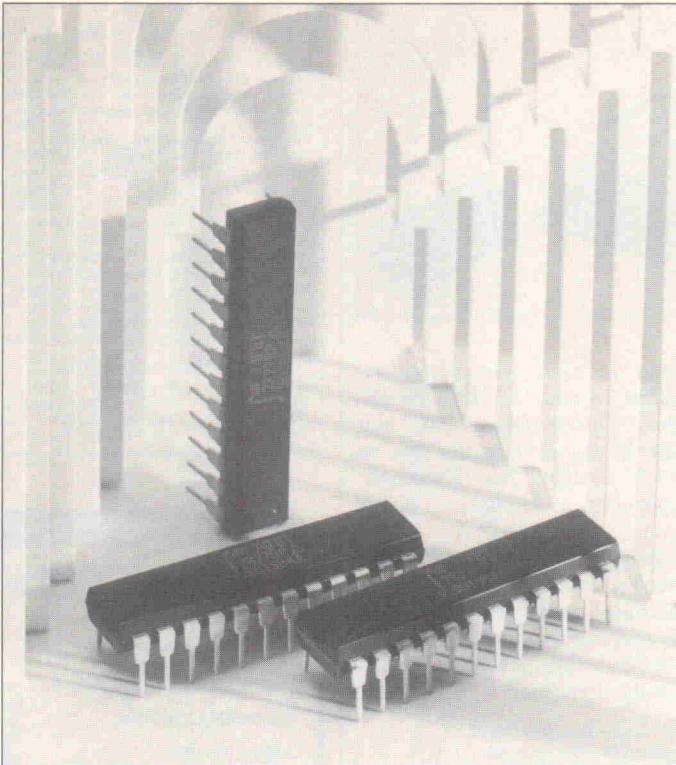
BUND - Im Rheingarten 7-5300 Bonn 3

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland
e.V.



BUND

Messe



Neue High-Speed-Logik

Speziell für Schaltungen, die mit Taktfrequenzen von 25 MHz und darüber laufen, hat Integrated Device Technology 10-Bit-Memory-Treiber in BICEMOS-Technologie im Programm. Die unter den Bezeich-

nungen FBT2827 und FBT2828 geführten Bausteine sind in der Lage, relativ große kapazitive Speicherbereiche zu treiben und verbessern gleichzeitig die Signalqualität. Die im Chip integrierten Serienwiderstände am Ausgang der Bausteine begrenzen den durch die Ausgangstransistoren fließenden Strom und tragen damit dazu

bei, daß sich Über- und Unter- schwingungen auf ein Minimum reduzieren.

Im Vergleich zu Bausteinen in herkömmlicher CMOS-Technologie arbeitet die neue FBT-Logik mit wesentlich höheren Geschwindigkeiten, treibt kapazitive Lasten problemlos und liefert Signale mit sauber kontrollierbaren Ausgangsflanken. Gegenüber Standard-Logik-ICs in Bipolar- oder BICMOS-Technologie sind die FBT-Typen 30 % schneller und benötigen weniger Strom. Zurückzuführen sind diese Eigenschaften auf den mit zwei Metallisierungsebenen aufgebauten BICEMOS-Prozeß als Kombination aus Low-Power-CMOS- und High-Speed-Bipolar-Technik, der – ohne Geschwindigkeitseinbußen hinnehmen zu müssen – die Rauschpegel der Logik-Komponenten drastisch reduziert.

Beide Logik-Familien sind in verschiedenen Plastik- und Keramikgehäusen verfügbar, deren Anschlußraster den Spezifikationen nach JEDEC entsprechen. Es gibt Typen für 16...25 MHz schnelle Systeme sowie Ausführungen für 25...50 MHz.

IDT GmbH
Gottfried-von-Cramm-Straße 1
W-8056 Neufahrn
Tel.: (0 81 65) 50 24

Bibliotheken für elektronische Bauteile

Wer kennt nicht das Problem? Man steckt mitten in der Entwicklung einer Schaltung und ist auf der Suche nach einem neuen Bauteil oder benötigt zuverlässig und schnell Informationen über Gehäuseformen, Vergleichstypen, Adressen von Herstellern, Second-Source-Herstellern oder Distributoren. Mittlerweile gibt es mehrere Anbieter von umfassenden und aktuellen Nachschlagewerken als Informationsquelle über ICs und diskrete Halbleiter des Weltmarkts.

Die Nova Elektronik GmbH bietet ihren IC-Finder in Form einer Datenbank für die Verwendung auf AT-Computern an. Bisher sind die Teile I...III mit den folgenden Inhalten lieferbar: Digital-Schaltungen, Speicherbausteine und Analog-Schal-

tungen. Geplant sind Microcomputer-Bausteine für 1991 sowie Programmierbare Logik und Wandler für das Jahr 1992. Die Lieferung der Einzelteile erfolgt auf 3 1/2"- beziehungsweise 5 1/4"-Disketten. Der Preis für einen Einzelteil beträgt 795 D-Mark. Das jährliche Update ist für 120 D-Mark erhältlich. Wer sich nur eine Vorstellung von der Datenbank machen möchte, der kann sich für 50 D-Mark eine Testdiskette zusenden lassen. Alle Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer.

Nova Elektronik GmbH
Donatusstr. 158
W-5024 Pulheim 2
Tel.: (0 22 34) 8 10 05

D.A.T.A. Digest heißt das Nachschlagewerk, das vom IWT-Verlag vertrieben wird. In den mittlerweile 19 Bänden

ist das aktuelle Angebot des Weltmarkts zusammengestellt, das durch ein regelmäßiges Update auf den neuesten Stand gebracht wird. Die Bände lassen sich einzeln oder im Abonnement beziehen. Interessant auch die Serie zu nicht mehr produzierten Bauteilen. Aktuell auf der electronica zeigte der IWT-Verlag die kompletten DATA-Digest-Bände auf CD-ROM. Damit hat man per PC direkten Zugriff auf die Daten von über 500 000 Bauteilen von rund 800 Herstellern. Der Preis für das CD-ROM beträgt 14 000 D-Mark; es sind aber auch einzelne Bände auf CD erhältlich. Die 'Normal'-Bände kosten jeweils circa 500 D-Mark.

IWT-Verlag GmbH
Wendelsteinstr. 3
W-8011 Vaterstetten
Tel.: (0 81 06) 3 89-0

PC - MESSTECHNIK

PCL-711S	8 A/D, 1 D/A, 12 Bit	805,-
PCL-812	16 A/D, 1 D/A, 16 digitales I/O, 12 Bit, Timer/Counter	900,-
PCLD-790	Analogenstandard für PCL-711S, 812	150,-
SMT-331	matrasat-PIC Vers. 3.1 Meßdatenerfassungssoftware Echtzeitverhalten, Online-Grafik Unterstützung verschiedener Meßwert erfassungskarten	1445,-
HMT-312	Komplett paket Meßdatenerfassung (SMT-331, PCL-812, PCLD-790)	245,-

Wir führen die komplette PC-LabCard-Serie
Fordern Sie unser Lieferprogramm an!

kosiol
computersysteme

Telefon 069/443391
Postfach 1815 • 6380 Bad Homburg

Bausätze für Musiker Studio und PA

Auszug aus dem Gesamtatalog 90.4

Basspreamp nach ELRAD 2/90
komplett mit Siebdruckfrontplatte, Gehäuse,
Platine und allen Bauteilen für 375,-DM

PA-Verstärker mit Lauts.

PA-1000 2x500 Watt Sinus 4Ω 1390,-DM
PA-600 2x300 Watt Sinus 4Ω 990,-DM
PA-300 2x150 Watt Sinus 4Ω 590,-DM

Studio, Keyboard, PA

parametr. Equalizer, stereo 330,-DM
Vierfach Noisegate 425,-DM
Vierfach Limiter/Kompressor 475,-DM

Kompressor mit Noisegate, stereo 350,-DM
Elektr. Frequenzweiche 350,-DM
Mini-Mixer z.B. 12 in 2 ab: 290,-DM

Gehäuse 19" 1 HE, mit sym. Ein- und Ausgängen

Alle Bausätze sind komplett incl. Siebdruckfront-

platte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

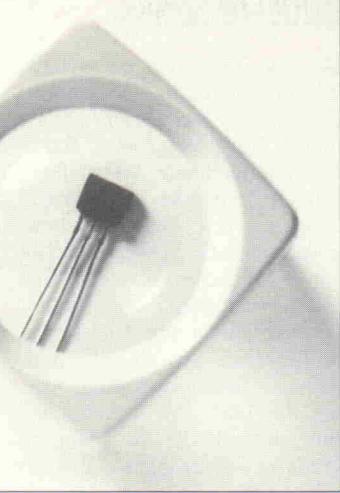
Martin Ziegler, Großherzg.-Friedrich-Str. 140

6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

Neue Sensoren

Der Geschäftsbereich Sensorik der Honeywell Regelsysteme GmbH zeigte auf ihrem Messestand erstmalig die einstellbaren digitalen Halleffektsensoren der Serie SS4. Der Einschaltpunkt der zweipoligen Sensoren der Serie SS46X mit selbsthalten dem Ausgang läßt sich in 2-mT-Stufen von 2...20 mT einstellen, der der einpoligen Serie SS47X in 3-mT-Stufen von 5...35 mT. Ein besonderes Merkmal der Sensoren ist, daß man die Temperaturdrift des verwendeten Magneten im Bereich von -40...+150 °C mit Hilfe des einstellbaren Temperaturkoeffizienten kompensieren kann.

Die $4,1 \times 3,0 \times 1,5$ mm³ kleinen, minusschaltenden Sensoren werden mit 4,5...24 V betrieben und können Schaltströme bis zu 30 mA (50 mA) schalten. Ihre Schaltfrequenz reicht von 0...100 kHz. Zu den wichtigsten Anwendungen gehören bürstenlose Gleichstrommotoren, Zündsteuerungen und Drehzahlmesser. Ebenso gut kann man die Halleffektsensoren für Durchflußmessungen von Gasen und Flüssigkeiten (Wasserenthärter) einsetzen. Nicht zuletzt findet man sie in medizinischen Geräten, Kopier-

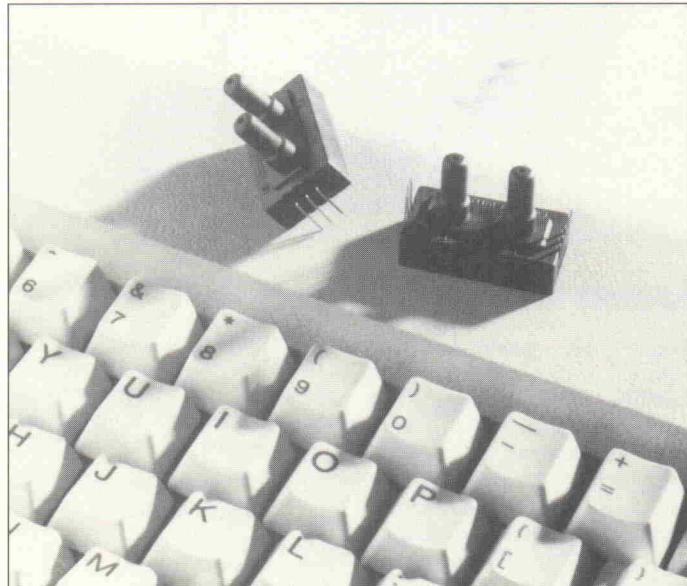


maschinen und Computerausrüstungen.

Als weitere Neuigkeit stellte Honeywell seine neuen piezoresistiven Drucksensoren für 5 V Betriebsspannung vor. Der Sensor 180PC ist in Unter-, Über-, Differenz- und Absolutdruckausführung erhältlich. Der Gleichspannungsbetrieb sorgt für eine brummfreie, analoge Ausgangsspannung von 0,5...4,5 V, die dem Druck proportional ist. Somit eignet er sich gut für A/D-Wandler, die für einen Eingangsspannungsbe reich von 0...5 V ausgelegt sind.

Der Drucksensor ist für Druckbereiche von 0...345 mbar oder 0...1 bar lieferbar und arbeitet bei Temperaturen von -40...+85 °C. Die Temperaturkompensation ist von 0...50 °C wirksam.

Honeywell Regelsysteme GmbH
Kaiserleistr. 39
D-6050 Offenbach
Tel.: (0 69) 80 64-0



Bestücken von Platinen

WSG Elektronik GmbH

Tel.: 0 55 09/304 Fax: 0 55 09/26 39
Hauptstr. 15 3403 Friedland 5

Klein- und Großserien

Österr. Hobbyelektroniker!

Fordern Sie unsere Weihnachtsliste mit vielen günstigen Angeboten an.

(Nur für Österreich)

Drau Electronic 9503 Villach, Postfach 16
Tel.: (0 42 42) 23 774, Fax: 5 67 77, Wilhelm-Eich-Straße 2

RANGER

Schaltplanzeichenpaket

Schaltplanzeichnen – Automatische Teile- und Verbindungslisten-Erstellung – Erstellung mechanischer Outlines – Leiterplattenprofil und Bauteilplazierung mit Gummibandtechnik

Ausgabe: ASCIL, HPGL, Houston, Dot-Matrix
Komplettprice DM 199,50 inkl. MwSt.

Ein Unternehmen der Mania-Gruppe

Cd Cd connection design

Frankstraße 141 · D-7530 Pforzheim · Telefon 0 72 31 / 4 05 98 - 99
Telefax 0 72 31 / 4 05 90

MPE II plus —
MPK Printed Circuit Board Editor
II plus —
EDA (Electronics Design Automation) SOFTWARE für
ATARI ST (GEM/TOS) und ESYS WORKSTATION (OS-9):

Version 1.02 Neu

Marek Petrik
Vogelsbergstr. 13
3550 Marburg 7
Phone (Germany):
06421-47588

- Graphische Schaltplan-Erstellung;
- Beliebige Blatt-Anzahl; Netzlisten-Schnittstelle;
- Netzlisten-Übernahme aus Fremdsystemen, z.B. SCHEMA II (Omaton) oder ORCAD (optional).
- Interaktive Leiterplatten-Entflechtung anhand Schaltplan-Netzliste mit Gummiband-Technik;
- Überprüfung des Leiterplatten-Entwurfes, Stücklisten, alle nötigen Unterlagen.
- Anzahl Komponenten, Leiterbahnen usw. nur durch verfügbaren Speicherplatz begrenzt.
- Max. Arbeitsfläche 500 x 420 mm mit 1/720 Zoll (0,035 mm) Auflösung.
- 28 Ebenen, typisch 12-Lagen-Multilayers, SMT, Echtzeit-Gummibänder, Bauteile-Verwaltung.
- Graphische Benutzeroberfläche, Maus/Tastatur-Bedienung, Auto-Pan, Zoom, WYSIWYG.
- Ausgabe auf 24-Nadel-Drucker, Laser-Drucker, Bit-Maps, Stiftplotter, Photoplotter.
- Neues, deutsch/englisches Manual und Tutorial.
- Preise für ATARI ST - GEM/TOS - Version: EVALUATION-KIT (Max. Fläche 175x15 mm, sonst keine Einschränkungen) DM 277,-
- VOLLVERSION (EVA-KIT wird angeschnitten) DM 877,-
- GERBER-DISK (Input+Output) DM 154,-
- HPGL-DISK (Input+Output) DM 154,-
- LIBRARY-DISK DM 123,-

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmverbeschichtet.
Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4 W, 5%, Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 10 Stück DM 16,45
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 25 Stück DM 34,95
67 Werte v. 10Ω - 3,3MΩ, à 100 Stück DM 92,75
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 10Ω - 3,3MΩ)

Metalldrahtwiderstands-Sortimente, 1/4 W, 1%, Reihe E24, Typ 0207
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 10 Stück DM 47,95
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 25 Stück DM 114,00
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 100 Stück DM 342,00
Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7Ω - 4,3MΩ)
Dioden IN4148 100 St. DM 2,22 500 St. DM 9,99
100 St. IC-Sockel-Sortiment DM 19,95
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsstassungen 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 Infoliste gratis.

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

SMD-Sortimente

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



SMD-
Praktikersortiment **DM 139,-**
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer
Widerstande: 66 Werte 10Ω-4,7MΩ je 10 St.
Kondensatoren: 18 Werte 1pF-470nF je 5 St.
Dioden: 5 Typen je 5 St.
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog 90/91 verlangen.
SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-
Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche
Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

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

SIE SUCHEN IHN – WIR HABEN IHN!

DEN OPTISCHEN LÖTSTOPPLACK AUS
DER SPRAYDOSE!

grün-deckender Platinenschutzlack zum
Beschichten von bestückten oder unbe-
stückten Platinen. Kein Lötlack, jedoch
gut durchlötbbar.

Spraydose:
400 ml Inhalt ohne FCKW DM 13,90

Lieferung per Nachnahme!

BAUER ELEKTRONIK
LEITERPLATTEN UND DESIGN
Hasenbruch 1
6690 ST. WENDEL 06851 - 7 03 66

Kostenlos

Coupon
erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten

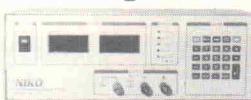
**Elektronik –
Spezial-KATALOG**
mit 260 Seiten.

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

C 0440

COMPUTERNETZGERÄT PPS 255

- Programmierbar 25V/3A bis 9V, 5A
- Tastatureingabe, digitale Anzeige
- seriennmäßig KOIB-Bus (RS-232C)
- Listener- u. Talkerbetrieb
- Auflösung U/1 jeweils 8 bit
- CC, CV, OVP, DCP Mode
- Schnelle Entladung



Low Cost CAM-CAT Geräte

- Eine RS-232C Schnittstelle steuert 31 KOIB-Geräte bidirektional an
- Listener- und Talkerbetrieb
- Eigener Assembler mit Sonderfunktionen f. Schrittmotore
- Programmiersprache beliebig (Basic, C, Pascal, etc.)
- Programmierbarer Logic Controller
- Stand alone oder Computer gesteuert
- Sockel für EPROM vorhanden
- KOIB-Bus seriennmäßig
- 16 Eingänge (DC/AC)
- 12 Ausgänge 250V/10A
- 4 Opencollector 40V/5A für Schrittmotore
- Aufschrifte DEMO-Diskette

HARTLAUER PRÄZISIONS ELEKTRONIK
AHORNSTR. 13 · D-8217 GRASSAU
TEL. 08641/3112 · FAX 08641/5242

KLEIN ELEKTRONIK

JUBILÄUMS- ANGEBOT

3-Wege-Aktiv-System
MODAC A 5

Modernste MOS-FET Technologie

Die Garantie für höchste Klangqualität.
Tiefotoner 200 Watt, 4 Ω; Mitte 100 Watt, 4 Ω;
Hochtoner 100 Watt, 8 Ω.

Frequenzweiche 24 dB, 4. Ordnung,
Allpaßcharakteristik.

Netzteil sehr leistungsstark, für stabilen
Betrieb, auch bei komplexen Lasten.
Ringkerntrafo 500 VA.

Siebung 94 000 μF.

3-Wege-Aktiv-Mono incl. Netzteil und
Handbuch. Art.-Nr. 10985

Zum einmaligen
Jubiläumspreis von **DM 1250,-**

Ausführliches Modac A 5-Handbuch
DM 15,- incl. Porto. (Briefm./Schein)
Gutschrift bei Bestellung.

Bestellen Sie
direkt bei

10 JAHRE
AUDIO-SYSTEME
KLEIN
ELEKTRONIK GMBH
Schubertstraße 7
D-7531 Neuhausen/Hamberg
Tel. (07234) 77 83/89 43
Fax 5205

Giftfreie Akkus

Die von Varta neu entwickelte wiederaufladbare Nickel-Hydrid-Batterie hat Serienreife erreicht. Europas größter Batteriehersteller hatte 1988 auf der Münchner Messe 'electronica' Batterien des neuen Systems vorgestellt und Vorserialmuster zur Praxiserprobung bei Geräteherstellern ausgeliefert. Inzwischen ist die Nickel-Hydrid-Batterie soweit optimiert, daß die Serienproduktion vorbereitet wird. Im kommenden Jahr soll mit der Auslieferung größerer Stückzahlen begonnen werden.

Nickel-Hydrid-Batterien sind im Sinne der freiwilligen Vereinbarung der Batterieindustrie und des Handels mit dem Bundesumweltminister nicht schadstoffhaltig, weil sie kein Cadmium mehr enthalten und auch frei von Quecksilber und Blei sind. Auch die kommenden EG-Vorschriften für Batterien werden von Nickel-Hydrid-Batterien eingehalten.

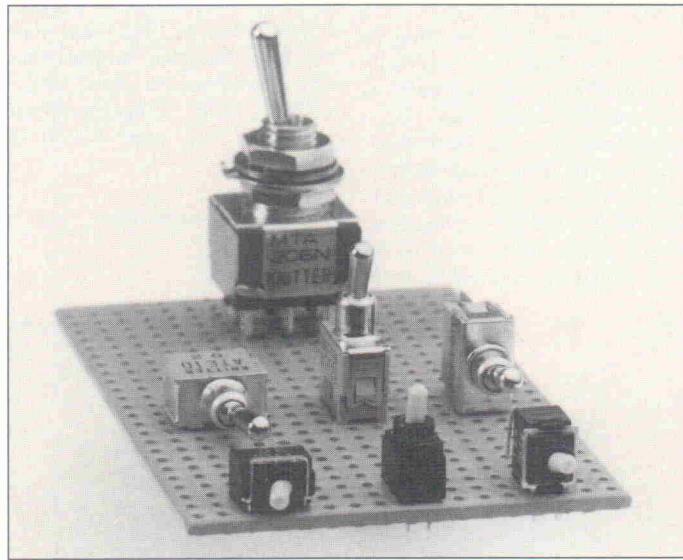
Stand der Technik bei Varta: Eine Nickel-Hydrid-Rundzelle der meistverwendeten Baugröße Mignon hat eine Speicherkapazität von 1000 mA/h.

Das ist doppelt so viel wie bei einer Nickel-Cadmium-Zelle derselben Baugröße.

Die neuen Zellen können ohne Probleme innerhalb von einer Stunde geladen werden. Bei zweistündiger Ladung und nachfolgender zweistündiger Entladung mit 100 %iger Entladetiefe werden 1000 Zyklen erreicht, bevor die Anfangskapazität auf 80 % abgesunken ist. Aber auch einstündige Lade- und Entladezyklen sind unter den sonst gleichen Bedingungen mehr als 500mal möglich.

Die wiederaufladbaren Nickel-Hydrid-Batterien sind systemkompatibel mit Nickel-Cadmium-Batterien und werden diese schrittweise in vielen Anwendungsbereichen ergänzen. Die Preise der Rohstoffe lassen aber heute schon die Voraussage zu, daß die Preise für Nickel-Hydrid-Batterien der gleichen Zellgröße um ca. den Faktor 3 über denen von Nickel-Cadmium-Batterien liegen werden, und daß daher der Austausch NiCad gegen NiH ein langsamer sein wird.

Varta
Am Leineufer 51
W-3000 Hannover 21
Tel.: (05 11) 7 90 30



Knitters Kleinst

Zehn Jahre nach der Einführung der Subminiaturschalter stellt Knitter-Switch zur 'electronica 90' Microminiaturschalter vor, die gegenüber den bisher angebotenen nochmals um etwa ein Drittel kleiner geworden sind. Lieferbar sind Kippschalter in ein- und zweipoliger Ausführung,

stehend und liegend sowie in allen Schaltfolgen, auch mit Mittel- und Taststellungen. Die Anschlüsse sind im Rastermaß 2,54 und zur leichteren Montage gekröpft. Die Schalter sind voll waschbar.

Weitere Einzelheiten im Katalog 'Miniaturschalter 91'.

Knitter-Switch
Neue Poststraße 17
W-8011 Baldham/München

Kunststoffgehäuse mit Schirmdämpfung

Messungen an Schalengehäusen

Mit EMV befaßten sich in der letzten Ausgabe die Beiträge 'Die unsichtbare Gefahr' und 'Elektrischer Abschirmdienst'; ein dritter brachte unter der Überschrift 'Schirmung mit Kunststoffgehäusen' Meßkurven von zwei EMV-gerechten 19"-Kunststoffausführungen der Firmen Bopla und Rittal.

Ein entsprechendes Gehäuse der Firma OKW stand in dem befristeten Zeitraum, als die Messungen in dem von Elrad gemieteten Hf-Meßlabor stattfanden, nicht zur Verfügung. Etwa zum gleichen Zeitpunkt wurden aber an der Universität Karlsruhe Schirmdämpfungs-messungen an elektrisch leitenden Kunststoff-Schalengehäusen von OKW durchgeführt.

Aus den Berichtsunterlagen geht hervor, daß die Meßanordnung dort mit dem in Elrad 11/90, Seite 52 f. beschriebenen Meßaufbau übereinstimmt. Der Schirmdämpfungsverlauf wurde für den Frequenzbereich 30 MHz...1 GHz ermittelt, er läßt somit eine Beurteilung der Schirmwirkung gegen elektromagnetische Wellen (Fernfeld) zu.

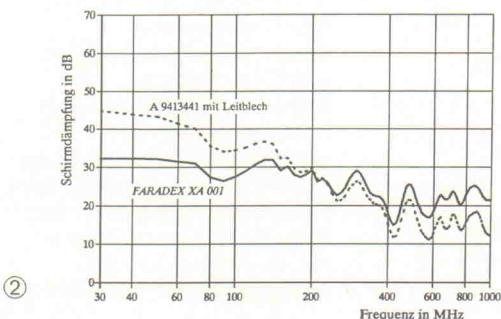
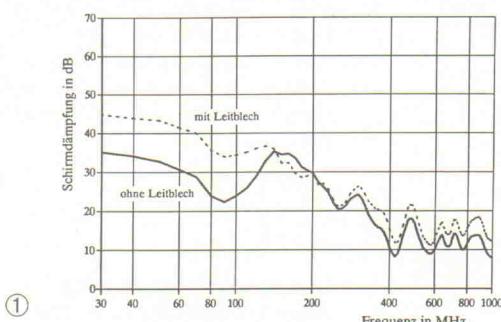
Alle untersuchten Schalengehäuse hatten die Außenmaße $190 \times 138 \times 91 \text{ mm}^3$. Die Standardausführung aus nichtleit-

dem Polystyrol besitzt im gesamten untersuchten Frequenzspektrum eine Schirmdämpfung von <1 dB.

Die Schirmdämpfung des im Vakuum alu-beschichteten Gehäuses 'Elamet' mit Leitblech fällt im Frequenzbereich 30 MHz...400 MHz von 45 dB auf circa 15 dB und verbleibt bis 1 GHz im Mittel bei 15 dB (Bild 1). Ohne Leitblech weist das Gehäuse im Frequenzbereich bis 140 MHz eine um circa 10 dB geringere Schirmwirkung auf. Das Leitblech ist ein etwa 10 mm breiter, aus zwei L-förmigen Hälften bestehender Alustreifen, der innen rundum entlang der Nut/Feder-Fuge der beiden Gehäuseschalen verläuft, die Schalen elektrisch miteinander verbindet und die Schirmwirkung im Bereich der kritischen Fuge sichert.

Für das Gehäuse aus dem Material Faradex AX 001 liegt die Schirmdämpfung zwischen 30 MHz und 100 MHz bei 30 dB (Bild 2). Oberhalb 200 MHz beträgt die Dämpfung im Mittel circa 25 dB.

In Bild 2 sind die Dämpfungs-spektren des Schalengehäus-ses Elamet (A9413441) mit Leitblech und des aus Faradex AX 001 gefertigten Schalengehäus-ses im Direktvergleich dargestellt.



Bestücken und Löten

(Schwallbreite 140 mm)
Ihrer Leiterplatten in Klein- und Kleinstserie.

Fa. Völkel, Grüner Baum 2, 8580 Bayreuth
Tel. 0921/13230, Fax 0921/82205

65C02 8048
Z80 8051

Crossware Integrierte Entwicklungsumgebungen (Eu) für PC's komplett mit

Macroassembler, Emulator/Debugger, Editor, Disassembler, Terminalprogramm, On-Line-Hilfe

Eu65C02... DM 239,00 Eu8048... DM 239,00 Eu8051/52-Fam. DM 439,00
Eu8080/85 DM 289,00 EuZ80... DM 289,00 Infodisk... DM 15,00

Weitere Assembler und Monitore auf Anfrage.
Eeprom-Programmer (RS-232) 2716 bis 27513 u. a. DM 319,00
Eeprom-Simulator 2716 bis 27256 DM 398,00

Alle Preise zzgl. Versand (Inland DM 6,50 — Ausland DM 11,50)
Steuerungs-/Regelungsaufgaben übernehmen wir gerne!

Soft- und Hardwareentwicklung
Jürgen Engelmann & Ursula Schrader
3101 Eldingen, Am Fuhringege 2, Tel. 05148/286

PROTEL

LEITERPLATTENENTWURF



- Durchgehende Lösung vom Schaltplanentwurf bis zum fertigen Layout.
- Günstiges Preis / Leistungsverhältnis.
- Für IBM PC und MAC II.



Ab sofort Autotrax Version 1.56 erhältlich

Demos kostenlos unter Fax Nr. 0 80 31 / 1 59 80,
solange Vorrat reicht.

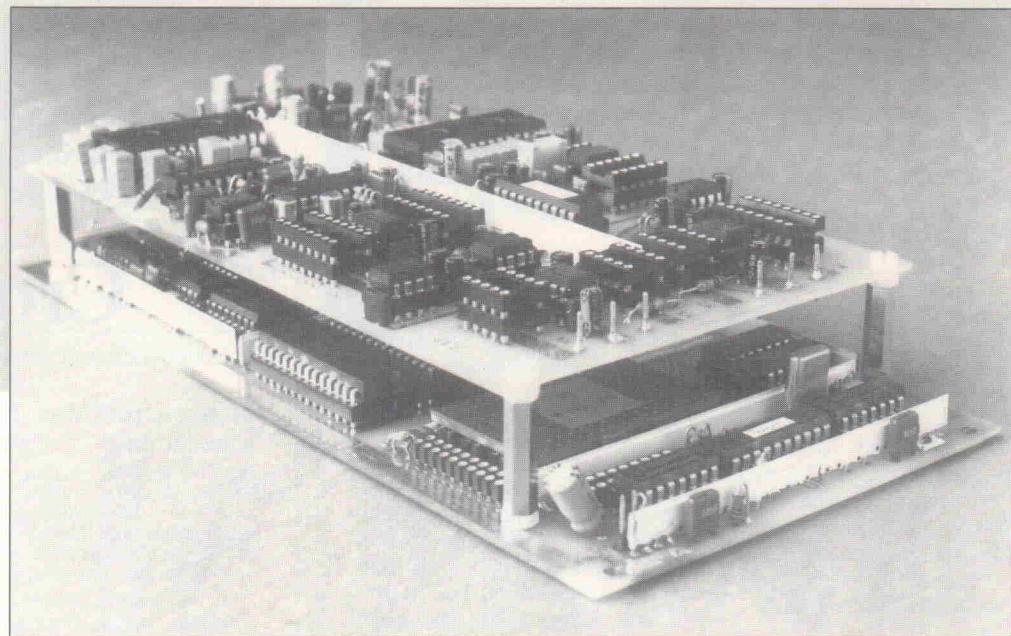


Thomatronik Herbert M. Müller

Brückenstraße 1 • D-8200 Rosenheim • Tel. 0 80 31 / 1 50 05 • Tx 525 814 • Telefax 0 80 31 / 1 59 80

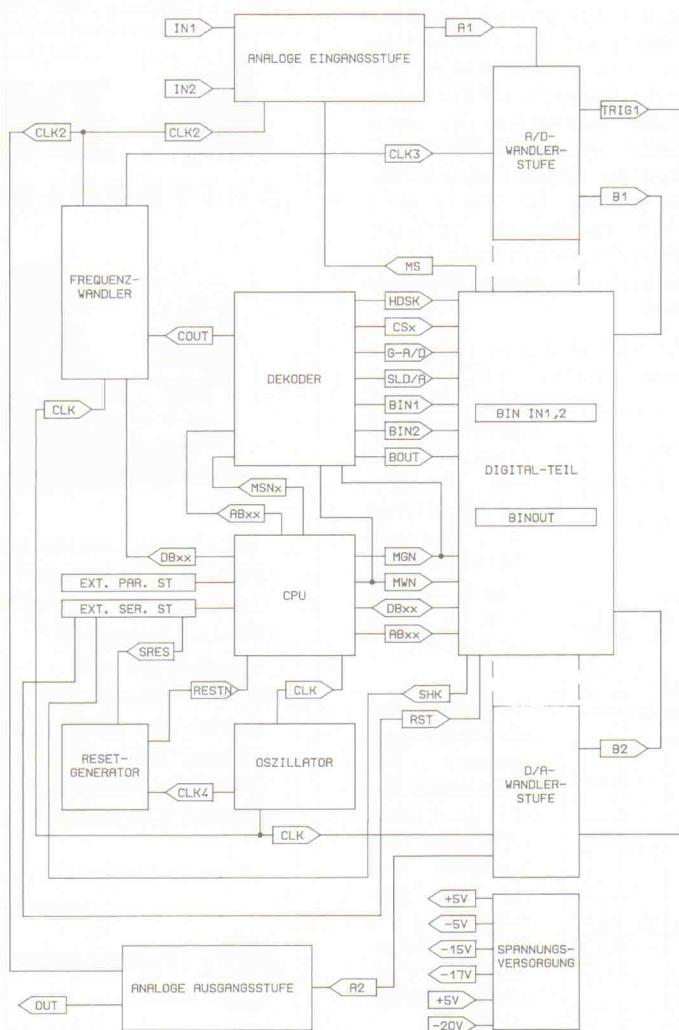
Signal-Doppeldecker

Komplettlösung mit AT&Ts DSP 32



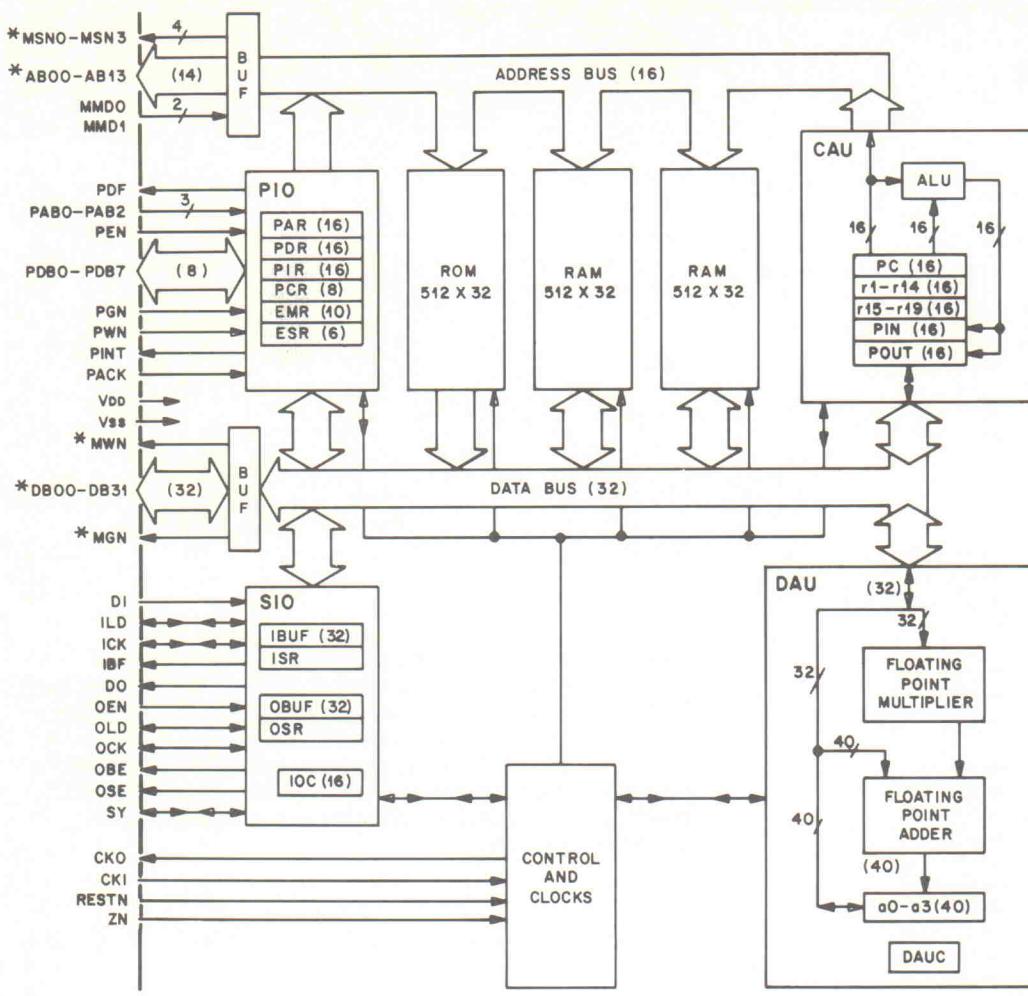
Thomas Laux

Er muß vor allen Dingen schnell und genau rechnen können und mit Schnittstellen jedweder Art ausgerüstet sein. Er muß so flexibel sein, daß man ihn sowohl in der Regelungstechnik als auch zur Spracherkennung und zudem auch für Samplingaufgaben in der Musikelektronik einsetzen kann. Er muß 'Stand alone' arbeiten können oder als Coprozessor für einen PC. Dazu muß er natürlich modular aufgebaut sein, und er muß – selbstverständlich – bezahlbar sein. Bei diesen Ansprüchen sollte man in den Signal-Doppeldecker einsteigen und vom µP-Einerlei abheben.



Für die Regelung produktionstechnischer Anlagen und zur Identifizierung dabei auftretender Abläufe wurde ein System benötigt, das zusammen mit einem PC – oder auch allein auf sich gestellt – diese Aufgaben erfüllen kann. Gleichzeitig mußten dabei aber auch die preislichen Vorstellungen stimmen, was in Anbetracht der erwarteten Leistungen – Echtzeitfähigkeit, Real-Arithmetik, 'Stand-alone-Betrieb', analoge Schnittstellen, Datenaustausch mit dem Hostrechner und die Option der Vernetzung mit gleichartigen Systemen – nicht einfach zu realisieren war.

Das Blockdiagramm des Signal-Doppeldeckers. Die Realisierung erfolgte auf drei Platinen: der Systemplatine, bestehend aus CPU, Decoder, Digital-Teil, Oszillator und Resetgenerator, der analogen I/O-Platine mit den D/A-A/D-Wandlerstufen, dem Frequenzwandler und einer Filterplatine, auf der sich die analogen Ein- und Ausgangsstufen befinden.



*AVAILABLE ON 100-PIN PGA PACKAGE ONLY

Die DSP-32-Architektur umfaßt internen Speicher (ROM und RAM), eine Arithmetik-Kontroll-Einheit (CAU), eine Arithmetik-Daten-Einheit (DAU), eine parallele und serielle I/O-Schnittstelle (PIO und SIO) und eine Kontroll-Einheit, die diese Funktionsgruppen steuert.

Kurzum, der 'Industriestandard' – Superleistung, preiswert und geringe Abmaße – war gefordert.

Was herauskam war ein Signal-Doppeldecker, der nach dem Preisverfall auf dem DSP-Sektor deutlich unter 1000 DM liegt und trotzdem ein Apfelmännchen (Iterationstiefe 40) innerhalb von etwa 30 s auf den EGA-Farbschirm (640×350) zaubert. Gleichzeitig ist eine analoge Kommunikation mit der Außenwelt möglich, wobei auch die Option der aktiven Bandbegrenzung vorhanden ist.

Die CPU-Wahl fiel auf den DSP 32 aus dem Hause AT&T,

einem 32-Bit-Floatingpoint-Signalprozessor mit einem recht anspruchsvollen RISC-Befehlssatz. Die ersten Modelle dieses Typs begnügten sich noch mit 16 MHz Taktfrequenz und kosteten um die 1000 DM. Heute ist der Chip für etwa 250 DM zu haben und läuft mit 25 MHz. Die 'gemächliche' CPU-Version leistet bereits 4 MIPS sowie 8 MFLOPS und ist auch heute noch ein Formel-1-Rechner. Da zumindest die technische Weiterentwicklung seinerzeit schon angekündigt war, wurde das System für die erwähnten 25 MHz ausgelegt.

Darüber hinaus existiert für diesen Prozessor neben einem C-Compiler und einem Assembler auch ein umfangreiches Simulationspaket, das dem Programmierer einige Probleme vom Hals schaffen kann.

Die CPU

Die DSP-32-Architektur umfaßt internen Speicher (ROM und RAM), eine Arithmetik-Kontroll-Einheit (CAU), eine Arithmetik-Daten-Einheit

(DAU), eine parallele und serielle I/O-Schnittstelle (PIO und SIO) und eine Kontroll-Einheit, die diese Funktionsgruppen steuert.

Die DAU ist die Haupteinheit für Signalverarbeitungs-Algorithmen. Sie besteht aus einem Floatingpoint-Multiplizierer und -Addierer sowie vier statischen 40-Bit-Akkumulatoren. Sie führt sämtliche Real-Operationen durch und ist auch für die Datenkonvertierung (Real-Integer) zuständig. Die Addition, wie auch Multiplikation der 32-Bit-Realzahlen (24 Bit Mantisse, 8 Bit Exponent) erfolgt dabei parallel in der Form:

$$a = b + c \times d$$

Auf diesen Ausdruck lassen sich sämtliche Übertragungsfunktionen (Differenzengleichungen) zurückführen. Eine spezielle Kontrolleinheit erlaubt das Zusammenwirken zwischen DAU- und CAU-Instruktionen.

Alle 16-Bit-Integer-Operationen erfolgen in der CAU. Sie umfaßt 21 statische 16-Bit-

Allzweckregister, über die auch die Adressen für den Speicher generiert werden.

Der DSP 32 besitzt interne Speicher, bestehend aus 2 KByte ROM und 4 KByte RAM, die über zwei statische Prozessoreingänge (MMD 0, MMD 1) auf zwei Speicherbänke (Bank 0, Bank 1) verteilt werden kann.

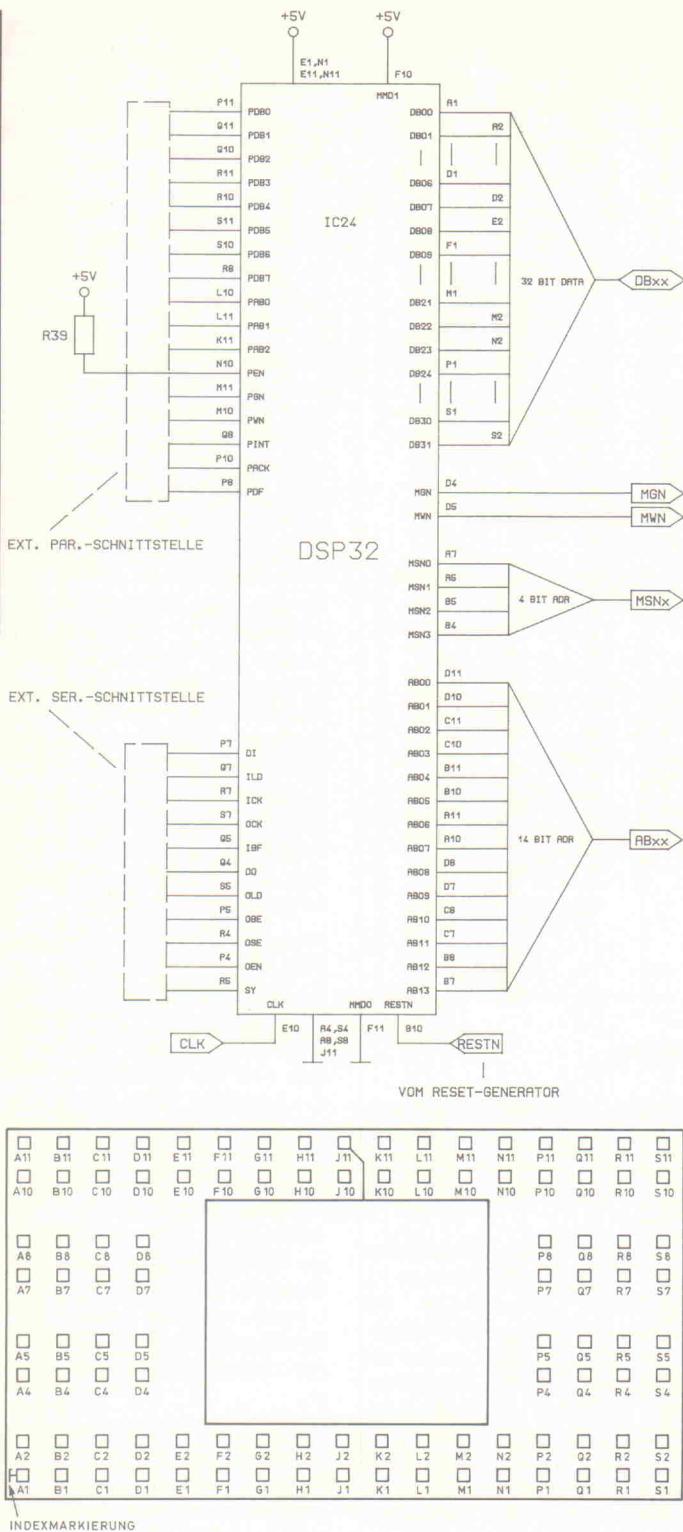
Da das ROM nur maskenprogrammierbar ist, steht es dem pekunär weniger gut ausgestatteten Anwender nicht so ohne weiteres zur Verfügung. Zur Erweiterung der Speicherkapazität gibt es die Möglichkeit, externen Speicher – insgesamt sind 56 KByte adressierbar – anzuschließen.

Da das externe Memory ausschließlich in Bank 0 liegt, wurde der interne Speicher komplett in Bank 1 gelegt (Memory-Mode-2), weil nur so ein durchsatzsteigernder Page-Interleave möglich ist. Es sei an dieser Stelle nur kurz vorweggegriffen, daß es aus diesem Grund oft sinnvoll ist, Daten und Instruktionen in verschiedenen Bänken abzulegen.

Speicherzugriffe können beim DSP 32 mit 8-, 16-, oder 32-Bit-Breite erfolgen, was beim Hardwareentwurf berücksichtigt werden mußte. Grundsätzlich wird ein 32-Bit-Wort über die Adressbits AB0...13, der sogenannten internen Grundadresse selektiert, die demzufolge 4 Bytes umfaßt und daher immer Modulo 4 teilbar ist. Die Auswahl der Bytes erfolgt über die Selektionsbits MSN0...3. Dadurch ergeben sich Unterschiede zwischen der externen (hardwarebedingten) und internen (softwarebedingten) Adresse.

Zur vereinfachten Kommunikation mit der Außenwelt sind im Prozessor sowohl eine serielle, als auch eine parallele Schnittstelle integriert. Die erstgenannte arbeitet mit einer Transferrate von 8 MByte/s und kann für die Vernetzung mehrerer DSPs benutzt werden. Dazu wurde ein 'aktiver Knoten' entwickelt, der den Datenfluß zwischen den verschiedenen Signalprozessoren steuert und so netzartige Strukturen erlaubt.

Die parallele Schnittstelle erschließt hingegen die Welt zum normalen Mikroprozessor und wird zur Verbindung mit dem PC genutzt. Vorteilhaft dabei ist, daß der DSP 32 nicht gestoppt werden muß, falls Daten



Oben der DSP 32 als Herz des Gesamtsystems mit den verwendeten Signalnamen. Unten sein ungewöhnliches PGA-Pinout in der Draufsicht. Alle Pins sind auf die Oberseite durchgeschleift.

	Ext. Adresse	MSN	Int. Adresse
Byte0	(DB00-07)	0x2000	0 1 1 1
Byte1	(DB08-15)	0x2000	1 0 1 1
Byte2	(DB16-23)	0x2000	1 1 0 1
Byte3	(DB24-31)	0x2000	1 1 1 0
Int 0	(DB00-15)	0x2000	0 0 1 1
Int 1	(DB16-31)	0x2000	1 1 0 0
Float	(DB00-31)	0x2000	0 0 0 0

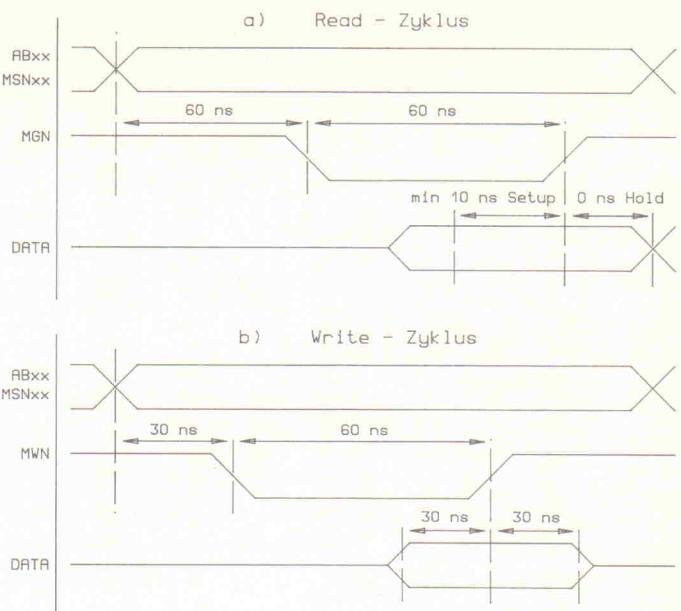


Bild 1. Beim Lesen kommt es darauf an, die Selektierungssignale möglichst schnell nach der fallenden MGN-Flanke zu erhalten, um so dem selektierten Baustein genügend Zeit zu geben, seine Daten bis zur geforderten 'Setup-Time' auf den Datenbus zu legen. Beim Schreiben hingegen spielt die positive MWN-Flanke eine Rolle. Das ausgegebene Datenwort ist noch bis etwa 30 ns nach dieser Flanke gültig.

zu übertragen sind. Der damit verbesserte Durchsatz wird jedoch an anderer Stelle wieder kompensiert: Aus unerklärlichen Gründen wurde nämlich auf eine Interrupt-Steuerung verzichtet. Demzufolge müssen zum Beispiel sämtliche analogen Schnittstellen im Polling betrieben werden, was die Programmierung nicht gerade vereinfacht.

Adressierungsarten

Wie bereits erwähnt, läßt sich der Speicherbereich des DSP 32 in 2 Blöcke – Bank 0 (ADR 0x0000h...0xDFFFh) sowie Bank 1 (ADR 0xDFFFh...0xFFFFh) unterteilen. 0x... entspricht dabei der hexadezimalen Darstellung im DSP-Assembler. Da sich der externe Speicher grundsätzlich in Bank 0 befindet, wurde der interne komplett nach Bank 1 gelegt.

Ein Programm kann daher, nach Daten und Instruktionen separiert, auf beide Bänke verteilt werden. Dadurch ist die maximale Rechenleistung der CPU nutzbar. Instruktionen, die mehr als einen Prozessorzyklus benötigen, arbeiten ohne Ausnahme im Page-Interleave. Das heißt, während eine Bank gelesen wird, erfolgt gleichzeitig die Adressierung der anderen. Ohne diese Aufteilung müßte jeweils ein Wait-Zyklus eingeschoben werden, wodurch der Datendurchsatz zwangsläufig sinkt.

Da die CPU zwischen I/O- und Speicherzugriffen nicht unterscheidet, sind I/O-Ports wie Speicherplätze anzusprechen (Memory-Mapping). Das bedingt, daß Port- und Speicheradressen nie identisch sein dürfen. Aus diesem Grund sowie aus räumlichen Überlegungen

Tabelle 1. Die betrachtete 32-Bit-Speicherstelle wird mit AB00...13 durch die Adresse 0x2000h selektiert. Die Auswahl der betreffenden Bytes geschieht durch die Selektierungssignale MSN0...3, die mit den OE-Eingängen verbunden sind.

heraus resultiert die Bestückung des externen Speichers mit 'nur' 32 KByte. Adreßbit AB13 dient dabei zur Umschaltung zwischen I/O- und Speicherbereich. Eine Nutzung der verbleibenden 24 KByte hätte den Dekodieraufwand erheblich verkompliziert, da die Notwen-

digkeit einer nahtlosen Einbettung des I/O-Bereichs in den Speicher entstanden wäre. So reichte jedoch eine unvollständige Dekodierung der I/O-Adressen, was auch durch die Tatsache unterstützt wurde, daß R/W-Zyklen nur innerhalb des Adressbereichs der Bank 0 statt-

finden und so die Zugriffe auf Bank 1 nicht stören.

