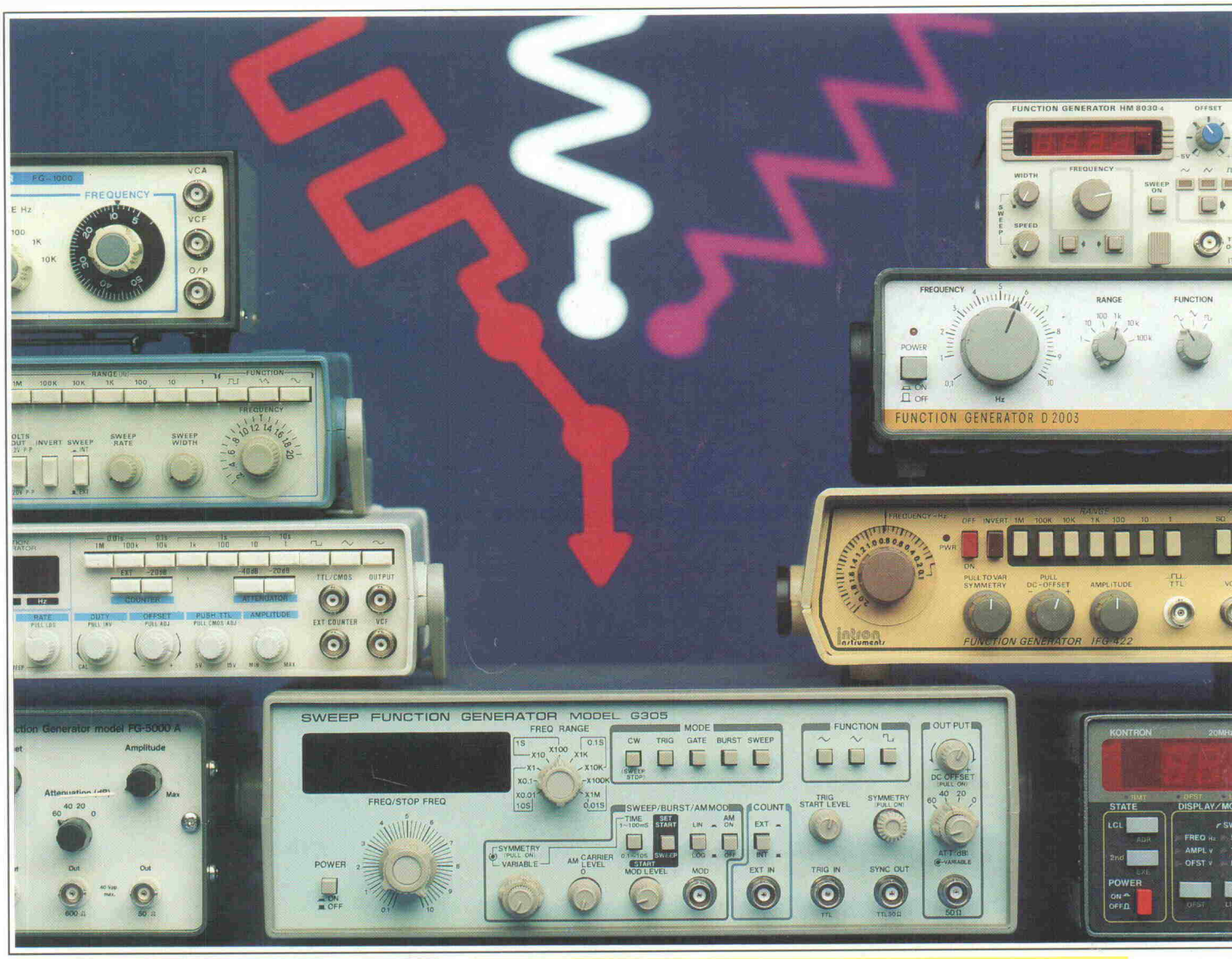
Jahresinhaltsverzeichnis 1990

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

1/91



EMV-Grundlagen:
Blitz- und Überspannungsschutz

Arbeit & Ausbildung:
Markt der Lehrsysteme

Projekte:
Meßtechnik: Milliohmmeter in Vierleitertechnik
Audio: Miniatur-Endstufenmodul µPA 50 W
Atari: Schalten über Midi
DSP: Analoge Schnittstellen für Signal-Doppeldecker

Markt: PC-PD-Software für Elektroniker

Grundlagen: CAN-Bus, ABUS

Funktionsgeneratoren: Preis-Leistungs-Verhältnis fast linear

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen 1/91

isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 ..... DM 102,–
- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löschschlitz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms

isel-Eprom-UV-Löschger. 2 (o. Abb.) **. DM 249,–**
- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

isel-19-Zoll-System-Gehäuse

10-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert .. **DM 66,–**
19-Zoll-Gehäuse-Bausatz kompl., 3 HE, eloxiert .. **DM 95,50**

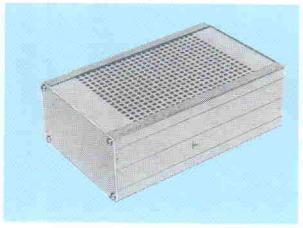
isel-19-Zoll-Euro-Baugruppenträger (o. Abb.)

10-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ... **DM 28,–**
19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 3 HE, eloxiert ... **DM 36,–**
19-Zoll-Euro-Baugruppenträger, 6 HE, eloxiert ... **DM 48,–**

Zubehör für 19-Zoll-Systeme

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... **DM 0,75**
2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... **DM 1,35**
4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert ..... **DM 2,25**
Führungsschiene (Kartenträger) ..... **DM 0,60**
Frontplattenschnellverschl. 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-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



isel-Euro-Gehäuse 1 ..... **DM 11,20**
L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech
isel-Euro-Gehäuse 1 ..... **DM 12,50**
L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech
isel-Euro-Gehäuse 2 ..... **DM 12,50**
L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech
isel-Euro-Gehäuse 2 ..... **DM 13,50**
L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56,80
- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

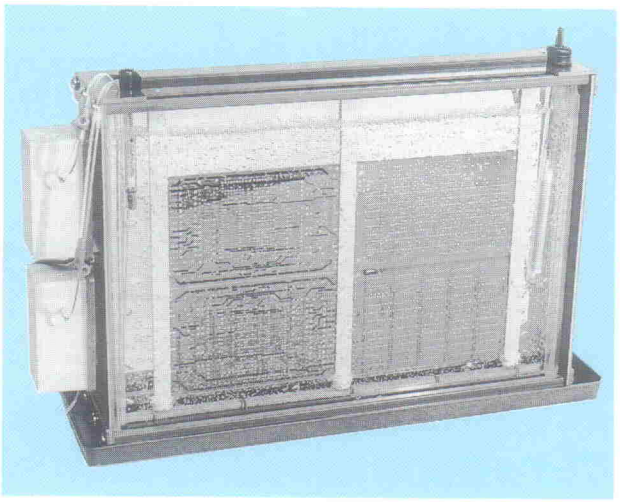
isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 .. DM 91,–
- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

isel automation

isel-Flux- und Trocknungsanlage .. DM 348,–
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 140 mm
- Schaumfluxer, Flußmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

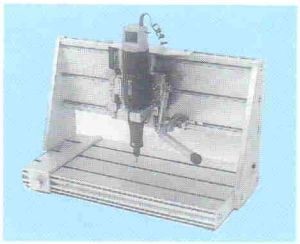
isel-Flux- u. Trocknungswagen, einzeln DM 45,50
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 180,50
- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



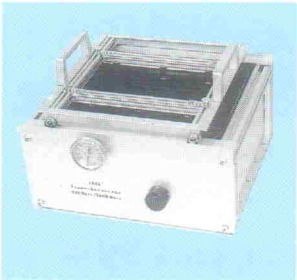
isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 226,–
- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

isel-Bohr- und Fräsgerät ..... DM 340,–
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- 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

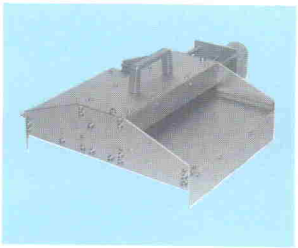
isel-Verzinnungs- und Lötanlage .. DM 454,–
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 140 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, mit Edelstahleinsatz 235 x 211 x 13 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50—250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm



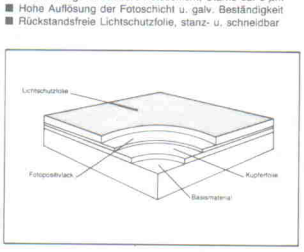
isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 45,50
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-automation, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, Tel. (0 66 72) 8 98-0, Telex 493150
Fax 75 75, Versand per NN, + Verp. u. Porto, Katalog 5,— DM

isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage .... DM 568,–
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinnauftragswalze, ∅ 50, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial
- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Pertinax 100x160 **DM 1,90** Pertinax 200x300 **DM 7,05**
Pertinax 160x233 **DM 4,40** Pertinax 300x400 **DM 14,10**

Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100x160 **DM 2,85** Epoxyd 200x300 **DM 10,60**
Epoxyd 160x233 **DM 6,60** Epoxyd 300x400 **DM 21,20**

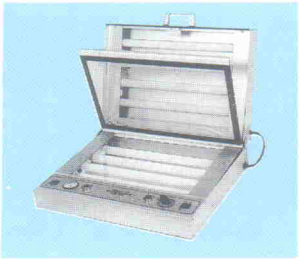
Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100x160 **DM 3,66** Epoxyd 200x300 **DM 13,75**
Epoxyd 160x233 **DM 8,55** Epoxyd 300x400 **DM 27,50**

10 St. 10%, 50 St. 20%, 100 St. 30% Rabatt

isel-UV-Belichtungsgerät 1 ..... DM 270,50
- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 317 x B 225 x H 90 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 160 x 250 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

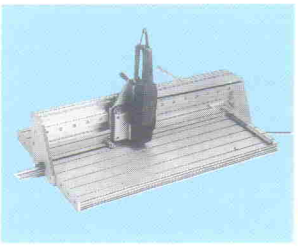
isel-UV-Belichtungsgerät 2 ..... DM 340,–
- Geräte mit elektronischem Zeitschalter
- Elox. Alu-Gehäuse, L 473 x B 310 x H 93 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 240 x 365 mm (max. vier Euro-Karten)

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung ..... DM 1118,–
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal —0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinteilung 6—90 Sek. und 1—15 Min.



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung ..... DM 906,50

isel-Präzisions-Handtrennsägenständer ..... DM 698,–
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvorschub
- Seitenanschlag mit verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min
- Option: Diamant-Trennscheibe/Hartmetallsägeblatt



Motor 220 V/710 W ..... DM 317,50
Diamant-Trennscheibe, ∅ 125 mm DM 340,–
Hartmetall-Sägeblatt, ∅ 125 mm . DM 80,50

West Side Story

Experten prophezeien ein neues Wirtschaftswunder – im Osten der neuen, großen Bundesrepublik. Wenn sich die Geschichte, was sonst ja nicht vorkommen soll, tatsächlich wiederholt, weil es unserem Kanzler, dem Historiker, dem Experten also, tatsächlich gelungen ist, das Rad der Geschichte um 40 Jahre zurückzudrehen, brauchen die Ossis nur unsere 'West Side Story' zu lesen, schon wissen sie, was ihnen an zukünftiger Vergangenheit bevorsteht. Hier das Kapitel 'Vom Tellerwäscher zum Ölmilliardär'.

Oder auch: Aus der Garage auf den Weltmarkt. Als Paradebeispiel einer Elektroniker-Karriere gilt heute die Erfolgsstory der Apple-Gründer Steve Jobs und Stephen Wozniak, die tatsächlich anfangs in Jobs' elterlicher Garage gebastelt haben sollen. Den Erfolgsmenschen Hewlett und Packard, aber auch anderen, wird dasselbe nachgesagt ... 'Eine Garage – so ein Luxus' dürfte sich der letztes Jahr verstorbene Max Grundig gedacht haben, der seinen Erben knapp drei Milliarden D-Mark hinterlassen mußte, wie das Wirtschaftsmagazin 'Forbes' ausgerechnet hat.

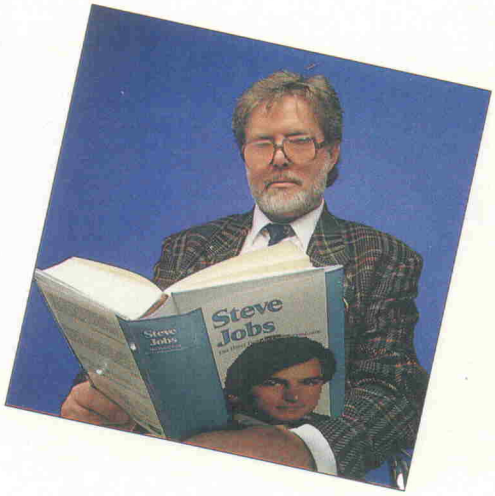
Der 'Pionier der deutschen Unterhaltungs-Elektronik', so vermeldet die West-Side-Chronik, besaß in seiner Glanzzeit 35 Werke mit 40 000 Beschäftigten. Bemerkenswertes Detail: die wirtschaftswunderliche Entstehungsgeschichte des Werkes Miesau, wo heute die von F. A. Porsche gestylten Farbfernseher 'Porsche 55-911' gefertigt werden. Grundig wollte in Wolfstein/Bayern einen weiteren Standort schaffen und mit dem dortigen Landrat über Grund und Boden verhandeln, doch die Telefonistin in der Fürther Zentrale verband versehentlich mit dem Landrat von Wolfstein/Pfalz. Der war keineswegs falsch verbunden und bot prompt Gelände an. So können Seilschaften entstehen. Die Geschichtsschreiber berichten auch von dem guten persönlichen Kontakt zum Wirtschaftswunderdoktor Erhard.

Produziert wurde in Miesau übrigens schon vor Fertigstellung der Werkshallen: in einem Steinbruch, in einer Schule, in einem Tanzsaal und in zwei Gaststätten. In der Elektronikentwicklung einer rheinischen Firma gab es damals einen Laborleiter, wie Grundig Nürnberger, der jahrelang täglich nach Veränderung strebte, sich aber ebensolange dem Arbeitskräftesog des Unterhaltungsriesen erfolgreich widersetzte: 'Eh' ich geh' zu Grundig, geh' zugrund ich.' Er muß wohl von dem Steinbruch gewußt haben. Soweit das Kapitel 'Gründerjahre'.

In den neuen deutschen Ländern werden 'die Nineties die Fifties' sein, wie einer aus der Kanzlerriege nach seiner Wiederwahl bekannte. Nach bekanntem West-Vorbild kann das nur heißen: ein bißchen Englisch lernen, alte Seilschaften durch neuen Filz ersetzen, und natürlich Ärmel aufkrempeln und zupacken, damit das Wunder geschieht. An Elrad jedenfalls soll es nicht scheitern – der elektronische Vorbote der Nineties wird die neueste Technologie ins Haus bringen.

Bleibe also im Lande und nähre Dich redlich, denn was passieren kann, wenn alles westwärts zieht, das erzählt eine schon viel ältere West Side Story. Da schafften die selbsternannten Pioniere sogenannte Indianer ab, und in ihrer Ex-Heimat, in Merry Old Europe, wird schon hundert Jahre später das feinste Essen ungefragt mit Ketchup serviert. In solchen Momenten fragt man sich, warum zum Teufel Kolumbus damals nicht in die andere Richtung gesegelt ist.

Manfred H. Kalsbach

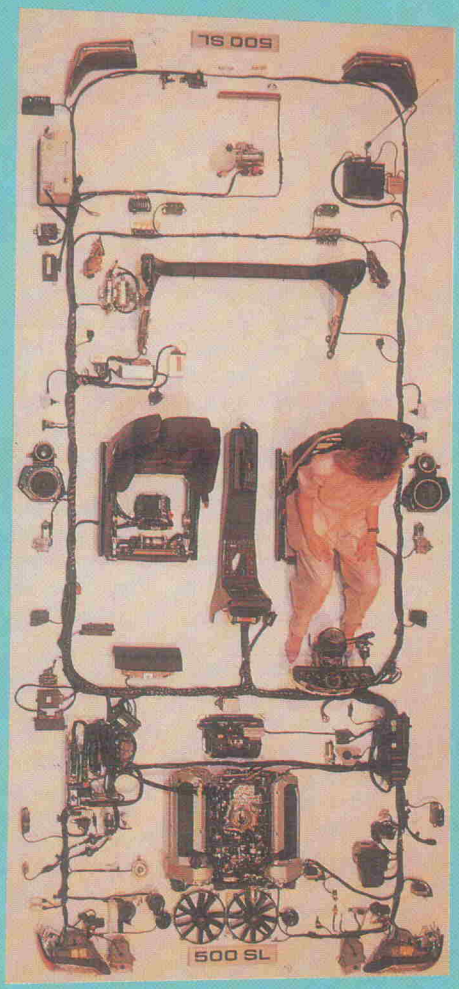


Bussysteme

Auto-Busse

Für mehr Sicherheit, Schadstoffminderung, bessere Wirtschaftlichkeit und höheren Komfort sorgt im modernen Automobil vor allem die Elektronik. Um das Gesamtsystem PKW im Fahrbetrieb zu optimieren, müssen die Komponenten – Meß-, Auswerte- und Steuereinheiten – miteinander kommunizieren. Dafür aber ist die herkömmliche Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit Kabelbaum (Foto) schlecht geeignet. Noch in diesem Jahr wollen Daimler, VW und andere das Auto mit dem Bus fahren lassen.

Seite 42

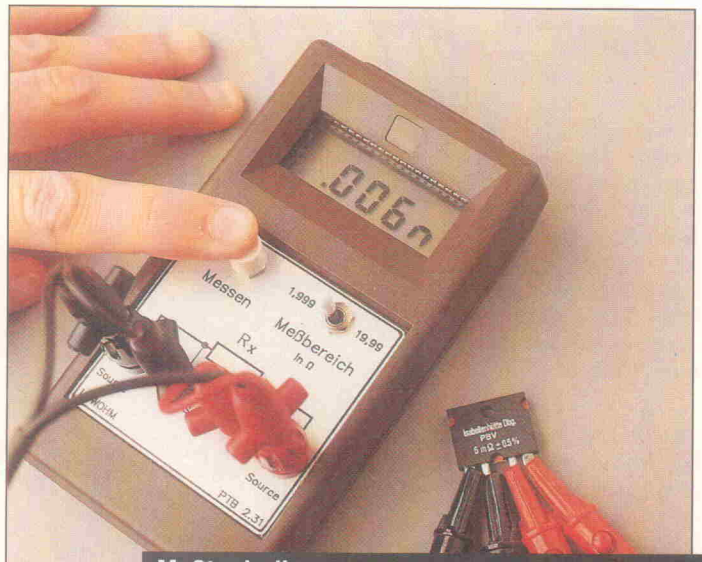


Hardware

Midi-to-Gate-Interface

Zur kontrollierten Steuerung von mehr oder weniger komplexen Vorgängen haben sich einige Standards etabliert; Midi jedoch wird bislang geschnitten. Dabei bietet gerade diese zweifellos moderne Schnittstelle für Besitzer von Atari-STs einige nennenswerte Vorteile: Sie ist galvanisch getrennt, vergleichsweise schnell, leicht anzusprechen und gut dokumentiert. Das MTG zeigt, wie man Analogsynthesizer und -Orgeln midifiziert, Effektgeräte oder Netzspannungen schaltet oder gar D/A-Wandler aufbaut.

Seite 84



Meßtechnik

LowOhm

Zur Bestimmung kleiner Widerstände (1 mΩ…10 Ω) reicht die Auflösung üblicher Handmultimeter in vielen Fällen kaum aus. Selbst mit einem 5stelligen Labormultimeter, das nur für Zweileitermessungen ausgelegt ist, lassen sich derartige Messungen kaum durchführen. Die Lücke schließt das handliche Präzisions-Meßgerät mit einer Auflösung von 1 mΩ im 2-Ω- und 10 mΩ im 20-Ω-Bereich – natürlich in Vierleitertechnik.

Seite 38

Audio

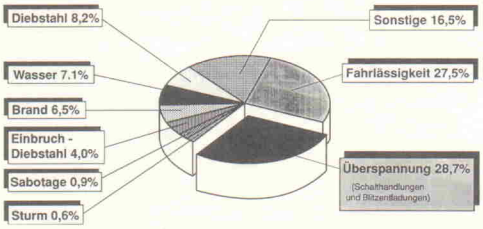
Audio-Endstufe µ-PA-50

Eine streichholzschachtelgroße Platine, elektrisch verbunden mit Plus, Minus, Masse, Eingang und Ausgang, thermisch dagegen mit einem passenden Kühlkörper gekoppelt, genügen für einen 50-W-Verstärker, der auch in doppelter Ausführung noch in einem kleinen Zweiwegegehäuse von 7 Litern Platz findet.

Seite 47

EMV-Grundlagen

Blitz- und Überspannungsschutz



Ausfälle hochsensibler Mikroelektronik infolge von Überspannungen stellen eine beachtliche volkswirtschaftliche Schädigung dar. Die genauen Ursachen, deren Wirkungen und vor allem konkrete Gegenmaßnahmen erläutert der Artikel ab

Seite 33

Arbeit und Ausbildung

Training mit System

'Learning by Doing', wie der moderne Deutsche sagt, war noch nie falsch. Und in der modernen Elektronik und Rechneranwendung mit ihren raschen Fortschritten und technologischen Generationswechseln muß gar die Übung 'am lebenden

Objekt' erfolgen, wenn Aus- und Weiterbildung keine Technikopas hervorbringen soll. Da wundert es nicht, daß sich die Trainersysteme immer mehr an das aktuelle industrielle Equipment anlehnen und teilweise 'echte' Systemkomponenten enthalten. Elrad hat sich auf dem Trainermarkt umgesehen.

Seite 26

Marktübersicht

PDs für PCs

Unter Public-Domain-Software versteht man eigentlich kostenlose Programme, für die nicht mehr als der nackte Diskettenpreis zu zahlen ist; dieses System funktioniert im nicht-professionellen Bereich recht gut. Unsere Marktübersicht sollte klären, ob es unter den umfangreichen PD-Listen auch für Elektroniker beruflich nutzbare Software für PCs gibt. Lassen Sie sich überraschen.

Seite 79

Titelstory

Funktionsgeneratoren

sind als Signalquelle im Entwicklungs- und Prüflabor unentbehrlich. An ihren Ausgängen stellen sie Signale mit zumeist drei verschiedenen Amplitudenverläufen zur Verfügung, und zwar sinus-, rechteck- und dreieckförmig. Üblicherweise überstreicht die einstellbare Ausgangsfrequenz mindestens den Bereich 1 Hz...1 MHz. Im Test untersuchten wir Standardgeräte ohne Programmiermöglichkeit der Signalform. Mit welchen Stärken und Schwächen die Probanden aufwarten, erfahren Sie ab

Seite 12

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Editorial	3
aktuell	
Stromversorgung	7
Firmenschriften und Kataloge	8
Leiterplatten	9
Hardware	10
Software	11
Test	
Funktionsgeneratoren	12
Arbeit & Ausbildung	
Die Fitmacher	26
EMV-Grundlagen	
Blitz- und Überspannungsschutz	33
Meßtechnik	
LowOhm	38
Bussysteme	
Auto-Busse	42
Audio	
Audio-Endstufe µ-PA-50	47
Audio-Grundlagen	
Audio-Vorverstärker (2)	51
Bücher	57
Digitales Signalprozessor-System	
Signal-Doppeldecker (2)	58
Die Elrad-Laborblätter	
Vielseitige Dioden (5)	71
Jahresinhalt '90	76
Marktübersicht	
PDs für PCs	79
Hardware	
Midi-to-Gate-Interface	84
Mathematik	
Ortskurven	93
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	96, 98
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

btv Technischer Vertrieb GmbH

Electronic · Kabelfernsehen · Satellitentechnik · Telecommunication

Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen

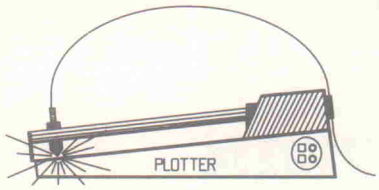
alle Normen —
alle Kabelgrößen

Verkauf
nur an den Fachhandel

Innersteweg 3
3000 Hannover 21

Telefon 05 11/75 70 86
Telefax 05 11/75 31 69

PLOTTER & FOTOPLOTTER



DIN-A3-Flachbettplotter mit eingebautem Fotoplotzusatz, als Plotter und Fotoplotter verwendbar, ist hervorragend geeignet zur Herstellung von Leiterplatten-Filmen!

Fordern Sie Produktinformationen an und erfragen Sie den günstigen aktuellen Preis!

Ing.-Büro Oberbeck · Kolmarerstr. 21 · 4920 Lemgo
Tel.: 0 52 61/7 25 86 · Fax: 0 52 61/7 18 93

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

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

320 W sin/4 Ohm, K ≦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 0 71 52/5 50 75, Telefax 0 71 52/5 55 70

PC-Meßtechnikkarten

LPI-06 DM 210,-
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 12 Bit

LPI-07 DM 430,-
16 Kanal A/D, 1 Kanal D/A, 14 Bit

LPI-31 DM 110,-
48 dig. I/O, drei 16 Bit Timer, kurze Karte

LPI-32 DM 420,-
16 Relais, 10 opto. Input

LPI-33 DM 420,-
192 dig. I/O

LPI-28 DM 525,-
8 Kanal D/A, 8 Bit

LPI-212 DM 805,-
8 Kanal D/A, 12 Bit

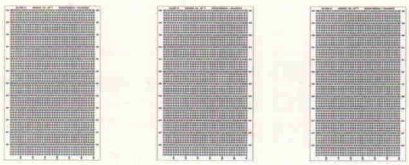
LPI-PC DM 130,-
XT-Prototypkarte mit Businterface und Adressendekodierung

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

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

SMD-Fädelkarte
für Laboraufbauten

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



Einzelstück

ICOMatic GmbH
Industriestr. 30 · 4794 Hövelhof
Telefon: 0 52 57/50 06 42
Telefax: 0 52 57/50 06 51

SCHIWI-Elektronikversand
Schischkoff & Wiese
Ebeersreye 104 - 2000 HAMBURG 72 - Tel. 040/666534 - FAX 040/660387
NN-Versand ab DM 50,00 - Erf.-ort NN - Zwischenverkauf vorbeh. - Ger.-std.: NN

4164/150	2,70	80387/16	515,00	68008/8	9,80	AM 7910	23,50
4164/120	2,75	80387/20	635,00	68008/10	14,75	AM 7911	31,75
4164/100	2,80	80387/25	817,00	68010/8	25,75	ADC 0804	8,95
41256/120	2,80	80387/33	985,90	68020/12	290,75	ADC 0808	15,30
41256/100	2,85	2C87/8	295,00	68020/16	381,20	NS 16450 N	19,95
41256/080	3,25	2C87/10	326,50	68020/20	473,90	NS 16550 N	31,50
41256/070	3,50	2C87/12	354,75	68681	10,90	SAB 2793	19,90
41464/100	3,65	2C87/20	424,75	68881/12	226,00	SAB 2797	19,90
41464/080	3,80	3C87/16	455,90	68881/16	287,00	µPD70108/V20/8	8,80
414256/100	8,70	3C87/20	525,50	68881/20	379,75	dto. /10	14,50
414256/080	8,75	3C87/25	634,50	68901	11,95	µPD70208/V30/8	12,95
414256/070	8,80	3C87/33	787,00	8035	3,80	dto. /10	19,95
511000/100	8,70	83087/20	622,50	8039	3,70	µPD 765(8272A)	6,80
511000/080	8,75	83087/25	795,00	8052AH1.1	36,70	*SPECIALS*	
511000/070	8,80	83087/33	975,00	8085/5	5,80	MAC/ICL 232	4,30
SIMM9x256/80	26,40	2716/350	6,50	8086	14,75	6510 A COMMOD.	17,50
SIMM9x256/70	26,45	2732A250	6,45	8088	5,80	6526 A COMMOD.	19,80
SIMM9x1/80	84,50	27128/250	4,80	80535	23,30	6569 A COMMOD.	38,75
SIMM9x1/70	84,80	27256/250	4,95	8155	5,20	6581 COMMOD.	37,35
SIP 9x256/80	26,80	27512/250	8,30	82C11	3,60	8520 A ATARI	53,50
SIP 9x256/70	26,90	27C64/200	3,45	8212	3,70	Blitter ATARI	99,50
SIP 9x1/80	85,75	27C64/150	3,80	8214	3,30	Glitter ATARI	99,90
SIP 9x1/70	85,95	27C128/200	4,75	8216	3,50	Shifter ATARI	99,75
6116/12	2,30	27C128/150	4,95	8224	3,70	MMU ATARI	99,50
6264/100	4,30	27C256/200	4,50	8226	3,30	GLUE ATARI	99,00
6264/070	4,55	27C256/150	4,70	8228	13,75	*STECKVERBINDER*	
6264LPP10	5,40	27C256/120	4,80	8237	5,75	D S25 0,50 B25	0,65
43/62256/100	7,90	27C256/100	7,95	8243	3,30	Centron. S 36p	1,65
43/62256/080	8,90	27C512/200	6,95	8250B	3,90	Floppy Ste 20p	0,95
43/62256LPP10	8,90	27C512/150	7,80	82C50A	6,60	Floppy Ste 34p	1,05
628128LP10	49,90	27C010/200	13,40	8251/5	3,75	Pfosten Ste 20p	1,35
628128LPP10	46,95	27C010/120	16,75	8253/5	4,80	Pfosten Ste 34p	2,30
8087/5	149,75	27C011/200	24,95	8255/5	3,70	Pfosten Su 20p	1,05
8087/8	217,50	68B21	2,20	82450	5,60	Pfosten Su 34p	1,20
8087/10	284,50	68B45	4,40	82C450	7,35	TEXTOOL 28p	12,50
80287 XL	336,00	68000/8	7,95	82C550	10,50	UND VIELES MEHR:	
80C287/10	249,50	68000/10	11,50	8748HD	19,30	PC's und Peripherie	
80C287/12	350,00	68000/12	13,40	8749HD	19,60	etc.; Angebotsliste	
80387SX16	522,00	68000/16	23,50	8755AD	11,50	DM 2,00 i. Briefm.!!	

Uferlos

Feuersalamander, Wasseramsel oder Bachneunauge sind sind selten geworden. Wenn Sie wissen möchten, was der *BUND* für den Lebensraum Bach tut — und wie Sie mithelfen können, zerstörte und verbaute Bäche wieder natürlich zu machen, schicken Sie uns bitte diese Anzeige.

BUND · Im Rheingarten 7 · 5300 Bonn 3

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.

BUND

Bauelemente erster Güte zu günstigen Preisen

SANYO LCD-Modul, 11mm, var. DP., 3/3,5 - stellig, range select, data hold, V, mA, C, F, lowbat, **uvm.**
Datenblätter anfordern! **DM 37,40/St.**
SDS S4 - Relais, Spitzenrelais z.B. f. Audioendstufen 4 x Ein, 12,24,48V, **24V - Ausf. DM 15,35/St.**
Industrie - Vollhartmetallbohrer, Schaft 3,175mm 0,6 - 3,0mm, **ab 10 St. DM 3,15/St.**
Lötdraht Sn60Pb, 1mm, **DM 32,50/kg**
Epoxy - Basismaterial FR4, Qualität n. MIL, IEC..., fotopos., z.B. 1,5mm/35um, **1,9 Pf/qcm**
Feinsicherungen, ab 50mA fl/tr, nach DIN, IEC..., ab 125mA und 10 St. **10 St. DM 1,36**

Wir liefern das gesamte ERSA - Programm.
Und natürlich beste Markenhalbleiter, passive Bauelemente..., bitte fordern Sie unsere Preisliste an.

Händleranfragen erwünscht !

*** hoffmann elektronik ***
Postfach 1431, 6720 Speyer
Tel. 06235/82197 u. 06344/1697, Fax 06344/1659

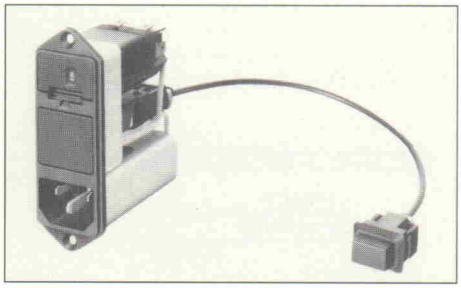
Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

Mehrfunktionsbuchse

Zwei neue Kaltgerätebuchsen der Firma Schadow stellen – mit Ausnahme des Trafos – alle auf der Netzseite benötigten Einzelteile 'im Stück' dar. Findet man einen integrierten, berührungssicheren G-Sicherungshalter auch in anderen Produkten, so ist doch ein zusätzlicher Netzspannungswähler für 100, 110, 120, 150, 220 und 240 V ebenso selten wie ein in dem CD-Modell vorhandenes Netzfilter. Beiden Modellen gemeinsam ist wieder der Netzschalter. Gemäß einer Empfehlung der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft Mainz werden die Schalter über einen Bowdenzug fernbedient.

Während für das Kombi-Element KD die Freigaben von VDE, UL, CSA, SEV und SEMKO bereits vorliegen, sind diese für die Filterversion beantragt.

Rudolf Schadow GmbH
Holzhauser Str. 26–32
W-1000 Berlin 27
Tel.: (030) 43 09-0

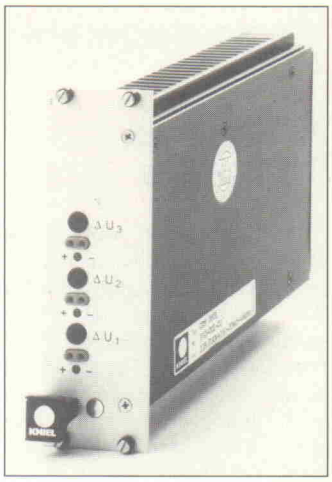


Kompakte Power fürs Labor

Mit dem Labornetzgerät LS 3010 des englischen Herstellers Farnell hat der Distributor nbn-Elektronik ein leistungsstarkes Labornetzteil in den Vertrieb übernommen. Das 2,1 kg leichte Gerät weist einen Ausgangsspannungsbereich von 0...30 V auf, der maximale Ausgangsstrom beträgt 10 A. Um die bei derart hohen Strömen die in den Leitungen zum Verbraucher entstehenden Spannungsverluste kompensieren zu können, wurden die Reglereingänge herausgeführt. Die Digitalinstrumente verfügen über eine Auflösung von 10 mA beziehungsweise 100 mV. Der Stückpreis liegt bei 1100 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer.

nbn-Elektronik
Gewerbegebiet
W-8036 Herrsching
Tel.: (0 81 52) 3 90
Fax: (0 81 52) 3 91 60

Primärschaltregler mit drei Ausgängen



Besonders in 19-Zoll-Racks, in denen immer Platzmangel zu herrschen scheint, benötigt man schmale Versorgungseinschübe. Diesem Wunsch nachkommend, stellt die Firma Kniel einen 40-VA-Schaltregler mit 8 TE (46 mm) Breite vor.

Der CPM 0801 liefert drei Ausgangsspannungen, und zwar +5 V (5 A) sowie zwei weitere Spannungen von wahlweise 12 V oder 15 V. Beide Nebenspannungen werden linear nachgeregelt und sind bis zu 0,6 A belastbar. Weitere wichtige Daten sind der weite Eingangsspannungs- und -frequenzbereich von 115...230 V beziehungsweise 45...440 Hz sowie die Erfüllung der VDE-0806-Richtlinien und ein Arbeitstemperaturbereich von 0 °C bis 70 °C.

Kniel System-Electronic GmbH
Kurzheckweg 8
W-7500 Karlsruhe
Tel.: (07 21) 55 80 58
Fax: (07 21) 55 29 71

Getaktete Stromversorgungen bis 800 VA

Innerhalb einer neuen Serie von Stromversorgungen namens CP verwendet der Hersteller Conversion Technology zum großen Teil SMD-Bauelemente. So können diese Netzteile, die sich im Vertrieb der MessTech GmbH befinden, mit einem Leistungs/Volumenverhältnis von etwa 300 W pro Liter aufwarten. Die Geräte – sie arbeiten bei 100 kHz – erfüllen laut MessTech alle internationalen Normen. Die MTBF ist mit 110 000 Stunden spezifiziert. In der Klasse 250...800 VA sind 54 Modelle verfügbar. Neben den diversen Ausgangsspannungen/-kombinationen ist sicher auch die Standardausstattung interessant: Hierzu zählen unter anderem Warnung und Schutz vor übermäßiger Erwärmung, EMI-Filter und eine Einschaltstrombegrenzung.

MerssTech GmbH
Dieselstr. 21
W-6451 Mainhausen 2
Tel.: (0 61 82) 2 60 08
Fax: (0 61 82) 2 60 00

Automatisches Ladegerät

Ein Universalladegerät zum Laden von NiCd-Akkus hat die Firma Friemann & Wolf entwickelt. Ein Überladen der Zellen ist laut Hersteller mit der Top-Box 4+1 unmöglich, da der Ladestrom nach 14 Stunden auf einen Erhaltungsladestrom umgeschaltet wird. Die Batterien sind somit stets einsatzbereit und erreichen eine hohe Lebensdauer.

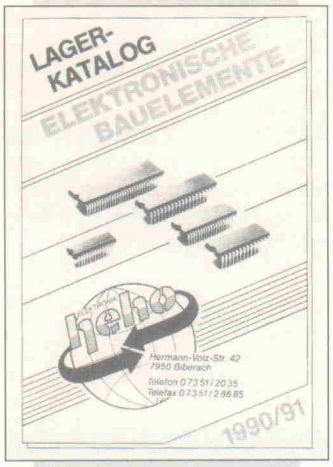
Für jede der einen bis vier – gleich welchen Typs – in die Box eingelegten Zellen fließt der ideale Ladestrom, eine rote und eine grüne Leuchtdiode geben Auskunft über den jeweiligen Ladezustand der Akkus.

Friemann & Wolf Gerätebau GmbH
Postfach 12 09
W-4412 Ostbevern
Tel.: (0 25 32) 81-0
Fax: (0 25 32) 75 50

Firmenschriften und Kataloge

Elektronische Bauelemente

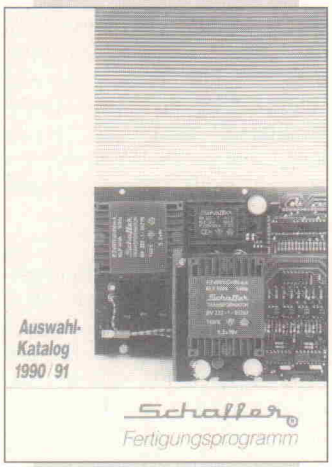
... ist der Name des neuen 198seitigen heho-Lagerkatalogs, und das ist natürlich auch der Schwerpunkt des Programms. Für gewöhnliche Verbrauchsartikel sind in der Regel neben den Einzelstückpreisen auch Zehner- und Hunderterpreise aufgeführt. Zu den weiteren Angeboten zählen Fachbücher ebenso wie beispielsweise Meßgeräte und Lautsprecher. Der erweiterte Bereich 'Computerzubehör' umfaßt unter anderem Mäuse, Umschalter, Adapter, PC-Karten sowie Disketten.



Heho-Elektronik
Hermann-Volz-Str. 42
W-7950 Biberach
Tel.: (0 73 51) 20 35
Fax: (0 73 51) 2 86 85

Transformatoren

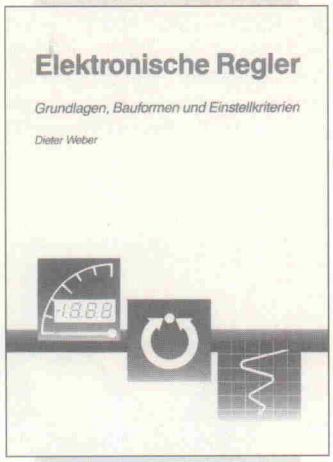
... sind mit Sicherheit die bekanntesten Produkte der Firma Schaffer. Auch im Auswahl-Katalog 1990/91 bilden Netztrafos eindeutig den Schwerpunkt: Neben einigen Reihen von Flachtrafos (0,5...55 VA), Standardtrafos (3...60 VA), Steuertrafos (50...1000 VA) und diversen Trenn-, Ringkern-, Halogenlampen- und Drehstromtrafos finden sich jedoch noch weitere der 'gewickelten Bauelemente'. Teils als Serienprodukt, teils als kundenspezifische Fertigung liefert Schaffer auch Spannungskonstanter, Ferrit-Leistungsübertrager, Impulsübertrager, Sieb-, Speicher- sowie Entstördrosseln.



Schaffer Transformatoren
W-8340 Pfarrkirchen/Ndb.
Peter-Adam-Str. 2–6
Tel.: (0 85 61) 30 09-0
Fax: (0 85 61) 30 09 19

Grundlagen geregelt

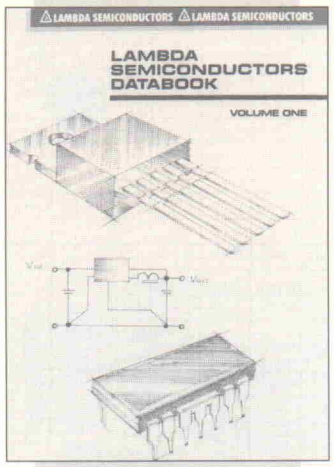
In dem vorliegenden Werk 'Elektronische Regler' erläutert Dieter Weber die Grundzüge der Regelungstechnik. Kurz und anschaulich stellt das Buch der Firma Jumo Mess- und Regeltechnik die relevanten Punkte zu den klassischen Themen wie Regeln und Steuern, PI-, PD- und PID-Reglern, Zwei- und Dreipunktreglern dar. Natürlich werden auch der Einsatz von Prozeßrechnern (Selbstoptimierende Regler, Schaltende Regler ...) und die sich so ergebenden Besonderheiten erläutert.



Elektronische Regler
Dieter Weber
Jumo Mess- und Regelungstechnik
W-6400 Fulda
Postfach 1209
Telefon: 06 61/60 03-0

Neuer Distributor für SCC

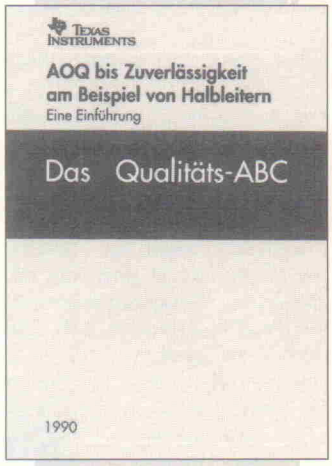
Nach der Übernahme des amerikanischen Halbleiterherstellers Lambda Semiconductors durch die Semtech Corp. werden deren Produkte von der neuen Abteilung Semtech Corpus Christi betreut. Der Name stammt vom texanischen Firmensitz 'Corpus Christi'. Zu der im Katalog vorgestellten Produktpalette zählen unter anderem Linear- und Schaltregler, Darlington-Transistoren, Interface-Treiber, Pulsbreitenmodulatoren, Überspannungsschutz-Bausteine sowie Wafer und Chip-Bauteile. Die Adresse des deutschen Distributors lautet:



Sinus-Elektronik
GmbH & Co. KG
Postfach 30 47
W-7100 Heilbronn
Tel.: (0 71 31) 5 20 77
Fax: (0 71 31) 57 81 23

Qualitätssicherung

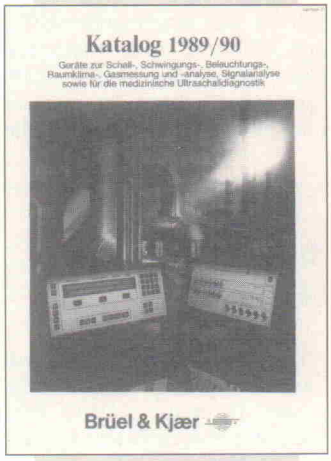
Mit ihrer 100-seitigen Druckschrift 'Das Qualitäts-ABC' geben die zwölf Autoren – alle sind bei Texas Instruments in unterschiedlichen Bereichen mit der Qualtätskontrolle beschäftigt – eine nützliche Einführung zu diesem an Bedeutung gewinnenden Thema. Sie wenden sich dabei ohne Berücksichtigung irgendwelcher Abteilungsgrenzen an jeden Mitarbeiter eines Unternehmens. Das Buch beleuchtet einerseits die praktische und theoretische Herangehensweise in diesem Gebiet und führt dabei in die Bedeutung sowie die Umsetzung der dargestellten Verfahren ein. Als veranschaulichendes Beispiel nutzen die Autoren ihre Erfahrungen bei der Produktion moderner Halbleiter.



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

Meßtechnik

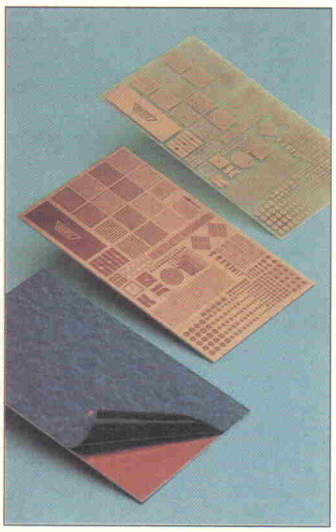
Der bekannteste Geschäftszweig der Firma Brüel & Kjaer ist sicher der Bereich 'Audio-Meßtechnik', und auch in dem Katalog nehmen Mikrofone, Schallpegelmesser, Hi-Fi-Meßgeräte, Analysatoren, Pegelschreiber, Filter, Echtzeit-Frequenzanalysatoren und eine Vielzahl anderer Produkte aus dem Bereich der Audiosignalmessung einen weiten Raum ein. Weniger bekannt dürften dagegen die Aktivitäten der Firma auf den Gebieten Klima-Meßgeräte, Gaswächter und der medizinischen Meßtechnik (Ultraschall-Diagnostik) sein.



Brüel & Kjaer GmbH
W-2085 Quickborn
Tel.: (0 41 06) 40 55
Fax: (0 41 06) 6 99 55

Basismaterial mit Fotoresist

Als Spezialist für fotobeschichtetes Basismaterial bietet Firma Bungard Elektronik Leiterplatten in den Qualitäten FR 2, FR 3, CEM 1, FR 4 sowie PTFE an. Die Tafelstärken liegen dabei im Bereich 0,5 mm...2,5 mm, die ein- oder zweiseitige Kupferauflage weist eine Schichtdicke von wahlweise 18 µm, 35 µm oder 70 µm auf; die maximale Tafelgröße beträgt etwa 510 mm × 1150 mm. Der Zuschnittservice umfaßt alle Standardformate und Sonderabmessungen ab mindestens 50 mm × 50 mm mit einer Maßhaltigkeit von ±0,1 mm.



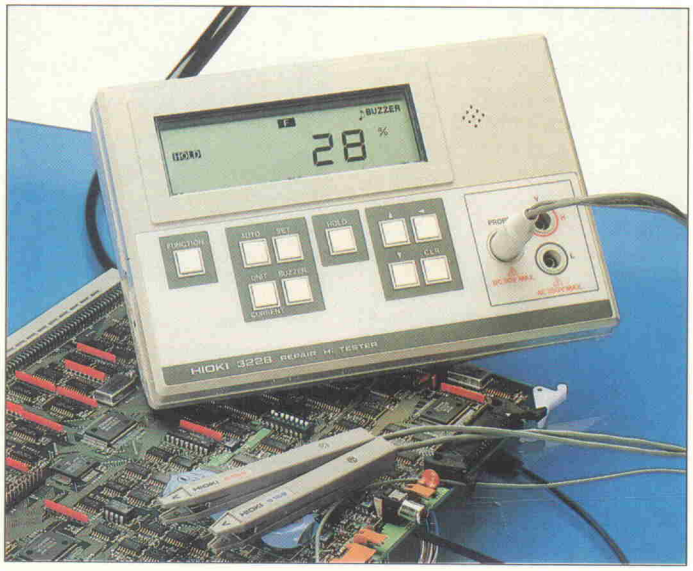
Der von Bungard Elektronik verwendete Positivflüssigresist eigener Rezeptur zeichnet sich durch hohe Kontraststeilheit, kurze Prozeßzeiten und große Verarbeitungsspielräume aus. Die Schichtdicke beträgt 5 µm, das Maximum der spektralen Empfindlichkeit liegt im Bereich 350 nm...450 nm. Der Resist weist ein optisches Auflösungsvermögen von besser als 30 µm auf. Mit einem speziellen Entwickler erreicht man Entwicklungszeiten von nur 45 s bei 20 °C.

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

Leiterplattentester

Das Meßgerät 3228 von ASM-Hioki wurde speziell für die Reparatur defekter Leiterplatten entwickelt. Mit ihm kann man beispielsweise Lötbrücken aufspüren oder auch Bauteile mit einer außergewöhnlich hohen Stromaufnahme ohne Unterbrechen einer Leiterbahn suchen. Kurzschlüsse erkennt der Leiterplattentester mit Hilfe eines Konstantstroms und eines 5-Pol-Anschlusses, wobei das vierstellige Display die Entfernung von der Fehlerstelle anzeigt. Die Kombinationsmessung von Widerstand und Spannungsabfall erlaubt ein schnelles Aufspüren von Bauteilen, durch die ein unnormal großer Strom fließt.

ASM Automation Sensorik
Meßtechnik GmbH
Von-Stauffenberg-Str. 25
W-8025 Unterhaching
Tel.: (0 89) 6 11 30 26
Fax: (0 89) 6 11 15 23
Telex: 5 213 762 asm d

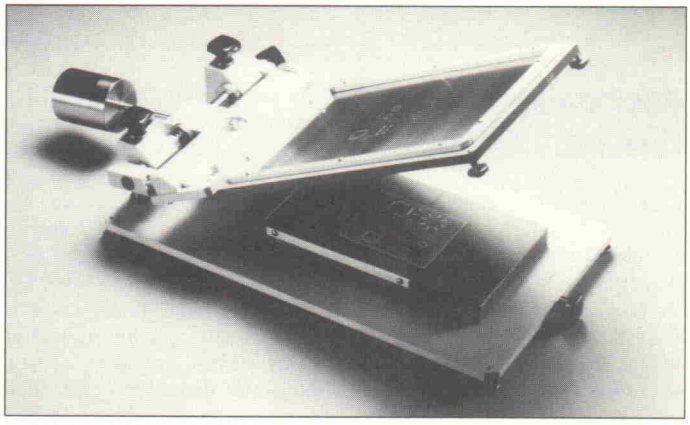


Durchlaufmodule

Unter der Bezeichnung Autojet II stellt die Firma Okatech ihre neue Durchlauf-Sprühätzanlage in Modulbauweise vor. Hauptverwendungszweck dieser Anlage ist die Prototypen- und Kleinserienfertigung sowohl ein- als auch doppelseitiger Leiterplatten. Der Bedienungsablauf ist denkbar einfach: Die belichtete Leiterplatte schiebt man links in das Entwicklermodul ein. Anschließend durchläuft die Platine mehrere Module, in denen sie entwickelt, gespült, geätzt, nochmals gespült, gestrippt und wiederum gespült wird. Nach Ablauf dieser Prozedur kann man rechts die fertige Platine entnehmen.

Die Bewegung der Platine durch die einzelnen Autojet-II-Module übernimmt ein stufenlos regelbares Transportsystem, so daß der Anwender während der Bearbeitung keinen Hautkontakt mit Entwickler oder Ätzflüssigkeit aufnimmt. Die maximale Arbeitsbreite der zu bearbeitenden Platine beträgt 250 mm; ihrer Länge sind praktisch keine Grenzen gesetzt.

Okatech
Lindwurmstr. 121
W-8000 München 2
Tel.: (0 89) 77 34 18
Fax: (0 89) 7 91 83 97
Telex: 58 975 est d



SMT-Siebdrucker

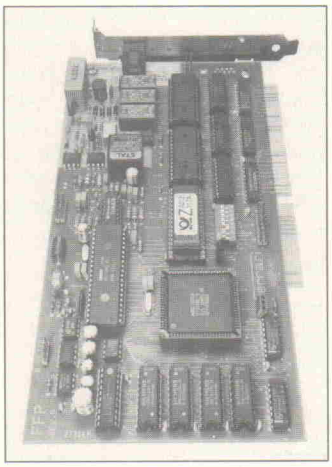
Zum manuellen Auftragen von Lötpasten und Klebern auf SMT-Platinen und Keramiksubstraten bietet die Firma OK Industries Deutschland GmbH einen Schablonen-/Siebdrucker an, der eine besonders hohe Wiederholgenauigkeit aufweist. Zum Ausrichten der Schablone lassen sich alle Achsen justieren. Die stabile und massive Ausführung erlaubt ein präzises Arbeiten. Optional ist eine automatische Vakuumaufnahme zum Fixieren der Platinen lieferbar. Es werden zwei Ausführungen von Schablonendruckern angeboten: das Modell SSP-75 mit einer Druckfläche von 150 mm × 250 mm sowie das Modell SSP-85 mit einer Druckfläche von 250 mm × 350 mm.

OK Industries Deutschland GmbH
Anton-Flettner-Str. 6
W-6096 Raunheim
Tel.: (0 61 42) 4 30 61
Fax: (0 61 42) 4 34 65
Telex: 4 064 326 okin d

Fax-Karte mit Postzulassung

Die von der Ferrari Electronic GmbH entwickelte intelligente Fax-Karte ist speziell auf den professionellen Markt zugeschnitten. Sie verfügt über einen eigenen 16-Bit-Prozessor und 512 KByte Speicherplatz. Dies ermöglicht einen uneingeschränkten Hintergrundbetrieb beim Senden und Empfangen, ohne daß man die gerade laufende Anwendung unterbrechen muß.

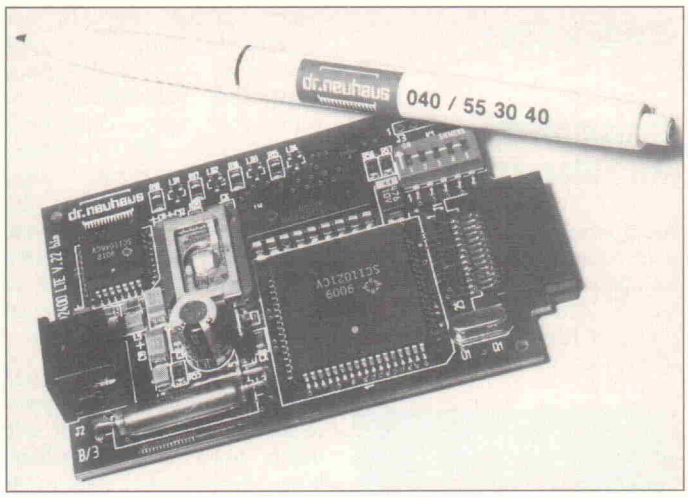
Ein weiterer Vorteil ist der geringe Hauptspeicherbedarf für die Driversoftware, da die gesamte Fax-Kombination von der Karte abgewickelt wird. Herkömmliche Fax-Karten ohne eigenen Prozessor beanspruchen meist einen erheblichen Anteil des Hauptspeichers für sich, so daß für viele Anwendungsprogramme die bleibende Speicherkapazität nicht ausreicht.



Der im Lieferumfang enthaltene Windows Driver macht es möglich, daß man mit Hilfe beliebiger Windows-3.0-Anwendungen Fernkopien erzeugen und senden kann. Für den Betrieb unter DOS ist ein Programm vorhanden, mit dem PCX-, ASCII- und andere Dateitypen übertragen werden können. Zeitversetztes Senden gehört ebenso zum Standardumfang, wie die Möglichkeit, empfangene Dokumente zur Weiterverarbeitung in das weitverbreitete PCX-Format umzuwandeln. Die Zusammenarbeit mit marktüblichen Scannern geschieht ebenfalls über dieses Format.

Über die CAS-Schnittstelle arbeitet die Fax-Karte mit verschiedenen Anwendungsprogrammen direkt zusammen. Der Preis beträgt 1704,30 D-Mark.

Ferrari Electronic GmbH
Beusselstr. 27
W-1000 Berlin 21
(0 30) 3 96 50 21



Miniaturmodem für Laptops

Mit der Entwicklung und Zulassung des Fury 2400 LTE bringt der Hamburger Telekom-Spezialist Dr. Neuhaus ein auf Laptops zugeschnittenes Modem mit Postzulassung auf den Markt, mit dem man auch faxen kann. Die Steckkarte ist speziell auf die Modelle Compaq LTE und Compaq LTE/286 zugeschnitten.

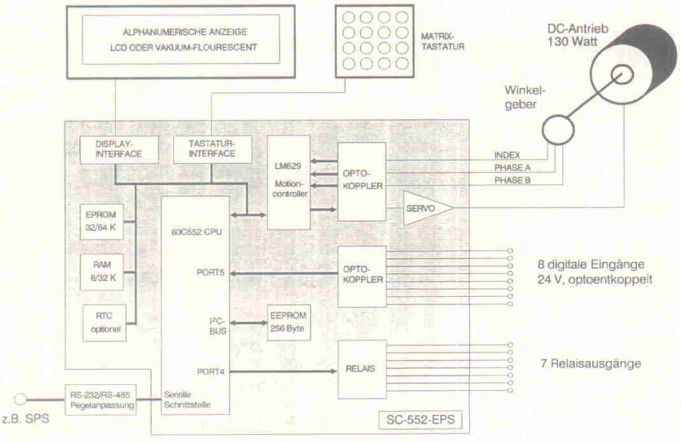
Als Option ist zusätzlich ein Akustikmuffen-Set in Vorbereitung, das alternativ zum externen Line-Interface eingesetzt werden kann.

Die intelligente Mini-Steckkarte läßt Übertragungsraten bis 2400 Bit/s duplex mit Kommunikationspartnern zu, bei denen die Betriebsraten V.21, V.22, V.22bis oder die Bell-Normen 103 und 212A für US-Kontakte unterstützt werden. Außerdem versendet Fury 2400 LTE Faxe mit 4800 Bit/s an Fax-Geräte der Gruppe I und III. Anwahl und Verbindungsaufbau erfolgen vollautomatisch. Als komfortable Bedieneroberfläche stehen der internationale AT-Befehlssatz sowie Faxy zum Faxen nach dem SAA-Standard zur Verfügung. Der Preis für die Steckkarte beträgt 1593,72 D-Mark.

Dr. Neuhaus Mikroelektronik GmbH
Haldenstieg 3
W-2000 Hamburg 61
Tel.: (0 40) 55 30 40

Positioniersystem für Gleichstrommotoren

Das komplette Positioniersystem SC-552-EPS, das von der Firma Lipowsky entwickelt wurde, besteht aus einer Platine im Doppel-Europa-Format. Auf ihr ist ein schneller Mikrocontroller (80C552) mit einem Positionscontroller (LM629) sowie ein Servoregler für Gleichstrommotoren bis zu einer Leistung von 120 W untergebracht. Die Karte kann sowohl als Stand-alone-Gerät oder in Zusammenhang mit einem Steuerrechner betrieben werden. Neben der 1-Achs-Positionierung stehen auf der Platine acht optisch entkoppelte Eingänge sowie sieben Relais zur Verfügung, mit denen beispielsweise Endschalter abgefragt und Hilfsantriebe geschaltet werden können.



Die Software für das 1-Karten-Positioniersystem läßt sich relativ einfach programmieren: Entweder ist das System mit einem BASIC-Interpreter ausgestattet oder man verwendet zur Programmierung einen Cross-Compiler. Der BASIC-Interpreter ist speziell auf das System zugeschnitten und erlaubt eine sehr einfache Bedienung der Ein- und Ausgänge, der Displays und Tastaturen. Spezielle Befehle unterstützen außerdem die Programmierung des Positionscontrollers.

Die Programme werden in einem 32-K-EPROM abgelegt; auch der BASIC-Interpreter ist in diesem EPROM abgelegt. Weitere 32 KBit stehen in einem RAM-Speicher zur Verfügung. Die Dekodierung des Speichers ist frei programmierbar. In einem zusätzlichen seriellen EEPROM kann der Anwender 60 Variablenwerte wie Positionslisten nichtflüchtig ablegen. Der Preis für die Karte beträgt zusammen mit dem BASIC-Interpreter 1875,30 D-Mark.

Lipowsky Industrie-Elektronik
Zimmermannweg 18
W-6100 Darmstadt 14
Tel.: (0 61 51) 71 97 02

HP-GL-Dateien auf Laserdrucker

Die meisten CAD-Anwendungspakete sind aufgrund ihrer Entwicklungsgeschichte für eine Zeichnungsausgabe im HP-GL-Format auf Plotter konzipiert. Nur wenige Programme stellen auch PostScript-Treiber zur Verfügung. PostScript-, Laser- oder Thermotransferdrucker haben jedoch inzwischen einen so hohen Verbreitungsgrad erreicht, daß eine Nutzung der Geräte durch Desktop Publishing und CAD-Arbeitsplätze sinnvoll ist.

Die Software PostPlot aus dem Hause ds-datasections schlägt die Brücke von HP-GL zu PostScript, sie arbeitet mit allen Programmen, die in der Lage sind, Plot-Dateien im Format der Plotter HP 7475 und HP 7550 zu erzeugen.

Darüber hinaus stellt PostPlot weitere hilfreiche Werkzeuge zur Verfügung:

- Die Orientierung der Ausgabe auf dem Drucker kann vom Anwender bestimmt werden.
- Proportionale Verkleinerung und Vergrößerung der Zeichnung zwischen 1 und 200 %.
- Insgesamt zehn Plotterstiften können unterschiedliche Grauwerte und Linienbreiten zugeordnet werden.
- Zur Beschriftung können PostScript-Zeichensätze angewählt und zugeordnet werden.

PostPlot arbeitet auf allen PCs bis 486 und kostet 699 DM.

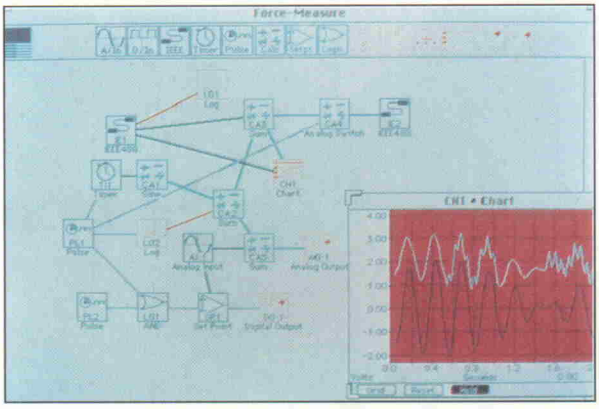
ds-datasections datenservice
Hauptstr. 146 a
W-8752 Glattbach
Tel.: (0 60 21) 4 63 11

Workbench für MSDOS

Das symbolorientierte Software-Paket Workbench zur Programmierung von Aufgaben im Bereich Meß-, Steuer- und Regelungstechnik, das bis dato nur für Macintosh-Rechner zur Verfügung stand, gibt es jetzt auch als Version für die MSDOS-Welt.

Unter Beibehaltung der Mac-Bedieneroberfläche erlaubt dieses Paket auch jedem Nichtinformatiker die Programmierung komplexer Aufgabenstellungen: Symbole mit meßtechnischen, mathematischen oder steuerungstechnischen Funktionen werden auf dem Bildschirm plaziert und miteinander verbunden. Anstelle von Befehlsfolgen generiert der Anwender, wie auf einem Zeichenbrett, ein Blockschaltbild der zu erledigenden Aufgabe. Die Anschaffung von Workbench schlägt mit 2622 DM zu Buche.

Ziegler-Instruments GmbH
Nobelstr. 5
W-4050 Mönchengladbach 4
Tel.: (0 21 66) 55 50

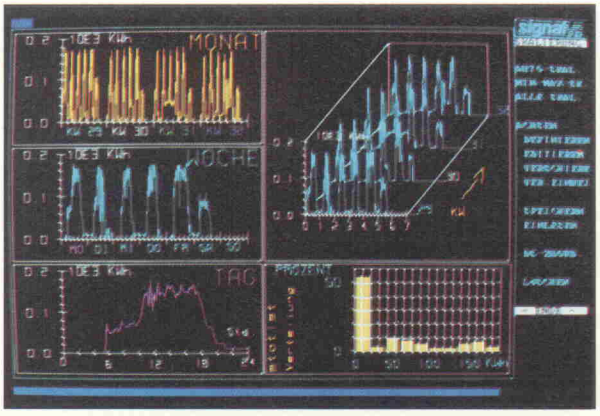


IEEE-Schnittstellenmodul für Signalys

Vorerst jüngste Entwicklung für das bekannte Datenerfassungs- und Auswerteprogramm Signalys ist das Modul Signalys IEEE. Es besteht aus einer Interface-Karte gemäß IEC-625 und einem Kommandointerpreter zur einfachen Zusammenstellung anwendungsspezifischer Befehlssequenzen.

Das Signalysmodul 488A kostet inklusive Hardware 1567 DM.

Ziegler-Instruments GmbH
Nobelstr. 5
W-4050 Mönchengladbach 4
Tel.: (0 21 66) 55 50



Seminare für Entwicklungssysteme

Die Firma Hitex in Karlsruhe veranstaltet im Februar 1991 Seminare für ihre teletest In-Circuit-Emulatoren.

Der Gebrauch des teletest 16 und des teletest 16 HiPAT (Zielprozessoren: 8086, 80286, V 40 und V 50) ist Thema des Seminars, das vom 18.–22. Februar 1991 stattfindet.

Vom 26.–28. Februar läuft eine Veranstaltung, bei der sich alles um die teletest-51-Geräteserie (Zielprozessoren: 8051er-Controllerfamilie) dreht.

Die Kosten beider Seminare betragen 500 DM pro Tag und Teilnehmer. Nähere Informationen gibt es bei der

Hitex Systementwicklung GmbH
Greschbachstr. 3b
W-7500 Karlsruhe 41
Tel.: (07 21) 6 28 70

BOARD MAKER 2
LAYOUT
Nie wieder kleben BOARDMAKER® erleben.
- Einfaches Editieren durch WYSIWYG-Display, Rubberbanding, Design Rule Check
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Moderne Pop-Up-Menüs mit Look-Up-Table
- Maus- und/oder Tastaturbedienung
- VGA, EGA, CGA, Hercules-Treiber mit Grauwerten
- Genügend Kapazität für komplexe Boards: 30.000 Datenelemente, bis 5.000 Tracks pro Board
- Einlesen von OrCAD-Netzlisten
- Automatische Bauteil-Plazierung
- Umfangreiche Symbolbibliothek
- Grafischer Symbol- und Macro-Editor
- 128 verschied. Track- und Pad-Größen
- Multilayer- und SMD-Support
- Automatischer Sicherheits-Backup
- Leiterbahnen können Kreissegmente enthalten (HF-Technik)
- PRINT: Matrix- oder Laser-Drucker
- PLOT: HP-GL, DM-PL Schnittstelle
- CAM: GERBER-Photoplot, EXCELLON-Bohrdaten
- Zubehör: Bauteilbibliothek **ADLIB BoardRouter**-Modul zur automatischen Entflechtung

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

KOMPLETTPREIS:
DM 995,–
(Nettopreis: 872,80 DM)

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

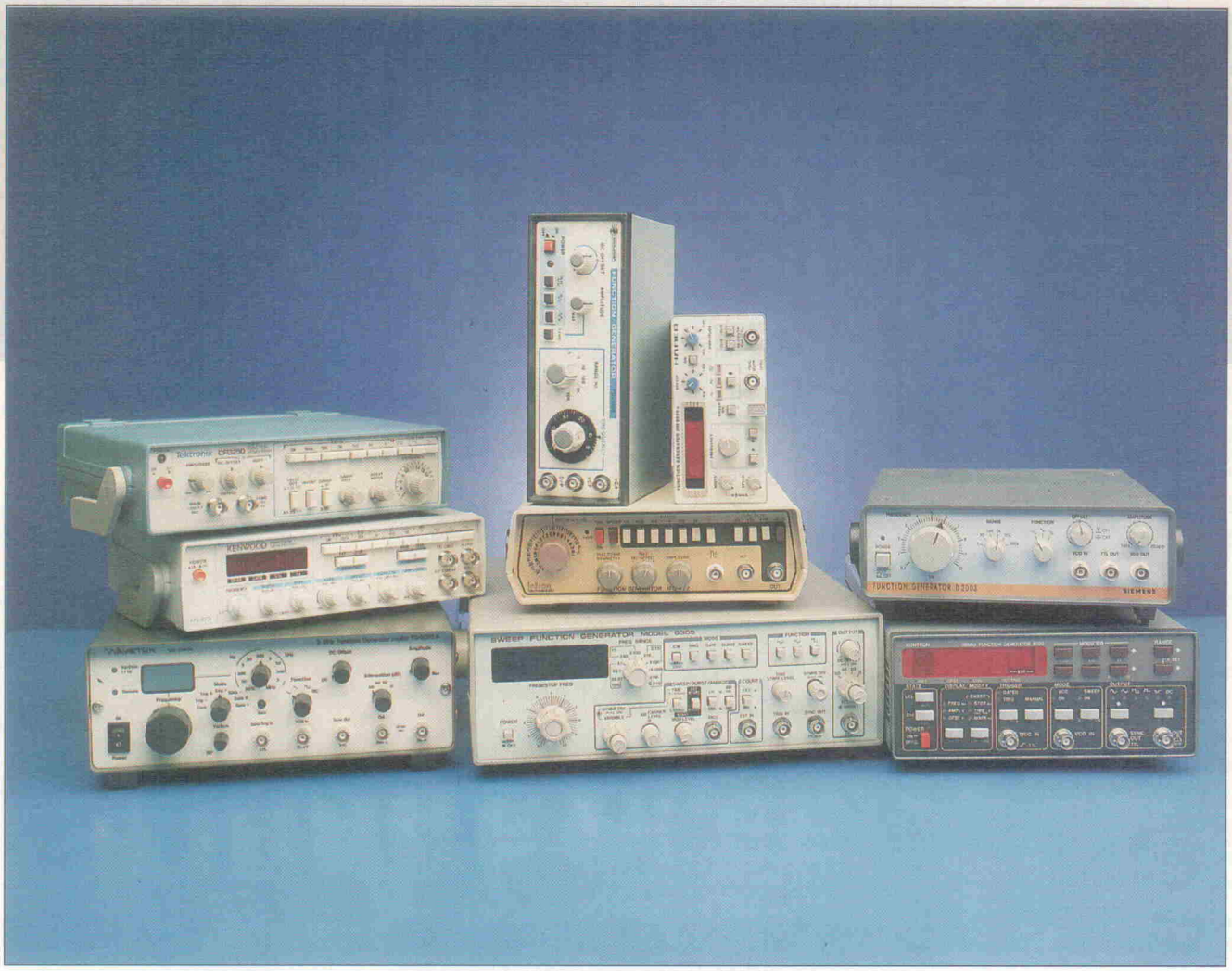
LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUSFÜHRLICHEM BEGLEITHEFT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

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

Test: Funktionsgeneratoren

Signalquellen fürs Labor



Eckart Steffens

Ein Signal auf Knopfdruck – für das Elektroniklabor ein unbedingtes Muß, und zwar nicht nur, wenn es um das Einmessen und Austesten von Schaltungen und Geräten geht. Was man außer einem Schwingungszug bekannter Frequenz erwarten darf, zeigt unsere vergleichende Übersicht.

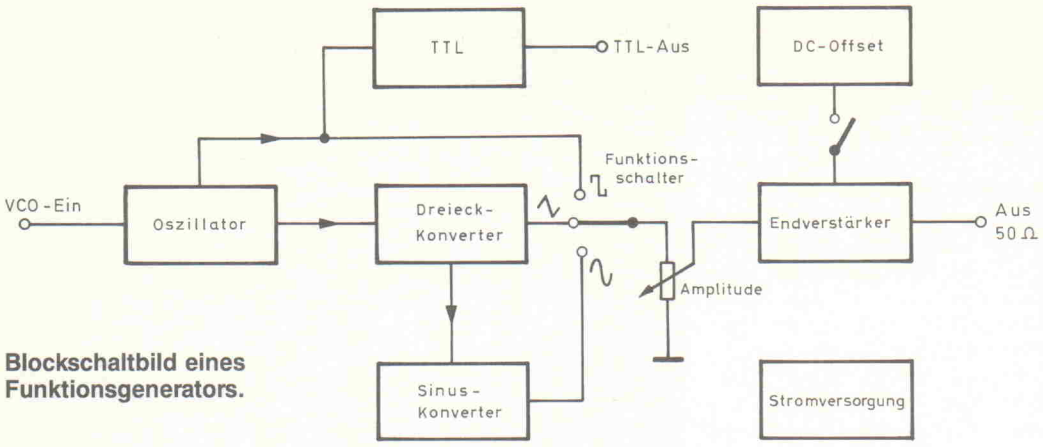
Insgesamt neun Geräte der unteren und mittleren Preisklasse, doch immerhin innerhalb eines Spektrums von einigen hundert bis hin zu einigen tausend DM, haben wir einander gegenübergestellt und geprüft, welche Möglichkeiten sie bieten. Doch zunächst: Was ist das überhaupt, ein Signalgenerator, was darf man erwarten, was ist zu spezifizieren, was zu beachten, und welche Meßmöglichkeiten werden geboten? Viele Fragen auf einmal, und daher der Reihe nach:

Signalformen: Die drei wichtigsten Signalformen sind Rechtecksignal, eine dreieck- sowie eine sinusförmige Ausgangsspannung. Technisch macht man es meist so, daß das Herz des Funktionsgenerators aus einem Rechteckgenerator besteht. Durch Integration der Ausgangsspannung erzeugt man ein dreieckförmig verlaufendes Signal, und daraus durch langsame Amplitudenbegrenzung (shaping) einen Sinus. Die Qualität der Signalformen bestimmt sich durch verschiedene Angaben:

- Rechteck: Tastverhältnis, Anstiegszeit, Überschwingen und Dachschräge;
- Dreieck: Tastverhältnis und Linearität des Anstiegs;
- Sinus: Klirrfaktor.

Bei durchstimmbaren Geräten ist darüber hinaus der Amplitudengang über den durchstimmbaren Bereich von Interesse.

Wir haben die verfügbaren Signalformen und deren Qualität dadurch dokumentiert, daß wir die vom Funktionsgenerator abgegebenen Signale jeweils über eine Differenzierschaltung geschickt haben: Damit erkennt man beim Rechteck eine Dachschräge (das differenzierte Signal liegt dann über oder unter null), beim Dreieck Mängel sowohl in der Linearität als auch beim Richtungswechsel (idealerweise muß durch Differenzieren eines dreieckförmigen Signals ein sauberes Rechtecksignal entstehen) und beim Sinus Abweichungen von der idealen Kurvenform (die Ableitung ergibt ideal wieder eine sinusförmige Spannung). Zur Messung wurde ein Dreiecksignal mit einer Amplitude (Spit-



Blockschaltbild eines Funktionsgenerators.

ze-Spitze-Wert) von 4 V bei 1 kHz eingestellt und dann auf die anderen Signalformen umgeschaltet, so daß sich auch ein dabei entstehender Versatz oder Pegelsprung erkennen läßt. Auf den Plots sind jeweils Originalsignal und differenziertes Signal wiedergegeben, und zwar für alle drei Signalformen.

Tastverhältnis: Eine Veränderung des Tastverhältnisses führt beim Rechtecksignal zu einer positiven oder negativen impulsförmigen Spannung, beim Dreieck zu einem Sägezahnsignal. Der große Nachteil bei den meisten Implementationen einer solchen Einstellung: Meist führt die Verstellung des Tastverhältnisses (symmetry, duty) auch zu einer drastischen Frequenzänderung, weil nur die Dauer einer Halbwelle geändert wird. Nur eines der getesteten Geräte war in der Lage, eine Tastverhältnisvariation (10 % ... 90 %) bei gleichbleibender Frequenz zu ermöglichen. Entwickler nach vorn! So schwer kann das doch nicht sein?

Sweep: Ein automatisches Durchfahren eines Frequenzbereiches nennt man Sweep. Man benötigt diese Option etwa zum Durchmessen von Filtern, für die Aufnahme von Frequenz- (= Amplituden-)gängen von Verstärkern und so weiter. Zwei Möglichkeiten sind zu unterscheiden: linearer oder logarithmischer Sweep. Häufig ist allerdings keine interne Sweep-Möglichkeit vorhanden. In diesen Fällen stellt man einen VCO- (voltage controlled oscillator) oder VCF-Eingang (voltage controlled frequency) zur Verfügung, über den der eigentliche Generator extern beeinflußt werden kann. Um ein Signal durchzusweepen, benötigt man dann einen zweiten Signalgenerator, hat dafür aber den Vorteil, auf die Sweep-Spannung zugreifen zu können – diese benötigt man beispielsweise für die Ablenkung des Sichtgerätes. Bei Geräten mit internem Sweep fehlt dieser Sweep-Referenzausgang ganz einfach. Und noch etwas: Sweep-Einstellungen sind meist nur nach Gefühl und mit Raten durchzuführen. Kaum ein Gerät bietet eine exakt ablesbare und separate Einstellung von Sweep-Anfangsfrequenz, Sweep-Endfrequenz und Sweep-Geschwindigkeit.

Trigger, Burst: Diese Möglichkeiten sind nur bei höherwertigen Geräten anzutreffen. Triggerung heißt: Auslösung einer einzelnen Schwingung, wobei man noch zwischen verschiedenen Anfangs- und Endpunkten der Kurvenform unterscheiden kann. Meist wird eine komplette Periode vom Nulldurchgang bis zum nächsten gleichsinnigen Nulldurchgang ausgegeben. Entsprechend arbeitet der Generator im Burst-Modus: Hier wird ein Impulspaket einstellbarer Länge ausgegeben. Solche Signale benötigt man beispielsweise zur Bestimmung des Ein- und Ausschwingverhaltens etwa von Filtern oder von Lautsprechern.

Ausstattung: Das standardmäßige Outfit eines Signalgenerators besteht aus einer Frequenzeinstellscheibe (dial), die zumeist eine Variation des Frequenzverhältnisses im Bereich von 1 : 10 erlaubt. Den Grundbereich wählt man mit einem Bereichsschalter – die Anzahl der verfügbaren Bereiche bestimmt also somit direkt den einstellbaren Gesamtfrequenzbereich. Moderne Geräte verfügen über einen eingebauten Digitalzähler und geben die eingestellte Frequenz direkt auf einer Anzeige aus. Es ist mit nur wenig Mehraufwand verbunden, wenn man den vorhandenen Zähler auch separat zur Messung extern zugeführter Signale nutzen kann.

Die Amplitude des Ausgangssignals ist über ein Potentiometer kontinuierlich einstellbar und läßt sich über eine weitere Einstellung mit einem Gleichspannungsanteil (Offset) überlagern, also in seiner absoluten Lage verschieben. Pegel- und Offseteinstellung sollten unabhängig voneinander durchzuführen sein. Meist wird zudem ein Ausgangsabschwächer vorgesehen, mit dem eine definierte Absenkung des Ausgangssignals zugeschaltet werden kann: Der bevorzugte Wert hierfür ist –20 dB (10 %). Zur Synchronisation externer Geräte (z. B. Oszilloskop, Zähler) gibt es zudem einen TTL-kompatiblen Ausgang, der ein 5-V-Rechtecksignal zur Verfügung stellt.

Abschlußwiderstand: Standard bei allen Geräten ist eine Ausgangsimpedanz von 50 Ω, bisweilen wird zusätzlich auch ein 400-Ω-Ausgang geboten. Man beachte, daß bei Abschluß dieser Ausgänge mit einer Last von ebenfalls 50 Ω die Ausgangsspannung (und der Offset) auf jeweils die Hälfte sinkt: Meßobjekte mit niedriger Eingangsimpedanz bewirken also ebenfalls ein deutliches Absinken der bei Leerlauf eingestellten Ausgangsspannung!

Der Test

Die Reihenfolge der Geräte ergibt sich aus dem Eingang und stellt keinerlei Wertung dar. Wir haben alle Modelle den gleichen Prüfungen unterworfen, und soweit zusätzliche Features geboten werden, ist dies ergänzend vermerkt. Alle relevanten Meßdaten sind in der Gesamttabelle wiedergegeben. Die Ermittlung der Rechteckanstiegszeit erfolgte mit einem Abschlußwiderstand von 50 Ω und einer Spitze-Spitze-Ausgangsspannung von 10 V oder – falls diese nicht zu erreichen war – der maximal verfügbaren Ausgangsspannung.

Siemens D 2003

Der Funktionsgenerator D 2003 von Siemens ist ein kompaktes, portables Gerät, das die wichtigsten Grundfunktionen bietet. Alle Einstellungen sind über Potentiometer und Drehschalter sowie eine große Frequenzeinstellung leicht und übersichtlich vorzunehmen. Allein durch die übersichtliche Skalierung bleiben die Frequenzabweichungen beim Durchstimmen, aber auch die Sprünge beim Durchschalten der Bereiche erstaunlich gering – der Siemens prädestiniert sich damit in der Tat als solides Grundhandwerkszeug. Lediglich das Sinussignal zeigt eine ganz leichte Unsauberheit im Nulldurchgang und in den Extrema, bleibt aber deutlich innerhalb der publizierten Spezifikationen. Nur die Offsetspannung ließ

Siemens D 2003.

Laser von es

Hier sind wir wieder ! Zuerst mal wünschen wir allen unseren Kunden sowie allen noch-nicht-Kunden ein gutes neues Jahr 1991 und gehen dann gleich zur Sache. Es gibt nämlich einige Neuigkeiten. Zum Beispiel über unseren Hit STAR III und die süperbe Software SCAN-plus. Oder aber über die neuen High-Tec HeNe-Laserröhren. Ja genau, die mit den unglaublich günstigen Preisen. Auch ein neues Hochspannungsnetzteil gibt's jetzt, für 220V Anschluss. Alles in der gewohnt exquisiten es-Qualität. Denn die zahlt sich aus, auf kurz oder lang. Meistens merkt man das bereits beim ersten Einschalten. Es funktioniert einfach ! Und wer jetzt noch nicht auf den Geschmack gekommen ist, für den bieten wir jetzt den absoluten Einstiegspreis. **HeNe-Röhre 1mW**, gebraucht aber voll funktionsfähig, für sage und schreibe

49.- (neunundvierzig) Deutsche

Das gibt's nicht ? Na und ob's das gibt. Der Vorrat ist leider begrenzt. Wer also nicht schnell bestellt, sieht alt aus ! Ran an die Muschel und die

0 74 73 / 71 42

wählen ! Katalog (8.-) gleich mitbestellen ! Das Beste zum Schluß: Wir haben eine neue Residenz, größer, schöner und zum Vorteil unserer Kunden. Besuchen Sie uns doch mal !! Da gibt's einiges zu sehen!

es

Lasersysteme - Lasertechnik - Lasershow
D. Baur & S. Ruff Berggasse 10
D - 7406 Mössingen 0 74 73 / 71 42
Telefax: 0 74 73 / 2 46 61

DANKESCHÖN ZUM JUBILÄUM

Das komplette Stereosystem für **allerhöchste Ansprüche**

200 Watt Stereo-Leistungsverstärker
in POWER-MOS-FET-Technik
Lieferumfang:
- 2 Leistungsverstärker MOS PRO 200
- Slew rates bis > 400 V/µs.
- Grenzfr. bis >2,2 MHz
- Kein TIM, SID
- Klirr < 0,003%
- Rauschabstand >120 dB
- AC-Koppl. **und** DC-Betrieb möglich
- Stabil an allen Lasten
- Leistungsstarkes Netzteil mit Ringkerntrafo **700 VA**
- Siebung 40000 µF
- LS-DC-Lautsprecherschutz
- und alle erforderlichen Kabel

zum Jubiläums-Komplettpreis Art.-Nr. 50100 **DM 695,-**
(auf Wunsch komplett montiert im 19"-Gehäuse)
„Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie".
Gesamtkatalog gratis! **P2**

10 JAHRE AUDIO-SYSTEME
KLEIN ELEKTRONIK GMBH
Schubertstraße 7
D-7531 Neuhausen/Hamberg
Tel. (07234) 77 83/89 43
Fax 52 05

Test

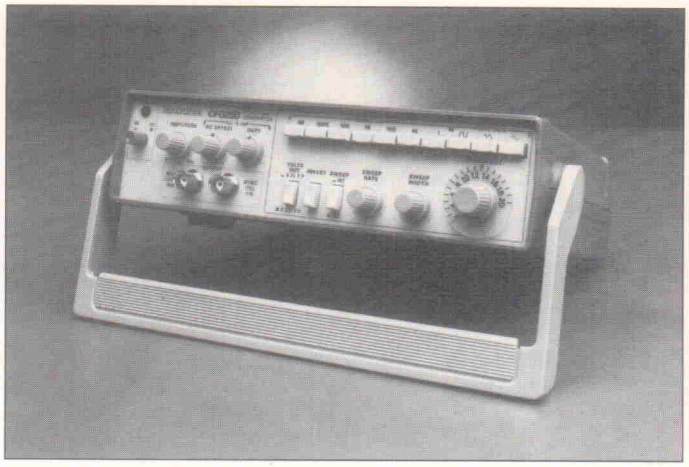
sich nicht ganz bis zum spezifizierten Wert aufziehen.

Mit einem externen VCO-Eingang läßt sich der Funktionsgenerator D 2003 über einen Bereich von etwa 1 : 100 durchstimmen; die erforderliche Ansteuerspannung liegt zwischen 0 und +3,5 V. Mit vier Boden- und vier Rückwandfüßen läßt sich das Gerät in jeder Betriebslage betreiben, mit dem klappbaren Griff leicht aufstellen und transportieren. Das Netzkabel ist fest angebracht, eine Aufwickelvorrichtung nicht vorhanden. Wir vermißten einen definierten Signalabschwächer.

Monacor FG-1000

Der Funktionsgenerator FG-1000 ist eindeutig das preiswerteste und kleinste Gerät aller Testmodelle; allzu hohe Ansprüche sollte man daran wohl nicht stellen. Das Gerät bietet die drei Signalformen Rechteck, Dreieck, Sinus und ermöglicht die Einstellung von Amplitude und Offset; der Offsetregler ist jedoch nicht abschaltbar (!) und zudem äußerst sensibel, überdies liegt der Nullpunkt deutlich außerhalb der gekennzeichneten Mitte. Das bedeutet: Aufpassen beim Einstellen und außerdem ständiges Nachstellen, denn – unsere Meßkurven zeigen es – ein Umschalten der Signalform bewirkt gleichzeitig eine Verstellung des Offsets. Ohne Oszilloskop oder einen 'dicken' Kondensator in Reihe mit dem Ausgang zum Abblocken des DC-Anteils ist der FG-1000 damit eigentlich kaum zu gebrauchen; man muß das wohl preismäßig bewerten. Das Rechtecksignal weist unter allen getesteten Geräten die größte Anstiegszeit auf, beim Dreieck erkennt man die langsamen Flankenwechsel an den gekrümmten Flanken des differenzierten Signals. Hingegen kann man die Form des Sinusausgangssignals getrost als 'gut' bewerten.

Mit externen Eingängen für VCO (Frequenz) und VCA (Amplitude) ist sowohl FM- als auch AM-Modulation innerhalb eines Bereichs von 1 : 10 möglich. Im Lieferumfang enthalten ist ein kleines Anleitungsheftchen, das neben technischen Spezifikationen auch eine Schaltung und einen englischsprachigen und eingedeutschten Text enthält, so daß der geneigte Leser doch eine Vorstellung davon erhält, welche Buchsen zur 'Zufuenhurng' eines externen Signals verwendet werden müssen. Immerhin.



Tektronix CFG 250.

Tektronix CFG 250

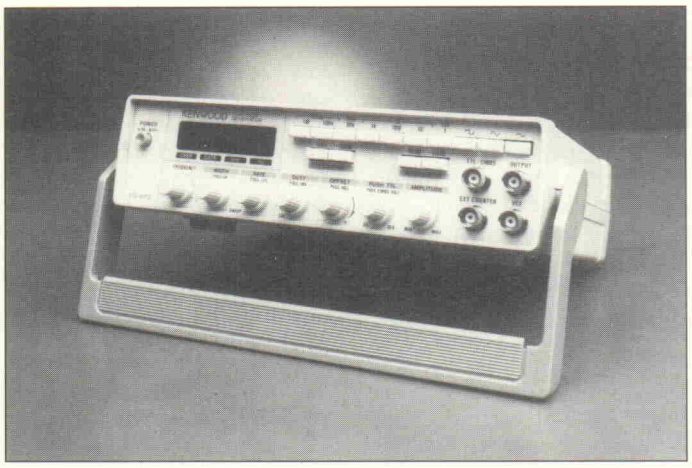
Ebenfalls im kompakten Trage-Design präsentiert sich der Funktionsgenerator CFG 250 von Tektronix. Auch dieser Generator liefert die drei grundsätzlichen Signalformen, und das macht er, wie man an den Plots erkennt, recht sauber. Der nutzbare Frequenzbereich erstreckt sich von 0,2 Hz bis 2 MHz und teilt sich in sieben dekadische Bereiche, die einen variablen Faktor von 0,2...2 aufweisen. Damit liegen die 'geraden' Frequenzen (beispielsweise 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz) jeweils etwa in Bereichsmitte.

Mit – abgesehen von der Frequenzeinstellung – fünf zusätzlichen Potis ermöglicht 'der Tek' eine Einstellung des Ausgangspegels, der Offsetspannung (zuschaltbar durch Ziehen des Stellknopfes), des Tastverhältnisses (Duty, zuschaltbar durch Ziehen des Knopfes) sowie die Zuschaltung eines fixen Ausgangsabschwächers von 20 dB. Zwei Potis sind zur Einstellung von Sweep-Bereich (maximal 1 : 100) und Sweep-Geschwindigkeit (0,5 Hz ...50 Hz) vorgesehen; wahlweise kann man auf einen externen Sweep-Eingang umschalten, der sich auf der Geräterückseite befindet. Mit der Taste 'Invert' wählt man die durch den Duty-Einsteller zu beeinflussende Halbwelle – richtig erkannt: die Impulsdauer ändert sich, und die Signalfrequenz geht baden. Das noch brandneue Folgemodell CFG 253 hingegen weist eine frequenzunabhängige Einstellmöglichkeit des Tastverhältnisses auf.

Monacor FG-1000.

Kenwood FG-273

Mir war neu, daß auch Kenwood Testgeneratoren baut, aber man lernt ja nie aus. Auch



Kenwood FG-273.

hier haben wir ein leicht portables Gerät vor uns, das mit einem rastbaren Transport- und Aufstellgriff ausgestattet ist und über eine Vielzahl von Einstellfunktionen verfügt. Dennoch ist es gelungen, die Front übersichtlich zu halten, meines Erachtens sogar noch übersichtlicher als beim oben erwähnten Tektronix-Funktionsgenerator. Dennoch vermisse ich einige Features: eine wenigstens einigermaßen bezeichnete Skala zur schnellen Frequenzeinstellung (so muß man immer auf den Zähler warten) und eine farbliche Abhebung von Frequenzeinstell- und Amplitudenknopf zwecks schnellerem Zugriff.

Auch hier finden wir sieben nutzbare, über Drucktasten wählbare Bereiche: Die gesamte Frequenzspanne beträgt 0,2 Hz bis 2 MHz. Über drei Tasten wählt man die Kurvenform, zwei Tasten sind für Signalabschwächer (–20 dB und –40 dB) vorgesehen, und zwei Tasten ermöglichen es, den Zähler auch mit einem externen Meßsignal zu beschicken und dafür zwei Eingangsempfindlichkeiten (–20 dB schaltbar) bereitzustellen. Meßbereich und Gatezeit bestimmt man dabei mit den Frequenzbereichstasten des Generators.

Die Anzeige über den sechsstelligen Digitalzähler ist sehr angenehm und ein deutliches Plus des Kenwood-Funktionsgenerators. Allerdings werden nur vier (im höchsten Bereich fünf) Stellen für die Anzeige ausgenutzt; ein vierstelliges Display hätte wohl allemal gereicht. Damit ist stets eine Einstellung mit maximal 1/10 % Abweichung möglich; allein aus dieser Betrachtung folgt, daß vier Stellen sinnvoll und nötig sind.

Fünf zusätzliche Potentiometer, alle mit Zugschalter versehen und damit definiert zuschaltbar, ermöglichen die Beeinflussung einer Reihe von Parametern: der Offsetspannung, des Tastverhältnisses (umschaltbar auf beide Halbwellen, auch hier ändert sich die Halbwellendauer und damit die Frequenz), Sweep-Geschwindigkeit und Sweep-Hub. Eine Umschaltung des Potis ermöglicht es, 'den Kenwood' auch auf logarithmischen Sweep umzuschalten; daran merkt man, daß dies Gerät vermutlich von Audio-Leuten konzipiert wurde. Ebenfalls ein nettes Feature: der Triggerausgang läßt sich von TTL- auf CMOS-Pegel umschalten und dessen Amplitude im Bereich 5 V...15 V kontinuierlich einstellen. Auch so etwas wurde bei den anderen Geräten nicht gesehen.

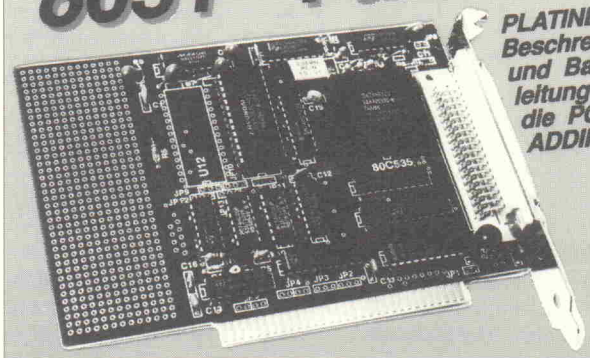
Apropos Audio: da hätte man sich vielleicht nur ein etwas saubereres Sinussignal gewünscht. Erkennbar ist die leichte Abflachung im unteren Extremum.

Intron IFG-422

Im leichten Trageformat mit verstellbarem Griff präsentiert sich auch der Funktionsgenerator FG-422 von Intron, ein Gerät aus holländischer Produktion. Mit sieben Bereichen und einem nutzbaren Frequenzbereich von 0,1 Hz (0,2 Hz) bis 2 MHz reiht er sich neben 'den Tektronix' und 'den Kenwood' ein. Beim Intron FG-422 erfolgt die Frequenzeinstellung über einen links plazierten, großen Einstellknopf mit Skala;

IM BUCH: Unbestückte Platine und Diskette mit Debugger-, OSCI-und Hilfsprogramme, MC-Programme auch als AMS-Files.

MC-TOOLS für die 8051 - Familie



PLATINE, Beschreibung und Bauanleitung für die PC-535-ADDIN-Karte.

