

Juli/August 1988

7/8

elrad

öS 80,- — sfr 9,80

HEISE



7/8

Juli/August 1988

magazin für elektronik

DM 9,80

H 5345 EX

elrad

Audio
IR-Stereo-Transceiver
2-Wege-Aktivblock

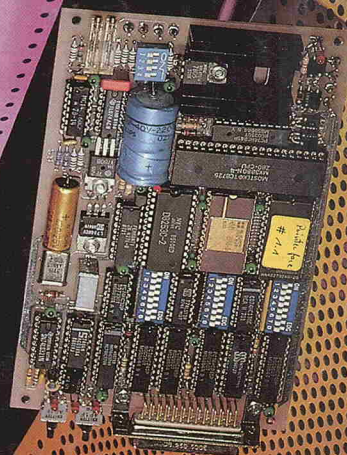
Labor
Multi-Netzgerät mit DVM
Laborblätter: Nf-Symmetrierer

Datenübertragung
PED-Programmierbarer
Encoder/Dekoder
RS-232-C-Grundlagen

Report
Cockpit-Voice-Recording
Chip-Design per Computer

Drucker als x/t-Schreiber
Printerinterface

Heft im Heft:
Sonderteil Sensoren und Signale



Ringkerntransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat
Industriequalität

kleine Abmessungen
sehr geringes Gewicht
hohe Leistung
sehr geringes Streufeld

80 VA	42,50 DM	120 VA	52,40 DM
R 8012 2x12V 2x3,5A		R 12016 2x15V 2x4,0A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46 mm	R 12020 2x20V 2x3,0A	95x48 mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80 kg	R 12024 2x24V 2x2,5A	1,30 kg
R 8024 2x24V 2x1,7A		R 12030 2x30V 2x2,0A	
170 VA	57,90 DM	250 VA	66,90 DM
R 17015 2x15V 2x5,7A		R 25018 2x18V 2x7,0A	
R 17020 2x20V 2x4,3A	98x50 mm	R 25024 2x24V 2x5,2A	115x54 mm
R 17024 2x24V 2x3,6A	1,60 kg	R 25030 2x30V 2x4,2A	2,40 kg
R 17030 2x30V 2x2,9A		R 25036 2x36V 2x3,5A	
340 VA	74,80 DM	500 VA	99,80 DM
R 34018 2x18V 2x9,5A		R 50030 2x30V 2x6,3A	
R 34024 2x24V 2x7,1A	118x57 mm	R 50036 2x36V 2x5,2A	134x64 mm
R 34030 2x30V 2x5,7A	2,80 kg	R 50042 2x42V 2x5,0A	3,70 kg
R 34036 2x36V 2x4,7A		R 50048 2x48V 2x5,2A	
700 VA	125,70 DM	1100 VA	174,50 DM
R 70030 2x30V 2x12,0A		R 110032 2x32V 2x7,2A	
R 70042 2x24V 2x 8,3A	139x68 mm	R 110038 2x38V 2x14,5A	170x72 mm
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	

Ringkerntransformator-Sonderservice

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

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 50, 100, 200, 400, 900 VA
Genauere Angaben und Preise enthält unsere Neuheitenliste 88.

Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat - Industriequalität
kompakt, stromarm, für alle Anwendungen

42 VA	21,40 DM	76 VA	31,50 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	36,20 DM	190 VA	49,40 DM
851 2x12V 2x5,3A		901 2x15V 2x4,0A	
852 2x15V 2x4,3A		902 2x20V 2x3,0A	
853 2x20V 2x2,6A		903 2x24V 2x2,4A	
854 2x24V 2x2,2A		904 2x30V 2x2,2A	
250 VA	59,60 DM	500 VA	99,80 DM
951 2x12V 2x11,0A		952 2x20V 2x 5,7A	
953 2x24V 2x 4,5A		954 2x36V 2x 3,5A	

Netz-Trenn-Transformatoren

Primärspannung: 220V	Sekundärspannungen: 190/205/220/235/250V
940 150 VA	45,60 DM
990 260 VA	61,90 DM
1240 600 VA	89,80 DM
1440 1000 VA	135,90 DM
1640 1300 VA	169,50 DM
1840 1900 VA	249,00 DM

Primärspannung: 110 und 220V - Sekundärspannungen: 110 und 220V
2250 260 VA 61,90 DM 2600 600 VA 89,80 DM
2400 400 VA 79,40 DM 3000 1000 VA 135,90 DM

Transformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihnen ganz speziellen Transformator maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller aufgeführten Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!
Mögliche Eingangsleistungen: 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 Leistungsrechnung einbeziehen.
Beispiel: 400Vx0,050A = 20VAx1,25 = 25 VA
Bestellbeispiel: gewünschte Spannung: 2x24V 2x2,5A
Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA - passender Trafo = Typ 850

Typ 500 24 VA	22,90 DM	Typ 1350 700 VA	129,10 DM
Typ 600 42 VA	26,70 DM	Typ 1400 900 VA	159,50 DM
Typ 700 76 VA	36,80 DM	Typ 1500 1300 VA	198,70 DM
Typ 850 125 VA	42,50 DM	Typ 1600 1900 VA	278,00 DM
Typ 900 190 VA	57,40 DM	Typ 1700 2400 VA	339,50 DM
Typ 950 250 VA	67,60 DM	Typ 1950 3200 VA	419,20 DM
Typ 1140 400 VA	92,60 DM		

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsleistung und zwei Ausgangsspannungen enthalten. Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe werden mit jeweils 1,80 DM berechnet.
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung 1,80 DM.
Die Typen 1500-1950 werden ohne Aufpreis imprägniert und trocken getrocknet geliefert. Anschlußklemmen entsprechen Industrie-Ausführung. Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2-3 Wochen.

AKTUELL Transformatoren AKTUELL

NT 50 - Netztrafo für 50 W - High End, 44 V - 250 VA, mit Schirmwicklung, L x B x H = 114 x 114 x 75 mm, Baugröße PM2 114a, Gewicht 3,8 kg 69,- DM

NT - UN Netztrafo für Universal-Netzgerät 2 x 15 V - 7,5 V - 7,5 V - 22 V, L x B x H = 95 x 95 x 65 mm, Baugröße PM2 95a, Gewicht 2,5 kg 44,90 DM

RT 34016 Ringkern - Netztrafo 340 VA, für Netzgerät 0-16 V / 20 A, 119 x 58 mm 2,8 kg 74,- DM

Für die leistungsstarke professionelle Ausführung empfehlen wir: RT 50016 Ringkern - Netztrafo 500 VA, für Netzgerät 0-16 V / 20 A, 134 x 64 mm 3,7 kg 99,- DM

Alle o.a. Trafos sind optimierte Typen für höchste Ansprüche mit extrem hoher Leistungsreserve, minimalem Streufeld und Innenwiderstand.

HC 201 Analogmultimeter

Ein robustes und zuverlässiges Analog-Multimeter der Mittelklasse zu extrem günstigem Preis, 90°-Spiegelskala, 12 A DC/AC, formschönes Gehäuse mit Aufstellbügel, Eingangswiderstand DC V = 20kOhm/AC V = 5 kOhm/V

Gleichspannung: 3/12/60/300/600 V
Wechselspannung: 12/30/60/300/500 V
Gleichstrom: 60µA/1/2/12/120mA/12A
Wechselstrom: 12A
Widerstand: 1/10kOhm/1/10MOhm

Lieferung komplett mit Batterien, Sicherheitsprüfkabeln u. Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 01 49,- DM



DM 205 Digitalmultimeter 3 1/2 stellig

Ein Gerät mit LCD-Anzeige für den Einstieg in das digitale Messen. Grundgenauigkeit 0,5%, DATA-HOLD-Funktion, 10A DC, Diodentest, Eingangswiderstand 10 MOhm, sehr einfache Bedienung, Farbe gelb.

Gleichspannung: 2000mV/20/200/1000V
Wechselspannung: 200mV/750V
Gleichstrom: 2000µA/20mA/10A
Widerstand: 3000Ohm/20/200/2000 kOhm

Lieferung komplett mit Batterie, Sicherheitsprüfkabeln und Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 03 69,- DM



DA 8601 Automatikt-Digitalmultimeter 3 1/2 stellig

Komfortables LCD-Multimeter mit automatischer Bereichswahl bei Spannungs- und Widerstandsmessung, DATA-HOLD-Funktion, 15A AC/DC, Transistorleak, Diodentest, Durchgangsprüfer, Eingangswiderstand 10 MOhm, Farbe gelb.

Gleichspannung: 200mV/2/20/200/1000V
Wechselspannung: 2/20/200/750V
Gleichstrom: 20/200mA/15A
Wechselstrom: 20/200mA/15A
Widerstand: 2000Ohm/2/20/200/2000kOhm/20MOhm

Lieferung komplett mit Batterie, Sicherheitsprüfkabeln und Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 04 115,- DM



METEX 3800 Digitalmultimeter 3 1/2 stellig

Der Renner auf dem Multimetermarkt, 17 mm-LCD-Anzeige, Grundgenauigkeit 0,5%, 20A AC/DC, Transistorleak, Diodentest, Durchgangsprüfer, Eingangswiderstand 10 MOhm, formschönes gelbes oder braunes Gehäuse, einfache Bedienung.

Gleichspannung: 200mV/2/20/200/1000V
Wechselspannung: 200mV/2/20/200/750V
Gleichstrom: 20/200mA/20mA/20A
Wechselstrom: 20/200mA/20mA/20A
Widerstand: 2000Ohm/2/20/200/2000kOhm/20MOhm

Lieferung komplett mit Batterie, Sicherheitsprüfkabeln und Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 05 braun 84,- DM
Best.-Nr.: AM 05 gelb 84,- DM



METEX 3630 Digitalmultimeter 3 1/2 stellig

18 mm-LCD-Anzeige mit Funktions- und Bereichsanzeige, Grundgenauigkeit 0,3%, 20A DC/AC, Transistorleak, Kapazitätsmessung, Diodentest, Durchgangsprüfer, Eingangswiderstand 10 MOhm, Farbe gelb

Gleichspannung: 200mV/2/20/200/1000V
Wechselspannung: 200mV/2/20/200/750V
Gleichstrom: 200µA/2/20mA/20A
Wechselstrom: 2mA/20mA/20A
Widerstand: 2000Ohm/2/20/200kOhm/20MOhm
Kapazität: 2000pF/20/200nF/2/20µF

Lieferung komplett mit Batterie, Sicherheitsprüfkabeln und Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 06 129,- DM



METEX 4650 DH Digitalmultimeter 4 1/2 stellig

15 mm-LCD-Anzeige mit Funktions- und Bereichsanzeige, Grundgenauigkeit 0,05%, DATA-HOLD-Funktion 20A DC/AC, Transistorleak, Kapazitätsmessung, Durchgangsprüfer, 2 Frequenzmeßbereiche, Diodentest, Eingangswiderstand 10 MOhm, Farbe gelb.

Gleichspannung: 200mV/2/20/200/1000V
Wechselspannung: 200mV/2/20/200/750V
Gleichstrom: 200µA/2/20mA/20A
Wechselstrom: 2/20mA/20A
Widerstand: 2000Ohm/2/20/200kOhm/20MOhm

Kapazität: 2000pF/20/200nF/20µF
Frequenz: 20/200kHz
Lieferung komplett mit Batterie, Sicherheitsprüfkabeln, Ersatzsicherung und Bedienungsanleitung.
Best.-Nr.: AM 07 198,- DM



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

FA-Rechteck-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V unregelt, rechteckig 50 Hz konstant 50 Hz ± 0,5% Wirkungsgrad ca. 90% geringer Leerlaufstrom kurzzeitig bis zur 1,5-fachen Nennleistung überlastbar. 12V- oder 24V-Ausführung zum gleichen Preis lieferbar.
Batteriespannung abgefragt!

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.: Verbraucher mit nicht zu hoher Anlaufleistung wie z.B. Beleuchtung, Fernseher, kleinere Motoren u.s.w.

Weitere technische Angaben siehe Liste
Betriebsbereiter offener Baustein:
FA 5 F 12V oder 24V - 200VA 210,50 DM
FA 5 G 12V oder 24V - 200VA 262,70 DM
FA 7 F 12V oder 24V - 400VA 289,30 DM
FA 7 G 12V oder 24V - 400VA 364,50 DM

Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit Steckdos. Polklemmen und Schalter:
FA 5 G 12V oder 24V - 200VA 262,70 DM
FA 7 G 12V oder 24V - 400VA 364,50 DM
FA 9 G 12V oder 24V - 600VA 429,00 DM

UWR-Trapez-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V ± 3%, treppenförmig 50 Hz quergestellt 85-90% Wirkungsgrad hoch überlastbar kurzschluß- und verpolungsgeschützt.
UWR-Wechselrichter liefern eine geregelte treppenförmige Ausgangsspannung, welche sinus-ähnliches Verhalten zwischen Effektiv- und Scheitelwert besitzt.

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.: Verbraucher mit hoher Leistungsaufnahme und überhöhter Anlaufleistung.
Weitere technische Angaben siehe Liste

UWR 12/350 12V/350VA 764,- DM
UWR 24/350 24V/350VA 764,- DM
UWR 12/600 12V/600VA 987,- DM
UWR 24/600 24V/600VA 987,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 80,- DM

UWR 12/1000 12V/1000VA 1697,- DM
UWR 24/1000 24V/1000VA 1547,- DM
UWR 24/2000 24V/2000VA 2165,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 130,- DM

UWS-Sinus-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V ± 3%, sinusförmig 50 Hz quergestellt 80-85% Wirkungsgrad geringer Leerlaufstrom verschleiß- u. verpolungsgeschützt überlastschütz 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 Prüfergeräte EDV-Anlagen HiFi- und Video-Anlagen.
Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/250 12V/250VA 895,- DM
UWS 24/300 24V/300VA 895,- DM
UWS 12/600 12V/600VA 1185,- DM
UWS 24/600 24V/600VA 1185,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 80,- DM

UWS 12/250 12V/250VA 895,- DM
UWS 24/300 24V/300VA 895,- DM
UWS 12/600 12V/600VA 1185,- DM
UWS 24/600 24V/600VA 1185,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 80,- DM

Ausgangsübertrager und Netztransformatoren für Röhrendstufen

Ausgangsübertrager für 2 x EL 34 75 Watt max. mit verlustarmen Spezialblechen
Ausgangsübertrager für 4 x EL 34 130 Watt max. mit verlustarmen Spezialblechen
Ausgangsübertrager für 4 x KT 88 (6550) 280 Watt verschaltete Ausf. mit verlustarmen Spezialblechen für 250 Watt-Röhrenverstärker

Ausg. 4-8-16 Ohm verschaltete Ausf. Best.-Nr. AT 75 80,- DM
Ausg. 4-8-16 Ohm verschaltete Ausf. Best.-Nr. AT 130 107,- DM
Ausg. 4-8-16 Ohm und 100 V elektrisch und mechanisch genau passend für 250 Watt-Röhrenverstärker Best.-Nr. AT 250 S 149,- DM

Spezial-Netztransformator, elektr. u. mech. genau passend für 250 Watt-Röhrenverstärker Best.-Nr.: NTR 250 159,- DM
Netzteil-Siebdrösel, elektr. u. mech. genau passend für 250 Watt-Röhrenverstärker Best.-Nr.: NTL 250 39,- DM
genaue technische Daten siehe Neuheitenliste 88

Lötstationen und Lötkolben für Profis und Hobby-Elektroniker

ERSA MS 300 Lötstation

Leistung 28 VA
Primärspannung 220V 50/60 Hz
Temperaturerstellung über Poti 70-430°C
Potentialausgleichsbuchse
Lötkolben 24V

kompl. mit Lötkolben, Ablageständer u. Schwamm
Best.-Nr.: LS 01 119,- DM

ERSA MS 6000 Lötstation

Leistung 60 VA
220V 50/60 Hz
Regelbereich 150-450°C
Potentialausgleichsbuchse
Lötkolben 24V
E 40 innenheiß
Anheizzeit 60s
Funktionsanzeige

kompl. mit Lötkolben, Ablageständer u. Schwamm
Best.-Nr.: LS 02 153,90 DM

ERSA MS 8000 D Lötstation

Leistung 80 VA
220V 50/60 Hz
Regelbereich 150-400°C
Digitalanzeige LCD stellig
Potentialausgleichsbuchse
Lötkolben 24V
Anheizzeit 35s

kompl. mit Lötkolben, Ablageständer u. Schwamm
Best.-Nr.: LS 03 295,90 DM

ERSA Multitip 230 Feinlötkolben

220 V, 25 Watt, Anheizzeit 60s, Temperatur 450°C
Best.-Nr.: LK 01 29,90 DM

ERSA Tip 260/16 Feinlötkolben

220V, 16 Watt, Anheizzeit 60s, Temperatur 350°C
Best.-Nr.: LK 02 27,90 DM

ERSA 30, Universallötkolben

220 V, 30 Watt, Anheizzeit 2min, Temperatur 380°C
Best.-Nr.: LK 03 24,50 DM

Weller WTCP-S Lötstation

Leistung 50 VA
220V 50/60 Hz
Temperaturerregung
Magnetast
hohe Reserve
Potentialausgleichsbuchse
Lötkolben 24V
Anheizzeit 30s

kompl. mit Lötkolben, Ablageständer u. Schwamm
Best.-Nr.: LS 04 169,30 DM

Weller WECP-20 Lötstation

Leistung 50 VA
220V 50/60 Hz
Regelbereich 150-450°C
elektr. geregelt
Nullsp.-Schalter
Potentialausgleichsbuchse
Lötkolben 24V

kompl. mit Lötkolben, Ablageständer u. Schwamm
Best.-Nr.: LS 05 233,70 DM

Weller W 60 „Magnetast“ Lötkolben

220 V, 60 Watt, Anheizzeit 30s, Temperatur 370°C
Dieser Lötkolben ist mit demselben „Magnetast“-Temperaturregelsystem ausgestattet, wie Weller Lötstation WTCP-S.
Best.-Nr.: LK 04 83,50 DM

Elektronik-Lötdraht 1 mm

Legierung: L-Sn60PbCu2
Schmelzpunkt: 183-190°C
Spulen mit 250 g Best.-Nr.: LZ 01 9,80 DM
Spule mit 1000 g Best.-Nr.: LZ 02 36,50 DM

Becher-Elkos mit Gewindebolzen - aus laufender Fertigung

EBLF 400 4700 µF 63 V	1-4 Stück: 8,60 DM	ab 5 Stück: 7,60 DM
EBLF 500 10000 µF 63 V	1-4 Stück: 16,50 DM	ab 5 Stück: 14,00 DM
EBLF 600 10000 µF 80 V	1-4 Stück: 8,60 DM	ab 5 Stück: 16,80 DM
EBLF 700 10000 µF 100 V	1-4 Stück: 31,90 DM	ab 5 Stück: 28,50 DM

In unserem Lieferprogramm sind weiterhin enthalten:
Brückengleichrichter, Hochlast-Widerstände, Tonfrequenz-Folienkondensatoren, bipolare Elkos, Luftdrosselspulen, Ferritspulen.

BURMEISTER-ELEKTRONIK

Postfach 1236 · 4986 Rodinghausen · Telefon 05226 / 1515

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferungen ins Ausland nur gegen V-Rechn. ab 100,- DM
Bestellform: Fordern Sie kostenlos unsere Liste und Neuheitenliste 88 mit genauen techn. Beschreibungen an.
Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung



Heft im Heft

Ein Doppelheft im Sommer — eine heftig sinnvolle Einrichtung: Leser und Redaktion machen in dieser Zeit ohnehin verschärft Urlaub. Die Abonnenten bekommen also ihr Heft 8 nicht erst dann in den Briefkasten, wenn sie in Mallorca oder anderswo weilen, die Kiosk-Kunden verpassen ihr Heft nicht mangels Anwesenheit, und auch die federführenden (heute eher rechnergeführten) Redakteure haben die Chance, ein paar Tage Urlaub zu machen, ohne daß gleich ein personales Sommerloch entsteht.

Klar, daß so ein Sommerheft damit zu einer Art Sonderheft wird: dicker als sonst — klar. Aber sonst wie sonst? Eine zusammengewürfelte, aufgeblähte Schaltungssammlung — ein Halbheitenheft also — soll es ja schließlich nicht werden. Apples & Co bringt elrad schließlich ganzjährig konsequent in 'Schaltungstechnik aktuell', in den Laborblättern und in vielen anderen Artikeln. Und nur ein Heft wie immer, nur dicker — auch zu banal. Also: einen Schwerpunkt schaffen!

Für dieses Heft bot sich das Thema 'Sensoren, Sensortechnik, Sensorik' geradezu an. Vom 3. bis zum 5. Mai lief in Nürnberg die 'Sensor '88', eine Messe für alle Fälle, bei denen eine wie auch immer geartete physikalische Größe in eine elektrische umgewandelt werden muß. Eine schier unendliche Palette...

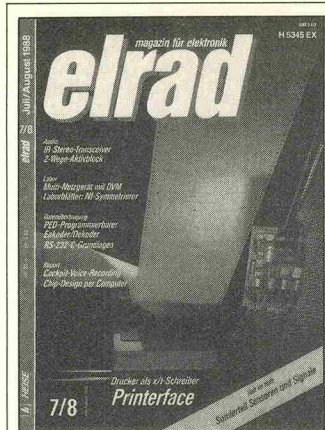
7/8 also mit Schwerpunkt 'Sensortechnik' — ein Heft im Heft mit 36 Seiten, die sich ausschließlich mit diesem Thema beschäftigen. Das Heft im Heft mit aktuell-Meldungen, mit Grundlagen, Projekten, Literaturangaben, Buchrezensionen, Applikationen.

Ein Thema mal so richtig durchziehen: Das bringt Know-how, da kann man sich in eine Materie hineinknien. Nahegelegender Schluß — das machen wir öfter! Nächstes Heft mit Schwerpunktthema wird elrad 12/88 sein. Und danach geht es dann in vierteljährlicher Folge weiter: jedes dritte Heft mit einem 32-seitigen Sonderteil in der Mitte — zum Heraustrennen, Archivieren... Motto: Ihre elrad bleibt, wie sie ist und wird in jedem dritten Heft um

ein Sonderthema erweitert, in dessen Rahmen selbstverständlich auch Bauprojekte vorgestellt werden — sehr professionelle Projekte.

Mit diesen Zeilen verabschiede ich mich bei unseren Lesern als elrad-Redakteur. Daß es ausgerechnet Worte zur zukünftigen Entwicklung von elrad sind, läßt vermuten, daß ich auch weiterhin — als freier Journalist — meiner 'alten Heimat' eng verbunden bleiben werde.

Michael Oberesch



Titelgeschichte

Drucker

als x/t-

Schreiber

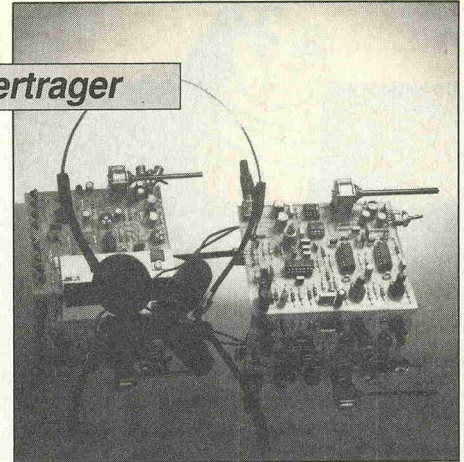
Als typisches Gerät in der Peripherie des Computers sind Drucker heute weit verbreitet. Ab sofort gilt: Wo ein Drucker ist, ist ein x/t-Schreiber nicht weit. Benötigt wird nur noch das 'Printerface' — das elrad-Titelprojekt dieser Ausgabe.

■ Seite 56

**Dot-
line**

Stereo-IR-Übertrager

Lange Strippen sind hinderlich — wer über seinen Kopfhörer unge-stört Musik hören will, kann ein Lied davon singen. Aber wer wird denn gleich in die Luft gehen — obwohl ... Das ist die Lösung! Mit Infrarotwellen. Und da der Infrarot-Übertrager

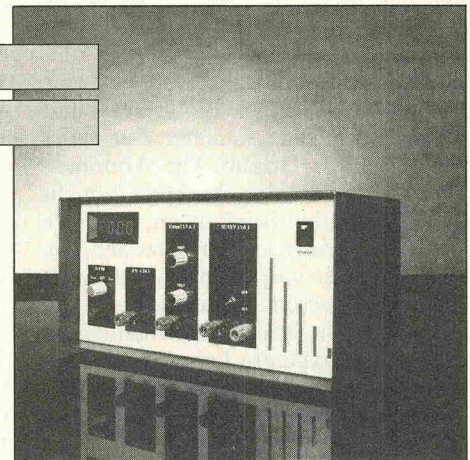


Stereo-Signale übermitteln soll, arbeitet er selbstverständlich zweikanalig. Wie, steht auf

■ Seite 24

Universal- Netzgerät

Wer des öfteren Halbleiter-Schaltungen entwickelt und die Geräte anschließend einem Testlauf unterzieht, wird erstaunt festgestellt haben, daß man für die meisten Geräte mit einer knappen Handvoll verschiedener Spannungen auskommt. Der hier beschriebene Entwicklungshelfer



stellt diese gebräuchlichen Spannungen zur Verfügung — und einem seiner Ausgänge kann eine variable Spannung entnommen werden.

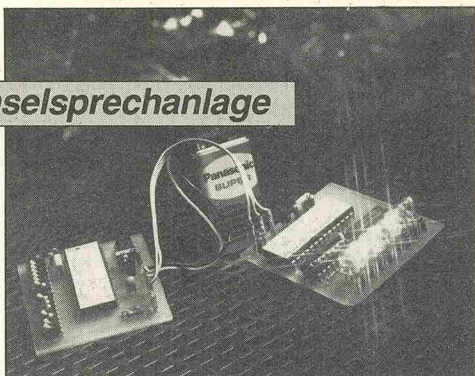
■ Seite 30

Daten-Wechselsprechanlage

Ein Chip namens PED — Programmierbarer Encoder/Dekoder eröffnet neue Möglichkeiten der Datenübertragung: ASU

— Adressierbar, Seriell, Universell.

Beim PED-Ideen-



wettbewerb kann jeder mitmachen.

Seite 34

Überlebenskünstler!

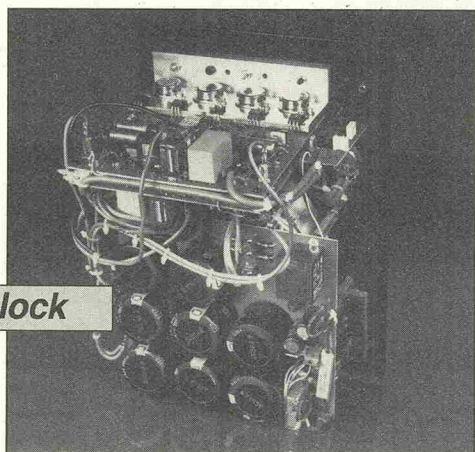
Am Tag, als diese Zeilen geschrieben wurden, am 27.

Mai 1988, stürzte eine dänische Frachtmaschine auf dem Flughafen Hannover ab. Beide Piloten starben.

Also wird man wie-

der einmal benötigt sein, nach 'cockpit-voicerecorder' und Flugschreiber zu suchen — zwei Geräte, die immer überleben.

Seite 89



Kraftwerksblock

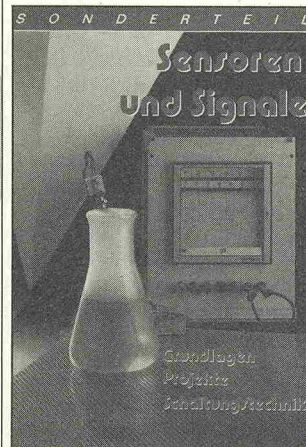
200 Watt pro Kanal bringt dieser Endstufen-Einschub an die Chassis einer Aktivbox. Seine Besonderheiten: Einschaltverzögerung, Schutzschaltung, Softstart des Netzteils ... Alles

nach Wahl und Bedarf — weil modular.

Seite 92

Gesamtübersicht

	Seite
„...“	3
Dies & Das	6
aktuell	8
Schaltungstechnik aktuell	16
Stereo-IR-Sender/ Empfänger Leinen los!	24
Universal-Netzgerät Entwicklungshelfer ..	30
Das neue IC: PEDxx Daten-Wechselsprechanlage	34
Drum-to-Midi Schlagwandler	40
Grundlagen: IC-Herstellung Computer als Maskenbildner	43
elrad-Sonderteil Sensoren und Signale	49
Report: Cockpit-Voice-recording Überlebenskünstler ..	89
Aktivbox-Endstufe Kraftwerksblock	92
RS-232-C-Schnittstelle Bits im Gänsemarsch	99
Die elrad-Laborblätter Symmetrische Signalübertragung ...	107
Die elrad-Laborblätter Kombi-OpAmp LM 10 (1)	115
Die Buchkritik	118
IC-Express	118
SMD-Telegramm	119
Englisch für Elektroniker	120
Layouts	122
Elektronik-Einkaufsverzeichnis ..	129
Die Inserenten	133
Impressum	133
Vorschau	134



Hintergrund

DIN und das Ausland

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) kann und will sich bei seiner Arbeit nicht auf nationale deutsche Anforderungen beschränken. Vor allem im Hinblick auf die für 1992 vorgesehene Verwirklichung des gemeinsamen Binnenmarktes der Europäischen Gemeinschaft sieht man in verstärkten Norm-Aktivitäten Vorteile für die Bundesrepublik Deutschland.

Die großen Binnenmärkte der USA (250 Millionen Einwohner) und Japans (125 Millionen Einwohner) bieten der dortigen Wirtschaft noch immer bessere wirtschaftliche Grundlagen als sie die Wirtschaft in Westeuropa (320 Millionen Einwohner) vorfindet. 200 Mrd. DM pro Jahr gehen für Doppelmaßnahmen der zwölf EG-Mitgliedsländer verloren, davon 90 Mrd. DM durch die fehlende Harmonisierung im Bereich der Normen.

Die Bundesrepublik Deutschland hat insgesamt 20.000 DIN-Normen. Die Zahl in anderen Ländern der EG ist vergleichbar hoch. Bisher sind aber westeuropäisch erst rund 1.000 Normen harmonisiert worden. Dazu kommen 10.000 weltweit harmonisierte Normen, die für Westeuropa zum Teil unmittelbar Anwendung finden. Es ist also ein erheblicher Harmonisierungsbedarf vorhanden, der durch neue Technologieentwicklungen noch verstärkt wird. Ein großer Binnenmarkt hat Vorteile, abgesehen davon, daß er Bestandteil der politischen Einigung Europas ist. Zu den Vorteilen gehört, daß ein großer Markt den Unternehmen erlaubt, größere

Serien zu fertigen und sich auf bestimmte Produktbereiche zu spezialisieren.

Die Harmonisierung der Normen ist in EG und EFTA der nichtstaatlichen Europäischen Normenorganisation CEN/CENELEC, der Vereinigung der nationalen europäischen Normenorganisationen übertragen. Diese Organisation arbeitet zur Zeit in 142 Technischen Komitees. Das DIN hat sich mit der Übernahme der Sekretariate von 56 dieser Komitees (39%) einen weitreichenden organisatorischen Einfluß gesichert. Schwierigkeiten bestehen darin, genügend Experten zu finden, die die deutschen Belange in den Beratungen der Komitees vertreten. Die nachdrückliche Vertretung deutscher Interessen im Frühstadium der europäischen Normung ist am ehesten geeignet, spätere kostspielige Produktionsumstellungen zu vermeiden.

Arbeitsschwerpunkte der nächsten Zeit sind: Bauprodukte (Bau-recht), Maschinenbau (Gerätesicherheit), Lebensmittel (Prüfverfahren, evtl. auch Vereinheitlichung der Angabe von Inhaltsstoffen auf den Etiketten), Biotechnik (Schnittstellen zwischen Geräten, Prüfverfahren für Mikroorganismen, Leistungsfähigkeit, Sicherheitsanforderungen für Labor- und großtechnische Anwendung).

Aber auch EG und EFTA sind für das DIN noch zu enge Toleranzgrenzen. Derzeit wird mit GOST, dem Staatskomitee für Standardisierung der UdSSR eine bilaterale Zusammenarbeit vorbereitet. Ein Memorandum über die Vorbereitung einer Vereinbarung über technisch-wissenschaftliche Zusammenarbeit bei der Normung ist bereits un-

terzeichnet. Die Initiative dazu ging von GOST aus. DIN erwägt derzeit folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Praktische Anwendung der Normen DIN ISO 9000 bis DIN ISO 9004, die sich mit Qualitätssicherungssystemen beschäftigen.

- Rechnergestütztes Konstruieren (CAD) mit DIN-Normteilen.

- Informationsdatenbanken, ähnlich dem Deutschen Informationszentrum für techni-

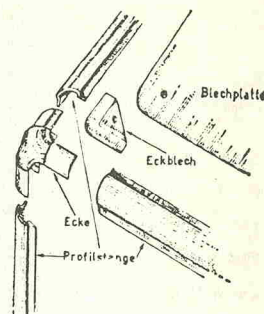
sche Regeln (DITR) beim DIN.

- Elektronisches Publizieren technischer und wissenschaftlicher Texte.

- Studie über die wirtschaftlichen Auswirkungen von Normen in der Betriebspraxis.

- Anwendung von DIN-Normen in der Praxis.

Im Gegenzug erwartet DIN nun von GOST Vorschläge, die produktbezogene Normen zum Inhalt haben.



eingebaut. Es handelt sich dabei um einen englischen Hersteller von Gehäusebauteilen (Bild). Diese Systemteile kann unser Leser derzeit nicht mehr beschaffen, da seine Bezugsquelle, eine Firma in Österreich, ihre Tätigkeit eingestellt hat.

In der elrad-Redaktion ist „Widney Dorlec“ leider nicht bekannt. Wer kann einen Tip über Bezugsmöglichkeiten geben? Zweckdienliche Hinweise bitte an die Redaktion elrad.

Quadro

Neue Software

Die Quadro-Aktion, ein Zusammenschluß engagierter Anhänger der Quadrophonie, macht Ernst. Da weder von den Geräteherstellern noch von der CD/Platten-Industrie quadrofoni-sche Initiativen erwartet werden, produziert man jetzt selbst 4-Kanal-Aufnahmen.

Die beiden ersten „LPs“ sind raus: „Raumklang-Premiere für das Akkordeon“ (Evergreens und anderes) und „Tina & die Caprifischer“ mit Hits aus der Wirtschaftswunderzeit. Die „oldies but quados“ sind als Quadro-Band (QTB) zum Preis von 70 D-Mark und als Quadro-Kassette (QCC) für 60 D-Mark zuzüglich 5 D-Mark Porto zu haben, und zwar bei der Quadrosound Musikproduktion D. Räscher, Postfach 61 04 11, 2000 Hamburg 61, Tel. (0 40) 5 52 26 71.



Altbatterien

Berlin Spitze

In Berlin werden gegenüber dem Bundesdurchschnitt doppelt so viele verbrauchte Trockenbatterien vom Hausmüll getrennt: immerhin 30% der Altbatterien. Mitverantwortlich für diese Spitzenleistung ist ein Sammelwettbewerb an Berliner Schulen, der mit satten 63 t abgeschlossen werden konnte.

Unter dem Motto „Batterien sind Plus und Minus“ wurden inzwischen 330 Sammelbehälter in

Schulen aufgestellt. Für jeden vollen Container gibt es wahlweise einen Baum, einen Vogel-nistkasten oder Umweltbücher. Im Bild Senatorin Dr. H.-R. Laurien und G. Fischer (Berliner Stadtreinigungs-Betriebe). (Foto: Sanyo).

Steckbrief

Wer kennt Widney Dorlec?

Gustav Fallinsky, elrad-Leser in Österreich, hat seine Elektronikschaltungen bisher in „Widney-Dorlec“-Gehäuse

Aktuell 1988

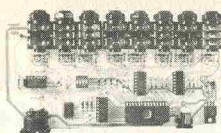
	Bs.	Pl.
Infrarot-Taster	199,90	42,00
x/t-Schreiber inkl. Eprom/Software	211,90	98,00
Universal-Netzgerät inkl. Ringkerntrafo	104,90	45,00
Universal-Netzgerät DVM-Platine	—	30,00

Lötendraht

1-mm-Spule 250 gr. (ca. 35 m)	14,10
0,5-mm-Spule SMD 100 gr. (ca. 30 m)	9,50
1-mm-Wickel Silberlot 50 gr. (Feinsilber)	14,50

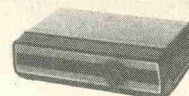
Preise der älteren elrad-Bausätze entnehmen Sie bitte unserer Anzeige im jeweiligen Heft.

Aktuell



Drum-to-Midi: Schlagwandler inkl. Netzteil/Eprom	Bs.	Pl.
Stereo-IR-Sender ohne Netzteil	134,90	40,00
Stereo-IR-Empfänger inkl. Kopfhörer	43,50	22,00
Stereo-IR-Sender-Netzteil (fertig)	62,90	22,00
	7,90	—

NEU! NEU! NEU! Alle elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in der neuen Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden!



**TOP-Angebot!
Neu!**

VIDEO-STABILIZER MIT NETZTEIL

Überspielverstärker mit Bildkorrektur. Der Stabilizer ermöglicht eine störungsfreie Wiedergabe von Video-Filmen. Das Flackern, Springen, Laufen und Dimmen (hell/dunkel) wird mit dem Stabilizer verhindert. Der Stabilizer wird zwischen Video-Recorder und FS-Gerät geschaltet. Kein elrad-Bausatz.

HINWEIS!
Das Kopieren von gewerblichen Video-Filmen ist untersagt.
DM 149,00



**Diesselhorst
Elektronik**
Inh. Rainer Diesselhorst
Hohenstaufenring 16
4950 Minden

Tel. 0571/57514

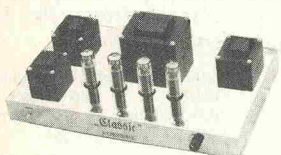
Vertrieb für Österreich:

Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen
Bausätzen aus elrad
Schembergasse 1 D
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

Bausätze, Spezialbauteile und Platinen auch zu älteren elrad-Projekten lieferbar!

Bauteilelisten gegen DM 2,50 in Bfm. Bausatz-Übersichtsliste gegen 2,50 DM in Bfm. Gehäuse-Sonderliste gegen DM 2,50 in Bfm. 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: DM 7,50 Nachnahme Postgiro Hannover 121 007-305 DM 5,00 Vorkasse, Anfragebeantwortung gegen frankierten und adressierten Rückumschlag.

ÜBERTRAGER • NETZTRAFOS • HIGH-END-BAUSÄTZE und GERÄTE



„Classic“-Endstufe

2 x 60 W

Fertigergerät
DM 1300,-

Weitere Geräte
lieferbar

EXPERIENCE electronics Inh. Gerhard Haas
Weststraße 1 • 7922 Herbrechtingen • Tel. 0 73 2453 18

Serienfertigung und Sonderanfertigung von Netztrafos, Übertragern und Drosseln. Trafohauben und Mu-Metal-Abschirmungen lieferbar.

Datenblattmappe über Spezialtrafos für Verstärker, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen gegen Schutzgebühr von DM 7,50 + DM 1,50 Versandkosten in Briefmarken oder Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702. EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System MPAS, Gitarren-, Baß-, Synthesizer-, Orgelverstärker.

Prospekt MPAS-1 und Lagerliste E 88 mit High-End-Geräten und Bausätzen werden zugesprochen gegen DM 1,50 Rückporto in Briefmarken. Bitte gewünschte Liste angeben.

Geschäftszeiten:
Montag bis Donnerstag 9.00 bis 16.00 Uhr
Freitag 9.00 bis 14.00 Uhr

High-End- und HiFi-Bausätze

High-End-Endstufe „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 79,-
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 107,-
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 127,-
High-End-Vorverstärker „Vorgesetzter“ inkl. sel. ICs	DM 175,-
Stückernetzteil fertig montiert mit Renktecker	DM 38,-
Anpaßverstärker inkl. sel. ICs und Übertragern (L-1130 C)	DM 260,-
Anpaßverstärker inkl. sel. ICs und Übertragern (L-1230 C)	DM 275,-
selektierte NE5534 lieferbar	

FRAKO-Elkos, Metallband-, Metalloxid-Widerstände im Lieferprogramm.
Original-Platinen im Bausatzpreis nicht enthalten, bitte extra bestellen.

19"-Gehäuse

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER, komplett mit allen Ausbrüchen, Material Stahlblech mit Alu-Front 99,- DM

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER,
komplett bedruckt und gebohrt

79,- DM

19"-Gehäuse für Parametrischen EQ
(Heft 12), bedruckt + gebohrt

79,- DM

Alle Frontplatten auch einzeln lieferbar.

Gehäuse- und Frontplattenfertigung nach Kundenwunsch sind unsere Spezialität. Wir garantieren schnellste Bearbeitung zum interessanten Preis. Warenversand per NN, Händleranfragen erwünscht.

**A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte
Siegel + Heinings GbR**

Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15
Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d

Stabile Stahlblechausführung, Farbton schwarz, Frontplatte 4 mm Alu Natur, Deckel + Boden abnehmbar. Auf Wunsch mit Chassis oder Lüftungsdeckel.

1 HE/44 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST012	53,- DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	62,- DM
2 HE/88 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST023	73,- DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	73,- DM
3 HE/132 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST033	85,- DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	87,- DM
4 HE/176 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST043	89,- DM
5 HE/220 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST052	89,- DM
6 HE/264 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST062	98,- DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,- DM
Chassisblech	Tiefe 360 mm	Typ CA036	15,- DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

Wahnsinn...diese DYNAMIK

Großer Sound zu kleinen Preisen!

Trinity RS 6b

Supertest
HIFI VISION 1/88

Testzitate: "...galt es dagegen, der Frequenzskala möglichst tief in den Keller zu folgen, so heimste die Trinity Pluspunkte ein...
...wohl dosierte Höhenreproduktion...
...kraftvolle Trinity...
...ausgeglichenes Klangbild, tiefe Bässe..."

Komplett Kitpreis

Stück **248,-** Rohgehäuse MDF Stück 148,-
lackiert Stück 248,-

Für den Einsatz in größeren Räumen sowie zur Erweiterung des Tiefbaßbereiches ist ein passender Subwoofer als Ergänzung lieferbar.

Focal Onyx

Testsieger
HIFI VISION 11/86

Testzitate: "...hing jedoch die französische Onyx an den Lautsprecherkabeln, blieb für die Tester, was die Baßwiedergabe betraf, kein Wunsch offen...
...aber auch in den Mitten und Höhen überzeugte der schwarze Edelstein aus Frankreich...
...mit all diesen Qualitäten setzte sich die Focal Onyx weit von ihren Widersachern ab und belegte einen bravoursen ersten Platz..."

Komplett Kitpreis

jetzt bestellen

Rohgehäuse Stück 348,-
lackiert Stück 398,-

Stück **798,-**

Visaton V.I.B.

Testsieger
HIFI VISION 8/86

Testzitate: "...detailgetreue Mitten und satter straffer Baß..."
Bausatz incl. Fertigweiche

Stück **219,50**

Rohgehäuse MDF
Stück 198,-
lackiert Stück 298,-

Der größte Bausatz-Spezialist
Coupon: "Wir haben einen Plan"
Schicken Sie mir den Boxen-Planer. DM 5,- Schutz-
gebühr in Briefmarken sind beigelegt.

Name

Adresse

HIGH-TECH Lautsprecher Factory

02 31/ 52 80 91

Bremer Straße 28-30 • 4600 Dortmund 1

Drucker-Interface

Matrix-Kurven

Der Grafik-Rekorder 'digigraph' der Firma Solatron ist ein μ P-gesteuertes mehrkanaliges Meßgerät, das in Verbindung mit einem grafikfähigen Matrixdrucker einen herkömmlichen Linienschreiber ersetzt.

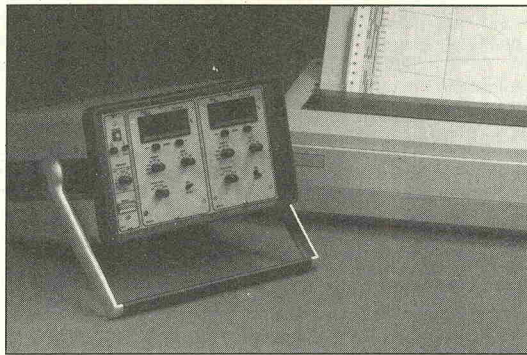
Neben der Registrierung der Meßsignale wird ein Raster für Meßwerte und Zeitachse ausgegeben und beschriftet. Bedrucktes Registrierpapier ist daher nicht nötig. Zu Beginn jeder Messung oder nach Umschalten werden alle Einstellparameter ausgedruckt.

Der Grafik-Rekorder kann neben 1...4 galvanisch getrennten Meßkanälen gleichzeitig bis zu sieben binäre Signale (Ereignismarkierungen) aufzeichnen. Die druckerabhängige Auflösung der Kurve beträgt wahlweise 400, 800 oder 1 600 Punkte bei einer Breite von ca. 170 mm.

Um eine hohe Abtastrate zu erzielen, wurde ein Datenpuffer installiert, in dem die Meßwerte zwischengespeichert werden, bevor sie zur Ausgabe gelangen. Signale mit einer Frequenz bis ca. 5 Hz können registriert werden. Der Grafik-Rekorder stellt sich automatisch auf diese Betriebsart ein und unterbricht die Meßwertaufnahme, wenn der Meßwertspeicher voll ist (ca. 15 000 Meßwerte, entsprechend 1,2 m Papier bei zwei Kanälen).

Wie bei einem Linienschreiber läßt sich die Papiergeschwindigkeit den Eingangssignalen anpassen. Insgesamt stehen 16 Zeitachsen zwischen 0,5 s/Div und 60 min/Div zur Verfügung.

Die umschaltbaren Meßbereiche reichen von ± 1 mV bis ± 50 V und von ± 1 mA bis ± 10 A



bei einem Fehler von 0,2%. Serienmäßig verfügen die Meßeinheiten über eine umschaltbare 2-, 4- oder 8-fache Ausschnittsvergrößerung. An der 3 1/2-stelligen Digitalanzeige kann der Signalverlauf jeden Kanals abgelesen werden. Die Anzeige erfolgt in Prozent des eingestellten Meßbereichs und ist

durch Vorgabe der Nulllinie zu beeinflussen.

Der Grafik-Rekorder arbeitet auch ohne Matrixdrucker als mehrkanaliges Universalmeßgerät.

Nähere Informationen von:

Solatron Meßgeräte GmbH,
Mühlbacher Str. 29,
8672 Selb 4, Tel. (0 92 87)
7 77 49.

Videotechnik

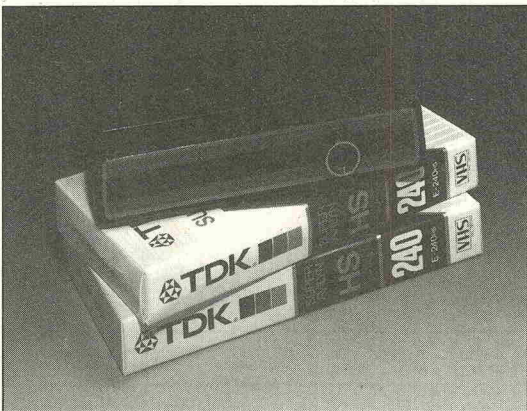
Kopierschutz? Nein danke!

„L 154“ heißt der neue Überspielverstärker aus dem Programm der Manfred Peters KG, der eine störungsfreie Wiedergabe von Videofilmen, aber auch das Kopieren von Kassetten ermöglicht, die nach dem „Macrovision“-Verfahren kopiergeschützt sind. Durch Einsatz dieses „Stabilizers“ wird das störende Flackern, Laufen, Springen und Dimmen des Fernsehbilds verhindert. Über 6-polige AV-Buchsen

kann das Gerät beispielsweise zwischen zwei Videorekorder geschaltet werden; das mitgelieferte Steckernetzteil versorgt den Überspielverstärker mit Betriebsstrom.

Erstaunlich ist der relativ niedrige Preis dieses Geräts: Die vom Hersteller genannte, unverbindliche Preisempfehlung für das komplette Gerät inklusive Steckernetzteil beträgt 149 D-Mark. Bezug nur über den Fachhandel. Händlernachweis von:

Manfred Peters KG, Postfach 1311, 2083 Halstenbek, Tel. (0 41 01) 4 79 02.

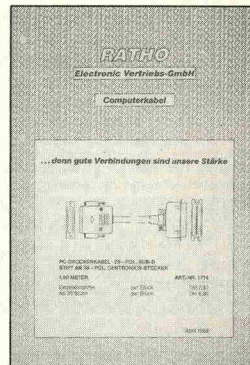


Kabelkatalog

Leitende Angesteckte

„Computer-Kabel“ — so lautet der Titel des neuen Katalogs der Firma Ratho, in dem auf 20 Seiten Kommunikationsleitungen für unsere intelligenten Freunde angeboten werden. Doch nicht nur das: Auch eine reichhaltige Auswahl von Staubschutzhauben und Video/Audio-Adaptoren ist Bestandteil des im Katalog enthaltenen Angebots.

Der Kabelkatalog wird ausschließlich an den



Fachhandel geliefert. Kontaktadresse für Interessenten:

Ratho Electronic Vertriebs-GmbH,
Burchardstr. 6,
2000 Hamburg 1, Tel. (0 40)
33 86 41, Telex 215 355.

Wettbewerb

Ideenbörse 1988

Einen Kreativitäts-Wettbewerb hat die in Österreich ansässige Firma Emco Maier ausgeschrieben, der einerseits jungen, erfinderischen Geistern die Möglichkeit geben soll, ihre Ideen einer fachkundigen Beurteilung zu unterziehen, andererseits mit verlockenden Preisen die Motivation heben will. Themenschwerpunkte der diesjährigen Ideenbörse sind:

1. Do-It-Yourself-Werkzeuge und Maschinen
2. Umweltschutzgeräte und -ideen

3. „verrückte“ Sachen (Dinge für Spaß und Freizeit)

Als Voraussetzung für die Teilnahme nennt Emco die Einreichung eines Projekts, das technisch realisierbar ist und das den allgemein anerkannten ethischen Normen entspricht. Als letzter Einreichungstermin wurde der 31. Juli 1988 festgesetzt.