Vor der Erläuterung der Dekodierung, erscheint es sinnvoll, einige Worte über den Zusammenhang zwischen interner und externer Adresse zu verlieren. Während der DSP 32 intern mit einer 16-Bit-Adresse arbeitet, stehen extern nur 14 Bit (AB00...13) sowie 4 zusätzliche 'Hilfsbits' MSN0...3 zur Verfügung. Ihre Aufgabe besteht darin, aus dem mit AB00...13 ausgewählten 32-Bit-Datenwort (4×8 Bit) die entsprechenden Bytes zu selektieren. Dieses Konzept wurde mit Bedacht gewählt, da 64-KByte-Speicherbausteine keinen zusätzlichen Decoder benötigen. In diesem Fall stehen dann MSN0...3 direkt als Chipselect-Signale bereit. Daraus resultiert jedoch der Nachteil, daß die im Programm verwendete 'interne Adresse' nicht

mit der hardwaremäßig dekodierten 'externen' übereinstimmt. Je nach selektierter Wortbreite ist dann eine andere Berechnung erforderlich. Dieses Phänomen läßt sich wie folgt erklären: Die Adreßbits AB00...13 entsprechen den oberen 14 Bit des internen Adreßbus, während die Selektionssignale MSN0...3 aus der Dekodierung der beiden intern verbleibenden gewonnen werden.

Folgendes Beispiel soll den Zusammenhang näher erläutern:

Die betrachtete 32-Bit-Speicherstelle wird mit AB00...13 durch die Adresse 0x2000h selektiert. Die CS-Eingänge der Speicher führen jetzt 'Aktiv-Pegel'. Die Auswahl der betreffenden Bytes geschieht durch die Selektionssignale MSN0...3, die mit den OE-Eingängen verbunden sind (Tabelle 1).

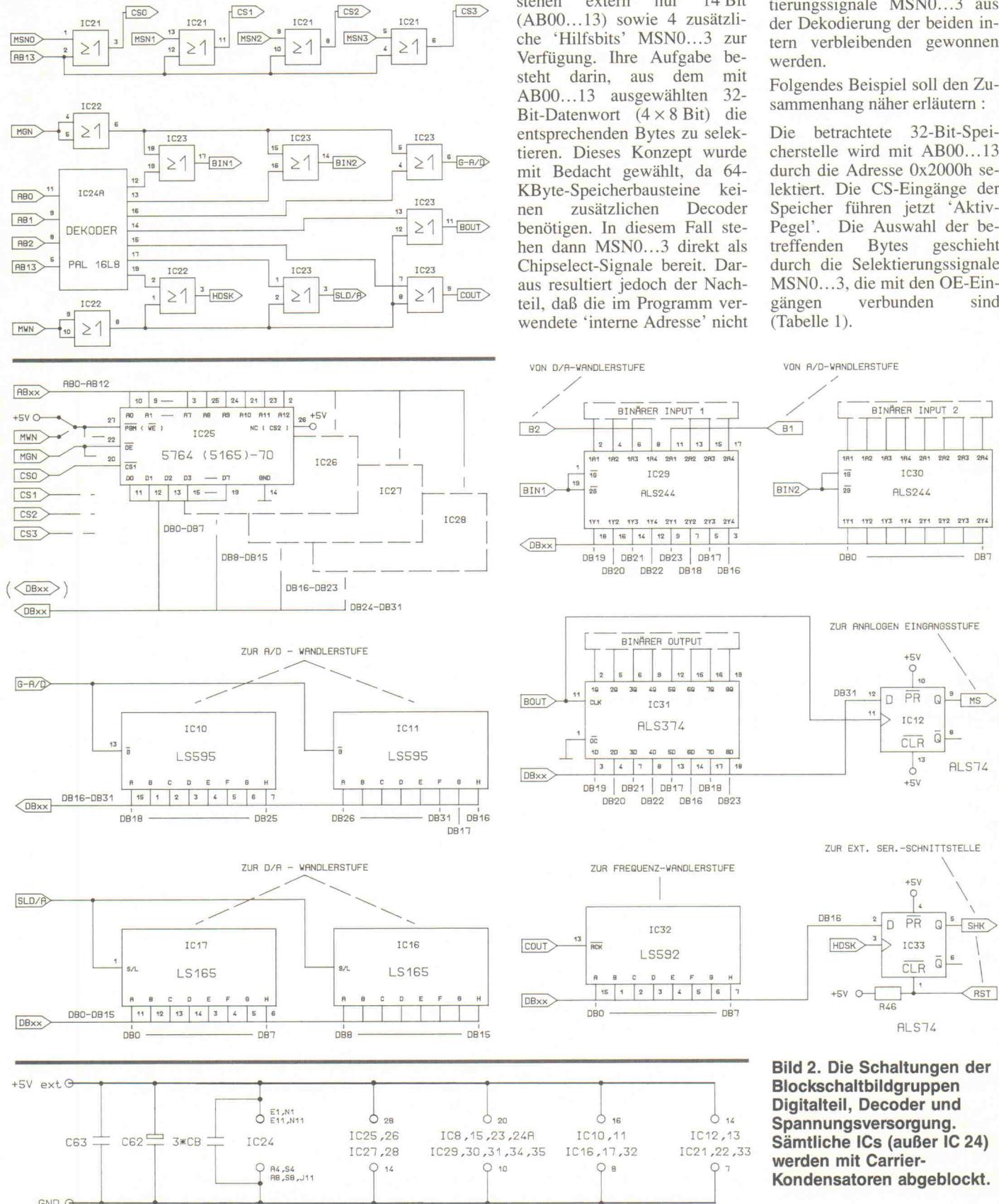


Bild 2. Die Schaltungen der Blockschaltbildgruppen Digitalteil, Decoder und Spannungsversorgung. Sämtliche ICs (außer IC 24) werden mit Carrier-Kondensatoren abgeblockt.

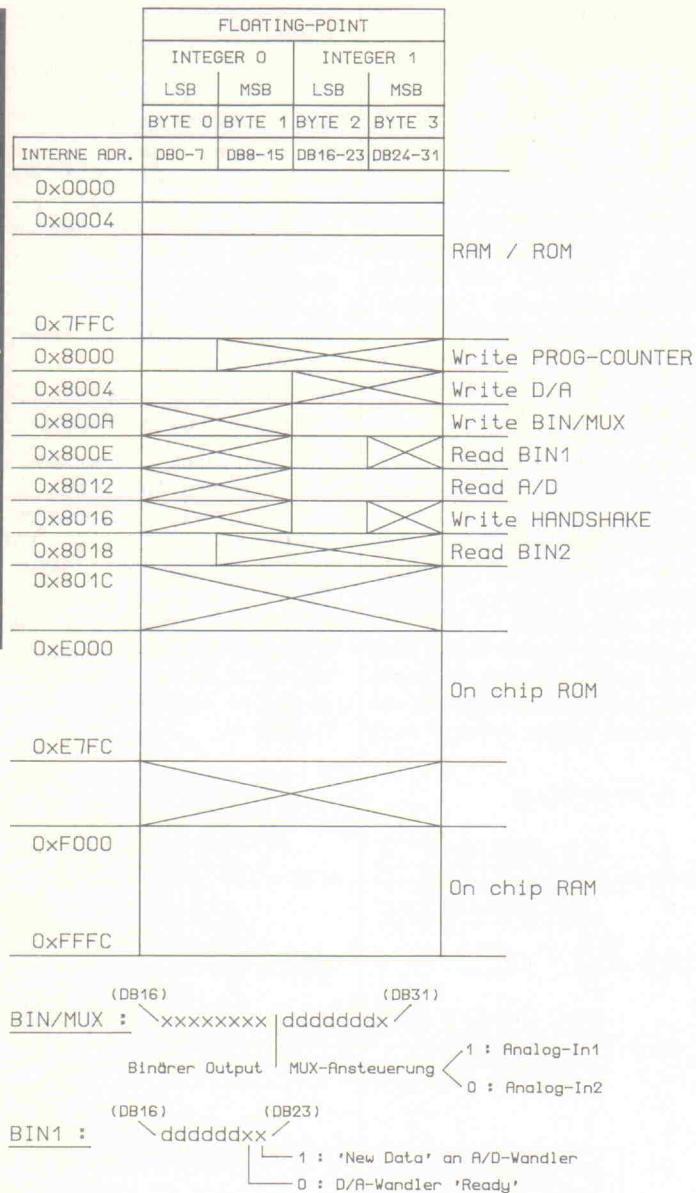


Bild 3. Die nicht gekreuzten Bereiche des Speicherbelegungsplans geben an, welche Datenbits welche Informationen enthalten.

Nun zum Vorgang der Dekodierung. Um das System auch mit einer Taktfrequenz von 25 MHz betreiben zu können, muß der Decoder möglichst schnell nach dem Anliegen eines gültigen R/W-Zyklus (die Adresse ist gültig und MWN bzw. MGN aktiv) die benötigten CS-Signale liefern. Wie das Bus-Timing (Bild 1) zeigt, sind die Zielsetzungen beim Schreib- und Lesevorgang unterschiedlich.

Beim Lesen kommt es darauf an, die Selektierungssignale möglichst schnell nach der fallenden MGN-Flanke zu erhalten, um so dem selektierten Baustein genügend Zeit zu geben, seine Daten bis zur geforderten 'Setup-Time' (Zeit, die die Daten mindestens vor der Übernahme, hier positiv,

anstehen müssen) auf den Datenbus zu legen.

Beim Schreiben hingegen spielt die positive MWN-Flanke eine Rolle. Das ausgegebene Datenwort ist noch bis etwa 30 ns nach dieser Flanke gültig; gleichzeitig erfordern die selektierbaren Bausteine einen maximalen Setup von 15 ns (ALS74). Daher erfolgt die Datenübergabe am geschicktesten bei dieser Flanke. Auch hierbei muß die Erzeugung des CS-Signals möglichst schnell erfolgen, um einerseits die von IC 32 geforderte Haltezeit von 10 ns zu garantieren und zugleich eine zukünftige Taktfrequenz von 25 MHz zu ermöglichen.

Aus den beiden eben genannten Bedingungen resultiert ein

Schema, das der in Bild 2 dargestellte Decoder realisiert. Da beim Schreiben wie auch beim Lesen die anstehende Adresse mindestens 30 ns vor der jeweils signifikanten Flanke gültig ist, kann die Vordekodierung mit IC 24 ziemlich langsam erfolgen. Zur Steigerung der Flexibilität findet hierfür ein PAL vom Typ 16L8 Verwendung. Nach Ablauf der 30 ns ist der jeweilige Eingang des betreffenden ODER-Gatters (AS 832, 3 ns) logisch '0', so daß der Flankenwechsel des erzeugten CS-Signals nur

$$2 \times 3 \text{ ns} = 6 \text{ ns}$$

nach der des MGN- beziehungsweise MWN-Signals erfolgt. Es entsteht genügend Zeit zur Selektierung der betreffenden Bausteine.

Da der externe RAM/ROM-Bereich nur 32 KByte beträgt, stehen die darüberliegenden Adressen komplett für den I/O-Bereich zur Verfügung. Wie schon erwähnt, dient dabei das Adreßbit AB13 zur Erkennung des I/O-Zugriffs, während AB00...02 aus den 7 verschiedenen I/O-Adressen wählt. Die restlichen Bits sowie die MSNx-Signale werden nicht weiter ausgewertet. Durch diese unvollständige Dekodierung käme es bei jedem herkömmlichen Prozessor zu einer totalen Belegung des noch zur Verfügung stehenden Adreßraumes auch in der oberen Bank. Nicht so beim DSP 32. Aufgrund einer Besonderheit in der Addressierung stehen nur beim Zugriff auf Bank 0, in der sich kein interner Speicher befindet, Signale auf der MGN- beziehungsweise MWN-Leitung an. Dadurch wird eine Überlagerung des internen RAM/ROM-Bereichs verhindert.

Zur Selektion der Speicherbausteine bedarf es keiner externen Verknüpfung mit dem MGN- beziehungsweise MWN-Signal, da diese Signale intern über die OE-Eingänge und zusätzlich beim RAM noch über die WE-Eingänge verknüpft sind. Es kommt hierbei nur auf eine schnelle Generierung des CS-Signals an, da bei Speichern die Verzögerungszeit zwischen der Selektion und der Datenausgabe am kritischsten ist. Aufgrund der 'Umschaltcharakteristik' von AB13 reicht eine ODER-Verknüpfung zwischen diesem und der entsprechenden Selektionsleitung MSNx aus, um den betreffenden Speicherbaustein 4 ns nach dem Anlegen einer neuen Adresse zu selektieren. Damit ist dann die Verwendung von Speichern mit einer Zugriffszeit von 70 ns (bei 16 MHz Taktfrequenz) möglich.

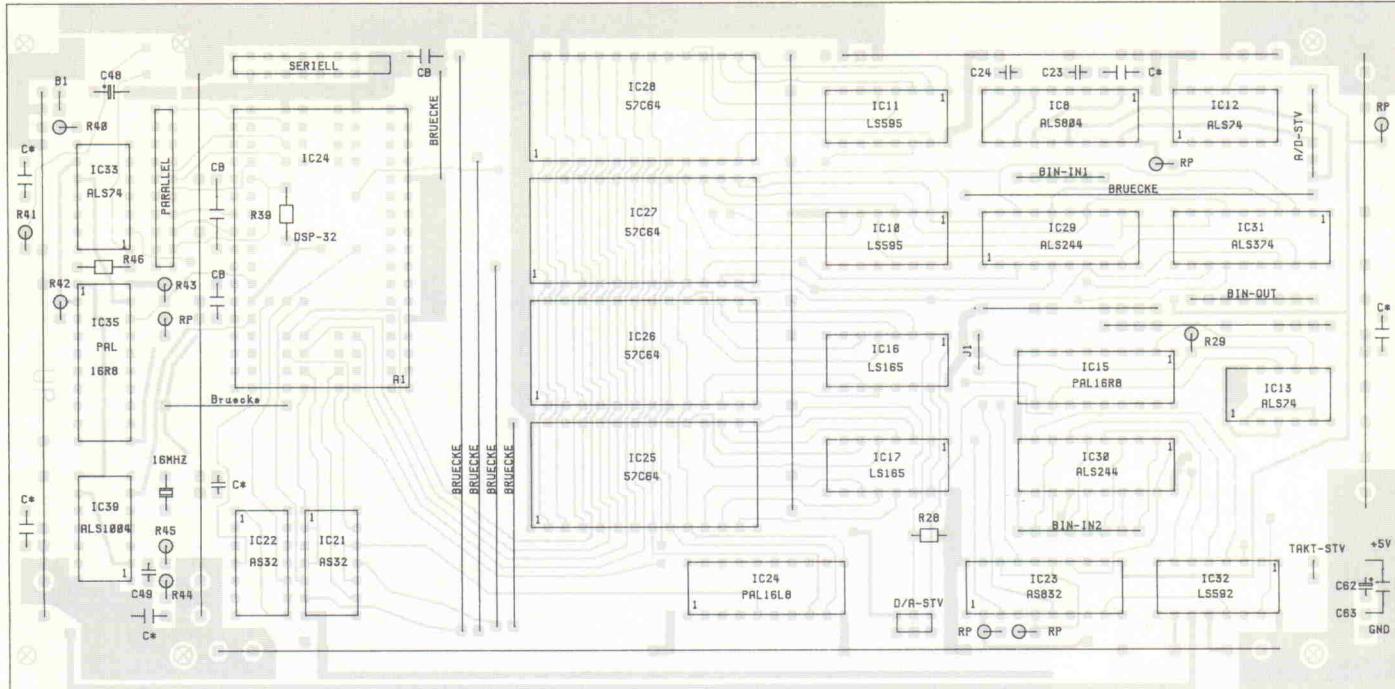
In Bild 3 ist der aus der Dekodierung hervorgehende Speicherbelegungsplan wiedergegeben. Ihm ist anhand der nicht gekreuzten Bereiche zu entnehmen, welche Datenbits DBxx die gewünschte Information enthalten. Obwohl zur Dekodierung der I/O-Adressen die MSNx-Signale nicht verwendet werden, sind die internen Adressen korrekt zu wählen. Ansonsten könnte eine fehlerhafte Datenübergabe erfolgen, da gemäß der gewählten Adresse nichtgenutzte Registerbits beim Lesezugriff eine logische '0' zugewiesen bekommen. Wäre dieses nicht der Fall, so würde ein 16-Bit-Register bei einem 8-Bit-Zugriff 8 undefinierte Registerbits enthalten. Das Chaos wäre perfekt.

Digitaler Rest

Während das Schreiben beziehungsweise Lesen der I/O-Bausteine mit der CS-Flanke erfolgt, spielen die MGN- und MWN-Flanken beim Speicherzugriff die wichtigste Rolle. Das CS-Signal glänzt dabei nur mit der Information eines statischen Pegels. Den Pfeilrichtungen auf der Datenbusseite ist dabei zu entnehmen, ob die angeschlossenen Bausteine beschrieben und/oder gelesen werden können.

Aufgrund einer weitgehenden Pinkompatibilität zwischen den 8-Kx8-ROM- und -RAM-Bausteinen ist es möglich, diese gegeneinander auszutauschen. Bei der Verwendung von EPROMs ist dann ein Einsatz des DSP-Systems unabhängig vom PC möglich. Einzige Ausnahme in der Pinkompatibilität ist Pin 27, der beim EPROM den Programmierzvorgang einleitet und beim RAM für den Schreibzugriff zuständig ist. Eine hardwaremäßige Anpassung ist demzufolge notwendig. Sie erfolgt mit einer Lötbrücke unterhalb der CPU.

Kurz zu erwähnen sei an dieser Stelle noch die Bedeutung von IC 12 und 33. IC 12 steuert die analoge Datenselektion. Zusammen mit der Übernahme der Daten in das Latch IC 31 (Binärer Ausgang) wird der Wert des Datenbits DB 31 auf



Unterhalb des DSPs befinden sich die beiden Lötbrücken durch deren Kurzschluß man zwischen RAM- oder EPROM-Bestückung (Kennzeichen auf der Platine: R und E) wählen kann.

den Ausgang von IC 12 übernommen und somit der Einangsmultiplexer der analogen Schnittstelle gesteuert. IC 33 hingegen dient der seriellen Verbindung mehrerer Signalprozessor-Systeme untereinander. Seine Aufgabe wird erst in

Zusammenarbeit mit dem am Anfang erwähnten 'aktiven Knoten' ersichtlich.

Der rein digitale Teil des Systems ist damit bis auf einige Spezialitäten der Stromversorgung und der Reset-Signaler-

zeugung behandelt. Ohne einen 'guten Draht' zum PC und zur analogen Außenwelt müßte es jedoch ein einsames Dasein fristen. Damit stehen die Baugruppen fest, die in der nächsten Ausgabe beschrieben werden.

Platon Leiterplatten CAD-System für Atari ST

Platon V 145
XYZ-Treiber
Demoversjon (wird vergütet)
zzgl. 5,70 DM Versandpauschale
Weitere Infos (Programmprofil) GRATIS

Vogt, Henne, Fleischmann GbR
Maurenner Weg 115a
7030 Böblingen
Tel. 07031/289211
Fax 07031/289531
Computer Mailbox 07031/289578

Platon V 145

- Vektororientiertes Programm, dadurch hohe Speichereffizienz
- Maximale Bearbeitungsgröße 832x832 mm, 8 Lagen
- Auflösung bis zu 1/320 Zoll (intern 1/2000 Zoll)
- Lauffähig auf Großmonitor
- Umfangreiche Bauteilebibliothek, Bauteileverwaltung
- Zoom, vorbildliche Textfunktionen, Gummibandtechnik, einlesen verschiedener Dateiformate, Millimeterraster u.v.a.
- Ausgabe auf Drucker, Plotter, XYZ-Anlage, Fotoplotter u.a. Ausgabe in Bohrdaten-, Gerber-, HP-GL-Datei
- Bohren von Leiterplatten, Fräsen von Frontplatten o.ä.
- Lieferung inkl. Profi-Dateiauswahlfenster
- siehe Test in ST-Computer 3/90 und ST-Magazin 4/90

Diese Anzeige wurde vollständig mit Platon erstellt

Köster-Elektronik fertigt Geräte für...

Belichten
UV-Belichtungsgeräte
UV I Nutzfl. 460 x 180 mm DM 198,-
UV II Nutzfl. 460 x 350 mm DM 289,-
u.a.m.

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 zweiseitig zweiseitig durchkontaktiert Leiterplatten für SMD in den Materialien FR2-FR3-FRA-Epoxyd Blau Blei-Zinnzusammensetzung Lötfläche / Glanzzinn Fotodruck / Siebdruck	Positionsdruck Lötstopfplack CNC-Bohren CNC-Fräsen Repro- und Filmerstellung Muster Service für Kleinststückzahlen Eildienst
---	--

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. 07161/3694 · Fax 07161/3690

Vorverstärker-Design

Entwicklungsriterien für Audio-Vorstufen

Audio

John Linsley Hood

Die Aufgabenstellung für einen Vorverstärker scheint simpel: Signal auswählen, Amplitude und Frequenzgang passend bearbeiten, Ausgangsspannung niederohmig an die Endstufe weiterleiten! Doch der Teufel (oder vielmehr der Klirrfaktor) steckt bekanntlich im Detail, und im Laufe der Jahre ist in den Entwicklungsabteilungen der Elektronik-Konzerne viel Schweiß die Leiterbahnen hinuntergeflossen, ohne daß der 'absolute' Vorverstärker nun in Sicht gekommen wäre.



Es wird behauptet, daß Vorverstärker größere Klangunterschiede verursachen können als mit vergleichbarem Aufwand entwickelte Leistungsverstärker. Hier treten die tonalen Unterschiede überwiegend in den Schaltungsteilen auf, die der gezielten Modifikation des Verstärkungs/Frequenzganges dienen. Eine – im wahrsten Sinne – einschneidende Signalmanipulation erfolgt im Entzerrer-Vorverstärker für die Schallplattenwiedergabe.

Wiedergabe-Entzerrung für Schallplatten

Für die Wiedergabe von Schallplatten existieren verschiedene Kombinationen von Aufnahme- und Wiedergabebeeinflussun-

gen des Frequenzganges. Die wichtigste davon folgt der RIAA-Spezifikation BS 1928/1965. Sie ist auf Vinylschallplatten mit 33 und 45 U/min zugeschnitten.

Die empfohlene Charakteristik basiert auf den technischen Randbedingungen der Schallplattenherstellung und Wiedergabe unter Verwendung 'schnellempfindlicher' elektromagnetischer Schneide- und Wiedergabeköpfe. Diese Randbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Schaltungsentwurf werden später genauer untersucht.

In ihrer Ursprungsform verlangt die RIAA-Spezifikation eine Wiedergabecharakteristik entsprechend Bild 1. Die drei Zeitkonstanten 3180 µs, 318 µs und 75 µs legen den Verlauf

des Wiedergabefrequenzgangs fest. Hierzu existiert eine Ergänzung neueren Datums, mit der die bei der Plattenwiedergabe unvermeidlichen, tiefrequenten Rumpelkomponenten berücksichtigt werden. Hinzugefügt wird eine Hochpaßcharakteristik, deren Bandbegrenzung zu tiefen Frequenzen durch eine Zeitkonstante von 7950 µs festgelegt ist. Diese Ergänzung ist in Bild 1 gestrichelt dargestellt.

Die Notwendigkeit der zunehmenden Verstärkung unterhalb 1 kHz wird durch den typischen minimalen Abstand von 0,1 mm zwischen benachbarten Rillen erforderlich, der die erlaubte Auslenkung des Schneidestichel begrenzt. Daraus folgt eine Verminderung der Ausgangsspannung im Wieder-

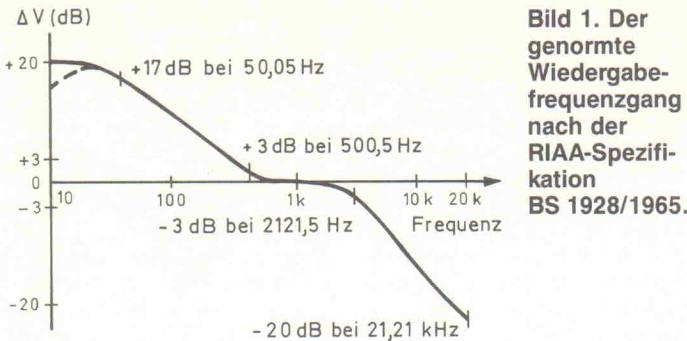


Bild 1. Der genormte Wiedergabefrequenzgang nach der RIAA-Spezifikation BS 1928/1965.

gabekopf mit abnehmender Frequenz.

Das Konzept einer mit steigender Frequenz zunehmenden Verstärkung bei der Aufnahme, gefolgt von einer entsprechenden Verstärkungsabnahme bei der Plattenwiedergabe wurde anfänglich für Schallplatten mit 78 U/min ausgelegt. Das 'Tief-

paß'-Verhalten der Wiedergabekarakteristik konnte so die als störend wahrgenommenen 'Zisch'-Anteile des Schmiegels auf Schellackplatten mildern. Diese Art der Frequenzbeeinflussung wurde dann auch für die Wiedergabe von Vinylschallplatten mit ihren sehr viel 'leiseren' Oberflächen beibehalten. Die am weitesten ver-

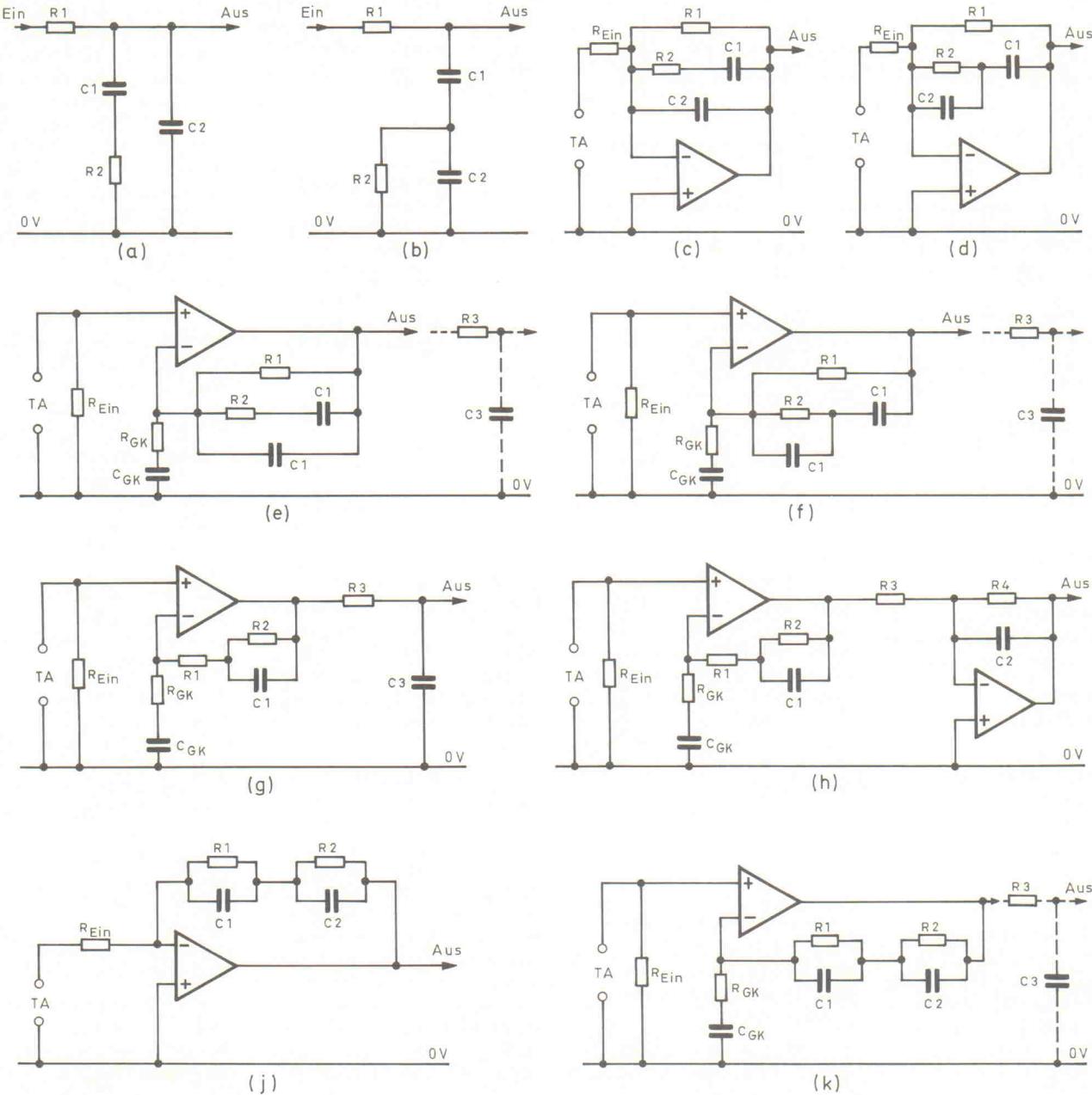
breitete Entzerrerschaltung für die Wiedergabe von Platten mit 78 U/min ähnelt dem RIAA-Konzept sehr, weist aber die Zeitkonstanten 3180 µs, 450 µs bis 1 kHz und dann 50 µs bis 20 kHz auf.

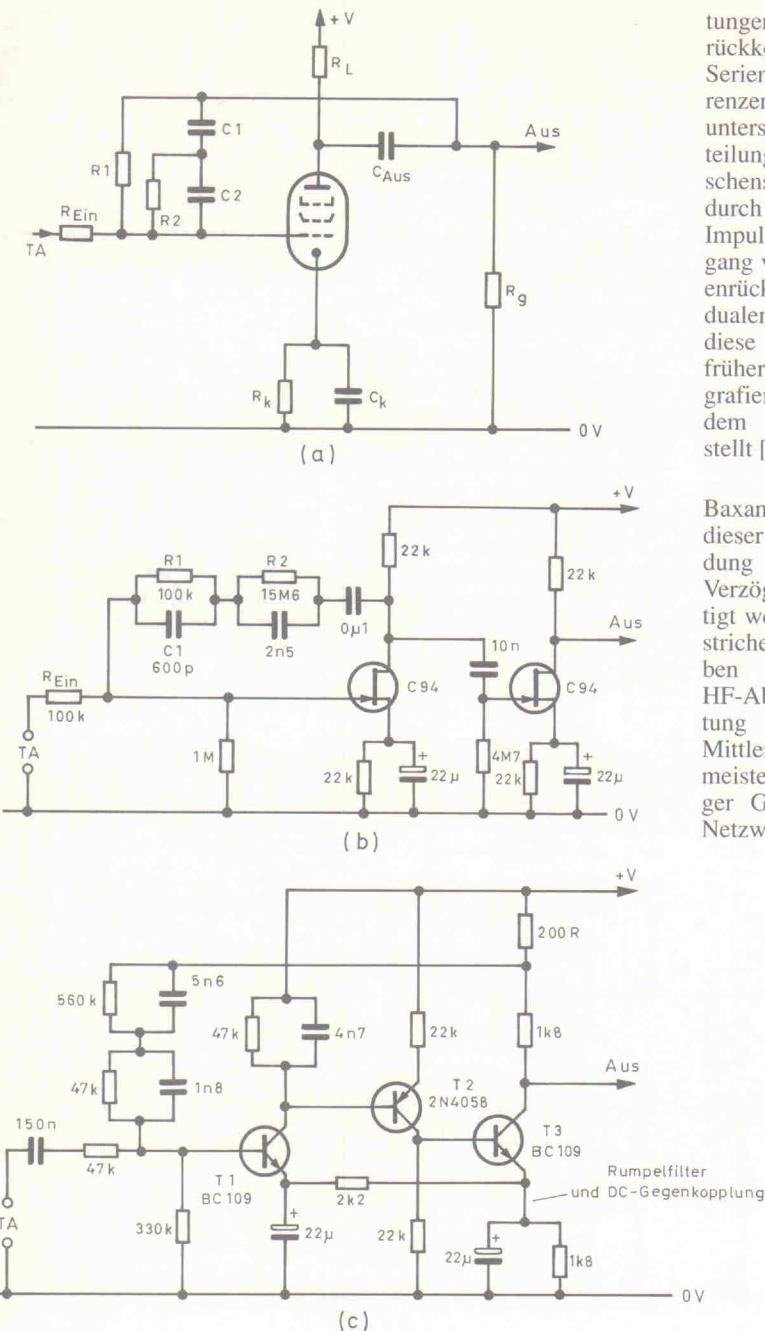
Die Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung der Bauteilwerte von R_1 , R_2 , C_1 und C_2 wurden von Livy [1], basierend auf Rechnungen mit Zeitkonstanten, angegeben und dann von Baxandall [2] etwas besser verdaulich in Form einer exzellenten Analyse verschiedener Möglichkeiten zur Realisierung

Schaltungen zur Entzerrung des Frequenzganges

Die erforderliche RIAA-Wiedergabekurve für schnelle Empfänger kann mit unterschiedlichen, in Bild 2 dargestellten Schaltungen realisiert werden. Am einfachsten sind die beiden Netzwerke a und b. Damit deren Frequenzgang genau eingehalten wird, sind jedoch in bezug auf R_1 eine sehr niedrige Quellenimpedanz und eine sehr hohe Lastimpedanz erforderlich.

Bild 2. Die Anordnung der Entzerrernetzwerke ist auf vielerlei Weise möglich. Beispielsweise bilden R_3 und C_4 in Schaltung 'g' das 75-µs-Netzwerk; das gleiche bewerkstelligen R_4 und C_2 in Schaltung 'h'. Die gestrichelt gezeichneten 6-dB-Glieder sind allesamt HF-Filter.





der RIAA-Charakteristik aufbereitet.

Folgende Beziehungen von Baxandall sind auf die Entwürfe in Bild 2a und 2c anwendbar:

$$R_1/R_2 = 6,818$$

$$C_1 \cdot R_1 = 2187 \mu\text{s}$$

$$C_2 \cdot R_2 = 109 \mu\text{s}$$

Für die Schaltungen in den Bildern 2b und 2d gelten die Beziehungen:

$$R_1/R_2 = 12,38$$

$$C_1 \cdot R_1 = 2937 \mu\text{s}$$

$$C_2 \cdot R_2 = 81,1 \mu\text{s}$$

Die aktiven Schaltungen in 2c und 2d mit qualitativ guten Operationsverstärkern unterliegen nicht den genannten Forderungen an Quellen- und Lastimpedanz für einfache passive Netzwerke.

Ahnliche Dimensionierungsvorschriften gelten für die Schaltungen in den Bildern 2e und 2f. Es ist jedoch zu bedenken, daß jeder Verstärkerentwurf mit Serienrückkopplung (wie auch in den Bildern 2e und 2f) die Tendenz aufweist, mit steigender Frequenz und abnehmender Impedanz des Rückkopplungsnetzwerkes – im Vergleich mit den Impedanzen von R_{GK} und C_{GK} – seine Verstärkung auf den Wert 1 zurückzuführen zu lassen. Dagegen verlangt die RIAA-Spezifikation oberhalb von 2 kHz eine theoretisch bis zu unendlich hohen Frequenzen reichende konstante Verstärkungszunahme von 6 dB pro Oktave.

Das führt zu einer tonalen Differenz zwischen RIAA-Schaltungen mit einfacher Parallelrückkopplung und denen mit Serienrückkopplung. Die Differenzen können teilweise durch unterschiedliche spektrale Verteilungen des Verstärkerausgangs erklart werden und auch durch deren unterschiedliches Impulsverhalten. Der Frequenzgang von Schaltungen mit Serienrückkopplung flacht die residualen HF-Anteile ab. Man hat diese Differenzen in einem früheren Artikel anhand fotografiierter Signalverläufe auf dem Oszilloskop dargestellt [3].

Baxandall [2] zeigt jedoch, daß dieser Mangel durch Verwendung eines zusätzlichen RC-Verzgerungsnetzwerkes beseitigt werden kann, so wie es gestrichen in den Bildern angegeben ist. Damit kann die HF-Abschwächung der Schaltung ausgeglichen werden. Mittlerweile verwenden die meisten Hersteller höherwertiger Geräte dieses zusätzliche Netzwerk.

Bild 3.
Unterschiedliche Entzerrer-schaltungen mit Parallel-rückkopplung nach Livy (a), James (b) und Linsley Hood (c).

In rohrenbestckten RIAA-Stufen bestand die konventionelle Praxis darin, eine Parallelrückkopplung um eine einzige hochverstrkende Pentode aufzubauen, so wie es von Livy [1] beschrieben und in Bild 3a dargestellt ist. Eine quivalente FET-Schaltung wurde von James [4] (3b) vorgeschlagen, entsprechende Anordnungen mit einem einzelnen Sperrschichttransistor in der Verstärkungsstufe von Tobeys und Dinsdale [5] sowie Carter und Tharma [6]. In allen diesen Fällen weist aber die Verstärkungsstufe eine erheblich geringere Verstärkung auf als die Pentoden-Schaltung.

Da der Autor davon ausging, daß die Vorteile einer Parallelrückkopplung den kleinen Nachteil eines etwas weniger guten Rauschverhaltens mehr als aufwiegen, folgte er diesem Prinzip in einem frühen eigenen Schaltungsentwurf einer RIAA-Eingangsstufe [7]. Er hatte dabei eine mit drei Transistoren bestückte Eingangsschaltung entsprechend Bild 3c gewählt, um durch die höhere Verstärkung eine groere Genauigkeit für die Entzerrungscharakteristik zu erreichen.

In den Schaltungen 2c bis 2k ist mit R_{Ein} der Lastwiderstand für den verwendeten Tonabnehmer bezeichnet, und zwar mit einem typischen Wert von 47 k. Für Systeme mit bewegtem Magnet oder variabler Reluktanz (Reluktanz = magnetischer Widerstand).

Die Unzulänglichkeit von RIAA-Schaltungen in Serienrückkopplung mit ihrer Tendenz, die Verstärkung bei hohen Frequenzen gegen eins gehen zu lassen, kann man durch einen zweistufigen Aufbau der Ausgleichsschaltung vermeiden. In der Eingangsstufe wird dann eine Serienrückkopplung verwendet, so wie sie in den Bildern 2g und 2h dargestellt ist, um das Signalspektrum im Bereich von

20 Hz...1 kHz zu beeinflussen. Darauf folgt entweder ein passives Verzgerungsnetzwerk oder ein aktiver Integrator, mit dem die erforderliche Verstärkungsabnahme zwischen 1 kHz und 20 kHz erreicht wird. Es sei aber daran erinnert, daß im Fall der Schaltung 2g die Ausgangszeitkonstante (75 µs) durch die Lastimpedanz R_L verändert wird, so daß sich ein Wert $(R_L/R_3) \cdot C_3$ anstatt $R_3 \cdot C_3$ ergibt.

Praktische Schaltungs-entwicklungen

In rohrenbestckten RIAA-Stufen bestand die konventionelle Praxis darin, eine Parallelrückkopplung um eine einzige hochverstrkende Pentode aufzubauen, so wie es von Livy [1] beschrieben und in Bild 3a dargestellt ist. Eine quivalente FET-Schaltung wurde von James [4] (3b) vorgeschlagen, entsprechende Anordnungen mit einem einzelnen Sperrschichttransistor in der Verstärkungsstufe von Tobeys und Dinsdale [5] sowie Carter und Tharma [6]. In allen diesen Fällen weist aber die Verstärkungsstufe eine erheblich geringere Verstärkung auf als die Pentoden-Schaltung.

Da der Autor davon ausging, daß die Vorteile einer Parallelrückkopplung den kleinen Nachteil eines etwas weniger guten Rauschverhaltens mehr als aufwiegen, folgte er diesem Prinzip in einem frühen eigenen Schaltungsentwurf einer RIAA-Eingangsstufe [7]. Er hatte dabei eine mit drei Transistoren bestückte Eingangsschaltung entsprechend Bild 3c gewählt, um durch die höhere Verstärkung eine groere Genauigkeit für die Entzerrungscharakteristik zu erreichen.

Die Vorteile von Systemen mit Parallelrückkopplung liegen darin, daß die RIAA-Entzerrung am hochfrequenten Ende des Durchlaßbandes mit den einfachsten Mitteln realisiert werden kann, daß sie erheblich weniger empfindlich auf Eingangsbersteuerungen durch scharfes Knacken von der Schallplatte reagiert und daß sie laut Theorie niedrigere harmonische Verzerrungen aufweisen.

Alle Systeme mit Parallelrückkopplung leiden aber darunter, daß ihr Rauschverhalten durch die Anwesenheit des Tonabnehmers

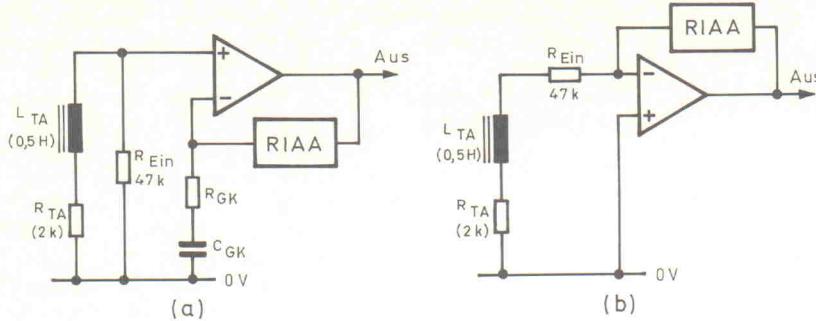


Bild 4. Einfluß der Tonabnehmer-Induktivität auf die Eingangs-impedanz.

mer-Lastwiderstandes R_{Ein} mit einem typischen Wert von $47\text{ k}\Omega$ beeinflußt wird. Sie weisen daher ein etwas höheres Breitbandrauschen auf als äquivalente Schaltungen mit Serienrückkopplung in der Schaltungsart nach Bild 2f. Darin wird dem Eingangswiderstand R_{in} der Tonabnehmer mit einem Wicklungswiderstand von $2\text{ k}\Omega$ (oder weniger) parallelgeschaltet, so daß sich ein erheblich kleinerer Gleichspannungs-Eingangswiderstand ergibt.

Einfache Rauschspannungsberechnungen zeigen, daß eine parallel gegengekoppelte Schaltung mit einem Eingangswiderstand von $47\text{ k}\Omega$ bei Raumtemperatur in einer Meßbandbreite von 20 kHz eine mittlere äquivalente Rauscheinigungsspannung von $4\text{ }\mu\text{V}$ aufweist, während die entsprechende Schaltung mit Serienrückkopplung bei gleichem Lastwiderstand eine Rauschspannung von nur etwa $0,8\text{ }\mu\text{V}$ verursacht. In beiden Fällen ist der Eingangslastwiderstand gleich groß, bei Serienrückkopplung liegt ihm aber der niedrige Wicklungswiderstand des Tonabnehmers von $2\text{ k}\Omega$ parallel. Bezogen auf ein Eingangssignal von 2 mV ist mit parallel rückgekoppelten Schaltungen aufgrund ihres Rauschverhaltens ein maximal mögliches Signal/Rausch-Ver-

hältnis von 54 dB zu erreichen und in Schaltungen mit Serienrückkopplung ein Signal/Rausch-Verhältnis von maximal 68 dB .

In diesen einfachen Berechnungen werden zwei wichtige Faktoren nicht berücksichtigt: zum einen, daß die RIAA-Verstärkerstufe keine effektive Verstärkungsbandbreite von 20 kHz besitzt – in der Praxis ist es wahrscheinlich weniger als ein Zehntel – und zum anderen, daß der Tonabnehmer eine Induktivität im Bereich von $0,5\text{ H}$ aufweist, so wie es in den Bildern 4a und 4b dargestellt ist. Aus diesem Grund nimmt die Eingangsimpedanz mit steigender Frequenz zu. Daher wächst in Schaltungen mit Serienrückkopplung die Ausgangsrauschenspannung an, nimmt aber in Systemen mit Parallelrückkopplung ab, so daß die tatsächliche Pegeldifferenz des Hintergrundrausches zwischen den beiden Schaltungsarten deutlich geringer ausfällt als die zuvor angegebenen 14 dB .

Nichtsdestotrotz werden Geräte in den meisten Fällen an ihren statischen Signal/Rauschverhältnissen bei kurzgeschlossenen Phonoeingängen beurteilt, anstatt die charakteristischen Werte bei angeschlossenem Tonabnehmer heranzuziehen. Das veranlaßte die meisten

Ein Nachteil dieser frühen RIAA-Schaltungen mit zwei Transistoren besteht darin, daß das Ausgleichsnetzwerk R_x, C_x, C_y in Serie mit R_2 bei höheren Frequenzen parallel zum Kollektorwiderstand von Tr_2 liegt und so den Ausgangsspannungshub in diesem Signalfrequenzbereich verringert.

Eine verbesserte Schaltung wurde von Bailey [10] angegeben, die mit einer dreistufigen Transistororschaltung nach Bild 6a arbeitet. Sie enthält einen Emitterfolger Tr_3 mit niedriger Ausgangsimpedanz zur Ansteuerung des RIAA-Netzwerkes. Dadurch werden auch erheblich höhere Stufenverstärkungen möglich, die sich günstig auf die Genauigkeit der Entzerrungscharakteristik und die Verzerrungen der Schaltung auswirken. Das gilt ganz besonders für die tiefsten und höchsten Frequenzen im Audiofrequenzbereich.

Bis vor kurzer Zeit wurde dieser Serien-Rückkopplungsentwurf mit drei Transistoren von

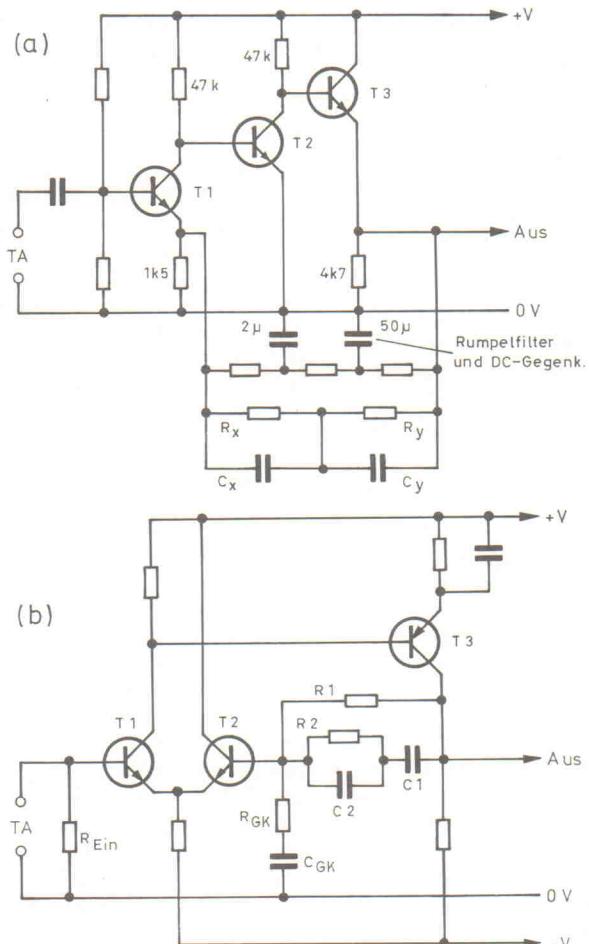


Bild 6. Eine von Bailey vorgeschlagene Schaltung (a), deren Entzerrernetzwerk durch T_3 niederohmig entkoppelt wird. In Schaltung b ist durch die Verwendung eines Differenzpärchens auch die 'Mitwirkung' des Netzwerks am Eingang minimiert.

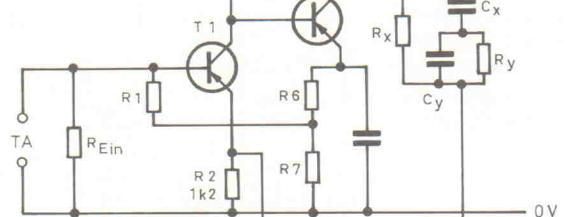


Bild 5. Die von Dinsdale entwickelte Entzerrerschaltung entwickelte sich zu einem Quasi-Industriestandard.

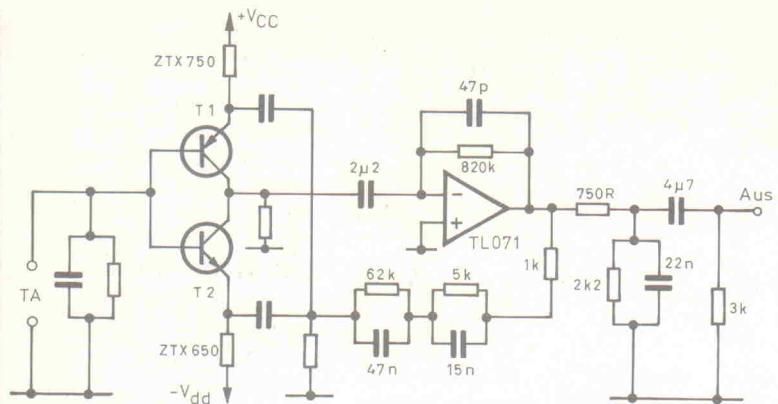


Bild 7. Eine typische, von Quad gern verwendete Eingangsschaltung im RIAA-Entzerrer.

sie mit größeren Versorgungsspannungen und daher auch mit größerer Übersteuerungsreserve betrieben werden können als Standard-ICs. Deren Betriebsspannung beträgt üblicherweise ± 15 V. In steigendem Maße werden Schaltungen ausgearbeitet und verwendet, die eine höhere Leerlaufverstärkung (offener Kreis, ohne Gegenkopplung) und niedrigere harmonische Verzerrungen aufweisen.

Einige typische Beispiele dieser Art wurden von Self [11], dem Autor selbst [12;13] und Marsh [14] angegeben. Dieser Weg wurde auch von Pioneer (C-90BK usw.), Technics (SU-V50 usw.) und Marantz (PM 949 usw.) beschritten. Die in Bild 2e und 2f gezeigten Grundschatungen werden zusammen mit sehr gründlich ausgearbeiteten, diskret aufgebauten Verstärkerstufen gegenwärtig von den meisten kommerziellen Herstellern qualitativ hochwertiger Audiogeräte verwendet.

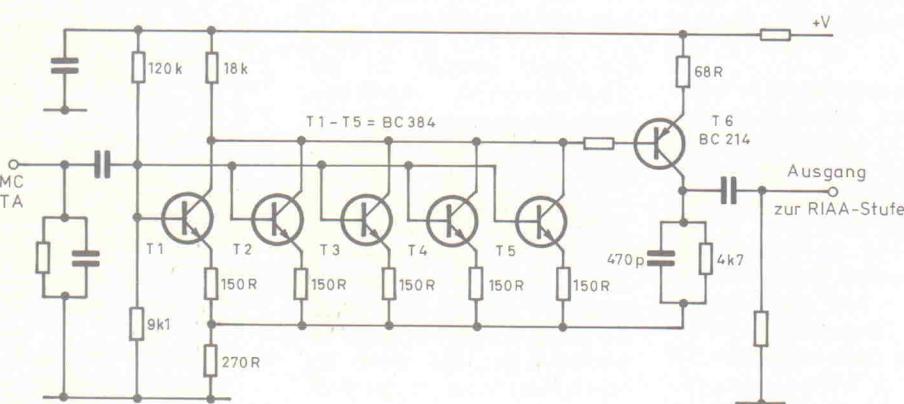


Bild 8. Diese Schaltung von Naim nutzt den Effekt aus, daß sich bei Parallelschaltung mehrerer Eingangstransistoren der effektiv wirksame Basisbahnwiderstand verringert und damit auch das äquivalente Eingangsrauschen.

den meisten kommerziellen Audiogeräteherstellern als RIAA-Eingangsschaltung bevorzugt. Der Entwurf leidet jedoch noch unter einem subtilen Nachteil, der darin besteht, daß bei Gegenkopplung zwischen Basis und Emitter von T_1 die Komponenten der Basisschaltung praktisch mit im Rückkopplungszweig liegen. Eine Differenzeingangsstufe entsprechend Bild 6b verringert dieses Problem, beseitigt es aber nicht vollständig.