PC-ADDIN-Karten Bestückt und getestet

PC-535-ADDIN-Karte zum Buch mit dem SAB 80C535	DM	339,00
PC537-ADDIN-Karte (Buch in Vorbereitung) mit dem SAB 80C537	DM	453,00

Bausatz zum Buch

Bausatz 535-PC-ADDIN ohne Leiterplatte	DM	111,00
Bausatz 535-PC-ADDIN mit Leiterplatte	DM	145,00

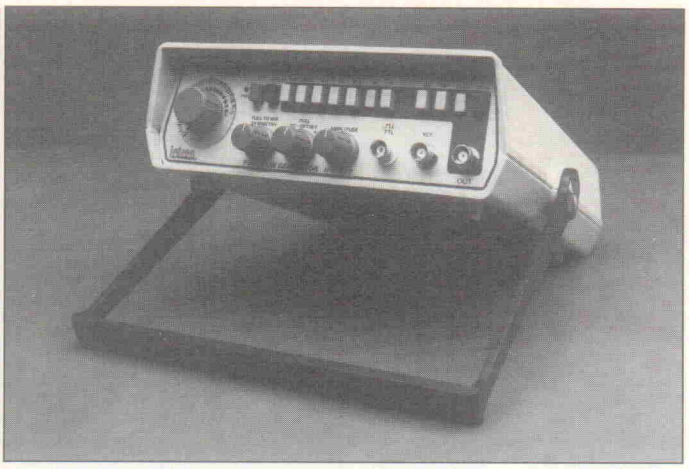
Software zur 8051-Mikrocontroller-Familie

Programme für die PC-537-ADDIN-Karte (wie für PC-535-Karte)	DM	114,00
Assembler-51 V 4.4	DM	684,00
Simulator/Debugger dScope-51 V 3.5	DM	1368,00
Simulator/Debugger dScope-51 plus V 4.0	DM	2223,00
C-51 Compiler V 2.30	DM	2223,00

"MC-TOOLS" für den PC-XT/AT DM 119,00

Hardware: Leiterplatte
Software: Debugger und OSCI-Programme für Entwicklung und Ausbildung

Feger + Reith,
Hardware + Software Verlags OHG
Herzog-Wilhelm-Str. 11, 8220 Traunstein
Telefon (0861) 15218 Fax (0861) 15326



Intron IFG-422.

durch den deutlichen Totgang und die schwer lesbare Skalierung ist die Einstellung aber etwas mühsam. Sieben Tasten wählen den Frequenzbereich, der mit einem Faktor von 0,2...2 variiert werden kann. Drei weitere Tasten wählen die Signalform Rechteck, Dreieck oder Sinus. Die Symmetrie kann mit einem Poti, das sich über Zugschalter einschalten läßt, für jede Halbwelle verändert werden – auch hier durch Verlängerung der Halbwellendauer und somit zwangsläufiger Frequenzänderung. Die jeweils zu beeinflussende Halbwelle kann man über einen 'Invert'-Schalter bestimmen. Auch der DC-Offset ist einstell- und zuschaltbar, die Amplitude von Null bis zum Maximalwert kontinuierlich einstellbar. Ein fester Vorabschwächer mit einem Nennwert von –30 dB wurde mit –28,5 dB ausgemessen; auch er läßt sich über einen Druckschalter zuschalten.

Die Signalverläufe, die der Funktionsgenerator von Intron liefert, sind durchaus sauber und geben wenig Anlaß zur Beanstandung. Lediglich die Spezifikation der Rechteckanstiegszeit fällt um gut 100 % aus dem Rahmen, weil – auf dem Plot deutlich erkennbar – der Übergang zur Flanke außerordentlich langsam erfolgt und somit in die 10 %/90-%-Anstiegszeitmessung eingeht. Hier sowie bei der Frequenzeinstellung sollte sich Intron noch etwas zur Verbesserung einfallen lassen, und vielleicht könnte man die Optik etwas aufpolieren – ansonsten weist das Gerät nämlich ein überdurchschnittlich gutes Preis/Leistungsverhältnis auf.

Eine 'Nettigkeit' am Rande: auf der Rückseite findet man (zusätzlich zum vorn plazierten TTL-Sync-Ausgang) einen Dreieckausgang (U_{SS} = 1,5 V ...2 V) zum Anschluß der Strahlablenkung eines Sichtgeräts.

Wavetek FG-5000 A

'Made in Germany' ist dagegen Waveteks Funktionsgenerator FG-5000 A. Mit neun Bereichen und einem ausnutzbaren Frequenzbereich von 1 mHz bis 5 MHz verfügt er über einen der größten Bereiche; die Feineinstellung erfolgt über ein 10-Gang-Wendelpoti in Verbindung mit einem dreistelligen LC-Display. Pegel, Offset und Abschwächung (0, –20 dB, –40 dB und –60 dB) sind über Drehschalter beziehungsweise -potis beeinflußbar. Als Funktion kann man zwischen Rechteck, Dreieck, Sinus und DC-Ausgang wählen, wodurch der FG-5000 A in begrenztem Umfang (Ausgangsimpedanzen 50 Ω und 600 Ω) auch als Versorgungsquelle nutzbar ist. Bedeutend bei diesem Gerät sind jedoch die Möglichkeiten zur Einzelimpuls- (Trig) sowie Burstgenerierung (Gate). Durch drei Wahlmöglichkeiten (+, 0, –) kann man jeweils bestimmen, ob ein Impuls beziehungsweise Impulspaket ausgehend von der negativen Signalruhelage, der positiven Signalruhelage oder der Nullinie erfolgen soll. Die Triggerung läßt sich über einen Triggerknopf manuell oder über einen Triggereingang mit TTL-Pegel auslösen. Ein weiterer Eingang dient der Einspeisung eines VCO-Steuersignals zur Wobbelung; interne Wobbelmöglichkeiten sind beim FG-5000 A nicht vorgesehen.

Ein Gerät der Preis- und Leistungsklasse 'des Wavetek' muß sich eine kritische Würdigung der Signalformen gefallen lassen. Hier fällt das Dreieck auf; im Bereich des Nulldurchgangs verringert sich die Steigung, die Linearität verschlechtert sich. Am Sinussignal erkennt man deutlich das Vorhandensein einer Harmonischen, die offensichtlich durch das Signal-Shaping erzeugt wird. Auch bei der Bedienung gibt es einige Kritikpunkte: Das Display zeigt zwar ganz gefällig einen Wert an, nur hat dieser mit dem tatsächlichen Ausgangssignal zuweilen nur entfernt zu tun. Nicht nur, daß die drei Stellen eigentlich zu wenig sind (siehe oben), werden sie auch nicht automatisch geschaltet, sondern hängen vom Meßbereich ab: So ist die Einstellung einer Frequenz von etwa 8,44 kHz gar nicht möglich, weil das Display entweder '8,4' oder '8,5' ausgibt. Und selbst wenn es 1,00 kHz anzeigt, kann es sein, daß aus dem Gerät – nachgemessenerweise – tatsächlich nur 993 Hz herauskommen. Zwar kann man argumentieren, das sei ja nur 0,7 % daneben, dieser Umstand ist für eine explizite, digitale, numerische Anzeige aber traurig genug. Wenn man 'VarSym' einschaltet, um das Tastverhältnis zu variieren, wird die Ausgangsfrequenz auf 1/10 des ursprünglichen Werts herabgesetzt. Nicht etwa, daß man dann den Dezimalpunkt im Display ändert: nein, es leuchtet eine rote LED auf, die mit 'f/10' beschriftet ist. Da alle Meßbereiche offensichtlich über Reed-Relais geschaltet werden, weiß ich eigentlich nicht, warum man bei Einschalten des variablen Tastverhältnisses nicht automatisch einen Bereich höher schaltet und so den Versatz wieder korrigiert. Letztes Faktum: Wer per Potidrehschalter den DC-Offset zuschaltet, fängt nicht bei einem Offset von Null an, sondern sofort bei – 15 V und kann dann über Null bis +15 V hochdrehen. Mit Verlaub: das scheint die Option zum 'Himmeln' einer angeschlossenen MOS- oder OpAmp-Schaltung zu sein.

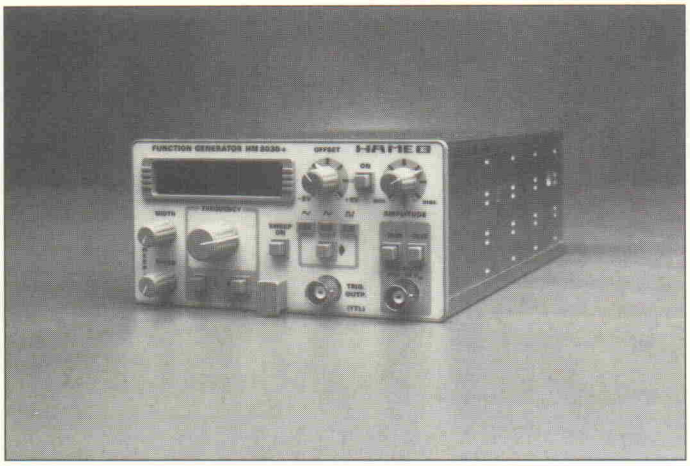
Summa summarum weist der Funktionsgenerator FG-5000 A brauchbare Features auf, doch die Entwickler seien aufgerufen, dieses Gerät bedienungsfreundlicher zu gestalten.

Wavetek FG-5000 A.

Hameg HM 8030-4

Nicht in Deutschland, dafür aber in Frankreich hergestellt (hallo, Europa!) ist der Funktionsgenerator einer deutschen Firma, nämlich der Typ 8030-4 von Hameg aus Frankfurt/M. Hier haben wir es mit einer anderen Gerätekonzeption zu tun: Der Generator selbst ist ein Einschub, der in einem Stromversorgungsrahmen Platz findet und diesen damit zu einem vollwertigen Meßgerät ergänzt. Der Generator HM 8030-4 ist eine Weiterentwicklung des bisher am Markt verfügbaren HM 8030-3, der mit einem nutzbaren Frequenzbereich von 0,2 Hz...2 MHz ausgestattet war und nicht über eine interne Wobbelung verfügte.

Sieben über zwei Drucktaster aufwärts und abwärts durchsteppbare Frequenzabschnitte führen zu einem Gesamtfrequenzbereich von 0,3 Hz bis 3 MHz. Über ein 3-Wendelpoti wird ein Faktor von 0,3...3 (effektive Einstellbreite 1 : 12) generiert, der Skalenwert 1 befin-



Hameg HM 8030-4.

det sich damit genau in Skalenmitte. Eine vierstellige LED-Frequenzanzeige ermöglicht eine akkurate Frequenzablesung auf das Hertz genau. In Hinblick auf die Frequenzeinstellung ist der HM 8030-4 ein sehr einfach und sehr exakt zu bedienendes Gerät.

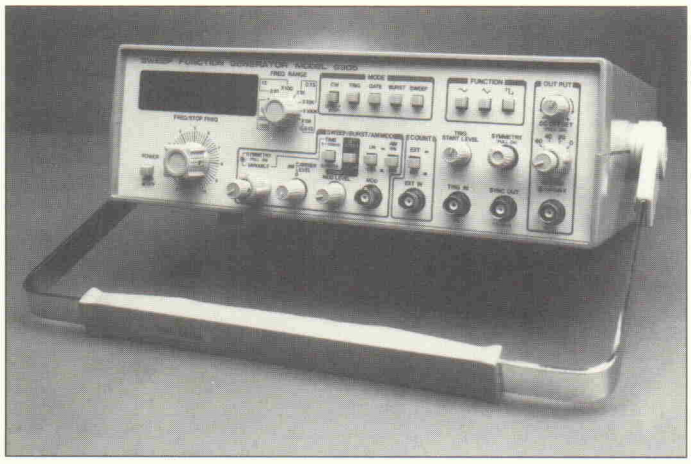
Die Signalform wird ebenfalls über Drucktaster gewählt, die eingerastete Funktion über eine LED markiert. Schaltet man eine Stellung weiter, ist der Generatorteil abgeschaltet (inaktiv). Die Ausgangsamplitude und den Offset (Bereich –5 V...+5 V) stellt man über nicht skalierte Potis ein, den Offset kann man über einen Drucktaster zuschalten. Das ist übrigens die optimale Lösung, da man sich so einen Offset voreinstellen und ohne Verstellen des Reglers zuschalten kann.

Ebenfalls nicht skaliert sind zwei Einsteller für Sweep-Bereich (1 : 100) und Sweep-Geschwindigkeit (0,25 Hz ... 50 Hz). Geboten wird ein linearer Sweep, entgegen aller Erwartung von der oberen Frequenz ausgehend und abwärts laufend. Über eine externe VCO-Buchse läßt sich das Gerät jedoch auch extern frequenzmodulieren.

Auffällig sind die vom HM 8030-4 erzeugten, als sehr sauber zu bezeichnenden Kurvenverläufe. Insbesondere die hohe Rechteckanstiegsgeschwindigkeit fällt für ein Gerät dieser Preisklasse angenehm auf. Auch mit dem Sinussignal kann man sehr zufrieden sein.

Hung Chang G 305

'Es gibt Fernost-Firmen, die Geräte zu Preisen und mit Features auf den Markt werfen ... dafür können wir gar nicht mehr entwickeln.' So lautet ein Stoßseufzer, den ein europäischer Meßgeräte-Manager von sich gegeben haben soll. Er könnte Hung Chang gemeint haben – Tatsache ist: der Generator G 305 ist voll von Features, die man derart geballt in anderen Geräten dieser Preis-



Hung Chang G 305.

Tektronix® direkt

High Tech ohne Lieferzeiten

Exklusiv über **Tektronix** direkt können Sie ab sofort zwei völlig neue 3½stellige 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.

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.

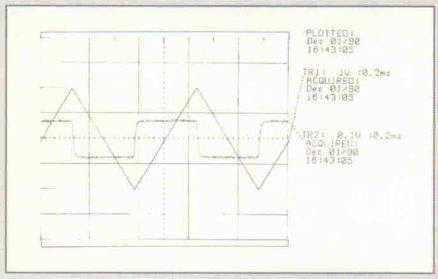
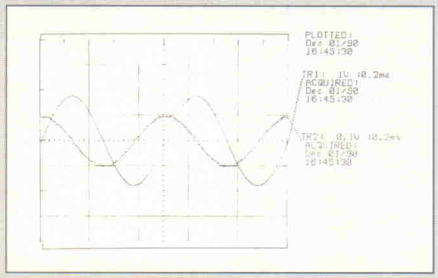
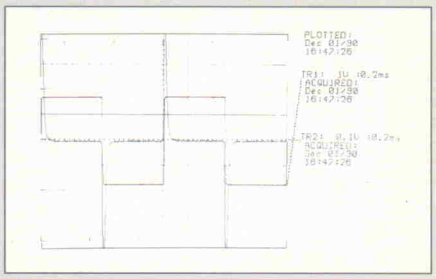
Tektronix®
COMMITTED TO EXCELLENCE

Tektronix direkt
Sedanstraße 13–17, 5000 Köln 1

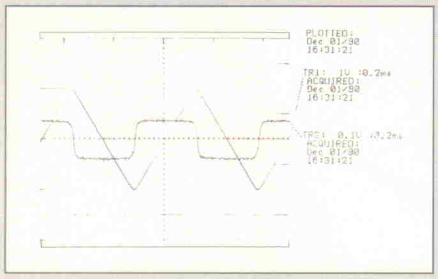
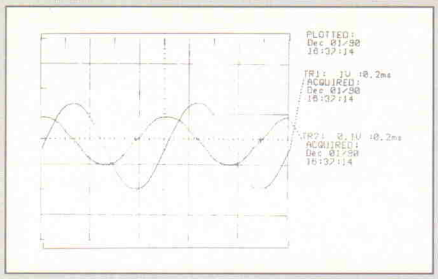
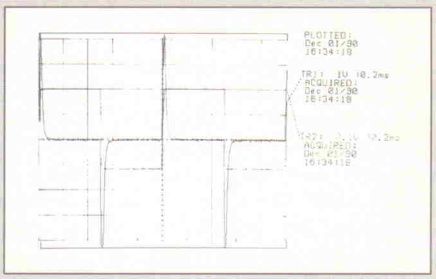
0130/5211

Anfragen und Bestellungen zum Nulltarif

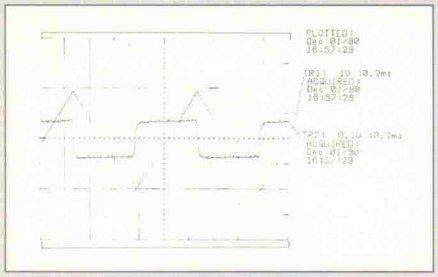
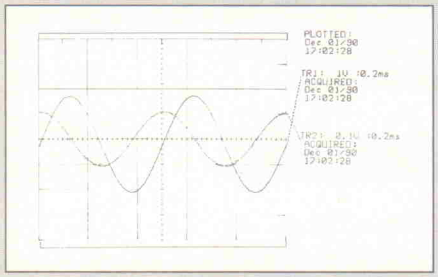
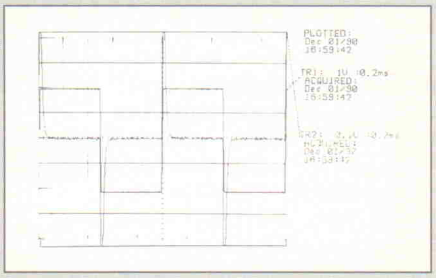
Die Signalverläufe im Überblick

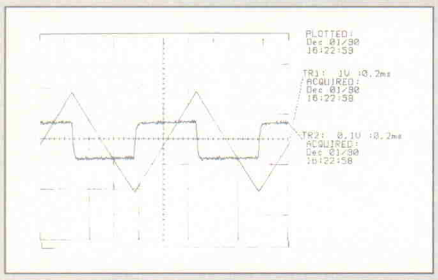
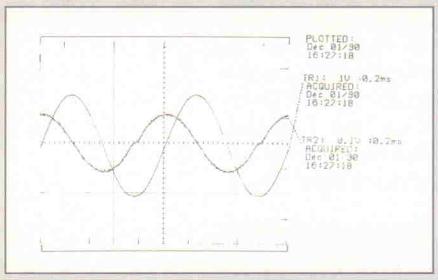
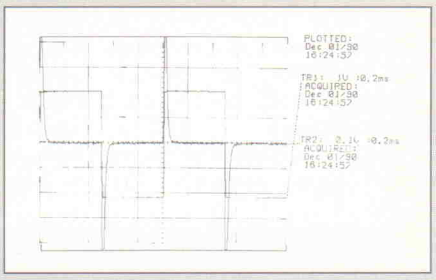
Siemens D 2003.

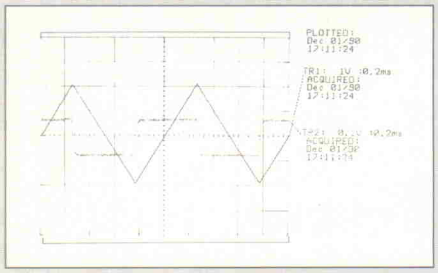
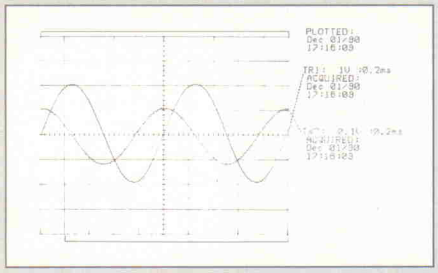
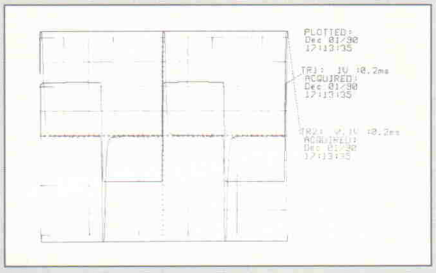
Monacor FG-1000.

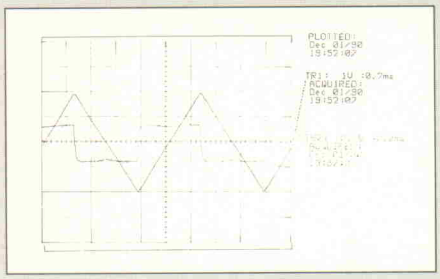
Tektronix CFG 250.

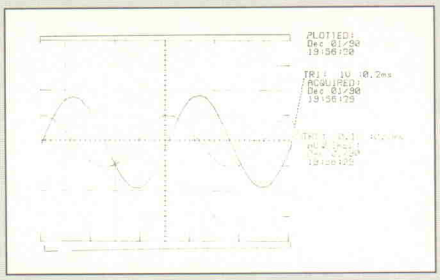




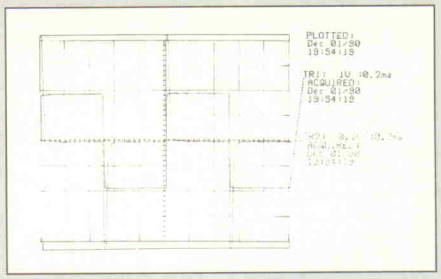
Kenwood FG-273.

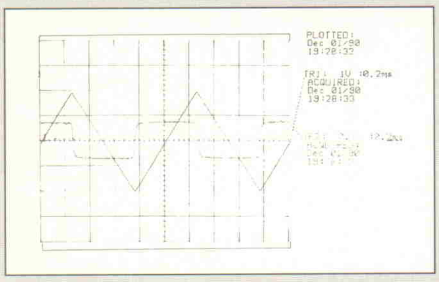
Intron IFG-422.

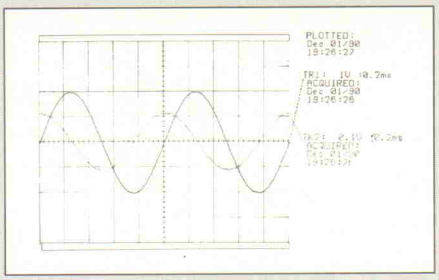


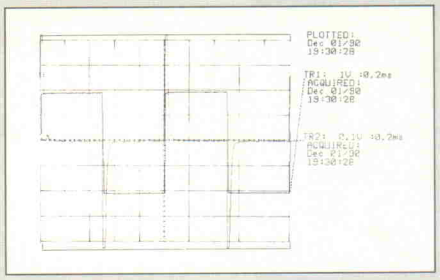




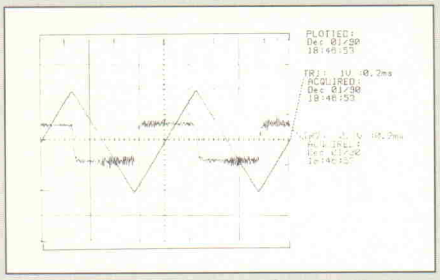
Wavetek FG-5000 A.

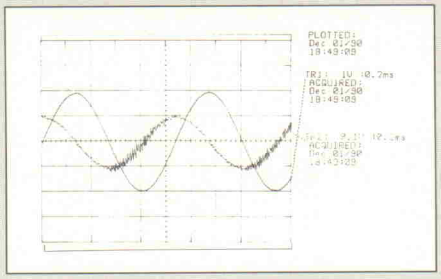


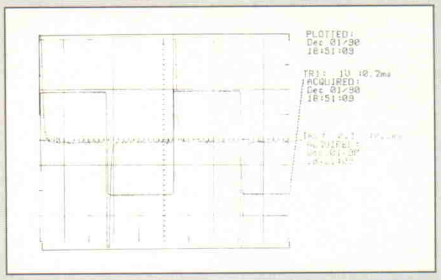




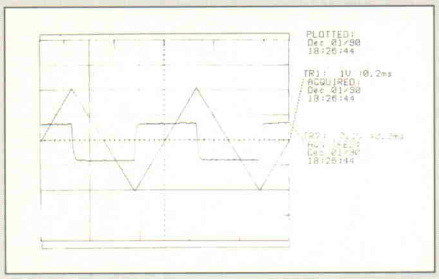
Hameg HM 8030-4.

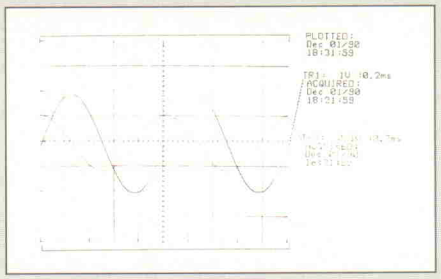


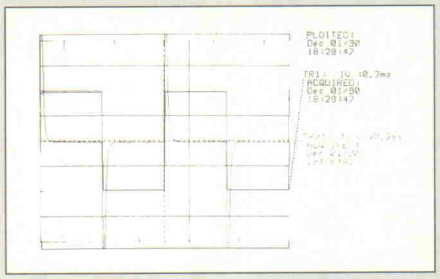




Hung Chang G 305.







Kontron 8020.

Die Meßbedingungen

Als Ausgangsgröße wurde bei jedem Funktionsgenerator ein Dreiecksignal mit einer Spitze-Spitze-Spannung von 4 V und einer Frequenz von 1 kHz eingestellt. Dieses Originalsignal belegte Kanal 1 des Meßplotters. Gleichzeitig passierte das vom Generator abgegebene Originalsignal einen Differenzierer, dessen Ausgangsspannung dem zweiten Kanal des Meßplotters zugeführt wurde. Damit gibt der jeweils erste Plot der Dreiergruppe sowohl den Verlauf der ursprünglichen als auch den der differenzierten Dreieckausgangsspannung wieder. Bei einer idealen Form der Dreieckspannung verläuft das differenzierte Signal in Form eines idealen Rechtecks. Abweichungen vom Idealverlauf lassen somit auf Unlinearitäten der Dreieckfunktion schließen. Nach dem alleinigen Umschalten der Signalform erhält man jeweils die beiden weiteren Plots.

+ = vorhanden
– = nicht vorhanden
E = mit Frequenzänderung einstellbar
S = zuschaltbar
S¹ = Einschalten nur mit neuer Einstellung möglich
T = Tastverhältnis bzw. Frequenz bleibt konstant

Hersteller	Siemens	Inter-Mercador	Tektronix	Kenwood	Intron	Wavetek	Hameg	Hung Chang	Kontron
Modell	D 2003	FG-1000	CFG 250	FG-273	IFG-422	FG-5000A	HM 8030-4	G 305	8020
Rechteck	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dreieck	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sinus	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Impuls	–	–	E	E	E	E	–	T	+
Frequenzbereich	0,1 Hz...1 MHz	0,5 Hz...500 kHz	0,2 Hz...2 MHz	0,2 Hz...2 MHz	0,1 Hz...2 MHz	0,001 Hz...5 MHz	0,3 Hz...3 MHz	0,01 Hz...10 MHz	0,002 Hz...20 MHz
Frequenzabschnitte	6	6	7	7	7	9	7	9	10
Sweep	–	–	+	+ (lin/log)	–	–	+	+ (lin/log)	+ (lin/log)
Burst	–	–	–	–	–	+	–	+	+
ext. Trigger	–	–	–	–	–	+	–	+	+
ext. VCO	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ext. VCA	–	+	–	–	–	–	–	+	+
TTL-Ausgang	+	–	+	+ (CMOS/TTL)	+	+	+	+	+
Offset	S	+	S	S	S	S¹	S	S	+
Symmetrie	–	–	E	E	E	E	–	T	+
Ausgangsspannung U_{SS}, angegeben/gemessen	20 V/20,0 V	<20 V/16,7 V	–/20,8 V	>20 V/22,2 V	20 V/21,8 V	<40 V/37,8 V	20 V/19,5 V	20 V/21,8 V	30 V/30,0 V
Abschwächer, angegeben/gemessen	–	–40 dB/–39,5 dB	–20 dB/–20 dB	–20 dB, –40 dB/ –20 dB, –40 dB	–30 dB/–28,5 dB	–20, –40, –60 dB/ –20, –40,5, –61 dB	2 × –20 dB/–20 dB	–20, –40, –60 dB/ –20, –40, –59,8 dB	–
Offset, angegeben/gemessen	±10 V/–9,89 V...+9,81 V	–/–9,53 V...+8,7 V	>±10 V/–11,0 V...+10,6 V	±10 V/–10,7 V...+10,5 V	±10 V/–13,8 V...+12,9 V	–/–15,4 V...+17,2 V	–/–5,03 V...+5,05 V	–/–10,3 V...+10,3 V	–/–7,0 V...+7,0 V
Dial (Skala)	1...10	5...50	0,2...2	–	0,2...2	10-Gang-Poti	3-Gang-Poti	1...10	–
Zähler(stellen)	–	–	–	6	–	3	4	6	3 1/2
Klirrfaktor (1 kHz)	<0,7 %	1 %	<1 %	<1 %	<1 %	<1 %	≤0,5 %	<0,5 %	<0,5 %
10-V-Rechteck, Anstiegszeit, angegeben/gemessen	≤60 ns/60 ns	500 ns/304 ns	≤100 ns/94 ns	<100 ns/84 ns	<100 ns/206 ns	<50 ns/24 ns	<20 ns/22 ns	<25 ns/38 ns	<12 ns/18 ns
10-V-Rechteck, Überschwingen, angegeben/gemessen	–/0 %	–/0 %	–/0 %	–/0 %	–/0 %	<5 %/3,5 %	<5 %/0 %	0 %/0 %	–/1,39 %
Abmessungen (B × H × T) [mm]	228 × 87 × 265	208 × 85 × 190	240 × 64 × 190	240 × 64 × 190	260 × 75 × 250	255 × 90 × 260	Grundgerät: 285 × 75 × 365	300 × 98 × 300	210 × 87 × 390
Preis inkl. MWSt [DM]	1128,60	385,–	541,50	1274,–	564,30	2000,70	545,–	1378,80	3021,–
Vertriebsweg	Direktvertrieb	Fachhandel	Direktvertrieb	Fachhandel	Direktvertrieb	Fachh./Direktvertrieb	Fachhandel	Fachhandel	Direktvertrieb
Anbieter/Distributor	Siemens-Zweig-niederlassungen	Inter-Mercador 2800 Bremen	Tektronix Sedanstr. 13–17 5000 Köln 1	Kenwood 6056 Heusenstamm	MessTech Dieselstr. 21 6451 Mainhausen 2	Wavetek 8045 Ismaning	Hameg 6000 Frankfurt/Main	Pop Electronic 4000 Düsseldorf	Kontron Freisinger Str. 21 8057 Eching

klasse nicht findet. Doch schauen wir uns dieses Gerät näher an.

Da ist zunächst das zu nennen, was man erwarten sollte: Der G 305 generiert drei Wellenformen im Frequenzbereich von 0,1 Hz...10 MHz, wofür neun Bereiche zur Verfügung stehen. Die Frequenzanzeige erfolgt über ein sechsstelliges LED-Display, wovon 5 1/2 Stellen genutzt werden. Die Anzeige kann unabhängig vom Generatorbetrieb als Frequenzzähler eingesetzt werden. Potentiometer für Ausgangspegel, Offset (zuschaltbar) und Tastverhältnis (zuschaltbar) sowie drei feste Ausgangsabschwächer (–20 dB, –40 dB, –60 dB) runden den Generatorteil von den Grundfunktionen her ab. Die Tastverhältniseinstellung, spezifiziert mit einem Einstellbereich von 20 %...80 %, überstreicht recht genau den Bereich 10 %... 90 % und läßt dabei die Signalfrequenz nahezu unbeeinflußt (Versatz etwa –5 % in der Mitte des Einstellbereichs). So jedenfalls soll prinzipiell eine Tastverhältnisverstellung funktionieren.

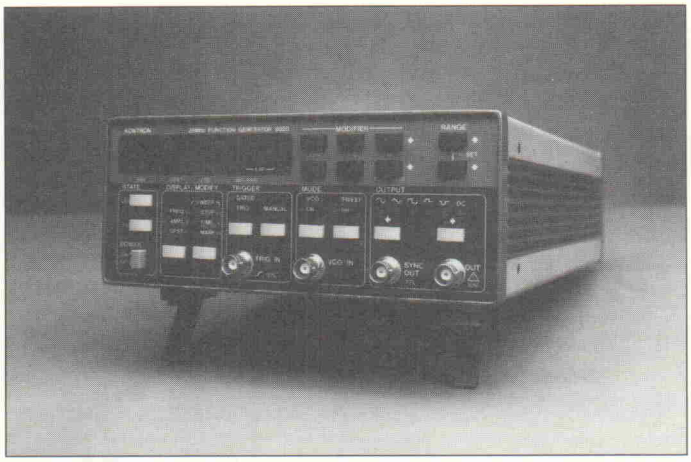
Über diese Basisfunktionen hinaus verfügt der Funktionsgenerator G 305 jedoch über eine Anzahl zusätzlicher Funktionen, die eine Beeinflussung der abgegebenen Signalform gestatten. Das sind zunächst eine Burst- und eine Gate-Funktion, die (wie oben bereits beschrieben) einen einzelnen Impuls oder ein Impulspaket zu generieren gestatten. Die Triggerung kann durch ein externes Signal erfolgen, der Signalstartpunkt durch einen Regler 'Trig Level' jedoch beliebig festgelegt werden. Man hat damit die Möglichkeit, eine volle Signalperiode mittig, auf den maximalen oder minimalen Pegel (Haversine) oder auf einen beliebigen Zwischenwert zu beziehen. Darüber hinaus gibt es eine Sweep-Funktion – wahlweise linear oder logarithmisch – und zusätzlich die Möglichkeit, die Amplitude des Signals mit einer extern zuzuführenden Steuerspannung bei variablem Modulationsgrad zu modulieren.

Um die Kombinationsmöglichkeiten mit anderem Meßequipment zu erweitern, bietet der G 305 an seiner Rückseite zusätzlich vier Anschlußmöglichkeiten: einen VCO-Eingang, einen VCO-Ausgang (er führt das Generatorsteuersignal), einen Burst/Gate-Steuerausgang (TTL) sowie einen Sweep-Spannungsausgang. Letzterer ist besonders nützlich, weil man damit die Ablenkung eines Sichtgeräts oder eines X/Y-Schreibers steuern kann. Mit einem logarithmischen Sweep lassen sich auf diese Weise unmittelbar Frquenzgänge schreiben.

Zwar ist die Rechteckanstiegszeit von 38 ns nicht gerade mitreißend für einen 10-MHz-Generator, aber die Kurvenformen sind ansonsten prinzipiell in Ordnung. Einen kleinen Fehler hatte unser Testgerät, jedenfalls zeitweise: offenbar schwang eine Hälfte der Ausgangsstufe. Man erkennt das an den Plots: negative Signalanteile erzeugen ein deutliches Signal auf der differenzierten Kurve; auf dem Analogskop ist eindeutig eine Hf-Schwingung auszumachen.

Kontron 8020

Der Funktionsgenerator 8020 von Kontron ist sicherlich das



Kontron 8020.

MWC INFO 11/90

Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen: MWC liefert nicht nur Drehanlagen für 11, 12 und 4 GHz mit Durchmessern von 1 bis 6 Metern an Händler, sondern schon immer auch an interessierte Endkunden, zu korrekten Preisen. Wir stehen hinter unseren Produkten, leisten technische Beratung (wenn Sie es mal im Supermarkt versuchen wollen?) und gewähren 12 Monate Garantie. Wir geben Ihnen einen Überblick unserer ASTRA-Einzelanlagen. Den nächsten Schritt müssen Sie tun; hier noch eine kleine Hilfe: 02 28/64 50 61.

ASTRA SAT(T)

Die neue BK-Serie für ungestörten ASTRA-Empfang mit folgenden Merkmalen:

— Standardantenne BSK65-E oder IRTE 63 für Wandmontage

— fünf Receiver zur Auswahl

Allen Anlagen gemeinsam sind die 65/63 cm OFFSET Antennen mit über 37 dB Gewinn, HEMT LNB NJR8125 NF <1,3 dB (ZZF A676 052W), magn. Polarizer und 15 m Verkabelung. Folgende Anlagen stehen zur Auswahl:

BK65-JU

Mit Stereoreceiver VORTEX JUPITER, zuverlässiges Gerät mit Fernbedienung 48 Kanäle, Unterträgereinstellung, Scart- und Decoder-Ausgang. (ZZF: A676011A)

DM 865,—

BK65-PRO

Mit bewährtem 50-Kanal-Stereo-Receiver PROSAT 500, frei programmierbar, LNB Umschaltung (für 11—12 GHz). Scart- und Decoder-Ausgang. (ZZF: A676033A)

DM 895,—

BK65-PA

32 Kanäle, Bildschirmdialog, Scart- und Decoder-Ausgänge sowie Stereo-Audio-Ausgang für die Hifi-Anlage, gepaart mit europäischem High Tech, ergeben ein unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis. (ZZF G676 003A)

DM 985,—

BK65-12

Mit dem neuesten 100-Kanal-Grundig-Stereo-Receiver STR12. (ZZF 600007X)

DM 1195,—

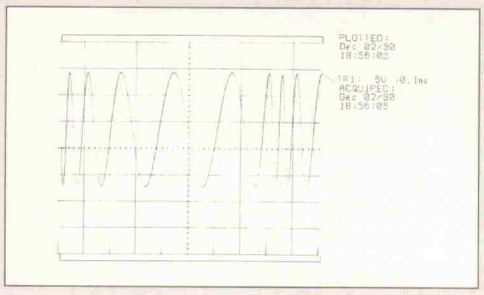
BK65-007

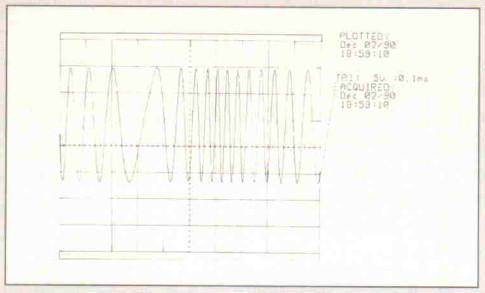
Spitzenempfänger UST7007 mit 999 Kanälen, zwei Scart-Buchsen, getrennt einstellbaren Stereo-Kanälen und abspeicherbarem Skew. (ZZF A676 076X)

DM 1295,—

Alle Preise ab Lager Bonn.

MWC Micro Wave Components GmbH
Brunnenstr. 33 · D-5305 ALFTER-Oedekoven
Tel.: 02 28/64 95 05/64 50 61
Telefax: 02 28/64 50 63
Telex 889688 mwcbn





Sweep – linear oder logarithmisch?

Falls ein Funktionsgenerator die Sweep-Funktion aufweisen sollte, ist zu unterscheiden, ob es sich um einen linearen oder logarithmischen Sweep handelt. Bei einem linearen Sweep ändert sich die Ausgangsfrequenz proportional zur Steuerspannung; eine Verdopplung der Steuerspannung bewirkt somit eine Verdopplung der Ausgangsfrequenz. Anders der logarithmische Sweep: Hier ist die Frequenzvariation von der Höhe der Ausgangsfrequenz abhängig. Den Wert der Steuerspannungsänderung gibt man beispielsweise mit 1 V/Oktave an. Ein logarithmischer Sweep bietet sich insbesondere für Messungen im Audio-Frequenzbereich an, zum Beispiel beim Aufnehmen von Frequenzgängen. Links ist der Plot eines vollständigen Hin- und Rücklaufs für einen logarithmischen Sweep wiedergegeben, rechts der für einen linearen Sweep.

Spitzengerät im Test; sein besonderes Kennzeichen ist das Fehlen aller analogen Einstellorgane auf der Frontplatte. Statt dessen findet man Taster, Leuchtanzeigen und ein digitales Display. Und schon geht das Programmieren los. Einfach ist zunächst noch die Wahl der Kurvenform (Sinus, Dreieck oder Rechteck, negativer oder positiver Puls, DC), der Frequenz und der Amplitude. Doch hier lauert bereits die erste Falle: Angegeben wird die Amplitude bei Abschluß mit 50 Ω; bei offenem Ausgang oder hochohmiger Last (wohl meistens der Fall) darf man daher mit dem doppelten Wert rechnen! Wer ein Sinussignal braucht und auf Effektivwerte getrimmt ist, darf gleich losrechnen ... und feststellen, daß es gar nicht so einfach ist, mit einem Generator, der auf 0,1 V genau programmierbar ist, am Ausgang einen Pegel von exakt 0 dBm einzustellen: Es geht nicht! Seien wir also großzügig und übersehen das zehntel dB.

Zum Einstellen von Frequenz, Amplitude, Offset und so weiter wählt man im Feld 'Display/Modify' die gewünschte Funktion und stellt anschließend mit den Modify-Tastern wie mit Kodierschaltern den gewünschten Zahlenwert ein, wobei eine wissenschaftliche Exponentialdarstellung zu beachten ist (zum Beispiel 10.01 E+3 Hz). Und was angezeigt wird, kommt auch tatsächlich heraus: Zwar wird das Signal intern durch einen VCO erzeugt, dieser aber durch einen Mikroprozessor des Typs 8031 so nachgeregelt, daß die Vorgabewerte exakt eingehalten werden. Dadurch wird auch eine Signalbeeinflussung möglich, die man bei anderen Geräten vermißt, nämlich etwa eine explizite Eingabe der Sweep-An-

Leuchtdioden
LED's 3mm oder 5mm
in den Farben: rot, grün oder gelb

bei Einzelabnahme	0.12
ab 100 Stück je Typ	0.10
ab 1000 Stück auch gemischt	0.09

Co-Prozessoren

in Einzelverpackung inkl. Diskette		IIT	
		80C87-8 MHz	289.--
		80C87-10 MHz	319.--
Intel		80C87-12 MHz	349.--
8087-5 MHz	189.--	80C87-20 MHz	424.--
8087-8 MHz	219.--	80387-16 MHz	499.--
8087-10 MHz	329.--	80387-20 MHz	549.--
80287-6 MHz	249.--	80387-25 MHz	699.--
80287-8 MHz	329.--	80387-33 MHz	849.--
80c287-XL+ XLT 12 MHz	349.--		
80387-16 SX	514.--	Cyrix	
80387-16 MHz	589.--	83D87-16 SX	509.--
80387-20 SX	579.--	83D87-20 MHz	629.--
80387-20 MHz	639.--	83D87-20 SX	569.--
80387-25 MHz	809.--	83D87-25 MHz	799.--
80387-33 MHz	979.--	83D87-33 MHz	974.--

CA 3130 E	2.25	OP 77	4.99
CA 3140 E	1.33	OP 90	7.99
DAC 08	4.95	OP 227	22.99
DAC 10	18.45	SO 42	4.35
L 165	3.69	SSM 2015 P	13.95
L 200	2.17	SSM 2016 P	21.99
LM 833	1.99	SSM 2024 P	10.87
MC 3479	12.94	TDA 1516 Q	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

Magnastat-Lötstation
- Schutztransformator
- Lötkolben TCP-S
- Lötkolbenhalter KH-20
- Potentialausgleich
- Temperaturautomatik

WTCP-S 165.90

Lötstation mit elektron. Temperatursteuerung
- Sicherheitstransformator
- Lötkolben LR-20
- Lötkolbenhalter KH-20
- potentialfrei
- stufenlose Temperaturwahl bis 450°C
- Regelkontrolle optisch mittels grüner LED

WECP 20 229.--

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

Widerstandsortimente

Kohleschichtwiderstände:
1/4 Watt; 5% Toleranz
Reihe E12 von 10 Ohm bis 1 MOhm (61 Werte)
S1 (je 10St.=610St.) 12.90
S2 (je 50St.=3050St.) 54.90
S3 (je 100St.=6100St.) 99.00

Metallfilmwiderstände:
1/4 Watt; 1% Toleranz E12
S4 (je 10St.=610St.) 23.95
S6 (je 50St.=3050St.) 84.95
S8 (je 100St.=6100) 159.00
Reihe E24 (121 Werte)
S5 (je 10St.=1210St.) 39.90
S7 (je 50St.=6050St.) 164.90
S9 (je 100St.=12100) 299.00

Textool-Testsockel

16-polig	21.39	28-polig	18.99
20-polig	22.29	28-polig sohmal	59.90
24-polig	19.79	40-polig	36.99

41256-80	2.69
511000-70	7.99
514256-70	7.99
514258-AZ80 (z.B. für AMIGA 3000)	12.99
SIMM 1Mx9-70	79.90
SIPP 1Mx9-70	81.90
43256-100	7.99
27C64-150	3.95
27C256-150	4.49
27C512-150	7.49
GAL 16V8-25	2.99

Varta 9 V Block Batterien
Super dry 2.19! Energy 2000 (Alkaline) 4.89

Solarzellen 0,45 V
100mA 1.77; 200mA 2.41; 400mA 3.56; 700mA 4.99

Akku's

von Hitachi		von Panasonic	
Mono 4Ah	12.89	Monozelle	15.45
Mono 1,2Ah	9.14	Babyzelle	8.90
Babyzelle	7.99	Mignonzelle	3.59
Mignonzelle	2.55	Microzelle	3.90
		Ladyzelle	4.39
von Varta		RED-Amp	6.90
9V-Block	19.50	High-Amp	6.50

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

Schuro Elektronik GmbH
Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente
Untere Königsstr. 46A — 3500 Kassel

Ihr preiswerter Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!
- Schnelle termingerechte Lieferungen
- Bauelemente führender Spitzenhersteller wie z.B. TFK, STM, PIHER, VITROHM, BEYSCHLAG, FAGOR, SIEMENS, MOTOROLA, HARRIS, IR, LTC, NSC, TI, SPECTROL ...
- Lieferbar Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente schon ab 50,— DM
- Katalogerweiterung! ISEL-19"-Gehäuse, Ätz- und Belichtungsgeräte
- Computerunterstützte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferzeitangabe
- Katalog mit 5 Preisstaffeln und ständigen UPDATES

(„*" = Staffel 5—9, „%" = Staffel 100—499 — autom. Rabatt bei größerer Abnahme)

TRANSISTOREN	
BC 140-10/141-10	0,48*
BC 160-10/161-10	0,48*
BC 264A	0,70*
BC 327/37/38-25	10,19%
BC 516	0,28*
BC 517	0,26*
BC 546B/48C/56B	0,69%
BC 550C/560C	7,92%
BC 547C/57B/58C	0,69%
BC 639/640	0,33*
BD 136—140-10	0,36*
BD 435—439	0,57*
BDV 648/658	2,77*
BF 199	0,17*
BF 244 A/B	0,78*
BF 245 A/B/C	0,60*
BF 256A	0,62*
BF 256B/256C	0,59*
BF 422	0,29*
BF 459/871/872	0,53*
BF 469/70/71/72	0,51*
BF 494/495	0,17*
BS 170	0,54*
BS 250	0,76*
BUZ 10	1,85*
BUZ 11	2,95*
BUZ 71	1,85*
BUZ 71 A	1,29*
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR!	
IRF 520	1,85*
IRF 530	2,89*
IRF 540	3,57*
IRF 820	1,97*
IRF 830	2,72*
IRF 9530	4,95*
MJ 2501	2,61*
MJ 2955	1,66*
MJ 15003 MOTOROLA	7,99*
MJ 15004 MOTOROLA	8,49*
TIP 140/141/145	1,99*
TIP 142/146/147	2,17*
TIP 2955/3055	1,54*
2N 1613	0,55*
2N 2219A	0,45*
2N 2222A/2N 2907A	0,34*
2N 2646	1,72*
2N 3055 STM	1,33*
2 SJ 50	10,39
10—24 STÜCK	9,25

2 SK 135	9,99
10—24 STÜCK	8,90
4001/11/12/23/25	0,33*
4013/27/30/49/50	0,43*
4015/29/47/51/53	0,65*
4016/66/85/93	0,44*
4017/20/21/22/43	0,62*
4024/28/42/106	0,63*
4040/41/60/63/94	0,71*
4067	2,65*
4068/69/70/71/72	0,33*
4073/75/77/81/82	0,33*
4510	0,80*
4518/20/38/41/56	0,70*
74LS 00/04/08/32	0,28*
74LS 02/05/09/20	0,33*
74LS 14/74/132	0,42*
74LS 21/30	0,33*
74LS 83/85/157	0,59*
74LS 138/139	0,52*
74LS 154	1,46*
74LS 221	0,90*
74LS 240/41/44/45	0,74*
74LS 247	1,00*
74LS 257/283/390	0,55*
74LS 373/374	0,74*
74LS 641/642	1,26*
74HC 00/04/08/32	0,41*
74HC 74/132	0,59*
74HC 138/139	0,64*
74HC 244/373/374	0,92*
74HC 245	1,11*
74HCT 00/04/08/32	0,44*
74HCT 42/151/174	0,96*
74HCT 73/157/158	0,67*
74HCT 74/138/139	0,68*
74HCT 93/240	1,03*
74HCT 123/393	1,06*
74HCT 238	1,54*
74HCT 244/373/374	1,03*
74HCT 245/377	1,28*
74HCT 541/573/574	1,50*
74HCT 4060	2,44*
INTEGRIERTE SCHALTUNGEN	
Z80A-CPU/PIO/CTC	2,44
AD 536 AJH	52,40
AD 636 JH	28,70
AD 7574 KN	27,65
ADC 0804 LCN	8,27
ADC 0816 CCN	49,73

CA 3130 E	2,18*
CA 3140 E	1,29*
CA 3161 E	2,22*
CA 3162 E	8,50
CA 3240 E	2,81
CA 3280 E	4,06
ICL 7106/07/36	6,38
ICL 7109/35	17,84
ICL 7117/26	7,99
ICL 7660 SCPA	3,75
ICM 7217 IPI	21,54
ICM 7226 BIPL	61,67
ICM 7555 IPA	0,89*
L 296	9,21
L 297	10,38
L 298	9,56
LF 355/356/357	1,35*
LF 411 CN	2,39*
LM 12CLK-T03	60,19
LM 311 N-8	0,48*
LM 317 T	0,95*
LM 324 N	0,41*
LM 325 N	9,04
LM 3352/336Z-2.5	2,28*
LM 339/358/393	0,41*
LM 394 CH	7,95
LM 833 N	2,68*
LM 3914/3915	6,39
LT 1028 CN8	16,40
LT 1037 CN8	12,81
MAX 232 CPE	6,77
MC 1458 DIP	0,41*
MC 145026 P	4,71
MC 145027 P	5,59
MF 10 CCN	7,46
NE 5532 N	1,71*
NE 5534 N	1,45*
NE 5532 AN/5534 AN	2,21*
NE 555 DIP-8	0,34*
OP 07 DN-8	3,26
OP 237 GJ	18,30
OPA 27/37 GP	9,46
RC 4136	1,45*
RC 4558 P	0,73*
SAA 1027	8,57
SDA 4212	4,56
SO 42 P	4,44
TCA 785	7,25
TCA 965 A	4,67
TDA 1524 A	5,91

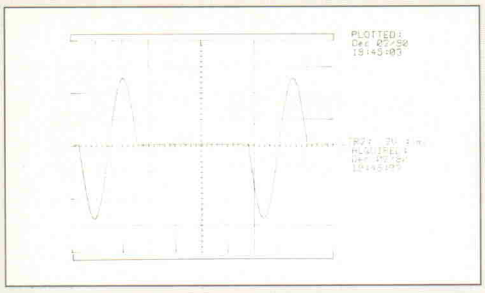
TDA 2002/2003 V	1,74*
TDA 2005 M	4,48
TDA 2030V	2,36*
TDA 2595	4,99
TL 061/71/72/81/82	0,74*
TL 074/084	0,98*
TLC 271 CP	1,14*
TLC 272 CP	1,92*
ULN 2003/2004 AN	0,62*
ULN 2803/2804 AN	1,25
uA 723 DIL	0,55*
uA 733 CN	2,30
uA 741 DIP-8	0,37*
uA 7805/12/15	0,55*
uA 78L05/12/15	0,58*
uA 7905/12/15	0,60*
uA 79L05/12/15	0,58*
XR 2206 CP	8,69
XR 8038 CP	6,78
ZNA 234E	31,22
ZN 425 E-8	10,23
ZN 426 E-8	5,61
ZN 427 E-8	21,81
ZN 428 E-8	12,31
ZN 438 E-8	3,17
GLEICHRICHTER UND DIODEN	
B80C1500rd (25—49)	0,49
B250/220-25A	4,54*
ZPD 0V8-75V 0,5W	6,25%
1N4148	2,49%
1N4001	5,32%
1N4007	6,50%
P600B (6A/100V) (10)	0,52
THYRISTOREN UND TRIAC'S	
TIC 106 M	1,16*
TIC 126 M	1,63*
TIC 225 M	1,42*
TIC 236 M	1,99*
OPTOBAUELEMENTE	
D 200 PA/PK (10—24)	1,69
D 350 PA/PK (10—24)	1,53
LCD 3,5 st. VALVO	7,39
LED 3/5 rot Valvo	11,86%
6N136	2,63*
SPEICHERBAUELEMENTE	
511000-70 1M×1	8,44*
414256-70 256K×4	8,44*
SIP-M. 1M×9—70ns	89,99
27C256-150ns	5,32
27C512-200ns	7,99
Intel 80387-25	894,90

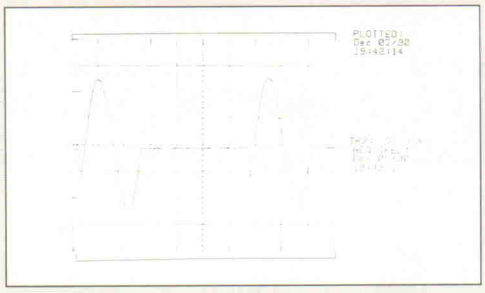
LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE-ANGEBOT NUR GEGEN 5.00 DM SCHUTZGEBÜHR IN BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN ANGEBOTE IM SCHNELLHEFTER).

☎ 0561 / 16415

fangsfrequenz und der -Endfrequenz sowie einer expliziten Sweep-Dauer. Beim Sweep hat man die Wahl zwischen 'linear' und 'logarithmisch', und Trigger- sowie Burstfunktionen sind ebenfalls verfügbar.

Ein besonderer Vorteil des Konzeptes, wie es der Generator 8020 bietet, liegt aber auch darin, daß man Einstellungen reproduzierbar abspeichern kann. 30 Speicherplätze stehen für Einstellungen zur Verfügung, von denen man meint, man würde sie öfter brauchen. Und natürlich geht auch die aktuelle Einstellung beim Ausschalten oder bei Stromausfall nicht verloren. Mit rund 3000 DM ist 'der Kontron' zwar nicht gerade ein Gelegenheitskauf, sein Geld aber allemal wert. Im Vergleich zu anderen Geräten erhält man hier eine überdurchschnittlich hohe Systemgenauigkeit, eine relativ große Leistungsbandbreite sowie die Möglichkeit des Abspeicherns häufig benutzter Signalverläufe.





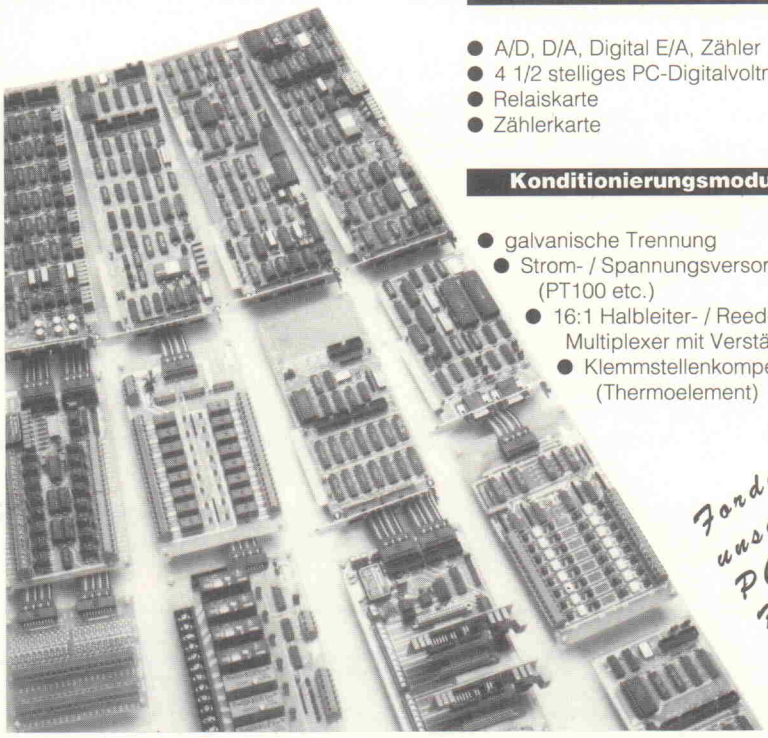
Einzelschwingungen

Technisch aufwendigere Funktionsgeneratoren weisen die Möglichkeit auf, durch Zuführen eines Triggerimpulses beispielsweise einen einzelnen Sinus-Schwingungszug zu erzeugen. Für exakte und reproduzierbare Messungen ist dafür ein einwandfreier Verlauf des abgegebenen Signals. Der Plot links zeigt einen mustergültigen Signalverlauf, der vom Funktionsgenerator G 305 abgegeben wurde. Einziger Kritikpunkt: Aus unerfindlichen Gründen durchfährt die Kurve zunächst den negativen, dann den positiven Spannungsbereich. Der Plot rechts hingegen vom Funktionsgenerator FG-5000 A weist eine deutliche Unsauberkeit beim Start des Schwingungszugs auf: Für einen kurzen Moment springt die Amplitude zunächst in den negativen Bereich, um dann in den positiven zu wechseln. Hingegen ist die Reihenfolge der Signalpolarität – abgesehen vom Einschaltpeak – korrekt.

Fazit

Spitzengerät ist ganz deutlich der Funktionsgenerator von Kontron, allerdings auch im Preis. Das beste Preis/Leistungsverhältnis in der mittleren Preisklasse bietet das Hung-Chang-Gerät. Hier muß man sich jedoch mit fernöstlicher Leichtbauweise einverstanden erklären und – auch das blieb uns nicht erspart – einen lockeren Knopf selbst mal wieder festschrauben. Wer mehr auf die europäisch solide Bauweise schwört, dem sei nachdrücklich 'der Hameg' empfohlen: mit sehr einfacher Bedienung, einem exzellenten Signalausgang und einem moderaten Preis. Alle anderen Geräte müssen sich aus technischen oder preislichen Gründen die hinteren Plätze teilen.

Meßtechnik á la Card



PC Meßwerterfassung:

- A/D, D/A, Digital E/A, Zähler
- 4 1/2 stelliges PC-Digitalvoltmeter
- Relaiskarte
- Zählerkarte

Konditionierungsmodule:

- galvanische Trennung
- Strom- / Spannungsversorgung (PT100 etc.)
- 16:1 Halbleiter- / Reed-Relay-Multiplexer mit Verstärker
- Klemmstellenkompensation (Thermoelement)

Schnittstellenkarten:

- Schrittmotorsteuerung
- IEEE-488 Interface-Karte
- RS 422/485 Interface-Karte
- PC-Logic Analyzer
- Bus-Erweiterungssysteme

Software:

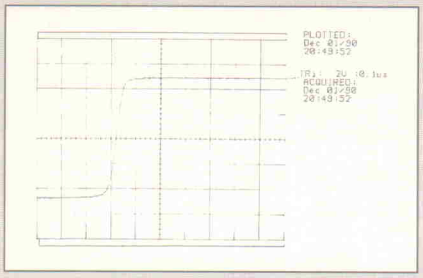
- menügeführte Standardsoftware zur Meßwerterfassung und -analyse
- Treiber für PASCAL, C und BASIC für Selbstprogrammierer
- Erstellung von Individualsoftware für spezielle Anwendungen

Fordern Sie unseren neuen PC-Lab-Karten-Katalog an!

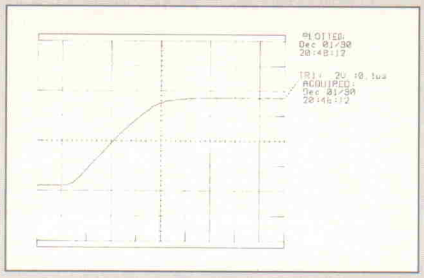
spectra

Das Systemhaus für computergestützte Meß- und Prüftechnik

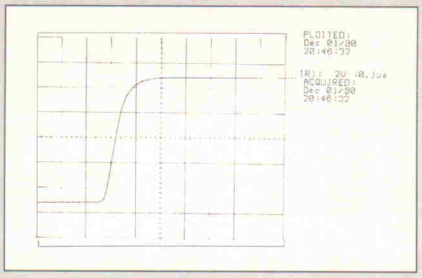
Spectra GmbH Karlsruher Straße 11/1 7022 Echterdingen 2 Tel. 07 11/79 80 30 Fax 79 35 69



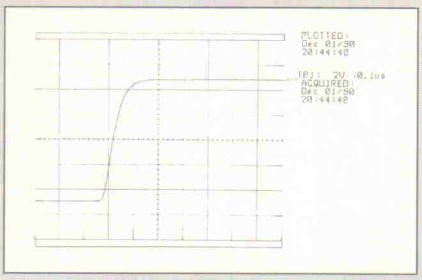
Siemens D 2003.



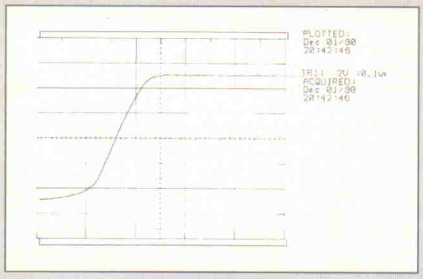
Monacor FG-1000.



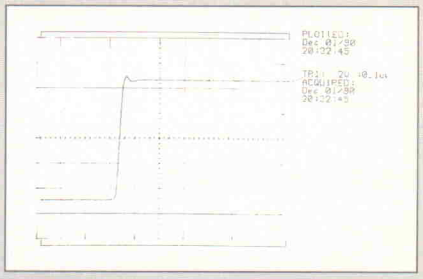
Tektronix CFG 250.



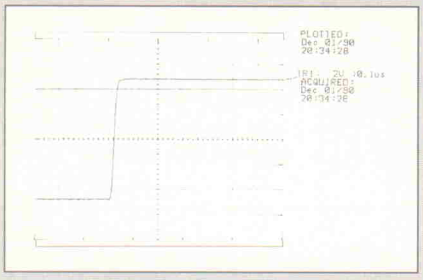
Kenwood FG-273.



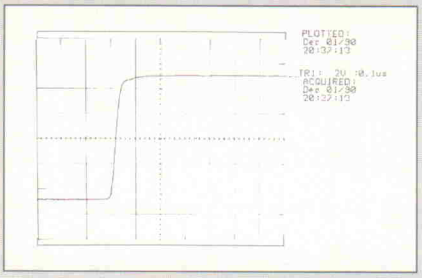
Intron IFG-422.



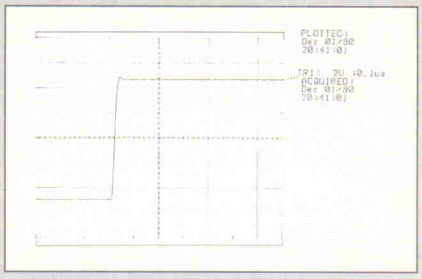
Wavetek FG-5000 A.



Hameg HM 8030-4.



Hung Chang G 305.



Kontron 8020.

Die Flankensteilheit

Obwohl die tabellarische Übersicht auf Seite 20 die Anstiegszeiten des vom jeweiligen Funktionsgenerator abgegebenen Rechtecksignals explizit enthält, sind hier die Flankenverläufe zusätzlich als Plot dargestellt.

Wie zu erkennen ist, ist lediglich bei den getesteten Funktionsgeneratoren von Kontron und Wavetek ein geringes Überschwingen erkennbar. Alle anderen Funktionsgeneratoren liefern de facto Rechteckflanken ohne Überschwingen. Deutliche Unterschiede sind in den Anstiegszeiten des Rechtecksignals auszumachen. Relativ langsam wandert das Signal der Funktionsgeneratoren von Intron und Inter-Mercador vom Minimum zum Maximum, während die getesteten Generatoren von Kontron, Hameg, Wavetek, Hung Chang und Siemens Signale mit relativ schnellen Flanken abgeben. Die Generatoren von Kenwood und Tektronix liefen ein Rechtecksignal mit einer zunächst steilen Flanke, die dann aber vergleichsweise langsam in das Signalmaximum einmündet. Die Anstiegszeit eines Rechtecksignals ist definitionsgemäß diejenige Zeit, die das Signal benötigt, um vom 10-%-Wert der Absolutamplitude zum 90-%-Wert zu gelangen.

Eng daran gekoppelt ist die Flankensteilheit der Rechteckspannung, die aussagt, wie schnell sich die Spannung pro Zeiteinheit ändert. Die Einheit für den Wert der Spannungsänderung – auch als 'slew rate' bezeichnet – lautet V/µs.

Anzeige

Kostenlose Merkblätter und Kataloge

Bestellnummer, Titel
00010, Pufferspeicher: Die vielleicht einfachste Möglichkeit, vorhandene Systeme zu beschleunigen
00020, Interfaces. Das ideale Interface ist wie ein Kabel: Kaum Installation und unsichtbar im Gebrauch
00030, T-Switches und AutoSwitches. Optimiert für einfachen Einsatz
00040, Datenkabel. Hoch flexibel, einfach einzusetzen, ein durchdachtes System
00050, Interface-Karten für PC, XT, AT. Sorgfältig entwickelt, um Probleme im Einsatz zu vermeiden
00400, ToolArt: Branchenspezifische Kunst am Arbeitsplatz
00510, Geist schlägt Geld: Erweiterungen zum Selbst-Installieren
00520, UNIX-Installationen. Tips und Produkte
00530, Computer richtig installieren. Tips und Produkte

Einfach anfordern bei:
Wiesemann & Theis GmbH
Winchenbachstr. 3-5
5600 Wuppertal 2

Tel.: 0202 / 50 50 77
Fax: 0202 / 51 10 50
Btx: *56000#

Info + Wissen im Abo

iX Multiuser Multitasking Magazin. Unix, das herstellerunabhängige Betriebssystem für Computer aller Kategorien, ist das Schwerpunktthema des Magazins. **iX** befaßt sich aber auch mit OS/2, Netzwerken und System-integration. Die redaktionell sorgfältig ausgewählte Mischung von Reportagen, Know-how, Grundlagen, Hintergrundberichten, Praxistips und Trendbeobachtungen richtet sich vor allem an den anspruchsvollen, professionellen DV-Anwender. **iX**. Erscheint ab Ausgabe 5/90 monatlich.

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

HIFI VISION bringt HiFi-Tests, die schonungslos enthüllen, was Geräte und Boxen wirklich können — von schnuckeligen Einsteiger-Anlagen bis zu sündhaft teuren Traum-Komponenten. Insider-Informationen, Hintergründe und Reportagen aus der HiFi-Szene. Reports 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 Lesespaß für Leute, die's wissen wollen.

ELRAD. Das Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen. Professionelle, anwenderorientierte Elektronik steht im Mittelpunkt des redaktionellen Konzepts. **ELRAD** unterstützt Elektronik-Entwickler und Anwender in Unternehmen und Betrieben mit detaillierten Teil- und Gesamtlösungen. Thematische Schwerpunkte sind technische Rechneranwendungen, vor allem in der Meß- und Sensortechnik sowie in der Antriebs- und Steuertechnik. **ELRAD**. Know-how-Transfer jeden Monat.

Zum Verbleib beim Besteller

Ich bestellte am: _____

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

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

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

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

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Abo-Bestellcoupon

EI 1/91

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

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

☐ **iX Multiuser Multitasking Magazin,** Jahresabonnement (12 Ausgaben)
Inland: DM 81,—; Ausland: DM 88,80
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

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

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

Bitte Rechnung abwarten.

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

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

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61 widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

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

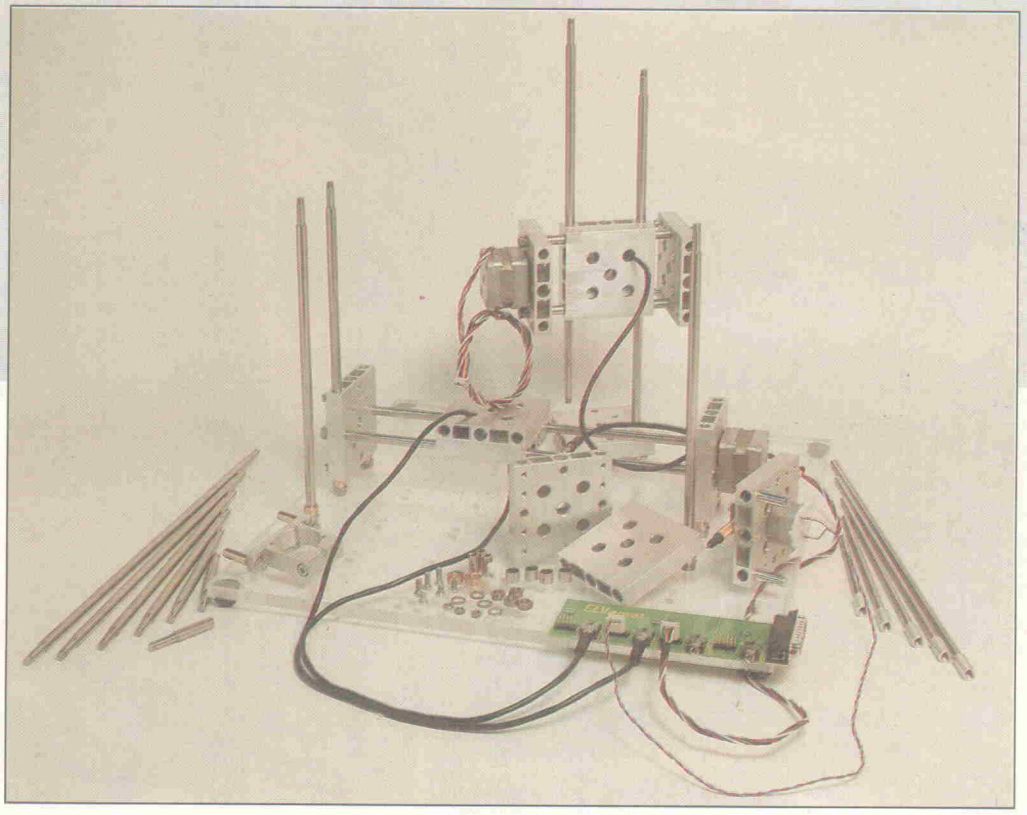
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

Bitte senden Sie den Coupon an:

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

Die Fitmacher

Trainersysteme für Aus- und Weiterbildung haben Hochkonjunktur



Werkfoto ELV

Die Mikroelektronik macht aber auch wirklich vor nichts halt. Insbesondere der Rechnereinsatz bei Konstruktions-, Meß-, Steuer- und Regelungsaufgaben nimmt rapide zu. Ingenieure und Techniker, derzeit ohnehin Mangelware, müssen sich immer öfter mit neuen Techniken, neuen Technologien und noch dazu mit CAD, CAM & CO befassen. Unterstützt werden sie dabei von modernen Trainersystemen, die sich hard- und softwaremäßig vielfach eng an das aktuelle industrielle Equipment anlehnen und teilweise echte industrielle Systemkomponenten enthalten. 'Learning by Doing' war nämlich noch nie falsch und geht immer noch am schnellsten.

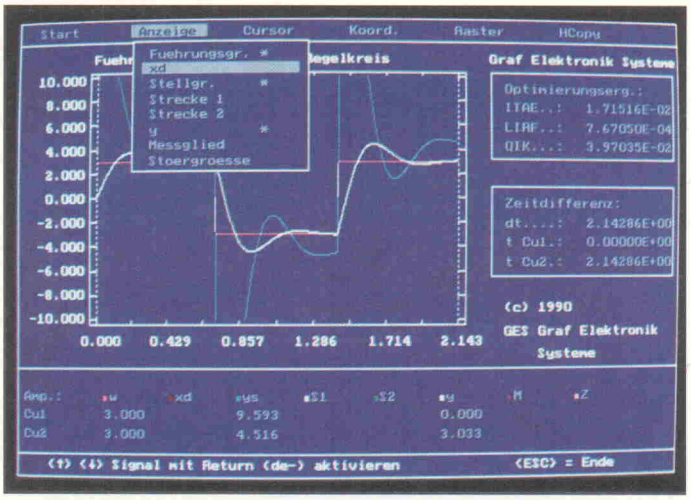
Die Anbieter solcher Trainersysteme haben längst ihre Fühler nach Osten in die neuen Länder ausgestreckt, 'Nachholbedarf' wird dort geortet. Während Robotron Leipzig die Produktion seines noch Mitte letzten Jahres vorgestellten Elektronik-Experimenters eingestellt hat ('keine Aufträge'), läßt der zuständige Bereichsleiter den Redakteur wissen: 'Wir vertreiben jetzt Phywe und Lucas-Nülle.'

Westprodukte also. Doch die Märkte in den schon verloren geglaubten Ostgebieten müssen sich noch entwickeln. Ursachen des Trainerbooms dürfte eher die Personalnot der Wirtschaft in den alten Bundesländern sein. Die VDI-Nachrichten melden Mitte November: 'VDE schlägt Alarm: Elektroindustrie fürchtet Personalmangel.' Weitere Kernsätze der alarmierenden Titelgeschichte:
'... die Zahl der Absolventen an den Hochschulen wird ... in den nächsten Jahren nicht ausreichen, um den Bedarf der elektronischen Industrie zu decken. ... An vielen Hochschulen betreut ein Professor heute weit über 100 Studenten. ... Hinzu kommen katastrophale Raumnot, unzureichende Laboreinrichtungen und fehlende Assistenten und Laboringenieure.'

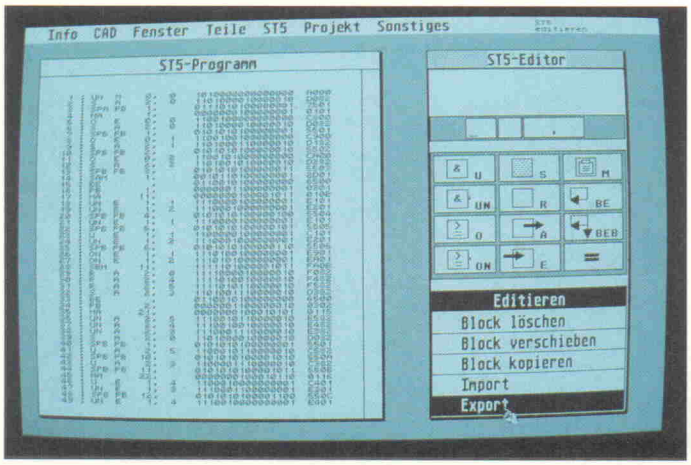
Am Schluß wird Anke Brunn zitiert, NRW-Ministerin für Wissenschaft und Forschung: 'Die Elektroindustrie muß sich aber in diesem Zusammenhang fragen lassen, wie weit sie sich selbst engagiert, um die Situation in diesem Studienzweig zu verbessern.' Die Industrie engagiert sich durchaus, allerdings nicht im Sinne der Ministerin. Die Firmen investieren lieber in die innerbetriebliche und externe Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter. 'Qualifizierung' heißt dieses Prinzip der privatwirtschaftlichen Bildungsinvestitionen mit den geringstmöglichen Streuverlusten, und das Umsatzhoch bei Lehrmitteln bestätigt die Investitionsfreude der Industrie. Denn, so einer der Anbieter: 'An die armen Schulen können wir nicht viel verkaufen.'

Daß im Elektrobereich weniger als die Hälfte der Studenten ihr Studium erfolgreich abschließt, daß selbst in einigen Handwerkssparten wie Kfz beispielsweise jede fünfte Lehrstelle nicht besetzt werden kann, läßt einen sich noch verschärfenden Technikermangel erwarten – und steigende übertarifliche Zulagen für diejenigen, die die Qualifizierungsangebote bis hin zum 'Training-on-the-job' annehmen.

An Aus- und Weiterbildungsangeboten jedenfalls wird die Qualifizierung nicht scheitern. Sogar der Deutsche Industrie- und Handelstag (DIHT), sonst nur besorgter Beobachter des wachsenden Man-Power-Notstands, gibt jetzt selbst Nachhilfeunterricht, freilich bisher nur für Kaufleute: 'Um Fachkräfte mit den neuen Techniken am Arbeitsplatz vertraut zu machen ...' Denn: 'Wer am Ar-



ReSi: Regelkreissimulator für analoge und digitale Regler von Graf Elektronik. Option: Mathematischer Coprozessor.



SPS-Programme mit Texteditor erstellt und simuliert: SPS-PC-Trainer von BBH.

beitsplatz seine Kenntnisse nicht laufend auffrischt, sieht bald alt aus.'

Ein wenig alt sieht auch die Elrad-Redaktion aus, denn die ursprüngliche Absicht, hier eine einigermaßen vollständige Übersicht aller Elektronik-Trainersysteme zu präsentieren, mußte angesichts der Angebotsvielfalt aufgegeben werden. In der Rubrik 'Arbeit & Ausbildung' werden wir jedoch weiterhin bemüht sein, den Markt transparent zu machen.

SPS: ALLES, NICHTS – ODER?

Viele, vor allem auch 'einfachere' Lehrsysteme, widmen sich dem Thema SPS – den 'Speicherprogrammierbaren Steuerungen'. Der Gedanke, festverdrahtete Logik durch individuell gestalt- und programmierbare Steuerungen zu ersetzen, war eine logische Konsequenz der Automatisierung in der industriellen Fertigung.

Nicht zuletzt dank der Verfügbarkeit von Mikrocomputern und Schnittstellen zu den einzelnen Fertigungskomponenten entwickelte sich eine Programmiersprache, die einfach zu erlernen und zu handhaben ist und sicher in der Anwendung zu sein scheint. Man beschränkt sich dabei auf elementare Logik und fügt solche Elemente mit kleinen Programmschritten zusammen. Im Gegensatz zu immer leistungsfähigeren Hochsprachen werden kurze Programmzeilen mit wenigen Buchstaben und Zahlen benutzt. Der Befehlsvorrat ist nicht sehr umfangreich und daher leicht zu erlernen. Fast alle Programmschritte beziehen sich auf die logischen Grundelemente von UND-, ODER- und NICHT-Schaltungen.

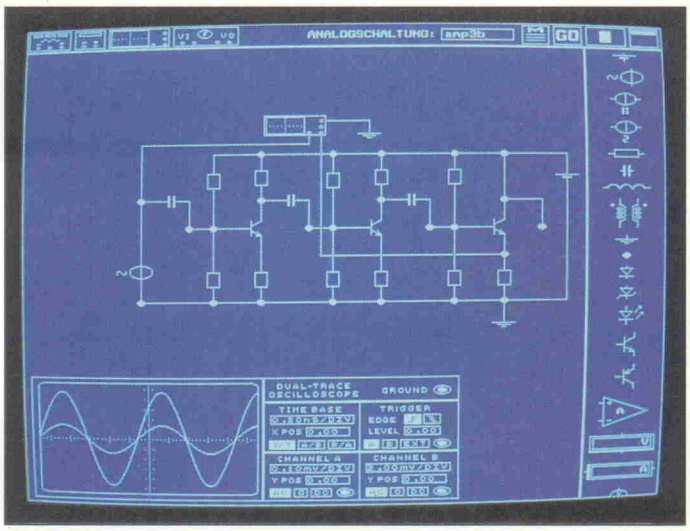
Deshalb kann die Ausbildung zunächst allgemein erfolgen und anschließend an einer speziellen SPS-Steuerung weitergeführt werden. Ziel der ersten Lernstufe sollten daher genaue Kenntnisse über digitale Logik und deren Verknüpfungen sein. Werden diese sicher beherrscht, dann kann der Kandidat eine Problemstellung in ein Programm umsetzen. Schließlich folgen Aufgaben, die aus der Praxis stammen: Sie lassen sich mit Simulationsprogrammen lösen, die vom Lösungskonzept schrittweise bis zur lauffähigen Software durchgespielt werden.

SPS-Einstieg mit ST

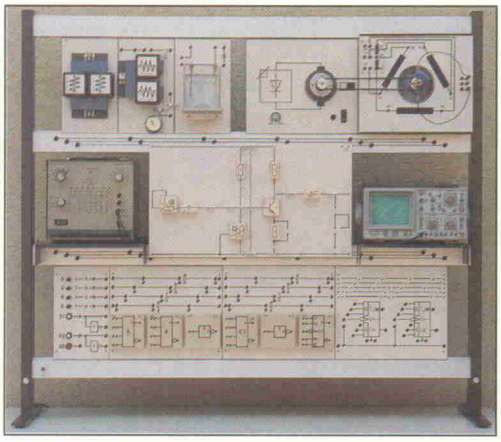
SPS-ST von Karstein Datentechnik ist ein Lehr- und Simulationsprogramm für SPS-Steuerungen, das den Einsteiger in allen seinen 'Entwicklungs'-Phasen mit anschaulichen Funktionsmodellen – Aufzug- und Ofentürsteuerung, automatischer Bohrplatz – praxisnah unterstützt. Der benötigt Rechner ist ein Atari ST mit 1 MByte RAM und Monochrom-Monitor.

Die magische Formel für dieses Programmpaket lautet 'what you see is what you do' oder auch umgekehrt. SPS-ST ist nämlich ein Simulationsprogramm, das dem Benutzer in Echtzeit auf dem Bildschirm demonstriert, was seine Anlage denn gerade so macht oder noch nicht macht. Der Monitor zeigt dabei nicht etwa einfache Rechtecke oder ähnlich mysteriöse Blackboxes, sondern wirklichkeitsnah dargestellte Objekte. Diese können auf der CAD-Ebene zu einer Maschine zusammengestellt, dem Steuerungsmodul zugeordnet und, nachdem das Programm erstellt wurde, abgefahren werden. Dabei sind sowohl beim Zeichnen als auch bei der Programmierung alle Schritte leicht mit der Maus einzugeben.

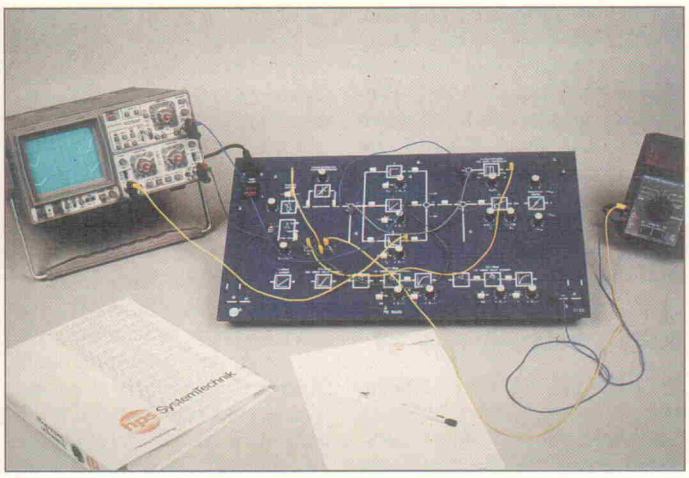
Die Bedieneroberfläche ist sehr übersichtlich und auch für einen Computerneuling schnell zu durchschauen. Die CAD-Funktionen gestatten eine anschauliche Darstellung der Anlagen. Durchaus hilfreich und witzig ist ein 'Handbuch', das als eben solches auf dem Bildschirm erscheint und zum Blättern einlädt. Aber auch die real existierende Paperware (Handbuch) ist übersichtlich gestaltet,



'Arbeitsplatz Elektronik' von BBH: umfangreiche Meßtechnik in reiner Softwareausführung.



Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik, analog und digital im Mix: das ELWE-Stecksystem für Schulen und Betriebe.



Beim Elektronik-Board von hps sind alle Funktionen kurzschlußfest und werden von LEDs überwacht.

Jeweils zwei Schüler gleichzeitig arbeiten bei Grollmus am Programmiergerät PG 685 von Siemens.

und der Einführungskurs beginnt nicht mit der Programmbeschreibung, sondern mit Themen wie Diskettenformatierung und Anfertigen von Sicherheitskopien. Wer mit diesen Dingen bereits vertraut ist, darf das überblättern, für andere eine willkommende Hilfestellung.

Der 'Probelauf' in der Redaktion führte hier zu der Überzeugung, daß ein so aufgebautes Programm wie SPS-ST das Interesse an einem Einstieg in die SPS-Technik erheblich verstärken kann, da die Theorie sehr anschaulich in die Praxis umgesetzt ist und die fast unvermeidlich sich einstellenden 'Anwendererfolge' den Spaß, der die Entwicklung von Steuerungsprogrammen ja durchaus machen kann, in den Vordergrund stellen.

Mit Interface

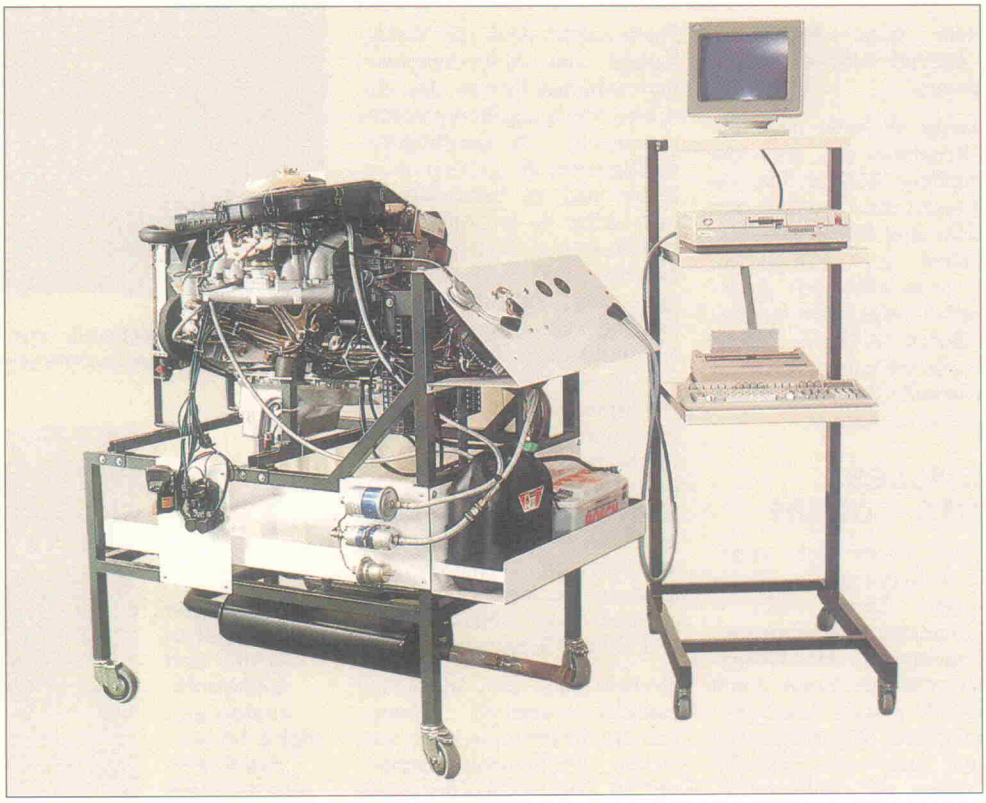
Das SPS-Simulationsprogramm SiPSy von Ingenieurbüro Schön besteht aus der Software sowie einer an den PC-Drukkeranschluß (oder XT, AT, PS2, 386 etc.) anschließbaren Ein- und Ausgabeeinheit. Es stehen 8 – über Optokoppler potentialfreie – Eingänge sowie 8 Ausgänge – über Reedrelais ebenfalls potentialfrei schaltbar – zur Verfügung.

Die Software ist menüorientiert, Tastatur- und Mausbedienung sind möglich. Im Menüpunkt 'Anweisungsliste erstellen' wird das Anwenderprogramm eingegeben. Das Ergebnis wird auch im Klartext dargestellt, zum Beispiel: 'Wenn E0: und E1: und E2:, dann A3.' Ein Extra, das den Lernvorgang sicher unterstützt.

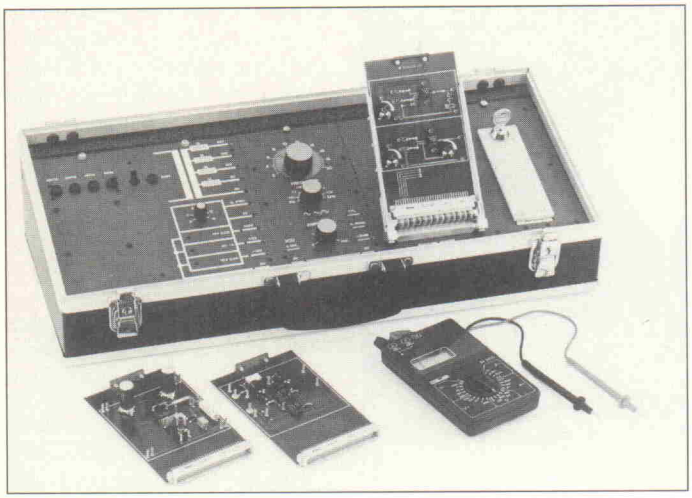
Anschließend kann der Test des Anwenderprogramms erfolgen. Die Eingänge der Schaltung sind dabei auch am PC zu simulieren, was bedeutet, daß die Schaltung nicht unbedingt an der Anlage getestet werden muß. Ist das Programm einsatzfähig, kann man SiPSy vom Druckerport abziehen. Das SiPSy-Interface läßt sich also als Stand-alone-Einheit weiter verwenden und wird erst bei einer Programmänderung wieder mit dem PC verbunden.

Die beigefügte Dokumentation, die uns als vorläufige Kurzreferenz vorlag, ist für die Inbetriebnahme ausreichend und leicht verständlich gehalten. Zusätzlich zum mitgelieferten Druckerport-SPS-Interface werden ein Eingangszähler und steckbare Zeitgeber für erweiterte Anwendungen angeboten. Das Grundpaket aus Software und Interface mit Steckernetzteil reicht für den Start allerdings aus. Einsatzgebiete sind die herstellerunabhängige Aus- und Weiterbildung, die Realisierung von einfachen Steuerungen in der Fertigung oder im Modellbau.

Die Firma BBH bietet einen SPS-Trainer für PC und kompatible Rechner; es handelt sich um einen Texteditor, mit dem sich SPS-Programme erstellen und simulieren lassen; für Anwendungen wird eine PC-Slot-Interface-Karte benötigt. Da das Programm, soweit es nicht verändert wird, auch frei kopierbar ist und weitergegeben werden kann, kommt es Schülern, Auszubildenden und Studenten zugute, die ohne größere Investitionen einen



Motor DB 190 E mit Kat, Lambdasonde und Computerauswertung (Horstmann).



Der Elektronik-Universal-Trainer von Lucas-Nülle, erster Preisträger des Worlddidac Award 1990.

Einstieg in die SPS-Programmierung suchen.

Ist das Programm erstellt, wird es intern übersetzt und die Simulation gestartet. Parameter zur Abarbeitungsgeschwindigkeit der einzelnen Programmschritte und Verzögerungszeiten sind ebenfalls einstellbar. Während der Testphase können die Eingänge der Schaltung auch hier mit der Tastatur simuliert werden. Im Ausgabefenster erkennt man den aktuellen Zustand von Eingängen, Ausgängen und so weiter. Das Programm ist einfach zu bedienen und übersichtlich gestaltet. Ein Hilfsfenster zeigt alle zur Verfügung stehenden Befehle und deren Auswirkung.

Die Firma ELWE-Lehrsysteme bietet ein umfangreiches Lehrmittelprogramm zum Themengebiet SPS. Die drei Schritte Programmieren, Testen und Anwenden können mit den einzelnen Hardwarekomponenten in der Ausbildung durchgeführt und praxisnah umgesetzt werden. Das System SUCOS PS3 bietet dabei mit einem Handprogrammiergerät oder einem Personal Computer, zusammen mit Anlagensimulator und Funktionsmodellen, zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Unterrichthilfsmittel wie Arbeits- und Übungsblätter sowie Overheadfolien runden die Angebotspalette ab.

Das Ausbildungsprogramm kann den Ansprüchen entsprechend zusammengestellt werden. Erweiterungsmöglichkeiten, Schnittstellen zu anderen Systemen und Ausbaustufen bis zur Vernetzung einzelner PS3-Einheiten findet man ebenfalls im Angebot.

Mobilmachung im Kfz-Gewerbe

Die Zeiten, in denen ein Elektroniker beim Werkstattbesuch vielleicht etwas mitleidig den hartgesottenen Kraftfahrzeuglern über die Schulter schaute, weil die Mechanik doch so kinderleicht zu verstehen ist und das Bißchen Autoelektrik sich ja wohl mit dem Ohmschen Gesetz erschlagen lassen müßte, sind ein für allemal vorbei. Mitleid ist durchaus angebracht, aber aus anderem Grund: Die Kerle (zumeist) müssen büffeln wie noch nie. Bei ABS geht's los, dann kommt der Airbag, und wenn die Sitzverstellung klappt, kommt noch die Schubabschaltung, alles elektronisch natürlich. Das ist der Ist-Zustand. Noch dieses Jahr kommen die Auto-Busse hinzu (siehe Seite 42 in dieser Ausgabe), und in rund fünf Jahren will BMW Elektromobile verkaufen, von denen seit einigen Wochen acht Exemplare auf Testfahrt sind.

Umfassende 'Grundlagen der Elektrotechnik, Elektronik und Digitaltechnik für Kfz-Berufe' bietet ELWE-Lehrsysteme in Form von Experimentier-Stecksystemen an, die eine gründliche Einarbeitung in die allgemeine Elektronik ermöglichen. Echte Kfz-Spezialitäten werden in weiteren, hardwaregestützen 'Lehrgängen' vermittelt, die sich außer mit 'Steuern und Regeln im Kfz' oder 'Messen und Prüfen' beispielsweise auch mit EMV-Fragen befassen.

Auf Kfz-Lehrmittel ist Anbieter Horstmann spezialisiert. An die übersichtlichen Schulungsstände mit Original-Systemkomponenten, etwa zur Einspritztechnik, können bis zu 15 Schüler ihre Übungstafeln anschließen, Fehler simulieren und suchen. Vom Aufwand her 'High End' dürften die Systeme 'Funktionsmotore mit und ohne Computerauswertung' sein. An Motoren – von Benz bis VAG – stehen 15 Typen, mit und ohne Jet-, Mot- und Ecotronik zur Auswahl.

'Training in Technology'

So steht es auf allen Prospektblättern der Firma hps Systemtechnik, und damit zurück zur reinen Lehre, zur Elektronik. hps hat Boards und Experimenter im Programm. Das Elektronikboard vermittelt die elementaren schaltungstechnischen und Bauelementegrundlagen: Kennlinien von Diode bis Triac, Netzteilschaltungen, Verstärker, Oszillatoren, Kippschaltungen, (De-) Modulatoren et cetera. Darauf kann aufgebaut werden: mit dem Sensorik-Experimenter und mit dem 'PID-Board', einem 'Universellen Übungsgerät für Regelungstechnik'. Die Sprungantwort der aufgebauten Regelkreise kann man 'sowohl mit einem normalen Oszilloskop und Speicheroszilloskop als auch mit einem Y-t-Schreiber messen'.