Die Hauptpreise bestehen aus Reisen nach Disneyland/Kalifornien, CD-Playern und 'Soundmachines'. Interessenten nehmen Kontakt auf mit:

Emco Maier & Co., Friedmann-Maier-Str. 9, A-5400 Hallein, Tel. Österreich (0 62 45) 25 81-0.

Versandhandel

Multimillionär

Die Gesamtauflage der Kataloge der Firma Westfalia Technica erreicht nach eigener Aussage des Unternehmens in diesem Jahr 10 Millionen Exemplare. Vor kurzem ist der Katalog 3/88 erschienen. Der Katalog deckt vom Multimeter bis zum Gaslötkolben, vom Plattenspieler bis zum Computer alle Elektronik-Bereiche ab, und Preis-Bonbons sind allemal vertreten.



Der Katalog kann angefordert werden von:

Westfalia Technica Handels GmbH, Industriestr. 1, 5800 Hagen 1, Tel. (0 23 31) 3 55 11, Telex 823 509.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 6/88

NF-Verzögerung: Filter + Wandler zus. So DM 128,90
Präzisions-Milliohm-Meter (o. Krokodil) DM 79,90
E.M.M.A. IEC-Schnittstellenkonverter So DM 69,70

Heft 5/88

Midi-Monitor mit Tastatur So DM 138,70
Passiv-Infrarot-Schalter DM 73,90
SMD-VU-Meter DM 18,50
V24-Interface (E.M.M.A.) DM 22,60

Heft 4/88

Frequenz-Shifter: Mutter- + NF-Platine DM 47,90
Digitaler Sin-/Cos.-Generator (Software DM 25,-) DM 33,90
Analoger Sin-/Cos.-Generator DM 14,50
Netzteil (Multiplizierter Teilesatz je DM 39,80) DM 13,90
Anpaßverstärker: 2 + 2 Kanäle + Siebung (o. U1, U2) zus. DM 79,50
(U1 & DM 60,00; U2 & DM 32,00 So)
E.M.M.A. als DCF-77-Uhr, bestehend aus folgenden Teilesätzen:
Basisplatine + Relaisplatine + Empfangsteil DCF-77 +
LCD-Anzeige + Tastatur + V-24-Interface (Teilesätze daraus
auch einzeln lieferbar.) SSo DM 485,00

Heft 3/88

Netzgerät 0-16V/20A (o. Tr.) So DM 165,90
Vorverstärker zu Black Devil (o. Netz) So DM 89,70
Experimentier-Set für Analog-Multiplizierer DM 46,80
E.M.M.A.: Tastatur DM 59,90
E.M.M.A.: LCD-Display und Tastatur zus. So DM 159,60
Step and Go 4: SMD-Treiber DM 22,50

Heft 2/88

E.M.M.A. SSo DM 199,80
Low-Power-Geigerzähler SSo DM 229,70
RMS/DC-Konverter DM 86,50
Umsetzer RS 232 > RS 422 DM 49,90
Umsetzer RS 232 > RS 232 Current loop DM 89,60

Heft 1/88

EPR-Merker So DM 89,70
Step and Go 3: Handsteuer-Interface DM 41,80
SMD-Konstantstromquelle DM 7,50
Gitarren-Stimmgerät DM 63,50
µPegelschreiber 4: Ausgangsverstärker So DM 89,90

Heft 12/87

Schrittmotorsteuerung: Plo-Karte DM 25,60
Schrittmotorsteuerung: Mux-Karte DM 19,95
Sprachausgabe für C64 DM 42,80
Bitmuster Detektor DM 49,90
MIDI-Interface für C64 DM 22,30
RS 232-Schnittstelle für C64 DM 16,70
Marderschnecke (220 V = DM 36,40) Kfz DM 29,90
Normalfrequenzgenerator So DM 69,90
Signalverfolger DM 39,90
Schaltender Abwärtsregler DM 19,90

Heft 11/87

Step and Go (Schrittmotorsteuerung) So DM 159,60
Netzteil o. Tr. + Steuerung zusammen DM 76,80
µPegelschreiber 3: Interface + Netzteil o. Tr. DM 5,90
Audio-Impedanzwandler DM 13,80
GHz-Aktivator (SMD-Ant.verst.)

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Liste kostenlos gegen 0,80 DM Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

Leider wieder aktuell!

Geigerzähler mit Komfort nach ELO Juli 1986

Digitale Dosisleistungsanzeige. Einstellbare Warnschwelle bis zu 4stellig. Extrem geringer Stromverbrauch, daher netzunabhängig. Kompakter Aufbau auf zwei Platinen 66 x 97 mm. Gehäusegröße nur 43 x 72 x 155 mm.

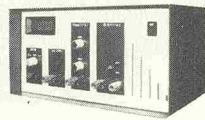


Strahlungsindikator: Betriebsspannung 6-12 Volt. Stromaufnahme 0,5 bis 10 mA (bei optischer Anzeige). Toleranz ± 10 % typ. Zählrohrspannung ca. 520 V, geregelt. Impulsdauer 100 µs; max. 10.000 Imp./s. Anzeige optisch und akustisch.

Digitale Auswertung: Betriebsspannung 6,5-10 Volt. Stromaufnahme 4 mA; mit Summer 28 mA; mit Anzeigen bis 80 mA. Warnschwelle: Bis zu 4stellig einstellbar. Tordauer veränderlich, um auch mit anderen Zählrohren arbeiten zu können. Max. Taktfrequenz 200 kHz. Lieferbar ELO Heft (auch vorab gegen DM 8,90 Marken).

Preise: Bauteilesatz Strahlungsindikator mit ZP 1400 SSo DM 289,10
Bauteilesatz digitale Auswertung SSo DM 114,00
Gehäuse mit Befestigungsmaterial DM 18,90
Platine ELO 7/86 Satz = 2 Stück DM 26,90

Aktuell Juli/August 1988 zu diesem Heft



E.M.M.A.-IEC-Konverter (Heft 9/88) SSo DM 69,70
Infrarot-Taster (Linse 2,5 bzw. 6,5 cm extra) SSo DM 367,90
x/t-Schreiber (IC7 programmiert DM 25,-) DM 139,70
Drum-to-Midi: Schlagwandler So DM 99,80
Stereo-IR-Sender mit Steckernetzteil DM 44,90
Stereo-IR-Empfänger DM 48,70
Einkanal-2-m-Empfänger (Heft 9/88) DM 98,50
Universal-Netzgerät (o. Tr.) So DM 68,40
Digital-Voltmeter-Modul dazu DM 37,40

Zum Ideen-Wettbewerb: Programmierbare Encoder/Decoder PED 7/PED 15 DM 12,90
Immer noch gefragt: Delta-Delay (Heft 7-8/86) So DM 146,90
Neu im Programm: Mini-Sampler Fertiggerät im Gehäuse So DM 49,80

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskasse-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,- Warenwert plus DM 5,- für Porto und Verpackung (Ausland DM 7,90). Über DM 200,- Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtparkasse Mönchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

Waldstraße 13 · 5531 Oberbettingen · Telefon 0 65 93/10 49



Boxen die es »in sich« haben

Hier stimmt Preis und Qualität — überzeugen Sie sich selbst:

BAUSÄTZE

Daten und Meßwerte

Lautsprecher Abacus APC 12-23

Prinzip 2 Wege geschlossen
Anzahl und Art der Chassis 1 HT, 2 TT
Empfindlichkeit (für 86 dB in 3 m Abstand) Baßsteller 16 Hz, 0, 12 Volt
Maximal erreichbarer Schalldruckpegel in 3 m Abstand (20-500 Hz) 95 dB
dafür erforderliche Verstärkerleistungsspannung Baßsteller 64 Hz, 3,7 Volt
Einschaltautomatik schaltet ein bei —mV*
schaltet aus bei —mV*
Abschaltverzögerung —Minuten*
Eingangsimpedanz 9 kOhm
Abmessungen (Breite x Höhe x Tiefe) Box 18,0 x 45,0 x 28,0 cm
Netzteil 20,5 x 10,0 x 13,0 cm

Qualitätsstufe

Ihr Vorteilspreis

Das Paar DM 1300,—

Daten und Meßwerte

Lautsprecher Abacus APC 24-23

Prinzip 2 Wege geschlossen
Anzahl und Art der Chassis 1 HT, 2 TT
Empfindlichkeit (für 86 dB in 3 m Abstand) 0,34-6,3 Volt
Maximal erreichbarer Schalldruckpegel in 3 m Abstand (20-500 Hz) 99 dB
dafür erforderliche Verstärkerleistungsspannung bei Stellung 0,1 V/32 Hz 7 Volt
Einschaltautomatik schaltet ein bei —mV
schaltet aus bei —mV
Abschaltverzögerung —Minuten
Eingangsimpedanz 10,5 kOhm
Abmessungen (Breite x Höhe x Tiefe) Box 22,9 x 54,9 x 28,6 cm

Qualitätsstufe

Ihr Vorteilspreis

Das Paar DM 1798,—

Auch als Fertigprodukt erhältlich. Händleranfragen erwünscht.

EBS GMBH

Schopenhauerstraße 2, 2940 Wilhelmshaven
Telefon 044 21/387 73

MICROWI SHOP

Zusammenfassung 11, 8900 Augsburg
Telefon 08 21/71 91 75

SPATH ELEKTRONIK

Cramerstraße 9, 8720 Schweinfurt
Telefon 09 721/251 86

FRANK ELEKTRONIK GMBH

Matthiasstraße 3, 8500 Nürnberg 84
Telefon 09 11/32 77 32

SOUNDWARE

Sound/Technik/Styling

HiFi—

Auto-Lautsprecher Bausätze

Proraum

Alleinvertreib

Vertriebs GmbH

Deutschland

4970 Bad

Lieferung sofort

Oeynhausen 1

ab Lager

Postfach 101003 24-Std-Tel-Service

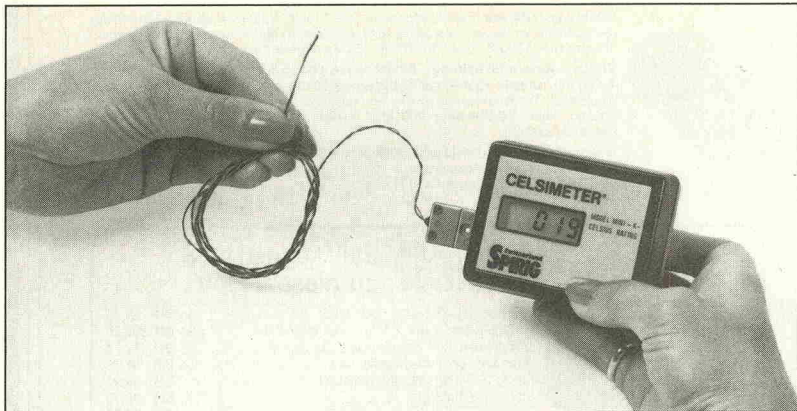
Tel. 05221/3061 Unterlagen: DM 5,—

Telex 9724842 Schein/Briefmarken

Pro 30 II

Pro 21 TPX

proraum



Meßtechnik

Temperatur im Griff

Mit dem Temperatur-Meßgerät 'Celsimeter Mini K' stellt die in der Schweiz ansässige Firma Spirig ein handliches Meßinstrument vor, das Temperaturen mit einem Thermoelement (Typ K) im Bereich zwischen -50°C und $+800^{\circ}\text{C}$ erfaßt und den Meßwert auf einer 8 mm hohen

LCD-Anzeige darstellt. Die Auflösung beträgt 1°C , pro Sekunde erfolgen drei Meßauswertungen. Als Meßfehler wird ein Wert von $\pm 0,25\% \pm 1^{\circ}\text{C}$ genannt.

Für die Stromversorgung wird eine 9-V-Blockbatterie (6 LF 22) eingesetzt, mindestens 100 Stunden kann das Meßgerät mit einer Batterie betrieben werden. Das in einem schlag-

festen Plastikgehäuse (Abmessungen: $80 \times 60 \times 30$ mm) eingebaute Gerät wiegt (mit Batterie) 150 g.

Interessenten erhalten weitergehende Informationen von:

(CH): Dipl.-Ing. Ernest Spirig, Postfach 1140, CH-8640 Rapperswil, Tel. (0 55) 27 44 03, Telex 875 400

(D): Cobonic GmbH, Postfach 1138, 7737 Bad Dürkheim, Tel. (0 77 26) 14 90, Telex 7 921 317

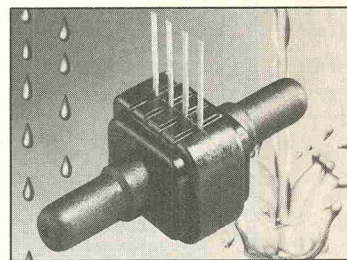
Nass/Nass-Drucksensor

Flüssiges von beiden Seiten

Eine neue Serie piezoresistiver Drucksensoren wird von Honeywell angeboten, die für beidseitig nasse Differenzdruckmessungen geeignet sind. Neben der Differenzdruckausführung umfaßt die Serie 16 PC auch Relativ- und kombinierte Relativ-/Differenzdrucksensoren.

Alle drei Ausführungen sind laut Hersteller für die Druckbereiche $0 \dots 35$ mbar, $0 \dots 1$ bar und $0 \dots 2$ bar lieferbar. Eine eingebaute Kompensationsschaltung sorgt für niedrige Empfindlichkeits- und Nullpunktdrift bei Temperaturschwankungen. Die druckproportionale Ausgangsspannung weist eine hohe Linearität auf.

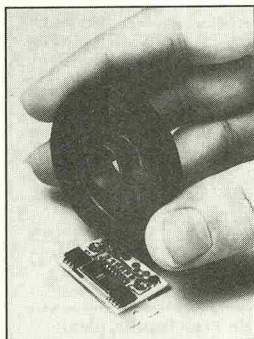
Herz eines jeden Sensors



ist eine Silizium-Druckmembran mit vier ionenimplantierten Piezowiderständen. Unter Druckeinwirkung wird eine Ausgangsspannung von bis zu 100 mV erzeugt. Da die auf dem Chip integrierten Piezowiderstände laserabgeblichen sind, wird eine hochpräzise Kalibrierung gewährleistet.

Als Anwendungsgebiete nennt der Hersteller Haushaltsgeräte, medizinische Apparaturen sowie Meß- und Computer-Peripheriegeräte.

Honeywell Regelsysteme GmbH, Kaiserleistr. 39, 6050 Offenbach, Tel. (0 69) 8 06 40, Telex 4 152 758.



Magnetischer Encoder

Bausatz für Impulse

Electro-Kinesis Inc., eine Tochterfirma der Superior Electric Co., bietet den Encoder-Bausatz EK 500 an. Er besteht aus einer geprüften permanentmagnetischen Scheibe mit geringem Trägheitsmoment sowie einer kompakten Sensorplatine. Der Encoder kann in Motoren und andere rotierende Geräte eingebaut werden, bei denen eine Positions-

rückmeldung benötigt wird.

Die Enkoderscheibe wird entweder über eine Preßpassung oder mit Klebstoff mit der Welle verbunden. Bei den Innenbohrungen hat man die Wahl zwischen den Durchmessern $1/4$ ", $3/8$ " oder 6 mm. Die pro Umdrehung abgegebene Anzahl der Impulse variiert zwischen 100 und 512, abhängig vom Scheibendurchmesser von 24,8 mm, 29,0 mm oder 40,5 mm. Die maximale Drehzahl beträgt $8\,200\text{ min}^{-1}$. An einem zweikanaligen TTL-Ausgang können die Impulse abgenommen werden. Der Encoder arbeitet bei Umgebungstemperaturen im Bereich $-40 \dots +85^{\circ}\text{C}$.

Weitere Informationen sind erhältlich von:

Superior Electric GmbH, Ernst-Moritz-Arnold-Str. 53, 6242 Kronberg, Tel. (0 61 73) 7 90 58

Digitalmultimeter

Manche brauchen's ganz genau ...

Mit den Typen DMM 6047 und DMM 6048 bietet die Firma Prema zwei extrem genaue Digitalmultimeter an, die über einen Anzeigeumfang von $7\frac{1}{2}$ bzw. $8\frac{1}{2}$ Stellen verfügen. Die Meßbereiche in Abhängigkeit von der Meßgröße lauten für beide Geräte: Gleichspannung $\pm 0,2\text{ V}$ bis $\pm 1000\text{ V}$ in fünf Bereichen; Wechselspannung 2 V bis 700 V in vier Be-

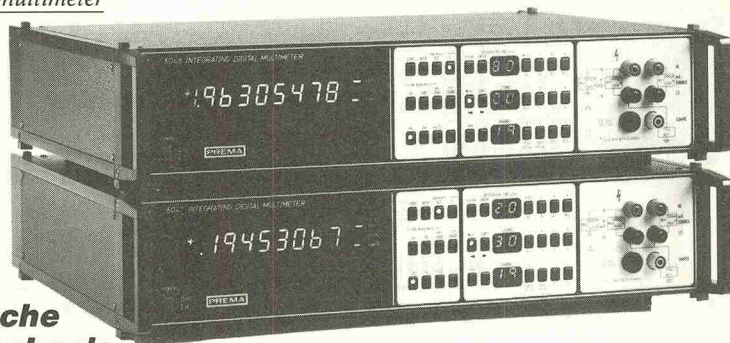
reichen (max. Crest-Faktor 7); Gleichstrom $\pm 2\text{ A}$; Wechselstrom 2 A (max. Crest-Faktor 7); Widerstand $200\ \Omega$ bis $20\text{ M}\Omega$ in sechs Bereichen (DMM 6048: $200\ \Omega$ bis $200\text{ M}\Omega$ in sieben Bereichen); Temperatur $-200 \dots +850^{\circ}\text{C}$, $-328 \dots +1562^{\circ}\text{F}$, $73 \dots 1123\text{ K}$.

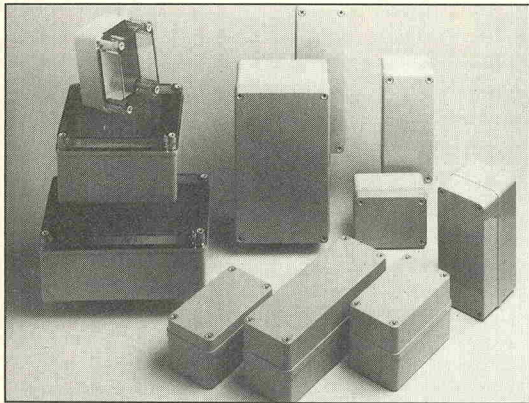
Die Meßgeräte verfügen über einen Triggereingang, über den mit der

positiven Flanke eines Impulses ein Meßvorgang gestartet werden kann sowie über eine IEEE-488-Schnittstelle. Optionell wird ein Meßstellen-Umschalter mit 20 Kanälen angeboten.

Weitere Informationen von:

Prema Präzisionselektronik und Meßanlagen GmbH Mainz, Robert-Koch-Str. 10, 6500 Mainz 42, Tel. (0 61 31) 50 62-0, Telex 4 187 666





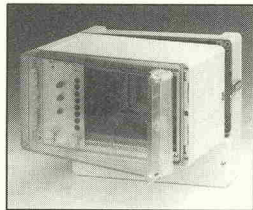
Gehäuse

Sicherheitsboxen

Schlagfestigkeit, Dichtigkeit, Öl- und Säurebeständigkeit sind die Anforderungen, die heute an Gehäuse für den Einbau von Maschinen-Steuerungen haustechnischer Anlagen gestellt werden. Auch in Labors sind diese Eigenschaften nicht zu verachten. Die Fa. OKW, Odenwälder Kunststoffwerke, hat für die entsprechenden Ein-

satzfälle Wand- und Tischgehäuse in 380 Varianten in ihrem Programm.

Unter der Bezeichnung „Robust-Box“ wurde eine Tischgehäuseriehe konzipiert, die speziell in nasser, staubiger und



rauer Umgebung bestehen kann. Die Reihe enthält Typen in zwei lichtgrauen Ausführungen (Polykarbonat und ABS), sechs Grundgrößen und zwei Deckeltiefen. Aus den gleichen Materialien bestehen die „Wandgehäuse A und P“. Hier werden 12 Varianten ohne und mit Klarsichthaube sowie mit beliebig wählbarer Scharnierseite zu bekommen sein.

Die „Vario-Box“ (Foto Einzelgehäuse) stellt ein leicht montierbares Wandgehäuse dar, das sowohl für 19"-Einbauten als auch für ungenormte Leiterplatten geeignet ist. Eine Weiterentwicklung ist das „Wandgehäuse im Baukastensystem“. Der Gehäuserahmen ist abnehmbar, so daß man schnell an die auf dem flachen Unterteil montierten Einbauten kommt.

OKW, Odenwälder Kunststoffwerke, 6967 Buchen/Odw.

Bühne & Studio

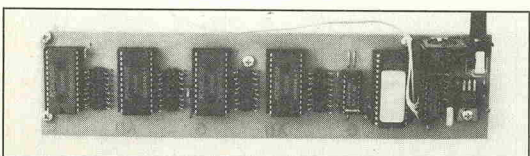
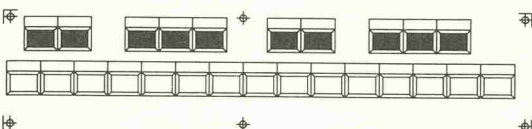
Krawatten-Keyboard

Ein Zusatz- oder Einstieger-Keyboard in Miniatúrausführung mit zwei Oktaven Tonumfang verbirgt sich hinter der Abkürzung MMK2. Die Firma Doepfer Musikelektronik bietet dieses vollwertige Midi-Keyboard mit Anschlagdynamik zum Bausatzpreis von 175 D-Mark an (Fertigmodul 225 D-

Mark). Dank der Verwendung von Mini-Digitastern und eines SMD-ähnlichen Aufbaus konnten die Abmessungen auf ca. 200x50x30 mm gedrückt werden. Aufgrund der geringen Tastengröße ist zwar kein vollwertiges Spielgefühl zu erreichen, aber der Einsatz als Zusatz-Keyboard am Unterarm oder als Krawatte bei einer Live-Show hebt diesen Mangel durch seinen Gag-Effekt wieder auf.

LMK2 ist eine preiswerte Elektronik zur Midi-Nachrüstung für Tastaturen mit durchgehenden Sammelschienen. In der Grundausstattung ist sie für 64 Tasten ausgelegt, sie läßt sich aber auf 127 Tasten erweitern. Weiterhin ist das LMK2 voll anschlagdynamisch in 128 Stufen; es sendet auf Midi-Kanal 1 oder 2 bzw. gesplittet auf den Kanälen 1 und 2. 16 verschiedene Programme sind mit einem Drehschalter anwählbar. Das Gerät ist vollpolyphon und hat eine Midi-Out-Print-Buchse nach Midi-Norm. In der Grundversion kostet der Nachrüstset als Bausatz 148 D-Mark, als Fertigmodul ist er für 198 D-Mark zu haben.

Doepfer Musikelektronik, Lochhamer Str. 63, 8032 Gräfelfing, Tel. (0 89) 85 55 78.

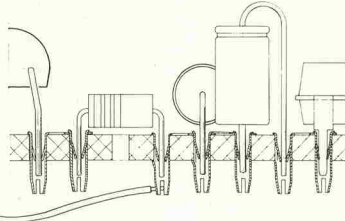
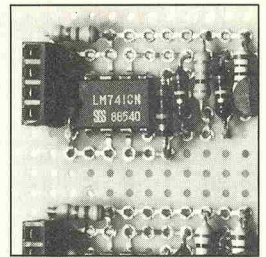
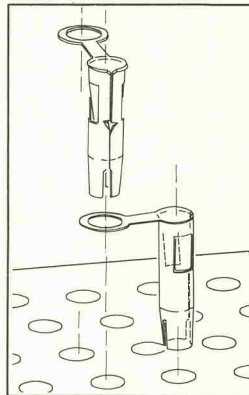


Labor-Praxis

Klemmt und paßt

Ein neuartiges System zum Aufbau von Versuchsschaltungen stellt die Firma Inotec mit ihren „System-Pins“ vor. Diese Kontaktelemente werden in 1-mm-Bohrungen von 1,5...1,6 mm dicken Lochrasterplatten rastend eingedrückt und stellen nach Umbiegen der Kontaktfahne die Verbindung zu einem benachbarten Loch her (Abstand 2,54 mm). In die Bohrung der Kontaktfahne kann ein weiteres Kontaktelement eingesetzt werden, so daß eine fortlaufende Verbindung ohne zusätzliche Verdrahtung entsteht.

Auf der Unterseite läßt sich eine zusätzliche Ver-



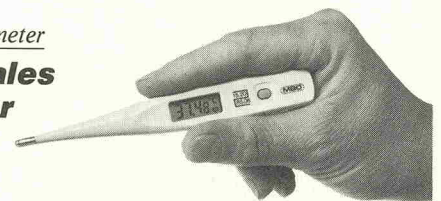
drahtung anbringen, da die Platine ja durchkontaktiert ist. Nun können Bauelemente mit Anschlüssen bis zu 0,75 mm Durchmesser eingesteckt werden.

Im Lieferumfang sind enthalten: 245 Kontaktpins, eine Euro-Lochrasterplatine und ein „Handhabungswerkzeug“, die unverbindliche Preisempfehlung des Sets lautet auf 23,80 D-Mark. Ebenfalls lieferbar sind 2000 Kontakte am Band im Raster 4,5 mm auf einer Spule zum unverbindlichen Preis von 145,45 D-Mark. Weitere Informationen von

Inotec electronics GmbH, Theodor-Heuss-Str. 9, 7100 Heilbronn 14, Tel. (0 71 31) 3 30 10.

Thermometer

Digitales Fieber



Die Firma Conrad Electronic bietet ein elektronisches Fieberthermometer mit Speicherung der höchsten gemessenen Temperatur sowie automatischer Abschaltung nach 15 Minuten an. Der Meßwert wird auf einem LC-Display nach einer Meßzeit von 60 s

digital angezeigt. Das Thermometer ist einschließlich eines bruch sicheren Etuis und 25 Hygiene-Hüllen zum Preis von 14 Mark 50 erhältlich.

Conrad Electronic, Klaus-Conrad-Str. 1, 8452 Hirschau, Tel. (0 96 22) 30-11 1.



REICHHEIT

ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAH

Transistoren			Transistoren			Transistoren		
2N	BC	BC	BD	BDT	BF	BSY	MJ	
708	-65	107A	-33	547C	-08	238	-69	418
714	-69	107B	-33	548A	-08	239B	-71	422
1613	-58	108A	-33	548B	-08	240	-72	428
1911	-55	108B	-33	548C	-08	240B	-72	434
1893	-55	109A	-33	549B	-08	240C	-72	440
2102	-77	109B	-33	549C	-08	241	-71	446
2218	-53	109C	-33	550B	-13	241A	-71	452
2218A	-56	140-6	-65	550C	-13	241B	-71	458
2219	-52	140-10	-65	551A	-08	241C	-71	464
2219A	-52	140-16	-65	551B	-08	241D	-71	470
2221	-41	141-6	-65	551C	-08	241E	-71	476
2221A	-57	141-10	-52	551D	-08	241F	-71	482
2222	-48	141-16	-52	552A	-08	241G	-71	488
2222A	-48	141-22	-52	552B	-08	241H	-71	494
2568	-72	160-6	-55	552C	-08	241I	-71	500
2569	-72	160-10	-55	552D	-08	241J	-71	506
2569A	-72	160-16	-55	552E	-08	241K	-71	512
2569B	-72	160-22	-55	552F	-08	241L	-71	518
2569C	-72	160-28	-55	552G	-08	241M	-71	524
2569D	-72	160-34	-55	552H	-08	241N	-71	530
2569E	-72	160-40	-55	552I	-08	241O	-71	536
2569F	-72	160-46	-55	552J	-08	241P	-71	542
2569G	-72	160-52	-55	552K	-08	241Q	-71	548
2569H	-72	160-58	-55	552L	-08	241R	-71	554
2569I	-72	160-64	-55	552M	-08	241S	-71	560
2569J	-72	160-70	-55	552N	-08	241T	-71	566
2569K	-72	160-76	-55	552O	-08	241U	-71	572
2569L	-72	160-82	-55	552P	-08	241V	-71	578
2569M	-72	160-88	-55	552Q	-08	241W	-71	584
2569N	-72	160-94	-55	552R	-08	241X	-71	590
2569O	-72	160-100	-55	552S	-08	241Y	-71	596
2569P	-72	160-106	-55	552T	-08	241Z	-71	602
2569Q	-72	160-112	-55	552U	-08	242	-72	608
2569R	-72	160-118	-55	552V	-08	242A	-72	614
2569S	-72	160-124	-55	552W	-08	242B	-72	620
2569T	-72	160-130	-55	552X	-08	242C	-72	626
2569U	-72	160-136	-55	552Y	-08	242D	-72	632
2569V	-72	160-142	-55	552Z	-08	242E	-72	638
2569W	-72	160-148	-55	553A	-08	242F	-72	644
2569X	-72	160-154	-55	553B	-08	242G	-72	650
2569Y	-72	160-160	-55	553C	-08	242H	-72	656
2569Z	-72	160-166	-55	553D	-08	242I	-72	662
2570	-56	168B	-27	553E	-08	242J	-72	668
2905A	-56	168C	-27	553F	-08	242K	-72	674
2905B	-56	168D	-27	553G	-08	242L	-72	680
2906	-41	169B	-28	553H	-08	242M	-72	686
2906A	-41	169C	-28	553I	-08	242N	-72	692
2907	-41	170A	-16	553J	-08	242O	-72	698
2907A	-41	170B	-16	553K	-08	242P	-72	704
3019	-67	170C	-16	553L	-08	242Q	-72	710
3020	1,17	173B	-23	553M	-08	242R	-72	716
3053	-80	173C	-23	553N	-08	242S	-72	722
3054	1,65	177A	-33	553O	-08	242T	-72	728
3055	1,16	177B	-33	553P	-08	242U	-72	734
3055A	1,16	177C	-33	553Q	-08	242V	-72	740
3055B	1,16	177D	-33	553R	-08	242W	-72	746
3055C	1,16	177E	-33	553S	-08	242X	-72	752
3055D	1,16	177F	-33	553T	-08	242Y	-72	758
3055E	1,16	177G	-33	553U	-08	242Z	-72	764
3055F	1,16	177H	-33	553V	-08	243	-73	770
3055G	1,16	177I	-33	553W	-08	243A	-73	776
3055H	1,16	177J	-33	553X	-08	243B	-73	782
3055I	1,16	177K	-33	553Y	-08	243C	-73	788
3055J	1,16	177L	-33	553Z	-08	243D	-73	794
3055K	1,16	177M	-33	554A	-08	243E	-73	800
3055L	1,16	177N	-33	554B	-08	243F	-73	806
3055M	1,16	177O	-33	554C	-08	243G	-73	812
3055N	1,16	177P	-33	554D	-08	243H	-73	818
3055O	1,16	177Q	-33	554E	-08	243I	-73	824
3055P	1,16	177R	-33	554F	-08	243J	-73	830
3055Q	1,16	177S	-33	554G	-08	243K	-73	836
3055R	1,16	177T	-33	554H	-08	243L	-73	842
3055S	1,16	177U	-33	554I	-08	243M	-73	848
3055T	1,16	177V	-33	554J	-08	243N	-73	854
3055U	1,16	177W	-33	554K	-08	243O	-73	860
3055V	1,16	177X	-33	554L	-08	243P	-73	866
3055W	1,16	177Y	-33	554M	-08	243Q	-73	872
3055X	1,16	177Z	-33	554N	-08	243R	-73	878
3055Y	1,16	178A	-33	554O	-08	243S	-73	884
3055Z	1,16	178B	-33	554P	-08	243T	-73	890
3056	1,16	178C	-33	554Q	-08	243U	-73	896
3056A	1,16	178D	-33	554R	-08	243V	-73	902
3056B	1,16	178E	-33	554S	-08	243W	-73	908
3056C	1,16	178F	-33	554T	-08	243X	-73	914
3056D	1,16	178G	-33	554U	-08	243Y	-73	920
3056E	1,16	178H	-33	554V	-08	243Z	-73	926
3056F	1,16	178I	-33	554W	-08	244	-74	932
3056G	1,16	178J	-33	554X	-08	244A	-74	938
3056H	1,16	178K	-33	554Y	-08	244B	-74	944
3056I	1,16	178L	-33	554Z	-08	244C	-74	950
3056J	1,16	178M	-33	555A	-08	244D	-74	956
3056K	1,16	178N	-33	555B	-08	244E	-74	962
3056L	1,16	178O	-33	555C	-08	244F	-74	968
3056M	1,16	178P	-33	555D	-08	244G	-74	974
3056N	1,16	178Q	-33	555E	-08	244H	-74	980
3056O	1,16	178R	-33	555F	-08	244I	-74	986
3056P	1,16	178S	-33	555G	-08	244J	-74	992
3056Q	1,16	178T	-33	555H	-08	244K	-74	998
3056R	1,16	178U	-33	555I	-08	244L	-74	1004
3056S	1,16	178V	-33	555J	-08	244M	-74	1010
3056T	1,16	178W	-33	555K	-08	244N	-74	1016
3056U	1,16	178X	-33	555L	-08	244O	-74	1022
3056V	1,16	178Y	-33	555M	-08	244P	-74	1028
3056W	1,16	178Z	-33	555N	-08	244Q	-74	1034
3056X	1,16	179A	-33	555O	-08	244R	-74	1040
3056Y	1,16	179B	-33	555P	-08	244S	-74	1046
3056Z	1,16	179C	-33	555Q	-08	244T	-74	1052
3057	-56	168B	-27	555R	-08	244U	-74	1058
3057A	-56	168C	-27	555S	-08	244V	-74	1064
3057B	-56	168D	-27	555T	-08	244W	-74	1070
3057C	-56	168E	-27	555U	-08	244X	-74	1076
3057D	-56	168F	-27	555V	-08	244Y	-74	1082
3057E	-56	168G	-27	555W	-08	244Z	-74	1088
3057F	-56	168H	-27	555X	-08	245	-75	1094
3057G	-56	168I	-27	555Y	-08	245A	-75	1100
3057H	-56	168J	-27	555Z	-08	245B	-75	1106
3057I	-56	168K	-27	556A	-08	245C	-75	1112
3057J	-56	168L	-27	556B	-08	245D	-75	1118
3057K	-56	168M	-27	556C	-08	245E	-75	1124
3057L	-56	168N	-27	556D	-08	245F	-75	1130
3057M	-56	168O	-27	556E	-08	245G	-75	1136
3057N	-56	168P	-27	556F	-08	245H	-75	1142
3057O	-56	168Q	-27	556G	-08	245I	-75	1148
3057P	-56	168R	-27	556H	-08	245J	-75	1154
3057Q	-56	168S	-27	556I	-08	245K	-75	1160
3057R	-56	168T	-27	556J	-08	245L	-75	1166
3057S	-56	168U	-27	556K	-08	245M	-75	1172
3057T	-56	168V	-27	556L	-08	245N	-75	1178
3057U	-56	168W	-27	556M	-08	245O	-75	1184
3057V	-56	168X	-27	556N	-08	245P	-75	1190
3057W	-56	168Y	-27	556O	-08	245Q	-75	1196
3057X	-56	168Z	-27	556P	-08	245R	-75	1202
3057Y	-56	169A	-27	556Q	-08	245S	-75	1208
3057Z	-56	169B	-27	556R	-08	245T	-75	1214
3058	-56	169C	-27	556S	-08	245U	-75	1220
3058A	-56	169D	-27	556T	-08	245V	-75	1226
3058B	-56	169E	-27	556U	-08	245W	-75	1232
3058C	-56	169F	-27	556V	-08	245X	-75	1238
3058D	-56	169G	-27	556W	-08	245Y	-75	1244
3058E	-56	169H	-27	556X	-08	245Z	-75	1250
3058F	-56	169I	-27	556Y	-08	246	-76	1256
3058G	-56	169J	-27	556Z	-08	246A	-76	1262
3058H	-56	169K	-27	557A	-08	246B	-76	1268
3058I	-56	169L	-27	557B	-08	246C	-76	1274
3058J	-56	169M	-27	557C	-08	246D	-76	1280
3058K	-56	169N	-27	557D	-08	246E	-76	1286
3058L	-56	169O	-27	557E	-08	246F	-76	1292
3058M	-56	169P	-27	557F	-08	246G	-76	1298
3058N	-56	169Q	-27	557G	-08	246H	-76	1304
3058O	-56	169R	-27	557H	-08	246I	-76	1310
3058P	-56	169S	-27	557I	-08	246J	-76	1316
3058Q	-56	169T	-27	557J	-08	246K	-76	

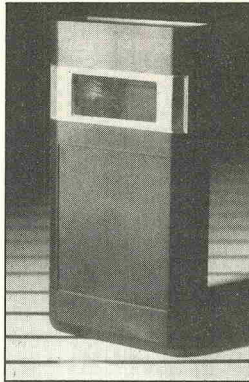
0084BP	1,20	2264CP	4,11	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82	1218	5,82
--------	------	--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Gehäuse

Variationen in ABS

Die Firma bopla hat mit ihrer BOS-800-Serie ein Handgehäuse aus ABS-Kunststoff entwickelt, das speziell für den Einbau einer Digitalanzeige vorbereitet ist und sich besonders für mobile Steuer-, Meß- und Regelgeräte sowie für die mobile Betriebsdatenerfassung eignet.

Das Gehäuse mit den ca.-Maßen 200x100x40 mm, das



von unten verschraubt wird, gibt es in sechs Varianten. Es ist wahlweise mit außen aufliegender

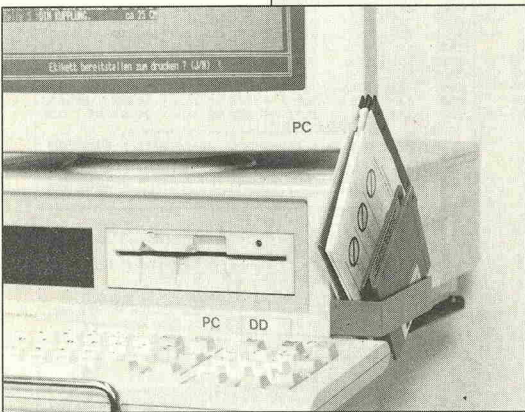
Panorama-, mit innen angebrachter Displayscheibe oder aber ohne Display-Öffnung ausgeführt. Darüber hinaus kann der Anwender zwischen Varianten mit oder ohne Batteriefach wählen. Außerdem kann das Gehäuse für den Einbau einer mechanischen oder einer Folientastatur vorbereitet sein. Der Vertrieb erfolgt nur über den Fachhandel.

bopla Gehäuse Systeme GmbH, Uhlendickstr. 134-140, 4980 Bünde 1, Industriegebiet West, Tel. (0 52 23) 6 93-0.

Computer

Disketten-Parkplatz

Die Computer-Arbeitsplatzordnung, die eine Auffindbarkeit zumindest der Disketten zuläßt, wird von der neuen „Plonker-Box“ unterstützt. Diese ist ein klei-



nes, unauffälliges Teil nach dem Prinzip des Fahrrad-Parkständers. Die Befestigung erfolgt

mit Selbstklebeband am Rechner- oder Bildschirmgehäuse; es können bis zu 8 häufig ge-

brauchte Disketten gespeichert werden. Der „Datenträger“ ist universell für 5 1/4- und 3 1/2-Zoll-Disketten einsetzbar, auch Mischbetrieb ist möglich.

Bezug nur über den Fachhandel; Händlernachweis von:

Lindy-Elektronik GmbH, Postfach 10 20 33, 6800 Mannheim 1, Tel. (06 21) 4 60 05 0.

Computermusik

Stereo billiger

Die Firma KBL-Elektronik hat den Preis ihres „Super-Stereo-Sound-Steckmoduls“ für den C64/128 deutlich gesenkt. Das Steckmodul mit Demoprogrammen,

Lautsprecher, Box und Anleitung gibt es nun, nach der Preissenkung, für 138 D-Mark, der Bausatz (ohne Lautsprecher) ist sogar noch 40 D-Mark billiger.

Beim Einsatz des Gerätes erklingen die drei Original-Stimmen des

Computers auf einem, die drei Modul-Stimmen auf dem anderen Kanal, und dies mit nur einer Basisadressen-Änderung gegenüber herkömmlichen Soundprogrammen.

KBL-Elektronik, Konrad Bläß, Müllnerstr. 28, 8500 Nürnberg 80, Tel. (09 11) 26 32 62.



Taschenrechner

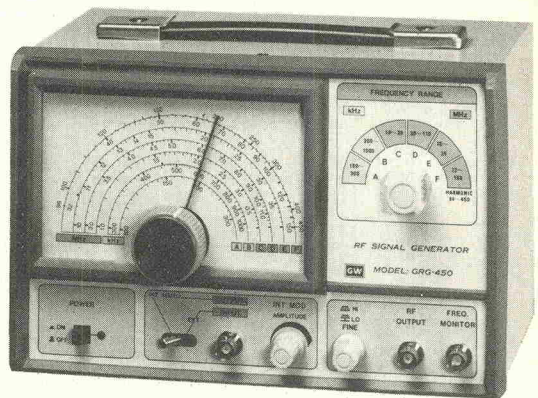
Speziell für Bruchpiloten

Einen neuartigen Taschenrechner für Schüler stellt die im Bereich hochwertiger Schulrechner seit langem sehr rühmliche Texas Instruments vor. Der „Galaxy Junior“ wurde, wie der Hersteller dazu mitteilt, in Zusammenarbeit mit Pädagogen und Lehrern entwickelt und sei speziell auf die Zielgruppe zugeschnitten. Bei der

Bruchrechnung zum Beispiel leistet das Gerät wertvolle Hilfe durch Darstellung der Brüche in der gewohnten Form und zeigt dem Benutzer mit Hilfe eines Indikators die Kürzbarkeit an.

Der „Galaxy Junior“ einschließlich einer „klar und verständlich“ geschriebenen Bedienungsanleitung“ soll ab sofort zum Preis von unter 50 D-Mark im Handel erhältlich sein.

Texas Instruments Deutschland GmbH, Haggertystraße 1, 8050 Freising.



Hf-Meßtechnik

RF in 6 Bereichen

Frequenzen von 100 kHz bis 150 MHz in sechs Bereichen liefert der Hf-Generator GRG-450 von Dynatrade. Ein interner 1-kHz-Generator für die Amplituden-Modulation ist bis ca. 80% einstellbar. Die Ausgangsspannung läßt sich stufenlos bis maximal 100 mV einstellen. Separate Ausgänge für Oszilloskop-

bzw. Frequenzzähler-Anschluß sind vorhanden.

Damit wird das gute Stück seinem Namen „RF Signal Generator“ gerecht (RF = Radio Frequency) und kann mit seinem Investitionsvolumen von 640 D-Mark zuzügl. Mehrwertsteuer durchaus als preiswert gelten.

Dynatrade Electronic GmbH, Schimmelbuschstr. 25, 4006 Erkrath 2-Hochdahl, Tel. (0 21 04) 3 11 47.



Aus dem Angebot:

Der „DM-Automatic-Preisknüller“:
LCD-Digital-Multimeter mit automati-
scher Bereichswahl u. Hold-Funktion
Sichere Bedienung durch einen Dreh-
schalter mit nur fünf Meßstellungen.
10 mm große, 3 1/2-stellige LCD-Anzeige
mit Polaritäts-, Überlauf- und „BAT“-
Anzeige. Eingebauter Summer für
Durchgangsprüfung. Eingangswider-
stand 10 MΩ. Grundgenauigkeit 0,5%.

Technische Daten:

V₊: 200 mV/2/20/200/1000 V,
V₋: 2/20/200/500 V, Aufl. 1 mV
I₊: 20 mA/200 mA/10 A, Aufl. 10 µA
I₋: 20 mA/200 mA/10 A, Aufl. 10 µA
Ω: 200 Ω/2/20/200 kΩ/2 MΩ

Lieferumfang: 1 Paar Sicherheitsprüfschnüre,
Bedienungsanleitung und 9-V-Batterie.

Best.-Nr. 41-23-078

nur DM 59,-

RIM electronic 88

die andere Art von Katalog

Völlig neu überarbeitete Ausgabe, über
1280 Seiten stark! Mit erweitertem techn.
Buchteil mit zahlreichen Schaltungen, Plä-
nen, Skizzen und Techno-Infos made by
RIM und einem extrem breiten Elektronik-
Angebot mit über 70 Warengruppen.
Schutzgebühr 16,- DM. Bei Versand: Vor-
kasse Inland 19,- DM (inkl. Porto), Postgiro-
konto München, Nr. 2448 22-802. Nach-
nahme Inland 22,20 DM (inkl. NN-Gebühr).



RIM
electronic

RADIO-RIM GmbH, Bayerstraße 25, 8000 München 2,

Postfach 202026, Telefon (089) 551 7020, Telex 529166 rarim d, Telefax (089) 551 702-69

AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL •

19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494, Frontplatte 4 mm
ALU/sw, stabile Konstruktion,
geschlossene Ausführung, Be-
lüftungsblech/Chassis Option
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahl-
blech schwarz epoxiert.

2 HE 88 mm	DM 55,00
3 HE 132,5 mm	DM 66,80
4 HE 177 mm	DM 77,00
5 HE 221,5 mm	DM 89,00
6 HE 266 mm	DM 95,00

45,00 DM
Höhe 1HE 44 mm

RÖH 1 Röhrenvorverstärker **389,00**
incl. Platine/Trafo
RÖH 2 Röhrendstufe **590,00**
incl. Platine/Trafo's 2x32 W
Übertrager RÖH 2 **DM 117,00**
Netztrafo RÖH 2 **DM 79,00**

AD 573 jn	115,70
AD 7533 jn	14,14
E 510	70,00
ZN 427E-8	25,76
8253	4,24
Z 80 CPU	2,74
Z 80 A CPU	2,15
6116LP-3	3,52
2732 x/T schr.	25,00
TAA 765 A	1,70

SMD-Bauelemente
Lagerprogramm
Widerstände
Kondensatoren
Halbleiter

2 SK 135/34	13,50
2 SJ 49/50	13,50
MJ 15003	10,80
MJ 15004	11,80
MJ 802	8,90
MJ 4502	8,90

TL 071	0,95
TL 072	0,86
TL 074	1,40
TL 081	0,86
TL 082	0,85
TL 084	1,20

x/t-Schreiber lieferbar

500 PA MOS-FET
incl. Kühlkörper/Platine
DM 298,-

Kontroller 64,80

300 PA incl. Platine/Kühlkörper **DM 158,90**

Ringkern-Trafo's incl. Befestigungsmaterial

170 VA 2x12, 2x15, 2x20, .../24/30/36	DM 64,80
250 VA 2x15, 2x18, 2x24, .../30/36/45/48/54	DM 74,60
340 VA 2x18, 2x24, 2x30, .../36/48/54/60/72	DM 81,20
500 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x54	DM 123,00
700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x60	DM 148,00

Weitere Bausätze/Zubehör siehe Neuheitenliste 88, auch REMIX 2.

Versand per NN. Bausätze lt. Stückliste plus IC-Fas-
sung. Nicht enthalten Platinen/Gehäuse/Bauanlei-
tung. Keine Original elrad-Platinen.

KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN
Oppenwehe 131 · Telefon 057 73/1663 · 4995 Stemwede 3

AKTUELL

elrad Bausatz Gitarren-Summing	35,45 DM	Platine	10,70 DM
elrad Bausatz Epprommer			
Bauteilesatz	63,70 DM	Platine	23,50 DM
elrad Bausatz Remixer			
kompletter Bauteilesatz Netzteil / Ausgangsmodul	28,85 DM		
Platine	11,70 DM		
kompletter Bauteilesatz Line-Modul	44,75 DM		
Platine	14,40 DM		
kompletter Bauteilesatz Tape/Mikro	46,70 DM		
Platine	14,40 DM		
elrad Bausatz Dual-Netzteil			
kompletter Bauteilesatz inkl. Ringkerntrafo, Drehspulinstrument, Kühlkörper usw., jedoch ohne Gehäuse	128,95 DM		
Platine	12,90 DM		
elrad Bausatz Markisensteuerung			
Bauteilesatz	85,00 DM	Platine	9,90 DM
elrad Bauanleitung NF-Verzögerungsleitung			
Bauteilesatz/Filterplatine	16,70 DM	Platine	14,90 DM
Bauteilesatz/Wandlerplatine	99,95 DM	Platine	14,90 DM

elrad Bausatz Drum-to-Midi: Schlagwandler			
Bauteilesatz	112,40 DM		
Steckernetzteil	14,50 DM		
Platine	19,50 DM		
elrad Bausatz Stereo-IR-Empfänger			
Bauteilesatz	40,30 DM		
Platine	10,90 DM		
elrad Bausatz Stereo-IR-Sender			
Bauteilesatz incl. 12V Netzteil	51,80 DM		
Platine	9,95 DM		
elrad Bausatz Einkanal-2m-Empfänger			
Bauteilesatz	74,90 DM		
Platine	10,90 DM		
elrad Bausatz Digital-Voltmeter-Modul			
Bauteilesatz	36,80 DM		
Platine	25,50 DM		
elrad Bausatz Universal-Netzgerät			
Bauteilesatz incl. Trafo	133,85 DM		
Platine	28,50 DM		

Platine durchkontaktiert, Bestückungsdruck, Lötstopplack,
elektronisch geprüft
Markentastatur 61 Tasten mit Matrix nur 32,50 DM
Spezial IC DD / E-510 nur 55,90 DM

Vorverstärker 59,80 DM
Steckernetzteil 24V 9,50 DM
Platine 18,50 DM

Platine Netzgerät 0—16 V/20A 14,90 DM
Platine Experimentierset 4,90 DM
Platine Step-on-go (4) 2,95 DM

Durch den Einkauf eines Konkurspostens bieten wir Ihnen eine günstige Einkaufsquelle.
Fordern Sie bitte unsere kostenlose Liste an. Verkauf solange Vorrat reicht.