Einige neuere kommerzielle Entwürfe verwenden angesichts höherer Anforderungen an Qualität und niedriges Rauschen lineare IC-Operationsverstärker und Entzerrerschaltungen mit jeweils nur zwei Stufen. Die Firma Quad bevorzugt jedoch im wesentlichen einstufige Verstärker, die in den Gegenkopplungszweigen entsprechend Bild 2k beschaltet werden. Zusätzlich wird am Stufenausgang mit Hilfe einer RC-Kombination erreicht, daß der Frequenzgang im hochfrequenten Bereich den Anforderungen entspricht. In der Steuereinheit 44 von Quad befindet sich allerdings auch eine RIAA-Eingangsschaltung mit jeweils nur zwei Bauteilen in

den Ausgleichszweigen entsprechend Schaltung 2g.

In allen aktuellen Entwürfen von Quad wird die besonders rauscharme, völlig symmetrische Zweittransistor-Verstärkerschaltung nach Bild 7 verwendet. Sie ermöglicht selbst im Fall sehr empfindlicher Mikrophoneingänge den Einsatz eines normalen Operationsverstärkers mit FET-Eingang in der zweiten Stufe.

Die einzige wesentliche weitere Neuerung, die bei der Betrachtung gegenwärtig verwandelter kommerzieller Schaltungsentwürfe zutage gekommen ist, besteht in der von Rotel im RCI-870 und allen anderen modernen Entwürfen dieser Firma verwendeten Eingangsverstärkerstufe mit flachem Frequenzgang unter Einsatz des rauscharmen Operationsverstärkers NE 5534 AN. Dann folgt eine einfache Parallelrückkopplung zur Erzeugung des RIAA-Frequenzganges nach Bild 2d. Dieser Entwurf lehnt sich an die von Cambridge Audio in den späten 60er Jahren verwendete Schaltung an.

Unter der Voraussetzung, daß die Anforderungen an Eingangsübersteuerungsfestigkeit

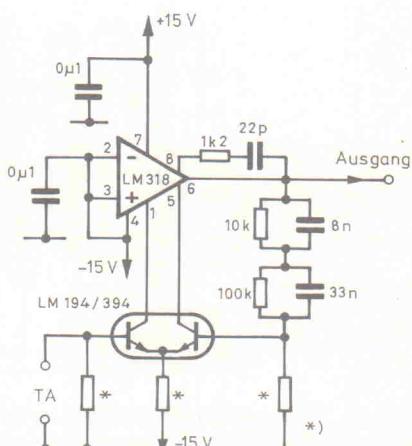
und Rauschverhalten von der Eingangsverstärkerstufe erfüllt werden, kann man diesen Schaltungsentwurf als nahezu perfekte Lösung zur Erzeugung des RIAA-Frequenzganges ansehen. Das gilt insbesondere dann, wenn die Verstärkung der Eingangsstufe einfach auf einen großen Bereich unterschiedlicher Eingangssignalpegel abgeglichen werden kann.

Die meisten neueren Schaltungsentwürfe für RIAA-Entzerrervorverstärker unterschiedlichster Hersteller weisen Verstärkungsstufen auf, die mit diskreten Bauelementen realisiert sind. Grund dafür ist, daß

Moving-Coil-Verstärker

Der Hauptvorteil des Moving-Coil-Tonabnehmers (MC) gegenüber dem üblichen Tonabnehmer mit bewegtem Magnet (MM = moving magnet) oder den Tonabnehmern mit variabler Reluktanz (VR) besteht darin, daß die bewegten Spulen eine erheblich geringere Induktivität als die typischen 0,3 H...1 H feststehender Spulen aufweisen. Daher tritt bis zu höheren Frequenzen ein glatter Amplitudengang auf. Außerdem erhöht die engere Kopplung von Tonabnehmer- und Spulensystem die Stereo-Kanaltrennung (typisch: 30 dB...40 dB gegenüber 20 dB...30 dB für VR- und MM-Systeme).

Bild 9. Den gleichen Erfolg wie in Schaltung 8 kann man mit dem Transistorpaar LM 194 erzielen; hier enthält der Chip einige zehn parallelgeschaltete Transistoren.



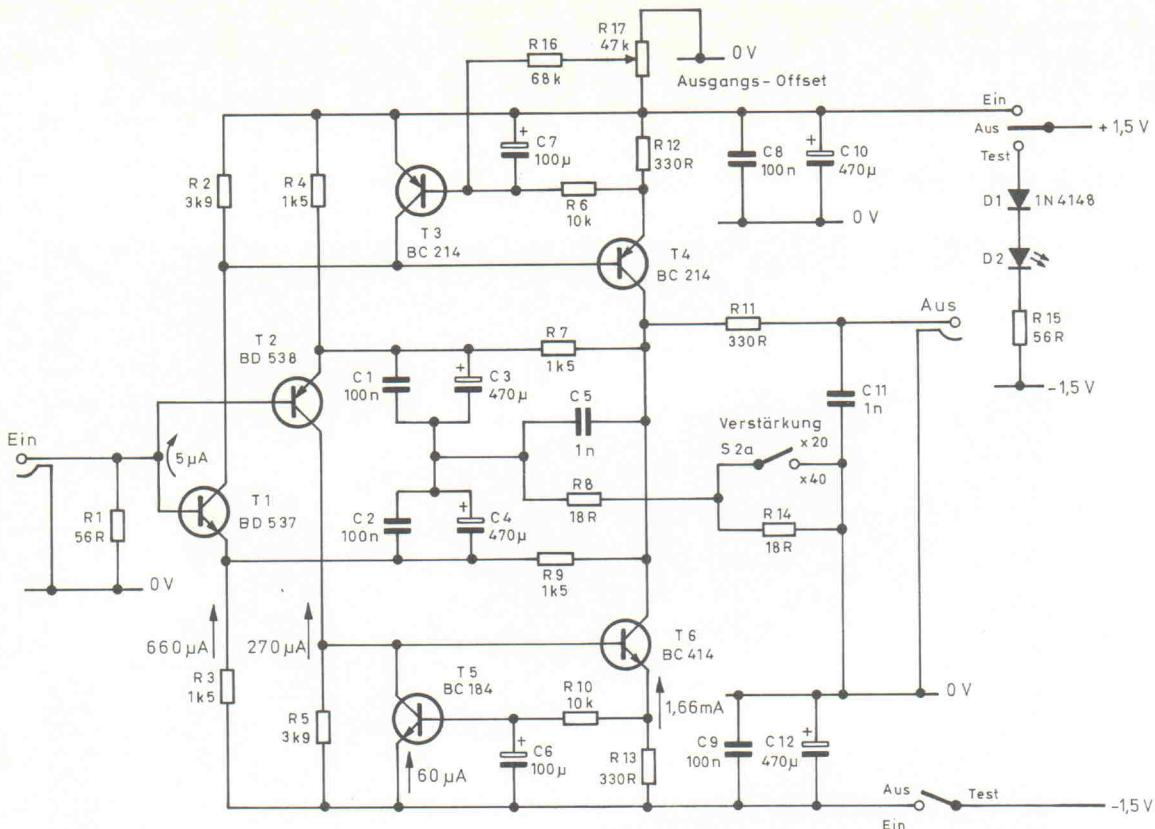


Bild 10. Eine Schaltung aus des Autors eigener Verstärkerschmiede: Leistungstransistoren haben von Natur aus einen niedrigen Basisbahnwiderstand und rauschen daher wenig, der bei diesen Typen übliche niedrige Stromverstärkfaktor muß dann an anderer Stelle kompensiert werden.

Die niedrige Induktivität der Tonabnehmerspulen in MC-Baugruppen führt zu einer geringeren Abhängigkeit der Tonabnehmereigenschaften von der Eingangs-Lastimpedanz des Verstärkers, die typisch im Bereich von rund $100\ \Omega$ liegt, sowie seiner Eingangskapazität einschließlich der Verbindungsleitungen.

Einige Messungen [15] haben gezeigt, daß die typischen harmonischen Verzerrungen einer Vielzahl von MC-Tonabnehmern erheblich niedriger lagen als die von Systemen mit feststehender Spule. All diese Eigenschaften können sich jedoch drastisch durch kleine Fehler im Abgleich des Tonabnehmers verschlechtern.

Diese Faktoren haben gemeinsam mit den deutlich besseren dynamischen Eigenschaften dazu geführt, daß MC-Tonabnehmer von ausgesprochenen Hi-Fi-Liebhabern bevorzugt werden. Es ist jedoch zu bedenken, daß die Ausgangsspannungen von MC-Abnehmern bis zu 20mal kleiner sein können als die herkömmlicher Systeme mit feststehenden Spulen. Die meisten qualitativ hochwertigen Vorverstärker bieten nun zusätzliche rauscharme Phonoeingänge mit hoher Empfindlichkeit.

Üblicherweise bestehen die Eingangsschaltungen aus einer Vorverstärkerstufe, gefolgt von der eigentlichen RIAA-Schaltung, die bei Bedarf aktiviert werden kann. Einige Hersteller – wie Quad (Bild 7) – vertrauen aber ihrer normalen RIAA-Eingangsschaltung so weit, daß sie Optionen mit schaltbarer Verstärkung anbieten.

Die wesentliche Forderung beim Entwurf sehr rauscharmer Schaltungen ist die Erhaltung eines niedrigen wirksamen Eingangrauschwiderstandes, der im wesentlichen durch die Eigenschaften des Eingangselementes bestimmt wird. Die schaltungstechnischen Möglichkeiten werden in Übersichtsartikeln von 'John Barleycorn' [16] und Self [17] beschrieben. Barleycorn gibt auch eine Reihe kommerzieller Entwürfe an, und Self vergleicht das Eingangrauschverhalten einer Anzahl unterschiedlicher Halbleitertypen.

Abgesehen von der Verwendung eines 20:1-Eingangstransformators besteht der Weg zum niedrigen Eingangrauschwiderstand darin, mehrere möglichst identische Kleinsignaltransistoren – so wie im Nain NAC 20 nach Bild 8 – parallel zu schalten oder ein spezielles Element mit ultraniedrigem

Rauschen wie den LM 194/394 von National Semiconductor zu verwenden. Dabei handelt es sich um eine integrierte Schaltung, in der eine große Zahl identischer Elemente auf dem gleichen Chip parallelgeschaltet ist. Bild 9 zeigt einen Schaltungsvorschlag.

Alternativ dazu bieten einige Kleinleistungstransistoren wie der BD 534, BD 537 und BD 538 eine entsprechend niedrige Eingangsimpedanz und niedrige Rauschpegel. Eine typische Schaltung dieser Art [18] ist in Bild 10 angegeben.

Im nächsten Teil dieser Artikelserie sollen einige weitere Aspekte des Vorverstärkerentwurfs wie Aussteuerungsreserve, Filterschaltungen und Klangeinstellungen betrachtet werden.

Literatur

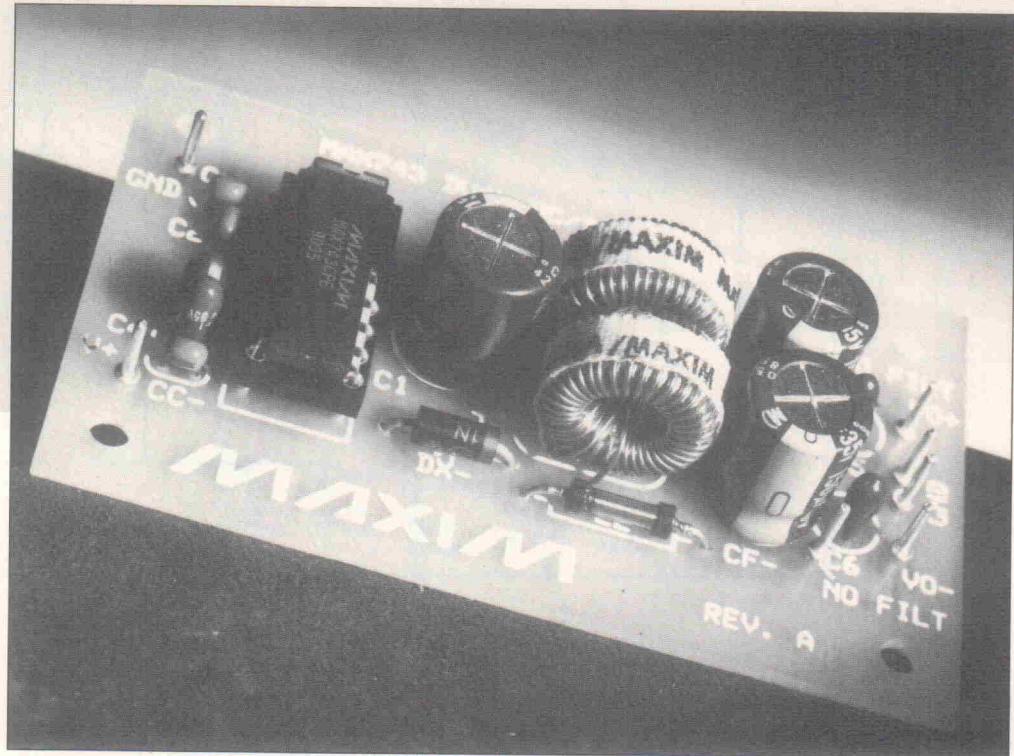
- [1] Livy, W. H., *Wireless World*, Januar 1957, S. 29.
- [2] Baxandall, P. J., *Radio, TV and Audio Reference Book*, S. W. Amos, Newnes-Butterworth, Abs. 14.
- [3] Linsley Hood, J. L., *Wireless World*, Oktober 1982, S. 32–36.
- [4] James, D. B. G., *Wireless World*, April 1968, S. 72.
- [5] Tobey, R. und J. Dinsdale, *Wireless World*, Dezember 1961, S. 621–625.
- [6] Carter, E. und P. Tharma, *Wireless World*, August 1963, S. 376–379.
- [7] Linsley Hood, J. L., *Wireless World*, Juli 1969, S. 306–310.
- [8] Taylor, E. F., *Wireless World*, April 1973, S. 194.
- [9] Dinsdale, J., *Wireless World*, Januar 1965, S. 2–9.
- [10] Bailey, A. R., *Wireless World*, Dezember 1966, S. 598–602.
- [11] Self, D., *Wireless World*, Februar 1979, S. 47–48.
- [12] Linsley Hood, J. L., *Electronics Today*, Juni 1984, S. 27.
- [13] Linsley Hood, J. L., *Electronics and Wireless World*, Januar 1985, S. 31–39.
- [14] Marsh, R., *Audio Amateur*, April 1985.
- [15] Linsley Hood, J. L., *Hi-Fi News and Record Review*, Oktober 1982, S. 59–68.
- [16] 'John Barleycorn', (S. Curtis), *Hi-Fi for Pleasure*, August 1978, S. 104–108.
- [17] Self, D., *Electronics and Wireless World*, Dezember 1987, S. 1206–1209.
- [18] Linsley Hood, J. L., *Electronics and Wireless World*, Januar 1985, S. 31–35.

Symmetrische Versorgung

$\pm 12 \text{ V}$ oder $\pm 15 \text{ V}$ aus $+5 \text{ V}$

Detlef Stahl

5-V-Betriebsspannungen finden sich in jedem Computer. Häufig benötigt man zusätzlich eine weitere, symmetrische Quelle, um sich beispielsweise den Zugang zur analogen Welt zu öffnen.



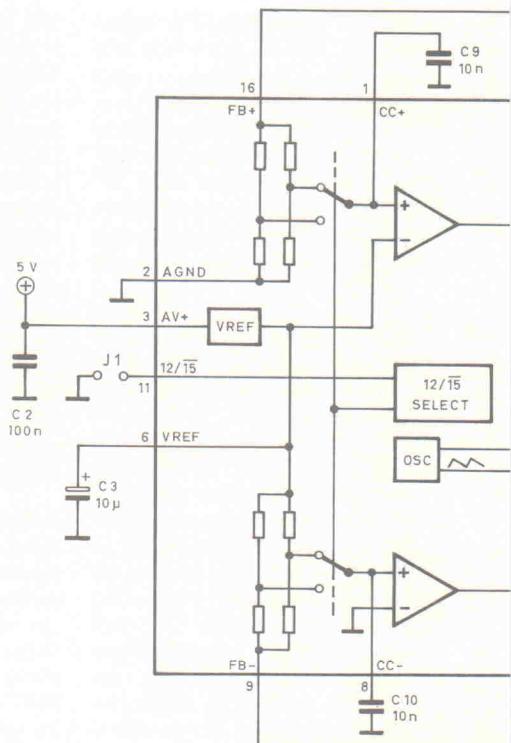
Der findige Schaltungsentwickler wird auf die eine oder andere, eben mehr oder weniger elegante Art und Weise auch dieses ursprünglich eher peripheres Problem zu lösen wissen. Unter den klassischen Methoden finden sich einige, die auf der Grundlage geschalteter Induktivitäten basieren, aber wenn irgend möglich sollte derart suspekt anmutenden Themenkreisen der Einzug in die moderne Elektronik verwehrt bleiben. Nun beeindrucken in neuerer Zeit immer mehr Veröffentlichungen zu diesem Themenkreis mit beachtenswerten Wirkungsgraden. Auch herstellereigene Applikationen versuchen, mit immer kürzer werdenden Stücklisten das Vertrauen in die neue alte Technologie zu steigern.

Um das Eis endgültig zu brechen, stellt Maxim ein für den Schaltregler MAX 743 entwickeltes Evaluation-Kit inklusive Platine vor. Es soll dem Entwickler bereits im Vorfeld einer Projektbearbeitung ermöglichen, sich bei geringem Aufwand mit dem IC vertraut zu machen beziehungsweise

dessen Leistungs- und Einsatzfähigkeit zu überprüfen. Ein weiterer Vorteil dieses als Komplettlösung angebotenen

Kits ist natürlich, daß man sofort über sämtliche benötigten Bauteile verfügt. Einige der 'Eckdaten' lauten:

Bild 1. Alle zum Aufbau des Wandlers benötigten aktiven Halbleiter befinden sich im IC. Die zur Funktion wesentlichen Elemente sind L3, D1, C7 und der obere FET. Nachdem L3 Strom aus der 5-V-Quelle gezogen hat, sperrt der untere FET. Danach lädt die stromträge Spule den Kondensator C7 über die nunmehr geöffnete Diode.



- Ausgangsspannung wählweise $+12\text{ V}$ ($I_{L\max} = 100\text{ mA}$) oder $\pm 15\text{ V}$ ($I_{L\max} = 125\text{ mA}$)
- Eingangsspannungsbereich: $4,5\text{ V}$ bis $5,5\text{ V}$
- Wirkungsgrad: um 80%
- Toleranz der Ausgangsspannung: $\pm 4\%$

Sämtliche zum Betrieb der für die beiden Ausgangsspannungen benötigten Funktionsblöcke sind dabei auf dem Chip integriert. Bild 1 gewährt dem Betrachter Einblick in das analoge und digitale Innenleben des ICs.

Gemeinsame Stärken

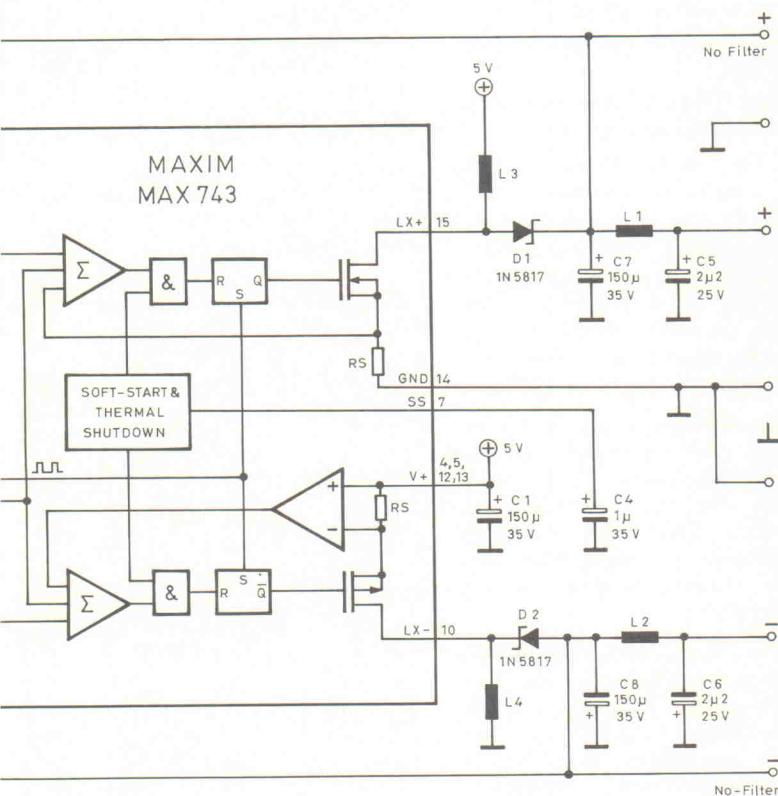
Zentral dargestellt sind die vier für beide Ausgänge gemeinsam benötigten Schaltungsgruppen. Die 'Soft-Start & Thermal Shutdown'-Schaltung liefert im normalen Betrieb High-Pegel an die Und-Gatter; deren Ausgangssignal gleicht den an den jeweils anderen Eingängen anliegenden Informationen. Der Oszillator erzeugt eine Rechteck- und eine Dreieckspannung, deren Frequenz 200 kHz beträgt. Während der steigenden Flanke des Dreiecks liegt der Rechteckausgang auf 'H'. An die '12/15 Select'-Einheit sind zwei Umschalter angeschlossen, die wiederum den Einfluß der rückgekoppelten

Größe festlegen. Bei der letzten 'gemeinsamen Sache' handelt es sich um eine intern benötigte 2-V-Referenzspannung.

Die Endstufen

Entgegen allgemeinen Geflohenheiten soll hier die negative Ausgangsspannung betrachtet werden; die positive Sekundärversorgung arbeitet sinngemäß gleich. Zu Beginn der Betrachtung sei der P-Kanal-FET geöffnet. Demzufolge fließt ein Strom I_{DS} durch den Shunt, den FET und die Spule L4. Die Spannung an der Kathode der Schottky-Diode ist also größer als an ihrer Anode. In diesem zeitlich ersten Teil des Schaltzyklus ist D2 also auf jeden Fall gesperrt, selbst wenn C8 noch nicht negativ geladen ist.

Sobald die interne Logik den Transistor abschaltet, versucht L4 den ihr eingeprägten Strom aufrechtzuerhalten. Aufgrund der vorgegebenen Stromrichtung entsteht jetzt an der Kathode von D2 eine negative Spannung. Beim Unterschreiten der negativen Spannung an C8 (plus U_{DF} der Diode) 'saugt' dieser Strom Ladung von C8; als Folge davon sinkt U_{C8} . Hinter dem Siebglied L2, C6 steht die Ausgangsspannung mit einer Welligkeit von einigen zehn Millivolt an.



Leuchtdioden		
LED's 3mm oder 5mm In den Farben: rot, grün oder gelb		
bei Einzelabnahme	0.12	Metalldampfwiderstände:
ab 100 Stück je Typ	0.10	1/4 Watt; 1% Toleranz E12
ab 1000 Stück auch gemischt	0.09	S4 (je 10St.=610SL) 23.95
		S6 (je 50St.=3050SL) 84.95
		S8 (je 100St.=6100SL) 159.00

Akku's		
von Hitachi		
Mono 4Ah	12.89	von Panasonic
Mono 1,2Ah	9.14	Monozelle 15.45
Babyzelle	7.99	Beizelle 8.90
Mignonzelle	2.85	Mignonzelle 3.59
		Microzelle 3.90
		Ladyzelle 4.39
von Varta		RED-Amp 6.90
9V-Block	19.50	High-Amp 6.50

Textool-Testsockel		
16-polig	21.39	28-polig 18.99
20-polig	22.29	28-polig schmal 59.90
24-polig	19.79	40-polig 36.99

Widerstandsortimente		
Kohleschichtwiderstände:		
1/4 Watt; 5% Toleranz	E12	
S4 (je 10St.=610SL)	23.95	
S6 (je 50St.=3050SL)	84.95	
S8 (je 100St.=6100SL)	159.00	
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (61 Werte)		
S1 (je 10St.=610SL)	12.90	
S2 (je 50St.=3050SL)	54.90	
S3 (je 100St.=6100SL)	99.00	
Reihe E24 (121 Werte)		
S5 (je 10St.=1210SL)	39.00	
S7 (je 50St.=6050SL)	164.00	
S9 (je 100St.=12100)	299.00	

41256-100		
41256-80	3.39	
511000-70 bei Einzelabnahme	9.29	
511000-70 bei Abnahme ab 90 Stück	8.99	
514256-70 bei Einzelabnahme	9.29	
514256-70 bei Abnahme ab 90 Stück	8.99	
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	12.99	
SIMM 256kBx9-70	34.90	
SIMM 1Mx9-70	89.90	
SIPP 1Mx9-70	92.90	
43256-100	9.79	
27C64-200	3.95	
27C256-150	4.99	
27C512-150	7.79	
27C1001-200	19.99	
27C1001-120	22.49	
GAL 16V8-25	2.99	

511000-70		
KONTAKT-Chemie Sprays 200ml		
Lötstück SK10 6.85	Druckluft 67	6.35
Positiv 20 14.75	Plastik 70	6.85
Pauskerl 21 7.65	Kälte 75	6.35
Graphit 33 9.75	Sprühöl 88	6.35
Kontakt 60 8.89	Tuner 600	8.85
Zink 62 14.90	Vaseline 701	6.39
Entfett 65 8.85	Gold 2000	17.99

CA 3130 E		
2.25	OP 77	4.99
CA 3140 E	1.33	7.99
DAC 08	4.95	22.99
DAC 10	18.45	4.35
L 165	3.69	SSN 2016 P 13.95
L 200	2.10	SSN 2016 P 21.99
L 433	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 12.95
OP 37	5.99	U 2400 B 4.99
OP 50	22.79	ZN 427 18.99

Weller-Lötstationen		
Magnetal-Lötstation		
- Schutztransformator		
- Lötstab TCP-S		
- Lötkolbenhalter KH-20		
- Potentialausgleich		
- Temperaturautomatik		
WTCP-S	165.90	

WECP 20		
Lötstation mit elektron. Temperaturregelung		
- Sicherheitstransformator		
- Lötstab LH-20		
- Lötstabhalter KH-20		
- potentiellfrei		
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C		
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED		
WECP 20	229.-	

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

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 4.89
elpro
Harald-Wirag-Elektronik
Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2
Tel. 06154 / 52336

Zeck®
Keine Kompromisse beim Selbstbau

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

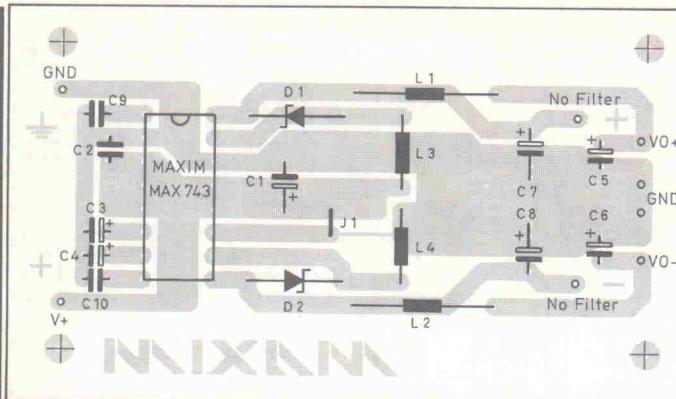


Bild 2. Hohe Integration inner- und außerhalb des ICs: der Bestückungsplan des Wandlers.

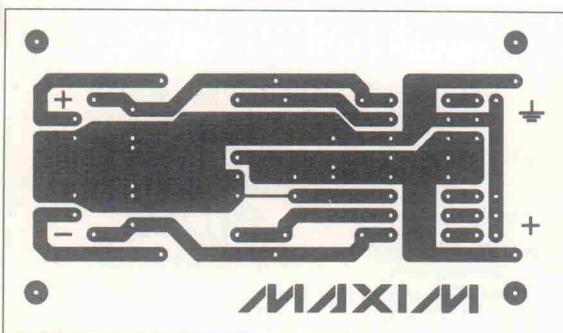


Bild 3. Das Layout zeigt die für Schaltregler typischen großflächigen Masseverbindungen.

Die Regelung

Eine steigende Flanke des Rechteckgenerators setzt die beiden Flipflops. Das Gate des für die positive Ausgangsspannung zuständigen selbstleitenden N-Kanal-FETs erhält so eine positive Ansteuerung, während das Gate des P-Kanal-FETs auf Masse liegt. Beide Transistoren leiten, die Spulen L3 und L4 'laden' sich auf. Ein H-Pegel an den – voneinander unabhängigen – Reset-Eingängen sperrt die Transistoren und veranlaßt die Induktivitäten, sich in C7 beziehungsweise C8 zu entladen.

Nun sind in der IC-Architektur mittels der beiden Addierer genau drei Möglichkeiten vorgesehen, dieses Reset-Signal zu erzeugen:

Überstrom

In den Source-Leitungen der Leistungstransistoren befinden sich die Sense-Widerstände RS. Falls der so ermittelte Strom I_{DS} kritische Werte erreicht, leitet

der jeweilige Addierer einen Reset ein. Da der Shunt in dem negativen Ausgangszweig an $+U_B$ liegt, wird diese Spannung mit einem zusätzlichen OP auf das Masse-Potential verschoben.

Überspannung

Das IC vergleicht die an C8 (C7) anstehende Spannung mit der 2-V-Referenz mit Hilfe der beiden Komparatoren. Sobald die mit den Widerständen geteilte Spannung 2 V überschreitet, löst der jeweilige Komparator wiederum eine Unterbrechung aus. Jetzt wird auch die Funktionsweise der '12/15V Select'-Schaltung deutlich:

Es handelt sich um ein Paar 12/2- und ein Paar 15/2-Teiler. Um den 15/2-Teiler zu aktivieren, muß Anschluß 11 des ICs auf Masse liegen.

Zyklische Abschaltung

Natürlich müssen die Endstufen unabhängig von den beiden zuvor genannten Bedingungen nach jedem Durchschalten auch wieder sperren. Hierzu dient

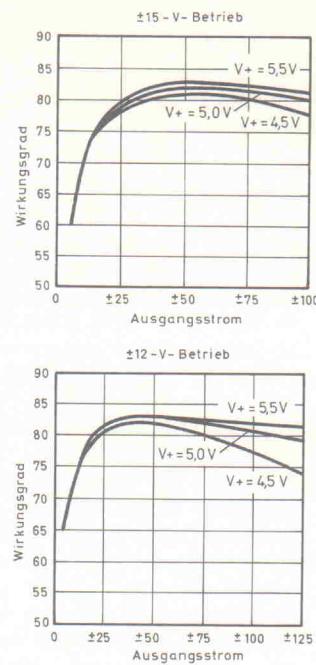


Bild 4. Links ist der Wirkungsgrad des Wandlers für die Ausgangsspannungen 15V (oben) und 12V (unten) dargestellt. Das untere Diagramm zeigt die Ausgangsspannungswelligkeit in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom.

das an dem dritten Addierer-Eingang anliegende Signal. Es handelt sich um die eingangs erwähnte Dreiecksspannung des Oszillators.

Inbetriebnahme und Messungen

Im Datenblatt weist Maxim besonders auf einige Punkte hin, die für die Funktion der Schaltung im allgemeinen und die Lebenserwartung des ICs im besonderen von Bedeutung sind:

- Das IC darf nur bei abgeschalteter Betriebsspannung ein- und ausgebaut werden.
- C7 und C8 müssen eingelötet sein.
- Im Betrieb sollte man nicht an der Schaltung löten.
- Die Betriebsspannungsgrenzen sind zu beachten.

Im 12-V-Betrieb darf die Speisespannung 7 V nicht überschreiten; im 15-V-Betrieb dagegen sorgen bereits Spannungen oberhalb von 6 V für eine automatische und dauerhafte Unterbrechung der Schaltung.

Bei Beachtung dieser Punkte sollte die Schaltung sofort betriebsbereit sein. Im Kit befinden sich drei Widerstände, die nicht direkt zur Schaltung gehören. Sie ermöglichen einige Untersuchungen an der Schaltung.

Zwei Widerstände (150 Ω/2 W) dienen zur Belastung der Ausgänge. Mit Hilfe des 1-Ω-Widerstandes kann man die Güte der geschalteten Induktivitäten L3 oder L4 bewußt verschlechtern.

Nach dem Entfernen der Siebkondensatoren C5 und C6 kann man sich Klarheit über den Verlauf der ungefilterten Ausgangsspannungen verschaffen. So bietet das Kit eine Vielzahl von Möglichkeiten, den Wandler mit vertretbarem Zeitaufwand auf ein der Anwendung entsprechendes Kosten-Nutzen-Verhältnis zu optimieren.

Literatur

Datenblatt MAX 743, Maxim Integrated Products 1990

Stückliste

±12/15-V-Versorgung

Kompletter Bauteilesatz inkl. Platine: MAX 743 EVKIT

Widerstände:

(nur zu Testzwecken nötig)
2 × 150 Ω/2 W, 1 Ω/0,5 W

Kondensatoren:

C1,7,8	150µ/35V (MAX C 001) oder 100µF/35V schaltfest, stehend
--------	---

C2	100n Ker.
C3	10µ/10V Tant.
C4	1µ/35V Tant.
C5,6	2,2µ/25V Tant.
C9,10	10n Ker.

Induktivitäten:

L1,2	25µH Ringkernspulen
L3,4	100µH MAX L 001

Halbleiter:

D1,2	1 N 5817
IC1	MAX 743 CPE

Messen mit kleiner Betriebsspannung

Das Maxim-IC MAX 138 versucht, dem Klassiker unter den A/D-Wandlern – dem 7106 – Konkurrenz zu machen. Dank eines integrierten Spannungsverdopplers begnügt sich der Wandler mit einer Betriebsspannung von 2,5...7 V.

Der wesentliche Unterschied zum ICL 7106 besteht laut Maxim darin, daß der MAX 138 einen internen Oszillator besitzt und zwischen den Punkten 38 und 40 ein Ladepumpenkondensator angeschlossen wird. Zur Steigerung der Populärität des ICs hat der Maxim-Distributor Spezial Electronic ein komplettes Entwicklungskit zusammengestellt. Es enthält alle zum Aufbau eines 3 1/2stelligen $\pm 200\text{-mV}$ -DVMs benötigten Bauteile einschließlich einer einseitig kaschierten

Platine, das Display, 4-mm-Buchsen und Batterien.

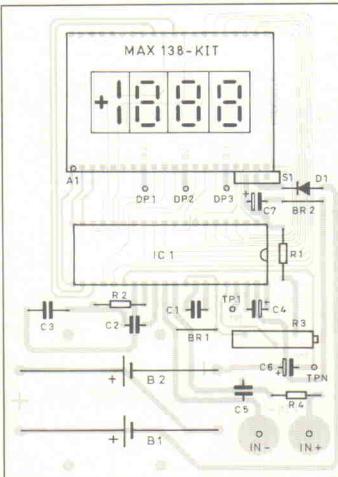
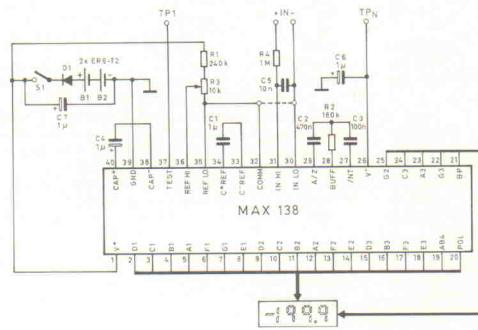
In der Beschreibung [1] weist SE besonders auf die Auswahl der Kondensatoren hin. Besonders in diesen Punkten sollte man sich bei anwendungsspezifischen Modifikationen der Schaltung an die Vorgaben halten.

Für den Referenz-(C1-) und den Autozero-(C2-)Kondensator sind möglichst Polyesterkondensatoren zu wählen, da sie mit niedrigen Leckströmen aufwarten. Als Integrationskondensator (C3) sollte ein Polypropylentyp Verwendung finden, da die höheren dielektrischen Verluste minderwertiger Kondensatoren zu Linearitätsfehlern führen. Ferner ist zu beachten, daß C2 den vierfachen Wert von C3 aufweist.

Literatur

- [1] MAX-KIT 138; Spezial Electronic; Bückeburg; 1990
- [2] Preiswerte Digital Voltmeter mit den Schaltkreisen ICL 7106 und ICL 7107; Intersil Applikation A 023
- [3] Datenblatt MAX138/139/140; Maxim

Speise-spannungen ab 2,5 V genügen zum Betrieb des 85 mm x 120 mm kleinen Demonstra-tionsaufbaus.



Stückliste

MAX-KIT 138

R1	243k/0,6 W
R2	182k/0,6 W
R3	10k-Spindeltrimmer
R4	1M/0,6 W
C1	1 μ Polyester
C2	470 n Polyester
C3	100 n Polypropylen
C4,6,4	1 μ Tantal
C5	10 n Polyester
D1	1 N 914
IC1	MAX 138 CPL
Display	LCD 10
	40-Pin-Sockel, 4-mm-Buchsen (rot und schwarz), Subminiaturschalter

Kurzschlußfestes Labor-Netzgerät, Eing. 220 V, Ausgang stufenlos 0–15 V, Strombegrenzung stufenlos 200 mA–2 A, Restwelligkeit weniger als 10 mV, großes Anzeigegerät für Spannung und Strom, 187 x 155 x 125 mm **nur DM 69,50**

Kaltlicht-Halogenglämmen 12 V, Ø 51 x 45 mm, für Seilsysteme, Objektbeleuchtung usw.

W	Farbe	Best.-Bez.	Stück	ab 10
20	weiß	Cool 20 SP	16,95	16,50
20	gold	Cool 20 SPG	18,95	17,95
35	weiß	Cool 35 SP	16,95	16,50
50	weiß	Cool 50 SP	16,95	16,50
50	gold	Cool 50 SPG	18,95	17,95
20	weiß	Cool 20 FL	16,95	16,50
20	gold	Cool 20 FLG	18,95	17,95
20	rosé	Cool 20 FLR	18,95	17,95
35	weiß	Cool 35 FL	16,95	16,50
50	weiß	Cool 50 FL	16,95	16,50
50	gold	Cool 50 FLG	18,95	17,95
50	rosé	Cool 50 FLR	18,95	17,95

Punktkontakt
Brennstoffzellen
Brennstoffzellen
Brennstoffzellen

mit Anschlußbuchsen für Kopfhörer und Tonband (5pol.) **DM 138,-**

Parabolospiegel auch einz. lieferbar:
grau **DM 24,50**

Spezialempfänger mit besonders interessanten Bereichen: CB-Kanäle 1–80 und durchgehend von 54–176 MHz (Flugfunk, Polizeifunk, Autotelefon, UKW, TV), handliches Gerät für Batteriebetrieb, 96 x 206 x 53 mm **nur DM 49,50**

Russischer Weltempfänger mit 5 gespreizten Kurzwellen, MW, LW und UKW, 220 V und Batteriebetrieb, Anschluß f. Recorder, Kopfhörer, 385 x 254 x 124 mm **nur DM 58,-**

Digitalmeßgerät 3½-stellig, $V = 20/200\text{ V}$, $V \sim 500\text{ V}$, $A = 10\text{ A}$, Wid.-Messung 2000 $\Omega/2000\text{ k}\Omega$, Diodentest, 150 x 74 x 35 mm **nur DM 39,50**

Bitte beachten Sie: Da diese Geräte ohne FZ-Nr. (ZZF-Nr.) sind, sind Innehaltung und Benutzung in der BRD und Berlin-West strafbar. Kauf und Besitz sind jedoch erlaubt.

Großer Elektronik-Katalog
mit umfangreichem Halbleiterprogramm
(über 2000 Typen)

160 Seiten – kostenlos – gleich anford.!

Alle Preise einschließlich Verpackung zuzüglich Versandkosten. Kein Versand unter DM 25.– (Ausland DM 150.–). Ab DM 200.– Warenwert im Inland portofrei. Im übrigen gelten unsere Versand- und Lieferbedingungen.

ALBERT MEYER **Elektronik GmbH**

Nachnahmeschnellversand: 7570 Baden-Baden 11, Postfach 110168, Telefon (07223) 52055
Ladenverkauf: Baden-Baden, Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon (07221) 26123
Ladenverkauf: Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15 (gegenüber Rath.), Tel. (02361) 26326
Ladenverkauf: Karlsruhe, Kaiserstr. 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (0721) 377171

Europas Digitale
MONACOR

Bezug nur über den Fachhandel

INTER MERCADOR GMBH & CO KG
IMPORT - EXPORT

Zum Falsch 36 - Postfach 44-87 47 - 2800 Bremen 44
Telefon 0421 / 48 90 90 00 - Telex 245 922 monac d - Telefax 0421 / 48 16 35

ELRAD-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, sie sind gebohrt und mit Lötkontaktschichten versehen bzw. verzint. Alle in dieser Liste aufgeführten Leiterplatten stehen im Zusammenhang mit Projekten der Zeitschrift ELRAD. eMedia liefert nur die nicht handelsüblichen Bestandteile. Zum Aufbau und Betrieb erforderliche Angaben sind der veröffentlichten Projektbeschreibung zu entnehmen. Die Bestellnummer enthält die hierzu erforderlichen Angaben. Sie setzt sich zusammen aus Jahrgang, Heft- und einer laufenden Nummer. Beispiel 119-766: Monat 11, Jahr 1989. Besondere Merkmale einer Platine können der Buchstabenkombination in der Bestellnummer entnommen werden: ds — doppelseitig, durchkontaktiert; oB — ohne Bestückungsdruck; M — Multilayer, E — elektronisch geprüft. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren kann nicht übernommen werden. Technische Auskunft erteilt die Redaktion jeweils mittwochs von 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Telefonnummer 05 11/47 47-0.

Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis
		DM			DM			DM
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	SZINTILLATIONS-DETEKTOR			50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00
LED-Analog-Uhr (Satz)	036-469	136,00	— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00	Antennenverstärker	050-825	7,50
LED-Analog-Uhr, Wecker- und Kalenderzusatz			— DC/DC-Wandler	069-728	16,00	TV-TUNER		
— Tastatur	096-499	3,70	C64-Relaisplatine	079-734	20,00	— Videoverstärker	060-826	32,00
— Anzeige	096-500	7,50	C64-Überwachung	079-735	15,00	— Stereoencoder	070-839	18,00
— Wecker	096-502	15,20	SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00	— Netzteil	080-846	32,00
Byteformer	86 10 146/ds	39,00	HEX-Display	079-737	15,00	— Controller	080-847/ds/E	64,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	Universelle Klein-Netzteil	079-738	15,00	— 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/ds	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-Pulsföhler	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/ds	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/ds/E	64,00	— Sender	080-844	12,00
MIDI-MONITOR			— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00	— Empfänger	080-845	6,00
— Hauptplatine	058-649	35,00	— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50	PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
— Tastaturlplatine	058-650	18,00	U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00	Multi-Delay	090-850	32,00
SMD-VU-Meter	058-652	3,00	DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00	MIDI-FACTORY		
x/i-Schreiber	078-658/ds	98,00	— Interface	129-768/ds/E	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/ds	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	Dynamik Limiter	129-771	32,00	5-Volt-Netzteil	110-862	32,00
NDFL-MONO — Hauptplatine	098-666	48,00	UMA — C64	129-772/ds	25,00			
NDFL-MONO — Netzteil	098-667	27,00	Antennenmischer	010-776/ds	18,00			
2-m-Empfänger	098-668	20,00	DATENLOGGER 535					
LCD-Panelmeter	098-670/ds	13,00	— DATENLOGGER-535-Controller-Platine	010-780/ds/E	64,00	Röhrenverstärker: „Drei-Sterne . . .“		
Makrovision-Killer	098-671	15,00	— PAN-535-Schächte	020-784	6,00	— Treiberstufe	100-851/ds	56,00
SMD-DC/DC	098-673/ds	13,00	— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00	— Hochspannungsregler	100-852	32,00
DC/DC-Wandler	098-674	16,00	— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00	— Gleichstromheizung	100-853	14,00
MIDI-Baßpedal	108-675	15,00	RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00	— Endstufe	100-854	13,00
VFO-Zusatzt. f. 2-m-Empfänger (Satz/2 Platinen)	108-676	25,00	LADECANTER (nur als kpl. Satz)					
SMD-Balancemeter	108-677	5,00	— Steuerplatine	020-783A				
Türoffner	118-680	20,00	— Leistungsplatine	020-783B				
Batterietester	118-681	15,00	— Netzteil	020-783C	78,00			
C64-Sampler	118-682	12,00	— Schalterplatine	020-783D/ds/E				
EVU-Modem	118-683	35,00	— Schalterplatine	020-783E/ds/E				
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/ds/E	73,00	— Netzteil	030-804	16,00			
Halogen-Dimmer	029-696	10,00	AUTOSCOPE III					
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	— Verteiler	040-818	16,00	MultiChoice		
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— Relais-Zusatzt. (VT)	040-819	7,00	— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs und Test-/Kalibrier-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00
Spannungswächter	039-702	7,00	AUTOCHECK I					
z-Modulationsadapter	039-703	3,00	— VT-Modul	050-820	32,00			
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00			
4½-stelligen Panelmeter	039-707/ds	40,00	— N-Modul	050-822	23,00			
Byte-Logger	039-709/ds/E	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 3210	039-708/ds/E	64,00	— DPZ-A-Modul	070-840	32,00			
DSP-Speicherkarte/E	049-716/ds	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/ds	64,00	— Control-Platine	030-805	30,00			
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	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			
— Auswerterplatine	059-721	10,00	— Ausgangs-Platine	030-809	7,50			
CAR DEVIL			— LED-VU-Meter	030-810	15,00			
— Wandler (70 µu)	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/ds/E	68,00			

Röhrenverstärker: „Drei-Sterne . . .“

- Treiberstufe 100-851/ds 56,00
- Hochspannungsregler 100-852 32,00
- Gleichstromheizung 100-853 14,00
- Endstufe 100-854 13,00

Achtung, Aufnahme

- AT-A/D-Wandlerkarte incl. 3 PALs, Recorder (reduzierte Version von D1, Source) und Hardware-Test-Software (Source) auf 5,25"-Diskette 100-855/ds/E 148,00
- Vollständige Aufnahme-Software D1 S100-855M/E 78,00
- Event-Board incl. 1 PAL 100-856/ds/E 89,00

Beachten Sie auch

unser 1/2-Preis-Angebot

auf Seite 64

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 250 500 99)

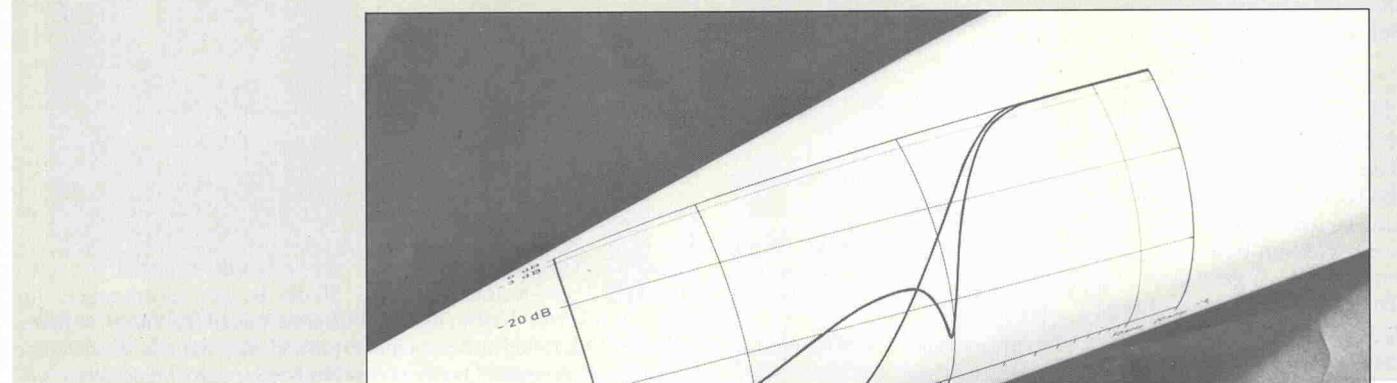
eMedia GmbH, Bissendorfer Straße 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61

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

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Ohne Resonanz

Überbrücktes T-Filter als Hochtton-Frequenzweiche



Dr. Gerd Schmidt

Je näher der Einsatzbereich eines Hochtöners bei seiner eigenen Resonanzfrequenz liegt, desto wichtiger ist es, die Anregung dieser Resonanz zu vermeiden und damit einen Eigenklang zu verhindern.

In Zweig-Lautsprecherboxen setzt man zur Signaltrennung zumeist einfache Frequenzweichen ein, die das am Boxen-Eingang anliegende Frequenzgemisch in einen Tiefton- und Hochtontbereich aufteilen. Bei einer relativ niedrigen Übernahmefrequenz erhält der Hochtöner aber auch Signaleanteile mit seiner Eigenresonanzfrequenz. Daraus resultiert ein inhomogenes Abstrahlen der hohen Töne. Mit ein wenig Aufwand für die Frequenzweiche kann ein ausgewogeneres Klangbild im Hochtontbereich erzielt werden.

Durch Überbrücken eines Hochpasses in T-Schaltung mit einem Kondensator entsteht eine Nullstelle in der Übertragungsfunktion. Die entsprechende Schaltung ist in

Bild 1 wiedergegeben. Wird diese Nullstelle so gewählt, daß sie mit der Resonanzfrequenz des angeschlossenen Hochtöners übereinstimmt, so wird ein Anregen dieser Schwingungen verhindert oder zumindest stark unterdrückt. Damit ist das angestrebte Ziel praktisch erreicht, denn nur Signale mit Frequenzen, die klangneutral wiedergegeben werden, gelangen dann zum Lautsprecher.

Die Abschlußimpedanz darf beliebig, auch komplex sein; die Nullstelle wird davon nicht verschoben. Bei hohen Frequenzen sollte der Abschluß allerdings reell sein, da anderenfalls der angestrebte Frequenzgang nicht erreicht wird. Es ist daher notwendig, die in Serie liegende Induktivität zu kompensieren,

nicht aber den Impedanzanstieg im Bereich der Resonanz. Bild 2 zeigt eine dafür geeignete Schaltung. Mit idealen Bauelementen ist die Unterdrückungsgüte unendlich hoch. Reale Bauelemente, insbesondere der von Null abweichende Spulenwiderstand, führen zu einer endlichen Güte und damit zu einer Unterdrückung innerhalb eines relativ breiten Frequenzbandes. Im praktischen Betrieb führt dies aber zu keinem Nachteil, sondern sogar zu einem Vorteil, da sich sowohl die Resonanzfrequenz des Lautsprechers als auch die Eigenschaften der Bauelemente in der Weiche mit der Zeit durch Alterung und mit der Temperatur ändern. Darum ist es günstig, daß die Unterdrückung mit einer bestimmten, relativ schmalen Bandbreite erfolgt

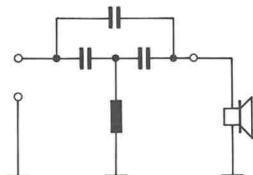


Bild 1. Grundschaltung eines überbrückten Hochpasses in T-Form.