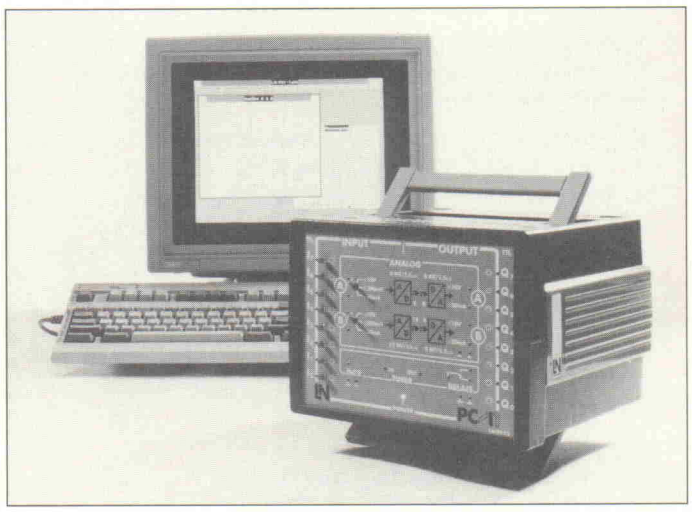
Das umfangreiche ELWE-Programm gestattet nach dem Elektronik-Grundkurs vielerlei Spezialisierungen, alle durch Trainersysteme praxisnah unterstützt: eine Universal-Leistungsschnittstelle, eine neue Ausstattung für Regleroptimierungen mit Software beispielsweise für Niveau- und Heizungsregelung, das 'Interface M' – eine 'Integrierte Hard- Softwarelösung für Programmieren, Simulieren und Steuern mit dem PC' – ein Mikroprozessor-Lehrgerät auf Z80-Basis, SPS-Vernetzung und Anlagensimulation.

'Für Profis und alle, die es werden wollen' ...

... hat die Firma Graf Elektronik Systeme das logische Programm. LogSim (Demoversion erhältlich) bringt digitalelektronische Grundelemente (alle Gatter), dazu Motor, A/D-Wandler, Timer, Interface-Ansteuerung und Logikanalysator auf den Bildschirm. Interface, Experimentierbox und Zusatzsoftware (Logikanalysator, Multimeter, Speicheroszilloskop) gibt es optional. Soweit der Einstieg, dann kann es mit ProfiLog weitergehen: Mit dessen umfangreicher Bauteilebibliothek läßt sich sogar ein einfaches Prozessorsystem simulieren.

Reines Softwaretraining (auf XT, AT oder dazu Kompatiblen und passender Peripherie) bietet Graf mit ReSi (für analoge Reglersimulation), ReSi_E (zusätzlich digital mit 3 Regelstrecken und 3 Störgrößen) und ReSi_C (mit mathemathischem Coprozessor in der Peripherie). Die Parameter werden in der üblichen Terminologie der Regelungstechnik eingegeben.

Sehr verbreitet ist inzwischen das 19-Zoll-Ausbildungssystem mic (modulare Industrie Computer) von Graf. Im An-



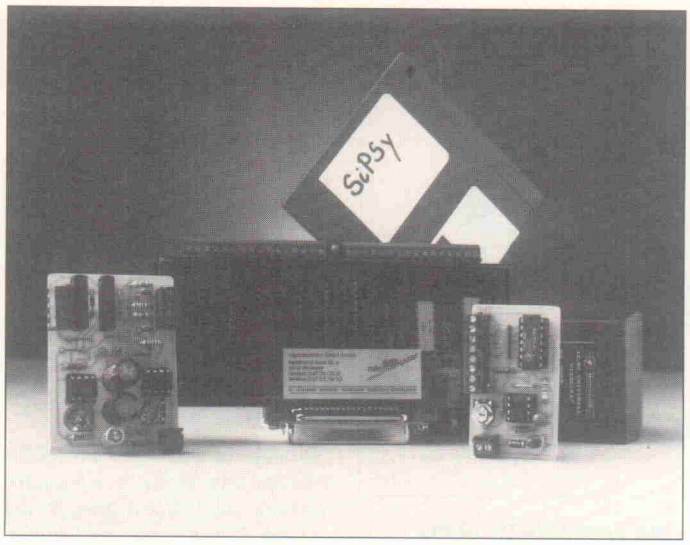
Das PCI-1 ist ein universell einsetzbares Interface für Meßwerterfassung und Prozeßkontrolle (Lucas-Nülle).

wendungsbereich bietet es unter anderem einen SPS-Compiler und eine Karte 'Logikanalysator'.

CNC, Fertigungmodelle: antriebsstark

Mit dem ELVamat-Varioset (siehe Foto Seite 26), und ergänzenden Systemen – als Bausatz oder Fertiggerät – bietet der Elektronik-Literatur-Verlag, Leer, ein variables Konstruktionssystem für CNC-Maschinenmodelle an. So lassen sich ein DIN-A4-Plotter, ein Styroporschneider, eine Fräs-/Bohrmaschine und ein Hochregal-'Roboter' aufbauen. Verbindungselement zwischen Rechner und Maschinenmodell ist das Schrittmotoren-Interface SMS 7000; Teach-in-Programmierung ist möglich.

Auf Demo-Tournee durch Deutschland ist derzeit die neue 'Flexible Fertigungszelle FMC 3' von Lucas-Nülle; ein Foto war noch nicht zu bekommen. Dem fleißigen Lehrmittelhersteller, der noch letztes Jahr für seinen 'Electronic Universal Trainer' den World didac Award (in Gold) ins heimische Kerpen holen konnte, dürfte auch mit der 'Zelle' wieder ein guter Wurf gelungen sein. Das Modell enthält: eine Industrie-SPS (zum Beispiel Siemens S5 100), eine SPS-Programmieroberfläche (für MSDOS-Rechner), zwei Vertikal-Knickarm-Roboter, eine CNC-Fräsmaschine, Transfereinheiten (Drehtisch, Förderband) und verschiedene Sensoren.



Der Mini-SPS-Trainer von Ing.-Büro Schön wird zum Beispiel bei Opel zur Ausbildung eiongesetzt.

Zu den weiteren Trainingsystemen im LN-Angebote zählen zum Beispiel die Labor- und Ausbildungsroboter ROB 3i und ROB 2, ein CNC-Simulator, ein neuer 'SPS-Manager', das Interface PCI-1 für die computergestützte Meßwerterfassung und Prozeßkontrolle, ein 4-Kanal-Trennverstärker. Auch zu Nachrichten-, Mikrocomputer-, Kfz-Technik und Pneumatik bietet Lucas-Nülle umfangreiches Schulungsmaterial an.

Simulieren spart Lehrgeld

Nicht nur bei der Erfassung von Meßwerten kann sich ein Rechner im Labor nützlich machen, sondern auch bei der Schaltungsentwicklung: Probeaufbau und Test – sprich Simulation – erfolgen am Bildschirm. Was Entwickler am meisten fürchten, daß nämlich eine aufgebaute Schaltung eben nicht so funktioniert, wie man sich das dachte, soll und kann durch die Computersimulation vermieden werden.

Natürlich hat das Verfahren seine Grenzen; Toleranzen von Bauelementen und äußere Störeinflüsse lassen sich nicht oder nicht immer konsequent bis ins Letzte simulieren. Aber so lange man ein weites Feld an möglichen Fehlern durch eine Simulation ausschließen kann,

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

Bauelemente
IC-Applikationen
Schaltungstechnik
— komplett!

ELEKTRONIK

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.

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

HEISE

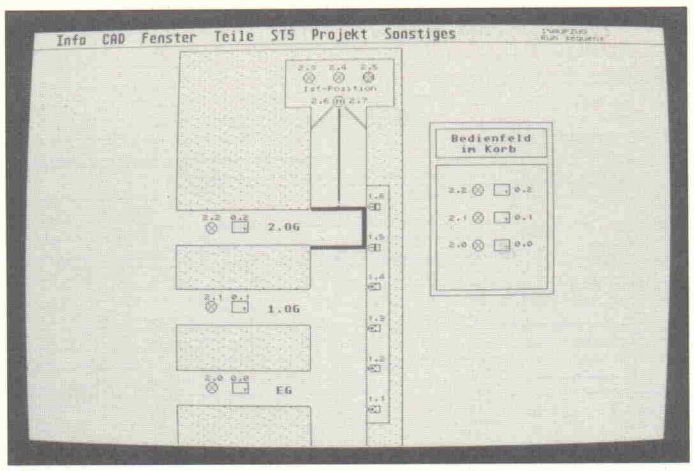
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

bringt eine derartige Arbeitsweise einen Zeit- und Kostenvorteil.

Zu Ausbildungszwecken eignet sie sich insofern, weil weniger verkohlte Widerstände und kaputte Netzgeräte anfallen und ein Fehlaufbau keine weiteren Folgen hat. Ob der Schüler allerdings in der Lage ist, die Schaltung 'richtig' aufzubauen, hängt natürlich nicht vom Simulationsprogramm ab. Dies sollte bei aller Computer-Euphorie nicht ganz in Vergessenheit geraten. Ob die in den Schulen bereits vorhandenen Meßgeräte und Bauteile mittelfristig von Rechnern und derartigen Programmen abgelöst werden, bleibt abzuwarten. Ein Computer mit Drucker und Programm ist schließlich auch nicht billig. Die laufenden Betriebskosten dürften jedoch deutlich niedriger als bisher liegen.

Laborausrüstung fast komplett

Eines der Programme zur Laborsimulation ist der 'Arbeitsplatz Elektronik', das ebenfalls von der Firma BBH Technische Anlagen GmbH vertrieben wird. Es ist lauffähig auf Rechnern vom PC-Typus mit mindestens 512 K freiem Arbeitsspeicher, einer Grafikkarte und der Maus.



SPS-Training auf Atari: Vielleicht auch eine Einstiegsdroge für Leute, die bisher nur mit dem ST spielen (Karstein).

Der 'Arbeitsplatz' bietet ein fast komplettes Meßlabor mit allen erforderlichen Bauteilen und den wichtigsten Meßgeräten. Auf der anschaulich gestalteten grafischen Oberfläche findet man alle zum Schaltungsaufbau nötigen Teile, die einfach per Maus in die Schaltung plaziert und anschließend verbunden werden. Auch Meßpunkte lassen sich auf diese Art leicht einfügen. Im Meßgerätepark findet man Zweikanaloszilloskop, Funktionsgenerator, Multimeter, Spektrumanalyser, S-Bit-Wortgenerator und Logikanalyser.

Ist eine Schaltung erstellt, setzt man sie durch ein einfaches 'GO' in Betrieb. Da alle Bauteile mit individuellen Werten versehen werden können, sind natürlich auch 'Was wäre, wenn?'-Dimensionierungen ohne den vorprogrammierten Abschied von teuren Meßgeräten und Bauteilen möglich. Viel Lehrwert gegen wenig Lehrgeld, zumal die Simulationen sowohl im Analog- als auch im Digitalbereich durchgeführt werden können.

Ein wichtiges Hilfsmittel ist ein interaktives, kontextbezogenes Hilfssystem, das per Tastendruck aktiviert wird. Selbstverständlich kann man Schaltpläne und Stücklisten auch ausdrucken, dabei ist die Anzahl der Bauelemente nur durch den Speicher des Rechners begrenzt.

Dem 'Arbeitsplatz Elektronik' ist ein ausführliches Benutzerhandbuch beigefügt, das mit zahlreichen Beispielen aufwartet und Grundlageninformationen zu einzelnen Bauteilen enthält. Das Programm ist nur mit dem beigefügten Kopierschutzstecker lauffähig und somit nur auf einem 'Arbeitsplatz' einzusetzen.

Kurzschlußfestes Labor-Netzgerät, Eing. 220 V, Ausgang stufenlos 0–15 V, Strombegrenzung stufenlos 200 mA–2 A, Restwelligkeit weniger als 10 mV, großes Anzeigeinstr. für Spannung und Strom, 187 × 155 × 125 mm **nur DM 69.50**

Kaltlicht-Halogenlampen 12 V, ∅ 51 × 45 mm, für Seilsysteme, Objektbeleuchtung usw.

W	Farbe	Best.-Bez.	Stück	ab 10	
20	weiß	**Cool 20 SP**	16.95	16.50	Punktstrahler
20	gold	**Cool 20 SPG**	18.95	17.95	Punktstrahler
35	weiß	**Cool 35 SP**	16.95	16.50	Punktstrahler
50	weiß	**Cool 50 SP**	16.95	16.50	Punktstrahler
50	gold	**Cool 50 SPG**	18.95	17.95	Punktstrahler
20	weiß	**Cool 20 FL**	16.95	16.50	Breitstrahler
20	gold	**Cool 20 FLG**	18.95	17.95	Breitstrahler
20	rosé	**Cool 20 FLR**	18.95	17.95	Breitstrahler
35	weiß	**Cool 35 FL**	16.95	16.50	Breitstrahler
50	weiß	**Cool 50 FL**	16.95	16.50	Breitstrahler
50	gold	**Cool 50 FLG**	18.95	17.95	Breitstrahler
50	rosé	**Cool 50 FLR**	18.95	17.95	Breitstrahler

Kamera-Electret-Richtmikrofon mit Adapter für Kameraschienen und Stative, mit Windschutz, große Empfindlichkeit u. hohe Richtwirkung (Superniere), Impedanz 600 Ω, max. 2 kΩ, ca. 26 cm lang . . . . . **DM 69.–**

UKW-Fernsteuerung, zuverlässig und preiswert, mit mehr als 1000 Codiermöglichkeiten, für Garagentoröffner, Alarmanlagen, Maschinen usw., Sender 9 V, Empf. 220 V, anmelde- und gebührenfrei

1kanalig **Sender DM 94.50 Empf. DM 129.50**
3kanalig **Sender DM 98.– Empf. DM 198.–**

19"-Profi-Stahlblech-Gehäuse, 6teilig, Frontplatte aus 4 mm Alu, Gehäuse u. Front schwarz lackiert, ab 3 Höheneinheiten (HE) werden Frontplattengriffe mitgeliefert, Breite 44 cm, Tiefe 29 cm

1 HE = 44 mm hoch, ohne Griffe . . . . . **DM 44.80**
2 HE = 88 mm hoch, ohne Griffe . . . . . **DM 49.90**
3 HE = 132 mm hoch, mit Griffen . . . . **DM 54.70**
4 HE = 176 mm hoch, mit Griffen . . . . **DM 59.90**

Neues, erheblich verbessertes Parabol-Richtmikrofon. Ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtungen, Reportagen usw.), selbst Flüster-Pegel von ab 60 dB können aus über 100 m bei guten Bedingungen, z. B. nachts, aus mehr als 1 km, mit Kopfhörer wahrgenommen werden. Hochempfindliche Electret-Kapsel mit FET-Vorverstärker, Hauptverstärker stufenlos regelbar, Stromversorgung 9 V, mit Anschlußbuchsen für Kopfhörer und Tonband (5pol.) . . . . . **DM 138.–**

Parabolspiegel auch einz. lieferbar: grau . . . . **DM 24.50** klar . . . . . **DM 28.50**

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 × 206 × 53 mm **nur DM 49.50**

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

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

Digitalmeßgerät 3½stellig, V = 20/200 V, V~ 500 V, A = 10 A, Wid.-Messung 2000 Ω/2000 k, Diodentest, 150 × 74 × 35 mm **nur DM 39.50**

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 11 01 68, Telefon (0 72 23) 5 20 55
Ladenverkauf: Baden-Baden, Stadtmitte, Lichtentaler Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 23
Ladenverkauf: Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15 (gegenüber Rath.), Tel. (0 23 61) 2 63 26
Ladenverkauf: Karlsruhe, Kaiserstr. 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (07 21) 37 71 71

Neu im Lieferprogramm:

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

		BAR28	3,50	BA379	1,00
MC1330P	7,90	MC1350P	4,90	**OM350**	28,00
TDA5664	15,50	TDA5660P	9,90	ZNA234	38,50
SL1451	39,90	HPF511	124,00	SP5060	29,50
SL1452	29,90	XR1010	9,90	XR1015	22,50
MSA0304/0404 nur			11,50	**TBA1440**	17,50
MC3361	11,90	MC3362	11,50	LM311	1,90

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

Weltempfänger + Scanner:		FRG9600	1299,00
ICF2001ex	nur 885,00	FRG8800a	1655,00
ICOM R9000	nur 8799,00	AX700	1200,00
MVT5000	nur 925,00	MVT6000	989,00

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

Fordern Sie deshalb an:

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

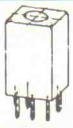
Formschöne Geräte-Gehäuse

Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilen, Transvertern, Endstufen usw.

Ausführung: Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbte, olivgrüne Kunststoffbeschichtung, Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Bearbeitung!), Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminium (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



Japanische ZF-Filter 7 x 7

	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

Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60	BV 5056	3,60
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60
BV 5036	3,60	BV 5063	3,60
BV 5049-20	5,50	BV 5118	7,50
BV 5049	3,60	BV 5163	3,60

Weitere Typen sowie Spulenbausätze, (z. B. 7A1S) ab Lager lieferbar.

Toko-Filter

KACSK 1769	5,50
KACSK 3893	5,50
KACSK 586	5,50
199SC 13802Y	5,50

Versand auch ins Ausland!

GUT LÖTBARE GEHÄUSE
aus 0,5 mm Weißblech

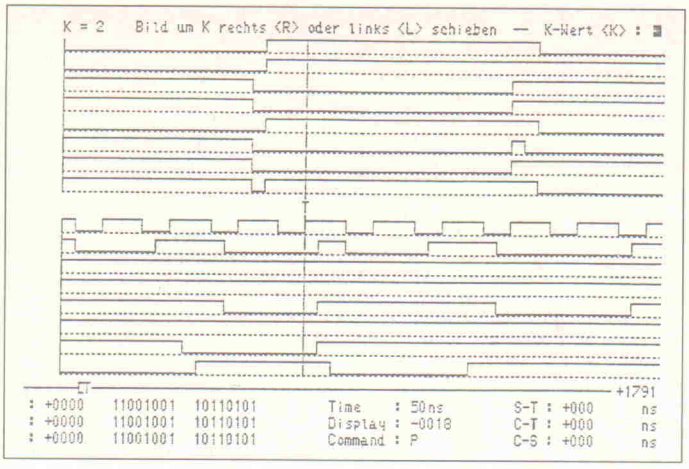
HF-dicht!
NEU: Jetzt auch in Messing!

Deckel Länge x Breite	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM	Höhe 30 DM	Höhe 50 DM
37 x 37	2,85	3,55	7,00	7,90
37 x 74	3,55	3,90	7,60	9,00
37 x 111	4,10	4,60	9,00	10,50
37 x 148	4,60	5,25	10,00	11,50
55,5 x 74	3,90	4,75	9,00	10,50
55,5 x 111	5,20	5,75	12,00	13,50
55,5 x 148	6,50	6,95	14,50	16,00
74 x 74	5,25	5,75	10,00	11,50
74 x 111	6,50	7,00	14,00	15,50
74 x 148	7,50	8,30	16,00	17,50
162 x 102 f. Europakarte	12,00	13,00	—,—	—,—

Diese Gehäuse eignen sich ideal zum Einbau von elektronischen Baugruppen. Leichte Bearbeitung. Platinen, Bauteile und Befestigungsteile können angelötet werden.

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

Andy's Funkladen
Admiralstraße 119, Abteilung ED 25, 2800 Bremen 1
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60



Die 40seitige mic-Systembeschreibung mit Bildschirmbeispiel 'Maschinenzyklus-Logikanalyse' (Graf Elektronik).

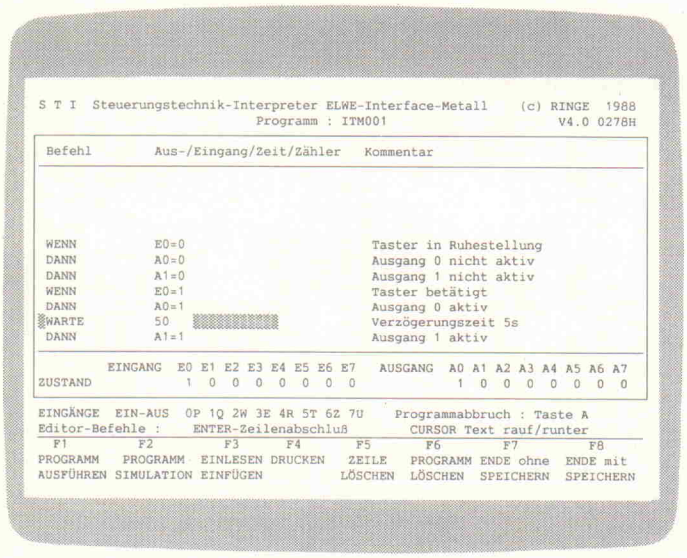
Pauker 'Im Auftrag': Die externe betriebliche Weiterbildung

Neben den öffentlichen Bildungseinrichtungen, den Berufs- und Fachschulen, gewinnt die betriebliche Aus- und Weiterbildung, wie eingangs geschildert, zunehmend an Bedeutung. Längst gibt es hier eine neue Dienstleistungsbranche, denn externe Spezialisten können viele betroffenen Betriebe von der schwierigen Aufgabe, selbst die Ausbildungskonzepte zu erarbeiten, wirkungsvoll entlasten. In der Regel werden ein- oder mehrtägige Kurse an vorgegebenen Schulungsorten oder auch im interessierten Betrieb angeboten.

Vorteile dieser Auftragsarbeit sind vor allem in der Spezialisierung des Schulungspersonals und in der intensiven Nutzung der teilweise recht kostenintensiven Trainingssysteme zu sehen. Die Kursinhalte beziehen sich dabei oft auf das Equipment, das in einer Firma bereits installiert oder projektiert ist. Die Absicht, Mitarbeiter an den in der Firma eingesetzten Geräten zu trainieren, ist verständlich und legitim. Wünschenswert und für die beruflichen Perspektiven von Vorteil wäre freilich ein Angebot, das es dem Kandidaten ermöglicht, konkurrierende Produkte kennenzulernen; Flexibilität des Arbeitnehmers verlangt schließlich nicht nur ein potentieller neuer Brötchengeber, sondern auch der, der die teure Dienstleistung bezahlt.

Eine Schulungsmappe mit dem Thema 'Grundkurs Speicherprogrammierbare Steuerungen Simatic S5' der Firma Grollmus GmbH, Hochheim/Main, macht dabei einen sehr positiven Eindruck. Die circa 100 Seiten starke Paperware – nicht getrennt verfügbar, sondern an die Kursteilnahme gebunden – gliedert sich in zwei Teile. In den Grundlagen findet man ausführliche Erläuterungen zu Themen wie Zahlensysteme, Aufbau einer SPS, Speichertypen und Programmerstellung. Eine gute Illustration und, obwohl das Zielsystem eine SPS-Anlage vom Typ Simatic S5 (Siemens) ist, allgemein gehaltene Grundinformation, erleichtern die ersten Schritte. Der zweite Teil bezieht sich auf die konkrete Anwendung auf Basis der oben genannten Anlage; Handhabung der Programmiergeräte PG 685/PG 750, Betriebssystemfunktionen sowie Programmstruktur und die Programmierung einfacher Funktionen sind die Inhalte.

Die Schulungsdauer des Grundkurses in Hochheim – mit je zwei Kursteilnehmern an den fünf bereitstehenden PG-Programmiergeräten – wird mit 4 Tagen angegeben. Auch wenn die Mappe einen didaktisch hervorragenden Eindruck macht: Der Kursteilnehmer muß Eigeninitiative aufbringen und den Willen zum Erfolg haben.



Der Steuerungstechnik-Interpreter STI von ELWE 'versteht' Umgangssprache.

Was Hänschen nicht lernt ...

... lernt Hans nimmermehr. Der Kern von Wahrheit, der in diesem Spruch steckt, liegt ebenfalls als Sprichwort vor: Früh übt sich, wer ein Meister werden will. Gemeint sind damit die allgemeinen fachlichen Grundlagen, auf denen jede (spätere) Fortbildung aufbauen muß.

Die 'leichteren' Trainersysteme beschäftigen sich zum Teil mit eben diesen fachlichen Grundlagen und bieten damit auch dem Newcomer den Einstieg, der sich mit etwas Engagement sogar autodidaktisch bewältigen läßt. Angesichts der Nachwuchsprobleme beim 'technischen Personal' eine ernstzunehmende berufliche Perspektive, die mancher ins Auge fassen sollte. Dann aber, siehe Kapitelüberschrift, sofort. Die Gelegenheit ist günstig: Vom 25. Februar bis 1. März 1991 findet in Düsseldorf die didacta statt.

Bei der Erstellung dieses Beitrags wurden Unterlagen folgender Firmen verwendet:

Karstein Datentechnik
8451 Birgland
Tel.: (0 91 86) 10 28

BBH Technische Anlagen GmbH
Wittekindstraße 31
5870 Hemer
Tel.: (0 23 72) 37 47 o. 1 20 77-78
Fax: (0 23 72) 1 62 62

Ingenieurbüro Schön GmbH
Ferdinand-Haas-Straße 6
6556 Wöllstein
Tel.: (0 67 03) 38 37
Fax: (0 67 03) 24 10

Grollmus GmbH
Geisenheimer Straße 2
6203 Hochheim am Main
Tel.: (0 61 46) 30 23
Fax: (0 61 46) 62 32

ELWE-Lehrsysteme GmbH
Elwestraße 6
3302 Cremlingen 3
Tel.: (0 53 06) 70 31
Fax: (0 53 06) 71 35
Telex: 952 578 elwe d

hps SystemTechnik
Lehr- + Lernmittel GmbH
Alfredstraße 155
4300 Essen 1
Tel.: (02 01) 4 27 77
Fax: (02 01) 41 06 83
Teletex: 20 13 40 hpse

Berthold Horstmann KG
Wilhelm-Beckmann-Straße 13b
4300 Essen 13
Tel.: (02 01) 28 60 70
Fax: (02 01) 28 79 22
Telex: 8 571 354

Elektronik-Literatur-Verlag GmbH
Postfach 14 20
2950 Leer
Tel.: (04 91) 6 00 80
Fax: (04 91) 7 20 30

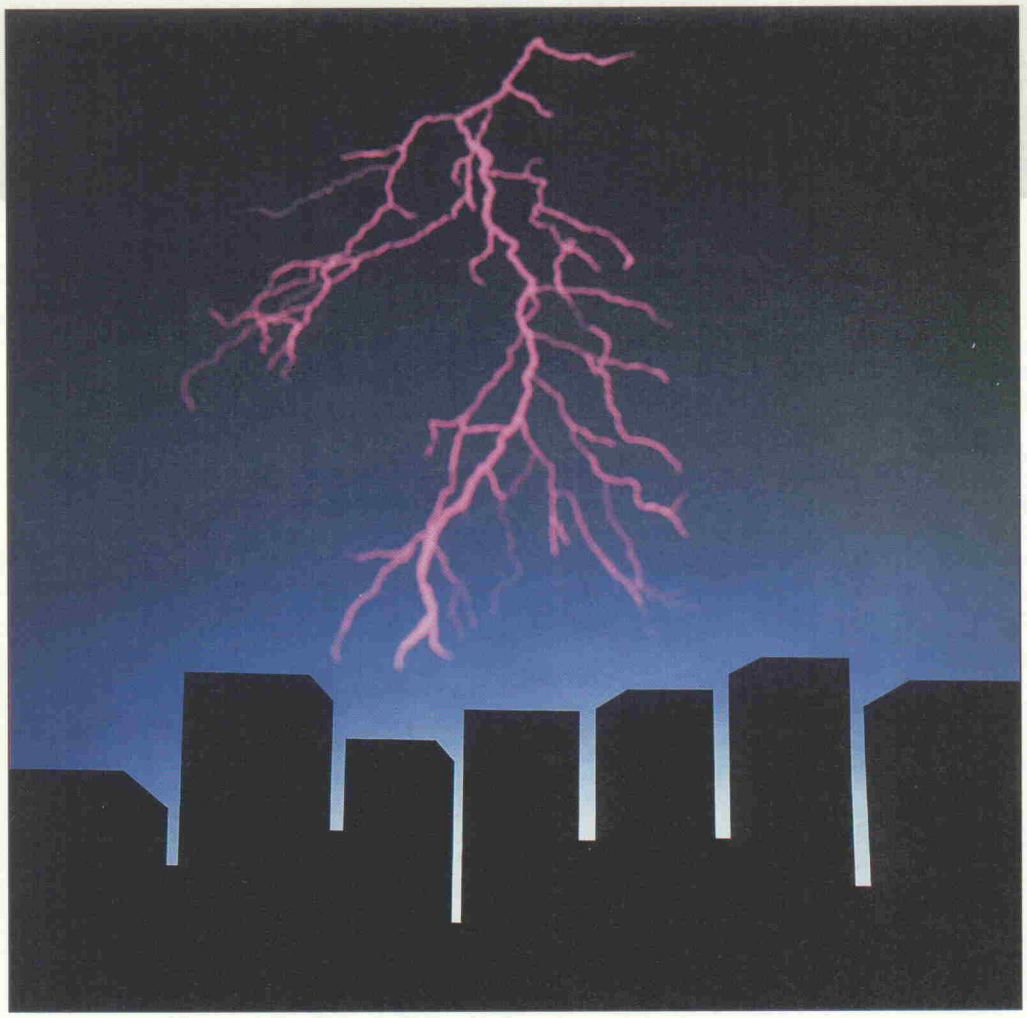
Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH
Postfach 11 40
5014 Kerpen 3
Tel.: (0 22 73) 5 67-0
Fax: 80 22 73) 5 67 30
Telex: 8 88 056 ln d

Graf Elektronik Systeme GmbH
Magnusstraße 13
8960 Kempten
Tel.: (08 31) 62 11
Fax: (08 31) 6 10 86

Blitz- und Überspannungsschutz

Konstruktive Maßnahmen zum Schutz vor der durchschlagenden Wirkung von Überspannungen

Dipl.-Ing. (FH)
Klaus-Peter Müller



Mit der zunehmenden Verbreitung von vernetzten Systemen wachsen auch die Risiken eines Ausfalles. Zu den häufigsten Ausfallursachen gehören Überspannungen, hervorgerufen durch Schalthandlungen im energietechnischen Netz oder durch atmosphärische Entladungen.

Die jüngsten Schadensstatistiken der Elektronik-Versicherer [1] weisen eine besorgniserregende Steigerung der Überspannungsschäden aus. Nach Auswertung von 13 000 Schadensfällen stellt die Württembergische Feuerversicherungs-AG Stuttgart fest, daß Überspannungen mit 28,7 % die häufigste Ursache für Schäden in der Elektronik sind. Der so verursachte Schaden wird auf jährlich über eine Milliarde DM geschätzt [2]. Zum Vergleich: die in der Statistik folgende Ursache ist Fahrlässigkeit (27,5 %); Schäden infolge von Wasser- und Brandeinwirkung schlagen gemeinsam mit 13,6 % zu Buche.

Neuere Analysen von Gewitterüberspannungsschäden an elektronischen Anlagen zeigen, daß sensible Einrichtungen bis zu einer Entfernung von etwa 1 km vom Blitzeinschlagsort durch den elektromagnetischen Puls (LEMP: Lightning Electromagnetic Pulse) sowie leitungsgeführte Überspannungen gefährdet sind. Gründe für diesen weit ausgedehnten Gefährdungsbereich sind die zunehmende Empfindlichkeit informationstechnischer Geräte, gebäudeüberschreitende Leitungen und große Netzausdehnung.

Ursachen für Überspannungen

Bei Gewitterüberspannungen unterscheidet man zwischen Direkt-, Nah- und Ferneinschlag [3].

Bei einem Direkteinschlag trifft der Blitz das zu schützende Gebäude. Von einem Naheinschlag spricht man, wenn der Blitz in eine ausgedehnte Anlage oder in eine mit ihr verbundene Kabelanlage einschlägt. Schutzeinrichtungen müssen bei derartigen Beanspruchungen den Blitzstrom oder erhebliche Teile davon führen.

Beim Ferneinschlag werden

- die Mittelspannungsfreileitung vom Blitz getroffen;
- durch Blitze von Wolke zu Wolke 'Spiegelladungen' frei, die sich wanderwellenartig auf den Mittelspannungsfreileitungen ausbreiten;
- durch Blitzeinschlag Überspannungen in der Umgebung

Im vierpoligen Blitzstromableiter 'Dehnventil® VGA 280' (rechts) sorgen Varistoren für kurze Ansprechzeiten, während die dazu parallel liegenden Gleitfunkenstrecken selbst Ströme von Direkteinschlägen übernehmen. Das linke Foto zeigt einen für die Blitz-Schutzzone 1 geeigneten Überspannungsableiter.

der zu schützenden Anlagen erzeugt.

Schutzeinrichtungen müssen nur kleine Blitzteilströme oder Ströme verkraften, die durch ohmsche, induktive oder kapazitive Kopplung an den Blitzstrom entstehen.

Für die maximale Höhe der elektromagnetisch induzierten Spannungen in allen offenen oder geschlossenen Installationsschleifen, die sich in der Umgebung von blitzstromdurchflossenen Leitern befinden, ist der Maximalwert der Blitzstromsteilheit $(di/dt)_{max}$ ausschlaggebend. Wie solche Installationsschleifen in Gebäuden entstehen, ist in Bild 2 dargestellt [3].

Zwei unabhängige Netze 1 und 2 sind in dem Gebäude installiert. Das Netz 1 ist das elektrische Versorgungsnetz, das Netz 2 ist ein anderes Netz, es kann sich auch um ein nichtelektrisches Netz wie ein Wasser- oder Gasrohrnetz handeln. Diese beiden unabhängigen Netze werden aus unabhängigen Zuleitungen gespeist, und diese liegen wiederum an unabhängigen 'fernen Erden'. So weist zum Beispiel das elektrische Energienetz das Erdpotential der Mittel-/Niederspannungs-Transformatorstation auf, ein Datennetz das Erdpotential einer anderen, peripheren Station.

In Bild 2 ist nun ein Gebäude mit einer äußeren Blitzschutzanlage gemäß DIN VDE 0185 [4] und vollständigen Blitzschutz-Potentialausgleich gezeigt. Gefährliche Stoßüberspannungen können zwischen den Geräteeingängen E1 und E2 bei Naheinschlägen und bei Einschlägen in die Blitzschutzanlage durch die in der Induktionsschleife induzierten Spannungen entstehen. Diese Überspannungen können Amplituden in der Größenordnung von einigen 100 kV annehmen und führen zu Durchschlägen in den Geräten. Bei einem Einschlag in die äußere Blitzschutzanlage fließen darüber hinaus Teilblitzströme in der Größenordnung von einigen kA bis zu einigen 10 kA durch die Netze 1 und 2, die dann ihren Weg auch durch das angeschlossene Gerät nehmen.

Solche gefährlichen Überspannungen am Gerät treten also auch bei einer äußeren Blitzschutzanlage (ohne Gebäudeschirmung) und einem vollständig ausgeführten Blitzschutz-Potentialausgleich auf. Soll ein Gerät, das an unabhängige Netze angeschlossen ist, geschützt werden, sind zusätzliche Überspannungsschutzmaßnahmen an den Geräteeingängen notwendig.

Auch Schaltüberspannungen aus Hoch- oder Niederspannungsanlagen können einige kV erreichen und entstehen durch Abschalten von Induktivitäten, die parallel zur Spannungsquelle geschaltet sind, (Transformatoren, Drosselspulen, Spulen von Schützen oder Relais ...) sowie Abschalten von Induktivitäten im Längszweig des Stromkreises (Leiterschleifen, Längsdrosseln oder die Induktivität der Leiter oder Stromschienen selbst). Schaltüberspannungen entstehen auch als Folge von geschalteten kapazitiven Lasten; die Größe der entstehenden Schaltüberspannungen ist abhängig vom Schaltzeitpunkt [5].

Schutzmaßnahmen

Nur ein Konzept, in das alle an Planung und Errichtung beteiligten Stellen einbezogen sind, kann einen weitgehenden Schutz gegen Störbeeinflussungen bieten. Die Grundlage hierfür bildet ein EMV-Blitzschutzkonzept, da es auch die energiereichste Störbeeinflussung – den direkten Blitzeinschlag – berücksichtigt. Objektspezifische Störschutzmaßnahmen, wie zum Beispiel Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Entladungen, lassen sich leicht konzeptkonform integrieren.

Falls auch die elektromagnetische Abstrahlung vertraulicher Informationen zu berücksichtigen ist, ist das Schutzkonzept unter Umständen zu erweitern. Insbesondere bei Banken, Versicherungen und im militärischen Bereich besitzt die Abhörsicherheit einen hohen Stellenwert.

Bei der Planung und Ausführung von Schutzmaßnahmen setzt sich zunehmend die folgende Vorgehensweise durch:

Das Kombinationsschutzgerät 'CS-Protector' begrenzt die Spannung zwischen den Netzen 1 und 2 aus Bild 2. Es verhindert somit das Entstehen von Durchschlagsspannungen zwischen den Anschlüssen E1 und E2.

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Klaus-Peter Müller studierte an der FH Koblenz Elektrotechnik. Danach war er drei Jahre bei Siemens als Inbetriebnahmeingenieur für Hochspannungsanlagen im In- und Ausland beschäftigt und wechselte 1978 zu Dehn + Söhne, wo er als Leiter der Abteilung Anwendungstechnik tätig ist. Zu Hobbys fehlt Herrn Müller derzeit jede Zeit: den Feierabend opfert der stolze Vater seinen vier Kindern.

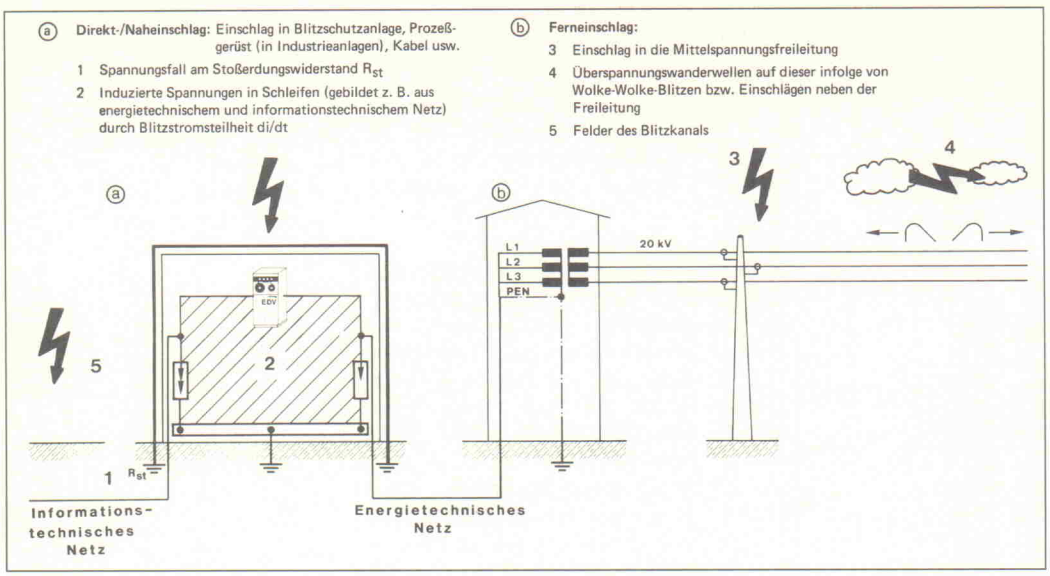


Bild 1. Schäden durch Gewitterüberspannungen lassen sich in die Gruppen Direkt/Naheinschlag und Ferneinschlag gliedern.

Das zu schützende Volumen, zum Beispiel das in Bild 3 dargestellte Rechenzentrum, wird in Schutzzonen unterteilt [6]. Die einzelnen Zonen entstehen durch Abschirmen des Gebäudes, der Räume und der Geräte unter Ausnutzung vorhandener metallener Komponenten. Von der Feldseite (Zone 0) aus, in der direkte und indirekte Blitzeinwirkungen möglich sind, folgen Zonen mit geringeren leitungsgebundenen Störungen und elektromagnetischen Feldeinwirkungen.

An der Schnittstelle zwischen Blitz-Schutzzone 0 und Blitz-Schutzzone 1 sind *alle* von der Feldseite kommenden Leitungen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen. Bei jeder weiteren Zonenschnittstelle innerhalb des zu schützenden Volumens erfolgt ein örtlicher Potentialausgleich, an dem wiederum alle metallenen Leitungen und Installationen, die diese Schnittstelle durchdringen, einbezogen werden. An diesen örtlichen Potentialausgleich sind auch alle metallenen Installationen der jeweiligen Blitz-Schutzzone anzuschließen. Die zur Anwendung kommenden Überspannungsableiter sind entsprechend der Zonengefährdung auszuwählen, die örtlichen Potentialausgleichsschienen sind sowohl untereinander als auch mit der Blitzschutz-Potentialausgleichsschiene zu verbinden.

Unter dem 'Äußeren Blitzschutz' versteht man alle außerhalb einer baulichen Anlage verlegten Einrichtungen zum Auffangen und Ableiten des Blitzstromes, also den das Gebäude umgebende 'Faraday-Käfig'. Bei dieser Schutzmaßnahme handelt es sich ausschließlich um eine Gebäudeschutzmaßnahme.

Eine verringerte Maschenweite der Fangleitungen und die Erhöhung der Anzahl der Ableitungen können die in den einzelnen Blitzschutzleitungen fließenden Blitzströme î verkleinern. Mit der Verringerung von î wird die Blitzstromsteilheit kleiner und damit die Induktionswirkung in metallenen Schleifen innerhalb des zu schützenden Volumens. Ist eine Anlage mit mehreren Gebäuden zu schützen, dann werden die einzelnen Erdungen zweckmäßig im Gelände vermascht, um die Blitzteilströme möglichst gleichmäßig auf alle Erdungsanlagen zu verteilen.

Die Schirmung von Gebäuden, Räumen und Geräten gehört zu den vorbeugenden Maßnahmen gegen das Entstehen von Überspannungen in ihrem Inneren. Schirmungsmaßnahmen sollte man schon bei der Errichtung von Gebäuden berücksichtigen. Sie erleichtern später weitergehende Schutzmaßnahmen wie den Einsatz von Schutzgeräten an den Schnittstellen der Blitz-Schutzzonen.

Ein Schirm gegen elektromagnetische Felder ist möglichst in Form von flächenhaft geschlossenen Hüllen zu errichten. Durch den Zusammenschluß und die Erdung aller metallenen Gebäudekomponenten, wie sie in Bild 4 dargestellt sind, kann man eine hohe elektromagnetische Schirmung erzielen.

Um in informationstechnischen Netzen die entstehenden Längsspannungen auf niedrige Werte zu begrenzen, muß der Stoßkopplungswiderstand von Leitungsschirmen ausreichend klein sein. Zu beachten ist, daß eine Abschirmung nur dann wirksam ist, wenn sie in Längsrichtung des Kabels überall niederohmig durchverbunden ist. Die Abschirmung muß an beiden Enden mit dem örtlichen Potentialausgleich verbunden sein.

Eine weitgehende Abschirmung von gebäudeüberschreitenden Verbindungen kann man auch erzielen, indem man die Leitungen in Kabelkanälen aus Beton mit durchverbundenem Bewehrungsstahl verlegt. Ob man diesen Aufwand mit Leitungsschirmen treibt oder ob man besser gezielt Schutzgeräte einsetzt, ist natürlich von Fall zu Fall zu entscheiden.

Nach den VDE-Blitzschutzrichtlinien [4] besteht der 'Innere Blitzschutz' aus Maßnahmen gegen die Wirkungen des Blitzstromes und seiner elektrischen

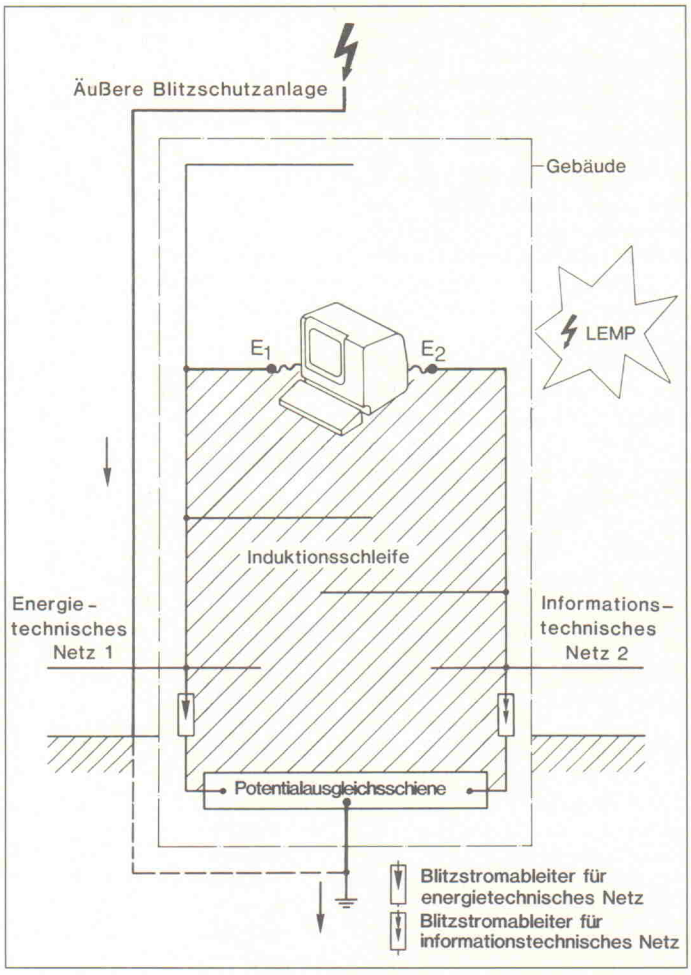


Bild 2. In den bei getrennten Netzen – zumeist unbeabsichtigt – entstandenen Induktionsschleifen können destruktive Potentialunterschiede entstehen.

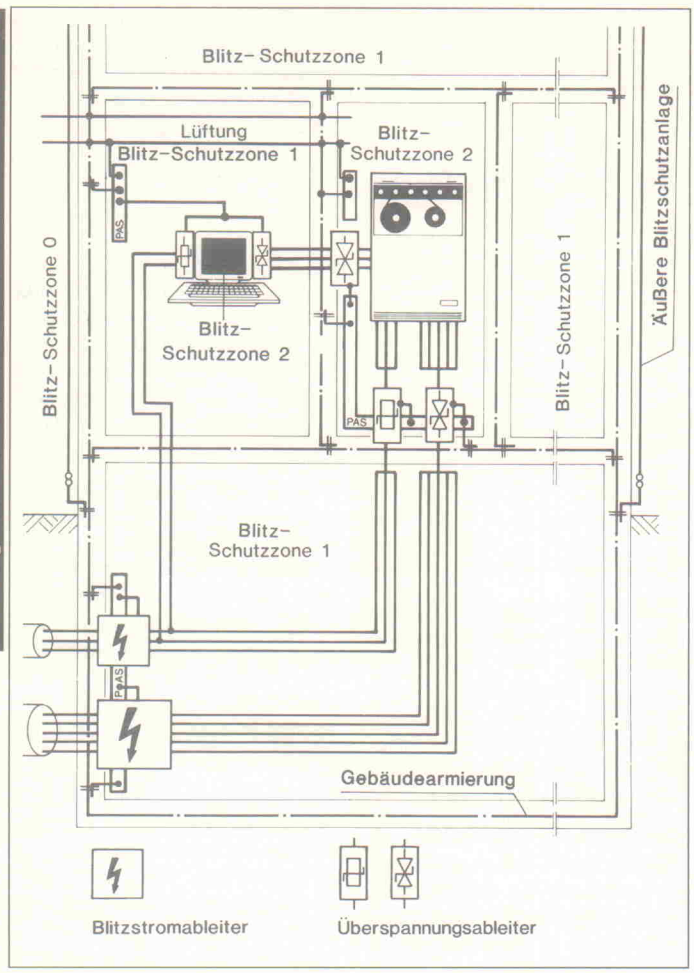


Bild 3. Das Beispiel des EMV-Schutzzonenkonzeptes für eine Computeranlage weist drei Bereiche auf. Jeder Bereich beinhaltet eigene Schirmungsmaßnahmen und Schutzgeräte.

und magnetischen Felder auf metallene Installationen und elektrische Anlagen. In erster Linie sind dies Maßnahmen des Potentialausgleiches und des Überspannungsschutzes.

Um bei einem Blitzeinschlag unkontrollierte Überschläge in den Gebäudeinstallationen infolge des Spannungsabfalles am Erdungswiderstand auszuschließen, verbindet man im Rahmen des Blitzschutz-Potentialausgleiches metallene Installationen, elektrische Anlagen, Blitzschutzanlagen und Erdungsanlagen direkt oder über Schutzgeräte miteinander. Dies geschieht in der Regel im Kellergeschoß eines Gebäudes und wird bei Hochhäusern alle 20 m wiederholt.

Alle in die zu schützende Anlage ein- und auslaufende Leitungen werden an der Schnittstelle zwischen der Blitz-Schutzzone 0 und der Blitz-Schutzzone 1 mit Blitzstromableitern in den Blitzschutz-Potentialausgleich einbezogen.

Im Moment des Blitzschlages sind dann alle metallenen Installationen der zu schützenden Anlage miteinander verbunden. Es bildet sich eine 'Äquipotentialfläche', deren Potential gegenüber der fernen Umgebung angehoben ist. Da alle Leitungen in diesen Potentialausgleich einbezogen sind, kann es zwischen den Blitz-Schutzzonen 0 und 1 zu keinen unzulässig hohen Überspannungen kommen. Wichtig ist, daß in diesem Blitz-Schutzzonen-Konzept kein 'Loch' gelassen wird, sonst kommt es an solchen Stellen zu Durchschlägen.

Entsprechend dem Blitz-Schutzzonen-Konzept werden Schutzgeräte nach ihrem Ableitvermögen eingeteilt:

- Blitzstromableiter werden im Rahmen des Blitzschutz-Potentialausgleichs an den Schnittstellen zwischen Blitz-Schutzzone 0 und Blitz-Schutzzone 1 eingesetzt und müssen Blitzströme oder zumindest erhebliche Teile davon zerstörungsfrei ableiten.
- Überspannungsschutzgeräte werden innerhalb der zu schützenden Anlage an den Schnittstellen beim Übergang auf Blitz-Schutzzonen höherer Nummer installiert.

Nach den in DIN VDE 0110 [7] beschriebenen Überspannungskategorien gibt es Ableiter, die an den Grenzen der Kategorien eingesetzt werden können, damit die dort vorgesehenen Überspannungen nicht überschritten werden.

Schutzgeräte, die direkte Blitzeinschläge zerstörungsfrei ableiten, sind oft zweistufig aufgebaut: Während ein Varistor 'kleine' Überspannungen ableitet, steht für höhere Ströme eine Gleitfunkenstrecke zur Verfügung [8].

Der Einbau der Überspannungsableiter in energietechnische Netze erfolgt üblicherweise hinter dem Zähler, also in demjenigen Teil der Anlage, der dem Verbraucher gehört. Die Außenleiter (L1, L2, L3) werden mit Überspannungsableitern versehen. In Netzen, in denen der N-Leiter separat (vom PE-Leiter) geführt wird (TT-und TN-S-Netze), erhält auch dieser einen Ableiter.

Am Übergang von der festen Gebäudeinstallation zu mobilen Geräten kann eine Dose mit integriertem Überspannungsschutz [8] oder steckbare Überspannungsschutzgeräte installiert werden.

Zwischen der Blitz-Schutzzone 0 und der Blitz-Schutzzone 1 sind auch alle informationstechnischen Leitungen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen. Hierfür benötigt man ebenfalls Ableiter, die Blitzteilströme zerstörungsfrei ableiten können. Vielfach werden den blitzstromtragfähigen Ableitern Entkopplungsglieder und Feinschutzteile nachgeordnet [9]. Dieser Staffelschutz kann entweder stufenweise an den aufeinanderfolgenden Blitz-Schutzzonen oder in einem stufig aufgebauten Schutzgerät verwirklicht sein.

Im Gegensatz zu den Ableitern für energietechnische Anlagen ist bei Schutzgeräten für informationstechnische Anlagen besonders auf ihre Systemverträglichkeit zu achten.

Das Prinzip des Schutzes für Geräte am Übergang von Blitz-

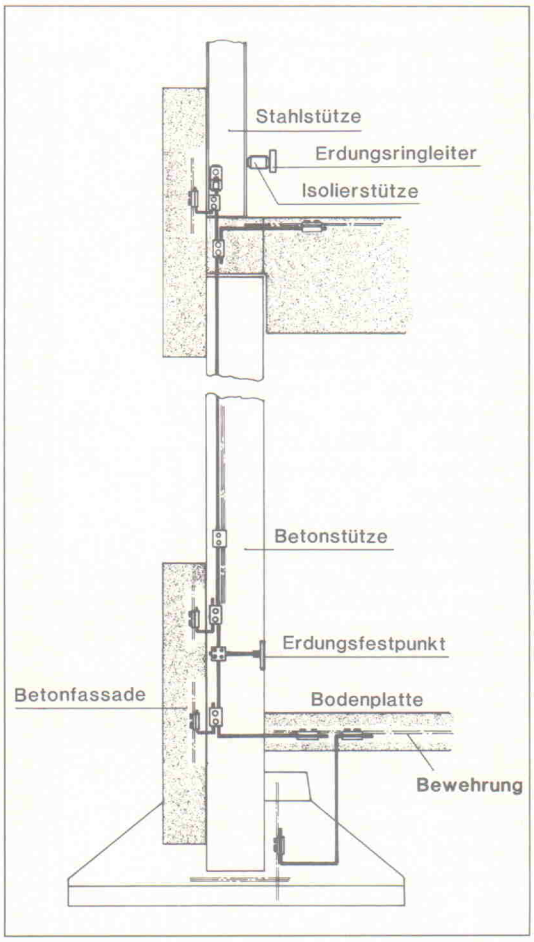


Bild 4. Bereits bei der Planung von Gebäuden sind konstruktive Maßnahmen zur Bildung eines möglichst umfassenden und dichten Faradayschen Käfigs zu berücksichtigen.

Schutzzone 1 auf Blitz-Schutzzone 2 besteht darin, daß der Potentialausgleich im Überspannungsfall unmittelbar an den Eingängen beider Netze erfolgt.

Das Gerät liegt im Nebenschluß zur Schutzschaltung. Diese stellt sicher, daß Spannungen zwischen den Netzen die Durchschlagspannung des Gerätes zwischen den Eingängen nicht überschreiten. Darüber hinaus ist sichergestellt, daß auch keine gefährlichen Überspannungen zwischen den Leitern eines Netzes entstehen.

Literatur

[1] Haase, P., Blitz- und Überspannungsschutz, 3. Forum für Versicherer, Dehn + Söhne, Neumarkt/Opf., 1990

[2] Breuer, R., Württembergische Feuerversicherung, Stuttgart

[3] Haase, P., Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen, Einsatz elektronischer Geräte auch bei direkten Blitzeinschlägen, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1987

[4] DIN VDE 0185/11.82: Blitzschutzanlage, Teil 1: Allgemeines für das Errichten; Teil 2: Errichten besonderer Anlagen, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[5] Meissen, V., Transiente Netzüberspannungen, etz Elektrotechnische Zeitschrift 107, Heft 2, S. 50–55, 1986

[6] Haase, P. und J. Wiesinger, 500 Mio DM Überspannungsschäden an Elektronik, etz Elektrotechnische Zeitschrift 109, Heft 15, S. 686–687, 1988

[7] DIN VDE 0110/01.89, Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen, Teil 1: Grundsätzliche Festlegungen; Teil 2: Bemessung der Luft- und Kriechstrecken, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[8] Dehn + Söhne, Überspannungsschutz, Katalog UE '90

[9] DIN VDE 0845, Teil 1/10.87, Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkung, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen; Maßnahmen gegen Überspannungen, VDE-Verlag GmbH, Berlin

Halogenlicht-Transformatoren

Deutsches Markenfabrikat – Industriequalität – Sicherheitstransformatoren nach VDE 0551 – Ausg.-Spg. 11,5 V – Isolation prim-sek = 4 KV – Temperaturklasse T 60 / E großzügige Dimensionierung – geringe Erwärmung

Ringkern-Lichttransformatoren Ausführung LTB, im Becher vergossen, Litzen primär und sekundär, mit und ohne zerstörungsfreiem Temperaturschutz

Ausführung ohne Temperaturschutz

LTB 10	50 VA	81x39mm	0,7 kg	47,20 DM
LTB 20	100 VA	104x44mm	1,4 kg	60,50 DM
LTB 30	200 VA	125x53mm	2,6 kg	78,90 DM
LTB 40	300 VA	125x65mm	3,2 kg	92,60 DM
LTB 50	450 VA	147x65mm	4,3 kg	135,50 DM

Ausführung mit Temperaturschutz

LTB 11	50 VA	81x39mm	0,7 kg	57,20 DM
LTB 22	100 VA	104x44mm	1,4 kg	69,90 DM
LTB 33	200 VA	125x53mm	2,6 kg	88,90 DM
LTB 44	300 VA	125x65mm	3,2 kg	102,50 DM
LTB 55	450 VA	147x65mm	4,3 kg	148,20 DM

Ringkern-Lichttransformatoren Ausführung LT, vergossenes Mittelloch mit Zentralbohrung, Litzen primär und sekundär, durchschlagsfeste Abdeckbandage

LT 50	50 VA	75x36mm	0,6 kg	44,20 DM
LT 60	100 VA	95x39mm	1,2 kg	57,50 DM
LT 70	200 VA	116x50mm	2,4 kg	74,60 DM
LT 80	300 VA	118x56mm	2,9 kg	87,50 DM
LT 90	450 VA	138x63mm	3,9 kg	119,70 DM

Mantelkern-Lichttransformatoren Ausführung LTM, gekapselte Wicklung, primär Litzen – sekundär 6,3 mm-Flachstecker, tauchimprägniert und ofengetrocknet

LTM 51	50 VA	74x 80x65 mm	1,5 kg	37,60 DM
LTM 52	100 VA	85x 91x64 mm	2,5 kg	50,90 DM
LTM 53	200 VA	114x123x74 mm	3,8 kg	66,80 DM
LTM 54	300 VA	114x123x91 mm	5,2 kg	83,90 DM

Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat – Industriequalität kompakt, streuarm, für alle Anwendungen

42 VA	22,90 DM	**76 VA**	33,80 DM
601 2x 6V 2x3,5A		**702** 2x12V 2x3,2A	
602 2x12V 2x1,8A		**703** 2x15V 2x2,6A	
603 2x15V 2x1,4A		**704** 2x18V 2x2,2A	
604 2x18V 2x1,2A		**705** 2x24V 2x1,6A	
125 VA	38,90 DM	**190 VA**	53,30 DM
851 2x12V 2x5,3A		**901** 2x12V 2x8,0A	
852 2x15V 2x4,3A		**902** 2x20V 2x4,8A	
853 2x20V 2x3,2A		**903** 2x24V 2x4,0A	
854 2x24V 2x2,6A		**904** 2x30V 2x3,2A	
250 VA	64,30 DM		
951 2x12V 2x11,0A			
952 2x20V 2x 5,7A			
953 2x28V 2x 4,5A			
954 2x36V 2x 3,5A			

Netz-Trenn-Transformatoren

Primärspannung: 220V – Sekundärspannungen: 190/205/220/235/250V

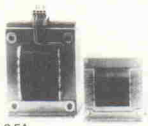
940	150 VA	49,20 DM	**1640**	1000 VA	146,70 DM
990	260 VA	66,80 DM	**1740**	1300 VA	183,10 DM
1240	600 VA	96,90 DM	**1840**	1900 VA	266,00 DM

Primärspannung: 110 und 220V – Sekundärspannungen: 110 und 220V

2250	260 VA	66,80 DM	**2600**	600 VA	96,90 DM
2400	400 VA	85,70 DM	**3000**	1000 VA	146,70 DM

Transformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Transformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller aufgeführten Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!



Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V, 380V oder Spannungen nach Ihrer Wahl.
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen bis 1.000V – bei einem Strom von mind. 0,050 A. Für Spannungen ab 200V müssen Sie aufgrund des notwendigen erhöhten Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung einbeziehen.
Beispiel: 400V x 0,050A = 20VA x 1,25 = **25 VA.**
Bestellbeispiel: gewünschte Spannung: 2x21V 2x2,5A.
Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA – passender Trafo = Typ 850

Typ 500	24 VA	24,50 DM	**Typ 1350**	700 VA	137,80 DM
Typ 600	42 VA	28,20 DM	**Typ 1400**	900 VA	169,50 DM
Typ 700	76 VA	38,90 DM	**Typ 1500**	1300 VA	212,60 DM
Typ 850	125 VA	44,70 DM	**Typ 1600**	1900 VA	297,40 DM
Typ 900	190 VA	61,20 DM	**Typ 1700**	2400 VA	359,00 DM
Typ 950	250 VA	72,50 DM	**Typ 1950**	3200 VA	445,00 DM
Typ 1140	400 VA	98,30 DM			

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe werden mit **jeweils 2,00 DM** berechnet.
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung **2,00 DM.**
Die Typen 1500–1950 werden ohne Aufpreis imprägniert und ofengetrocknet geliefert. Anschlußklemmen entsprechen Industrie-Ausführung.
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2–3 Wochen.

Ringkerntransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat Industriequalität

kleine Abmessungen
sehr geringes Gewicht
hohe Leistung
sehr geringes Streufeld

80 VA	45,90 DM	**120 VA**	56,50 DM
R 8012 2x12V 2x3,4A		**R 12015** 2x15V 2x4,0A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46mm	**R 12020** 2x20V 2x3,0A	95x48mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80kg	**R 12024** 2x24V 2x2,5A	1,30kg
R 8024 2x24V 2x1,7A		**R 12030** 2x30V 2x2,0A	
170 VA	62,50 DM	**250 VA**	72,20 DM
R 17012 2x12V 2x7,1A		**R 25012** 2x12V 2x10,4A	
R 17015 2x15V 2x5,7A		**R 25018** 2x18V 2x7,0A	
R 17020 2x20V 2x4,3A	98x50mm	**R 25024** 2x24V 2x5,2A	115x54mm
R 17024 2x24V 2x3,6A	1,60kg	**R 25030** 2x30V 2x4,2A	2,40kg
R 17030 2x30V 2x2,9A		**R 25036** 2x36V 2x3,5A	
340 VA	79,90 DM	**500 VA**	107,50 DM
R 34012 2x12V 2x14,2A		**R 50012** 2x12V 2x20,8A	
R 34018 2x18V 2x9,5A		**R 50030** 2x30V 2x8,3A	
R 34024 2x24V 2x7,1A	118x57mm	**R 50036** 2x36V 2x7,0A	134x64mm
R 34030 2x30V 2x5,7A	2,80 kg	**R 50042** 2x42V 2x6,0A	3,70kg
R 34036 2x36V 2x4,7A		**R 50048** 2x48V 2x5,2A	
700 VA	136,00 DM	**1100 VA**	187,00 DM
R 70030 2x30V 2x12,0A		**R 110032** 2x32V 2x17,2A	
R 70042 2x42V 2x 8,3A	139x68mm	**R 110038** 2x38V 2x14,5A	170x72mm
R 70048 2x48V 2x 7,3A	4,10 kg	**R 110050** 2x50V 2x11,0A	6,00 kg
R 70060 2x60V 2x 5,8A		**R 110060** 2x60V 2x 9,2A	

Ringkerntransformatoren Baureihe „LN"

Ringkerntransformatoren sind ab sofort auch als „LN-Typen" lieferbar. Ein spezielles Herstellungsverfahren garantiert extrem geringes Streufeld und minimale Geräuschentwicklung.
Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- u. Endverstärker

100 VA	63,70 DM	**200 VA**	84,80 DM
LN 10012 2x12V 2x 4,2A		**LN 20024** 2x24V 2x 4,2A	
LN 10015 2x15V 2x 3,3A	98x50mm	**LN 20030** 2x30V 2x 3,3A	118x54mm
LN 10024 2x24V 2x 2,1A	1,60kg	**LN 20036** 2x36V 2x 2,8A	2,80kg
400 VA	138,10 DM	**900 VA**	189,00 DM
LN 40030 2x30V 2x 6,7A		**LN 90042** 2x42V 2x10,7A	
LN 40036 2x36V 2x 5,5A	139x69mm	**LN 90048** 2x48V 2x 9,4A	170x72mm
LN 40042 2x42V 2x 4,8A	4,10kg	**LN 90054** 2x54V 2x 8,3A	6,0kg

Ringkerntransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntrafo maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!
Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen von ca. 8V – 100V
Der Preis für Sonderanfertigungen beträgt:
Grundpreis des Serientrafos mit entsprechender Leistung **plus 12,– DM.**
Dieser Preis enthält zwei Ausgangspg. oder eine Doppelspg. Ihrer Wahl.
Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe **jeweils Aufpreis 5,– DM.**
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung **4,– DM.**
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2 – 3 Wochen!

220 V / 50 Hz-Stromversorgung – netzunabhängig aus der 12 V- oder 24 V-Batterie

UWG Rechteck-Wechselrichter

Neue verbesserte Version der bewährten FA-Reihe
Ausgangsspannung 220V rechteckförmig ● Frequenz konstant 50 Hz ● Wirkungsgrad ca. 90% ● geringer Leerlaufstrom ● hoch überlastbar.
Jetzt mit elektronischer Kurzschlußsicherung und Unterspannungsabschaltung

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Verbraucher mit erhöhter Anlaufleistung wie z.B. Beleuchtung, Bohrmaschinen, Fernseher, Kaffeemasch.
Weitere technische Angaben siehe Liste

Betriebsbereiter offener Baustein:
UWG 5 F 12V **oder** 24V- 200VA ... **254,20 DM**
UWG 7 F 12V **oder** 24V- 400VA ... **349,40 DM**
UWG 9 F 12V **oder** 24V- 600VA ... **439,50 DM**
UWG 10 F 12V **oder** 24V-1000VA ... **690,00 DM**

Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit Steckdose, Polklemmen und Schalter:
UWG 5 G 12V **oder** 24V- 200VA .. **327,20 DM**
UWG 7 G 12V **oder** 24V- 400VA .. **435,80 DM**
UWG 9 G 12V **oder** 24V- 600VA .. **528,10 DM**
UWG 10 G 12V **oder** 24V-1000VA .. **840,50 DM**
Gewünschte Batteriespannung angeben!

UWS-Sinus-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220V ± 3%, sinusförmig ● Frequenz 50 Hz quarzgest. ● Wirkungsgrad 80–85% ● geringer Leerlaufstrom ● kurzschluß- u. verpolungsgeschützt ● Überlastschutz ● stabiles Stahlblechgehäuse.

UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem technischen Prinzip, welches den niedrigen Wirkungsgrad und die starke Wärmeentwicklung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien vergessen läßt.
Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich alle 220V-Verbraucher betrieben werden.

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Hochfrequenz-Geräte ● Meß- und Prüfgeräte EDV-Anlagen ● HiFi- und Video-Anlagen.

Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/250 12V/250VA ..... **985,– DM**
UWS 24/300 24V/300VA ..... **985,– DM**
UWS 12/500 12V/500VA ..... **1290,– DM**
UWS 24/600 24V/600VA ..... **1290,– DM**
Aufpreis für Einschaltautomatik .... **80,– DM**

Trapez-Wechselrichter

Hochleistungswechselrichter von Victron-Energie
Industrieausführung nach IEC 146 und IEC 255-4.5 in Profi-Qualität ● Ausgangsspannung 220V ± 5%, Frequenz 50Hz ● extrem hoch überlastbar ● Schutz gegen Kurzschluß, Verpolung u. Übertemperatur ● stabilisierte Ausgangsspg. Einschaltautomatik

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Verbraucher mit hoher Leistungsaufnahme und sehr hoher Anlaufleistung

Atlas 12/ 600 12V/ 600VA	maximal 1200VA
Atlas 12/1500 12V/1500VA	maximal 2500VA
Atlas 24/ 600 24V/ 600VA	maximal 1800VA
Atlas 24/1200 24V/1200VA	maximal 3200VA
Atlas 24/2000 24V/2000VA	maximal 5000VA
Atlas 24/3000 24V/3000VA	maximal 7000VA

Wechselrichter wie oben, umschaltbar als leistungsstarkes Batterieladegerät
Atlas-Combi 12/ 450 12V/ 450VA – 700VA
Atlas-Combi 12/1500 12V/1500VA – 2500VA
Preisliste und Farbprospekt auf Anfrage.

AKTUELL Transformatoren AKTUELL

Magnetischer Konstanter aus 12/89
Tr 1 EI 150b/V ..... **228,00 DM**
Dr 1 EI 130b ..... **114,00 DM**
Dr 2 EI 78a ..... **34,00 DM**
C 1 30 uF / 450V ..... **18,00 DM**

AT 100 PPP Übertrager für 100-Watt-PPP aus 1/89, L x B x H = 114 x 114 x 90 mm, Gewicht 5,2 kg ..... **125,00 DM**

NT 100 PPP Netztrafo für 100-Watt-PPP aus 1/89, L x B x H = 135 x 135 x 115 mm, Gewicht 8,5 kg ..... **169,50 DM**

Batterieladegeräte der Spitzenklasse

autom. Ladespannungsüberwachung durch IC-Steuerung ● spezielle Trafo-Drossel-Kombination für optimale Ladestromregelung ● dauerkurzschlußfest ● Ladestromregelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladezustand der Batterie und der versorgenden Netzspannung ● minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleichrichter ● zwei Ladestufen: 2/20A bzw. 5/50A ● optische Ladezustandsanzeige.

Einsatzbereiche: Lade- und Schnell-Ladegerät in Werkstätten, Reisemobilen, Bussen, Booten usw., Versorgung von Akkus in Notstromversorgungen, Wochenendhäusern usw.

UWL 12-20 12V/20A . **387,50 DM**
UWL 24-20 24V/20A . **522,90 DM**
UWL 12-50 12V/50A . **597,50 DM**
UWL 24-50 24V/50A . **837,90 DM**
Batteriekabel, 3 m Länge, mit Klemmen, passend für:
UWL 12-20 u. 24-20 .. **15,– DM**
UWL 12-50 u. 24-50 .. **23,– DM**

Becherelkos — aus laufender Fertigung

Ausführung mit Gewindebolzen und Lötanschlüssen

EBLF 400	4700 uF	70 / 80 V	35 x 58 mm	9,50 DM
EBLF 500	10000 uF	70 / 80 V	45 x 84 mm	17,50 DM
EBLF 600	10000 uF	80 / 90 V	45 x 84 mm	19,50 DM

Ausführung mit Gewindebolzen und Schraubanschlüssen

EBLF 700	10000 uF	100 V	51 x 102 mm	31,90 DM

Ausführung ohne Gewindebolzen mit Schraubanschlüssen

EBSA 800	4700 uF	63 V	36 x 50 mm	11,90 DM
EBSA 900	10000 uF	63 V	51 x 83 mm	19,50 DM
EBSA 1000	10000 uF	100 V	51 x 102 mm	27,90 DM

Ringschellen für stehende Befestigung von EBSA 800-1000
RS 36 36 mm Ø ..... **1,90 DM** **RS 51** 51 mm Ø ..... **2,10 DM**

Metall-Brückengleichrichter

BG 6 80 V - 25 A	6,50 DM	**BG 8** 40 V - 50 A	9,80 DM
BG 7 80 V - 35 A	7,90 DM	**BG 9** 250 V - 25 A	7,90 DM

NEU — Magnetische Spannungskonstanthalter — NEU

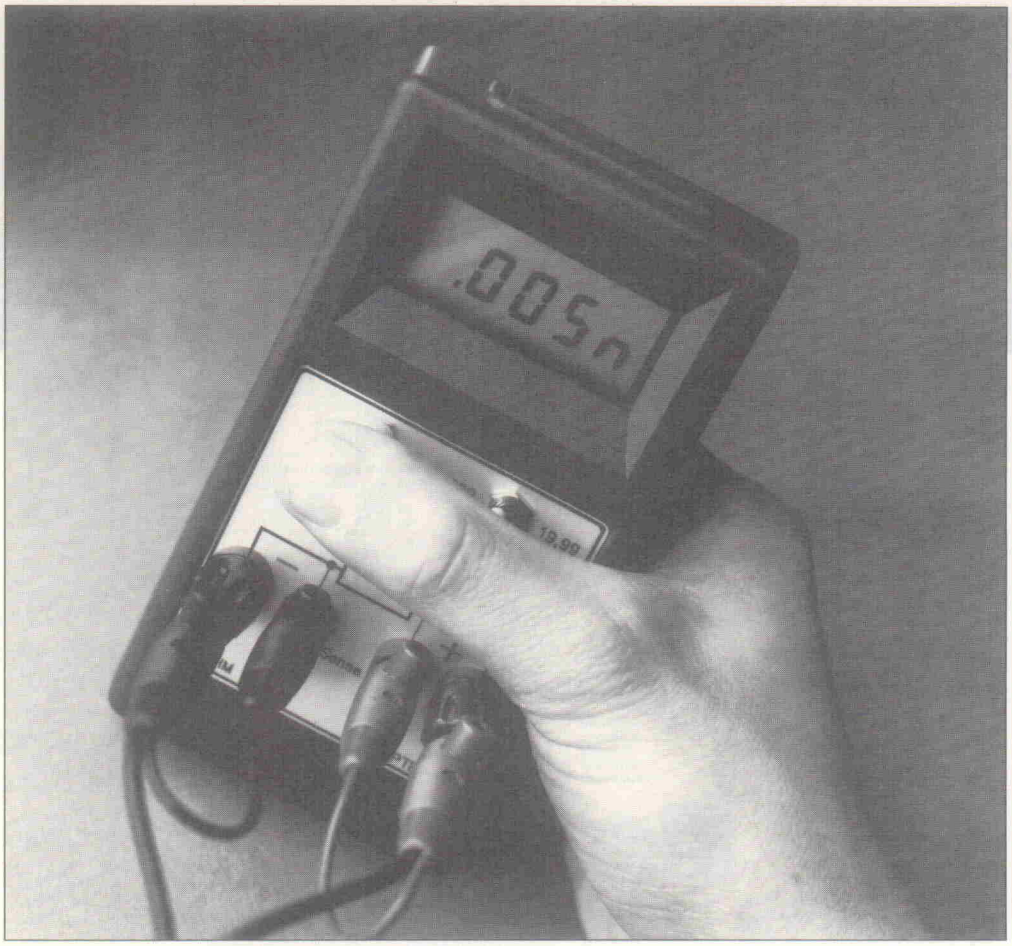
Unentbehrlich für den störungsfreien Betrieb von EDV-Anlagen und empfindlichen Geräten ● Stabilisierung von schwankender Netzspannung ● Beseitigung von Netzstörungen und Spannungsspitzen ● Überbrückung von kurzen Netzspannungseinbrüchen
Eingangsspannung: 165-264V/50 Hz Ausgangsspannung: 220V + 2% – 1% sinusförmig
UWK 300 Nennleistung 300Watt ... **498,- DM**
UWK 500 Nennleistung 500Watt ... **678,- DM**
Betriebsbereite Geräte im Metallgehäuse. Fordern Sie Datenblatt TWK an.

BURMEISTER-ELEKTRONIK
Inh. Christoph Burmeister
Postfach 1236 · 4986 Rödinghausen · Telefon 05226 / 1515

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferungen ins Ausland nur gegen V-Rechn. ab 100,– DM Bestellwert. Fordern Sie kostenlos unsere Liste mit weiteren Angeboten und genauen Beschreibungen an.
Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung

LowOhm

Präzisions-Meßgerät in Vierleitertechnik



Dipl.-Ing. Harald Moser

In der (Strom/Spannungs-) Wandlermeßtechnik ist es häufig erforderlich, Zuleitungswiderstände von Meßleitungen, Wicklungswiderstände von Meßwandlern und niederohmige Stromwandlerbürden schnell und präzise zu messen. Die bekannten Brückenverfahren nach Thompson/Wheatstone sind aufwendig, digitale Vielfachmeßgeräte mit üblicherweise 0,1 Ω Auflösung im 200,0-Ω-Bereich zu unempfindlich. Das hier beschriebene, einfache Handgerät schließt diese Lücke mit den Bereichen 2,000 Ω und 20,00 Ω bei einer Auflösung von 1 mΩ beziehungsweise 10 mΩ.

Spätestens seit Oktober diesen Jahres dürften die Vorteile der Vierleitermeßtechnik dem Elrad-Leser bekannt sein [1]. Für alle anderen hier noch einmal die Grundlagen in Kürze: Das Prinzip besteht darin, daß man mit zwei Leitungen speist und mit zwei weiteren die eigentliche Messung durchführt. Das gilt gleichermaßen für die Bestimmung von hohen Strömen an niederohmigen Shuntwiderständen wie für Widerstandsmessungen im Milliohmbereich.

Diese Maßnahme verringert die Einflüsse, die von langen Zuleitungen zum Meßobjekt, Klemmen, Buchsen oder Schalterkontakten hervorgerufen werden. Ein 5stelliges Labormultimeter bietet zwar im 100-Ω-Bereich eine Auflösung von 1 mΩ mit einer angegebenen Genauigkeit von 0,05% + 8 Digits +0,02 Ω. Solange man aber mit einem solchen Gerät nur in Zweileitertechnik mißt, kann man für Absolutmessungen nicht nur die beiden letzten Stellen getrost vergessen; Fehlmessungen im Bereich von 5% und mehr sind durchaus denkbar.

Gemeinsame Referenzen

Bild 1 zeigt das Prinzip der Schaltung zur Messung kleiner Widerstände in Vier-Leiter-Technik. Der von einem Präzisions-Spannungs/Strom-Wandler gelieferte Meßstrom I_M fließt über die Source-Anschlüsse durch den zu messenden Widerstand R_x. Der von R_x erzeugte Spannungsabfall U_x wird über die Sence-Anschlüsse abgenommen, vom nachgeschalteten A/D-Wandler konvertiert und als numerischer Wert zur Anzeige auf einem LC-Display gebracht.

Das Besondere der vorliegenden Schaltung ist, daß die interne Referenzquelle des Digitalvoltmeter-Schaltkreises ICL7106 sowohl den Spannungs/Strom-Umsetzer als auch den A/D-Wandler speist. Dieses Prinzip nennt man auch Ratiometrische Messung. Diese Maßnahme verringert zum einen den Schaltungsaufwand erheblich, da man auf eine zusätzliche externe Referenzspannungsquelle verzichten kann. Zum anderen wird eine weitgehende Unabhängigkeit der gesamten Schaltung von der Versorgungsspannung erreicht. Die Referenzspannung selbst geht nicht in die Messung ein; die Meßgenauigkeit wird nur von einem Wider-

Der Autor

Harald Moser wurde 1956 in Braunschweig geboren. Nach einem Studium der Elektro/Nachrichtentechnik begann für ihn der Ernst des Lebens als Entwicklungsleiter einer Lehrmittelfirma. Seit 1985 ist er bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig beschäftigt. Sein Tätigkeitsfeld umfaßt so ziemlich alles, was mit rechnergestützten Meßeinrichtungen zur Präzisionsmessung von Strom- und Spannungswandlern zu tun hat. Als Hobbys nennt er an erster Stelle seine Familie, dann Ökologie und Anthroposophie.

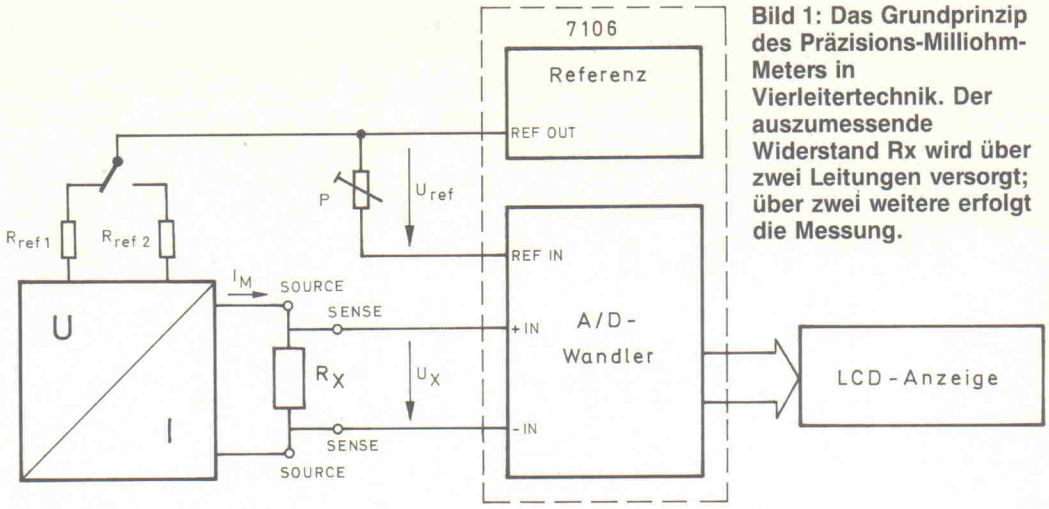


Bild 1: Das Grundprinzip des Präzisions-Milliohm-Meters in Vierleitertechnik. Der auszumessende Widerstand Rx wird über zwei Leitungen versorgt; über zwei weitere erfolgt die Messung.

standsverhältnis wie folgt bestimmt:

Angezeigter Meßwert =

$$C\,\frac{U_x}{U_{ref}} = C\,\frac{R_x I_M}{U_{ref}} =$$

$$C\,\frac{\frac{U_{ref}}{R_{ref}}R_x}{U_{ref}} = C\,\frac{R_x}{R_{ref}}$$

C ist hier ein Konvertierungsfaktor der A/D-Umsetzung, der mit P einstellbar ist. Auf diese Weise ist ein Betrieb mit einer ungeregelten Spannungsversorgung bis hinab zu einigen Volt möglich. Erst wenn die Versorgungsspannung soweit abgesunken ist, daß man die Werte auf dem Display nicht mehr vernünftig erkennen kann, leidet auch die Genauigkeit der Widerstandsmessung.

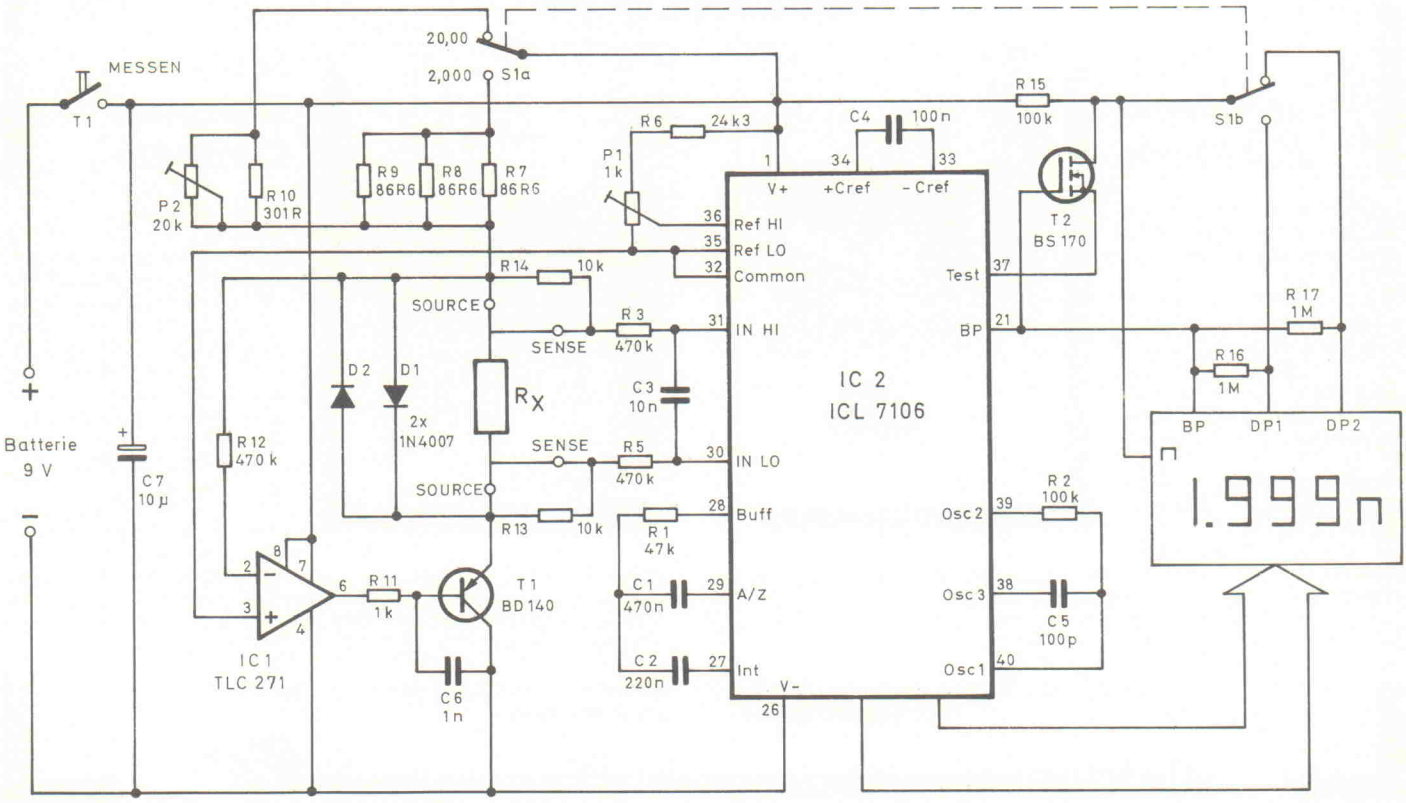
Die Umschaltung der beiden Meßbereiche erfolgt durch Veränderung des Referenzwiderstands R_{ref} und damit der Meßstromstärke von 100 mA bei 2,000 Ω auf 10 mA bei 20,00 Ω. Damit trotz der relativ hohen Meßstromstärke Batteriebetrieb sinnvoll ist, erfolgt das Einschalten des Gerätes nur kurzzeitig über einen Taster.

Hohe Präzision bei geringem Schaltungsaufwand

Wesentlicher Bestandteil der Schaltung (Bild 2) bildet der Digitalvoltmeter-Schaltkreis ICL7106 mit dazugehörigem 3 1/2stelligen LC-Display.

Die analogen Differenzeingänge des A/D-Wandlers, IN LO und IN HI, sind über die Schutzwiderstände R3 und R5 direkt mit den Sence-Anschlüssen verbunden. Die Spannung am Common-Anschluß des ICL7106 ist um 2,4 V...3,2 V niedriger als die Spannung des positiven Versorgungsspannungsanschlusses V+. Diese Differenzspannung hat laut Datenbuch [2] 'einige Eigenschaften einer Referenzspannung':

- $R_i < 15\ \Omega$
- Temperatur-Koeffizient typisch 80 ppm/Kelvin
- Spannungs-Koeffizient 0,001 % im Versorgungsspannungsbereich bis 7 V herab



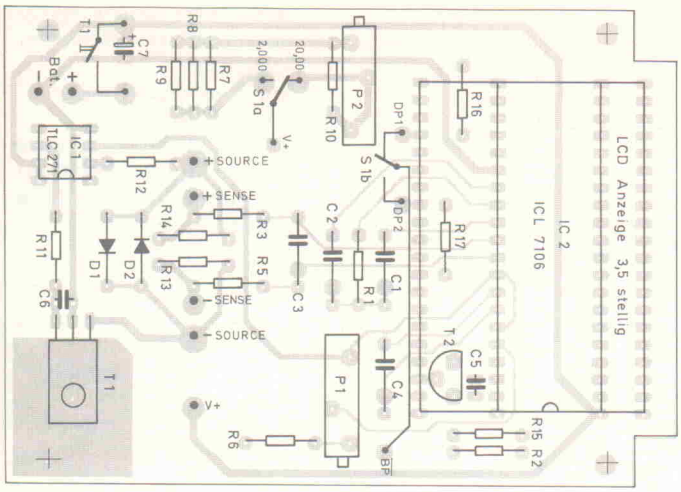


Bild 3: Der Aufbau ist so kompakt, daß die Platine in ein kleines Gehäuse mit Sichtfenster paßt. Der Wandlerbaustein ist unterhalb der 3 1/2stelligen Anzeige untergebracht.

Stückliste

Widerstände 1/4 W:

R1	47k
R2,15	100k
R3,5,12	470k
R6	24k3 (Metallfilm 1%)
R7...9	86R6 (Metallfilm 1%)
R10	301R (Metallfilm 1%)
R11	1k
R13,14	10k
R16,17	1M
10-Gang Trimmer, liegend	
P1	1k
P2	20k

Kondensatoren:

C1	470n (MKT)
C2	220n (MKT)
C3	10n (MKT)
C4	100n (MKT)
C5	100p (ker)
C6	1n (ker)
C7	10µ/16V (Tantal)

Halbleiter:

D1,2	1N4007
T1	BD140
T2	BS170
IC1	TLC271
IC2	ICL7106 (MAXIM)
3 1/2-Stellen-LCD-Anzeige	

Diverses:

S1	Miniaturschalter 2 × Um
Ta1	Miniaturtaster
2 Telefonbuchsen	
2 Polklemmen	
9-V-Batterie mit Klipp	
UNI-Meßbox (z.B. Völkner/Conrad)	
Meßschnüre	

Auf diesen Common-Anschluß bezieht sich die Eingangsspannung des Operationsverstärkers IC1, der mit T1 zusammen als Präzisionsstromquelle beschaltet ist [3]. Sein Ausgang erzeugt über den Transistor diejenige Stromstärke, die erforderlich ist, um an dem jeweils eingeschalteten Referenzwiderstand R_{ref} (Widerstandskombination aus R7...R9 beziehungsweise R10 und P2) genau die Referenzspannung abfallen zu lassen. Damit ergibt sich die Meßstromstärke I_M aus der einfachen Formel:

$$I_M = \frac{U_{ref}}{R_{ref}}$$

mit

$U_{ref} = U\,(V+) - U\,(Common)$

U_{ref} kann im Bereich von 2,4 V...3,2 V liegen, womit sich ein Variationsbereich der tatsächlichen Meßstromstärke im 2,000-Ω-Bereich von 83,1 mA...110 mA ergibt.

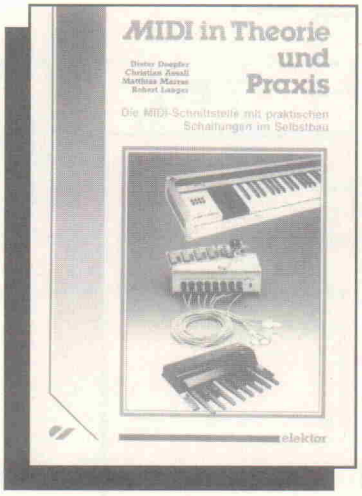
Zum Abgleich wird die A/D-Referenzspannung am Anschluß Ref HI des Wandlers mit dem Spannungsteiler R6/P1 auf

MIDI MIDI MIDI MIDI MIDI

von

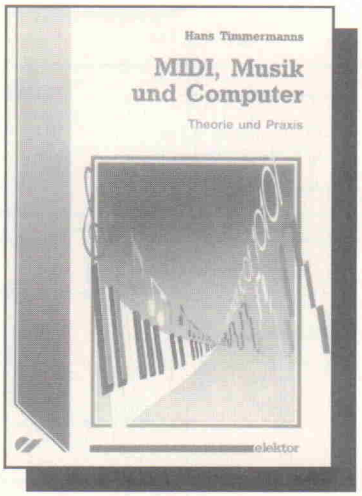
elektor

MIDI in Theorie und Praxis



Selbstbau ist der Schwerpunkt von diesem Buch. Es vermittelt Ihnen einen umfassenden Überblick der MIDI-Schnittstelle: Hard- und Software, das MIDI-Datenformat, alle Betriebsarten, Befehle und Daten. Der Praxisteil "Hardware" stellt eine Reihe erprobter Schaltungen vor, beispielsweise MIDI-Keyboards, MIDI-In-Nachrüstungen, MIDI-Out-Nachrüstungen, MIDI-Basspedale, MIDI-Controller, Drum-to-MIDI-Interface, MIDI-Interface für C64 usw. Den Selbstbau der vorgestellten Schaltungen erleichtert eine ausführliche Dokumentation, sowie Schaltpläne, Platinenlayouts und Bestückungspläne. Zu allen Schaltungen sind Leerplatinen, Bausätze, Software (EPROMs) und auch Fertigmodule erhältlich. Im Praxisteil "Software" wird die Programmierung im MIDI-Bereich gängiger Prozessoren an Hand ausgewählter Beispiele erläutert.

294 Seiten, 17 x 23,5 cm, Hardcover, DM 59,-
ISBN 3-921608-86-4



MIDI, Musik und Computer

Theorie und Praxis

Dieses Buch richtet sich an musikinteressierte Computerfreaks und computerinteressierte Musikenthusiasten. Sie können mit der Hilfe von MIDI in das jeweilige andere Interessengebiet einsteigen. Damit dies reibungslos geschieht, werden sämtliche Einzelheiten des MIDI-Standards auf drei verschiedenen Ebenen vorgestellt. Die einleitenden Kapitel befassen sich mit den elementaren MIDI-Begriffen und führen an den Standard heran. Es folgen Betrachtungen zum MIDI-Protokoll und darüber, wie Peripheriegeräte in den MIDI-Standard einzubinden sind. Schließlich erfahren Sie alles über die technischen Gegebenheiten des Standards. Das ist besonders interessant für alle, die selbst MIDI-Programme für ihr System erstellen oder bestehende Programme anpassen möchten.

287 Seiten, 17 x 23,5 cm, Hardcover, DM 59,-
ISBN 3-921608-98-8

elektor **erhältlich im Buch- und Fachhandel**

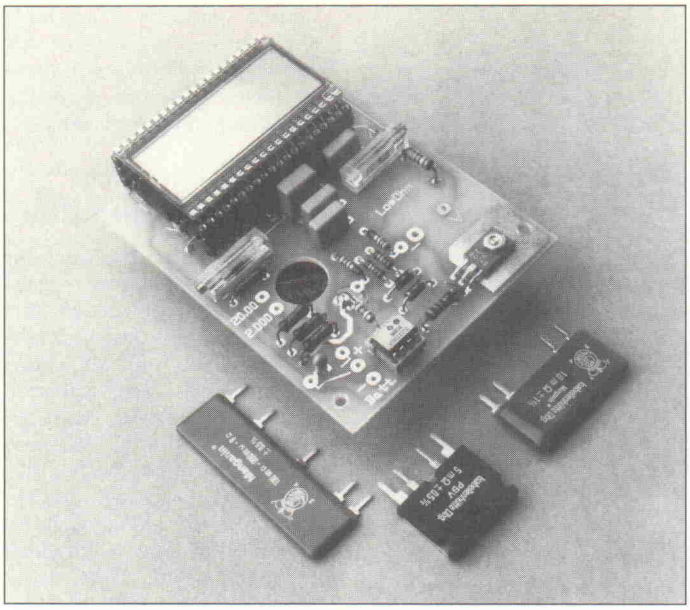


Bild 4: Für eine bessere Kühlung des Transistors T1 wird dieser auf die Kupferfläche auf der Platine festgeschraubt.

eine Spannung in mV eingestellt, die der Meßstromstärke I_M in mA entspricht. Mit einem präzisen 1-Ω-Widerstand für R_x erhält man beispielsweise bei 91,5 mA Meßstromstärke und 91,5 mV Referenzspannung genau die Anzeige 1,000.

Eine alternative Abgleichmöglichkeit besteht darin, für R_x einen (im Bereich um ein Ohm) beliebigen, aber genau bekannten Meßwiderstand einzusetzen, auf dessen Wert man die Anzeige mit Hilfe von P1 kalibriert.