Kundeninformation: Zum Teil keine Original-elrad-Platinen. Unsere Bausätze verstehen
sich komplett laut Stückliste, incl. Sonstiges. IC-Fassungen sind im Bauteilesatz enthalten.
Fordern Sie unsere elrad-Bausatzliste kostenlos an. Lieferung per Nachnahme (+7,50 DM
Versandkosten). Irrtum und Preisänderungen vorbehalten.

Service-Center Heinz Eggemann, Jiwittsweg 13
4553 Neuenkirchen 2, Telefon 054 67/2 41

Orig. Tonabnehmer

Audio Technica
AT 3070 69,—
(High out MC)
AT 3600 35,—

Ortofon
SG 5 19,—
OMB 10 35,—
OMB 1 59,—
VMS excl. s. 169,—
X 3mc 199,—
MC 200 199,—

Shure
ME 75-6 36,—
ME 95 ED 79,—
ME 97 HE 129,—
Ultra 500 748,—

AKG
P8es su. n. 199,—

1A Nachbau Diamanten

Shure	Dual
N 75-6 14,50	236/237 33,—
N 95 G 30,—	221 33,—
N 95 ED 39,—	242 39,—
N 91 G 22,—	145 29,—
N 91 ED 39,—	155e 49,—
VN 35 E 54,—	160e 69,—
	101mg 27,—

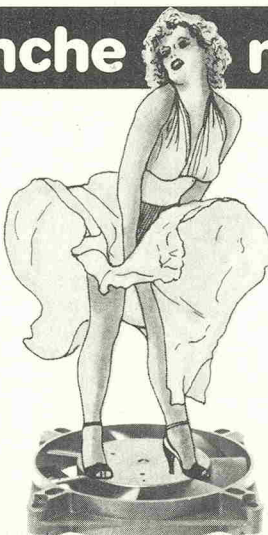
Elac	National
D 155-17 28,—	EPS 270 29,—
D 355-17 39,—	

24-Std.-Schnellversand

Wir führen über 2000 Diamanten lagermäßig. An-
fragen telef. o. Liste geg. 1,80 in Briefm. Vers. per
NN + Porto. Ein Jahr Garantie.

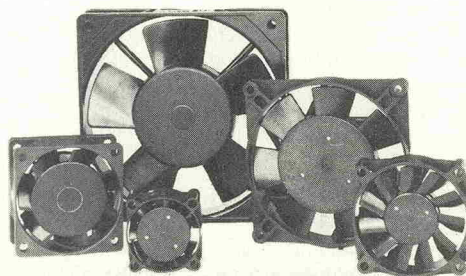
Chasseur GmbH Postfach 1747
3280 Bad Pyrmont, Tel. 052 31/2 53 23

Manche mögen's heiß



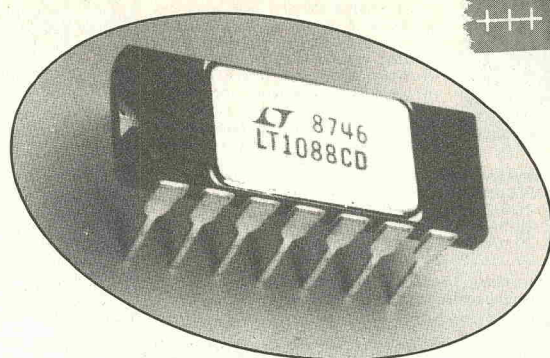
.... wenn Sie es aber lieber kühl mögen,
helfen Ihnen unsere superflachen Flüster-
lüfter

Info anfordern.



QUICK-OHM ELEKTRONIKBAUTEILE

Quick-Ohm G.m.b.H., Postfach 1204 65, 5600 Wuppertal 12, Tel. (02 02) 4 07 01, Telex 8 591 690 qok, Fax (02 02) 40 20 18



Echt-Effektivwertmessung:

Wärme weist den wahren Wert

IC mit eingebautem Thermokonverter vereinfacht echte Effektivwertmessung

Ein neues, leicht zu handhabendes IC — das LT 1088 von Linear Technology — bietet dem Schaltungsentwickler ungeahnte Möglichkeiten, auf einfache, vergleichsweise sogar preiswerte Art und Weise Effektivwerte von Wechselspannungen beliebiger Kurvenform mit hoher Genauigkeit in eine Gleichspannung umzusetzen. Durch den eingebauten Thermokonverter ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit wesentlich höher als bei Einsatz eines Rechners, der über Algorithmen den Effektivwert in eine äquivalente Gleichspannung umrechnet. Weiterhin verarbeitet das IC praktisch jeden beliebigen Formfaktor (Crestfaktor) ohne Einschränkung der (Meß-) Genauigkeit.

Die einzige Methode, eine exakte Umsetzung von Effektivwert nach Gleichspannung bei hohen Frequenzen (oder großer Signal-Bandbreite) und hohen Formfaktoren des Signals zu erreichen, besteht im Einsatz von Thermowandlern. Die wesentlich höhere Bandbreite (100 MHz gegenüber 250 kHz) und höhere verarbeitbare Formfaktoren (50:1 gegenüber 10:1) bieten erhebliche Fortschritte gegenüber anderen Schaltungen, die beispielsweise mit monolithischen ICs arbeiten, die spezielle Rechenverfahren verwenden.

Gegenüber den verhältnismäßig großen und teuren, aus diskreten Komponenten aufgebauten Thermokonvertern bietet das IC LT 1088 die gleichen Vorteile, bei jedoch wesentlich vereinfachtem Schaltungsaufbau.

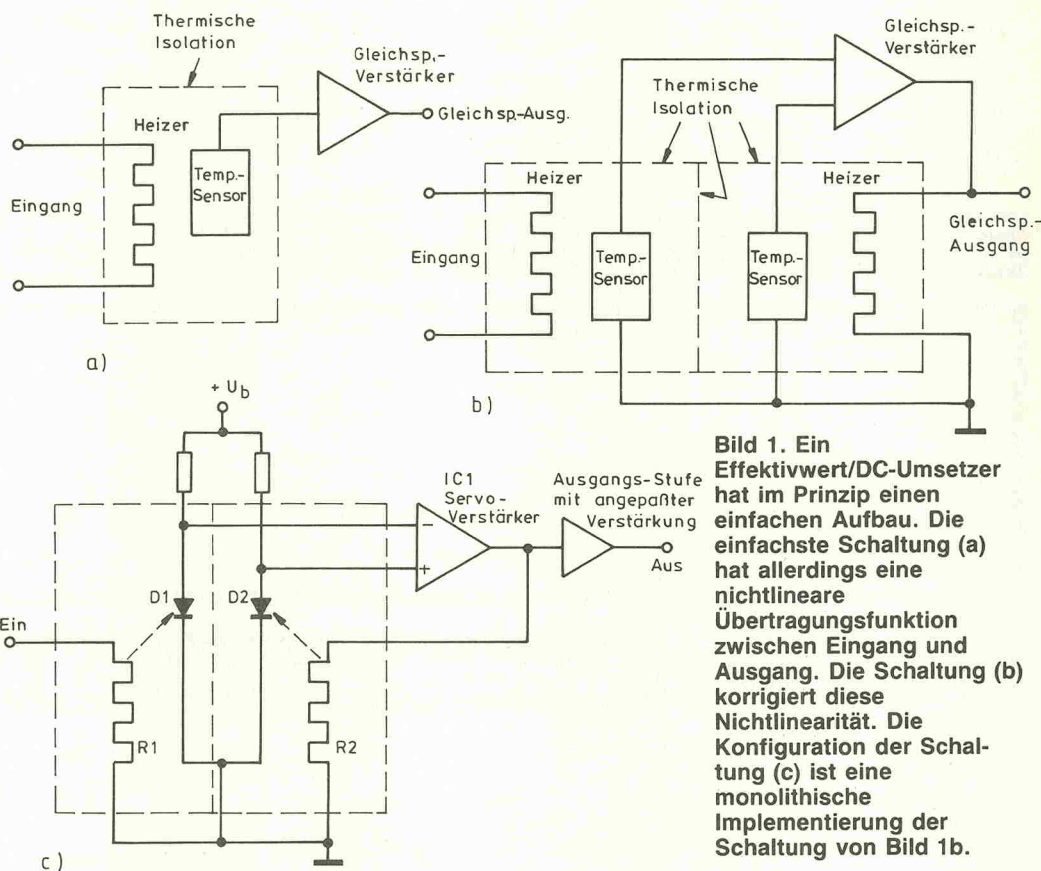


Bild 1. Ein Effektivwert/DC-Umsetzer hat im Prinzip einen einfachen Aufbau. Die einfachste Schaltung (a) hat allerdings eine nichtlineare Übertragungsfunktion zwischen Eingang und Ausgang. Die Schaltung (b) korrigiert diese Nichtlinearität. Die Konfiguration der Schaltung (c) ist eine monolithische Implementierung der Schaltung von Bild 1b.

Was ist echt-effektiv? Wie funktioniert der Thermokonverter?

Die effektive Wechselstromleistung entspricht derjenigen Gleichstromleistung, die an einem Lastwiderstand gleicher Größe die gleiche Erwärmung hervorruft. Viele spezielle Meßgeräte benutzen thermische Verfahren und ermitteln auf diesem Weg den Effektivwert

des anliegenden Wechselspannungssignals. Bei Breitband-Effektivwert-Voltmetern, Breitband-AGC-Schaltungen und Rauschspannungsmessungen kommt man ohne Thermoumformer überhaupt nicht aus; dies gilt auch für Meßgeräte zur Bestimmung des Formfaktors, der als das Verhältnis von Spitzenwert zu Effektivwert der Wechselspannung definiert ist. Mit dem sehr einfachen Funktionsprinzip des Thermokonverters erzielt man

hervorragende Breitbandeigenschaften, die mit Geräten nach der indirekten Methode (algorithmische Berechnungsverfahren) nicht erreichbar sind. Der LT 1088 läßt sich auf vielfältige Art und Weise schaltungstechnisch einsetzen. Zunächst sollen einige Vorüberlegungen über die thermische Effektivwert/DC-Umwandlung angestellt und das Funktionsprinzip des LT 1088, sein Aufbau und seine Arbeitsweise beschrieben werden.

In Bild 1a ist die Prinzipschaltung eines Thermokonverters angegeben. Das Eingangssignal erwärmt über einen Heizwiderstand den Chip; als Ergebnis erscheint ein erhöhtes Ausgangssignal des Temperatursensors. Da die Aufheizung des Widerstands direkt proportional zum Effektivwert des anliegenden Signals erfolgt, ist das Ausgangssignal des Temperatursensors ein Maß für die Heizleistung.

Diese Methode erscheint zunächst sehr einfach, jedoch kann der Temperatursensor nicht zwischen der vom Heizwiderstand erzeugten Chip-Temperatur und Änderungen der Umgebungstemperatur unterscheiden. Man kann diese Unsicherheit zwar durch zusätzliches Erfassen der Umgebungstemperatur in den Griff bekommen, aber ein weiteres ungelöstes Problem bleibt noch bestehen: Selbst wenn alle elektrischen Teile des Schaltungsentwurfs perfekt linear arbeiten, ist der Zusammenhang zwischen Eingangsgröße und Ausgangsgröße der Schaltung doch nichtlinear. Die am Widerstand in Wärme umgesetzte Eingangsleistung ist eben nach dem Gesetz $P = U^2/R$ quadratisch proportional zur Eingangsspannung, so daß der Temperaturanstieg ebenfalls nichtlinear proportional ist.

Man muß hier eine Art Kompensationsverfahren anwenden, um einen linearen Zusammenhang zwischen Ausgangsspannung und Eingangsspannung zu erzielen. In Bild 1b ist eine klassische Schaltung dargestellt, die die beiden in Bild 1a gezeigten Unzulänglichkeiten korrigiert. Hier zwingt der Gleichspannungsverstärker ein zweites, identisches (!) Widerstand-Sensor-Paar, die gleichen thermischen Bedingungen wie in dem vom Eingangssignal gespeisten Paar anzunehmen. Durch die Differenzschaltung und die Gegenkopplungstechnik wird jegliche Änderung der Umgebungstemperatur als Gleichwert aufgefaßt und von der Differenzeingangsschaltung des Gleichspannungsverstär-

kers eliminiert. Obwohl der Zusammenhang zwischen Effektivwert und Temperatur nicht linear ist, wird durch das thermische Vergleichsverfahren der Zusammenhang zwischen Effektivwert und Gleichspannungsausgang linearisiert. Die Gesamtverstärkung ist eins.

Die Fähigkeit der Schaltung nach Bild 1b, Änderungen der Umgebungstemperatur zu eliminieren, hängt damit zusammen, daß das zweite, aus Heizwiderstand und Temperatursensor bestehende Paar auf gleicher Temperatur gehalten wird. Um dies zu gewährleisten, muß das System thermisch isoliert sein. Diese Isolationstechnik beruht auf einem kleinen Trick: Man hält die thermischen Zeitkonstanten der Heizwiderstand-Sensoranordnungen wesentlich kleiner als die Zeitkonstanten, die für Änderungen der Umgebungstemperatur gelten. Wenn die thermischen Zeitkonstanten der Widerstand-Sensor-Paare übereinstimmen, treten bei beiden Paaren Änderungen der Umgebungstemperatur mit gleicher Amplitude und gleicher Phase auf. Der Gleichspannungsverstärker in Bild 1b unterdrückt das Gleichtaktsignal, das von der Umgebungstemperatur hervorgerufen wird.

Hier soll noch einmal betont werden, daß, obwohl die beiden jeweils aus Heizwiderstand und Temperatursensor bestehenden Systeme die gleiche Temperatur aufweisen, sie doch thermisch voneinander isoliert sind. Jegliche gegenseitige Beeinflussung der beiden Systeme reduziert den Störabstand und bewirkt damit eine Einengung des nutzbaren Dynamikbereiches.

In der Schaltung nach Bild 1b ist die Ausgangsspannung linear, da sich durch die aufeinander angepaßten Thermopaare der nichtlineare Zusammenhang zwischen Spannung und Temperatur gegenseitig aufhebt. Der Vorteil des beschriebenen Systems ist die einfache Einbindung in auf thermischer Umsetzung basierenden Effek-

tivwert/DC-Messungen. Auf der anderen Seite benötigt dieser Aufbau aufeinander angepaßte Heizwiderstände, Sensoren und thermische Isolation. Solche Aufbauten sind mit diskreten Komponenten verhältnismäßig groß und in der Herstellung recht teuer.

In der Theorie kann man sich auch monolithische IC-Techniken vorstellen, um solche Anordnungen herzustellen, aber — wie noch gezeigt wird — bereitet die thermische Isolation

mischen Gesetzmäßigkeiten schränken allerdings die praktische Einsatzfähigkeit der Schaltung ein. So verringert beispielsweise eine thermische Kopplung zwischen R1-D1 einerseits und R2-D2 andererseits die Verstärkung und beeinflusst dadurch auch das Ausgangssignal in negativem Sinne. Genauso führen Unterschiede der Verlustleistungen der Widerstände und der thermischen Kapazitäten der Thermopaare R-D zu Fehlern in der Gesamtverstärkung. Weiterhin muß der

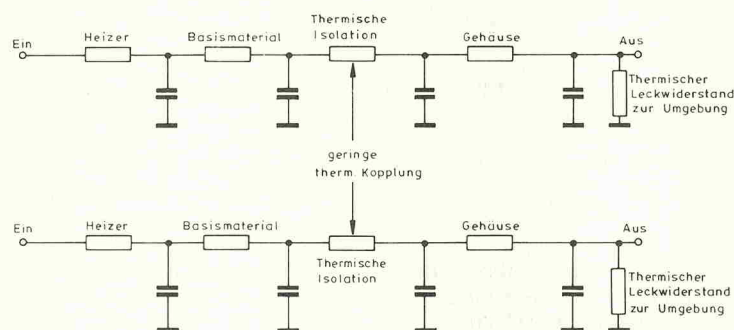


Bild 2. Elektrisches Ersatzschaltbild der thermischen Verhältnisse im LT 1088.

doch enorme Schwierigkeiten.

Eine stark vereinfachte, auf monolithischer Basis beruhende Schaltung, die die beschriebene thermische Umsetzungsfunktion durchführt, ist in Bild 1c dargestellt. Die Funktionsweise dieser Schaltung entspricht grundsätzlich dem in Bild 1b vorgestellten Prinzip. Das Eingangssignal gelangt an den Widerstand R1 und heizt diesen auf. Dadurch verringert sich die Durchlaßspannung der mit R1 thermisch gekoppelten Diode D1. IC1 liefert nun Strom, der R2 aufheizt und damit auch die Diode D2; damit ist die Gegenkopplungsschleife des Gesamtsystems geschlossen. Da die Dioden und Widerstände aufeinander angepaßt sind, ist die Ausgangsspannung von IC1 dem Effektivwert der Eingangsspannung proportional, und zwar unabhängig von der Frequenz oder dem Formfaktor des Eingangssignals.

Die bereits dargestellten ther-

thermische Widerstand zur Umgebungstemperatur so hoch wie möglich sein, um das Diodenausgangssignal im Hinblick auf noch auswertbare Eingangsspannungen zu maximieren. Weiterhin muß der thermische Pfad zwischen dem Heizwiderstand und der zugeordneten Diode einen möglichst verlustarmen Wärmeübergang gewährleisten.

In Bild 2 ist ein vereinfachtes elektrisches Ersatzschaltbild der einzelnen thermischen Komponenten in dem monolithischen Konverter vorgestellt. Die exakte Anpassung all dieser Komponenten beeinflusst enorm die Brauchbarkeit der Anordnung. Speziell in diesem Fall bildet der thermische Widerstand der thermischen Isolierung die dominierende Größe in dem Pfad der thermischen Widerstände. Ist der thermische Widerstand der Isolation sehr hoch, sind kleine Fehlanpassungen von untergeordneter Bedeutung.

PRÄZISIONSBAUSÄTZE MADE IN GERMANY

Nordenholzer Str. 40, 2872 Hude, Tel. 04408/1288, Tx 251019

Wir sind ein Entwicklungs- und Herstellungsbetrieb von Elektronik - Bausätzen.	Wir zählen zu den ältesten Bausatzherstellern der Bundesrepublik Deutschland.	Wir produzieren hochwertige Bausätze mit modernster Einrichtung.	Wir bieten ein umfangreiches Programm mit 130 Präzisions-Bausätzen.	Wir sind mit unserem Bausatz-Programm in der Bundesrepublik Deutschland, in Belgien, in Holland, in Österreich und in der Schweiz vertreten.	Wir verwenden für unsere Präzisions-Bausätze nur Bauteile 1. Wahl.
Wir nehmen für unsere Leiterplatten nur Epoxymaterial.	Wir versehen unsere Platinen mit einem Bauteiledruck.	Wir liefern eine ausführliche und detailgenaue Bauanleitung.	Wir kontrollieren unsere Produkte ständig und umfangreich.	Wir haben einen kostenlosen Reparatur-Service.	Wir überzeugen durch unsere langjährige Erfahrung mit garantierter Qualität; denn Qualität ist unsere Stärke.
Wir stellen auf den Fachmessen in Dortmund und in Stuttgart aus.	Wir bitten um Ihre Kataloganforderung bei Ihrem Elektronik-Fachhändler oder bei uns gegen Einzahlung von DM 6,00 auf Postscheckkonto Hann. 397811-300.	Wir möchten, daß auch Sie sich von unserer guten Qualität überzeugen.	Wir bitten um einen Probekauf bei Ihrem Elektronik-Fachhändler.	<u>Fachhändler</u> Wir suchen zum Ausbau unserer Aktivitäten weitere Elektronik-Fachhändler für unser Bausatz-Programm. Wir sind fachhandelstreu!	<u>Fachhändler</u> Fordern Sie unseren 138-seitigen Bausatz - Katalog mit Ihren Einkaufskonditionen an.

MONACOR®

Unsere neuen, preisstarken Renner der Saison



INTER-MERCADOR GMBH & CO KG
IMPORT - EXPORT

Zum Falsch 36 - Postfach 44-87 47 - 2800 Bremen 44
Telefon 04 21 / 48 90 90 - Telex 2 45 922 monac d - Telefax 04 21 / 48 16 35

Professionelle Boxen und Cases selbstbauen

Wer sich seine Boxen oder Cases selbst baut, kann eine Menge Geld sparen. Hochwertige Bauteile und Sorgfalt bei Planung und Bau garantieren ein ausgezeichnetes Ergebnis. Der neue Katalog "Professional Speaker" enthält alles, was man zum Bau von guten Boxen und Cases braucht: von der kleinsten Ecke bis zum 18" Speaker. Und dazu auf über 80 Seiten eine Menge Information. Know-How, Baupläne, und, und, und, Einfach anfordern.



Schickt mir den neuen Katalog DM 3,50 in Briefmarken liegen bei.

Name _____ Straße _____ PLZ/Ort _____

5 Zeckmusic
Beck KG
Turnhallenweg 6
7808 Waldkirch 2

wärmung sollten möglichst weit vom IC entfernt sein. Noch sorgfältiger muß man vorgehen, wenn das IC in lüftergekühlte Geräte eingebaut werden soll.

Und schließlich: Normalerweise werden keine thermischen Isolierungen oder thermisch isolierenden Gehäuse für das IC benötigt. Auf gar keinen Fall darf das IC mit einem Kühlkörper versehen werden!

Meßgenauigkeit unter der Lupe

In Bild 6 ist der Meßfehler in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz für einen LT 1088 dargestellt, der bei Vollaussteuerung mit dem 50- Ω -Eingang arbeitet. Man bedenke, daß für geringe Eingangsspannungen keinerlei Bandbreitenbeschränkung zu erwarten ist. Als Referenz für diese Messung wurde ein thermischer Standard „Fluke Modell 540 B“ mit einem Konverter des Typs „A-55“ benutzt. Diese Referenzen sind

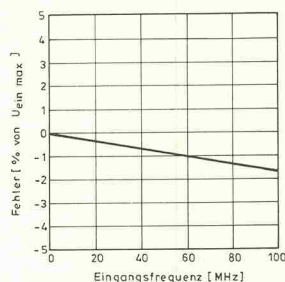


Bild 6. Der Meßfehler ist bis zu Frequenzen von 100 MHz kleiner als 2%. Die Kurve gilt für Vollaussteuerung am 50- Ω -Eingang.

bis 50 MHz zertifiziert. Das Diagramm in Bild 7 zeigt eine sinngemäße Darstellung für einen größeren Frequenzbereich, ebenfalls für den 50- Ω -Eingang.

Leider liefern die für die Aufnahme solcher Kurven einzusetzenden Geräte und Testaufbauten größere Meßfehler bei den höchsten Frequenzen. Aber die gemessenen Daten zeigen doch stark angenähert das wahre Verhalten des LT 1088. Die Spitze, auf die ein steiler

Abfall folgt, ist eine Eigenart des LT 1088 und hängt mit seinen Hochfrequenz-Eigenschaften zusammen. Hier machen sich bereits die gebondeten Drähte innerhalb des ICs bemerkbar, da ihre Induktivität natürlich bei höheren Frequenzen nicht mehr zu vernachlässigen ist. Auch die Kapazität zwischen dem Heizwiderstand und der Sensordiode ist bei hohen Frequenzen schädlich, da über diese Kapazität Hf direkt an die Diode gelangt kann und unüberschaubare Verhältnisse eintreten.

Benutzt man den 250- Ω -Widerstand, liegt die 1%-Meßfehler-Grenze bereits bei der deutlich niedrigeren Frequenz von 20 MHz. Ursache ist die wegen des höheren Widerstandes erforderliche höhere Eingangsspannung.

Die Zeitkonstante der Regelschleife bestimmt das Verhalten des LT 1088 im unteren Frequenzbereich. Mit den in Bild 4 angegebenen Werten beginnt die Schaltung bereits den Momentanwerten der Eingangsspannung unterhalb 50 Hz zu folgen. Will man bei noch geringeren Frequenzen arbeiten, muß die Zeitkonstante der Regelschleife wesentlich länger werden, indem man beispielsweise den 3300-pF-Kondensator vergrößert, aber dann erhöht sich auch die Einschwingzeit der gesamten Schaltung.

Der vom IC verarbeitbare Formfaktor der Eingangsspannung hängt nur von der thermischen Belastbarkeit des ICs und den kleinsten verarbeitbaren Eingangsspannungen ab. Die Obergrenze wird vom IC selbst vorgegeben. Die Untergrenze wird durch das Signal/Rausch-Verhältnis bestimmt. Kleine Eingangssignale erzeugen natürlich nur geringe Ausgangssignale; bei diesen sehr kleinen Eingangssignalen kann die Schaltung nicht mehr einwandfrei zwischen der vom Eingangssignal erzeugten und der Umgebungstemperatur unterscheiden.

Die Sprungantwort der Schaltung ist eine Funktion der Dämpfung der Servoelektronik. Überschreitet man vorübergehend den zugelassenen niedrigen Leistungsbereich, treibt man die Servoelektronik in die Sättigung. Diese Sättigung ruft im LT 1088 ein thermisches Ungleichgewicht hervor, das eine etwa 5 s lange Totzeit bewirkt, bevor die Regelschleife wieder aktiv wird. Bei einigen Anwendungen kann es vorkommen, daß der LT 1088 außerhalb seines normalen Arbeitsbereiches betrieben wird, wodurch thermische Ungleichgewichte entstehen.

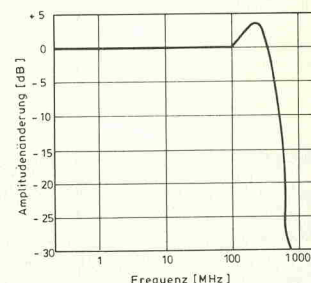


Bild 7. Mit eingeschränkter Genauigkeit ist der LT 1088 selbst bei Frequenzen oberhalb 100 MHz einsetzbar.

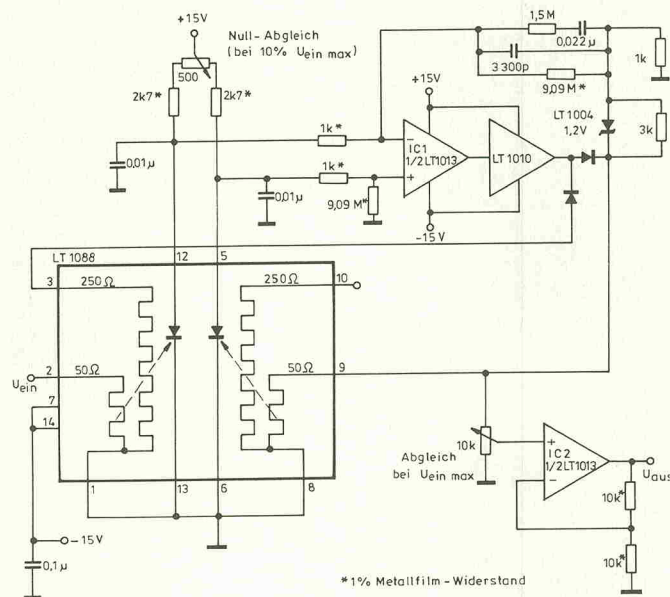


Bild 8. Schaltung zur Verringerung der Einschwingzeit. Die Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit erfolgt durch eine Heizkorrektur mit voller Schleifenverstärkung, wenn ein thermisches Ungleichgewicht auftritt.

albs



SUB 20 – Entwickelt für den stereoplay-Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6-7/88) • mit regelbarer Subbaßanhebung 20 Hz von 0 bis 6 dB • mit regelbarem Tiefpaßfilter 50-150 Hz und 12/24 dB • mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und...und...und...

SUB 20 – Das Fertiggerät für höchste Ansprüche

Musik bleibt Musik
durch rein DC-gekoppelte Electronic

DAC-MOS – die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 (absolute) Spitzenklasse).

Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage • DC-gekoppelter, symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabeltreiber • DC-gekoppelter RIAA-Entzerrervorverstärker • Aktive Frequenzweichen – variabel und steckbar • Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für hochprofessionelle 19"-Doppel-Mono-Blöcke • Power-Pack-Netzteile bis 440 000 µF • Vergossene, geschirmte Ringkerntrafo bis 1200 VA • Viele vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten • ALPS-High Grade-Potentiometer und albs Stufenschalter ...und vieles andere mehr. Ausführliche Infos DM 10,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Str. 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Tx 7263738 albs

RESTPOSTEN! ab DM 1,—

ICL 7107+7106, Intersil à 5,99
ab 10 Stück à 5,65

ICL 7106R à 6,95
ab 10 Stück à 6,45
ICL 7135 25,50
ab 10 Stück à 22,20
2N 3055 RCA 1,25
ab 25 Stück à 1,15
2N 3055 Motorola 1,—
ab 25 Stück à 0,95

Telefunken, 7-Segment-Anzeigen, 13 mm, rot
D 350 PA (gem. Anode) 1,20
ab 25 Stück à 1,10 ab 100 Stück à 1,—
D 350 PK (gem. Anode) 1,20
ab 25 Stück à 1,10 ab 100 Stück à 1,—

1/2-W-Kohleschichtwiderstände, 5%, axial,
in 100er-Tüten, neue Ware,
Lieferbare Werte von 1 Ω bis 10 MΩ.
100 Stück, pro Wert (1 Tüte) 1,—

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

Kostenlosen Katalog '88' (200 Seiten) anfordern!

SCHUBERTH
electronic-Versand

8660 Münchberg, Wiesenstr. 9
Telefon 0 92 51/60 38

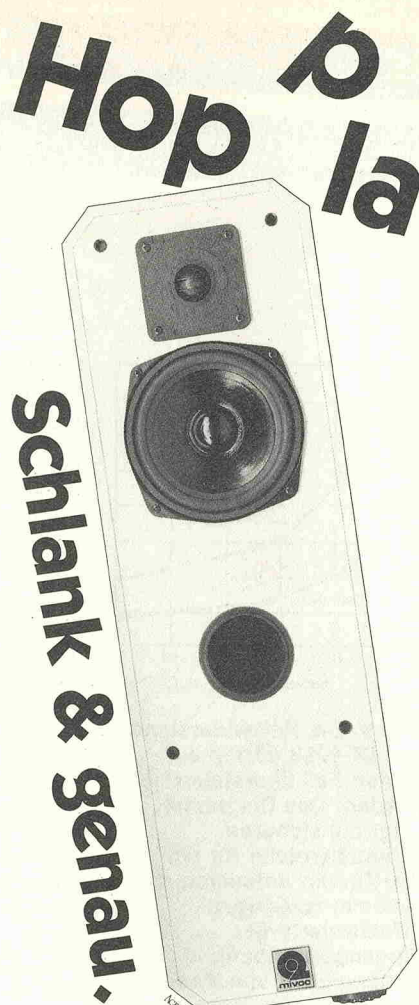
50-70% Kostenersparnis durch Eigenbau bei bester Klangqualität

2 Wege, 3 Systeme Box, konzentrischer Strahler 120 W, 93 dB/W/m 295,—
2-3 Wege, 5 Systeme Box, konzentrischer Strahler 240 W, 96 dB/W/m 500,—
3 Wege, 5 Systeme Spitzenbox, konzentrischer Strahler 120 W, 97 dB/W/m 2120,—

Probefahren (auch mit eigenen Platten) erwünscht!

GOH LAUTSPRECHER ZUM SELBERBAUEN

Sterilfuter Str. 37 4400 Münster Tel. 0251/27 24 48
Öffnungszeiten Mo-Fr 14-18 Uhr Sa 10-14 Uhr



Katalog '88 anfordern
unter Kennwort „Elrad“
Bitte 3,— DM in Briefmarken beilegen

Stürmisch begrüßt wurde unsere 220 S.
Das große Volumen mit entsprechendem Tiefbaß und ihre transparente Abstimmung machen sie zu einem der beliebtesten Systeme.

System 220 S

- 80/120 Watt • 2-Wege-Baßreflex
- schlanke Standbox • 30-30000 Hz
- beschichtetes Tiefmitteltont-System
- schnelle Gewebe-Kalotte

System Bausatz

(alle erforderlichen Teile)

BB 220 S 115,— DM

Faltgehäuse (weiß/schwarz)

(vollständig bearbeitet)

FG 220 S 110,— DM

Fertig-Version (weiß/schwarz)

(geprüfte & anschluffertige Box)

BF 220 S 280,— DM

DIREKTVERSAND & HÖR- UND VERKAUFSTUDIO:
5650 Solingen 1 · Konrad-Adenauer-Str. 11 · Tel. 0212/16014
Weitere Hör- und Verkaufsstudios:
4600 Dortmund 1 · Hamburger Str. 67 · Tel. 0231/528417
7000 Stuttgart 1 · Theodor-Heuss-Str. 20 · Tel. 0711/294586
6000 Frankfurt 1 · Friedberger Anlage 14 · Tel. 069/4940418
Österreich: TARGET · Tel. 05522/21559
Schweiz: HOBBYTRONIC · Tel. 034/231500



H H HAMBURGER ELEKTRONIK VERTRIEB H
Wandsbeker Chaussee 98
D 2000 HAMBURG 76
TELEFON 040 25 50 15

3 x URLAUBSSPASS.....

1. HIT Solides UKW/MW-Kopfhörer-Radio, ideal am Strand, beim wandern
UNSER PREIS 16,95 DM

2. HIT ABA - W-MANN-ABSPIELER Stereo-Cassetten-Abspielgerät mit Stereo-Kopfhörer.
UNSER PREIS 19,95 DM

3. HIT 9 BAND-WELTEMPFÄNGER UKW/MW/LW und 6 gepreiste KW. Hohe Empfindlichkeit. - SPITZE -
UNSER PREIS 47,95 DM

VIDEO-STABILIZER TYP 154 mit Netzteil
Ein Überspielverstärker mit Bildkorrektur. Er ermöglicht eine störungsfrei Wiedergabe von Video-Filmen. Flackern, Springen, Laufen und Dimmen (hell/dunkel) wird verhindert. Der Stabilizer wird zwischen Video-Recorder und FS-gerät geschaltet. Eingang/Ausgang mit AV-Buchsen.
HINWEIS! Das Kopieren von gewerblichen Filmen ist untersagt. PREIS 149,50 DM

HEV Dorke KG - HRA 77591
LADUNGSGESCHÄFT Mo-Fr 8.30-18.00 Sa 9.00-13.00 Uhr

***** **BAUSÄTZE** *****

(1) = enthalten Originalbauteile, Fassungen, Verschiedenes und Platine(n).
(2) = Komplettbausatz, best. aus (1), zusätzlich mit Gehäuse, Knöpfen, Kleinteilen.

★ **E.M.M.A. IEC-Konverter**
mit 1,0 m Kabel und Schneidklemmverb. (1) DM 81,90

★ **x/t-Schreiber**
mit programmiertem Eprom (1) DM 235,90

★ **Drum-to-Midi**
mit DD/E 510 und 2764 (1) DM 190,45

★ **Stereo-IR**
— Sender (2) DM 105,— (1) DM 87,30
— Empfänger (2) DM 104,— (1) DM 75,70

★ **Universal-Netzgerät**
mit Ringkerntrafo (2) DM 282,45 (1) DM 172,70

★ **DVM-Modul**
mit KS-Rahmen zur Frontplattenmontage (1) DM 52,—

Versand per Nachnahme ohne Mindestbestellwert:

STIPPLER-Elektronik Inh. Georg Stippler
Postfach 1133 · 8851 Bissingen · Tel. 090 05/4 63 (ab 13.00 Uhr)

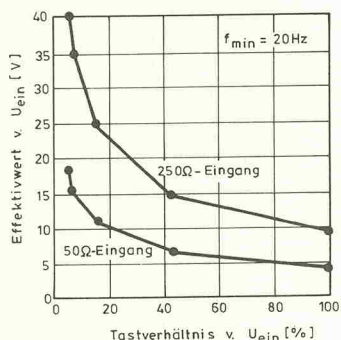


Bild 9. Die Heizwiderstände des LT 1088 dürfen auf keinen Fall übersteuert werden. Das Diagramm zeigt die sicheren Arbeitsbereiche für das IC. Die Kurven definieren die maximal zulässigen Effektivwerte der Eingangsspannung in Abhängigkeit von ihrem Tastverhältnis.

Ungleichgewichts, wodurch auch eine Reduzierung der Einschwingzeit ermöglicht wird. Das Ausgangssignal von IC2 schwingt sehr schnell ein, nachdem die Korrektur mit der vollen Schleifenverstärkung erfolgt ist.

Hinsichtlich des dynamischen Verhaltens des LT 1088 ist zu berücksichtigen, daß, auch wenn die Ausgangsspannung auf ihren Endwert einge-

schwungen ist, sich die interne Temperatur des Basismaterials noch auf ihren Endwert hinbewegt. Wenn man die Arbeitsweise des LT 1088 betrachtet, ist es sehr wichtig, zwischen Spannungsdynamik und thermischer Dynamik zu unterscheiden.

Eine mögliche Fehlerquelle ist das Überheizen der Eingangswiderstände des LT 1088. Die maximale Eingangsleistung des ICs bei 25 °C Umgebungstemperatur ist mit kontinuierlich 375 mW spezifiziert, bis 30 s sind 435 mW zulässig. Für Umgebungstemperaturen oberhalb 25 °C ist die zulässige Eingangsleistung um 3 mW/°C zu reduzieren.

In Bild 9 sind die sicheren Arbeitsbereiche für das Tastverhältnis der Eingangsspannung über dem Effektivwert der Eingangsspannung aufgetragen.

Irrtümliches Überheizen oder Überlastung können den LT 1088 beschädigen oder sogar zerstören. In Anwendungsfällen mit möglicher Überlastung des Bausteins müssen entsprechende Schutzmaßnahmen vorgesehen werden.

In Bild 10a ist eine Schutzschaltung vorgesehen, die schnell genug anspricht, um das IC vor Zerstörung zu schützen. Der Eingang von IC1 liegt am Ausgang der Servoschal-

tung des LT 1088, siehe Bild 4. Falls dieses Ausgangssignal das am nichtinvertierenden Eingang von IC1 anstehende Vergleichssignal überschreitet, triggert IC1 und entlädt den 0,2-µF-Kondensator. Der hieraus resultierende Spannungseinbruch bewirkt, daß der Ausgang von IC2 auf Null geht und das Schutzrelais aktiviert, das wiederum den Eingangskreis unterbricht. Der 560-kΩ-Widerstand bewirkt eine lange Aufladezeit für diesen Kondensator und somit eine Unterdrückung der Schwingneigung. Die Ansprechzeit der Schaltung wird durch die Anstiegsgeschwindigkeit begrenzt, mit der die Schaltung dem Effektivwert folgen kann; sie beträgt etwa 0,2 V/ms. Hält sich die Überlastung in vernünftigen Grenzen, steigt die Temperatur des LT 1088 mit etwa 1 °C/ms. Auf einen 10-V-Spannungssprung reagiert der Baustein erst nach ca. 50 ms. Das Ergebnis ist eine Temperaturerhöhung von 50 °C.

Eine höhere Überlastung bewirkt natürlich eine schnellere Aufheizung. In diesem Fall könnte die Schaltung nach Bild 10a nicht schnell genug reagieren, um eine Beschädigung des ICs zu verhindern. Die Schaltung in Bild 10b reagiert schneller, benötigt aber einig Abgleich. Hier wird unmittelbar die Temperatur des LT 1088 überwacht. Die Wirkungsweise der Schaltung in Bild 10b ist der von Bild 10a sehr ähnlich, allerdings wird das Steuersignal hier von den Temperatursensordioden des Thermokonverters abgegriffen.

Eine starke Überlastung am Eingang des LT 1088 zwingt den Servoverstärker zum Nachstellen. Die Sensordiode, die

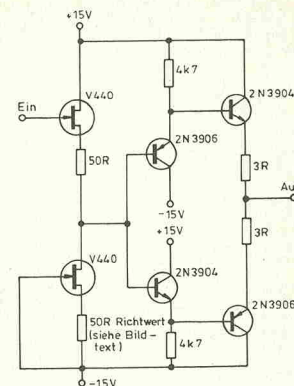


Bild 11. Als hochohmiger Eingang für den LT 1088 kann der hier gezeigte Pufferverstärker eingesetzt werden. Die Gesamtverstärkung beträgt 1, die Bandbreite etwa 25 MHz. Der untere 50-Ω-Widerstand ist auf minimale Offsetspannung am Schaltungsausgang zu selektieren.

schneller als der Servoverstärker reagiert, veranlaßt die Schaltung, das Relais zu betätigen und den Eingang innerhalb 15 ms abzuschalten. Da die Regelschleife erst nach der Temperaturänderung reagiert, läuft die Ausgangsspannung des Servoverstärkers auf nur 6 V hoch. Wegen der Diodentoleranzen benötigt diese Schaltung einen Abgleich. Dazu ist es notwendig, die Ausgangsspannung der Diode bei 25 °C zu messen und den negativen Eingang von IC1 auf die gewünschte Abschalttemperatur einzustellen. Man kann dabei einen Temperaturkoeffizienten der Diode von -1,8 mV/°C zugrunde legen.

Bei einigen Anwendungen ist der niederohmige Eingangswiderstand des LT 1088 unvorteilhaft. Es ist allerdings nicht einfach, einen Pufferverstärker für die volle Bandbreite und die hohe Meßgenauigkeit aufzubauen. Verwendet man einen LT 1010 als Puffer, beträgt die Bandbreite einige MHz. Die Schaltung in Bild 11 erreicht 25 MHz Bandbreite (50-Ω-Eingang); enthalten sind ein Pufferverstärker mit FET-Eingang und ein komplementärer Emitterfolger. Weitere Pufferverstärker, auch solche mit Verstärkungsfaktoren über 1, sind in den Unterlagen von Linear Technology angegeben.

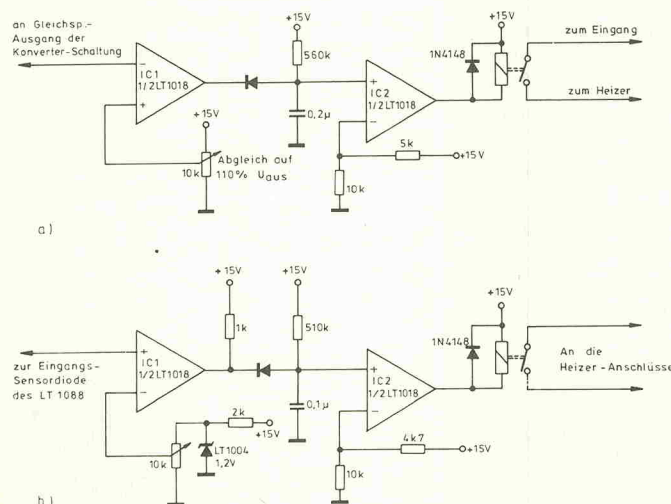


Bild 10. Überlast-Schutzschaltungen mit unterschiedlicher Ansprechgeschwindigkeit. Als Schalter dient ein Reed-Relais.

POP
electronik GmbH

Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

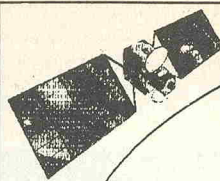
- ständig beste Preise und neue Ideen.
- Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.
- Laufend Programmergänzungen und aktuelle Neuheiten, wie z. B. digitaler Autotester KT-100, Infrarot-Audio-Übertrager „Gamma“, Slim-Line-Mixer MX-850 und vieles mehr.
- Umfangreiches Bauteilesortiment, z. B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigeninstrumente, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile.
- Neu im Sortiment: Alarmanlagen im umfangreichen Sonderkatalog.

Postfach 22 01 56 · 4000 Düsseldorf 12
Tel.: 02 11/2 00 02-33 · Telex 8586829 pape D
FAX: 02 11/2 00 02 41

Hifi-Boxen Selbstbauen!
Hifi-Disco-Musiker Lautsprecher
Geld sparen leichtgemacht durch bewährte
Komplettbausätze der führenden Fabrikate
Katalog kostenlos!



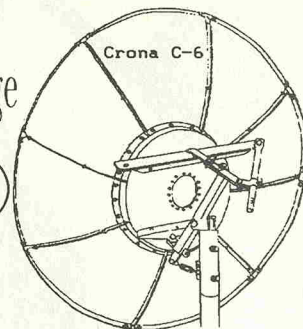
LSV-HAMBURG
Lautsprecher Spezial Versand
Postfach 76 08 02/E · 2000 Hamburg 76
Tel. 040/29 17 49



MWC
Micro Wave Components GmbH

Sat-TV Empfangsanlage
EC 2000

beschrieben in
selbst
ist der Mann
Heft 9/87



Für 2500 DM

bekommen Sie bei uns eine
Empfangsanlage ohne Kompromisse:

● **Parabolantenne Crona C-6 mit Polarmount**

Stabile 1.8m Hochleistungsantenne, 8 Segmente, Alu
44.4 dB bei 11.2 GHz, Polarmount zinkgespritzt.

● **2 Low Noise Blockkonverter m. Feed u. OMT**

Moderne GasFet LNB's 1.7dB, 2 Stück mit Weiche (OMT),
d.h. keine Probleme mit Spielzeugservos.

● **Empfänger MWC SR2000**

Deutsches Spitzengerät, 40 Programmplätze, IR-Fernbedienung
ZF-Bandbreite: 16 u. 22 MHz umschaltbar, LED-Multifunkt.Anz.
ab Lager Bonn

- Nachführeinrichtung F7000-18
komplett für 16 Satellitenpositionen DM 550,-
- Kabelsatz nach Ihren Angaben
z.B. 2 x 15m incl. Stecker DM 50,-
- Verzinktes Standgestell DM 200,-
- Verzinktes Standrohr 89 x 1500mm DM 65,-

NEU CD-90 Compact Dish

Für den unauffälligen Satempfang, die Super 90 cm
Parabole aus Schweden, keine billig umgerüstete
TV-SAT Offset, sondern eine sorgfältig optimierte
zweischalige (2 x Alu + spez. Kunststoff) Parabol-
antenne mit Feed und Wandbefestigung.
Ein bisher unerreichter Gewinn von **40.66 dB** DM 610,-
Auch mit Polarmount und Polarizer lieferbar.

H2H - Nachführsysteme

NEU Bei der Vielfalt der jetztigen und zukun-
ftigen Satelliten benötigen Sie einen Antrieb,
der zuverlässig ist, den gesamten Satelliten-Bogen
abfährt und überall die gleiche Einstellgenauigkeit
hat -

Wir bieten Ihnen unsere neuen H2H (Horizont zu Hori-
zont) Präzisionsantriebe aus amerikanischer Fertigung
mit Reflektoren von 1.2 - 2.7m.

z.B. DH 1.5 H 1.5m Vollspiegel mit
Feedhalterung und H2H-Antrieb DM 705,-

Steuern Sie diese Anlage mit Ihrem integrierten
Empfänger oder mit einem separaten Steuergerät.

Komponenten

- LNB JRC 1.6dB N-Anschluss DM 399,-
- LNB SPC 1.7dB F-Anschluss DM 382,-
- LNB SPC 1.3dB F-Anschluss DM 559,-
- IRTE-Polarizer, magnetisch **NEU** DM 331,-
endlich keine Mechanik mehr

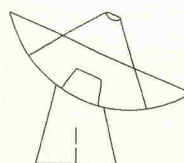
Fordern Sie Unterlagen über unsere neue Empfänger-
Generation (voll programmierbar, mit integrierter
Antennensteuerung) an.

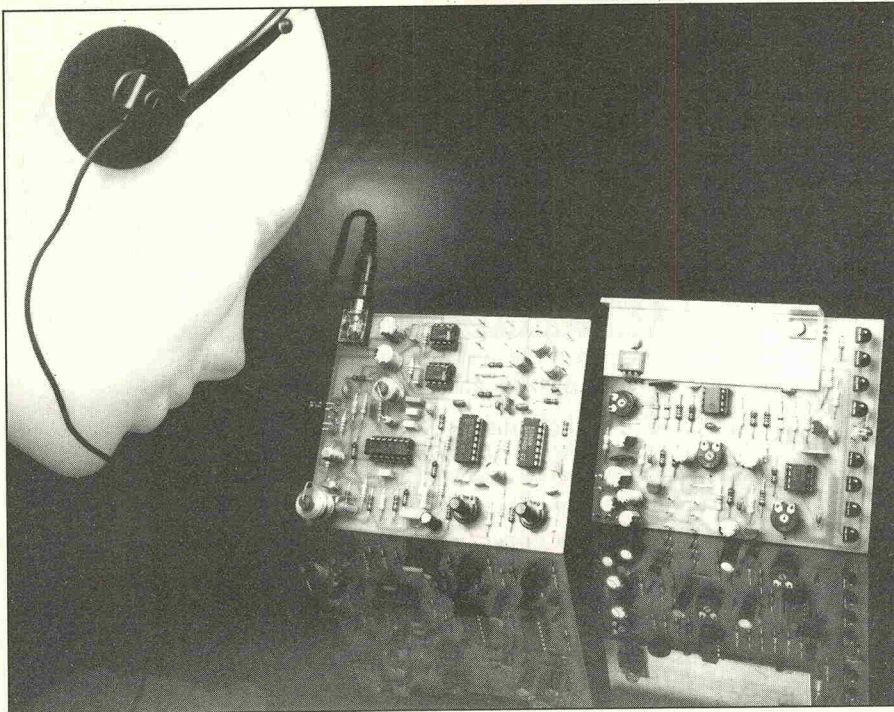
MWC MICRO WAVE COMPONENTS GmbH

Deutsche Vertretung der
MEGASAT

Büro Bonn, Brunnenstr.33
5305 Alfter Oedekoven
Telex: 889688 mwcbn d

Tel. 0228 / 64 50 61





Leinen los!

Unsichtbare Kopfhörerleitung

Ein Infrarot-Nf-Übertrager hoher Qualität für Stereo-Kopfhörer, ohne häßliche und umständliche Kabelverbindung — so lautet die Kurzbeschreibung dieses Projekts. Der Sender wird dabei einfach an die Stereoanlage oder an das Fernsehgerät angeschlossen. Während er im allgemeinen stationär betrieben wird, gibt sich der Empfänger wesentlich beweglicher.

Mit dem Aufkommen der Phono-Kleingeräte vom Typus 'Walkie', der hemdentaschengroßen Radios, Kassetten- und CD-Spieler, wurden die Vorzüge der modernen Leichtgewicht-Kopfhörer als Qualitätswiedergabegeräte deutlich. Sie vermitteln nicht nur ein 'starkes' Klangbild bei jeder gewünschten Lautstärke, sondern verschonen — bei 'normalen' Lautstärken — die Mitmenschen vor akustischer Umweltverschmutzung. Das ist wahres individuelles Hörvergnügen.