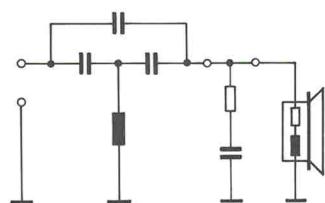


Bild 2. Der parallelgeschaltete Kondensator kompensiert die Lautsprecher-Induktivität.

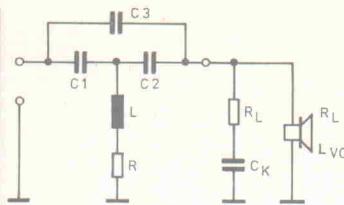


Bild 3. Gesamtschaltung eines überbrückten Hochpasses.

und nicht nur bei einer einzigen Frequenz.

Die theoretische Analyse sowie praktische Erfahrungen zeigen, daß Unterdrückungsgüten mit einem Wert im Bereich 3...5 zu sehr guten Ergebnissen und klanglichen Verbesserungen führen. Güten mit einem Wert größer als 7 sind nicht empfehlenswert, da sich die zuvor beschriebenen Drift-Effekte negativ auswirken können.

Der ohmsche Widerstand der in der Weiche verwendeten Spule wird nicht ausreichen, die angestrebte, relativ niedrige Güte zu erzielen, insbesondere dann nicht, wenn man eine sogenannte 'Null-Ohm'-Spule verwendet. Im allgemeinen muß die Spule demzufolge um einen ohmschen Widerstand ergänzt werden. In Bild 3 ist die nunmehr komplette Schaltung der Hochtöner-Weiche wiedergegeben.

Die dargestellte Schaltung kann für jede beliebige Übertrag-

ungscharakteristik dimensioniert werden. Im Lautsprecherbau greift man üblicherweise wegen des optimal flachen Frequenzgangs auf Weichen mit Butterworth-Charakteristik zurück. Die angegebenen Berechnungsformeln beziehen sich deshalb auf diese Charakteristik. Die Berechnung für Bessel-, Gauß- oder Legendre-Weichen kann jeder selbst vornehmen, falls deren Einsatz geplant ist. An dem Prinzip der hier beschriebenen Weiche und an der Lage der Nullstelle ändert sich durch die Wahl einer anderen Charakteristik nichts.

Für die Berechnung der Werte für $C_1 \dots 3$, L und R müssen folgende Größen bekannt sein:

- gewünschte Übergangsfrequenz f_0 , und daraus abgeleitet $\omega_0 = 2\pi f_0$;
- ohmscher Widerstand R_L des Hochtöners;
- zu unterdrückende Resonanzfrequenz f_N des Hochtöners, und daraus abgeleitet $\omega_N = 2\pi f_N$;
- gewünschte Unterdrückungsgüte Q ($3 < Q < 5 \dots 7$).

Die Komponenten der Frequenzweiche dimensioniert man über die im Kasten angegebenen Gleichungen. Falls wiederholt Frequenzweichen zu berechnen sind, ist der Einsatz eines programmierbaren Taschenrechners oder eines Computers anzuraten.

$$C_3 = \frac{\omega_N^2}{\omega_0^2} \cdot \frac{1}{R_L}$$

$$C_2 = \left[2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0} \left(2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0} \right) - \frac{\omega_N^2}{\omega_0^2} \right] \cdot \frac{1}{\omega_0 R_L}$$

$$C_1 = \frac{1}{\frac{2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0}}{1 - \frac{\omega_N^2}{\omega_0^2} \left(2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0} \right)} - \frac{1}{2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0} \left(2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0} \right) - \frac{\omega_N^2}{\omega_0^2}}} \cdot \frac{1}{\omega_0 R_L}$$

$$L = \frac{2 - \frac{\omega_N}{Q \omega_0}}{\omega_0^2 (C_1 + C_2)}$$

$$R = \frac{\omega_N}{Q} L$$

Die Gleichungen sind für die Bauteil-Dimensionierung in der gezeigten Reihenfolge anzuwenden.

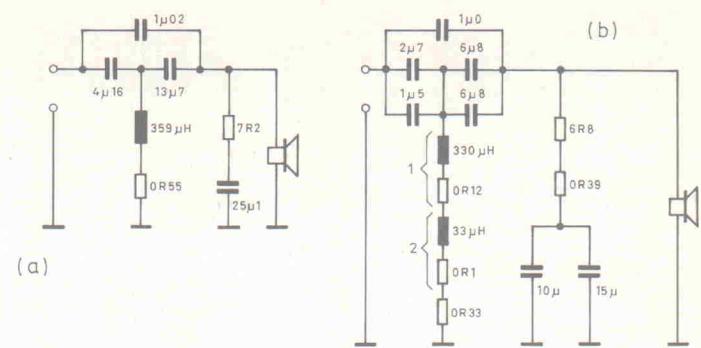


Bild 4. Beispielschaltung (a) mit errechneten Werten, (b) praktische Ausführung.

Abschließend ein praktisches Beispiel: Für eine Mini-Box mit einem 11-cm-Tieftöner und einem 19-mm-Kalotten-Hochtöner gilt eine Übergangsfrequenz von 2,75 kHz sowie eine Unterdrückungsgüte $Q = 4$. Die gemessene Resonanzfrequenz beträgt 978 Hz, der ohmsche Widerstand weist einen Wert von $7,2 \Omega$ auf. Für die Induktivität der Schwingspule gilt ein Wert von $1,3 \text{ mH}$, woraus nach $C_K = L/R^2$ ein Kompensationskondensator von $25,1 \mu\text{F}$ resultiert. Damit erhält man:

$$\begin{aligned} C_1 &= 4,16 \mu\text{F} \\ C_2 &= 13,7 \mu\text{F} \\ C_3 &= 1,02 \mu\text{F} \\ L &= 0,359 \text{ mH} \\ R &= 0,55 \Omega \end{aligned}$$

Mit Werten aus der E12-Normreihe lassen sich diese 'krummen' Werte gut in die Praxis umsetzen. Bild 4a zeigt die Gesamtschaltung mit den errechneten Werten, Bild 4b die praktische Ausführung. Mit '1' und '2' sind dort die beiden Spulen mit ihren induktiven und ohmschen Komponenten zusammengefaßt.

Der in Bild 5 wiedergegebene Plot zeigt deutlich die Auswirkung des Kondensators C_3 auf den Frequenzgang eines ge-

wöhnlichen 18-dB-Hochpasses. Die Absenkung im Bereich um die Resonanzfrequenz von etwa 20 dB ist gut zu erkennen. Im Bereich der Übergangsfrequenz und darüber ist der Einfluß der Nullstelle vernachlässigbar gering, hier verläuft der Frequenzgang 'glatt'. Bei tiefen Frequenzen sinkt die Flankensteilheit auf einen Wert von 6 dB/Oktave, was hier aber nicht stört, da Signale mit diesen Frequenzen bereits um 40 dB und mehr abgeschwächt sind, so daß weniger als 1/10 000 der Leistung zum Hochtöner gelangt. Störende Einflüsse sind davon nicht zu erwarten.

Im Hörtest äußert sich der Effekt der Weiche hauptsächlich in einer Reduzierung der 'Schärfe' von Zischlauten. Bei Metallkalotten ist der Effekt noch deutlicher herauszuhören: Der oft vorhandene Eigenklang geht verloren, und die Wiedergabe erfolgt neutraler. Auch im Mittentonbereich ist der Einsatz dieser Weiche sinnvoll und möglich. Dem Amateur und auch dem Profi öffnet sich hier ein weites Feld für neue Experimente, um dem Ziel einer klangneutralen Wiedergabe ein Stück näherzukommen.

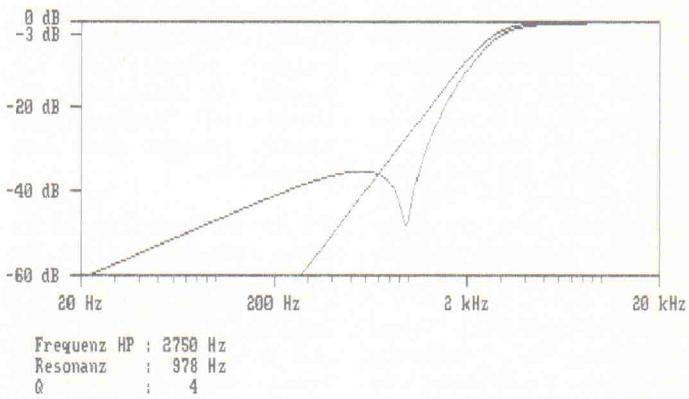
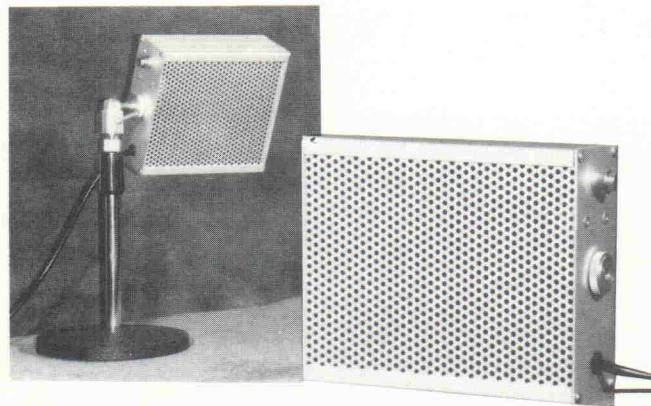


Bild 5. Die Abschwächung bei der Resonanzfrequenz ist auf dem Plot deutlich zu erkennen.

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 129,— incl. MwSt.
Tischstativ: DM 59,— incl. MwSt.
Ersatzfilter 6 Stk.: DM 24,85 incl. MwSt.

Distelkamp-Electronic

Postfach 2369, 6750 Kaiserslautern-27
Tel.: 0631/78319, Fax: 0631/78399

Händleranfragen erwünscht

Neu im Lieferprogramm:

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

MC1330P	7,90	MC1350P	4,90	OM350	28,00
TDAs5664	15,50	TDAs5660P	9,90	ZNA234	38,50
SL1451	39,90	HPP511	124,00	SP5060	29,50
SL1452	29,90	XR1010	9,90	XR1015	22,50
MSA0304/0404 nur			11,50	TBA1440	a.A.
MC3361	11,90	MC3362	11,50	LM311	1,90

Formschöne Geräte-Gehäuse



Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilern, Transvertern, End-stufen usw.

Ausführung: Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbt, olivegrün Kunststoffbeschichtung, Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium leichtle Bearbeitung! Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminiu (siehe Zubehör). Verbindungsstreben verzinktes Stahlblech.

Gehäuse: Abmessungen = Außenmaße in mm

Typ	Breite	Tiefe	Höhe	Preis
218	200	175	80	39,00
201	200	175	125	42,00
228	200	250	80	45,00
202	200	250	125	48,00
318	300	175	80	49,00
301	300	175	125	51,00
328	300	250	80	54,00
302	300	250	125	56,00

Wir liefern auch andere Spezialbauteile aus der Hochfrequenztechnik, z. B. Koaxrelais, Hybridmodule usw. sowie Funkgeräte, Weltempfänger, Alu-Masten, Antennen usw. usw.

Welttempfänger+Scanner: FRG9600 ... 1299,00
ICF2001ex... nur 885,00 FRG8800a ... 1655,00
ICOM R9000 ... 969,00 AX700 ... 1200,00
MVT5000 ... nur 925,00 MVT6000 ... 989,00

Aktivantennen passend dazu:
ARA30 (KW)... nur 338,00 ARA1500 (UKW) ... 369,00
9-m-Aluturmermast (rostfrei) ... nur 1995,00

Fordern Sie deshalb an:

HF-Bauteile-Katalog gegen DM 2,50 in Briefmarken



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

555 x 74 5,50 1,11

555 x 111 5,20 5,75

555 x 148 6,50 6,95

74 x 111 5,25 5,75

74 x 148 7,50 8,00

162 x 102 12,00 13,00

f. Europakarte

Weitere Typen sowie Spulenbausätze, (z. B.

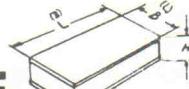
7A1) ab Lager lieferbar.

NEU: Jetzt auch in Messing!

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung, Platten, Bauteile und Befestigungssteile können angeleitet werden.

GUT LÖTBARE GEHÄUSE

aus 0,5 mm Weißblech



HF-dicht!

CD 40/45

Deckel Länge x Breite

Hohe 30 DM Hohe 50 DM

Hohe 30 DM Hohe 50 DM

7,00 7,90

7,00 9,00

9,00 10,50

10,50 11,50

11,50 13,50

14,50 16,00

16,00 17,50

17,50 18,50

18,50 19,50

19,50 20,50

20,50 21,50

21,50 22,50

22,50 23,50

23,50 24,50

24,50 25,50

25,50 26,50

26,50 27,50

27,50 28,50

28,50 29,50

29,50 30,50

30,50 31,50

31,50 32,50

32,50 33,50

33,50 34,50

34,50 35,50

35,50 36,50

36,50 37,50

37,50 38,50

38,50 39,50

39,50 40,50

40,50 41,50

41,50 42,50

42,50 43,50

43,50 44,50

44,50 45,50

45,50 46,50

46,50 47,50

47,50 48,50

48,50 49,50

49,50 50,50

50,50 51,50

51,50 52,50

52,50 53,50

53,50 54,50

54,50 55,50

55,50 56,50

56,50 57,50

57,50 58,50

58,50 59,50

59,50 60,50

60,50 61,50

61,50 62,50

62,50 63,50

63,50 64,50

64,50 65,50

65,50 66,50

66,50 67,50

67,50 68,50

68,50 69,50

69,50 70,50

70,50 71,50

71,50 72,50

72,50 73,50

73,50 74,50

74,50 75,50

75,50 76,50

76,50 77,50

77,50 78,50

78,50 79,50

79,50 80,50

80,50 81,50

81,50 82,50

82,50 83,50

83,50 84,50

84,50 85,50

85,50 86,50

86,50 87,50

87,50 88,50

88,50 89,50

89,50 90,50

90,50 91,50

91,50 92,50

92,50 93,50

93,50 94,50

94,50 95,50

95,50 96,50

96,50 97,50

97,50 98,50

98,50 99,50

99,50 100,50

100,50 101,50

101,50 102,50

102,50 103,50

103,50 104,50

104,50 105,50

105,50 106,50

106,50 107,50

107,50 108,50

108,50 109,50

109,50 110,50

110,50 111,50

111,50 112,50

112,50 113,50

113,50 114,50

114,50 115,50

115,50 116,50

116,50 117,50

117,50 118,50

118,50 119,50

119,50 120,50

120,50 121,50

121,50 122,50

122,50 123,50

123,50 124,50

124,50 125,50

125,50 126,50

126,50 127,50

127,50 128,50

128,50 129,50

129,50 130,50

130,50 131,50

131,50 132,50

132,50 133,50

133,50 134,50

134,50 135,50

135,50 136,50

136,50 137,50

137,50 138,50

138,50 139,50

139,50 140,50

140,50 141,50

141,50 142,50

142,50 143,50

143,50 144,50

144,50 145,50

145,50 146,50

146,50 147,50

147,50 148,50

148,50 149,50

149,50 150,50

150,50 151,50

151,50 152,50

152,50 153,50

153,50 154,50

154,50 155,50

155,50 156,50

156,50 157,50

157,50 158,50

158,50 159,50

159,50 160,50

160,50 161,50

161,50 162,50

LWL-Tastkopf

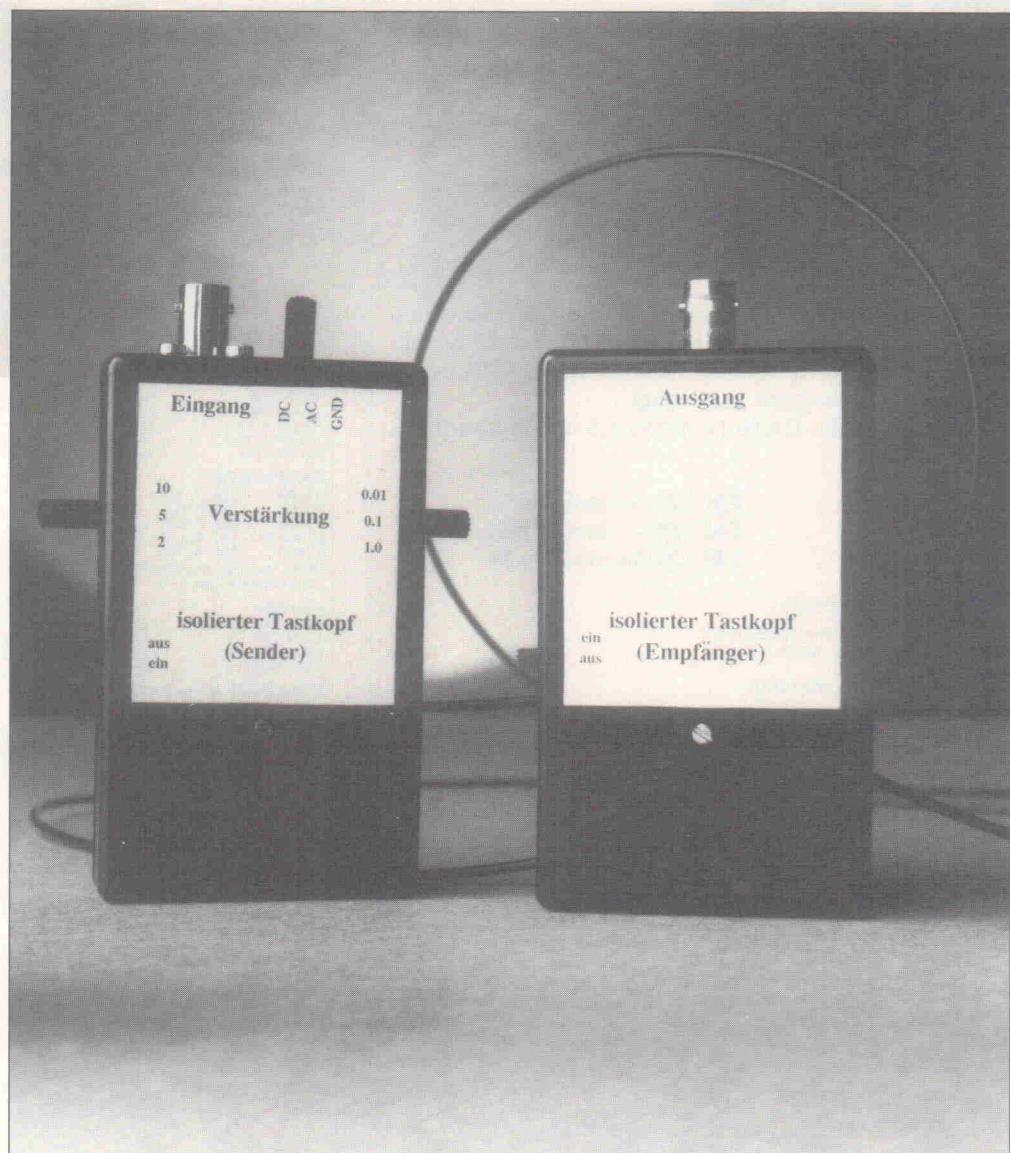
Entkopplung mittels Lichtwellenleiter

Thomas Banniza

Bei der Schaltungsentwicklung steht man gelegentlich vor dem folgenden meßtechnischen Problem:

Das Bezugspotential der zu bestimmenden Spannung ist nicht identisch mit der Masse der Meßgeräte oder soll nicht mit ihr in Verbindung stehen. Der Artikel beschreibt eine optische Entkopplung der beiden elektrischen Kreise.

Das Ungewöhnliche daran ist die Länge des Optokopplers.



Es gibt diverse Gründe für die Notwendigkeit der Entkopplung. Beispielsweise kann erforderlich sein, sich Klarheit über Kurvenverläufe zu schaffen, die von einer hohen Gleich- oder (Wechsel-)spannung überlagert sind. Andererseits macht auch die Messung der Eingangsspannung einer Brücke eine potentialfreie Ankopplung notwendig. Als weiteres Handicap der ungetrennten Messung ist die Bildung von Masse- beziehungsweise Brummschleifen auszuführen. So nennt man einen geschlossenen Leitungspfad von Masse-

leitungen, in den Ströme auf Teilstrecken oder Magnetfelder von außen Störsignale einkoppeln, die sich dann auf das eigentliche Nutzsignal am Eingang einer Schaltung addieren und so in den Signalpfad gelangen.

Manchmal kann man eine Brummschleife durch geschickten Anschluß der verschiedenen Masseleitungen, die zum Testobjekt führen, neutralisieren; oftmals ist dies aber nicht möglich.

Übliche Verfahren zur Unterbrechung von Masseschleifen

nutzen einen 'Transmitter', der selbst nichtleitend ist. Sie lassen sich in die beiden Hauptgruppen der direkten und der indirekte Trennung unterteilen. Während bei der erstgenannten Methode der Momentanwert der übermittelten Größe direkt proportional zum tatsächlichen Meßwert ist, versteht man unter den indirekten Techniken solche, bei denen dieser Wert vor der Übertragung beispielsweise auf einen Träger aufmoduliert oder in irgendeine digitale Information umgesetzt ist und nach der Übertragung wieder von diesem Träger befreit wer-

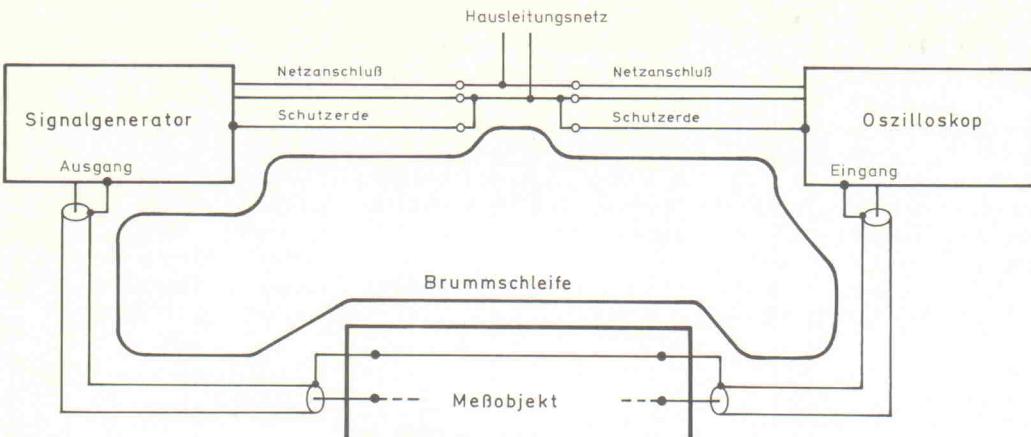


Bild 1. Unbeabsichtigte Masseschleifen sind schnell entstanden. Die darauf induzierten Brummspannungen überlagern das Nutzsignal.

den muß. Im Gegensatz zu den indirekten Techniken begnügen sich die direkten Übertragungsverfahren mit vergleichsweise einfachen Schaltungen.

Das klassische Verfahren zur galvanischen Trennung zweier Kreise schlechthin, der Einsatz

eines Übertragers, hat gerade bei Anwendung der direkten Übertragung den bekannten gravierenden Nachteil, daß Gleichanteile nicht übermittelt werden. Eine – mittlerweile – mindestens ebenso einfach zu beherrschende Technik stellt der Übergang auf ein optisches Medium – anstelle des magnetischen Kreises – dar. Sender, Empfänger und die Strecke selbst verhalten sich über einen weiten Aussteuerungsbereich gutwillig, das heißt hinreichend linear. Die Tatsache, daß die optische Flußrichtung zwischen Sender und Empfänger nicht umkehrbar ist, könnte eventuell die Befürchtung aufkommen

lassen, daß die Strecke für negative Eingangsgrößen ungeeignet ist. Mit einer einfachen Arbeitspunktverschiebung (auch als Offset bekannt) läßt sich für außerhalb des Übertragungssystems liegende Schaltungen jedoch ein 2-Quadranten-Betrieb (einschließlich des ersehnten Nullpunktes) vortäuschen.

Zur Realisierung einer optischen Trennung werden im allgemeinen integrierte Optokoppler eingesetzt. Diese Art der Lösung ist ebenso bewährt wie verbreitet. Manchmal bleiben selbst beim Einsatz der bis hier entwickelten Strategie die Ergebnisse hinter den Erwartungen zurück; das bedeutet also eine 'unvollständige' Trennung. Als Ursache hierfür sind die – mit beispielsweise 0,5 pF zu gegeben sehr kleinen – Koppelkapazitäten eines Optokopplers genauso zu nennen wie Kriechströme infolge von Basismaterialverunreinigungen oder Kopplungen zwischen den an sich getrennten Versorgungen.

Des weiteren benötigt man unabhängig von dem gewählten Verfahren selbstverständlich einen physikalischen Kanal zur Ankopplung der 'Trennstelle' an den Meßwertaufnehmer, also ein Kabel. An diesem Punkt setzt das hier beschriebene Konzept an: Es ersetzt den elektrischen Leiter durch einen optischen und stellt somit einen 'gestreckten Optokoppler' dar.

Da die zuvor dargelegten Schwierigkeiten offenbar die Folge einer nicht ausreichenden, räumlichen beziehungsweise elektrischen Trennung beider Seiten sind, lassen sich so bei einem relativ einfachen Aufbau schon viele meßtechnische Aufgaben befriedigend lösen. Dank der Bandbreite von 80 kHz ist natürlich auch der Einsatz als NF-Verbindung denkbar. In jedem Fall ist jedoch zu bedenken, daß ein Kunststoff-LWL eine Dämpfung von etwa 0,3...1 dB/m aufweist. Damit sind der Länge der Übertragungsstrecke gewisse Grenzen gesetzt.

Der Sender ...

Das zu bestimmende Signal gelangt über die Buchse Bu 1 in die Schaltung. Hier soll bereits darauf hingewiesen sein, daß der Massepunkt für die Eingangsspannung nicht mit der negativen Betriebsspannung identisch ist: Der Ausgang von IC 2 puffert die 'künstliche Masse'. Ihr Potential liegt um die 3,3-V-Z-Spannung von D4 oberhalb der negativen Versorgung. Mit dem Schalter S1 kann man zwischen den auch von Oszilloskopen bekannten Kopplungen 'DC', 'AC' und 'Ground' wählen, R1 legt den Eingangswiderstand auf – ebenfalls oszilloskoptypische – 1 MΩ fest.

Der eigentliche Sender ist zweistufig aufgebaut. Die erste Stufe arbeitet invertierend als aktiver Abschwächer. Die Diode D1 und D2 schützen den Eingang des ICs vor Überspannung. Mit dem Schalter S2 wird zunächst die Abschwächung in den Stufen 1 : 1, 10 : 1 und 100 : 1 festgelegt. Die zweite Stufe arbeitet als einstellbarer Spannungs-/Stromwandler:

Ein gegenkoppelter (Operations-)Verstärker ist bestrebt, seine Eingangsdifferenzspannung zu null werden zu lassen. Der nichtinvertierende Eingang des zweiten OPs liegt auf dem eben erwähnten künstli-

Beide
Diolen –
im Bild der
Empfänger –
können
einen
2,2-mm-LWL
aufnehmen.

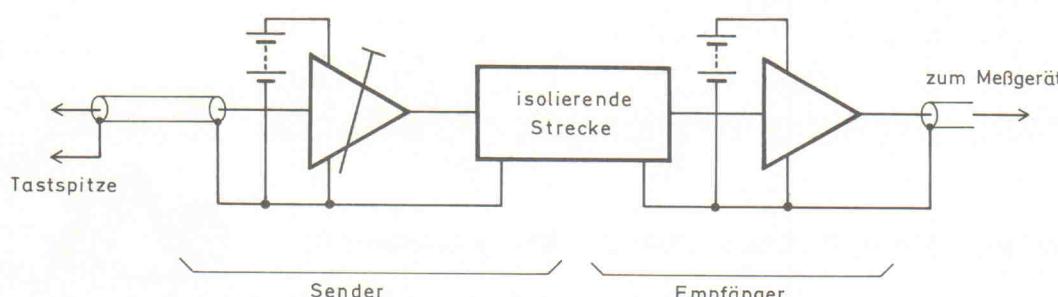
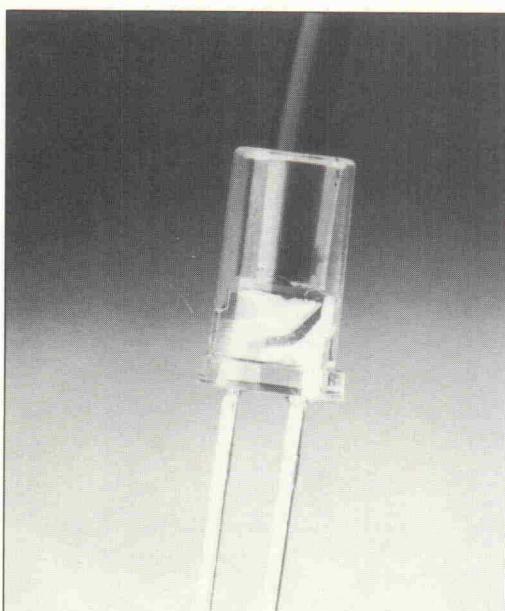


Bild 2. Als isolierte Strecke kommt hier ein Lichtwellenleiter zum Einsatz.

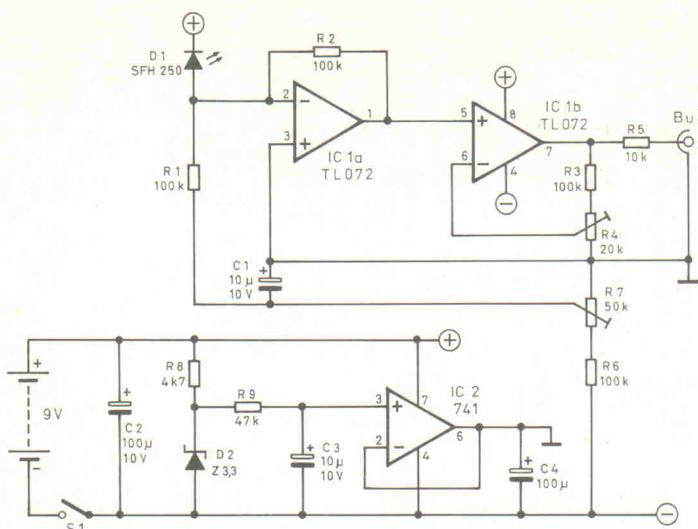


Bild 4. Um den im Sender erzeugten Offset zu unterdrücken, muß R1 den von D1 erzeugten Nullpunkt-Ruhestrom 'absaugen'. Die dazu nötige negative Versorgung entsteht dadurch, daß IC2 das Bezugspotential der Schaltung um 3,3 V 'nach oben' verschiebt.

tung verhalten sich Photodioden wie hochohmige Stromquellen. Ihr Ausgangstrom ist proportional zur empfangenen Lichtleistung. Diesen Signalstrom setzt der mit IC 1a und R2 aufgebauten Transimpedanz-Verstärker (Strom-/Spannungswandler) in eine Spannung um. Die zweite Stufe dient zur weiteren Signalverstärkung und als Puffer in Richtung Ausgang. Mittels R4 läßt sich die Gesamtverstärkung des Tastkopfes justieren. Über R1

wird in den Transimpedanz-Verstärker ein zusätzlicher Strom eingespeist, der den Signalstrom der Diode kompensiert, wenn 0 V am Tastkopfeingang anliegt. Der genaue Wert wird mit R7 eingestellt. Die Schaltung um IC 2 dient wieder zur Erzeugung der künstlichen Mittelspannung. So genügt auch für den Empfänger eine 9-V-Batterie als Versorgung.

Die Unsymmetrie der Mittelspannung dient hier dazu, die Sperrspannung der Empfangs-

diode so groß wie möglich zu wählen. Diese Spannung bestimmt die Sperrsichtkapazität der Diode, die die obere Grenzfrequenz einer Signalübertragung bestimmt. Über R4 und R7 sollte man im Gehäuse des Empfängers kleine Löcher anbringen, damit ein Abgleich bei geschlossenem Gehäuse möglich ist.

Montage

Bei dem benötigten Lichtwellenleiter handelt es sich um

Der Tastkopf im Überblick

Bandbreite	DC bis 80 kHz (-3 dB)
max. Ausgangssignal	±0,5 V
Eingangssignal für max. Ausgangssignal (max. Empfindlichkeit)	±0,1 V
Eingangssignal für max. Ausgangssignal (min. Empfindlichkeit)	±100 V
Verstärkungseinstellung	9stufig, 2-5-10-Stufung
Eingangskopplung	AC, DC oder GND
Stromversorgung	2 × 9-V-Batterie
Stromverbrauch Sender	ca. 12 mA
Stromverbrauch Empfänger	ca. 8 mA



EAGLE 2.0

Schaltpläne zeichnen, Autorouten, Platine editieren, Design Rule Check: alles in einem Programm.

Innerhalb ganz kurzer Zeit hat sich unser Layout-Paket EAGLE zum wohl meistverkauften Programm seiner Art in Deutschland entwickelt. Aus gutem Grund: EAGLE beweist, daß Leistung und Bedienkomfort eines Software-Pakets nichts mit seinem Preis zu tun haben. Und wir beweisen täglich, daß es sich lohnt, wenn der Software-Hersteller nicht am anderen Ende der Welt sitzt. Übrigens: Auf 100 Demo-Pakete verkaufen wir 78 Programme. Wenn Sie EAGLE anhand unserer Demo getestet haben, werden Sie wissen warum!

EAGLE ist ein leistungsfähiger Grafikeditor, mit dem Sie Platinen-Layouts auf PCs/XTs/ATs komplett entwerfen können. Als Zusätze gibt es ein Schaltplan-Modul und ein Autorouter-Modul. Unter Modul verstehen wir, daß die zusätzlichen Funktionen voll in EAGLE integriert sind - sie haben in jeder Ausbaustufe nur ein Programm vor sich. **Hardware-Voraussetzungen:** PC/AT-kompatibler Computer, DOS3.x, EGA- oder VGA-Karte mit Farbmonitor, Maus, 512 KByte RAM, IBM-kompatible Parallel Schnittstelle, Harddisk. **Ausgabe:** Matrixdrucker, Laserdrucker, HPGL-Plotter, Gerber-Fotoplotter, Postscript, Bohrdaten usw.

Demo 100 % aussagekräftig

Mit unserem Demo-Paket können Sie EAGLE mit den Zusatzmodulen uneingeschränkt testen. Es wird mit **Original-Handbuch** geliefert.

EAGLE-Demo-Paket	25 DM	(21,93 + 14% MwSt.)
EAGLE-Layout-Editor	844 DM	(740,35 + 14% MwSt.)
Schaltplan-Modul	1077 DM	(944,74 + 14% MwSt.)
Autorouter-Modul	654 DM	(573,68 + 14% MwSt.)

Preise ab Werk. Bei Versand zzgl. DM 5,70 (Ausland DM 15,-). Wir liefern schnell und sicher per UPS. Mengenrabatte auf Anfrage.

Und so beurteilt die Fachwelt EAGLE:

...so intelligent und wendig, daß die Arbeit mit ihm Spaß macht.
...ein System..., mit dem man automatisch und interaktiv Platten layouten kann, die auch strenger Ansprüchen vollauf genügen.
Eckart Steffens in c't 9/89

...So braucht EAGLE den Vergleich mit viel teureren professionellen Produkten im Bereich von 70 000 Mark keineswegs zu scheuen.
G. und J. Gradi in CHIP 4/90

EAGLE zeichnet sich durch hohen Komfort und niedrigen Preis aus. Begleitheft 5/89 zur Fernsehsendung Computer-Treff mit Rolf-D. Klein
Im Laufe meines Studiums der „Technischen Informatik“ habe ich viele Produkte im rauen Einsatz erlebt, doch keines dieser Programme erreichte nur annähernd die Einsatztauglichkeit ihres Produktes. Kurz gesagt, viele Programme sehen schön aus, kosten das Vielfache und leisten einen Bruchteil.
Thomas Sturmheit, Wolfsburg

Ihr Produkt ist vom Preis/Leistungs-Verhältnis wirklich phantastisch. Läßt sich nicht anders sagen.

Dipl.-Ing. (FH) D. Habicht, Hannover

...und wollen nicht versäumen, Ihnen unser Kompliment für diese gut gelungene Software auszusprechen, bei der Sie Komfort und Einfachheit in einem besonders gut ausgewogenem Maße verbinden könnten. Auch das Handbuch ist ein Musterbeispiel für gut strukturierten und übersichtlichen Aufbau, wie er leider viel zu selten anzutreffen ist.
Kurt Descovich, Medek & Schörner GesmbH, Wien

This software is the best I've seen.

If you people don't distribute it, you are crazy.
CAD-Experte, der im Auftrag unseres US-Partners EAGLE getestet hat



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

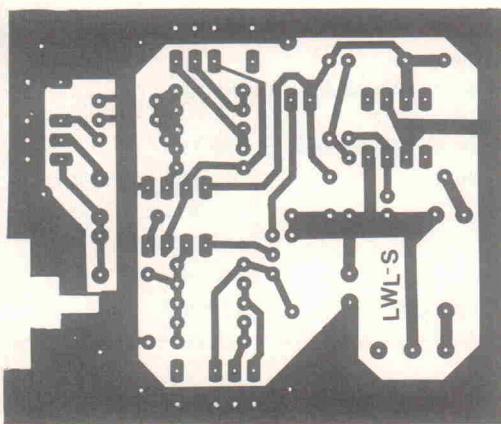
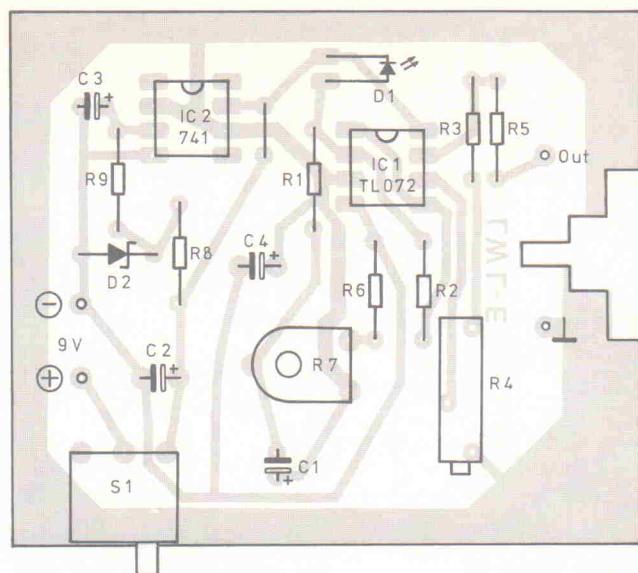
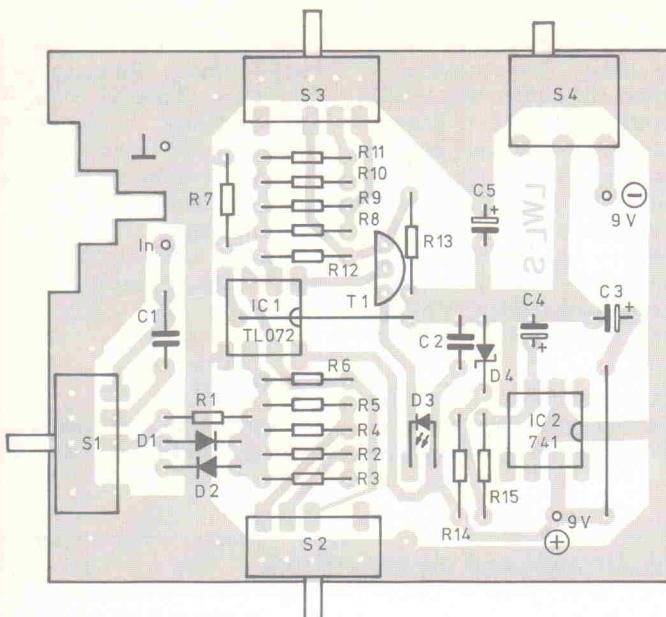


Bild 5.
Die BNC-Eingangsbuchse lässt sich sehr kompakt einbauen, wenn man die dafür vorgesehene Stelle auf der Platine heraussägt.

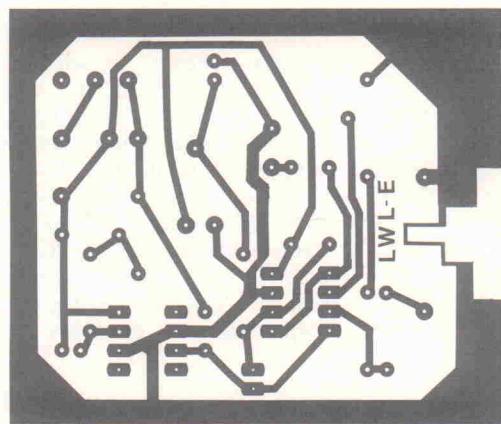


Bild 6.
Die Trimmer für den Offset- (R7) und den Skalierungsabgleich (R4) sollten von außen zugänglich sein.

Stückliste

Sender

Widerstände:		C3,5	100 μ , 10V, radial
R1,6	1M, 1%	C4	10 μ , 10V, radial
R2	430k, 1%		
R3	150k, 1%		
R4	11k, 1%	Halbleiter:	
R5	120k, 1%	D1,2	1N 4148
R7	20k, 1%	D3	SFH 750
R8	360k, 1%	D4	ZPD 3V3
R9	24k, 1%	T1	BC 548
R10	200k, 1%	IC1	TL 072
R11	510k, 1%	IC2	LM 741
R12	180k, 1%		
R13	560R	Sonstiges:	
R14	4k7	S1,2,3	3 × UМ
R15	47k	S4	1 × EIN
Kondensatoren:		Bu1	BNC-Buchse
C1	150n	2 m Lichtwellenleiter, D = 2,2 mm	
C2	100n	Gehäuse, Batterieclip, 9-V-Block, Montagematerial	

Zur weiteren Fixierung kann man den LWL im Diodengehäuse verkleben. Zur Zugentlastung sollte man die Faser in den Gehäusen der Tastkopfteile in eine Schleife legen (minimaler Biegeradius ca. 20 mm) und dann mit einer kleinen Kabelschelle oder Drahtose an der Platine befestigen. Vorsicht, die Faser darf nicht zu sehr gequetscht werden, sonst steigt die Signaldämpfung der Faser!

Nach dem Einbau in ein Gehäuse ist zwar kein Fremdlicht mehr zu befürchten; für Überprüfung vor dem Einbau sollten die in die Dioden montierten Faserenden jedoch lichtdicht verschlossen werden. Hierzu eignet sich beispielsweise schwarze Farbe oder ein Schrumpfschlauch. Die Gehäuse selbst sollten elektrisch geschirmt und nach außen hin isoliert sein. Prinzipiell nutzbar sind also mit Alu- oder Kupferfolie verkleidete Kunststoffgehäuse. Aus einseitig kaschierten Epoxydharzplatten kann man sich auch leicht ein passendes Gehäuse selbst herstellen: Die fertig ge-

etwa zwei Meter einer Kunststoff-Lichtleitfaser mit 2,2 mm Außendurchmesser. Die Faser paßt dann in die Gehäuse der Sende- und Empfangsdioden.

Sie wird mit einem scharfen Messer möglichst gerade und

senkrecht zur Faserrichtung abgeschnitten. Das Faserende kann man dann noch mit 400er Schleifpapier glätten und mit einem Stück Stoff polieren. Meist ist die Schnittkante aber auch ohne weitere Bearbeitung für die Übertragung brauchbar.

Stückliste

Empfänger

Widerstände:		
R1,2,3,6	100k	
R5	10k	
R8	4k7	
R9	47k	
R4	20k, 10-Gang-Spindeltrimmer	
R7	50k Trimmer, liegend	
Kondensatoren:		
C1,3	10 μ /10V	
C2,4	100 μ /10V	
Halbleiter:		
D1	SFH 250	
D2	ZPD 3V3	
IC1	TL 072	
IC2	LM 741	
Sonstiges:		
S1	1 × EIN	
Bu1	BNC-Buchse	
Gehäuse, Batterieclip, 9-V-Block, Montagematerial		

sägten und gebohrten Platten lassen sich leicht an der Innenseite verlöten und, falls nötig, mit kleinen Dreiecken verstauen.

ELRAD-Abonnement**Abrufkarte**

Abgesandt am _____

199_____

zur Lieferung ab

Heft _____ 199_____

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 47**

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.)**ELRAD-Bestellkarte**Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen, bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen. ➤Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07**

3000 Hannover 61

ELRAD-Kleinanzeige**Auftragskarte****ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ _____ Ort _____

ELRAD-Bestellkarte

Abgesandt am _____

199_____

an Firma _____

Bestellt/angefordert _____

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren ... und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD-

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Direkt-Kontakt

Der **ELRAD**-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift **ELRAD**, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Ausgabe _____, Seite _____, fand ich Ihre

Anzeige

Beilage über

Ich bitte um: Zusendung ausführlicher Unterlagen
 Telefonische Kontaktaufnahme
 Besuch Ihres Kundenberaters

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen.

Absender nicht vergessen!

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Abt./Position _____

Firma _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____

ELRAD**Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Abt./Position _____

Firma _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu
der Sie Kontakt aufnehmen
wollen.

**Absender**

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Abt./Position _____

Firma _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

199

an Firma _____

Angefordert

- Ausführliche Unterlagen
- Telefonische Kontaktaufnahme
- Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 11/90.

Vielseitige Dioden (4)

Dioden setzt man nicht nur für Gleichrichter und Spannungsstabilisatoren ein, für Anwendungen also, bei denen ein nennenswerter Strom in Durchlaßrichtung fließt. Einige Dioden betreibt man zitlebens in Sperrichtung, ohne aber einen Durchbrucheffekt wie bei den Z-Dioden auszunutzen: die Kapazitätsdioden.

Nach dem Einfügen eines Potentiometers zwischen Basis und Emitter läßt sich die Empfindlichkeit (und damit auch die Grenzfrequenz) eines Fototransistors variieren; die Schaltung ist in Bild 76 zu sehen. Bei maximalem Widerstand zwischen Basis und Emitter erhält man die volle Empfindlichkeit des Fototransistors. Der Minimalwiderstand (= Kurzschluß) zwischen Basis und Emitter hingegen führt zu der verminderten Lichtempfindlichkeit einer Fotodiode.

Für den Wert des Arbeitswiderstands R1 in den Bildern 73...76 gilt, daß bei steigendem R1 zwar die Verstärkung zunimmt, die Grenzfrequenz jedoch sinkt. R1 dient in einigen Schaltungen auch zur Arbeitspunkteinstellung, um den Fototransistor im linearen Bereich betreiben zu können.

Optokoppler

Ein Optokoppler enthält stets einen Lichtsender in Form einer LED (meistens Infrarotlicht) und eine darauf abgestimmte Photodiode oder einen Fototransistor als Empfänger. Beide Bauelemente befinden sich in einem lichtundurchlässigen Gehäuse, sie stehen sich unmittelbar gegenüber. Bild 77 zeigt die typische Beschaltung eines Optokoppels.

Bei geöffnetem Schalter SW1 fließt kein Strom durch die LED, so daß der Fototransistor sperrt. Wird SW1 geschlossen, fließt über Widerstand R1 ein Strom durch die LED. Transistor T1 wird aktiviert, so daß dieser die Betriebsspannung nach R2 durchschaltet. Der Sinn dieser Anordnung besteht in der galvanischen Trennung des Eingangskreises vom Ausgangskreis. In Abhängigkeit von der Dimensionierung der peripheren Bauelemente eignet sich die Schaltung für die Übertragung sowohl digitaler als analoger Signale.

Bevor nun ein neues Diodenkapitel aufgeschlagen wird, erfolgt zunächst eine genauere Betrachtung der Kennlinien derjenigen Dioden, die man normalerweise zum Gleichrichten von Netz-, Nf- oder Hf-Spannungen einsetzt, und zwar mit Durchflußströmen vom μA -Bereich bis hin zu einigen A. Gleichrichterschaltungen enthalten im allgemeinen Standard-Siliziumdioden, beispielsweise den Typ 1 N 4148 für niedrige Ströme bis etwa 100 mA; größere Ströme bis 1 A verarbeiten die Dioden aus der 1-N-4000-Reihe. Ein Maximalstrom von 3 A gilt für die Dioden aus der Reihe 1 N 5400, einer von 5 A für den populären Typ BY 550.

Die genannten Dioden weisen einen sehr geringen Sperrstrom auf: bei der 1 N 4148 bleibt dieser bei einer Sperrspannung von 20 V stets unter dem Wert 10 nA. Allerdings beträgt der Spannungsabfall in Flußrichtung 0,7...1,5 V, je nach Durchlaßstrom. Die erwähnten Dioden sind daher für die Demodulation schwacher Signale (Verzerrungen!) ebensowenig geeignet wie für den Einsatz als 50-Hz-Gleichrichter bei relativ niedrigen Eingangsspannungen.

Bei den Schottky-Siliziumdioden beträgt die Flußspannung zwar nur 0,3...0,7 V. Ihr Sperrstrom ist jedoch größer, er kann – je nach Ausführung – einen Wert von 1 μA

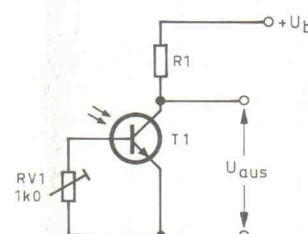


Bild 76. Phototransistor mit einstellbarer Empfindlichkeit.

Bild 77. Ein Optokoppler trennt den Ausgangs- vom Eingangskreis.

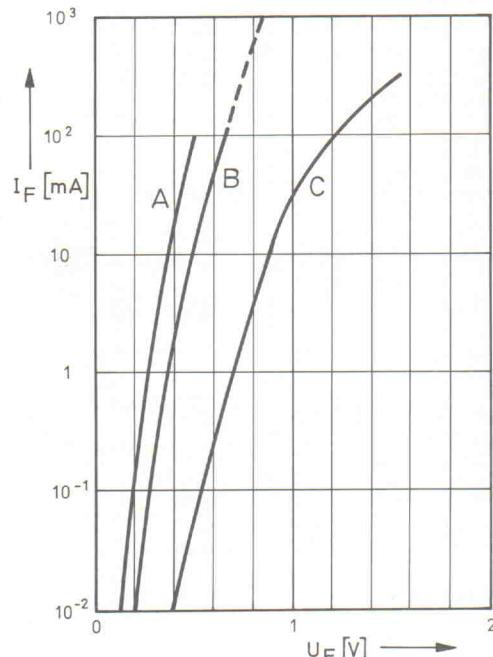
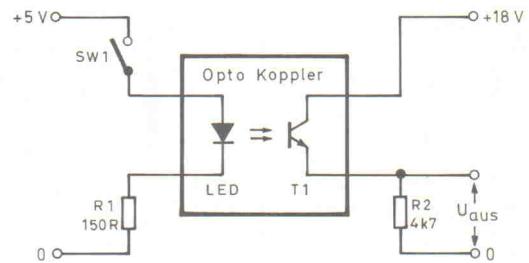


Bild 78. Flußkennlinien von Kleinsignaldioden bei 25 °C:
A = Germaniumdiode (z. B. AA 143);
B = Silizium-Schottky-Diode (z. B. SD 104)
C = Siliziumdiode (z. B. 1 N 4148).

überschreiten. Auch die Schottky-Dioden gibt es in Kleinsignal- und Hochstromausführungen. In Netzgleichrichtern reduziert ihr Einsatz die Gleichrichterverluste auf etwa 40 % eines vergleichbaren, mit Standard-Siliziumdioden bestückten Gleichrichters.

Die ersten industriell hergestellten Halbleiterdioden überhaupt waren Germaniumdioden. Diese weisen mit einem Wert von 0,2...0,5 V die niedrigste Flußspannung unter allen handelsüblichen Diodentypen auf. Ihr Sperrstrom liegt aber im Bereich 1...50 μA . Außerdem sind die Kennwerte von Germaniumdioden stark von der Umgebungstemperatur abhängig. Trotzdem werden sie auch heute noch oft in Demodulatorschaltungen eingesetzt, sofern die Demodulation nicht mit einem integrierten Schaltkreis erfolgt. In Bild 78 sind die typischen Flußkennlinien der drei für Gleichrichteranwendungen wichtigsten Diodenarten dargestellt.