Nach dem Umschalten in den 20,00-Ω-Meßbereich erfolgt mit P2 der Abgleich auf 1/10 der vorherigen Meßstromstärke beziehungsweise die Kalibrierung auf einen weiteren genau bekannten Meßwiderstand, dessen Wert auf diesen Meßbereich abgestimmt ist (zum Beispiel 10 Ω).

Die maximale Spannung am Meßwiderstand beträgt innerhalb der Meßbereiche etwa 200 mV. Die beiden Schutzdioden D1 und D2 begrenzen bei Bereichsüberschreitung die Spannung zwischen den Source-Anschlüssen auf etwa 500 mV. Damit sind die Analogeingänge des A/D-Wandlers ausreichend geschützt.

Die Widerstände R13 und R14 erlauben auch direkte Zweipolmessungen. Dazu schließt man den Widerstand R_x nur an die Strom-Anschlüsse (Source) des Meßgeräts an.

Die RC-Kombination R2/C5 bestimmt die Oszillatorfrequenz f_{OSZ} des Wandlerbausteins ICL7106. Es gilt der Zusammenhang

$$f_{OSC} = 0{,}45/(R \cdot C).$$

Die Taktfrequenz beträgt demnach 45 kHz; daraus resultiert eine Meßrate von circa 3 Messungen/s. Die Frequenz an Pin 21 beträgt 60 Hz; sie bestimmt die Displayfrequenz.

Schalter S1 schaltet beim Bereichswechsel nicht nur die Referenzwiderstände, sondern verschiebt auch gleichzeitig den Dezimalpunkt auf dem Display um die entsprechende Zehnerpotenz.

Die Platine ist so bemessen, daß man sie leicht in einem kleinen, gängigen Kunststoff-Gehäuse mit Sichtfenster und Batteriefach unterbringen kann.

Literatur

[1] Günter Peltz, Vierleiter-Meßtechnik, Elrad Heft 10/90, S. 28 ff.

[2] Maxim, Integratetd Circuits Data Book, 1989, S. 1-119 ff.

[3] U. Tietze, Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer-Verlag, Berlin 1989, S. 367 ff.

ALCRON®

IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

Elektronische Bauelemente — ALCRON

Digitale Meßgeräte — HI-TEC

Kippschalter — MIYAMA

Einbauinstrumente — ACRO-METER

Lade- und Netzgeräte — MINWA

TELEKOM-Zubehör

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

BITTE FORDERN SIE UNSERE KOSTENLOSEN KATALOGE AN. NUR HÄNDLERANFRAGEN.

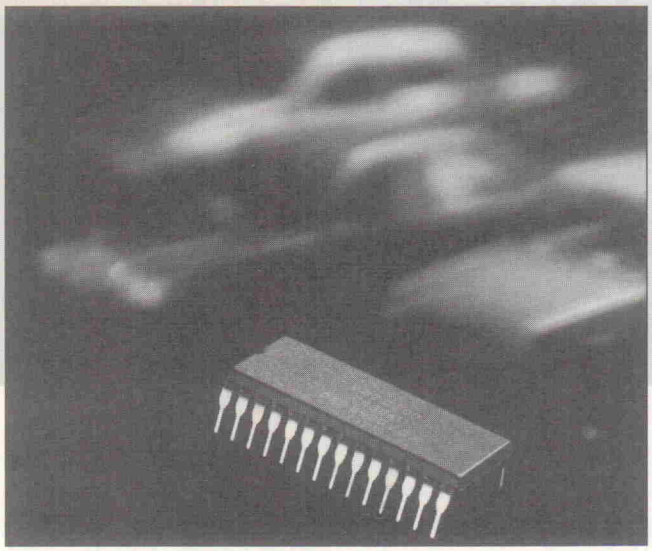
Horst Boddin · Import-Export

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

Auto-Busse

CAN-Bus, ABUS: Bitparade auf dem Klingeldraht



Ludwig Brackmann

Der Elektronikanteil an den Herstellungskosten eines PKW hat in Fahrzeugen der Oberklasse die 20-Prozent-Marke teilweise schon deutlich überschritten. Der Informationsfluß zwischen den Sensoren, Aktoren und Steuergeräten erfordert ein Kommunikationsnetzwerk, das in einer elektrisch stark störgefährdeten Umgebung zuverlässig arbeitet. Die dafür entwickelten seriellen Busse sind daher auch für die Vernetzung industrieller Anlagen äußerst interessant.

Bekannte serielle Übertragungsverfahren verbinden sich mit Begriffen wie RS-232, RS-485 oder Ethernet, das mit Hilfe des CSMA/CD-Verfahrens (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) verwaltet wird. In den letzten zwei Jahren hat es mehrere Neuentwicklungen gegeben. Eine davon ist der CAN-Bus.

Mit der immer preiswerter und leistungsfähiger gewordenen Mikroelektronik ist es auch bei seriellen Bussystemen möglich, die Generierung der einzelnen Datenpakete, die Synchronisation der Teilnehmer sowie die Fehlererkennung und -behandlung nicht wie früher softwaremäßig, sondern hardwaremäßig zu realisieren. Dies entlastet zum einen den Programmierer und auch den steuernden Mikroprozessor von Routineaufgaben, zum anderen kann die Rechenzeit des Prozessors für wichtigere Aktivitäten genutzt werden.

Serielle Bussysteme können herkömmliche sternförmige, analoge und digitale Datenübertragungssysteme ersetzen und so erheblich zur Kostenreduktion im Bereich des Übertragungsmediums beitragen. Mehr über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Netzwerktopologien Stern, Ring und Bus finden sich in c't 2/90 und 3/90 (siehe Literaturhinweise).

Bei der Einteilung der Bussysteme ist die zu überbrückende Entfernung das Entscheidungskriterium.

Lange oder kurze Leitung?

Bussysteme, die einen Bereich von einigen zehn Metern Durchmesser bedienen, bezeichnet man als 'Controller Area Network' (CAN). Dies umfaßt die in deutschsprachiger Literatur üblichen Begriffe Zellen- und Werkbereich. Beispiele für Controller Area Networks findet man in einzelnen Werkzeugmaschinen, in der Büro- sowie Home-Elektronik und auch im Kraftfahrzeug.

Netzwerke, die einen größeren Bereich abdecken, werden 'Local Area Networks' (LAN) oder Feldbusse genannt. Sie dienen der Verbindung von Sensoren, Stellgliedern, untergeordneten Regelkreisen und so weiter mit einer übergeordneten Station. Beispiel: Verbindung einzelner Tanksäulen mit dem übergeordneten Rechner an der Kasse.

Den Entfernungsbereich oberhalb einiger Kilometer decken 'Wide Area Networks' (WAN) ab. Hierzu zählen auch das öffentliche Telefon- oder Datex-P-Netz.

Der CAN-Bus wurde für den Einsatz in stark elektromagnetisch gestörter Umgebung (Kraftfahrzeug) konzipiert. Als preiswertes Übertragungsmedium bietet sich eine verdrillte Zweidrahtleitung (twisted pair) an.

Bitweise Arbitration

Ein wesentliches Merkmal für die Leistungsfähigkeit eines Bussystems ist die Art der Vergabe der Buszugriffsberechtigung (Arbitration) im Falle gleichzeitiger Sendewünsche mehrerer Teilnehmer. Beim bekannten CSMA/CD-Verfahren kann im Falle eines Buskonfliktes nicht vorausgesagt werden, wann die Nachricht des Senders höherer Priorität schließlich übertragen wird. Die daher rührenden ungewissen (nichtdeterministischen) Antwortzeiten und die durch Buskonflikte reduzierte Nettokapazität des Bussystems sprechen nicht für diese Art der Busverwaltung.

Das beim CAN-Bus verwirklichte Konzept der 'bitorientierten Arbitration' mit gleichzeitigem Rücklesen und Vergleichen der gesendeten Daten durch den Empfangsteil des Senders umgeht beide Schwachpunkte. Das Verfahren wird auch mit 'Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance' (CSMA/CA) bezeichnet.

Beim CAN-Bus muß die Busaufschaltung eines Teilnehmers so erfolgen, daß einer der logischen Werte 0 und 1 gegenüber dem anderen dominant ist. Dies erreicht man, wie Bild 1 zeigt, zum Beispiel durch die Verwendung eines Treibers mit Open-Collector- beziehungsweise Open-Drain-Ausgang, dessen Collector (Drain) über

CAN-Seminar

Ein dreitägiges Praxisseminar für die Realisierung von Mikrocontroller-Netzwerken auf der Basis des CAN-Protokolls findet vom 23. bis 25. Januar 91 in Weingarten statt. Die Kursgebühr beträgt 1500 D-Mark zuzüglich Mehrwertsteuer. Weitere Informationen bei:

Transferzentrum
Prozeßautomatisierung
Postfach 12 61
W-7987 Weingarten
Tel.: (07 51) 5 21 95
Fax: (07 51) 4 92 40

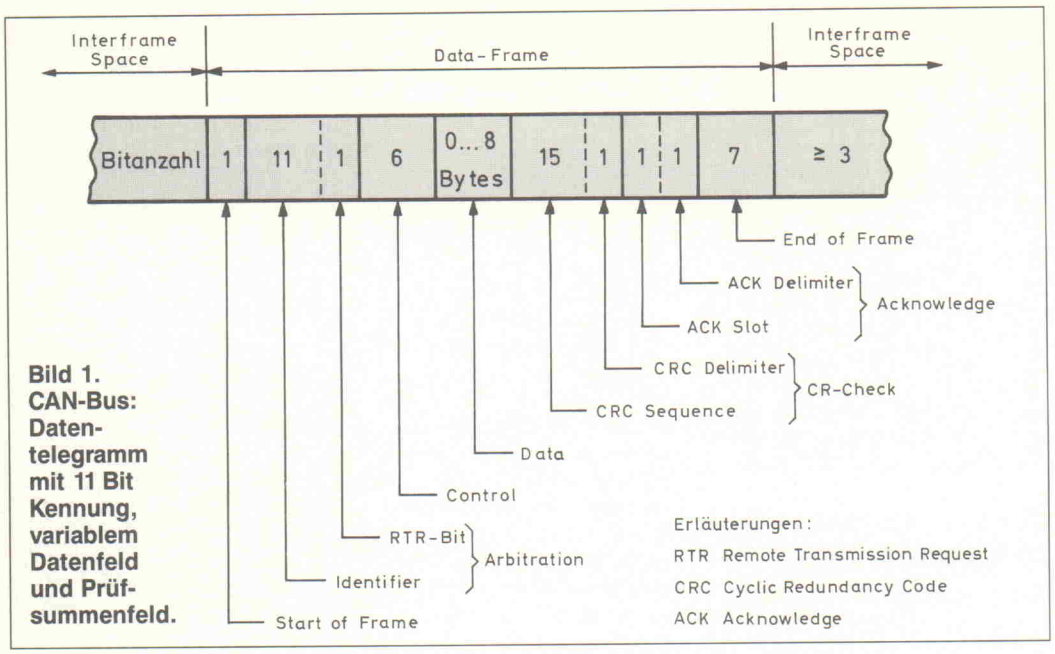


Bild 1. CAN-Bus: Datentelegramm mit 11 Bit Kennung, variablem Datenfeld und Prüfsummenfeld.

einen Pullup-Widerstand mit der positiven Versorgungsspannung (logisch 1) verbunden ist.

Wie man sofort anhand einer Wahrheitstabelle erkennt, sind die Ausgänge der einzelnen Teilnehmer miteinander wired-AND verknüpft: Legt mindestens ein Teilnehmer ein dominantes Bit (logisch 0) auf den Bus, kann dies von keinem der anderen Teilnehmer verändert werden. Der Spannungspegel null Volt (logisch 0) ist somit dominant gegenüber der logischen Eins. Ein rezessives Bit (logisch 1) kann hingegen von einem der anderen Teilnehmer zu logisch 0 verändert, also überschrieben werden.

In Bild 2 ist das CAN-Bus-Telegramm dargestellt. Es beginnt mit einem Synchronisationsbit (Startbit), mit dessen Hilfe sich alle sendewilligen und empfangsbereiten Busteilnehmer synchronisieren. Anschließend folgt das 12 Bit umfassende Arbitrationsfeld, dessen vorderen 11 Bit die sogenannte Kennung (oder den Identifier) darstellen. Aus der Kennung leitet sich gleichzeitig die Priorität einer Nachricht ab.

Anhand eines Beispiels (Bild 3) mit zwei sendewilligen Sendern L und M läßt sich der Vorgang der bitweisen Arbitration anschaulich demonstrieren: Die Sender L und M wollen das in Bild 3 jeweils oben dargestellte Bitmuster übertragen. Nachdem beide Sender den Bus für eine vordefinierte Zeit (Inter-Frame-Space) als frei erkannt haben, synchronisieren sich beide miteinander durch Aussenden des Synchronisationsbits. Danach geben sie ihre Daten auf den Bus und stellen beim sofortigen Zurücklesen des Buszustands bis zum Senden des 4. Bits Gleichheit zwischen den von ihnen gesendeten Daten und den zurückgelesenen Daten fest.

Nullen sind erfolgreicher

Während der Übermittlung des 5. Bits erkennt Sender M die fehlende Übereinstimmung zwischen seinen Sendedaten und den vom Bus zurückgelesenen Daten. Sein rezessives Bit wurde vom Sender L mit einem dominanten Bit überschrieben. Daraus leitet er den Verlust des Buszugriffsrechts ab (verlorene Arbitration) und wechselt vom Sende- in den Empfangsmodus. Da er auch als Sender ständig die Daten vom Bus eingelesen hat, hat er nichts verpaßt, beim Arbitrationsverlust sind also keine Daten verlorengegangen; der Sendevorgang des Senders mit der höchstprioren Nachricht muß also nicht wie beim CDMA/CD-Verfahren abgebrochen und wiederholt werden.

Sender L kann seinen Übertragungsvorgang vollenden, da sich in diesem Beispiel kein weiterer, höherpriorisierter Teilnehmer um den Buszugriff bewirbt. Nach der vorgegebenen Wartezeit (Inter-Frame-Space) kann sich Sender M erneut an der Arbitration beteiligen.

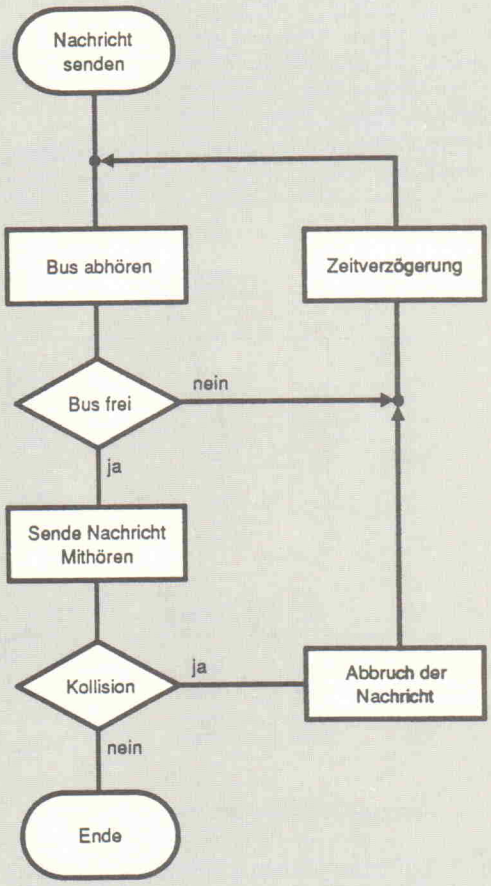
Dieses Prinzip der Busvergabe durch bitweise Arbitration hat einen weiteren Vorteil: Da die Priorität der Nachricht und nicht dem Sender zugeordnet ist, können wichtige Botschaften, zum Beispiel Meldungen über Alarmzustände, nicht etwa durch unwichtige Nachrichten von hardwaremäßig hochpriorisierten Sendern unnötig aufgehalten werden.

Objektorientierte Nachrichtenübertragung

Mit der Vergabe der Kennungen (Prioritäten) für bestimmte Nachrichten legt der Programmierer während der Entwicklungsphase die Art einer Nachricht fest. 11 Bits erlauben beim

Busverwaltung beim CSMA/CD-Verfahren

Nachdem ein sendewilliger Busteilnehmer den Bus als frei erkannt hat, beginnt er seinen Sendevorgang. Er überprüft die von ihm gesendeten Daten durch simultanes Zurücklesen der Daten vom Bus. Haben zwei Sender gleichzeitig mit dem Senden begonnen, kommt es zur Kollision der Daten auf dem Bus. Dies erkennen beide Busteilnehmer und brechen ihren Sendevorgang ab. Nach einer von der Priorität der einzelnen Sender abhängenden Wartezeit starten beide einen weiteren Sendeversuch. Sendern hoher Priorität wird eine kurze Wartezeit zugeordnet. Teilnehmer mit niedrigerer Priorität müssen bis zum erneuten Sendeversuch länger warten. Durch diese Verfahrensweise sinkt die Effizienz des Datendurchsatzes bei hoher Busauslastung erheblich. Die Leitungslänge ist jedoch nicht von der Datenrate abhängig, wie es bei der bitweisen Arbitration der Fall ist.



Beim CSMA/CD-Verfahren führt eine Kollision zu Telegrammverlust.

ABUS – der VW-Bus

Auch die Volkswagen AG hat die Idee eines seriellen Bussystems zur Koordination der verschiedenen Steuer- und Regelungsvorgänge im Kraftfahrzeug aufgegriffen und für dieses Einsatzfeld selbst einen Buscontroller entwickelt. Das Bussystem trägt den Namen ABUS (Automobile Bitserielle Universal-Schnittstelle) und soll noch dieses Jahr in Golf und Passat serienmäßig eingesetzt werden.

Da sich der ABUS zudem sinnvoll mit längeren Datenleitungen einsetzen läßt, sind die Ingenieure aus Wolfsburg dabei, spezielle Leitungstreiber auch für diesen Zweck zu entwickeln. Das erleichtert den Einsatz des Systems im Werkzeugmaschinenbau und in der industriellen Anlagen- und Gebäudeleittechnik (Stichwort: CIM).

Das ABUS-Telegramm enthält, wie das des CAN-Bus, eine 11 Bit lange Kennung. Zusammen mit einem Steuerbit bildet die Kennung wie beim CAN-Bus die Grundlage für die bitweise Arbitration. Es folgt ein 16 Bit langes, in der Länge unveränderbares Datenfeld. Die nominale Bitrate beträgt 500 kBit/s. Daraus errechnet sich eine Nutzdatenrate von 260 kBit/s; zum Vergleich: der CAN-Bus erreicht bei 500 kBit/s aufgrund des größeren Overheads nur eine Nutzdatenrate von 133 kBit/s.

Sichere Daten auch ohne CRC?

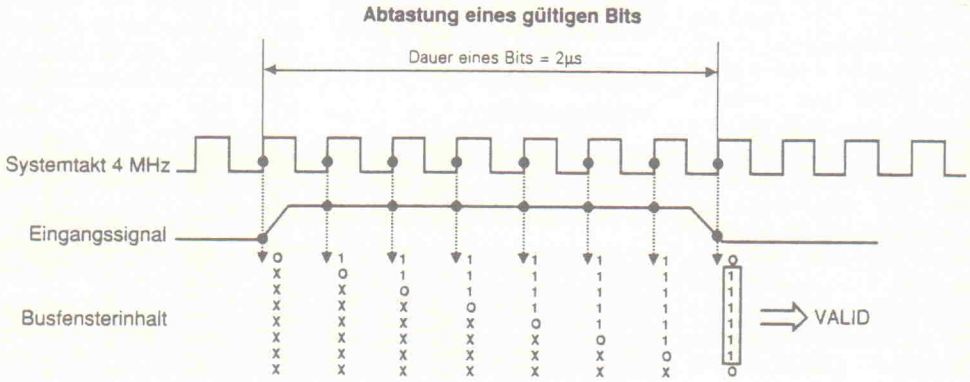
Im Gegensatz zum CAN-Bus enthält das ABUS-Telegramm kein Prüfsummenfeld (CRC). Es wurde nicht etwa vergessen, sondern durch eine besondere Art der Signalabtastung überflüssig gemacht. Die so mögliche Verkürzung des Telegramms steigert einerseits die Nettokapazität des Bus und verringert außerdem die Störwahrscheinlichkeit.

Das Verfahren beruht auf zwei Maßnahmen: Alle ABUS-ICs tasten beim Empfang jedes Bit achtfach ab, siehe Bild A. Bedingung für ein fehlerfreies Bit ist die Übereinstimmung der zeitlich inneren sechs Abtastwerte. Dank der so durchgeführten Konsistenzprüfung erkennt der Empfänger impulsartige elektromagnetische Störungen, die bei nur einfacher Abtastung möglicherweise den Wert eines Bits verändert hätten und unentdeckt geblieben wären.

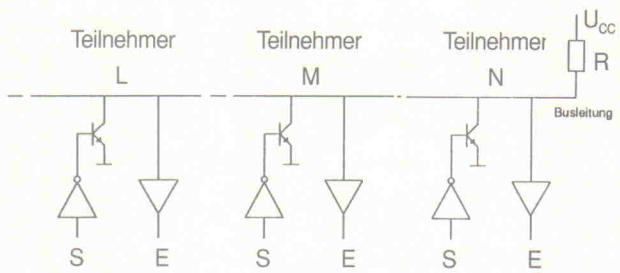
Hand in Hand mit der Konsistenzprüfung geht eine Schwellenwertumschaltung im zurücklesenden Empfangsteil des gerade sendenden ABUS-ICs. Dabei bewertet der Empfangsteil im Sender das Bussignal mit kleinerer Hysterese als die empfangenden ICs (Bild B). Der sendende Teilnehmer erkennt somit beim anschließenden Vergleich seiner Sendedaten mit den Daten auf dem Bus eine mögliche Störung eher als die Empfänger.

Auf ABUS-Befehle hören alle

Ein weiterer, wesentlicher Unterschied zum CAN-Bus ist das Vorhandensein zweier Nachrichtentypen. Beim ABUS gibt es, wie beim CAN-Bus, den Typ der Datentelegramme, die bei übereinstimmender Kennung in Telegramm und Empfangskennungsregister von einzelnen Busteilnehmern eingelesen



Konsistenzprüfung beim ABUS: Jedes Bit wird achtfach abgetastet.



M	N	Busleitung *
high	high	high
high	low	low
low	high	low
low	low	low

high: hoher Pegel rezessiver Zustand
low: niedriger Pegel dominanter Zustand

* Annahme: Alle Sender außer L und M high.

Bild 2. Typische Busaufschaltung für bitweise Arbitration: Wired-AND durch Open-Collector-Schaltung.

CAN-Bus die Vergabe von 2048 verschiedenen Kennungen. Eilige Botschaften werden bei der hier gewählten Busaufschaltung niedrige Werte als Kennung erhalten, damit sie während der Arbitration eher erfolgreich sind. Sind zum Beispiel 7 Teilnehmer über ein CAN-Bussystem an einen Leitrechner angeschlossen, werden für das Melden von Störfällen in der Peripherie der Teilnehmer die Kennungen 1 bis 7 (dezimal) vergeben.

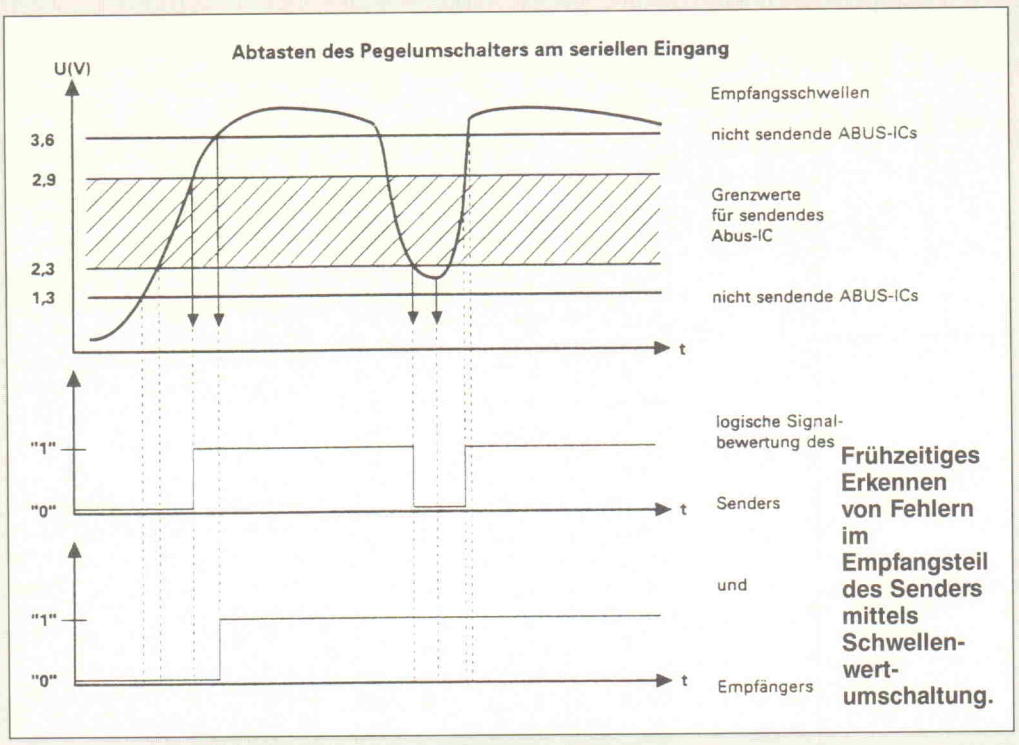
Denkbarer Einsatzzweck für die Kennung 0 wäre eine letzte Meldung des Leitrechners an die 7 Teilnehmer sofort nach Versorgungsspannungsausfall des Leitrechners. Diese Meldung könnte die Teilnehmer in einen vom Leitrechner unabhängigen Programmteil verzweigen lassen.

Die Kennungen niedriger Priorität werden, gestaffelt nach Art der zu übertragenden Daten, für den störungsfreien Betrieb vergeben. So weit der Sendevorgang.

Ziellose Daten

Auch das Empfangen von Daten entspricht nicht althergebrachten Denkweisen, bei denen allen Busteilnehmern eine einzelne Adresse fest zugeordnet ist. Wie schon während der Arbitrationsphase steht auch hier nicht der Busteilnehmer im Vordergrund; entscheidend für das Ziel oder die Ziele einer Nachricht ist vielmehr die Art der Nachricht, sprich Kennung.

Jeder Teilnehmer hält in seinem sogenannten Empfangskennungsregister eine Kennung be-



Frühzeitiges Erkennen von Fehlern im Empfangsteil des Senders mittels Schwellenwert-umschaltung.

werden. Zusätzlich wurden 2048 mögliche Telegramme vom Typ Befehl eingeführt. In einem Befehlstelegramm ist das erste Bit der Kennung (NB/D) auf logisch 0 gesetzt. Da das Bit während der Arbitration wie die 11 Bits der Kennung mit berücksichtigt wird, haben sämtliche Befehle höhere Priorität als Datentelegramme.

Unabhängig von seiner Kennung wird ein Befehlstelegramm von allen Teilnehmern eingelesen und der Vorgang dem steuernden Mikrocontroller per Interrupt gemeldet. Jeder Mikrocontroller muß einen empfangenen Befehl entgegennehmen (Lesezugriff auf das Befehlsdatenregister), anderenfalls kennzeichnet das betroffene ABUS-IC alle folgenden Befehlstelegramme als fehlerhaft. So ist sichergestellt, daß kein Befehl verlorengeht.

Außerdem besitzt das ABUS-IC ein Logikanalyseregister, in das fortlaufend alle Telegramme, auch die fehlerbehafteten, ohne Betrachtung der jeweiligen Kennung eingelesen werden.

Die Prozessorschnittstelle des ABUS-Controllers ist so gestaltet, daß das IC wahlweise mit Intel- oder Motorola-Prozessoren zusammenarbeiten kann. Demnächst soll es von Siemens einen 8096-kompatiblen Mikrocontroller mit integriertem ABUS-Protokoll geben.

Da der Preis des ABUS-Controllers unterhalb dem des CAN-ICs liegen soll, ist der ABUS eine nicht zu unterreit, die er mit der jedes gesendeten Telegramms vergleicht. Stimmt die Kennung im Register mit der des Bustelegramms überein, wird das Datenfeld des aktuellen Telegramms in den Empfangsspeicher geschrieben und der Eingang von Daten dem angeschlossenen Mikroprozessor gemeldet.

Der hier beschriebene CAN-Controller (Basic-CAN von Philips Components) ermöglicht das Maskieren einzelner Bits im Empfangskennungsregister. Die maskierten Bits spielen dann bei der Entscheidung über das Einlesen eines Telegramms keine Rolle. Vergibt man zum Beispiel für von den einzelnen Teilnehmern gemessene Temperaturdaten die Kennungen 011 1101 0000 bis 011 1101 0111, kann der Leitrechner durch Einlesen aller Telegramme, deren Kennung mit 011 1101 0xxx beginnt, die Temperaturdaten registrieren. Aus dem Empfangskennungsregister kann der Prozessor jeweils die vollständige Kennung auslesen und so die empfangenen Daten dem Absender zuordnen. Interessiert sich ein Busteilnehmer nur für das Temperaturdatum eines der Teilnehmer, kann er dieses durch entsprechendes Setzen seines Empfangskennungs- und Empfangsmaskenregisters gleichzeitig mit dem Leitrechner empfangen. Ein zusätzlicher Datenübertragungsvorgang ist nicht notwendig.

An das Arbitrationsfeld schließen sich das Kontrollfeld und das Datenfeld an. Um die Telegrammstruktur der Breite der zu übertragenden Daten anpassen zu können, wurde die Länge des Datenfelds variabel gestaltet. 4 Bits im Kontrollfeld legen die Länge des Datenfeldes auf einen Wert zwischen 0 und 8 Byte fest.

Fehlererkennung

Beim CAN-Bus wurden vier Maßnahmen verwirklicht, um durch elektromagnetische oder hardwaremäßige Störungen verfälschte Telegramme erkennen zu können. Die erste Kontrolle der ausgesendeten Daten findet im Empfänger des sendenden Busteilnehmers statt. Hier wird durch simultanes Zurücklesen überprüft, ob die Daten korrekt auf das Übertragungsmedium gelangt sind. Während der Arbitrationsphase

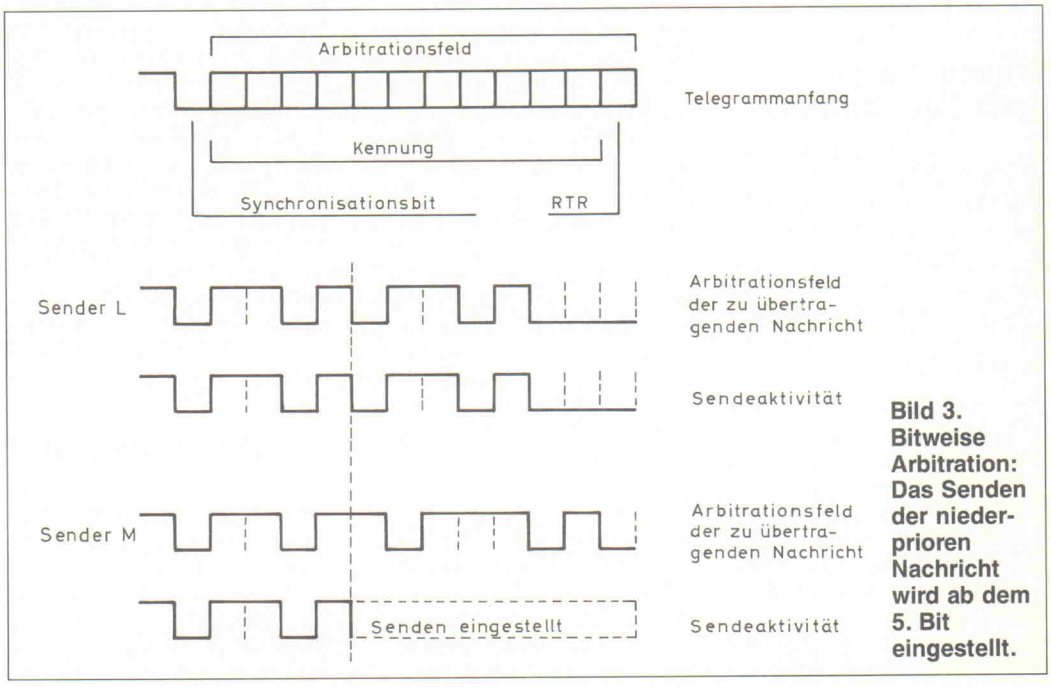


Bild 3. Bitweise Arbitration: Das Senden der niederprioren Nachricht wird ab dem 5. Bit eingestellt.

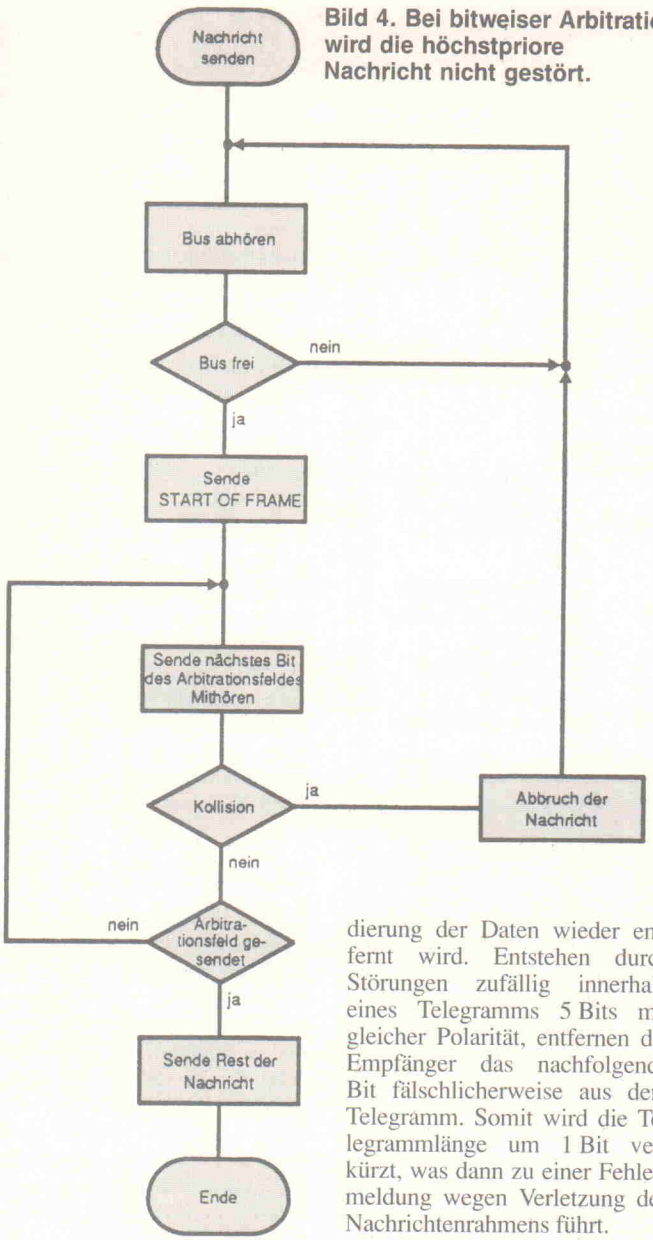


Bild 4. Bei bitweiser Arbitration wird die höchstpriore Nachricht nicht gestört.

verursacht eine Unstimmigkeit den Arbitrationsverlust.

Sichere Daten trotz Zündfunken?

Bei der Dekodierung der elektrischen Signale kann jeder Empfänger wahlweise jedes Bit statt nur einmal dreifach abtasten. Eine kurzfristige Störung, die bei einfacher Abtastung zu einem falschen Wert geführt hätte, ergibt somit dennoch ein richtiges Resultat.

Die dritte Maßnahme zur Fehlererkennung ist das automatische Einfügen und Entfernen von sogenannten 'stuff-bits' (Füllbits) durch die Sende- und Empfangslogik. Dabei fügt der Sender nach 5 Bits mit gleichem Logikzustand (gleicher Polarität) eines mit entgegengesetzter Polarität ein, welches von allen Empfängern vor der Dekodierung der Daten wieder entfernt wird. Entstehen durch Störungen zufällig innerhalb eines Telegramms 5 Bits mit gleicher Polarität, entfernen die Empfänger das nachfolgende Bit fälschlicherweise aus dem Telegramm. Somit wird die Telegrammlänge um 1 Bit verkürzt, was dann zu einer Fehlermeldung wegen Verletzung des Nachrichtenrahmens führt.

CRC mit $H_d = 6$

Sind von den bisher beschriebenen Mechanismen keine Fehler erkannt worden, müssen die vom CAN-Controller empfangenen Daten noch eine letzte Hürde nehmen, bevor sie schließlich auf den angeschlossenen Mikrocontroller gelangen: Über den Bereich vom Telegrammanfang bis zum Ende des Datenfeldes wird mit Hilfe eines Cyclic-Redundancy-Check-(CRC-)Generatorpolynoms im Sender eine 15 Bit lange Prüfsumme gebildet, deren Übertragung innerhalb jedes Telegramms im Anschluß an das Datenfeld folgt. Jeder Empfänger berechnet während des Empfangs aus den eingehenden Daten erneut eine Prüfsumme und vergleicht diese mit der im Telegramm enthaltenen. Da das verwendete Generatorpolynom eine Hamming-distance von $H_d = 6$ besitzt, kann mit diesem CRC-Verfahren die Verfälschung von bis zu $H_d - 1 = 5$ Bits entdeckt werden.

Fehlerbehandlung

Entdeckt ein CAN-Controller mit einer der oben beschriebenen Methoden eine Unstimmigkeit, sendet er sofort ein Error-Flag. Es besteht aus 6 aufeinanderfolgenden dominanten Bits. Da auf diese Weise bei allen anderen Empfängern ein Stuff-Bit-Fehler erzeugt wird, senden auch diese Teilnehmer ein Error-Flag. Abschließend wird der Bus für die Dauer von 7 Bits im rezessiven Zustand belassen. Danach kann der Sender seinen Sendeversuch wiederholen.

Dahinter steckt folgender Gedanke: Der Einsatz des CAN-Bus in einem digitalen Meßdatenverarbeitungssystem setzt die Kohärenz (Gleichzeitigkeit) der Eingangsdaten voraus. Damit der Programmierer eines CAN-Bus-Systems von kohärenten Daten im gesamten Netz ausgehen kann, wurde der oben beschriebene Schutzmechanismus eingeführt.

Ein Chip macht Statistik

Damit zum Beispiel kein CAN-Controller mit fehlerhafter Busaufschaltung den Datenverkehr auf dem CAN-Bus durch fortlaufendes Absetzen von Fehlermeldungen vollständig zum Erliegen bringt, sind je ein Empfangs- und ein Sendefehlerzähler vorgesehen. Bei korrektem Absetzen und Empfangen einer Nachricht werden die Zähler dekrementiert, anderenfalls inkrementiert. Übersteigt einer der Zählerstände den Wert 96, erfolgt ein Interrupt an den angeschlossenen Mikrocontroller. Oberhalb 127 darf der CAN-Controller keine Fehlermeldungen mehr absetzen, und beim Wert 255 koppelt sich der CAN-Controller selbständig vom Bus ab.

Der Countdown läuft

Das CAN-Bus-System wurde, wie schon gesagt, für den Einsatz im Automobil erdacht. Die maximale Buslänge ist auf 40 m festgelegt. Größere Entfernungen lassen sich dennoch überbrücken, wenn man die Datenrate von 1 MBit/s oberhalb 40 m vermindert, so daß die Signallaufzeit deutlich kleiner als die zeitliche Länge eines Bits ist. Nur dann kann die bitweise Arbitration zuverlässig funktionieren. Dieser Sachverhalt wurde bereits in mehreren Projekten am Institut für Elektrische Meßtechnik an der TU Braunschweig untersucht.

CAN-Controller liegen seit einigen Monaten von Intel und Philips Components als Einzelbausteine vor. Philips bietet außerdem einen 8-Bit-Mikrocontroller mit integriertem CAN-Protokoll an.

Die Daimler-Benz AG wird den CAN-Bus voraussichtlich in diesem Jahr in Modellen der oberen Preisklasse einsetzen. Aufgrund der hohen Datensicherheit und der einfachen Realisierbarkeit dürfte das CAN-Bus-Konzept auch in anderen Bereichen, vor allem in störverseuchter Umgebung, weite Verbreitung finden.

Weiterführende Literatur

1. CAN-Bus

Philips Components, Preliminary Functional Description PCA 82C200 (CAN-Controller)

Feldbus-Workshop FH Osnabrück, 1990, Tagungsband

2. ABUS

Feldbus-Workshop FH Osnabrück, 1990, Tagungsband

VW-Dokumentationen

Falk Beil, Norbert Pelz: Eine bitserielle Universalschnittstelle nicht nur für Kfz-Anwendungen; Elektronik, Heft 4/89

3. Netze allgemein

Sharad Gandhi: CSMA/CD-Verfahren auch in industriellen Netzwerken, Elektronik 5/89

Rauch, H.: Welt am Draht, Einfach-Netzwerk zum Selbstbau, Teil 1 und 2, c't 1990, Heft 2 und 3

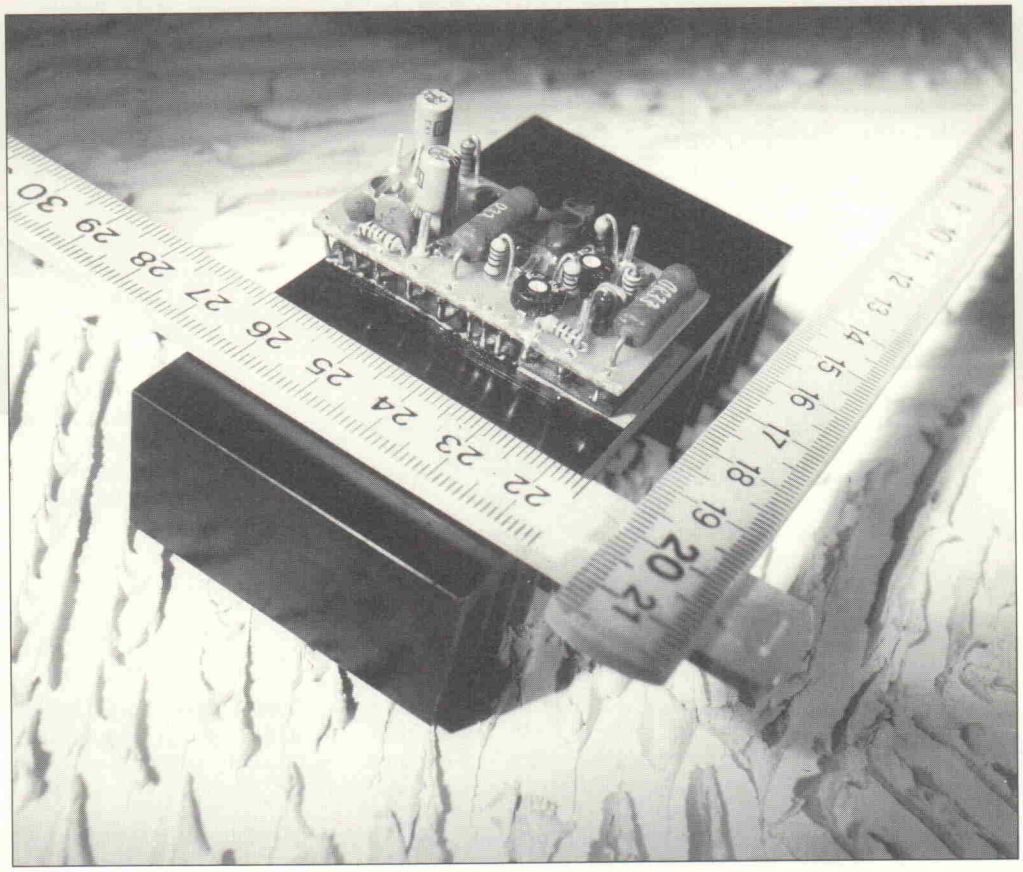
Schweber, W., Data communications, McGraw-Hill, New York 1988

Tanenbaum, A. S.: Computer Networks, Prentice-Hall 1981

Halling: Serielle Busse, vde-verlag, Berlin 1987

Audio Endstufe µPA 50

Hybridverstärker



Arno Seitzinger

In diesem Beitrag wird eine Endstufe vorgestellt, die sich durch ihre universelle Verwendbarkeit, einfachen und preiswerten Aufbau, ordentliche technische Daten und ihre geringe Größe von nur 25 mm × 50 mm (ohne Kühlkörper) auszeichnet.

Die Endstufe ist qualitativ besser als die bekannten STK-Hybridverstärker, weist zudem kleinere Abmessungen auf sowie einen Preis, der deutlich unter dem eines halbwegs brauchbaren Hybridmoduls liegt. Dadurch ist diese Endstufe für den Einsatz in Aktivboxen geradezu prädestiniert.

Endstufen mit unserem zugegeben nicht ganz neuen Konzept wurden und werden auch heute noch gerne eingesetzt. Sie zeichnen sich zwar im allgemeinen nicht durch high-endige Daten aus, weisen dafür aber eine hohe Nachbausicherheit auf und kosten nur wenig; meist sind die Bauteile ohnehin schon vorhanden.

Ursprünglich wurde diese Endstufe zusammen mit einem Spannungswandler von 12 V auf ±27 V für den Einsatz als Autoradio-Nachbrenner entwickelt. In dieser Konfiguration hat sie sich bereits bestens bewährt. Dieser Einsatz bedingt natürlich eine besonders geringe Baugröße, der auch anderen Anwendungen zugute kommt. Ich denke zum Beispiel an den Einsatz in kleinen Aktivboxen, aber auch der Miniaturisierungsfan kommt hier auf seine Kosten.

Die Schaltung

Die Endstufe besteht aus einem Differenzverstärker im Eingang, den die Transistoren BC 556 bilden (T1 und T2). Diese beiden Halbleiter werden mit einer stabilisierten und gesiebten Versorgungsspannung in Höhe von 9,1 V gegen Masse versorgt. Dafür sind die Zenerdiode D1 und der Vorwiderstand R8 mit 2,2 kΩ verantwortlich. Diese Stabilisierung, die in manchen anderen Konzepten fehlt, sorgt für einen stabilen Arbeitspunkt des Differenzverstärkers auch bei schwankender Versorgungsspannung, hervorgerufen zum Beispiel durch hohe Abhörlautstärken. Der Kondensator C5 mit einer Kapazität von 0,22 µF parallel zur Zenerdiode unterdrückt ihr relativ starkes Eigenrauschen. Das Poti P1 dient der Eliminierung einer eventuell vorhandenen Ausgangsoffsetspannung, die durch Bauteile-Toleranzen entstehen kann.

Der nichtinvertierende Eingang (Basis von T1) des Differenzverstärkers dient als NF-Ein-

Technische Daten

Nennleistung:		52 W
(U_B = ±27 V, 4 Ω)		
Eingangsspannung:		1 V
Lastimpedanz:		8 Ω
		4 Ω
Fremdspannung:		–67 dBm
k_{ges}	1 kHz:	0,3 %
	10 kHz:	0,3 %
	100 kHz:	0,28 %

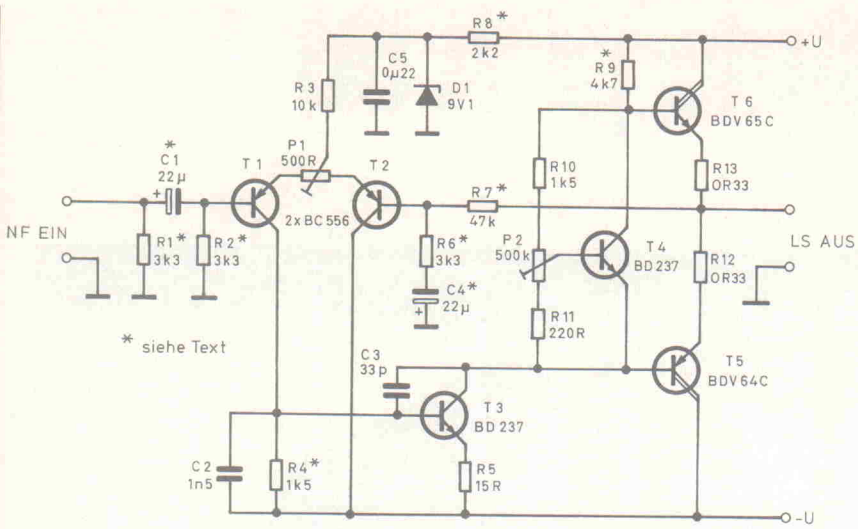


Bild 1. Das Schaltbild der Endstufe. Die Transistoren T3 bis T6 sind auf dem Kühlkörper thermisch miteinander gekoppelt.

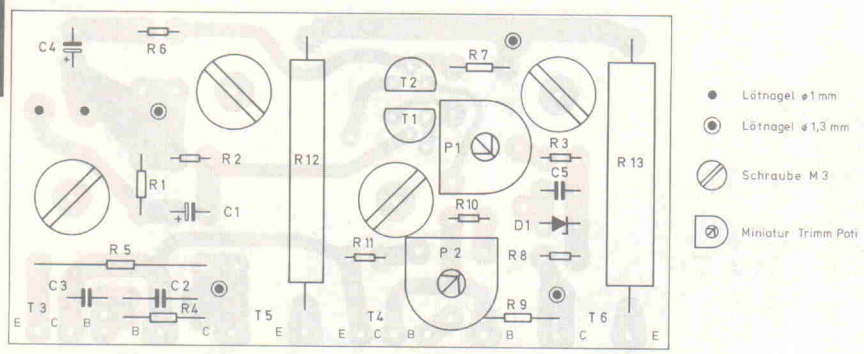


Bild 2. Der Bestückungsplan unserer Miniaturplatine ist hier vergrößert dargestellt.

Stückliste

Widerstände, Metallfilm 1/4 W:

R1,2,6*	3k3
R4,10*	1k5
R5	15R
R12,13	0R33/4W
R11	220R
R9*	4k7
R8*	2k2
R3	10k
R7*	47k
P1,2	500R, RM 5 Piher PT 6V

*siehe Text

Kondensatoren:

C1,4	22µ/25V Elko
C3	33p ker. RM 2,5
C2	1n5 ker. RM 5
C5	0µ22 MKT RM 2,5

Halbleiter:

T1,2	BC 556 C
T3,4	BD 237 C
T5	BDV 64 C
T6	BDV 65 C
D1	BZW 22 C 9V1

Verschiedenes:

Lötnägel
Iso-Nippel
Glimmerscheiben
Kühlkörper
Abstandsröllchen
M3-Schrauben

gang, der über den Widerstand R2 mit 3,3 kΩ gleichspannungsmäßig auf definiertes (Masse-)Potential gelegt wird. Der Elko C1 mit 22 µF dient dazu, Gleichspannungsanteile des Eingangssignals zu unterdrücken. Widerstand R1 (ebenfalls 3,3 kΩ) legt den Ausgang eines vorgeschalteten Vorverstärkers ebenfalls auf Masse. Das ist besonders dann wichtig, wenn der Vorverstärker eine unsymmetrische Spannungsversorgung aufweist, wodurch in seiner Ausgangsstufe ein Koppelkondensator nötig ist. Würde in diesem Fall R1 fehlen, wäre der Eingang der Endstufe auf undefiniertem Potential, wodurch der Klirrfaktor stark ansteigen könnte.

Über den invertierenden Eingang des Differenzverstärkers erfolgt die Spannungsgegenkopplung, deren Betrag durch das Verhältnis von R6 und R7 bestimmt wird. Die Gesamtspannungsverstärkung der Verstärkerschaltung beträgt ungefähr $V = 1+(R7/R6)$. Durch diese Kombination kann die Endstufe also ganz einfach an verschiedene Anforderungen angepaßt werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Sinn des Kondensators C4 klar: Er setzt die Verstärkung von Gleichspannungsanteilen, wie sie zum Beispiel im Differenzverstärker durch Temperatureinflüsse entstehen, auf den Wert 1 herunter.

Der Differenzverstärker steuert T3 an, der als Vortreiber fungiert. Da dieser Transistor zu kühlen ist, liegt es nahe, ihn zusammen mit den Endstufentransistoren auf einen Kühlkörper zu montieren. Dem Nachteil dieser Montageart, nämlich der relativ starke Temperatureinfluß durch die sich erwärmenden Endstufentransistoren, steht der Vorteil der kompakten Realisierbarkeit gegenüber, auf den bei der Entwicklung dieser Endstufe besonders Wert gelegt wurde. Der Vortreiber steuert direkt die Endstufen-Darlingtontransistoren; diese wiederum wurden aus Platzgründen gewählt, da in diesem Fall die normalerweise benötigten Treibertransistoren entfallen.

Der Ruhestrom der Endstufe wird mit dem Schaltungsteil rund um T4 eingestellt. Diese Bauteile stellen eine Art einstellbare Zenerdiode dar. Der thermische Kontakt des Transistors T4 mit dem Kühlkörper ist dabei wünschenswert, da T4 so die temperaturabhängige Ruhestromdrift der ausgefahrenen Endstufe kompensiert. Zur zusätzlichen Stabilisierung des Arbeitspunkts dienen die beiden Hochlastwiderstände R12 und R13. Je mehr (Ruhe-)Strom durch sie hindurchfließt, um so höher liegt (im positiven Zweig) wegen des damit verbundenen Spannungsabfalls die Emitterspannung: Daher begrenzt sich der Endstufen-Ruhestrom selbst. Gleiches gilt sinngemäß für den negativen Zweig. Die Basisanschlüsse der Endtransistoren hängen dabei im Ruhezustand auf symmetrischem Potential um Masse herum, wobei das positive Potential von R9, das negative von T3 erzeugt wird. Die Differenz der beiden Potentiale wird durch T4 bestimmt. Wird die Endstufe jetzt angesteuert, so verschieben sich die Potentiale gegenüber Masse; in der einen Halbwelle leitet so der PNP-, in der anderen der NPN-Transistor.

Variationen

Die Endstufe ist für eine Sinusdauerleistung von 60 W sowohl an 4 Ω bei ±27 V Versorgungsspannung als auch an 8 Ω bei ±38 V ausgelegt. Für den 8-Ω-Betrieb sind folgende Bauteile abweichend vom Schaltplan zu bestücken: R9 = 7k2, R8 = 3k3. Zudem ist wichtig, daß für die Endtransistoren unbedingt C-Typen einzusetzen sind. An dieser Stelle sei noch bemerkt, daß die Endstufe keinen Kurzschluß- oder Übertemperaturschutz aufweist.

Die Verstärkung der Endstufe ist näherungsweise durch die Formel $V = 1+(R7/R6)$ berechenbar. Mit einer Versorgungsspannung von ±27 V ergibt sich unter Last eine effektive Ausgangsspannung von rund 16 V. Bei einer gegebenen effektiven Eingangsspannung von 1,5 V resultiert hieraus ein Verstärkungsfaktor von 10,7. Da es nicht schadet, etwas großzügiger zu dimensionieren, kann man zum Beispiel $R7 = 11 \cdot R6$ wählen. Für den Betrieb an ±38 V beträgt die effektive Ausgangsspannung etwa 23 V, so daß hier bei gleicher Eingangsspannung $R7 = 15 \cdot R6$ gelten muß. Zu beachten ist nur, daß der Differenzverstärker an seinen Eingängen mit gleichen Widerständen abgeschlossen sein sollte, sonst kann es Offsetprobleme geben. Außerdem darf R6 nicht kleiner als 1 kΩ gewählt werden, da sonst durch die Hochpaßcharakteristik der Gegenkopplung der Tieftonbereich beschnitten wird.

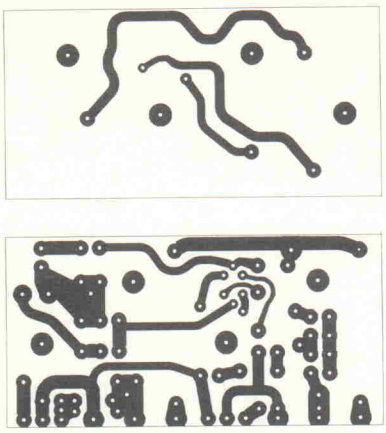


Bild 3. Die beiden Platinenlayouts im Maßstab 1:1. Wer keine doppelseitigen Platinen mag, kann auch die Leiterbahnen auf der Bestückungsseite durch kurze Drahtstückchen ersetzen.

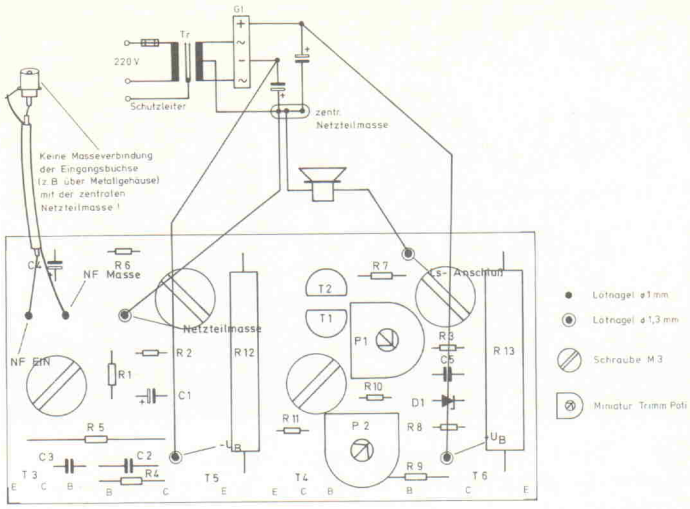


Bild 5. Der Verdrahtungsplan zeigt alle Verbindungen zur Außenwelt.

Mit einem geeigneten Wert für R1 ist der Gleichspannungs-Eingangswiderstand definierbar; die Parallelschaltung von R1 und R2 bestimmt die Impedanz für Wechselspannungen. Wichtig ist auch hier das bereits oben geschilderte Offset- und Hochpaßverhalten.

Für den Betrieb eines Endstufenkanals ist ein Transformator mit mindestens 80 VA erforderlich.

Feinwerktechnik

Die Platine kann sowohl einals auch zweiseitig angefertigt werden; bei einseitigem Aufbau sind drei Drahtbrücken einzulöten. Besonders wichtig ist bei doppelseitigen Platinen, daß beide Seiten absolut deckungsgleich sind; beim anschließenden Bohren zeigen sich Nachlässigkeiten sofort. In die fertig gebohrte Platine werden die Lötnägel eingesetzt. Als nächstes sind in die Durchkontaktierungslöcher (siehe Bestükkungsplan) kurze Drahtstückchen einzulöten.

Bei dieser Gelegenheit werden auch T1 und C2 bestückt und von beiden Seiten verlötet. Jetzt kommen die restlichen Bauteile mit Ausnahme der vier Leistungstransistoren auf die Platine. Wichtig sind hier relativ flache Lötstellen. Leiterbahnen, die später unter einem Abstandsröllchen verlaufen, dürfen kein Zinn abbekommen. An dieser Stelle empfiehlt es sich, die gesamte Platine noch einmal auf Bestückungs- und Lötfehler zu überprüfen und bei fragwürdigen Leiterbahnen lieber auch noch das Ohmmeter zu bemühen, denn nach Bestücken der Leistungshalbleiter sitzen einige Lötstellen ziemlich im Verborgenen.

Jetzt sind die Anschlüsse von T3...T6 so abzuwinkeln, daß sie von der Lötseite her eingesetzt werden können. Der metallische Bauch der Transistoren muß dabei von der Lötseite weg zeigen. Die Transistoren werden jetzt, wie im Bild gezeigt, mit Schrauben, Röllchen und Iso-Nippeln an der Platine festgeschraubt. Sollen Röllchen mit nur 3 mm Höhe verwendet werden, so kann es erforderlich sein, die Lötstellen auf der Platine vorsichtig abzufeilen. Sind die Unterseiten der Transistoren schon jetzt auf gleichem Niveau, ist alles korrekt. Ansonsten muß mit der Feile das Röllchen des überstehenden Transistors vorsichtig gekürzt werden. Es ist unbedingt wichtig, daß die Auflageflächen gleiches Niveau aufweisen. Insbesondere dürfen die BD 237 auf keinen Fall vorstehen, da sonst T5 und T6 nicht richtig gekühlt werden können.

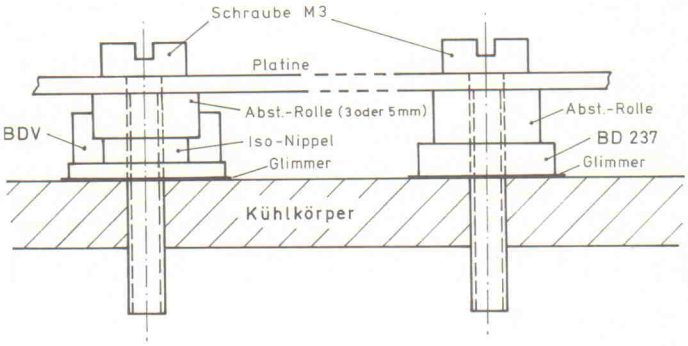


Bild 6. Die Montage der Endtransistoren verlangt einiges an Feingefühl: 'überkopf'-stehend verlötet, mit der Auflagefläche nach außen und zusätzlich ohne Höhendifferenz zwischen den einzelnen Transistoren! Wichtig ist hierbei, daß beim Verschrauben der Transistoren mit dem Kühlkörper keine mechanische Spannung auf die Platine übertragen wird.

Je nach Genauigkeit der Platinenanfertigung kann es auch erforderlich sein, unter die Schraubenköpfe Isolierscheiben zu legen, so daß sie nicht die Leiterbahnen auf der Oberseite berühren. Ist soweit alles in Ordnung, können jetzt die Leistungstransistoren eingelötet werden.

Die Lage der Befestigungslöcher im Kühlkörper kann Bild 4 entnommen werden. Zur Montage sind Wärmeleitpaste sowie Glimmerscheibchen zu verwenden (die sich nicht überlappen dürfen; mit der Schere zurechtschneiden). Abschließend noch T1 und T2 mit Superkleber an der flachen Seite miteinander verkleben; so ist sichergestellt, daß sie immer die gleiche Temperatur haben.

Erstes Einschalten

Die Endstufe muß bereits auf einem ausreichend großen Kühlkörper montiert sein. Es empfiehlt sich, wie folgt vorzugehen: Ist ein Labornetzteil mit zwei Ausgangsspannungen vorhanden: ±27 V beziehungsweise ±38 V einstellen; Strombegrenzung auf etwa 0,5...1 A. Soll eine andere Quelle verwendet werden: in die beiden Zuleitungen je einen Wider-

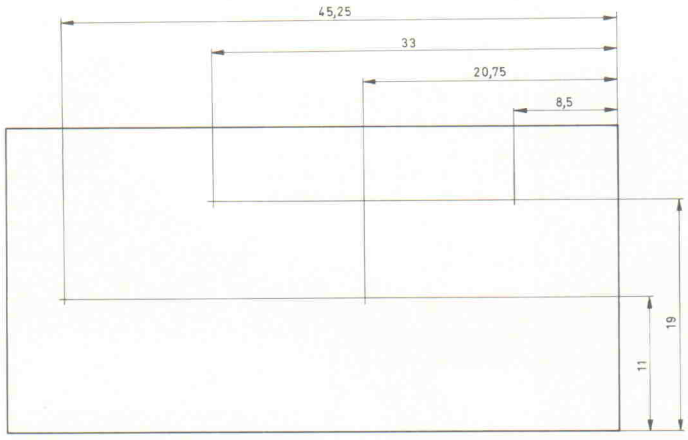


Bild 4. Bohrplan für die Befestigung der Platine am Kühlkörper.

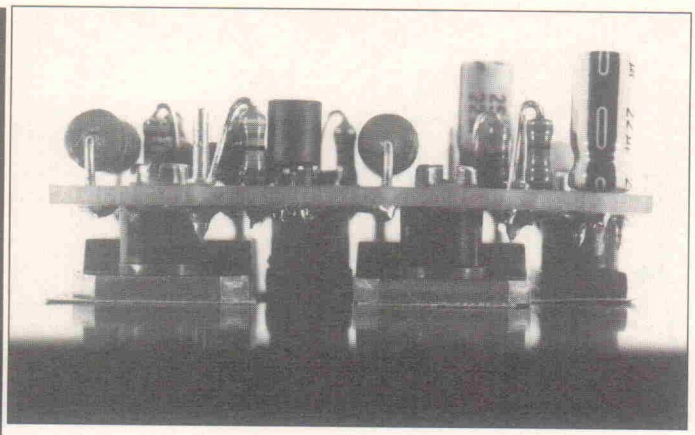


Bild 7. Durch unterschiedlich lange Abstandsröllchen werden die verschiedenen Bauhöhen der Transistoren ausgeglichen.

stand mit rund 100 Ω und einigen Watt schalten. Auf der Platine das Ruhestrompoti P2 auf Linksanschlag, das Offsetpoti P1 auf Mittelstellung drehen. Zum ersten Test Signalgenerator, CD-Player oder eine ähnliche Signalquelle an den Eingang und ein Oszilloskop an den Ausgang schalten. Lastwiderstand zunächst 1 kΩ. Zeigt die Endstufe ein normales Verhalten (also keine positive oder negative Betriebsspannung am Ausgang, keine Rauchzeichen), so können die Widerstände in den Stromzuführungen entfernt werden. In die positive Zuleitung ein Strommeßgerät einschleifen, an den Ausgang der Endstufe ein Voltmeter anklemmen. Der Eingang der Endstufe wird gegen Masse kurzgeschlossen.

Jetzt zunächst mit P2 den Endstufenruhestrom auf rund 50...60 mA einstellen, dann mit P1 die Ausgangsoffsetspannung auf 0 V. Ist dies nicht möglich, weil der Einstellweg von P1 nicht ausreicht, dann haben T1 und T2 stark unterschiedliche Werte in der Stromverstärkung. In diesem Fall muß R4 geändert werden. Dazu Poti in Mittelstellung bringen, Spannung ablesen und einen Widerstand mit zirka 10 kΩ parallel zu R4 schalten. Sinkt jetzt der Betrag der Offsetspannung, so muß R4 verkleinert werden. Ist der Abgleich der Endstufe soweit erfolgreich verlaufen, wird sie zum 'Burn-in' etwa eine halbe Stunde mit voller Leistung an einem Dummy-Load betrieben. Nun nochmals Ruhestrom und Offset kontrollieren, gegebenenfalls nachstellen. Ist bis hier alles erfolgreich verlaufen, hat man eine Endstufe, die auf weniger Grundfläche als ein STK-Modul für weniger Geld mehr leistet und sich besonders für den Einsatz in Aktivboxen eignet.

Im Fall der Fälle ...

Die Endstufe ist ein relativ nachbausicheres Gerät. Geht nach dem Einschalten überhaupt nichts beziehungsweise gibt die Endstufe Rauchzeichen, liegt wahrscheinlich ein Platinen-, Bestückungs- oder Materialfehler vor. Es ist auch zu kontrollieren, ob keine Durchkontaktierung vergessen wurde (zum Beispiel die unter T1). Beträgt die Ausgangsspannung konstant –U, dann kommt ein defekter Transistor T5 oder ein Fehler in der Differenz- und Vortreiberstufe in Frage. Eine Prüfung ist hierbei, ob 9,1 V zwischen Kathode und Anode der Zenerdiode anliegen. Wenn nur rund 1 V gemessen wird, ist D1 wahrscheinlich falsch herum eingesetzt. Ist die Schaltung bis hierhin in Ordnung, hat vielleicht eine der recht dünnen Leiterbahnen rund um T1 und T2 einen Haarriß oder einen Zinnspritzer abbekommen. Wenn die Endstufe die Versorgungsspannung kurzschließt, ist zunächst zu prüfen, ob das Ruhestrompoti am linken Anschlag steht. Ist dies der Fall, so sind probeweise Emitter und Kollektor von T4 kurzzuschließen. Tritt der Kurzschluß dann immer noch auf, deutet das auf einen Haarriß, einen Zinnspritzer oder defekte Endtransistoren hin.

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

Laser-wünsche? Wir erfüllen sie!

Laser von 0,5–40 mW oder CO_2 von 2–80 W

Unsere Palette wurde wieder erweitert:
40 mW pol, TEMoo, externe Spiegel, kpl. mit Netzteil .. DM 5300,—
Transportabler CO_2 Laser, (Laserskalpell) 2,5 W ..... DM 5200,—
Wir haben aber auch weiterhin extrem preiswerte HeNe Laserrohre
QJH- 80 >20 mW ..... DM 695,— QJH- 80S >30 mW ..... DM 750,—
QJH-100 >30 mW ..... DM 800,— QJH-100S >40 mW ..... DM 1000,—
Bei uns gibt es die preiswertesten CO_2 Rohre in Deutschland:
CO_2 Laserrohr QJC-400 5W ... DM 740,— oder QJC-1000, 32W ..... DM 1950,—
Laserdiode 5mW IR ..... DM 79,50 Laserdiode 10W IR Puls ..... DM 146,—
Laserspiegel von 5x5 mm — 75x75 mm Lasernetzteile 12 V DC ab 0,5 mW
YAG-Stäbe 3x50 mm ..... DM 980,— Laserpointer 11,5x155 mm .. DM 555,—
SCS 256/2 Laserscanningsystem mit high-speed Galvanometern ..... DM 3990,—
Fordern Sie unseren Katalog an. Schutzgebühr DM 5,— wird bei Erstbestellung erstattet, oder besuchen Sie uns.

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

Fast 10 000 HALBLEITER

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

ELEKTRONIK

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

Neuer KATALOG KOSTENLOS

MÜTER · AT 2 · BMR 95 · RTT 2

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

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

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

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

Bestellen Sie beim Großhandel oder beim Hersteller
U. Müter, Krikedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Telefon (0 23 68) 20 53, Fax (0 23 68) 5 70 17.

Vorverstärker-Design

Entwicklungskriterien für Audio-Vorstufen (Teil 2)

John Linsley Hood

Ein wesentlicher Aspekt für die Entwicklung guter Vorverstärker ist schon immer die verfügbare Aussteuerungsreserve gewesen. Das gilt ganz besonders für Entzerrerschaltungen und Stufen zur Klangeinstellung.

In den frühen Tagen der transistorisierten Vorverstärker waren Keramik- und Kristalltonabnehmer weit verbreitet, weil sie gegenüber magnetischen Stereo-Tonabnehmern recht preisgünstig waren. Ihre Beschaltung wurde im ersten Teil dieses Artikels nicht angesprochen, weil die mit der Entzerrung des Frequenzgangs verbundenen Probleme und Beschränkungen auf sie nicht in der gleichen Weise zutreffen wie auf die magnetischen Tonabnehmer.

Das aktive Element von Kristalltonabnehmern besteht aus wegempfindlichem piezoelektrischem Material. Sein elektrisches Ausgangssignal ist proportional zur Amplitude der Rillen-'Modulation'. Weist die angeschlossene Schaltung einen konstanten Frequenzgang auf, dann führt das bei der Wiedergabe von Schallplatten, die mit dem RIAA-Aufnahmefrequenzgang geschnitten sind, zu einem unkorrigierten Wiedergabefrequenzgang entsprechend Bild 1.

Obwohl die piezoelektrischen Wandler erhebliche Verzerrungen verursachen – ein typischer Verlauf des Klirrfaktors über der Frequenz bei einer Rillenmodulation von 0,03 mm ist für einen keramischen Tonabnehmer in Bild 2 dargestellt –, waren diese Aufnehmer im Amateur- und Consumerbereich sehr verbreitet. Einige Schaltungsentwicklungen zur Optimierung der Eigenschaften keramischer Tonabnehmer wurden von Burrows [1, 2] und dem Autor selbst [3, 4] angegeben.

Kristalltonabnehmer sind mechanisch sehr empfindlich und weisen deutliche Abhängigkeiten von der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur auf. Daher wird gegenwärtig nur noch selten von diesem Tonabnehmertyp Gebrauch gemacht. Im Vergleich dazu sind keramische Tonabnehmer robust und finden heute noch breiten Einsatz in Niedrigpreis-Systemen.

In den damaligen Ausführungen wurde das piezoelektrische Element mit seiner Verbindung zur Abtastnadel so angeordnet, daß in Kombination mit einem nominellen Lastwiderstand von 47 kΩ eine Spannung am Tonabnehmerausgang auftrat, die in etwa der eines normalen Magnetsystems entsprach.

So konnte auch in Verbindung mit keramischen Tonabnehmern eine konventionelle RIAA-Eingangsstufe verwendet werden, deren Empfindlichkeit dann aber nicht allzu hoch sein durfte. Allerdings hatte man im tief- und hochfrequenten Bereich mit Einschränkungen im Frequenzgang zu rechnen.

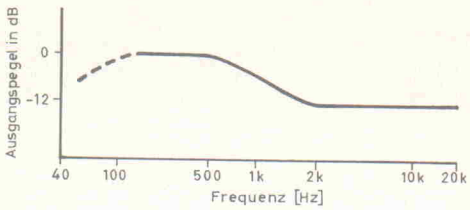


Bild 1. Nicht entzerrter Frequenzgang eines Kristall- oder Keramiktonabnehmers.

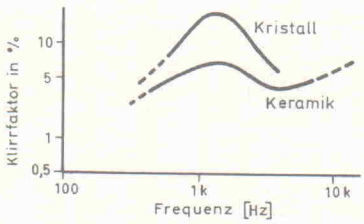


Bild 2. Typische Klirrfaktoren von Kristall- und Keramiktonabnehmern.

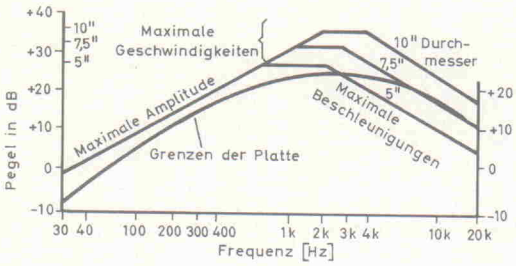


Bild 3. Maximale Schneidpegel von LPs bei drei verschiedenen Durchmessern.

Übersteuerungsreserve

Wenige Themen haben im Bereich der Audio-Technik so viele Diskussionen hervorgerufen wie die sinnvollen Übersteuerungsgrenzen der verschiedenen Verstärkerschaltungen. Die Diskussion ist leider in völlig falsche Richtungen abgeglitten.

Der Grund dafür liegt darin, daß die elektrische Schaltung nicht für sich allein betrachtet werden kann, weil alle Signalquellen, die auf einen Vorverstärker geschaltet werden, eigene systemspezifische Grenzwerte für ihre Ausgangssignale aufweisen. So wird beispielsweise der Aufnahmepegel von Kassettenbandgeräten üblicherweise so gewählt, daß der Spitzenausgangspegel den normalen Aufnahme-Dynamikbereich um nicht mehr als 3 dB überschreitet. Bei einer Überschreitung um 6 dB nimmt der Klirrfaktor bei Kassettengeräten von typisch 0,5 % auf bereits 3 %...5 % zu, und bei einer Überschreitung von 12 dB befindet man sich bereits im Gebiet der magnetischen Sättigung des Bandmaterials mit einer harten Amplitudenbegrenzung des Ausgangssignals.

Ähnliche Grenzen existieren für FM-Tuner und CD-Plattenspieler, bei denen Überschreitungen des maximal zulässigen Ausgangsspannungspegels um 6 dB zu erwarten sind, wobei aber die zu erwartenden Störungen um einiges heftiger ausfallen als bei den oben erwähnten Kassettenrekordern.

Obwohl auf den ersten Blick wenig erkennbar, existieren im Falle des magnetischen Tonabnehmers sehr reale Beschränkungen der Ausgangsspannungsamplitude. Die Höhe der nutzbaren Ausgangsspannung eines derartigen Tonabnehmers hängt einerseits davon ab, bis zu welcher Grenze eine steile wellenförmige Rille in die Plattenoberfläche geschnitten werden konnte, und andererseits davon, in welchem Maße die Tonabnehmernadel einer solchen Rille folgen kann.

Diese Zusammenhänge wurden in einem informativen Artikel von Walton [5] untersucht. In Bild 3 sind die maximal brauchbaren Aufnahmepegel für unterschiedliche Rillendurchmesser von Vinylschallplatten dargestellt.

Unter etwa 1 kHz ist zur Aufrechterhaltung einer konstanten Aufnahmeschnelle eine wachsende Amplitude der Rillenmodulation notwendig. Selbst dann, wenn der Rillenabstand in Erwartung höherer Modulationspegel etwas variiert wird, bleibt eine physikalische Grenze für die erlaubte Rillenauslenkung. Oberhalb ungefähr 2 kHz verursacht die geometrische Form des dreieckförmigen Schneidstichels bei steigender Modulationsfrequenz eine durch die Form hervorgerufene Amplitudenbeschränkung, weil unmittelbar aufeinander folgende Einzelauslenkungen bei großer Amplitude immer weniger gut voneinander getrennt abgebildet werden können.

Walton führt aus, daß bei einem Durchmesser von 7,5 Zoll und einer Frequenz von 2 kHz eine maximale Rillenmodulationsschnelle geschnitten werden kann, die entsprechend 30 dB über 1 cm/s liegt.

Die Firma Shure, Spezialist in der Entwicklung von Tonabnehmern mit sehr weitgehenden Nachführmöglichkeiten, hat für ihre besten Produkte angegeben, daß diese einer Rillenmodulation von +40 dB, bezogen auf 1 cm/s, folgen können. Mit steigender Frequenz nimmt dieser Wert ab. Shure geht offensichtlich davon aus, daß die bei +25 dB und 10 kHz auf ihren Stereo-Testschallplatten auftretenden Geschwindigkeiten bei den meisten Konkurrenten erhebliche Probleme mit den Nachführeigenschaften hervorrufen.

Wird demnach von einer aufgezeichneten Schnelle von 5 cm/s als normaler maximaler Signalamplitude im mittleren Frequenzbereich ausgegangen, dann sorgen die Begrenzungen des Aufnahmeprozesses dafür, daß die maximale Geschwindigkeit der Nadel in stark modulierten Teilen der Aufnahme einen Wert von 30 cm/s – das ist eine Zunahme des normalen Ausgangssignalpegels um den Faktor 6 – nicht überschritten wird. Diese praktischen Begrenzungen der Ausgangsspannung des Tonabnehmers wurde auch von Wolfenden [6] mit Bildern von Shure und durch Kelly [7] beschrieben, der diesen zulässigen Übersteuerungsspielraum bestätigt.

Aber dennoch meinen einige Entwickler von RIAA-Stufen, daß eine 20- bis 30fache Übersteuerungsreserve über der normalen maximalen Ausgangsspannung besser ist als der oben genannte Faktor 6. Durch Anpreisung solcher 'Verbesserungen' in Fachartikeln wird der Eindruck verfestigt, daß solche Schaltungsentwicklungen sowohl gut als auch notwendig sind.

In der Praxis werden dagegen die größten Ausgangsspannungsspitzen durch 'Knackser' auf der Schallplattenoberfläche hervorgerufen, und es wäre eigentlich wünschenswert, daß dadurch keine längeren Übersteuerungsphasen mit zeitweiligem Ausfall der Verstärkerfunktion auftreten, sondern nur kurzzeitige, das Gehör wenig störende Übersteuerungen.

Da eine typische IC-Operationsverstärkerstufe mit einer Versorgungsspannung von ±15 V einen unverzerrten Ausgangsspannungshub von effektiv rund 9,5 V erzeugen kann, sollte diese Stufe in der Lage sein, das Ausgangssignal jeder Schallplatte verarbeiten zu können, deren normaler maximaler Ausgangspegel ohne Begren-

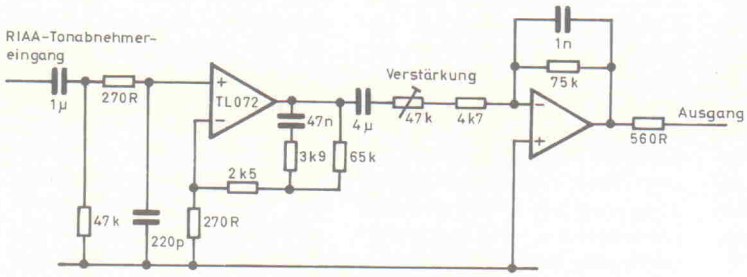


Bild 4. RIAA-Entzerrerstufe mit Pegelvorregler.

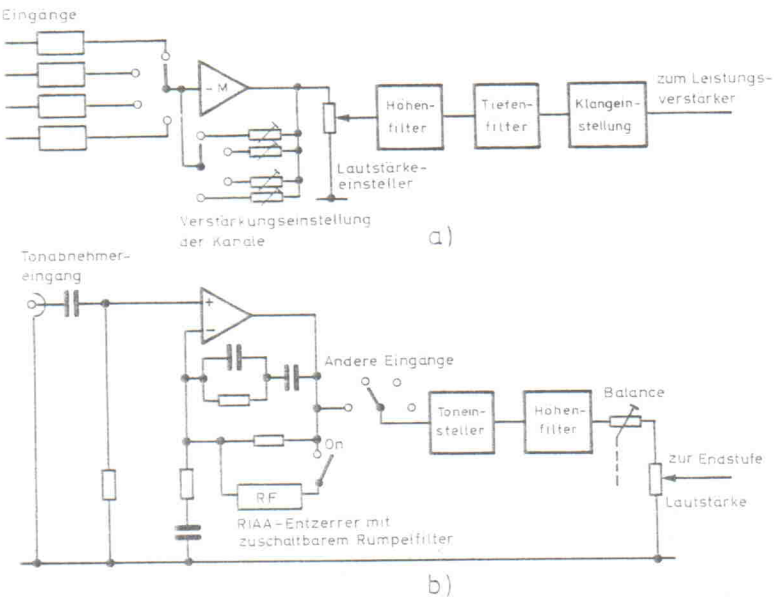


Bild 5. Bei der Variante a (oben) ist der Lautstärkesteller sehr weit vorn in der Schaltung plaziert; die nachfolgenden Stufen müssen auf Rauschminimum optimiert sein. In Schaltung b (unten) liegt der Pegelsteller am Ausgang; hier muß das Hauptaugenmerk auf das Übersteuerungsverhalten der davor liegenden Stufen gerichtet werden.

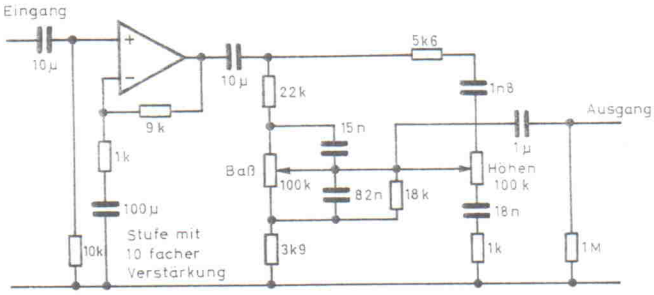


Bild 6. Die typische passive Klangeinstellung weist 'unsymmetrische' Bauteilwerte und logarithmische Potis auf.

zung effektiv weniger als 1,5 V beträgt.

Es existieren mehrere praktische Lösungen für die Anpassung von Signalquellen mit unterschiedlicher Ausgangsspannungscharakteristik an den nachfolgenden Verstärker. (Ein Moving-Coil-Tonabnehmer mit niedriger Ausgangsspannung dürfte etwa 50 µV/cm/s erzeugen; ein Tonabnehmer mit variabler Reluktanz mit hoher Ausgangsspannung erzeugt rund 3 mV bei der gleichen Modulationschnelle.)

Dieses Problem läßt sich am elegantesten durch zwei Arten von Tonabnehmereingängen sowohl mit niedriger als auch hoher Empfindlichkeit lösen. Nahezu alle besseren Vorverstärker weisen diese getrennten Eingänge auf. Alternativ dazu kann an geeigneter Stelle der Schaltung eine Verstärkungseinstellung vorgesehen werden. In Bild 4 haben wir diese Möglichkeit in einem RIAA-Schaltungsentwurf des Autors aufgenommen [8].

Eine weitere Alternative besteht darin, die Lautstärkeeinstellung soweit vorn wie irgend möglich in der Schaltung des Vorverstärkers anzuordnen, üblicherweise zwischen dem Ausgang der RIAA-Stufe und dem Eingang des Klangeinstellteils, so wie es schematisch in Bild 5a dargestellt ist. Diese Konfiguration hat der Autor für seinen integrierten 75-W-Verstärker [9] übernommen; später fand er dieses Konzept auch bei Quad wieder.

Diese Positionierung der verstärkungsbeeinflussenden Elemente beseitigt praktisch alle Probleme, die durch zufällige Übersteuerungen des Eingangs verursacht werden. Nachteilig ist aber, daß jedes von den verschiedenen Vorverstärkerstufen erzeugte Rauschen selbst dann vorhanden ist, wenn die Eingangsverstärkung auf Minimum eingestellt ist. Aus diesem Grund müssen die Vorverstärkerstufen so entworfen werden, daß ihre Rauschpegel so gering wie möglich sind.

Aus diesem Grund ist es in kommerziellen Entwürfen üblich, die Verstärkungseinstellung zwischen das Ende der Vorverstärkerkette und den Eingang des Leistungsverstärkers zu legen, so wie es in Bild 5b dargestellt ist. Damit derartige Schaltungen zufriedenstellend arbeiten, müssen die Verstärkungsfaktoren der aufeinander folgenden Vorverstärkerstufen sorgfältig unter Berücksichtigung der auf sie wirkenden Signalpegel gewählt werden. Jedoch sind die damit verbundenen Probleme einfacher zu lösen als die oben erwähnten 'rauschfreien' Klangsteller.

Nahezu alle frühen Vorverstärkerentwicklungen wiesen eine 'Klangeinstellung' auf, und die Qualität einer Schaltung wurde häufig danach beurteilt, welche Möglichkeiten zur Beeinflussung des Frequenzganges gegeben waren. Diese Systeme zur Klangeinstellung besaßen üblicherweise separate Anhebungen und Absenkungen des Baßbereiches (unterhalb zirka 500 Hz) und der Höhen (oberhalb etwa 1 kHz), um damit Schwächen des Lautsprechers, des wiederzugebenden Musikmaterials oder der Hörumgebung auszugleichen. Diese Klangeinstellungen wurden entweder mit passiven RC-Netzwerken in der Art nach Bild 6 oder in einer auf Baxandall [10] zurückgehenden Version einer rückgekoppelten Klangeinstellschaltung aufgebaut. Einer der Vorteile rückgekoppelter Schaltungen besteht in der Möglichkeit, Potis mit linearer Kennlinie zu verwenden. Um mit passiven Schaltungen die gleichen

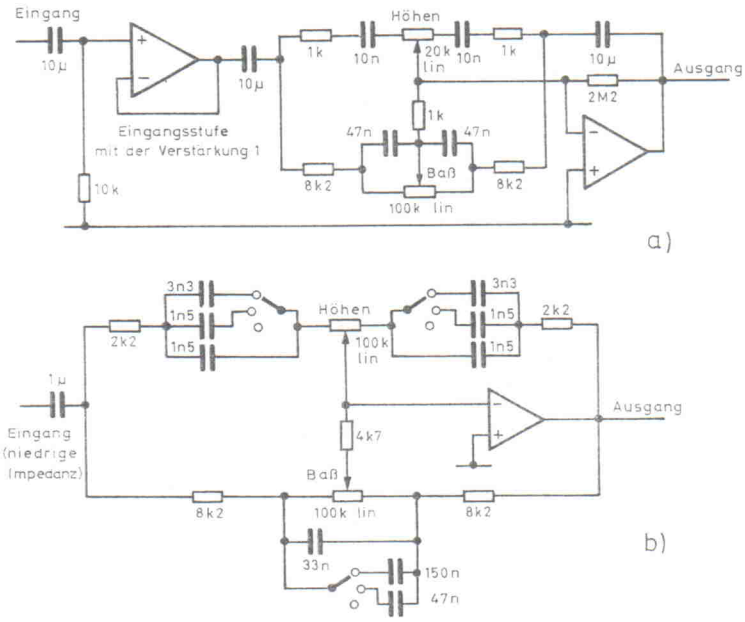


Bild 7. Die Klangeinstellschaltung nach Baxandall (auch bekannt als Kuhschwanz-Entzerrer) ist von den Bauteilwerten und Potis her symmetrisch: oben stetig regelbar mit jeweils einer Eckfrequenz, unten umschaltbar auf mehrere Eckfrequenzen.

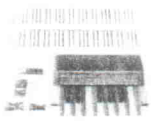
MASTERKEYBOARD LMK3

88 76 Piano-Fertig-Tasten 3 Spitzonen 2 Räder 3 Regler Alter-Trucki 64 Presets 32 Dynamik-Kennlinien Start Stop Cock Panik
Bausatz 1458.- Fertig 1998.-

MASTERKEYBOARD LMK1V2

61 76 88 Tasten 4 Spitzonen 2 Räder 8 Dynamik-Kennlinien Start Stop Continue
Bausatz 698.-/1048.-/1048.-
Fertig 998.-/1398.-/1398.-

DOPPEL-KEYBOARD mit Baßpedal K2B



Bausatz ab 598.-
Fertig ab 998.-
(ohne Geh.)

2 Tastaturen 61 Tasten + Baßpedal 13 Tasten 3 Spitzonen Sustain Prg-Change Start Stop/Cont. 8 Dynamik-Kennlinien Panik

MIDI-BASSPEDAL MBP2

Bausatz ab 238.-
Fertig ab 428.-
(mit Gehäuse)

13 Tasten, nicht dynamisch Prg Change Start Stop/Cont. Transpose Kanal 1–6 Panik

MIDI-EXPANDER SX-16

Bausatz 398.-/428.-
Fertig 448.-/498.-
(ohne/mit Gehäuse)

16-stimmig, 8-facher Multi-Mode 99 Sounds 30 gesampelte Rhythmusinstrumente 16 Bit

MIDI-MERGER MMG4/2

Bausatz 158.-/178.-
Fertig 198.-/228.-
ohne/mit Gehäuse

4 MIDI-In 2 MIDI-Out 2 Betriebsarten 4-in-1 2 x 2-in-1 Activity/Mode Power-LED Panik

MIDI-CV-INTERFACE MCV1

Bausatz 148.-
Fertigmodul 198.-
(ohne Gehäuse)

1-stimmig V/Okt und Hz V Gate +5V Polarität +/- umschaltbar Pitch-Bend Kanal 1–16

MIDI-GATE-INTERFACE MTG128

Bausatz 198.-
Fertig 298.-
(64 K., o.Geh.)

64/128 Gate-Ausgänge +5V ansteuerbar mit Note on/off oder Prg.-Ch. Kanal wählbar

MIDI-OUT-NACHRÜSTUNG FÜR TASTATUREN, AKKORDEONS ETC. MONA

Bausatz ab 196.-
Fertig ab 326.-

4 Kanäle, max. 141 Kontakte, mit oder ohne Dynamik, Transpose, Prg.Ch., Start Stop Cont. Sustain 8 Dynamik-Kennlinien Panik

Gesamt-Info DM 2.- in Briefmarken
Preise ohne Netzteile, zuzügl. Versandkosten, Versand per UPS-Nachnahme
Kein Ladenverkauf. Vorführungen und Abholungen nur nach Vereinbarung

DOEPFER MUSIKELEKTRONIK
Inhaber Dieter Doepfer
Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

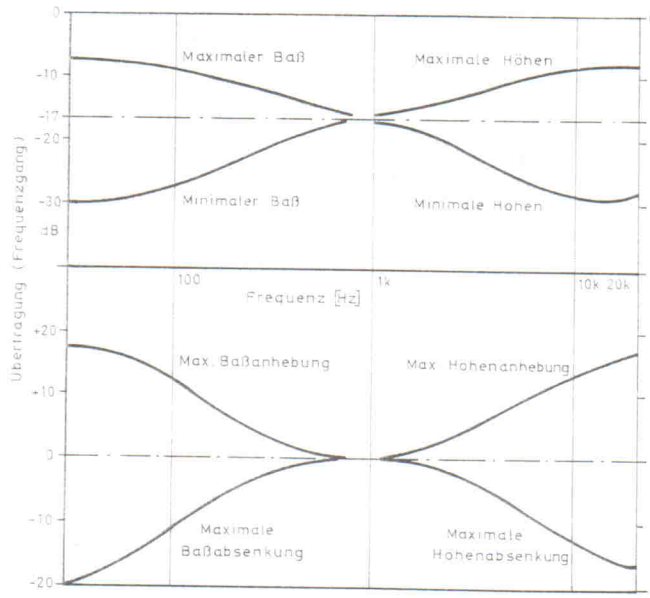


Bild 8. Maximalkurven der passiven Schaltung nach Bild 6 (oben) und der aktiven Schaltung nach Bild 7 (unten).

Beeinflussungen des Frequenzganges zu erreichen, müssen die Bauteile etwas 'schräg' dimensioniert werden, und sie ergeben in Mittenstellung nur dann einen geraden Frequenzgang, wenn Potentiometer mit nichtlinearer Kennlinie verwendet werden.

Hinzu kommt, daß ein rückgekoppeltes System immer mit minimaler, zur Einstellung des gewünschten Frequenzganges notwendiger Verstärkung arbeiten kann, während die einer passiven RC-Klangeinstellung vorangehende oder folgende Verstärkerstufe immer bei voller Verstärkung arbeiten muß. Dadurch wird die verfügbare Aussteuerungsreserve reduziert.

Bild 8 zeigt die Möglichkeiten der Frequenzgangbeeinflussung passiver und aktiver Schaltungen. Es ist klar, daß mit solch einfachen Schaltungen nicht alle Unzulänglichkeiten im Frequenzgang des gesamten Audio-Systems beseitigt werden können. Dieser Umstand veranlaßte die Schaltungstechniker, Klangeinsteller mit mehr und außerdem gezielteren Einstellmöglichkeiten zu entwerfen und anzubieten.

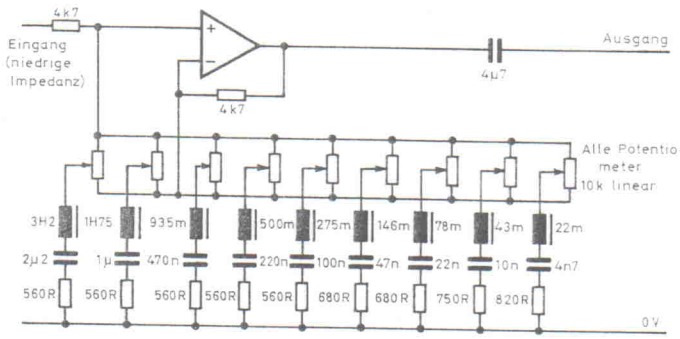


Bild 9. Schaltbild des 9-Band-Equalizers nach Reg Williamson aus dem Jahr 1973.

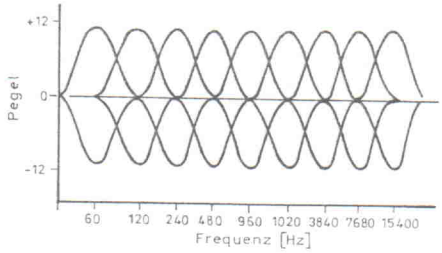


Bild 10. Frequenzgang des 'Graphic Equalizers' nach Bild 9.