Wenn diese Art von Hör-Erweiterung im eigenen Wohnzimmer oder sogar im Schlafzimmer praktiziert wird, kann man seine Lieblingssongs oder -songs mit Sessel-Komfort oder sogar im schmuseweichen Kuschelbettchen hören.

Aber ist es wirklich so problemlos? Nur den Kopfhörer ins Fernsehgerät oder in die Hifi-Anlage stecken, zurücklehnen und entspannen? Oh, die Verbindungsleitung ist nur eine Winzigkeit zu kurz! Kein ernstes Problem:

Eine Verlängerungsschnur wird irgendwo zu finden sein — aber dann geht es erst richtig los: Jedermann im Raum scheint absichtlich über die Schnur zu stolpern, der Hund schnappt danach wie nach einem Knochen, Großmutter wickelt sie um ihre steifen Füße und reißt Ihnen dabei beide Ohren ab...

Hier ist nun die passende Lösung: ein eigener Kopfhörer-Empfänger mit einer sicheren und störfreien Infrarot-Verbindung zum Sender am Fernsehgerät, an der Stereoanlage oder woran auch immer. So wird nicht nur das Problem der langen Stolperschnur vermieden, sondern auch die Möglichkeit geschaffen, das persönliche Lieblingsprogramm zu hören, während der Rest der Familie seinen eigenen Interessen nachgeht. Das Gerät ist auch praktisch für Großvater, der in seinen Tagen nicht mehr so gut hört. Er kann sich seinen eigenen Kopfhörerempfänger nehmen und auf diejenige Lautstärke einstellen, die er braucht, ohne dabei den Rest der Familie aus dem Raum zu blasen.

Der Sender wurde so ausgelegt, daß lediglich eine Verbindung zwischen ihm und dem Gerät, das als Programmquelle dient, hergestellt werden muß. Das zu übertragende Signal kann beispielsweise am Tonband-Ausgang des Stereoverstärkers oder am Kopfhörerausgang des Fernsehgeräts abgenommen werden. Jede nur denkbare Tonfrequenzquelle kann benutzt werden.

Die Reichweite des Systems ist selbst für überdurchschnittlich große Wohnräume ausreichend. Ein einziger Sender kann beliebig viele Empfänger versorgen; die Empfänger brauchen nur in etwa zum Sender ausgerichtet zu werden. Im Nahbereich arbeitet der Empfänger auch über die IR-Reflexionen an den Wänden. Der Empfangsteil wird von einer normalen 9-Volt-Batterie mit Betriebsstrom versorgt; der Sender benötigt ein 12-Volt-Netzteil oder eine leistungsstarke 12-V-Batterie.

Für die Übertragung des Nf-Signals wird das Verfahren der Frequenzmodulation (FM) angewendet. Der Sender (Bild 1) ist rund um die beiden spannungsgesteuerten Oszillatoren (VCOs) IC1 und IC2 (LM 566) aufgebaut. Die von den VCOs abgegebenen Signale werden gemischt und in eine Ausgangsstufe eingespeist, die die Infrarot-LEDs (D1...8) treibt. Die Mitten-

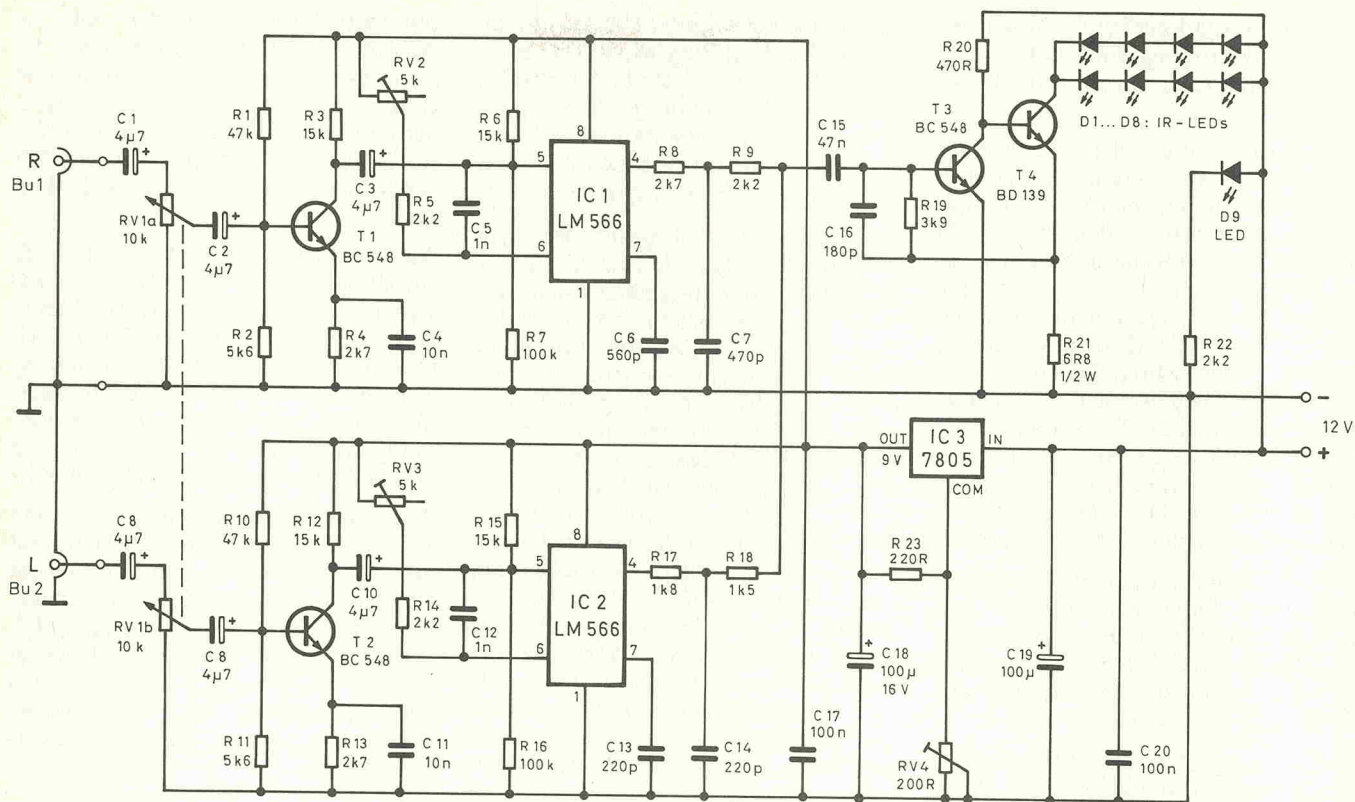


Bild 1. Der IR-Sender sollte allein schon wegen seiner relativ hohen Stromaufnahme von ca. 200 mA stationär betrieben werden.

frequenz eines jeden VCOs wird durch die Kapazität des Kondensators bestimmt, der an Pin 7 des VCOs angeschlossen ist (C6,13), und durch den Einstellwiderstand an Pin 6 (RV2,3). Der VCO für den rechten Kanal (IC1) wird mit den vorgeschlagenen Komponenten auf eine Mittenfrequenz von 110 kHz eingestellt, während die entsprechenden Komponenten des linken Kanals (um IC2 herum) für 256 kHz ausgelegt wurden. Die jeweiligen Ausgangssignale stehen an den Pins 4 der beiden VCOs an; die Kurvenzüge der abgegebenen Signale sind dabei in etwa dreieckförmig. Die eingefügten RC-Kombinationen dienen als einfache Filter, um die Wellenform 'sinusförmiger' zu bekommen.

Eine Frequenzmodulation des jeweiligen VCOs wird durch Einspeisen des Tonfrequenzsignals an Pin 5 erreicht; das ist der Eingang zur Spannungssteuerung des Oszillators. Dieser Anschluß wird in der Fachsprache auch als Modulationseingang bezeichnet. Die Widerstände R6 (R15) und R7 (R16) bestimmen die Vorspannung für

den Arbeitspunkt des ICs. Der Kondensator C5 (C12) wurde hinzugefügt, um möglichen Schwingneigungen der Stromquelle zu begegnen. Jede Spannungsänderung an Pin 5 verursacht eine Änderung der Oszillatorfrequenz — je größer die Spannungsänderung, desto größer auch die Frequenzänderung.

Die dem VCO vorgeschaltete Stufe ist ein gewöhnlicher Transistorverstärker, der den notwendigen Signalpegel liefert und für stabile Verhältnisse am Modulationseingang sorgt. Die Anpassung an unterschiedliche Eingangs-Signalpegel erfolgt mit RV1. Obwohl man diesen Einsteller etwas ungenau mit 'Lautstärkeregler' bezeichnen könnte, ist er in Wirklichkeit doch der Einsteller für die Größe der Frequenzänderung des Trägers, oder, anders ausgedrückt, für den Hub. Ohne diese Aussteuermöglichkeit könnte das hereinkommende Tonfrequenzsignal zu stark sein und eine Übersteuerung bewirken, die sich im Empfänger als Verzerrung bemerkbar machen würde. Ist der Eingangspegel andererseits zu niedrig, wird der Signal/Rauschabstand im Empfänger zu klein, das Nutzsignal geht im Rauschen unter.

Um den Signal/Rauschabstand des Gesamtsystems zu erhöhen, werden die

hohen Frequenzanteile des modulierenden Signals durch den Kondensator C4 (C11) am Emitter des Transistors definiert angehoben, also besonders stark betont. Dieses in der Übertragungstechnik oft angewendete Verfahren bezeichnet man als Preemphasis.

Beide Signalfrequenzen werden über die Widerstände R9 und R18 gemischt; anschließend wird das resultierende Signal über den Koppelkondensator C15 gleichspannungsfrei auf die Ausgangsstufe (T3, T4) gegeben. Diese Stufe arbeitet im Klasse-A-Betrieb, im Mittelbereich der linearen Kennlinie. Diese Maßnahme gewährleistet eine lineare Übertragung der gemischten, frequenzmodulierten Signale; zudem bleiben die Intermodulationsprodukte niedrig. Der Ausgangsstrom für die parallel-serielle LED-Anordnung wird durch den Emitter-Widerstand R21 begrenzt.

Um unterschiedliche Stromversorgungsteile anschließen zu können, wurde ein Spannungsstabilisator des Typs 7805 vorgesehen. Bei einer Speisespannung von 12 V wird die Ausgangsspannung des Reglers mit RV4 auf 9 V eingestellt, bei einer 9-V-Versorgung auf 7 V. Allerdings nimmt bei einer Speisespannung von 9 V die Senderleistung und damit die Reichweite

etwas ab. Grundsätzlich ist deshalb eine 12-V-Versorgung vorzuziehen. Das Netzteil muß einen Strom von 200 mA liefern können.

Zur Rückwandlung der frequenzmodulierten IR-Strahlung in ein hörbares Signal muß ein entsprechender Demodulator eingesetzt werden (Bild 2). In der vorliegenden Schaltung werden dazu zwei phasenstarre Regelschleifen (PLLs) benutzt, die mit den Bausteinen IC2 und IC3 (LM 565) realisiert wurden. Die Mittenfrequenz wird durch den Kondensator C17 (C18) an Pin 9 und durch die Widerstände RV1 (RV2) plus R25 (R26) an Pin 8 bestimmt. IC2 demoduliert den rechten Kanal mit dem 110-kHz-Träger, IC3 den linken mit dem 256-kHz-Träger.

Die FM-Signale aus den Vorverstärkern bzw. Filterstufen werden dem PLL-IC LM 565 an Pin 3 zugeführt. Die Widerstände R19 und R24 sorgen für den richtigen Arbeitspunkt der Eingangsstufen beider PLL-Stufen.

Das Infrarotsignal, das auf die beiden Fotodioden D1 und D2 auftrifft, kann einen sehr niedrigen Pegel haben. Das von den Fotodioden abgegebene elektrische Signal muß aus diesem Grund zunächst verstärkt werden, um von den PLL-Bausteinen LM 565 verarbei-

tet werden zu können. Um einen relativ großen Empfangswinkel zu erreichen, wurden zwei Fotodioden parallel geschaltet. Sie sind in Sperrichtung gepolt. Die erste Verstärkerstufe 'sieht' an ihrem Eingang eine sich ändernde Kapazität — die der Fotodioden.

Ein 6-fach-CMOS-Inverter des Typs 4069 wird als aktives Bauteil für die Verstärkerstufen eingesetzt. Jeder Inverter wird als linearer Verstärker betrieben, was allerdings nur für relativ kleine Signale gilt; erreicht wird dies durch eine Rückkopplung vom Ausgang zum Eingang über je einen Widerstand. Die Ausgangsspannung eines jeden so beschalteten Inverters entspricht im Ruhezustand der halben Versorgungsspannung. Die Stufenverstärkung wird durch das Verhältnis des Rückkopplungswiderstands zum Eingangswiderstand bestimmt. Obwohl dieser mathematische Wert nur bei kleinen Verstärkungsfaktoren gilt, wird auch bei einem relativ hochohmigen Rückkopplungswiderstand der Arbeitspunkt auf die halbe Versorgungsspannung gelegt.

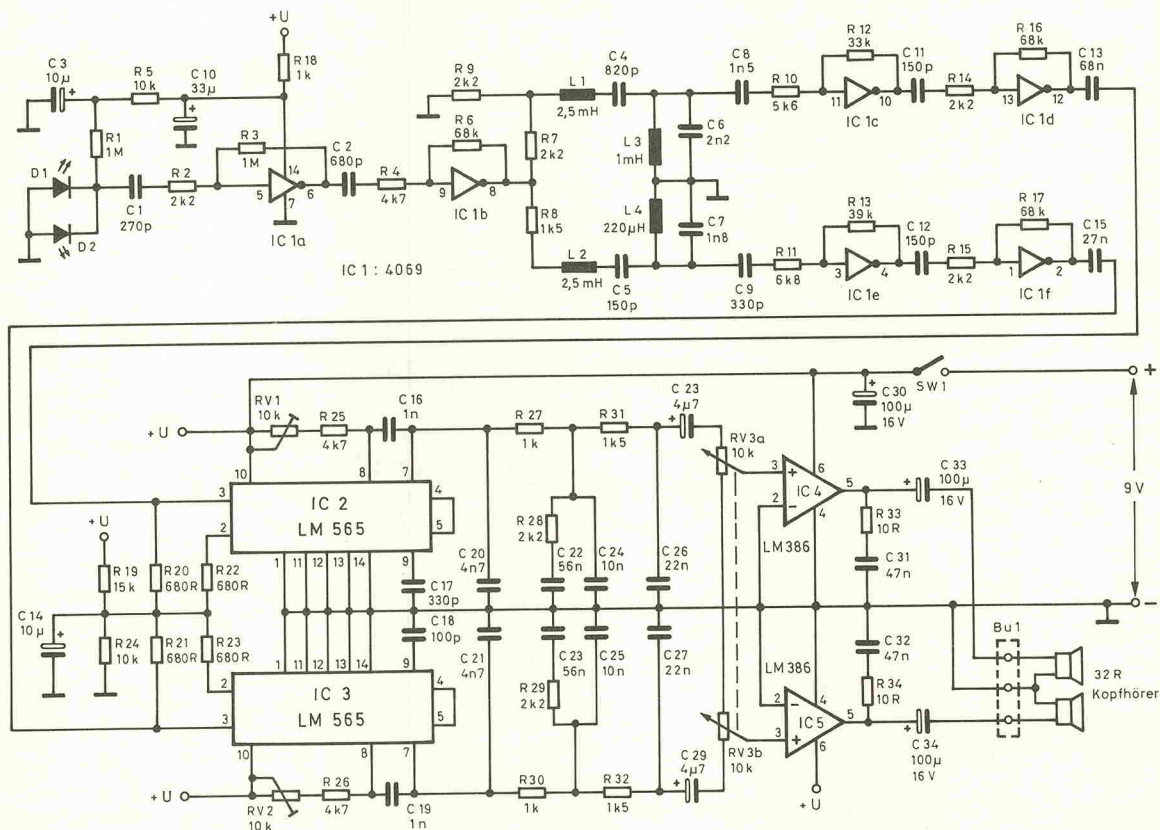
Zwei breitbandige Spannungsverstärkerstufen (IC1a,b) liegen zwischen den Fotodioden und den Filterverstärkern. Eine Kombination aus Bandsperre und

Bandpaß filtert die beiden Nutzfrequenzen aus dem ankommenden Signal. Die Verstärkerstufen IC1c und IC1d heben den Signalpegel des modulierten 110-kHz-Trägers an. Die Stufen IC1e und IC1f verstärken in gleicher Weise den modulierten 256-kHz-Träger.

Am Ausgang einer jeden PLL-Stufe enthält das demodulierte Tonfrequenzsignal noch Reste der Trägerfrequenz. Durch ein einfaches RC-Filter zwischen der PLL und dem Endverstärker werden die Trägerfrequenzreste allerdings stark unterdrückt. Zugleich wird durch dieses Filter die Deemphasis der hohen Tonfrequenzen durchgeführt.

Am Lautstärkesteller RV3 wird ein Teil des Nf-Signals abgegriffen und der Ausgangsstufe mit je einem LM 386 zugeführt. Dieser Verstärker hat eine relativ geringe Ausgangsleistung; er ist aber ideal für Lastimpedanzen (Kopfhörer) von 32 Ω bis 100 Ω . Aber auch niederohmige Hörer werden mit einem hohen Wirkungsgrad angesteuert.

Bild 2. Die beiden Kanäle des IR-Empfängers unterscheiden sich nur in einigen von der Trägerfrequenz abhängigen Bauelementwerten.



Obwohl die Empfänger-Platine relativ dicht bestückt ist (Bild 3), ist der Aufbau einfach. Alle niedrigen Bauelemente wie Widerstände, Drahtbrücken und Kondensatoren werden zuerst aufgebracht; dann folgen die liegenden Einstellwiderstände, Hf-Spulen und größeren Kondensatoren. Nun werden die Batteriezuleitungen (rot an Plus) angelötet, die Kopfhörerbuchse, die Lötnägel für den Schalter und für den Lautstärksteller. Zuletzt werden die beiden Fotodioden mit der gezeigten Polung und mit der vollen Länge der Anschlußleitungen eingesetzt, damit die Fotodioden nach dem Einbau der Empfängerplatine in ein Gehäuse ausgerichtet werden können.

Für den richtigen Sitz der Platine im vorgesehenen Gehäuse ist ein wenig Feinarbeit nötig. Die Aussparungen am Gehäuse für den Schalter, den Lautstärkeregler und die Kopfhörerbuchse müssen sorgfältig herausgearbeitet werden.

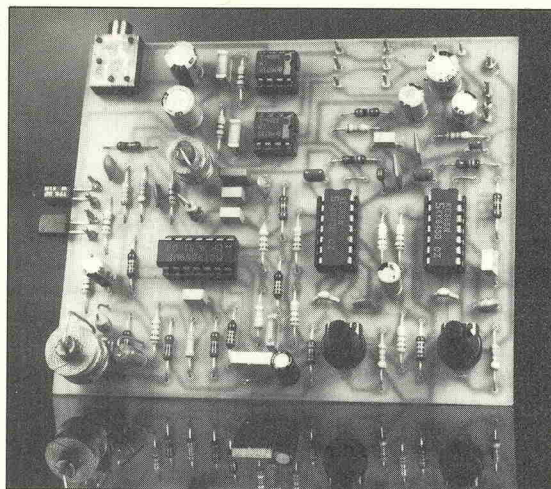
Bei der Schlußmontage werden die beiden Fotodioden so zurechtgebogen, daß ihre lichtempfindlichen Flächen durch das IR-durchlässige Fenster schauen. Apropos IR-Fenster: Am Schluß des Artikels wird angegeben, wie mit einfachen Mitteln ein durchaus funktionstüchtiges IR-Filter hergestellt werden kann.

Der Aufbau des Senders gleicht prinzipiell dem des Empfängers. Der gemeinsame Kühlkörper für Transistor T4 und für Spannungsregler IC3 sitzt an einer Längskante der Platine (Bild 4); beide Halbleiter werden gegeneinander elektrisch isoliert montiert. Die je drei Anschlußbeinchen werden zuvor rechtwinklig abgebogen, und zwar so, daß sie in die Platinenbohrungen passen.

Die Anschlußbeine der vorgeschlagenen IR-LEDs brauchen nicht abgebogen zu werden, da die IR-Strahlung seitlich aus dem Gehäuse austritt. Falls jedoch andere IR-LED-Typen eingesetzt werden sollten, müssen deren Anschlüsse ebenfalls rechtwinklig gebogen werden, wobei auf die korrekte Polung geachtet werden muß. Die Polung der roten Kontroll-LED D9 ist entgegengesetzt zu den IR-LEDs.

An die Sender-Platine werden eine dreipolige Tonfrequenzleitung und eine zweipolige Stromversorgungsleitung gelötet. Die rot isolierte Ader der Tonfrequenzleitung überträgt dabei

Von einem Sender können gleichzeitig mehrere Empfänger versorgt werden: einer für Opa, einer für Oma, einer für ...



die Signale des rechten Kanals. Das andere Ende der Stereo-Nf-Leitung wird mit einem passenden Stecker versehen, z.B. DIN- oder Cinch-Stecker.

Der Sender kann nach einer abschließenden Sichtkontrolle an eine Stromversorgung angeschlossen werden. Zweckmäßig ist eine 12-V-Quelle mit einer Mindeststrombelastbarkeit von 200 mA.

Nach dem Einschalten sollte die Ausgangsspannung am Spannungsregler IC3 gemessen werden. Mit dem Trimmer RV4 pegelt man die Betriebsspannung auf 9 V ein. Die Stromaufnahme sollte bei etwa 200 mA liegen.

Falls ein Oszilloskop oder ein Frequenzzähler zur Verfügung steht, kann die Frequenz der beiden VCOs bequem und genau eingestellt werden. Dazu wird die Tastspitze des Meßgeräts an Pin 3 von IC1 (LM 566) geklemmt (Rechteck-Ausgang), und mit RV2 wird die Frequenz auf 110 kHz justiert. Die Periodendauer beträgt dementsprechend 9,1 μ s. Ebenso ist die Trägerfrequenz des anderen Kanals (an Pin 3 von IC2) auf 256 kHz einzustellen; die Periodendauer weist hier einen Wert von 3,9 μ s auf.

Für denjenigen, der keine Meßgeräte zur Verfügung hat, wird später eine alternative Einstellmöglichkeit vorgestellt.

Bevor der Empfänger in Betrieb genommen wird, sind zuvor alle Bauteile und Lötverbindungen nochmals zu überprüfen. Dann werden eine passende Batterie und ein Kopfhörer angeschlossen. Nach dem Einschalten des Empfängers — der Sender bleibt in dieser Testphase ausgeschaltet — sollte

Rauschen hörbar sein, das vom Lichteinfall auf die Fotodioden abhängig ist. Der aufgenommene Strom sollte bei 9 V etwa 25 mA betragen.

Nun wird die Nf-Zuleitung des Senders an eine Signalquelle angeschlossen, beispielsweise an den Ausgang eines UKW-Stereo-Empfängers. Der Sender wird eingeschaltet, RV1 aber zunächst gegen Masse gedreht. Der Rauschpegel des Empfängers sollte sich wahrnehmbar ändern, wenn die Fotodioden des Empfängers in Richtung Sender ausgerichtet werden.

Mit einem kleinen Schraubendreher kann nun die Grundeinstellung der VCOs im Empfänger vorgenommen werden, wobei geringstes Rauschen eingestellt werden. Bei größerer Entfernung vom Sender sollte dieser Vorgang wiederholt werden — auf diese Weise erreicht man die höchste Reichweite und größte Empfindlichkeit.

Wenn der Sender mit einem Frequenzzähler eingestellt wurde, müßte nach dieser Einstellung der richtige Arbeitspunkt bereits gefunden sein. Falls leises Zwitschern aus einem der Kanäle zu hören sein sollte, kann die höhere Sendefrequenz mit RV3 (Sender) geringfügig korrigiert werden, bis keine Störgeräusche mehr zu hören sind. Anschließend ist allerdings der Empfänger mit dem Trimmer RV2 erneut abzugleichen.

Für den Fall, daß nicht auf Meßgeräte zurückgegriffen werden kann, die für die Einstellung der beiden Sendefrequenzen — wie oben beschrieben — benötigt werden, kann man sich an der mechanischen Position der Schleifer der beiden Einstellpotentiometer RV2,3 orientieren: etwa Mittelstel-

Stereo-IR-Sender/Empfänger

lung, vergleichsweise zwischen 11 und 12 Uhr. Diese Einstellung sollte als 'Normalposition' angesehen werden, mit der der Empfänger auf geringstes Rauschen getrimmt werden kann. Durch Probieren findet man normalerweise ein recht gutes Ergebnis. Einige kleinere Korrekturen der Trimmer können notwendig sein, wenn 'Vögelchen' oder starke Verzerrungen zu hören sind.

Nachdem die Grundeinstellung abgeschlossen ist, wird der Aussteuerungssteller am Sender (RV1) aufgedreht. Über den am Empfänger angeschlossenen Kopfhörer sollte nun klar und deutlich das gewählte Testsignal zu hören sein. Poti RV1 wird kurz vor den Punkt eingestellt, an dem sich insbesondere bei lautstarken Musikpartien Verzerrungen bemerkbar machen. Dieser Übersteuerungspunkt liegt dort, wo der frequenzmodulierte Träger seine lineare Grenze überschreitet, wenn das modulierende Tonsignal also zu groß wird. Der Übersteuerungseinsatz macht sich stärker bemerkbar als das Überschreiten der Entfernungsgrenze zwischen Sender und Empfänger.

Und nun noch einige Worte zu den IR-durchlässigen Gehäusen bzw. Gehäuseteilen (Filter). Es gibt handelsübliche Gehäuse mit infrarotdurchlässigen Filtereinsätzen. Beim Prototypen des Empfängers bemerkten wir, daß künstliche Lichtquellen nur geringe Störwirkungen haben, wenn die Entfernung vom Sender nicht allzu groß ist und der Empfänger nicht zu weit aus der direkten 'Blickrichtung' zum Sender gedreht ist.

Beim Betrieb von Leuchtstofflampen kann im Kopfhörer ein Hintergrund-Schnarren zu hören sein, wenn das Empfangssignal zu schwach oder die Leuchtstofflampen im Empfangswinkel der Fotodioden liegen. Versuche mit Polarisationsfilterfolien im Fensterausschnitt brachten zwar in Extremsituationen eine Verbesserung des Signal/Rauschabstands, die zusätzlichen Kosten sind für den Normalbetrieb jedoch nicht zu rechtfertigen.

Ein unbelichteter, aber entwickelter Farbdiafilm ist übrigens eine preiswerte Alternative zu IR-Filterfolien. Zumeist reichen die Anfangs- und Endstücke eines entwickelten Kleinbild-Diafilms vollkommen aus, die bei Fotoamateuren eh als wertloser Abfall in den Papierkorb wandern.

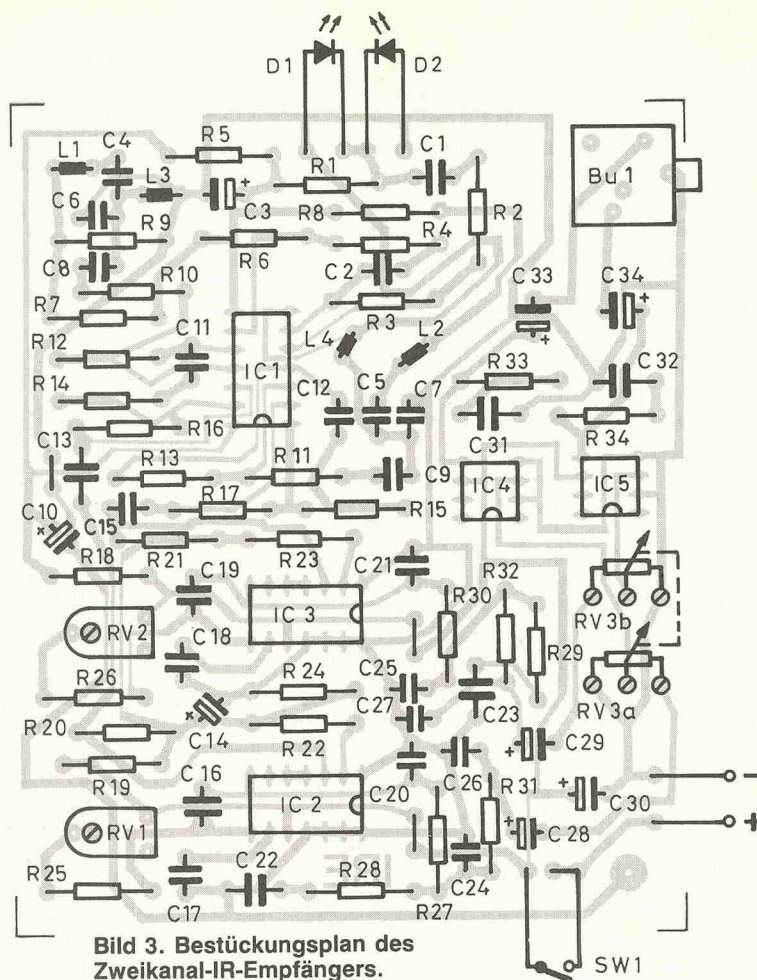


Bild 3. Bestückungsplan des Zweikanal-IR-Empfängers.

Stückliste

— IR-Empfänger —	
Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1,3	1M0
R2,7,9,14,	
15,28,29	2k2
R4,25,26	4k7
R5,24	10k
R6,16,17	68k
R8,31,32	1k5
R10	5k6
R11	6k8
R12	33k
R13	39k
R18,27,30	1k0
R19	15k
R20...23	680R
R33,34	10R
RV1,2	Trimmer 10k
RV3	Stereopotentiometer 10k log., Miniaturausführung
Kondensatoren	
C1	270p ker.
C2	680p ker.
C3,14	10µ/25V Elko
C4	820p ker.
C5,11,12	150p ker.
C6	2n2 ker.
C7	1n8 Folie
C8	1n5 Folie
C9,17	330p ker.

C10	33µ/10V Elko
C13	68n Folie
C15	27n Folie
C16,19	1n0 ker.
C18	100p ker.
C20,21	4n7 ker.
C22,23	56n ker.
C24,25	10n ker.
C26,27	22n ker.
C28,29	4µ/25V Elko
C30,33,34	100µ/16V Elko
C31,32	47n Folie
Induktivitäten	
L1,2	2,5 mH
L3	1,0 mH
L4	220 µH
Halbleiter	
IC1	4069
IC2,3	LM 565
IC4,5	LM 386
D1,2	BPW 41 N
Sonstiges	
SW1	Miniaturschalter 1×Ein
Bu1	Print-Stereo-Klinkenbuchse Ø 3,5 mm
2 IC-Sockel DIL 8	
3 IC-Sockel DIL 14	
9-V-Batterieclip	
32-Ohm-Stereo-Kopfhörer	
Platine 92 × 112 mm	

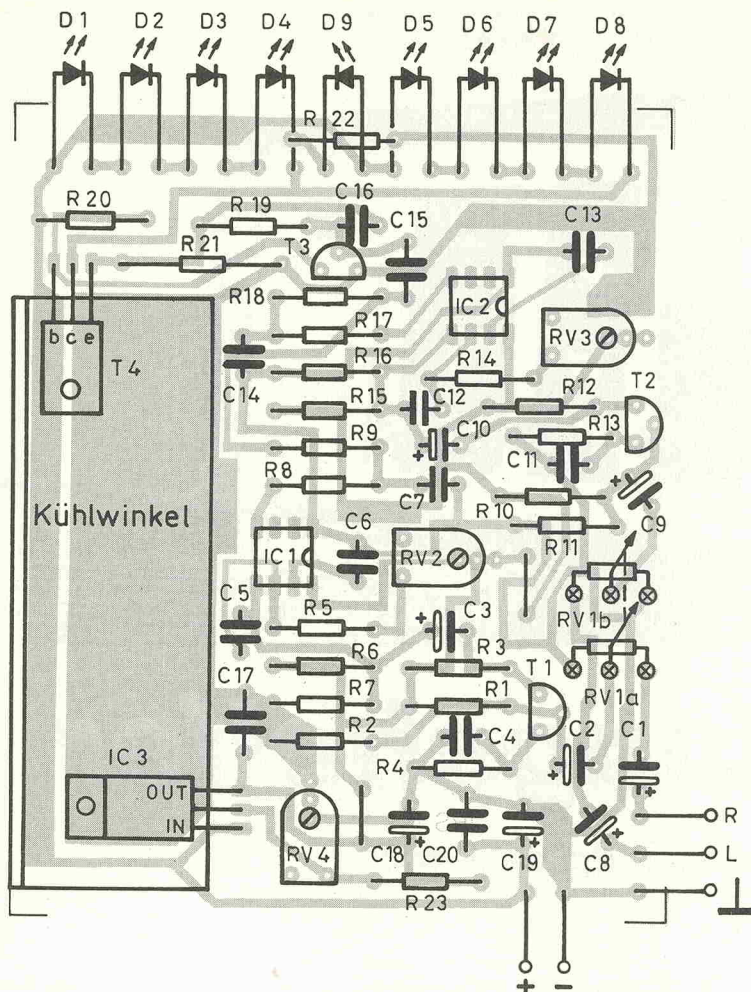


Bild 4. Der Spannungsregler IC3 und der IR-Treibertransistor T4 müssen gekühlt werden.

Stückliste

— IR-Sender —

Widerstände (alle 1/4 W, 5%, soweit nicht anders angegeben)

R1,10	47k
R2,11	5k6
R3,6,12,15	15k
R4,8,13	2k7
R5,9,14,22	2k2
R7,16	100k
R17	1k8
R18	1k5
R19	3k9
R20	470R
R21	6R8, 1/2 W
R23	220R

RV1	Stereopoti 10k log., Miniaturausführung
RV2,3	Trimmer 5k
RV4	Trimmer 200R

Kondensatoren

C1...3,8...10 4µ7/25V Elko

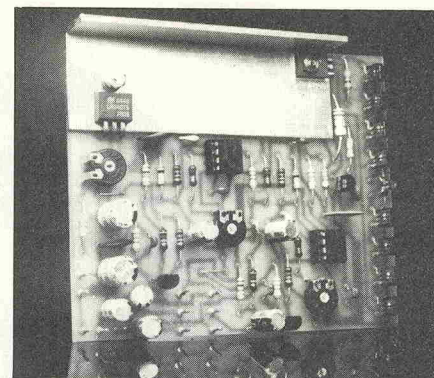
C4,11	10n ker.
C5,12	1n0 ker.
C6	560p ker.
C7	470p ker.
C13,14	220p ker.
C15	47n ker.
C16	180p ker.
C17,20	100n ker.
C18,19	100µ/16V Elko

Halbleiter

IC1,2	LM 566
IC3	7805
T1...3	BC 548
T4	BD 139
D1...8	CQX 47
D9	LED, 3 mm, rot

Sonstiges

Bu1,2	Cinch-Einbaubuchse
2 IC-Sockel DIL 8	
12-V-Netzteil	
Kühlwinkel (für IC3 und T4)	
Platine 90×110 mm	



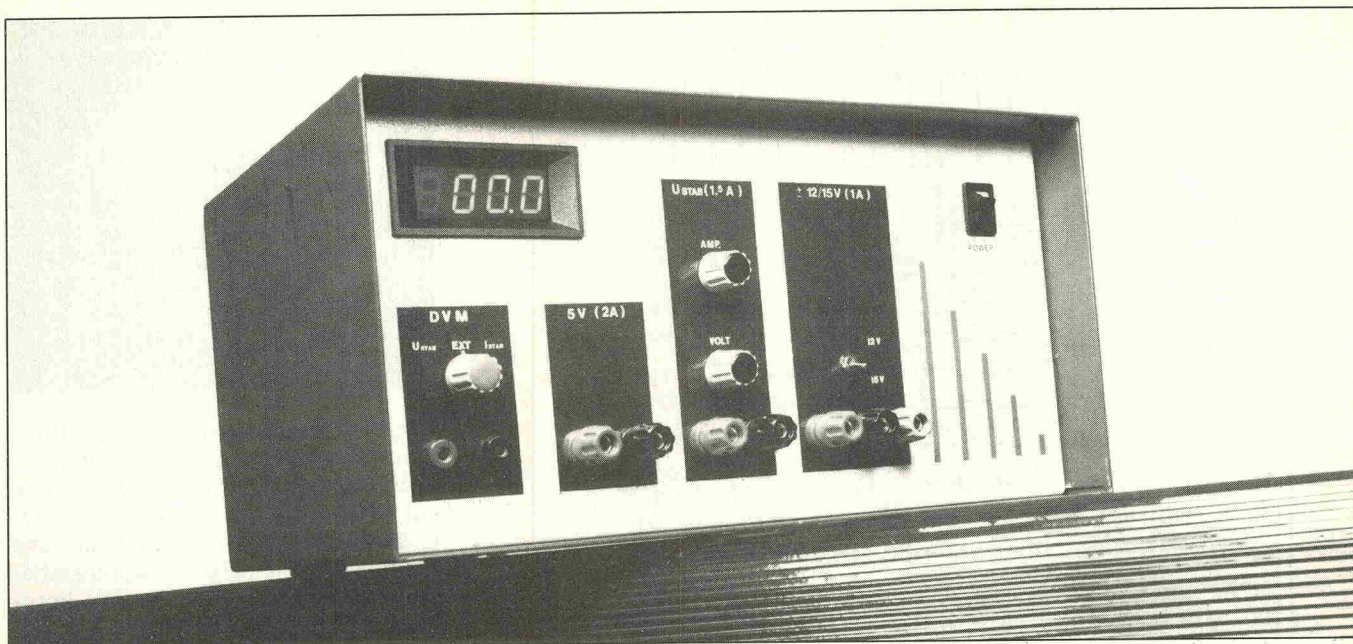
Der Empfänger weist wegen der Position der Fotodioden innerhalb des Gehäuses eine ausgeprägte Richtwirkung auf. Wenn die Dioden außerhalb des Gehäuses platziert werden, kann eine richtungsunabhängige Empfangscharakteristik erreicht werden. Die Fotodioden können auch Rücken an Rücken gelegt werden, um einen noch größeren Blickwinkel zu erzielen. Aber das letztgenannte Verfahren bringt zum einen Gehäuseprobleme mit sich, zum anderen werden auch umliegende Störlichtquellen miterfaßt.

Die im Sender eingesetzten IR-LEDs des Typs CQX 47 haben einen Abstrahlwinkel von $\pm 25^\circ$. Den gleichen Winkel weisen auch die Typen LD 271 und LD 273 auf. Typen mit einem größeren Abstrahlwinkel sind zum Beispiel LD 242 II mit $\pm 60^\circ$, SFH 402 II mit $\pm 40^\circ$ und V 394 P mit ebenfalls $\pm 40^\circ$.

Und für Wohnzimmer mit extremen Seitenverhältnissen (z.B. 20 m lang, 1 m breit) können — quasi als Richtstrahler — IR-LEDs mit kleineren Abstrahlwinkeln verwendet werden: CQX 19 mit $\pm 20^\circ$, TSUS 5202 mit $\pm 17,5^\circ$, LD 274 mit $\pm 10^\circ$, SFH 400 II mit $\pm 6^\circ$ und TSTS 7103 mit $\pm 5^\circ$. Alle genannten IR-LED-Typen werden von Siemens oder Telefunken hergestellt.

Der Empfangswinkel der im Empfänger eingesetzten Fotodioden BPW 41 N beträgt $\pm 65^\circ$. Den gleichen Winkel weist auch der bekannte Typ BPW 34 auf, mit dem Unterschied, daß diese Fotodiode ihre strahlungsempfindliche Fläche nicht an der Querseite, sondern an der Vorderseite hat. Bis auf wenige Ausnahmen liegt der Empfangswinkel von Fotodioden im Bereich zwischen $\pm 55^\circ$ und $\pm 65^\circ$.

Diese Hinweise sind für diejenigen gedacht, die ein wenig mit der Sender/Empfänger-Kombination experimentieren möchten.



Entwicklungshelfer

Mit einer variablen und drei festen Spannungen

Johannes Knoff-Beyer

Für den Testlauf selbstentwickelter Geräte mit OpAmps oder TTL- bzw. CMOS-Bausteinen benötigt man im allgemeinen nur zwei oder drei Standardspannungen — und die liefert der hier beschriebene Entwicklungshelfer. Zusätzlich stellt er noch eine einstellbare Spannung zur Verfügung.

Wer des öfteren Geräte-Prototypen einem Funktionstest unterzieht, wird feststellen, daß zumeist nur auf zwei, drei 'Normspannungen' zurückgegriffen wird, mit denen die entwickelten Geräte gespeist werden. Für TTL-Schaltungen beispielsweise wird eine Gleichspannung von 5 V benötigt. Bei symmetrisch gespeisten Schaltungen mit Operationsverstärkern wird häufig eine Doppelspannung in Höhe von ± 15 V gebraucht, manchmal auch ± 12 V. Mit 5 V, 12 V oder 15 V werden zudem die meisten CMOS-Schaltungen versorgt. Und falls doch einmal eine bisher nicht genannte Spannung an die entwickelte Schaltung zu legen ist, dürfte sie sich meistens im Bereich zwischen 2,8 V und 26 V bewegen.

Genau diese Spannungen gibt das hier beschriebene Universal-Netzgerät ab. Die entnehmbaren Ströme können sich ebenfalls sehen lassen: Der Nennstrom der Doppelspannung (± 15 V/ ± 12 V) beträgt 1 A, die 5-V-Spannung darf sogar mit 2 A belastet werden.

Die variable Spannungsquelle kann auch als (Konstant-)Stromquelle einge-

setzt werden; die Strombegrenzung wird mit Poti RV1 im Bereich zwischen 30 mA und 1,5 A eingestellt. Damit man auch weiß, welchen Wert die eingestellte Spannung bzw. der fließende Strom aufweist, wurde ein Digitalvoltmeter vorgesehen, das zum einen die Spannungs- und Stromwerte der variablen Quelle messen kann, dessen Meß-Eingänge zum anderen über einen Drehschalter auch an zwei Meßbuchsen an der Frontplatte des Netzgeräts gelegt werden können. Auf diese Weise lassen sich andere externe Spannungen messen, zum Beispiel Spannungen verschiedener Meß- und Testpunkte des angeschlossenen, zu untersuchenden Probeaufbaus.

Doch nun zur Schaltung des Netzgeräts (Bild 1). Der Netztransformator Tr1 liefert alle Wechselspannungen, die für den Entwicklungshelfer benötigt werden; die Nennleistung des Transformators beträgt 122,5 VA.

Der Schaltungsteil zur Erzeugung der symmetrischen Doppelspannung wird von der Sekundärwicklung 2×15 V/1,5 A mit Strom versorgt. Die

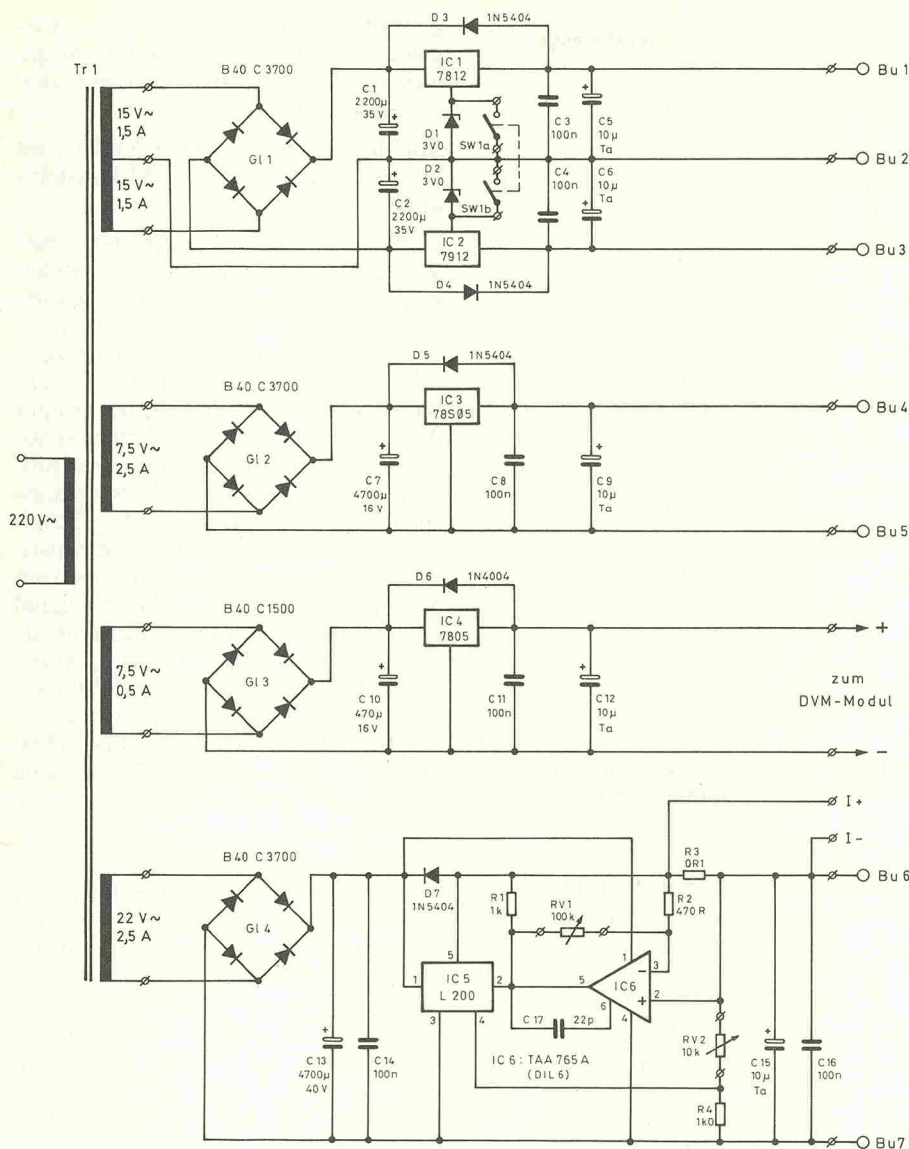


Bild 1. Gesamtschaltung des Entwicklungshelfers.

Spannungsregler IC1 und IC2 stabilisieren die zwischen ihren Anschlüssen 'OUT' und 'GND' liegende Spannung auf +12 V bzw. -12 V. Mit Schalter SW1 können zwei Z-Dioden mit einer Durchbruchspannung von je 3 V zwischen den 'GND'-Anschlüssen und Mittelleiter eingefügt werden. Dadurch steigt die Ausgangsspannung der Spannungsstabis um jeweils 3 V — und damit stehen an den Ausgangsbuchsen Bu1 und Bu3 ± 15 V (in bezug auf Bu2) zur Verfügung.

Die zweite Sekundärwicklung des Netztrafos (7,5 V/2,5 A) liefert den Strom für den 5-V-Zweig des Netzgeräts. Als Spannungsstabilisator IC3

wurde hier die S-Version des 7805 eingesetzt, deren maximaler Dauer-Ausgangsstrom 2 A beträgt. Dieser Strom dürfte selbst für relativ umfangreiche TTL-Versuchsaufbauten ausreichen, insbesondere dann, wenn energiesparende LS- oder HC(T)-ICs eingesetzt wurden.

Als nächstes ist auf dem Schaltbild eine zusätzliche 5-V-Schiene zu erkennen, die den Betriebsstrom für das digitale Meßmodul liefert. Der Stabi IC4 ist hier zwar ein 1-A-Typ, das angeschlossene Meßmodul 'verbraucht' aber nur wenige ...zig mA.

Die vierte Sekundärwicklung des Trafos (22 V/2,5 A) versorgt den Geräte- teil zur Erzeugung der variablen Ausgangsspannung. Als Spannungs- bzw.

Stromregler wurde der L 200 vorgesehen, ein IC im Pentawatt-Gehäuse mit fünf Anschlußbeinen. An Pin 1 wird die gleichgerichtete, unstabilisierte Eingangsspannung angelegt, an Pin 5 steht die stabilisierte Ausgangsspannung zur Verfügung — Pin 3 ist der gemeinsame Masseanschluß. Am Anschluß 4 steht eine Referenzspannung in Höhe von 2,77 V (typischer Nennwert) an. Die Strombegrenzung erfolgt über Pin 2; immer dann, wenn die Spannung an diesem Anschluß um ca. 0,45 V unter den Wert der Ausgangsspannung (Pin 5) fällt, setzt die Strombegrenzung ein.

Die Ausgangsspannung wird mit Poti RV2 eingestellt. R4 und RV2 bilden einen Spannungsteiler, bei dem der Spannungsabfall über R4 als konstant angesehen werden kann: Hier, an R4, fällt nämlich die Referenzspannung (2,77 V) ab. Je größer der Widerstandswert von RV2 eingestellt wird, desto höher ist die resultierende Ausgangsspannung.

Als Fühlwiderstand für den Ausgangsstrom dient R3 (100 m Ω). Die an diesem Widerstand abfallende Spannung wird einerseits über die Anschlüsse I+ und I- dem Digitalvoltmeter zugeführt, andererseits mit dem OpAmp IC6 verstärkt und dem Strombegrenzungs-Anschluß Pin 2 von IC5 zugeführt. Der Verstärkungsfaktor kann mit RV1 variiert werden, er bestimmt den Einsatz der Strombegrenzung. Je höher der RV1-Wert eingestellt wird, desto größer ist die Verstärkung des OpAmps IC6, desto kleiner ist der erforderliche Spannungsabfall über R3 (der ein Maß für den Ausgangsstrom ist), um die Strombegrenzung zu aktivieren.

Die Schutzdioden D3...7 bewirken, daß die Ausgangsspannung der Regler nie deren Eingangsspannung übersteigt und somit der Reglerbaustein auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen nicht zerstört wird. Dieser (Un-)Fall kann gerade bei Testaufbauten leicht auftreten, insbesondere dann, wenn das Testgerät mit mehreren Betriebsspannungen versorgt wird.