Die in deutschsprachiger Fachliteratur zuweilen auch als Rückwärtsdiode bezeichnete Backwarddiode darf man als einen Exoten unter

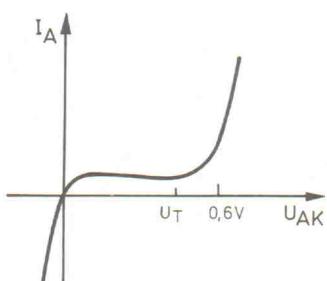


Bild 79. Prinzipieller Kennlinienverlauf einer Backwarddiode.



richtung sind für Backwarddioden nur Spannungen unter 0,5 V zulässig!

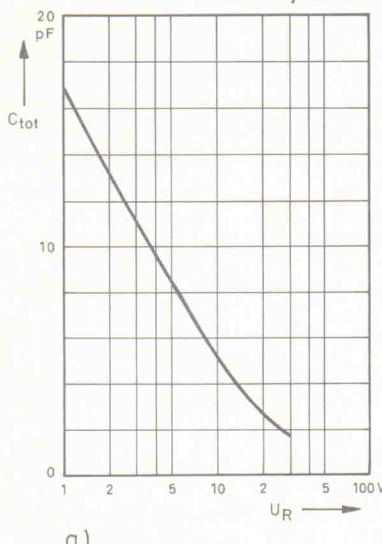
Suppressordioden

Suppressordioden nennt man gelegentlich auch bidirektionale Begrenzerdioden oder auch Kontaktenschutzdioden. Sie entsprechen im Prinzip zwei Z-Dioden mit gleicher Z-Spannung, die mit entgegengesetzter Polarität in Reihe geschaltet sind. Derartige symmetrische Begrenzer setzt man speziell zum Schutz spannungsempfindlicher Bauteile ein. Suppressordioden vertragen kurzzeitig sehr hohe Stromimpulse, der Typ ZZ 16 von Intermetall zum Beispiel bis 300 A! Üblich sind Arbeitsspannungen von 16...160 V. Bei maximaler Impulsbelastung liegt an der Diode die maximale Spannung mit einem Wert von etwa 150...190 % der Nennarbeitsspannung an.

Kapazitätsdioden

Kapazitätsdioden, auch Varactor-Abstimmtdioden oder Varicaps genannt, sind wohl die wichtigsten Dioden, deren Gleichrichteffekt nicht genutzt wird; gelegentlich muß er sogar kompensiert werden. Von Nutzen ist hingegen die Eigenschaft, daß sich ihre Kapazität in Abhängigkeit von der angelegten Sperrspannung ändert. Diese Variation reicht typenabhängig von einigen pF bis zu einigen hundert pF.

BB 221, BB 222



a)

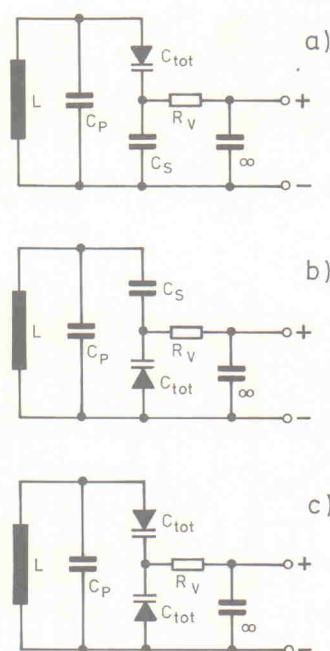


Bild 81. Parallelresonanzkreise mit Kapazitätsdioden:

- a) Vorwiderstand parallel zum Serienkondensator;
- b) Vorwiderstand parallel zur Diode;
- c) Schwingkreis mit zwei Dioden.

Bild 80 zeigt das Schaltsymbol mit der angedeuteten Kapazität. In Flußrichtung verhalten sich Kapazitätsdioden wie andere Siliziumdioden auch, allerdings mit höherer Parallelkapazität.

Mit Kapazitätsdioden kann man die Resonanzfrequenz von Schwingkreisen über eine Gleichspannung steuern. So lassen sich Oszillatoren

mit stellbarer Frequenz realisieren, beispielsweise für frequenzmodulierte Sender und zur automatischen Scharfabstimmung von Empfängern. Natürlich eignen sie sich auch zum Abstimmen der Vor- und Zwischenkreise eines Hf-Empfängers, was zum Beispiel für einen automatischen Sendersuchlauf erforderlich ist.

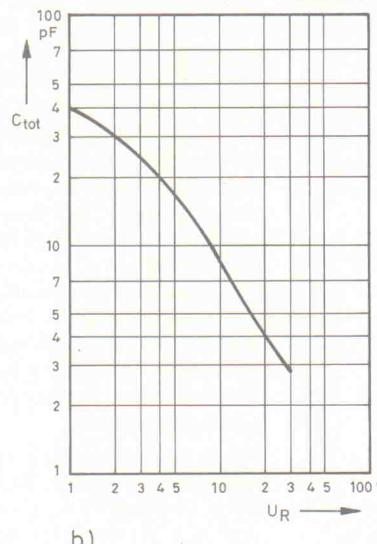
Bild 81 zeigt drei Möglichkeiten zur Abstimmung eines Schwingkreises mit Kapazitätsdioden. In der in Bild 81a wiedergegebenen Schaltung wird die Abstimmspannung über die Schwingkreisspule L (Minuspol) und über den Vorwiderstand R_V (Pluspol) der Diode zugeführt. Der Serienkondensator C_S liegt wechselstrommäßig in Reihe zur Abstimmtdiode; er schließt den Kreis für Wechselstrom, trennt ihn jedoch für Gleichstrom. Außerdem ist eine feste Parallelkapazität C_P vorhanden. Der vor dem Vorwiderstand angeordnete Entkoppelkondensator weist eine gegenüber den Schwingkreiskondensatoren sehr hohe Kapazität auf; somit kann man den Einfluß dieses Kondensators vernachlässigen. Da der Vorwiderstand für Hochfrequenzsignale parallel zum Serienkondensator liegt, wird er als zusätzlicher Verlustwiderstand R_K in den Kreis transformiert. Es gilt die Gleichung:

$$R_K = R_V \cdot (1 + C_S \cdot C_{tot})^2$$

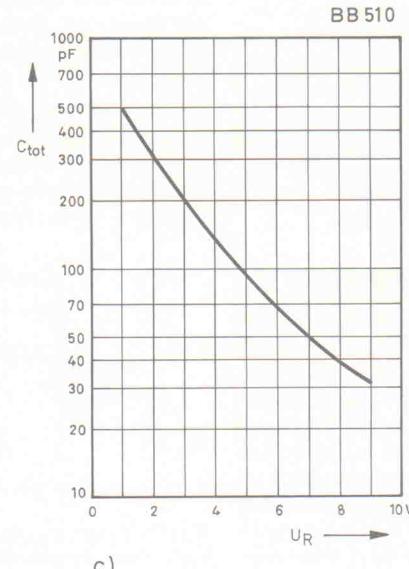
Führt man in diese Gleichung anstelle der Diodenkapazität die Kreisfrequenz $2\pi f$ ein, führt dies zu:

$$R_K = R_V \cdot ((2\pi f)^2 \cdot L \cdot C_S / (1 - (2\pi f)^2 \cdot L \cdot C_P))^2$$

BB 329



b)



c)

Bild 82. Kennlinien verschiedener Kapazitätsdioden:
a) Tunerdiode für VHF- und UHF-Bereich;
b) Weitbereichstunerdiode;
c) Abstimmtdiode für den MW-Bereich.

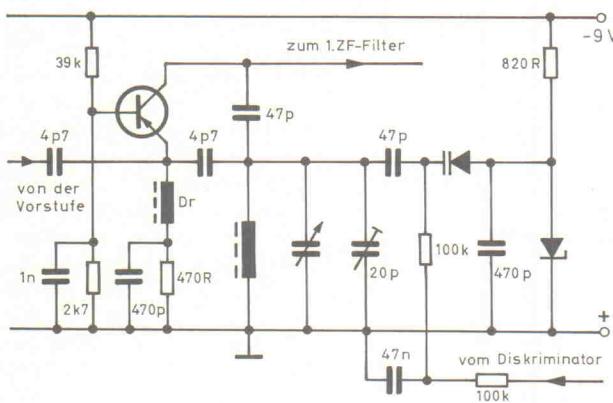


Bild 83. Schaltung zur automatischen Nachstimmung eines UKW-Empfängers.

Der Vorwiderstand R_V , über den die Kapazitätsdioden die Abstimmspannung erhalten, wird dabei innerhalb des gesamten Abstimmbereichs mit einem konstanten Verhältnis in den Schwingkreis transformiert. Unter der Voraussetzung zweier elektrisch identischer, verlustfreier Abstimmdioden erhält man die sehr einfache Beziehung:

$$R_K = 4 \cdot R_V$$

Die Berechnung der Parallel- und Serienkondensatoren für den gewünschten Abstimmbereich erfolgt über die üblichen Gleichungen, die auch für Drehkondensatoren gelten.

Kapazitätsvariation

Zur Abstimmung eines UHF-Topfkreises benötigt man eine Kapazitätsänderung von nur einigen pF, für den MW-Bereich dagegen eini-

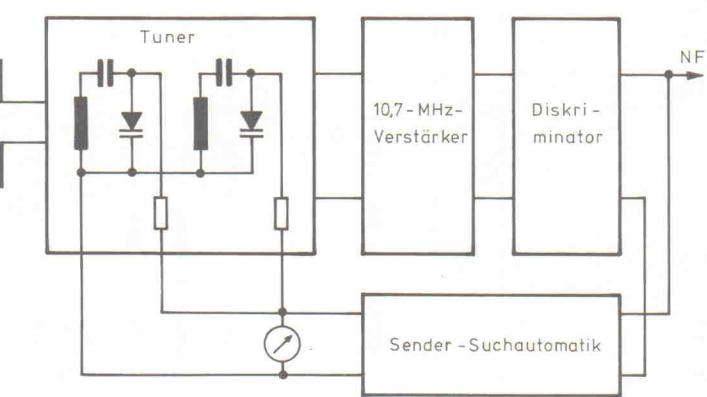


Bild 85. Blockschaltbild eines UKW-Empfängers mit elektronischer Abstimmung und Sendersuchautomatik.

ge hundert pF. In Analogie zu den entsprechend unterschiedlichen Drehkondensatoren existieren auch verschiedene Typen von Kapazitätsdioden. Bild 82a zeigt die C/U-Kennlinie einer Kapazitätsdiode zum Abstimmen der Schwingkreise in UHF- und VHF-Fernsehtunern. Der größere Variationsbereich der Diode nach Bild 82b ermöglicht es, auch die Sonderkanäle zu erfassen. Für den Mittelwellenbereich benötigt man eine besonders große Endkapazität im Bereich

300...500 pF. Die Kennlinie einer geeigneten Kapazitätsdiode ist in Bild 82c wiedergegeben.

Kapazitätsdioden werden heute in immensen Stückzahlen in Rundfunk- und Fernsehempfängern eingesetzt. Auch die allgemein üblichen automatischen Nachstimm-Schaltungen (AFC) enthalten diese Dioden. Zur näheren Erläuterung folgen nun einige Schaltungsauszüge bewußt älteren Datums, da bei neueren Schaltungen infolge des großzügigen Einsatzes von integrierten Schaltkreisen die einzelnen Funktionen nicht so leicht zu erschließen sind.

Automatische Scharfabbestimmung

Bild 83 zeigt das Prinzip einer AFC-Schaltung in einem UKW-Empfänger. Die Kapazitätsdiode liegt dabei im Schwingkreis des Oszillators, sie wird von der am Ausgang des FM-Demodulators anstehenden Gleichspannung ge-

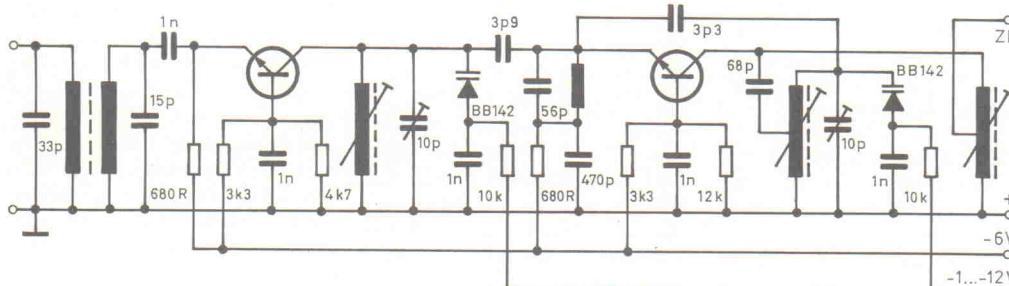


Bild 84. UKW-Tuner mit elektronischer Abstimmung

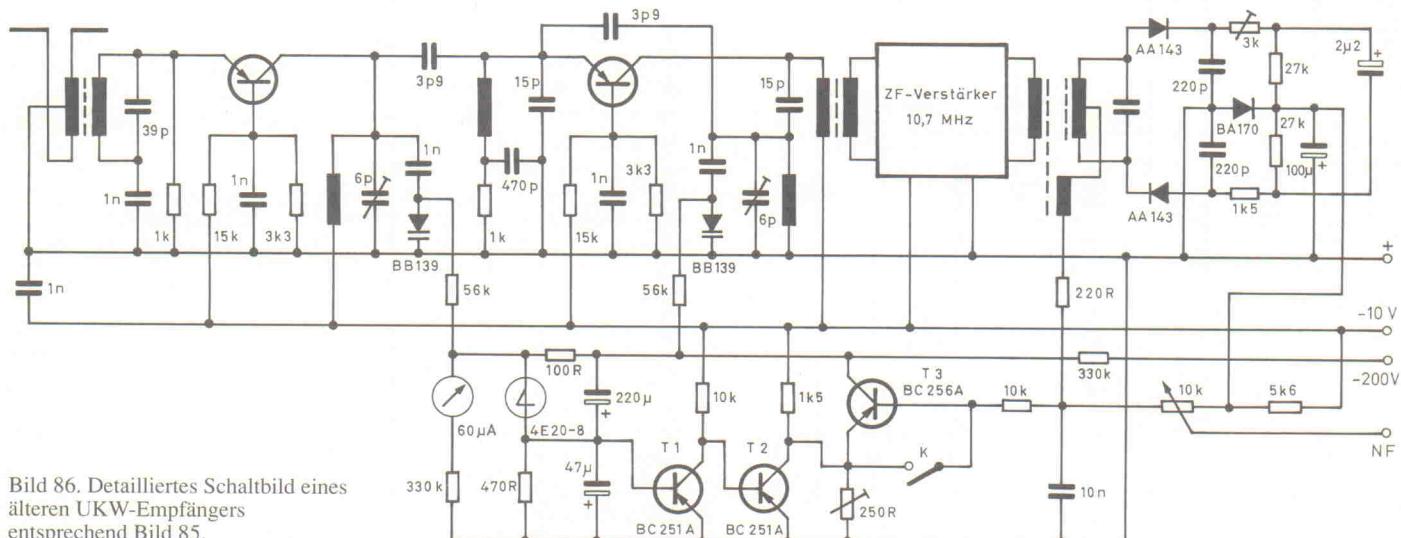


Bild 86. Detailliertes Schaltbild eines älteren UKW-Empfängers entsprechend Bild 85.

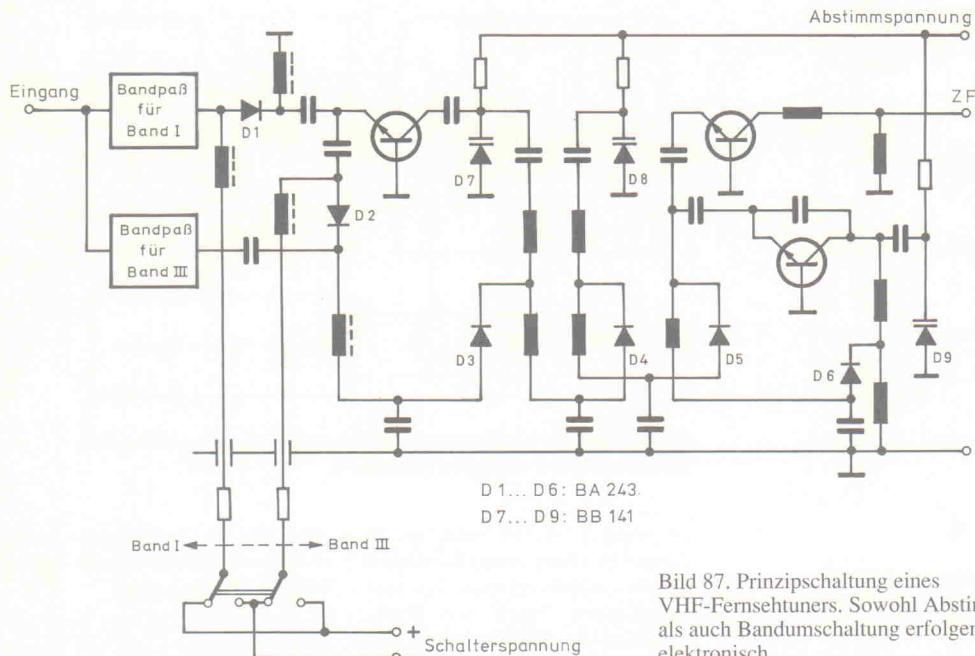


Bild 87. Prinzipschaltung eines VHF-Fernsehtuners. Sowohl Abstimmung als auch Bandumschaltung erfolgen elektronisch.

steuert. Um eine Modulation der Oszillatorfrequenz zu vermeiden, muß man die Steuerspannung ausreichend sieben. In der Beispielschaltung besteht das Siebglied aus einem RC-Tiefpaß $100\text{ k}\Omega/47\text{ nF}$. Als Näherungsformel gilt allgemein, daß der Demodulator bei einer Frequenzverschiebung um 100 kHz eine Regelspannung von etwa $0,5\text{ V}$ liefern sollte.

Tuner mit Diodenabstimmung

Bild 84 zeigt das Schaltbild eines mit zwei Kapazitätsdioden BB 142 abgestimmten UKW-Tuners. Dieser enthält einen breitbandigen Eingangskreis, eine Vorstufe, einen abgestimmten Zwischenkreis und eine selbstschwingende Mischstufe.

fe. Beide Transistoren arbeiten in Basisschaltung; auf eine Regelung der Vorstufe wurde hier verzichtet. Die Serienkondensatoren in den Schwingkreisen weisen eine so hohe Kapazität auf, daß die Vorwiderstände für die Abstimmspannung die Schwingkreise nicht zusätzlich bedämpfen. Bei Verwendung selektierter Kapazitätsdioden genügt ein einfacher LC-Abgleich wie bei Schaltungen mit Dreh kondensatorabstimmung.

Für Abstimmzwecke vorgesehene Kapazitätsdioden sind in aller Regel auch selektiert erhältlich, und zwar zumeist in Form von Diodenpaaren, seltener auch Diodendrillingen. Bei der Selektionachtet der Hersteller auf eine möglichst große Übereinstimmung der U/C-Kennlinien. Die Kennlinien der

Dioden eines selektierten Be- stückungssatzes dürfen untereinan- der beispielsweise um maximal 2,5 % differieren. Für Sonder- zwecke kann man mit dem Herstel- ler eine noch strengere Selektions- bedingung für den Gleichlauf ver- einbaren.

In Empfängern mit automatischem Sendersuchlauf werden heute vorwiegend spezielle ICs eingesetzt. Die Funktion des Suchlaufs allerdings lässt sich anhand eines bereits 1963 im Applikationslabor der Firma Intermetall entwickelten UKW-Empfängers besonders verständlich erläutern, dessen Blockschaltbild in Bild 85 wiedergegeben ist. Bild 86 gewährt einen genaueren Einblick in die Schaltung.

Die Sendersuchautomatik enthält einen Sägezahngenerator mit der Vierschichtdiode 4 E 20-8. Nähere Einzelheiten über diesen Diodentyp folgen in einem späteren Kapitel. Der Ladestrom des $220\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensators erzeugt an dem $470\text{-}\Omega$ -Basiswiderstand des Transistors T1 eine so hohe Spannung, daß dieser eingeschaltet ist. Der am Kollektor angeschlossene Transistor T2 ist dann gesperrt. Am negativen Pol des Ladekondensators ist der Kollektor des vom Diskriminatator (FM-Demodulator) gesteuerten Transistors T3 angeschlossen. Dessen Emitter liegt an einem Spannungssteiler, mit dem die erforderliche Steuerspannung und damit die Ansprechempfindlichkeit der Schaltung eingestellt wird.

Hat sich der Tuner über die Ladespannung am 220- μ F-Kondensator auf einen Sender mit ausreichender Feldstärke abgestimmt, wird der Ladevorgang abgebrochen. Dadurch entfällt die Basisspannung an T1, und Transistor T2 leitet. Über die Kollektor-Emitter-Strecke von T2 werden dabei der einstellbare 250- Ω -Widerstand kurzgeschlossen und der Emitter von T3 auf (annähernd) Pluspotential gelegt, so daß er nur noch eine geringe Basisspannung benötigt, um weiterhin leitend zu bleiben. Um diese möglichst klein zu halten und die Abstimmgenauigkeit zu erhöhen, wurde das Grundpotential mit der in Flußrichtung vorgespannten Diode BA 170 um einige hundert mV angehoben. Die Abstimmung wird dadurch beim 'Einfangen' eines Senders automatisch und mit ausreichender Genauigkeit auf den Nulldurchgang der Diskriminatorkurve geregelt. Die Schaltung wirkt daher als äußerst genaue Feinabstimmung, so daß man eine weitgehende Kompensation der durch den Temperaturgang und Änderungen der Versorgungsspannung hervorgerufenen Fehler erzielt.

Zum Einstellen eines anderen Senders ist der Kontakt K kurzzeitig zu schließen. Dadurch wird die Regelung der Abstimmspannung unterbrochen, so daß diese bis zum 'Einfangen' des nächsten Senders ansteigt. Erwähnenswert ist noch die Diodenbestückung des Diskriminators: Bei den Dioden des Typs AA 143 handelt es sich um Germaniumgolddrahtdioden, die eine relativ niedrige Flußspannung aufweisen.

Das Prinzipschaltbild eines diodenabgestimmten VHF-Fernsehtuners mit Bandumschaltung über Schalterdioden ist in Bild 87 dargestellt. Die Dioden D7 und D8 dienen zur Abstimmung der Zwischenkreise, D9 beeinflußt die Oszillatorkreisfrequenz.

Frequenz- modulierter UKW- Prüfgenerator

Als Beispiel für eine Frequenzmodulation mit einer Kapazitätsdiode zeigt Bild 88 die Schaltung eines einfachen UKW-Prüfgenerators. Er besteht im wesentlichen aus einem 100-MHz-Oszillator und einem einstufigen Modulationsverstärker.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 1/91.

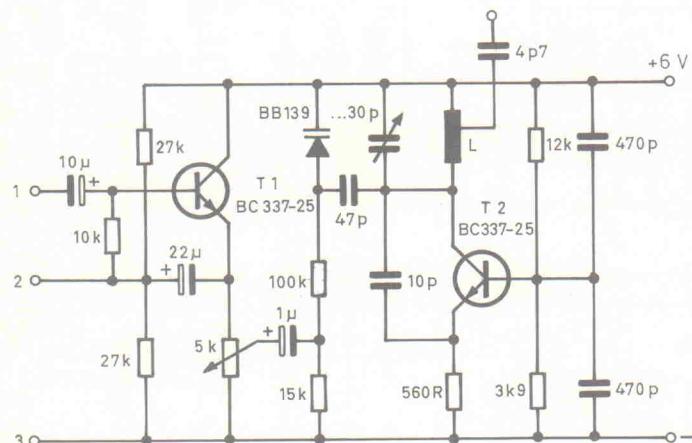


Bild 88. Frequenzmodulierter UKW-Prüfgenerator.

Disco · Lights

Von der Party-Lichtorgel bis zum computergesteuerten Light-Processor, vom kleinen Punktstrahler bis zum PAR-64-Scheinwerfer, Schwenk- und Karusselpunktstrahler, Spiegelkugeln und Dekorationslicht, Stroboskop, Schwarzlicht, Lampen, Fassungen, Zubehör

Disco · Sounds

Sowohl einfache, preiswerte als auch professionelle Lautsprecher und Fertigboxen, alles für den Flightcase- und Boxenbau, Ständer und Stativen, Mischnute, Plattenspieler, Endstufen, Equalizer, Kopfhörer, Mikrofone und natürlich auch Kabel, Stecker usw.

Disco · Effects

Nebelmaschinen, Seifenblasen- und Konfettimaschinen, aufwendige Bewegungseffekte, Scheinwerferaufzug, Traversensysteme usw.
Viel Interessantes zu günstigen Preisen im neuen ...

»LLV-Katalog«

Bitte diese Anzeige ausschneiden und zusammen mit **Schutzgebühr DM 10,-** in Briefmarken oder Schein einsenden an:



Lautsprecher- und Lichtanlagen Versandhandel
Inh. Markus Grimm
Provinzialstraße 40, 5216 Niederkassel 5
Tel. 0228/454058, Fax 0228/453951 e

Information + Wissen

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

ct magazin für
computer
technik

X MULTIUSER
MULTITASKING
MAGAZIN

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

HIFI VISION

★★★ 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
160 x 233	6,45	160 x 233	6,95
200 x 300	9,50	200 x 300	11,95
300 x 400	18,95	300 x 400	22,50

Basismaterial PTFE zweiseitig fotobeschichtet mit Lichtschutzfolie auf Anfrage

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
rot, gelb, grün	8 mm rot 1000 mcd	2,90 7-Segm.-LED 13 mm
8 mm	10 mm rot 1500 mcd	2,90 7-Segm.-LED 25 mm
rot, gelb, grün	5 mm rot 1500 mcd	2,90 7-Segm.-LED 57 mm

% 49,00

Dioden/Transistoren NC-Akkus EPROMs/RAMs

1N4007	7,90 (Emmerich)	27C 256-150
500 Stück: 35,00	Mignon, 0,7 Ah	27C 256-120
1N4148	Baby, 2,2 Ah	27C 512-150
1000 Stück: 22,50	Mono, 4,0 Ah	27C1001-200
1N4448	9-V-Block, 0,11 Ah	a. Anfr. 27C1024-150

BA 159 0,25 41256-120 2,70

BYW80-200 0,75 41256-100 2,95

BYW78-100 9,00 41256-70 3,50

FDH300 (DX400) 1,00 511000-100 9,50

WTCP-S 179,00 511000-70 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; 250 g 9,00

10-Gang-Poti, 2 W, 20 kOhm, 6,35-mm-Achse 13,50

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

R. Rohlederer · Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50
Tel.: 0911/48 55 61 · Fax: 0911/48 4137

SMD

Bauteile, Bausätze und Zubehör

Alle Bauteile 1. Wahl (Markenartikel)

TC 4S 11 F Einzelgatter	1 St. DM —,56
SAB 80C 31 Microcontroller	1 St. DM 19,70
LM 3914 LED-Aussteuerung	1 St. DM 10,50
Bausatz Logiktester	1 St. DM 15,—
All Preise gültig 31.12.90	

Bitte fordern Sie unverbindlich unsere aktuelle Preisliste an:

Volker Altgelt Elektronik
An der Kapelle 10
5413 Bendorf
Tel.: 02622/15456
FAX: 02622/10636

Aktuell ● Preiswert ● Schnell

ELRAD 11 / 1990

	Bs.	Pl.
Midi-Factory, Chica 8	220,00	119,00
Midi-Factory, Frontplattenbauteile	150,00	45,00
Midi-Factory, Factorybauteile	148,00	78,00
Rechnernetzteil inkl. Ringkern	159,90	36,00
NiCd-Schnellader	64,50	21,00
Halogen-Light Organ., Controll. Inkl. Eprom	229,90	45,40
Halogen-Light Organ., Lichtstation	119,00	58,60
20 Kanal-Audio-Analyser, 1x Filter oh. Geh.	76,90	29,20
20 Kanal-Audio-Analyser, 1x Zellentreiber	16,50	8,75
20 Kanal-Audio-Analyser, Led-Matrix	48,00	34,50
20 Kanal-Audio-Analyser, Netzteil	23,90	14,30
TV-Tuner, Videoverstärker oh. Tuner	59,90	32,00

ELRAD 8 + 9 / 1990

	Bs.	Pl.
PLL-Frequenz-Synthesizer	218,50	38,60
Multi-Delay	108,90	37,90
Multi-Choice, Multifunktionskarte für PCs	2250,00	375,00
Vorgesetzter (neu)	175,00	38,00
RIAA-Vorverstärker m. 2x Übertrager R-110	480,00	39,00
F.A.K.I.R.-Sender inkl. Gehäuse	75,50	16,80
F.A.K.I.R.-Empfänger	66,90	7,90
TU-Tuner, Netzteil	99,90	39,00

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus Elrad und elektor die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!
Fordern Sie unsere Liste Nr.: H12/90 gegen frankierten Rückumschlag an!

Original-ELRAD-Bausätze mit Garantie

ELRAD 10 / 1990

	Bs.	Pl.
MOSFET Monoblock inkl. Kühlkörper	255,50	28,00
Eintakt-A-Endstufe	80,00	25,00
Gleichstromheizung m. Kühlk.	163,00	30,00
Hochspannung mit Kühlk./Dr.	135,00	42,00
Treiber und Standby	170,00	25,00
Endstufe mit KT 88 CHINA	90,00	25,00
Endstufe mit 6550 A	40,00	25,00
Endstufe mit EL 34	95,50	18,50
100W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk.	245,00	—
Übertrager A-165 S	145,00	—
Netztrafo NTR-11 A		

Alle Elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden!

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bausätze 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 8,50 * Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 * Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag (DM 1,00). Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

**Diesselhorst
Elektronik
Vertriebs GmbH**
Lübbecker Straße 12
4950 Minden

Tel. 0571/5 7514
FAX: 0571/5 800633
Btx: 0571/5 800108

Wir wünschen allen ELRAD-Lesern und Geschäftsfreunden ein frohes Weihnachtsfest und ein gutes, gesundes 1991.

Vertrieb für Österreich:
Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen
Bausätzen aus Elrad
Schembergasse 10,
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

C

OMPUTEREI = ZAUBEREI?

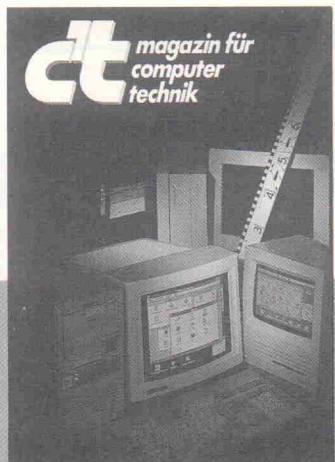


- GANZ OHNE ABRAKADABRA.



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

*ct magazin für computertechnik.
Dazulernen werden Sie immer.*



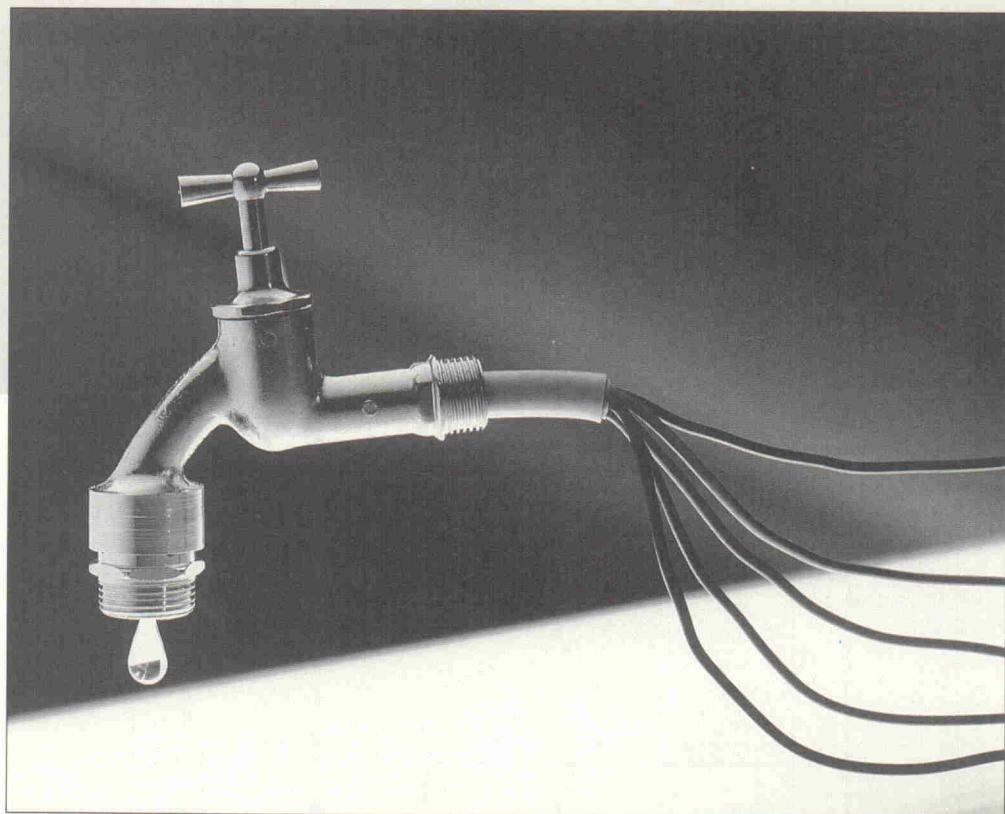
Erhältlich bei Ihrem Zeitschriftenhändler oder beim Verlag.

Zumacher

VCA-Noisegate

**Peter Nonhoff
Peter Röbke-Doerr**

Als in den Sechzigern der Begriff 'Noisegate' im Studiobereich aufkam, meinte man damit einen einfachen, amplitudengesteuerten Schalter, der einzig und allein die Aufgabe hatte, eine Signalleitung von A nach B durchzuschalten oder – bei fehlendem Signal – zu unterbrechen. Heute sind diese nützlichen Rausch- und Brummbremsen zu einem ausgefeilten Effektgerät herangewachsen. Unsere Bauanleitung zeigt neben der Technik anhand von Beispielen, was eine solche moderne Schaltung alles an Tricks hervorzaubern kann.



Natürlich werden auch heute noch Noisegates 'nur' als Noisegates eingesetzt: Unterhalb einer bestimmten Schwelle (Threshold) wird der Kanal einfach stummgeschaltet und so Rauschen, Brummen und Knacken vom Mischpult ferngehalten; bei Mehrkanalaufnahmen ein zwingendes Muß!

Ein erweiterter Einsatzbereich ergibt sich schon bei 'gegatem' Betrieb mehrerer Mikrofone auf engem Raum. Im Normalfall (ohne Noisegates) nimmt Mikrofon A nur unwesentlich weniger Schall auf als Mikrofon B, dadurch ergibt sich eine schlechte Kanaltrennung. Typische Anwendung wäre hier eine Schlagzeugaufnahme. Benutzt man für jedes Mikro ein separates Noisegate, so erhält man bei optimaler Einstellung derselben einen wesentlich klareren Schlagzeugsound. Schlägt der Drummer auf die Snare, so öffnet nur das entsprechende Noisegate. Das Snare-Signal wird allein durch das Snare-Mikrofon übertragen.

Alle anderen Schlagzeugkanäle bleiben stumm. Nur so läßt sich der klare, durchsichtige Schlagzeugsound verwirklichen, wie man ihn von Plattenproduktionen her gewohnt ist. Natürlich spielen hier noch sehr viele andere Elemente eine wichtige Rolle, beispielsweise die richtige Mikrofonwahl und eine passende Klangeingestellung.

Noisegate-Effekte vom Feinsten erhält man dann, wenn außer der Ansprechschwelle (Threshold) auch noch das Dämpfungsverhältnis (Ratio) und die Dämpfungsgrenze (Attenuation Limit) einstellbar sind. Der Einsteller für die zuletzt genannte Größe legt fest, ab wieviel dB unterhalb der Threshold-Schwelle die Gate-

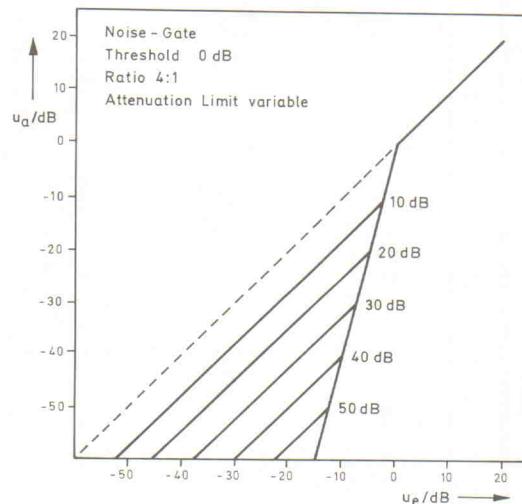


Bild 1. Hier wurde die Dämpfungsgrenze variabel dargestellt. Der typische Anwendungsfall ist ein Interview, bei dem die Umgebungsgeräusche nicht ganz weggedrückt werden dürfen.

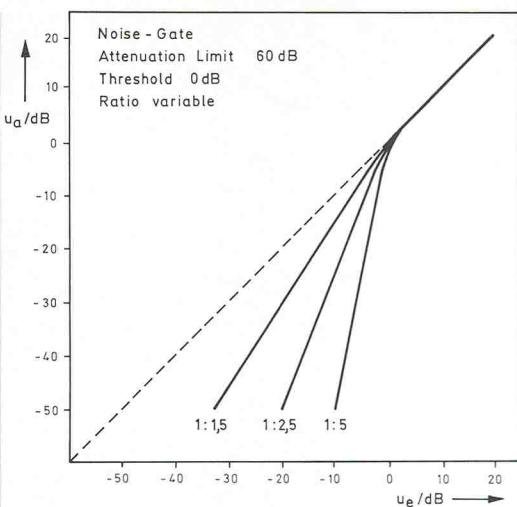


Bild 2. Unterschiedliche Regelstellheiten können mit dem Poti 'Ratio' eingestellt werden. In Stellung 1 : 5 nähert sich das Verhalten des Noisegate dem eines normalen Schalters.

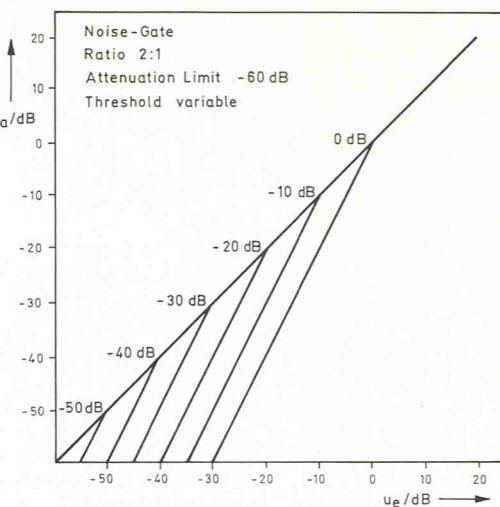


Bild 3. Durch eine unterschiedlich einstellbare Ansprechschwelle kann das Noisegate auch sehr schwierigen Signalquellen angepaßt werden.

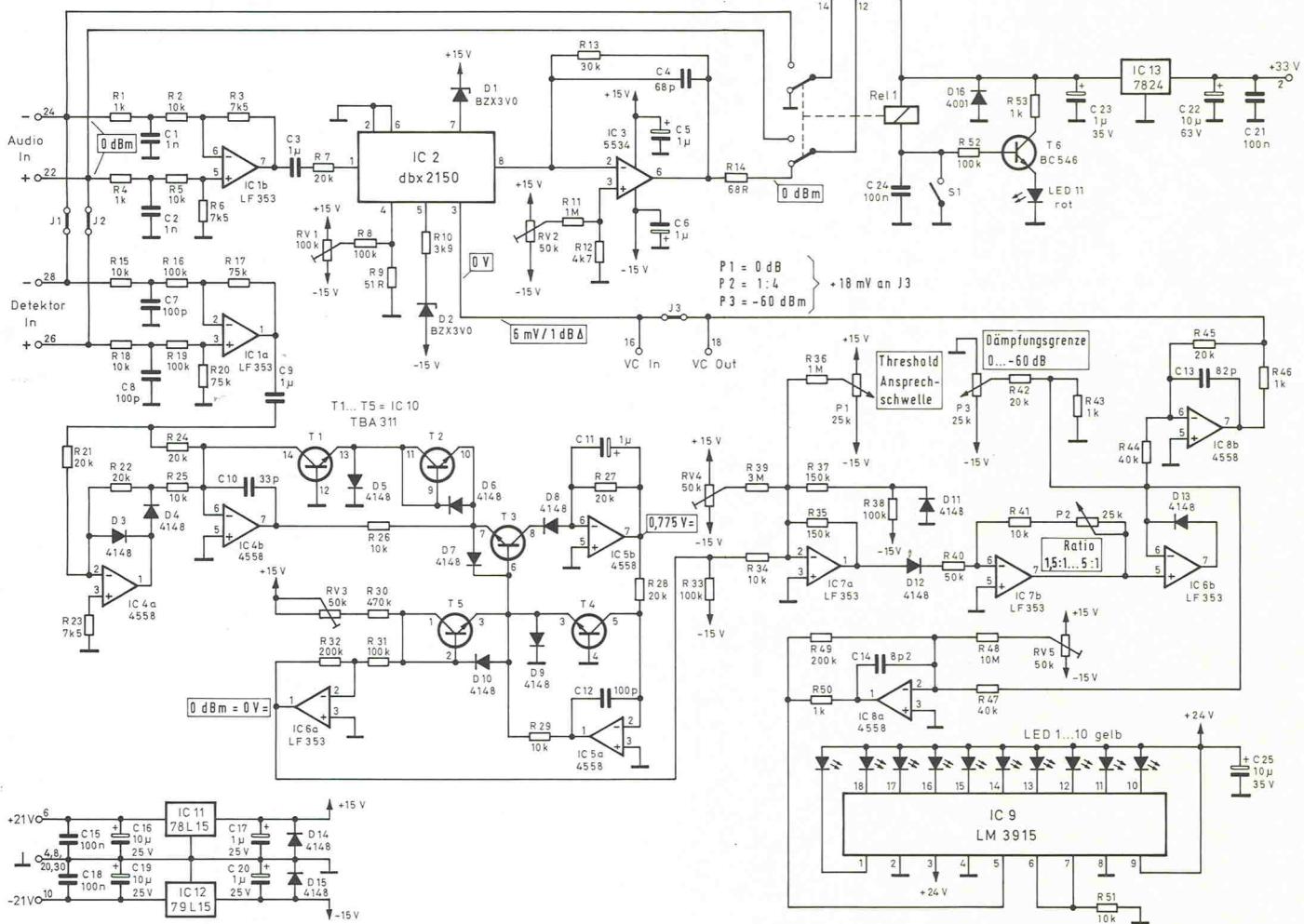
Bild 4. Das Schaltbild für das Noisegate kann die enge Verwandtschaft mit unserem Kompressor/Limiter nicht verleugnen (siehe Elrad 12/89).

Funktion wieder aufgehoben wird (Bild 1). Bei manchen Anwendungen (Interview oder Filmaufnahmen) ist es gut, wenn man noch einen kleinen Teil der Hintergrundgeräusche wahrnehmen kann, da ansonsten die Atmosphäre verloren geht.

In Bild 2 ist das Dämpfungsverhältnis variabel dargestellt.

Ein Verhältnis von größer als 1 : 5 ist nicht sinnvoll, da es sich dem Verhalten eines Schalters annähern würde: Der abrupte Schaltvorgang führt zu hörbaren störenden Nebeneffekten, so daß man in den meisten Fällen mit den zu unterdrückenden Nebengeräuschen besser leben könnte als mit den Regelgeräuschen selbst.

In Bild 3 schließlich sind verschiedene Ansprechpunkte für die Schwelle zu sehen. Der aufmerksame Leser hat den Braten natürlich längst gerochen: Unser Noisegate läßt sich eigentlich nur mit einem VCA-Baustein realisieren und hat von den dargestellten Kennlinien her sehr viel Ähnlichkeit mit einem Kompressor/Limiter. Und wer die Bauanleitung für



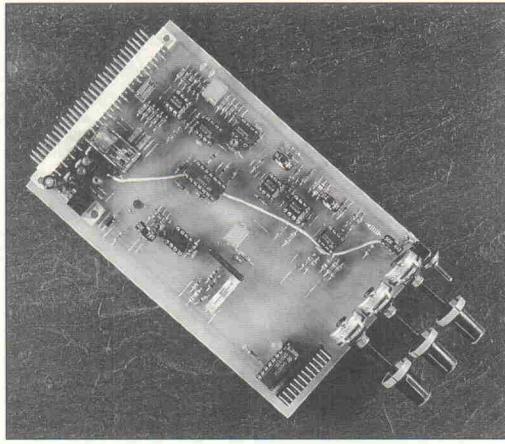


Bild 5.
**Unserem
Musteraufbau
hatten wir
noch keine
Frontplatte
'spendiert',
das blieb
dem
endgültigen
Gerät
vorbehalten.**

eben dieses Projekt aus Elrad 12/89 noch in Erinnerung hat, wird sich nach einem vergleichenden Blick in die beiden Schaltbilder berechtigterweise fragen, wo denn nun die Unterschiede liegen.

Nun, eigentlich ist es nur der Regelspannungsverstärker, der hier etwas anders aufgebaut ist und andere Kurven produziert. Aus diesem Grunde fallen auch die Schaltungsbeschreibungen der einzelnen Baugruppen bescheidener aus und

beschränken sich nur auf das Notwendigste. Wer's genauer wissen will, möge sich noch einmal die oben erwähnte Bauanleitung durchlesen.

Gleichgeblieben ist auch die Möglichkeit, den Detektoreingang vom Signaleingang zu trennen und statt dessen mit einem anderen Kanal zu koppeln (Master/Slave-Betrieb). Mit dieser Variante kann man es beispielsweise vermeiden, daß in einem Stereokanal das Mittensignal auf der Abhörba-

sis wild hin und her tanzt. Eine noch engere Ankopplung zweier Noisegates erhält man, wenn die Steuerspannung des einen Kanals direkt über die Steckerleiste auf den VCA-Eingang des zweiten Kanals geschaltet wird; dabei ist natürlich der Jumper 3 des gesteuerten Kanals zu entfernen.

Die Schaltung im Schnellgang

Das Audiosignal gelangt wahlweise symmetrisch oder unsymmetrisch auf IC1b, wird in R7 'stromgewandelt' und steuert den VCA-Baustein IC2 an. Dessen Verstärkung wird durch die Spannung an Pin 3 bestimmt. IC3 schließlich wandelt den Ausgangsstrom aus Pin 8 in eine Spannung zurück und stellt sie am Ausgang niederohmig zur Verfügung.

Parallel zum Audio-Eingang liegt das Signal am Detektoreingang IC1a. Der darauf folgende Spitzenwertgleichrichter IC4a liefert seine 'umgeklappten' Halbwellen am Lo-

garithmierer IC4b und T1, T2 ab. Die folgende Analogrechnerschaltung versorgt den Ausgang von IC6a mit einem echten kurvenformunabhängigen Effektivwert, der zudem temperaturstabilisiert ist.

Über P1 und RV4 liegt ein Gleichspannungsoffset am invertierenden Eingang von IC7a; diese 'Hürde' muß von der Regelspannung erst einmal überwunden werden, bevor in IC7b eine einstellbare Verstärkung stattfinden kann (Ratio). Mit IC6b wird dann ein sozusagen 'umgekehrter Offset' beigemischt, der unterhalb einer einstellbaren Regelspannungsschwelle die Verstärkung vom VCA wieder anhebt. IC8b legt den Pegel des so vielfach verbogenen Signals auf 6 mV Gleichspannungsänderung pro 1 dB Wechselspannungsänderung am Eingang fest. IC9 gibt einen optischen Eindruck des momentanen Betriebszustandes an den Toningenieur weiter. Mit dem Schalter S1 kann das gesamte Noisegate überbrückt werden; das gleiche passiert bei Ausfall der Gleichspannungsversorgung automatisch.

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**

Die Einstellung ist alles

Der Abgleich beginnt sinnvollerweise damit, daß an die Eingangsklemmen ein 1000-Hz-

Signal mit 0 dBm angelegt wird; bei unsymmetrischer Einspeisung liegt Pin 24 der Steckerleiste auf Masse. RV3 wird nun so eingestellt, daß an Pin 1 von IC6a 0 V Gleichspan-

nung anliegt. Darauf dreht man das Poti P1 auf die 0-dB-Markierung, P2 auf 1:4 und P3 auf 60 dB. RV4 stellt man nun so ein, daß sich bei geringfügigen Eingangspegeländerungen um

0 dBm herum die Quasi-Schaltfunktion am Ausgang ergibt. Bei den genannten Potistellungen sollte jetzt am Jumper 3 eine Gleichspannung von +18 mV zu messen sein.

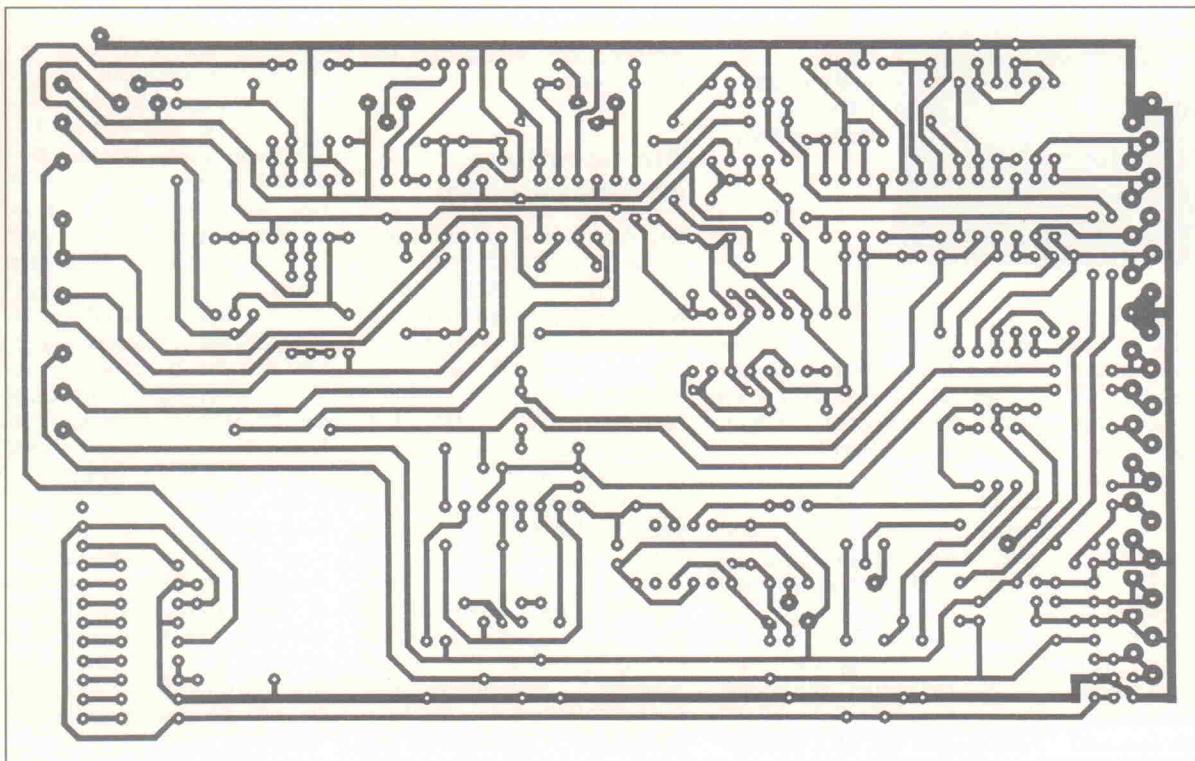


Bild 6.
Platinenlayout
für das
Noisegate:
völlig
einseitig im
Europaformat!