Grafische und parametrische Frequenzgangbeeinflussung

Weitergehende Möglichkeiten zur Beeinflussung von Frequenzgängen bestehen einerseits in der einfachen Umschaltung von Kapazitäten im Klangeinsteller, so wie der Autor es im Vorverstärker seines 75-W-Entwurfes entsprechend Bild 7b vorgesehen hat, und andererseits in der Verwendung einer Schaltung, mit der jeder Abschnitt des Audio-Frequenzbandes jeweils unabhängig von den anderen eingestellt werden kann.

Üblicherweise wird das Audio-Band in individuell einstellbare oktavbreite Frequenzsegmente unterteilt. Geräte dieser Art tragen meist die Bezeichnung 'Graphic Equalizer'. Bild 9 zeigt eine typische, auf Williamson [11] zurückgehende Schaltung zur Klangbeeinflussung. Die damit erreichbaren Grenzen der Frequenzgangbeeinflussung sind in Bild 10 dargestellt. Neben diesen mittlerweile von nahezu allen Herstellern erhältlichen Equalizern bietet Hitachi in den meisten seiner modernen Vorverstärker eine vereinfachte Form des grafischen Equalizers an.

Die an diesen Geräten vielfach möglichen Spielereien und Biegereien am Frequenzgang sind jedoch dem wahren HiFi-Liebhaber ein Greuel. Das ist wahrscheinlich der Grund, der zur Entwicklung des sogenannten 'parametrischen Equalizers' führte. Die Schaltungsstruktur ähnelt der des grafischen Equalizers, allerdings wird nur ein 'Buckel' oder ein 'Tal' erzeugt, dessen Verstärkung und Frequenzlage so gewählt werden kann, daß eine ganz gezielte Beeinflussung eines Punktes im Audio-Frequenzband möglich wird.

Andere Systeme zur Klangbeeinflussung

Eine weitere Möglichkeit zur lokalen Frequenzgangkorrektur, der nicht den natürlichen Spieltrieb des Anwenders unterstützt, besteht in der Verwendung des vom Autor vorgeschlagenen Systems umschaltbarer RC-Kombinationen [12]. Die einstellbaren Frequenzgänge sind in Bild 11 dargestellt. Die zugehörige Schaltung wird

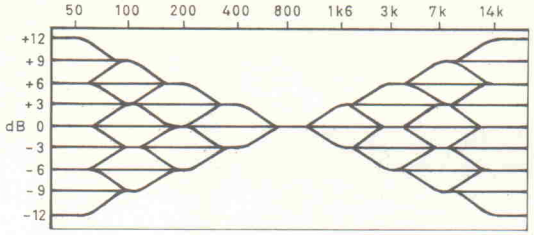


Bild 11. Schaltbare Klangeinsteller führen zu leicht reproduzierbaren Frequenzgängen.

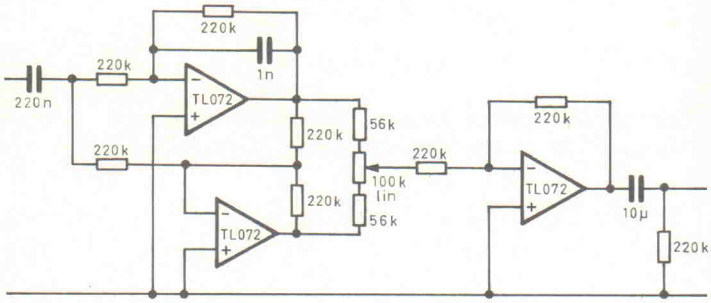


Bild 12. S-Schlag-Klangeinsteller sind einfacher aufgebaut, gestatten dafür aber auch keine 'dramatischen' Eingriffsmöglichkeiten.

im englischen Sprachraum häufig als 'Clapham Junction' bezeichnet, was wohl auf einen großen und bekannten Verschiebebahnhof hindeuten soll.

Immer bessere Signalquellen und erheblich verbesserte Übertragungs- und Wandlersysteme in den Tonabnehmern verringern jedoch die Probleme mit unregelmäßigen Frequenzgängen, so daß ernstzunehmende Gerätehersteller in zunehmendem Maße auf Klangeinstellungsschaltungen verzichten und Systeme ohne jede Modifikationsmöglichkeit des Frequenzganges anbieten. Dadurch vermindern sich auch die Kosten.

Andere Hersteller, die nicht auf eine Klangeinstellung verzichten zu können glaubten, haben aber zumindest die Regelmöglichkeiten eingeschränkt: Eine von Bingham [13] veröffentlichte Schaltung für eine 'schwache' Frequenzbeeinflussung ist in Bild 12 dargestellt. Die damit erreichbaren Veränderungen des Frequenzganges sind in Bild 13 wiedergegeben.

Diese Art der Klangbeeinflussung wird von Quad unter Verwendung der Schaltungstechnik nach Bild 14 in aktuellen Vorverstärkern eingesetzt.

Filter

Der ursprüngliche Grund für den Einsatz steiler Baß- und Höhenfilter bestand darin, Schellackplatten mit ihren sozusagen systemimmanenten Rausch-, Kratz- und Schmirgelgeräuschen so naturgetreu wie möglich wiederzugeben. Obwohl das seit langer Zeit kein Thema mehr ist, wiesen die meisten qualitativ hochwertigen Vorverstärker ein schaltbares, steilflankiges Tiefpaßfilter mit hochliegender Eckfrequenz zur Rauschverminderung auf. Außerdem wurde üblicherweise ein steilflankiges Hochpaßfilter mit einer Eckfrequenz zwischen 10 Hz und 50 Hz vorgesehen, um das 'Rumpeln' schlechter Tonarmlagerungen zu unterdrücken. Derartige Filter wurden sowohl beim Schneiden als auch bei der Wiedergabe von Schallplatten verwendet.

Zur Realisierung von Höhenfiltern können aktive und passive Schaltungen verwendet werden. Sollen Steilheiten von 12 dB/Oktave oder mehr erreicht werden, finden in der Regel die in Bild 15 dargestellten LC-Netzwerke Verwendung. Die zum Aufbau von Rumpelfiltern notwendigen Induktivitäten sind allerdings so groß und fangen das allgegenwärtige Netzbrummen so wirkungsvoll auf, daß hier aktive Schaltungen bevorzugt werden sollten.

In einigen Fällen wurde die Funktion des Rumpelfilters in das RIAA-Entzerrernetzwerk integriert, wie beispielsweise in den früheren Schaltungen des Autors [3], von Dinsdale [14]

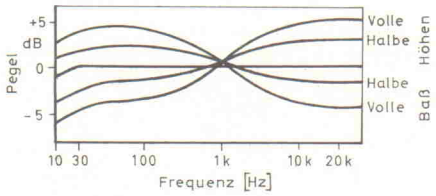


Bild 13. Der Begriff 'S-Schlag-Einsteller' erklärt sich aus diesen Frequenzgängen.

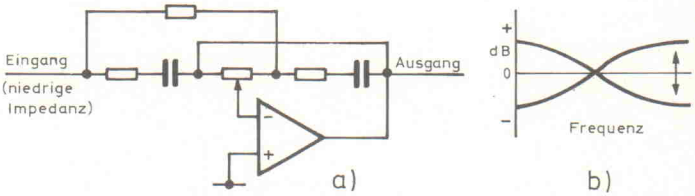


Bild 14. Die S-Schlag-Variante von Quad mit zugehörigem Frequenzgang.

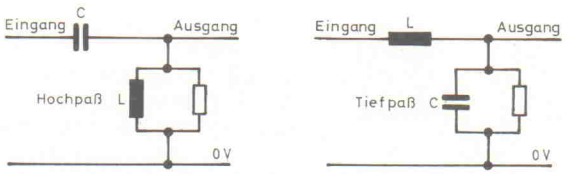


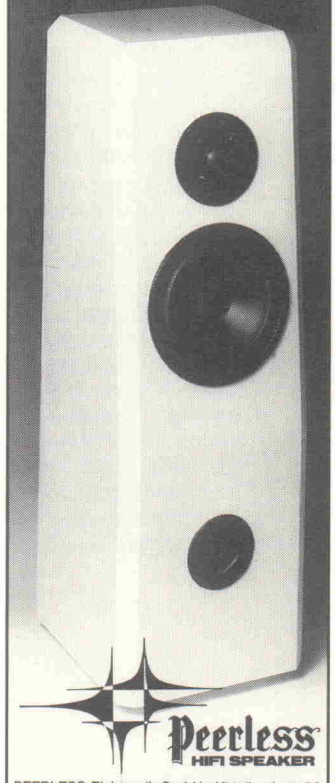
Bild 15. Hoch- und Tiefpaßfilter dienen der Unterdrückung von Rausch-, Brumm- und Rumpelstörungen. Hier einige Ausführungen mit LC-Gliedern.

TENNERT-ELEKTRONIK
Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR
AD-DA-WANDLER-ICs
CENTRONICS-STECKVERBINDER
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDER + KABEL
EINGABETASTEN DIGITASTEN
EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
IC-SOCKEL+TEXTOOL-ZIP-DIP
KABEL RUND-FLACH-KOAX
KERAMIK-FILTER + DISKRIM.
KONDENSATOREN
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER-ICs V24
LINEARE- + SONSTIGE-ICs
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN
LÜFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEGM.
QUARZE + -OSZILLATOREN
RELAIS -REED-PRINT-KARTEN
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP+WIPP+DIP
SICHERUNGEN 5x20+KLEINST
SMD-BAUTEILE AKTIV+PASSIV
SOLID-STATE-RELAIS
SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
SPEICHER EPROM-RAM-PAL
STECKVERBINDER DIVERSE
TASTEN + CODIERSCHALTER
TRANSFORMATOREN 1,6—150 VA
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN
KATALOG AUSG. 1989/90
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN — 240 SEITEN
SCHUTZGEB. 3,— (BRIEFMARKEN)

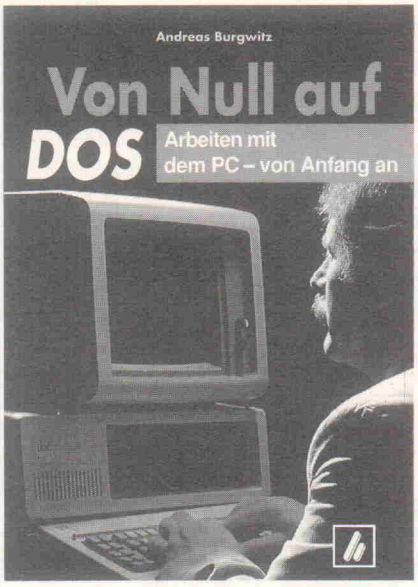
7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 71 51) 6 82 32

LEDIS 1
HiFi-Lautsprecher für Anspruchsvolle.
Der Selbstbau mit Erfolgsgarantie.



PEERLESS Elektronik GmbH · Kittelbachstr. 20
4000 Düsseldorf 31 · Telefon (02 11) 40 10 25
WIEN-SCHALL · Wien · Tel. (02 22) 81 15 51 50

COMPUTERBUCH



Ohne Kenntnisse über das Betriebssystem kann man einen IBM PC oder kompatiblen Rechner kaum effizient einsetzen. Selbst wer ausschließlich 'Programme von der Stange', etwa zur Textverarbeitung, benutzt, wird immer wieder mit Funktionen des Betriebssystems konfrontiert.

Dieses Buch ermöglicht Anwendern ohne Vorkenntnisse den Einstieg in die Arbeit mit PCs. Nach einer kurzen Erklärung der unumgänglichen Grundbegriffe lernt der Leser zuerst die in der Praxis oft benötigten DOS-Befehle kennen, die er sofort ausprobieren kann. Seltener verwendete Anweisungen und Befehlsformen sind entweder gruppenweise in eigenen Kapiteln behandelt oder deutlich von den 'praxisgerechten' Befehlsformen abgesetzt.

Ganz nach Wunsch kann jeder Leser seinen individuellen Weg **Von Null auf DOS** beschreiten – indem er sich entweder auf die Kenntnis einer am PC-Benutzeralltag orientierten Befehlsauswahl beschränkt oder sich alle Befehle und Befehlsformen aneignet. Speziellen Problemen, die in der Praxis oft auftauchen – wie etwa der Systemkonfiguration – ist im Anhang Rechnung getragen. Ein kleines Lexikon der verwendeten Computer-Fachausdrücke sowie ein umfangreiches Stichwortverzeichnis runden das Buch ab.

Im Buchhandel oder beim Verlag erhältlich 824/2.2

Broschur, ca. 220 Seiten
DM 29,80 / öS 232,- / sfr 27,50
ISBN 3-88229-004-8

HEISE

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

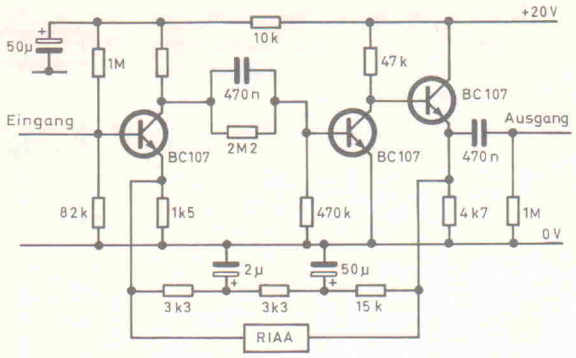


Bild 16. Diese RIAA-Entzerrerstufe mit integriertem Rumpelfilter wurde 1966 von Bailey vorgeschlagen.

und Bailey [15], dessen Schaltung in Bild 16 dargestellt ist. Heute werden solche Filterstufen üblicherweise separat nach einer der Schaltungen in Bild 17 aufgebaut, so daß sie auch ohne Veränderung anderer Funktionen abschaltbar sind.

Hinsichtlich Verlauf und Flankensteilheit der verwendeten Filter muß ein Kompromiß eingegangen werden. Eine zu geringe Flankensteilheit ist wenig wirksam, während eine zu stark abfallende Flanke mit Klangverfärbungen oder – schlimmer noch – mit dem sogenannten Filterklingeln verbunden ist, was besonders im Höhenbereich auffällt.

Im nächsten Teil dieses Artikels gehen wir näher auf ICs und andere Verstärkungselemente sowie auf Eingangsumschaltsysteme, Balancesteller und Netzteile ein.

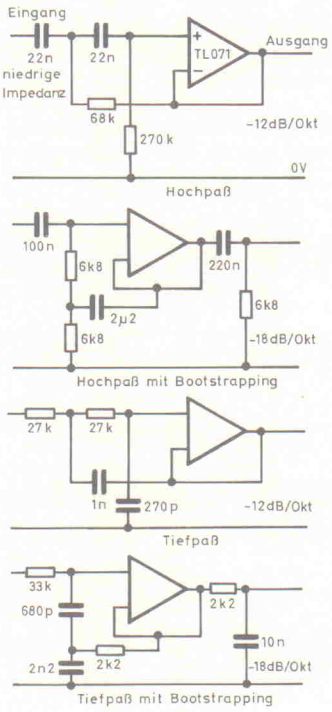


Bild 17. Filterschaltungen mit einem Verstärkungsfaktor von 1 können ohne großen Aufwand mit einem Bypass-Schalter umgangen werden, falls man sie nicht benötigt. Hier einige Beispiele für Hoch- und Tiefpaßschaltungen.

Literatur

[1] Burrows, B. J. C., Wireless World, Februar 1970, S. 56–60.

[2] Burrows, B. J. C., Wireless World, Juli 1971, S. 321–324.

[3] Linsley Hood, J. L., Wireless World, Juli 1969, S. 306–310.

[4] Linsley Hood, J. L., Wireless World, Mai 1970, S. 207.

[5] Walton, J., Wireless World, Dezember 1967, S. 581–588.

[6] Wolfenden, B. S., Wireless World, Dezember 1976, S. 54.

[7] Kelly, S., Wireless World, Dezember 1969, S. 548–555.

[8] Linsley Hood, J. L., Wireless World, Oktober 1982, S. 32–36.

[9] Linsley Hood, J. L., Hi-Fi News and Record Review, Januar 1973, S. 60–63.

[10] Baxandall, P. J., Wireless World, Oktober 1952, S. 402–405.

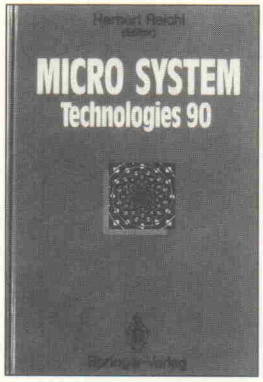
[11] Williamson, R., Hi-Fi News and Record Review, August 1973, S. 1484–1491.

[12] Linsley Hood, J. L., Wireless World, November 1972, S. 60–64.

[13] Bingham, J., Hi-Fi News and Record Review, Dezember 1982, S. 64–65.

[14] Dinsdale, J., Wireless World, Januar 1965, S. 2–9.

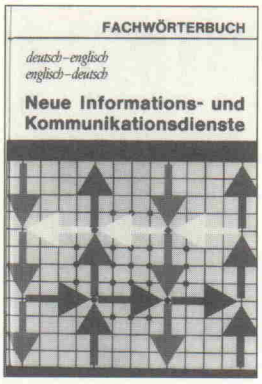
[15] Bailey, A. R., Wireless World, Dezember 1966, S. 598–602.



Micro System Technologies 90

Vom 10.–13. September 1990 fand erstmals der internationale Kongreß 'Micro System Technologies' statt. Das übergreifende Thema der Veranstaltung lautete: 'Vergrößerung der Integrationsdichte durch Kombination von Mikroelektronik, Mikrooptik und Mikromechanik'. Pünktlich dazu kam ein fast 900 Seiten starker Tagungsband heraus, der die wichtigsten Themengebiete in Neudeutsch (Englisch) behandelt. Dazu gehören Simulation und Design, Messung und Test, Materialien, Technologien sowie Basiskomponenten und Applikationen. Die einzelnen Beiträge werden dabei in recht komprimierter Form dargestellt und decken ein weites Themenspektrum ab. Ein gelungenes Werk also, um sich einen Überblick über neueste Forschungsergebnisse im Bereich der Mikrosystemtechnik zu verschaffen. Dem interessierten Leser ohne Vorkenntnisse kann diese Lektüre jedoch nicht ohne weiteres empfohlen werden. TL

H. Reichl
Micro System Technologies 90
Heidelberg 1990
Springer-Verlag
858 Seiten
DM 298,–
ISBN 3-540-53025-8



Fachwörterbuch Neue Informations- und Kommunikationsdienste

deutsch/englisch, englisch /deutsch

Telefax, Bildschirmtext, Mobilfunk, Satellitenfernsehen – das sind nur einige der Dienste, zu deren Beschreibung tausende neuer technischer Fachbegriffe, englischsprachige zumeist, geprägt wurden. Rund 13 500 Wortstellen hat der Autor in diesem Wörterbuch zusammengetragen, wobei ISDN-Begriffe den Schwerpunkt bilden; im Anhang finden sich acht Tabellen, zum Beispiel zur Temex-Struktur und zum ISO-Referenzmodell.

Insbesondere der bevorstehende europäische Binnenmarkt wird einen erweiterten Bedarf an Kommunikationsdiensten schaffen, so daß die Arbeit des Autors noch an Bedeutung gewinnen wird. Als Zielgruppen des Buches nennt das Vorwort 'Fachübersetzer und Nachrichtentechniker, aber auch Diensteanbieter und Bedarfsträger sowie die Berichterstatter über diese Technik.' Der Berichterstatter dankt für seine Erwähnung. fb

Horst E. von Renouard
Fachwörterbuch Neue Informations- und Kommunikationsdienste
Heidelberg 1990
Hüthig Buchverlag
280 Seiten
DM 88,–
ISBN 3-7785-1801-1

Digitale Signalverarbeitung

Obwohl das Buch bereits 1987 erschienen ist, sein Thema ist aktueller denn je. Seit Jahrzehnten eingeführte analoge Verfahren zur Erfassung, Analyse und Weiterverarbeitung analoger Meß-, Steuer- oder Regelsignale werden zunehmend auf digitaler Basis gelöst.

Für den in der Forschung, Entwicklung oder Ausbildung tätigen Ingenieur gibt das Buch eine fundierte Einführung in eine Reihe von Betrachtungsweisen und Methoden der rechnergestützten beziehungsweise der digitalen Verarbeitung von Analogsignalen. Besonderer Wert wird dabei auf die Vermittlung von Grundlagen sowie auf die Vorstellung und Diskussion von Methoden der allgemeinen Signalanalyse gelegt. Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Lektüre ist jedoch, daß der Leser mathematisch fest im Sattel sitzt. PvH

Norbert Hesselmann
Digitale Signalverarbeitung
Würzburg 1987
Vogel-Verlag
216 Seiten
DM 38,–
ISBN 3-8023-0707-0

HeNe-Laser-Praxis

'Anwendungsbeispiele in Hobby und Meßtechnik' lautet der Untertitel – und er hält, was er verspricht. Das Buch vermittelt sowohl Grundlagenkenntnisse als auch praxisorientierte Applikationen zu diesem überaus interessanten Teilgebiet der Optoelektronik. Dabei befassen sich die Autoren in erster Linie mit Helium-Neon-Lasern und deren Einsatz im Amateurbereich für optische Experimente sowie in der Meßtechnik zum Aufbau einfacher Prüfeinrichtungen.

Elektronikamateure finden hier unkomplizierte Spielereien mit HeNe-Lasern; der Praktiker, Meßtechniker und Ingenieur in Entwicklung, Fertigung und Qualitätskontrolle profitiert von praktischen Applikationsbeispielen. cb

Bauch/Silzner
HeNe-Laser-Praxis
München 1991
Franzis-Verlag
131 Seiten
DM 32,–
ISBN 3-7723-6432-2

Elektronische Schaltungen und Systeme

Weil der Titel dieses Buches allzu nichtssagend ist, hat das Verlagshaus Vogel flugs mit einem Aufkleber reagiert, um dem Inhalt gerecht zu werden: Simulieren, analysieren, optimieren mit Spice.

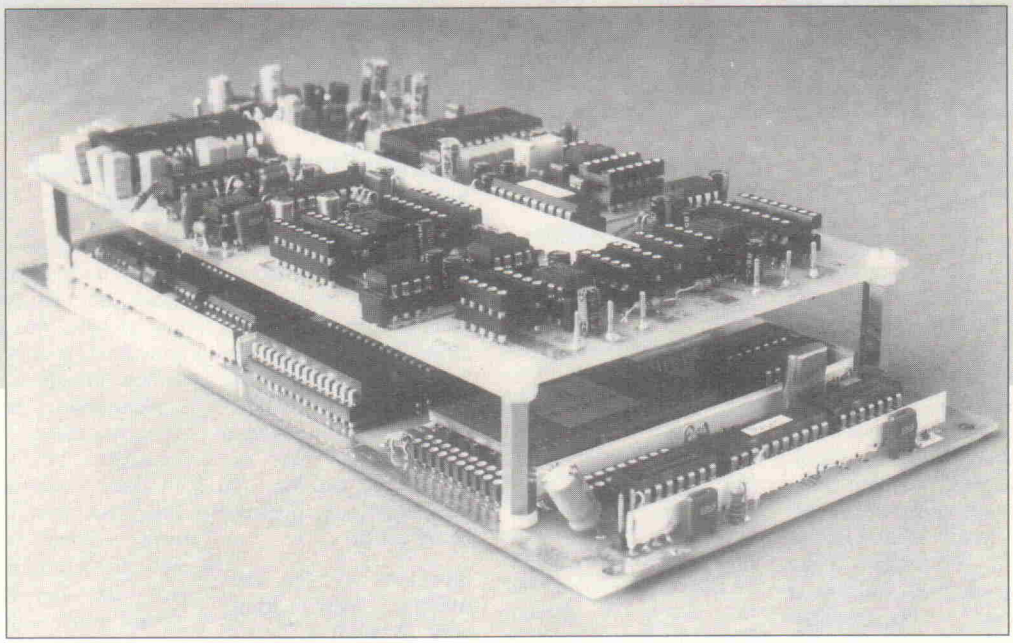
Es sollen Entwicklungsingenieure und Studenten angesprochen werden, die ihre Designtätigkeit vom Labortisch an den PC verlagert haben oder wollen. Anhand von sehr ausführlichen Beispielen werden Schaltungssimulationen aus der Analog- und Digitaltechnik sowie aus der Mikrowellen- und Regelungstechnik behandelt.

Karl-Heinz Müllers Buch ist eine Bereicherung in der sehr dünnen Publikationsluft, die die praktische Seite des Einsatzes der Simulationstechnik behandelt.

Karl-Heinz Müller
Elektronische Schaltungen und Systeme
Würzburg 1990
Vogel-Verlag
312 Seiten
DM 58,–
ISBN 3-8023-0292-3

Signal-Doppeldecker (2)

Komplettlösung mit AT&Ts DSP 32



Thomas Laux

Die Hardware-Realisierung der analogen Schnittstellen steht im Mittelpunkt dieses Abschnitts des Signal-Doppeldecker-Projekts. Im Klartext handelt es sich um zwei 14-Bit-Eingänge und einen 16-Bit-Ausgang. Als erstes jedoch noch einige Spezialitäten die Prozessor-Platine betreffend.

Zur Erzeugung eines Hardware-Resets benötigt der DSP 32 eine Reset-Sequenz, die synchron zu seiner Taktfrequenz abläuft und in Bild 4 dargestellt ist. Die Erzeugung dieser Sequenz übernimmt das Schaltwerk IC35 zusammen mit dem D-Flipflop IC33. IC33 übernimmt dabei die Verknüpfung des von der externen seriellen Schnittstelle kommenden SRES-Signals mit der Ladekurve von C48. Der Elko dient einerseits zur Entprellung des Tasters B 1 und andererseits zur Generierung eines 'Power-Up-Resets' beim Einschalten der Betriebsspannung.

Der Reset: Mehr als eine Pegeländerung

Die Funktionsweise der Schaltung wird am einfachsten durch den Zustandsfolgegraphen des Schaltwerks deutlich: Beim Anlegen der Versorgungsspannung springt der Ausgang Q von IC33 aufgrund einer internen Initialisierungsschaltung auf logisch '1'. Unabhängig vom jeweiligen Zustand wird IC35 in den Wartezustand versetzt, so daß der Power-Up-Reset auch noch bei kleinen Zeitkonstanten $\tau = R\,40 \times C48$ möglich ist. Während sich C48 über R40 auflädt, erreicht die Ladekurve, abhängig von der Zeitkonstanten, den Schwellwert, so daß sich der Q-Ausgang ändert. Daraufhin werden die Zustände der Reihenfolge nach durchlaufen. Im Zustand 29 findet erneut eine Aktivierung des PRESET-Eingangs statt, bei dem der Ausgang Q erneut gesetzt wird und das Schaltwerk in seinen Ruhezustand zurückkehrt. Ein erneutes Auslösen der Sequenz ist danach entweder durch die Entladung von C48 über den Taster B 1 oder durch eine Aktivierung des CLEAR-Eingangs mittels eines negativen Impulses möglich. Die Widerstände R42 und R43 (Pull-Up) dienen dabei nur zur Erhöhung der Störsicherheit.

Eine Änderung innerhalb der Reset-Sequenz darf nur während der negativen Flanke der Systemfrequenz erfolgen. Dazu ist das Schaltwerk mit einem zur System-Clock um 180° verschobenen Takt (CLK4, Bild 5) zu betreiben.

Der Oszillator

Der Oszillator besteht aus zwei in Reihe geschalteten Invertern, die über die Gegenkopplungswiderstände R 44 und R 45 zu invertierenden Analogverstärkern umfunktioniert werden. C49 könnte theoretisch entfallen, da mit seiner Hilfe nur eine Pegelanpassung erfolgt. Den für einen Oszillator wichtigen Mitkopplungszweig bildet der Quarz. Die nachfolgenden Inverter dienen als Ausgangstreiber und entlasten den Oszillatorkreis. CLK4 entspricht dabei dem um 180° verschobenen CLK-Signal.

Frei nach dem Motto 'Doppelt genäht hält besser' wurde ein AS1004 für den Oszillator eingesetzt. Damit können Ströme bis zu 45 mA getrieben werden. Warum auch nicht? Schließlich hätte die Platine ja auch um vieles länger werden können.

Spannungsversorgung

Die digitale wie auch analoge Spannungsversorgung erfolgt mit nur einem Netzteil. Es sind einige Vorkehrungen getroffen worden, um die Störspannungen auf der Versorgungsspannungsebene zu reduzieren. Denn auch digitale Bausteine reagieren ab einem bestimmten Störspannungsniveau recht unwillig.

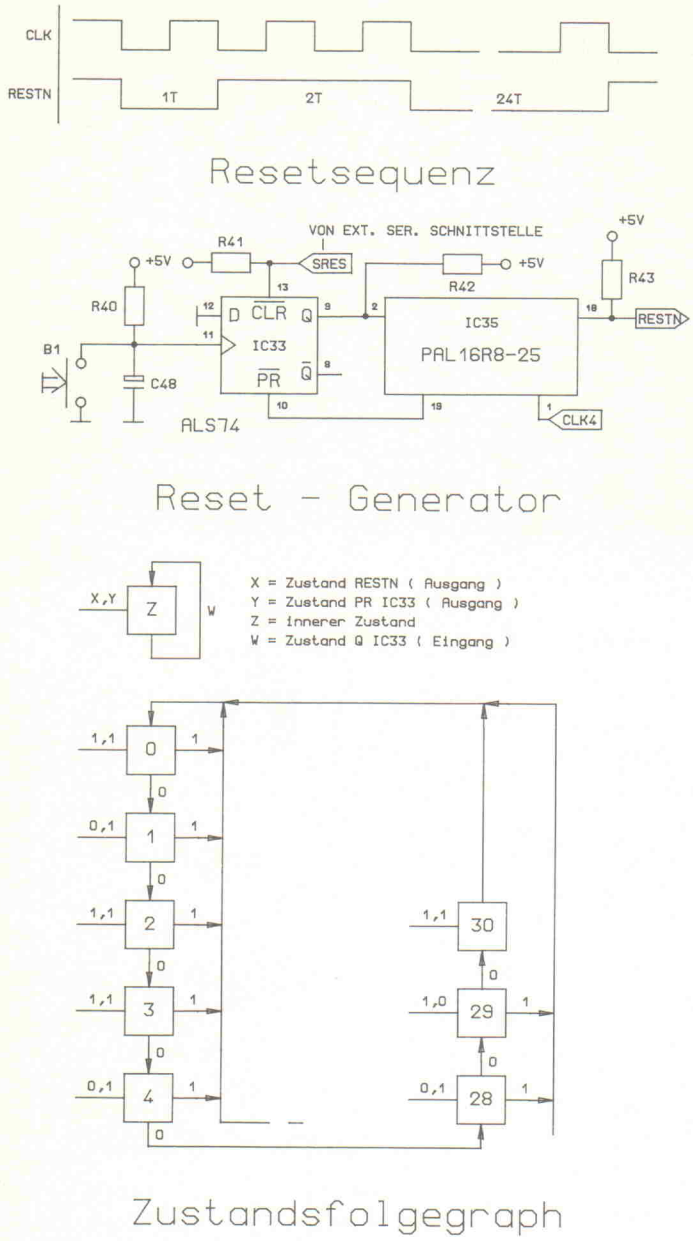
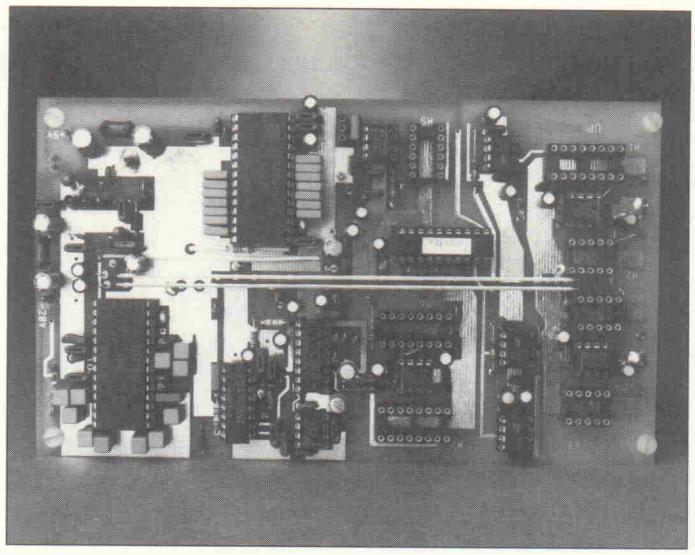


Bild 4. Zur Erzeugung eines Hardware-Resets benötigt der DSP32 eine Reset-Sequenz, die synchron zu seiner Taktfrequenz abläuft.



Der obere 'Flügel' des Signal-Doppeldeckers: die Platine für die analogen Schnittstellen.

Nachfolgend die Maßnahmen im einzelnen:

- Nahezu sternförmiger Verlauf von Masse- und Versorgungsleitungen.
- Verwendung von induktivitätsarmen, hochkapazitiven 2poligen Stromschienen.
- Einsatz von Fassungs-Abblockkondensatoren.

Im Kasten 'Entstörpraxis' ist ein kleiner Exkurs zu diesem Themenbereich zu finden.

Die analoge Eingangsstufe

Um ein durch Abtastung gewonnenes, diskretes Signal in sein kontinuierliches Äquivalent überführen zu können, muß nach Shannon, dem Meister aller Abtasttheoreme, folgende Bedingung erfüllt sein: die Abtastfrequenz muß mindestens den doppelten Wert der analogen Eingangsfrequenz betragen. Diese Bedingung setzt eine Bandbegrenzung des abzutastenden Eingangssignals voraus, die über Tiefpaßfilter in der analogen Eingangsstufe erfolgt. Aufgrund der nichtidealen Übertragungseigenschaften realer Tiefpässe – der Übergang zum Sperrbereich ist leider nicht ideal steil – ist es zweckmäßig, das Verhältnis $f_{Abtast}/f_{Eingang}$ mindestens auf den Faktor 2,6 zu vergrößern, da auch der Amplitudengang eines mehrpoligen Tiefpaßfilters nie dem eines idealen entspricht.

Wegen der geringen räumlichen Abmessungen und der problemlosen Eckfrequenzeinstellung bot sich das Switched-Capacitor-Filter XR1015 an, nachfolgend nur noch als 'SCF' bezeichnet. Es handelt sich um einen elliptischen Tiefpaß 7. Ordnung, dessen Eckfrequenz über eine Steuerfrequenz, hier CLK2, einstellbar ist. Wie so oft im Leben werden Vorteile jedoch meist durch Nachteile erkauft. In der Testphase des Bausteins traten folgende Mängel des XR1015 zutage:

- Beginnend bei einer Eckfrequenz von 19 kHz besteht eine Abhängigkeit zwischen der filterinternen Offsetspannung und der Eingangsamplitude. Folglich ist eine Gleichspannungsmessung nur mit Frequenzen unterhalb des genannten Werts sinnvoll.
- Die Funktionsweise des SCF basiert auf geschalteten Kapazitäten. Somit besitzt das analoge Ausgangssignal, ähnlich dem Ausgang eines D/A-Wandlers, eine Fülle von Oberwellen, deren Grundwelle der Hälfte der Taktfrequenz entspricht. Ein nachgeschalteter Tiefpaß (IC4) dient der Behebung des Schadens. Für Leser, die mit Störanteilen auf ihrem Meßsignal nicht leben wollen oder können, sei gesagt: 2 Jumper umgesteckt (JP2' bzw. JP2"), und das Übel (der SCF) ist beseitigt.
- Überschreitet das Eingangssignal den Wert der halben Steuerfrequenz, so findet eine Überlagerung im Nutzsignalbereich (Aliasing) statt. Eine Bandbegrenzung (IC1, Bild 6) muß also schon vor dem SCF erfolgen.

Aus diesen Überlegungen heraus und der Forderung nach einem Amplitudengang mit geringer Welligkeit im gewünschten Meßbereich (0...20 kHz) basiert sowohl ein 2poliges Butterworthfilter im Eingang als auch ein 3poliges am Ausgang der SCFs. Höhere Ordnungen waren aus Platzmangel nicht realisierbar. Die Kombination von Vor-, Haupt- und Nachfilter kann dabei jedoch nicht als 11poliges Gesamtfilter

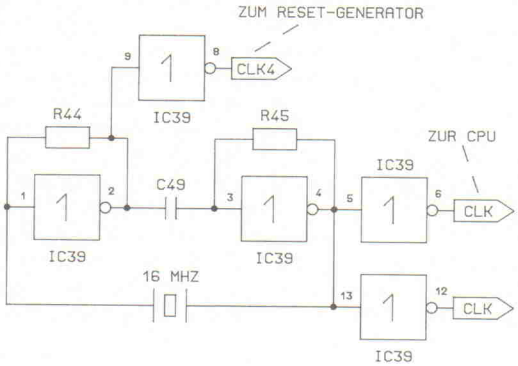


Bild 5. Frei nach dem Motto 'Doppelt genäht hält besser' wurde ein AS1004 für den Oszillator eingesetzt.

Entstörpraxis

Baugruppen untereinander oder auch Teile davon können über die Versorgungsspannungsleitungen miteinander verkoppelt sein. Es gelangen dann Signale einer Baugruppe zur anderen. Dies führt einerseits zu einer Verschlechterung des Störabstands und kann andererseits bei Verstärkern mit hohen Verstärkungen auch zu einer Mitkopplung führen.

Eine solche Verkopplung wird durch die Dämpfung des Störsignales auf dem Weg von der störenden Baugruppe zur gestörten vermieden. Folgende Methoden bieten sich dafür an:

– Getrennte Versorgungsleitungen für jede Stufe (Sternpunktverdrahtung). Der Innenwiderstand der einzelnen Versorgungszweige dient dabei zur Dämpfung der Störspannungen. Ein zusätzlich applizierter Wellenwiderstand erhöht die Dämpfung erheblich, da er für die Störspannungen zusammen mit dem Innenwiderstand der Quelle einen Spannungsteiler bildet. Die daraus resultierenden Spannungsabfälle müssen jedoch gut abgeschätzt werden.

– Abblocken der Versorgungsleitungen mit Kondensatoren. Die von den aktiven Bauelementen erzeugten Wechselströme werden von den Kondensatoren nahezu kurzgeschlossen, so daß in den Versorgungsleitungen nur noch Gleichströme fließen.

– Filter (Tiefpässe) in den Versorgungsleitungen.

Angenommen, die Versorgungsleitungen liegen entsprechend weit auseinander. Die Störungen sollen dabei mit einem Abblockkondensator gedämpft werden, der durch Zuleitungen mit den Versorgungsleitungen verbunden ist. Der von der Baugruppe 1 in das Versorgungssystem eingespeiste Strom IStör möge vollständig durch den Kondensator fließen. Die Induktivität L der Zuleitung (ihr ohmscher Widerstand kann bei hohen Frequenzen vernachlässigt werden) verursacht einen Spannungsabfall

$U_{Stör} = L \times di_{Stör}/dt$

Die Versorgungsspannung an der Baugruppe 1 ist dann $U_{B1} = u_C + u_{Stör}$, enthält also einen Term, der von $I_{Stör}$ abhängt. Die Störspannung wird durch kurze und breite Anschlußleitungen für den Kondensator reduziert, da die Leitungsinduktivität durch diese Maßnahme sinkt. Man kann die Gegebenheiten auch so beschreiben: Der Kondensator bildet mit der Leitungsinduktivität L einen Serienkreis, dessen Impedanz bis zur Resonanzfrequenz hin abnimmt. Oberhalb dieser Frequenz steigt die Impedanz jedoch wieder an, so daß die entstörende Wirkung abnimmt. Der Einfluß der schaltungsbedingten Zuleitungsinduktivitäten kann man jedoch vollständig ausschalten, wenn man den Kondensator wie in Bild b verschaltet. An der Zuleitungsinduktivität L2 entsteht zwar jetzt auch ein Spannungsabfall in der gleichen Höhe wie in Bild a, er kommt jedoch in der Maschengleichung für u_{B1} nicht mehr vor. Der schädliche Einfluß der Zuleitungsinduktivität wird jetzt sogar zu einem positiven Einfluß: Die Induktivitäten bilden zusammen mit dem Abblockkondensator ein LC-Tiefpaß-Filter, dessen Wirksamkeit mit steigender Induktivität wächst.

Die Filterwirkung kann zusätzlich durch Widerstände in den Versorgungsleitungen erhöht werden, solange die dadurch hervorgerufenen Spannungsabfälle erlaubt sind. Siehe dazu Bild c.

Digitale Bausteine haben für eine solche Maßnahme zu geringe Versorgungsspannungstoleranzen, sind aber durch ihren Störspannungsabstand auch unempfindlicher gegen Störungen auf der Versorgungsspannung. In kritischen Fällen kann dem Widerstand eine Induktivität parallelgeschaltet werden, um den Gleichstromwiderstand zu reduzieren. Der Widerstand dient im allgemeinen der Bedämpfung des mit dem Abblockkondensator gebildeten Serienkreises.

Bild d zeigt nun, wie das Versorgungsleitungssystem besser verlegt werden sollte: Alle Versorgungsleitungen sollten dicht beieinander liegen (Stromschienen). Damit sind dann zwei Vorteile verbunden:

– Aufgrund der dichten Leiterführung entsteht ein Kapazitätsbelag, der ein Verschleifen der hochfrequenten Störspannungen bewirkt.

– Die vom Hin- und Rückleiter gebildete Schleife besitzt eine kleinere Fläche und somit auch eine kleinere Geninduktivität. Demzufolge ist die Einkopplung von Störungen (magnetische Einstrahlung) geringer.

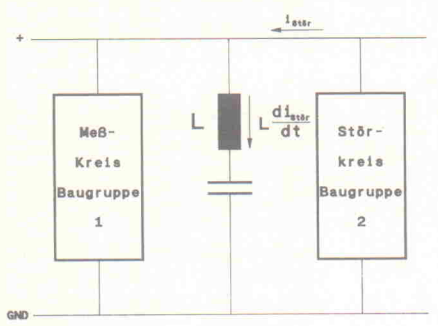


Bild a

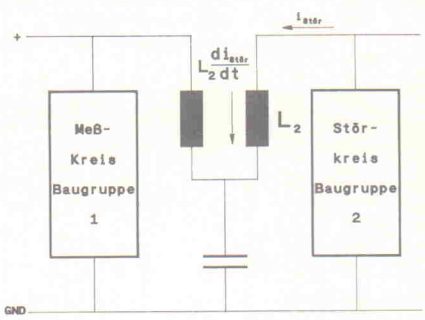


Bild b

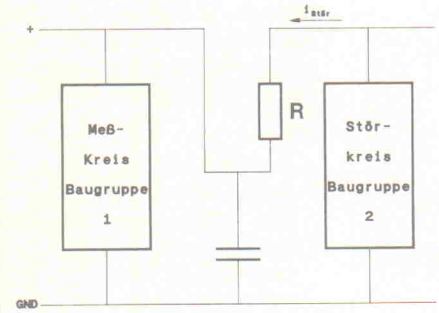


Bild c

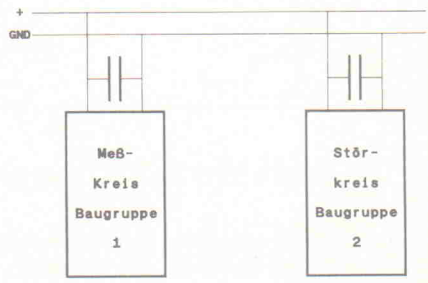


Bild d

Die Abblockkondensatoren sollten in unmittelbarer Nähe des Störers liegen. Damit sind die vom Störstrom durchflossenen Leiter kürzer und können somit weniger in andere Leitungen übersprechen. Gleichzeitig wird damit auch die Zuleitungsinduktivität reduziert, die zusammen mit der Kapazität einen Reihenschwingkreis bildet, dessen entstörende Eigenschaften oberhalb der Resonanzfrequenz wieder nachlassen. Die Kondensatorzuleitungen sind also möglichst kurz zu wählen (Einsteckkondensatoren).

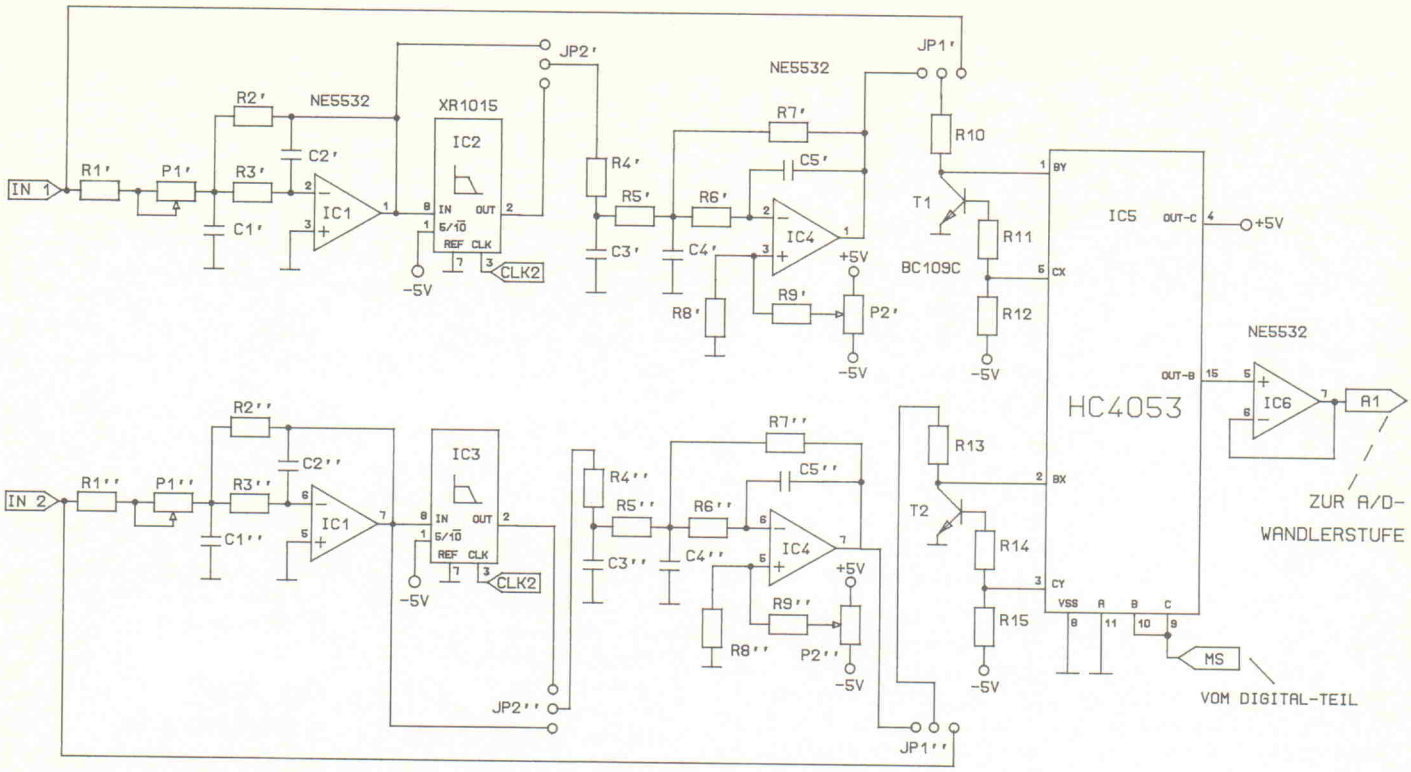


Bild 6. Die mit den Indizes ' beziehungsweise " gekennzeichneten Bauteile befinden sich auf einer Konfigurationsplatine. Sie wird nach Bedarf bestückt und auf die Analog-Platine gesteckt.

gesehen werden, da hierfür die einzelnen Amplitudengänge für jede Eckfrequenz aufeinander abgestimmt sein müßten. Aufgrund der Tatsache, daß nur das Hauptfilter (SCF) digital in seiner Eckfrequenz variierbar ist, kann die geforderte Abstimmung über den gewünschten Bereich nicht immer eingehalten werden.

Um den gesamten Durchlaßbereich des XR 1015 von 0...20 kHz zur Verfügung zu stellen, müßte sowohl der aktive Eingangs- wie auch Ausgangstiefpaß auf 20 kHz linearen Durchlaßbereich ausgelegt sein.

Messungen ergaben, daß dafür die Eingangsfilter auf die 3fache und die Ausgangsfilter auf die 5fache maximal zu benutzende Grenzfrequenz, hier 20 kHz, zu berechnen sind. Aufgrund des relativ flachen Amplitudenabfalls im Sperrbereich eines Butterworthfilters kommt es jedoch schon bei einer eingestellten SCF-Eckfrequenz von 7 kHz zu Problemen. Weil die Grundwelle der Meßstörungen die Hälfte der die Eckfrequenz bestimmenden Taktfrequenz (CLK2) beträgt, ist die Dämpfung des nachgeschalteten 3-Pol-Tiefpasses unzureichend. Gleichzeitig besteht die Gefahr einer Überlagerung im Nutzsignal. Eine Neuauslegung der Vor- und Nachfilter ist für den Bereich unter 7 kHz zwingend notwendig. Um diese Anpassung möglichst einfach zu gestalten, befinden sich sämtliche filterbestimmenden Bauelemente auf einer Konfigurationsplatine, die quasi das dritte Flügelpaar des Signaldoppeldeckers ausmachen wird.

Sie sind mit den Indizes ' beziehungsweise " gekennzeichnet. Diese Platine wird dem Bedarf entsprechend bestückt und auf die Analog-Platine gesteckt, womit die Konfiguration der Ein- und Ausgangsfilter vollzogen ist.

Die Kombination von SCF und den dazugehörigen Vor- und Nachfiltern ist also immer nur für spezielle Eckfrequenzbereiche wirksam. Wem die Anpassung nun zu mühsam sein sollte oder wer gänzlich auf SCFs verzichten möchte, kann sie mit den Jumpern JP2', JP2" überbrücken und somit lahmlegen. Als Bandbegrenzung des analogen Eingangssignals dienen dann lediglich nur noch die aktiven Vor- und Nachfilter. Diese Möglichkeit sollte grundsätzlich dann genutzt werden, wenn es gilt, die maximale zur Verfügung stehende Wandlungsgeschwindigkeit von 110 kHz zu nutzen. Wem die Filterei dabei immer noch zu umständlich erscheint, der hole zum Rundumschlag aus: JP1' und JP1" richtig gesteckt und sämtliche Geschichten rund um die Bandbegrenzung beginnen mit: 'Es war einmal ...'

Die Durchführung von Gleichspannungsmessungen erfordert darüber hinaus Einstellmöglichkeiten für den Offset- und Gesamtverstärkungsabgleich der analogen Eingangsstufe. Da beide Werte eine Abhängigkeit von den verwendeten Filterelementen aufweisen, sind die Korrekturelemente auf der Konfigurationsplatine integriert. Weil die jeweiligen Filterkomponenten in Reihe liegen, reicht die Korrektur an einer Stelle aus. Die Offsetspannungen addieren sich, und die Gesamtverstärkung besteht aus der Produktsumme der Einzelverstärkungen. Einstellungen zur Verstärkungskorrektur übernehmen die Trimmer P1' sowie P1", während P2' und P2" zur Offsetjustierung dienen.

Für diejenigen, die von der Bandbegrenzung nicht vollkommen Abstand nehmen wollen, seien hier die Formeln zur Berechnung der aktiven Vor- und Nachfilter genannt. Sie besitzen sowohl für die einfachgestrichenen als auch für die zweifachgestrichenen Werte Gültigkeit:

Vorfilter (Formel 1) :
A1 = 1,4142
Verstärkung = –A0
Grenzfrequenz = fg

Beispiel:

P1 = 500 Ω gewählt.
Bereich von 6...16 kHz,
A0 = 1.

$$R2 = \frac{A1 \cdot C1 - \sqrt{(A1^2 \cdot C1^2 - 8 \cdot C1 \cdot C2\,(1 - A0))}}{4 \cdot \pi \cdot fg \cdot C1 \cdot C2}$$

$$R1 = \frac{R2}{-A0} - \frac{P1}{2} \qquad R3 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot fg \cdot C1 \cdot C2 \cdot R2}$$

$$\text{Bedingung:} \quad \frac{C1}{C2} \geq \frac{4 \cdot (1 - A0)}{A1^2}$$

Formel 1. Berechnung der Vorfilter.

$$C3 = C4 = \frac{2{,}44}{2 \cdot \pi \cdot fg \cdot R} \qquad C5 = \frac{0{,}193}{2 \cdot \pi \cdot fg \cdot R}$$

$R = R4 = R5 = R6$ mit $1k\Omega < R < 47\ k\Omega$, $R7 = 2 \times R$, $R8 = 3 \times R$

Formel 2. Berechnung der Nachfilter.

Berechnung auf 50 kHz:

R1 = 3,57 kΩ
R2 = 3,74 kΩ
R3 = 2,15 kΩ
C1 = 2,2 nF
C2 = 560 pF

Bereich < 6 kHz, A0 = 1.
Berechnung auf 18 kHz:

R1 = 1,62kΩ
R2 = 1,87kΩ
R3 = 1,91kΩ
C1 = 10 nF
C2 = 2,2 nF

Nachfilter (Formel 2): Optimale Linearität, Amplitudengang ohne Rippel.

Verstärkung = –1
Grenzfrequenz = fg

Beispiel: P2 = 50kΩ gewählt.

R9 so wählen, daß der mit R8 gebildete Spannungsteiler die gewünschte Offset-Variation zuläßt.

Bereich 6...16 kHz,
Berechnung auf 80 kHz.

R = 4,7 kΩ
C3 = C4 = 1 nF
C5 = 82 pF
R7 = 9,31 kΩ
R8 = 15 kΩ
R9 = 820 kΩ gewählt

Bereich < 6 kHz,
Berechnung auf 30 kHz.

R = 2,74 kΩ
C3 = C4 = 4,7 nF
C5 = 390 pF
R7 = 5,49 kΩ
R8 = 8,22 kΩ
R9 = 680 kΩ gewählt

Nächste Baugruppe der analogen Eingangsstufe ist der Multiplexer. Er dient zur programmgesteuerten Auswahl der beiden analogen Eingangssignale. Das Herz der Schaltung bildet ein HC 4053. Es handelt sich dabei um einen 3fachen analogen 2-zu-1-Multiplexer, der so beschaltet ist, daß er im Bereich von –5 V...+5 V arbeitet. Da ein nichtselektierter Kanal nur eine Sperrdämpfung von –40 dB und der nachfolgende A/D-Wandler 80 dB Signalrauschabstand aufweist, mußte die Sperrdämpfung künstlich erhöht werden.

Dazu dienen T1 und T2, die in Verbindung mit ihren Durchlaßwiderständen (ca. 0,3 Ω) und R10 beziehungsweise R13 einen geschalteten Spannungsteiler bilden. Das zugrundeliegende Prinzip ist recht einfach: Während beispielsweise der Kanal IN1 mit dem Ausgang Out-B von IC5 verbunden ist, befindet sich CX im hochohmigen Bereich. Demzufolge sperrt T1. Gleichzeitig liegt die Basis von T2 über CY auf +5 V, so daß dieser leitet und das Eingangssignal von IN2 um den Faktor

$R_{Durchlaß} / (R_{Durchlaß} + R13)$

dämpft. Die Verwendung von R13 = 6,8 kΩ ergibt eine Dämpfung von etwa –80 dB, die sich zur Sperrdämpfung des HC4053 hinzuaddiert. Die Aufgabe von R15 und R12 besteht darin, die Basis des jeweils sperrenden Transistors auf –5 V zu ziehen. Wäre das nicht der Fall, würde jede negative Halbwelle des Eingangssignals die Kollektor-Basis-Diode des jeweiligen Transistors durchsteuern. Der daraus resultierende Stromfluß würde durch den Spannungsabfall an R10 beziehungsweise R13 zu einer Begrenzung der besagten Halbwelle führen. Die Verwendung einer Vorspannung von –5 V verhindert diesen Effekt, weil nur Eingangsamplituden von $\pm 3{,}4\ V_{SS}$, bedingt durch die automatische Spannungsbegrenzung der verwendeten OP-Amps, auftreten können.

Dieser Effekt schützt gleichzeitig die Eingangsstufe des Wandlers, wodurch auf zusätzliche Schutzmaßnahmen verzichtet werden konnte. Zur Vermeidung von Meßfehlern ist darauf zu achten, daß das Eingangssignal die Eingangsstufen nie in die Sättigung treibt.

Die Widerstände R10, R13 und der Durchgangswiderstand des Multiplexers liegen im Signalpfad in Reihe, deshalb ist als Verbindungsglied zur D/A-Wandlerstufe ein Spannungsfolger vorgesehen (IC6). Durch seinen hochohmigen Eingangswiderstand wird ein Spannungsabfall über dem Multiplexer verhindert. Das analoge Eingangssignal liegt damit unverfälscht am Sample & Hold-Baustein an.

Die A/D-Wandlerstufe

Die A/D-Wandlerstufe (Bild 7) besteht aus einem Sample & Hold-Glied sowie einem A/D-Wandler mit einer nachgeschalteten Serien-Parallelwandlung. Die Bausteine S & H sowie ADC und DAC entstammen einer Entwicklungsserie für Audioanwendungen und bieten deshalb ein hervorragendes Preis/Leistungsverhältnis.

Einziger Nachteil ist der serielle Datenausgang, der mit einigen 'Klimmzügen' an den

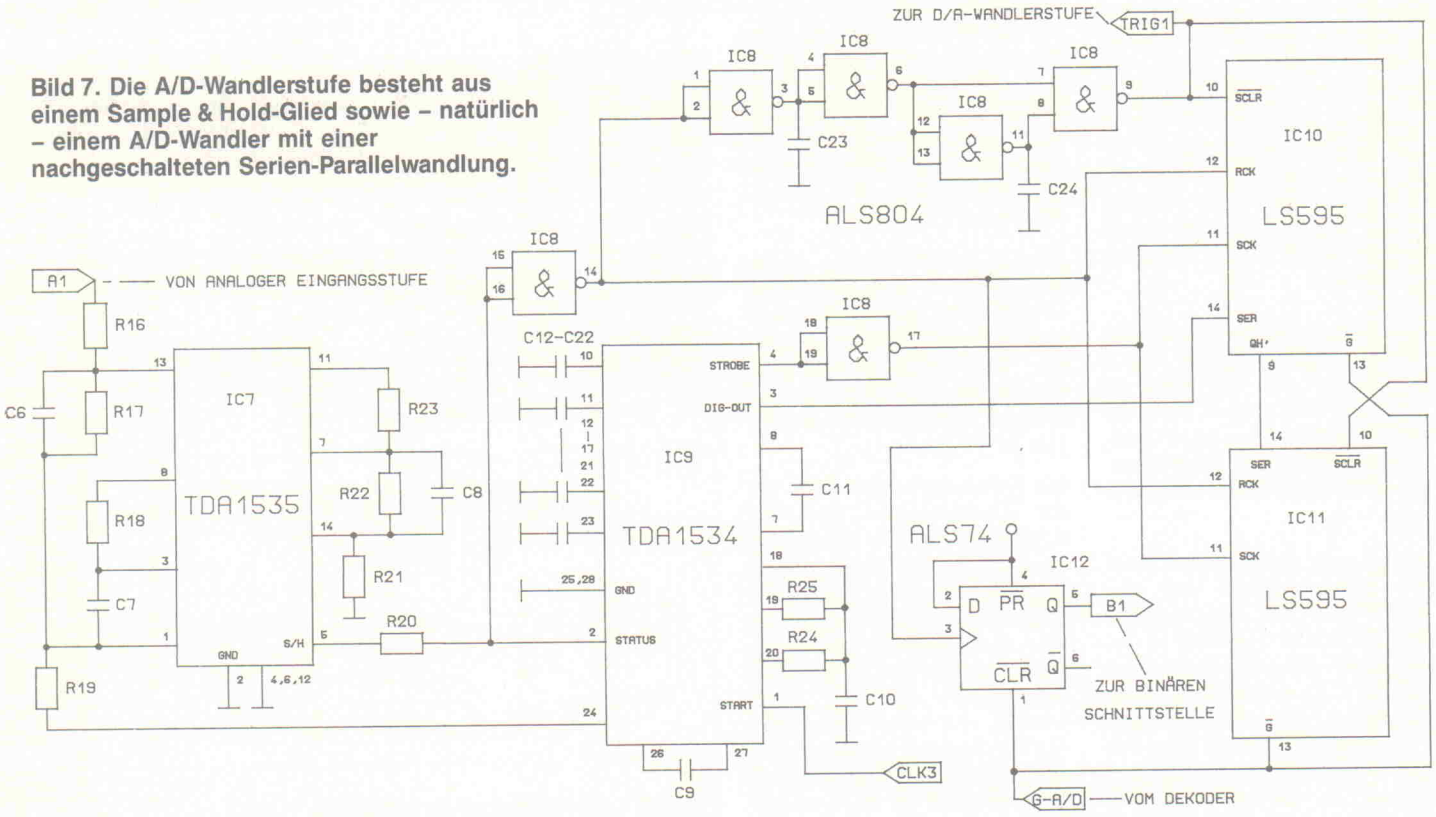


Bild 7. Die A/D-Wandlerstufe besteht aus einem Sample & Hold-Glied sowie – natürlich – einem A/D-Wandler mit einer nachgeschalteten Serien-Parallelwandlung.

parallelen Bus des DSP angepaßt wurde.

Der TDA1535 ist ein schneller Sample & Hold-Baustein, der eine äußerst geringe Verzerrung von 0,001 % sowie einen sehr großen Störabstand von 110 dB aufweist.

Seine Steuerung erfolgt über den S/H-Eingang, der mit dem Status-Ausgang des A/D-Wandlers verbunden ist. Die Beschaltung des Bausteins ist Applikationsschriften des Herstellers entnommen, die allerdings auf ein wichtiges Problem nicht eingehen: Obwohl der TDA1535 einen hochohmigen J-FET-Eingang (Pin 13) besitzt, liegt die Eingangsimpedanz aufgrund der Gegenkopplung über C6 und R7 unter 10 kΩ. Aus diesem Grund ist der Eingang niederohmig zu treiben, realisiert mit dem eingangsseitigen Spannungsfolger IC6. Gleichzeitig ist der hochohmige J-FET-Eingang sehr anfällig gegen Einstrahlungen, so daß die an ihm liegenden Anschlüsse von R16, R17 und C6 extrem kurz ausfallen müssen.

Verursacht durch die ungünstige Anordnung der Pins am S & H-Baustein, ist das Problem nur durch eine Plazierung von C6 und R7 unterhalb des ICs sinnvoll zu lösen. Diese Überlegung wurde deswegen auch im Layout der Analog-Platine berücksichtigt.

Der TDA1534 ist ein 14-Bit-A/D-Wandler, der nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation arbeitet. Er benötigt 8,5 µs für eine Wandlung. Seiner Beschaltung liegen die Applikationsschriften der Firma Philips Components, vormals Valvo, zugrunde. C11 dient zur Erzeugung der internen Taktfrequenz; R25, R24 sowie C10 setzen den internen Referenzstrom fest. Die übrigen Kondensatoren werden zur Dämpfung von Einschwingvorgängen benötigt.

Aufgrund seiner Bestimmung für den Einsatz in der Unterhaltungselektronik liefert der TDA1534 seine gewandelten Daten im seriellen Format. Bild 8 zeigt die komplette Ausgangssignalsequenz.

60 ns nach dem durch die Frequenzwandlerstufe generierten Startimpuls kippt der Status-Ausgang (Pin 2) auf logisch '1'. Das signalisiert den Beginn der Wandlung und versetzt den S & H-Baustein in den Haltezustand. Synchron dazu erscheint das MSB des gewandelten Datenwortes an Pin 3, dessen Gültigkeit die fallende Strobe-Flanke signalisiert. Die positive Flanke des invertierten Strobe-Signals dient zur Übernahme des Datenbits in das 16-Bit-Schieberegister (IC10, IC11). Es handelt sich um zwei LS595, die mit einem 8-Bit-Schiebe- und kombinierten Outputregister für eine Serien-Parallelwandlung geeignet sind. Nach 14 Zyklen steht das komplette 14-Bit-Datenwort 'kopfunter' im Register. Das Ende der Wandlungsphase signalisiert die negative Flanke des Status-Signals. Sie beendet einerseits den 'Klemmvorgang' von IC7 und veranlaßt andererseits, 160 ns nach der Ausgabe des LSB, die Übernahme des Datenwortes in die Outputregister.

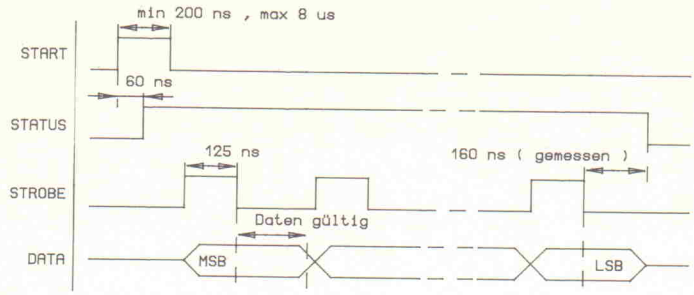


Bild 8. Die Ausgangssignalsequenz des TDA1534.

Aus dem 16-Bit-Register ist das gewandelte 14-Bit-Datenwort mittels eines negativen G-Impulses (Bild 2, IC23, Pin 6) des Decoders vom Prozessor lesbar.

Bedauerlicherweise akzeptiert der DSP 32 nur Datenwörter in Vielfachen von 8 und verfügt zudem über keinen Interrupt-Eingang, der ihm das Ende einer Wandlung mitteilen könnte.

Daher müssen die zwei zusätzlich benötigten Bits mit einem konstanten Wert belegt werden. Das geschieht wie folgt: 100 ns nach der Übernahme der Daten in das Outputregister wird ein 60 ns breiter negativer Impuls erzeugt, der das Schieberegister löscht. Damit ist sichergestellt, daß die vom 14-Bit-Datenwort nicht belegten Bits immer den Wert logisch '0' besitzen. Durch die spezielle Anschlußbelegung des Outputregisters an den Prozessorbus werden diese 'Füll-Bits' als niedrigste Wertigkeiten in dem 16-Bit-Datenwort übergeben. Dieser Vorgang entspricht einem zweimaligen logischen Links-Shiften der vom A/D-Wandler kommenden Daten.

Bild 9 veranschaulicht die Gewinnung des Clear-Impulses mit IC8. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sie etwa 100 ns nach der negativen Statusflanke (einstellbar mit C23) einen 60 ns breiten negativen Impuls liefert, dessen Breite von C24 abhängt. (Zur Berechnung der Zeitkonstanten wird der Ausgangswiderstand eines NAND-Gatters benötigt, der den Datenbüchern entnommen werden kann).

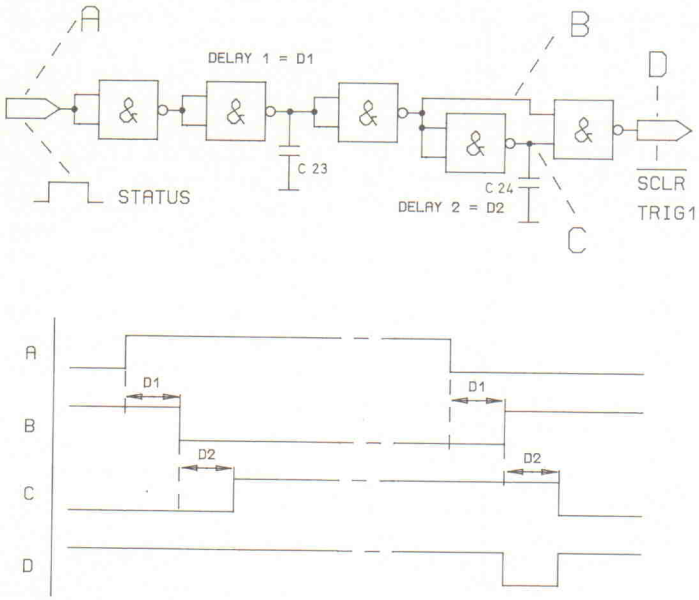


Bild 9. Die Erzeugung des Clear-Impulses für die Schieberegister.

Der Schaltungskomplex bleibt bei auftretenden Schwankungen von Verzögerung und Impulsbreite voll funktionsfähig, deshalb werden keinerlei besondere Anforderungen an die Kondensatoren C23 und C24 gestellt. Die angestrebte Impulsbreite von 60 ns hängt mit der zusätzlichen Aufgabe der Synchronisierung des D/A-Wandlers zusammen. Schwankungen innerhalb eines Bereichs von 5 ns...100 ns beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit nicht. Der fehlende Interrupt-Eingang des DSP 32 erfordert es, ihm die Verfügbarkeit eines neu gewandelten Datenwortes auf andere Weise mitzuteilen. Diese Aufgabe übernimmt IC12. Mit der fallenden Flanke des Status-Signals wird der Q-Ausgang des D-Flipflops auf logisch '1' gesetzt. Das neu gewandelte Datenwort ist somit über die binäre Schnittstelle abfragbar. Ein Lesevorgang seitens der CPU (negativer Leseimpuls am /G-Eingang von IC10 und IC11) setzt den Ausgang zurück. Die Aktualität der Daten ist somit eindeutig bestimmbar.

D/A-Wandlerstufe

Das Herz dieser Einheit entstammt ebenfalls dem Pool der Low-Cost-'Unterhaltungsbausteine'. Es handelt sich um den TDA1541 (IC14), einen nach dem Prinzip der dynamischen Stromteilung arbeitenden 16-Bit-Stereo-D/A-Wandler. Die reine Verschwendungssucht führte dazu, daß nur der linke Ausgangskanal verwendet wird.

Die Beschaltung des TDA1541 (Bild 10) erfolgte gemäß den Applikationsschriften, wobei sich an dieser Stelle der Schaltung keinerlei unvorhergesehene Probleme ergaben. C35 dient zur Erzeugung der internen Oszillatorfrequenz, während sich die übrigen Kondensatoren mit der internen Tiefpaßfilterung der geschalteten Ströme ihren 'Lebensunterhalt' verdienen.

Für die Parallel-Serien-Wandlung ist das aus IC16 und IC17

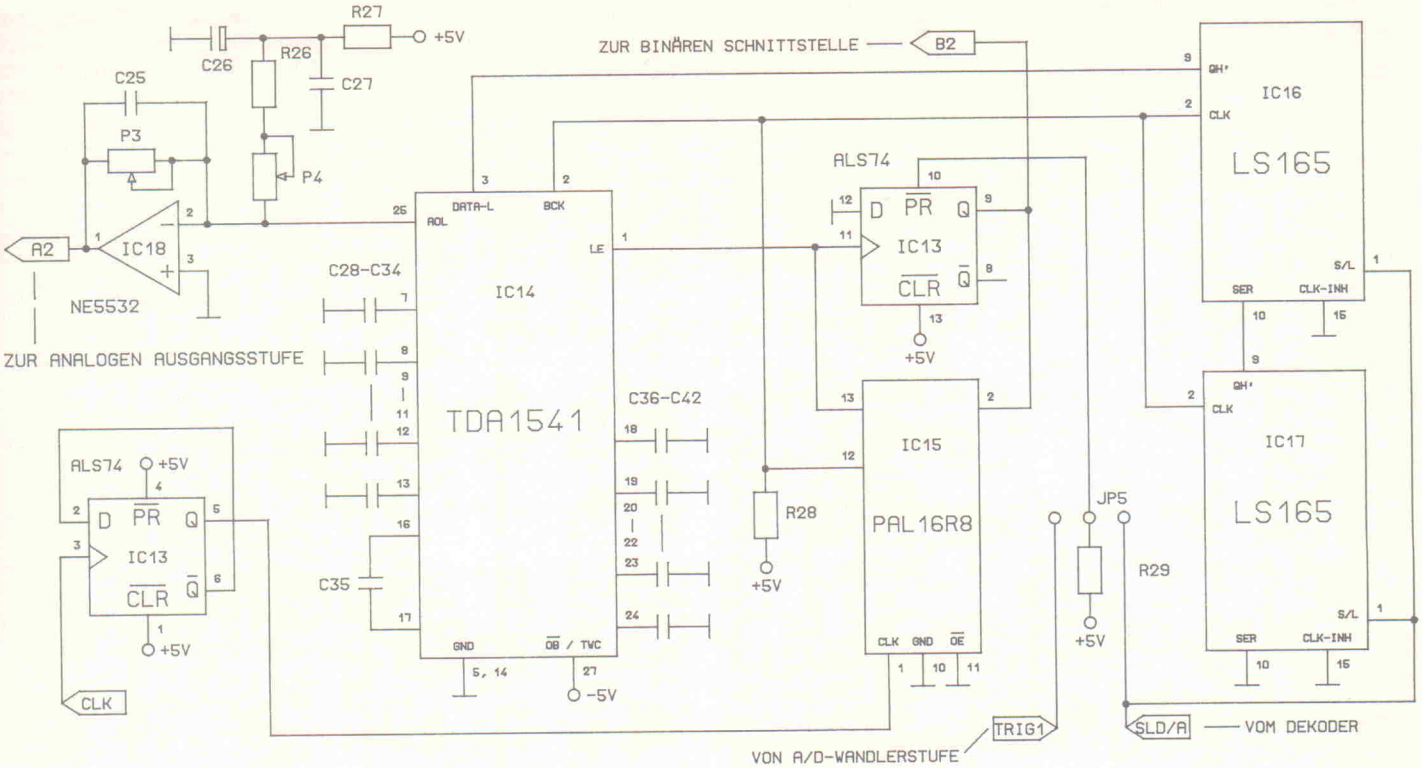


Bild 10. Das Herz der D/A-Wandler-Einheit entstammt dem Pool der Low-Cost-'Unterhaltungsbausteine'. Es handelt sich um einen nach dem Prinzip der dynamischen Stromteilung arbeitenden 16-Bit-Stereo-D/A-Wandler. Die reine Verschwendungssucht führte dazu, daß nur der linke Ausgangskanal verwendet wird.

bestehende, ladbare 16-Bit-Schieberegister zuständig. Es wird durch ein Schaltwerk (IC15, IC13) gesteuert. Die dafür benötigte Steuersequenz ist in Bild 11 dargestellt, weicht aber geringfügig von der im Datenblatt angegebenen ab. Der Grund dafür ist folgender: Die Übernahme der am D/A-Wandler anstehenden Datenbits erfolgt durch die negative BCK-Flanke. Hierbei ist nur auf die Einhaltung der Setup-Zeit, der Zeit zwischen dem Anliegen des Bits und der fallenden Flanke, zu achten. Die positive Flanke spielt keine Rolle, sie wird deshalb für das Schieben des Datenwortes innerhalb IC16 und IC17 benutzt. Es ist jedoch auf eine Eigenart dieser Registerbausteine zu achten: Die Übernahme der Daten vom Prozessorbus in das Schieberegister erfolgt durch einen negativen Ladeimpuls am S/L-Eingang, wobei das MSB des zu wandelnden 16-Bit-Datenwortes schon am Ausgang QH' von IC16 bereitsteht. Daher ist nachfolgend für die Datenübernahme in den TDA1541 nur noch eine negative BCK-Flanke erlaubt. Anderenfalls würde das MSB durch das nachfolgende Bit an QH' ersetzt und somit verlorengehen. Aufgrund dieser Tatsache muß die positive BCK-Flanke bereits vor der Datenübernahme in das Schieberegister erfolgen, was im Schaltwerk berücksichtigt und als Änderung im Diagramm zu erkennen ist.

Darüber hinaus ist genauestens darauf zu achten, daß erst am Ende der Übertragung in den Wandler der Umsetzvorgang durch eine positive Flanke auf der LE-Leitung gestartet wird, anderenfalls würden unsinnige analoge Ausgangswerte produziert werden.

Nun aber endlich zur Erzeugung der Steuersequenz (Bild 11). Auf IC13 entfallen dabei gleich zwei Aufgaben:

– Zur Einhaltung der BCK-Periodendauer von 160 ns ist es sinnvoll, IC15 mit einer maximalen Taktfrequenz von 12,5 MHz zu versorgen, weil innerhalb des Register-PALs eine Zustandsänderung nur bei einer positiven Taktflanke erfolgt. Dieser Effekt bewirkt eine interne Frequenzteilung durch 2. Die Erzeugung der Steuerfrequenz übernimmt IC13. Die Systemtaktfrequenz wird lediglich halbiert. Diese Art der Steuerfrequenzerzeugung läßt eine zukünftige Erhöhung der Prozessortaktfrequenz auf 25 MHz offen.

– Aufgrund der minimalen Reaktionszeit des Schaltwerks IC15 von 1/8 MHz = 125 ns sowie einer Gatterlaufzeit von maximal 25 ns ist der Verlust des Startimpulses TRIG1 beziehungsweise SLD/A unter ungünstigen Bedingungen möglich. Dieser Worst Case tritt beispielsweise ein, wenn Impuls und Zustandsänderung gleichzeitig auftreten. Damit würde dann 25 ns nach Impulsende erneut der alte Folgezustandsvektor anstehen und das Schaltwerk demzufolge weiterhin im Wartezustand verharren. Diese Fehlfunktion verhindert das zweite D-Flipflop in IC13. Die Aktivierung seines PRESET-Eingangs über den Startimpuls setzt den Q-Ausgang auf logisch '1', wobei dieser erst am Ende des Wandelvorgangs vom Schaltwerk zurückgesetzt wird. Einerseits ist dadurch der Verlust der Startinformation nicht mehr möglich, andererseits zeigt der Ausgangspegel eine noch nicht abgeschlossene Wandlung an. Zu diesem Zweck kann der Pegel über die binäre Input-Schnittstelle abgefragt werden. Der Wandlungsvorgang kann dabei, selektiert über Jumper JP5, durch zwei unterschiedliche Signale ausgelöst werden. Während bei der Benutzung von SLD/A die Wandlung direkt nach dem Beschreiben des Schieberegisters erfolgt, dient TRIG1 zur Synchronisierung mit der Systemtaktfrequenz. Der Vorteil der Synchronisierung liegt in den zeitlich gleichbleibenden (für den Fremdwortfanatiker: äquidistanten) Abständen der D/A-Wandlung, wodurch ein Jitter im Zeitbereich vermieden wird. R28 und R29 sind für den Funktionsablauf unerheblich; sie dienen nur zur Vergrößerung der Störsicherheit.

Der komplette Steuervorgang kann dem Zustandsfolgegra-

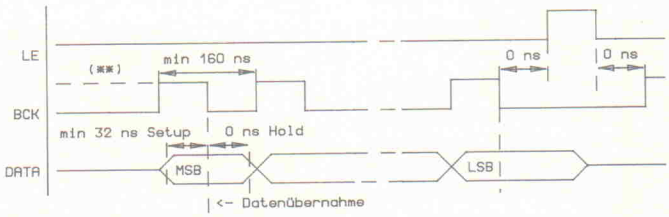


Bild 11. Die D/A-Wandler-Steuersequenz.

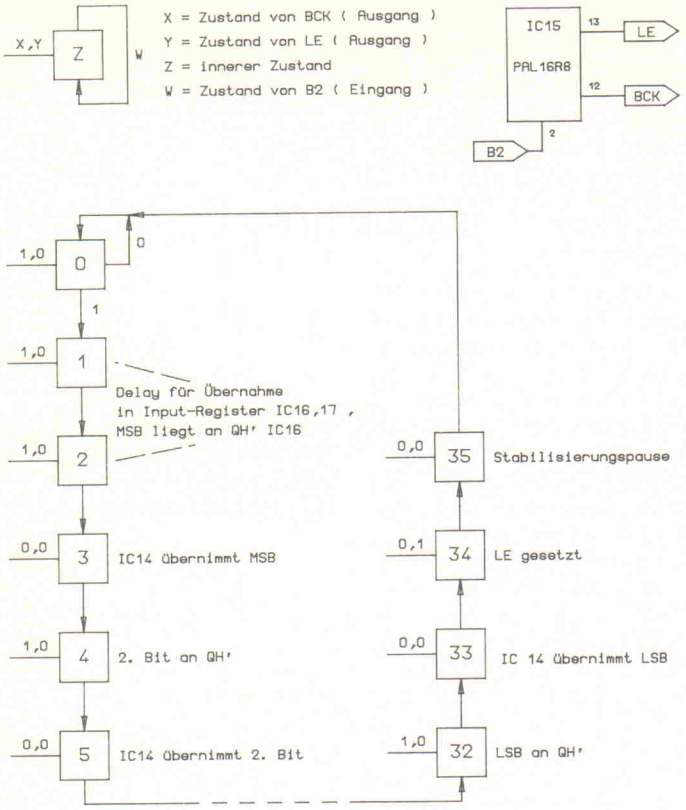


Bild 12. Die Zustandsfolgen des Schaltwerks IC15 zur Steuerung des D/A-Wandlers.

phen des Schaltwerks IC15 entnommen werden (Bild 12). Bis zum Startimpuls und der damit gleichzeitig verbundenen Pegeländerung von B2 auf logisch '1' befindet sich das Schaltwerk im Wartezustand '0' (BCK = '1', LE = '0'). Die Signale BCK und LE entstammen den Registerausgängen von IC15, wodurch 'Nadelimpulse', die durch Gatterlaufzeittoleranzen entstehen, wirkungsvoll verhindert werden.

Nach erfolgtem Startimpuls wird eine Pause von zwei Taktzyklen durchlaufen, um auch unter ungünstigen Umständen ein sicheres Anstehen des MSB beim BCK-Übernahmetakt (Zustand 3) zu garantieren. Der Vorgang zwischen 'Ausschieben' und 'Einlesen' eines Datenbits wiederholt sich anschließend 15mal, bis am Ende des Zyklus die LE-Leitung gesetzt wird. Das ist das Startzeichen für den D/A-Wandlungsvorgang, und das Schaltwerk kehrt somit, nach getaner Arbeit, in den Wartezustand zurück.

Nach der Wandlung erscheint am Ausgang des TDA1541 ein dem Datenwort äquivalenter Strom, den ein nachfolgender Strom-Spannungswandler (IC18) in eine Spannung umsetzt. Die Umsetzung erfolgt dabei nach der Gleichung:

$$U_{Aus} = I_{Ein} \times R.$$

Zur Anpassung der analogen Ausgangsspannung an die Eingangsspannung wurde R (P4) als Spindeltrimmer realisiert. Der Kondensator C25 dient lediglich zur Tiefpaßfilterung höherer Frequenzanteile, kann aber aufgrund des nachfolgenden aktiven 2poligen Tiefpaßfilters auch entfallen. Er entstammt nur den Valvo-Applikationsschriften und ist in einer etwas 'trüben' Stunde in das Layout mit hineingerutscht.

Weil der D/A-Wandler einen negativen Ausgangsstrom von 0...–4 mA liefert, die Ausgangsspannung jedoch bipolar benötigt wird, muß vor IC18 noch eine Stromsymmetrierung erfolgen. Diese Aufgabe übernehmen R26, R27 sowie P4. C26, C27 sowie R27 bilden ein Tiefpaßfilter, das die Reststörungen auf der Versorgungsspannung mit einer Grenzfrequenz von

$$fg = \frac{1}{2 \cdot \pi\, R27 \cdot C26 \cdot C27}$$

R27 = 1,5 kΩ
C26 = 47 µF
C27 = 100 nF

unterdrückt.

Das Prinzip der Stromsymmetrierung basiert auf folgendem Prinzip: Der nichtinvertierte Eingang von IC18 liegt auf Masse, und die Eingangsdifferenzspannung des OpAmp wird auf 0 V gehalten (das Bestreben eines jeden idealen OpAmp bei Gegenkopplung), deshalb fließt durch die Widerstände R26, R27 und P4 ein Strom I, mit

$$I = \frac{+5\ V}{R26 + R27 + P4}$$

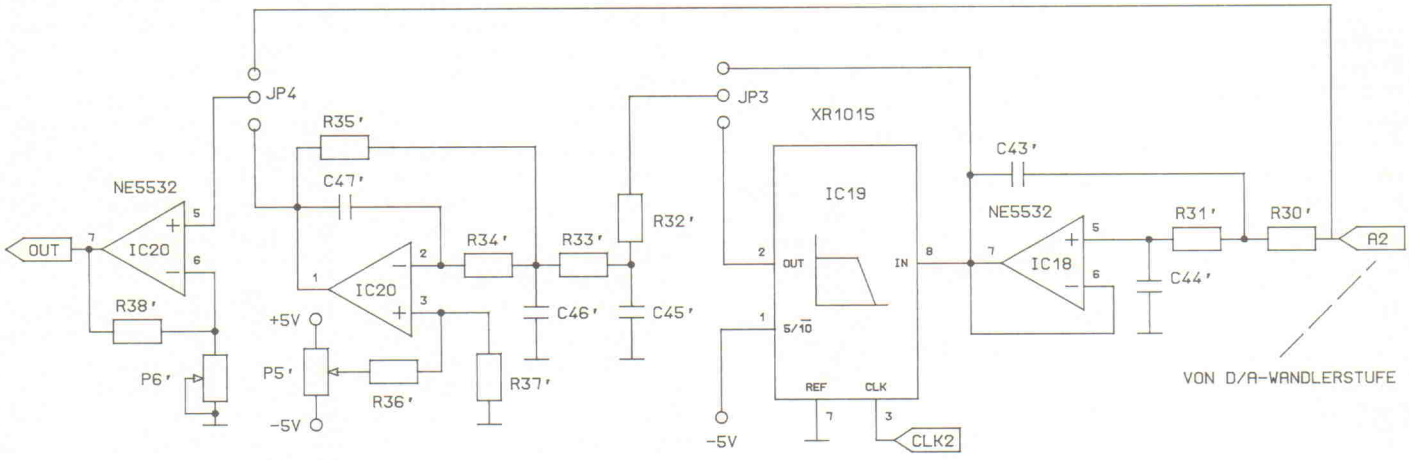
Dieser addiert sich zum Ausgangsstrom des D/A-Wandlers. Die Reihenschaltung der Widerstände ist so ausgelegt, daß sich der resultierende Gesamtstrom in den Bereich von –2...+2 mA verschiebt. P4 dient zum Feinabgleich und gleichzeitig zur Offsetkorrektur des Wandlers.

Die analoge Ausgangsstufe

Die Beschreibung der Aufgabe dieser Stufe (Bild 13), die der analogen Eingangsstufe ähnlich ist, läßt sich kurz fassen. Der einzige Unterschied zur Eingangsstufe besteht darin, daß es gilt, die oberwelligen Anteile des treppenförmigen Ausgangssignals des D/A-Wandlers zu unterdrücken. Jeder Nachrichtentechniker würde sich bei dieser Erklärung an den Kopf fassen und mit gleichem Atemzug die inverse Fouriertransformation, die Si-Funktion ins Spiel bringen und und und. Trotzdem: 'In der Kürze liegt die Würze', und für die Praxis reicht eine einfache Erklärung vollkommen aus.

Weil der S & H-Baustein im Eingangsteil eine negative Verstärkung aufweist, muß die Gesamtverstärkung von Ein- und Ausgangsstufe wieder auf einen positiven Wert (hier +1) korrigiert werden. Diese Aufgabe übernimmt das nichtinvertierende 2polige Eingangsfilter von IC19 (SC-Filter), das gleichzeitig, wie bereits erwähnt, eine Frequenzüberlagerung im Nutzsignalbereich verhindert. Die SCFs im Eingang und im Ausgang arbeiten mit

Bild 13. Auch bei der analogen Ausgangsstufe befinden sich die gekennzeichneten Bauelemente auf der Konfigurationsplatine.



$$R30 = \frac{A1 \cdot C43 - \sqrt{(A1^2 \cdot C43^2 - 4 \cdot C43 \cdot C44)}}{4 \cdot \pi \cdot fg \cdot C43 \cdot C44}$$

$$R31 = \frac{A1 \cdot C43 + \sqrt{(A1^2 \cdot C43^2 - 4 \cdot C43 \cdot C44)}}{4 \cdot \pi \cdot fg \cdot C43 \cdot C44}$$

$$\text{Bedingung:} \quad \frac{C43}{C44} \geq \frac{4}{A1^2}$$

Formel 3. Vorfilterberechnung der Ausgangsstufe.

der Steuerfrequenz CLK2, folglich besitzen beide Stufen die gleiche Eckfrequenz. Sollte dieses einmal zu Problemen führen, so sind sämtliche SC-Filter (IC2, IC3, IC19) über die Jumper (JP2', JP2", JP3) zu überbrücken und die Unterschiede auf der Konfigurationsplatine hardwaremäßig einzustellen. Am Ausgang der analogen Ausgangsstufe befindet sich ein Verstärker. Einerseits läßt dieser eine variable Verstärkung des analogen Ausgangssignals zu, andererseits dient er als Ausgangstreiber für das gefilterte beziehungsweise ungefilterte Ausgangssignal, wählbar über Jumper JP4.

Für die Taschenrechnerfreaks unter den Lesern seien an dieser Stelle noch die Formeln für die Berechnung des Vorfilters sowie einige Beispiele genannt, die Nachfilterberechnung ist mit der in der Eingangsstufe identisch. Dabei sind bei der Berechnung folgende Werte zu substituieren:

R4 = R32, R5 = R33, R6 = R34, R7 = R35, R8 = R37, R9 = R36, P2 = P5, C3 = C45, C4 = C46, C5 = C47

Nun zur Vorfilterberechnung (Formel 3):

Verstärkung = +1
A1 = 1,4142
fg = Grenzfrequenz

Beispiel:

Bereich 6…16 kHz.
Berechnung auf 60 kHz.

R30 = 3,32 kΩ
R31 = 5,49 kΩ
C43 = 1 nF
C44 = 470 pF

Bereich < 6 kHz.
Berechnung auf 24 kHz.

R30 = 1,2 kΩ
R31 = 1,74 kΩ
C43 = 6,8 nF
C44 = 3,3 nF

Um der Forderung nach einer möglichst autonomen A/D- und D/A-Wandlung Rechnung zu tragen und somit den DSP zu entlasten, mußte ein erneutes Schaltwerk her. Einmal programmiert muß damit sowohl die Filterfrequenz wie auch der Startimpuls für die Wandlung, natürlich unter Berücksichtigung des Herrn Shannon, automatisch erzeugt werden. Die Funktionsweise der Schaltung wird nachfolgend näher durchleuchtet.

Die Frequenz-Wandlerstufe

Der gesamte Schaltungskomplex umfaßt nur zwei Bausteine, IC32 und IC34 (Bild 14). Bei IC32 handelt es sich um einen programmierbaren 8-Bit-Binärzähler (LS592), der eine Teilung der Systemfrequenz CLK durch den Faktor 1…254 erlaubt. Dieser Wert wird vom DSP in ein internes Auffangregister geschrieben und durch einen Ladeimpuls am CLOAD-Eingang in den internen 8-Bit-Zähler geladen. Jede positive CLK-Flanke inkrementiert diesen Wert, wobei beim Registerüberlauf (Wert 255) ein negativer Impuls der Länge einer Taktperiode am RCO-Ausgang erscheint. Da dieser Ausgang mit dem CLOAD-Eingang verbunden ist, wiederholt sich der Vorgang zyklisch und der Ausgang liefert die unsymmetrische, durch den Faktor geteilte CLK-Frequenz.

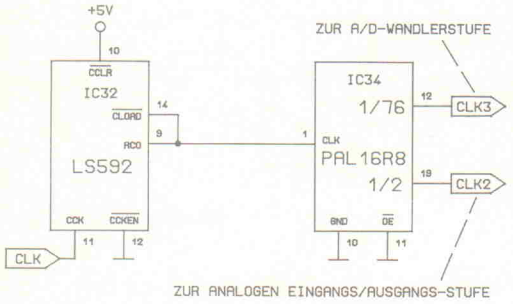


Bild 14. Die gesamte Frequenzwandler-Stufe besteht nur aus zwei ICs.

Laut Applikationsschrift erfordern die Switched-Capacitor-Filter jedoch eine symmetrische Steuerfrequenz CLK2, demzufolge tritt das Schaltwerk IC34 ins Rampenlicht. Einerseits erfolgt damit die Frequenzsymmetrierung (Teilung durch Faktor 2), andererseits dient sie gleichzeitig zur Erzeugung des Wandler-Startimpulses. Gleichzeitig werden die nichtidealen Übertragungskennlinien der analogen Tiefpässe über das Verhältnis $f_{Abtast}/f_{Eck} = 2{,}6$ berücksichtigt. Dieses Verhältnis stellt einen guten Kompromiß dar, weil damit auch die Forderung nach einer möglichst geringen Abtastung berücksichtigt ist. Eine kurze Rechnung gibt Aufschluß über den für die Startimpulserzeugung benötigten Teilungsfaktor: Eine Schaltwerkeingangsfrequenz (f_{in}) von 1 MHz erzeugt eine CLK2 von 500 kHz am Ausgang. Durch das an den SC-Filtern eingestellte Verhältnis von $f_{Steuer}/f_{Eck} = 1/100$ entspricht dieser Wert einer Eckfrequenz von 5 kHz. Demzufolge muß die Abtastfrequenz

5 kHz × 2,6 = 13 kHz

betragen, was einem geforderten Teilungsfaktor von

f_{in} / 13 kHz = 76

entspricht.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß das Schaltwerk IC34 sowohl eine Frequenzteilung durch den Faktor 2 als auch durch den Faktor 76 bewerkstelligen muß. Die Verwendung eines Register-PALs läßt eine unproblematische Anpassung an verschiedene Teilungsfaktoren zu.

Der Zustandsfolgergraph des Schaltwerks ist in Bild 15 dargestellt. Es handelt sich um eine zyklisch wiederholte Sequenz von Folgezuständen, die keinerlei verzweigende Struktur aufweist. Eine Zustandsänderung erfolgt nur bei einer positiven Taktflanke an Pin 1. Der Zusammenhang zwischen dem geladenen Teilungsfaktor und der daraus resultierenden Eckfrequenz läßt sich folgendermaßen berechnen:

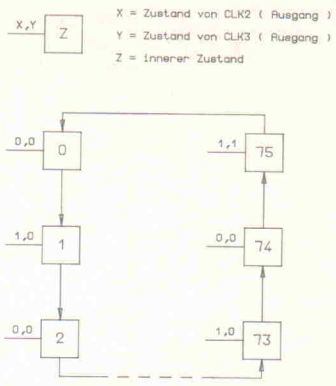


Bild 15. Der Zustandsfolgergraph des Schaltwerks für die Frequenzwandler-Stufe.

$$f_{Eck} = \frac{1}{100} \cdot \frac{f_{sys}\,(16\ \text{MHz})}{(2 \cdot (n+1))}$$

n = 8-Bit-Wert

Da die Startimpulsbreite der Dauer eines inneren Zustands und somit der Periodendauer der Eingangsfrequenz (f_{in}) entspricht, können nicht alle möglichen Teilungsfaktoren verwendet werden. Begründet liegt dieses in der Eigenart des A/D-Wandlers. Die Startimpulse müssen eine Breite von 0,2…8,5 µs besitzen, deshalb können bei einer Systemtaktfrequenz von 16 MHz nur Teilungsfaktoren zwischen:

$n_{Erlaubt}$ =
3 (f_{Eck} = 20 kHz)…134 (f_{Eck} = 570 Hz)

verwendet werden. Abschließend zu diesem Kapitel sei an dieser Stelle noch folgende Anmerkung gegeben: Um den Fehler bei Gleichspannungsmessungen möglichst gering zu halten, sollte eine Eckfrequenz von etwa 20 kHz gewählt werden. Die Systemtaktfrequenz von 16 MHz läßt jedoch wenig Variationen im oberen Frequenzbereich zu; während n = 3 mit einer Eckfrequenz von 20 kHz schon zu Problemen führen kann, reduziert n = 4 diese bereits auf 16 kHz. Abhilfe schafft nur eine Erhöhung der Systemtaktfrequenz.