Soviel zum Netzgerät. Das Digital-Voltmeter hat einen Grundmeßbereich von 200 mV. In Bild 2 ist die Verdrahtung des DVM-Bausteins mit dem Drehschalter SW2 wiedergegeben. In der obersten Stellung des Schalters ist der Eingang des DVMs über den Span-

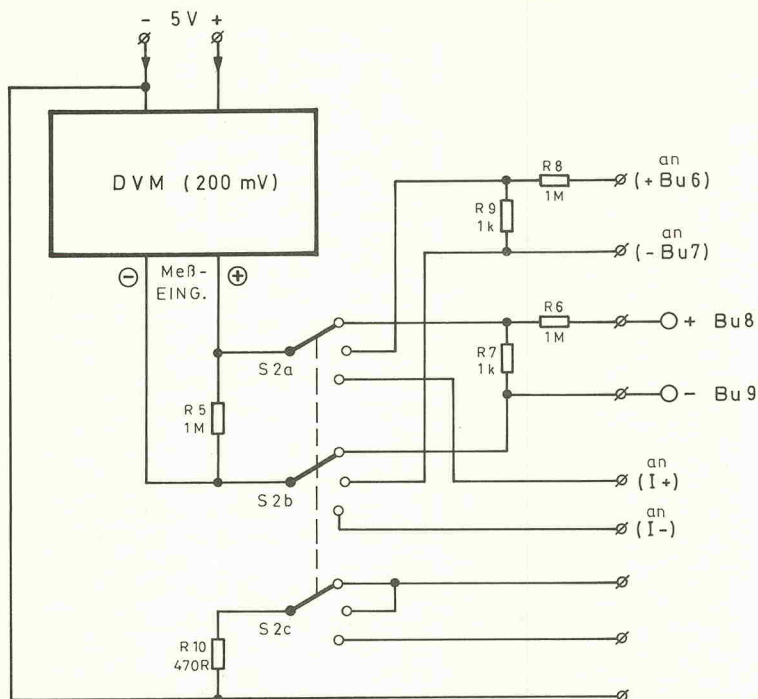


Bild 2. Die Meßeingänge des DVMs werden über Schalter SW2 entweder an netzgerätereine Meßpunkte oder (für externe Spannungsmessungen) an die beiden Buchsen Bu8,9 geführt.

nungsteiler R6,7 mit dem externen Meß-Eingang (Bu8 und Bu9) verbunden. Die an diesen Buchsen anliegende Spannung wird um den Faktor 1000 abgeschwächt, bevor sie gemessen wird; der Meßbereich des so beschalteten Voltmeters beträgt also 199,9 V.

In der mittleren Schalterstellung sind die Eingänge des Voltmeters mit der Ausgangsspannung der variablen

Quelle verbunden. Somit wird in dieser Schalterstellung die von der einstellbaren Spannungsquelle abgegebene Spannung gemessen. Der Meßbereich beträgt auch hier 199,9 V.

In der untersten Stellung des Schalters SW2 liegt der DVM-Eingang parallel zu Widerstand R3 der variablen Quelle. Da die an diesem Widerstand abfallende Spannung ein Maß für den Aus-

gangsstrom ist, wird somit der Ausgangsstrom der variablen Quelle gemessen. Der Meßbereich beträgt in dieser Schalterstellung 1,999 A.

Mit dem Schaltersegment SW2c wird der Dezimalpunkt des DVM-Bausteins umgeschaltet.

Und nun zum Digital-Voltmeter selbst. Wie in Bild 3 zu erkennen ist, handelt es hierbei um eine Standardschaltung mit dem bekannten DVM-IC ICL 7107. Als Anzeige-Elemente können nahezu alle 13 mm hohen Sieben-segment-Anzeigen mit gemeinsamer Anode eingesetzt werden. Leider benötigt IC1 nicht nur eine positive, sondern auch eine negative Versorgungsspannung. In der vorliegenden Schaltung wird die negative Betriebsspannung durch Zerhacken der positiven 5-V-Spannung erzeugt. Als Taktsignal dient dabei das an Pin 38 anstehende Oszillatorsignal des DVM-ICs, wobei die sechs Inverter von IC2 (4049) als Schaltverstärker und Puffer eingesetzt werden. Während des praktischen DVM-Betriebs wird über Elko C7 eine Spannung in Höhe von ca. -3...-4 V zu messen sein.

Einziger Abgleichpunkt des gesamten Netzgeräts ist der Trimmer RV1, mit dem die Referenzspannung für das DVM-IC eingestellt wird. In der Praxis geht man dabei am besten so vor, daß die Eingänge des Voltmeters entsprechend Bild 2 verdrahtet werden. Schalter SW2 wird in Stellung 'Spannung extern' gebracht, und an die Meßbuchsen Bu8,9 wird eine genau bekannte Spannung gelegt. Nun wird RV1 betä-

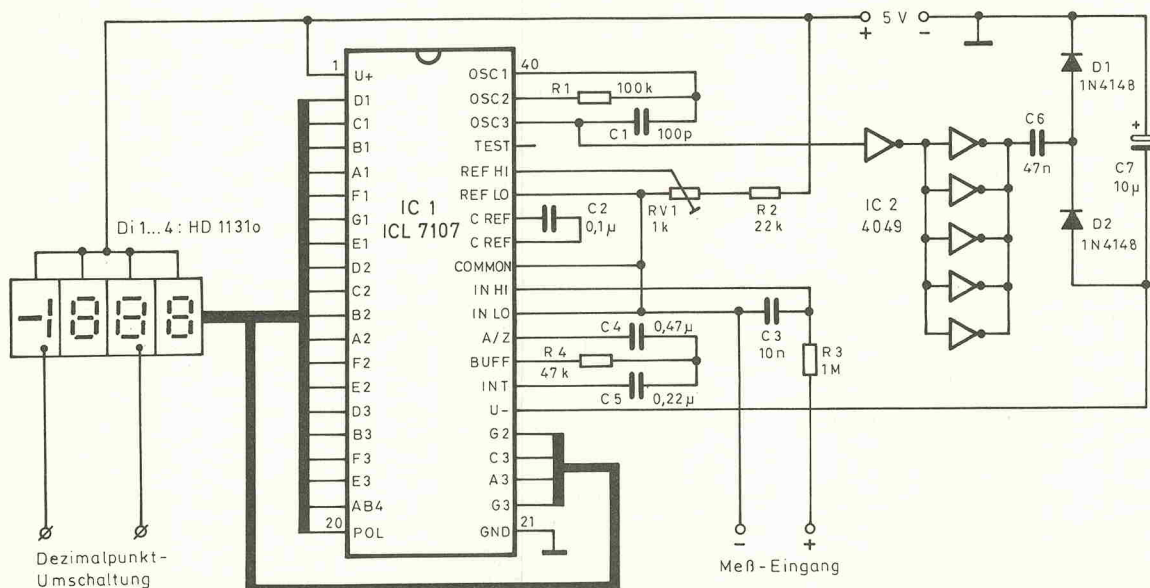


Bild 3. Der Grundmeßbereich des Digital-Voltmeters beträgt 200 mV.

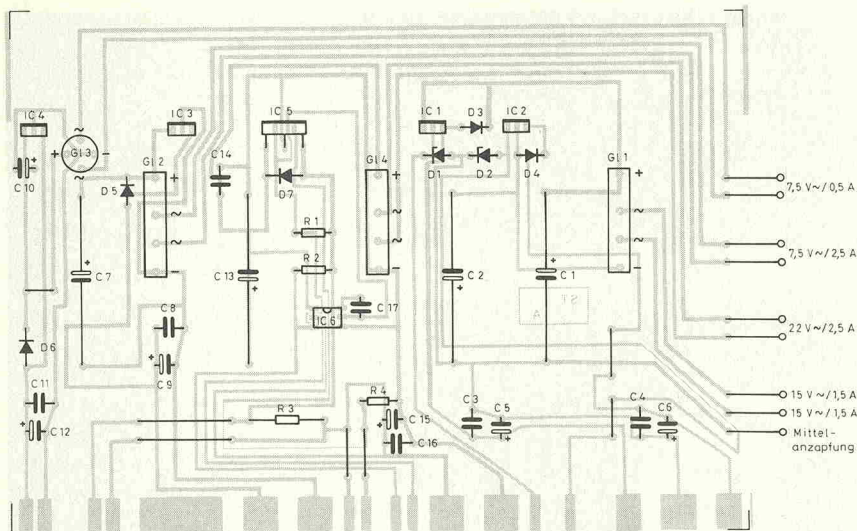


Bild 4. Alle zu kühlenden Spannungsregler sind auf der Netzgerät-Platine in einer Linie angeordnet.

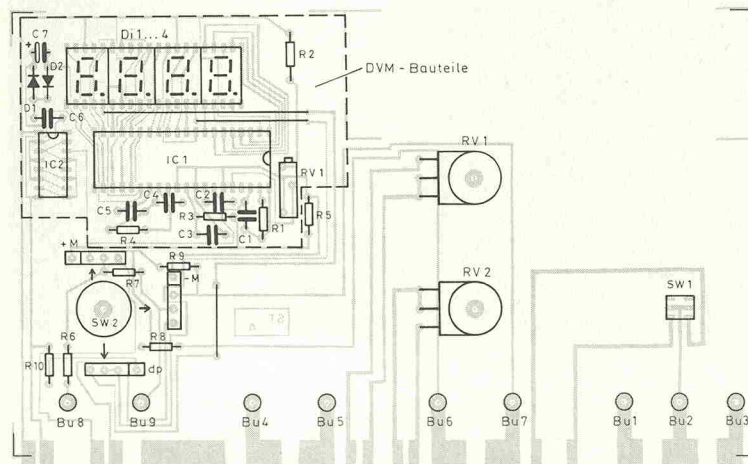


Bild 5. Die Frontplatte nimmt sowohl das Voltmeter als auch die Bedienelemente auf.

tigt, bis der Wert dieser bekannten Spannung auf dem Display angezeigt wird.

Alle Komponenten des Netzgeräts werden zweckmäßigerweise in ein Metallgehäuse eingebaut, mit dem auch der Schutzleiter der Netzzuführung verbunden ist. Die Spannungsregler IC1...3 und IC5 müssen gekühlt werden, man befestigt sie — elektrisch durch je eine Glimmerscheibe isoliert — am besten an einem gemeinsamen Kühlkörper. Alle netzspannungsführenden Leitungen müssen besonders sorgfältig isoliert werden, um jede Berührungsgefahr auszuschließen.

Beim Entwurf der Platinen wurde davon ausgegangen, daß die DVM- und Bedienplatte senkrecht mit der Hauptplatine verlötet und über L-Winkel verschraubt wird. Durch die Platzierung der Bedienelemente auf der Frontplatte wird ein 'Drahtverhau' vermieden. Denkbar ist aber auch eine konventionelle Verdrahtung der Hauptplatine.

In die Frontplatte müssen einige Löcher für die Bedienelemente gebohrt werden, ebenso ein Ausbruch für die LED-Anzeige des Digital-Voltmeters.

Stückliste

— Netzgerät —

Widerstände (alle 1/4 W, 5%, soweit nicht anders angegeben)

R1,4	1k0
R2	470R
R3	0R1/1W
R5,6,8	1M0 1%
R7,9	1k0 1%
R10	470R
RV1	Poti 100k, lin.
RV2	Poti 10k, lin.

Kondensatoren

C1,2	2200µ/35V Elko
C3,4,8,11,14,16	100n ker.
C5,6,9,12,15	10µ/35V Tantal
C7	4700µ/16V Elko
C10	470µ/16V Elko
C13	4700µ/40V Elko
C17	22p ker.

Halbleiter

GI1,2,4	B 40 C 3700/2200
GI3	B 40 C 1500
D1,2	Z-Diode 3V0, 400 mW
D3...5,7	1 N 5404
D6	1 N 4004
IC1	7812
IC2	7912
IC3	78 S 05
IC4	7805
IC5	L 200
IC6	TAA 765 A

Sonstiges

Tr1	Netztrafo, Sekundärspannungen: 2×15V/1,5A, 1×7,5V/2,5A, 1×7,5V/0,5A, 1×22V/2,5A (Gesamtleistung 122,5 VA)
-----	---

Bu1,4,6,8	4-mm-Einbaubuchse rot
Bu2,5,7,9	4-mm-Einbaubuchse schwarz
Bu3	4-mm-Einbaubuchse blau
SW1	Miniaturschalter 2×Ein
SW2	Dreheschalter 3×4 (3 Schaltkreise, 4 Stellungen)

Kühlkörper
Platine 140×200

— Digital-Voltmeter (200 mV) —

Widerstände (alle 1/4 W, 1%)

R1	100k
R2	22k
R3	1M0
R4	47k
RV1	Wendeltrimmer 1k0

Kondensatoren

C1	100p
C2	100n
C3	10n
C4	470n
C5	220n
C6	47n
C7	10µ/10V Elko

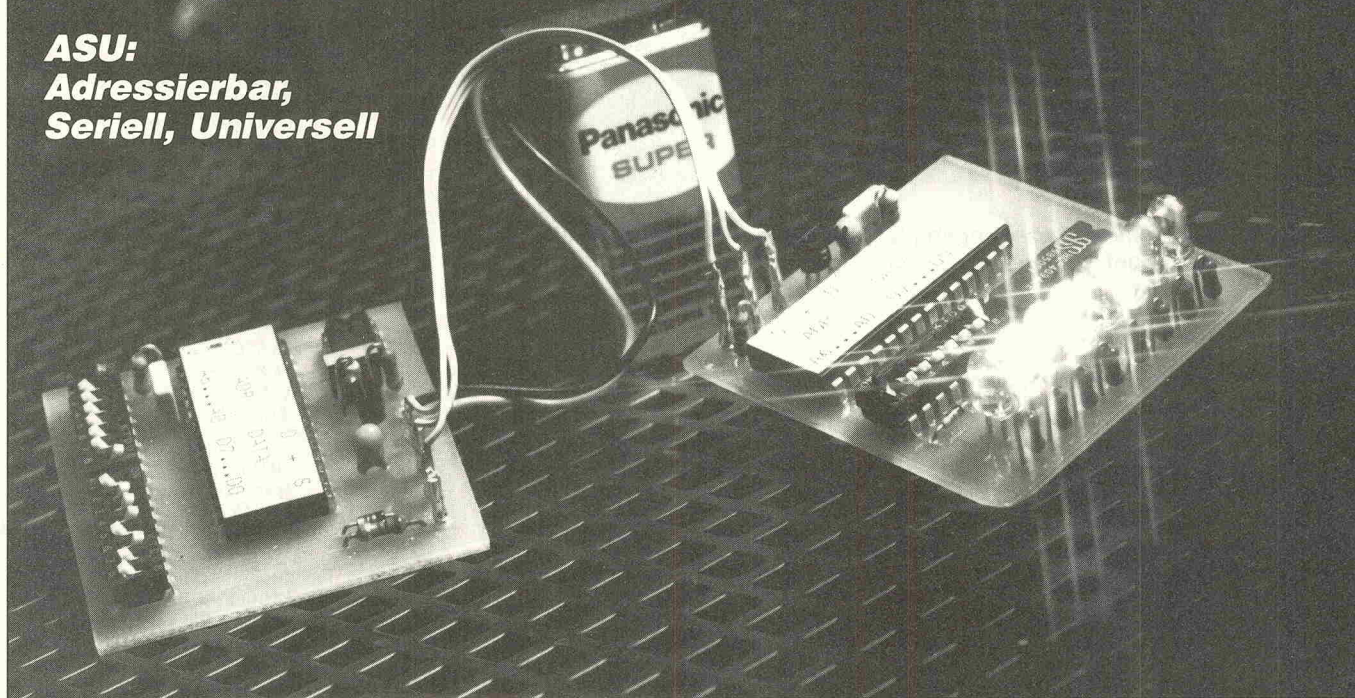
Halbleiter

D1,2	1 N 4148
IC1	ICL 7107
IC2	4049
Di1...4	HD 1131 o

Verschiedenes
Platine 124×200

Daten- Wechselsprechanlage

ASU:
Adressierbar,
Seriell, Universell



Dort, wo (parallele) Daten mit einer Wortlänge bis 15 Bit über einen Kanal — Draht, IR, Ultraschall, Funk — seriell übertragen werden sollen, bietet er sich an: der neue integrierte Baustein PED — ein Programmierbarer Enkoder/Dekoder. Wir zeigen Ihnen, was er kann. Doch dann geht's für Sie erst richtig los — wenn Sie bei unserem Ideen-Wettbewerb rund um den PED mitmachen.

Steht man vor der Aufgabe, Daten über eine größere Entfernung mit möglichst geringem Aufwand zu übertragen, so bietet sich dafür ein interessanter neuer Baustein, der PEDxx an, der sowohl als Sender als auch als Empfänger eingesetzt werden kann. Dieses IC setzt parallel anliegende Daten in ein serielles Format um und ermöglicht so die asynchrone Datenübertragung über eine Zweidrahtleitung — oder drahtlos: per Funk, Infrarot oder Ultraschall. Am Empfangsort können die Daten entweder seriell weiterverarbeitet, mit einem Schieberegister nach parallel umgesetzt oder mit einem am Empfänger-Baustein eingestellten Bitmuster auf Übereinstimmung geprüft werden. Sollen Sender und Empfänger aus dem gleichen Netzteil gespeist werden, so reicht für Stromversorgung und Si-

gnalübertragung eine 3-adrige Verbindung.

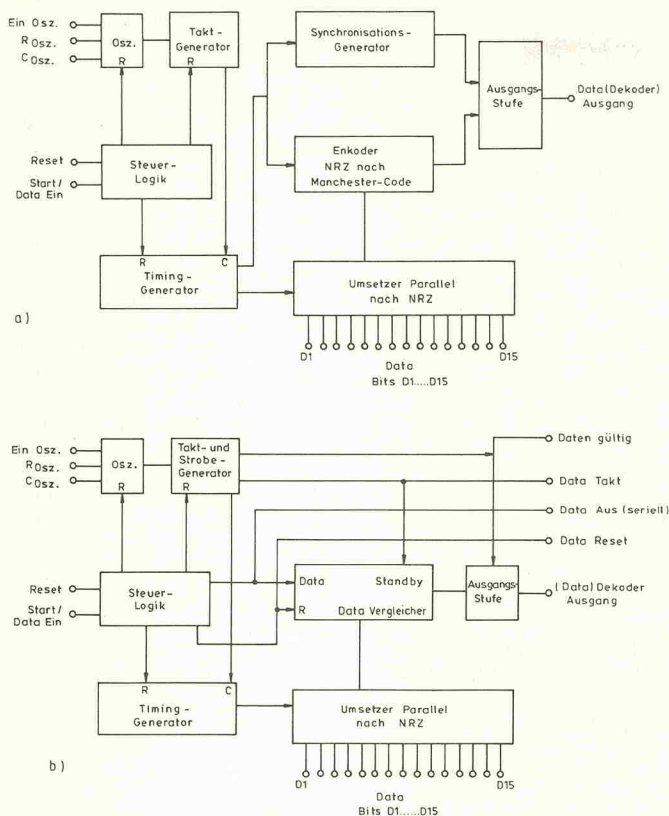
Der Chip der PEDxx-Serie ist monolithisch in Metal-Gate-CMOS-Technologie aufgebaut und hat eine entsprechend niedrige Stromaufnahme.

Bild 1 zeigt den funktionellen Aufbau. Der Baustein kann bis zu 32.768 (2^{15}) verschiedene Datenworte übertragen. Im Sendebetrieb erzeugt der Enkoder das gewünschte Bitmuster durch Anlegen von $+U_b$ oder null Volt für logisch '1' oder '0' an die bis zu 15 Daten-Eingänge (Bild 1a). Der Dekoder-Sektor (Bild 1b) des Bausteins besitzt verschiedene Ausgänge und kann unterschiedliche Aufgaben erfüllen.

Um Daten zu übertragen, werden diese mit TTL-Pegel direkt an den Baustein gelegt. Die Übertragung beginnt mit einem Impuls von +5 V am Startein-

gang. Zuerst wird eine Präambel erzeugt; auf diese Synchronisations-Bits folgen die angehängten Daten im sogenannten Manchester-Code. Dieser ist ein asynchrones Übertragungsverfahren, bei dem der Takt im Signal eingebettet ist (siehe Kasten „Übertragungs-Codes“). Sobald die Daten vollständig übertragen worden sind, wird auf das nächste Startsignal gewartet. Sollen die Daten permanent übertragen werden, so ist ein Impulsgenerator vorzusehen (z.B. der Timerbaustein 555 in astabiler Schaltung), der den Sender kontinuierlich triggert, so daß immer die jeweils aktuellen Daten übertragen werden.

Wie schon erwähnt, enthält der Baustein alle Funktionsgruppen, er kann demnach als Enkoder oder als Dekoder eingesetzt werden. Hier die wichtigsten Eigenschaften:



- Manchester Phase Code
- Encoder/Dekoder im selben Schaltkreis
- Schmitt-Trigger Eingang für guten Störabstand
- eingebauter Oszillator für unkritische externe RC-Beschaltung
- low power CMOS-Technologie
- Automatische Präambel-Erzeugung
- Minimale externe Beschaltung

Die wichtigsten elektrischen Daten sind wie folgt angegeben:

Spannungsversorgung: 5 V (max. 7,5 V)
 Stromaufnahme (stat.): 10 μ A
 Temperaturbereich: 0...70 °C
 Oszillatorfrequenz: 0...25 kHz
 RC-Toleranzen: 10%
 Eingangskapazität: 10 pF
 Ausgangskapazität: 10 pF
 Ausgangsstrom: 1 mA
 Übertragungsgeschwindigkeit: 100 15-Bit-Datenwörter mit Präambel je Sekunde

Das IC steht in zwei Gehäuse-Ausführungen zur Verfügung (Bild 2); bei der kleineren (Plastik-DIP-) Spar-Version mit

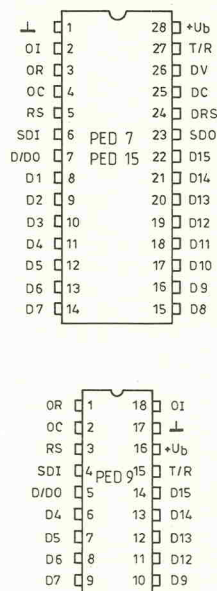


Bild 2. Gehäuseformen und Anschlußbelegungen. Der PED 9 im DIL-18-Gehäuse dürfte in vielen Fällen reichen — siehe Text.

Bild 1. Die Funktionseinheiten des PEDxx für Sendebetrieb (oben) und Empfangsbetrieb (unten).

18 Anschlüssen sind einige Daten-Eingänge nicht zugänglich; es müssen ja nicht bei jeder Anwendung immer gleich 15 Bit zu übertragen sein. Die Anschlüsse haben folgende Funktionen:

GND (Masse): negative Speisung

OI (Oszillator): gemeinsamer Anschluß des zeitbestimmenden RC-Gliedes

OR (R_{osz}): Anschluß des zeitbestimmenden Widerstands

OC (C_{osz}): Anschluß des zeitbestimmenden Kondensators

RS (Reset): unterbricht bzw. verhindert die Datenverarbeitung

S/DI (Start/Data Input):
 a) startet im Sendebetrieb die codierte Übertragung;
 b) geht im Empfangsbetrieb Signaleingang

D/DO (Data/Decode Output):
 a) im Sendebetrieb Signalausgang;
 b) geht im Empfangsbetrieb auf 'H' bei Übereinstimmung des empfangenen Codes mit dem eingestellten Code

D1-D15 (Data Inputs): a) im Sendebetrieb Eingänge für die parallelen Daten, die seriell

Jeder kann mitmachen:

Ideen-Transfer zum Daten-Transfer

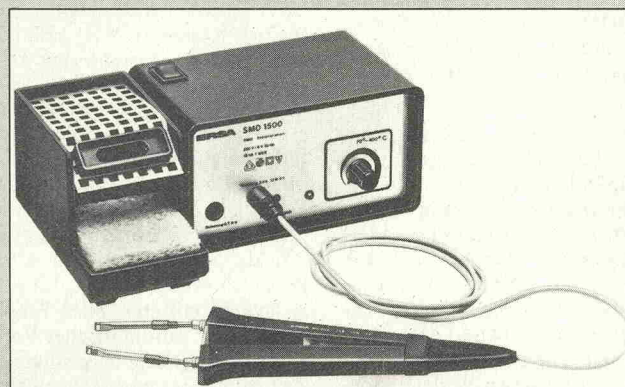
Neuer Chip — neue Möglichkeiten. Einiges von dem, was mit dem PED machbar ist, wird im Beitrag schon angedeutet. Doch wir sind überzeugt, daß elrad-Leser noch ganz andere Ideen haben. Der programmierbare Encoder/Dekoder fordert Ideen, so meinen wir, geradezu heraus. ASU. A wie Adressierbar. S wie Seriell — also geht's auch drahtlos, auf einem Kanal. U — wie Universell der Chip wirklich ist, werden wir bald wissen.

Dabei geht es zunächst keineswegs um fertige erprobte Schaltungen, sondern um Anwendungsvorschläge.

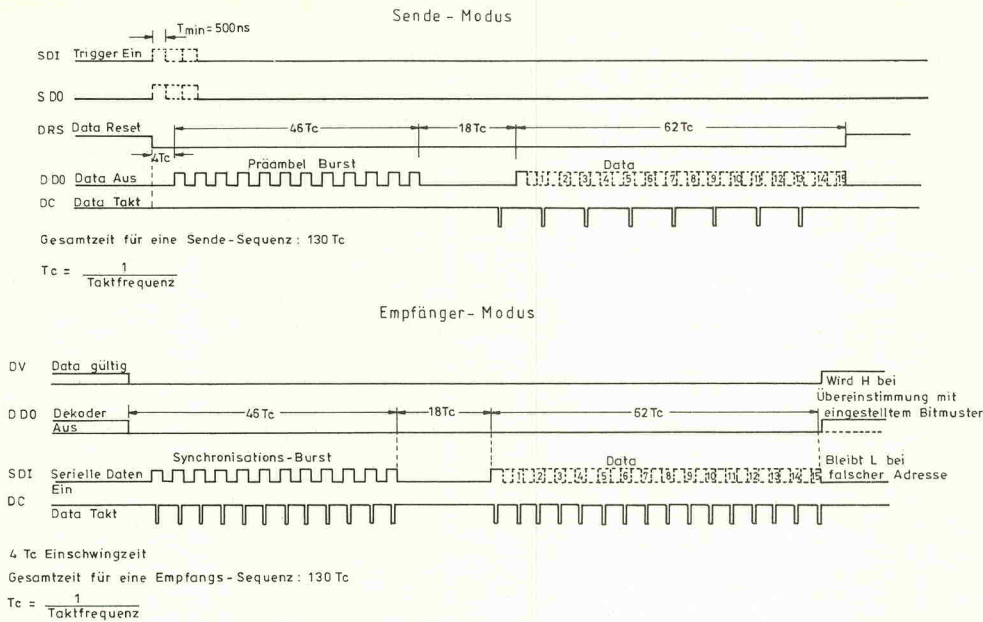
Möglichst mit Blockschaltbild und kurzer Erklärung.

Die besten Ideen werden, voraussichtlich in der Oktober-Ausgabe, veröffentlicht. Die besten fünf Ideen werden mit einem Bauteilesatz (ähnlich der Schaltung in Bild 6 des Beitrags) honoriert. Und für die allerbeste Idee gibt's — siehe Foto — eine elektronische SMD-Entlötlösung SMD 1500 von Ersä.

Jury ist die elrad-Redaktion, Einsendeschluß ist am 10. August 1988. Ausgeschlossen sind der Rechtsweg und Mitarbeiter des Verlags.



Das neue IC: PEDxx



übertragen werden; b) im Empfangsbetrieb hier Einstellung des lokalen Codes

SDO (Serial Data Output): serieller Daten-Ausgang; Signal entspricht dem S/DI-Signal mit Schmitt-Triggerung

DRS (Data Reset Output): Ausgangssignal für externe Schieberegister; zeigt an, daß ein neues Wort empfangen wird

DC (Data Clock Output): Ausgangssignal zum Synchronisieren externer Schieberegister

DV (Data Valid Output): wird 'L', sobald ein Datenwort empfangen wird; zeigt jedoch nicht an, ob empfangener und eingestellter Code übereinstimmen

T/R (Transmit/Receive): Steuereingang für die Betriebsarten 'Senden' ('H') und 'Empfangen' ('L')

VDD (+U_b): positive Speisespannung; intern liegt eine Z-Diode (ca. 6,5 V) nach Masse

Der Schaltkreis arbeitet von 3 V bis zur Zenerspannung. Empfehlenswert für stabile Zeitkonstanten ist eine stabilisierte Speisespannung. Die Ausgänge können ca. 1 mA Laststrom treiben. Alle Eingänge sind durch interne Dioden nach +U_b und Masse geschützt. Die Dateneingänge haben Pull-down-Widerstände, so daß die Programmierung der

'H'-Zustände mit einfachen DIL-Schaltern nach +U_b möglich ist. Der S/DI-Eingang hat keinen Pull-up- oder Pull-down-Widerstand, jedoch einen Schmitt-Trigger, so daß auch stark verformte Signale erkannt werden.

Die Betriebsart wird mit dem Steuereingang T/R auf Senden ('H') oder Empfangen ('L') festgelegt, dabei erfolgt selbsttätig die Umschaltung von Oszillator, S/DI-Eingang und D/DO-Ausgang.

Im Sendebetrieb ist T/R mit +U_b verbunden; der Schaltkreis arbeitet nun als Encoder, tastet die 15 Data-Input-Eingänge ab, kodiert diese in das NRZ-Format, kombiniert es mit dem Takt-Signal im Manchester-Code (Phasenkodierung mit eingebettetem Takt, siehe Kasten) und gibt dieses Signal am D/DO-Ausgang zum Senden ab. Der Encoder überträgt den seriellen Datenstrom bei jedem Aktivieren des S/DI-Eingangs. Wie Bild 3 (oben) zeigt, besteht das kodierte Datenwort aus zwei Teilen: Der erste ist eine Präambel mit 12 aufeinanderfolgenden 'H'-Zuständen und einer definierten Pause, die anzeigt, daß nun die kodierte Information folgt. Diese Präambel kann z.B. dazu benutzt werden, eine PLL-Schaltung im Empfänger zu synchronisieren oder Empfängern mit automatischer Verstärkungsregelung genügend Zeit zum Einschwingen einzuräumen. Der zweite Teil des

Datenwortes enthält die 15 Datenbits.

Im Empfangsbetrieb ist T/R ist mit Masse verbunden; der Schaltkreis arbeitet nun als Dekoder und empfängt den seriellen Datenstrom im Manchester-Code-Format, woraus der Takt wiedergewonnen wird. Die eingehenden Daten werden in ein paralleles 15-Bit-Datenwort verwandelt und mit dem eingestellten 15-Bit-Wort verglichen (Bild 3 unten). Bei Übereinstimmung beider Worte liefert der D/DO-Ausgang ein 'H', sonst bleibt er 'L'. Bei Nichtübereinstimmung beider Worte, aber gültigem Wortformat (d.h. 15 Bit mit übereinstimmendem Takt), geht der DV-Ausgang auf 'H'. Stimmt irgendwann der Takt der Bit-Folge nicht, werden der interne Oszillator und die Vergleichsschaltung zurückgesetzt und neue Eingangsimpulse als neuer Datenstrom bewertet.

Bild 3. „Timing Diagrams“ heißen diese Impuls- bzw. Ablaufdiagramme beim Hersteller.

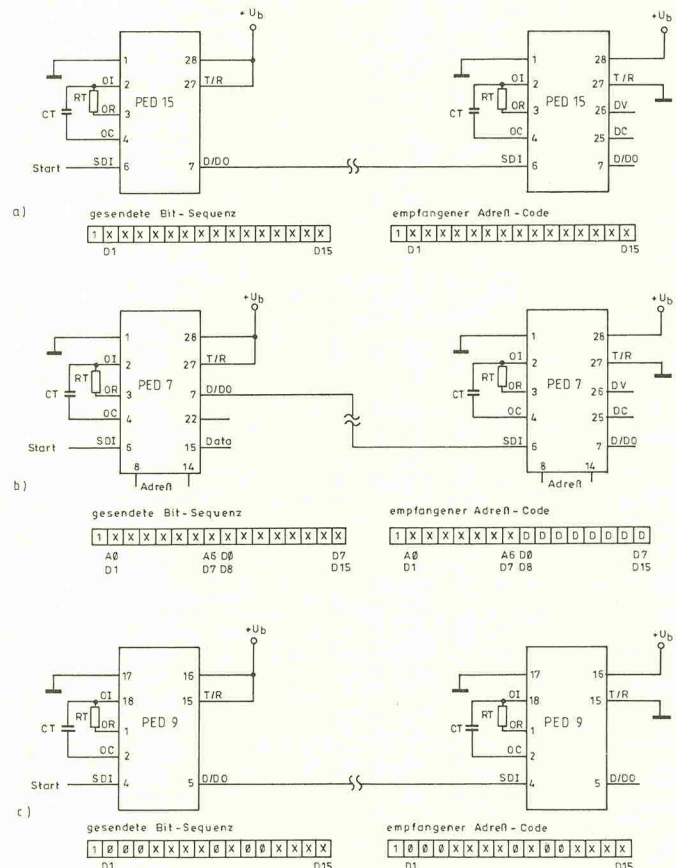


Bild 4. Sende- und Empfangs-Datenmuster der PED-Varianten. Es bedeuten: X = programmierbare Adresse, 0 = intern verdrahtete '0', 1 = intern verdrahtete '1', D = Daten (ohne Einfluß auf die Adreßerkennung).

Die Grund-Version des PEDxx ist der PED 15 im Plastik-DIP-Gehäuse mit 28 Anschlüssen. Der Baustein hat 15 Daten-Eingänge und entspricht der vorstehenden Beschreibung. Aus Bild 4 gehen die Sende- und Empfangs-Datenmuster der verschiedenen PED-Varianten hervor.

Der PED 7 im Plastik-DIP-Gehäuse mit 28 Anschlüssen unterscheidet sich vom PED 15 in der Empfangsbetriebsart dadurch, daß nur die ersten 7 Bits verglichen werden, die anderen 8 werden ignoriert; d.h. es stehen $2^7 = 128$ Adreß-Codes zur Verfügung sowie 8 Bits, die für zu übertragende Daten genutzt werden können.

Pedding mit Variationen: 7, 11, 9, 15 PED 7 schon als SMD lieferbar

Der PED 11 (in Bild 4 nicht dargestellt), ebenfalls im Plastik-DIP-Gehäuse mit 28 Anschlüssen, unterscheidet sich vom PED 15 in der Empfangsbetriebsart dadurch, daß nur die ersten 11 Bits verglichen werden, die anderen 4 werden ignoriert; d.h. bei 2048 Adreß-Codes können 4 Bits für zu übertragende Daten genutzt werden.

Der PED 9 ist praktisch die 18-Pin-Version des PED 15 im Gehäuse DIL-18, nur sind nicht alle Anschlüsse herausgeführt. Im Sendebetrieb können nur 9 Bits kodiert und übertragen werden, die anderen 6 sind fest auf 'L'. Im Empfangsbetrieb kann der Schaltkreis eben diese 9 Bits dekodieren, was 512 mögliche Adressen bedeutet. Bei dieser Version sind auch die Anschlüsse DV, DC, DRS und S/DO nicht herausgeführt, so daß als einziger Ausgang D/DO zur Verfügung steht.

Die PEDxx-Serie dürfte mit Erscheinen dieser Ausgabe auch als SMD-Version im Gehäuse PLCC 28 zur Verfügung stehen.

Typische Anwendungen für die neuen ICs sind zum Beispiel Fernanzeigetableaus für Melde-

Übertragungs-Codes

Die asynchrone Datenübertragung geschieht vielfach in der Weise, daß die Übertragungsleitung nur die beiden Zustände „H“ und „L“ (binär 1 bzw. 0) annehmen kann, genau entsprechend dem Übertragungstakt und dem binären Wert der zu übertragenden Daten. Diese Art der Übertragung wird als „Non-Return-to-Zero“ (NRZ) bezeichnet (Diagramm, Zeile 2).

Zu diesen NRZ-Codes existieren verschiedene Varianten: Beim („Return-to-Zero“) RZ-Code wird für jede binäre „1“ ein Puls von halber Bitdauer übermittelt (Zeile 1). Eine andere Variante ist der NRZ-Mark-Code (Zeile 3). Bei diesem Code wird zu Beginn jeder Bitperiode, für die eine „1“ (Mark) übermittelt wird, ein Zustandsübergang auf der Übertragungsleitung von „0“ nach „1“ oder von „1“ nach „0“ gesendet. Bei der Übermittlung einer „0“ (Space) ändert sich der Signalfzustand auf der Übertragungsleitung nicht.

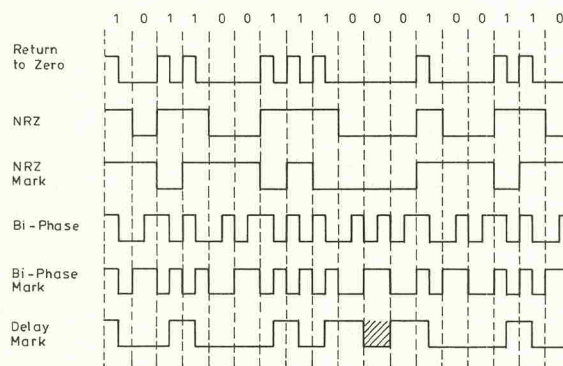
Die genannten Übertragungs-Codes sind für die synchrone Übertragung nur bedingt geeignet, da aus diesen Signalen der Übertragungstakt zurückgewonnen werden muß. Da aus den Codes selbst der Takt nicht zurückgewonnen werden kann (z.B. bei langen Sequenzen von „0“-Werten), muß durch geeignete Wahl der Übertragungsdaten sichergestellt werden, daß solche langen Sequenzen nicht vorkommen können.

Ein Übertragungs-Code, bei dem unabhängig vom übermittelten Signal der Takt regeneriert werden kann, ist der sogenannte „Bi-Phase“-Code (Zeile 4). Bei diesem Code erfolgt immer in der Mitte der Bitperiode ein Übergang von „0“ nach „1“ oder umgekehrt; damit kann auf der Empfangsseite der Takt präzise regeneriert werden. Die Richtung dieses Übergangs (von „0“ nach „1“ oder umgekehrt) gibt

den Wert des zu übermittelnden binären Wertes an.

Eine Variante des „Bi-Phase“-Codes ist der Manchester-Code (auch bezeichnet als Bi-Phase-Mark, Zeile 5). Bei diesem Code wird immer am Anfang der Bitperiode ein Wechsel von „0“ nach „1“ oder umgekehrt übertragen; daraus wird der Übertragungstakt regeneriert. In der Mitte der Bitperiode erfolgt eine zusätzliche Transition, sobald ein binärer Wert „1“ übertragen werden muß.

Vergleicht man das Bild der Wellenform der Kodierungen Bi-Phase und Bi-Phase-Mark, so stellt man fest, daß die Wellenformen sehr ähnlich sind; außer der Interpretation existieren keine wesentlichen Unterschiede zwischen diesen beiden Kodierungen.



Eine Abart der Bi-Phase-Mark-Kodierung (nicht dargestellt) ist der sogenannte Miller-Code; im Prinzip wird eine Bi-Phase-Mark-Kodierung generiert und dann nur jeder zweite Übergang übermittelt; aus diesen Übergängen regeneriert der Empfänger den Bi-Phase-Mark-Code und daraus das ursprüngliche Signal.

Eine weitere Variante der Bi-Phase-Mark-Kodierung ist der Delay-Mark-Code (Zeile 6). Bei dieser Kodierung wird der Übergang in der Bitmitte bei der Über-

mittlung einer binären „1“ beibehalten; die Übergänge am Anfang der Bitperiode, die ausschließlich der Taktregenerierung dienen, werden aber weggelassen. Um bei längeren Sequenzen von „0“-Werten dennoch den Takt sicher regenerieren zu können, werden bei Folgen von drei und mehr „0“-Werten zusätzliche Übergänge zu Anfang der Bitperiode eingeführt (schraffiert dargestellt). Man beachte, daß die Kodierung bis auf den eingeschobenen (schattierten) Puls dem NRZ-Mark-Code entspricht, allerdings phasenschieben (Halb-Bit-Phase) und invertiert.

Bei der Delay-Mark-Kodierung tritt allerdings das Synchronisationsproblem auf. Zustandsübergänge können in der Mitte der Bitperiode oder zu Anfang der Bitperiode vorkommen. Ist der Empfänger einmal außer Takt geraten, weiß er

nicht von vornherein, ob ein Übergang zu Anfang oder in der Mitte der Bitperiode stattfindet. Die Entscheidung kann der Empfänger erst treffen, wenn für zwei oder drei Bitperioden kein Übergang stattgefunden hat; dann muß es sich nämlich um die im Diagramm links gezeigten Fälle handeln, wo ein oder zwei binäre „0“-Werte umgeben sind.

Nach: „Datenübertragung und Rechnernetze“ von Dr. sc. math. ETH Pietro Schicker, Verlag B.G. Teubner, Stuttgart 1986.

Das neue IC: PEDxx

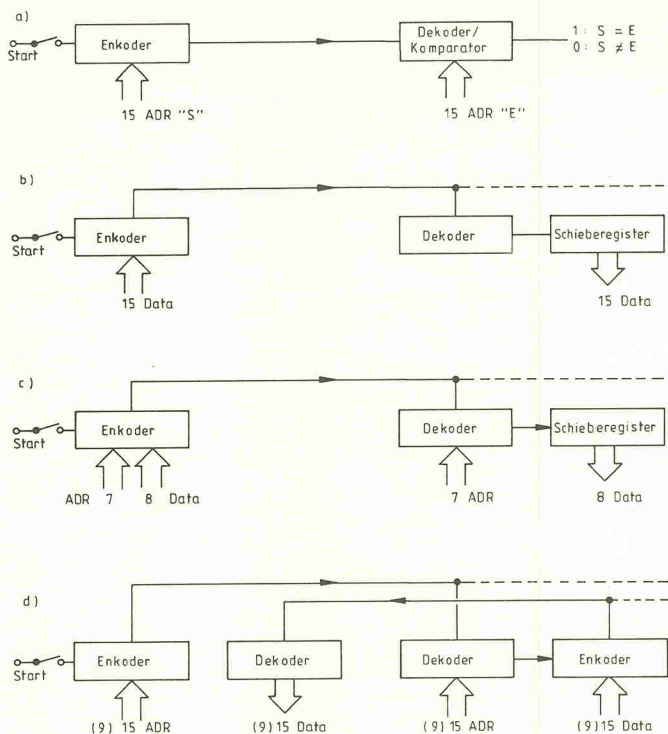
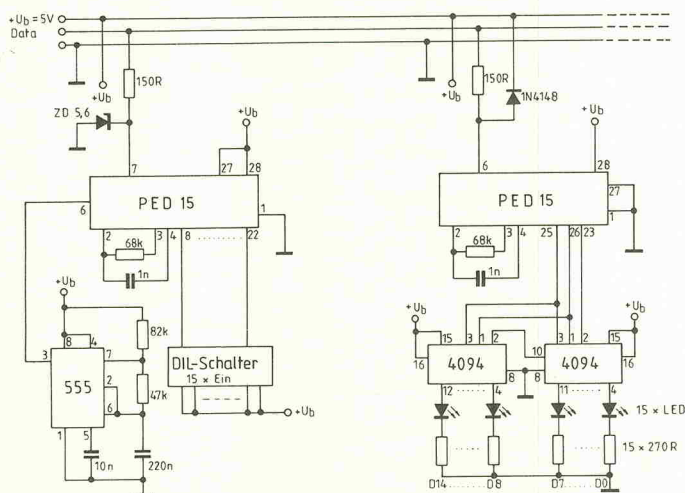


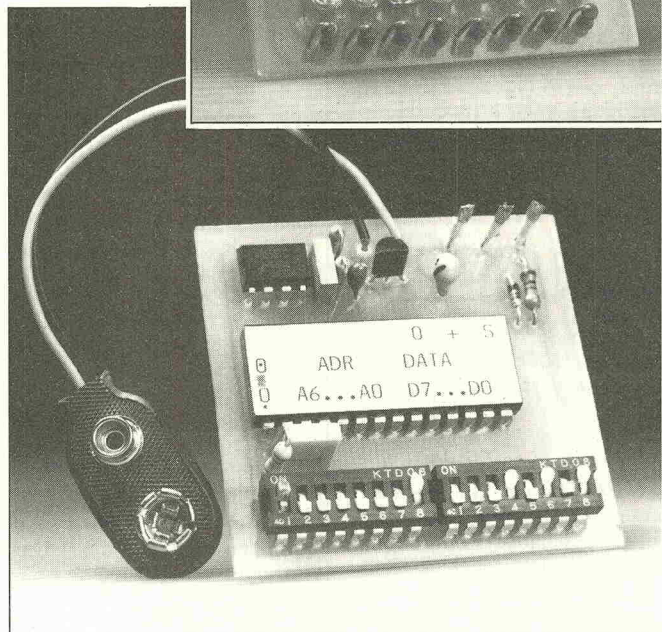
Bild 5. Einsatzvarianten. a) Fernwirken: Codeschloß, Garagentoröffner, Personen-Rufsysteme, Identifikation. b) Serieller Übertragung paralleler Daten; Parallel-Tableaus, Fernanzeigen. c) Serieller Übertragung von 8-Bit-Daten an bis zu 128 Adressen. d) Fernabfragen von bis zu 2^{15} Stellen.

anlagen, bei denen äußerst leistungssparend viele voneinander unabhängige Signale an eine oder mehrere Stellen übertragen werden können. Sollen Daten an verschiedene Orte gesendet werden, so ist dies ebenfalls möglich, indem man die höchstwertigen Datenbits des Sende- und Empfängerbausteins als Adressen definiert. Dadurch werden die gesendeten Daten nur von dem (oder denjenigen) Empfänger(n) registriert und ausgegeben, dessen (deren) eingestellte Adresse mit der übertragenen übereinstimmt. Bild 5 zeigt anschaulich die typischen Varianten der

Bild 6. Parallel-Tableau mit LEDs: Einsatzvariante b) aus Bild 5.



Demonstrationsaufbau mit zwei PED 7 als Enkoder und Dekoder.



zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten.

Die in Bild 6 dargestellte Demonstrationsschaltung entspricht der Einsatzvariante b) aus Bild 5. Mit dieser Anordnung können Datenwörter mit 15 Bit Breite auf einen oder auf mehrere nichtadressierte(n) Empfänger übertragen werden. Zur Bildung des Datenwortes dienen (DIL-) Schalter; jede Änderung der Schalterstellung wird sofort übermittelt, da der 555-Generator den Start-Eingang ständig triggert. Die seriell empfangenen Daten werden in ein Schieberegister des Typs 4094 B eingelesen, mit dem Strobe-Signal vom Empfängerbaustein gespeichert und mit den LEDs zur Anzeige gebracht.

Anzumerken ist, daß hierbei die zuletzt empfangenen Signale gespeichert bleiben, bis ein Überschreiben erfolgt. Wo dies nicht erwünscht ist, kann ein anderer Schieberegistertyp mit

CLEAR-Eingang (z.B. HC595) oder der OUTPUT-DISABLE des 4094 verwendet werden.

**Bitte umblättern:
Ideen-Wettbewerb
Seite 35**

Der Datenausgang des Senders (Pin 7) und der Dateneingang des Empfängers (Pin 6) sind gegen Spannungsspitzen auf der Signalleitung geschützt. Dies kann mit einer Z-Diode nach Masse (links) oder mit einer Freilaufdiode nach $+U_b$ geschehen; beide Maßnahmen sind praktisch gleichwertig.

Die Fotos zeigen einen anderen Versuchsaufbau, der im Prinzip die Einsatzvariante c) aus Bild 5 demonstriert. Verwendet wurden 'high-efficiency LEDs', um Treiberstufen einzusparen. □

HELMUT GERTH

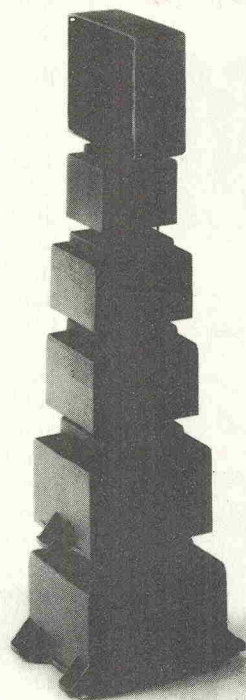
- TRANSFORMATORENBAU -

DESSAUERSTR. 28 • RUF (0 30) (262 46 35) • 1000 BERLIN 61

vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

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

Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie



ERSA MS 300 Elektronik- Lötstation von Ersa



Nennen Sie mir den
nächsten Fachhändler

Senden Sie mir aus-
führliche Unterlagen
über MS 300

Senden Sie mir die kosten-
lose Ersa-Lötfibel

ERSA®

Löttechnik

ERSA Ernst Sachs
Postfach 126115
D-6980 Wertheim
Tel. (0 93 42) 800-0
Tx. 689 125
Fax (0 93 42) 800-100

Die elektronische Lötstation für
den anspruchsvollen Hobby-
elektroniker mit den technischen
und ergonomischen Vorteilen
industriebewährter Lötstationen
und stufenlos einstellbarer
Temperatur.

Frank Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer Bauelemente

Postfach 84 00 73 • 8500 Nürnberg 84
Tel. 09 11/3 24 38-18 (8.30—17.30 Uhr)
Telex 626590 • Telefax 09 11/3 27 91

Ihr Gesprächspartner: Frau Schneider

Preisänderungen vorbehalten. Mindestbestellwert DM 20,—
Porto und Verpackung pauschal DM 6,80. Ab 200,— porto- und
verpackungsfrei. Bei Vorkasse auf Postgirokonto DM 4,—. Konto-Nr.
165521-850. Postgiroamt Nürnberg, B.L.Z. 780 100 85. Lieferung ins
Ausland ab DM 200,— zuzüglich DM 14,80 Porto und Verpackung.
(MwSt. wird vom Warenwert abgezogen). Angebote freibleibend.