GROSSER ELRAD-WEGWEISER AUF DISKETTE

Für Abonnenten zum Vorzugspreis

**Das *ELRAD*-Gesamtinhaltsverzeichnis von der ersten Ausgabe 1/78 bis Ausgabe 12/89.
Zwölf 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-Version in Vorbereitung.
Andere Versionen sind nicht verfügbar.
Für die Bestellung weiterer eMedia-Produkte verwenden
Sie bitte ein formloses Beiblatt oder eine Kontaktkarte.

Absender nicht vergessen!

Ab Januar '91 Update *ELRAD* 1990 für
DM 10,— lieferbar.

einen Verrechnungsscheck über DM 38,— lege ich bei.

ich bin *ELRAD*-Abonnent.

Meine Kundennummer: _____ (auf dem Adressaufkleber)

Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

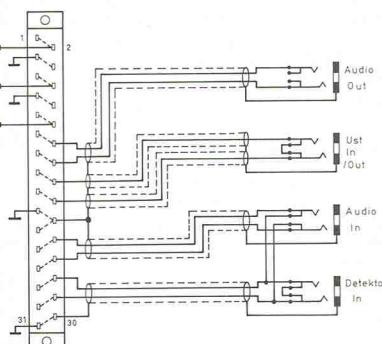
ich bin bisher noch nicht Abonnent, möchte aber
den Vorzugspreis nutzen. Leiten Sie beiliegende
Abo-Abrufkarte an die *ELRAD*-Abonnementverwaltung
weiter. Einen Verrechnungsscheck über DM 32,—
lege ich bei.

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

Stückliste

Widerstände, Metallfilm, 1 %, 1/4 W	C17,20 C22 C23 C25	1µ/25V, Tantal 10µ/40V, Elko 1µ/35V, Tantal 10µ/35V, Tantal
R1,4,43,46,50,53	1k	
R2,5,15,18,25,26,29,34,41,51	10k	
R3,6,23	7k5	
R7	20k	
R8,16,19,31,33,38,52	100k	
R9	51R	
R10	3k9	
R11,36	1M	
R12	4k7	
R13	30k	
R14	68R	
R17,20	75k	
R21,22,24,27,28,42,45	20k	
R30	470k	
R32,49	200k	
R35,37	150k	
R39	3M	
R40	50k	
R44,47	40k	
R48	10M	
Trimmer:		
RV1	100k, 10-Gang, liegend	
RV2...5	50k, stehend, gekapselt	
Potis		
P1...3	25k, lin, 4-mm-Achse	
Kondensatoren:		
C1,2	1n, MKT	
C3,9	1µ, MKT	
C4	68p, ker.	
C5,6,	1µ, Tantal	
C7,8,12	100p, ker.	
C10	33p, ker.	
C11	1µ, Tantal	
C13	82p, ker.	
C14	8p2, ker.	
C15,18,21,24	100n, ker.	
C16,19	10µ/25V, Tantal	
	Leiterplatte 100 mm × 160 mm	
	St1: 12pol. Stifteleiste	
	Bu1: 12pol. Buchsenleiste, gewinkelt	
	St2: 31pol. Stifteleiste, DIN 41 617	
	3 Potknöpfe, 4 mm	
	1"-Frontplatte inkl. Befestigung	
	Leiterplatte 100 mm × 160 mm	

Bild 7. So sind Noisegate und Klinkenfeld miteinander zu verbinden. Für Klinkenbuchsen und -stecker sollten Teile allerbester Qualität benutzt werden, denn jede hier gesparte Mark schlägt sich später in 'wunderschönen' Aussetzfehlern nieder.

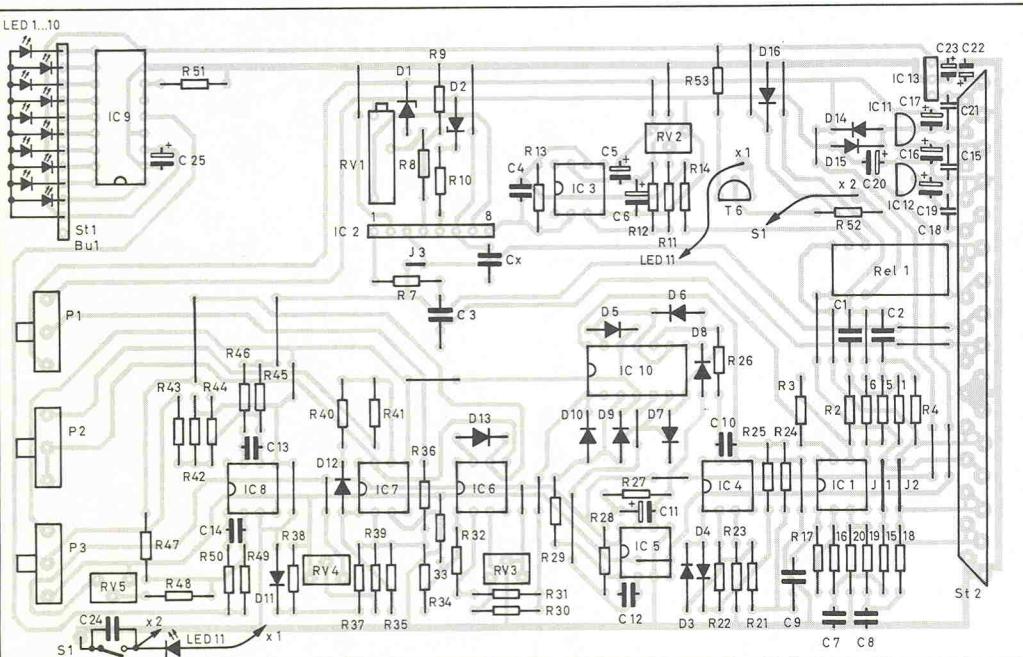


Dämpfung

- LED1 = -1dB
- LED2 = -2dB
- LED3 = -3dB
- LED4 = -4dB
- LED5 = -7dB
- LED6 = -10dB
- LED7 = -14dB
- LED8 = -20dB
- LED9 = -30dB
- LED10 = -40dB

Bild 8. Abhängigkeit zwischen LED-Kette und Dämpfung.

Bild 9. Bestückungsplan des Noisegate. Zwei Drahtverbindungen sind für den Schalter und die Anzeigediode frei zu verlegen.



Der eben erwähnte Jumper 3 wird jetzt entfernt und an das VCA-seitige Bein eine einstellbare Hilfsspannung von etwa ± 400 mV angeschlossen. Bei unterschiedlichen Einstellungen dieser Spannung regelt man nun RV1 so ein, daß sich die geringstmöglichen Offsetschwankungen an Pin 8 des VCAs ergeben. Den verbleibenden Gleichspannungsoffset am Audio-Ausgang dreht man mit RV2 auf Null. Sicherheitsshalber sollte jetzt noch eine Kontrolle erfolgen, ob die Einstellung von RV1 tatsächlich im Klirrfaktormimum liegt. Eine Änderung von RV1 beeinflußt natürlich wieder die Einstellung von RV2, so daß hier eventuell RV2 noch einmal nachjustiert werden sollte. Zum Schluß muß noch die 'Lichtorgel' mit RV5 eingestellt werden, und zwar so, daß die erste LED zu leuchten beginnt, wenn am Jumper 3 +6 mV liegen. Die übrigen Schaltpunkte der LED-Kette zeigt unsere kleine Tabelle.

Mechanik

Dem halbwegen geübten Elektroniker sollte der Aufbau der Platine eigentlich keine Probleme bereiten; er darf allerdings die unter der Fassung von IC5 verborgene Drahtbrücke nicht vergessen. Die Montage der zehn Leuchtdioden auf der Frontseite kann man sich ganz wesentlich erleichtern, wenn man die Dioden in die schon gebohrte Frontplatte einbaut, diese mit der Platine verschraubt und dann die Dioden verdrahtet. Der Schalter S1 wird unter Poti P3 angeordnet und muß demnach recht klein sein, damit er nicht mit der Kartenführung kollidiert. Die Leitungen werden frei verdrahtet.

Angebot 12/90

LM 324 N	0,40	MC 10116 P	3,95	MV 5087	9,95	SP 5060	31,80
LM 339 N	0,40	MC 10125 P	8,95	MV 8870	19,10	SP 8793 DP	19,80
LM 358 N	0,40	MC 10131 P	6,95			SP 9680 DP	14,25
LM 723 N	0,75	MC 12013 P	52,80	SL 1451	28,50	TL 071/081	à 0,70
LM 741 N	0,40	MC 12023 P	31,20	SL 1452	26,50	TL 072/082	à 0,80
M-083 B1	10,50	MC 145106 P	14,90	SL 1454	29,50	TL 074/084	à 1,02
M-108 B1	29,50	MC 145152 P	55,90	SL 1455	29,50	7805-9-12	à 0,55
					7905-8-12		à 0,62
Gesamt-Preisliste gratis!							

Albert Mayer Electronic, D-8941 Helmertingen
Nelkenweg 1, Tel. 0 83 35/1214, Mo.—Fr. von 9—19 Uhr

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



Selbstbauboxen - Video-Möbel

® D-7520 BRUCHSAL
Tel. 0 72 51/7 23-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung

Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung
Stützpunktthändler in der gesamten BRD gesucht
Bitte besuchen Sie uns: "Hifi-Cologne", Köln v. 3.—9.10.90, Halle 10.1, Gang E 32

BITPARADE		RABATTE:	ab 16 St.	- 2%	CO-PROZESSOREN:		
		AUCH IM MIX	ab 32 St.	- 4%	(KEIME RABATTE !)	5 JAHRE GARANTIE	
			ab 72 St.	- 6%	8087-8MHz	228,00	
4164-100	64K*1	3,08	6116-LP2	2K*8	2,48	80287-8MHz	346,00
4164-120	64K*1	2,98	6264-LP07	8K*8	4,68	80287-10MHz	384,00
41256-60	256K*1	5,98	43256-70	32K*8	9,98	80287-10 AMD	289,00
41256-70	256K*1	3,78	43256-100	32K*8	8,78	80387-20MHz	658,00
41256-80	256K*1	3,48	43256-LFP10	32K*8	9,68	80387-25MHz	846,00
41256-100	256K*1	3,38	628128-100	128K*8	59,95	IIT 2C87-8	307,00
41256-120	256K*1	3,18	628128-LFP	128K*8	49,95	IIT 2C87-10	334,00
41464-80	64K*4	4,48	2764-250	8K*8	4,28	IIT 2C87-12	364,00
41464-100	64K*4	3,98	27C64-150	8K*8	4,48	IIT 2C87-20	434,00
511000-60	1M*1	11,95	27C64-250	8K*8	3,78	IIT 3C87-20	539,00
511000-70	1M*1	9,78	27128-250	16K*8	4,98	IIT 3C87-25	669,00
511000-80	1M*1	9,48	27C128-150	16K*8	5,98	ANDERE AUF ANFRAGE !	
514256-70	256K*4	9,78	27C128-250	16K*8	5,18	SIMONS	
514256-80	256K*4	9,48	27256-250	32K*8	5,18	ELECTRONIC GMBH	
SIMM-70	256K*9	31,95	27C256-120	32K*8	5,38	MEISENHEIM 4 PF2254	
SIMM-70	1M*9	94,95	27C256-150	32K*8	5,18	5012 BEDBURG	
SIPP-70	1M*9	96,95	27C256-250	32K*8	4,98	TEL: 02272/81619	
SIMM-70	1M*8	92,95	27C512-150	64K*8	8,18	02272/5380	
SIMM-80	1M*8	89,95	27C512-200	64K*8	7,78	FAX: 02272/6159	
SIMM-80	1M*9	92,95	27010-120	128K*8	18,95		

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (0231) 1 68 63

PC-Multifunktionskarte 'MultiChoice'

aus ELRAD ab 8/90

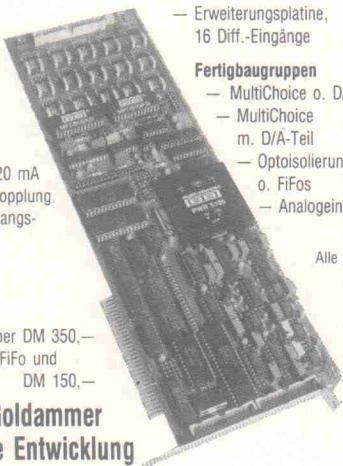
- 12 Bit A/D, 330 kHz,
16 Differenz-,
32 massebezogene
Eingänge
- 24 Bit TTL-I/O
- 4 Kanal 12 Bit D/A,
Spannungs- oder
Stromausgänge 0/4-20 mA
- optional PC-Bus-Entkopplung,
FiFo- und Analogeingangs-
erweiterung

Leerplatten

- MultiChoice PC-Karte
incl. GAL-Satz,
Abgleichprogr.-Treiber DM 350,—
- Erweiterungsplatine, FiFo und
Optoisolierung DM 150,—

Hans-Joachim Goldammer
Soft & Hardware Entwicklung

Schubertring 19, 3180 Wolfsburg 1
Telefon (0 53 61) 2 46 19 u. 2 42 25, Telefax (0 53 61) 1 27 14



- Erweiterungsplatine,
16 Diff.-Eingänge DM 120,—

Fertigbaugruppen

- MultiChoice o. D/A-Teil DM 2357,—
- MultiChoice m. D/A-Teil DM 2934,—
- Optoisolierung o. Fifos DM 934,—
- Analogeingangserweiterung DM 549,—

Alle Halbleiterbauelemente
auch einzeln lieferbar
ebenso Bausätze

Software

- MessDat PC DM 498,—
- MessDat PC Professional DM 1998,—

Für den
Einstieg
ohne Umwege

COMPUTER-
BUCH

Broschur, 176 Seiten
DM 29,80/ÖS 232,—/sfr 27,50
ISBN 3-88229-004-8



Andreas Burgwitz
Von Null auf DOS Arbeiten mit dem PC – von Anfang an
Die konsequent praxisorientierte Einführung in das Betriebssystem MS-DOS oder PC-DOS. Eine wirklich am Benutzeralltag orientierte Auswahl von DOS-Anweisungen wird zum sofortigen Ausprobieren ausführlich vorge stellt. Seltener verwendete DOS-Befehle sind in diesem Buch davon deutlich abgesetzt. Im Anhang findet der Leser Lösungen zu typischen Problemen der Praxis.



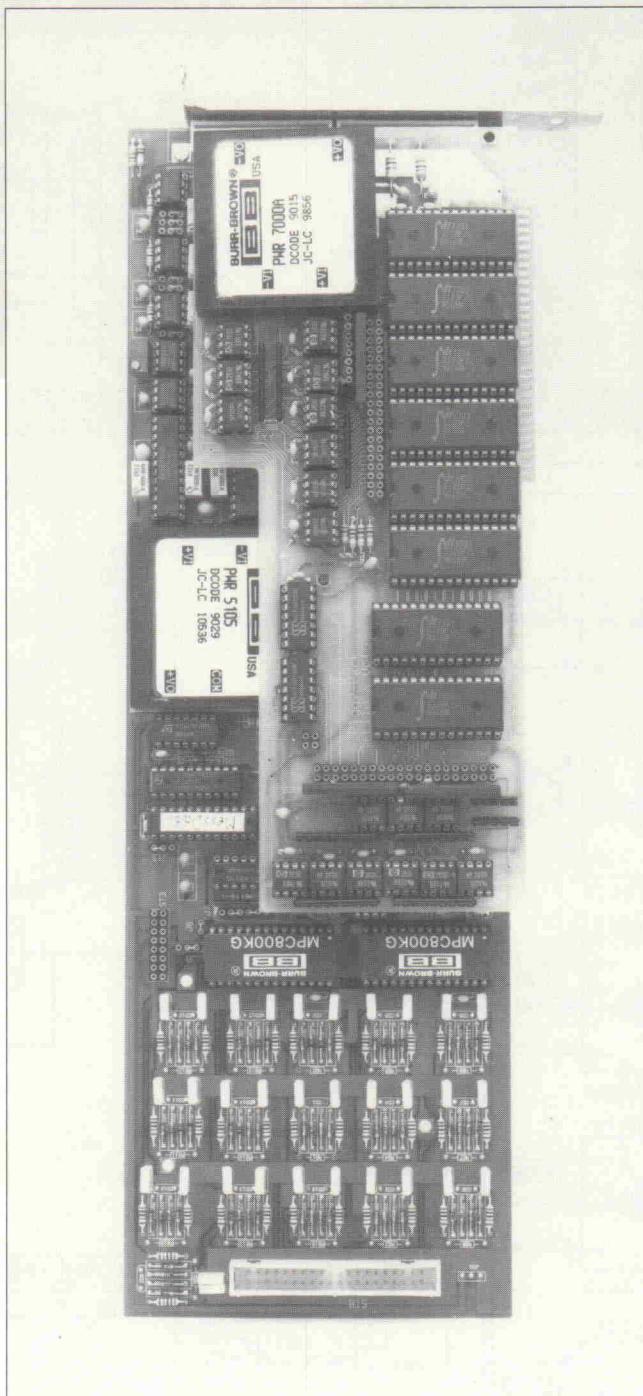
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

MultiChoice (4)

Multifunktionskarte für PCs

Hans-Joachim Goldammer

Potentialtrennung zwischen Meßobjekt und Meßtechnik ist in bestimmten Industriezweigen und Anwendungsgebieten ein Muß. Ein übliches Verfahren ist der Einsatz von Trenn- oder Isolationsverstärkern. Beim MultiChoice-Projekt wird ein anderer Weg beschritten, der zum einen der geforderten Potentialtrennung genügt und zusätzlich in puncto Signalbandbreite nicht uninteressant ist. Daß man sich um den digitalen 'Schmutz' des PC-Bus keine Sorgen mehr zu machen braucht, kommt als Draufgabe noch hinzu. Außerdem ist der MultiChoice-FIFO-Speicherbereich mit diesem Piggyback erweiterbar.



Die Aufsteckkarte für MultiChoice beherbergt zwei unabhängig voneinander einsetzbare Funktionsblöcke. Sowohl die Opto-Entkopplung kann ohne die FIFO-Speichererweiterung als auch umgekehrt die Speichererweiterung ohne die Opto-Entkopplung genutzt werden.

Selbstverständlich können beide Optionen auch gleichzeitig betrieben werden.

Die Optokopplerbaugruppe trennt den gesamten MultiChoice-Digitalteil von Schaltungsteilen, die mit der analogen Außenwelt in Berührung

kommen. Diese Entkopplungsvariante wurde gewählt, um die maximale Abtastrate von 333 kHz des A/D-Wandlers ADS 7800 voll nutzen zu können.

Auf das übliche Verfahren, der Einsatz von Isolierverstärkern in den Analogen I/O-Zweigen, wurde zum einen auf Grund ihrer geringen Bandbreite (je nach Type um die 10 kHz) und zum anderen der Kosten wegen – pro Eingang und Ausgang immerhin ein Isolationsverstärker – verzichtet. Unter dem Gesichtspunkt einer störunempfindlichen Meßdatenerfassung entfallen somit auch Probleme mit Offset-Spannungen sowie Störeinflüsse vom PC-Bus.

Die auf dem Piggyback eingesetzten HP-Optokoppler HCPL-2630 zeichnen sich durch eine sehr hohe Isolationsspannung (3 kV Gleichspannung und 2,5 kV Wechselspannung) aus und besitzen Open-Collector-Ausgänge. Um möglichst steile Signalläufe zu erhalten, wurden 560- Ω -Widerstände in die Kollektorzweige gelegt.

Die zu entkoppelnden Signale werden über die Stecker ST4 und ST6 (Bild 1 und 2), die ihr entsprechendes Gegenstück auf der Hauptplatine haben, geführt. ST6 ist hierbei für den A/D-, ST4 für den D/A-Teil zuständig.

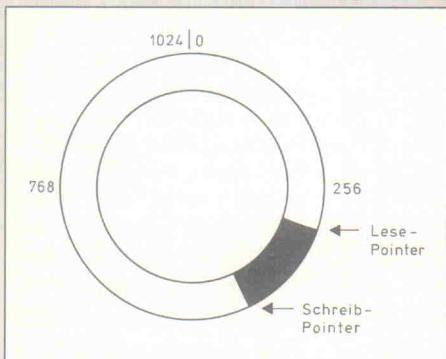
Die ankommenden Daten werden in die Latches IC 13 und 14 geschrieben, um von dort auf die Optokoppler geleitet zu werden. Der Eingangsstrom der Koppler sollte 5 mA betragen, weil kein sicheres Durchschalten der 2630 gewährleistet ist. Da auf dem Piggyback Platzprobleme auftraten und Latches im DIL-Gehäuse nicht mehr untergebracht werden konnten, fiel die Wahl auf QS74 FCT 373AZ mit ZIP-Pinout.

IC 11 (F 14) wurde zur Sicherheit eingesetzt, falls es Probleme mit dem Signal ECO geben sollte, das zum Einschreiben der Daten benötigt wird. Bei einigen FIFOs gab es Probleme mit der Steilheit dieses Signals. Die Funktion von IC 11 ist im Layout gebrückt, somit muß es nicht bestückt werden. Sollte das oben angeführte Problem auftreten, ist IC 11 zu bestücken und J1 auf der Lötseite aufzutrennen.

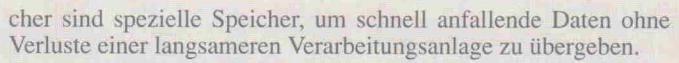
Als Spannungsversorgung für den A/D-D/A-Teil (A+5 V) und die Optokoppler wird ein Burr-

FIFOs

Eine Kurzdefinition für einen FIFO-Speicher ist die einer Warteschlange für Daten. Warteschlangen in der Datenverarbeitung haben den gleichen Grund wie die im richtigen Leben: der organisierte Transfer zwischen zwei mit unterschiedlicher Geschwindigkeit arbeitenden Systemen. In einer Warteschlange vor einem



Kino fallen die Daten (Kinobesucher) schneller an, als das Kassenspersonal sie mit Karten versorgen kann. Also wird eine Schlange gebildet, und derjenige, der zuerst kommt (first in), wird als erstes bedient (first out). FIFO-Speicher



Ihre Arbeitsweise gleicht einem softwaremäßig aufgebauten Ringspeicher (Bild A). Sie bestehen in erster Linie aus einem Dual-Port-RAM, das gleichzeitig beschrieben beziehungsweise ausgelesen werden kann, und zwei Adresszählern zum Schreiben und Lesen. Nach einer Schreib- beziehungsweise Leseoperation werden die zuständigen Adresszähler inkrementiert. Hat der Lese-

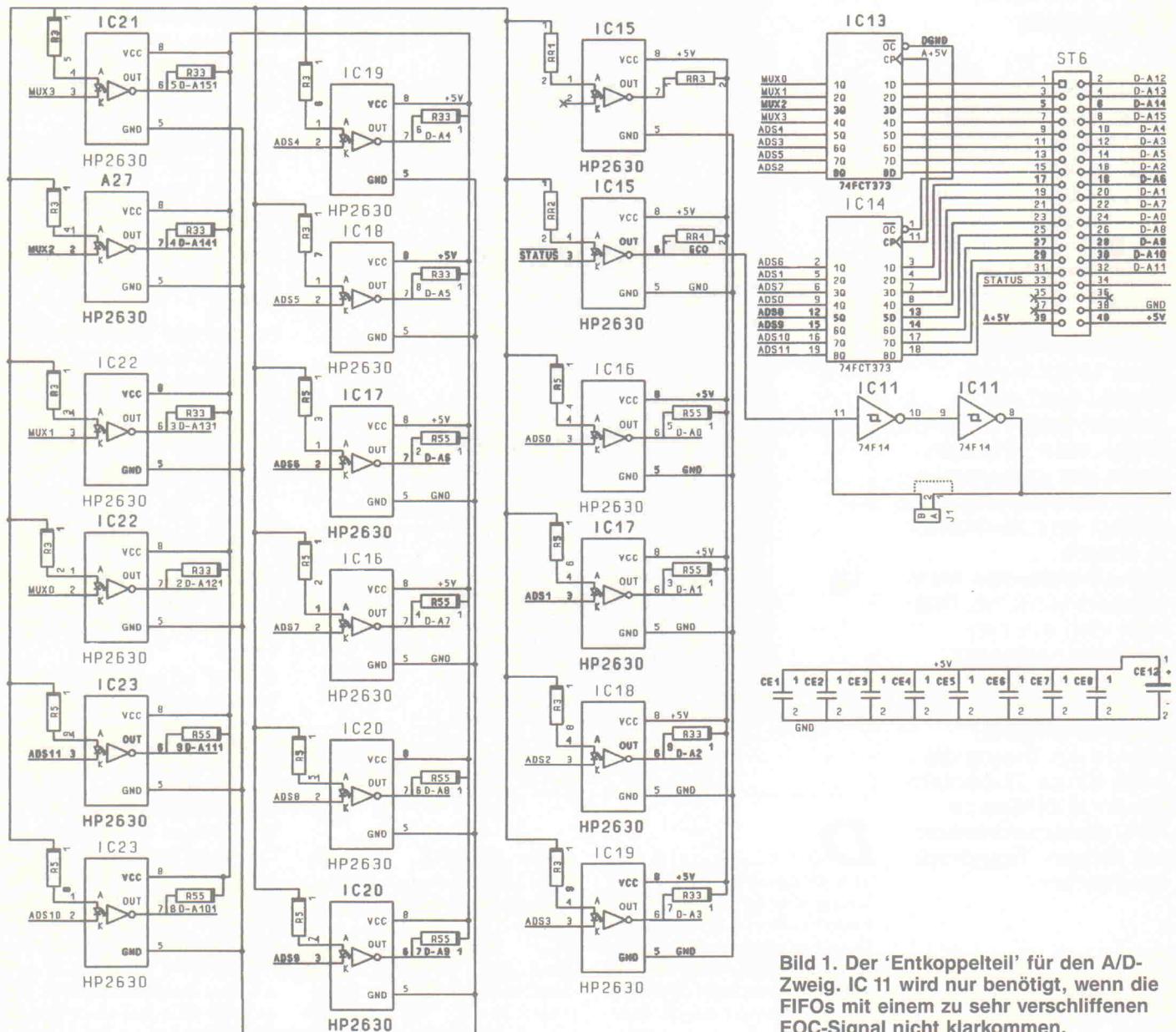
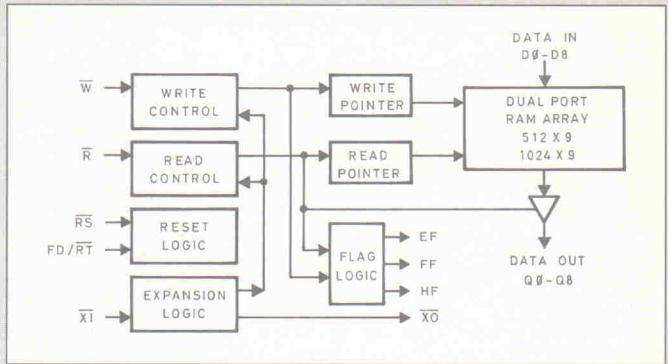


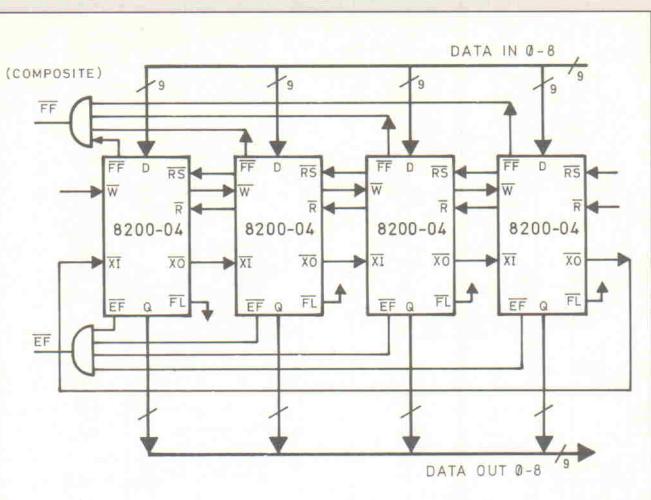
Bild 1. Der 'Entkoppelteil' für den A/D-Zweig. IC 11 wird nur benötigt, wenn die FIFOs mit einem zu sehr verschliffenen EOC-Signal nicht klarkommen.

zähler den Schreibzähler eingeholt, ist das FIFO leer. Im umgekehrten Fall, der Schreibzähler hat den Lesezähler eingeholt, ist der Speicher voll. Diese Zustände werden vom FIFO durch eine Zählervergleichslogik angezeigt.

Bild B zeigt das Blockschaltbild der im MultiChoice-Projekt verwendeten FIFOs. Sie besitzen getrennte Schreib- und Lesezähler, die mit den Schreib- oder Leseimpulsen (*/W* und */R*) weitergeschaltet werden. Zusätzlich zu den Voll- und Leer-Statussignalen (*/FF* und */EF*) steht noch ein Halbvoll-Flag (*/HF*) zur Verfügung.

Der Speicheraufbau eines FIFOs gleicht dem eines normalen RAMs. Die Breite ist die Anzahl von Bits pro Byte, die Tiefe die Größe des Ringspeichers in Byte. Wie bei RAMs existieren Bausteine in üblichen Speichertiefen 512 Bytes, 1024 Bytes und so weiter, die Wortbreite beträgt allerdings 9 Bit.

Die Besonderheit von FIFO-Speichern ist die problemlose 'Parallelisierung', das heißt die Zusammenschaltung von zwei oder mehr Chips zur Vergrößerung der Speichertiefe ohne zusätzliche Logik. Der Baustein stellt für diesen Zweck Expansion-In- und -Out-Signale (*/XI* und */XO*) zur Verfügung. Zur Initialisierung der Zähler und des Speichers ist ein kurzer Reset-Impuls (*/RS*) notwendig. Bestandteil der Reset-Logik ist ein Feature, das es erlaubt, eine ge-



rade beschriebene Speicherzelle zurückzulesen, ein Partial-Reset am Pin Retransmit (*/FL*, */RT*). Bild C zeigt das Prinzip der FIFO-'Vertiefung': ein $4 \times n$ tiefer Speicher aus n -tiefen FIFOs.

Brown-DC/DC-Wandler Typ PWR 7000A eingesetzt. Die Filterspulen LDC2 sollten einen kleinen Widerstand haben, um den Spannungsabfall möglichst gering zu halten. Gerade die MultiChoice-Ablauf-

steuerung reagiert allergisch auf eine zu geringe Betriebsspannung.

Bei Verwendung eines anderen DC/DC-Wandlers muß darauf geachtet werden, daß der Rip-

ple der Ausgangsspannung < 30 mV ist.

Mehr FIFO-Speicher

Auf dem Piggyback befinden sich 8 FIFO-Speicherbausteine

(Bild 3) mit einer Speichertiefe für bis zu 32 768 Meßwerte. Vier dieser Speicher sind für das Low-Byte (ADS0...ADS7) und vier für das High-Byte (ADS8...ADS11, MUX0...MUX4) vorgesehen.

NEUERSCHEINUNG



Praxis der Analog- und Digitalwandler

Wer beruflich oder privat einen Computer zum Messen, Steuern oder Regeln einsetzen möchte, kommt an sogenannte A/D und D/A-Wandler nicht vorbei. Dabei spielt es keine Rolle, ob ein Homecomputer der unteren Preisklasse, ein semi-professioneller oder ein kompatibler PC verwendet wird.

A/D- und D/A-Wandler sind das Thema dieses Buches, das zunächst die Funktion der verschiedenen Wandlerarten erläutert. Das sind nicht nur Wandler für Strom und Spannung, sondern auch die

für die Mechanik (Drehzahl, Winkel und Strecke) sowie die für Bauteilwerte (Widerstand, Kapazität, Induktivität und Frequenz). Die theoretischen Betrachtungen werden durch Versuchsschaltungen vertieft und gefestigt, so daß der Leser das richtige Fingerspitzengefühl für die A/D-D/A-Wandler bekommt.

Ein Abschnitt befaßt sich mit der Seriell-Parallel-und-Zurück-Wandlung digitaler Daten. Das ist wichtig, weil sie je nach Computer unterschiedlich geliefert und benötigt werden.

Ein weiterer Teil befaßt sich mit dem Einsatz integrierter A/D- und D/A-Wandler, wie sie die Industrie als integrierte Schaltungen anbietet. Dazu gehören auch A/D-Wandler zu direkten Ansteuerung von Ziffernanzeigen. Schließlich sind im letzten Teil praktische und erprobte Nachbauschaltungen beschrieben, zum Teil mit Platinenlayout.

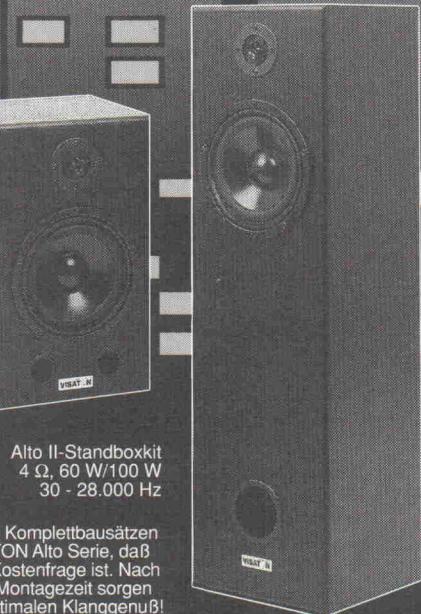
256 Seiten, 17 x 23,5 cm, DM 48,-, ISBN 3-921608-88-0

elektor erhältlich im Buch- und Fachhandel

Spitzenklang muß nicht teuer sein



Alto I-Regalboxkit
4 Ω, 60 W/100 W
40 - 28.000 Hz



Alto II-Standboxkit
4 Ω, 60 W/100 W
30 - 28.000 Hz

Mit zwei brandneuen Komplettbausätzen zeigt die neue VISATON Alto Serie, daß Spitzenklang keine Kostenfrage ist. Nach knapp einer Stunde Montagezeit sorgen satte 100 Watt für optimalen Klanggenuss!

Hifi –
ohne Wenn und Aber

VISATON • Ohligser Str. 29-31 • 5657 Haan/Rhld. 1 • Tel. 0 21 29 / 552-0

WEST GERMANY

VISATON

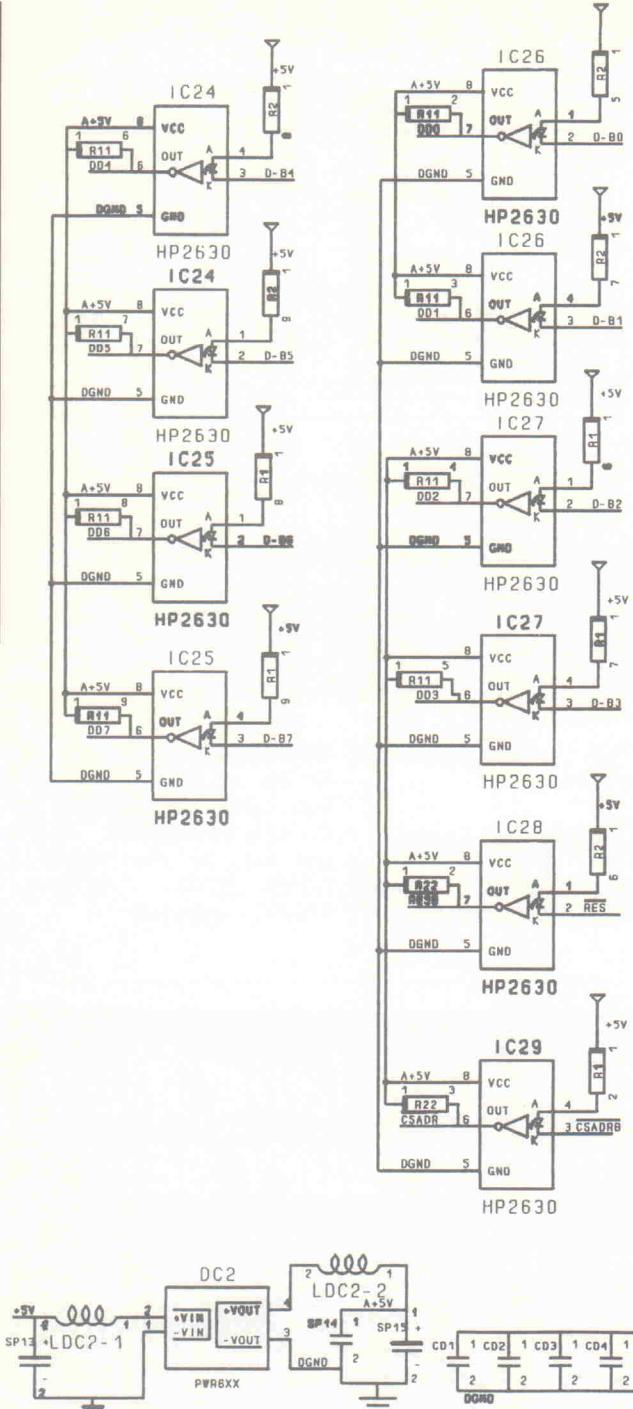
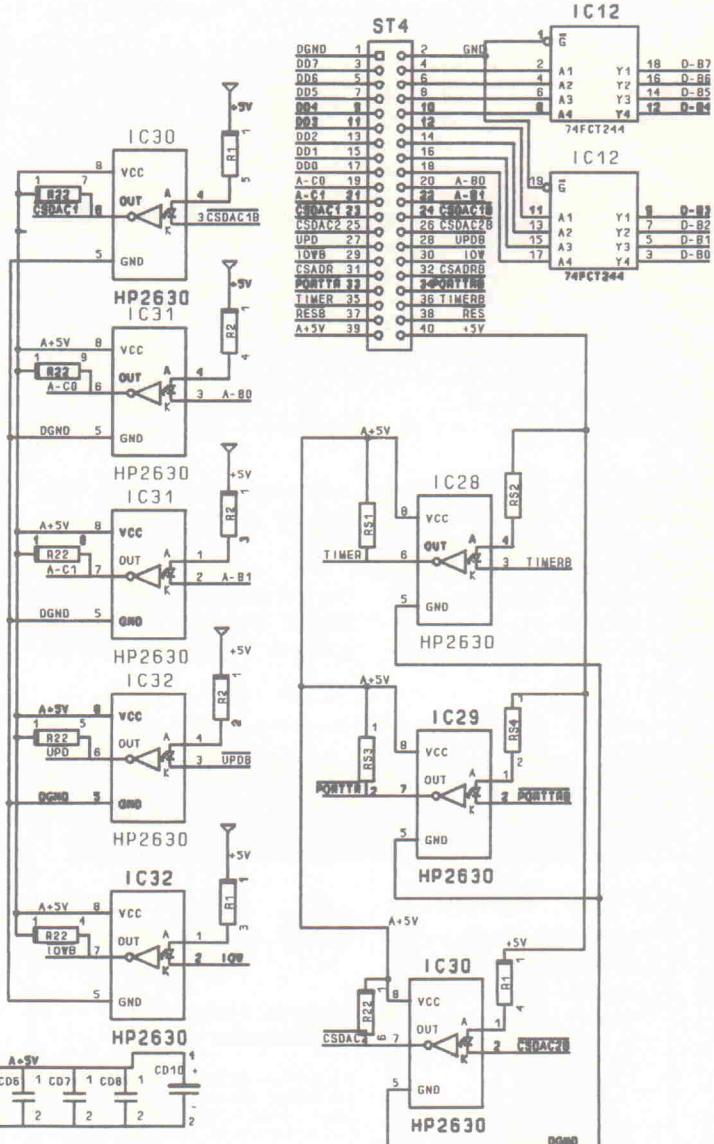


Bild 2. Das Pendant zu Bild 1 für die D/A-Seite der galvanischen Trennung.



Die Statussignale der FIFO-Erweiterung werden über den Steckverbinder ST7 auf die Hauptplatine geführt, dabei zeigen folgende Pins den 'Füllpegel' an:

Fifobank Low-Byte: leer,
ST7 Pin 2 = '0'

Fifobank Low-Byte: voll,
ST7 Pin 1 = '0'

Fifobank High-Byte: leer,
ST7 Pin 4 = '1'

Fifobank High-Byte: voll,
ST7 Pin 3 = '1'

Da die Signale FIFO-Halbvoll für die Speichererweiterung verwendet werden, stehen sie

für MultiChoice nicht mehr zur Verfügung. Wenn die FIFO-Erweiterungsbank bestückt ist, müssen folgende MultiChoice-Jumper gesetzt werden:

J32: 3–5 und 2–4

J33: 1–3 und 2–4

J34: offen

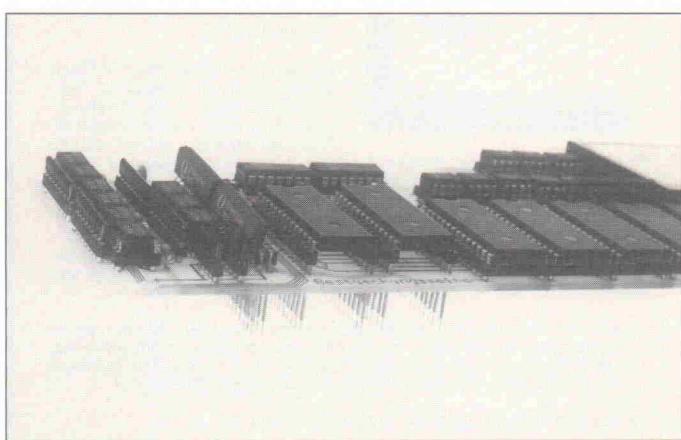
J35: offen

J36: 1–2

J37: 1–2

Anschluß gesucht

In die Bohrungen der Stecker ST4, ST6 und ST7 auf der Huckepack-Platine werden doppelreihige Präzisionsleiterplattenverbinder gelötet. Die



Das Opto- und FIFO-Huckepack-Board wird über spezielle Platinenverbinder mit der Mutterplatine gekoppelt.

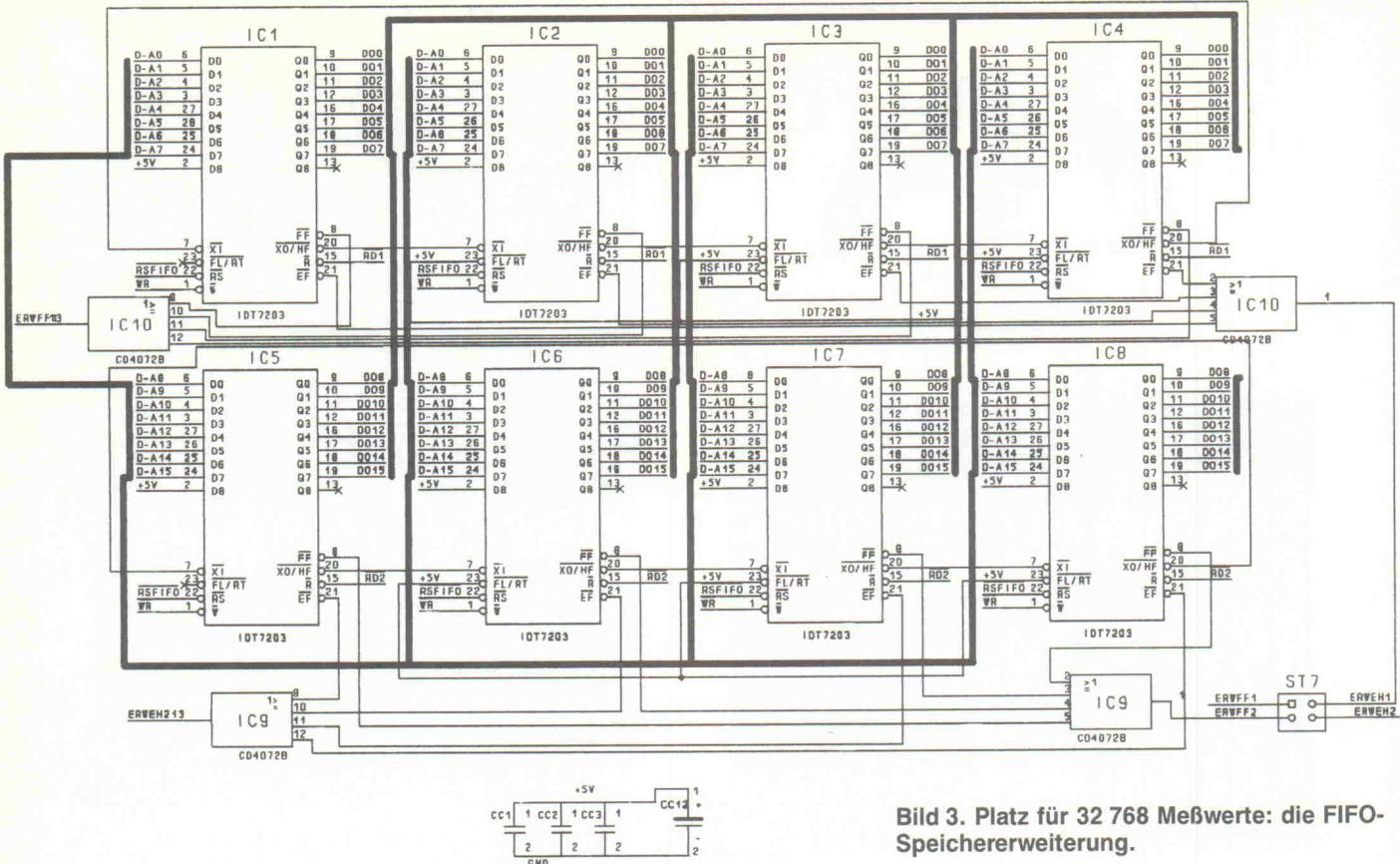


Bild 3. Platz für 32 768 Meßwerte: die FIFO-Speichererweiterung.

Verbinder haben gedrehte Kontakte mit einem Durchmesser von 0,63 mm und eine Stiftlänge von 17,5 mm und sind beim Autor dieses Beitrags erhältlich. Das gleiche gilt für die IC-Fassungen der ICs 1 und 5, die den gleichen Kontakt zur 'Mutterplatine' benötigen.

Literatur

[1] Suneel Rajapal, FIFOs as High-Speed Data Queues for Systems, Application Note AN-02, Quality Semiconductor INC., Juli 1990

Die Fassungen für die FIFOs IC 1 und 5 dienen gleichzeitig als Verbinder zum Mutter-Board.

Stückliste

MultChoice-Opto-Entkopplung

Halbleiter:

IC1...8	IDT720xS80P, QS820x-80P, AM720x-80PC, x = 2 = 2048 Byte, x = 3 = 4096 Byte, x = 4 = 8192 Byte
IC9...10	HCF4072B
IC11	74F14
IC12	QS74FCT244AZ-9016 im ZIP Gehäuse
IC13, 14	QS74FCT373AZ-9021 im ZIP Gehäuse
IC15...31	HPCL2630

Widerstände

(alle 1/4 W, 1 %, Metallfilm):

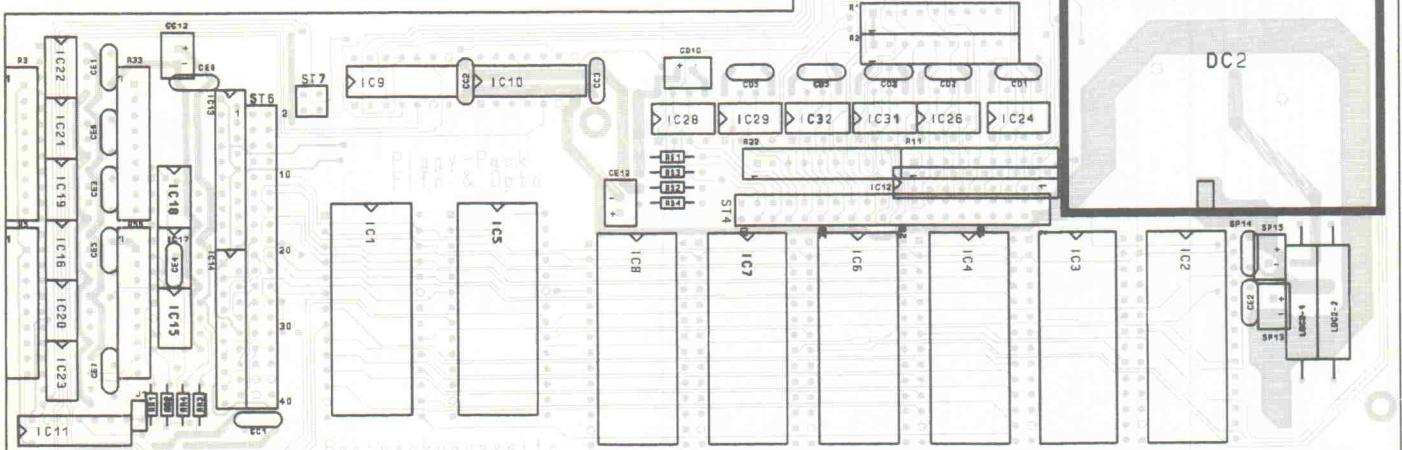
R1, R2	R-Netz 8x1k
R11, R22, R3, R5	R-Netz 8x680R
R33, R55	R-Netz 8x560R
RR3, RR4, RS2, RS4	1k
RS1, RS3, RR1, RR2	680R
RR3, RR4	330R

Kondensatoren:

CE1...8, CC1..3, CD1..CD8, SP14	100n
SP13, SP14, CD10, CC12, CE12	10μ, 35V, Tantal

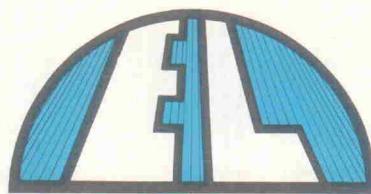
Sonstiges:

- 2 LDC2, 100 μH, 2500 A
- 6 28pol. Präzisionsfassungen mit Kondensator
- 2 28pol. Präzisionsfassung mit langen Stiften
- 2 40pol. doppelreihige Präzisionsfassung mit langen Stiften
- 1 4pol. doppelreihige Präzisionsfassung mit langen Stiften
- 1 DC/DC-Wandler
Burr Brown PWR7000A
- 1 Platine 'MultiChoice-Opto-Entkopplung'

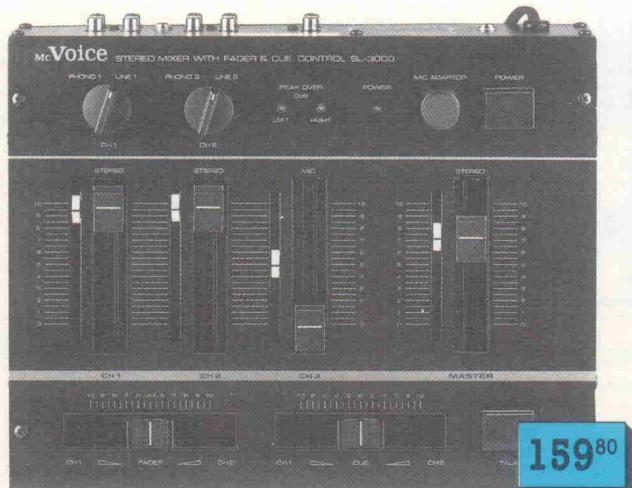


Electronic Life

Elektronische Geräte
Bausätze und Zubehör



Musik-
Elektronik

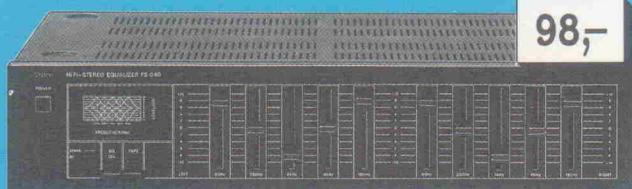


McVoice-HiFi-Stereo-Mischpult „SL 3000“

Vorhörskontrolle für beide Stereo-Kanäle. Überlastungsschutzanzeige über Peak-over-Flashlights. Crossfader für sichere Überblendungen und schnelle Breaks. Professionelle Schiebereglern mit Einstellmarkierung. **Input:** 2 x Phono/Line (umschaltbar 100 mV/3 V), 1 x Micro 70 mV. **Output:** 0,7 V (-3 dB), 600 Ohm (alles Cynch). Frequenzbereich 20–20000 Hz, Klirrfaktor 0,1 %. B×H×T 320×65×245 mm. Komplett mit Anleitung und Schaltplan.