Die nächste Doppeldecker-Hardware-Runde wird in der nächsten Ausgabe gedreht: Es wird um das Konfigurations-Board und – endlich – um die PC-Anbindung gehen.

ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Heft-Nachbestellung(en)

bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: 6,80 DM.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige '*ELRAD*-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorauskasse.

ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen *ELRAD*-Ausgaben ab Monat:

Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

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)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

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

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug — Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr. — Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)
Bitte beachten Sie, daß diese Bestellung nur dann bearbeitet werden kann, wenn beide Unterschriften eingetragen sind.

ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

_____ 199__

Bemerkungen

_____

_____

_____

Abbuchungserlaubnis erteilt am: _____

ELRAD-Kleinanzeigen Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige*) (mit Ⓖ gekennzeichnet)

DM	
4,25 (7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume.** Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen.*) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**

ELRAD-Bestellkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen.**

ELRAD-
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen **Bestellkarte**

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* _____/9__, Seite _____ erschienene Anzeige

☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____

☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

Antwortkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 61 04 47

3000 Hannover 61

ELRAD-Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

_____ 199__

zur Lieferung ab

Heft _____ 199__

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen 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 überwiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

Antwort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07

3000 Hannover 61

ELRAD-Kleinanzeige Auftragskarte

ELRAD-Leser haben die Möglichkeit, zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druckzeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

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

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-
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**

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren . . . und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

  Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen **Direkt-Kontakt**

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift ***ELRAD*, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,**
Ausgabe _____, Seite ____, fand ich Ihre

☐ Anzeige ☐ Beilage über

_____

_____

_____

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

_____

_____

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen. **Absender nicht vergessen!**

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller:

- gezielte Abfrage
- ohne Umwege über den Verlag
- Gewünschtes ankreuzen bzw. ausfüllen, Firmenanschrift und Absender eintragen, Karte frankieren . . . und zur Post.
- Bitte denken Sie daran, daß die Karten nur für Direkt-Anfragen beim Hersteller konzipiert sind. Senden sie deshalb Ihre Anfragen nicht an den Verlag.

  Ausnahme: Wenn Sie Fragen an die Redaktion haben, können Sie die Karten ebenfalls verwenden.

ELRAD-
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen **Direkt-Kontakt**

Der *ELRAD*-Service für Direkt-Informationen vom Hersteller

In der Zeitschrift ***ELRAD*, Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen,**
Ausgabe _____, Seite ____, fand ich Ihre

☐ Anzeige ☐ Beilage über

_____

_____

_____

Ich bitte um: ☐ Zusendung ausführlicher Unterlagen
☐ Telefonische Kontaktaufnahme
☐ Besuch Ihres Kundenberaters

_____

_____

Bitte Zutreffendes ankreuzen bzw. ausfüllen. **Absender nicht vergessen!**

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ▶

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Angefordert

☐ Ausführliche Unterlagen

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch des Kundenberaters

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ▶

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Angefordert

☐ Ausführliche Unterlagen

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch des Kundenberaters

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Anschrift der Firma, zu der Sie Kontakt aufnehmen wollen. ▶

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Abt./Position

Firma

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

ELRAD **Direkt-Kontakt**

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Angefordert

☐ Ausführliche Unterlagen

☐ Telefonische Kontaktaufnahme

☐ Besuch des Kundenberaters

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 12/90.

Vielseitige Dioden (5)

Kapazitätsdioden verwendet man im allgemeinen zum Abstimmen von Hf-Schwingkreisen. Falls der geforderte Abstimmbereich aber zu groß sein sollte, muß man diesen in kleinere Gebiete aufteilen – mit Schalterdioden.

Da Transistor T2 (BC 337-25) in Basisschaltung bei etwa 100 MHz eine Phasendrehung der Steilheit von mehr als 90° erzeugt, erfolgt die Rückkopplung über einen 10-pF-Kondensator zwischen Kollektor und Emitter. Die Parallelkapazität des Schwingkreises wird zum Teil durch eine Kapazitätsdiode des Typs BB 139 gebildet. Sie liegt mit ihrer Katode direkt am positiven und mit ihrer Anode über zwei Widerstände (100k + 15k) hochohmig am negativen Anschluß der Betriebsspannung. Aus diesem Grund ist zum Erzielen einer ausreichenden Frequenzkonstanz die Betriebsspannung des Prüfgenerators zu stabilisieren.

Dem als Emitterfolger geschalteten Modulationsverstärker T1 kann an den Klemmen 1-3 ein hochohmiges, an den Klemmen 2-3 ein niederohmiges Niederfrequenzsignal zugeführt werden. In beiden Fällen ist der Frequenzhub mit dem Potentiometer veränderbar. Da der Signalausgang über einen Kondensator (4p7) ohne separate Trennstufe am Oszillatorkreis angeschlossen ist, sollte die Anzapfung der Spule bei etwa 1/4 der Wicklung, vom 'kalten' Ende (hier die positive Betriebsspannung) aus gesehen, liegen.

Phasenmodulation

Die in Bild 89 dargestellte, leicht modifizierte Phasenbrücke verdeutlicht das Prinzip der Phasenmodulation. Sie besteht aus einem Hochfrequenzübertrager mit mittenangezapfter Sekundärwicklung. Die frequenzabhängige Phasenlage der Ausgangsspannung U_a gegenüber der Eingangsspannung U_e wird durch den Widerstand R und durch die Kapazität C bestimmt. Sowohl die Steuerspannung dU als auch die Gleichvorspannung U werden der Kapazitätsdiode über eine Drossel zugeführt. Die Kapazität des Kondensators C1 soll dabei groß gegenüber der Diodenkapazität sein.

Die nur endliche Änderung der Diodenkapazität begrenzt den erzielbaren Phasenhub. Theoretisch ließe sich eine Phasenverschiebung von 0° bis 180° einstellen, wenn die Kapazität C von null bis unendlich variieren würde. Eine mittlere Phasenverschiebung von 90° stellt sich für $r_C = R$ ein, wenn also der Wechselstromwiderstand der Kapazitätsdiode den gleichen Wert aufweist wie der Widerstand R. Diesen Fall kann man als Grundstellung zur Erzielung eines möglichst großen Phasenhubs mit einer gegebenen Steuerspannung betrachten. Zum Erreichen größerer Hübe lassen sich mehrere dieser Modulatoren über Impedanzwandler hintereinanderschalten.

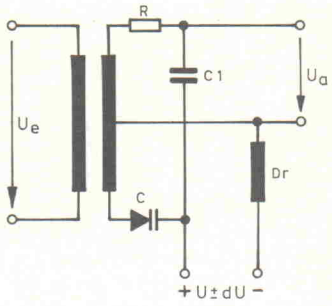


Bild 89. Einfacher Phasenmodulator.

Meßwandler

Der Entwurf von Gleichspannungsverstärkern für kleinste Eingangsspannungen kann sich als ein schwieriges Unterfangen erweisen, insbesondere dann, wenn ein hoher Eingangswiderstand gefordert ist. Die dabei auftretenden Probleme, vor allem das der Temperaturdrift, lassen sich umgehen, wenn man die Gleichspannung zunächst in eine ihr proportionale Wechselspannung umformt. Temperaturstabile Wechselspannungsverstärker lassen sich nämlich wesentlich leichter entwerfen. Das genügend verstärkte Wechselspannungssignal läßt sich anschließend wieder gleichrichten.

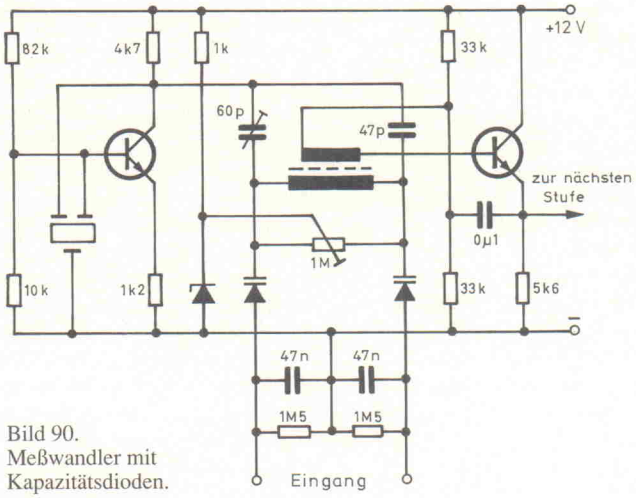


Bild 90. Meßwandler mit Kapazitätsdioden.

Bild 91. Hochempfindlicher Modulatorverstärker.

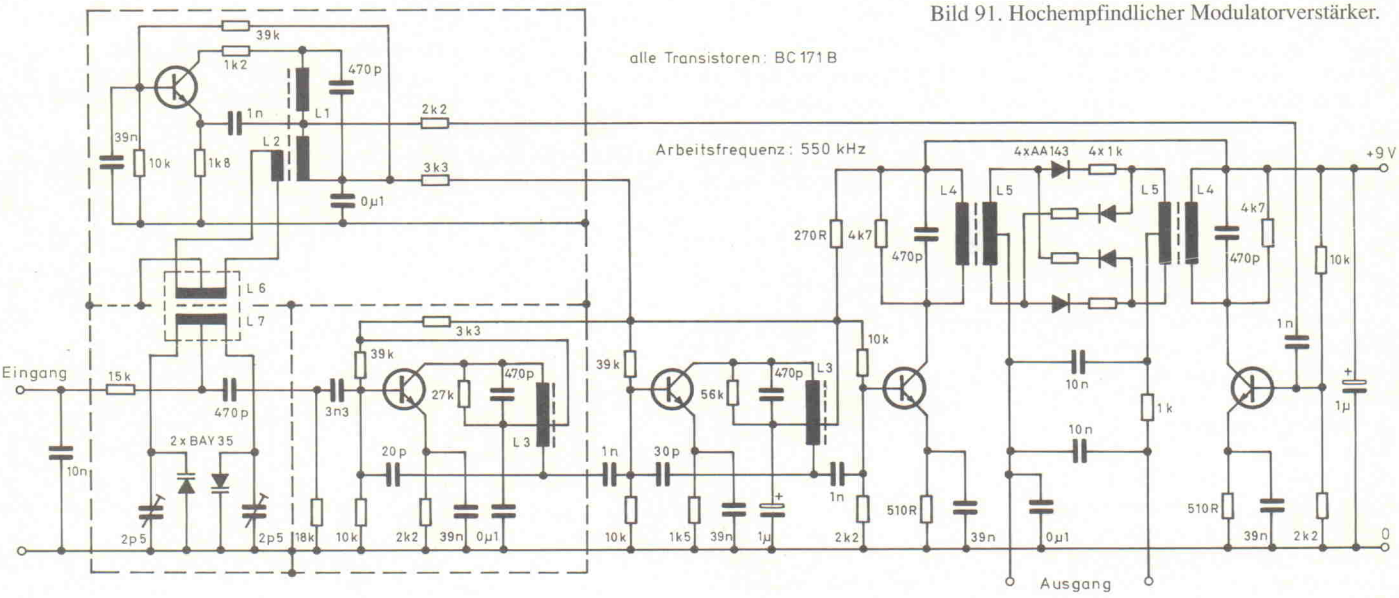


Bild 90 zeigt eine Schaltung, die die zu messende Gleichspannung in eine proportionale Wechselspannung umsetzt. Dies geschieht in einer Brückenschaltung aus zwei Kondensatoren und zwei Kapazitätsdioden. Die Brücke wird von einem Oszillator gespeist, dessen frequenzbestimmendes Glied aus einem 455-kHz-Keramikfilter besteht. Eine Z-Diode stabilisiert die Gleichvorspannung. Die zu messende Gleichspannung wird an die Eingangsklemmen der Brücke angeschlossen; sie ändert gegenphasig den Arbeitspunkt der Kapazitätsdioden. Im Meßzweig der Brücke liegt ein Hf-Transformator, dessen Ausgang einen Emitterfolger treibt. Weitere Verstärkerstufen können somit problemlos nachgeschaltet werden.

Die Kapazitätsbrücke wird mit dem 60-pF-Trimmkondensator und dem zum Ausgleich der Verlustwiderstände der Kapazitätsdioden eingesetzten Trimmpotentiometer abgeglichen, so daß bei einer Eingangsspannung von null die Ausgangsspannung ebenfalls den Wert null annimmt. Legt man dann an den Eingang eine Gleichspannung, so tritt im Brückenzweig eine von der Eingangsspannung abhängige Hf-Spannung auf. Erfolgt anschließend eine phasenkorrekte Gleichrichtung des verstärkten Hf-Signals, verlaufen Amplitude und Polarität der dann entstehenden Gleichspannung proportional zur Eingangsspannung.

In Bild 91 ist das Schaltbild eines kompletten, mit Kapazitätsdioden und Einzelhalbleitern aufgebauten Modulatorverstärkers wiedergegeben. Bei Verwendung selektierter Dioden läßt sich ein Eingangswiderstand von 20 GΩ erzielen. Die Spannungsverstärkung beträgt $5 \cdot 10^2$, die Leistungsverstärkung $2{,}5 \cdot 10^{12}$. Die Grenze des linearen Aussteuerbereichs liegt bei einer Eingangsspannung von 2 mV.

Schalterdioden

Den Dioden-Kennlinien kann man entnehmen, daß der differentielle Innenwiderstand $r_F = dU_F/dI_F$ je nach Diodentyp und hindurchfließendem Gleichstrom Werte von einigen hundert Ω bis zu einigen kΩ annehmen kann. Fließt ein Gleichstrom (1 mA...10 mA) durch die Diode, kann man diese für kleine Wechselspannungen als einen Widerstand mit dem Wert r_F betrachten. Andererseits unterbricht die Diode den Signalweg für kleine Wechselspannungen nach dem Anlegen einer Sperrspannung.

Niederfrequenzschalter

Bild 92 zeigt eine Anordnung mit der Standarddiode 1 N 4148 als Nf-Schalter. Im eingeschalteten Zustand fließt durch Diode D ein konstanter Strom in Höhe von etwa $U_{on}/(R0 + R1 + R2)$; die Diode leitet, und über die Trennkondensatoren C1 und C2 gelangt das vom Generator G abgegebene Niederfrequenzsignal an die nächste Stufe, die in dem dargestellten Beispiel aus einem Verstärker besteht. Im ausgeschalteten Zustand liegt der Kontakt des Umschalters an der negativen Vorspannung $-U_{off}$, so daß die Diode sperrt und somit auch Wechselspannungen nicht passieren läßt, solange deren Spitzenwert unter dem Wert von U_{off} bleibt.

Das aus R0 und C0 bestehende RC-Glied dämpft den Spannungssprung an der Katode der Diode, der sonst als unerwünschtes Umschaltknacken im Lautsprecher hörbar wäre. Der durch die nichtlineare Kennlinie der Diode bedingte zusätzliche Klirrfaktor dieser Schaltung beträgt maximal 0,05 %, sofern der Pegel der Eingangswechselspannung U_{ess} den Wert 1 V nicht überschreitet. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß die Diode D als eigentlicher Schalter sowie die Widerstände R1 und R2 im Schaltungsaufbau dort untergebracht werden können, wo sie laut Signalweg auch hingehören. Die Steuerung kann dann von beliebiger Stelle aus erfolgen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß die Einschaltspannung U_{on} gut gesiebt, also brummfrei sein muß. An die Ausschaltspannung U_{off} werden keine hohen Ansprüche gestellt, da die gesperrte Diode auch die Brummspannung vom Verstärker fernhält.

Hochfrequenzschalter

Grundsätzlich eignet sich jede Standarddiode zum Schalten kleiner Wechselspannungssignale. Will man Dioden jedoch als Hf-Bereichsschalter einsetzen, sieht die Sache anders aus, denn dann liegt der differentielle Serienwiderstand r_F als Dämpfungswiderstand innerhalb des Schwingkreises. Ein Serienwiderstand mit einem Wert von einigen hundert Ω bis zu einigen kΩ ist für diesen Anwendungsfall vollkommen ungeeignet. Der hier zulässige Maximalwert liegt bei etwa 1 Ω.

Aber wie läßt sich ein derart niedriger Wert für den differentiellen Innenwiderstand erreichen? Die Lebensdauer der sogenannten Minoritätsträger, die die Leitfähigkeit einer Diode bewirken, ist begrenzt. Je kürzer die Lebensdauer ist, um so höher darf die Frequenz des gleichzurichtenden Signals sein. Ist die Lebensdauer der Minoritätsträger größer als die Periodendauer des angelegten Hf-Signals, wird die Diode für dieses Signal leitend. Die Trägerlebensdauer ist zudem stark von dem durch die Diode fließenden Gleichstrom abhängig: Mit zunehmendem Strom steigt die Lebensdauer der Minoritätsträger.

Daraus geht hervor, daß der differentielle Flußwiderstand bei hohen Frequenzen viel niedrigere Werte annehmen kann als bei der zuvor beschriebenen Niederfrequenz-anwendung. Diese Aussage gilt insbesondere für spezielle Schalterdioden, deren Impedanz r_F im eingeschalteten Zustand ($I_F \approx 10$ mA) bei einer Signalfrequenz von 100 MHz etwa 0,5 Ω beträgt. Bei einer Sperrspannung von beispielsweise 15 V wirken diese Schalterdioden als Kondensator mit einer Kapazität von etwa 1 pF. Diese Kapazität ist so klein, daß sie gegenüber den Verdrahtungskapazitäten in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.

Bild 93 zeigt die Kennlinien für den differentiellen Durchlaßwiderstand in Abhängigkeit vom Durchlaßstrom der speziell für die Bandumschaltung in TV- und UKW-Tunern entwickelten Schalterdioden BA 243 und BA 244. Dort ist auch das Ansteigen des Durchlaßwiderstandes bei einer niedrigeren Frequenz dargestellt. Die Dioden sind als Schalter für den Frequenzbereich von 10 MHz bis 1 GHz geeignet. Ergänzend ist in Bild 94 die Kapazität dieser Dioden in Abhängigkeit von der Sperrspannung dargestellt.

Elektronische Bereichsschalter

Die Vorteile der elektronischen Abstimmung von Fernsehtunern kommen erst dann voll zur Geltung, wenn auch die Bandumschaltung elektronisch erfolgt und nicht über mechanisch bewegte, Verschleiß und Verschmutzung ausgesetzten Schalterkontakten. In Bild 95 sind zwei Varianten für den Ersatz von mechanischen Schaltern und Drehkondensatoren durch Schalter- und Kapazitätsdioden dargestellt.

Schalterdioden weisen gegenüber mechanischen Schaltern eine hohe Betriebssicherheit sowie eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer auf.

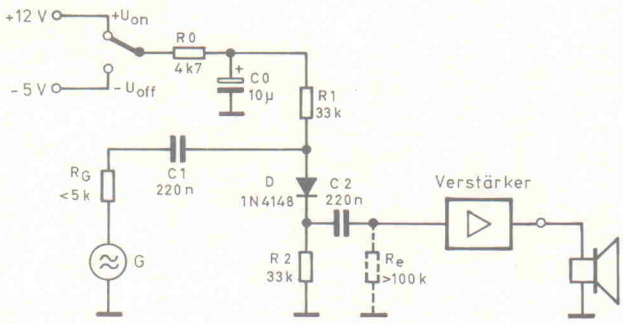
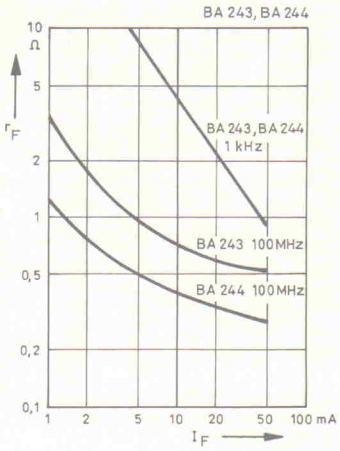


Bild 92. Diode als Nf-Schalter.

Bild 93. Differentieller Durchlaßwiderstand einer Schalterdiode in Abhängigkeit vom Strom.



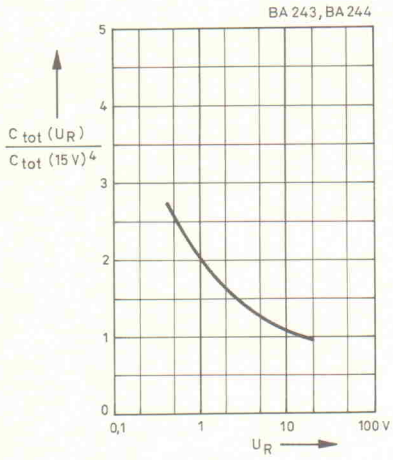


Bild 94. Kapazität einer Schalterdiode in Abhängigkeit von der Sperrspannung.

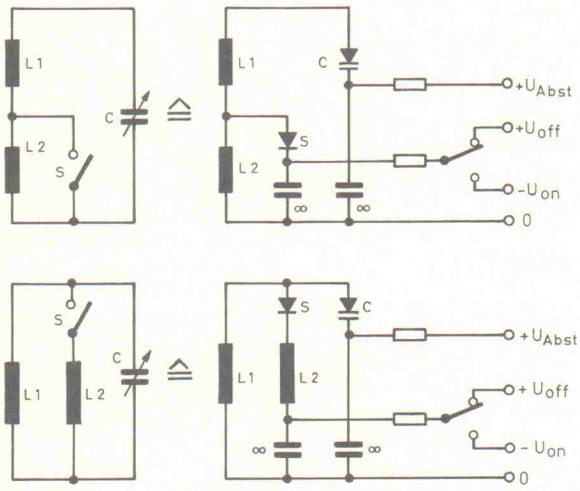


Bild 95. Gegenüberstellung von mechanisch und elektronisch abstimm- und umschaltbaren Resonanzkreisen.

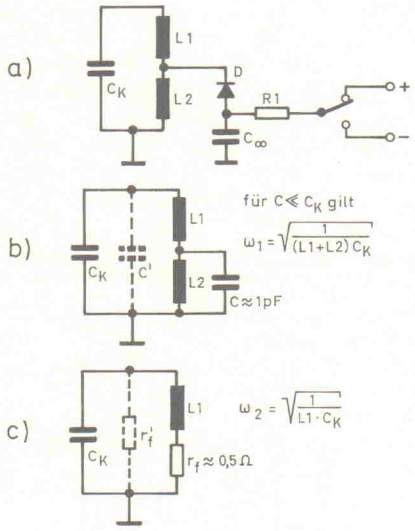


Bild 96.
a) Bereichsumschaltung durch Kurzschluß einer Teilinduktivität.
b) Ersatzschaltbild mit gesperrter Schalterdiode.
c) Ersatzschaltbild mit leitender Schalterdiode.

Da keine mechanische Verbindung zwischen den Bedienelementen und den Schwingkreisen erforderlich ist, kann man beispielsweise einen Fernsehtuner an der elektrisch und thermisch günstigsten Stelle im Empfänger plazieren. Die gleiche Aussage gilt für die Schalterdioden selbst, die man aufgrund ihrer geringen Größe innerhalb des Tuners direkt am jeweiligen Schwingkreis einsetzt.

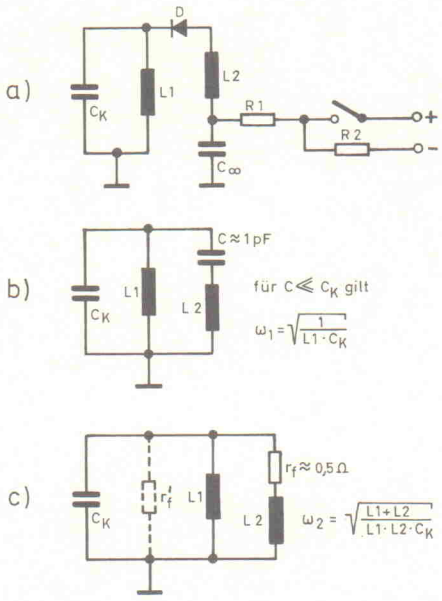


Bild 97.
a) Bereichsumschaltung durch Parallelschalten einer Induktivität.
b) Ersatzschaltbild mit gesperrter Schalterdiode.
c) Ersatzschaltbild mit leitender Schalterdiode.

Eine typische Anwendung einer Schalterdiode ist in Bild 96a wiedergegeben. Durch Kurzschließen eines Teils der Kreisinduktivität kann man die Resonanzfrequenz des Schwingkreises umschalten. Eine derartige Umschaltung ist in einem VHF-Tuner zum Beispiel zwischen Band I und Band III erforderlich, da die Frequenzbänder I und III relativ weit auseinanderliegen.

Der Kondensator C_K bildet die Schwingkreiskapazität. Der Index ∞ am Kondensator C bedeutet, daß dessen Kapazität sehr viel größer als die Kreiskapazität sein muß. Kondensator C schließt den Wechselstrompfad bei kurzgeschlossener Induktivität L2 und ermöglicht somit das Zuführen der Schalt- beziehungsweise Sperrspannung an einem wechselspannungsmäßig kalten Punkt. Der Widerstand R1 begrenzt den Diodenstrom in Durchlaßrichtung.

Bei einer Sperrspannung von beispielsweise $U_R = 15$ V verhält sich die Schalterdiode entsprechend Bild 96b wie ein 1-pF-Kondensator. Läßt man aber einen Strom von zum Beispiel 10 mA durch die Schalterdiode fließen, so wirkt diese wie ein Widerstand mit einem Wert von etwa 0,5 Ω; das für den Fall eines geschlossenen Diodenschalters geltende Ersatzschaltbild ist in Bild 96c dargestellt.

Das Umrechnen des Serienverlustwiderstandes r_F in einen Parallelverlustwiderstand r'_F erfolgt unter der Voraussetzung $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L > r_F$ nach folgendem Ansatz:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L1 / r_F = r'_F / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L1)$$

$$r'_F = (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L1)^2 / r_F$$

Die praktische Auswertung dieser Gleichungen zeigt, daß ein differentieller Widerstand r_F von etwa 0,5 Ω im Schwingkreis in den allermeisten Fällen zulässig ist.

Die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises läßt sich nicht nur durch Kurzschließen einer Teilinduktivität umschalten, sondern auch durch Parallelschalten einer zweiten Induktivität. Das entsprechende Prinzipschaltbild ist in Bild 97a zu sehen. Im Unterschied zu der Schaltung aus Bild 96 besteht hier die Kreisinduktivität wahlweise aus L1 oder aus der Parallelschaltung von L1 und L2. Gegenüber Bild 96a spart man hier einen Schalterkontakt ein, indem die negative Spannung über einen hochohmigen Widerstand R2 fest an der Diode liegt. Bild 97b zeigt die Ersatzschaltung bei gesperrter Schalterdiode (relativ tiefe Resonanzfrequenz), Bild 97c die Ersatzschaltung bei leitender Schalterdiode (relativ hohe Resonanzfrequenz).

In Rundfunk- und Fernsehempfängern kann man die zum Sperren der Schalterdioden erforderliche negative Gegenspannung durch Gleichrichten der Oszillator-Wechselspannung gewinnen, da zum Sperren der Dioden eine sehr kleine Leistung ausreicht. Es ist zu beachten, daß im gesperrten Zustand die Reihenschaltung aus Induktivität L2 und Diodenkapazität C einen Saugkreis bildet. Da die Kapazität C mit

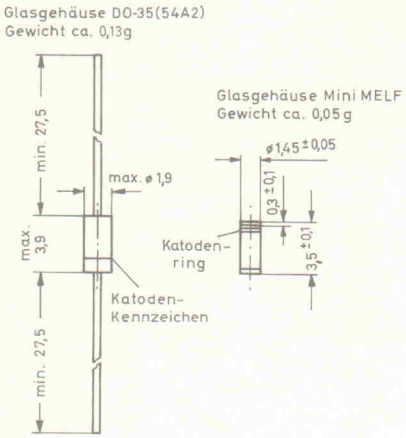


Bild 98. Größenvergleich zwischen einem herkömmlichen Diodengehäuse und einem SMD-Diodengehäuse.

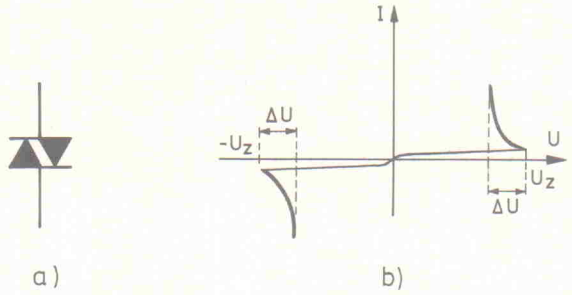


Bild 99. a) Schaltzeichen eines Diacs. b) Typischer Verlauf der Kennlinie eines Diacs.

etwa 1 pF sehr klein ist, macht sich der Saugkreis nur selten störend bemerkbar.

Obwohl die Schalterdioden bei den bisherigen Betrachtungen nur in Einzelkreisen eingesetzt waren, können mit diesen Dioden ebenso mehrkreisige Bandfilter und breitbandige Filter umgeschaltet werden. Grundsätzlich lassen sich alle mechanischen Hf-Schalter in Rundfunk- und Fernsehempfänger-Eingangsstufen durch Schalterdioden ersetzen. Falls es nicht möglich sein sollte, die Schaltgleichspannung an einem hochfrequenzmäßig kalten Schaltungspunkt einzuspeisen, muß unter Umständen die Spannungszuführung für die Schalterdioden mit LC- oder RC-Gliedern für Hochfrequenzsignale gesperrt werden.

Als typisches Anwendungsbeispiel kann man das bereits früher (Bild 87) vorgestellte Prinzipschaltbild eines elektronisch abstimm- und umschaltbaren VHF-Tuners für die Empfangsbänder I (46 MHz ...62 MHz) und III (175 MHz ...224 MHz) heranziehen. Erforderlich ist eine Umschaltung der Eingangsfilter, des Bandfilters sowie des Oszillatorkreises. Die Schalterdioden BA 243 führen die entsprechenden Schaltfunktionen aus. In diesem Beispiel ist kein selektiver Vorkreis, sondern ein breitbandiges Eingangsfilter zwischen Antenne und Vorstufentransistor vorgesehen. Wegen der notwendigen Leistungs- und Rauschanpassung innerhalb eines relativ großen Frequenzbereichs schaltet man in den meisten Tunern das Eingangsfilter um. In dem gezeigten Beispiel erfolgt die Umschaltung des Filters mit den Schalterdioden D1 und D2.

Die Dioden D3...D6 beeinflussen das Bandfilter, die Ankopplung an den Mischtransistor sowie die Oszillatorfrequenz. Aus Stromspargründen – jede Diode benötigt immerhin etwa 10 mA – sind hier alle Dioden, die gleichzeitig Durchlaßstrom erhalten sollen, in Reihe geschaltet. Der Mehraufwand dafür besteht in wenigen Hf-Drosseln, die bei den relativ hohen Arbeitsfrequenzen eine nur kleine Induktivität aufweisen müssen. Der 'Ein'-Schaltstrom für die Dioden wird der positiven Betriebsspannung (meist etwa 12 V) des TV-Geräts entnommen; die negative 'Aus'-Gegenspannung leitet man entweder von einer im Gerät vorhandenen negativen Spannung ab oder erzeugt sie durch Gleichrichten der Oszillator-Wechselspannung beziehungsweise geeigneter Spannungsimpulse aus dem Zeilentransformator.

Insbesondere Mehrnormen-Empfänger benötigen zum Umschalten auf die verschiedenen TV-Normen eine Vielzahl von Schaltkontakten in Tuner, Zf-Verstärker, Videoverstärker und Impulsteil. Hier ist der Einsatz von Schalterdioden besonders vorteilhaft, denn dadurch erreicht man einen von der räumlichen Anordnung des Bedienteils unabhängigen mechanischen Geräteaufbau. Überdies entfallen störanfällige hochfrequenzführende Leitungen.

Auch für die platzsparende und automatenfreundliche Technik der Oberflächenmontage sind Schalterdioden erhältlich. Bei den Typen BA 682 und BA 683 beispielsweise handelt es sich um SMD-Schalterdioden im MiniMELF-Gehäuse. Für einen Größenvergleich sind in Bild 98 ein SMD- und ein herkömmliches Diodengehäuse gegenübergestellt.

Diacs

Zum Zünden benötigen die aus der Leistungselektronik bekannten Triacs an ihrer Steuerelektrode kurzzeitige Stromimpulse in der Größenordnung von 15 mA ...50 mA. Es liegt nahe, hierzu einen Kondensator heranzuziehen, den man relativ langsam lädt und dann schlagartig entlädt. Als Schaltelement dient üblicherweise ein sogenannter Diac, eine symmetrische Triggerdiode. In Bild 99a ist das übliche Schaltsymbol wiedergegeben, in Bild 99b die typische Kennlinie.

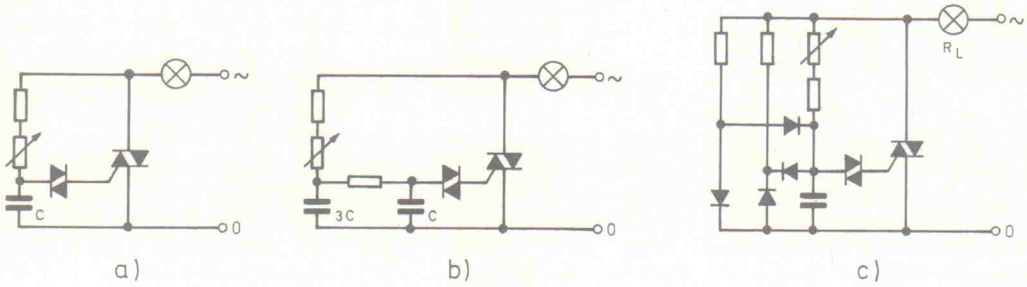
Bei ansteigender Spannung ist der Diac zunächst sehr hochohmig. Er schaltet aber nach Erreichen der Zündspannung schlagartig auf den zweiten, niederohmigen Betriebszustand um. Nach dem Zünden steht über dem Diac eine Restspannung in Höhe von etwa 3/4 der Zündspannung. Eine Zündspannung von 32 V geht demzufolge mit einer Restspannung von etwa 24 V einher, so daß zur Ansteuerung eines Triacs ein Spannungshub ΔU von etwa 8 V zur Verfügung steht. Sobald die anliegende Spannung die Restspannung unterschreitet, wird der Diac 'gelöscht', so daß er wieder den hochohmigen Betriebszustand einnimmt.

In Bild 100 sind drei Dimmer-Grundschaltungen dargestellt, die auf dem Prinzip des Phasenanschnitts basieren. Die einfachste Schaltung ist in Bild 100a zu sehen. Sie weist allerdings eine starke Hysterese auf, die besonders bei schwach eingestellter Lampenhelligkeit stört. Besser arbeitet die Schaltung aus Bild 100b; nachdem der Triac gezündet hat und der Diac wieder gelöscht ist, wird dem Zündkondensator C vom Kondensator 3C der größte Teil der durch den Zündvorgang entzogenen Ladung wieder zugeführt und so die Hysterese wesentlich verkleinert.

Völlig hysteresefrei arbeitet ein Dimmer, wenn er eine Schaltung entsprechend Bild 100c aufweist. Hier wird der Zündkondensator durch das Diodennetzwerk am Ende jeder Netzhalbwelle entladen, so daß der Ladevorgang des Kondensators zu Beginn jeder Halbwelle stets bei Null startet.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 2/91.

Bild 100. Die hier dargestellten Dimmer-Grundschaltungen basieren auf dem Prinzip der Phasenanschnittsteuerung.



PC-MESSTECHNIK

PCL-711S	8 A/D, 1 D/A, 12 Bit	805,-
PCL-812	16 A/D, 1 D/A, 16 digitale I/O, 12 Bit, Timer/Counter	930,-
PCLD-780	Anschlußboard für PCL-711S, 812	150,-
SMT-331	**metrasat-PC**, Vers. 3.1 Meßdatenerfassungs-Software Echtzeitverhalten, Online-Grafik Unterstützung verschiedener Meßwerterfassungskarten	1445,-
HMT-312	**Komplettpaket Meßdatenerfassung** (SMT-331, PCL-812, PCLD-780)	2451,-

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 Gesamtkatalog 90.4

Basspreamp nach ELRAD 2/90

komplett mit Siebdruckfrontplatte, Gehäuse, Platine und allen Bauteilen für 375,-DM

PA—Verstärker mit Lüfter

PA-1000	2 x 500 Watt Sinus 4Ω	1390,-DM
PA- 600	2 x 300 Watt Sinus 4Ω	990,-DM
PA- 300	2x 150 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.Siebdruckfrontplatte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

Martin Ziegler, Großherzg-Friedrich-Str. 140
6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

SMD-Sortimente

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

SMD-Praktikersortiment DM 139,—
mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer
Widerstände: 66 Werte 10R-4.7M E12 je 10 St.
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.
Dioden: 5 Typen je 5 St.
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

Katalog M16 verlangen.

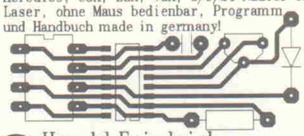
SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

MIRA-Electronic
Konrad und Gerhard Sauerbeck GdbR
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1
Tel. 0911/555919 · Fax. 0911/581341

Platinen CAD für PC/XT/AT: RULE

beliebige Lötpunkte/Leiterbahnen, 16 Lagen Bibliothek, SMD, Lötstopmaske, Zoll/mm Verschieben, Kopieren, Drehen, Spiegeln, Löschen, Raster, 45° Winkelraster, Autopan, Knicke in Leiterbahnen anfassen, Schrift. Hercules, CGA, EGA, VGA, 8/9/24 Nadler o. Laser, ohne Maus bedienbar, Programm und Handbuch made in germany!



D Harald Friedrich
Sudetenstrasse 14, D-6405 Eichenzell
Info gratis unter: 06659/2249

A EBV A-4680 Haag/H, Marktplatz 26
Tel 07732/33660 Fax 07732/33666

...vom Praktiker für den Praktiker!
Vollversion nur
DM 99,— öS 750,-

Aktuell ● Preiswert ● Schnell — Original-*ELRAD*-Bausätze mit Garantie

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, 1 x Filter oh. Geh.	76,90	29,20
20 Kanal-Audio-Analyser, 1 x Zeilentreiber	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-Delayer	108,90	37,90
MultiChoise, 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.IR-Sender inkl. Gehäuse	75,50	16,80
F.A.K.IR-Empfänger	66,90	7,90
TV-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!

ELRAD **10/1990**	Bs.	Pl.
MOSFET Monoblock inkl. Kühlkörper	255,50	28,00
100W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk.	95,50	18,50
Übertrager A-165 S	245,00	—
Netztrafo NTR-11 A	145,00	—

Bausätze und Platinen nach 12/90 lieferbar.

Diesselhorst Elektronik Vertriebs GmbH
Lübbecker Straße 12
4950 Minden
Tel. 0571/57514
FAX: 0571/5800633
Btx: 0571/5800108

*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 1D,
1230 Wien, Tel. 0222/886329

Alle Elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehendst vermieden!

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 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). Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

HALBLEITER

RABATTE: ab 10 St. 2% ab 50 St. 5% BEI GEMISCHTER ABNAHME INNERHALB DER JEWEILIGEN TYPENREIHE (Z.B. 74LS...)
ALLE BAUTEILE 1. WAHL FÜHRENDER HERSTELLER
NEU IM LIEFERPROGRAMM: SERIEN AC UND ACT - BITTE ANFRAGEN

74 LS (KEIN SGS)

00 -.39, 01 -.39, 02 -.39, 03 -.39, 04 -.39, 05 -.39, 06 -.89, 07 -.89, 08 -.39, 09 -.39, 10 -.39, 11 -.39, 12 -.39, 13 -.39, 14 -.49, 15 -.39, 18 -.78, 19 -.78, 20 -.39, 21 -.39, 22 -.39, 26 -.42, 27 -.42, 30 -.39, 31 1.28, 32 -.39, 33 -.39, 37 -.42, 38 -.42, 40 -.42, 42 -.59, 47 -.94, 48 -.98, 49 -.98

51 -.42, 54 -.42, 55 -.42, 63 1.78, 73 -.78, 74 -.49, 75 -.48, 76 -.58, 78 -.64, 83 -.64, 85 -.64, 86 -.49, 90 -.59, 91 -.78, 92 -.64, 93 -.78, 95 -.88, 96 -.88, 107 -.54, 109 -.54, 112 -.54, 113 -.54, 114 -.54, 122 -.58, 123 -.69, 125 -.69, 126 -.74, 132 -.59, 133 -.54, 136 -.54, 137 -.84, 138 -.59, 139 -.59, 145 1.08, 147 1.48, 148 1.18, 151 -.79, 153 -.79, 154 1.68

155 -.79, 156 -.79, 157 -.79, 158 -.79, 160 -.74, 161 -.74, 162 -.74, 163 -.74, 164 -.74, 165 -.94, 166 -.68, 168 -.89, 169 -.89, 170 -.89, 173 -.74, 174 -.74, 175 -.74, 190 -.68, 191 -.68, 192 -.78, 193 -.78, 194 -.78, 195 -.89, 196 -.89, 197 -.89, 221 -.89, 240 -.84, 241 -.79, 242 -.84, 243 -.79, 244 -.84, 245 -.89, 247 -.89, 248 -.89, 249 -.89, 251 -.69, 253 -.69, 256 -.84, 257 -.69

258 -.78, 259 -.78, 260 -.48, 261 2.64, 266 -.48, 273 -.79, 275 3.28, 279 -.69, 280 -.94, 283 -.69, 292 8.95, 293 -.78, 294 12.9, 295 -.94, 298 -.68, 299 1.98, 320 6.98, 321 4.48, 322 2.98, 323 2.68, 326 2.98, 327 2.98, 347 1.28, 348 1.38, 352 -.68, 353 -.68, 354 6.98, 355 6.98, 356 6.98, 357 3.98, 365 -.64, 366 -.64, 367 -.64, 368 -.64, 373 -.79, 374 -.79, 375 -.68, 377 -.89, 378 -.89

379 -.89, 382 3.28, 385 3.98, 386 -.68, 390 -.78, 393 -.78, 395 -.89, 396 -.89, 398 1.98, 423 1.68, 540 1.18, 541 1.18, 590 7.48, 591 7.48, 592 7.48, 593 7.48, 594 7.48, 595 7.48, 596 7.48, 597 7.48, 598 7.98, 640 1.38, 641 1.38, 642 1.38, 643 1.18, 644 1.18, 645 1.18, 646 6.98, 671 4.48, 673 4.98, 674 4.98, 681 9.98, 682 3.18, 683 3.48, 685 3.48, 686 6.98, 687 6.98, 688 2.98, 689 3.48

SONDERAKTION
74LS... SGS/THOMSEN
BEI BESTELLUNG BITTE "SGS" VERMERKEN !!!!
00/01/02/03/04/05/08 09/10/11/13/15/20/21 22/26/27/28/30/32/33 37/38/40/51/54/55/ 133/136/260/266

STÜCK	ab 10	ab 250
-,32	-,29	-,27

!! AUCH GEMISCHT !!
14/74/86/107/109/112 125/126/132/366/367

STÜCK	ab 10	ab 250
-,42	-,39	-,37

42/73/83/93/95/138 139/151/152/153/155 156/157/158/164/166 168/169/170/174/175 192/193/194/195/196 197/251/253/256/257 258/259/279/280/283 390/393/399/490/670

STÜCK	ab 10	ab 250
-,55	-,52	-,49

AUCH B. MIX-ABNAHME

74 ALS

ALS 00 -.59, ALS 02 -.59, ALS 04 -.59, ALS 05 -.69, ALS 08 -.69, ALS 09 -.69, ALS 10 -.69, ALS 11 -.69, ALS 14 1.18, ALS 15 -.74, ALS 20 -.69, ALS 21 -.74, ALS 22 -.74, ALS 27 -.74, ALS 28 -.74, ALS 30 -.69, ALS 32 -.59, ALS 33 -.69, ALS 37 -.69, ALS 38 -.69, ALS 40 -.74, ALS 74 -.89, ALS 86 -.94, ALS109 -.98, ALS112 -.98, ALS113 -.98, ALS114 -.98, ALS133 1.08, ALS138 -.98, ALS139 1.38, ALS151 1.18, ALS153 1.18, ALS157 1.48, ALS160 1.28, ALS161 1.28

ALS164 4.78, ALS174 1.28, ALS175 1.18, ALS193 1.28, ALS232 39.5, ALS240 1.48, ALS241 1.68, ALS243 1.78, ALS244 1.58, ALS245 1.84, ALS251 1.28, ALS253 1.28, ALS257 1.28, ALS258 1.28, ALS259 2.28, ALS273 1.58, ALS373 1.58, ALS374 1.58, ALS520 3.48, ALS540 1.98, ALS541 1.98, ALS563 4.78, ALS564 3.78, ALS573 1.78, ALS574 1.78, ALS576 3.48, ALS580 3.48, ALS688 5.68

74 S

74S00 -.98, 74S02 -.98, 74S04 -.84, 74S05 -.98, 74S08 -.98, 74S10 -.98, 74S11 -.89

S20 -.98, S32 -.98, S37 1.28, S38 1.28, S74 1.28, S85 2.48, S86 1.38, S112 1.38, S113 1.64, S124 3.78, S132 1.18, S133 1.48, S138 1.98, S139 1.78, S151 2.18, S153 2.18, S157 2.18, S158 2.18, S161 5.98, S163 3.98, S174 2.28, S175 2.28, S189 4.28, S194 2.58, S195 2.48, S240 3.48, S241 3.48, S244 3.48, S257 2.38, S280 1.98, S373 3.28, S374 3.48

74 AS

AS00 1.48, AS02 1.48, AS04 1.48

AS 08 1.48, AS 10 1.48, AS 11 1.48, AS 20 1.48, AS 21 1.48, AS 27 1.48, AS 30 1.48, AS 32 1.48, AS 34 1.48, AS 74 1.78, AS138 2.74, AS151 3.38, AS153 3.38, AS157 3.38, AS158 3.38, AS161 4.98, AS175 3.28, AS194 3.38, AS244 4.68, AS245 4.98, AS253 3.38, AS257 3.38, AS258 3.38, AS280 5.98, AS373 5.78, AS374 5.78, AS645 7.98

74 F

74F00 -.49, 74F02 -.59, 74F04 -.59, 74F08 -.59, 74F10 -.69, 74F11 -.69, 74F20 -.69, 74F27 -.59

F30 -.69, F32 -.59, F37 -.79, F38 -.79, F51 1.18, F74 -.79, F86 -.79, F125 1.48, F126 1.48, F132 -.98, F133 1.48, F138 -.98, F139 -.98, F148 1.98, F151 1.48, F153 1.48, F154 3.98, F157 1.48, F158 1.48, F160 1.98, F161 2.78, F166 5.48, F168 5.48, F169 5.48, F174 1.78, F175 1.78, F194 2.98, F195 3.48, F240 1.68, F241 1.68, F243 1.98, F244 1.68, F245 1.98, F251 1.28, F253 1.28, F257 1.48, F258 1.48, F259 4.48, F260 1.48

F273 3.48, F280 1.48, F367 1.78, F373 1.98, F374 1.98, F393 1.98, F399 1.98, F520 4.98, F521 2.48, F540 3.98, F541 3.98, F573 3.98, F574 3.98

TTL

7400 -.68, 7402 -.68, 7404 -.68, 7405 -.68, 7406 -.78, 7407 -.78, 7408 -.78, 7414 -.78, 7416 -.98, 7417 -.98, 7432 -.88, 7438 -.98, 7442 1.08, 7445 1.98, 7447 1.98, 7474 -.78, 74121 1.18, 74123 1.38, 74150 2.48, 74159 5.98, 74161 1.98, 74166 1.68

74 HC

HC 00 -.39, HC 02 -.39, HC 03 -.39, HC 04 -.39, HC04U -.39, HC 08 -.39, HC 10 -.39, HC 11 -.39, HC 14 -.49, HC 20 -.39, HC 21 -.39, HC 27 -.39, HC 30 -.39, HC 32 -.39, HC 42 -.68, HC 51 -.39, HC 73 -.54, HC 74 -.48, HC 75 -.68, HC 76 -.54, HC 85 -.89, HC 86 -.48, HC107 -.58, HC109 -.58, HC112 -.58, HC113 -.58, HC123 -.74, HC125 -.58, HC126 -.64, HC132 -.58, HC133 -.54, HC137 -.79, HC138 -.68, HC139 -.69, HC147 -.79, HC148 -.79, HC151 -.79, HC153 -.79, HC154 1.28, HC155 -.74

HC157 -.74, HC158 -.74, HC160 -.74, HC161 -.74, HC162 -.74, HC163 -.74, HC164 -.74, HC165 -.74, HC166 -.79, HC173 -.84, HC174 -.84, HC175 -.74, HC190 -.98, HC191 -.98, HC192 -.98, HC193 -.78, HC194 -.79, HC195 -.79, HC221 1.18, HC240 -.98, HC241 -.98, HC242 -.89, HC243 -.94, HC244 -.94, HC245 1.08, HC251 -.74, HC253 -.74, HC257 -.79, HC258 -.74, HC259 -.74, HC266 -.54, HC273 -.98, HC279 -.98, HC280 -.79, HC283 -.79, HC298 -.79, HC299 2.48, HC354 1.28, HC356 1.28, HC365 -.68, HC366 -.68, HC367 -.68, HC368 -.68

HC 373 -.98, HC 374 -.98, HC 375 -.79, HC 377 1.08, HC 386 -.54, HC 390 -.98, HC 393 -.98, HC 533 -.94, HC 534 -.94, HC 540 1.14, HC 541 1.14, HC 563 1.18, HC 564 1.18, HC 573 1.14, HC 574 1.14, HC 590 2.48, HC 595 2.48, HC 597 2.98, HC 640 1.48, HC 645 1.48, HC 670 1.48, HC 688 1.68, HC4015 1.18, HC4016 -.98, HC4017 1.08, HC4020 1.08, HC4024 -.74, HC4040 1.08, HC4046 2.78, HC4049 -.98, HC4050 -.98, HC4051 1.18, HC4053 1.18, HC4060 -.98, HC4066 -.64, HC4072 -.44, HC4075 -.39, HC4078 -.39, HC4094 1.28, HC4511 -.98, HC4518 1.48, HC4538 1.48, HC4543 1.68

74 HCT

HCT 00 -.39, HCT 02 -.39, HCT 04 -.39, HCT 05 -.49, HCT 08 -.49, HCT 10 -.49, HCT 11 -.49, HCT 14 -.59, HCT 20 -.49, HCT 21 -.49, HCT 27 -.49, HCT 30 -.49, HCT 32 -.49, HCT 42 -.98, HCT 73 -.98, HCT 74 -.69, HCT 75 -.88, HCT 85 1.28, HCT 86 -.74, HCT107 -.98, HCT109 -.98, HCT123 -.98, HCT125 -.98, HCT132 -.88, HCT137 -.88, HCT138 -.79, HCT139 -.79, HCT147 1.18, HCT151 -.98, HCT153 -.98, HCT154 2.38, HCT157 -.98, HCT158 -.98, HCT160 1.08, HCT161 1.08, HCT162 1.08, HCT163 1.08, HCT164 1.08, HCT165 1.08, HCT166 1.18

HCT173 1.18, HCT174 1.18, HCT175 1.18, HCT190 1.28, HCT191 1.28, HCT192 1.28, HCT193 1.28, HCT194 1.28, HCT195 1.28, HCT221 1.68, HCT237 1.48, HCT238 1.48, HCT240 1.28, HCT241 1.28, HCT242 1.28, HCT243 1.28, HCT244 1.08, HCT245 1.18, HCT251 1.18, HCT253 1.18, HCT257 1.18, HCT258 1.18, HCT259 1.28, HCT273 1.18, HCT280 1.48, HCT299 2.38, HCT365 -.98, HCT366 -.98, HCT367 -.98, HCT368 -.98, HCT373 1.08, HCT374 1.08, HCT377 1.68, HCT390 1.48, HCT393 1.08, HCT423 1.78, HCT533 1.78, HCT534 1.78, HCT540 1.48, HCT541 1.48, HCT563 1.48, HCT564 1.48, HCT573 1.48

HCT574 1.48, HCT640 1.48, HCT643 1.48, HCT645 1.48, HCT646 3.98, HCT648 3.78, HCT670 1.78, HCT688 2.78, HCT4040 1.68, HCT4060 1.68

CD 40/45

CD4000 -.39, CD4001 -.34, CD4002 -.39, CD4006 -.79, CD4007 -.39, CD4008 -.78, CD4009 -.59, CD4010 -.54, CD4011 -.34, CD4012 -.39, CD4013 -.49, CD4014 -.79, CD4015 -.79, CD4016 -.54, CD4017 -.74, CD4018 -.74, CD4019 -.69, CD4020 -.78, CD4021 -.78, CD4022 -.78, CD4023 -.39, CD4024 -.68, CD4025 -.39, CD4027 -.59, CD4028 -.68, CD4029 -.78, CD4030 -.34, CD4031 -.98, CD4032 -.88

CD4033 1.04, CD4034 2.08, CD4035 -.79, CD4038 -.88, CD4040 -.78, CD4041 -.78, CD4042 -.68, CD4043 -.78, CD4044 -.78, CD4045 -.98, CD4046 -.98, CD4047 -.79, CD4048 -.79, CD4049 -.49, CD4050 -.49, CD4051 -.79, CD4052 -.79, CD4053 -.79, CD4054 -.98, CD4055 -.98, CD4056 -.98, CD4059 6.48, CD4060 -.74, CD4063 -.84, CD4066 -.54, CD4067 2.58, CD4068 -.39, CD4069 -.39, CD4070 -.39, CD4071 -.39, CD4072 -.39, CD4073 -.39, CD4075 -.39, CD4076 -.79, CD4077 -.39, CD4078 -.39, CD4081 -.39, CD4082 -.39, CD4085 -.59, CD4086 -.64, CD4089 -.98, CD4093 -.49, CD4094 -.84

CD4095 -.98, CD4096 1.18, CD4097 2.58, CD4098 -.84, CD4099 -.98, CD4104 1.04, CD4501 -.79, CD4502 -.79, CD4503 -.79, CD4504 2.98, CD4505 3.98, CD4506 1.98, CD4507 -.98, CD4508 2.48, CD4510 -.89, CD4511 -.94, CD4512 -.79, CD4513 2.48, CD4514 1.78, CD4515 1.78, CD4516 -.84, CD4517 1.98, CD4518 -.78, CD4519 -.68, CD4520 -.84, CD4521 1.38, CD4522 -.98, CD4526 -.98, CD4527 -.98, CD4528 -.98, CD4529 1.28, CD4530 1.38, CD4531 1.18, CD4532 -.89, CD4534 5.98, CD4536 1.98, CD4538 -.84, CD4539 -.98, CD4541 -.89, CD4543 1.08, CD4560 1.48, CD4584 -.64, CD4585 -.98

MIKROPROZESSOREN + SPEICHER

M65010 20.95, M6501A0 24.95, M6502 4.78, M6502A 5.48, M6502C 8.95, M65C02P1 8.68, M65C02P2 8.78, M65C22P2 9.98, M6504 6.78, M6504A 7.28, M6510 19.50, M65110 22.50, M6511A0 24.95, M6520 4.68, M6520A 5.48, M6522 5.28, M6522A 5.78, M6525A 14.95, M6526A 20.95, M6532 5.28, M6532A 8.18, M65C32P2 15.9, M6551 4.38, M6551A 4.68, M65C51P2 11.9, M6569 43.95, M6581 38.90, 65SC802 74.95, 65SC816 44.95, M6800 5.98, M6802 5.48, M6809 7.98, M68B09 8.95, M68B09E 9.78, M6810 1.74, M6821 2.68, M68B21 3.38, M6840 4.78, M6844 24.95

M6845B 4.98, M6850 2.58, M68000-8 8.95, M68000-10 12.20, M68000-12 14.20, M68000-16 27.95, M68008-P8 10.95, M68008-P10 15.95, M68010-8 26.20, M68020-12 * 298.00, M68020-16 * 389.00, M68020-20 * 498.00, M68230-P8 9.48, M68230-P10 13.50, M68681 12.95, M68901 13.95, M68881-12 * 239.50, M68881-16 * 298.00, M68881-20 * 389.00, Z80-A-CPU 2.18, Z80-B-CPU 2.98, Z80-H-CPU 6.98, Z80-A-PIO 2.18, Z80-B-PIO 2.98, Z80-A-CTC 2.28, Z80-B-CTC 2.98, Z80-A-DMA 5.98, Z80-A-DART 6.48, Z80-B-DART 7.98, Z80-A-SIO-0 6.48, Z80-B-SIO-0 7.48, Z80-B-SIO-1 7.48, Z80-A-SIO-2 7.98, Z80-A-STI 19.50, Z80-B-STI 24.95, Z80-CM-CPU 5.98, Z80-CM-PIO 6.18, Z80-CM-CTC 6.18, Z80-CM-SIO0 10.95

M8031 7.98, M80C31 9.98, M8035L 4.68, M80535 24.95, M8039L 4.68, M8052AH1.1 37.95, M8085-5MHZ 6.95, M8087-5M * 151.00, M8087-8M * 228.00, M8087-10 * 289.00, M80287-6M * 239.00, M80287-8M * 338.00, M80287-10 * 379.00, M80C287AMD * 248.-, (AMD-TYPE: 10MHZ), M80387-SX16 * 524, M80387-SX20 * 589, M80387-16 * 524.00, M80387-20 * 638.00, M80387-25 * 818.00, M80387-33 * 979.00, IIT2C87-8 * 298.-, IIT2C87-10 * 328.-, IIT2C87-12 * 358.-, IIT2C87-20 * 429.-, IIT3C87-16 * 458.-, IIT3C87-20 * 524.-, IIT3C87-25 * 628.-, IIT3C87-33 * 799.-
AB 16 ST. - 2 %, AB 32 ST. - 4 %, AB 72 ST. - 6 %
MIX-RABATT
* : KEIN RABATT
M82C11 6.48, M8237-AC5 7.98, M8250B 6.78, M82C50A 9.98, M82450 9.78, M82C450 14.95, MS16450 21.95, MS16550 36.95

M8251-5MHZ 4.98, M82C51 6.98, M8253-C2 4.78, M82C53 6.98, M8255-AC2 4.28, M82C55 4.18, M8257-5M 5.48, M8259-AC2 4.98, M82C59 7.95, M8272A 7.48, M8279-5M 5.78, M8282 7.98, M8284A 5.78, M82C84A 5.98, M8286 7.98, M8287 6.48, M8288 10.78, M82C88 6.98, M8520A 59.80, M8748HD 18.95, M8749HD 19.95, M8751 59.80, 8T28 2.48, 82S23 2.78, 82S123 2.95, 82S126 2.98, 82S129 2.98, AM25LS2538 7.98, AM26LS31 2.48, AM26LS32 2.48, AM2966 8.95, AM7910 33.95, AM7911 34.95, AY-3-1015 8.78, EF9365 69.80, EF9366 69.80, EF9367 89.90, FDC9229BT 14.95, HD64180B 17.95, ICL7660 2.98, MAX232CP 5.98, MC1488 -.58, MC1489 -.58

2764-250 4.18, 27128-250 4.98, 27256-250 5.18, 41256-100 3.18, 43256-100 8.48, 514256-70 9.48, 511000-70 9.48, SIM-1M*9 84.95

M2716-350 6.98, M2732-A200 7.18, M2732-A250 6.95, M2764-250 4.18, M27C64-150 4.38, M27C64-200 3.78, 27C128-150 5.68, M27C128-250 5.18, M27128-250 4.98, M27256-200 8.98, M27256-250 5.18, 27C256-100 8.98, 27C256-120 5.18, 27C256-150 4.98, 27C256-200 4.98, M27512-200 11.95, M27512-250 8.78, 27C512-150 7.98, 27C512-200 7.78, 27010-120 17.95, EE28C64-20 23.95, M4164-100 2.98, M4164-120 2.94, M41256-60 5.98, M41256-80 3.38, M41256-100 3.18, M41256-120 2.98, M41464-80 4.08, M41464-100 3.78

M6116-LP2 2.48, M6264-LP07 4.68, M6264-LP10 4.48, M6264LFP12 5.68, M43256-70 9.78, M62256-100 8.48, M43256-LFP 9.48, M628128-10 54.95, M628128LFP 49.95, MC146818AP 7.48, MM58167 9.95, MSM5832 13.95, RTC58321 9.28, RTC62421 14.50, RTC72421 13.95, SP-0256AL2 19.95, TMS4500A15 39.80, TCM3105 29.95, THCT4502 47.95, uPD765AC 8.95, uPD1990 8.95, uPD4990 8.95, uPD7001 7.48, uPD7002 9.78, uPD7003 22.95, uPD7220AD 39.80, V20-8 NEC 9.78, V20-10 NEC 16.90, V30-8 NEC 13.50, V30-10 NEC 21.50, WD1010APL 69.95, WD1772 34.95, WD2793 23.95, WD2797 23.95, WD9216B 5.28
FUER IBM / ATARI DRUCKERKABEL 2 M NUR DM 7.95
SUB-D-STECKVERB. 19P. ST/BU 1.38, 23P. ST/BU 1.48, 19/23 PHAUBE 1.38

QUARZE (AB10 -2% AB50 -5%)

FREQ. MHZ	GEH. HC	DM
0.032	3X8	-.49
1.000	33	7.18
1.843	18	2.98
1.843	33	3.98
2.000	18	2.78
2.457	18	2.48
3.000	18	1.98

3.276, 3.579, 3.686, 4.000, 4.194, 4.433, 4.915, 5.000, 5.068, 5.185, 6.000, 6.144, 6.400, 8.000, 8.877, 9.830, 10.000, 10.240, 11.059, 12.000, 12.288, 14.000, 14.318, 15.000, 16.000, 18.000 MHZ — JEWEILS 1,38 DM

18.430	18	1.98
20.000	18	1.98
24.000	18	1.78
30.000	18	1.98
32.000	18	1.98

QUARZOSZIL. TTL
1MHZ - 3MHZ 6.48, 3.276-20MHZ 5.48, 22-42.8 MHZ 7.48
DITO C-MOS 4MHZ -20MHZ 5.95
ANDERE A. ANFRAGE

WIDERSTANDS-NETZWERKE E12 22R-1M

SIL 4-R'S -.33, SIL 5-R'S -.35, SIL 6-R'S -.37, SIL 7-FACH -.39, SIL 8-FACH -.49, SIL 9-FACH -.54, DIL 8-FACH 1.18

VIELSCHICHT-KONDENSATOREN EXTREM KLEIN

RM 2.5 MM:	AB:10	100
10 NF	-.22	-.19
22 NF	-.23	-.20
47 NF	-.25	-.22
100NF	-.20	-.17
RM 5.0 MM:		
10 NF	-.19	-.16
22 NF	-.19	-.16
47 NF	-.19	-.16
100NF	-.19	-.15
220NF	-.34	-.29

DIP-SCHALTER 1A
2X 1.18, 3X 1.28, 4X 1.34, 5X 1.48, 6X 1.55, 7X 1.88, 8X 1.84, 9X 2.18, 10X 2.25, 12X 2.38

LED's 1.WAHL
3+5MM ROT, GE, GN 10 ST. 1.50, 100 ST. 12.90
8MM ROT/GE/GN -.78

UA7805 -.59, UA7806 -.64, UA7808 -.64, UA7809 -.79, UA7810 -.79, UA7812 -.59, UA7815 -.59, UA7818 -.64, UA7824 -.69, UA7905 -.65, UA7908 -.84, UA7912 -.65, UA7915 -.65, UA7918 -.84, UA7924 -.84, 78H05 22.95, 78H12 24.95, 78S05 -.98, 78S09 1.08, 78S12 -.98, 78S15 -.98, 78L05 -.59, 78L06 -.59, 78L08 -.59, 78L09 -.74, 78L10 -.74, 78L12 -.59, 78L15 -.59, 79L05 -.69, 79L12 -.69, 79L15 -.69
FUER ATARI: MONITOR-STECKER 2.20, FLOPPY-STECKER 2.95, SCART-STECKER 2.78
FLOPPY-STROMV 3 1/2 o. 5 1/4 " STECKER JEWEILS 1.48

STECKVERBINDUNGEN

AUCH HIER: MIX-RABATTE! BITTE ERFRAGEN

COMMODORE-STECKER RM 3.96 MM: 2X06 POLIG 1.48, 2X12 POLIG 2.08, 2X22 POLIG 4.78; GEHAEUSE 2X06 2.18, GEHAEUSE 2X12 2.18, TRW STECK+GEH. 2X12 3.98

SUB-D	STECKER VERGOLDET				BUCHSEN VERGOLDET				GEHAEUSE			KABEL
POLZAHL	LOET	90°	180°	QUETSCH	LOET	90°	180°	QUETSCH	GERADE	SEITL	POST	RUND
9-POL.	-.48	1.78	1.39	2.68	-.54	1.98	1.64	2.98	1.29	1.48	-.69	1.98/M
15-POL.	-.79	2.68	1.69	3.78	-.84	2.98	1.98	3.98	1.39	1.54	-.79	2.95/M
25-POL.	-.69	3.98	2.09	3.98	-.74	4.48	3.28	4.28	1.24	1.49	-.68	4.25/M
37-POL.	1.88	5.48	3.38	7.48	1.98	6.78	4.58	7.98	1.59	1.78	1.68	5.78/M
50-POL.	3.88	7.48	4.48	24.95	3.98	8.98	6.88	25.95	1.69	1.88	1.98	7.98/M

SLOTS PRINTMONT. RM 2.54 MM: SLOT 2X18 1.98, SLOT 2X25 1.88, SLOT 2X31 1.98, SLOT 2X43 3.98

FLOPPY-STECKER: 10P 1.48, 20P 1.08, 26P 1.48, 34P 1.18, 40P 2.68, 50P 2.98

PFOSTENSTIFTE TRENNBAR GERADE (G=GOLD Z=ZINN): 1x36 POL.G 1.28, 1x50 POL.Z 1.98, 1x50 POL.G 2.78, 2x36 POL.G 2.38, 2x50 POL.Z 3.78, 2x50 POL.G 5.28
DITO, GEWINKELT: 1X36 P.GW 1.98, 1x50 P.ZW 2.18, 1x50 P.GW 2.98, 2X36 P.GW 2.68, 2X50 P.ZW 4.48, 2x50 P.GW 5.98
JUMPER 10ST 1.78

PFOSTENSTECKVERBINDER VERGOLDET

POLZAHL	STECKER GERADE	STECKER 90°	BUCHSEN AMPRESSB.
10-POL.	-.98	1.08	-.78
14-POL.	1.18	1.28	-.98
16-POL.	1.28	1.38	1.28
20-POL.	1.58	1.78	1.48
26-POL.	2.18	2.38	1.78
34-POL.	2.58	2.68	1.98
40-POL.	3.48	3.78	2.48
50-POL.	4.38	4.58	2.98
60-POL.	5.28	5.38	3.78

CENTRONICS 57er RIBBON: ST 14POL. 2.48, ST 24POL. 3.28, ST 36POL. 1.98, ST 36KLEMM 3.48, ST 50POL. 3.98, BU 14POL. 2.48, BU 24POL. 3.28, BU 36POL. 2.48, BU 36PRINT 4.78, BU 36KLEMM 3.58, BU 50POL. 4.78

ECB-BUS-STECKER A(B)C-BESTUECKT: ST 32p A+C 2.38, ST 64p A+C 1.68, ST 96p ABC 2.68, ST 64p STEH 3.98, ST 96p STEH 3.98, BU 32p A+C 2.98, BU 64p A+C 2.78, BU 64P 90° 4.28, BU 96p ABC 4.28, BU 64KLEMM 8.48, BU 64 WW 3.28, BU 96 WW 4.08

KATALOG '91 DM 4.50

LINEARE IC's

ADC0803 16.95, ADC0804 8.48, ADC0805 15.95, ADC0808 16.95, ADC0816 49.80, ADC0834 12.95, AM26S02 7.98, AM2966 8.95, AY3-1015 8.78, AY3-1350 9.98, AY3-8500 19.95, AY3-8910 12.50, AY3-8912 11.95, AY3-8913 10.95, CA3046 1.08, CA3080E 1.68, CA3080 TO 3.78, CA3130E 2.38, CA3140E 1.38, CA3146E 3.18, CA3160E 2.28, CA3161E 2.68, CA3162E 9.98, CA3240E 3.18, CA3306CE 29.95, CA3306D 89.00, DAC08E 4.98, DAC0800 4.98, DAC0807 3.78, DAC0808 3.48

ICL7106 7.28, ICL7106R 7.48, LCD ANZ. 7.95, ICL7107 7.28, TIL701 1.48, TIL702 1.48, ICL7109 14.95, ICL7116 7.48, ICL7117 7.48, ICL7126 7.48, ICL7135 17.95, ICL7136 9.95, ICL7660 2.98, ICL8211 3.98, ICM7170 21.95, ICM7207A 18.95, ICM7208 54.95, ICM7216A 109.5, ICM7216B 77.95, ICM7216D 89.95, ICM7217A 21.95, ICM7217B 27.95, ICM7217C 30.95, ICM7218A 19.95, ICM7224 26.95, ICM7226A 92.95, ICM7226B 74.95, ICM7250 13.78, ICM7555 -.98, ICM7556 2.48, KTY10D 1.68, L165 4.68, L201/2/3 -.98

L294 12.48, L295 10.95, L296 12.50, L297 9.78, L298 11.95, LF351N -.68, LF353N -.78, LF356N 1.28, LF357N 1.28, LF398N 4.98, LF13741 1.98, LM35CZ 9.98, LM35DZ 5.98, LM301AN -.64, LM308AN 1.08, LM309K 4.48, LM311N -.44, LM317K 3.78, LM317L -.98, LM317T -.98, LM318N 1.88, LM319N 2.18, LM324N -.44, LM325N 11.95, LM335Z 2.48, LM33622.5 1.98, LM33625.0 1.98, LM337T 1.48, LM339N -.48, LM348N -.74, LM358N -.49, LM380N 2.48, LM386N-1 2.28

LM387N 3.48, LM393N -.48, LM723CN -.54, LM733CN 1.78, LM733CH 3.28, LM741CN -.44, LM747CN -.98, LM1458N -.44, LM1830 8.50, LM1871 14.95, LM1872 14.98, LM1886N 9.48, LM1889N 7.34, LM3900N 1.38, LM3909N 2.78, LM3911N 3.98, LM3914N 6.48, LM3915N 6.98, LM3916N 7.48, LM13600N 3.28, LM13700N 3.28, MAX232CP 5.98, MC1377N 7.48, MC1488N -.58, MC1489N -.58, MC1489AN -.78, MC3403 -.89, MC3479 9.95, MC4024 13.50, MC4044 13.50, MK50395 39.80, MK50398 32.95, NE529N 4.78

NE530N 3.18, NE532N -.78, NE535N 4.78, NE538N 3.78, NE542N 2.18, NE544N 5.18, NE555CN -.48, NE556N -.68, NE558N 3.18, NE565N 3.48, NE566N 2.58, NE567CN 1.48, NE570N 6.78, NE571N 5.48, NE590N 7.48, NE591N 8.98, NE592N 1.68, NE592N8 1.68, NE644N 7.98, NE5532N 1.58, NE5532AN 1.98, NE5533N 6.48, NE5534N 1.48, NE5534AN 1.68, NE5535N 1.78, RC4136N 1.48, RC4151N 2.28, RC4194N 5.68, RC4195N 2.98, RC4200N 7.68, RC4558N -.79, RC4559N 1.38, SAB0600 5.98

SN74C917 17.48, SN74C922 12.95, SN74C923 9.95, SN74C925 19.95, SN74C926 16.95, SN74C927 16.95, SN74C928 16.95, SN75188 -.58, SN75189 -.58, SN75150 1.78, SN75160 9.98, SN75161 12.48, SN75451 1.18, SN75452 1.28, SN75453 1.24, SN75454 1.38, SN75477 2.48, SN75491 1.68, SN75492 1.68, TCA440 3.68, TCA965 4.28, TDA1072 4.68, TDA1074A 7.68, TDA2002 1.69, TDA2003 1.79, TDA2004 3.78, TDA2005 4.98, TDA2030 2.28, TDA2579 8.48, TDA2593 3.34, TDA2594 5.08, TDA2595 5.48, TDA3410 3.48

TDA3560 11.95, TDA3561A 10.78, TL061CP -.69, TL062CP -.79, TL064CN 1.04, TL066CP 2.14, TL071CP -.69, TL072CP -.78, TL074CN -.98
AUCH BEI LIN. SCHALTKREISEN: AB 10 MIX -2%, AB 50 MIX -5%
TL081CP -.59, TL082CP -.69, TL084CN -.94, TL494CN 1.78, TL497ACN 3.98, TL7702A 1.98, TL7705A 1.68, TMS1000 14.98, UAA170 3.78, UAA180 4.18, ULN2001A -.98, ULN2002A -.98, ULN2003A -.78, ULN2004A -.98, ULN2801A 1.58, ULN2802A 1.58, ULN2803A 1.34, ULN2804A 1.68, UVC3101-10 49.-

XR2206 5.98, XR2207 5.98, XR2211 4.78, XR8038CP 6.48, ZN404 1.54, ZN409CE 3.48, ZN411E 5.48, ZN414Z 2.28, ZN415E 3.28, ZN416E 3.98, ZN423 2.98, ZN424E 4.18, ZN424P 2.98, ZN425E-8 11.95, ZN426E-8 6.48, ZN427E-8 20.95, ZN428E-8 13.95, ZN429E-8 4.48, ZN432E 46.95, ZN434E 2.98, ZN435E 13.50, ZN447E 28.95, ZN448E 22.95, ZN449E 8.48, ZN451E 22.95, ZN458 2.58, ZN458A 2.78, ZN458B 3.48, ZN459CP 7.48, ZN1040ERD 26.95, ZN1060E 6.48, ZN1066E 14.98, ZNA234E 31.95

KABEL AWG 28 / DIL-STECKER

ADERN	GRAU	FARBIG	POLZAHL	
10 POL.	-.74	1.48	8 P	-.94
14 POL.	1.08	1.78	10 P	1.48
16 POL.	1.24	1.98	12 P	1.54
20 POL.	1.54	2.48	14 P	-.94
24 POL.	1.84	2.98	16 P	-.98
26 POL.	1.98	3.28	18 P	1.18
34 POL.	2.64	4.38	20 P	1.28
37 POL.	2.88	4.68	22 P	1.94
40 POL.	3.08	4.98	24 P	1.48
50 POL.	3.88	6.28	28 P	1.58
60 POL.	4.58	7.48	32 P	2.38
64 POL.	4.98	7.98	40 P	1.98

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

AUS LAUFENDER FERTIGUNG! KOMPL. NORMREIHEN VON 10 OHM BIS 1 MOHM A' 10 STUECK. GEGURTETE WARE, TYP0207 (Ø 2.3X6.3 MM), 1/4 WATT

	KOHLESCHICHT 5%	METALLFILM 1%
E12 61X10ST.	12.95	24.95
E24 121X10ST.	24.95	42.95

IC-FASSUNGEN

1.WAHL, STAFFELPREISE AUCH BEI MIX-ABNAHME E-PREIS FÜR 10/100ST

DOPPELFEDERKONTAKT HERSTELL. ZETRONIC: DIL06PX 0.12/0.10, DIL08PX 0.13/0.11, DIL10PX 0.22/0.19, DIL14PX 0.23/0.21, DIL16PX 0.25/0.23, DIL18PX 0.27/0.25, DIL20PX 0.30/0.28, DIL22PX 0.35/0.33, DIL24PX 0.37/0.35, DIL28PX 0.47/0.45, DIL40PX 0.66/0.62

GEDREHTE GOLDKONT. HERSTELLER: GARRY: DIL08PZ 0.36/0.32, DIL14PZ 0.59/0.54, DIL16PZ 0.69/0.64, DIL18PZ 0.79/0.72, DIL20PZ 0.89/0.82, SIL20PZ 1.08/-.99, DIL24PZ 1.08/-.99, DIL28PZ 1.28/1.19, DIL40PZ 1.88/1.78, DIL48PZ 2.28/2.12, DIL64PZ 3.28/3.12, DIL64-HD64180 6.48

TEXTOOL-FASSUNGEN: DIL20TEST ST. 13.95, DIL24TEST ST. 13.75, DIL24TEST ENG 16.95, DIL28TEST ST. 13.50, DIL40TEST ST. 26.95

WIRE-WRAP-GOLDKONT. HERSTELLER: GARRY STCK AB10: DIL08WW -.98/-.96, DIL14WW 1.68/1.65, DIL16WW 1.98/1.94, DIL18WW 2.18/2.14, DIL20WW 2.48/2.43, DIL24WW 2.88/2.82, DIL28WW 3.38/3.31, DIL40WW 4.78/4.68

CARRIER-FASSUNGEN 7 PF/PIN AB LAGER!
LOW-COST-FASSUNGEN ABGABE A' 10 STÜCK: DIL06LC - DIL40LC NUR 1.5 PF/PIN
DITO, PRÄZISION DIL06LZ - DIL64LZ NUR 3 PF/PIN !!

PGA/PLCC-FASS: PGA64 5.78, PGA68 7.98, PGA68C 6.18, PGA114 8.95, PGA124 10.98, PGA133 11.98, PLCC44 4.78, PLCC68 4.98, PLCC84 6.98

PAL16L8-A2 25ns 4.48, PAL16R6-A2 35ns 4.48, PAL16R8-A2 35ns 4.48, PAL20L8-A 25ns 8.28, GAL16V8L 15ns 8.95, GAL16V8L 20ns 4.98, GAL16V8L 25ns 4.48, GAL20V8L 15ns 14.95, GAL20V8L 20ns 9.98, GAL20V8L 25ns 6.98

AUSZUG UNSERER LIEFERBEDINGUNGEN: DIE LIEFERUNG DER WARE ERFOLGT GRUNDSAETZLICH PER NACHNAHME (AUSNAHMEN: BEHOERDEN, SCHULEN, INSTITUTE) VERSANDKOSTEN INLAND: POST DM 6.50 (SCHNELLPAKET DM 11.00) / UPS DM9.- VERSANDWUNSCH ANGEBEN! AUSLANDSLIEFERUNGEN ABZUEGLICH 14% MWST. -ZWISCHENVERKAUF VORBEHALTEN

SIMONS electronic GMBH
MEISENWEG 4 * POSTFACH 2254
5012 BEDBURG
TELEFON : 02272 / 81619 oder 5980
TELEFAX : 02272 / 6159
POSTGIRO : 981 75 - 500 KÖLN

Jahresinhaltsverzeichnis 1990

Audio-Projekte

Entzerrer-Vorverstärker:
RIAA direkt **1**/S. 33

10-Kanal-Audio-Center:
NF-Scanner, T. 2 **1**/S. 78
NF-Scanner, T. 3 **2**/S. 63
NF-Scanner, T. 4 **3**/S. 86

Modulare Endstufe:
Hundert Watt bipolar **5**/S. 56

160-W-Endstufe:
MOSFET-Monoblock **7**/S. 33

Vorverstärker-Ergänzung:
Beigeordneter **8**/S. 56

Geräte-Einschaltsequenzer:
Multi-Delayer **9**/S. 78

Eintakt-A-Röhrenendstufe:
Drei-Sterne-Eintopf **10**/S. 18

Frequenzweichen-Redesign:
Ohne Resonanz **12**/S. 59

Audio-Grundlagen, Audio-Schaltungstechnik

Das CD-System, T. 6 **1**/S. 84
Das CD-System, T. 7 **2**/S. 76

Schaltungstechnik:
Audio-Prozessor
APU 2400 T **3**/S. 64

Endstufen
unter der Lupe, T. 1 **5**/S. 50
Endstufen
unter der Lupe, T. 2 **6**/S. 87
Endstufen
unter der Lupe, T. 3 **7**/S. 90

Schaltungstechnik:
Analogschalter für hochwertige
Audioanwendungen **7**/S. 49

Schaltungstechnik:
Potis on Chip **9**/S. 44

Audio-Meßtechnik:
Die Reziprozitätseichung **9**/S. 53

Vorverstärker-
Design, T. 1 **12**/S. 48

Bühne/Studio

Lichttechnik:
Midi-Lichtsteuerung **1**/S. 64

Instrumenten-Vorverstärker:
Bass Port **2**/S. 50

Endstufe 2 × 600 W:
19"-Power-PA **3**/S. 33

Signalbearbeitung:
Rauschunterdrückung
mit Brillanz **4**/S. 33

Schaltungstechnik:
Klangsynthese mit
SAM 8905, T. 1 **4**/S. 42
Klangsynthese mit
SAM 8905, T. 2 **5**/S. 91

Meßtechnik:
20-Kanal-Analyzer **6**/S. 78

Schaltungstechnik:
Potis on Chip **9**/S. 44

Midi:
Midi-Factory **11**/S. 34

Signalbearbeitung:
VCA-Noisegate **12**/S. 77

Computer

Rechnerabschaltung
per Software:
Shutdown und 'AUS' **1**/S. 54

Atari ST/Casio FX-850P:
Pocket-Rechner-Link **6**/S. 63

Software:
Grundlagen des
Multitasking-Betriebs **9**/S. 18
Multitasking mit PCs **9**/S. 23

Geräte-Einschaltsequenzer:
Multi-Delayer **9**/S. 78

ExterNetz **11**/S. 81

Design-Corner:
Symmetrische
Versorgung aus +5 V **12**/S. 54

Design Corner

VHF-OpAmps:
HF-Design **1**/S. 50

Optokoppler/Logik-Interface:
Optologic **2**/S. 70

Brücken-
treiber-IC IR 2110 **3**/S. 22

Präziser Leistungs-
OpAmp OPA 541 **4**/S. 48

Schaltfilter-ICs SC 22322/24:
Filter-Design am PC **5**/S. 42

Verstärker-IC NE 5205:
HF-Design
bis 550 MHz **6**/S. 50

Datenübertragung
mit VX1.3/VX8.3:
Mehr als
eine Fernsteuerung **9**/S. 33

NiCd-Schnellader:
Turbo-Boost **11**/S. 84

Schaltregler-IC MAX 743:
Symmetrische
Versorgung aus +5 V **12**/S. 54

A/D-Wandler-IC MAX 138:
Messen mit kleiner
Betriebsspannung **12**/S. 57

Grundlagen

Elektroviskose
Flüssigkeiten **2**/S. 25

Schaltnetzteile:
wg. Störfall **4**/S. 52

Service:
IC-Nomenklatura **5**/S. 64

Sensorik:
Positionssensoren **7**/S. 44

Bauelemente:
Zuverlässigkeit **8**/S. 34

Software:
Grundlagen des
Multitasking-Betriebs **9**/S. 18
Multitasking mit PCs **9**/S. 23

Labor/Entwicklung:
Vierleiter-Meßtechnik **10**/S. 28

HF/Smith-Kreisdiagramme:
Kreisverkehr, T. 1 **10**/S. 86
Kreisverkehr, T. 2 **11**/S. 76

EMV:
Unsichtbare Gefahr **11**/S. 20
Elektrischer
Abschirmdienst **11**/S. 46

Lichttechnik

Midi-Lichtsteuerung 1/S. 64

HAL.L.O., T. 1 3/S. 26
HAL.L.O., T. 2 6/S. 93

F.A.K.IR 8/S. 76

Die Elrad-Laborblätter

Motorsteuerungen, T. 1 1/S. 57
Motorsteuerungen, T. 2 2/S. 55

Magnetische Tonaufzeichnung, T. 1 3/S. 55
Magnetische Tonaufzeichnung, T. 2 4/S. 71

Thermoelemente und ihre Beschaltung, T. 1 3/S. 59
Thermoelemente und ihre Beschaltung, T. 2 4/S. 64

Elektronische Analogschalter, T. 1 5/S. 71
Elektronische Analogschalter, T. 2 6/S. 71
Elektronische Analogschalter, T. 3 7/S. 71

Quarze und Frequenzreferenzen, T. 1 7/S. 72
Quarze und Frequenzreferenzen, T. 2 8/S. 71
Quarze und Frequenzreferenzen, T. 3 9/S. 71

Vielseitige Dioden, T. 1 9/S. 73
Vielseitige Dioden, T. 2 10/S. 75
Vielseitige Dioden, T. 3 11/S. 71
Vielseitige Dioden, T. 4 12/S. 71

Meßtechnik

Meßdatenerfassung:
Datenlogger 535, T. 1 1/S. 19
Datenlogger 535, T. 2 2/S. 29

Kfz-Meßtechnik:
AutoScope, T. 1 2/S. 18
AutoScope, T. 2 3/S. 78
AutoScope, T. 3 4/S. 91

TTL-Monitor als Oszi-Bildschirm:
DemoScope 3/S. 71

Frequenzmarkengeber 4/S. 60

Kfz-Meßtechnik:
AutoCheck, T. 1 5/S. 34
AutoCheck, T. 2 6/S. 54
AutoCheck, T. 3 7/S. 56
AutoCheck, T. 4 8/S. 50

Sensorik:
Positionssensoren 7/S. 44

PC-Meßtechnik:
MultiChoice, T. 1 8/S. 42
MultiChoice, T. 2 9/S. 82
MultiChoice, T. 3 10/S. 62
MultiChoice, T. 4 12/S. 83

PLL-Frequenz-Synthesizer 9/S. 26

Audio:
Die Reziprozitätseichung 9/S. 53

Kfz-Meßtechnik:
AutoScreen, T. 1 9/S. 50
AutoScreen, T. 2 10/S. 92

Vierleiter-Meßtechnik 10/S. 28

PC-Meßtechnik:
Achtung, Aufnahme, T. 1 10/S. 40
Achtung, Aufnahme, T. 2 11/S. 56

Design-Corner:
Messen mit kleiner Betriebsspannung 12/S. 57

LWL-Tastkopf 12/S. 62

Nachrichtenübertragung, HF

MMIC-Antennen-Mischverstärker:
Alles unter einem Dach 1/S. 46

Design Corner:
HF-Design mit VHF-OpAmps 1/S. 50

Design Corner:
Optokoppler/Logik-Interface 2/S. 70

Selektiver Antennenvorverstärker:
HF-Studie, T. 1 5/S. 78
HF-Studie, T. 2 6/S. 44

Schaltungstechnik:
Videosignalübertragung 6/S. 42

Design-Corner:
HF-Design bis 550 MHz 6/S. 50

Empfangstechnik:
Kabel: In Stereo und Farbe, T. 1 6/S. 34
Kabel: In Stereo und Farbe, T. 2 7/S. 83
Kabel: In Stereo und Farbe, T. 3 8/S. 83
Kabel: In Stereo und Farbe, T. 4 9/S. 56

Grundlagen:
Kreisverkehr, T. 1 10/S. 86
Kreisverkehr, T. 2 11/S. 76

EMV:
Unsichtbare Gefahr 11/S. 20
Elektrischer Abschirmdienst 11/S. 46
Schirmung mit Kunststoffgehäusen 11/S. 52
Kunststoffschalengehäuse mit Schirmdämpfung 12/S. 41

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 (2 x 5,25″) unter dBase

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

☐ ich bin *ELRAD*-Abonnent.
Meine Kundennummer: _____
(auf dem Adreßaufkleber)
Einen Verrechnungsscheck über DM 32,— lege ich bei.

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

Absender nicht vergessen!

Ab Januar '91 Update *ELRAD* 1990 für DM 10,— lieferbar.

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

Prozessortechnik, Technische Rechneranwendungen

Meßdatenerfassung:
Datenlogger 535, T. 1 **1**/S. 19
Datenlogger 535, T. 2 **2**/S. 29

Rechnerabschaltung per Software:
Shutdown und 'AUS' **1**/S. 54

DSP-System:
SESAM, T. 3 **1**/S. 90
SESAM, T. 4 **3**/S. 49

Schaltungstechnik:
Audio-Prozessor APU 2400 T **3**/S. 64

Entwicklung:
EPROM-Simulator **4**/S. 84

Schaltungstechnik:
Klangsynthese mit SAM 8905, T. 1 **4**/S. 42
Klangsynthese mit SAM 8905, T. 2 **5**/S. 91

Atari ST/Casio FX-850P:
Pocket-Rechner-Link **6**/S. 63

Schaltungstechnik:
Luftgüte-Überwachung **8**/S. 64

PC-Meßtechnik:
MultiChoice, T. 1 **8**/S. 42
MultiChoice, T. 2 **9**/S. 82
MultiChoice, T. 3 **10**/S. 62
MultiChoice, T. 4 **12**/S. 83

PC-Meßtechnik:
Achtung, Aufnahme, T. 1 **10**/S. 40
Achtung, Aufnahme, T. 2 **11**/S. 56

CAD:
Schaltplan, Layout & Co(mputer) **12**/S. 16

DSP-System:
Signal-Doppeldecker, T. 1 **12**/S. 42

Schaltungstechnik aktuell

Netzteil mit Magnetverstärker **1**/S. 40

Audio-Prozessor APU 2400 T **3**/S. 64

TDA 5140 – Dreiphasen-Motorregler mit Vollwellenansteuerung **3**/S. 74

Klangsynthese mit SAM 8905, T. 1 **4**/S. 42
Klangsynthese mit SAM 8905, T. 2 **5**/S. 91

Neue Video-ICs **5**/S. 47

Videosignalübertragung **6**/S. 42

Analogschalter für hochwertige Audioanwendungen **7**/S. 49

Luftgüte-Überwachung **8**/S. 64

Potis on Chip **9**/S. 44

Isolierstation **10**/S. 82

Excalibur **11**/S. 43

Stromversorgung

Schaltungstechnik:
Netzteil mit Magnetverstärker **1**/S. 40

Lade-Center **2**/S. 33

Schaltnetzteile:
wg. Störfall **4**/S. 52

DC/DC-Wandler **4**/S. 78

ExterNetz **11**/S. 81

Design Corner:
Turbo-Boost (NiCd-Schnellader) **11**/S. 84

Design Corner:
Symmetrische Versorgung aus +5 V **12**/S. 54

Tests und Marktübersichten

Multimeter:
Multis abgecheckt **1**/S. 24

Software:
Derive **2**/S. 40
Simulieren vs. Löten **2**/S. 42

Regelungs-CAE-Programme **3**/S. 41

IEC-Schnittstellen **4**/S. 20

Multifunktionskarten:
Keine kann alles **5**/S. 20
Meßwerterfassungs- und Auswerteprogramme **5**/S. 29

DSOs:
Analoge Welt A/D **6**/S. 20

Audio-Meßplätze **7**/S. 20

Labormultimeter **8**/S. 20

PreView HM 8142:
Besonderes Kennzeichen: eigenwillig **9**/S. 48

PreView DVM G-1005.500:
Westwärts **10**/S. 54

Public Domain Elektronik-Software (Atari) **10**/S. 58

EMV:
Schirmung mit 19"-Kunststoffgehäusen **11**/S. 52
Kunststoffschalengehäuse mit Schirmdämpfung **12**/S. 41

CADs für die Elektronik **12**/S. 24

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

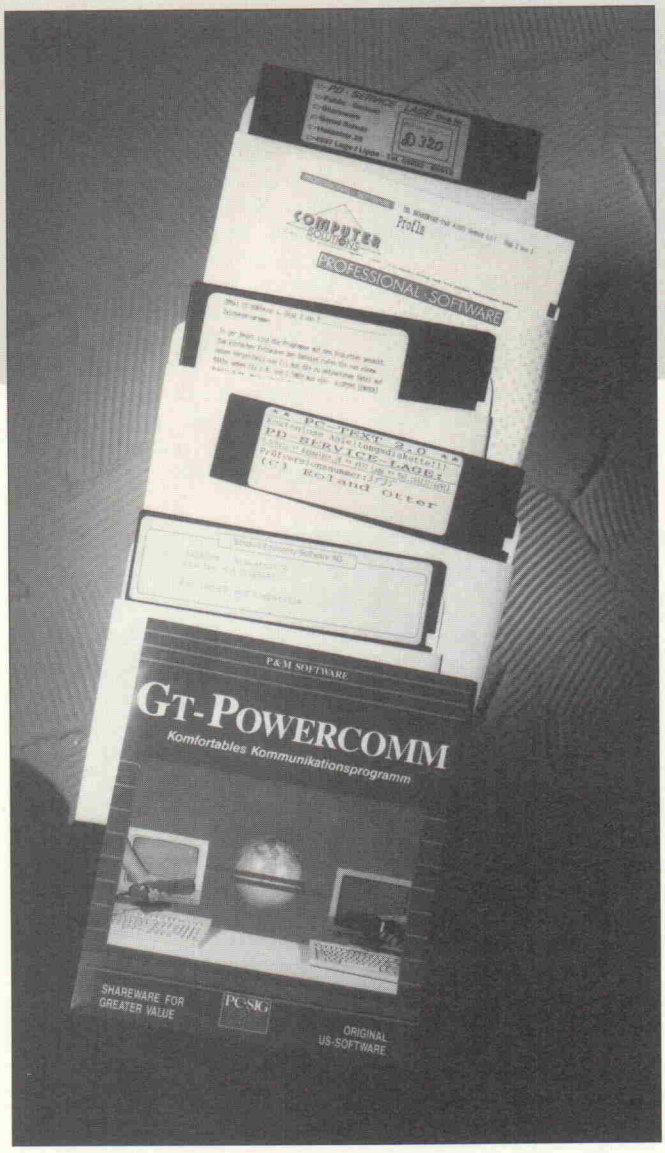
eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8
D-3000 Hannover 61

PD für'n PC

Public Domain/Shareware für MSDOS-Rechner

Thomas Bleeker
Christian Tönnies

Eine Textverarbeitung für 14 Mark, ein CAD-Programm für 20? Manche PD-Kataloge lassen es möglich erscheinen. Wir sind der Frage nachgegangen, ob es speziell für die Elektronik nützliche PD-Software zu kaufen gibt.



Allem Anschein nach hat sich der IBM PC in den letzten Jahren zu *dem* professionellen Computer in Industrie, Handel und natürlich auch in der Elektrotechnik/Elektronik gemausert. Dabei wurden zahlreiche professionelle Programme erstellt, von denen viele aber einen entscheidenden Nachteil haben: Sie sind für manche Anwender zu teuer und zu umfangreich. Und da die Nachfrage den Markt regelt, zeigt ein Blick auf das Angebot an PD-Software für PCs deutlich, daß viele Programmierer diese Lücken im Softwareangebot entdecken und durch spezifische Softwarelösungen zu schließen versuchen. Dem semiprofessionellen Anwender könnte dieses Angebot nur recht sein, ließe es ihm doch die Wahl zwischen viel nützlicher (und zuweilen auch unnützer) Software, die überdies exakt auf den aktuellen Bedarf zugeschnitten wäre.