Übrigens, Sie können auch direkt in unseren Ladengeschäften einkaufen:

8500 Nürnberg
Matthiasstr. 3

☎ 09 11/3 24 38-25

8900 Augsburg
MICROWI SHOP

Zusamstr. 11
☎ 08 21/7 19 17 5

2940 Wilhelmshaven
EBS GmbH

Schopenhauerstr. 2
☎ 0 44 21/3 17 70

XT-TURBO

Ihr Einstieg in
die PC-Welt

Frank-Turbo XT

4,77/10 MHz
AT-Gehäuse / RAM 640 K/O K
bestückt, Multi I/O-Card,
Seriell-, Parallel-Port, Floppy-
Disk-Controller, Hercules-
Card, 360 K-Floppy, Tastatur
101 Tasten 1095,00

Frank-AT

10 MHz
RAM 1 MB/O K bestückt,
Seriell-, Parallel-Port,
Hercules-Card, Floppy-
FDD/HDD-Controller,
Tastatur 101 Tasten 1998,00

Interessieren Sie sich für
IBM-kompatible Computer?

Fordern Sie gleich unseren
ausführlichen Prospekt an!

Oszilloskope

HM 203-6, 2x20MHz
inkl. 2 Tastköpfe 1050,00
HM 205-2, 2x20MHz
inkl. 2 Tastköpfe 1580,00
HM 604, 2x60MHz
inkl. 2 Tastköpfe 1975,00
HM 806, 2x80MHz
inkl. 2 Tastköpfe 2098,00
Tastteiler HZ 30 10:1 34,95
Tastteiler HZ 36 10:1/1:1 39,95
Tastteiler HZ 35 1:1 29,95

Aktionspreis: Multimeter G-1004

3 1/2-stellig
Akustischer Durchgangsprüfer
Eingangswiderstand 10 MΩ
Made in Germany

28 Meßbereiche:
100 µV—1000 V DC/AC
0,1 µA—10 A DC/AC
0,1 Ω—20 MΩ ohne Batterien
1 Satz Batterien (6xMignon) 4,20

LCD-Multimeter

YF 1030 C

3 1/2-stellig
Meßbereiche: 0,2—1000 V DC
200/750 V, 0,2 µA—10 A
200—20 MΩ 69,—

Lötgeräte

ERSA Lötkolben 15W 27,50
ERSA Lötkolben 25W 27,50
Weller TCP-S 79,90



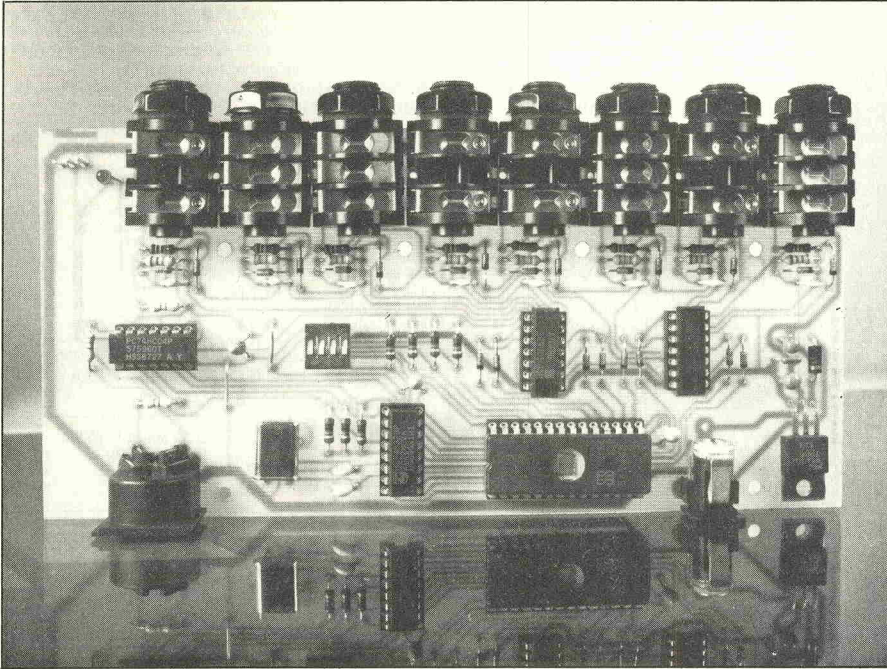
ERSA MS 60 C, 60 W

(ähnl. MS 6000) 149,00
Weller W TCP 159,00
Weller W ECP 209,00

COPROZESSOREN

8087 5 MHz 229,00
8087 8 MHz 320,00
8087 10 MHz 479,00
80287 6 MHz 370,00
80287 8 MHz 590,00
80287 10 MHz 639,00
80387 16 MHz 1169,00

RAM			68000-8 MHz	23,50	LM 3900 N	1,50	16pol.	1,10
4116-200	2,90		68000-10 MHz	35,00	LM 3909 N	3,80	18pol.	1,40
4164-150	6,90		68000-8 MHz	25,50	LM 3911 DIP	8,10	20pol.	1,50
42128-120	22,50		68010-8 MHz	57,30	LM 3914 DIL	1,60	24pol.	1,75
42128-150	14,50		68230-8 MHz	17,20	LM 3915 DIL	8,00	28pol.	2,00
43256-120	26,00		68681-10 MHz	25,50	LM 3916 DIL	14,75	40pol.	2,50
43256-150	34,90		68821 P 10	15,50	LM 13700 DIL	4,35	48pol.	4,90
51100-120ns	65,00		68881	26,50	MAX 232	9,90		
6016 C 32x8-150ns	4,95		64180 ROP	29,95	MC 1377	8,95	Testfassung 3M	25,00
6264 P15 8x8-150ns	12,00				MC 14411	26,90	Textool 16-pol.	28,00
6264-15 flast pack	12,75				MC 14433	19,50	Textool 18-pol.	29,90
			For Commodore C64/C128		MC 1458	0,95	Textool 20-pol.	27,00
E-Prm			6510	12,98	MC 1486 = SN 75188	0,90	Textool 24-pol.	29,90
2732 A-450	8,00		6526	13,98	MC 3403 N	0,80	Textool 40-pol.	39,00
2732 A-250	9,90		6569	22,80	MC 3470	8,20		
2764 A-250	7,60		6591	24,80	MC 3479	17,95		
2764-250	7,95		325302	42,80	MC 7541	1,15	Stift CDS 9 Löt	1,20
27128-250	9,40		432572	19,80	MC 7542	1,70	Stift CDS 15 Löt	1,15
27128-250 12,5 V	11,10		901225	19,80	MC 7543	1,15	Stift CDS 25 Löt	1,20
27512-250	23,50		901226	24,80	MC 7544	1,60	Stift CDS 37 Löt	4,95
27513-200	39,00		901227	24,80	MC 7545	1,80	Stift CDS 23 Löt	3,10
			901229	24,80	MC 7546	29,00	Buchse CDF 9 Löt	1,80
EE-PRM			106114	16,80	MC 7547	2,40	Buchse CDF 15 Löt	1,50
2815-250ns	17,95		6502	24,80	MC 7548	7,10	Buchse CDF 25 Löt	1,80
2864-250ns	26,95		8701	19,00	MC 7549	1,10	Buchse CDF 37 Löt	5,80
			8721	32,80	MC 7550	5,80	Buchse CDF 50 Löt	7,45
C-Mos E-Prm			8752	26,80	MC 7551	2,40	Buchse CDF 23 Löt	4,20
27084-250	9,40		8563 R 9	20,00	MSM 5832	11,95		
27256-150	22,50		556R 3	59,80	NE 555 D	0,70	Buchse CDF 37 Löt	1,80
27012-250	23,50		Netzel C64	69,00	NE 558 N	1,10	Buchse CDF 50 Löt	7,45
			Netzel C128	158,00	NE 567 V	2,40	Buchse CDF 23 Löt	4,20
					NE 566 V	2,40		
Mikroprozessoren					NE 644 N	11,95		
80C86CPU/CIT	je 1,90				NE 646 B	14,30		
280A-PiO	1,50				OP 07	4,80	CSK 10 GR	1,00
280A-SiO/D	7,50				OP 50	11,95	CSK 16 GR	1,30
DMA/DAT	je 7,50				PC 50	38,00	CSK 20 GR	1,50
280A-DAT	24,25				PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
80C86CPU/CIT/PiO	je 1,50				PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50
					PC 50	2,20	CSK 16 GR	1,30
					PC 50	2,20	CSK 20 GR	1,50



Schlagwandler

Achtkanaliger Pad-zu-Bit-Konverter

Robert Langer

Schläge, das ist die Sprache, die er versteht, und Midi, das ist die Sprache die er spricht: Der Drum-to-Midi-Konverter löst damit eines der wesentlichen Kommunikationsprobleme eines Schlagzeugers in der midifizierten Musikumwelt.

Eigentlich gar nicht so einfach für einen Schlagzeuger, Bits durch eine Midi-Leitung zu prügeln. Aber dank des Spezial-ICs DD/E510 wiederum auch nicht so schwer. Dieses IC, in elrad 9/87 vorgestellt und in elrad 10/87 bereits in einem Midi-Keyboard eingesetzt, erledigt in Heimarbeit schon den größten Teil der Midi-spezifischen Signalverarbeitung. Bild 1 zeigt das Innenleben dieses pfiffigen Chips.

Ein Adreßzähler zählt ständig von 0...127, wobei er den jeweiligen Zählstand über die Adreßleitungen A0...A6 (binär) ausgibt. Nach jedem Zählschritt wird der Zustand an den Sammelschieneneneingängen BS (Pin 10) und BE (Pin 11) gesetzt. Liegt an BS ein 'H' und an BE

ein 'L', so gilt der dem Zählstand entsprechende Ton als ausgeschaltet. Findet sich an BS und an BE jeweils ein 'H'-Pegel, so wird der entsprechende Ton als 'in der Mache' interpretiert, das heißt, die zugehörige Taste wurde gedrückt, aber der Anschlag noch nicht erreicht. Intern zählt der Chip jetzt ein dem entsprechenden Ton zugeordnetes Register herunter, dessen Inhalt nach Erreichen des Anschlags als 'Velocity'-Wert dem Midi-Telegramm mit auf den Weg gegeben wird. Dem Erreichen des Anschlags entspricht ein 'L' am BS-Eingang und ein 'H' am BE-Eingang. Diese Zusammenhänge sind in Bild 2 nochmals tabellarisch erfaßt.

Die gesamte Timinglogik für die oben genannten Vorgänge ist im 1DD/E510 bereits integriert. An Außenbeschaltung sind lediglich ein 4-MHz-Quarz und zwei Kondensatoren (C9/C10) erforderlich.

Weiterhin besitzt der Baustein die Möglichkeit, auf zwei verschiedenen Midi-Kanälen zu senden. Und zwar geschieht die Auswahl durch den An-

schluß C0 (Pin 12): Bei 'L' wird auf Kanal 1 und bei 'H' auf Kanal 2 gesendet.

Bild 3 zeigt den Schaltplan des Drum-to-Midi-Konverters. Zwei hintereinandergeschaltete Inverter arbeiten als Treiber für die Midi-spezifische Stromschleife, wobei der Strom über R24 an die Midi-Out-Buchse gelangt. Ein weiterer Inverter dient als LED-Treiber für die Daten-Anzeige. Er sorgt dafür, daß bei jedem gesendeten Midi-Wort D25 kurz aufleuchtet.

Die eigentlichen Schlagwandler im Schlagwandler bestehen aus Piezoaufnehmern, die am Pad oder sonst einem beschlagenen Instrument angebracht werden. Um die undefinierten Ausgangssignale dieser Wandler für den Digitalteil brauchbar zu machen, ist zunächst ein wenig analoge Elektronik nötig. Diese besteht aus einem Spannungsteiler mit Tiefpaßfunktion (R1, R2, C1) sowie aus den zwei Begrenzungsdioden D1/D2. Letztere sind notwendig, da die Piezoaufnehmer ohne weiteres Spannungsimpulse bis zu 50...60 V liefern können, die für Digitalbausteine ziemlich unverdaulich sind.

Die noch verbleibenden Bauelemente, nämlich zwei Anlogschalter vom Typ 4066 und ein EPROM 2764, werden gebraucht, um eine Zuordnung der acht Pads zu beliebigen Midi-Notennummern zu ermöglichen, d.h. welches Instrument durch welches Pad angesprochen werden soll. Im EPROM ist genügend Platz, mehrere solcher Zuordnungstabellen abzulegen, die dann durch Umschalten der Speicherbereiche mittels des DIL-Schalters S1 ausgewählt werden können.

Das Ganze funktioniert folgendermaßen: IC1 adressiert in aufsteigender Folge das EPROM. Ist an der aktuellen Adresse beispielsweise das Datenbit D0 (für Pad Nummer 1) Null und gleichzeitig durch die Pad-Triggerung der zugehörige Anlogschalter geschlossen, so zieht dieses Datenbit die Sammelleitung BS auf 'L', was den DD/E510 veranlaßt, eine Note-On-Information mit dem momentanen Zählerstand als Notenummer zu versenden. Für die Programmierung des EPROMs heißt das, daß das dem Pad entsprechende Datenbit an der Adresse, die für dieses Pad als Notenummer gesendet werden soll, mit '0' programmiert werden muß.

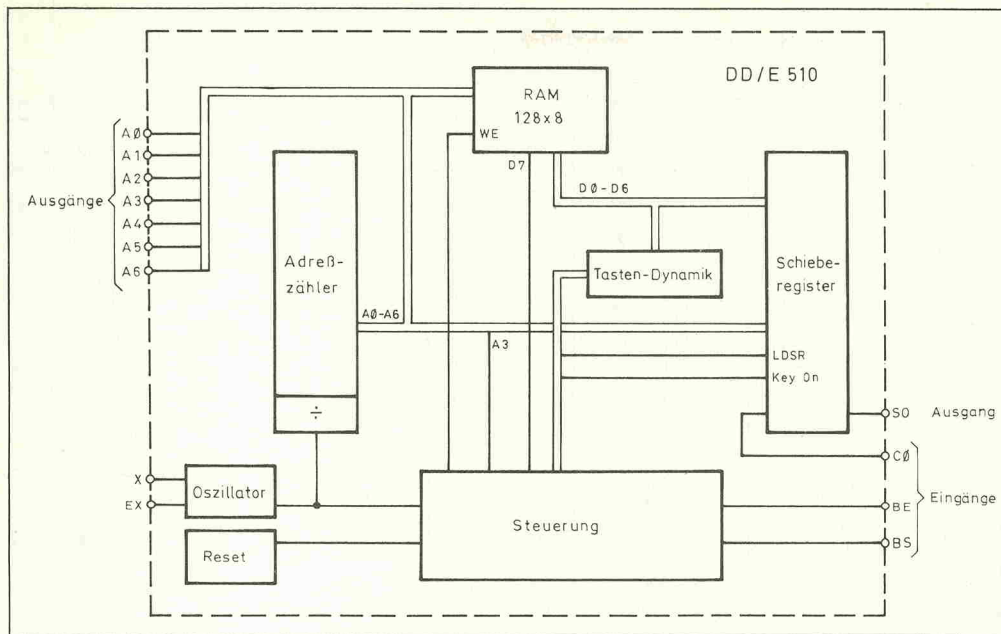


Bild 1. Chip-Strip: Das Innenleben des DD/E510.

In Tabelle I ist aufgelistet, welche Instrumente welchen Midi-Tonhöhen zugeordnet sind. Erfreulicherweise ist

MIDI-Code		Tonhöhe	Instrumentbezeichnung
dez.	hex.		
35	23	B0	Bassdrum, Kick
36	24	C1	Rimshot
37	25	C #1	Bassdrum
38	26	D1	Snare
39	27	D #1	Handclaps
40	28	E1	Snare 2
41	29	F1	Low Tom, Tom 3
42	2A	F #1	Closed Hi-Hat
43	2B	G1	Low Tom
44	2C	G #1	Mid-Hi-Hat
45	2D	A1	Mid-Tom, Tom 2
46	2E	A #1	Open Hi-Hat
47	2F	B1	Mid Tom
48	30	C2	High-Tom, Tom 1
49	31	C #2	Crash
50	32	D2	High-Tom
51	33	D #2	Ride
54	36	F #2	Tambourine
56	38	G #2	Cow Bell
58	3A	B2	Cabasa
62	3E	D3	Percussion 2
63	3F	D #3	Tom 4
65	41	F3	Percussion 1
67	43	G3	Percussion 3
68	44	G #3	Percussion 4

Nach Unterlagen der Firmen Roland, Sequential Circuits, EMU, Alesis.

Tabelle I. Gebräuchliche Midi-Tonhöhen für Percussion-Instrumente.

diese Zuordnung bei den meisten Herstellern einheitlich. Soll nun beispielsweise auf Pad 1 eine Bassdrum gelegt werden, so ist die EPROM-Adresse 25h ('h' steht für hexadezimal) mit dem Datum FEh (1111110) zu programmieren, während eine Snare auf Pad 2 das Datum FDh (1111101) an der Adresse 26h erfordert. Zur Adresse muß allerdings noch die Tabellennummer (0...15), multipliziert mit 128, hinzuaddiert werden. Tabelle II zeigt, wie der erste Teil zweier Tabellen programmiert werden könnte.

Die Dioden an den acht Datenleitungen dienen der Entkopplung der Analogschalter untereinander. Die Adreßleitungen A7...10 werden zur Auswahl der 16 verschiedenen Zuordnungstabellen verwendet, wobei zu beachten ist, daß ein geschlossener Schalter einer logischen '0' entspricht.

Als Stromversorgung ist ein handelsübliches Steckernetzteil mit Kleinspannungsstecker vorgesehen. Die Ausgangsspannung dieses Netzteils braucht nicht stabilisiert zu sein und sollte 7...12 V betragen, da auf der Platine ein Spannungsstabilisator vorgesehen ist. Der Diode D26 fällt die Aufgabe zu, die Schaltung vor Verpolung zu schützen.

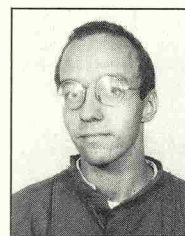
Der Aufbau des Gerätes sollte keine großen Probleme bereiten. Da sich alle Bedienungselemente auf der Platine befinden, entfällt auch die fehlerträchtige Verdrahtung ausgelagerter Bauelemente.

	BS	BE	Zählerinhalt
	H	L	
	H	H	erhöhen
	L	H	
	H	H	erhöhen
	H	L	

Bild 2. So sollte es sein: Zusammenhang zwischen Tastenbewegung und logischen Zuständen an den Eingängen BS und BE.

Das Gerät läßt sich sowohl für den Anschluß käuflich erhältlicher Pads, als auch für eigene Experimente mit Piezo-Druckaufnehmern verwenden. Beispielsweise könnte ein vorhandenes akustisches Schlagzeug so erweitert werden, daß es gleichzeitig ein Midi-Instrument ansteuern kann, wenn die Piezos mit doppelseitigem Klebeband an den Trommeln angebracht werden. Überhaupt kann mit dem Drum-to-Midi-Konverter alles Beschlagbare zum Zulieferer für Midi-Equipment umgebaut werden. Der Kreativität ist damit Tür und Tor geöffnet. □

Der Autor

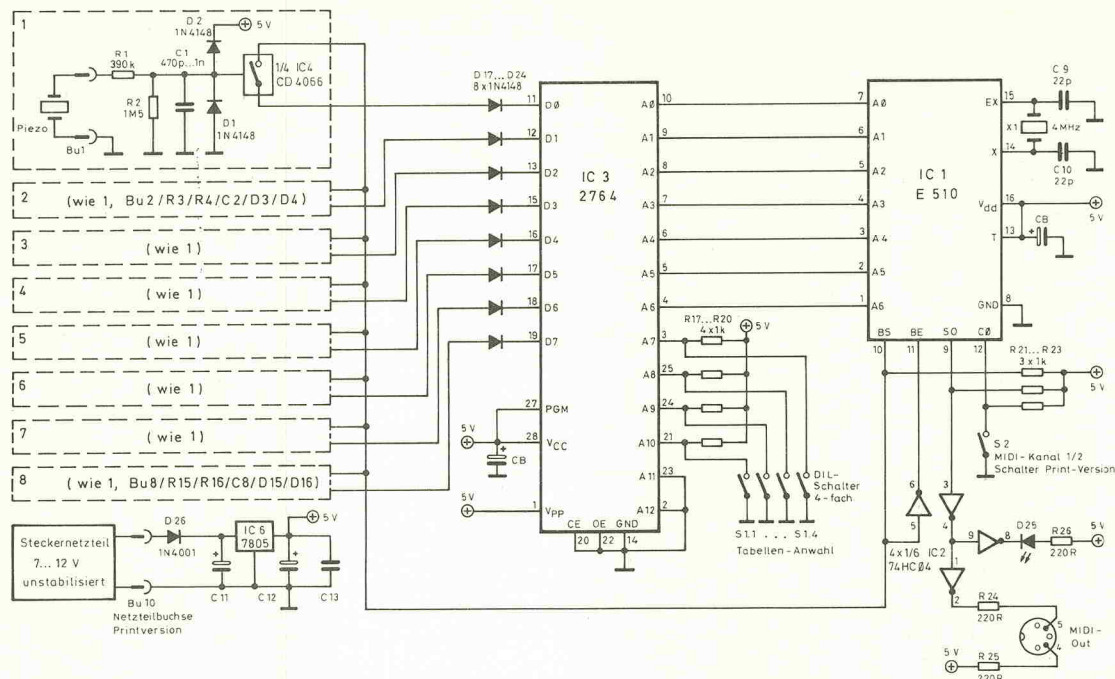


Robert Langer wurde am 24. 5. 1965 in München geboren. Nach der Grundschule besuchte er das Gymnasium und wechselte mit Erreichen der mittleren Reife zur Fachoberschule für Technik.

Es folgte ein vierjähriges Studium der Feinwerktechnik an der Fachhochschule München, das er mit einer Diplomarbeit über ein digitales Hallgerät abschloß. Zur Zeit leistet R. Langer seinen Zivildienst ab. Sein besonderes Interesse gilt der Musikelektronik sowie dem Komponieren und Spielen von meditativer Musik.

Drum-to-Midi

Bild 3 zeigt den Schaltplan des Drum-to-Midi-Konverters. Mit dem DIL-Schalter kann zwischen 16 Zuordnungstabellen umgeschaltet werden.



	Instrument	Adresse (Hex)	Daten								Hex
			MSB	Dual						LSB	
Tabelle 0	Bassdrum	25	1	1	1	1	1	1	1	0	FE
	Mid-Tom	2F	1	1	1	1	1	1	0	1	FD
	Snare	26	1	1	1	1	1	0	1	1	FB
	Snare 2	28	1	1	1	1	0	1	1	1	F7
Tabelle 1	Rimshot	A4	1	1	1	1	1	1	1	0	FE
	Handclaps	A7	1	1	1	1	1	1	0	1	FD
	Crash	B1	1	1	1	1	1	0	1	1	FB
	Cow Bell	B8	1	1	1	1	0	1	1	1	F7
			Pad 8	Pad 7	Pad 6	Pad 5	Pad 4	Pad 3	Pad 2	Pad 1	

Tabelle II zeigt, wie der Anfang der ersten beiden Zuordnungstabellen programmiert werden könnte.

Stückliste:

Widerstände

R1,3,5,7, 390k
 9,11,13,15
 R2,4,6,8, 1M5
 10,12,14,16
 R17...23 1k
 R24...26 220R

Kondensatoren

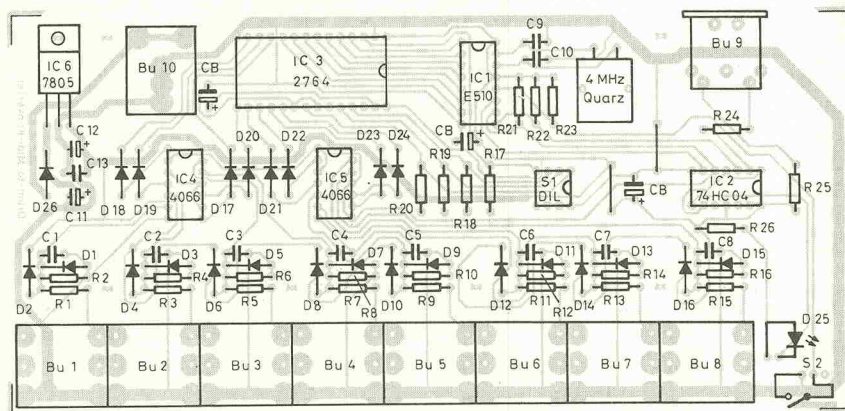
C1...8 1n
 C9,10 22p
 C11,12 2μ2,Tantal
 C13 1n
 CB 2μ2,Tantal (Entkoppelungskond.)

Halbleiter

IC1¹ DD/E510
 IC2 74HC04
 IC3 2764
 IC4,5 4066
 IC6 7805
 D1...D24 1N4148
 D26 1N4001
 D25 LED, rot, 3mm

Verschiedenes

Quarz 4MHz
 S1 DIL-Schalter, 4fach
 S2 Printschalter, 2pol.
 Bu1...8 Print-Klinkenbuchsen, 6,3mm
 Bu9 5pol. DIN-Buchse, Print
 Bu10 Kleinspannungsbuchse, Print
 Steckernetzteil, 7...12 V
 Piezo-Druckaufnehmer



Computer als Maskenbildner

Von der Herstellung integrierter Schaltungen

Uwe Gerlach

**Von der Schaltungs-
idee bis zum fertigen
Gerät ist es gewöhn-
lich ein langer Weg —
über das erste Schalt-
bild, den Probeauf-
bau, Meßreihen,
Schaltungsänderun-
gen...**

**Auch in dieses Ver-
fahren werden in Zu-
kunft zunehmend die
Computer eingreifen:
Eine Schaltung wird
gar nicht mehr aufge-
baut, sie wird auf dem
Rechner simuliert.
Heraus kommt: ein
Chip.**

So mancher Hobby-Elektroniker wird froh sein, wenn die selbstentworfenene Schaltung mit nur einem Transistor und zwei Widerständen endlich funktioniert, denn selbst hinter einem einfachen Negierer nach Bild 1 kann schon eine Menge Aufwand stecken — mit Annahmen, Berechnungen, Experimenten und Rückschlägen. Um so schlimmer wird es bei komplizierteren Schaltungen, die auch in einem gestörten Umfeld mit großen Last-, Betriebsspannungs- und Temperaturschwankungen immer noch zuverlässig funktionieren sollen. Bild 2 zeigt als Beispiel die geeignete Realisierung eines NAND-Gatters.

Leistungsfähige Digitalschaltungen bestehen gewöhnlich aus sehr vielen Gattern, wobei es dann schnell zu unvorstellbaren Bauteilzahlen kommt, die schon unverlötet leicht eine ganze Schublade füllen können.

Viel lieber bedient man sich da der universellen Logikfamilien, die als kleine integrierte Schaltungen angeboten werden. Hier ist alles schon ausgeknobelt, und wenn man die angegebenen Beschaltungsspielräume einhält, ist man vor bösen Überraschungen weitgehend sicher. Die Reihe 74XX ist sehr robust und nimmt üblicherweise sogar eine unachtsame Verpolung der Versorgungsspannung nicht sonderlich übel. Kleinere Schaltungen hat man schnell mit diesen Elementen realisiert (die Schaltung nach Bild 3 erfüllt beispielsweise die gleiche Funktion wie die in Bild 2). Selbst einen Computer könnte man ohne weiteres in dieser Technik aufbauen.

Theoretisch. Denn in der Praxis gibt es drei entscheidende Nachteile: Erstens beansprucht der entstehende Drahtverhau überdimensional viel Platz, zweitens verbrauchen die einzelnen ICs wesentlich mehr Strom als ein von der Leistung her vergleichbarer Chip, so daß bei komplexen Geräten unter Umständen sogar eine eigene Klimaanlage erforderlich wird, um die entstehende Verlustwärme abzuführen, und drittens machen die entstehenden Bauteilkosten die Entwicklung für eine Serienfertigung mit Sicherheit unrentabel. Trotzdem bauen manche Firmen auch heute noch ein Versuchsmodell in den Abmessungen eines Kühlschranks mit einzelnen Bauelementen auf, um seine Funktion zu testen, bevor der Entwurf auf einen einzigen, nur einige Quadratmillimeter kleinen Chip übertragen wird.

Erst wenn man sich diese Relationen einmal vor Augen führt, erkennt man, wie leistungsfähig die Technik der Chipherstellung sein muß. Bei einem typischen Gate-Array-Baustein

sind heute etwa 1500 Gatter auf einer Fläche von 25 bis 30 Quadratmillimetern zusammengequetscht. Die Gatterlaufzeit beträgt daher nur zwischen 3 und 5 Nanosekunden. Zum Vergleich: Bei den gebräuchlichen TTL-Gattern der Reihe 74XX sind es mehr als 7 ns.

Möglich wurde diese hohe Integrationsdichte mit all ihren Vorteilen erst durch den Einsatz von MOSFETs, also von Metal-Oxid-Semiconductor-Feld-Effekt-Transistoren.

Im Gegensatz zu den stromgesteuerten bipolaren Transistoren fließt beim Feldeffekttransistor im Steueranschluß 'Gate' kein Strom, da er durch eine Sperrschicht elektrisch von den anderen Anschlüssen getrennt ist. Allein die dort anliegende Spannung bestimmt den Betriebspunkt, so daß sich Kenn-

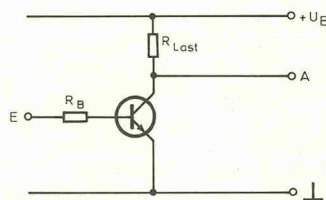


Bild 1. Negierer mit bipolarem Transistor.

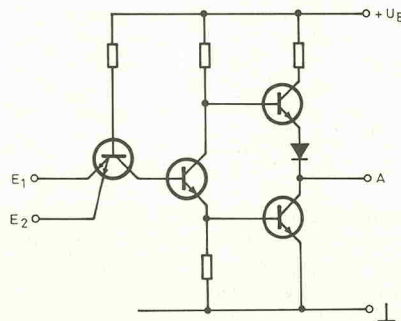


Bild 2. Innenschaltung eines TTL-NAND-Gatters.

linien ergeben, die denen der guten alten Röhre ähnlich sind. Man erhält einen sehr hohen Eingangswiderstand und einen niedrigen Stromverbrauch. Hätte sich der Feldeffekt-Transistor bereits vor seinem bipolaren Kollegen durchsetzen können, wäre die gesamte Entwicklung der klassischen Elektronik mit Sicherheit anders verlaufen...

Seit in den sechziger Jahren die ersten Feldeffekttransistoren tatsächlich gebaut wurden, hat ihre Bedeutung ständig zugenommen. Bald kamen integrierte Schaltungen auf den Markt, bei denen das Gate nicht mehr durch eine Sperr-

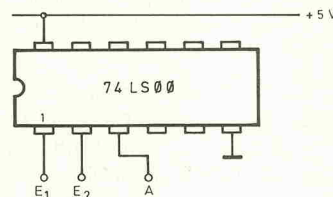


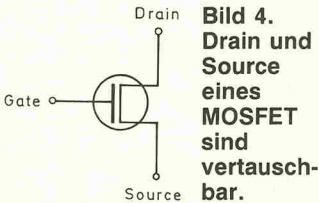
Bild 3. NAND-Schaltung mit 7400 bzw. 74LS00.

schicht vom Kanal getrennt war, sondern durch eine dünne Isolierung aus Metalloxid. Es handelte sich um die ersten MOSFETs. Bild 4 zeigt das allgemeine Schaltsymbol eines solchen Bauelements.

Die Herstellung verläuft in wenigen aufeinanderfolgenden Schritten. Ein einzelner n-Kanal-MOS-Transistor besteht aus einem p-leitenden Grundmaterial, auch Substrat genannt, das im ersten Arbeitsschritt mit einer isolierenden Siliziumdioxidschicht überzogen wird. Durch eine Maske wird die Chipfläche dann belichtet, so daß im folgenden Arbeitsgang — ähnlich wie beim Platinenätzen — die aufgebrachte

Schicht nur an den gewünschten Stellen übrigbleibt. Dort kann nun in gleicher Weise polykristallines Silizium aufgebracht werden. Dieses bildet das Gate des entstehenden Transistors, das anschließend zusammen mit dem Drain- und Source-Bereich hochdotiert wird. Damit erhält es eine gute Leitfähigkeit. Aufgrund des symmetrischen Aufbaus sind Drain und Source ohne weiteres vertauschbar.

Bild 5 zeigt die entstandene Transistorstruktur. Den Abschnitt unter dem Gate, zwischen Drain und Source, nennt man den Kanal. Er ändert seine Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Spannung am Gate, also durch die Stärke des herrschenden elektrischen Feldes.



Daher auch die Bezeichnung Feldeffekttransistor, kurz FET. Das Substrat wird auf das negativste vorhandene Potential gelegt, so daß hier kein Strom abfließen kann.

Die Verbindung der einzelnen Transistoren untereinander geschieht schließlich durch Aufdampfen einer Aluminium-Schicht, wobei vorher wieder mittels einer Lage Oxid alles abgedeckt wird, was nicht kontaktiert werden soll. Durch die Metallschicht in Verbindung mit der Schutzlackversiegelung bekommt der fertige Chip seine charakteristisch glänzende Oberfläche.

Transistoren bestehen immer aus verschiedenen Schichten unterschiedlich geladenen Materials mit relativ großen Kontaktflächen. Ebenso sind die Leiter ausgebildet, die alle einzelnen Elemente verbinden. Technologiebedingt sind die Abstände untereinander sehr gering. Man kann sich gut vorstellen, daß zwischen den einzelnen Bahnen überall parasitäre, also unerwünschte n-Kapazitäten, entstehen, die natürlich das Schaltverhalten ungünstig beeinflussen, denn bevor der

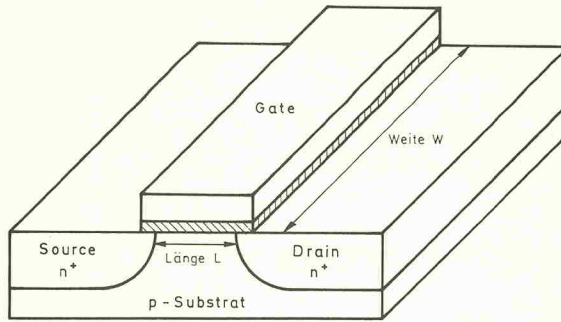


Bild 5. Der n-Kanal-MOSFET in seiner räumlichen Struktur. L und W betragen typisch 10...100µm, die Dicke des Wafers liegt dagegen bei 0,5 mm. Die Darstellung ist also nicht maßstabsgetreu.

jeweilige Endzustand erreicht wird, muß ja zunächst die Störkapazität geladen bzw. entladen werden. Das dauert seine Zeit. Grundsätzlich gilt: Je kleiner die Strukturen gemacht werden, um so kleiner werden auch die störenden Kapazitäten und desto schneller schalten demzufolge die hergestellten Bauelemente.

Der beschriebene 'Silicon-Gate-NMOS-Prozeß' erlaubt es heute, Strukturen von kleiner 2µm Auflösung mit vernünftiger Ausbeute herzustellen. Motorola fertigt den 68030 sogar bereits mit nur 1,2µm. Moderne Mikroprozessoren und Halbleiterspeicher erreichen damit Zykluszeiten von unter 100 ns.

Noch aus einem anderen Grund versucht man, die Abmessungen der Strukturen ständig zu verkleinern. Stichwort: Ausbeute. Bei kleineren Strukturen benötigt man logischerweise auch weniger Chip-Fläche, und das ist keineswegs trivial, denn die Fläche ist ein sehr wichtiger Faktor bei der Herstellung. Gegen die winzigen Strukturen auf dem Chip (Leiterbahnen sind nur wenig breiter als ein millionstel Meter) wirken Staubeilchen bereits wie Felsbrocken. Trotz hochgradig staubfreier Fertigungsräume läßt sich nie ganz vermeiden, daß Verunreinigungen Störungen im Herstellungsprozeß hervorrufen. Ein einziges Staubkorn auf dem gesamten Chip macht ihn in der Regel bereits unbrauchbar. Heute wird durchschnittlich ein Defekt pro Quadratzentimeter als gerade noch vertretbar angesehen. Mit wachsender Fläche wird also

gleichzeitig auch der Ausschuß deutlich ansteigen und damit die Ausbeute sinken.

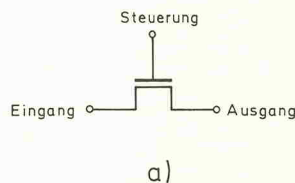
Eine deutliche Auswirkung dieser Beschränkung ist die übliche Aufteilung von Prozessor und Arithmetik-Koprozessor auf zwei getrennte Bauteile, da beide Einheiten zusammen zu viel Chip-Fläche belegen würden. Der Datenaustausch geschieht dann über externe Leitungen. Da außerhalb des Chips aber mit wesentlich größeren Strömen zu rechnen ist, müssen die Anschlußpunkte der IC-Beinchen, die sogenannten Pads, als recht großflächige und damit langsame Transistorstrukturen ausgeführt werden. In der Praxis verringert sich dadurch die erzielbare Arbeitsgeschwindigkeit deutlich.

Beim neuentwickelten 32-Bit-Mikroprozessor T800 ging des-

sen Herstellerfirma Inmos neue Wege. Zugunsten der benötigten Fläche wurde auf die schnellstmögliche Konstruktion des Fließkomma-Rechenwerks verzichtet. Dafür ließ sich die Arithmetik-Einheit zusammen mit dem Prozessor auf einem gemeinsamen Chip unterbringen. Durch den Fortfall der zwischengeschalteten 'Leistungstransistoren' läßt sich insgesamt trotzdem eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit erzielen, als es bei großflächiger, aber verteilter Logik möglich gewesen wäre.

Leider läßt sich die Miniaturisierung nicht beliebig vorantreiben, denn die Technologie befindet sich bereits heute an einer physikalischen Grenze. Die Übertragung der geometrischen Strukturen auf die Chip-Oberfläche geschieht nämlich wie in einem Fotolabor durch Licht. Nun ist aber bei der gegebenen Wellenlänge eine genügend scharfe Abbildung der feinen Masken kaum noch möglich. Experimente mit kurzwelligeren Strahlungsformen sind im Gange.

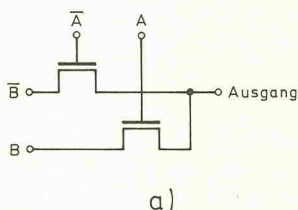
Noch ein anderes Problem tritt verstärkt durch die zunehmende Miniaturisierung auf: Um bei kleineren Abmessungen den Kanal eines MOSFETs noch ausreichend steuern zu können, ist ein größeres elektrisches Feld nötig. Bei gegebener Spannung bleibt nur noch die Möglichkeit, die Dicke der Isolierschicht zwischen Gate und Kanal zu verringern. Schicht-



b)

Eingang	Steuerung	Ausgang
0	0	Hochohmig
1	0	Hochohmig
0	1	0
1	1	1

Bild 6. Passtransistor a) mit Wahrheitstabelle b).



b)

A	B	Ausgang
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Bild 7. Schaltung und Wahrheitstabelle für ein XNOR mit Passtransistoren.

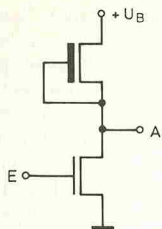


Bild 8.
MOS-
Negierer.

dicken von nur 100 nm sind üblich. Große anliegende Spannungen schlagen nun diese hauchdünne Schicht aber sehr leicht durch und machen den Transistor damit unbrauchbar. Normalerweise kommen solche Spannungen nicht vor, sie werden jedoch bereits durch statische Aufladung erreicht, die etwa durch Reibung entsteht,

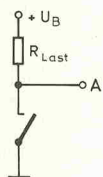


Bild 9.
Negierer
mit
Schalter.

wenn man Kleidung aus Kunstfasern trägt. Daher sollte man möglichst nie die Kontakte von MOS-Bauteilen direkt berühren oder aber vorher einen Potentialausgleich schaffen.

Es gibt einige verschiedene Arten von MOSFETs. Grundsätzlich lassen sich selbstsperrende und selbstleitende Ausführungen unterscheiden. Ein selbstsperrender Transistor unterbindet bei offenem Gate-Anschluß den Drain-Source-Strom und wird mit zunehmender Steuerungspannung leitfähiger. Bei einem selbstleitenden Transistor ist es umgekehrt. Zunächst zu den selbstsperrenden N-Kanal-MOSFETs.

Bild 6 zeigt die einfachste Art, eine Schaltfunktion mit einem MOSFET zu realisieren. In Ab-

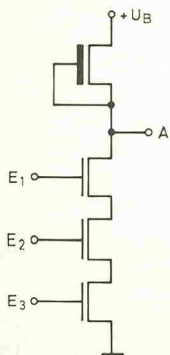


Bild 10.
NMOS-
NAND.

hängigkeit von der Steuerungspannung wird der Eingang auf den Ausgang durchgeschaltet. Man nennt diese Schaltungsart 'Passtransistorlogik'. Die Wahrheitstabelle zeigt, daß der Ausgang dieser einfachen Schaltung bereits Tristate-Charakter hat.

Ein anderes Beispiel zeigt Bild 7. Hier handelt es sich um ein EXNOR-Gatter. Wie bereits gesagt, ist Chipfläche sehr kostbar. Mit der Passtransistorlogik kann man systematische Entwürfe realisieren, die neben geringem Platzbedarf auch noch Vorteile in Bezug auf Schnelligkeit und Leistungsverbrauch aufweisen.

Bild 8 stellt einen Negierer in NMOS-Technologie dar, ganz ähnlich der bipolaren Ausführung aus Bild 1. Zur Erläuterung soll Bild 9 dienen. Der Transistor ist hier durch einen Schalter ersetzt. Liegt am Negiereingang Low an, muß man sich den Schalter offen denken. Durch den Lastwiderstand fließt kein Strom, und so fällt dort auch keine Spannung ab. Am Ausgang liegt die volle Betriebsspannung. Im anderen

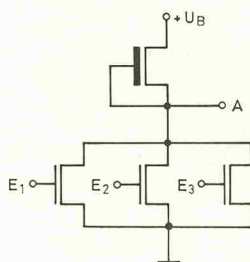


Bild 11. NMOS-NOR.

Fall führt der Schaltungseingang High-Pegel. Der Schalter ist geschlossen, und die gesamte Betriebsspannung fällt am Lastwiderstand ab. Der Ausgang liegt damit auf 0 Volt.

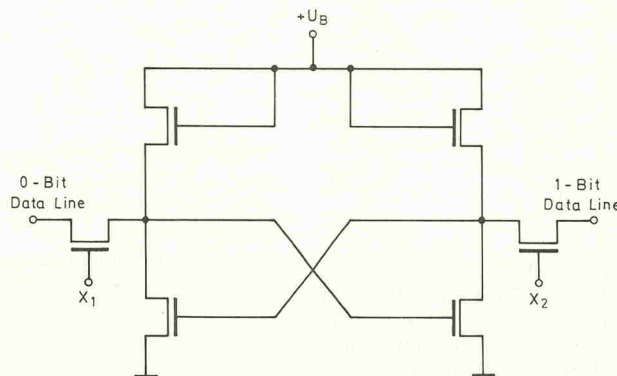
Bei der IC-Herstellung befindet sich die Technologie bereits heute an einer physikalischen Grenze.

Widerstände können in integrierten Schaltungen durch exakt dotiertes und in den Abmessungen genau justiertes Halbleitermaterial eingestellt werden. Nachteilig sind jedoch auch hier die sehr große benötigte Fläche sowie die hohe dadurch entstehende parasitäre Kapazität. Daher geht man meist eine andere Lösung gewählt.

Zum Einsatz kommt üblicherweise, wie in Bild 8 zu sehen, ein selbstleitender Depletion-MOSFET, dessen Gate- und Source-Anschluß kurzgeschlossen sind und dessen Widerstandswert über die geometrischen Parameter einstellbar ist.

In ganz analoger Weise entstehen die übrigen Gattertypen. In Bild 10 ist ein NAND-Gatter mit drei Eingängen zu erkennen, in Bild 11 ein entsprechendes NOR-Gatter. Auch hier lassen sich die MOSFETs als spannungsgesteuerte Schalter ansehen. Beim NAND-Gatter wird erst Strom durch die Transistoren fließen, wenn alle Eingänge High-Pegel führen, dagegen reicht beim NOR-Gatter bereits ein einziger Eingang mit High aus.

In der Praxis werden gerne NOR-Strukturen verwendet, da sie sich besonders leicht regulär anordnen und damit auch auto-



matisch generieren lassen. Jede beliebige logische Funktion läßt sich ja bekanntlich allein aus NOR-Gattern nachbilden.

In jedem Computersystem werden Speicher benötigt — nicht nur in Form des Arbeitsspeichers, sondern auch als Register im Mikroprozessor selbst und in den verschiedenen Input/Output-Bausteinen. Eine mögliche Schaltung für eine einzelne Speicherzelle für ein Bit ist in Bild 12 dargestellt. Bei genauerem Hinsehen erkennt man zwei Negiererstufen, die wechselseitig rückgekoppelt

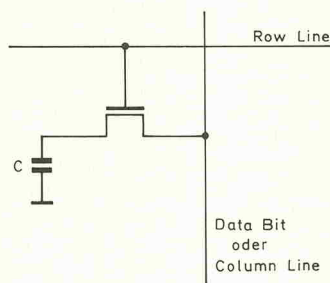


Bild 13. Dynamische Speicherzelle mit Kondensator und einem MOSFET.

sind. Wenn die eine Seite durchgeschaltet ist, führt ihr Ausgang Low-Pegel und sperrt die jeweils andere Seite. Es gibt also nur zwei stabile Zustände. Über Ansteuertransistoren kann die Information von außen geändert werden. Dazu ist die dargestellte einzelne Zelle in eine Matrix eingebaut, über die sie ausgewählt und angesprochen werden kann.

Ein Bit wird also mit sechs Transistoren gespeichert. Ein 8 Kbyte RAM-Baustein enthält 8×1024 Adressen zu je 8 Bit, also allein 65536 MOS-Transistoren im Memory-Array! Dazu kommen noch die für die Organisation zuständigen Elemente. Speicherriesen sind in dieser Technologie nicht zu verwirklichen, denn viele Transistoren heißt viel Leistungsverbrauch und eine große Chipfläche.

Mit einem Trick läßt sich dieser riesige Aufwand aber deutlich

Bild 12. Statische MOS-Speicherzelle aus 6 n-Kanal-MOSFETs.

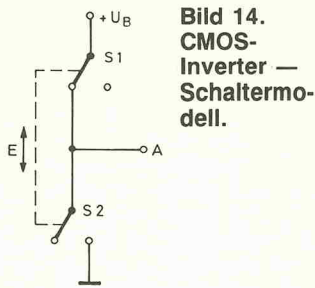


Bild 14.
CMOS-
Inverter —
Schaltermo-
dell.

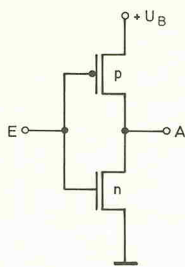


Bild 15.
CMOS-
Inverter.
Oben ein
p-Kanal-,
unten ein
n-Kanal-
FET.

verringern. Bild 13 zeigt eine dynamische Speicherzelle. Hier wird die Information als Ladung in einem Kondensator gespeichert, und es genügt bereits ein einziger Transistor pro Bit. Die Auswahl geschieht wieder mittels einer Matrix. Leider hat diese Methode einen kleinen Nachteil: Aufgrund von unerwünschten, aber unvermeidbaren Effekten entlädt sich der Kondensator ziemlich schnell, so daß die Information regelmäßig wieder aufgefrischt wer-

den muß. Im Fachchinesisch heißt dieser Vorgang daher 'Refresh'.

Die bisherigen Beschreibungen bezogen sich auf n-Kanal-Transistoren. Diese bestehen aus einem p-leitenden Substrat. Ein umgekehrt aufgebauter Transistor mit n-Substrat und p-Kanal funktioniert auch. Er hat natürlich andere Eigenschaften, beispielsweise schaltet er nicht bei High, sondern bei Low an seinem Eingang durch. Üblicherweise wird das durch einen Punkt am Gate des p-Kanal-Transistors gekennzeichnet. Schaltungstechnisch ist es sehr interessant, n-Kanal- und p-Kanal-Transistoren zu kombinieren. Man spricht dann von Complementary-MOS oder kurz CMOS.

CMOS-Gatter haben den entscheidenden Vorteil, daß im stabilen Zustand (idealisiert) kein Strom verbraucht wird. Lediglich beim Umschaltvorgang fließt kurzzeitig ein Strom zum Laden oder Entladen der parasitären Kapazitäten. Die Stromaufnahme steigt dabei linear mit der Frequenz.

Auch in Bild 14 sind wieder die FETs durch Schalter ersetzt, die nur zusammen betätigt werden können. Die zugehörige Transistorschaltung zeigt Bild 15. Ein Low-Pegel am Eingang sperrt den unteren Transistor, öffnet also S2 und läßt über den oberen die Betriebsspannung an den Ausgang durchschalten, schließt also S1. Für High-Pegel kehren sich die Schalterstellungen um. Die CMOS-Technik benötigt keine Lasttransistoren, da zum Beispiel bei einem Inverter jeweils nur entweder der p-MOS-Transistor den Ausgang gegen die Betriebsspannung schaltet oder der n-MOS-Transistor gegen Masse. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen wieder ein NAND- bzw. ein NOR-Gatter, diesmal in CMOS-Technik.

Eine integrierte Schaltung besteht aus sehr vielen Einzelelementen, die alle gleichzeitig hergestellt werden. Maßgebend dafür ist die sinnvolle Anordnung mehrerer Lagen unterschiedlich leitenden Materials, die mittels Oxidschichten voneinander isoliert sind. Der Vergleich mit einer mehrlagigen Leiterplatte ist recht treffend.

Entsprechend bedient man sich beim Entwurf auch ähnlicher Techniken. Zunächst wird ein nicht maßstabgerechter Plan gezeichnet, das sogenannte Stick-Diagramm. Jede Schicht der geplanten Struktur — und damit jedes Material — wird durch eine eigene Farbe symbolisiert. Für Diffusionsbahnen steht üblicherweise grün, für polykristallines Silizium rot

und für Metallbahnen blau. Ein Transistor ist dann nichts anderes, als der Kreuzungspunkt einer grünen und einer roten Linie (Bild 18). Soll ein selbstleitender (Depletion-) Transistor entstehen, dann muß das Material vorher implantiert werden. Den Implantationsbereich kennzeichnet einfach ein gelbes Kästchen. So gewinnt man schnell einen Überblick über die ungefähre Aufteilung der Chip-Fläche.