Art.-Nr. 877-004 nur 159,80 DM

Die Erweiterung Ihrer Heim-Stereo-Anlage

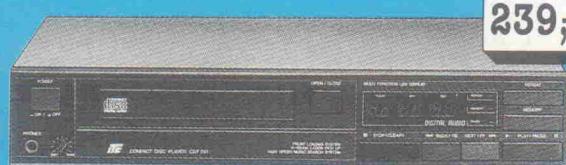


McVoice-HiFi-Stereo-Graphic-Equalizer „FS 040“

Sehr gutes Preis/Leistungsverhältnis. Solides Gerät, mit schwarzem Metallgehäuse. Optimale Raumakustik über 2×5 Regler. Einfaches Eingliedern in Ihre HiFi-Anlage über AUX des Verstärkers. EQ EIN/AUS-Schalter, Standby-Schaltung, Tape direkt anschließbar.

Techn. Daten: Frequenzbereich 20–20000 Hz, Regel frequenzen 60, 250, 1000, 4000, 16000 Hz. Klirrfaktor 0,02 %. B×H×T 440×90×260 mm.

Art.-Nr. 877-005 98,- DM

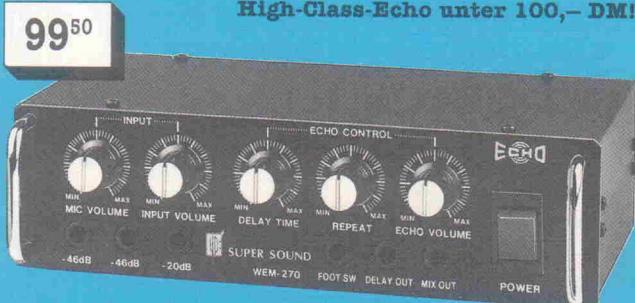


McVoice-16-Bit-CD-Player „CDF-001“

Der Speicher ermöglicht eine variable Wiederhol- und Abspielreihenfolge. Weitere Extras: Schneller Vor- und Rücklauf, Kopfhörerausgang 6,3 mm mit regelbarer Lautstärke, Rest- und Spielzeitindikator. Frequenzbereich 10–20000 Hz, Dynamik 90 dB, Klirrfaktor ist unter 0,04%. 16-Bit-linearer D/A-Wandler mit Fehlerkorrektur. Die Gleichlaufschwankungen sind nicht messbar. B×H×T 420×80×285, 3,9 kg. Farbe: Schwarz.

Art.-Nr. 863-004 239,- DM

High-Class-Echo unter 100,- DM!



PA-Analog-Mono-Echogerät „PASS-270“

Robustes Metallgehäuse für den harten Profi-Einsatz. 2 Regler für Echolänge und Echowiederholung. Verzögerungszeit max. 180 msec. Fußschalteranschluß: Effekt EIN/AUS. **Eingänge:** 2 x Micro, 1 Line (TB, Tape, Musikinstrumente). **Ausgänge:** 1 x Mix out (Originalsignal mit Echoabzug), 1 x Delay out (nur Echo). Alle Verbindungen 6,3 mm Klinke. B×H×T 232×65×140 mm. 220 V.

Art.-Nr. 877-000 nur 99,50 DM

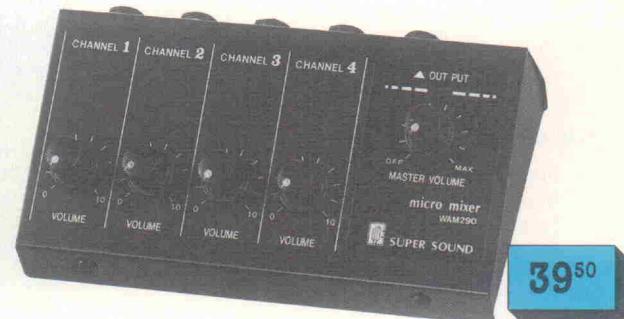


McVoice-HiFi-Mono-Analog-Echogerät „AE-700“

Studioähnlich. Echo/Nachhall stufenlos von 0–250–500 msec. regelbar. Repeat-Regler für Signalwiederholung, bis zu 15 × 1 x Mikro-Input (10 kOhm) mit getrennten Volumereglern, 1 x AUX (50 kOhm) für Mixer, Tuner/Tape/CD. LED-Übersteuerungsanzeige, Fußschalteranschluß. Alle Buchsen 6,3 mm Klinke. B×H×T 300×67×115 mm, 220 V.

Art.-Nr. 877-003 nur 169,50 DM

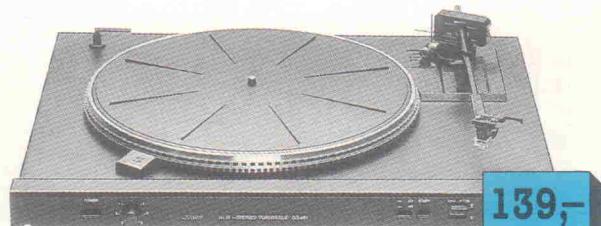
Preiswertes Einsteigermodell!



4-Kanal-Mischpult „WAM-290“

4 Mono- oder 2 Stereo-Tonquellen (TB/Tape/Phono ...). Variabel regelbar. Freq.-Ber. 20–20000 Hz, +/- 2 dB, Klirrfaktor 0,01 %. 600 Ohm Eingangs-, 1,5 Ohm Ausgangsimpedanz. Anschluß über 6,3 mm Klinke. B×H×T 148×46×86 mm. 9 V (UM-5 Batt.-Versorgung). Inklusive Verbindungsleitung.

Art.-Nr. 877-001 nur 39,50 DM



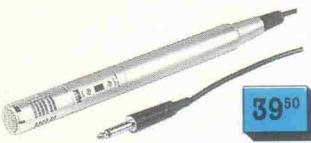
McVoice-Plattenspieler „GS-641“

Reibmengetriebenes Laufwerk. Drehzahleneinstellung mit beleuchtetem Stroboskop-Rand. 33/45 U/min. Tonarm mit ½"-System-Träger. Hydraulisch gedämpfter Tonarmlift. Antiskating-Einrichtung. Frontbedienung. Gleichlauf 0,15%. Frequenzbereich 20–20000 Hz. Komplett mit Magnetsystem, Rauchglas-Schutzhülle und 45er Puck. Schwarzes Metallchassis. B×H×T: 440×112×380 mm.

Art.-Nr. 863-005 139,- DM



-Zubehör-

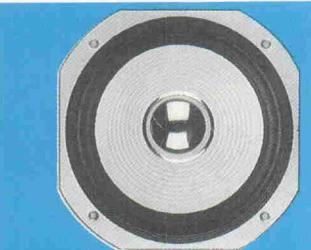


39,-

Mikrofon „ECM-2001“

Mikrofon für Heim- und Studioeinsatz. Übertragungsbereich: 30–20000 Hz, max. Schalldruckpegel 125 dB, Empf. 2 mV/-68 dB/1 kHz. Impedanz: 600 Ohm. Richtcharakteristik: nierenförmig. Mikro mit 6 m Kabel, Klinkenstecker 6,3 mm, Stativhalter, Windschutzkappe, Batterie 1,5 V Mignon. 22 Ø×185 mm, Gold.

Art.-Nr. 867-000 39,50 DM



39,-

Lautsprecherset „LSPS-140“

140-Watt-3-Wege-HiFi-Lautsprecherset. Hoch- und Mitteltöner rückseitig geschlossen. Tieftöner mit verstärkter Membran und Gummisicken-Aufhängung. Ferritmagnete. Lieferung mit TF-ELKOS. Empf. Gehäusevolumen ca. 45 Liter. 8 Ohm, 42–20000 Hz, 140/90 Watt.

Art.-Nr. 758-000 nur 39,95 DM



349,-

280-Watt-Power-Box „Tobago“

Diese Box wurde für den harten Einsatz in Disco und Studio konzipiert. Hart aufgehängter 300er Instrumental-Baß mit einem überdimensionalen Magneten. Trittfestes Metallschutzzitter. Für hohen Schalldruck sorgen die Piezo-Mittel- und Hochtontsysteme. Geschlossenes, robustes Holzgehäuse. Technische Daten: 280 Watt Musik/230 Watt Sinus an 8 Ohm. Frequenzbereich 20–21000 Hz, 91 dB Schalldruck. B×H×T: 410×620×310 mm.

Art.-Nr. 757-002 349,- DM



39,-

Mikrofon „ECM-2020“

Zur Abnahme höherbetonter Instrumente (Klavier, Schlagzeugbekken usw.). Übertragungsbereich 30–20000 Hz, maximaler Schalldruck 125 dB. Impedanz 600 Ω, Richtcharakteristik: nierenförmig. Stromversorgung 1,5 V Mignon (reicht 8000 Std.). Integrierter Wind- und Popschutz. Mikro mit 5-mm-Kabel, Klinkenstecker 6,3 mm, Stativhalter, Windschutzkappe, Batterie 1,5 V Mignon. 22 Ø×185 mm, Gold.

Art.-Nr. 867-001 39,50 DM



19,-

Kopfhörer-Micro-Kombination „HPM-1000“

Vielfältig einsetzbar. Mikrofon schwenkbar. 3,5-mm-Klinkenstecker. **Kopfhörer:** 32 Ohm, 20–20000 Hz, 1,2 m langes Kabel. **Mikrofon:** 600 Ohm.

Art.-Nr. 855-000 19,95 DM

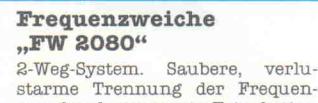


14,-

Frequenzweiche „FW-3200“

3-Wege-Weiche für Tieftöner, Mitteltöner, Hochtöner. Maximale Belastbarkeit 200 Watt, ÜF 700/3200 Hz.

Art.-Nr. 756-002 14,95 DM



Frequenzweiche „FW 2080“

2-Weg-System. Saubere, verlustarme Trennung der Frequenzen, durch genaueste Feinabstimmung im Akustik-Labor. Max. Belastbarkeit 80 Watt. Impedanz 8 Ohm, Flankenheitlichkeit 12 dB, TT/HT, ÜF 2700 Hz.

Art.-Nr. 756-000 7,95 DM



UKW-Antenne „EL-FM-50“

Hochleistungs-Antenne für besten UKW-Empfang. Gefälliges Design, regelbarer Antennenverstärker, Verstärkung bis 20 dB regelbar, schlagfestes Kunststoffgehäuse, Farbe schwarz, Antennen-Anschlusskabel ca. 1 m lang, Netzanschluß 220 V (1 m lang). B×H×T: 50×430×110 mm.

Art.-Nr. 531-002 39,50 DM

39,-



19,-

Steck-Mikrofon „STM 101“

Praktikables, leistungstarkes Mikrofon. Durch beiliegende Kragenklemme variabel aufstellbar. Goldloxieretes Alu-Gehäuse. Freq.-Ber. 50–13000 Hz. Impedanz 600 Ohm, Stromversorgung 1× 1,5 V Mignon (Lebensdauer 5000 Stunden), Batteriehalter im 6,3 mm Klinkenstecker. Kabellänge ca. 5 m. Maße 30×12 mm Ø.

Art.-Nr. 867-004 . . . nur 19,50 DM



12,-

Dynamisches Mikrofon „DM – 835 B“

Optimal für Stimmen- und Schlagzeugabnahme. Rückkopplungssarm. Robustes Kunststoff-Gehäuse. Freq.-Ber. 100–12000 Hz, Impedanz 600 Ohm. Empfindlichkeit -78 dB. Inklusiv 3 m Kabel mit 6,3-mm-Klinke. Maße 180×50 mm Ø.

Art.-Nr. 867-003 nur 12,95 DM



19,-

High-Quality unter 20 DM

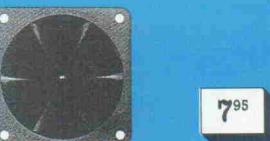
Stereo-CD-Kopfhörer „60102“

Ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis. Hochbelastbare, schnell ansprechende Wandler-Systeme mit Samarium-Cobalt-Magneten garantieren eine exakte Wiedergabe dynamischer Impulse. CD-tauglich. Tiefen und Höhen ergeben ein klares Klangbild. Hoher Tragekomfort durch weiche Ohrpolster und gepolsterte, verstellbare Kopfbügel. Frequenzbereich: 20–20000 Hz, Schalldruck 105 dB/1 mm, Impedanz 2×32 Ohm.

Stereo-Kopfhörer „LA-600“

Dynamischer Kopfhörer. Hält mühelos mit wesentlich kostspieligeren Modellen mit Kalottensystemen mit Samarium-Cobalt-Magneten. Garantieren eine exakte Wiedergabe dynamischer Impulse. CD-tauglich. Tiefen und Höhen ergeben ein klares Klangbild. Hoher Tragekomfort durch weiche Ohrpolster und gepolsterte, verstellbare Kopfbügel. Frequenzbereich: 20–20000 Hz, Schalldruck 105 dB/1 mm, Impedanz 2×32 Ohm.

Art.-Nr. 855-004 39,95 DM



7,-

PIEZOT-Horn-Tweeter „PHT-8“

Impedanzloser Hochleistungs-Hochtöner für Disco- und Heimanlagen. Schalldruck schon bei 1 Watt 104 dB. Freq.-Ber.: 5–50 kHz (±2 dB), Klirrfaktor: 0,75%. Schallwandöffnung: 76 mm (auch Sichtmontage möglich). 85×85×70 mm.

Art.-Nr. 776-015 7,95 DM



12,-

Koax-Kolbenlautsprecher „EL-LSP 50“

Hervorragende Klangfülle bei hohem Wirkungsgrad. Harte Membran, aufgehängt in weicher Schaumstoffsicke. Sichtmontage, schwarzes Metallgitter, Hochtontiegel und Dom silber, Membran schwarz. Square-Rahmen, großer Ferritmagnet. 35–19000 Hz, 8 oder 4 Ohm, 95 dB/0,5 m, Magnet 23×80 mm Ø, 30/50 Watt. 135×135 mm.

Art.-Nr. 776-016 12,95 DM

Art.-Nr. 776-017 12,90 DM



39,-
ab

Best.-Nr. Type Ausführung

Preis/DM

Audio-Verbindungs-Adapterkabel

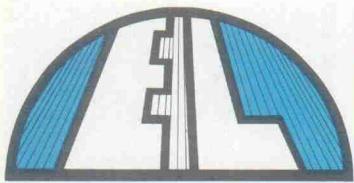
310-000	AV-28	Audio-Adapter, 5 pol. Dioden-Stecker auf 2× Cynch-Kupplung, Länge 0,3 m	Stück 4,95 DM
310-003	AV-27	Verbindungs kabel, 5pol. Dioden-Stecker auf 4× Cynchstecker, Länge 1,8 m	Stück 5,95 DM
310-005	AV-24	Diodenkabel, 5pol., Stecker-Stecker	Stück 3,95 DM
310-001	AV-25	Cynch-Kabel, Stereo, 2× Stecker–2× Stecker, Länge 1,5 m	Stück 4,95 DM
310-002	AV-26	Cynch-Kabel, Stereo, 2× Stecker–2× Kupplung, Länge 1,5 m	Stück 4,95 DM

Studio-Cynchleitung, vergoldet

310-004	GL-86	Flexibles Koaxkabel mit vergoldeten Cynch-Steckern, Länge 2 m	Stück 7,95 DM
---------	-------	---	---------------

Electronic Life

Elektronische Geräte
Bausätze und Zubehör



Sonderposten



39,50

Quarz-Pendeluhr „DQ-2000“

Präzise Quarztechnik in modernem Design. Anzeige von Stunden, Minuten und Sekunden. Länge 380 mm, Ø 220 mm. Betrieb mit 2x1,5-V-Mignonzellen.

Art.-Nr. 975-007 39,50 DM



15,-

Jumbo-Thermoclock „TC 1835“

Thermoclock für Innen- und Außen temperatur-Messungen. Ein gebauter Thermofühler sowie wasserdichter Außenfühler mit 3 m Zuleitung. 3½-stellige, 18 mm hohe LCD-Anzeige für Uhr und Thermometer. Klettstreifen zur Wandbefestigung und ausklappbarer Standbügel. Meßbereich -20 °C bis +70 °C (+/-1%). Stromversorgung über beiliegende Knopfzelle. B×H×T: 65×55×15 mm.

Art.-Nr. 536-000 nur 15,- DM



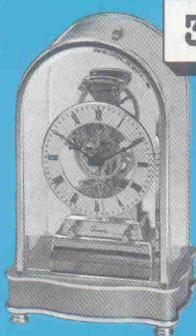
7,95

Universal-Taschenlampe mit 4 Streuscheiben

Taschenlampe aus schlagfestem Kunststoff, spritzwasserfest. Vielseitige Einsatzmöglichkeiten durch 4 austauschbare Farb-Streuscheiben (gelb, rot, grün, transparent), Ein-/Ausschalter mit Flash-Taste. Gürtelbefestigungsclip. 4 Farb-Streuscheiben im Handgriff verstaubar. Betrieb mit 2x 1,5-V-Babyzellen. B×H×T: 40×175×65 mm.

Art.-Nr. 537-000 7,95 DM

Für Liebhaber des Klassischen



39,50

Antik-Tischuhr „DQ-4000“

Offenes Zahnradwerk unter staubdichter Plexiglas-Kuppel. Anzeige von Stunden, Minuten und Sekunden. 1,5-V-Mignon-Betrieb. B×H×T: 90×145×62 mm, Farbe: gold.

Art.-Nr. 975-005 39,50 DM

A new styling



29,95

Quarz-Standuhr „DQ-3000“

Symbiose aus Technik und Design: Uhrwerk auf Quarzbasis mit ultramodernem Outfit, Anzeige von Stunden, Minuten und Sekunden. Betrieb mit 2x1,5-V-Mignon. B×H×T: 180×200×70 mm.

Art.-Nr. 975-006 29,95 DM

dazu passend:

UM-3-Mignon-Batterie (1,5 V)

Art.-Nr. 311-003 0,35 DM



19,90

Ladegerät „ALG-1000“

Ladegerät mit Batterie-Tester! Batterie-Test über Kontrolllampe. 8 Kontroll-LEDs. Verwendbar für Mono-/Baby-/Mignon-/Lady-/9-V-Block und Knopfzellen. Lädt 4x UM 1 oder 2, 6x UM 3, 2x UM 4, 2x UM 5, 1x 9-V-Block und 1x Knopfzelle. Schwarzes Gehäuse mit Klarsichtdeckel. B×H×T 176×53×140 mm. Netz-Zuleitung 1 m.

Art.-Nr. 542-002 19,90 DM



11,95

Stecker-Ladegerät „ALG-500“

Wahlweise 1-4 Akkus, 1,2-V-Mignon. 4 Kontroll-LEDs. Ladespannung 4x 1,4 V, Ladestrom 4x 35 mA. Betriebsspannung 220 V~.

Art.-Nr. 542-001 nur 11,95 DM



15,-

Multi-Telefonsplitter *

Ermöglicht parallelen Anschluß von 2 Telefonen an eine Anschlußleitung. Kann durch Parallelschaltung eines zweiten Splitters beliebig erweitert werden. Mithörmöglichkeit und Mitklingeln beim Wählen (beim parallel angeschlossenen Gerät) werden unterbunden. 2 Leuchtdioden geben an welches Telefon in Betrieb ist. Keine zusätzliche Spannungsversorgung. Befestigung über Schraubklemmen. B×H×T: 60×105×20 mm, inkl. Anleitung.

Art.-Nr. 544-005 nur 15,- DM

Hinweis *

Betrieb am Fernsprechnetz in Deutschland nicht gestattet! Nichtbeachtung kann strafrechtliche Folgen nach sich ziehen!



15,90



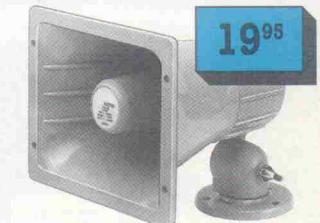
9,50

Einhand-Telefon „T 1“ *
Preiswertes Telefon mit guter Ausstattung! Elektronische Klingel abschaltbar, Wahlwiederholung der letzten Nummer. Als Tisch- und Wandgerät zu benutzen. Lieferung komplett mit Wandhalterung. Erhältlich in rot, weiß und braun.

Art.-Nr. 544-000 br. 9,50 DM

Art.-Nr. 544-001 rot 9,50 DM

Art.-Nr. 544-002 weiß 9,50 DM

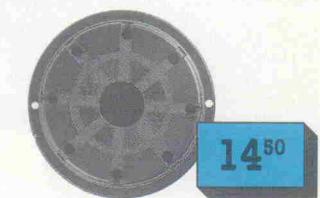


19,95

,Kojak-05“ Alarmsirene

Schwarzes Kunststoff-Horn mit integriertem 10-Watt-Verstärker. Schalldruck 110 Phon! „Kojak“-Heulton. Betriebsspannung 12 V~. Lieferung komplett mit Montagefuß und 40 cm Zuleitung. Maße B×H×T: 103×110×105 mm.

Art.-Nr. 530-003 19,95 DM



14,50

2-Ton-Alarm-Sirene

Signalton in durchdringender Lautstärke 2-Ton-Sirene für Warn- und Signaltechnik. Tonwechsel-Geschwindigkeit stufenlos einstellbar. Hoher Wirkungsgrad von 115 dB/1 m! Besonders geeignet für unauffällige Montage. Betriebs-Spannung 12 V~. Maße 38×62 mm Ø.

Art.-Nr. 530-001 14,50 DM



9,95

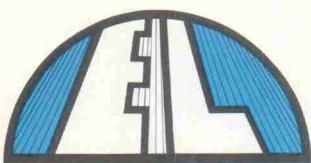
Disco-Motor „DM 1“

220-V-Getriebemotor. Optimal für Spiegelkugeln und Farbbfilter-Scheiben. Stabiles Metallgehäuse mit Befestigungslaschen. Antriebswelle 11 mm lang, 3 mm Ø, 3,3 UpM. Tragkraft max. 5 kg. Gehäuse 25×49 mm Ø.

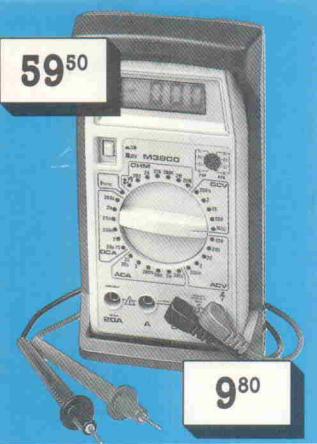
Art.-Nr. 539-000 nur 9,95 DM

Hauptgüterbahnhof
Zufahrstraße A
3300 Braunschweig

Electronic Life



Elektronik



Gürtelholster „101“

Der optimale Schutz für hochwertige Digital-Multimeter. Gummi-Schutzhülle. Holster geeignet für Gürtelbefestigung, Umhängeband und Wandmontage (Bohrungen vorhanden). Passend für alle METEX, DMM 3800 u.v.a. Meßgeräte. H×B×T außen: 190×101×56 mm, innen: max. 170×88×38 mm. Farbe: Techno-oliv. (Lieferung ohne Meßgeräte).

Art.-Nr. 652-001 . . . nur 9,80 DM

Digitaler Multitester M 3800

– in gelber Sicherheitsfarbe – 3½-stellige LCD-Anzeige; Transistorprüfer; Diodenprüfer mit Konstantstrom; Akustischer Durchgangsprüfer; 20-A-Bereich AC und DC; Drehschalter mit 30 Meßbereichen; automatische Überlaufanzeige (1); automatische Polaritätsanzeige; Überlastungsschutz; Hochspannungsschutz 1,5 bis 3 kV. Innenwiderstand: 10 MΩ; Gleichspannung: 0,2/2/20/200/1000 V; Gleichstrom: 200 µA/2/20/200 mA/2/20 A; Wechselspannung: 0,2/2/20/200/700 V; Wechselstrom: 20/200 µA/2/20/200 mA/2/20 A; Widerstand: 200/2 k/20 k/200 k/20 M/20 MΩ; Transistorset hFE: 0-2000fach, NPN/PNP; Spannungsversorgung: 9-V-Blockbatterie; Abmessungen: 88×172×36 mm (B×H×T); Gewicht: 340 g; Zubehör: Prüfkabel, Ersatzsicherung, deutsche Bedienungsanleitung.

Art.-Nr. 649-000 . . . 89,50 DM
ab 3 Stück . . . je 54,50 DM



Mini-Schraubstock „WZ-100“

Immer einsatzbereit durch schnelle Montage! Per Hebel kann der Gummisaugfuß auf allen glatten Flächen sicher befestigt werden. Spannbreite von 0-40 mm, stufenlos einstellbar. Backen 38 mm, mit abnehmbarer Metallauflage. Maße B×H×L: 60×70×60 mm.

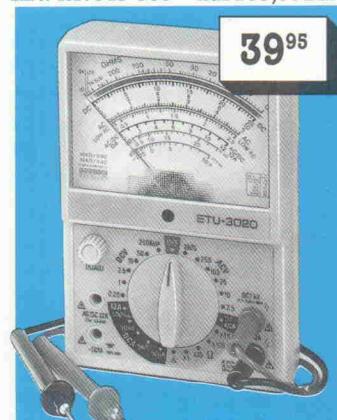
Art.-Nr. 533-000 . . . nur 3,95 DM

Das Meßgerät!



Profi-Digital-Multimeter „METEX-3630“

Präzisions-Meßgerät mit 3½-stelliger LCD-Anzeige, 18 mm Ziffernhöhe und eingeblendetem Maßeinheiten. 20 A Gleich- und Wechselstrombereich, Transistortester, Kapazitätsmeßbereich (mitspezialen Aufnahmebuchsen für alle gängigen Rastermaße), akustischer und optischer Durchgangsprüfer, Überlastschutz für alle Bereiche, Drehschalter für Bereichswahl mit 30 Schaltstellungen, Sicherheitsfarbe gelb mit Aufstellbügel. Inklusive deutscher Betriebsanleitung, Sicherheitsprüfakten mit ummantelten Steckern, Batterien und Bereitschaftstasche. **Technische Daten:** V=: 200 mV/2 V/20 V/200 V/1000 V +/- 0,3% 1 D. V=: 200 mV/2 V/20 V/200 V/750 V +/- 0,8%/1% 3 D. A=: 200 µA/2 mA/200 mA/20 A +/- 0,5% 1 D/1,2% 1 D. A~: 2 mA/200 mA/20 A +/- 1% 3 D/1,8% 5 D. Ohm: 2000Ω/2 kΩ/20 kΩ/200 kΩ/2 MΩ/20 MΩ. Kapazität: 2000 pF/20 nF/200 nF/2 µF/20 µF. Transistorstest: hFE 1-1000, Diodentest: 1 F 1 mA. Art.-Nr. 649-003 nur 139,50 DM



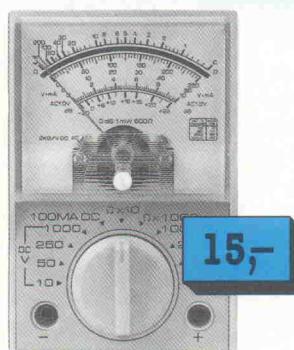
Analog-Multimeter „AMM-3020“

Durch großen Anwendungsbereich ideal für Schulen, Labor, Hobby und Industrie. Übersichtliche Bedienelemente, akustischer Durchgangsprüfer, Überlastschutz durch Dioden und Feinsicherung, Nullpunkt-Korrektur über Drehknopf, Spiegelskala mit Drehspulmeßwerk (µA). 4-mm-Buchsen. Inklusive Meßschneiden und Batteriesatz. B×H×T: 103×150×40 mm. Gelbe Sicherheitsfarbe. **Technische Daten:** Eingangswiderstand: 30 kΩ =, 10 kΩ/V. V=: 0,25-1-2,5-10-50-250-1000 V. V~: 0-2,5-10-25-100-250-1000 Volt. A= und ~: 0-12 A. Ohm: 5-50-500 kΩ-5 MΩ. dB: -20 bis +64 dB. Stromversorgung 2×1,5 Volt Mignon (UM-3). Art.-Nr. 654-000 nur 39,95 DM



„Golden Power“ Qualitätsbatterien zum Sparpreis!

Art.-Nr.	Typ	Auf.	Spg.	L × Ø	Stück/DM
311-005	UM 1	Mono	1,5 V	62×34	0,70
311-004	UM 2	Baby	1,5 V	50×26	0,50
311-003	UM 3	Mignon	1,5 V	50×12	0,35
311-012	UM 4	Micro	1,5 V	44×10	0,80
311-013	UM 5	Lady	1,5 V	30×12	0,95
311-002	006 P	Microdyn	9,0 V	49×21×15	1,-



Mini-Multimeter „AMM-2000“

Ausführung mit Spiegel-Skala, einhandbedienbar, handliches Format. Durch günstige Abmessungen in jeder Tasche zu verstauen. Gerät mit den gebräuchlichsten Bereichen. B×H×T 63×90×33 mm.
V=: 0-10/50/250/1000 V (2 kΩ/V)
V~: 0-10/50/250/1000 V (2 kΩ/V)
A=: 0-100 mA
Ohm: ×10/×1000
Inkl. Prüfkabel, Batterie, Anleitung.
Art.-Nr. 654-001 . . . 15,- DM



Meßgeräte-Tasche „MCC 100“

Passend für fast alle Meßgeräte. Schockabsorbierende Schutzfütterung, wasserabweisende Oberfläche (Kunstleder), reißfester Tragegriff, Rundum-Reißverschluss. Maße: 150×110×40 mm. Auch geeignet für Kameras, Blitzgeräte, Prüfschnüre usw.

Art.-Nr. 652-002 . . . nur 4,50 DM



Feinlötkolben „ETH-30/30“

Preiswerter Qualitäts-Lötkolben für alle Elektronik-Arbeiten. Leichte Handhabung durch kompakte Bauweise. SCHUKO-Zuleitung, 220 V/30 W, Länge 220 mm.

Art.-Nr. 540-000 . . . nur 5,95 DM

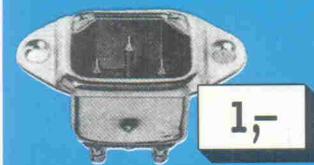


RESTPOSTEN!

für Computer und Kaltgeräte:
Kaltgeräte-Netzkabel,
kpl.

1,6 m lang, grau, mit angespritzter Kaltgeräte-Winkel-Kupplung, VDE

Art.-Nr. 599-002 . . . 2,95 DM
ab 10 Stück . . . je 2,45 DM



Passend zu „599-002“

schwarzer Kaltgeräte-Einbaustecker, nach VDE, mit Löt-Steckkontakten

Art.-Nr. 399-013 . . . 1,- DM
ab 10 Stück . . . je 0,80 DM

Electronic Life

3300 Braunschweig, Am Hauptgüterbahnhof

Wenn Sie es eilig haben:

Telefon: 0531/799031, 8.00 bis 18.00 Uhr.

Telefax: 0531/798305, Tag und Nacht. Telex: 952294.

Bankverbindungen:

Volksbank Braunschweig · Kto. 907147 · BLZ 27090077.

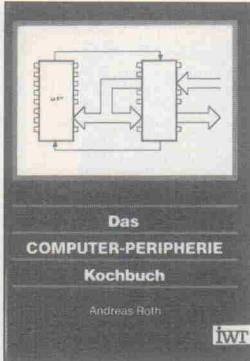
Postgirokonto 5846 16-304 · BLZ 25010030.

Bestellservice: Eine Bestellkarte finden Sie im vorderen Teil der FUNK-SCHAU.

Wichtig: Alle Artikel mit der Nr. X99-XXX sind nur in begrenzten Mengen vorhanden. Rasches Zugreifen sichert Ihnen die Ware.

Porto- und Verpackungskosten frei ab 150,- DM Auftragswert. Sonst berechnen wir Ihnen 6,90 DM pauschal anteilig.





Das Computer-Peripherie Kochbuch

Komplexe Bausteine nehmen dem Prozessor zeitraubende Arbeit ab und beschleunigen somit den Ablauf eines Programmes. Dabei kann eine Leistungssteigerung nur durch genaue Kenntnisse der eingesetzten Peripheriebausteine und eine entsprechende Programmierung erreicht werden.

Dieses Buch widmet sich ausschließlich solchen Bausteinen, die mit den Prozessoren der 80XX-Familie zusammenarbeiten. Dazu zählen zum Beispiel Taktgenerator, Bus- und Interruptcontroller. Da diese Bausteine vorwiegend in PCs eingesetzt werden, sind Hard- und Software-Entwickler auf besondere Informationen über die eingesetzten Peripheriebausteine angewiesen. Dazu gehören Timing-Diagramme, Anschlußbilder und Programmierung. Auch das Zusammenspiel der einzelnen Bausteine mit anderen Komponenten wird ausführlich und anschaulich durch Grafiken dargestellt.

Das Buch unterstützt also die Hardware-Programmierung und bietet dem Interessierten umfangreiche Informationen. CT

Andreas Roth
Das Computer-Peripherie Kochbuch
Vaterstetten 1990
IWT-Verlag
circa 500 Seiten
DM 68,-
ISBN 3-88322-234-8



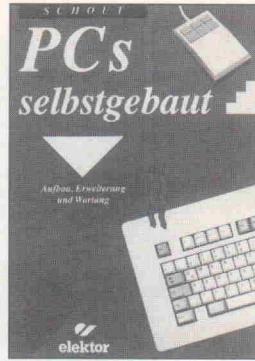
PC-Schaltungstechnik in der Praxis

Der zunehmende Einsatz von PCs in der Meß- und Regeltechnik erfordert anwendungsspezifische Hardware. Der Entwickler solcher Hardware und auch der entsprechenden Software muß über die verschiedenen Baugruppen und eingesetzten Bausteine so gut informiert sein, daß eine ideale Lösung erreicht werden kann.

Dieses Buch bietet eine gute Möglichkeit, sich in die Materie einzuarbeiten. Im 1. Teil werden die Prozessoren vom 8088 bis zum 80386 und alle Peripheriebausteine wie DMA-Controller, Zeitgeberbaustein und so weiter ausführlich besprochen. Der 2. Teil befaßt sich mit der Anwendungs-Hardware.

Das Bonbon des Buches ist eine mitgelieferte Platine, die zum Beispiel als PC-I/O-Busadapter bestückt werden kann. Außerdem gibt es von der Ampelsteuerung bis zum IEEE-488-Controller zahlreiche Anwendungen, für die Platinenvorlagen abgedruckt wurden. Auf der mitgelieferten Diskette befinden sich Programmbeispiele zu den vorgestellten Bauvorschlägen. CT

Hans-Joachim Blank
Herbert Bernstein
PC-Schaltungstechnik in der Praxis
Haar 1990
Markt & Technik Verlag
457 Seiten
DM 119,-
ISBN 3-89090-641-9



PCs selbstgebaut

Fast alle PC-Benutzer kennen die Probleme, die bei Auf- oder Umrüstung ihres Rechners gerne auftreten. Häufig gelingt der Einbau und die Inbetriebnahme einer neuen Steckkarte oder der RAM-Erweiterung nicht auf Anhieb und letztlich nur nach Experimenten mit verschiedenen DIP-Schaltern und anderen Verrenkungen. Denn die mitgelieferten 'Service'-Unterlagen eignen sich meistens, da die Blätter leider bedruckt sind, nicht einmal als Schmierpapier.

Dieses Defizit möchten die Autoren mit dem vorliegenden Buch aus der Welt schaffen. Alle Bereiche des PCs werden anschaulich, durch Tabellen und Bilder unterstützt, behandelt, so daß auch ein Laie in der Lage ist, ein System aus Einzelkomponenten zusammenzustellen. Von der einfachen Schnittstellenkarte bis zum Festplatten-Setup und der Fehlersuche findet man in den einzelnen Kapiteln nützliche Informationen.

Die Kapitel sind in sich geschlossen, was bedeutet, daß das Buch nicht von vorne bis hinten durchgelesen werden muß, sondern als Nachschlagewerk genutzt werden kann. CT

Alexander und
Christian Schout
PCs selbstgebaut
Aachen 1990
Elektor Verlag
263 Seiten
DM 49,-
ISBN 3-921608-95-3



MIDI in Theorie und Praxis

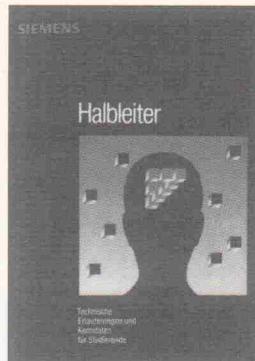
Mit der Digitalisierung der Musikinstrumente wurde es für den interessierten Musiker und Elektroniker immer schwieriger, sich im Dickicht der Bits und Bytes zurechtzufinden. Orientierungshilfe schafft das vorliegende Buch, das sich mit der digitalen Kommunikationschnittstelle für Musikinstrumente, genannt Midi, befaßt.

Im 1. Teil werden die Grundlagen von Midi erläutert. Dies sind die Datenformate mit den einzelnen Befehlen und die In/Out-Hardware. Der 2. und größte Teil des Buches schafft die Basis für die (elektronische) Praxis, hier werden Bauanleitungen von Midi-Geräten vorgestellt. Der letzte Teil behandelt dann einfache Software-Beispiele für den Atari ST und den Commodore C64.

Dem Autorenteam ist es gelungen, Midi in seiner ganzen Breite praxisnah darzustellen, wobei der Schwerpunkt auf dem Selbstbau von Geräten liegt. Aufgrund der umfassenden Dokumentation ist dieses Buch auch ein nützliches Nachschlagewerk.

Manfred Eller

Dieter Doepfer u. a.
Midi in Theorie und Praxis
Aachen 1990
Elektor-Verlag
294 Seiten
DM 59,-
ISBN 3-921608-86-4



Halbleiter

Das Buch heißt tatsächlich so – einfach 'Halbleiter'. Nur große Autoren können sich solche spartanisch-genialen Titel erlauben, und dieser ist wahrlich groß: sein Vorname ist Siemens, sein Nachname Aktiengesellschaft.

Im Untertitel nennt die AG die Zielgruppe: Technische Erläuterungen und Kenndaten für Studierende.

Im Vorwort heißt es: 'Unser Ziel ist es deshalb, ... einen Einblick in die verschiedenen Entwicklungsbereiche und ihren jeweils aktuellen Entwicklungstand zu geben. Die einzelnen Kapitel sind teils produkt-, teils anwendungsorientiert, so daß das Buch ... als Nachschlagewerk oder zum Einlesen in bestimmte Themenkreise verwendet werden kann.' Diese Beurteilung ist korrekt. Vor allem vermittelt das Buch zur Technologie aktueller Bauelemente und zu deren Schaltungstechnik so viel Grundwissen, daß die Orientierung an den hauseigenen Produkten nicht einmal störend wirkt. fb

Siemens
Aktiengesellschaft
Halbleiter
Berlin und
München 1990
Siemens AG
(Abt. Verlag)
270 Seiten
DM 19,-
ISBN 3-8009-1554-5

Komplexe Schaltungen

Komplexe Zahlen eignen sich nicht nur für die Berechnung von Schaltungen mit einfachen reellen und imaginären Komponenten. Auch und gerade Schaltungen mit mehreren dieser Komponenten lassen sich mit Hilfe dieser Zahlen vorteilhaft analysieren.

Die bislang untersuchten Schaltungen enthielten stets nur einen reellen (ohmschen) und einen imaginären (induktiven oder kapazitiven) Widerstandsanteil. Der vorliegende Mathematik-Beitrag behandelt Schaltungen mit mehreren reellen und imaginären Widerstandsanteilen. Zunächst erfolgt eine mathematische Analyse der klassischen Beispiele Reihen- und Parallelschwingkreis, bei denen jeweils zwei imaginäre Anteile vorkommen, die aber leicht zusammenzufassen sind.

Bild 1 zeigt die Schaltung eines Reihenschwingkreises. Betrachtet man die Schaltung als einen aus drei Komponenten zusammengesetzten Widerstand, errechnet sich der Gesamtwiderstand der Schaltung als Summe der Einzelwiderstände. Also gilt:

$$\underline{Z} = R + j \omega L + \frac{1}{j \omega C}$$

$$\underline{Z} = R + j \omega L - j \frac{1}{\omega C}$$

$$\underline{Z} = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

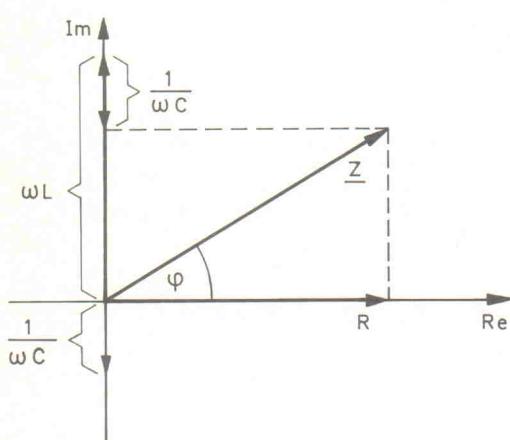


Bild 2. Das Zeigerdiagramm eines Reihenschwingkreises.
Da in diesem Beispiel der positive imaginäre Widerstandsanteil der Spule überwiegt, liegt der Summenzeiger \underline{Z} im ersten Quadranten.

Dieses Ergebnis kann man zur Veranschaulichung als Zeigerdiagramm in die komplexe Ebene einzeichnen. In Bild 2 ist das entsprechende Zeigerdiagramm wiedergegeben. Diesem Bild kann man auch den Phasenverschiebungswinkel φ zwischen dem Zeiger für den Wirkwiderstand R und dem Zeiger für den Scheinwiderstand \underline{Z} entnehmen. Im dargestellten Beispiel weist der induktive Widerstandsanteil einen größeren Betrag auf als der kapazitive Anteil. Die Differenz der Imaginäranteile ergibt somit einen positiven Wert. Unter der Voraussetzung einer konstanten Frequenz verhält sich die Schaltung demnach wie eine Reihenschaltung aus Widerstand und Spule.

Allgemein gilt die Aussage, daß man eine Reihenschaltung entsprechend Bild 1 stets in eine Ersatzreihenschaltung überführen kann, die aus einem ohmschen sowie einem positiven oder negativen imaginären Widerstandsanteil besteht. Bei einer positiven imaginären Widerstandskomponente verhält sich die Schaltung wie eine Reihenschaltung aus Widerstand und Spule, bei einer negativen imaginären Widerstandskomponente hingegen wie eine Reihenschaltung aus Widerstand und Kondensator.

Ein Sonderfall tritt ein, wenn die beiden imaginären Widerstandsanteile gleiche Beträge aufweisen. Dann gilt nämlich:

$$\underline{Z} = R$$

Der komplexe Widerstand \underline{Z} enthält in diesem Fall nur noch eine reelle Komponente, die Schaltung wirkt nach außen wie der ohmsche Widerstand R . Die imaginären Widerstandsanteile treten nach außen nicht mehr in Erscheinung. Damit ist der Resonanzfall gegeben, der bei einer bestimmten, von der Dimensionierung des Schwingkreises abhängigen Frequenz auftritt.

Dazu ein Beispiel: Eine Spule liegt in Reihe mit einem Kondensator $C = 48,7 \text{ nF}$ an einer Wechselspannung $U = 48,3 \text{ V}$ mit der Frequenz $f = 2,4 \text{ kHz}$. Es fließt der Strom $I = 200 \text{ mA}$. Eine Messung ergibt, daß der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung $\varphi = \varphi_I - \varphi_U = 40^\circ$ beträgt. Wie groß sind die Elemente der Reihenersatzschaltung für die Spule (mit den Komponenten L und R_L), wenn man einen verlustfreien Kondensator voraussetzt?

Dank der komplexen Zahlen gestaltet sich die Berechnung einfach und übersichtlich. Für den Ansatz geht man vom komplexen Gesamtwiderstand aus. Hierfür gilt:

$$\underline{Z} = \frac{U}{I}$$

Setzt man die Spannungs- und Stromwerte mit Betrag und Winkel ein, erhält man:

$$\underline{Z} = \frac{U \cdot e^{j \varphi_U}}{I \cdot e^{j \varphi_I}} = \frac{U}{I} \cdot e^{j(\varphi_U - \varphi_I)} = \frac{U}{I} \cdot e^{-j(\varphi_I - \varphi_U)}$$

$$\frac{U}{I} \cdot e^{-j(\varphi_I - \varphi_U)} = \underline{Z} = R_L + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

Gibt man die Werte in der Eulerschen Form ein und rechnet diese in die Komponentenform um (entweder über Taschenrechner-Umrechnungsfunktion 'Polarcoordinaten in kartesische Koordinaten' oder mit Hilfe des unten angegebenen Programms), erhält man unmittelbar die Ergebnisse für R_L und X :

$$\frac{48,3 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} \cdot e^{-j 40^\circ} = 185 \Omega - j 155,233 \Omega$$

$$R_L = 185 \Omega \quad X = -155,233 \Omega$$

Da der Blindwiderstand einen negativen Wert aufweist, bedeutet dies, daß sich die Schaltung nach außen wie eine RC-Reihenschaltung verhält. Zur Berechnung der Induktivität L muß diese noch aus dem Ausdruck für X isoliert werden:

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

$$\frac{X}{\omega} = L - \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$L = \frac{X}{\omega} + \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$L = \frac{-155,233 \Omega}{2 \cdot \pi \cdot 2400 \text{ Hz}} + \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot 2400 \text{ Hz})^2 \cdot 48,7 \cdot 10^{-9} \text{ F}}$$

$L = 0,08 \text{ H}$

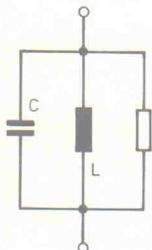


Bild 3. Auch der Parallelschwingkreis enthält zwei imaginäre Widerstandsanteile. Der einfacheren Rechnung wegen betrachtet man hier allerdings die Leitwerte.

In Bild 3 ist die Schaltung eines Parallelschwingkreises dargestellt. Auch hier betrachtet man zweckmäßigerweise das Widerstandsverhalten der Schaltung. Da es sich um eine Parallelschaltung handelt, ist es hier allerdings günstiger, wenn man vom Leitwert ausgeht. Der Gesamtleitwert ergibt sich aus der Summe der Einzelleitwerte. Somit gilt als Ansatz:

$$\underline{Y} = \frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}$$

Die imaginäre Einheit j steht einmal über und einmal unter dem Bruchstrich. Da allgemein $1/j = -j$ gilt, bilden beide Teile erwartungsgemäß wieder eine Differenz. Durch Zusammenfassen erhält man:

$$\underline{Y} = \frac{1}{R} + j\omega C - j\frac{1}{\omega L}$$

$$\underline{Y} = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$$

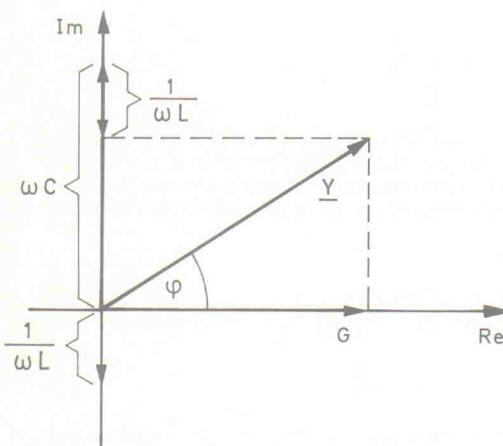


Bild 4. Das Zeigerdiagramm eines Parallelschwingkreises. In diesem Beispiel überwiegt der kapazitive Leitwert des Kondensators. Deshalb liegt auch hier der resultierende Zeiger \underline{Z} im ersten Quadranten.

Diesen Ausdruck kann man ebenfalls in ein anschauliches Zeigerdiagramm umsetzen, das in Bild 4 zu sehen ist. Dabei wurde vorausgesetzt, daß der kapazitive Leitwert größer ist als der induktive. Unter dieser Annahme verhält sich die Schaltung nach außen wie eine aus Widerstand und Kondensator bestehende Parallelschaltung.

Auch für die betrachtete Parallelschaltung existiert ein Sonderfall:

$$j\omega C = j\frac{1}{\omega L}$$

Unter dieser Voraussetzung gilt für den resultierenden Leitwert:

$$\underline{Y} = \frac{1}{R}$$

Somit verhält sich die Schaltung bei Resonanz nach außen wie ein ohmscher Widerstand; die imaginären Komponenten treten nicht in Erscheinung.

Jede beliebige Schaltungskombination mit reellen und imaginären Widerständen läßt sich in eine Ersatzschaltung aus einem ohmschen Widerstand sowie einem kapazitiven oder induktiven Blindwiderstand überführen. Allerdings gelten die Berechnungen nur für eine konstante Frequenz. Das bekannteste Beispiel dazu liefert die Blindleistungskompensation. Eine induktive Blindleistung entsteht bei allen Verbrauchern, die Spulen enthalten (beispielsweise Leuchtstofflampen oder Elektromotoren). Diese Blindleistung läßt sich mit Kondensatoren leicht kompensieren, da das Vorzeichen der kapazitiven Blindleistung zu dem der induktiven in Opposition steht. Man muß nur dafür sorgen, daß sich beide Blindanteile näherungsweise aufheben. In der Praxis ist darauf zu achten, daß immer ein kleiner induktiver Anteil übrigbleibt, um unerwünschte Resonanzeffekte mit sehr großen Resonanzspannungen oder -strömen auszuschließen.



Bild 5. Der Kondensator C kompensiert den induktiven Blindanteil der aus den Komponenten L und R bestehenden Last.

Die in Bild 5 als Beispiel dargestellte, aus den Komponenten L und R bestehende Last verursacht eine große induktive Blindleistung. Mit dem parallelgeschalteten Kondensator C wird diese kompensiert. Der Scheinwiderstand der Schaltung ohne Kondensator beträgt:

$$\underline{Z} = R + j\omega L$$

Nach dem Einfügen des Kondensators C erhält man für den komplexen Leitwert folgenden Ausdruck:

$$\underline{Y} = \frac{1}{R + j\omega L} + \frac{1}{\frac{1}{j\omega C}}$$

$$\underline{Y} = \frac{1}{R + j\omega L} + j\omega C$$

Konjugiert komplexes Erweitern des ersten Bruchs führt zu:

$$\underline{Y} = \frac{1}{R + j\omega L} \cdot \frac{R - j\omega L}{R - j\omega L} + j\omega C$$

$$\underline{Y} = \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} + j\omega C$$

$$\underline{Y} = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} + j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)$$

```

REM Programm zur Anzeige des Zeigerdiagramms in der komplexen Ebene
REM und zur Umrechnung Komponentenform -> Eulerform bzw.
REM Eulerform -> Komponentenform
REM Sprache: GFA-Basic 2.0
GOSUB start
PROCEDURE start
  PRINT AT(5,21); "Komponentenform -> Eulerform ... 1"
  PRINT AT(5,22); "Eulerform -> Komponentenform ... 2"
  PRINT AT(5,24); "Quit ... Q"
z:=INP(2)
GOSUB loeschen(1,355,315,400)
IF z=81 OR z=113
  QUIT
ENDIF
IF z=49
  GOSUB kompeuler
ENDIF
IF z=50
  GOSUB eulerkomp
ENDIF
GOSUB loeschen(1,355,315,400)
GOSUB start
RETURN
PROCEDURE kompeuler
  PRINT AT(5,21); "Bitte eingeben: Realteil, Imaginärteil "
  INPUT "Realteil ";re
  INPUT "Imaginärteil ";im
  IF re=0
    re=1.0E-100
  ENDIF
  be=SQR(re^2+im^2)
  wi=ATN(im/re)*180/PI
  GOSUB ausgabe
RETURN
PROCEDURE eulerkomp
  PRINT AT(5,21); "Bitte eingeben: Betrag, Winkel "
  INPUT "Betrag ";be
  INPUT "Winkel ";wi
  im=SIN(wi*PI/180)*be
  re=COS(wi*PI/180)*be
  GOSUB ausgabe
RETURN
PROCEDURE ausgabe
  GOSUB loeschen(0,250,0,100)
  re=INT(re*10000)/10000
  im=INT(im*10000)/10000
  be=INT(be*10000)/10000
  wi=INT(wi*10000)/10000
  PRINT AT(5,4); "Z = ";re;" + j";im
  PRINT AT(5,6); "Z = ";be;" * e^j";wi;CHR$(248)
  GOSUB komplexeebene
  GOSUB zeiger
RETURN
PROCEDURE komplexeebene
  mx=410
  my=200
  gr=100
  GOSUB loeschen(mx-gr*1.2,mx+gr*1.2,my-gr*1.2,my+gr*1.2)
  DEFLINE 1,3,2,2
  DRAW mx,my TO mx-gr*1.2,my
  DRAW mx,my TO mx+gr*1.2,my
  DRAW mx,my TO mx,my-gr*1.2
  DRAW mx,my TO mx,my+gr*1.2
  DEFTEXT 1,0,0,5
  TEXT 500,210,"reelle Achse"
  DEFTEXT 1,0,900,5
  TEXT 392,125,"imaginäre Achse"
RETURN
PROCEDURE zeiger
  IF ABS(re)>ABS(im)
    norm=ABS(gr/re)
  ELSE
    norm=ABS(gr/im)
  ENDIF
  px=norm*re
  py=norm*im
  DEFLINE 1,3,0,1
  DRAW mx,my TO px+mx,-py+my
  DRAW mx,my TO mx,-py+my
  DRAW mx,my TO px+mx,-py+my
  DEFLINE 1,1,0,0
  DRAW px+mx,my TO px+mx,-py+my TO mx,-py+my
RETURN
PROCEDURE loeschen(plx,p2x,ply,p2y)
  COLOR 0
  FOR j=ply TO p2y
    DRAW px,j TO p2x,j
  NEXT j
  COLOR 1
RETURN

```

GFA-BASIC-Programm zum Umrechnen komplexer Zahlen von der Eulerschen Form in die Komponentenform und umgekehrt.