Demo-Disketten? Nein, danke!

So weit die Theorie – möchte man sagen. Die Praxis sieht zum Teil leider unerfreulicher aus. Obwohl der Gedanke der Public-Domain-Software ursprünglich aus der CP/M-Szene kommt (deren legale Erben heute ja immerhin MSDOS oder IBM-PC heißen), enthält eine heutzutage gekaufte PD-Diskette für einen PC mitnichten zwangsläufig ein richtig lauffähiges und komplettes Programm. In einigen Fällen erhält man nämlich ein kommerzielles Programm, das für sich gesehen auf dem Bildschirm einen hervorragenden Eindruck macht, bei einem Wunsch nach Ausdrucken oder Speichern jedoch für lange Gesichter sorgt, weil die entsprechenden Programmteile fehlen. Diese sind – selbstverständlich – lieferbar, gegen Entrichtung einer gewissen Gebühr, versteht sich.

Solche Demo-Disketten (es gibt sie bei jedem ernsthaften Softwareanbieter zum gleichen Preis) haben unserer Ansicht nach in PD-Sammlungen nichts zu suchen.

Aus den zahlreichen PD-Programmen haben wir also einiges für den Bereich Elektrotechnik/Elektronik herausgesucht. Unser Ziel dabei war es weniger, eine lückenlose Marktübersicht zu liefern (geht auch gar nicht!), sondern aufzuzeigen, daß gute Programme nicht nur im kommerziellen Bereich angeboten werden.

Die für Elektroniker wichtigen Programme lassen sich dabei in zwei Hauptgruppen unterteilen. Der ersten Gruppe lassen sich solche Programme zuordnen, mit denen die zumeist zeitintensiven und auch nervenden, aber für die Elektronik wichtigen Berechnungen durchgeführt werden können. In der zweiten Gruppe finden wir CAD-Programme, mit denen Schaltpläne gezeichnet sowie Netzlisten und Leiterplattenlayouts erstellt werden können. Der Aufwand zur Erstellung eines solchen Programmes läßt sich eindeutig an den auf dem Markt erhältlichen käuflichen Programmen und auch an den Preisen für solche Programmpakete messen.

Filter ohne Fehl' und Tadel

Zwei Programme zur Berechnung von Filtern gibt es auf einer Diskette von Computer Solution. Das Programm **Filter** bietet die Möglichkeit, Tief-, Hoch- und Bandpässe sowie Bandsperren zu berechnen. Dabei werden die Parameter Filterordnung und -charakteristik (Bessel, Butterworth, ...) nach-

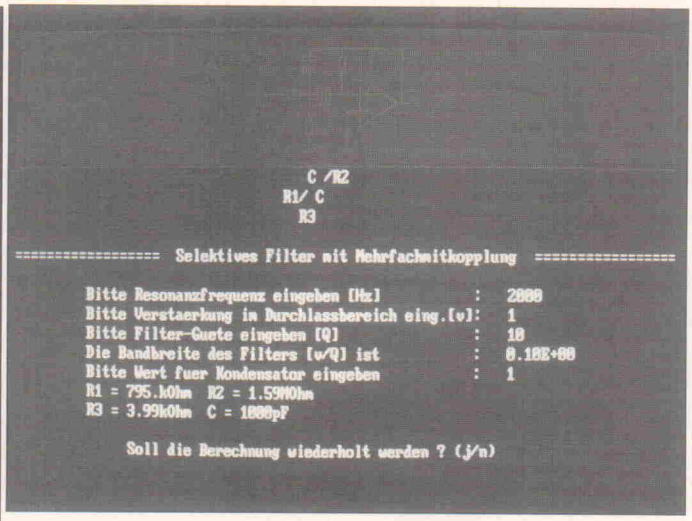


Bild 1. Die Eingabemaske des Filterberechnungsprogramms 'Filter'.

einander abgefragt. Die Ausgabe der Berechnung wird anschließend grafisch dargestellt, damit auch die Zuordnung der einzelnen Bauteile und Werte eindeutig wird. Leider kann man nur die Werte ausdrucken und nicht den Schaltplan. Außerdem werden die Werte in für Elektroniker ungewöhnlichen Potenzen ausgegeben, so daß man erst wieder umrechnen muß, ob es sich beispielsweise um F oder mF handelt. Die Sharewareversion bietet nur die Möglichkeit, Filter bis zur 6. Ordnung zu berechnen. Die Vollversion, die zum Preis von 60 DM erworben werden kann, berechnet dann auch Filter bis zur 10. Ordnung.

Das Programm **Omega** ist etwas komfortabler ausgestattet. Im Hauptmenü werden sechs Versionen von passiven und aktiven Schaltungen zur Auswahl angeboten. Hat man sich für eine Grundschaltung entschieden, kann man den einzelnen Elementen verschiedene Bauteile oder Netzwerke zuordnen. In der dritten Stufe werden den Bauteilen dann die Werte zugewiesen. Anschließend kann man sich das entsprechende Bodediagramm anschauen, wobei dort Start- und Endfrequenz sowie Schrittweite einstellbar sind. Dabei werden passive Schaltungen exakt berechnet, in aktiven Schaltungen wird der Operationsverstärker als ideal angenommen. Werden zwei Berechnungen mit unterschiedlichen Werten durchgeführt, kann man sowohl das letzte als auch das aktuelle Bodediagramm betrachten. Der Menüpunkt Extremwerte berechnet die Minima und Maxima der Amplitude, wobei die entsprechende Frequenz mit der Phase angegeben wird. Leider ist es uns nicht gelungen, einen Ausdruck der Daten und des Bodediagramms anzufertigen (ob da wohl der Druckertreiber 'fehlte'?). Sehr angenehm sind die übersichtlich gestalteten Menüs sowie die Möglichkeit einer Mausbedienung. Da die Bildschirmauflösung mindestens 640 × 347 Punkte benötigt, werden nur EGA, VGA und Hercules-Monochrom-Karten unterstützt. Die Registrierung für dieses Programm kostet nur 30 DM.

Menü mit Werbung

Auf der Diskette Nummer D 1273 aus der Softwarethek Rubröder befindet sich das Programm **Etek**. Es dient zur Berechnung verschiedenster in der Elektronik benötigter Daten. Dazu gehören beispielsweise Widerstands-, Kondensator-, Transistor- und Frequenzberechnungen. Es sei all denen empfohlen, die das lange Suchen nach Formeln schon immer gehaßt haben. Eine sinnvolle Rubrik sind die Abkürzungen in der Elektronik. Dort findet man viele Begriffe aus der Elektronik und genaue Erklärungen beziehungsweise Übersetzungen. Das Programm ist ansonsten recht einfach gestaltet; auf aufwendige Grafik wurde verzichtet. Leider wird die Menüauswahl durch Werbung unterbrochen, aber die Privaten machen es ja vor.

Alles in allem kann man die Programme als durchaus sinnvoll und hilfreich bezeichnen. Eine ansprechende Bedienerführung und anschauliche Grafik erhöhen dabei natürlich das Interesse an einem Einsatz dieser Programme. Teilweise werden Anwenderfehler nicht abgefangen, so daß sich ein Programm schon mal durch die Meldung 'division by zero – please reboot system' abmeldet. Aber jeder Programmautor ist natürlich für Anregungen und konstruktive Kritik an seinem Programm dankbar!

Ein sehr interessantes Programm von Computer Solutions ist der **3-D-Designer**. Mit diesem Programm können verschiedenste mathematische Funktionen und selbsterstellte Grafiken dreidimensional dargestellt werden. Dabei kann der interaktive Funktionsgenerator benutzt werten, um beispielsweise komplizierte mathematische Funktionen aus der Elektrotechnik zu zeichnen. Die erstellten Grafiken kann man auf dem Bildschirm zoomen, verschieben und um alle Achsen rotieren lassen.

Die Option 'Meßwerte als Datei' einzulesen, aufzubereiten und dreidimensional darzustellen, dient besonders der Illustration von Meßprotokollen – vor allem, weil hierbei die Grafiken durch Texte und Zeichen ergänzt werden können. Dem Programmierer ist es gelungen, eine eindeutige und einfache Bedienerführung zu entwerfen, welche dem Anwender schnell und sicher die wichtigsten Informationen zur Verfügung stellt. Darüber hinaus befindet sich auf der Diskette ein Text für eine etwa 18seitige Anleitung, die ebenfalls umfangreich gestaltet wurde.

Wer sich häufig mit der grafischen Darstellung von Funktionen oder Meßdaten befaßt, sollte mal einen Blick auf das Programm riskieren. Leider können auch mit diesem Sharewareprogramm keine Ausdruk-

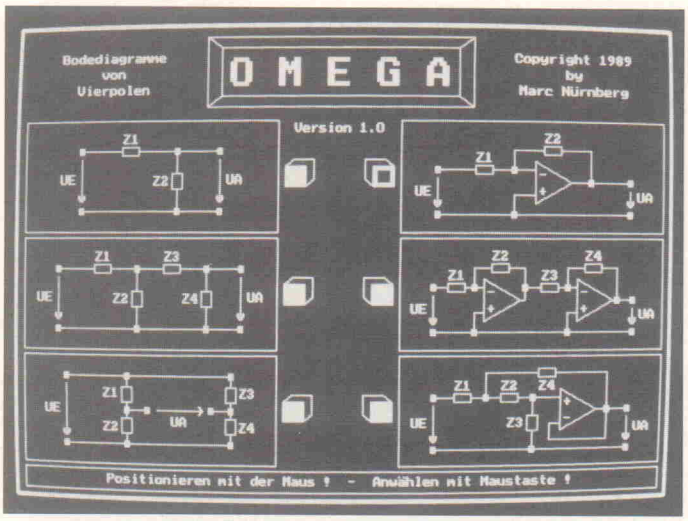


Bild 2. Bei 'Omega' wird die gewünschte Schaltung mit einer Anzahl Knöpfen angewählt ...

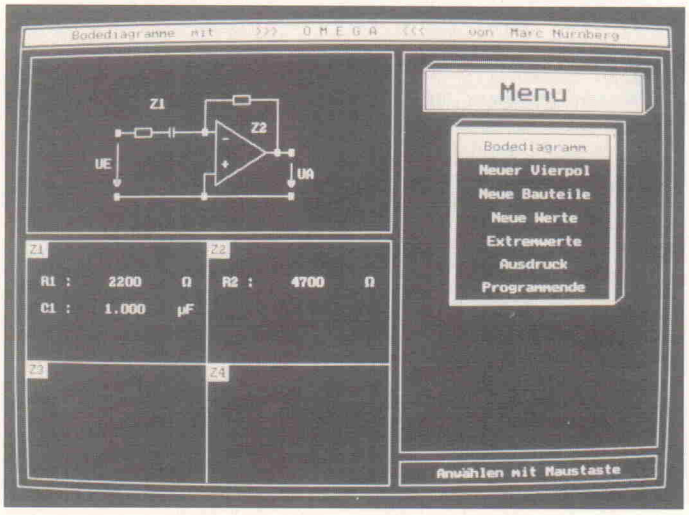


Bild 3. ... und die Werte in einem Dimensionierungsformular eingetragen.

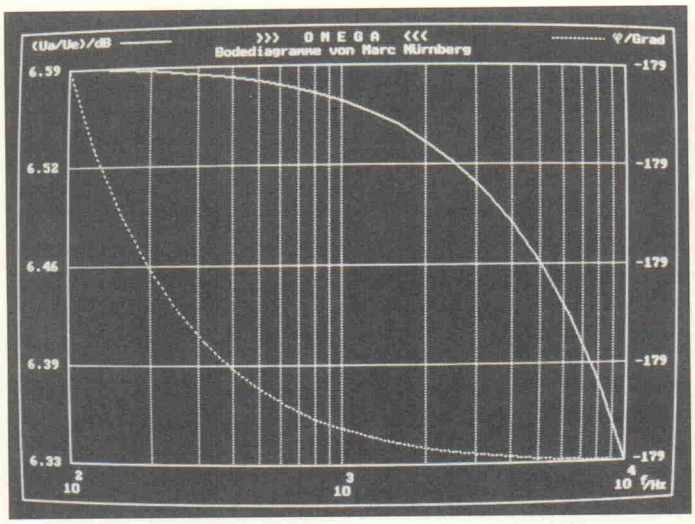


Bild 4. Das Bodediagramm zeigt dann die Amplitude und die Phase über der Frequenz.

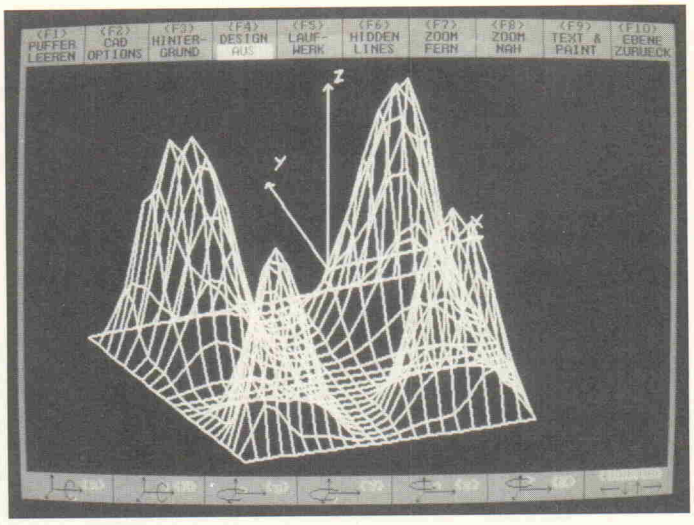


Bild 5. Der '3-D-Designer' bei der Darstellung folgender Formel:
$Z = (x \cdot \sin y) \cdot \sin (y \cdot \sin x) \cdot (y \cdot \sin x) \cdot \sin (x \cdot \sin y)$
im Bereich $-\pi < x < \pi$ **und** $-\pi < y < \pi$.

ke erstellt werden, so daß wir auf Bildschirmfotos zurückgreifen mußten. Die Vollversion kostet übrigens 198 Mark, ein durchaus angemessener Preis für dieses Programm.

Zeichnen und Routen

Aus der zweiten Gruppe von Programmen, den CAD-Programmen, möchten wir eines vorstellen, das uns sehr positiv überrascht hat. Das Programm **Geddy-CAD** V 4.0 vom PD-Service-Lage, Disketten-Nummer D 530-D 533, beinhaltet einen komfortablen Zeichnungseditor, mit dem Zeichnungen, Schaltpläne und Leiterplattenlayouts erstellt werden können. Dabei ist die PD-Version nur dadurch beschränkt, daß maximal 500 Objekte gezeichnet werden können.

Das Programm bietet eine Vielzahl von Befehlen zum Bearbeiten von Objekten. Es können Zeichnungsteile beliebig verschoben, kopiert, gedreht und gespiegelt, verkleinert und vergrößert werden. Auch die frei wählbare Auflösung und die einstellbaren Rastfunktionen erleichtern das Zeichnen. Wer Zeichnungen aus dem Mechanikbereich erstellen will, kann auf halbautomatische Bemaßung, Beschriftung in beliebiger Größe und Ausrichtung sowie Freihandzeichnen zurückgreifen. Einzelne Zeichnungsteile können dabei als Makros in Bibliotheken abgespeichert und bei Bedarf wieder verwendet werden. Die Zeichnungen können auf bis zu acht verschiedenen Ebenen dargestellt und auch einzeln ausgedruckt werden.

Daß dabei die verschiedensten Drucker und Plotter unterstützt werden und zum Einsatz kommen können, stellt eine weitere Erleichterung in puncto Bedienung dar. Bemerkenswert ist auch das interaktive Hilfesystem, das ähnlich wie unter Turbo-Pascal aus jeder Programmebene heraus aufgerufen werden kann. Das rechtfertigt auch die auf der Diskette befindliche, eher magere Beschreibung zum Programm.

Die Vollversion von Geddy-CAD kann ab 515 DM + MWSt erworben werden, ein Preis, der im ersten Moment zwar hoch erscheint, aber der nach unserer Meinung mehr als gerechtfertigt ist. Überzeugend bei der von uns getesteten PD-Version ist die Möglichkeit, den vollen Befehlsumfang uneingeschränkt nutzen zu können. Dabei kann ein Programm natürlich an Hand echter Anwendungen erheblich besser beurteilt werden.

Abschließend sei bemerkt, daß Auf jeden Fall lohnt es sich, PD-Angebote zu prüfen; die Möglichkeit, auf etwas Nützliches zu stoßen, besteht immer. Dennoch möchten wir die Anbieter solcher Programme darum bitten, deutlich herauszustellen, ob es sich um Demo-Versionen von umfangreicheren Programmpaketen oder um vollständige Programme handelt.

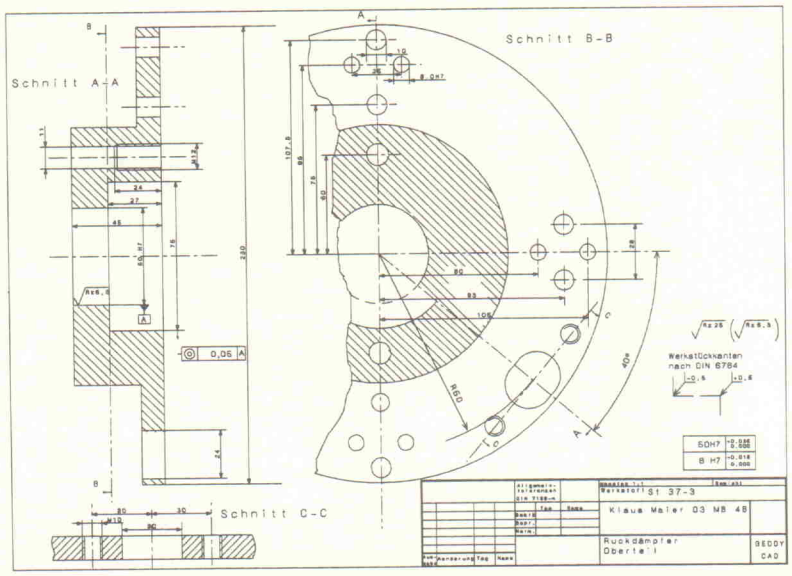


Bild 6. Geddy-Cad kann nicht nur schweren Maschinenbau, sondern ...

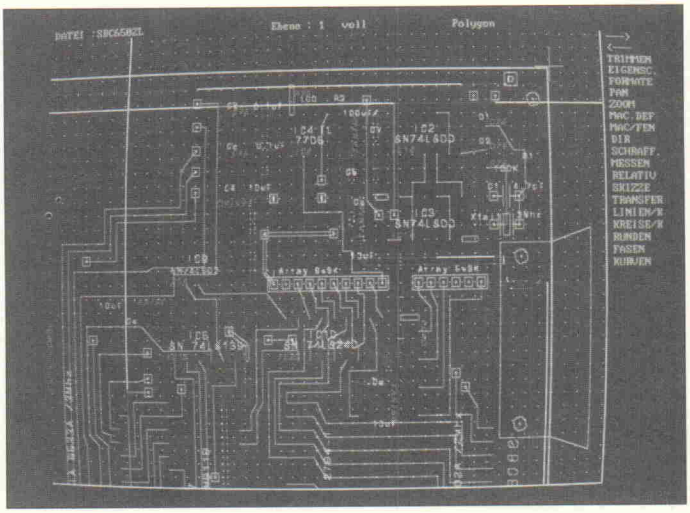


Bild 7. ... auch Platinenlayouts und Schaltbilder zeichnen.

REICHELT ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN BC

107A	0.28	416A	0.18
107B	0.29	416B	0.15
108A	0.30	416C	0.19
108B	0.29	516	0.24
108C	0.30	517	0.27
109B	0.31	546A	0.07
177A	0.30	617	0.58
177B	0.30	618	0.63
178A	0.29	635	0.31
178B	0.30	636	0.30
179A	0.24	637	0.32
179B	0.30	638	0.27
182A	0.09	639	0.31
182B	0.09	640	0.31
183A	0.09	875	0.71
183B	0.09	876	0.71
183C	0.09	877	0.72
184B	0.08	878	0.73
184C	0.08	879	0.73
192	0.95	880	0.73
212A	0.09		
212B	0.09		
213A	0.09		
213B	0.09		
213C	0.09		
214B	0.10		
214C	0.10		
237A	0.09		
237B	0.09		
238A	0.09		

TRANSISTOREN BD

242B	0.69	901	1.10
242C	0.73	902	1.10
243	0.70	905	0.95
243A	0.80	906	0.94
243B	0.79	907	0.98
243C	0.69	908	1.00
		909	1.10
		910	1.05
		911	1.10
		912	1.15
313	2.70		
314	2.70		
315	2.90		
316	2.80		
317	3.15		
318	3.15		
375	0.48		
376	0.51		
377	0.51		
378	0.52		
379	0.53		
380	0.53		
410	0.96		
433	0.58		
434	0.57		
435	0.59		
436	0.59		
437	0.59		
438	0.60		
439	0.60		
440	0.61		
441	0.63		
442	0.65		
512	2.60		

TRANSISTOREN BF

857	0.93	115	0.78
858	0.72	117	0.83
859	0.97	167	0.81
869	0.54	173	0.91
870	0.54	177	0.85
871	0.53	178	0.78
872	0.54	179A	0.93
900	1.30	180	0.75
926	0.66	184	0.77
936	0.67	185	0.77
939	0.73	198	0.18
959	0.60	199	0.18
960	0.88	200	1.50
961	0.90	224	0.20
963	3.60	225	1.65
964	1.30	237	0.48
966	1.20	238	0.48
967	0.94	240	0.17
970	0.88	241	0.18
979	1.00	244A	0.84
980	1.30	244B	0.84
981	0.91	244C	0.85
982	1.40	245A	0.63
		245B	0.63
		245C	0.63
		246A	0.83
		246B	0.82
		246C	0.82
		247A	0.80
		247B	0.80
		247C	0.80
		254	0.18
		255	0.18
		256A	0.64
		256B	0.64
		256C	0.64
		257	0.69
		258	0.66
		259	0.68
		272A	1.20
		297	0.22
		298	0.26

TRANSISTOREN BUX

10	5.15	805	0.55
11	7.60	805K	2.40
12	7.50	806	0.56
20	17.80	807	0.95
21	15.20	808	0.56
22	18.90	808K	2.50
24	19.05	809	0.59
37	5.50	810	0.66
39	6.10	812	0.56
40	5.20	812K	2.40
41	4.50	815	0.59
42	4.90	815K	2.40
46	4.15	818	0.56
47	3.55	818K	2.65
48	4.40	820	0.57
48A	4.70	824	0.56
48B	7.00	824K	2.45
48C	7.85	78H05	23.10
80	3.55	78H12	28.50
81	5.45	78H15	29.00
82	3.20	78L02	0.62
83	3.45	78L02	0.62
84	1.55	78L04	0.78
85	1.85	78L05	0.54
86	1.40	78L06	0.52
87	1.35	78L07	0.62
98	10.45	78L08	0.54
98A	13.35	78L09	0.55
50	6.35	78L10	0.57
69A	3.65	78L12	0.54
		78L15	0.54
		78L18	0.62
		78L20	0.62
		78L24	0.62
		78S05	0.97
		78S075	1.15
		78S09	0.97
		78S10	0.97
		78S12	1.00
		78S15	1.00
		78S18	1.00
		78S24	1.05

BFQ

34	27.80
69	4.50

BFR

34A	1.70
38	1.75
54	1.50
64	31.20
90	1.20
91	1.30
94	30.55
96	1.75

BFW

10	2.00
11	2.00
16A	3.15
17A	3.00
30	3.15
92	0.70
93	1.20

BU

105	2.60
108	2.55
109	2.20
110	3.20

BUZ

10	1.70
10A	1.35
11	3.20
11A	2.70
20	2.40
21	2.80
21	2.80
33	17.50
34	7.30
35	12.65
41A	2.75
42	6.95
43	22.75
44A	14.75
45	22.10
45A	7.95
50A	9.35
53A	12.90
54A	35.55
71	1.80
71A	1.30
72A	2.70
73A	3.30
74	3.80
74A	2.70
76	2.65
76A	2.30
80	6.50
83	16.70

MJ

900	2.35
901	2.45
1000	2.20
1001	2.40
2500	2.45
2501	2.65
2955	1.70
3000	2.55
3001	2.55
3055	2.80
4031	2.80
4032	2.95
4033	2.35
4034	2.55
4035	2.80

TIP

307B	0.09	202	0.89
308A	0.09	203	0.89
308B	0.09	204	0.95
308C	0.09	207	2.60
309B	0.09	208	2.60
309C	0.09	226	0.69
327-16	0.11	227	0.81
327-25	0.10	228	0.81
327-40	0.10	229	0.85
328-16	0.10	230	0.91
328-25	0.10	231	0.91
328-40	0.11	232	0.99
337-16	0.11	233	0.49
337-25	0.10	234	0.56
337-40	0.10	235	0.52
338-16	0.11	236	0.43
338-25	0.10	237	0.52
338-40	0.11	238	0.52
341-6	0.90	239	0.62
360-10	0.74	239B	0.65
361-6	0.74	239C	0.69
368	0.30	240	0.66
369	0.30	240B	0.68
413B	0.15	240C	0.60
413C	0.14	241	0.67
414B	0.15	241A	0.66
414C	0.15	241B	0.66
415A	0.18	241C	0.70
415B	0.15	242	0.67
415C	0.19	242A	0.68

116	0.83	676	0.50
117	0.83	677	0.54
120	0.71	678	0.56
121	0.72	679	0.56
122	0.78	680	0.60
125	0.76	681	0.53
126	0.77	682	0.63
127	0.81	683	0.73
130	0.93	684	0.79
131	0.94	705	0.94
132	0.92	706	0.94
135	0.92	707	0.94
136	0.94	708	0.95
137	0.97	709	0.96
140	1.90	710	0.96
141	2.00	711	0.98
142	2.20	712	0.97
145	2.15	809	1.15
146	2.20	810	1.15
147	2.20	825	0.88
160	3.65	826	0.88
161	3.80	827	0.88
162	3.80	828	0.90
2955	1.60	829	0.88
3055	1.45	830	0.96
		880	1.20
		897	0.98
		898	0.97
		899	1.00

441	0.47	408D	2.15
450	0.21	409	1.35
451	0.21	413	4.30
457	0.51	426	2.50
458	0.56	426A	2.65
459	0.55	500	4.00
469	0.52	508A	2.45
470	0.52	508D	2.70
471	0.53	526	2.80
472	0.52	536	4.50
483	0.60	546N	4.85
485	0.66	606	3.80
487	0.72	606D	4.25
494	0.20	607	4.20
495	0.20	607D	4.40
496	0.58	608	3.85
506	0.70	608D	3.80
594	0.97	626A	4.20
595	0.97	705	4.45
615	2.40	806	1.50
657	1.05	807	1.45
658	1.30	826	3.70
659	1.30	910	2.25
680	2.70	911	2.60
757	0.49	912	2.40
758	0.64	920	4.20
759	0.64	921	3.85
760	0.64	922	4.25
761	0.64	931R	5.75
762	0.64	932R	6.35

UA78..

805K	2.40
806	0.56
807	0.95
808	0.56
808K	2.50
809	0.59
810	0.66
812	0.56
812K	2.40
815	0.59
815K	2.40
818	0.56
818K	2.65
820	0.57
824	0.56
824K	2.45
78H05	23.10
78H12	28.50
78H15	29.00
78L02	0.62
78L02	0.62
78L04	0.78
78L05	0.54
78L06	0.52
78L07	0.62
78L08	0.54
78L09	0.55
78L10	0.57
78L12	0.54
78L15	0.54
78L18	0.62
78L20	0.62
78L24	0.62
78S05	0.97
78S075	1.15
78S09	0.97
78S10	0.97
78S12	1.00
78S15	1.00
78S18	1.00
78S24	1.05

UA79..

7905	0.58
7905K	2.90
7907	1.25
7908	0.59
7908K	6.55
7909	0.87
7910	1.20
7912	0.58
7912K	2.80
7915	0.58
7915K	2.80
7918	0.59
7918K	2.80
7920	0.64
7924	0.59
7924K	2.80
79L04	0.98
79L05	0.61
79L06	0.73
79L07	0.76
79L08	0.73
79L09	0.73
79L10	0.73
79L12	0.60
79L15	0.60
79L18	0.73
79L20	0.73
79L24	0.73

UA

709 DIL	1.00
709 DIP	0.71
709 TO	2.35
723 DIL	0.54
723 TO	1.40
733 DIL	2.10
741 DIL	1.10
741 DIP	0.39
741 TO	1.50
747 DIL	0.86
747 TO	2.25
748 DIP	0.67
748 TO	1.70
758N	4.60

CA

3012	5.95
3018	3.35
3020	7.70
3028A	4.40
3046 DIL	0.89
3048	9.75
3052	5.60
3053	3.15
3059	5.40
3060 DIL	7.05
3065 DIL	4.75
3080 DIP	1.60
3081 DIL	1.60
3082 DIL	1.90
3085 DIP	2.80

CA

3086 DIL	1.15
3088 DIL	4.95
3089 DIL	2.75
3090 DIL	3.10
3094 DIP	2.65
3096 DIL	1.95
3100 DIP	4.20
3127 DIL	6.85
3130 DIP	2.35
3130 TO	3.80
3140 DIP	1.40
3140 TO	3.40
3146 DIL	3.25
3160 DIP	2.20
3161 DIL	2.65
3162 DIL	9.95
3183 DIL	6.40
3189 DIL	3.15
3240 DIP	3.15
3290 DIP	3.45
3600 DIL	13.05

ICL

7106	7.25
7106R	9.45
7107	7.25
7109	18.50
7116	8.10
7117	9.50
7126	8.10
7621	4.20
7660	4.20
8038	10.40
8211	4.85
8212	4.85

ICM

7218	19.75
7207A	18.85
7208	55.15
7209	21.50
7213	16.30
7216B	82.00
7216D	84.65
7217A	22.55
7217B	28.95
7217C	31.50
7217IJI	25.00
7218	19.60
7224	26.40
7226A	96.70
7226B	76.45
7250	13.40
7555	1.05
7556	2.05

L

194-15	5.60
194-18	5.60

LM

35CZ	15.80
224 DIL	0.83
239 DIL	1.50
258 DIP	1.00
293 DIP	1.20
301 DIP	0.73
301 TO	1.70
305 TO	2.65
307 DIP	1.50
308 DIP	1.05
309 TO3	4.30
310 DIP	5.40
311 DIP	0.45
311 TO	2.80
317 TO3	3.45
317-220	0.91
318 DIP	1.95
319 DIL	2.10
323 TO3	5.05
324 DIL	0.41
325 DIL	13.55
334 TO92	1.80
335 TO92	2.60
336 TO92	2.15
337 TO3	5.35
337-220	1.40
338 TO3	12.30
339 DIL	0.42
346 DIL	2.80
348 DIL	0.72
350 TO3	11.50
350-220	5.45
358 DIP	0.44
376 DIP	2.00
377 DIL	7.15
380 DIL	2.35
382 DIL	10.60
383-220	8.55
385Z2,5	4.85
386 DIP	1.45
387 DIP	3.10
389 DIL	5.00
391N60	3.60
391N80	4.70
391N100	7.95
392 DIP	2.95
393 DIP	0.46
394 TO	11.85
395 TO	8.15
566 DIP	2.80
567 DIP	0.78
567 TO	6.45
1886 DIL	10.40
1889 DIL	7.55
2901 DIL	0.68
2902 DIL	0.63
2903 DIP	0.61
2904 DIP	0.61
2905 DIP	11.85
2907 DIL	7.95
2907 DIP	8.75
2917 DIL	6.70

NE

5080 DIL	63.20
5081 DIL	63.25
5090 DIP	9.55
5105 DIP	9.30
5118 DIL	23.05
5119 DIL	45.70
5170 DIL	31.60
5180 DIL	29.60
5205 DIP	11.25
5205 TO	16.20
5230 DIP	5.70
5512 DIP	3.70
5514 DIL	5.10
5517 DIL	3.80
5521 DIL	20.65
5530 DIP	9.40
5532 DIP	1.55
5532A DIP	2.30
5533 DIL	6.45
5533A DIL	14.05
5534 DIP	1.60
5534A DIP	1.80
5535 DIP	6.70
5537 DIP	6.25
5537 TO	20.10
5539 DIL	13.75
5560 DIL	6.75
5561 DIP	4.10
5562 DIL	12.50
5592 DIL	3.85
5900 DIL	13.90

RC

4131 DIP	3.92
4136 DIL	1.50
4151 DIP	2.10
4152 DIP	2.95
4153 DIL	13.30
4156 DIL	2.25
4157 DIL	3.50
4194 DIL	5.80
4195 DIP	2.70
4200 DIP	7.50
4558 DIP	0.81
4559 DIP	1.25

OM

335	24.00
350	22.45
360	37.35
361	41.40
370	43.80
991	97.70

S

0280 DIL	3.70
0281 DIL	6.30
041P DIL	3.65
042P DIL	4.40

INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

TAA

550	0.67
611T	2.30
630S	3.65
761A	1.45
765A	1.55
861A	1.60
865A	1.85
2761A	2.05
4761A	3.55
4765A	3.75

TBA

120	1.40
120S	1.10
120T	1.25
120U	1.10
231A	1.75
331	0.91
440C	3.80
440N	3.80
510	4.30
520	2.80
530	2.50
540	3.30
560C	3.10
570Q	6.00
700	8.85
760	3.80
800	1.30
810AS	1.35
810S	1.25
820	1.15
820M	0.87
820M	0.87
920	4.95
920S	2.30
940	13.70
1440G	3.40
1441	5.10

TCA

105	4.25
240	14.55
315A	1.80
321A	1.15
325	4.20
325A	1.85
335A	1.60
345A	3.50
420A	4.30
440	3.20
520B	5.30
640	7.20
650	7.10
660B	7.20
671	2.85
730A	6.30
740	8.45
785	7.10
785	7.10
810A	9.35

TCA

955	5.60
965	4.25
971	3.00
4500A	5.95
4510	7.95

TDA

440	2.80
0470D	4.90
1001	7.15
1002A	2.95
1003A	5.40
1005A	5.65
1008	9.90
1009	10.35
1010A	2.55
1011A	3.00
1015A	3.45
1016	4.25
1022	10.75

TDA

1516Q	7.95
1517N	8.10
1519N	9.00
1520A	9.75
1521	9.50
1522	3.40
1524A	6.50
1534	125.00
1535N	61.60
1541A	57.30
1542	15.30
1543N	10.50
1572	5.60
1574	4.20
1574V	4.55
1576	6.60
1578	6.45
1579	6.90
1596	6.70
1598V	7.95
1670A	4.90
1701	9.05
1770A	6.00
1904	2.00
1905	2.60
1908	3.00
1910	5.95
1940	5.75
1950	5.80
2002	1.55
2003	1.70
2004	3.55
2005	4.10
2006	2.20
2007	4.85
2008	3.40
2009	6.25
2020	6.25
2030	2.25
2040	4.60
2040	4.60
2104	18.35
2110	24.00
2151	5.10
2170	6.75
2220	3.95
2270	5.65
2310	2.50
2320	1.65
2514A	12.15
2520	12.35
2530	8.35
2532	3.70
2540	5.00
2541	3.25
2543	9.75
2545	5.70
2546	8.40
2549	8.90
2555V	6.75
2556V	12.10
2557	8.45
2558	9.95
2560	6.70
2578	8.20
2579	8.60
2581	4.50
2582	6.50
2591	4.90
2593	3.35
2594	5.60
2595	5.55
2611A	2.80
2613	4.60
2653A	7.60
2654S	7.15
2670	6.75
2680A	8.05
2690A	6.80
2700	9.80
2710	7.30
2720	13.55
2721	9.10
2730	7.25
2740	9.50
2791	6.30
2795	5.80
2822	3.15
2824	2.10
2840	6.60

TDA

3780	11.50
3800	20.25
3803A	15.50
3810	6.15
3825	3.45
3950A	6.50
4050B	4.45
4092	14.49
4180	4.80
4190	7.40
4260	4.10
4290	5.70
4400	7.95
4410	5.70
4420	3.30
4421	6.45
4431	4.70
4432	5.10
4433	4.40
4440	4.60
4450	7.00
4500	15.20
4502	19.60
4505	22.35
4510	9.15
4555	17.15
4556	14.95
4565	7.90
4580	21.70
4600	4.95
4601B	4.65
4610	14.05
4700A	13.90
4710	46.35
4718A	9.80
4720	9.85
4725	23.95
4940	15.60
4950	3.35
5030	8.55
7000	4.20
7050	3.50
7220	2.95
7230A	5.60
7231	1.75
7232	13.00
7233	1.40
7236	3.50
7250	12.00
7260	18.00
7270	10.25
7272	5.10
7274	1.80
7282	1.80
7359	3.20
7360	11.15
7361	3.15
8115	6.95
8140	5.90
8145	3.25
8150	7.50
8160	3.00
8170	5.50
8172	5.50
8175	7.15
8185	10.35
8190	7.10
8196	3.60
8341	9.30
8390	25.10
8390N	25.10
8405	21.50
8433	29.50
8442	7.95
8443	12.45
8444	14.75
9403	6.05
9503	6.60

TL

022 DIP	2.25
032 DIP	2.25
034 DIL	3.45
044 DIL	4.00
060 DIP	1.30
061 DIP	0.70
062 DIP	0.81
064 DIL	1.05
1512	6.70
1514A	13.20
3740	17.50
3755	17.75
7712 DIP	1.95
7715 DIP	2.00

NE

521 DIL	6.75
522 DIL	5.95
527 DIL	4.60
529 DIL	4.85
530 DIP	3.15
531 DIP	4.80
532 DIP	0.79
538 DIP	3.70
542 DIP	2.15
544 DIL	4.95
555 DIP	0.39
555 TO	3.75
556 DIL	0.64
558 DIL	3.40
564 DIL	6.40
565 DIL	2.65
566 DIP	2.55
567 DIP	0.89
567 TO	1.65
568 DIL	11.15
570 DIL	7.35
571 DIL	6.00
572 DIL	8.30
575 DIL	9.55
587 DIL	9.40
589 DIL	9.40
590 DIL	7.50
591 DIL	8.75
592 DIL	1.40
594 DIL	4.70
612 DIP	4.10
614 DIL	9.50
644 DIL	8.30
645 DIL	6.05
646B DIL	6.10
5007 DIL	5.60
5008 DIL	5.25
5009 DIL	9.15
5018 DIL	21.50
5019 DIL	38.80
5020 DIL	35.80
5036 DIP	10.55
5037 DIL	10.55
5044 DIL	5.70
5045 DIL	5.65
5050 DIL	12.80

1060	8.70
1061	9.40
1071	22.35
1121	29.75
1124	6.55
1130	30.80
1220	18.10
1250	8.00
1251	10.60
3004P	5.95
3006P	7.65
3007P	6.85
3009P	9.80
3009P	9.80
5020	14.30
5030	13.90
5041	31.10
5051	18.45
5101S	17.40

SAB

0529	6.00
0600	6.10
3013	15.45
3021	11.50
3209	13.65
3210	8.00
4209	16.45

SAS

560S	4.00
570S	4.00
580	7.00
590	7.00
660	3.50
670	3.50
6600	3.90
6610	4.45
6700	4.00
6710	5.25

SG

3524N	1.40
3525A	3.35
3526N	11.30
3527A	3.25

Akkuschrauber

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

- Akkuschrauber mit Links/Rechtslauf Drehmomenteinstellung und verstellbarem Griffstück
- 42 Einsätze (Kreuz, Schlitz, Vier/Sechskant, Nüsse...)
- 2 Adapter
- Akku mit Ladegerät + Ladeständer
- Koffer-Tragebox

Bestellnr.: TDK 183
Profipreis DM 97.50

Digital - Meßgerät

DT-3800

* 20A Gleich- und Wechselstrom
* 3 1/2-stelliges, kontrastreiches LCD Display
* Großzügige Spannungs-Bereiche (1000/700V)
* Transistortester
* Grundgenauigkeit 0,5%
* Durchgangsprüfer
* Diodentester
* Meßkabel, Batterieh
* Ersatzsicherung
* Anleitung

Bestellnr.: DT 3800
Netto-Kein Rabatt möglich
Sonderpreis DM 54,-

Achtung!

Für Ihren Einkauf mit persönlicher Fachberatung stehen Ihnen unsere Ladengeschäfte zur Verfügung :

2900 Oldenburg
Kaiserstraße 14

2940 Wilhelmshaven
Marktstraße 101-103

Lötgeräte

Unser Angebot:

Ersa MS 6000 DM 163,30
Professionelle, vollelektronisch geregelte Lötstation mit 60 Watt Lötkolben. Temperatur Regelbereich von ca. 150 bis 450 C°.
Komplett mit Ablageständer A 10.

Sonderangebot:
Lötkolben 220V / 30W DM 6,95

Lötzinn: 1mm
Beste Industriequalität auf Spulenkörpern DIN 1707 (L-Sn 60PbCu2).

Lötzinn 100gr	DM 3,35
Lötzinn 250gr	DM 7,60
Lötzinn 1,0Kg	DM 28,50

Kein Rabatt möglich !
Weitere Lötkolben, Spitzen, Zubehör etc. finden Sie in unserem **kostenlosen Katalog.**

SCHALTUNGEN INTEGRIERTE

TLC

251 DIP	3.90
252 DIP	6.25
254 DIL	10.10
271 DIP	1.20
272 DIP	1.90
274 DIL	3.40
277 DIP	5.75
279 DIL	6.50
339 DIL	2.70
372 DIP	1.85
374 DIL	2.75
393 DIP	2.15
555 DIP	1.05
556 DIL	2.15

UAA

145	12.90
170	3.95
180	4.20
4002	6.60

ULN

2001	0.99
2002	0.84
2003	0.73
2004	0.83
2064B	3.00
2065B	3.20
2066	3.00
2068	3.50
2069	3.70
2070	3.30
2071	3.70
2074	2.95
2075	3.10
2076	2.95
2077	3.30
2801	1.55
2802	1.55
2803	1.40
2804	1.60

XR

205	13.00
210CN	7.70
215CN	8.75
320P	2.45
555CP	1.00
1468CN	4.65
1488P	0.71
1489P	0.74
1524M	23.15
2200CP	1.70
2203	0.99
2204	1.10
2206CP	6.30
2207CP	5.60
2208CP	4.20
2209CP	4.30
2211CP	4.60
2212CP	9.70
2216CN	4.70
2228CP	10.90
2240CP	2.70
2242CP	2.50
2243CP	3.65
2264CP	3.10
2271CP	2.80
2556CP	2.55
3403CP	1.00
3524CP	1.60
4136CP	1.45
4151CP	1.35
4194CN	4.70
4195CP	2.30
4212CP	1.75
4558CP	0.81
4739CP	2.45
4741CP	1.50
8038CP	6.60

ZN

404	1.55
409CE	3.70
411E	5.50
414Z	2.30
415E	3.25
416E	4.10
423	3.05
424E	4.15
424P	3.00
425E	12.50
426E	6.75
427E	24.85
428E	14.05
429E	4.85
432CJ	109.80
432E	47.30
433CJ	89.70
434E	2.90
435E	13.75
436E	3.75
447E	29.20
448E	23.10
449E	8.55
450E	22.00
451E	23.40
458	2.65
458A	2.90
458B	3.60
459CP	7.60
490	8.10
502E	42.90
1034E	6.00
1040ERD	27.15
1060E	5.05

ZNA

116E	19.15
134E	48.95
216E	21.95
234E	35.65

C-MOS

4000	0.35
4001	0.31
4002	0.35
4006	0.69
4007	0.35
4008	0.73
4009	0.47
4010	0.47
4011	0.31
4012	0.35
4013	0.47
4014	0.69
4015	0.73
4016	0.47
4017	0.66
4018	0.67
4019	0.46
4020	0.69
4021	0.69
4022	0.71
4023	0.35
4024	0.63
4025	0.35
4026	0.92
4027	0.46
4028	0.64
4029	0.66
4030	0.44
4031	1.00
4032	0.77
4033	1.00
4034	2.60
4035	0.72
4038	0.76
4040	0.73
4041	0.73
4042	0.63
4043	0.71
4044	0.71
4045	1.35
4046	0.86
4047	0.71
4098	0.75
4099	0.87
4104	1.05
4402	1.05
4493	0.34
4501	0.72
4502	0.73
4503	0.71
4505	3.70
4506	2.15
4508	2.50
4510	0.88
4511	0.84
4512	0.70
4513	2.65
4514	1.95
4515	2.00
4516	0.73
4517	1.85
4518	0.67
4519	0.63
4520	0.73
4521	1.40
4522	1.00
4526	0.95
4527	0.92
4528	0.92
4530	2.50
4531	1.05
4532	0.73
4534	5.70
4536	2.20
4538	0.74
4539	0.98
4541	0.74
4543	1.05
4553	3.40
4554	7.45
4555	0.73
4556	0.72
4557	3.10
4560	2.00
40102	1.05
40103	1.10
40104	1.10
40105	1.90
40106	0.59
40107	0.69
40108	2.80
40109	0.75
40110	1.75

74LS..

00	0.31
01	0.30
02	0.31
03	0.31
04	0.30
05	0.32
06	0.85
07	0.90
08	0.30
09	0.32
10	0.31
11	0.31
12	0.32
13	0.31
14	0.39
15	0.31
18	0.75
19	0.73
20	0.32
21	0.32
22	0.32
24	0.94
26	0.31
27	0.31
28	0.32
30	0.32
31	1.60
32	0.31
33	0.31
37	0.31
38	0.31
40	0.31
42	0.54
43	0.63
44	0.63
47	0.89
48	1.15
49	1.15
51	0.30
54	0.32
55	0.32
56	3.00
148	1.40
151	0.56
152	0.54
153	0.55
154	1.70
155	0.52
156	0.55
157	0.55
158	0.49
160	0.68
161	0.74
162	0.75
163	0.68
164	0.56
165	1.00
166	0.56
168	0.60
169	0.60
170	0.58
173	0.75
174	0.56
175	0.57
181	1.90
183	2.20
189	4.70
190	0.58
191	0.58
192	0.59
193	0.58
194	0.59
195	0.57
196	0.58
197	0.59
219	5.55
221	0.88
222	27.10
224	23.60
227	27.10
240	0.82
241	0.77
242	0.88
243	0.80
245	0.86
247	1.10
248	1.05
249	0.99
251	0.52
253	0.52
255	0.77
256	0.70
257	0.52

74LS..

258	0.57
259	0.56
260	0.34
261	2.65
266	0.34
273	0.77
275	4.70
279	0.56
280	0.59
283	0.57
290	0.64
292	12.80
293	0.58
294	15.40
295	0.58
297	9.00
298	0.58
299	2.60
320	7.70
321	7.70
322	3.15
323	2.70
342	0.85
347	2.30
348	1.70
352	0.64
353	0.59
354	6.20
355	5.20
356	7.30
357	4.45
365	0.43
366	0.44
367	0.44
368	0.43
373	0.81
374	0.74
375	0.70
377	0.84
378	0.66
379	0.59
381	4.25
592	11.35
593	11.35
594	11.35
596	11.35
597	11.35
598	14.55
599	11.35
646	8.80
647	11.35
648	11.35
649	11.35
645	1.45
646	8.80
647	11.35
648	11.35
649	11.35
668	1.70
669	1.20
670	0.60
673	6.70
674	6.00
682	4.45
688	3.80
690	2.20

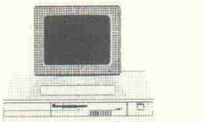
74HC..

00	0.36
02	0.36
03	0.55
04	0.36
08	0.36
10	0.36
11	0.36
14	0.50
20	0.36
21	0.36
27	0.36
30	0.36
32	0.36
42	0.72
51	0.37
58	0.96
73	0.55
74	0.53
75	0.59
76	0.59
77	0.62
85	1.00
86	0.50
93	1.00
107	0.55
109	0.56
112	0.60
113	0.59
123	0.80
125	0.56
126	0.58
131	1.00
132	0.54
133	0.38
137	0.83
138	0.65
139	0.65
147	0.83
148	0.81
151	0.71
153	0.74
154	2.40
155	0.77
157	0.74
158	0.67
160	0.79
161	0.80
162	0.80
163	0.80
164	0.79
165	0.83
166	0.81
173	0.79
174	0.77
175	0.79
181	3.20
182	1.20
190	1.05
191	1.05
192	0.86
193	0.82
194	0.90
195	0.89
221	0.88
237	0.85
238	0.72
240	0.92
241	0.95
242	0.98
243	0.99
244	0.94
245	1.10
251	0.80
253	0.80
257	0.78
258	0.73
259	0.83
266	0.66
273	0.95
279	0.80
280	0.88
283	0.84
292	1.95
583	2.25
590	2.30
595	1.80
620	1.55
623	1.55
640	1.55
643	1.55
646	3.40
648	3.40
651	3.40
652	3.40
670	1.25
688	1.20
690	2.00
691	1.55
692	2.20
693	2.20

SN74..

7400	0.62
7401	0.66
7402	0.51
7403	0.58
7404	0.62
7405	0.53
7406	0.71
7407	0.76
7408	0.72
7409	0.83
7410	0.61
7411	0.65
7412	0.89
7413	0.62
7414	0.72
7416	0.80
7417	0.80
7420	0.82
7421	0.77
7422	0.93
7423	1.40
7425	1.05
7426	0.86
7427	0.97
7428	1.15
7430	0.84
7432	0.82
7433	0.99
7437	0.84
7438	0.86
7440	0.96
7441	4.30
7442	0.97
7443	2.10
7444	2.10
7445	1.75
7446	2.20
7447	1.85
7448	2.55
7450	0.41
7451	0.61
7452	0.63
7453	0.73
7454	0.54
7460	0.69
7470	1.35
7472	1.20
7473	1.05
7474	0.87
7475	1.00
7476	0.85
7480	3.15
7481	5.50
7482	3.70
7483	1.90
7484	5.55
7485	1.75
7486	1.05
7490	1.05
7491	0.86
7492	1.30
7493	1.20
7494	1.85
7495	1.50
7496	1.60
7497	6.85
74100	6.05
74104	3.00
74105	2.00
74107	1.15
74109	1.25
74110	3.00
74111	2.85
74115	5.75
74116	3.10
74118	3.00
74119	4.45
74120	3.00
74121	1.20
74122	1.85
74123	1.20
74125	1.20
74126	1.25
74166	1.50
74170	2.40
74172	13.90
74173	1.40
74174	1.70
74175	1.75
74176	4.30
74177	3.75
74178	4.20
74179	3.05
74180	1.70
74181	4.30
74182	3.75
74184	5.05
74185	4.45
74190	1.60
74191	1.75

Sonderangebot



PC-System AT 286/12 Mhz

* Desktop Gehäuse
* 1 MB on Board
* EMS fähig
* 5.25 " 1.2 MB Laufwerk
* HDD/FDD Controller 1:1
* **40 MB Festplatte**
* Hercules Graphic Adapter
* TTL Monochorme Monitor
* MF 102 Tastatur

DM 1699,-

Lieferung nur solange vorrätig.
Kein Rabatt möglich-
Versandspesen werden gesondert berechnet.

Aktuelle Preise!

E-PROMs

2732-350	21V	6.10
2764-250	12V	4.35
27128-250	12V	5.20
27256-250	12V	5.50
27512-250	12V	8.95
27C16-450		11.25
27C32-450		11.00
27C64-150		4.40
27C64-200		4.35
27C64-250		3.70
27C128-150		5.25
27C128-250		5.20
27C256-150		5.10
27C256-200		4.45
27C256-250		4.15
27C512-150		8.05
27C512-250		7.55
27C1001-150		16.95

RAMs

4164-120	3.35
41256-80	3.70
41256-100	3.45
41256-120	3.35
41464-100	4.35
41464-120	4.30
514256-80	11.15
511000-70	10.70
511000P-10	10.50
6116-90	2.65
6116LP-3	2.20
62256LP-10	9.45
SIM256X9-70	41.50
SIM 1MX9-70	107.00
SIP256X9-70	44.20
SIP 1MX9-70	115.50

CO-PROZESSOR
10MHz AMD
80C287-10 285.00

Bei Speicherbausteinen kein Rabatt möglich.

JAPAN-HALBLEITER

2SA

329	2.25
467	2.55
468	3.20
472	3.20
473	1.50
483	9.25
490	1.25
493	2.35
495	1.40
496	1.50
497	5.10
509	1.15
510	8.30
544	17.40
546	2.50
561	0.79
562	0.77
564	0.50
571	16.80
608	0.39
628	0.63
634	2.55
636	2.85
639	2.90
658	11.55
659	1.05
672	1.05
673	0.39
683	0.82
684	0.92
695	1.40
696	0.98
697	0.96
699	2.15
711	6.85
715	1.05
719	0.62
720	0.62
722	0.88
725	0.44
733	0.39
738	1.30
743	1.60
747A	15.30
748	2.85
750	1.70
755	2.40
764	12.20
765	8.60
769	3.05
771	4.30
777	1.90
778	1.25
781	1.95
794	1.90
798	1.20
808	14.20
814	2.15
815	2.25
816	1.95
817	0.65
826	2.25
836	0.61
838	0.62
839	3.00
844	0.40
847A	1.70
854	0.85
872	0.49
873	2.10
874	0.66
881	0.86
883	1.15
885	1.50
886	1.85
887	2.65
893	0.64
896	2.50
899	1.35
904	0.75
913	2.45
914	1.65
916	1.10
1005	0.69
1006	3.20
1007A	21.50
1009	4.35
1010	4.95
1011	2.00
1012	2.60
1015	0.39
1016	0.54
1017	0.88
1020	0.86
1024H	4.35
1038	0.80
1040	19.25
1048	0.32
1049	0.77
1061	5.90

2SA

1069	4.60
1081	1.35
1082	1.35
1084	0.69
1085	0.84
1090	2.70
1093	5.30
1094	7.20
1095	10.85
1102	5.10
1104	5.70
1106	9.45
1110	1.70
1111	2.90
1112	2.55
1115	0.47
1123	0.86
1124	0.99
1127	0.69
1133	3.50
1142	3.20
1145	0.92
1146	5.70
1160	1.35
1164	0.39
1169	14.80
1170	21.50
1175	0.63
1177	0.54
1179	0.39
1184	1.75
1185	5.30
1186	11.30
1187	12.75
1200	0.32
1204	0.66
1206	1.40
1207	0.61
1209	1.75
1210	2.00
1215	15.00
1216	21.10
1220	2.80
1221	1.95
1227	7.00
1232	10.00
1240	1.30
1241	1.20
1244	2.00
1246	2.05
1254	0.61
1258	2.30
1262	3.80
1264	3.80
1265	6.25
1284	1.45
1286	0.99
1295	16.00
1300	0.73
1302	8.45
1303	16.70
1306	1.80
1307	2.35
1318	0.29
1329	5.80
1349	1.60
1352	1.30
1359	1.40
1360	1.40
1371	0.91
1386	13.80
1391	0.43
1392	0.28
1402	5.95
1403	5.95
1404	5.95
1405	5.95
1407	5.95
1420	0.34
1421	0.34
1422	0.34
1423	0.34
1435	0.70
1450	0.58

2SB

175	1.05
187	1.05
324	1.90
365	3.20
405	3.60
407	8.50
435	2.80
474	9.00
475	2.55
492	2.55
507	2.20
509D	5.81
511	1.80
514	2.10
523	2.85
526	3.45
527	2.05
528	1.95
529	1.75
531	7.40
536	2.30
542	0.82
544	0.74
546	2.10
547	3.95
548	1.35
549A	1.95
553	2.70
554	10.55
557	8.20
560	TR0.93
562	0.70
564	1.15
566	3.30
595	2.60
596	2.10
598	0.80
600	13.45
601	3.45
605	1.55

2SB

616	4.50
617	5.25
628	6.05
631	1.35
633	2.55
641	0.94
642	0.51
643	0.70
646	0.68
647	0.80
648	1.60
649	1.50
673	3.90
676	2.60
681	9.75
686	2.85
688	3.75
697	8.95
698	0.61
703	2.05
705	6.80
707	6.65
713	8.55
716	0.91
718	1.90
727K	3.40
733	1.15
737	0.63
744	1.20
745	0.92
754	4.05
755	6.65
764	0.74
772	2.70
773	12.00
774	0.64
776	7.00
788	1.15
791K	3.90
794	2.05
808F	0.54
810	2.00
813	3.00
816	5.25
817	6.85
822	1.10
825	2.50
828	6.25
829	7.40
834	1.80
849	5.70
856	2.35
861	2.95
863	5.65
865	0.98
886	3.00
892	0.76
904	6.05
909	0.95
927	0.83
941	2.50
951	3.95
962	1.10
985	1.00
986	1.20
1009	1.55
1016	7.20
1020	3.80

2SC

287	7.80
366	2.35
367	1.45
371	0.73
372	0.81
373	0.69
374	0.79
380	0.38
381	0.93
382	0.96
383	1.25
388A	0.91
394	0.49
399	1.55
454	0.34
458	0.44
460	0.44
461	0.37
495	1.20
496	1.05
508	12.60
510	8.40
517	10.65
521A	10.50
535	0.97
536	0.34
605	4.35
620	1.30
634	1.50
639	38.75
644	1.20
668	0.63
681A	7.45
682	1.20
684	1.30
693	0.64
697	12.30
710	0.12
711	0.44
712	0.06
730	2.90
732	0.66
733	0.74
735	3.95
738	1.45
741	10.50
763	0.71
774	5.90
775	9.30
776	4.65
778	4.30
780	1.60
781	8.70
784	0.82
785	0.82
799	5.25

JAPAN-HALBLEITER

2SC

815	1.20
827	5.55
828	0.43
829	0.43
839	0.82
871	1.45
899	0.92
900	0.62
907	1.60
922	1.05
923	0.77
929	0.61
930	0.43
933	2.20
936	15.95
937	19.30
940	12.00
941	1.00
943	2.60
945	0.27
959	2.45
982	0.63
995	2.55
996	7.50
998	15.00
1000GR	0.65
1001	25.80
1009A	0.58
1011	37.50
1013	3.15
1014	2.15
1030	5.85
1044	1.71
1047	0.77
1060	3.30
1061	1.85
1070	0.99
1096	1.70
1098	1.60
1106	7.40
1112	6.95
1114	15.00
1115	13.35
1116A	13.65
1162	1.80
1166	2.00
1172B	10.05
1173	1.50
1195	9.15
1209	0.61
1210	0.10
1211	0.90
1212	1.65
1213	0.47
1214	0.47
1222	0.86
1226	2.25
1239	12.35
1243	1.55
1251	62.60
1260	17.80
1278	1.35
1280	1.70
1306	9.65
1307	11.90
1308K	9.90
1312	0.61
1313	0.99
1317	0.57
1318	0.69
1327	0.70
1328	0.70
1335	1.65
1337A	73.70
1338A	115.70
1342	0.97
1345	0.64
1359	0.59
1360	1.20
1362	2.00
1364	0.91
1368	1.00
1382	1.75

2SC

1398	4.00
1413	7.05
1419	1.65
1445	6.85
1447	1.65
1448	3.55
1449	1.70
1454	7.90
1470	197.60
1472	0.75
1501	2.35
1505	2.35
1509	1.40
1515K	0.84
1520	1.45
1567	2.45
1568	1.70
1570	0.54
1571	0.48
1573	1.75
1583	1.25
1586	21.00
1589	5.40
1623	0.31
1624	2.40
1625	1.95
1626	1.70
1627	0.95
1647	5.40
1648	0.75
1651	0.70
1669	2.85
1674	0.43
1675	0.42
1678	3.00
1683	3.40
1684	0.28
1685	1.00
1687	1.05
1688	0.92
1708A	3.05
1729	27.00
1730	0.58
1740	0.44
1755	2.20
1775	0.59
1778	0.93
1788	0.90
1815	0.32
1826	2.50
1827	2.30
1841	0.63
1843	0.42
1844	0.64
1845	0.55
1846	1.15
1847	1.90
1848	2.30
1855	0.95
1881	2.85
1890	0.67
1904	1.85
1906	0.68
1913	2.65
1919	0.79
1921	0.92
1922	6.50
1923	0.49
1929	3.65
1940	1.75
1941	1.55
1942	7.70
1944	8.10
1945	11.00
1946A	37.55
1947	13.65
1953	1.70
1957	1.35
1959	1.45
1962	9.75
1964	5.35
1965	35.65
1966	33.50

HYBRID-IC'S

STK

0025	14.70
0029	12.55
0035	20.55
0040	21.25
0049	21.40
0050	18.65
0059	28.00
0060 II	25.85
0070	47.35
0080	30.95
0105	44.00
431	26.15
433	12.95
435	13.30
436	15.40
437	19.70
439	18.50
441	26.80
443	28.15
457	28.00
459	23.25
460	23.10
461	24.15
463	26.35
465	28.85
466	47.95
501	33.23
502	21.75
507	12.30
521	22.35
523	19.33
531	28.42
532	30.49
533	30.59
541	23.45
542	59.85
561F	12.45
563F	12.45
752	19.95
780	24.35
1039	25.30
1040	18.40
1050	22.70
1050 II	21.00
1060	24.20
1070	34.80
1070 II	31.95
1080 II	31.20
2025	22.90
2028	29.90
2029	19.05
2030	23.85
2038	26.60
2101	24.65
2110	14.15

STK

2240	28.10
2250	28.15
3041	18.90
3042	13.80
3042 II	15.10
3042 III	15.15
3044	14.10
3061	15.35
3062	22.60
3062 II	20.00
3062 III	14.05
4181 II	34.45
4191 II	36.85
4192 II	33.80
4272	19.00
4311	20.00
4332	11.65
4352	12.85
4362	14.20
4372	14.50
4392	17.30
4793	26.00
4803	26.35
4813	26.50
4833	26.45
4843	30.60
4853	34.25
4863	32.50
4873Y	37.70
4893	35.00
4913	39.00
5315	14.85
5325	16.00
5326	16.70
5331	8.00
5335	7.50
5421	14.65
5422	10.90
6328	15.85
6431	17.90
6607	10.75
6922	13.50
6932	14.85
6962	6.75
6965	16.75
6972T	9.85
6982	20.55
7216S	14.50
7221	17.15
7308	12.50
7309	16.70
7358	13.95
7404	21.35
7408	32.80
7563F	26.50

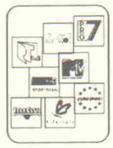
SAT - Empfangssystem

für den Direktempfang des Satelliten

ASTRA 1 + 1B

DNT - Euro - Spezial

* 60cm Offset-Spiegel
* Stereo-Receiver mit 99 Kanälen, ON-Screen IR-Fernbedienung 2xScart + Cinch
* LNC nach VDE und mit Postzulassung
* Mastbefestigung



Bestellnummer : ASTRA 1500

komplett 998,--

Kein Rabatt möglich !
Versandspesen werden gesondert berechnet.

REICHELT ELEKTRONIK

Marktstraße 101 - 103 · 2940 Wilhelmshaven

TELEFON-SAMMEL- Nr.: 04421/2 63 81
TELEFAX : 04421/2 78 88
ANRUFBEANTWORTER : 04421/2 76 77 TAG/NACHT
TELEX : 0253 436 elrei d

DIES IST NUR EIN KLEINER AUSZUG AUS UNSEREM LIEFERPROGRAMM! KATALOG KOSTENLOS!
Wir liefern nur MARKENFABRIKATE 1. WAHL!

Sie erhalten auf alle, in dieser Anzeige genannten Preise, auch bei gemischter Abnahme, folgenden Mengennachlaß:
ab DM 500,-- = 5 % ab DM 750,-- = 10 %
ab DM 1.000,-- = 15 % ab DM 2.000,-- = 20 %

VERSAND NUR PER NACHNAHME!
(außer Behörden, Schulen, Institute, usw.)

Für Porto und Verpackung berechnen wir eine Versandkosten-Pauschale in Höhe von DM 5,65.
VERSAND AB DM 10,--.

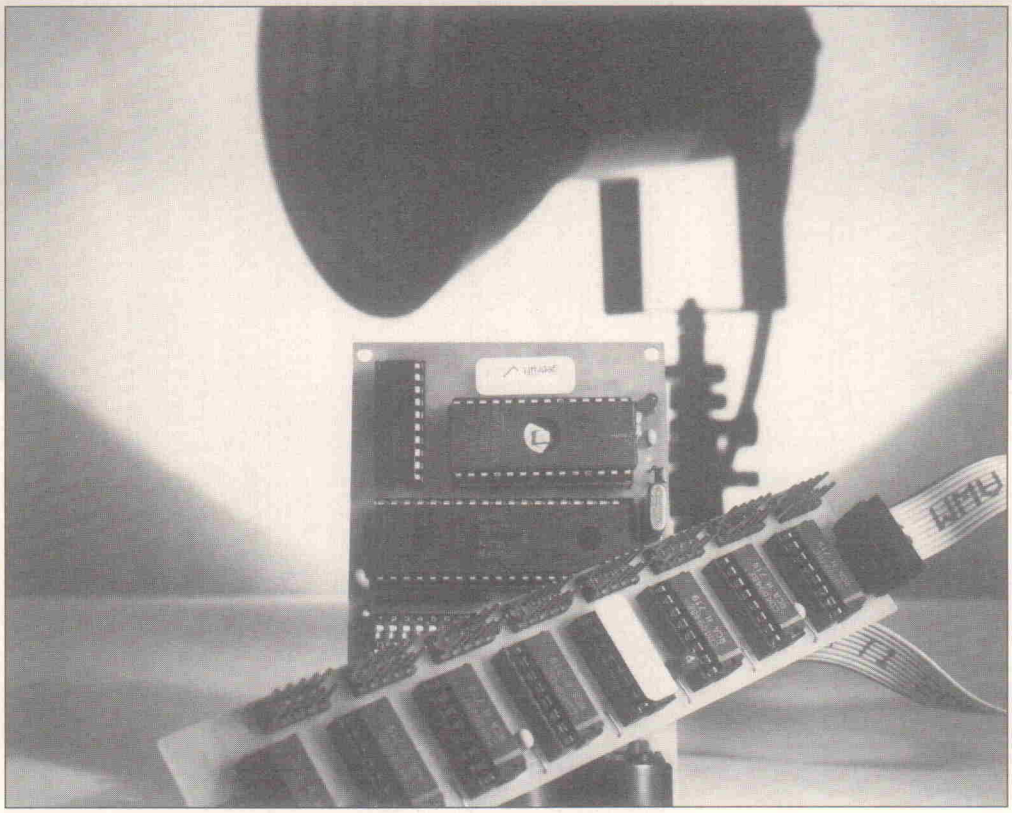
Großabnehmer fordern für die entsprechenden Positionen bitte ein Angebot an!

Unser Angebot ist freibleibend - Irrtum vorbehalten!

LADENVERKAUF: Marktstr. 101, 2940 Wilhelmshaven
Kaiserstr. 14, 2900 Oldenburg

Midi-to-Gate-Interface

64 oder 128 Ausgänge mit Midi geschaltet



Mit der Midi-Schnittstelle verfügen Atari-ST-Computer über ein Feature, das sich für Musiker zu einem entscheidenden Kriterium für die Computerauswahl entwickeln kann; für Nicht-Musiker hingegen ist es schlicht 'die Buchse mit dem Optokoppler'. Das Midi-to-Gate-Interface MTG 128 öffnet beiden Gruppen den Zugang zu 'ihrer' Peripherie.

Für das Midi-to-Gate-Interface benötigt man – abhängig von der gewünschten Kanalzahl – zwei beziehungsweise drei Platinen. Dies sind:

Die Basisplatine. Diese wird im MTG-System einmal benötigt. Auf ihr befindet sich das Midi-Interface und die gesamte Steuereinheit mit Mikrocontroller und Software (EPROM).

Eine oder zwei Ausgangsplatinen. Für jeweils 64 Gate-Ausgänge ist je eine Ausgangsplatine 'zuständig'. Falls – für welche Anwendung auch immer – mehr als 64 Ausgänge nötig sein sollten, kann man eine zweite Ausgangsplatine kaskadieren.

Die Schaltung

Über den in der Midi-Norm obligatorischen Optokoppler CNY 17, IC4 gelangt das Signal auf den seriellen Eingang P3.0 des Mikrocontrollers IC1. Das Betriebsprogramm reagiert auf Noten-, Programmwechsel- oder Controller-Befehle auf dem mit S1.1...S1.4 einstellbaren MIDI-Kanal. Es errechnet aus den Midi-Informationen einen seriellen Datenstrom, welcher in die Schieberegister IC1...8 der Ausgangsplatine geschoben wird. Jedes Bit des Schieberegisters entspricht dabei einem Gate-Ausgang.

Das Herzstück des MTG 128 ist der Mikrocontroller SAB 8031/51. Als Adreß- und Datenbus werden die Ports 0 und 2 verwendet. Port 0 arbeitet hierbei – 80xxx-üblich – als gemultiplexter Daten- und Adreßbus für die acht niederwertigen Bits, Port 2 gibt die höherwertigen Adressen aus. Das achtfache Latch 74 HC 573 (IC3) übernimmt bei der fallenden Flanke des ALE-(Adress-Latch-Enable)-Signals die acht niederwertigen Adressen vom Port 0. Die höherwertigen Adressen liefern P2.0...P2.4. Geht ALE wieder auf 'high', so arbeitet P0 als Datenbus an den zum Teil zwischengespeicherten Adressen.

Dank des universellen Aufbaus ist MTG 128 mit einer entsprechend entwickelten und in IC 2 (EPROM 2764) gebrannten Software für diverse Aufgaben einsetzbar.

Der 8051/31 besitzt eine komplette serielle Schnittstelle. Bei Verwendung eines 12-MHz-Taktes läßt sich der interne Baudratengenerator auf die für Midi benötigten 31,25 kHz einstellen. Der Eingang der seriellen Schnittstelle ist P3.0, der Ausgang P3.1.

Die Midi-Eingangsschaltung ist rund um den Optokoppler IC4 (CNY 17) aufgebaut. Der Eingangswiderstand R3 begrenzt den Leuchtdiodenstrom, die Diode D2 schützt die LED im Optokoppler vor negativen Eingangsspannungen. Der Open-Collector-Ausgang des Optokopplers ist mit dem seriellen Eingang P3.0 und über den Pullup-Widerstand R2 mit +5 V verbunden. Die Midi-Out-Buchse ist über die obligatorischen 220-Ohm-Widerstände (R4, R5) an P3.1 und +5 V angeschlossen.

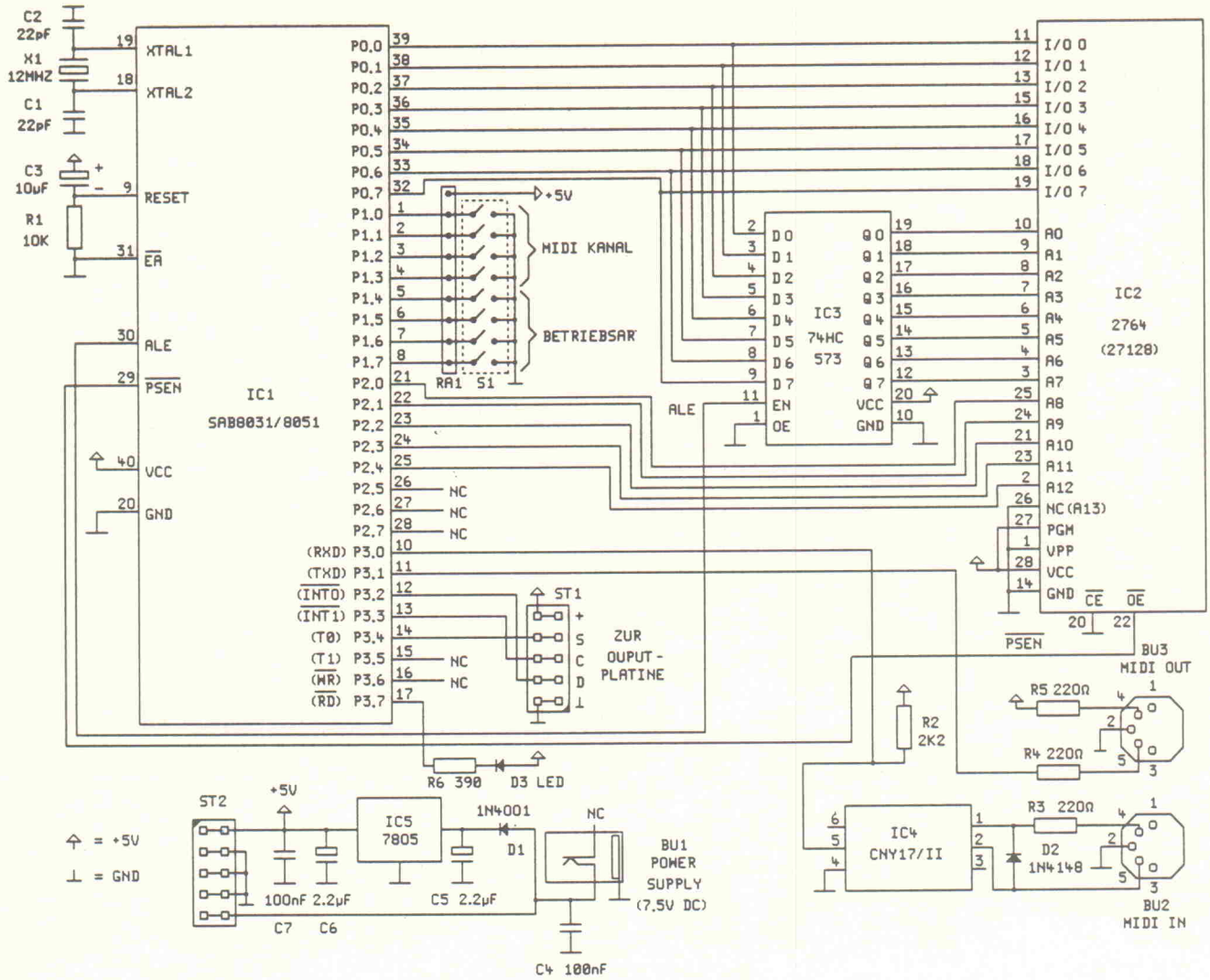


Bild 1. Über die Midi-Out-Buchse kann man sowohl Midi-Instrumente als auch weitere MTGs ansteuern.

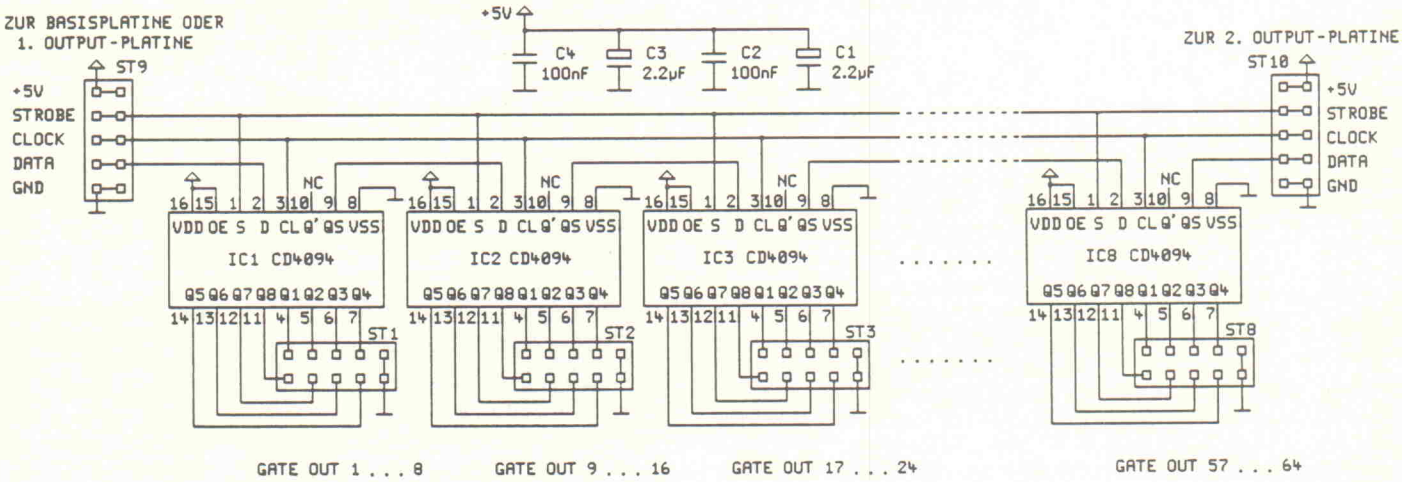
Q1, C1 und C2 bilden den Taktoszillators. R1 und C3 erzeugen beim Einschalten ein Reset-Signal. Der EA-Pin liegt auf Masse, um bei Verwendung eines 8051 das interne ROM abzuschalten. Dies hat für einen eventuell verwendeten 8031 keine Bedeutung.

Beim Programmstart fragt der Prozessor über die Port-Anschlüsse P1.0...P1.7 die Stellung der Schalter S1.1...S1.8 ab. Der Port-Anschluß P3.7 steuert die Leuchtdiode D3. Diese LED signalisiert, ob relevante Midi-Daten empfangen und an das Schieberegister weitergeleitet werden.

An den Portleitungen P3.2, P3.3 und P3.4 liegen die für die Steuerung der Schieberegister (CD 4094) auf den Ausgangsplatinen notwendigen Signale Clock (CLC), Data (D) und Strobe (STR).

Jedem Schieberegisterausgang des CD 4094 ist ein Speicher (Latch) nachgeschaltet, welcher über das Strobe-Signal aktiviert wird. Solange Strobe auf '1' bleibt, übernehmen die Latches die Daten. Der momentane Zustand jedes Schieberegisterausgangs ist dann auf den Ausgang durchgeschaltet. Ein '0'-Über-

Bild 2. Die Steuersignale werden einfach durch die Schieberegister hindurchgereicht. Nach 64 (oder 128) Clock-Impulsen übernehmen die Latches die dann gültigen Informationen.



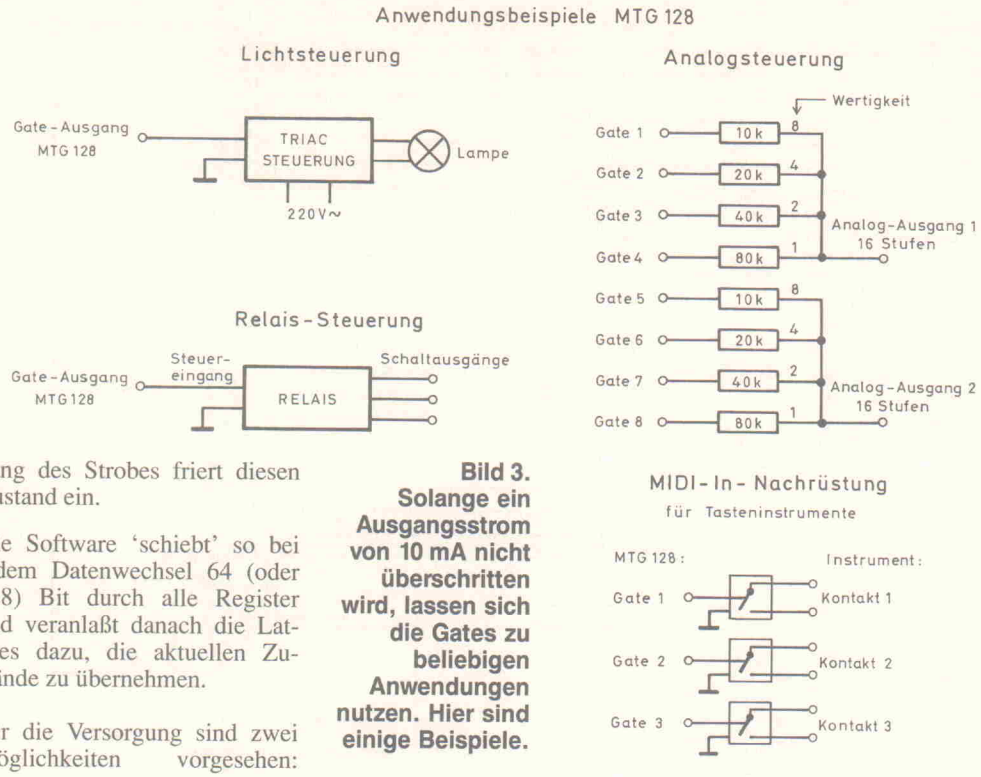


Bild 3. Solange ein Ausgangsstrom von 10 mA nicht überschritten wird, lassen sich die Gates zu beliebigen Anwendungen nutzen. Hier sind einige Beispiele.

gang des Strobes friert diesen Zustand ein.

Die Software 'schiebt' so bei jedem Datenwechsel 64 (oder 128) Bit durch alle Register und veranlaßt danach die Latches dazu, die aktuellen Zustände zu übernehmen.

Für die Versorgung sind zwei Möglichkeiten vorgesehen:

Tabelle 1. Die Schalter S1...4 legen den Midi-Kanal in inverser Logik fest (Kanal 1: 1111, Kanal 2: 1110...), die Betriebsart wird über S5...8 eingestellt.

S5	S6	S7	S8	
			ON	REFERENZTON 36
			OFF	REFERENZTON 0
		ON		NORMALBETRIEB
		OFF		INVERSBETRIEB
ON	ON			NOTE ON/OFF
OFF	ON			CONTROL CHANGE
ON	OFF			PROGRAM CHANGE 1
OFF	OFF			PROGRAM CHANGE 2

Falls in der Anwendung für das MTG 128 eine geregelte 5-V-Spannung verfügbar ist, kann man diese über die Buchse BU2 anlegen. Andernfalls erfolgt die Versorgung über ein externes (Stecker-)Netzteil, BU1 und IC5.

Aufbau

Die Verbindung zwischen Basis- und der ersten Ausgangs-Platine sowie zwischen den Ausgangsplatinen erfolgt über ein 10poliges Flachbandkabel mit angepressten Buchsenleisten in Schneid/Klemm-Technik. Auf dieser Leitung liegen +5 V, Strobe, Clock, Data und Masse. Da nur fünf Leitungen benötigt werden, sind die zehn Leitungen des Flachbandkabels paarweise verbunden.

Bei der 128-Kanal-Version ist die zweite Ausgangsplatine mit der ersten über ein weiteres 10poliges Flachbandkabel verbunden.

Jeweils acht Gate-Ausgänge und zwei Massepunkte stehen auf der Ausgangsplatine an einer 10poligen Stiftleiste zur Verfügung. Werden auf diese Stiftleisten 10polige Buchsen mit angepreßtem Flachbandkabel aufgesteckt, so entspricht die Adernreihenfolge der Gate-Reihenfolge. Bei den im folgenden beschriebenen Arbeiten sind die Geräte unbedingt abzuschalten.

Zunächst ist natürlich die Verbindung zwischen der Midi-In-Buchse des MTG 128 und einem geeigneten Midi-Sender herzustellen. Weiter stellt man den Midi-Empfangskanal und die Betriebsart des MTG 128 mit dem 8poligen DIP-Schalter auf die gewünschten Werte ein. In der Tabelle sind die Funktionen der acht DIP-Schalter erläutert.

Das MTG 128 verfügt über drei Modi, die im folgenden kurz beschrieben sind:

Im Notenmodus werden die Gate-Ausgänge von Note-On-Befehlen eingeschaltet und von Note-Off-Befehlen ausgeschaltet. Der Referenzton in der 64-Kanal-Version ist 36, bei der 128-Kanal-Version 0. Die Notennummern sind beim Referenzwert beginnend in aufsteigender Reihenfolge den 64 beziehungsweise 128 Gate-Ausgängen zugeordnet.

Ein einfaches Omikron-Basic-Programm zum Aktivieren der Ausgänge auf Kanal 1 sieht folgendermaßen aus:

BIOS (,3,3,144)

BIOS (,3,3,Ausgangnummer)

BIOS (,3,3,64)

Die Kanalinformation liegt im ersten Datum (144), der Wert des dritten Datums (hier: 64) ist beliebig. Der entsprechende Note-Off-Befehl zum Abschalten hat dann die Form:

BIOS (,3,3,128)

BIOS (,3,3,Ausgangsnummer)

BIOS (,3,3,64)

Auch hier muß für einen von '1' abweichenden Kanal der entsprechende Wert des ersten Datums (hier: 128) zugeschlagen werden.

Im Controllermodus erfolgt die Steuerung mittels Midi-Controller-Befehlen ab Controller 64; hier beginnen die Schaltcontroller. Ein Controller-Datenwert von 127 schaltet den betreffenden Gate-Ausgang ein, ein Wert von 0 aus. Die Controller-Nummern sind bei 64 beginnend in aufsteigender Reihenfolge den Gate-Ausgängen zugeordnet. Da hier nur die Controller-Befehle 64...127 zur Verfügung stehen, kann man in dieser Betriebsart nur eine Ausgangsplatine anschließen. Da das Statusbyte für den Controller-Mode $Bn (176 + Kanalnummer) lautet, sieht das Beispielprogramm zum Einschalten auf Kanal 1 so aus:

Stückliste

MTG 128 Ausgangsplatine

Kondensatoren:

C1,C3	1...6.8 µF/16 V, Tant, RM 2,5(5)
C2,C4	10...100 nF, ker, RM 2,5(5)

Halbleiter:

IC1...IC8	CD 4094

Sonstiges:

ST1...ST10	10pol Stiftleiste 2reihig, RM 2,54 mm

8 × IC-Fassungen 16polig

1 × MTG-128-Ausgangsplatine

Für die Verbindung zur Basisplatine bzw. zur ersten Ausgangsplatine:

2 × 10polige Buchsenleiste in Schneid-Klemm-Technik (für ST9, ST10)

ca. 40 cm 10poliges Flachbandkabel hierzu

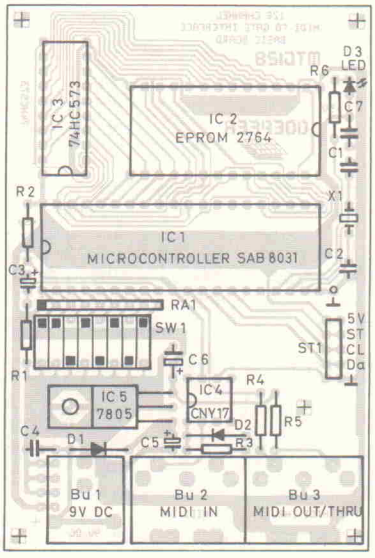


Bild 4. Auf der Controllerplatine sind zwei alternative Stromversorgungen vorgesehen.

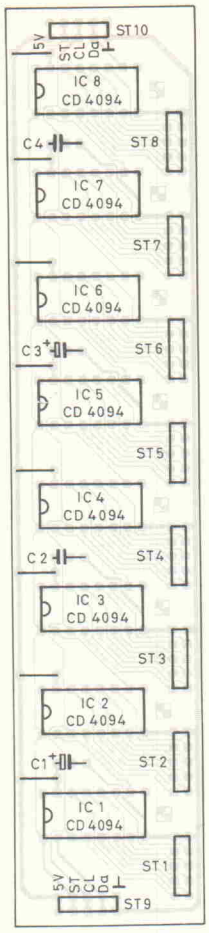


Bild 5. ST 9 ist die Verbindung zum Controller, über ST 10 kann man eine weitere Ausgangsplatine anschließen.

Stückliste

MTG 128 Basisplatine

Widerstände:

R1	10k
R2	2k2
R3,R4,R5	220 R
R6	390...470 R
RA1	Widerstandsnetzwerk 8 × 1...100k

Kondensatoren:

C1, C2	22 pF, ker, 2,5
C3	6,8...10 µF/16 V, Tant, 2,5
C5,C6	2,2...4,7/16 V, Tant, 2,5
C4,C7	10...100 nF, ker, 2,5/5

Halbleiter:

D1	1 N 4001...4007
D2	1 N 4148
D3	LED, 3 oder 5 mm
IC1	SAB 8031 oder SAB 8051
IC2	2764, Programmversion MTG 128
IC3	74 HC 573 (74 HCT 573)
IC4	CNY 17/II
IC5	7805

Sonstiges:

X1	Quarz 12 MHz
S1.1...S1.8	DIP-Schalter 8polig
BU1	Kleinspannungsbuchse, Printversion
BU2, BU3	5pol DIN-Buchse, Printversion
ST1,ST2	10pol Stiftleiste 2reihig, RM 2,54 mm
1 × IC-Fassung 40polig	
1 × IC-Fassung 28polig	
1 × IC-Fassung 20polig	
1 × IC-Fassung 6- oder 8polig (Optokoppler)	
1 × Kühlkörper für IC5 mit Montagematerial	
MTG128-Basisplatine	
(Stecker-) Netzteil	7...12 V/500 mA

BIOS (,3,3,176)

BIOS (,3,3,Ausgangsnummer)

BIOS (,3,3,127)

Zum Abschalten des Ausgangs muß der letzte Wert Null sein.

Im PRG-Modus 1 wird der der gesendeten Programmnummer entsprechende Gate-Ausgang eingeschaltet und alle anderen Gate-Ausgänge ausgeschaltet. In dieser Betriebsart lassen sich wieder beide Ausgangsplatinen betreiben.

BIOS(,3,3,192)

BIOS (,3,3,Ausgangsnummer)

Der PRG-Modus 2 steuert dagegen nur die ersten sieben Ausgänge an. Welche Gate-Ausgänge an-, welche abgeschaltet sind, kann durch binäre Darstellung der Programmnummer gefunden werden. Die Dezimalzahl der binär dargestellten Zahl 1001101 ist beispielsweise 77. Die Midi-Befehlsstruktur entspricht der zuvor gezeigten.

Der vorletzte DIP-Schalter bestimmt den Normal- oder Inversbetrieb.

Wenn nun der Midi-Sender Befehle auf dem eingestellten Kanal sendet, so muß die Leuchtdiode auf der MTG-128-Basisplatine bei jedem empfangenen Befehl kurz aufleuchten. Falls dies nicht der Fall ist, so stimmen Midi-Kanal von Sender und MTG 128 nicht überein, oder die Stromversorgung ist nicht in Ordnung. Über die Midi-Out-Buchse des MTG 128 kann man ein weiteres Midigerät ansteuern. Diese Buchse weist somit die Midi-Thru-Funktion auf.

eMedia GmbH SOFTWARE

ELRAD - Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt		Datenträger/Inhalt	Preis
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)	29,— DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung)	49,— DM
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90	98,— DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari	29,— DM
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source)	98,— DM
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari	98,— DM
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari Erfassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-Basic) SS	35,— DM
S119-766M	U/f-D/A Wandlerkarte	11/89	Diskette/MS-DOS/Meßwerterfassung (Source)	28,— DM
S129-767A	DCF-77-Echtzeituhr	12/89	Diskette/Atari	35,— DM
S129-772C	UMA — C64	12/89	Diskette/C64	25,— DM
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungssystem)	98,— DM
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS Betriebssoftware (Source)	29,— DM

ELRAD - Programmierte Bausteine

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitales Schlagzeug	

36 Sounds in einzelnen EPROMs sind verfügbar

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

25,— DM je EPROM

Hygrometer	1/87		25,— DM
MIDI-TO-DRUM	5/87		25,— DM
D.A.M.E.	6/87		25,— DM
µPegelschreiber	9/87		25,— DM
E.M.M.A.	3/88	-Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung	25,— DM
E.M.M.A.	4/88	DCF-Uhr	25,— DM
MIDI-Monitor	5/88	Betriebssoftware	25,— DM
Frequenz-Shifter	5/88	Sin/Cos-Generator	25,— DM
Printerface	7-8/88	Betriebssoftware	25,— DM
E.M.M.A.	9/88	IEC-Konverter	25,— DM
ELISE	1/89	Betriebssystem mit Update aus 1/90	25,— DM
DSP	3/89	Controller	25,— DM
Grafisches Display	9/89	PROM Typ 1 (kleine Ausf.)	35,— DM
Grafisches Display	10/89	PROM Typ 2 (große Ausf.)	35,— DM
Midi Master/Controller	11/89	siehe Paketangebot Platinenanzeige	
Leuchtlaufschrift	12/89	Betriebssoftware	25,— DM
SESAM	1/90	Bootprogramm 2 Stück	50,— DM
HAL.L.O.	6/90	Sender	25,— DM
HAL.L.O.	6/90	Empfänger	25,— DM
TV-TUNER	8/90	Controller	25,— DM

PAL			Preis
Autoalarmanlage	5/89		25,— DM
SESAM — System	11/89		35,— DM
SESAM — Interface	12/89	2 Stück	70,— DM
SESAM — AD	3/90		35,— DM
MIDI-Factory	11/90	PROM + EPROM zusammen	35,— DM

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

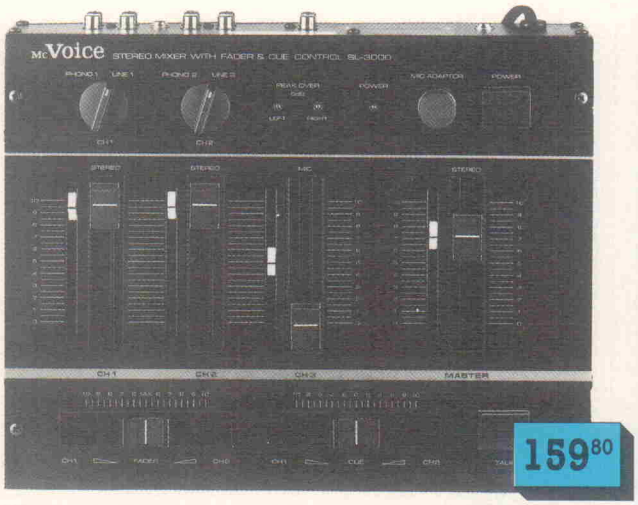
Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Musik-Elektronik



McVoice-HiFi-Stereo-Mischpult „SL 3000“

Vorhörkontrolle für beide Stereo-Kanäle. Überlastungsschutzanzeige über Peak-over-Flashlights. Crossfader für sichere Überblendungen und schnelle Breaks. Professionelle Schieberegler mit Einstellmarkierung. **Input:** 2 × Phono/Line (umschaltbar 100 mV/3 V), 1 × 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

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 msek. Fußschalteranschluß: Effekt EIN/AUS. **Eingänge:** 2 × Micro, 1 Line (TB, Tape, Musikinstrumente). **Ausgänge:** 1 × Mix out (Originalsignal mit Echobauteil), 1 × Delay out (nur Echo). Alle Verbindungen 6,3 mm Klinke. B×H×T 232×65×140 mm. 220 V.

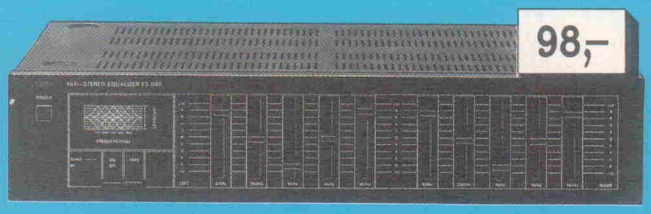
Art.-Nr. 877-000 . . . . . nur 99,50 DM

McVoice-HiFi-Mono-Analog-Echogerät „AE-700“

Studiotauglich. Echo/Nachhall stufenlos von 0–250–500 msec. regelbar. Repeat-Regler für Signalwiederholung, bis zu 15 ×! 2 × Mikro-Input (10 KOhm) mit getrennten Volumereglern, 1 × 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

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, Regelfrequenzen 60, 250, 1000, 4000, 16000 Hz. Klirrfaktor 0,02 %. B×H×T 440×90×260 mm.