Bild 19 zeigt das Stick-Diagramm des 3fach-n-MOS-NAND-Gatters aus Bild 10. Im oberen Teil ist der Depletion-Lasttransistor zu sehen, darunter die drei in Reihe geschalteten Eingangstransistoren. Die Kreuzchen symbolisieren einen lokalen Kontakt zwischen den verschiedenen Bahnen.

Bild 20 stellt das Stick-Diagramm des NAND-Gatters aus Bild 11 dar. Hier sind die drei Eingangstransistoren parallel geschaltet.

Ebenso, wie es computergestützte Systeme zum Erstellen von Leiterplatten gibt, existieren natürlich auch entsprechende Anlagen für Chip-Designer. Über Grafiktablets und ähnliche Eingabegeräte lassen sich Stick-Diagramme direkt in den Rechner eingeben. Hochintegrierte Schaltungen besitzen aber — verglichen mit Leiterplatten — eine entschieden höhere Komplexität. Der Intel-Prozessor 80386 besteht zum Beispiel aus etwa 500000 einzelnen Transistor-Funktionen. Niemand käme auf die Idee, seine komplette Innenschaltung Element für Element aufzuzeichnen.

Es zeigt sich aber, daß sich viele Grundschaltungen oft wiederholen. Auf einem 32-Bit-Prozessor befinden sich demnach häufig 32 genau gleichartige Funktionsgruppen nebeneinander. Noch deutlicher wird dieser Sachverhalt bei Speicherbausteinen, deren einzelne Zellen ebenfalls alle exakt gleich aufgebaut sind. Die Entwicklungsterminals stellen daher Kopierfunktionen und ähnlich leistungsfähige Hilfen zur Verfügung; mit denen sich komfortabel arbeiten läßt.

Spezielle Software verifiziert den Entwurf, testet zum Bei-



Bild 18. Die Stick-Darstellung eines MOS-Transistors vereinfacht sich auf den Kreuzungspunkt einer Poly- und Diffusionsbahn.

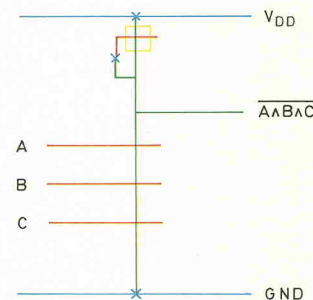


Bild 19. Stick-Diagramm des NAND-Gatters aus Bild 10. Die Kreuze symbolisieren Durchkontaktierungen von einer Lage zur anderen.

Bild 16. 3fach-NAND in CMOS-Technologie.

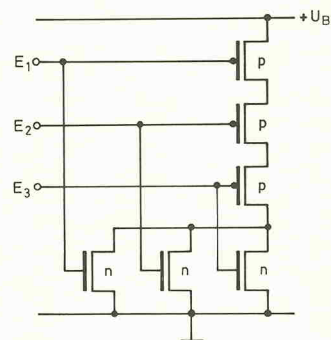


Bild 17. 3fach-NOR in CMOS-Technologie.

spiel, ob alle Entwurfsregeln eingehalten wurden, und optimiert vielfach auf Wunsch auch die Flächenausnutzung. Am Ende des Entwurfs können aus den gesammelten Daten alle Masken für die Fertigung hergestellt werden.

In letzter Zeit kommen verstärkt Hilfsprogramme zum Einsatz, die auch komplexe logische Funktionen vollkommen automatisch generieren können. Bekanntermaßen läßt sich jede beliebige binäre Funktion unter ausschließlicher Verwendung von Standard-Verknüpfung

kennt deutlich den Aufbau aus fünf nebeneinander angeordneten NOR-Strukturen. Von den drei ersten Zellen links wird jeweils nur ein Eingang benutzt, so daß drei Negierer entstehen. Die letzte Zelle generiert den Ausgangswert Q. Unterhalb der Masse-Bahn GND erfolgt die Verdrahtung der Ein- und Ausgänge untereinander.

Die Forschung konzentriert sich nun darauf, Stick-Diagramme durch vollständig formale Beschreibungen zu umgehen. Diese Beschreibungen sind Programmiersprachen nicht

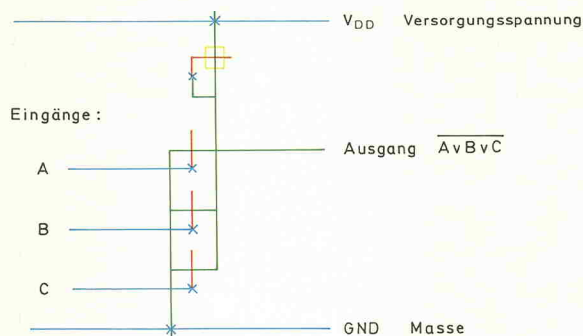


Bild 20. Stick-Diagramm eines NOR-Gatters. Oben der Depletion-Lasttransistor, darunter die drei parallelgeschalteten Eingangs-Transistoren.

fungen realisieren. Arnold Weinberger schlug bereits 1967 die in NMOS-Technik sehr einfach zu integrierende NOR-Struktur für den regulären Entwurf komplexer logischer Schaltungen vor. Bild 21 zeigt ein nach ihm benanntes Weinberger-Array für eine Funktion mit drei Eingängen. Man er-

unähnlich. Um die Entwurfsarbeit für logische Strukturen zu vereinfachen — aber auch um vorab eine Simulation deren Funktion zu ermöglichen — wurden regelrechte Hardware-Entwurfssprachen entwickelt. Ein relativ bekannter Vertreter ist die 'Register Transfer Sprache' RTS. Mit ihrer Hilfe lassen sich beliebige digitale Anordnungen erzeugen und untereinander verbinden.

Alle oft benötigten Elemente, wie Und, Oder, Nicht, Flipflops (gepuffert und ungepuffert), Vergleicher, Multiplexer

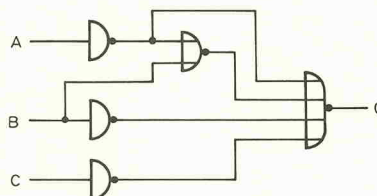
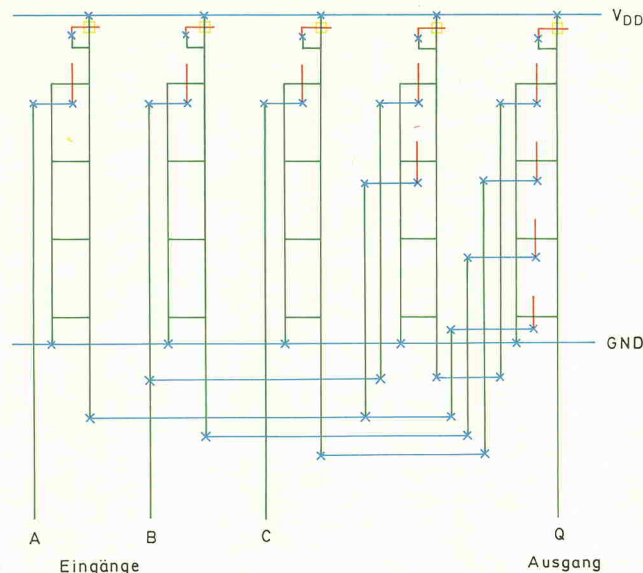


Bild 21. Beispiel eines Weinberger-Arrays für die nebenstehende Verknüpfung. So könnte eine automatische Generierung aussehen.

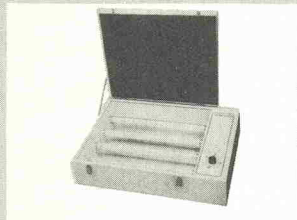
und Demultiplexer, Kodierer und Dekodierer, Zähler, Schieberegister, Addierer und Subtrahierer sind als Funktionen vordefiniert und lassen sich durch Aufrufen mit den gewünschten Anschlußpunkten als Parameter in die erzeugte Schaltung einsetzen. Ebenso lassen sich komplexe Anordnungen als Modul definieren. Eine komplexe Schleifenanweisung unterstützt die Generierung gleich mehrerer Baugruppen nebeneinander.

Bild 22 zeigt die Beschreibung eines Vergleichers in RTS. Er

wurde hier als Funktion konzipiert, um den Einsatz an mehreren Stellen zu ermöglichen. Die Anzahl der zu vergleichenden Bits ist variabel gehalten, so daß — ähnlich wie bei Funktionen in Pascal — der Aufruf mit unterschiedlichen Parametern geschehen kann. Bild 23 zeigt den beschriebenen Schaltungsteil für zwei Eingangsworte zu je 4 Bit.

Die Funktion einer so beschriebenen Schaltung läßt sich nun mit einem Rechner simulieren. Anschließend können aus derselben Eingabedatei die Mas-

Köster-Elektronik fertigt Geräte für ...



... Belichten
UV-Belichtungsgeräte
UVI Nutzfl. 460 x 180 mm
DM 198,—
UVII Nutzfl. 460 x 350 mm
u.a.m. DM 289,—



... Ätzen
Rapid de Luxe
Nutzfl. 165 x 230 mm DM 199,—
Rapid III A
Nutzfl. 260 x 400 mm DM 239,—
u.a.m.



... Siebdrucken
Siebdruckanl. 27 x 36 mm ab DM 154,—
Siebdruckanlage Profi 43 x 53 mm
ab DM 229,—
Verschiedene Ausführungen
Sämtl. Anlagen werden m. kpl. Zubehör,
z.B. Farben, Rakel usw. geliefert.



Köster-Elektronik
Am Autohof 4
7320 Göppingen
Telefon 0 71 61 / 7 31 94
Fax 7 05 23 Telex 72 72 98

... außerdem
Eprom-Löschgeräte
Fotopositiv beschichtetes
Basismaterial · Leuchtpulte

Kostenlosen Katalog mit technischen
Daten und Beschreibungen bitte anfordern!


```

function GR (X[upflex:0], Y[lb (X):0])
begin tml W[lb (X):0];
  // W[0] = X[0]  $\wedge$  Y[0];
  for I from 1 to lb (X) is
  // W[I] = (X[I]  $\wedge$  Y[I])  $\vee$  ((X[I]  $\odot$  Y[I])  $\wedge$  W[I-1]); si;
  // GR = W[lb (X)];

end
function GL (X[upflex:0], Y[lb(X):0]) =  $\wedge$  (X  $\odot$  Y);
    
```

ken zur Herstellung des Chips erzeugt werden. Das Hauptproblem bei der automatischen Generierung ist jedoch, eine vernünftige Flächenausnutzung zu erzielen.

An der Technischen Hochschule Darmstadt wird gegenwärtig im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts deutscher Hochschulen 'Entwurf Integrierter Schaltungen' (EIS) intensiv an dem Problem gearbeitet, eine formal beschriebene Schaltung möglichst ohne menschliches Eingreifen auf den Chip zu bekommen. Hier existieren vergleichsweise ideale Forschungseinrichtungen bis hin zur Möglichkeit, die entwickelten Chips im eigenen Hause fertigen zu können, in der einzigen 'Halbleiterfabrik' Hessens.

Die einzelnen Schritte bis zum fertigen Chip zeigt Bild 24. Die größten Fortschritte wurden

Bild 22. Die Funktion eines Vergleichers in RTS.

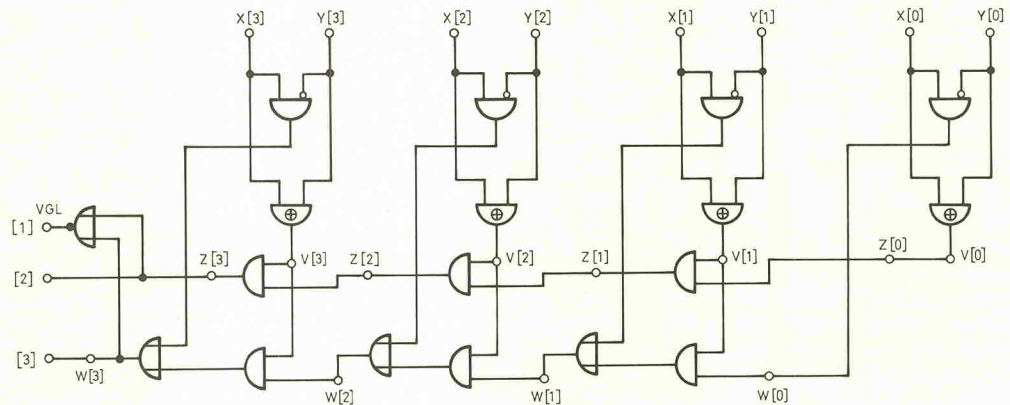


Bild 23. Der Vergleich aus Bild 22 für 2 x 4 Bit.

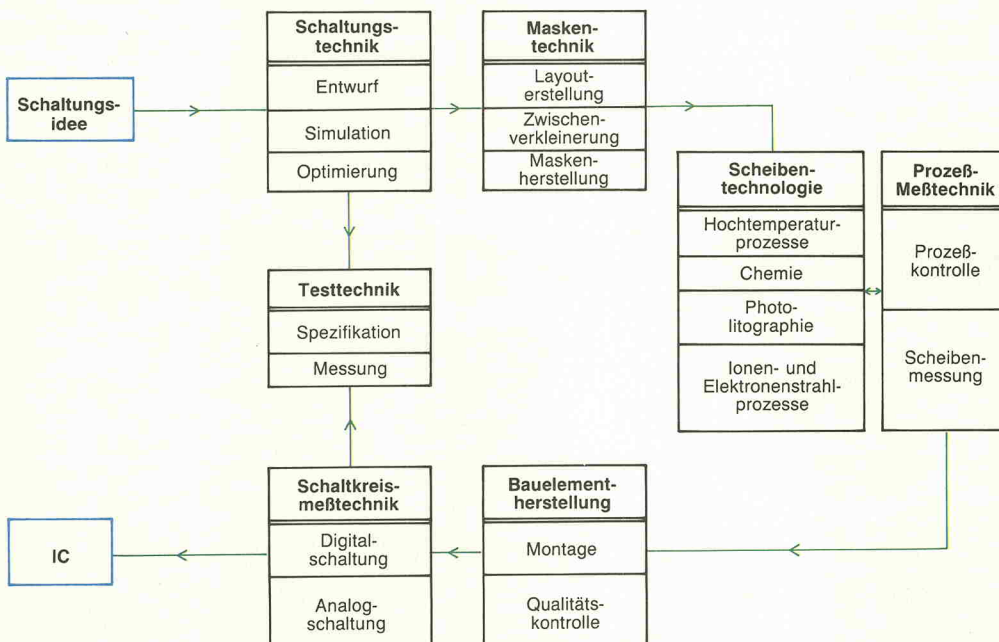


Bild 24. Der Ablauf beim Entwurf einer integrierten Schaltung.

bisher im ersten Abschnitt (Schaltungstechnik) gemacht.

Zur Unterstützung wurde das Softwarepaket DAMOS (Design Aids for Metal Oxide Semiconductors) entwickelt. Es wird nach dem Baukastenprinzip aus aufeinander aufbauenden Implementierungsstufen zu einem integrierten Entwurfssystem ausgebaut und läuft auf einem Großrechner von Siemens unter BS 2000 sowie auf einer VAX unter VMS.

DAMOS enthält eine vollständige Entwurfsumgebung für die Verarbeitung symbolischer Layouts. Ein STICK-Konverter dient zusammen mit dem graphischen Editor GREDIT zur Erstellung von STICK-Diagrammen und deren Transfor-

mation in ein geometrisches Layout. Der Design-Rule-Checker GAMBIT (Geometric Analysis of Masklayout for Breachdetection Independent of Technologies) untersucht die erstellten Layouts auf Fehler. Dabei überprüft er beispielsweise, ob die technologieabhängige minimale Breite der Leiterbahnen bzw. deren Abstand gegeneinander eingehalten wurden.

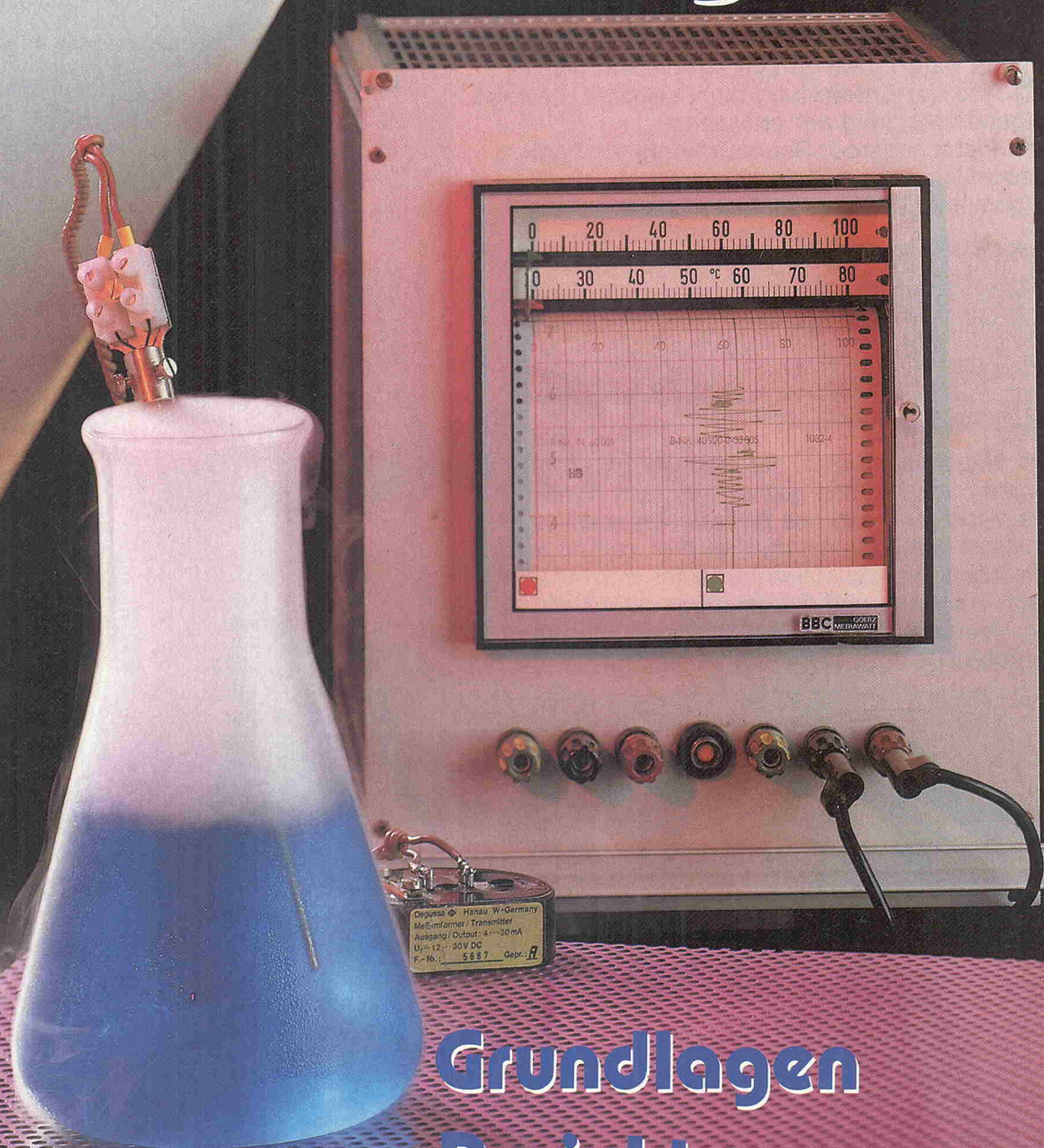
Der Kompaktierer COSMOS (Compaction of Symbolic MOS Layouts) erzeugt anschließend das fertige Chip-Layout, indem es die verwandte Fläche in verschiedenen Kompaktierungsschritten minimiert. Die DAMOS-Umgebung stellt verschiedene Simulatoren

zur Verfügung. Neben RTS gibt es den Switch-Level-Simulator TEDMOS, der speziell auf MOS-Schaltungen ausgelegt ist, sowie SPICE für die Schaltungsebene. Weiterhin existieren noch einige Konvertierungsprogramme und Schnittstellen zur Plotterausgabe.

Ziel dieser Entwicklungen ist es, eine symbolisch oder formal eingegebene Schaltungs-idee so weiterzuverarbeiten, daß ohne menschliches Eingreifen als Endprodukt schließlich der fertige Chip vom Band läuft. Doch bis dahin ist es noch ein sehr langer und sehr steiniger Weg. □

S O N D E R T E I L

Sensoren und Signale



Grundlagen
Projekte
Schaltungstechnik

Editorial

Ein alter Traum der Menschheit ist wieder ein Stück näher gerückt: der Traum vom Heinekmännchen, das all die lästige Arbeit erledigt, die uns so sehr zuwider ist. Früher hielt sich die Herrschaft ihr Personal — heute denkt man bei Knechtschaft an kostengünstigere Roboter. Inwieweit elektromotorisch-elektronische Minnas und Johannis ihren historischen Vorbildern gerecht werden, ist letztlich wiederum eine Frage der Sensorik. Womit wir wieder beim Thema wären. Daß gerade auf diesem Gebiet das Rad der Entwicklung nicht stillsteht, beweist folgende Meldung der britischen Nachrichtenagentur Reuter, die am 12. April dieses Jahres in der 'Hannoverschen Allgemeinen Zeitung' zu lesen stand:

Roboter kann elf Whisky-Sorten riechen

Tokio (rtr) Im wahren Wortsinn um eine Nasenlänge voraus sind japanische Wissenschaftler ihren Kollegen in anderen Ländern bei der Entwicklung von Robotern: Sie haben einen Computer entwickelt, der elf verschiedene Whisky-Sorten, Weine und japanische Reisweine an ihrem Geruch unterscheiden kann. Ein Team um Professor Toyosaka Morizumi vom Institut für Technologie in Tokio stattete das Gerät mit zehn Sensoren aus, die auf unterschiedliche Gase reagieren und die Reaktion in elektrische Impulse umsetzen. Der Roboter vergleicht den Geruch mit gespeicherten Geruchsmustern. Mögliche Anwendungsgebiete sieht der Professor bei Qualitätskontrollen in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie, aber auch in der Medizin.

Der Haushaltsroboter, der staubsaugt, abwäscht, fensterputzt — noch gibt es ihn nicht. Eine Frage der Zeit und des Bedarfs, letztendlich. Sollte er erfunden werden, wird er perfekt sein: Wie seine menschlichen Vorläufer wird er sich nach Hausputz und Gartenpflege genüßlich an die Hausbar der gnädigen Herrschaft begeben — vorausgesetzt, seine Marke ist dabei...

Temperatursensoren — Modelle der Wirklichkeit

Bei dynamischen Temperaturmessungen spielt das Zeitverhalten des verwendeten Sensors eine entscheidende Rolle. In diesem Beitrag werden Wege aufgezeigt, die Übertragungsfunktion eines Sensors durch Bildung eines äquivalenten elektrischen Modells zu beschreiben.

Seite 78



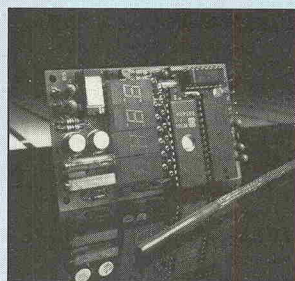
IR-Strahlungstaster

Wo ist das Wärmeleck, wo die heißeste Stelle der Maschine? Der IR-Punktstaster gibt Auskunft. Nicht preiswert, aber genau. Projekt.

Seite 72

Inhalt

	Seite		Seite
aktuell	51	IR-Strahlungsdetektor	
Schaltungstechnik		Fernwärme	72
aktuell	52	Temperatursensoren	
x/t-Schreiber		Modellbau	78
Printerface	56	Die Buchkritik	83
Meßdatenerfassung		Temperatur-Meßsystem	
Fehlverhalten	63	Heißes Eisen	84



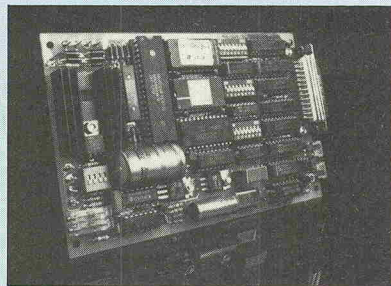
Temperatur-Meßsystem

Hohe Temperaturen werden auch heute noch mit dem altbewährten Thermoelement gemessen — aber viel genauer und bequemer. Ein Projekt nach Profi-Art.

Seite 84

x/t-Schreiber

Er beherrscht nicht nur das Alphabet, sondern macht auch mal einen Punkt: der Drucker. Und bei richtiger Steuerung macht er aus vielen Punkten eine Kurve. Drucker als Meßwertschreiber. Projekt.



Seite 56

Sensor-Schaltungstechnik aktuell

Der Sensor-Signal-Prozessor TSS 400 vereinigt auf seinem CMOS-Chip einen softwaregesteuerten 12-Bit-A/D-Wandler mit vier gemultiplexten Eingängen, eine CPU mit RAM, eine LCD-Steuerung und einen bidirektionalen, seriellen Ein/Ausgang. Einzelheiten auf

Seite 52

Meßdatenerfassung

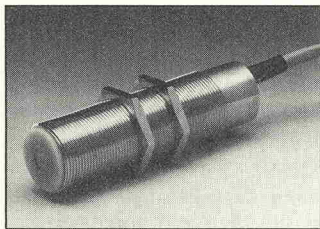
Sensor-Meßsysteme sind sensibel. Äußere Störeinflüsse, Rückwirkungen innerhalb des Systems und Korrekturmaßnahmen im Beitrag „Fehlverhalten“.

Seite 63

Abstandssensor

Berührungslose Objekterfassung

Die Ultraschall-Abstandssensoren der Serie 940 von Honeywell ermöglichen die Erfassung von Objekten beliebiger Formen, Farben und Werkstoffe in einem Abstandsbereich von 100...800 mm. Der Schaltabstand wird über ein internes Potentiometer eingestellt, kann aber auch mit einem externen 10-M Ω -Potentiometer vorgegeben werden.



Über einen externen Anschlußdraht kann zwischen maximaler Reichweite (bis 800 mm) und maximaler Schaltfrequenz (30...50 Hz) umgeschaltet werden. Bei maximaler Reichweite wird eine Schaltfrequenz von 8...20 Hz erreicht. Da Schallpegel und Empfängerempfindlichkeit bei der Wahl maximaler Schaltfrequenz reduziert werden, verringert sich die Reichweite in dieser Betriebsart auf 400 mm.

Um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden, können mehrere Sensoren über einen Sendesperreingang synchronisiert werden. Bei Objektanwesenheit innerhalb des Schaltabstands blinkt eine rote Leuchtdiode an der Rückseite des Sensors. Da ihre Leuchtintensität mit der Echostärke ansteigt, wird damit die Ausrichtung des Sensors erheblich erleichtert.

Der Sensor befindet sich in einem verchromten Messinggehäuse M 30, Schutzart IP 65. Durch eine Temperaturkompensation wird die Schaltpunktdrift im Temperaturbereich 5...55 °C auf 1% begrenzt. Die für den Betrieb des Sensors erforderliche Gleichspannung beträgt 24 V, der kurzschlußfeste PNP- oder NPN-Ausgang kann Lasten bis zu 100 mA/30 V schalten. Die Trägerfrequenz des Sensors beträgt 215 kHz.

elrad 1988, Heft 7/8

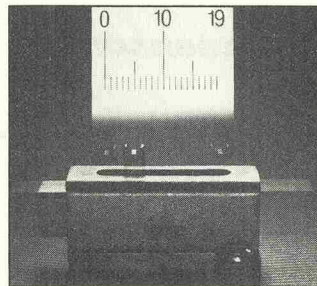
Halleffekt-Wegsensor

Längenmessung mit Magnetfeld

Der neuentwickelte analoge Wegsensor APS von Honeywell besitzt als Fühlerelement einen Halleffekt-Chip. Der Verschleiß beweglicher Teile wird dadurch erheblich reduziert, und man erreicht eine äußerst lange Lebensdauer.

Der Wegsensor wird werkseitig kalibriert; er enthält einen linearen Hallsensor des Typs Lohet, der eine der magnetischen Flußdichte proportionale Ausgangsspannung liefert. Die Position des Gleitmagnetten über dem Chip bestimmt die Flußdichte und damit die Ausgangsspannung. Als typische Linearitätsabweichung wird ein Wert von 2% des Meßbereichs angegeben.

Der lineare Wegbereich beträgt 19 mm. Eine Gleichspannung im Bereich 8...16 V wird für den Betrieb des Sensors benötigt. Bei einer Betriebsspannung von 12 V wird ein Spannungshub in Höhe von



4,5 \pm 0,5 V genannt. Die Ausgangsspannung ist im gesamten Betriebsbereich von -20...+85 °C temperaturkompensiert. Sowohl die Wiederholgenauigkeit als auch die Hysterese liegen unter 1%. Der Sensor eignet sich beispielsweise für den Einsatz in Bürogeräten und x/y-Plottern sowie zur Positionserfassung von Drosselklappen und Regelventilen.

Nähere Infos von:

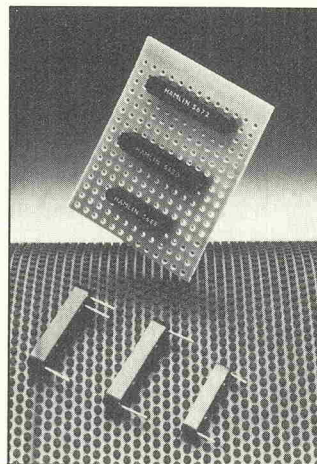
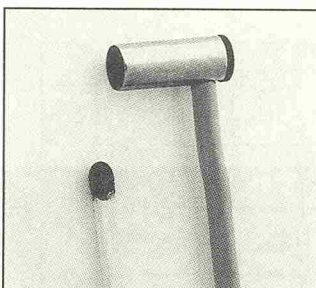
Honeywell Regelsysteme GmbH, Kaiserleistr. 39, 6050 Offenbach, Tel. (0 69) 8 06 40, Telex 4 152 758.

Näherungsschalter

Mini-Brikett

Fast so sieht er aus. Doch dieser neue magnetische Näherungsschalter 5820 von Hamlin hat wenig Heizwert, dafür aber beachtliche elektrische Daten: Der Winzling (22,8 \times 4,3 mm) enthält einen langlebigen Reed-Schalter, der immerhin bis zu 0,5 A bei 240 V Wechselspannung schalten kann. Das Bauteil eignet sich besonders für die Platinenmontage.

Doch nicht immer ist die Platine der geeignete Platz für einen Näherungsschalter. Beim Einbau in Maschinen und Geräte sind die Einbauorte häufig recht unzugänglich. Für solche Fälle bietet Contrinex einen Näherungsschalter mit Knick.



Das Bauteil mit dem radialen Kabelanschluß hat einen Durchmesser von 6,5 mm und ist 16 mm lang. Der Schaltabstand beträgt 1,5 mm bei einer Schaltfrequenz von 2 kHz. Die Schaltspannung darf bei 200 mA Laststrom 10 bis 30 V betragen.

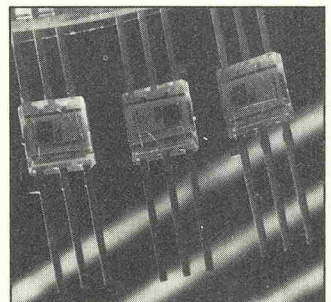
Beide Produkte werden von der Firma OmniRay vertrieben, die gern weitere Informationen erteilt.

Omni Ray GmbH, Postfach 31 68, 4054 Nettetal 1, Tel. (0 21 53) 73 71 0, Fax: (0 21 53) 73 71 49, Telex: 8 54 245

Opto-Elektronik

Lux-linear

Der neue Fotosensor TFA 1001 W von Siemens integriert eine Fotodiode und einen Verstärker in einem transparenten Miniaturgehäuse mit sechs Anschlüssen. Der Ausgangsstrom des Sensors folgt mit einer Empfindlichkeit von 5 μ A/lx linear der Beleuchtungsstärke, die im Bereich zwischen 0,05 lx und 5000 lx liegen darf.



Der große Meßbereich und die gute Linearität erschließen dem Bauelement viele Einsatzbereiche — von der TV-Kamera bis zum medizinischen Analysegerät. Auch die Verwendung in Fotokameras ist möglich, da die Schaltung bis zu einer Versorgungsspannung von 1,2 V arbeitet.

Siemens AG, Zentralstelle für Information, Postfach 103, 8000 München 1, Tel. (0 89) 23 40, Fax: (0 89) 2 34 28 24, Telex: 52 100 25, Teletex: 89 80 71.

Anzeige

music
accessories

RAM - rohren

Wonder Caps

Black Gate

präzisions bauteile

music reference

RM 9 rohren endstufe

reference components

MH 7 rohren vorstufe

reference components

MRT 1 transistor endstufe

dipl.-ing. LUDWIG RUESCHE

postfach 100737 paulsenstr. 10 5270 gummersbach

informationen 3.-dm in briefmarken

Piezoelektrischer Drucksensor

Gedrückte Spannung

Eine hochwertige und dazu preiswerte Alternative zu Bourdon-Manometern und mechanischen Dehnungsmeßstreifen stellen die Solid-State-Drucksensoren der MPX-Serie von Motorola dar.

Gewissermaßen auf Widerstand stößt jeder Druck, der von außen auf einen Sensor der MPX-Serie einwirkt. Genaugenommen auf einen P-dotierten Halbleiterwiderstand, der an einer strategisch günstigen Stelle auf einer geätzten Silizium-Membran platziert ist. Dieser Widerstand hat zwei Strom- und zwei Spannungsanschlüsse und stellt damit ein elektromechanisches Gegenstück zum Halleffekt-Sensor dar. Fließt Strom durch den Widerstand (Pin 1 und 3) und die Membran wird senkrecht zum Stromfluß einem Druck ausgesetzt, entsteht ein Transversalfeld und in der Folge eine Spannung, deren Höhe proportional zum Druck ist und die an Pin 2 und 4 abgezapft werden kann. Mit dieser Technik erreicht man eine Linearität von besser als 0,1% bei hoher Wiederholgenauigkeit ($\pm 0,5\%$ bei 1,5 Millionen Zyklen).

Um solche Werte zu erreichen und deren Einhaltung auch über einen weiten Temperaturbereich zu gewährleisten, ist natürlich zusätzlicher Aufwand notwendig. So enthalten die Sensoren der Serie MPX2... zur Temperaturkompensation zwei aufdiffundierte Thermistoren nebst weiteren zehn Dünnschicht-Widerständen. Außerdem wirken ein ausgeklügeltes Design ebenso wie computergesteuerte Lasertrimmung und eine spezielle Metallisie-

rungstechnik zusammen, um diesen Qualitätsstandard zu erreichen.

Erhältlich sind die Sensoren für Drücke von 10...200 kPa. Sie bestehen aus dem eigentlichen Sensor, d.h. dem Basis-Element, und einem Gehäuse, das die Anschlußtüllen für Druckschläuche besitzt. Hier gibt es je nach Anwendungsfall verschiedene Variationen: Zwei Tüllen für die beiden Seiten der Membrane, so daß die Differenz zweier Drücke gemessen werden kann, eine Tülle auf der einen und eine Öffnung auf der anderen Seite, so daß Drücke in Relation zum Umgebungsdruck gemessen werden können

als Kompressormotor-Steuerschalter genauso gut eignet wie als Pumpen-Schalter zur Flüssigkeitsstandsregulierung oder als Ventilatorsteuerung zur Aufrechterhaltung eines Überdrucks in Operationssälen oder Reinst-Räumen. Man kann auch das Relais durch eine LED ersetzen und damit Druckabfälle in Luft- oder Wasserfilteranlagen anzeigen.

Über die Widerstände R1 und R2 fließt Strom durch den Sensor, der je nach Typ und anliegendem Druck eine Spannung zwischen 20...90 mV an den Sensoranschlüssen 2 und 4 zur Folge hat. Angenommen, der Druck- und damit der

sors (± 1 k) gleichzeitig den Eingangswiderstand des Verstärkers darstellt. Zusammen mit dem Rückkopplungswiderstand R3 ergibt sich damit die geforderte 100fache Verstärkung. Die Gleichspannungskopplung hat zwar Ungenauigkeiten in der Linearität und in der Meßgenauigkeit zur Folge, was bei einer Schaltanwendung jedoch keine Rolle spielt.

Mit R5 wird die Ausgangsspannung des OpAmps auf einen positiven Wert voreingestellt. Steigender Druck bewirkt ein Ansteigen der Spannung am invertierenden Eingang und damit eine Abnahme dieser voreingestellten Ausgangsspan-



	Messung	0...10 kPa	0...50 kPa	0...100 kPa	0...200 kPa
unkompensiert	Differenz	MPX 10 DP	MPX 50 DP	MPX 100 DP	MPX 200 DP
	Absolut	—	—	MPX 100 AP	MPX 200 AP
	Umgebung	MPX 10 GP	MPX 50 GP	MPX 100 GP	MPX 200 GP
	Vakuum	MPX 10 GVP	MPX 50 GVP	MPX 100 GVP	MPX 200 GVP
kompensiert	Differenz	MPX 2010 DP	MPX 2050 DP	MPX 2100 DP	MPX 2200 DP
	Umgebung	MPX 2010 GP	MPX 2050 GP	MPX 2100 GP	MPX 2200 GP
	Vakuum	MPX 2010 GVP	MPX 2050 GVP	MPX 2100 GVP	MPX 2200 GVP

Tabelle 1.
Die Drucksensoren der Serie MPX, geordnet nach Druckbereich und Anwendungsfall.

und schließlich eine Tülle für die eine Seite und Vakuum auf der anderen, so daß die Möglichkeit zur absoluten Druckmessung besteht. In Tabelle I sind die zur Zeit erhältlichen Typen aufgelistet.

Eine Applikation für den Drucksensor zeigt Bild 1. Es handelt sich hierbei um einen einfachen Druckschalter, der sich beispielsweise zum Einsatz

Spannungspeak liegt ungefähr in der Mitte dieses Bereichs, muß die nachfolgende Verstärkerschaltung eine Verstärkung von 100 besitzen, um an seinem Ausgang einen Spannungsbereich von 1...5 V zu überstreichen.

Zwischen Pin 2 des Sensors und dem OpAmp-Eingang liegt kein Widerstand, so daß die Ausgangsimpedanz des Sen-

nung. Die zweite Hälfte des Zweifach-OpAmps arbeitet als Spannungskomparator. Am nichtinvertierenden Eingang dieses Verstärkers liegt die Vergleichsspannung, die zur Temperaturkompensation an Pin 3 des Sensors abgegriffen wird. Mit steigender Temperatur sinkt die Empfindlichkeit des Sensors und das hat wiederum einen kleineren Strom durch selbigen und damit eine höhere

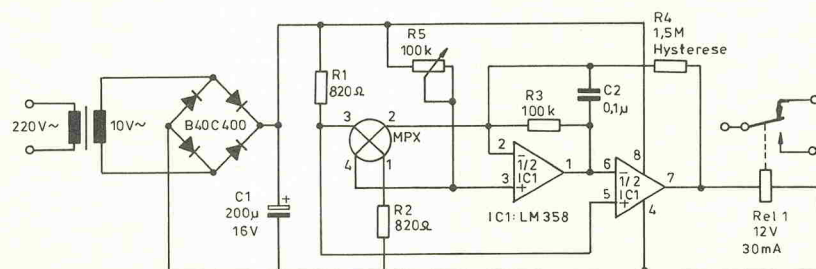


Bild 1. Ein einfacher Druckschalter. Mit R5 wird die Schaltschwelle eingestellt.

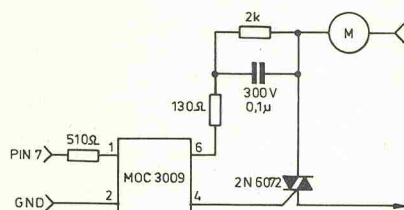


Bild 2. Das Solid-State-Relais erlaubt den direkten Anschluß von Motoren mit einer Leistung von bis zu 1/4 PS.

Sensoreingangsspannung zur Folge. Da letztere gleichzeitig die Vergleichsspannung des Komparators ist, haben Temperaturschwankungen keinen Einfluß mehr auf die Schaltschwelle der Applikation. Dies ist natürlich besonders für den Einsatz der nichtkompensierten Sensortypen von Bedeutung.

Wie bereits gesagt, sinkt die Spannung am Ausgang des ersten OpAmps mit steigendem Druck. Erreicht sie den Wert der Vergleichsspannung,

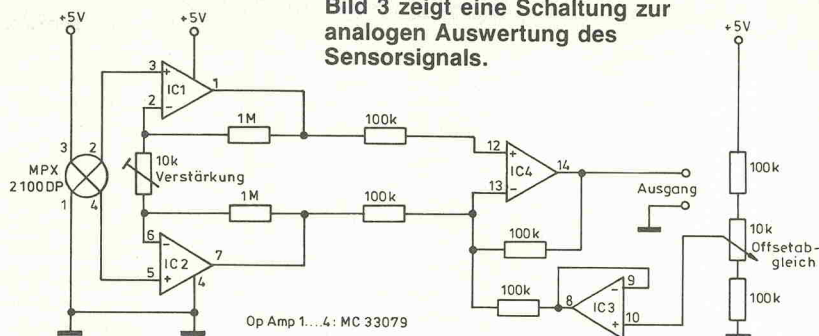
springt der Komparatorausgang auf 'H' und erhöht damit über R4 die Ausgangsspannung des ersten OpAmps. So entsteht eine Schalt-Hysterese, die ein Flattern des angeschlossenen Relais verhindert. Durch Modifikation des Wertes von R4 kann die Hysterese auf 1...49% des Höchstwertes eingestellt werden.

Der Kondensator C2 wird in vielen Fällen weggelassen. Er bügelt Spannungsspitzen infolge sprunghafter Druckände-

rungen in Kompressorsystemen aus, die ebenfalls ein Flattern des Relais bewirken würden. In statischen Systemen, wie Flüssigkeitsstands-Regelungen usw. ist die integrierende Wirkung von C2 überflüssig.

Anstelle des Relais kann auch ein Triac-Optokoppler angeschlossen werden. Die in Bild 2 gezeigte Anordnung schaltet Motoren mit einer Leistung von bis zu 1/4 PS. Soll die Last im Nulldurchgang geschaltet werden, kann man den

Bild 3 zeigt eine Schaltung zur analogen Auswertung des Sensorsignals.



MOC3009 durch einen MOC3030 ersetzen.

Zu einer analogen Anzeige des Druckes eignet sich die Schaltung nach Bild 3. Das Sensorausgangssignal gelangt hier zunächst zu einem Differenzverstärker, dem ein weiterer Verstärker nachgeschaltet ist. Dieser hat die Aufgabe, das Ausgangssignal auf Masse zu beziehen. Für alle Widerstände sollten 1prozentige Metallfilmwiderstände verwendet werden. □

Der Schlüssel für intelligente Sensor-Systeme:

Digitaler Prozessor für Meßwertaufnehmer

Wer sich auf die Suche nach der kürzesten Verbindung zwischen analoger und digitaler Welt begibt, wird sicher früher oder später über den Sensor-Signal-Prozessor TSS400 stolpern. Mit seinem Eingangsmultiplexer sowie dem eingebauten 12-Bit-A/D-Konverter und der programmierbaren Stromquelle mit Quotientenverhalten ist er bestens für alle erdenklichen Aufgaben im Bereich der Sensorik gerüstet.

Die heutigen Anwendungsgebiete der Sensortechnik setzen eine komfortable Signalaufbereitung mit hochauflösenden A/D-Konvertern, nachgeschal-

tete Computerleistung, extrem geringe Leistungsaufnahme und die Möglichkeit für eine sehr einfache Kalibrierung der angeschlossenen Sensoren vor-

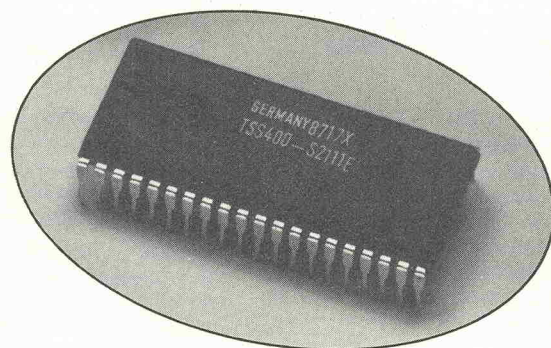
aus. Genau in diese Kiste paßt der Sensor-Signal-Prozessor TSS400.

Dieser Prozessor vereint A/D-Konverter, CPU, Arbeitsspeicher (RAM), LCD-Ansteuerung und bidirektionale serielle Schnittstelle auf einem CMOS-Chip. Der softwaregesteuerte A/D-Konverter mit 12-Bit-Auflösung und vier gemultiplexten Eingängen läßt sich für 4 Bereiche programmieren:

$$\begin{aligned} 0,23 \times U_{DD} \dots 0,41 \times U_{DD}, 1 \\ \text{LSB} = 43 \mu\text{V/V} \times U_{DD} \\ 0,23 \times U_{DD} \dots 0,50 \times U_{DD}, 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSB} = 65 \mu\text{V/V} \times U_{DD} \\ 0,10 \times U_{DD} \dots 0,40 \times U_{DD}, 1 \\ \text{LSB} = 74 \mu\text{V/V} \times U_{DD} \\ 0,10 \times U_{DD} \dots 0,49 \times U_{DD}, 1 \\ \text{LSB} = 96 \mu\text{V/V} \times U_{DD}. \end{aligned}$$

Diese Bereiche sind vor allen Dingen auf Silizium-Planar-Sensoren wie den TSP102 oder den TSP410 zugeschnitten und speziell für Platin-Temperatur-Sensoren, wie z.B. PT100, PT500 oder PT1000, oder andere Sensoren mit höheren Signalspannungen geeignet, wobei zum Anschluß der letztgenannten Sensortypen eine abgleichbare Stromquelle integriert ist.



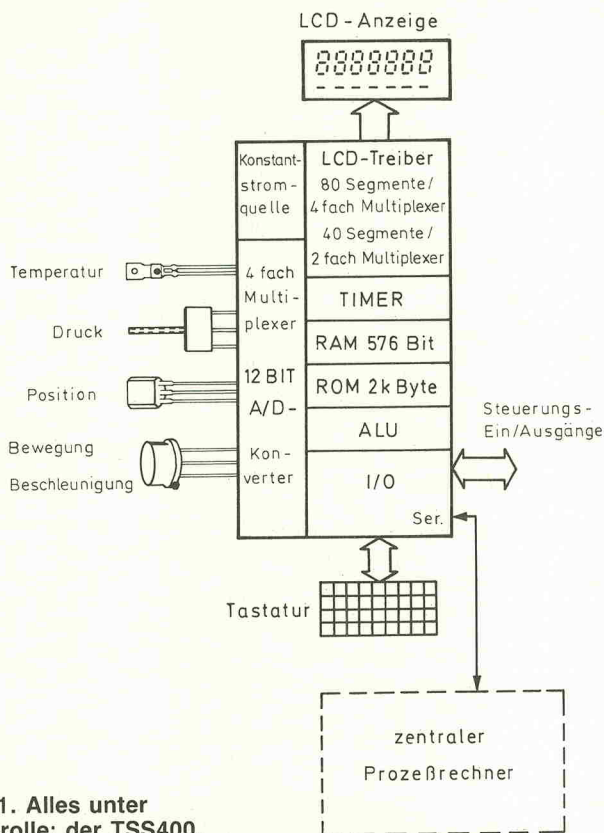


Bild 1. Alles unter Kontrolle: der TSS400.

Die CPU steuert den A/D-Konverter und übernimmt auch die weitere Verarbeitung der Sensorsignale, wie z. B. Offsetkorrektur, Linearisierung, Berechnung der Skalierendwerte usw. Für die entsprechende Software ist ein 2-kByte-ROM an Bord.

Alles an Bord

Sensorspezifische Daten, wie z.B. Kalibrierfaktoren oder vom Programm berechnete Ergebnisse, werden in dem 576 Bit großen RAM gespeichert. Die im Chip integrierte LCD-Display-Ansteuerung läßt sich für die Ansteuerung von entweder zweimal gemultiplexten LCDs mit 5 Ziffern oder viermal gemultiplexten LCDs mit 10 Ziffern programmieren.

Für die Kommunikation mit anderen Prozessoren oder Rechnern befindet sich auf dem Chip eine bidirektionale serielle Schnittstelle. Der interne Timer läuft im Ruhebetrieb mit sehr geringer Stromaufnahme und aktiviert den TSS400 lediglich

in den vorprogrammierten Zeitintervallen. Im abgeschalteten Zustand ist nur das RAM aktiv. Die typische Stromaufnahme beträgt dann 0,2 μ A.

Apropos Stromversorgung: Der Betriebsspannungsbereich beträgt 2,6...5,5 V, wobei sich die Stromaufnahme im aktiven Zustand auf typisch 400 μ A mit und auf 100 μ A ohne A/D-Konverter beläuft. Im Ruhebetrieb (Timer und LCD-Ansteuerung aktiv) lutscht dann nur noch 4 μ A zaghaft an der Stromquelle. Aufgrund dieser sehr günstigen Daten eignet sich das IC natürlich ideal für batteriebetriebene Geräte. Sensor- und Kalibrierdaten im RAM lassen sich praktisch permanent bis zu 10 Jahren speichern.

Hohe Präzision durch Software-Kalibrierung, hohe Zuverlässigkeit durch Selbstdiagnose und die Anschlußmöglichkeit von Mikrocomputern durch digitale Ausgänge machen diesen Baustein zum Kernstück intelligenter Sensorsysteme.

Die Sache mit den langen Leitungen

In komplexen Prozessorsystemen wird der Mikroprozessor häufig total mit der Berechnung von Daten, Datenübertragung und der Systemsteuerung belastet, so daß ihm keine Zeit für die softwaregestützte Signalaufbereitung bleibt. Außerdem ist die CPU in der Regel weit von den Sensoren entfernt und die Übertragung der analogen Sensordaten über lange Leitungen ist sowieso ein Problem.