Für den Fall einer idealen Kompensation gilt, daß sich die imaginären Komponenten aufheben, ihre Differenz somit null beträgt. Folglich gilt dann die Forderung:

$$\omega C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Nach dem Kürzen dieses Bruchs erhält man unmittelbar den Wert des erforderlichen Kompensationskondensators, der zum Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ führt:

$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Nicht nur im Bereich der Energietechnik, sondern auch für die Nachrichtentechnik ist diese Rechnung relevant. In vielen Fällen liefern die in der Nachrichtentechnik üblichen Signalquellen nämlich nur sehr kleine Leistungen, oder die Dämpfung von der Signalquelle zur Signalsenke ist derart groß, daß nur noch wenig Leistung beim Empfänger zur Verfügung steht. In beiden Fällen ist es unbedingt erforderlich, daß der Innenwiderstand der Signalquelle dem Innenwiderstand der Senke gleicht. Nur dann kommt die maximale Signalleistung an der Senke an. Die Leistungsanpassung kann man in der Nachrichtentechnik mit Hilfe der Resonanztransformation durchführen – dieses Gebiet soll Thema der nächsten Folge sein.

Ein kleines Computerprogramm schließt auch diese Folge ab, und zwar ein Programm zur Umrechnung der Komponentendarstellung einer komplexen Zahl in die Eulersche Form und umgekehrt. In Folge 19 wurde bereits ein dementsprechendes Taschenrechner-Programm angegeben. Hier folgt nun eine komfortablere Variante in GFA-BASIC, die zudem das zugehörige Zeigerdiagramm ausgibt.

Bauelemente IC-Applikationen Schaltungstechnik — komplett!



AUDIO und
NIEDERFREQUENZ

Ein Buch von ELRAD

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



Verlag

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

ELEKTRONIK

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

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

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



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



Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal + Versand * Tel. 02135-22064



Asterlager Str. 94a
4100 Duisburg-Rheinhausen
Telefon 0 21 35/6 33 33
Telefax 0 28 42/4 26 84

Elektronische Bauelemente, Computerzubehör, Bausätze,
Lautsprecher, Funkgeräte, Antennen, Fernsehersatzteile



4100 Duisburg Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoß links
Tel. (02 03) 31 08 29

Essen



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



ELECTRONIC HANDELS GMBH

5800 Hagen 1
Elberfelder Straße 89
Tel.: 0 23 31/2 14 08

Hamburg



2000 Hamburg 1

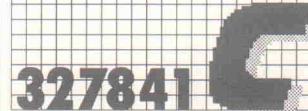
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
☎ 0 40/33 03 96



291721

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Hannover



327841

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

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

Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
0 9622/30-111

Neue Bücher



Entwurf und Herstellung gedruckter Schaltungen

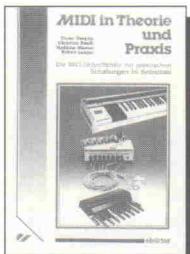
Jeder, der mit praktischer Elektronik zu tun hat, steht früher oder später vor dem Problem: Woher bekomme ich die Platine für die anvisierte Schaltung? In diesem Buch erfahren Sie alle Einzelheiten der Platinenherstellung. Sie finden leicht umzusetzende Bauanleitungen für Leuchttisch, Belichtungsgerät und Schaumätzanlage, die Ihnen professionelles Arbeiten bei vertretbarem finanziellen Einsatz ermöglichen. Mit diesem Buch sind Sie auch den schwierigsten Fällen der Leiterplattenherstellung gewachsen.

199 Seiten, 14 x 21 cm, DM 34,80, ISBN 3-921608-74-0

MIDI in Theorie und Praxis

Das Buch gibt einen umfassenden Überblick der MIDI-Schnittstelle: Hard- und Software, das MIDI-Datenformat, alle Betriebsarten, Befehle und Daten. Der Praxisteil "Hardware" stellt erprobter Schaltungen vor, beispielsweise MIDI-Keyboard, MIDI-In-Nachrüstungen, MIDI-Out-Nachrüstungen, MIDI-Basspedale, MIDI-Controller, Drum-to-MIDI-Interface usw. Den Selbstbau der vorgestellten Schaltungen erleichtert eine ausführliche Dokumentation sowie Schaltpläne, Platinenlayouts und Bestückungspläne. Zu allen Schaltungen sind Leiterplatten, Bausätze, Software (EPROMs) und auch Fertigmodule erhältlich.

294 Seiten, 17 x 23,5 cm, Hardcover, DM 59,-, ISBN 3-921608-86-4



Elektronische Schaltungen verbessern Ihre Stereoanlage Buch 1 u. 2

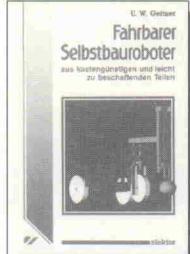
Nichts ist so gut, daß man es nicht noch besser machen könnte. Dies gilt auch für Stereoanlagen und Zubehör. In diesen beiden Büchern finden Sie interessante und nützliche Schaltungen und Hinweise zu allen Teilen Ihrer Stereoanlage. Neben ausführlichen Bauanleitungen, zum Teil mit Platinenlayout, werden auch die akustischen und elektrischen Grundlagen beschrieben, so daß auch unerfahrene Nachbauer zum Ziel kommen.

Buch 1
223 Seiten, 14 x 21 cm, DM 24,80, ISBN 3-921608-89-9
Buch 2
223 Seiten, 14 x 21 cm, DM 24,80, ISBN 3-921608-90-2

Fahrbarer Selbstbauroboter aus kostengünstigen und leicht zu beschaffenden Teilen

Wer ein spannendes Selbstbau-Abenteuer erleben will, kommt mit diesem Buch auf seine Kosten - ohne ausschweifende theoretische Erörterungen, ohne langatmige Lektüre und ohne großen Kostenaufwand. Sie lernen spielerisch, wie Roboter funktionieren. Alles wird selbstgebaut, angefangen mit der Mechanik bis hin zum Gehirn des Roboters. Alle Bauteile - insbesondere die mechanischen Bauteile - sind leicht erhältlich.

200 Seiten, 17 x 23,5 cm, Hardcover, DM 48,-, ISBN 3-921608-82-1



Schatzsuche mit Metalldetektoren Technik - Selbstbau - Geländeinsatz

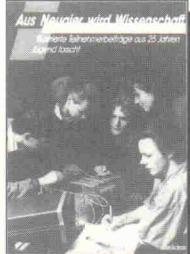
Dieses Buch enthält alles Wissenswerte zum faszinierenden Hobby "Schatzsuche", das von Amerika kommt und auch bei uns immer mehr begeisterte Freunde findet. In diesem Buch lernen Sie die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Metallsuchgeräte kennen und erfahren, welche Gerätearten sich für welche Einsatzgebiete eignen. Selbermacher finden in diesem Buch nachbaufertige Schaltungen. Die vielen Tips und Tricks machen dieses Buch für Anfänger und "Profis" gleichermaßen geeignet.

231 Seiten, 14 x 21 cm, DM 29,80, ISBN 3-921608-81-3

Aus Neugier wird Wissenschaft Illustrierte Teilnehmerbeiträge aus 25 Jahren Jugend forscht

"Einstieg in die Forschung" ist das Thema dieses Buches. Es werden Beiträge junger Forscherinnen und Forscher vorgestellt, die an dem Wettbewerb der bekannten Stiftung "Jugend forscht" teilgenommen haben. In diesem Jahr feiert die Stiftung "Jugend forscht" das 25-jährige Jubiläum. Da die Beiträge aus dieser Zeitspanne ausgewählt wurden, ist dieses Buch gleichzeitig eine Chronik des Wettbewerbs. Mit einem Vorwort von Forschungsminister Dr. Heinz Riemerhuber

240 Seiten, 14 x 21 cm, DM 19,80, ISBN 3-921608-91-0



Elektor Verlag, Süsterfeldstr. 25, 5100 Aachen
Telefon 0241-81077, Telex 8329371 elekd, Fax 0241-872850

elektor erhältlich im Buch- und Fachhandel



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
S097-568S	µPegelschreiber	9/87	Disquette/Schneider + Dokumentation
S117-598S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Disquette/Schneider + Dokumentation
S018-616A	EPROMmer	1/88	Disquette/Atari (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Edithieren, String suchen, Gem-Oberfläche)
S018-616M	EPROMmer	1/88	Disquette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)
S128-684M	Maßnahme	11/88	Disquette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)
S029-598A	ELISE	1/89	Disquette/Atari mit Update aus 1/90
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Disquette/Atari
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	MS-DOS/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogramm (Source); Terminalprogr. (Source); Diskette/Atari
S099-746A	Display-Treiber	9/89	MS-DOS/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogramm (Source); Terminalprogr. (Source); Diskette/Atari
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	MS-DOS/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogramm (Source); Terminalprogr. (Source); Diskette/Atari Erfassungs- und Auswerteprogramm
S119-766M	U/D/A Wandlervariable	11/89	MS-DOS/MS-DOS Meßwert erfassung (Source)
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	MS-DOS/MS-DOS Meßwert erfassung (Source)
S129-772C	UMA - C64	12/89	MS-DOS/MS-DOS Meßwert erfassung (Source)
S010-782A	SESAM	1/90	MS-DOS/MS-DOS Entwicklungssystem
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	MS-DOS/MS-DOS Betriebssystem (Source)

ELRAD - Programmierbare Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	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 rückadresierten Freiumschlages.

Hygrometer	1/87	
MIDI-TO-DRUM	5/87	
D.A.M.E.	6/87	
µPegelschreiber	9/87	
E.M.M.A.	3/88	.Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung
E.M.M.A.	4/88	DCF-Uhr
MIDI-Monitor	5/88	Betriebssystem
Frequenz-Shifter	5/88	Sin/Cos-Generator
Printerface	7-8/88	Leuchtschrift
E.M.M.A.	9/88	IEC-Konverter
ELISE	1/89	Betriebssystem mit Update aus 1/90
DSP	3/89	Controller
Grafisches Display	9/89	PROM Typ 1 (kleine Ausf.)
Grafisches Display	10/89	PROM Typ 2 (große Ausf.)
Midi Master/Controller	11/89	siehe Paketangebot Platinenanzeige
Leuchtschrift	12/89	Betriebssystem
SESAM	1/90	Bootprogramm
HAL.L.O.	9/90	Sender
HAL.L.O.	9/90	Empfänger
TV-TUNER	9/90	Controller

25,- DM je EPROM

PAL	Preis
Autotimeranlage	5/88
SESAM - System	11/89
SESAM - Interface	12/89
SESAM - AD	3/90
MIDI-Factory	11/90

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

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis.

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilenthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80.

MONACOR-Jubiläumskatalog 90/91! Noch zu haben ist er, der neue 540 Seiten starke MONACOR-Katalog gegen DM 20,— (Schein; 15,— Schutzgeb./5,— Gutschrift) mit Angeboten von A wie Audio bis Z wie Zange. Gratis gibt's die El.-Liste m. IC's, Trans. etc. REKON, PF. 15 33, 7880 Bad Säckingen.

Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ/Innen Ø/Außen Ø: Typ A/0.6, 0.8, Typ B/0.8/1.0, C/1.1/1.5 1000 St. 32 DM. Hartmetallbohrer 3x38 mm: 0.5, 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. PLCC-Socket (28...84pol) jew. 4 DM.

AN- UND VERKAUF von elektronischen Bauteilen 1. Wahl aus Auflösungen u. Restposten. **SUPERPREISE** für Sortimente, Aktive u. Passive Bauteile- großes Bausatzprogramm. Liste Gratis-Bausatzkatalog 5,— DM in Brfm. DJ-Electronic, Abt. 5213, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg.

NEU • Jetzt auch im Rhein-Siegkreis • NEU Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (**kurzfristig**). Bestücken u. Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel. 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr.

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51.

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless**. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97.

Platinenfertigung, R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23, Fax: 0 80 41/88 24.

**** GENERALÜBERHOLTE MESSGERÄTE **** Oszilloscope, Pulsgen., Farbgen., Multimeter, etc. K. KROL, Tel. 0 57 31/4 01 75 ab 16.30 h.

Elektroniker übernimmt **Entwicklungsarbeiten**. Tel. 0 40/56 47 51.

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Tel. 0 95 45/75 23, Fax: 56 68 Fa.

ALPS Motorpoti (Stereo) 100 K DM 40,— gegen Scheck o. bar, Nachnahme + 7,50 DM. MFW-Electronic GmbH, 8551 Weilenohe, Telefon: 0 91 92/15 17.

LAYOUTERSTELLUNG PHOTOLOTS (GERBER-DATEN), INFO tgl. ab 18.00 UHR, KME 0 29 71/5 98 in 5948 ALTENILPE, DIPL.-ING. U. KIRCHFELD.

Gelegenheit für Wetterfrösche. 1 ELO-Wetterstation (Bausatz DM 1000,—) für nur DM 490,— fertig zu kaufen. Selbstabholer bitte Tel.: Celle, 0 51 41/5 17 82 ab 19 Uhr.

LAGERAUSVERKAUF Restposten von: DC/DC Modulen, DC/DC Wandlern, primärgetakteten Netzgeräten, USV-Anlagen. **SUPERGÜNSTIG ABZUGEBEN** 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.

HOBBYAUFLÖSUNG div. Messg. abzug.: Oszis Hameg HM512, 2x20 MHz, 600,— Tektronix speicher, 2x10 MHz, 2mV, 1400,— Siemens 2Kanal m. Wagen 700,— sowie GM-, Frequ.zähler, Multimeter, Generatoren usw. Liste m. Daten u. Abb. geg. DM 1,50 RP bei T. Schubert, Langasse 12, 7860 Schopfheim, Tel. 0 76 22/20 04, Sa. + So.

Gelegenheitsliste kostenlos Computer/Musik/Video Basteleien. A.H. Roestel, Hettnerweg 11A, 1000 Bln. 20.

ENDLICH ORIGINAL FX850P STECKER 2x15 POL MINI D-SUB 25 DM. INNOVATION LAB, 7815 KIRCHZARTEN.

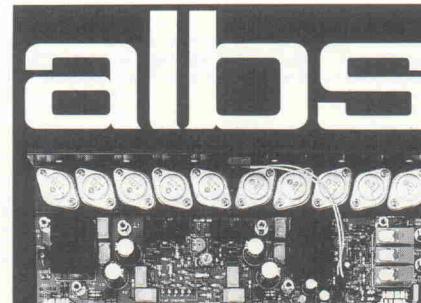
Röhren KT88 100,—, E83CC u. 88 à 30,—, Liste g. Porto: Dieffenbacher, Im Gründchen 16, 6384 Schmitten 8, 20 alte Meßgeräte mit Röhren z.B. HP NF-Generatoren 200,—.

SUCHE PREISGÜNSTIGES 2-KANAL-OSZILLOSKOP AB 20 MHZ UND GUTES LAYOUTPROGRAMM. TEL.: 0 59 43/7 29.

PROFI OSZILLOSKOPE 20 MHZ/40 MHZ/60 MHZ + HC5602 20 MHZ 2 KANAL READ-OUT DM 1198,—, HC5604 40 MHZ 2 KANAL READ-OUT DM 1498,—, 2. Zeitbasis, stufenloses Delay HC 5506 **60 MHZ 3 KANAL Sweep Time** min. 5ns, stufenloses Delay, 2. Zeitbasis, DM 1938,—, FREQUENZZÄHLER 1GHz DM 399,—. Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 0 731/38 76 69, Händleranfragen gegen Gewerbe-nachweis.

PLATINENFILME nach Ihren Vorlagen erstellt preiswert: H. Schilling, Willbecker Str. 67, 4006 Erkrath, Tel.: 0 21 04/4 45 56.

PAY-TV Decoder ab DM 49,— als Bausatz oder Fertigerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen. Tel.: 0 91 92/17 77.



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 unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

- DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus
- DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker
- DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker
- Aktive Frequenzweichen – variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb
- Netzteil-Blöcke von 40000-440000 µF und Einzelklos von 4700-70000 µF
- Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA
- Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz
- Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten
- ALPS-High-Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ... u. v. a.
- Ausführliche Infos DM 10,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 0 70 41/27 47 · Fax 0 70 41/8 38 50

ELRAD-DATENBANK mit dem professionellen Recherchesystem „**FUNDUS**“. Umfangreiche Ver-schlagwortung, Infotexte, mit Berücksichtigung von Ergänzungen u. Berichtigungen. Versch. Sortier- u. Druckoptionen usw. Für MS-DOS PC (mind. 512 KB u. HD). * Kompatible Datenbanken auch für: c't, ELEKTOR, DOS International, mc, Chip und Computer Persönlich * Preise: DM 19,80 für Inhaltsregister 1990 (incl. Recherchesystem), jeder weitere Jahr-gang je DM 9,90 per NN od. Verr.Scheck zzgl. Ver-sandpausch. DM 5,00 * DEMO gegen DM 5,00 Schutzgebühr * VTS, * Postfach 30 55 83, * 2000 Hamburg 36, Tel. 0 40/41 81 24 oder Fax. 0 40/45 38 73.

PORTABEL-XT TYP PC 200 (SINCLAIR/AMSTRAD), IBM-komp., 512 kByte, 4/8 MHz, Floppy 3,5"/720 kByte, für nur DM 682,—! Vers. per NN. Lfg. nur sol. Vorr.! Info gratis. Außerdem führen wir die gesamte GRANDOR-Computer-Palette; Info ggn. DM 2,— in Briefm. T.S. TRONIX (B. Thiel), Postfach 22 44, 3550 Marburg.

Lautsprecher, PA-Boxen, PA's, Scheinwerfer f. Bühne u. Disco, Steuergeräte, Discozubehör... Preisliste gg. 2,— in Briefm. bei Musik & Lichtanlagen, Wengersteige 31, 7038 Holzgerlingen.

Zum Löftste eindrücken jetzt das neue Werkzeug nur DM 56,50. Für Hohlnielen (zum Durchkontaktier.) das Niel-Set DM 25,50. W. Schmidt, Wohltbergstr. 18, 3180 Wolfsburg 1, Tel. 0 53 61/3 51 68.

***** Das SORTIMENT ***** 10 Reed Relais 5V/Dil-Gehäuse/Schließer 20 Gleichr. B80C1500 + 10 Elkos 1000/25V 25 Transist. 2N3904 + 10 Reed Schalter ! alles zusammen nur 40 DM !! Rau, Lenenweg 36, 4154 TÖNISVORST 1, Tel.: 0 21 51/79 74 47, Fax.: 0 21 51/79 02 14.

Elektronikauteile, Bausätze, Meßgeräte wegen Hobbyaufgabe billigst zu verkaufen. Umfangr. Liste gegen DM 2,— in Briefm. von H. Hörrer, Erlanger Str. 21, 8551 Röttenbach.

Hobbyaufgabe 12xEL 34, 4xECC81, Gehäuse für PPF Endstufe Elrad 12/88, 19" Gehäuse + 2 vergoldet 24 Stufenschalter, 2 Zählrohre GMZ Valvo, div. MP-Kondens + Luftdrosseln für High End Weiche, Lautsprecher 4 TT, 2 MT + 2 HT. VB, 0 30/6 06 29 14.

Layout-Erstellung vom Schaltbild zu Tiefpreisen. Lieferumfang: Filme, Komplette Dokumentation, HPG-L, Photoplotter, DXF- und Bohrdaten - Files, auf Wunsch auch Platine oder Prototyp. Ausführliche Unterlagen bei: Lürben Electronic, H.-Berlenbach-Str. 5, 6255 Dornburg 4, Tel. 0 64 36/71 19.

NEU! Jubiläumsausgabe des 540 Seiten starken MONACOR-Katalogs. Er enthält alles für Musiker und Techniker. Für 20 DM (10 DM Schutzgeb., 8 DM Katalog, 2 DM Preisliste) bei Musik- & Lichtanlagen, Wengersteige 31, 7038 Holzgerlingen.

WER VERSCHENKT ODER VERKAUFT BILLIG ELRAD-MAGAZINE VOR 4/88! TEL. 0 83 20/4 44 ab 17.00.

Labor-Leiterpl.-Bohrm. mit Optik u. Schablonen-Bohr-einrichtung preiswert abzugeben. Fa. Bauer-Elektronik. Tel. 0 68 51/7 03 66.

DECODER TELECLUB f. KABEL TV (EXPORT) DM 190,— PER NN, AUCH BAUSATZ. INFO: Tel. 04 31/52 03 53, D. WAGNER, 2300 KIEL, NARVIKSTR. 85.

Multimeter mit RS-232 Schnittstelle: XARUBA 3487 Handheld nur 329 DM, XARUBA 7130 Labormultimeter (Test in Elrad 8/90) nur 849 DM. Beide Geräte 3 3/4 stelliges Großdisplay, Auto-Ranging, True-RMS, Kabel & PC-Software, 7130 zus. Mathe-matikfunktionen. Gratisinfo anfordern bei: Lürben Electronic, H.-Berlenbach-Str. 5, 6255 Dornburg 4, Tel. 0 64 36/71 19.

Sonderangebot!!! Kabel für Lautsprecher, Meßleitungen, Steuerkabel, Koaxkabel für TV und Funk, Akkus, Ladegeräte und Meßgeräte. Kostenlose Preisliste anfordern. Oberhauser Elektronik, Tel.: 0 82 52/71 01, Hörzhauser Str. 4, 8899 Peutenhausen.

PROGRAMMIEREN IM ASSEMBLER, 8051, 8052, 8053... Fertige, schnelle u. professionelle Routinen m. Beschreibung zur sofort. Erstellung eigen. Programme. Bibliothek + Monitor für MS-DOS nur DM 199,— RIHA, Postfach 1620, 8950 Kaufbeuren, Tel. 0 83 42/45 79.



VIERBANDEMMPFANG
DIGITALER SATELLITENRUNDFUNK
von KOPERNIKUS, TELECOM, TV-SAT...
DIGITALE VIDEOFILTER
Großbildvideoprojektoren bis 6 m
Dipl.-Ing. (FH) J. Müller, D-7314 Wernau
Panoramastr. 17, Tel.: 0 71 53/3 26 42, Fax 3 95 83



Preis:
68 DM
537 ö.S.



Preis:
28 DM
221 ö.S.



Preis:
28 DM
221 ö.S.



Preis:
58 DM
459 ö.S.

Anzeigenschluß für
ELRAD 2/91
ist am 13. Dezember 1990

Vier kompetente Bücher zum Thema
Kommunikationstechnik.

Kriebel Verlag

Angerweg 14, D-8913 Schondorf, Tel. 0 81 92/6 44
Vertrieb in Österreich:
Erb-Verlag Ges.m.b.H & Co. KG,
Amerlingstraße 1, A-1061 Wien,
Tel. 02 22/5 87 05 25.

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 11/89 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 6104 07, 3000 Hannover 61

AUSZUG AUS UNSERER PREISLISTE

AZ11	10,55	ECC83	5,65	EF91	6,84	EM87	11,63	UBF89	3,94	5V3GT	8,21
AZ12	10,55	ECC85	4,11	EF93	5,13	EY500A	11,86	UCC85	4,17	6V6GC	12,37
AZ41	8,38	ECC88	5,70	EF94	5,19	EZ11	8,95	UCH81	4,34	6V6GT	8,84
DF91	5,13	ECC88	7,41	EF98	5,19	EZ80	5,25	UF89	8,78	6550	61,56
DF96	5,25	ECC91	4,11	EF183	3,88	EZ81	5,65	UL84	8,33	7025	9,69
DL96	5,82	ECH81	4,34	EF184	3,88	GY501	7,95	UY85	6,61	9734A	159,60
DY802	3,42	ECH84	3,71	EK90	5,53	GZ34	12,65	RÖHREN-FASSENUNGEN			
EAA91	3,03	ECL80	3,99	EL11	21,09	PCCB8	5,76	für Schraubbefestigung			
EABC80	3,94	ECL82	4,91	EL12	13,85	PCFB02	5,25	Miniaturopartier			
EAF42	6,84	ECL84	5,48	EL34	12,32	PCL805	6,73	Miniaturopartier			
EBC91	5,13	ECL85	5,36	EL84	4,79	PF66	9,69	Oktal-Preßstoff			
EBF80	3,94	ECL86	5,13	EL86	5,12	PL95	6,33	Noval-Partier			
EFB89	3,94	EF41	12,77	EL95	5,36	PL508	8,67	Noval-Preßstoff			
EC86	4,56	EF80	3,88	EL508	21,09	PL519	22,23	Noval-Preßstoff, m. Abschirmkrag.			
EC88	5,59	EF83	10,26	EL519	22,23	PL805	21,09	für Printmontage			
EC92	17,10	EF85	3,65	ELL80/E	37,62	PY88	3,65	Miniaturopartier			
ECC81	5,88	EF86	6,27	EM80	6,79	PY500A	10,83	Noval-Preßstoff			
ECC82	3,71	EF89	5,13	EM84	5,62	UABC80	3,94	Magnoval-Keramik			

Spezielle Röhren auf Anfrage!

Auch weitere Röhren-Typen preiswert lieferbar!

Lieferung per Nachnahme ab Lager Nürnberg. Inlands-Bestellungen über DM 150,— porto- und spesenfrei. Zwischenverkauf vorbehalten. Bitte fordern Sie unsere komplette PREISLISTE an!

BTB ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH

Knauerstraße 8, 8500 Nürnberg 70,

Telefon 09 11/28 85 85, Telefax 09 11/28 91 91

Geschäftszeiten: Mo.–Fr. 8.30–17.00 Uhr. Nach Geschäftsschluß: Automatischer Anrufliebantworter

Platinen / Bausätze / aktive und passive Bauteile

Eirad Bausätze

	BTS	PL
Limitter / Compressor	99,60 DM	19,25 DM
600 Watt PA Verstärker	824,00 DM	46,60 DM
Rauschverminderer	284,35 DM	63,80 DM
Endstufe bipolar / MJ 15003/04	69,50 DM	15,25 DM
Endstufe bipolar / 2N 3055 / MJE	55,50 DM	15,25 DM

Eirad Bausätze

	BTS	PL
Audio-Analyser	99,95 DM	50,70 DM
180 Watt Mosfet Mono-Block	89,95 DM	17,60 DM
dite Netzteil/Kühlk./Ringkernt.	175,50 DM	
Vorgesetzter (neu)	178,50 DM	19,95 DM
PLL Frequenz-Synthesizer	9,40 DM	

Unser ausführlicher Katalog über lieferbare Eirad Platinen und Bausatzesätze von 1978 bis 1990 legen wir jeder Bestellung kostenlos bei.

Ehrensache

Natürlich liefern wir Ihnen auch spezielle Bauteile aus Eirad Bausätzen einzeln. Kostenlos anfordern können Sie: Unsere Eirad Bausatz-/Platinen-Liste, unsere Top-Halbleiter-Liste mit über 2000 Typen.

Service-Center H. Eggemann
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13

Telefon: 0 54 67/2 41
Telefax: 0 54 67/12 83
BTX: 0 54 67/2 41

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder per Abbuchung.
Kein Mindestbestellwert.

● 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 Eirad 12/88 und 1/89)



Komplettbausatz
ohne Gehäuse
mit 6550 A DM 1300,—
Original-Netztrafo
NTR-11 A
DM 145,—
Original-Ausgangsübertrager
A-165 S... DM 245,—

HIFI-Bausätze
HIFI-Verstärker mit Halbleiterbestückung
High-End-Line-Verstärker, 4 Eingänge
High-End-Vorverstärker mit Entzerrereingang, Tonband-Aufnahmegerüst
vorbereitet für Moving-Coil-Überträge
Platine dazu
High-End-Endstufe „Black Devil“ 50–75 W
Netztrafo dazu Mono DM 112,— Stereo DM 132,—
Netztrafo dazu NTT-2 für 2x50 W
für 2x75 W

HIFI-Bausätze

Originalplatten bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.
Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern. Prospekt MPAS über EXPRESSION ist erhältlich. Preis DM 10,-. Überweisung an Postfach 2056 Stuttgart 70-79-702. Bitte angeben ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

EXPERIENCE electronics Inh. Gerhard Haas
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 73 24/53 18

Geschäftszeiten
Montag bis Donnerstag
Freitag

9.00 bis 16.00 Uhr

9.00 bis 14.00 Uhr

BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente
Audio- und Video-Produkte

Ringkerntransformatoren

	Mos-Fet	HITACHI
120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt	52,80 DM	2 SJ 49 10,50 DM
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	62,80 DM	2 SJ 50 10,50 DM
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	66,80 DM	2 SK 134 10,50 DM
330 VA 2x12/15/18/30 Volt	72,80 DM	2 SK 135 10,50 DM
450 VA 2x12/15/18/30 Volt	94,80 DM	ca. 4000 weitere Japan-Typen sind auf Anfrage lieferbar
500 VA 2x12/30/36/42/48/54/56 Volt	107,50 DM	
560 VA 2x56 Volt	120,80 DM	
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,80 DM	Sonderliste 1/90 für elektr. Bautelle kostenlos anfordern Tel. 0 63 21/3 00 88
1100 VA 2x50/60 Volt	187,00 DM	

19"-Gehäuse

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM
Stahlblech 1,2 mm, Farbe: sw Front: ALU 4 mm, 1HE—6HE	100/110V 24,50 DM

Elkos

10000µF	70/ 80V	16,50 DM
10000µF	80/ 90V	17,00 DM
12500µF	70/ 80V	17,50 DM
12500µF	80/ 90V	18,00 DM
12500µF	100/110V	24,50 DM
Becher-Elko mit M8 Zentralbefestigung/Kontaktbrücke		
Abmessungen: 105 x 45 mm		
Andere Typen auf Anfrage		

NKO

220 Volt:	
80x80x25	21,50
80x80x38	22,00
92x92x25	22,00
120erx38	19,81
12 Volt:	
80x80x25	16,50
92x92x25	17,50
120erx38	25,50

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31–33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 0 63 21/3 00 88 · Fax 0 63 21/3 00 89

A/D Wandler für RS 232

12 Bit A/D Wandler mit 8 Eingängen
+ 2 I/O 1 x 8 Bit Eingang und
1 x 8 Bit Ausgang mit Programm-
beispielen auf Diskette.
Preis 199,-
Gehäuse 56,-
Netzteil 39,-
Anschlußkabel 2 Meter 38,-
Anschlußkabel je weiterer
Meter 2,-

Info kostenlos

Manfred Ernst u. Bernd Peters
System & Meßtechnik GbR.
Tel. 0461/25255
2398 Harrislee Steinkamp 29

Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt. Info-Mappe kostenlos durch

Fernschule Bremen Abt. 7 - 12
Postfach 34 70 26 · 2800 Bremen 34
0421/49 00 19/10

TELECOMSYSTEME



Hausteleszentralen,
Nebenstellenanlagen
(nur für Export),
Türsprechanlagen,
Telefone und Zubehör.
- Katalog anfordern!

KEIL
ELEKTRONIK

8011 Grasbrunn
Bretonischer Ring 15
Tel.: (0 89) 46 50 57
Fax: (0 89) 46 81 62

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren
von Leiterplatten

Schaft: 1/8" = 3,2 mm
Länge: 1 1/2" = 38 mm
Schneidegeometrie: 130Grad
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 Rückversand.

Computerwerbung **Mac Goof**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der bes-
seren Computerwelt

ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth

Ostendorfstraße 15 D - 8861 Holzheim
Telefon: 08276 - 1818 Fax: 08276 - 1508
Telex: 53 865

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	99
Altgelt Elektronik, Bendorf	75
Andy's Funkladen, Bremen	61
Bauer-Elektronik, St. Wendel	40
BENKLER-ELEKTRONIK, Neustadt/Weinstr.	100
Bitzer, Schorndorf	37
Boddin, Hildesheim	8
BTB, Nürnberg	100
btv, Hannover	6
Bungard-Elektronik, Windeck	2
CadSoft Computer, Pleiskirchen	65
Connection design, Pforzheim	37, 39
Datapro, Fürstenfeldbruck	7
Diesselhorst, Minden	75
Distekamp, Kaisersl.-Mörl	61
Doepfer, Gräfelfing	21
DRAU Electronic, Villach-A	39
Eggemann, Neuenkirchen	100
Electronic am Wall, Dortmund	82
Electronic Life, Braunschweig	88, 89, 90, 91
Elektor Verlag, Aachen	87, 97
Elektronik Laden, Detmold	6
elpro, Ober-Ramstadt	55
eMedia, Hannover	58, 64, 97
Engelmann & Schrader, Hildesheim	41
Ernst u. Peters, Harrislee	101
es Baur & Ruff, Mössingen	10
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	100

Fernschule Bremen, Bremen	101
Funktechnik-Umbach, Göttingen	6
gn electronics, Weissach-Flacht	6
Goldammer, Wolfsburg	82
Hados, Bruchsal	82
heho, Biberach	37
Hofmann, Salzgitter	37
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	9
HPE, Grassau	40
icomatic/Rodenbeck, Hövelhof	6
Inter-Mercador, Bremen	57
Isert, Eiterfeld	103
iSYSTEM, Dachau	104
KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn	101
KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen	40
Knechtges, Morsbach	6
Köster, Albershausen	47
Kosiol, Bad Homburg	38
Kriebel, Schorndorf	100
LEHMANN-electronic , Mannheim	40
LLV Grimm, Niederkassel	75
LSV, Hamburg	13
Mayer, Heimertingen	82
Metec, Hermannsburg	6
Meyer, Baden-Baden	57
MIRA, Nürnberg	40
MPK, Marek Petrik, Marburg	39
Müller, Wernau	100

Müter, Oer-Erkenschwick	75
Optronics, Oberkochen	82
POP, Erkrath	8
QUICK-OHM, Wuppertal	13
Reichelt, Wilhelmshaven	14, 15
Rohlederer, Nürnberg	75
SALHÖFER, Kulmbach	40
Silzner, Baden-Baden	13
Simons, Bedburg	61, 82
Späth, Holzheim	101
Tektronix, Köln	19
Tennert, Weinstadt-Endersbach	12
Thomatonik, Rüsselsheim	41
UM-Elektronik, Büdelsdorf	41
VHF, Böblingen	47
Visaton, Haan	85
Völkel's Fernsehladen, Bayreuth	41
WM-Electronic, Laupheim	12
WSCAD electronic, Bergkirchen	10
WSG Elektronik, Friedland	39
Zeck Music, Waldkirch	55
Ziegler, Saarbrücken	38

Der Abo-Auflage dieser Ausgabe liegt eine Beilage
der Firma Bühler Elektronik bei.

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/5352-0
Telefax: 0511/53 52-1 29

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

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johanna Knott-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff;
Peter Röbke-Doerr, Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionsssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath,
Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.),
Ben Dietrich Berlin, Christoph Neuhöffer, Dirk Wollschläger
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover
Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

Telefon: 0511/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29

Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gaby Helms, Kirsten Rohrberg

Anzeigen-Auslandsvertretungen:

Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui Centre, East Wing, 66 Mody Road, T.S.T. East, Kowloon, Hong Kong, Tel.: 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 Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990

Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19

3250 Hameln 1, Ruf: (0 51 2) 2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6.80 (65 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 Abzahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn

nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Kundenkonto in der Schweiz:

Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0

Versand und Abonnementsverwaltung:

SAZ marketing services

Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen,

Tel. 0 51 37/13 01 26

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Pavel Moewig KG

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 2 66-0

In den Niederlanden Bestellung über:

de muiderkerk PB 313, 1382 jl Weesp (Jahresabonnement: hfl. 91,-; Studentenabonnement: hfl. 81,-)

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen 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.

Honorierte Arbeiten 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

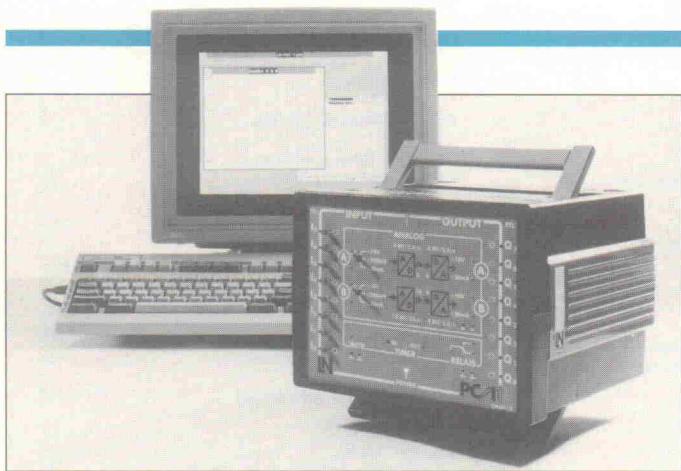
© Copyright 1990 by

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827

Test: Funktionsgeneratoren

Als Signalquelle sind sie im Entwicklungs- und Prüflabor unverzichtbar: Funktionsgeneratoren, die an ihren Ausgängen Signale mit zumeist drei verschiedenen Amplitudenverläufen bereitstellen, und zwar sinus-, rechteck- und dreieckförmig. Der Frequenzbereich reicht dabei von rund 1 Hz bis etwa 1 MHz. Im Test werden Standardgeräte ohne Programmiermöglichkeit der Signalform untersucht. Die meisten von ihnen verfügen aber über eine Sweep- und Wobbelfunktion, so daß diese Generatoren bei Bedarf auch AM- beziehungsweise FM-modulierte Signale abgeben können.



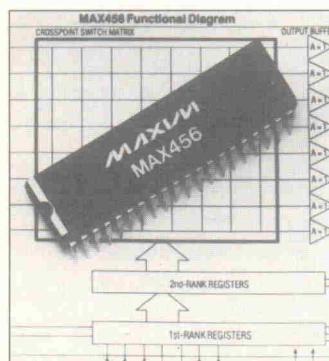
Training mit System

Aus- und Weiterbildung haben Konjunktur. Die neuen Technologien und Techniken, insbesondere die rasche Zunahme der Rechneranwendungen in Meß-, Steuer- und Regeltechnik, sind aber Herausforderungen, die sich mit theoretischen Seminaren alleine, wie unverzichtbar diese auch sein mögen, nicht meistern lassen. Aktuelle,

didaktisch aufgebaute Trainingssysteme schlagen oft nicht nur die Brücke zwischen Theorie und Praxis im Ausbildungsbereich, sondern sind auf die industrielle Anwendung übertragbar.

Elrad hat sich auf dem Trainermarkt umgesehen – nach Standard- und Expertensystemen.

Video-Schaltzentrale



Mit dem Typ MAX 456 stellt Maxim einen neuen Video-Kreuzschienenverteiler mit acht Eingängen und acht Ausgängen in CMOS-Technik vor. Der Schaltkreis enthält eine digital gesteuerte Matrix von 64 T-Schaltern, eine programmierbare Steuerlogik sowie einen Ausgangsverstärker für jeden der acht Ausgangskanäle. Die 3-dB-Bandbreite beträgt (typisch) 35 MHz. Weitere Daten des neuen Video-Bausteins und Applikationsbeispiele in der Rubrik 'Schaltungstechnik'.

Mikro-Endstufe

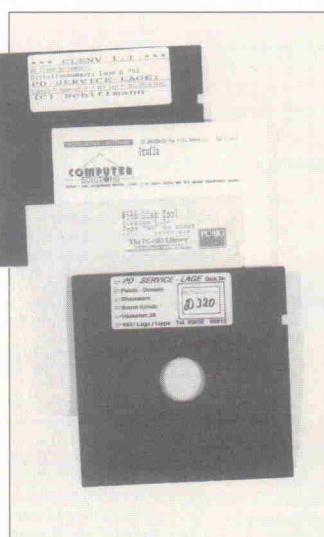
Auf der Grundfläche eines handelsüblichen Nf-Leistungs-ICs läßt sich auch eine diskrete Endstufe mit weitem Betriebsspannungs- und Leistungsbereich unterbringen. Aktivboxen, Westentaschenverstärker – mit diesem Modul sind der 60-W-Klasse nun keine räumlichen Grenzen mehr gesetzt.

Mehr mit Midi

Ataris bieten den Midi-Anschluß – eine sinnvolle Schnittstelle für Musiker, eine offene Frage dagegen für alle anderen User. Das Midi-to-Gate-Interface stellt bis zu 128 Schaltausgänge zur Verfügung. Ob damit ein Midi- oder ein beliebiges Klein- oder Großleistungsgerät geschaltet wird, dürfte sowohl dem Rechner als auch der Schnittstelle gleichgültig sein.

Software für Elektroniker

Im Oktober brachte Elrad eine Marktübersicht für Atari-Besitzer: Publik-Domain-Software, die sich in der Elektronik nützt.



lich macht. So was schafft Nachfrage: Was bietet der Pool dem PC-Besitzer? Im nächsten Heft also die nächste Übersicht: PC-PD.

Dies & Das

Sind Sie High-Tech-Experte?

High-Tech-Experten sind anders. Anders als andere Mitarbeiter. Und daher von den Führungskräften viel schwieriger zu führen. Unternehmensberater haben das festgestellt und, um bei den Unternehmern Problem bewußtsein zu schaffen, ein leserwertes Persönlichkeitsprofil des High-Tech-Experten zu Papier gebracht. 'Um sinnvolle Führungskonzepte anzuwenden, bedarf es einer genauen Kenntnis über die zu führende Zielgruppe.' Auf diese erkenntnisschwangere Einleitung folgt das genaue Zielgruppenprofil.

Testen Sie sich selbst anhand auserwählter Textstellen: Sind Sie ein Auserwählter? Hier Ihre Checkliste:

'High-Tech-Experten sind Wissenschaftler und Künstler zugleich, die in ihrem Aufgabengebiet voll aufgehen, sich gelegentlich dort verlieren und sich nur sehr widerwillig mit der Realität und ihrer Umwelt auseinandersetzen. Ihr Bestreben, alles in Frage zu stellen und auszuprobieren, ist mitverantwortlich dafür, daß die Entwicklungskosten ungeahnte Höhen erreichen.'

'Hinzu kommt, daß seine Loyalität zunächst einmal seinem Fachgebiet gilt und dann erst seinem Brötchengeber. Dabei kann es dann schon einmal passieren, daß Kosten, Markt und Kunden und das Unternehmen, das ihm seine Tätigkeit erst ermöglicht, ins Hintertreffen geraten.'

'Der High-Tech-Experte ist nicht mit den Maßstäben eines 'normalen' Mitarbeiters zu messen. Macht und Geld interessieren ihn – wenn überhaupt – nur zweitrangig.'

Na? Doch wie auch immer Ihr Testergebnis aussieht, Vorsicht ist geboten: Wenn man Sie motivieren will, ohne mehr Geld zu bieten, muß das nicht bedeuten, daß Sie als High-Tech-Experte geführt werden.

isel-Eprom-UV-Löscherät 1 DM 102,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluß
- Löscheschlitz, 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-Löscherät, 2 (o. Abb.) DM 249,-**

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 155 mm, mit Schieberverschluß
- Vier Löscheschlitz, L 85 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 kompl., 3 HE, eloxiert | DM 66,- |
| 19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert | DM 95,50 |

isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger (o. Abb.)

- | | |
|---|---------|
| 10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert | DM 26,- |
| 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert | DM 36,- |
| 19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert | DM 48,- |

**Zubehör für 19-Zoll-Systeme**

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 0,75
2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 1,35
4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 2,25
Führungsstange (Kartenträger)	DM 0,60
Frontplattenschlüsselverschl., mit Griff (Paar)	DM 1,80
Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung	DM 0,70

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profilen, 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 Gummifüßen

**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56,80**

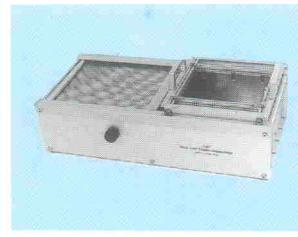
- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schiebbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellbaren Haltefädern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 DM 91,-**

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schiebbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellbaren Haltefädern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 348,-

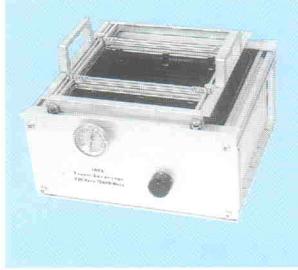
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm
- Schaumfluxer, Flüssmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwelleinheit stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

**isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 45,50**

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Verzinnungs- und Lötanlage DM 454,-

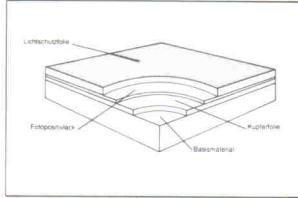
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne mit Edelstahlbeinsatz 235 x 211 x 13 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50–250 Grad
- Lötwaagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

**isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 45,50**

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferschicht-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

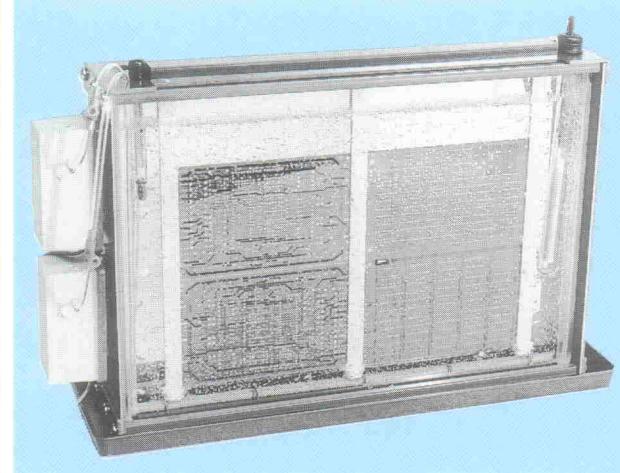
Epoxyd 160x233 DM 8,55 Epoxyd 300x400 DM 27,50

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

isel automation

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
- Aufgawanne, 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
- Aufgawanne, 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



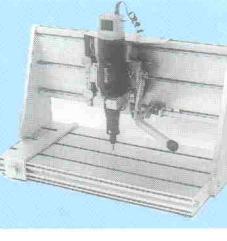
6419

Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150

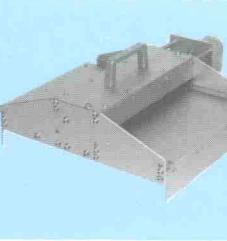
Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,— DM

isel-Bohr- und Fräsergerät DM 340,-

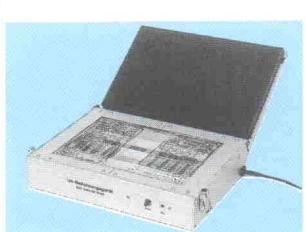
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Präzisionshuber mit 16 verstellbaren Haltefädern
- Verstellbare Seitenanschlag und Tiefeanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 12 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 200–20.000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit

**isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln DM 239,50****isel-Walzen-Verzinnungsaufsatzt für Verzinnungs- u. Lötanlage DM 568,-**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spül- u. Zmaudagswalze, Ø 50, L 190 mm
- Gleichzeitiges Waschen u. Spülen, Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg

**isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 270,50**

- Geräte mit elektronischen Zeitschaltern
- Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
- 4 UV-Leuchtmittelflaschen, 5 W/220 V
- Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

**isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 340,-**

- Geräte mit elektronischen Zeitschaltern
- Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchtmittelflaschen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung DM 1118,-**

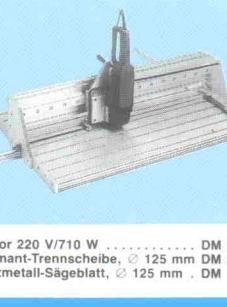
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumzylinder, Ø 250 x 100 mm, mit Schnellbelüftung
- Natriklische 365 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal –0,5 bar
- Acht UV-Leuchtmittelflaschen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteneinteilung 6–90 Sek. und 1–15 Min.

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 906,50**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchtmittelflaschen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

**isel-Präzisions-Handtrennsägenständer DM 698,-**

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 350 x 500 mm
- Verfahrbweg, 600 mm mit isel-Doppelpurhorsch
- Seitenanschlag mit verstellbarem Tiefeanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Option: Diamant-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt

**Motor 220 V/710 W DM 317,50**

- Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 340,-
- Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 80,50

Die umfassende Lösung für Ihr Elektronikdesign

Tango

by ACCEL Technologies

Gesamtkatalog und DEMO-Paket noch heute kostenlos anfordern!

Der Schaltplan-Spezialist

TangoSchematic

- * EMS-Unterstützung bis 32MB
- * DXF- und PostScript-Support
- * Heterogene Bauteile
- * Bibliotheken nach ANSI/IEEE De Morgan und US-Standard

Der PLD -Design-Experte

TangoPLD

- * C-Compiler für PLD-Design mit Sourcelevel-Test
- * PLD unabhängige Logikentwicklung
- * Multi-PLD-Design
- * Simulation und Dokumentation
- * Programmierung

Die Layout-Profis

TangoPCB Plus

- * SMD- und Multilayer-Technik
- * Designtest mit DRC
- * EMS-Unterstützung bis 32MB
- * Gerber-, DXF- und PostScript

TangoRoute Plus

- * Echter Mehrlagen-Router
- * Bis 6 Signallagen plus Power und Ground
- * Routeraster von 10 bis 25 mil
- * EMS-Unterstützung bis 32MB

Das Autoroute-Genie

Superoute

- * 100 % Rip-up and Re-try Autorouter
- * Doppelseitige SMD-Technik
- * 6 definierbare Routegrids von 10 bis 50 mil
- * Bis zu 6 Signallagen plus Power und Ground
- * Leiterbahnbreite pro Netz definierbar
- * 45 und 90 Grad Routing
- * Preroutes für kritische Verbindungen
- * Definierbare Route-Richtungen
- * No-Via und No-Route-Bereiche
- * Programmversionen für 286 und 386
- * 80287/387 Coprozessorunterstützung
- * Grafische Anzeige während des Routeprozesses

iSYSTEM

Gesellschaft für Informatiksysteme mbH
Einsteinstraße 5, D-8060 Dachau
Tel. 08131/25083 - Fax. 14024

In Österreich:
iSYSTEM Informatiksysteme Ges.mbH
Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T.
Tel. 05223/43969 - Fax. 43069