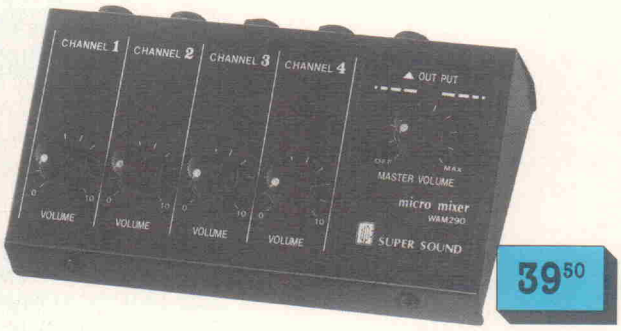
Art.-Nr. 877-005 . . . . . 98,– DM

Mc-Voice-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

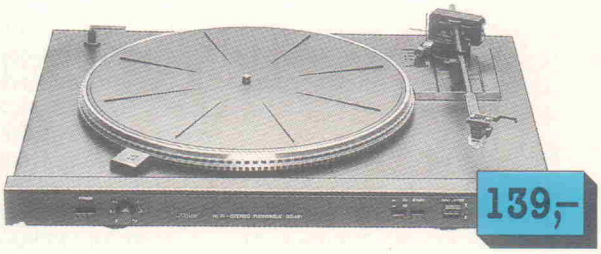
Preiswertes Einsteigermodell!



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 Verbindungskabel.

Art.-Nr. 877-001 . . . . . nur 39,50 DM

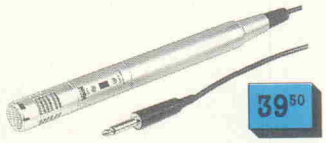


McVoice-Plattenspieler „GS-641“

Riemengetriebenes Laufwerk. Drehzahleinstellung 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-Schutzhaube und 45er Puck. Schwarzes Metallchassis. B×H×T: 440×112×380 mm.

Art.-Nr. 863-005 . . . . . 139,– DM

—Zubehör—



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 ∅×185 mm, Gold.
Art.-Nr. 867-000 . . . . . 39,50 DM

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.756-000 nur 39,95 DM

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 Metallschutzgitter. Für hohen Schalldruck sorgen die Piezo-Mittel- und Hochtonsysteme. 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

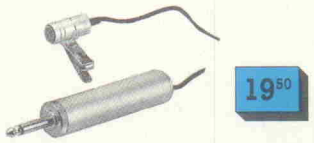
Mikrofon „ECM-2020“
Zur Abnahme höhenbetonter Instrumente (Klavier, Schlagzeugbekken usw.). Übertragungsbereich 30–20000 Hz, maximaler Schalldruck 125 dB. Impedanz 600 Ω, Richtcharakteristik: nierenförmig. Stromversorgung 1,5 V Mignon (reicht 8000 Std.). Integrierter Wind- und Poppschutz. Mikro mit 5-m-Kabel, Klinkenstecker 6,3 mm, Stativhalter und Batterie. 31 mm ∅×250 mm, schwarzes Alugehäuse.
Art.-Nr. 867-001 . . . . . 39,50 DM

Kopfhörer-Micro-Kombination „HPM-1000“
Vielfältig einsetzbar. Mikrofon schwenkbar. 3,5-mm-Klinkenstekker. **Kopfhörer:** 32 Ohm, 20–20000 Hz. 1,2 m langes Kabel. **Mikrofon:** 600 Ohm.
Art.-Nr. 855-000 . . . . . 19,95 DM

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, Flankensteilheit 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: 50×420×110 mm.
Art.-Nr. 531-002. . . . 39,50 DM



Steck-Mikrofon „STM 101“
Praktikables, leistungsstarkes Mikrofon. Durch beiliegende Kragenklemme variabel aufstellbar. Goldeloxiertes 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 ∅.
Art.-Nr. 867-004 . . nur 19,50 DM

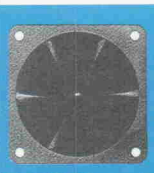
High-Quality unter 20 DM

Stereo-CD-Kopfhörer „60102“
Ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis. Hochbelastbare, schnell ansprechende Wandler-Systeme. Federleicht, bequemer Sitz durch Schaumstoffpolster. Verstellbarer Bügel, 2,5 m Zuleitung. Zusätzlich 6,3 mm Klinkenadapter. Freq.-Ber. 20–20000, Imp. 2× 32 Ohm.
Art.-Nr. 855-001 nur 19,95 DM

Koax-Kolbenlautsprecher „EL-LSP 50“
Hervorragende Klangfülle bei hohem Wirkungsgrad. Harte Membran, aufgehängt in weicher Schaumstoffsicke. Sichtmontage, schwarzes Metallgitter, Hochtonkegel 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 ∅, 30/50 Watt. 135×135 mm.
Art.-Nr. 776-016 . . . . . 12,95 DM
Art.-Nr. 776-017 . . . . . 12,90 DM

Dynamisches Mikrofon „DM – 835 B“
Optimal für Stimmen- und Schlagzeugabnahme. Rückkopplungsarm. Robustes Kunststoff-Gehäuse. Freq.-Ber. 100–12000 Hz, Impedanz 600 Ohm. Empfindlichkeit –78 dB. Inklusive 3 m Kabel mit 6,3-mm-Klinke. Maße 180×50 mm ∅.
Art.-Nr. 867-003 nur 12,95 DM

Stereo-Kopfhörer „LA-600“
Dynamischer Kopfhörer. Hält mühelos mit wesentlich kostspieligeren Modellen mit. Kalottensysteme 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: 20–2000 Hz, Schalldruck 105 dB/1 mm, Impedanz 2×32 Ohm.
Art.-Nr. 855-004 . . . . . 39,95 DM



PIEZO-Horn-Tweeter „PHT-8“
Impedanzloser Hochleistungs-Hochtöner für Disco- und Heimanlagen. Schalldruck schon bei 1 Watt 104 dB. Freq.-Ber.: 5–30 kHz (±2 dB), Klirrfaktor: 0,75%. Schallwandöffnung: 76 mm (auch Sichtmontage möglich). 85×85×70 mm.
Art.-Nr. 776-015. . . . 7,95 DM

ab **3,95**

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	Verbindungskabel, 5pol. Dioden-Stecker auf 4× Cynchstecker, Länge 1,8 m	**Stück 5,95 DM**
310-005	AV-24	Diodenkabel, 5pol., Stecker-Stecker Länge 1,5 m	**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**

Sonderposten

39,50

Quarz-Pendeluhr „DQ-2000"

Präzise Quarztechnik in modernem Design. Anzeige von Stunden, Minuten und Sekunden. Länge 380 mm, ∅ 220 mm. Betrieb mit 2×1,5-V-Mignonzellen.

Art.-Nr. 975-007 . . . . . 39,50 DM

15,–

Jumbo-Thermoclock „TC 1835"

Thermoclock für Innen- und Außentemperatur-Messungen. Eingebauter Thermofühler sowie wasserdichter Außenfühler mit 3 m Zuleitung. 3½stellige, 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: 65×56×15 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 2× 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 2×1,5-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

19,80

Ladegerät „ALG-1000"

Ladegerät mit Batterie-Tester! Batterie-Test über Kontrollampe. 8 Kontroll-LEDs. Verwendbar für Mono-/Baby-/Mignon-/Lady-/9-V-Block und Knopfzellen. Lädt 4× UM 1 oder 2, 6× UM 3, 2× UM 4, 2× UM 5, 1× 9-V-Block und 1× Knopfzelle. Schwarzes Gehäuse mit Klarsichtdeckel. B×H×T 176×53×140 mm. Netz-Zuleitung 1 m.

Art.-Nr. 542-002 . . . . . 19,80 DM

11,95

Stecker-Ladegerät „ALG-500"

Wahlweise 1–4 Akkus, 1,2-V-Mignon. 4 Kontroll-LEDs. Ladespannung 4× 1,4 V, Ladestrom 4×35 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

Tastentelefon im PORSCHE-Design:

Tip-Tasten in der „Bodengruppe", Wahlwiederholung, Gesprächsunterbrechungs-Taste, Klingel abschaltbar. Maße 185×78×56 mm.

Art.-Nr. 599-001 nur 15,90 DM

19,95

Telefon „Mini-Deluxe" HC-1000 P

Mini-Einhandtelefon mit Wahlwiederholung, Druckpunkt-Tastatur, Pulse-Umschalter und elektronischer Klingel. Als Tisch- oder Wandgerät anwendbar. Lieferung inclusive Wandhaken. Schwarz.

Art.-Nr. 544-007 . . . . . 19,95 DM

29,95

Antennen-Steckdosen-verstärker

Vermindert Verteilungs- und Leitungsverluste. Bereich UHF/VHF/FM, Freq. 40–860 MHz, regelbare Verstärkerleistung bis max. 20 dB, max. Ausgangspegel 98 dBMV. Eingebautes 220-V-Netzteil.

Art.-Nr. 531-003 . . . . . 29,95 DM

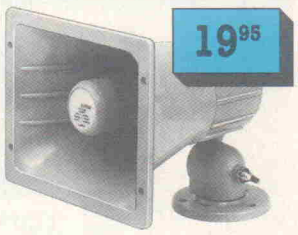
9,50

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

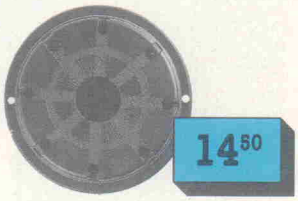


„Kojak-05" Alarmsirene

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 ∅.

Art.-Nr. 530-001 . . . . . 14,50 DM

9,95

Disco-Motor „DM 1"

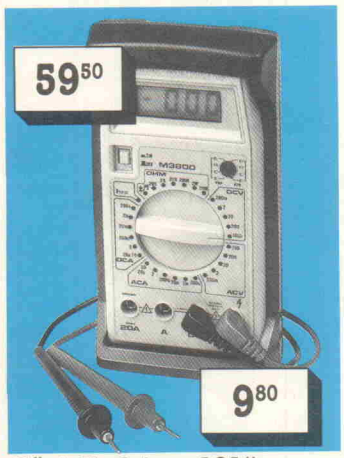
220-V~-Getriebemotor. Optimal für Spiegelkugeln und Farbfilter-Scheiben. Stabiles Metallgehäuse mit Befestigungslaschen. Antriebswelle 11 mm lang, 3 mm ∅. 3,3 UpM. Tragkraft max. 5 kg. Gehäuse 25×49 mm ∅.

Art.-Nr. 539-000 nur 9,95 DM

Hauptgüterbahnhof
Zufuhrstraße A
3300 Braunschweig

Electronic Life

Elektronik



Gürtelholster „101“

Der optimale Schutz für hochwertige Digital-Multimeter. Gummi-Schutzrahmen. 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 Meßgerät).

Art.-Nr. 652-001 . . .nur 9,80 DM

Digitaler Multitester M 3800

– in gelber Sicherheitsfarbe –

3½stellige 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 µ/2/20/200 m/2/20 A=; Wechselspannung: 0,2/2/20/200/700 V~; Wechselstrom: 20/200 µ/2/20/200 m/2/20 A~; Widerstand: 200/2 k/20 k/200 k/2 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.

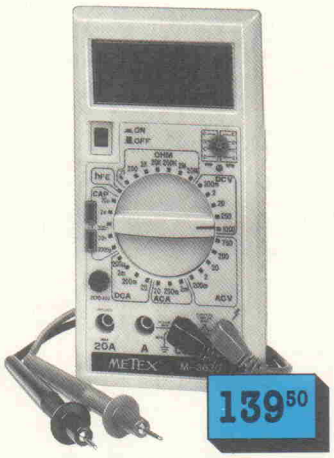
Art.-Nr. 649-000. . . . 59,50 DM
ab 3 Stück . . . . . je 54,50 DM

Mini-Schraubstock „WZ-100“

Immer einsatzbereit durch schnelle Montage! Per Hebel kann der Gummi-Saugfuß 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 3½stelliger LCD-Anzeige, 18 mm Ziffernhöhe und eingeblendeten Maßeinheiten. 20 A Gleich- und Wechselstrombereich, Transistortester, Kapazitätsmeßbereich (mit speziellen 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, Sicherheitsprüfkabel 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 µAF/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: 2000hm/2 kOhm/20 kOhm/200 kOhm/2 MOhm/20 MOhm. Kapazität: 2000 pF/20 nF/200 nF/2 µF/20 µF. Transistortest: hFE 1–1000, Diodentest: 1 F 1 mA.

Art.-Nr. 649-003 nur 139,50 DM

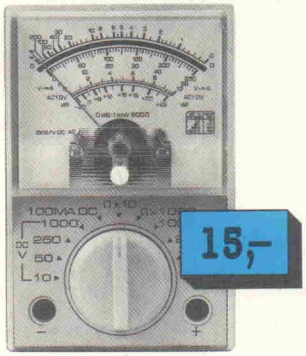
Analog-Multimeter „AMM-3020“

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 Meßschnüre und Batteriesatz. B×H×T: 103×150×40 mm. Gelbe Sicherheitsfarbe. **Technische Daten:** Eingangswiderstand: 30 kOhm=, 10 kOhm/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 kOhm–5 MOhm. 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	Ausf.	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 kOhm/V)
V~: 0–10/50/250/1000 V (2 kOhm/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.

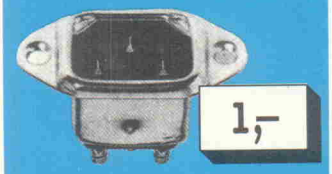
Art.-Nr. 540-000 . . .nur 5,95 DM

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: 05 31/79 90 31, 8.00 bis 18.00 Uhr.
Telefax: 05 31/79 83 05, Tag und Nacht. Telex: 952294.

Bankverbindungen:
Volksbank Braunschweig · Kto. 907 147 · BLZ 270 900 77.
Postgirokonto 5846 16-304 · BLZ 250 100 30.

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.

P L A T I N E N

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

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00
LED-Analog-Uhr (Satz)	036-469	136,00
LED-Analog-Uhr, Wecker- und Kalenderzusatz		
— Tastatur	096-499	3,70
— Anzeige	096-500	7,50
— Wecker	096-502	15,20
Byteformer	86 10 146/ds	39,00
Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00
Black Devil 2 x 50 W Satz (= Car Devil-Verstärker)	018-622	64,00
Schnittstelle RS232 -> RS422	028-625	16,50
Schnittstelle RS232 -> RS232CL	028-626	16,50
Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	33,00
Vorgesetzter (VV f. „Black Devil")	038-629	38,00
DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50
STUDIO-MIXER		
— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00
— Mikrofon-Verstärker	REM-643	8,00
— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00
— Overload	REM-645	3,00
— Klangfilter	REM-646	10,00
— Pan-Pot	REM-647	4,00
— Summe mit Limiter	REM-648	9,00
MIDI-MONITOR		
— Hauptplatine	058-649	35,00
— Tastaturplatine	058-650	18,00
SMD-VU-Meter	058-652	3,00
x/t-Schreiber	078-658/ds	98,00
Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00
UNIVERSAL-NETZGERÄT		
— Netzteil	078-662	45,00
— DVM-Platine	078-663	30,00
NDFL-MONO — Hauptplatine	098-666	48,00
NDFL-MONO — Netzteil	098-667	27,00
2-m-Empfänger	098-668	20,00
LCD-Panelmeter	098-670/ds	13,00
Makrovision-Killer	098-671	15,00
SMD-DC/DC	098-673/ds	13,00
DC/DC-Wandler	098-674	16,00
MIDI-Baßpedal	108-675	15,00
VFO-Zusatz f. 2-m-Empfänger (Satz/2 Platinen)	108-676	25,00
SMD-Balancemeter	108-677	5,00
Türöffner	118-680	20,00
Batterietester	118-681	15,00
C64-Sampler	118-682	12,00
EVU-Modem	118-683	35,00
MASSNAHME		
— Hauptplatine	128-684	48,00
— 3er-Karte	128-685	35,00
100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00
Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00
TV-Modulator	128-691	7,00
Universelle getaktete DC-Motorsteuerung	128-692	15,00
SMD-Logiktester	019-693	3,00
IEEE488-PC inkl. GAL	019-695/ds/E	73,00
Halogen-Dimmer	029-696	10,00
Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00
Black-Devil-Brücke	029-701	12,00
Spannungswächter	039-702	7,00
z-Modulationsadapter	039-703	3,00
Frequenz-Synthesizer	039-704/ds	30,00
4½-stelliges Panelmeter	039-707/ds	40,00
Byte-Logger	039-709/ds/E	64,00
SMD-Puffer	039-710	16,00
BREITBANDVERSTÄRKER		
— Einbauversion	049-712	6,00
— Tastkopfversion	049-713	6,00
Antennen-Verteiler	049-714	11,00
Metronom	049-715	26,00
DSP-Systemkarte 32010	039-708/ds/E	64,00
DSP-Speicherkarte/E	049-716/ds	64,00
DSP-AD/DA-Wandlerkarte/E	049-717	64,00
DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132MBE	138,00
DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133MBE	88,00
DSP-Erweiterungskarte	049-718/ds	64,00
Universeller Meßverstärker	049-719/ds	64,00
KAPAZITIVER ALARM		
— Sensorplatine	059-720	9,00
— Auswerteplatine	059-721	10,00
CAR DEVIL		
— Wandler (70μ Cu)	059-722	40,00
— Limiter	059-723	38,00
PAL-Alarm	059-724	10,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
SZINTILLATIONS-DETEKTOR		
— Hauptplatine	069-727/ds/oB	34,00
— DC/DC-Wandler	069-728	16,00
C64-Relaisplatine	079-734	20,00
C64-Überwachung	079-735	15,00
SMD-Meßwertgeber	079-736/ds/oB	20,00
HEX-Display	079-737	15,00
Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00
RÖHREN-VERSTÄRKER		
— Ausgangs-, Line- u. Kopfhörer-Verstärker	079-739/ds	45,00
— Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00
— Gleichstromheizung	079-741	30,00
— Hochspannungsplatine	079-742	30,00
— Fernstarter	079-743	30,00
— 24-V-Versorgungs- und Relaisplatine	079-744	15,00
— Relaisplatine	079-745	45,00
SMD-Pulsfühler	099-749	13,00
SMD-Lötstation	099-750	32,00
Universal-Interface ST	109-759/ds	56,00
MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software im EPROM) komplett	119-763	128,00
SESAM		
— Systemkarte	119-765/ds/E	64,00
— A/D-Karte	030-813/ds/E	64,00
— Anzeige-Platine	030-814/ds/E	9,50
U/f-Wandler PC-Slotkarte	119-766/ds/E	78,00
DCF-77-ECHTZEITUHR	129-767/ds/E	28,00
— Interface	129-768/ds/E	58,00
LEUCHTLAUFSCHRIFT		
— LED-Platine	129-769/ds	128,00
— Tastatur/Prozessor (Satz)	129-770	59,00
Dynamic Limiter	129-771	32,00
UMA — C64	129-772/ds	25,00
Antennenmischer	010-776/ds	18,00
DATENLOGGER 535		
— DATENLOGGER-535-Controller-Platine	010-780/ds/E	64,00
— PAN-535-Schächte	020-784	6,00
— PC-8255-Interface	020-785/ds/E	52,00
— PC-PAN-Schacht	020-786/ds/E	28,00
RIAA direkt	010-781/ds/E	18,00
LADECENTER (nur als kpl. Satz)		
— Steuerplatine	020-783A	
— Leistungsplatine	020-783B	
— Netzteil	020-783C	78,00
— Schalterplatine	020-783D/ds/E	
— Schalterplatine	020-783E/ds/E	
AUTOSCOPE I		
— VA-Modul	020-787	32,00
— TZ-Modul	020-788	10,00
— HA-Modul	020-789	32,00
— B-Modul	020-790	32,00
AUTOSCOPE II		
— Hochspannungs-Modul	030-802	32,00
— C-Modul	030-803	32,00
— Netzteil	030-804	16,00
AUTOSCOPE III		
— Vorteiler	040-818	16,00
— Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00
AUTOCHECK I		
— VT-Modul	050-820	32,00
— PRZ-Modul	050-821	6,00
— N-Modul	050-822	23,00
— W-Modul	050-823	23,00
AUTOCHECK II		
— P-Modul	060-828	32,00
— E-Modul	060-829	22,00
— PRI-Modul	060-830	7,00
— B-Modul	060-831	32,00
AUTOCHECK III		
— DPZ-A-Modul	070-840	32,00
— DPZ-NBV-Modul	070-841	32,00
AUTOCHECK IV		
— DPZ-DIA-Modul	080-843	26,00
19"-POWER-PA		
— Control-Platine	030-805	30,00
— Treiber-Platine	030-806	26,00
— PTC-Bias-Platine	030-807	3,00
— Netz-Platine	030-808	16,00
— Ausgangs-Platine	030-809	7,50
— LED-VU-Meter	030-810	15,00
— Symmetrier-Platine	030-811	4,50
DemoScope	030-812	14,00
Rauschverminderer	040-815	80,00
EPROM-Simulator	040-816/ds/E	68,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
50/100-W-PA bipolar	050-824	18,00
Antennenverstärker	050-825	7,50
TV-TUNER		
— Videoverstärker	060-826	32,00
— Stereodecoder	070-839	18,00
— Netzteil	080-846	32,00
— Controller	080-847/ds/E	64,00
— Tastatur	080-848/ds/E	42,00
VHF/UHF-Weiche	060-827 oB	7,00
20-KANAL-AUDIO-ANALYZER		
— Netzteil	060-832	13,50
— Filter	060-833	30,00
— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00
— Matrix	060-835/ds/oB	34,00
HAL.L.O.		
— Lichtstation	060-836	78,00
— Controller	060-837	46,00
MOSFET-Monoblock	070-838	25,50
Beigeordneter	080-842	35,00
8-KANAL-IR-FERNSTEUERUNG FÜR HALOGEN-LAMPEN		
— Sender	080-844	12,00
— Empfänger	080-845	6,00
PLL-Frequenz-Synthesizer	090-849	32,00
Multi-Delayer	090-850	32,00
MIDI-FACTORY		
— Chica 8	110-858/ds	129,00
— Frontplatine	110-859/ds	60,00
— Verteiler	110-860	76,00
EMV-Tester	110-861	10,00
5-Volt-Netzteil	110-862	32,00
VCA-Noisegate	120-863	32,00
LWL-TASTKOPF		
— Sender	120-864	7,00
— Empfänger	120-865	7,00

Röhrenverstärker: „Drei-Sterne . . ."

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

MultiChoice

— PC-Multifunktionskarte incl. 3 GALs und Test-/Kalibrier-Software (Source) auf 5,25"-Diskette	100-857/M	350,00

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	78,00
— Event-Board incl. 1 PAL	100-856/ds/E	89,00

Beachten Sie auch unser 1/2-Preis-Angebot auf Seite 97

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

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

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.

Ortskurven

Die Anwendung der komplexen Rechnung setzt sinusförmige Spannungen und Ströme in der zu untersuchenden Schaltung voraus. Überdies gilt die Rechnung nur für eine konstante Frequenz. Will man Aussagen über das Verhalten einer Schaltung bei unterschiedlichen Frequenzen machen, greift man dazu auf die sogenannte Ortskurve zurück.

Die in die Gaußsche Zahlenebene eingetragene Ortskurve gibt den Verlauf des komplexen Widerstands in Abhängigkeit von der Frequenz f wieder. Für eine aus einem Widerstand R und einer Induktivität L bestehende Reihenschaltung beispielsweise gilt die Darstellung in Bild 1. Bei der Frequenz f = 0 beziehungsweise ω = 0 weist die imaginäre Komponente den Wert Null auf. Mit zunehmender Frequenz steigt der Wert dieser Komponente an. Der ohmsche Anteil hingegen ändert sich nicht – er ist frequenzunabhängig und bleibt daher konstant. Daraus ergibt sich die auf der reellen Achse senkrecht stehende Gerade. Der Zeiger vom Nullpunkt der Zahlenebene bis zur Geraden ist ein Maß für die Größe des komplexen Widerstands Z. Die zugehörigen Imaginär- und Realanteile können direkt an den entsprechenden Zahlengeraden abgelesen werden.

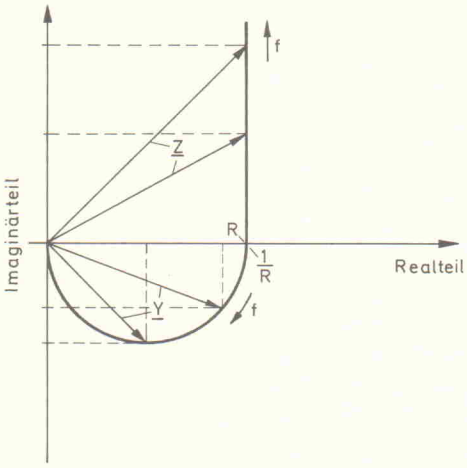


Bild 1. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Gerade) und für den komplexen Leitwert (Halbkreis) einer RL-Reihenschaltung.

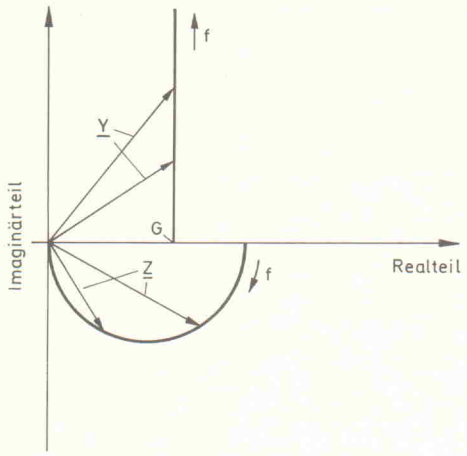


Bild 2. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Halbkreis) und für den komplexen Leitwert (Gerade) einer RC-Parallelschaltung.

Reihenschaltung	Parallelschaltung
Wirkwiderstand R Induktivität L Scheinwiderstand Z	Wirkleitwert G Kapazität C Scheinleitwert Y

Tabelle 1. Analogien zwischen einer Reihen- und einer Parallelschaltung.

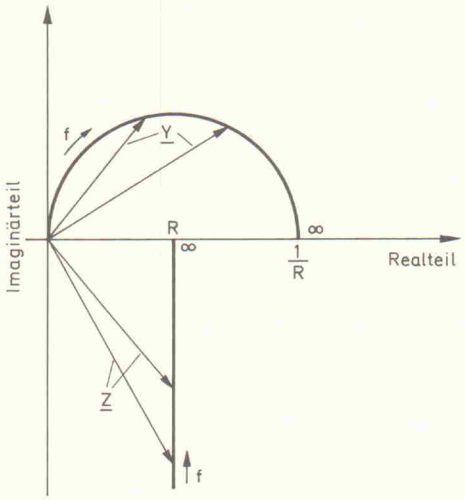


Bild 3. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Gerade) und für den komplexen Leitwert (Halbkreis) einer RC-Reihenschaltung.

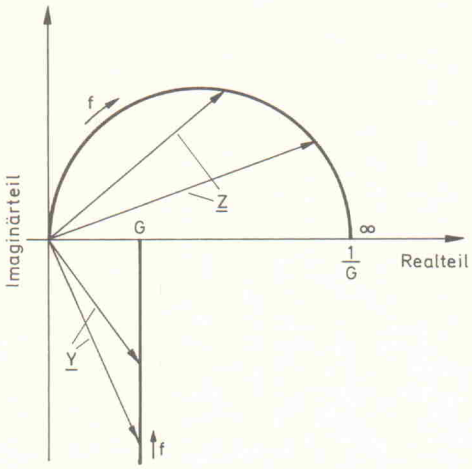


Bild 4. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Halbkreis) und für den komplexen Leitwert (Gerade) einer RL-Parallelschaltung.

Häufig ist bei Impedanz-Untersuchungen die Betrachtung des Leitwertes sinnvoll. Dieser bildet sich im gewählten Beispiel halbkreisförmig unterhalb der reellen Achse ab. Bei der Frequenz f = 0 beziehungsweise ω = 0 gilt für den Leitwert Y = 1/R. Mit ansteigender Frequenz nimmt der Einfluß der Induktivität zu, bis der Leitwert bei f = ∞ den Wert Null annimmt. Der Zeiger vom Nullpunkt der Zahlenebene bis zum Rand des Halbkreises ist ein Maß für die Größe des komplexen Leitwertes Y. Auch

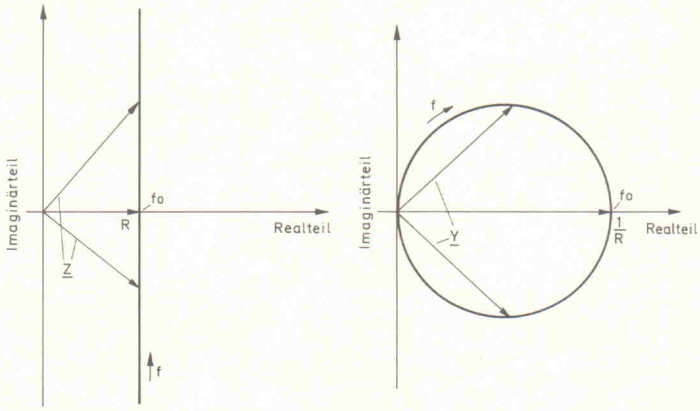


Bild 5. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Gerade) und für den komplexen Leitwert (Kreis) einer RLC-Reihenschaltung.

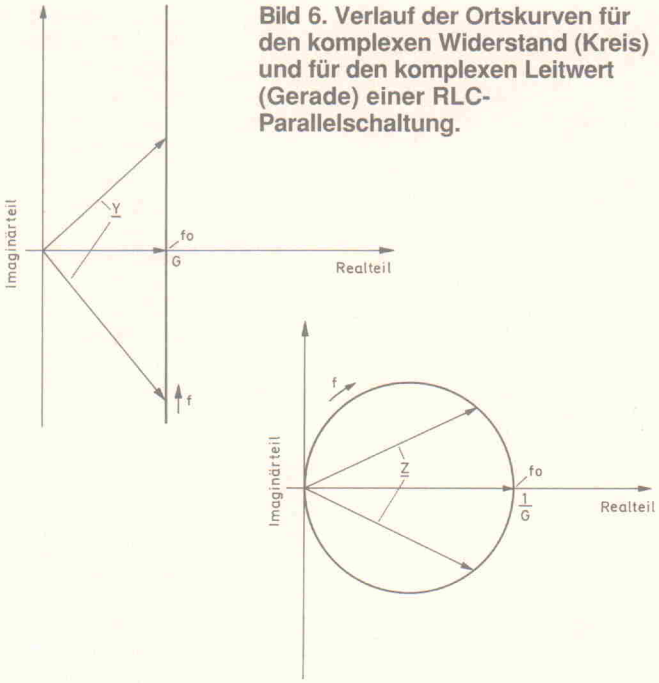


Bild 6. Verlauf der Ortskurven für den komplexen Widerstand (Kreis) und für den komplexen Leitwert (Gerade) einer RLC-Parallelschaltung.

hier kann man die zugehörigen Imaginär- und Realanteile direkt an den entsprechenden Zahlengeraden ablesen.

In Bild 2 sind die Ortskurven einer aus einem Widerstand R und einer Kapazität C bestehenden Parallelschaltung zu sehen. Der Kurvenverlauf unterscheidet sich qualitativ nicht von dem in Bild 1 dargestellten Verlauf. Bei der Betrachtung von Reihen- und Parallelschaltungen gelten allgemein die in Tabelle 1 aufgeführten Analogien. Dementsprechend erhält man für eine RC-Reihenschaltung und für eine RL-Parallelschaltung die in den Bildern 3 und 4 dargestellten Ortskurvenverläufe.

Das Verhalten von Schaltungen mit mehreren imaginären Komponenten ist ebenfalls durch Ortskurven beschreibbar. Bild 5 zeigt die Ortskurven einer RLC-Reihenschaltung, Bild 6 die einer RLC-Parallelschaltung.

Besonders interessant ist die Ortskurve der in Bild 7 abgebildeten Schaltung. Die Konstruktion dieser Ortskurve ist in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten durchzuführen. In komplexer Darstellung gelten für den Scheinwiderstand $\underline{Z}$ beziehungsweise für den Scheinleitwert $\underline{Y}$ die Ausdrücke:

$$\underline{Z} = \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}}$$

$$\underline{Y} = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}$$

In einem solchen Fall empfiehlt es sich, die Terme einzeln zu untersuchen. Zunächst wird nur die RL-Reihenschaltung betrachtet. Sie wird durch den Term $R + j\omega L$ repräsentiert. Dieser Ausdruck führt zu einer Geraden, die senkrecht auf der reellen Achse steht (Bild 8). Gemäß der oben genannten Gleichung für $\underline{Z}$ ist nun der Kehrwert zu betrachten:

$$\frac{1}{R + j\omega L}$$

Dieser Ausdruck ergibt einen im Nullpunkt der Gaußschen Zahlenebene endenden Halbkreis unterhalb der reellen Achse (Bild 9). Zur Konstruktion der Ortskurve des komplexen Leitwerts ist jetzt noch der Ausdruck $j\omega C$ zu berücksichtigen. Da es sich dabei um einen rein imaginären Ausdruck handelt, stimmt der Verlauf seines Graphen mit der senkrechten

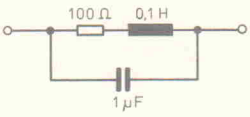


Bild 7. Die untersuchte Schaltung besteht aus nur drei Komponenten.

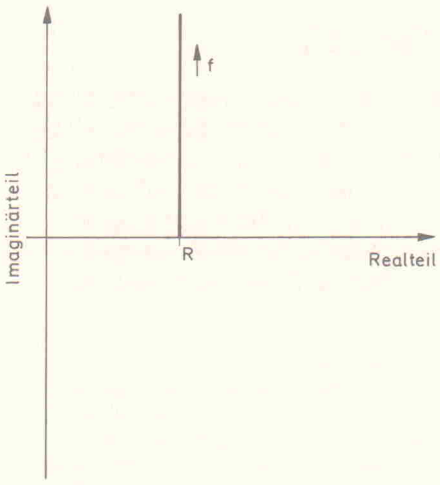


Bild 8. Zunächst analysiert man aus der in Bild 7 wiedergegebenen Anordnung die RL-Reihenschaltungskomponente.

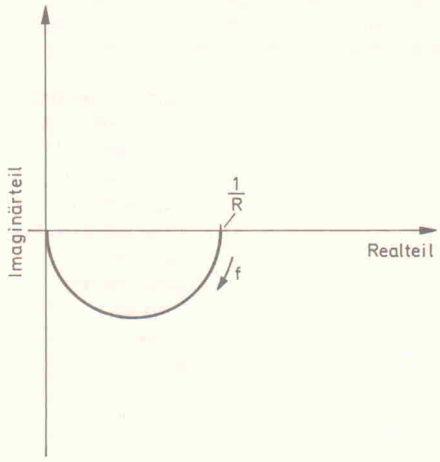


Bild 9. Der Kehrwert der Darstellung aus Bild 8 führt erwartungsgemäß zu einer halbkreisförmigen Kurve unterhalb der waagerechten Achse.

Achse überein. Die Streckenabschnitte für $j\omega C$ sind nunmehr senkrecht vom Halbkreis (Bild 9) abzutragen. So erhält man für den komplexen Leitwert der Schaltung gemäß Bild 7 die in Bild 10 abgebildete Ortskurve, die bei der Frequenz $f = 0$ im Punkt $\underline{Y} = 1/R$ beginnt und bei der Frequenz $f = \infty$ im Unendlichen endet (Kurzschluß durch den Kondensator C). Besonders auffällig an dieser Ortskurve ist dabei die Tatsache, daß der imaginäre Anteil an *zwei* Stellen den Wert Null annimmt. Die Schaltung verhält sich offensichtlich nicht nur bei der Frequenz $f = 0$ wie ein rein ohmscher Widerstand, sondern auch bei einer weiteren, von Null abweichenden Frequenz.

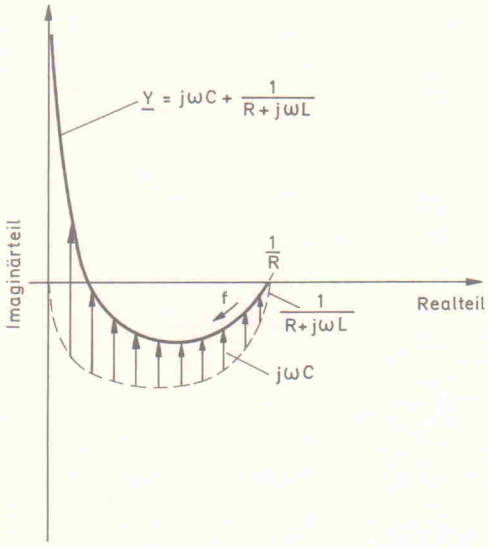


Bild 10. Durch Abtragen des durch den Kondensator bedingten Imaginäranteils erhält man die gesuchte Ortskurve.

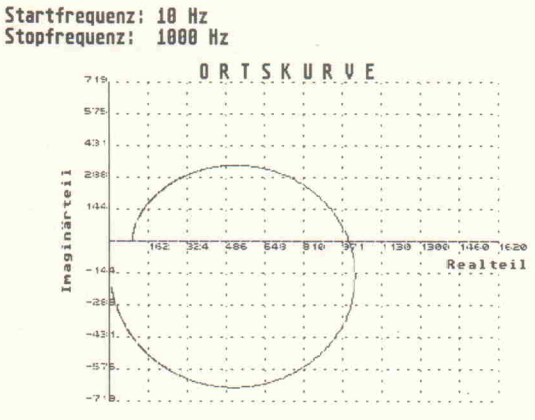


Bild 11. Hardcopy der zu Bild 7 gehörenden Ortskurve für den komplexen Widerstand Z.

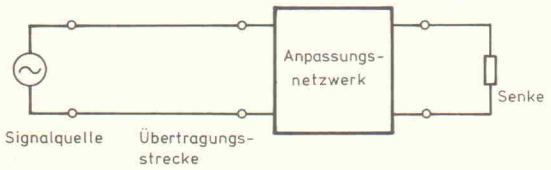


Bild 12. Prinzip der Widerstandstransformation mit Hilfe eines Anpassungsnetzwerks.

Mit der Dimensionierung der Bauteile entsprechend Bild 7 gilt für den komplexen Widerstand $\underline{Z}$ die in Bild 11 dargestellte Ortskurve. Sie beginnt bei der Frequenz f = 0 mit dem Wert $\underline{Z} = R$ und endet bei der Frequenz f = ∞ im Nullpunkt der Zahlenebene. Auch hier ist deutlich zu erkennen, daß sich die Schaltung für *zwei* Frequenzen wie ein rein ohmscher Widerstand verhält. Bei Bild 11 handelt es sich übrigens um eine Hardcopy des in der nächsten Folge beschriebenen BASIC-Programms – darüber später mehr. Der Widerstandswert für f = 0 ist bekannt und wenig aufregend. Von besonderem Interesse ist hingegen der Wert des ohmschen Widerstands für die zweite 'Nulldurchgangs'-Frequenz. Zu seiner Bestimmung ist es sinnvoll, von der Gleichung des komplexen Leitwerts auszugehen und zunächst die realen und komplexen Anteile zusammenzufassen:

$$\underline{Y} = j\,\omega\,C + \frac{1}{R + j\,\omega\,L}$$

Durch konjugiert komplexes Erweitern des zweiten Terms erhält man:

$$\underline{Y} = j\,\omega\,C + \frac{1}{R + j\,\omega\,L} \cdot \frac{R - j\,\omega\,L}{R - j\,\omega\,L}$$

$$\underline{Y} = j\,\omega\,C + \frac{R - j\,\omega\,L}{R^2 + \omega^2\,L^2}$$

$$\underline{Y} = j\,\omega\,C + \frac{R}{R^2 + \omega^2\,L^2} - j\,\frac{\omega\,L}{R^2 + \omega^2\,L^2}$$

$$\underline{Y} = \frac{R}{R^2 + \omega^2\,L^2} + j\left(\omega\,C - \frac{\omega\,L}{R^2 + \omega^2\,L^2}\right)$$

In dem zu untersuchenden Fall weist der imaginäre Anteil den Wert Null auf. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn der Klammerausdruck 'verschwindet', also ebenfalls den Wert Null annimmt:

$$\omega\,C - \frac{\omega\,L}{R^2 + \omega^2\,L^2} = 0$$

$$\omega\,C = \frac{\omega\,L}{R^2 + \omega^2\,L^2}$$

$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2\,L^2}$$

$$C\,R^2 + C\,\omega^2\,L^2 = L$$

$$C\,\omega^2\,L^2 = L - C\,R^2$$

$$\omega^2 = \frac{L - C\,R^2}{C\,L^2}$$

Das Ergebnis kann man direkt in die Ausgangsgleichung des komplexen Leitwerts einsetzen. Da bekannt ist, daß dabei der imaginäre Anteil zu Null wird, genügt hier allein die Betrachtung des Realteils:

$$\underline{Y} = \frac{R}{R^2 + \frac{L - CR^2}{CL^2} \cdot L^2} = \frac{R}{R^2 + \frac{L - CR^2}{C}}$$

Für den komplexen Widerstand gilt somit:

$$\underline{Z} = \frac{R^2 + \frac{L}{C} - R^2}{R} = \frac{L}{CR} = \frac{0{,}1\ \mathrm{H}}{1 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{F} \cdot 100\ \Omega} = 1000\ \Omega$$

Dieser Wert ist zehnmal so groß wie der ohmsche Widerstand R! Die Schaltung eignet sich somit als Anpassungsnetzwerk zur Widerstands- beziehungsweise Resonanztransformation.

Nachrichtentechnische Signalquellen vermögen in der Regel nur winzig kleine Leistungen abzugeben. Aus diesem Grund ist es notwendig, dafür Sorge zu tragen, daß bei der Ankopplung weiterer Schaltungsstufen ein möglichst hoher Anteil dieser geringen Leistung übertragen wird. Dies erreicht man am einfachsten durch eine Leistungsanpassung. Der Innenwiderstand der Quelle gleicht dabei dem Innenwiderstand der Senke. Jedoch ist es in der Praxis ein ausgesprochener Glücksfall, wenn beide Werte übereinstimmen – in aller Regel besteht zwischen beiden Werten eine nicht vernachlässigbare Differenz. In diesem Fall kann man der Signalquelle mit Hilfe der Widerstands- beziehungsweise der Resonanztransformation die maximal mögliche Leistung entnehmen.

Ein Beispiel soll das in Bild 12 allgemein dargestellte Anpassungsprinzip verdeutlichen: Die in Bild 13 abgebildete Signalquelle mit $R_i = 68\ \Omega$ soll an eine Senke mit $R = 50\ \Omega$ die maximal mögliche Leistung abgeben. Ohne Leistungsanpassung beträgt die in der Senke umgesetzte Leistung:

$$P_1 = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_0}{R_{ges}}\right)^2 \cdot R = \left(\frac{34\ \mathrm{V}}{68\ \Omega + 50\ \Omega}\right)^2 \cdot 50\ \Omega = 4{,}15\ \mathrm{W}$$

Im Fall einer Leistungsanpassung beträgt die maximal übertragbare Leistung:

$$P_{max} = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_0}{R_{ges}}\right)^2 \cdot R = \left(\frac{34\ \mathrm{V}}{68\ \Omega + 68\ \Omega}\right)^2 \cdot 68\ \Omega = 4{,}25\ \mathrm{W}$$

Mit der beschriebenen Resonanztransformation kann man nun eine Leistungsanpassung durchführen. Wie in Bild 14 zu sehen ist, wird die Schaltung dazu durch ein aus Spule und Kondensator bestehendes Anpassungsnetzwerk ergänzt. Die Werte der neu hinzugekommenen Komponenten sind noch zu bestimmen.

Fortsetzung in Heft 2/91.

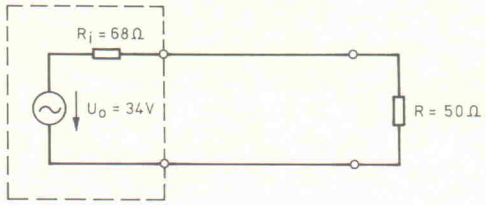


Bild 13. Eine Leistungsanpassung liegt hier nicht vor.

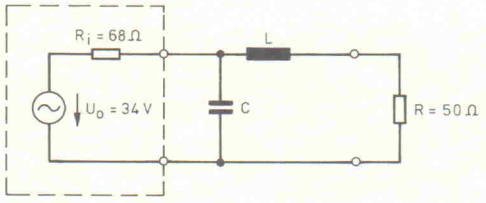


Bild 14. Die LC-Kombination bewirkt eine Leistungsanpassung.

ELEKTRONIK-EINKAUFSVERZEICHNIS

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** Vetragshändler
Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 **AUGSBURG**

Berlin

6917024 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Hasenheide 14-15
1000 Berlin 61
030/6917024

Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER

alpha electronic
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

Elektronik
V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/1 77 68
Fax 0 42 21/1 76 69

Dortmund

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

Duisburg

Preuß-Elektronik
Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal+Versand • Tel. 02135-22064

KUNITZKI ELEKTRONIK
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

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
4100 Duisburg Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoß links
Tel. (02 03) 31 08 29

Essen

238073 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Viehofer Str. 38-52
4300 Essen 1
02 01/23 80 73

Giessen

Armin Hartel *elektronische Bauteile 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

balü
electronic
2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
☎ 0 40/33 03 96

29 17 21 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Hamburger Str. 127
2000 Hamburg 76
0 40/29 17 21

Hannover

327841 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Goseriede 10 - 12
3000 Hannover 1
05 11/32 78 41

RADIO MENZEL
Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
7100 Heilbronn

Hirschau

30-111 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
09622/30-111

P L A T I N E N

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

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Patine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA		
— Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35
— Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40
Lineares Ohmmeter	065-426	5,65
DCF-77-Empfänger 1	075-431	4,40
Schnellader	075-432	10,25
VIDEO EFFEKTGERÄT		
— Eingang	075-433/1	6,70
— AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95
Perpetuum Pendulum	105-444*	2,50
KEYBOARD-INTERFACE		
— Steuerplatine	105-447/1	43,95
— Einbauplatine	105-447/2	6,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55
Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00
Impulsgenerator	116-520	18,70
Dämmerungsschalter	116-521	6,45
Flurlichtautomat	116-522	3,90
Multiboard	126-527	14,95
CD-Kompressor	126-528	10,55
Autopilot	037-548	3,75
Sweep-Generator — HP	037-551	14,50
Sweep-Generator — NT	037-552	8,30
Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	15,85
Widerstandsflöte	047-556	0,80
Digital-Sampler	047-557	32,00
Midi-Logik	047-559	15,50
Midi-Anzeige	047-560	3,40
Leistungsschaltwandler	067-570	5,00
Spannungsreferenz	077-573	4,00
Video-PLL	077-574	1,10
Video-FM	077-575	2,30
Wedding-Piper	077-577	2,75
µ-Pegelschreiber Wechselschalter	097-589	2,50
Mäuse-Klavier	097-590	31,50
µ-Pegelschreiber-AD-Wandler	107-593	19,25
Mini-Sampler	107-595	4,40
µ-Pegelschreiber — NT	117-597	12,90
— Interface	117-598	29,40
Impedanzwandler	117-601	0,85
Sinusspannungswandler	127-604	9,95
MIDI-Interface für C64 (ds.)	127-608	13,20
Sprachausgabe für C64	127-610	6,95
SCHRITTMOTORSTEUERUNG		
— Verdrahtungsplatine	127-614	33,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Audio-Verstärker mit NT	127-615	4,85
Gitarren-Stimmgerät	018-617	7,00
µ-Pegelschreiber-Ausgangsverstärker	018-618	20,00
SCHRITTMOTORSTEUERUNG		
— Handsteuer-Interface	018-619	7,80
— Mini-Paddle	018-620	3,75
SMD-Konstantstromquelle	018-621	2,00
RMS-DC-Konverter	028-623	5,25
Geiger-Müller-Zähler	028-624	4,75
E.M.M.A. — Hauptplatine	028-627	29,50
SCHRITTMOTORSTEUERUNG		
— Treibplatine (ds., dk.)	038-632	9,50
Anpaßverstärker	048-640	18,25
Passiv-IR-Detektor	058-651	9,00
E.M.M.A. — V24-Interface	058-653	3,00
SCHALLVERZÖGERUNG		
— Digitalteil	068-654	17,50
— Filterteil	068-655	17,50
Markisensteuerung	068-656	9,00
STEREO-IR-KOPFHÖRER		
— Sender	078-661	11,00
Dig. Temperatur-Meßsystem (ds.)	078-664	17,50
TR-Tastatur (ds.)	078-665	21,00
E.M.M.A. — IEC-Bus	098-669	8,00
Saftladen	098-672	13,00
E.M.M.A. — C64-Brücke	108-678	15,00
SCHRITTMOTORSTEUERUNG		
— ST-Steuerkarte	128-686	32,50
— ST-Treiberkarte (oB)	128-687	32,50
Schweißplatine	019-694	17,50
Autoranging Multimeter	049-711	32,00

Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Energiemesser (2 Platinen)	069-726	16,50
AUDIO-COCKPIT		
— 5 x LED-Anzeige	079-731	20,00
— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	10,00
— Noise-Gate-Basisplatine	079-733	12,50
DISPLAY		
— Spaltentreiber (ds.)	099-746	11,50
— Zeilentreiber (ds.)	099-747	17,50
— Matrixplatine (ds.)	099-753	35,00
Bierzelt-Stabilisator	099-751	16,00
MIDI-Kanalumsetzer	099-752	5,00
DATA-REKORDER		
— Hauptplatine (ds.)	109-754	
— Anzeigeplatine (ds.)	109-755	64,50
— Schalterplatine (ds.)	109-756	
Röhrenklangsteller (ds.)	109-757	31,00
Federhall	109-758	29,00
DISPLAY-ST-INTERFACE		
— ST-Platine (ds.)	109-760	16,00
— Display-Platine (ds.)	109-761	16,00
— RAM-Platine (ds.)	109-762	16,00
(Mengenrabatt für Display-Platinen auf Anfrage)		
ELISE		
— Erweiterungsplatine (ds.)	010-774	34,50
— CPU-Adapter	010-775	3,00
DC/DC-Wandler (ds.)	040-817	59,00

!!!! Solange Vorrat reicht !!!!

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 25050299)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61

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

Für verwöhnte HiFi-Genießer: Die HIFI VISIONEN-CDs

KLASSIK-CD 3

Concerto Digital Collegium Aureum
Wolfgang Amadeus Mozart
Serenade Nr. 13 KV 525 G-Dur – Eine kleine Nachtmusik
1. Allegro
2. Romance. Andante
3. Menuetto. Allegretto
4. Rondo. Allegro

Joseph Haydn
5. Andante cantabile (Serenade) in C-Dur aus op. 3 Nr. 5

Ludwig van Beethoven
6. Romanze für Violine und Orchester Nr. 1 op. 40 G-Dur

Ludwig van Beethoven
7. Romanze für Violine und Orchester op. 50 F-Dur

Franz Schubert
8. Deutscher Tanz Nr. 1 C-Dur

Luigi Boccherini
9. Menuetto A-Dur aus op. 13 Nr. 5 (Streichquintett)

Georg Friedrich Händel
Suite D-Dur für Trompete, zwei Oboen, Fagott, Streicher und B. c.
10. Overture
11. Aire (Menuetto)

Marc Antoine Charpentier
12. Prélude (Marche de Triomphe) aus „Te Deum"

Collegium Aureum
13. Eine musikalische Standortbestimmung

KLASSIK-CD 4

„Concerto Grosso"
Collegium Aureum
Leitung und Konzertmeister: Franzjosef Maier

Johann Sebastian Bach
Brandenburgisches Konzert Nr. 5 in D-Dur, BWV 1050
1. Allegro (1. Satz)

Georg Friedrich Händel
Concerto grosso op. 6 Nr. 4 in a-moll
2. Larghetto affettuoso
3. Allegro
4. Largo e piano
5. Allegro

Allessandro Scarlatti
Sinfonia Nr. 4 e-moll
6. Vivace
7. Adagio
8. Allegro
9. Adagio
10. Allegro

Gregor Joseph Werner
„Im Juni", aus dem musikalischen Jahreskalender
11. Der liebliche Sommer. Allegro
12. Die Sonne im Krebs. Menuetto cancrizante
13. Erdbeben. Tempo ordinario
14. Menuett. Die Tageslänge 16 Stund, die Nacht 8 Stund
15. Der Zeitvertreib. Allegro assai

Graf Unico von Wassenaer
Concertino VI in Es-Dur
16. Affettuoso
17. Presto
18. Largo
19. Vivace

Johann Sebastian Bach
Konzert d-moll für Oboe, Violine, Streicher und B. c.
20. Adagio (2. Satz)
21. Allegro (3. Satz)

KLASSIK-CD 5

KLASSIK-HIGHLIGHTS

Wolfgang Amadeus Mozart
1. Die Zauberflöte
Ouvertüre

Georges Bizet
2. Carmen
Vorspiel zum 1. Akt

Hector Berlioz
3. Fausts Verdammnis (La Damnation de Faust) op. 24
Ungarischer Marsch

Johannes Brahms
4. Ungarischer Tanz Nr. 5 g-Moll

Jacques Offenbach
5. Hoffmanns Erzählungen
Barcarole

Edvard Grieg
6. Peer Gynt
Vorspiel zum 4. Akt (Morgenstimmung)

Serge Prokofieff
7. Sinfonie Nr. 1 D-Dur („Klassische") op. 25
3. Satz: Gavotta (Non troppo allegro)

Joseph Haydn
8. Trompetenkonzert Es-Dur
1. Satz: Allegro

Wolfgang Amadeus Mozart
9. Klavierkonzert Nr. 21 C-Dur KV 467
2. Satz: Andante

Ludwig van Beethoven
10. Ouvertüre aus „Egmont" op. 84

Pietro Mascagni
11. Cavalleria Rusticana
Intermezzo sinfonico

Amilcare Ponchielli
12. La Gioconda
Tanz der Stunden

Jules Massenet
13. Thais
Meditation

HIFI VISIONEN-CDs gibt's auch als Pop- und Oldie-Edition

Bitte liefern Sie mir folgende HIFI VISIONEN:

☐ **Klassik-CD 3** **à DM 35,–** = _____

☐ **Klassik-CD 4** **à DM 35,–** = _____

☐ **Klassik-CD 5** **à DM 35,–** = _____

zuzüglich DM 3,– für Porto und Verpackung

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

Vor- und Nachname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Datum _____ Unterschrift _____

EL 1/91

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

ELEKTRONIK-EINKAUFSVERZEICHNIS

Kaufbeuren

JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

balü
electronic
2300 Kiel 1
Schülperbaum 23 — Kontorhaus —
☎ 04 31/67 78 20

Lippstadt

KK
ELECTRONIC HANDELS GMBH
4780 Lippstadt
Erwitter Straße 4
Tel.: 0 29 41/1 79 40

Mannheim

SCHAPPACH ELECTRONIC
S6, 37
6800 MANNHEIM 1

Mönchengladbach

Brunenberg Elektronik KG
Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/42 04 06

Moers

NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

München

592128 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/59 21 28

Nürnberg

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

263280 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Leonhardstr. 3
8500 Nürnberg 70
09 11/26 32 80

Radio-**TAUBMANN**
Vordere Sterngasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Oldenburg

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

Regensburg

☎ (09 41) 40 05 68
Jodlbauer Elektronik
Regensburg, Innstr. 23
. . . immer ein guter Kontakt!

Stuttgart

2232873 CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
0711/2369821

Worch Elektronik GmbH
Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT ELEKTRONIK
MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Witten

KELM & HOMBERG electronic
5810 Witten, Bahnhofstraße 71
Tel. 0 23 02/5 53 31

Wuppertal

KK
ELECTRONIC HANDELS GMBH
5600 Wuppertal-Barmen
Höhne 33 · Rolingswerth 11
Tel.: 02 02/59 94 29

K L E I N A N Z E I G E N

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — **Sonderangebote!** Liste **gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** G

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. G

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab **108,— DM** + + 3 Stck. + ab + + **98,— DM** + D. Multimeter TRUE RMS ab **450,— DM** + F.Generator + + ab **412,— DM** + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab **399,— DM** + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/ 49 80. G

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.** G

Traumhafte Oszi-Preise, Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51. G

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless.** 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97. G

Technisches Büro übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51. G

ALPS Motorpoti (Stereo) 100 K DM 40,— gegen Scheck o. bar, Nachnahme + 7,50 DM. MFW-Electronic GmbH, 8551 Weißenohe, Telefon: 0 91 92/ 15 17.

Generalüberh. elektron. Meßgeräte. Tel. 0 95 45/ 75 23, Fax: 56 68 Fa. G

Verzinnte Kupferhohlnieten zum Kontaktieren 2seitiger Platinen. L 2 mm, Typ/Innen ∅/ Außen ∅: Typ A/0.6/0.8 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. G

MONACOR-Jubiläumskatalog 90/91! Noch zu haben ist der neue 540 Seiten starke 90/91er MONACOR-Katalog gegen DM 20,— (Schein; 15,— Schutzgeb./5,— Gutschrift) mit Angeb. 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. G

PAY-TV Decoder ab DM 49,— als Bausatz oder Fertiggerät für Kabel oder Satellit, diverse Normen. Tel.: 0 91 92/17 77. G

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, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg.** G

ELRAD-DATENBANK mit dem Profi-Recherchesystem **„FUNDUS".** Fachger.verschlagwortet, Info-Texte. MS/PC-DOS PC (512 KB u. HD). Kompatible Daten für: c't, ELEKTOR, mc, Computer Pers., Chip und DOS. DM 19.80 Inhaltsregister '90 weitere Jahrg. 9.90/Jahr per NN od. Verr-Scheck. DEMO und INFO anfordern. VTS, • Postf. 30 55 83, • 2000 HH 36, Tel. 0 40/41 81 24 oder Fax. 45 38 73. G

Hobbyaufgabe 12xEL 34, 4xECC81, Gehäuse für PPP 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.

Verkaufe div. Elektronikartikel (Trafos, Elkos für Amps u.a.) sowie div. Software-Bücher. Ausf. Liste gegen DM 1 in Brfm. von R. Günther, Bismarckstr. 22, 3200 Hildesheim. G

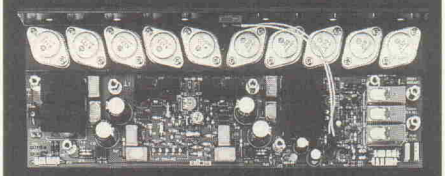
VERKAUFEN VIDEOKÖPFE ORIGINAL AUS JAPAN ZU SEHR GÜNSTIGEN PREISEN IM AUSLAND UND IN DEUTSCHLAND SUCHEN WIR GESCHÄFTSPARTNER FÜR DEN GROSSHANDEL. TEL. 07 11/3 70 00 85 AB 17 h, FAX: 07 11/ 3 70 26 81. G

Z80-Crossassembler für ATARI ST DM 80 + Porto/NN, Demo-Disk DM 10 (Schein). Ab Januar auch: 8048/51, 6502, 6800, 8086. Info: Joachim Klein, Süsterfeldstraße 30, 5100 Aachen. G

Restposten 27C512 (ca. 100 Stk. aber auch einzeln) mit Funktionsgarantie gegen Gebot zu verkaufen. Tel. 02 11/35 76 26.

Anzeigenschluß für *ELRAD* 3/91 ist der 10. Januar 1991 und für 4/91 der 7. Februar 1991

albs



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

QUAD-MOS 600 – Die 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 Einzelelkos von 4700-70000 µF ● Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100-1200 VA ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz ● Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High-Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ...u. v. a. Ausführliche Infos DM 20,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic
B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 07041/27 47 · Fax 07041/83 850

Z80-ECB-EUROPAKARTEN INDUSTRIERESTPOSTEN ZU VERKAUFEN. TEL. 0 21 51/39 17 44 AB 18 UHR.

Hobbylaborauflösung Gelegenheiten Computer/ Musik/Video — A. H. Roestel, Hettnerweg 11A, 1000 Bln 20.

VERK.: **HELLIGE**SCHREIBER.STUDIOMAT. 0 70 26/ 58 48.

+ + PROFI OSZILLOSKOPE 20MHZ/40MHZ/60 MHZ + + HC5602 20MHZ 2 KANAL READ-OUT DM 1198,—, HC5604 40MHZ 2 KANAL READ-OUT 2. Zeitbasis, stufenloses Delay **DM 1498,—, HC5506 60MHZ 3 Kanal** Sweep Time min. 5ns, stufenloses Delay, 2. Zeitbasis, **DM 1799,—, FREQUENZZÄHLER 1GHz DM 399,—.** Info anfordern bei: NATEK, Dipl.-Ing. W. Brack, Magirusstr. 36, 7900 Ulm, Tel.: 07 31/38 76 69. Händleranfragen gegen Gewerbenachweis. G

Elektronikteile, Floppylaufwerke, Monitore und ECB-BUS-Karten, CPU-Boards sowie viele Schroffteile, teilweise original verpackt, preisgünstig abzugeben. Bitte Liste anfordern. Tel. 0 63 01/10 31. G

★★★ CMOS-EINPLATINEN-COMPUTER ★★★ (COP 8720) V24-Schnittstelle, Microwire, Programmspeicher EEPROM über serielle Schnittstelle ladbar, mit Ladeprogramm für PC, inclusive Cross-Assembler DM 279,—. haller + erne, angew. Microelectronic, Schelmental 2, 7107 Nordheim, Tel.: 0 71 33/ 42 30. G

DURCHKONTAKTIEREN mit versilberten, 2,3 mm langen Kupferhohlnieten, Außendurchmesser in mm: DM/1000 Stück 0,6:43,—, 0,8:37,—, 1,0:27,—, 1,2:28,—. 1,5:28,—, 1,8:29,—, 2,0:31,—, 2,5:36,— + Nachnahme-Versandkosten! Elmar **Wienecke,** Wasserstr. 18-D1, D-4973 Vlotho, 0 57 33/58 01. G

Schaltungsentwicklung **von der Idee bis zum Prototypen.** incl. CAD-Schaltplänen und **CAD-Entflechtung.** Tel.: 0 89/26 76 90 Hr. Falcke. G

EDX-EDITOR für Programmentw. Direkter Aufruf von Comp.; Assemb. usw. Bis 6000 Zl im RAM. 98,—. Ing.-Büro Lehmann, 7613 Hausach, 0 78 31/4 52. G

+ + + FUNK + + + + FUNK + + + + FUNK + + + Suche hochwertige HF-Sender- und Empfänger-Bausteine (27 od. 40 MHz) zur Fertigung von Fernsteuerungen für Arbeitsmaschinen evtl. mit Kompaktantennen und FTZ-Nummer. Stefan Meisl, Gmerk 28, 8240 Berchtesgarden 3.

********** Die neuen Kataloge sind da! ******** Monacor-Jubiläumskatalog 90/91, 340 Seiten mit allem für Musiker und Techniker für 20 DM (10 DM Gutschrift) und Licht u. Ton, der alles für Band, Disco, Bühne, . . . enthält, für 10 DM bei Musik- & Lichtanlagen, Wengertsteige 31, 7038 Holzgerlingen.** G

RESTPOSTEN: 74LS123 DM 19/100 St. -UAA723 DM 12/100 St. — SIEMENS-Steckverbinder: SUB D 25pol. Stift-/Lötanschluß DM 7,50/10 St. — Federleisten 96pol. PC612-B2200-R960 DM 4/St. Tel. 0 93 72/1 02 64.

SPEAKER V0.6 CHASSIS-DATENVERWALTUNG; WEICHEN SIMULATION; DM 35,— (V-SCHECK). HELMUT MOERSIG, HANSASTR. 138, 8000 MÜNCHEN 70, TEL. 0 89/7 69 38 58. G

DCF 54 Empfängermodul SMD-Technik 28,— DM. DCF77 Empfängermodul 18,50 DM. Längstwellenempfänger 50..150 kHz 200,— DM. PLL-Decoder für FAX 60,— DM. Peilempfänger 144.146 MHz 75,—. Tel. 0 86 29/15 79.

NF-Verstärker-Bausätze von 0,1..40W ab DM 7,—. Liste frei. Kaho, Pf. 23 33, 6500 Mainz. G

68HC11 Cross-Assembler (MS-DOS) für nur DM 65,— gibt's bei: Frank Schmidt, Neckarstr. 12, 1000 Berlin 44.

VON PRIVAT — HERSTELLUNG VON ARBEITSFILMEN FÜR LEITERPLATTEN BIS 30X40 CM. VORLAGE BIS A2.IN NEG. O. POS. GÜNTHER PITTNER, EICHENWALDSTR. 113, 8070 INGOLSTADT, TEL. 08 41/8 64 07• AB 20.00.

Ringkerntrafos

80 Standardgrößen & -leistungen — nach EN 60 742
Industrie-Qualität — 1 Jahr Garantie — EG-Erzeugnis
Einzel- und Großhandel — Bestellunterlagen anfordern bei
Alan K. Manton · Electronic-Import · Schiltachstr. 18
7730 VS-Schwenningen · Tel. 0 77 20/3 38 30 · FAX 0 77 20/3 78 83

platinenservice

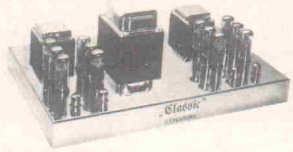
Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatinen ein- und doppelseitig, in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Pertinaxplatinen einseitig, 1,5 mm
- Folienplatinen ein- und doppelseitig
- Platinenfilme
- Lötstop- und Bestückungsdruck

Infos und Preisliste kostenlos

Paul Sandri Electronic
Postfach 1253, 5100 Aachen, Tel. 0241/513238

● RÖHRENVERSTÄRKER DER SPITZENKLASSE ● ÜBERTRAGER ●



PPP-HiFi-Endstufe
2 x 100 W,
das Klangerlebnis!
Neue Version mit Einschaltverzögerung und höherer Eingangsempfindlichkeit ... DM 2500,—
Monoblock Bausatz DM 1670,—
(Bauanleitung in Elrad 12/88 und 1/89)

Komplettbausatz ohne Gehäuse mit 6550 A DM 1300,—
Original-Netztrafo NTR-11 A DM 145,—
Original-Ausgangsübertrager A-165 S ... DM 245,—

Einzelmaterialsätze, Platinen und Einzelteile ab Lager lieferbar.

HiFi-Bausätze

HiFi-Verstärker mit Halbleiterbestückung
High-End-Line-Vorverstärker, 4 Eingänge ... DM 175,—
High-End-Vorverstärker mit Entzerrereingang, Tonband-Aufnahmeausgang vorbereitet für Moving-Coil-Übertrager ... DM 120,—
Platine dazu ... je DM 39,—
High-End-Endstufe „Black Devil" 50—75 W ... DM 85,—
Netzteil dazu Mono ... DM 112,— Stereo ... DM 132,—
Netztrafo dazu NTT-2 für 2x50 W ... DM 95,—
für 2x75 W ... DM 139,—

Originalplatinen bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.

Lagerliste mit weiteren Bausätzen, hochwertigen Bauteilen und selektierten Halbleitern. Prospekt MPAS über das EXPERIENCE-Instrumenten-Verstärker-System (Gitarren-Verstärker) werden zugeschickt gegen DM 2,50 Rückporto. Datenblattmappe Ausgabe Oktober 1990 (Übertrager, Spezialtrafos, Audiomodule) gegen DM 11,— — und DM 2,50 (Ausland DM 4,—) Porto in Briefmarken oder Überweisung auf Postgirokonto Stuttgart 205679-702. 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 9.00 bis 16.00 Uhr
Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr

FOCAL
Open Air
Inh. Peter Brager
Lautsprechersysteme
2000 Hamburg 13
Rentzelstraße 34
Tel.: 040/44 58 10
Lieferung und Unterlagen sofort ab Lager

Bestücken und Löten

(Schwallbreite 140 mm)
Ihrer Leiterplatten in Klein- und Kleinstserie.
Fa. Völkel, Grüner Baum 2, 8580 Bayreuth
Tel. 09 21/1 32 30, Fax 09 21/8 22 05

Platinen / Bausätze / aktive und passive Bauteile

Elrad 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

Elrad Bausätze	BTS	PL
Audio-Analyser	99,95 DM	50,70 DM
180 Watt Mosfet Mono-Block	89,95 DM	17,60 DM
dito Netzteil/Kühlk. Ringkerntr.	175,50 DM	
Vorgesetzter (neu)	178,50 DM	19,95 DM
PLL Frequenz-Synthesizer		9,40 DM

Unseren ausführlichen Katalog über lieferbare Elrad Platinen und Bauteilesätze von 1978 bis 1990 legen wir jeder Bestellung kostenlos bei.

Ehrensache
Natürlich liefern wir Ihnen auch spezielle Bauteile aus Elrad Bausätzen einzeln.
Kostenlos anfordern können Sie: Unsere Elrad Bausatz-/Platinen-Liste, unsere Top-Halbleiter-Liste mit über 2000 Typen.

Service-Center H. Eggemann
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13

Telefon: 0 54 67/241
Telefax: 0 54 67/12 83
BTX: 0 54 67/241

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder per Abbuchung. Kein Mindestbestellwert.

BITPARADE

RABATTE: ab 16 St. - 2%
ab 32 St. - 4%
ab 72 St. - 6%
AUCH IM MIX

4164-100	64K*1	2.98	6116-LP2	2K*8	2.48
41256-70	256K*1	3.68	6264-LP07	8K*8	4.68
41256-80	256K*1	3.38	43256-70	32K*8	9.78
41256-100	256K*1	3.18	43256-100	32K*8	8.48
41464-80	64K*4	4.08	43256-LFP10	32K*8	9.48
41464-100	64K*4	3.78	62B128-100	128K*8	54.95
511000-60	1M*1	11.95	62B128-LFP	128K*8	49.95
511000-70	1M*1	9.48	2764-250	8K*8	4.18
511000-80	1M*1	9.18	27C64-150	8K*8	4.38
511000-100	1M*1	8.98	27C64-200	8K*8	3.78
514256-70	256K*4	9.48	27128-250	16K*8	4.98
514256-80	256K*4	9.18	27C128-150	16K*8	5.68
514256-80	ZIP/SOJ	11.95	27C128-250	16K*8	5.18
SIMM-70	256K*9	29.80	27256-250	32K*8	5.18
SIMM-70	1M*9	89.95	27C256-100	32K*8	8.98
SIPP-70	1M*9	91.95	27C256-120	32K*8	5.18
SIMM-70	1M*8	88.95	27C256-150	32K*8	4.98
SIMM-80	1M*9	84.95	27C512-120	64K*8	12.95
SIMM-80	4M*9	598.00	27C512-150	64K*8	7.98
SIM-PS2	512K*36	378.00	27010-120	128K*8	17.95

CO-PROZESSOREN:
(KEINE RABATTE !)
5 JAHRE GARANTIE

8087-8MHZ	228.00
80287-8MHZ	338.00
80287-10MHZ	379.00
80287-10 AMD	248.00
80387-20MHZ	638.00
80387-25MHZ	818.00
IIT 2C87-8	298.00
IIT 2C87-10	328.00
IIT 2C87-12	358.00
IIT 2C87-20	429.00
IIT 3C87-20	524.00
IIT 3C87-25	628.00

ANDERE AUF ANFRAGE !

SIMONS
ELECTRONIC GMBH
MEISENWEG 4 PF2254
5012 BEDBURG
TEL: 02272/81619
02272/5980
FAX: 02272/6159

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Einzelheft-Bestellung

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

Die Ausgaben bis einschließlich 12/89 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 61 04 07, 3000 Hannover 61

BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente
Audio- und Video-Produkte

Ringkerntransformatoren

120 VA	2x6/12/15/18/30 Volt	52,80 DM
160 VA	2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	62,80 DM
220 VA	2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	66,80 DM
330 VA	2x12/15/18/30 Volt	72,80 DM
450 VA	2x12/15/18/30 Volt	94,80 DM
500 VA	2x12/30/36/42/48/54 Volt	107,50 DM
560 VA	2x56 Volt	120,80 DM
700 VA	2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,80 DM
1100 VA	2x50/60 Volt	187,00 DM

Mos-Fet HITACHI

SONDERPREIS
2 SJ 50 8,95 DM
2 SK 135 8,95 DM
ca. 4000 weitere Japan-Typen sind auf Anfrage lieferbar

19"-Gehäuse

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Lieferbar: 1-6HE Farbe: sw
Front: ALU o. schwarz eloxiert

Sonderliste 1/91 für elektr. Bauteile kostenlos anfordern Tel. 06321/30088

Elkos NKO

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

Metallbrücken Gleichrichter

KBPC-Brücken

B 50	C10	4,85
B 200	C10	5,35
B 400	C10	5,55
B 600	C10	6,80
B 800	C10	7,85
B 1000	C10	9,95

in 10, 25 o. 35 A lieferbar

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31—33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Inh. R. Benkler · Tel. 06321/30088 · Fax 06321/30089

PC/XT/AT-Meß- und Regelkarten

- 1*AD (2µs/500 kHz)/1*DA (1µs), uni/bipolar per DIP-Schalter einstellbar, 8 Bit +/-1 LSB **DM 169.-**
- wie oben, jedoch 8*AD, Spannungsbereiche per Software umschaltbar **DM 209.-**
- wie vor, jedoch Eingangs-Spannungsbereiche mit Jumper erweiterbar, extern triggerbar **DM 279.-**
- 12 Bit +/.1 LSB AD-Meßkarte (9µs), 1*AD, zus. 5 digitale Eingänge, extern triggerbar **DM 289.-**
- digitale I/O-Karte, 24 Bit **DM 119.-**

Auszug weiterer Karten aus unserem Angebot:

- PCL-711S: 8*AD(25µs, +/. 5V), 1*DA(0-5/10V), 16 digitale Eingänge+16 dig.Ausg., m. Anschlußkit **DM 809.-**
- PCL-812: 16*AD(25 µs, +/.1/2/5/10V), 2*DA(0-5/10V), Timer, DMA-/Interrupt, dig. Ein-/Ausgänge **DM 975.-**
  ** *auch mit progr.-barer Bereichsumschaltung lieferbar* **
- PCL-718: wie PCL-812, jedoch 16*AD/8*AD differentiell (16,6µs/60kHz), 9 Spannungsbereiche **DM 2181.-**

Gratis Informationen anfordern!

bitzer Digitaltechnik
Postfach 11 33
7060 Schorndorf
Tel.:07181/6 82 82
Fax:07181/ 6 64 50

WIDERSTANDS-SORTIMENTE
sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

Kohlewiderstands-Sortimente, ¼W. 5%, Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 10 Stück ..... **DM 16,45**
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 25 Stück ..... **DM 34,95**
67 Werte v. 10Ω – 3,3MΩ, à 100 Stück ..... **DM 92,75**
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 1Ω – 10MΩ)

Metallwiderstands-Sortimente, ¼W. 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 1N4148 ..... 100 St. **DM 2,22** ..... **500 St. DM 9,99**

100 St. IC-Sockel-Sortiment ..... **DM 19,95**
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen ..... **DM 29,95**

Restbestände C64-Zubehör jetzt enorm preiswert. C64-Preisliste anfordern.

N.N.-Versand ab DM 15,– (+P/V), Ausl. DM 200,– (+P/V)

Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) **liegt kostenlos bei, oder für DM 5,–** (Bfm.) anfordern. **Aktuelle Infoliste gratis.**

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

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

MESSGERÄTE
für Elektro, Elektronik, TV-HiFi-VIDEO
enorm preisgünstig

Wir liefern das gesamte Programm von KÖNIG-Electronic für den AUDIO- und VIDEO-Service.

Haag Elektronik GmbH
Kirchstr. 15
7327 Adelberg
Telefon 07166/276
Telefax 07166/1367
Lieferübersicht anfordern!

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim 99
Andy's Funkladen, Bremen 31

BENKLER ELEKTRONIK, Neustadt/Weinstr. 100
Bitzer, Schorndorf 101
Boddin, Hildesheim 41
btv, Hannover 6
Burmeister, Rödinghausen 37

Diesselhorst, Minden 75
Doepfer, Gräfelfing 54

Edel, Rösrath 6
Eggemann, Neuenkirchen 100
Electronic am Wall, Dortmund .. 6
Electronic Life, Braunschweig 88, 89, 90, 91
Elektor Verlag, Aachen 40
elpro, Ober-Ramstadt 22
eMedia, Hannover 77, 78, 87, 92, 97
es Baur & Ruff, Mössingen 14
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen 100

Feger + Reith, Traunstein 15

Friedrich, Eichenzell 75

Haag Elektronik, Adelberg 101
heho, Biberach 50
hoffmann elektronik, Schifferstadt 6
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe 11

icomatic/Rodenbeck, Hövelhof . 6
ILS Institut f. Lernsysteme, Hamburg 104
Isert, Eiterfeld 2

KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen 14
Kosiol, Bad Homburg 75

LEHMANN-electr., Mannheim .. 101
LSV, Hamburg 50

Manton Electronic-Import, VS-Schwenningen 100
Meyer, Baden-Baden 31
MIRA, Nürnberg 75
Müter, Oer-Erkenschwick 50

MWC, Alfter 21

Oberbeck, Lemgo 6
Open Air, Hamburg 100

Peerless, Düsseldorf 55
POP, Erkrath 30

Reichelt, Wilhelmshaven ... 82, 83

Salhöfer, Kulmbach 101
Sandri, Aachen 100
Silzner, Baden-Baden 50
Simons, Bedburg 75, 100
Spectra Computersysteme, Leinfelden 23

Schiwi-Elektronik, Hamburg 6
Schuro, Kassel 22

Tektronix, Köln 17
Tennert, Weinstadt-Endersbach . 55

Völkel's Fernsehladen, Bayreuth 100

Zeck Music, Waldkirch 41
Ziegler, Saarbrücken 75

Impressum

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29
Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder Fax (0511) 5 47 47-33

Herausgeber: Christian Heise
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Doerr; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantw.), Angelika Ballath, Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches, Dieter Wahner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.), Ben Dietrich Berlin, Christoph Neunhöffer, Dirk Wollschläger
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover
Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0, Telefax: 05 11/53 52-1 29
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen
Objektleitung: Wolfgang Penseler
Anzeigenleitung: Irmgard Ditgens (verantwortlich)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind
Disposition: Gaby Helms, Kirsten Rohrberg
Verlagsbüro: Ohm-Schmidt GmbH, Obere Straße 39, 6781 Hilst, Telefon: 0 63 35/50 51-54, Telefax: 0 63 35/50 61
Anzeigen-Auslandsvertretungen:
Hongkong: Heise Publishing Rep. Office, Suite 811, Tsim Sha Tsui Centre, East Wing, 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. 13 vom 1. Januar 1991
Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer
Herstellung: Heiner Niens
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19
3250 Hameln 1, Telefon: 0 51 51/2 00-0
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 6,80 (öS 58,–/ sfr 6,80)
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,– + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 78,60 (Bezugspreis DM 50,40 + Versandkosten DM 28,20); Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 69,– (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 28,20). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr: es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Kundenkonto in Österreich:
Österreichische Länderbank AG, Wien, BLZ 12000, Kto.-Nr. 130-129-627/01
Kundenkonto in der Schweiz:
Schweizerischer Bankverein, Zürich, Kto.-Nr. PO-465 060.0
Versand und Abonnementverwaltung:
SAZ marketing services
Gutenbergstraße 1–5, 3008 Garbsen, Telefon: 0 51 37/13 01 26
In den Niederlanden Bestellung über:
de muiderkring bv PB 313, 1382 jl Weesp
(Jahresabonnement: hfl. 91,–; Studentenabonnement: hfl. 81,–)
Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Pabel Moewig KG
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Telefon: 0 61 21/2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1991 by
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

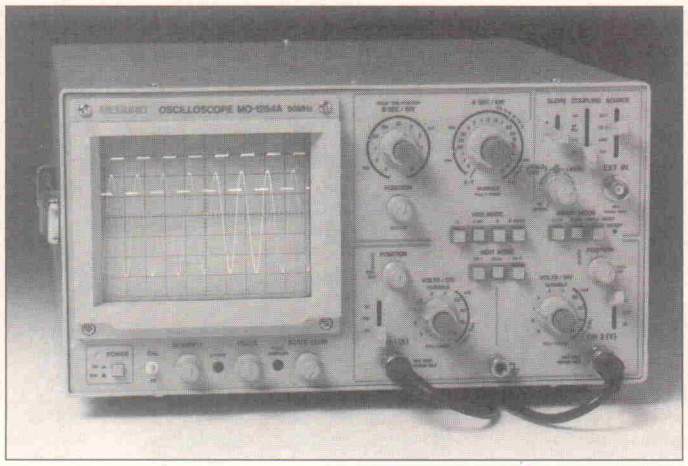
ISSN 0170-1827

VORSCHAU

Heft 2/91 erscheint am 24. 1. 1991

Test: Analog-Oszilloskope

Die Intelligenz aus Hard- und Software hat auch dem altgedienten Oszilloskop längst zu einer neuen Karriere verholfen. Was die jungen Digitalen können, zeigte unser Test letzten Juni. Doch wie hoch, gepeitscht und gepusht von den Marketingabteilungen, die DSO-Wellen auch schlagen mögen: Die Analog-Oszis stehen wie ein Fels in der Brandung. Warum sie nicht zu den alten Eisen zählen, demonstrieren sie in der nächsten Ausgabe.



Trennstelltrafo plus elektronische Lastsicherung

Obige Summanden addieren sich zu viel Sicherheit im Labor: Elektroniker und Elektronik sind geschützt. Die wichtigsten Daten:

- Ausgangsspannung (netzgetrennt) 0…250 V
- Leistung 250 VA (optional höher)
- Elektronische Sicherung mit Charakteristik einer Schmelzsicherung, Auslösung flink bis superträge einstellbar
- Ausgang relaisgeschaltet

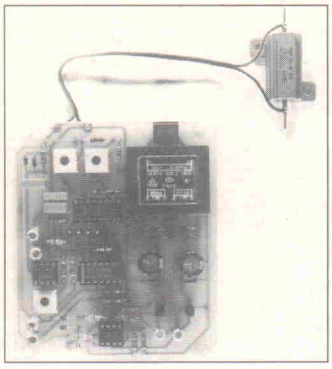
Netzentstörfilter und Unempfindlichkeit gegen hohe Einschalt-Lastströme sind zusätzliche Beiträge zu dieser leistungsstarken Lebensversicherung.

EPROM-Simulator

Ein bekanntes Problem: Das mit viel Mühe erstellte und ins EPROM gebannte Programm läuft nicht auf Anhieb. Also: Software ändern, altes EPROM löschen, neues brennen, Programm testen – notfalls mehrmals. Einfacher geht das mit einem universellen EPROM-Simulator mit RS-232-Schnittstelle. Wenn das Simulator-Modul im EPROM-Sockel steckt, lassen sich die Daten auf dem PC oder ST schnell und so oft ändern, bis die 'Bugs' raus sind. Dann erst wird gebrannt.

Meßbereichs-Automatik

Digitale Panelmeter weisen – sozusagen schon definitionsgemäß – nur einen Meßbereich auf. In vielen Anwendungsfällen ist aber eine Meßbereichserweiterung nützlich und wünschenswert. Unser Projekt ermöglicht nicht nur eine nachträgliche Umrüstung schon vorhandener Anzeigen, sondern darüber hinaus wird die 'Benutzeroberfläche' nicht verändert: Die Bereichsumschaltung erfolgt automatisch.

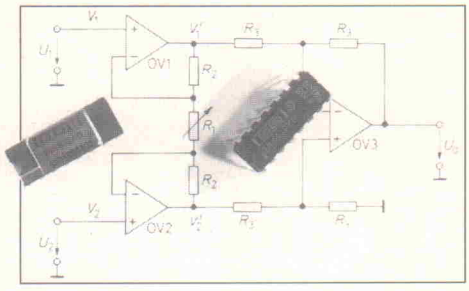


Impulskreisel

Generatoren für Impulse und Impulsfolgen sind nichts Neues; interessant ist aber, wie sie bei diesem Projekt ausgelöst werden: über einen Inkrementalgeber. So hat man die benötigten Pulsfolgen 'in der Fingerspitze'.

Markt: Instrumentation Amplifier

Der Umsatz an analogen ICs soll im gerade abgelaufenen Jahr weltweit circa acht Milliarden Dollar erreicht haben. Heutzutage dürften allein über 4000 Typen von Operationsverstärkern erhältlich sein. Die sogenannten Elektrometersubtrahierer, besser bekannt als Instrumentation Amplifier, machen davon freilich nur einen kleinen Anteil aus. Trotzdem, das Angebot ist groß. Grund genug, Übersicht zu schaffen.



Dies & Das

Bei ESD kein PVC

Neben EMV – Schwerpunktthema in Elrad 11/90 – und der Überspannungsquelle LEMP – Lightning ElectroMagnetic Pulse, in dieser Ausgabe – ist ESD ein wichtiges Stichwort, wenn über die Gefährdung elektronischer Bauelemente und Geräte zu reden ist. Seit Oktober gibt es eine 'Interessengemeinschaft Electro Static Discharge (ESD e. V.)', die um die 'Reduzierung des Risikos elektrostatischer Aufladungen' bemüht ist. Im Vereinsvorstand sitzen Vertreter etwa von 3M, National Semiconductor, Philips, Schneider, Bosch, SEL Alcatel und Siemens sowie Wissenschaftler verschiedener TUs. ESD erfordert eben viel Aufwand.

Fünf Projektgruppen arbeiten bereits, zum Beispiel an ESD-Testverfahren und Schutzmaterialien. Ein absolutes Antimaterial ist, wie jeder weiß, der normale PVC-Bodenbelag – der knistert, daß es nur so kracht. 'Empfindliche' Firmen rüsten deshalb ihren Hochsicherheitstrakt – Entwicklungslabor, Prüffeld, Produktion – mit leitfähigem Bodenbelag aus, der auf geerdeten Kupferbändern liegt. Besucher müssen Anti-ESD-Kittel und -Schuhwerk anlegen, Mitarbeiter sind dank ESD-Armband total entspannt. ESD erfordert, wie gesagt, viel Aufwand.

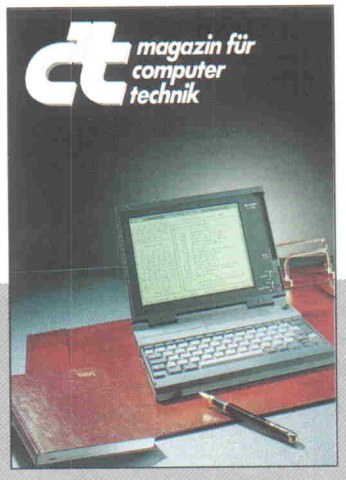
Den können sich kleinere Firmen, Newcomer und Privatingenieure zunächst kaum leisten. Deshalb ein Tip: PVC raus, Linoleum rein, Mehraufwand circa 3 Mark/m². Lin ist zwar nicht leitend, aber dank vorwiegend natürlicher Inhaltsstoffe antistatisch. Weitere Features: schwer entflammbar, für Stuhlrollen geeignet, heutzutage ansprechend designt und hoch strapazierfähig. Doch nicht nur die Lebenserwartung von Bodenbelag und Elektronik steigt, auch die des Elektronikers, wie folgende PVC-Werte gegen (Linoleum) zeigen: Anzahl emittierte Substanzen 62 (21), davon identifiziert 27 (6), davon vermutlich karzinogen 5 (1), Atemweg reizend 15 (3), Emissionsrate [mg/m² h] 2,3 (0,22).

Nebenbei gefragt, angesichts dieser Zahlen: Wann wird die 'Interessengemeinschaft zur Eigenen Sicherheit des Menschen' (ESM e. V.) gegründet, die die gesamte Chlorchemie, von FCKW bis PVC – das Salz in der Suppe natürlich ausgenommen – endlich komplett abschafft? Null Aufwand!

V

ERIRRT IM COMPUTER-DSCHUNGEL?

ct ZEIGT WEGE.



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.

Nutzen Sie Ihre Chance für eine erfolgreiche Zukunft!

Studiendirektor
Dr. Bernd Schmidt-Tiedemann

Möchten Sie

- z. B. das Abitur oder einen anderen Schulabschluß erreichen?
- Techniker, Betriebswirt, Programmierer werden?
- eine der Weltsprachen, z. B. Englisch, Französisch, Spanisch sicher sprechen und verstehen?...

120 bewährte Fernkurse bringen Sie zu Ihrem persönlichen Ziel,

Sie studieren bequem zu Hause neben Ihrem Beruf – ohne Verdienstausfall

Nutzen Sie Ihre Chance:
Fordern Sie SOFORT mit Ihrem untenstehenden Gutschein umfangreiche GRATIS-Informationen an, es lohnt sich für Sie.
Ein guter Anfang für eine sichere Zukunft!

Suchen Sie sich hier Ihr Ziel, und tragen Sie die Nummer in den untenstehenden Gutschein ein.

- 901/1 **ABITUR** – wenn Sie den Hauptschulabschluß besitzen
- 901/2 **ABITUR** – wenn Ihr Realschulabschluß länger als 5 Jahre zurückliegt
- 901/3 **ABITUR** – wenn Ihr Realschulabschluß **nicht** länger als 5 J. zurückliegt
- 374 Staatl. gepr. **Betriebswirt*** 5 versch. Fachrichtungen
- 921 Realschulabschluß
- 274 Programmierer
- Fachhochschulreife: 915 Technik, 916 Wirtschaft
- 764 Elektronik-Techniker*
- 930 Hauptschulabschluß
- 263 Buchführung und Bilanz
- 070 Maschinenbau-Techniker*
- 150 Erfolgstraining
- 151 Das 99-Tage-Training
- 303 Erfolgreich verkaufen
- 602 Umgangsenglisch
- 944 **AUTOR** werden – schreiben lernen
- 630 Italienisch, 615 Russisch, 620 Spanisch
- 079 Chemo-Techniker*
- 072 Hochbau-Techniker*
- 273 Grundlehrgang Datenverarbeitung
- 415 Bürosachbearbeiter/in
- 276 Programmiersprache BASIC
- 421 Bilanzbuchhalter IHK*
- 611 Französisch
- 414 Speditions-Sachbearbeiter
- Für Lehrgänge mit diesem Zeichen * können Sie staatliche Zuschüsse beantragen, wenn Sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Weitere Informationen über uns oder Ihr Arbeitsamt.
- 701 Kraftfahrzeug-Techniker*
- 702 NC- und CNC-Technik
- 170 Gutes DEUTSCH
- **Neu** im ILS-Programm: 278 **Textverarbeitung mit WORD**, 277 **Einführg. und Progr. in MS-DOS**, 730 **Gepr. Werkschutzfachkraft IHK***, 350 **Gepr. Wohn-/Umweltberater**
- 304 Geschäftsführung in Kleinbetrieben
- 305 Geschäftsführung in Mittelbetrieben
- 541 Lagerverwalter
- 762 Nachrichten-Techniker*
- 710 Grundlagen der Elektrotechnik
- 302 Gepr. Anlage- und Vermögensberater
- 336 Gepr. Kredit- u. Finanzierungsfachmann
- 704 Heizungs-, Lüftungs- u. Sanitär-Techniker*
- 791 Kunststoff-Techniker*
- 071 Energie-Techniker*
- 890 Maurermeister*
- 405 Kaufmännisches Grundwissen
- 251 Kaufmännischer Schriftverkehr
- 332 Versicherungsfachwirt
- 591 Ausbildung der Ausbilder*
- 489 Führung und Zusammenarbeit
- 275 Programmiersprachen Assembler, RPG
- 870 Elektroinstallateurmeister*
- 202 Betriebliches Steuerwissen
- 722 Raumgestaltung/Innenarchitektur
- 752 Technisches Zeichnen
- 300 Verkaufsleiter
- 606 Handelsenglisch
- 607 Staatl. anerk. Übersetzer IHK-Englisch
- 605 Cambridge First Certificate in English
- 290 Geprüfte Sekretärin IHK*
- 840 Industriemeister Metall*
- 940 Zeichnen und angewandte Grafik
- 316 Werbegrafik und Design
- 400 Werbung und Verkauf

Wenn Sie sich entschieden haben, das Gratisangebot nicht anzunehmen, so lesen Sie bitte diesen Brief:

Lieber ELRAD-Leser,
halten Sie das für möglich?
Von 1000 Lesern dieser Zeitschrift fordern nur 10 unser Studienhandbuch an, das auf rund 180 Seiten viele wertvolle Tips und Anregungen für ihren persönlichen Erfolg enthält.

Als Herausgeber dieses Gratis-ILS-Studienhandbuches verstehe ich wirklich nicht, daß sich nicht jeder Fortbildungs-Interessierte unser Gratisangebot schicken läßt. Ich versichere Ihnen: Es ist vollkommen kostenlos und unverbindlich für Sie! Unser Studienhandbuch kommt wirklich ohne irgendwelche Verpflichtungen für Sie per Post zu Ihnen. Wir bezahlen sogar das Porto. Und zurückzuschicken brauchen Sie es auch nicht.

Alle ILS-Fernlehrgänge entsprechen selbstverständlich dem Fernunterrichtsschutzgesetz. Sie sind staatlich überprüft und zugelassen.

Ich versichere Ihnen außerdem, daß wir Sie nur auf schriftlichem Wege informieren und keinen Vertreter – Berater – zu Ihnen schicken.

Mit freundlichem Gruß

Gunther Flasse, Direktor des ILS

Eine kleine Aufmerksamkeit

für jeden, der seine Chance nutzt:
Jeder Einsender bekommt neben dem neuen kostenlosen ILS-Studienhandbuch und vielen wertvollen Tips und Informationen
ein zusätzliches Geschenk!

SOFORT mit Ihrem Gutschein anfordern oder anrufen:

NEU!
Jetzt auch Bildschirmtext:
Btx ✳ ILS #
Bitte wählen Sie!

0 40 / 67 50 01 48
Frau König
Außerhalb der Geschäftszeit Tonbandservice für Sie!

Bundeswehr-Angehörige beraten wir unter der Sonder-Tel.-Nr.: 0 40 / 67 50 01 33

ILS

ILS · Institut für Lernsysteme GmbH, Abt. 42 AB
Doberaner Weg 6–8, 2000 Hamburg 73

GRATIS-INFO

Nur für Erwachsene ab 18 Jahren!

Ja, ich will meine Chance nutzen und möchte völlig kostenlos und unverbindlich über das ILS-Bildungsangebot informiert werden.

Senden Sie mir umgehend gratis und unverbindlich per Post mein Info-Paket mit dem großen neuen ILS-Studienhandbuch mit über 120 ausführlichen Lehrgangsbeschreibungen. Das gesamte Paket geht in mein Eigentum über, ich brauche Ihnen nichts zurückzusenden.

Die Nummer meines Zieles lautet:

Zuname, Vorname

Straße, Hausnummer 42 AB

PLZ, Wohnort

Jetziger Beruf Geburtsdatum

Tragen Sie hier die Nummern Ihrer Berufs- oder Bildungsziele ein!