Der z.Z. in der Entwicklung stehende TSSE410 greift diese Probleme auf. Die LCD-Ansteuerung ist in diesem Fall durch einen UART ersetzt, der eine einfache Anpassung an vorhandene Datenübertragungssysteme erlaubt. Der Prozessor übernimmt die örtliche Signalverarbeitung und schickt die Meßwerte als digitale Daten zu dem Zentral-Rechner oder

wohin auch immer. Bis zu 8 Sensoren sind direkt an den 10-Bit-A/D-Konverter anschließbar, wobei die Sensoren analog zum TSS400 entweder mit einer konstanten Spannung oder über eine programmierbare Stromquelle gespeist werden können.

Beim TSSE410 ist das maskenprogrammable ROM durch ein 2-kByte-EEPROM ersetzt, wodurch sich der Baustein gut für die Prototypenentwicklung und für Kleinserien eignet. Weiterhin ist ein Teil des RAMs als EEPROM ausgebildet, so daß feste Daten, wie beispielsweise Sensorkalibrierfaktoren, dauerhaft gespeichert werden können.

...Und hier der Rest der Familie

Der TSSE400 entspricht dem TSS400 mit 12-Bit-A/D-Konverter und LCD-Ansteuerung, hat aber ein 2-kByte-EEPROM anstelle des maskenprogram-

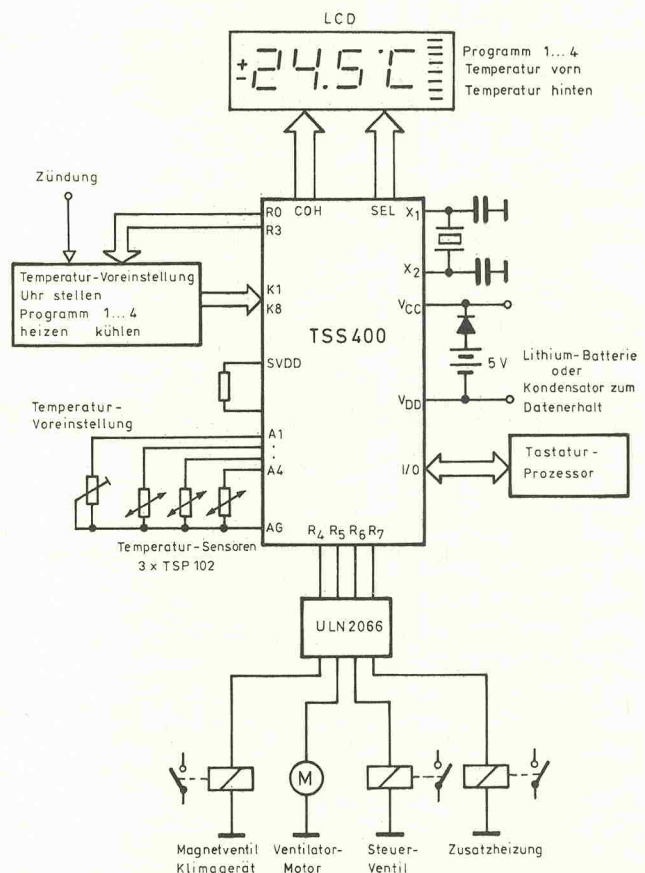


Bild 2. Eine der leichteren Aufgaben für den TSS400: Steuerung einer Auto-Klimaanlage.

mierbaren ROMs und 576 Bit RAM mit EERAM für Sensorkalibrierdaten. Dieses IC ist speziell für Prototypenentwicklung und Kleinserien geeignet.

Für Großserien ist der TSS410, die maskenprogrammierbare Version des TSSE410, gedacht. Neben dem RAM ist ein EERAM auf dem Chip integriert, das Sensorkalibrierdaten dauerhaft speichern kann.

Der TSS420 ist die kleinere Version des TSS400 mit 10-Bit-A/D-Konverter, 4 analogen Eingängen, 1 kByte maskenprogrammierbarem ROM und LCD-Ansteuerung.

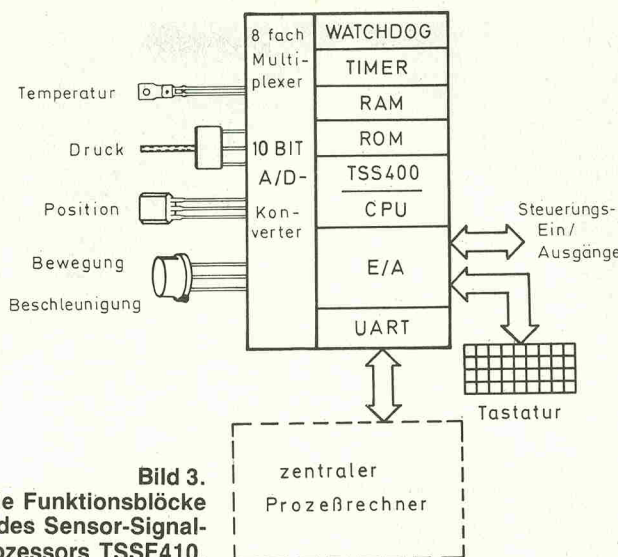


Bild 3.
Die Funktionsblöcke
des Sensor-Signal-
Prozessors TSSE410.

Der TSS400 liefert mehr Signale an seinen Anschlüssen, als in den Anwendungen mit 40-Pin- oder 28-Pin-Gehäusen benötigt werden. Das Expertensystem für die Anschlußbelegung beinhaltet in einem besonderen Grafikpaket den konzeptionellen Aufbau der Anschlußsignale. In diesem Grafikpaket werden alle zugelassenen Anschlußsignale auf dem Bildschirm dargestellt. Die Signale können belegt und bei späterer Abänderung wieder abgetrennt werden. Das Expertensystem sichert den Anschluß der obligatorischen Signale und überprüft die Bondierungsfähigkeit.

Expertensystem für Anschlußbelegung	Expertensystem für LCD-Steuerung	Interaktiver Emulator	Spezifikations-Umsetzung
Gehäuse-Definition, Bondierungs-Verifikation, Anschlußbelegung	Typ, Anzahl der Ziffern Status-Anzeige, Zeichen	Programm-Editor und Assembler, Debugger, Simulation ohne Hardware, Trace-Funktion mit Bedingungen	Maskendefinition für ROM, Bondierungs-Diagramm, Quersummenprüfung

Entwicklungshilfe

Für die Entwicklung der Steuerungssoftware des TSS400 und für die Echtzeitemulation bietet Texas Instruments mit dem ADT-TSS400 ein 'Advanced Development Tool' an. Diese Software läuft auf einem IBM-AT oder IBM-AT-kompatiblen Rechner und bietet eine Umgebung für die vollständige Entwicklung inklusive eines Emulators für den Bit-Slice-Prozessor TSS400, einen Konfigurationsadapter, der direkt mit dem Zielsystem des Anwenders verbunden wird, eine Kommunikationskarte für den PC, die den Konfigurationsadapter mit dem PC verbindet und schließlich noch 2 Disketten mit der erforderlichen Software.

Der PC muß mit mindestens 512 kByte RAM bestückt sein, benötigt eine EGA-Karte mit 256 kByte RAM und eine Hard-Disk. Die IBM-AT-kompatiblen PCs müssen mit einem 80286-Prozessor ausgestattet sein.

Für die vollständige Design-Unterstützung enthält das Advanced Development Tool 4 Systeme (Tabelle I):

Interaktiver Emulator, Anwender

rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

Rad 1988, Heft 7/8

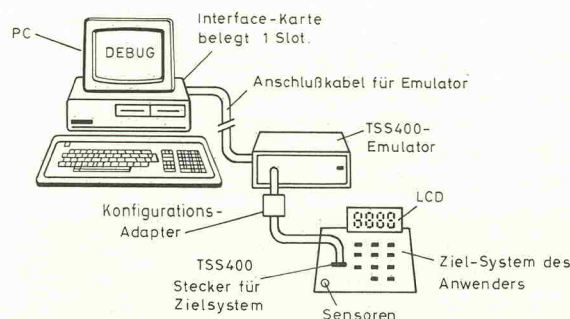
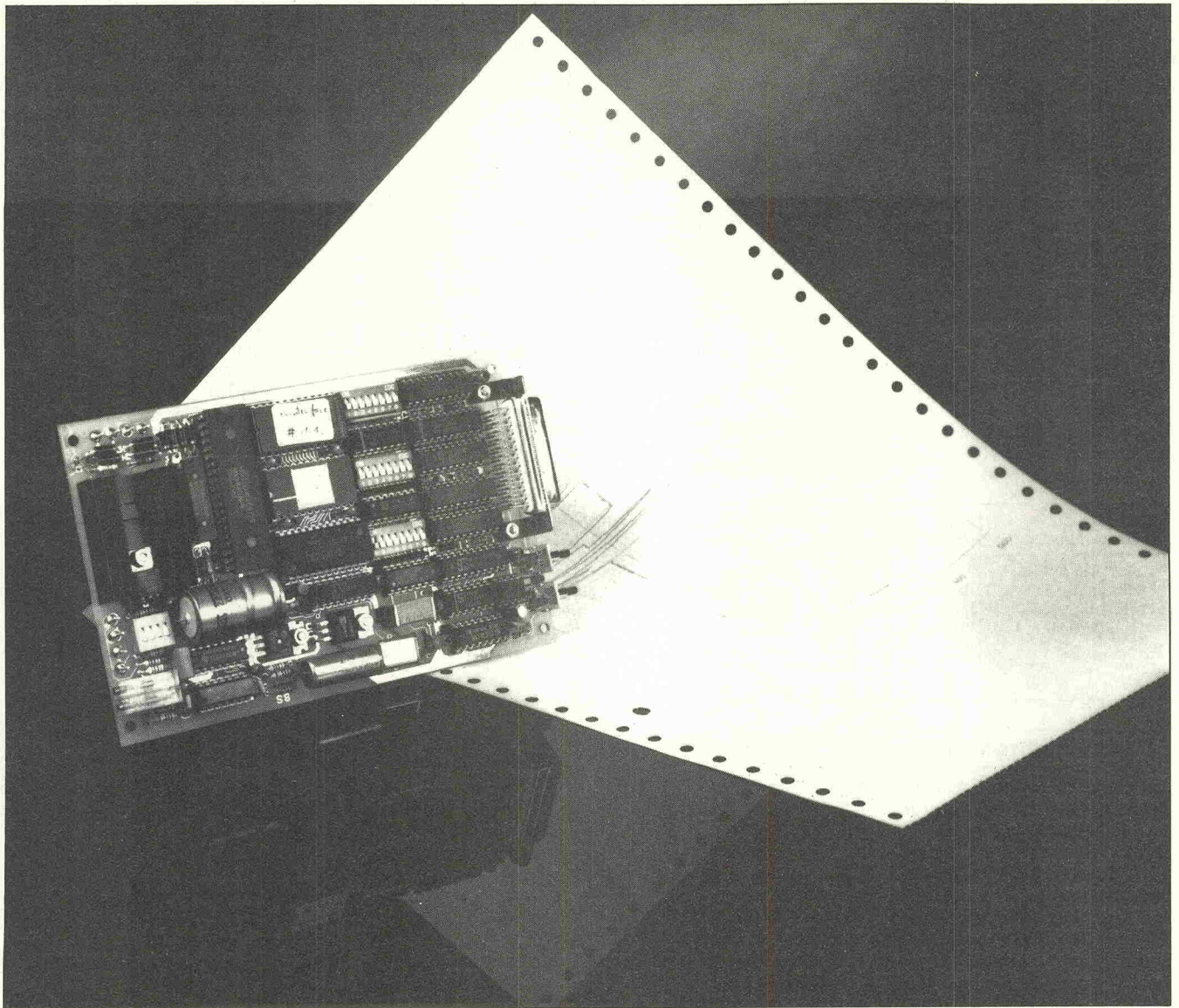


Bild 4. Direkt gesteckt: Das TSS400-Entwicklungssystem.





Printerface

x/t-Schreiber-Interface für Matrix-Drucker

Ulrich Vietzen

Modernste Meßtechnik wird heuer via Rechner betrieben. Aufgenommene Signale werden auf das penibelste in Dateien geschrieben und wohlformatiert auf Diskette gesichert. Trotzdem sieht man allenthalben x/t-Schreiber ihre Dienste verrichten. Einer der gewichtigsten Gründe dafür könnte die unmittelbare Anschaulichkeit des Meßschriebes sein, die bei einer Datei auf Diskette im wahrsten Sinne des Wortes nicht gegeben ist. Denn: Was man schwarz auf weiß besitzt, kann man getrost nach Hause tragen.

Das hier vorgestellte Analog-Interface verleiht jedem Matrixdrucker mit Centronics-Schnittstelle (Bild 1) x/t-Schreiber-Fähigkeiten, vorausgesetzt, er ist in der Lage, folgende Steuersequenzen richtig zu interpretieren:

- <ESC> '*' CHR\$(4)n1n2, für die Wahl des Grafikmodes.
- <ESC> 'A'n, für die Einstellung des Zeilenabstandes.

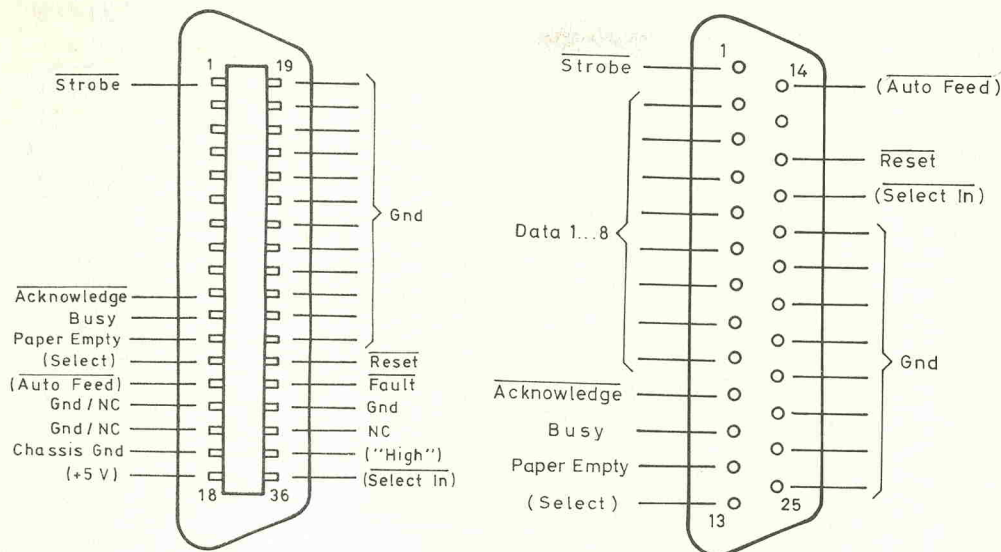


Bild 1. Links die Standard-Centronics-Schnittstelle, rechts das Pendant in Sub-D-25-Ausführung mit den Signalen, die vom 'Printerinterface' benutzt werden.

— <ESC> '2', führt <ESC> 'A' aus.

Drucker mit einer Einstellmöglichkeit auf „IBM-Betriebsart“ sollten anstandslos am „Printerinterface“ ihre Dienste tun. Ansonsten hilft zur Klärung der Frage, ob ein vorhandener Printer brauchbar ist, nur der Griff zum äußersten: dem Handbuch.

Eine weitere Grundvoraussetzung für den Meßschreiber-Betrieb ist die Verarbeitung von Endlospapier, einzelne Blätter zu beschreiben, macht wenig Sinn. Und noch ein Hinweis: Der Drucker hat unter Umständen über einen langen Zeitraum gut zu tun, des-

halb sollte man sich über seine Standzeiten informieren. Auch hier ist ein Blick in das Manual hilfreich.

Einer der Vorteile des 'Printerinterface's': Das Meßraster wird mit ausgedruckt.

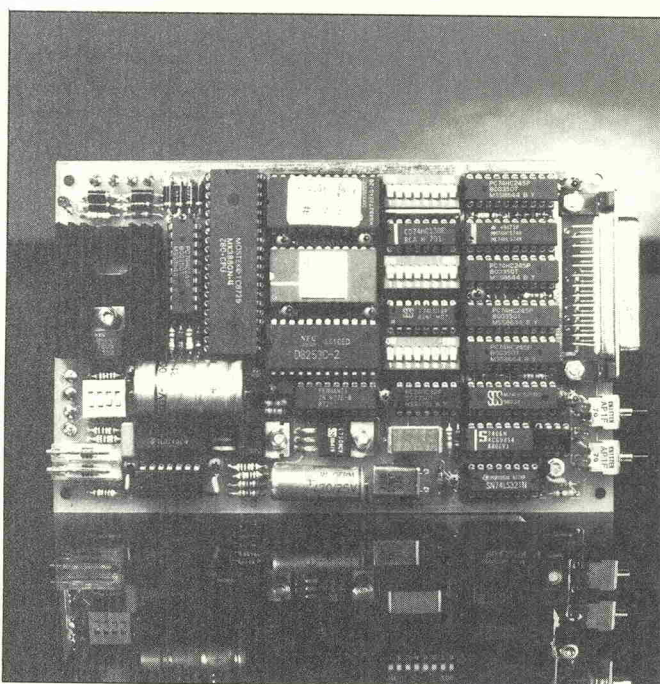
Das Printerinterface wird wie ein Voltmeter mit dem Meßobjekt verbunden. Der Eingangsspannungsbereich ist mit mit

DIL4 konfigurierbar, siehe Bild 2. Wenn nur der Schalter A von DIL4 eingeschaltet ist, sollte die maximale Eingangsspannung am Eingang 1 +2,5 V nicht überschreiten, da sonst der A/D-Wandler Schaden nehmen könnte. Dasselbe gilt sinngemäß für die Eingänge 2 und 3 — die Eingänge, an denen die Eingangsspannung heruntergeteilt werden kann. Eingang 1 hat einen sehr hohen Innenwiderstand, da hier nur der nichtinvertierende Eingang von OP1 maßgebend ist.

Mit den DIL4-Positionen B, C, und D können verschiedene Spannungsteiler realisiert werden. Der Schalter D muß dabei immer eingeschaltet und Schalter A immer ausgeschaltet sein. Der hohe Eingangswiderstand des OP1 läßt der Bemessung eines Eingangsspannungsteilers weite Grenzen, so daß für fast jeden Anwendungsfall, auch mit anderen als den vorgeschlagenen Widerstandswerten, Messungen durchgeführt werden können.

Die Auflösung der Ausgabe beträgt bei unmittelbarem Anlegen der Eingangsspannung an Eingang 1 5 mV. Je nach Beschaltung des Eingangsspannungsteilers verändert sich dieser Wert. So wird bei einem Teilverhältnis von 2:1 die Auflösung 10 mV betragen. Dies ist für eine graphische Ausgabe immer noch ein beachtlicher Wert. Die Meßgenauigkeit hängt vom Analog-Digital-Wandler und davon ab, mit welcher Sorgfalt er abgeglichen wird.

Einer der Vorteile des „Printerinterface's“ ist die Tatsache, daß es sein eigenes Meßraster mit ausdruckt und nicht auf spezielles x/t-Schreiber-Papier ange-



Bis auf den Trafo befinden sich alle Bauteile des 'Printerinterface's' auf einer Europakarte.

wiesen ist. Die Bedeutung der grafischen Gestaltung des Rasters ist Bild 3 zu entnehmen, wobei die markierten Punkte folgende Bedeutung haben:

●A: Meßereigniszählung. Die ausgegebene Zahl ist Null bei Meßbeginn und kann so gut wie unendlich werden, denn: Die Anzeige wird zwar nach 12 Dezimalstellen wieder Null, dann sind aber 999 Milliarden Ereignisse gezählt, und jeder Drucker längst hinüber.

●B:Horizontale Auflösung (t): Jeder Punkt und jeder Zwischenraum auf der Linie B ist eine Messung. Von 0 bis 1 sind also 100 Messungen gemacht worden. Bei einem Meßintervall

●C: von 0,2 s entspricht der Abstand 0...1 also einer Zeit von 20 s. Den Tagesbedarf an Papier kann man also gestrost in Metern angeben.

●D: Die vertikale Auflösung (x) beträgt $U_{\text{einmax}}/500$.

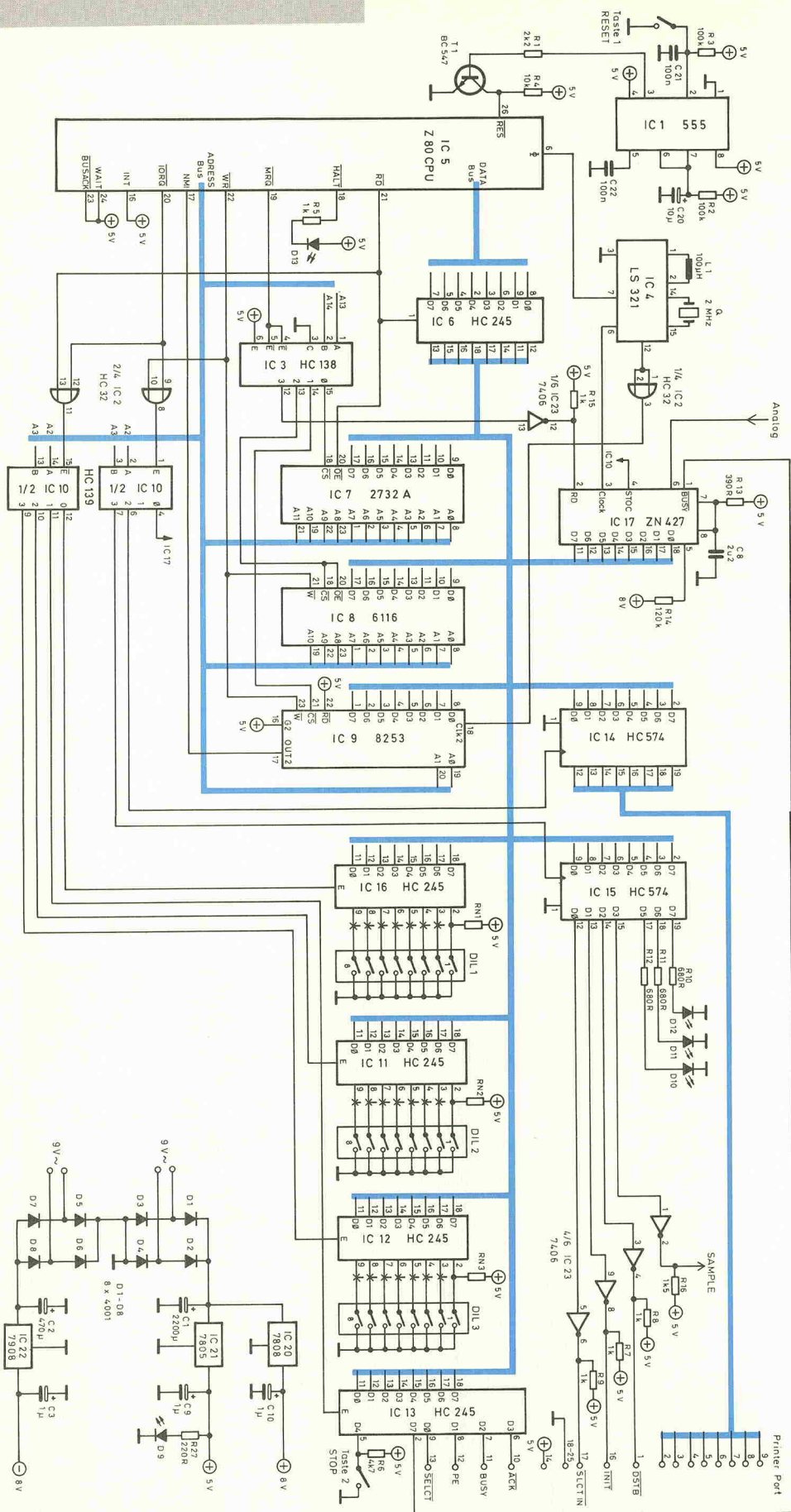
●E: Jeder Punkt und jeder Zwischenraum sind $1/500$ der maximalen Meßspanne.

Die Rasterbeschriftung D wird alle 1000 Messungen in das laufende Protokoll als Orientierungshilfe eingeblendet. Ist die Messung beendet, wird nochmals diese Zahlenreihe gedruckt und — etwas abgesetzt — die Meldung:

●F: „Messung beendet“ ausgegeben.

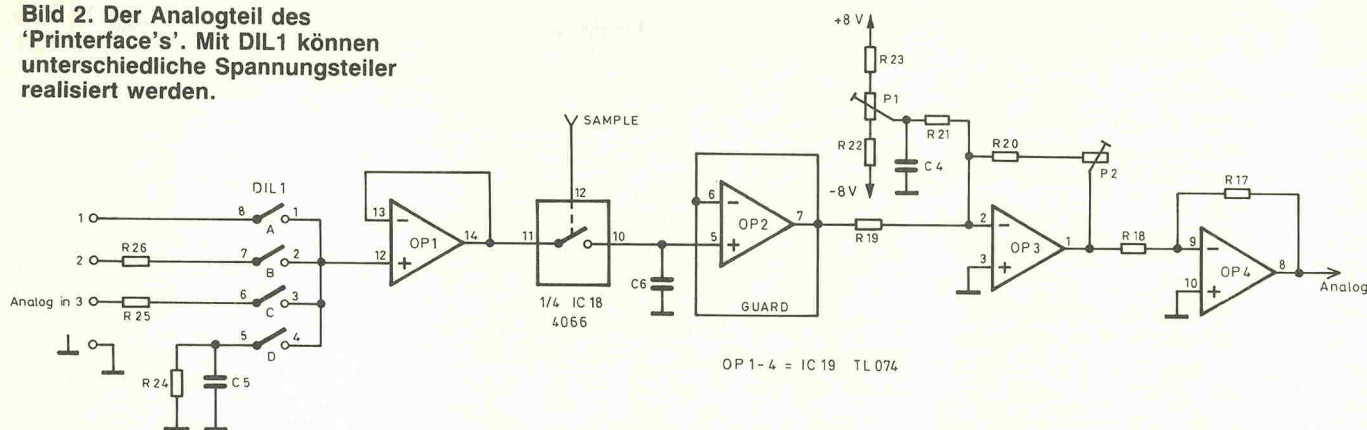
●G: Der obere Grenzwert. Wird er überschritten, gibt der Drucker ein akustisches Signal aus. Die Festlegung dieser Schwelle erfolgt mit DIL3. Der 8-Bit-Binärwert läßt eine Einstellung im Zweier-Raster zu.

●H: Die untere Grenzwertschwelle. Auch hier erfolgt eine akustische Meldung. Die Einstellung wird analog zu DIL3 mit DIL2 vorgenommen.



Der Digitalteil des x/t-Schreiber-Interfaces. Die Software im 2732A (IC7) steht fertig zur Verfügung.

Bild 2. Der Analogteil des 'Printerface's'. Mit DIL1 können unterschiedliche Spannungsteiler realisiert werden.



●I: Die Ansprechschwelle für die Meßwertausgabe. Oft schwanken die Analogwerte von Meßwertaufnehmern in den unteren Bereichen beträchtlich. So ist es für Demonstrationen oder Dokumentationen, bei denen eine gute Lesbarkeit des Protokolls erforderlich ist, sinnvoll, eine Anzeige des Meßwertes erst ab einem bestimmten Betrag als Kurve erscheinen zu lassen. Die Schwelle ist in Zehnerschritten bis 70/500 des Maximalwertes mit DIL1 einstellbar, siehe Tabelle 1.

Einige besondere Darstellungen:

●K: Wird während der Messung eine Änderung an den DIL-Schaltern 1...3 durchgeführt, erscheinen die neuen Parameter zusätzlich an der zeitlich richtigen Stelle im Ausdruck, also zu der Zeit, als sie Gültigkeit erlangten.

●L: Ein Übereinanderschreiben von Hilfslinien ist im Raster noch gut zu erkennen.

Der angeschlossene Drucker kann selbstverständlich bei einer Meßfrequenz von 10 Hz nicht jede zehntel Sekunde einen Meßwert (das heißt eine Zeile) drucken, das macht der beste Drucker nicht mit. Da bei einem Matrix-Drucker mehrere Nadeln untereinander liegen, können zum Beispiel bei einem Neun-Nadel-Drucker in einem Zeilenlauf neun Meßwerte ausgedruckt werden.

Trotzdem brauchen der Drucker und das Printerface einige Zeit zur Datenverarbeitung und zur Kommunikation. Es kann also schon einmal vorkommen, daß es der Drucker nicht schafft, in 0,9 s eine Zeile zu drucken, einen Signalton auszugeben und den Druckkopf zurückzufahren. Das Printerface besitzt zur Umgehung solcher zeitkritischer Situationen einen Puffer-Speicher. Ist der Speicher aber schneller

voll, als dessen Inhalt an den Drucker ausgegeben werden kann, so entsteht ein Überlauf. Der Punkt M zeigt die ausgedruckte Form dieser Situation auf dem Meßschrieb. Das Wort „Überlauf“ und eine eindeutig vom Meßwert zu unterscheidende Spitze erscheinen, zusätzlich wird ein Signalton ausgegeben. Die Meßfrequenz sollte herabgesetzt und die Messung erneut gestartet werden.

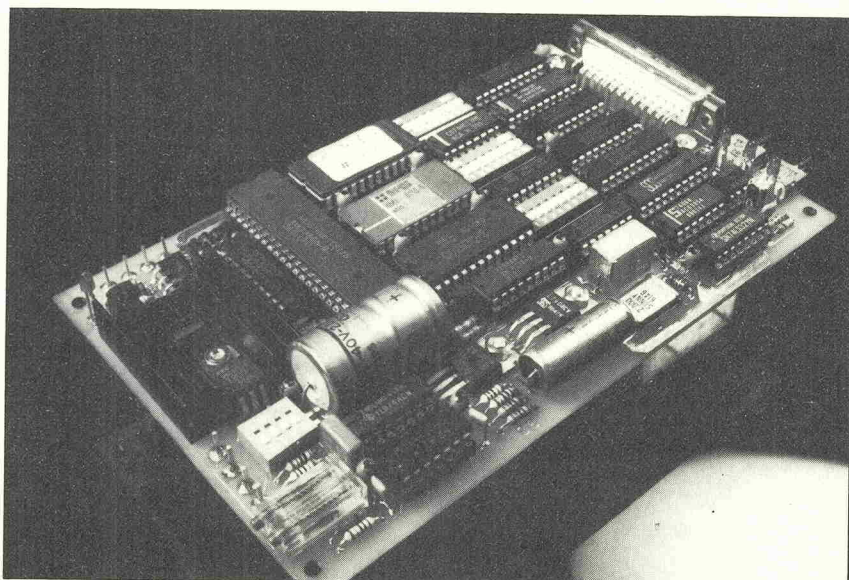
Was man schwarz auf weiß besitzt, kann man getrost nach Hause tragen.

Das Vorhandensein des Puffers erklärt auch die Tatsache, daß nie die augenblickliche Eingangsgröße gedruckt

wird. Auch die akustischen Grenzwertmeldungen erscheinen immer erst dann, wenn sie an den Drucker ausgegeben werden. Bei einer Meßfrequenz von 25 Sekunden und einer Speichertiefe von 280 Byte ist etwas Geduld bis zum Ausdruck des ersten Meßwertes erforderlich.

Wie kann nun bei einer Auflösung von acht Bit ein 1/500 Raster zustande kommen, ohne daß einige Werte verlorengehen oder daß geschummelt wird? Man geht von zwei festen Werten aus: Erstens liegt der Wert 0 fest, zweitens die Obergrenze 500. Alle dazwischenliegenden Werte werden interpoliert. Die Rechnung sieht folgendermaßen aus:

Der Eingangsbereich ist 8 Bit, entsprechend 0...255 Meßwertstufen. Dieser Betrag wird mit 2 multipliziert, um dann den Bereich von 0...510 zu erreichen. Dieses jeweilige Ergebnis nennt man A. Den Bereich 0...510 teilt man



durch 51 und erhält so eine Spanne von 1...10 — diese nennt man B.

Wenn man nun den aktuellen Wert B vom aktuellen Wert von A subtrahiert, so kommt man auf einen maximalen Betrag von 500, beziehungsweise einen Bereich von 0..500.

Die DIL-Schalter haben folgende Funktionen:

Mit DIL1 werden die Meßintervalle und die Meßschwelle eingestellt (Schalterstellungen siehe Tabelle 1). Steht Schalter 8 auf EIN, wird nach dem Einschalten eine Bedienungsanleitung ausgedruckt.

DIL2 dient zur Einstellung des unteren Grenzwertes. DIL3 ist das dem DIL2

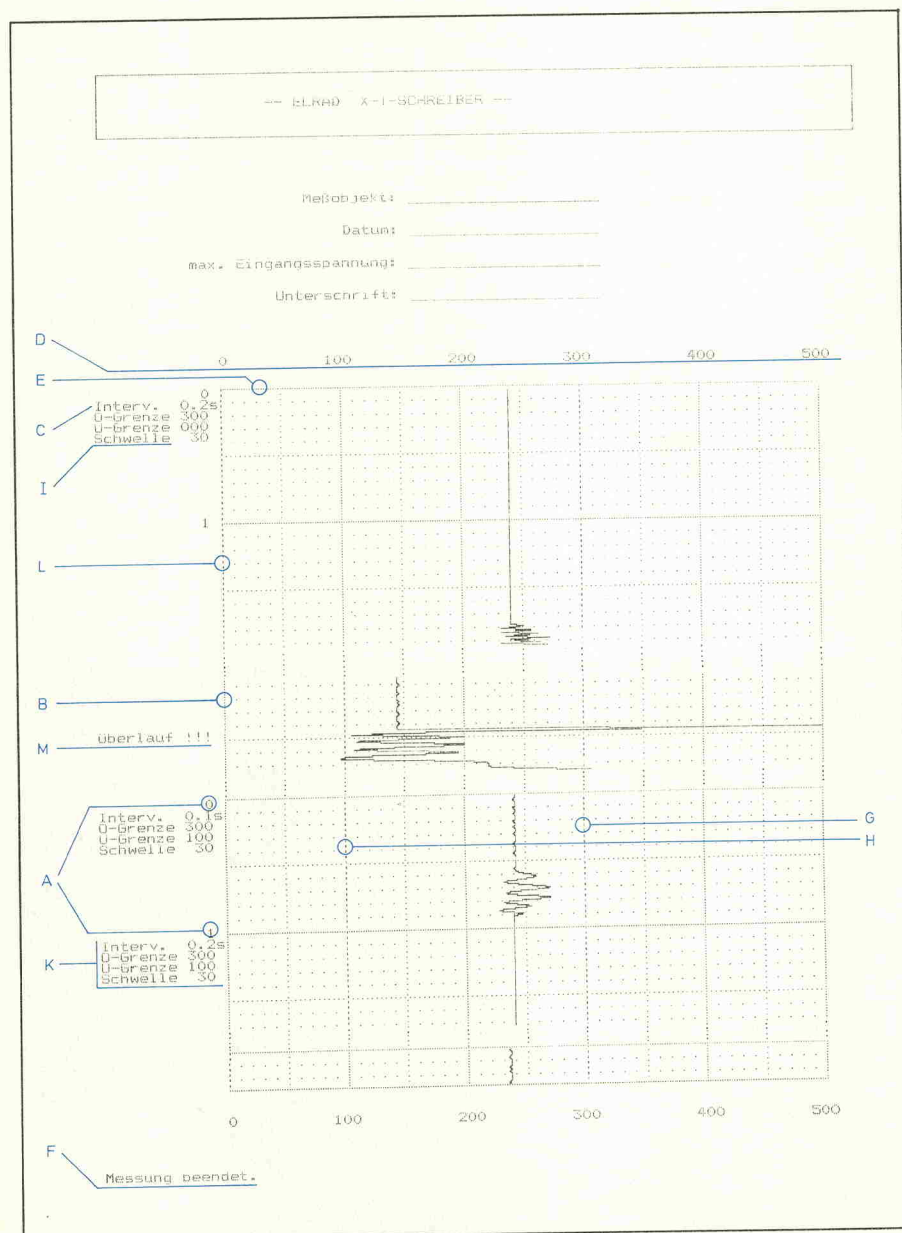
entsprechende Einstellelement für den oberen Grenzwert.

Die Leuchtdioden D10...D12 visualisieren folgende „Printerface“-Zustände:

— D10: Untere Grenzwertschwelle überschritten. Die LED leuchtet erst, wenn der entsprechende Meßwert an den Drucker übergeben wird.

— D11: Diese Leuchtdiode zeigt die Signalüberschreitung für den oberen Grenzwert an.

— D12: hat zwei Funktionen. Sie blinkt, wenn die Messung beendet ist, und leuchtet konstant, sobald der Pufferspeicher übergelaufen ist.



Einstellung des Meßintervalls:
DIL1, Schalter 1...4

Zeit zwischen zwei Messungen [s].	Schalterstellung							
	8	7	6	5	4	3	2	1
0,1	X	X	X	X	1	1	1	1
0,2	X	X	X	X	1	1	1	0
0,3	X	X	X	X	1	1	0	1
0,4	X	X	X	X	1	1	0	0
0,5	X	X	X	X	1	0	1	1
1	X	X	X	X	1	0	1	0
2	X	X	X	X	1	0	0	1
3	X	X	X	X	1	0	0	0
4	X	X	X	X	0	1	1	1
5	X	X	X	X	0	1	1	0
7,5	X	X	X	X	0	1	0	1
10	X	X	X	X	0	1	0	0
12,5	X	X	X	X	0	0	1	1
15	X	X	X	X	0	0	1	0
20	X	X	X	X	0	0	0	1
25	X	X	X	X	0	0	0	0

Einstellung der Meßschwelle:
DIL1, Schalter 5...7

Meßschwelle [bezogen auf Skalierung]	Schalterstellung							
	8	7	6	5	4	3	2	1
0	X	1	1	1	X	X	X	X
10	X	1	1	0	X	X	X	X
20	X	1	0	1	X	X	X	X
30	X	1	0	0	X	X	X	X
40	X	0	1	1	X	X	X	X
50	X	0	1	0	X	X	X	X
60	X	0	0	1	X	X	X	X
70	X	0	0	0	X	X	X	X

Ausdruck einer Bedienungsanleitung
beim Einschalten: DIL 1, Schalter 8 = 1

Tabelle 1. Mit DIL1 werden die Meßintervalle und die Meßschwellen eingestellt. Schalter 8 ermöglicht den Ausdruck einer Bedienungsanleitung.

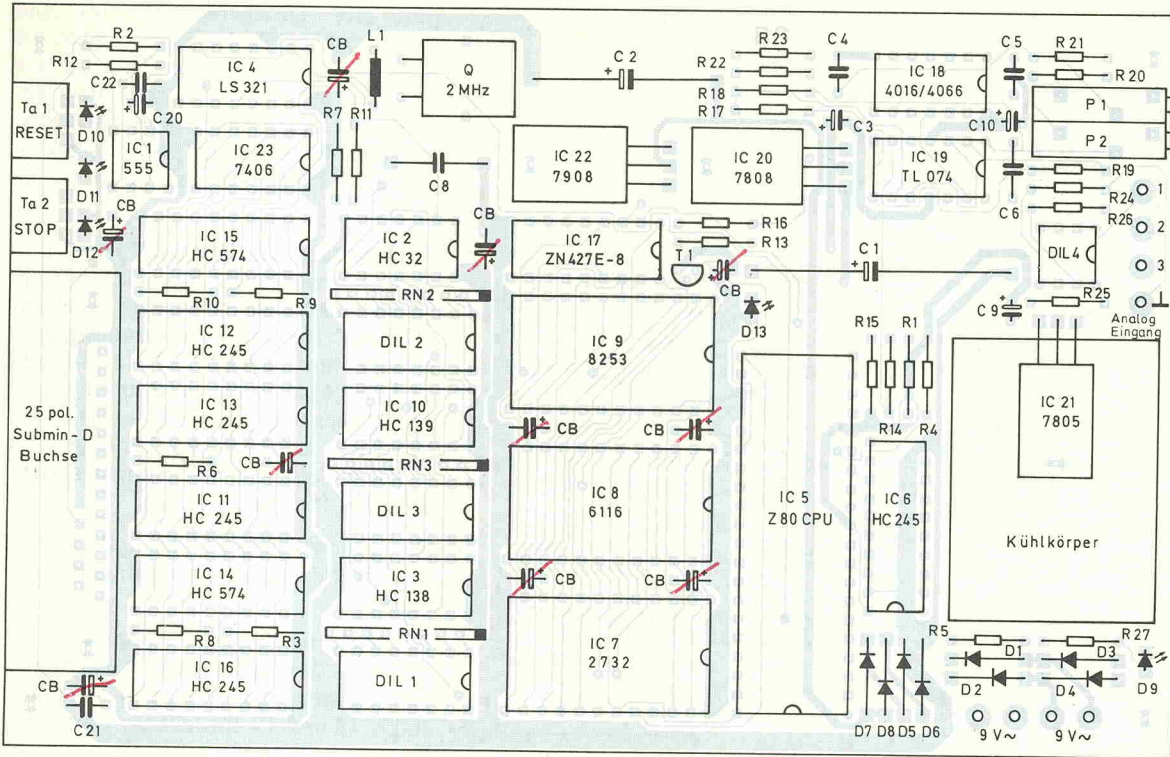
Nach Einschalten des „Printerface’s“ oder nach Betätigung des Resetstators Ta1 wird ein Protokollkopf ausgedruckt. Eine Betätigung von Ta2 löst die eigentlichen Messung aus, erneutes Betätigen stoppt den Meßvorgang. Nachdem alle Werte ausgedruckt sind, wird die Meldung „Messung beendet“ ausgegeben.

Das komplette „Printerface“ ist mit allen Anschlüssen und Bedienelementen

Bild 3. Die Bedeutungen der markierten Punkte des Meßschriebs werden im Text erläutert.

Stippler

CB



Eine solche Bestückungsdichte ist nur mit einer doppelseitig durchkontaktierten Platine zu erreichen.

Stückliste

Halbleiter

IC 1	555
IC 2	74 HC 32
IC 3	74 HC 138
IC 4	LS 321
IC 5	Z 80 CPU
IC 6,11,12,13,16	74 HC 245
IC 7	2732 EPROM mit Software 'Printerface'
IC 8	6116 2k CMOS-RAM
IC 9	8253 CTC
IC 10	74 LS 139
IC 14,15	74 HC 574
IC 17	ZN 427E-8
IC 18	CD 4016, CD 4066
IC 19	TL 074
IC 20	7808
IC 21	7805
IC 22	7908
IC 23	7406
D1...8	4001 o.ä.
D9...13	LED, 3mm, rot
T1	BC 547 o.ä.

Widerstände (alle 5%, 1/4 W, wenn nicht anders angegeben)

R1	2,2k
R2,3	100k
R4	10k
R5,7,8,9,15	1k
R6	4,7k
R10,11,12	680R
R13	390R
R14	120k
R16	1k5
R17,18,19,24,25	10k Metallfilm, 1%
R20	8,2k Metallfilm, 1%
R21	100k Metallfilm, 1%
R22,23	22k Metallfilm, 1%
R26	20k Metallfilm, 1%

R27	220R
Array 1,2,3	4,7...10k x 8
P1	20k Metallfilm Spindeltrimmer
P2	5k Metallfilm Spindeltrimmer

Kondensatoren

C1	2200µF, 16V, liegend, RM 35mm
C2	470µF, 16V, liegend, RM 25mm
C3,9,10	1µF, 16V, Tantal
C4,12,18,21,22	100nF, RM 2,5mm
C5,16,19	100nF, RM 7,5mm
C6	10nF, RM 7,5mm, sehr gute Qualität
C7	2,2µF, bipolar
C20	10µF, 10V, stehend
CB	10 Stück 1µF, 16V, Tantal

Sonstiges:

DIL1...3	8fach DIL-Schalter
DIL 4	4fach DIL-Schalter
L1	100µH RM 7,5mm
Q	Quarz, 2MHz, RM 5mm
2 Taster, Knitter AF1	
1 Netzschalter	
1 Kühlkörper SK09, 37,5 mm lang, Fischer	
1 Trafo 2 x 9V 10VA	
1 Sub-D-25-W Buchsenleiste für Printmontage mit Haltewinkel	
1 8pin DIL-Fassung	
4 14pin DIL-Fassungen	
3 16pin DIL-Fassungen	
1 18pin DIL-Fassung	
7 20pin DIL-Fassungen	
3 24pin DIL-Fassungen	
1 40pin DIL-Fassung	

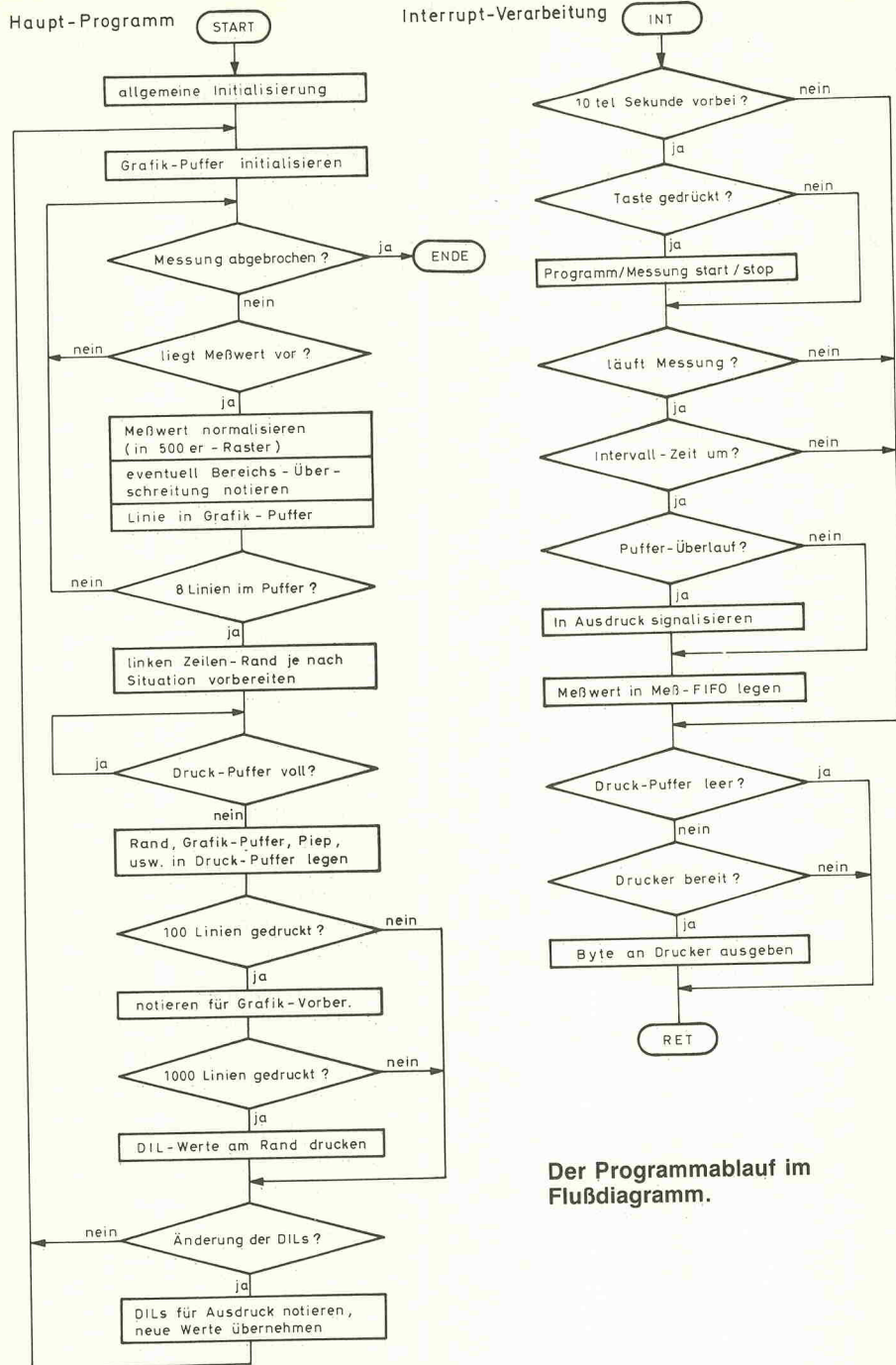
— eine Ausnahme ist nur der Netztrafo — auf einer doppelseitigen Platine im Europakartenformat aufgebaut. Das Interface besteht aus zwei Funktionsblöcken: dem Analog- und dem µP-gesteuerten Digitalteil.

Die Eingangsschaltung für die Analogsignale wird im wesentlichen von IC19 (TL 074) gebildet. OP1 und OP2 bilden zusammen mit einem Schalter des IC18 (4066) und dem Halte-Kondensator C6 die Sample-and-Hold-Stufe. OP3 verstärkt das Signal und addiert eine einstellbare Gleichspannung (Offsetabgleich P1); P2 dient zur Einstellung der Verstärkung. OP4 arbeitet mit dem Verstärkungsfaktor 1.

Der Analog-Digital-Wandler IC17 (ZN 427) arbeitet nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation. Er benötigt neun Taktzyklen für eine Wandlung, das sind 18 µs. Die Spannungsreferenz befindet sich auf dem Chip.

Die Beschreibung des µP-Teils beginnt naturgemäß mit dem „wichtigsten“ Signal in Schaltungen dieser Art: dem Reset-Impuls. Mit IC1 und T1 wird ein definierter Power-On-Reset erzeugt, beziehungsweise mit Ta1 ein Neu-Start in die Wege geleitet.

Die Bereitstellung des Systemtaktes (2 MHz) und des Taktes für den A/D-Wandler (500 kHz) gewährleistet



Der Programmablauf im Flußdiagramm.

IC4 (LS 321), ein quartzgesteuerter Oszillator mit Teilerausgängen ($f/2$ und $f/4$). Die Induktivität der Spule ist relativ unkritisch. Für Grundwellenquarze kann die Induktivität zwischen $50 \mu\text{H}$ und $150 \mu\text{H}$ liegen.

Über die Bus-Leitungstreiber HC 245 (IC11, 12 und 16) werden die Stellungen der DIL-Schalter DIL1...3 eingelesen. Die Adressen dieser Puffer und

die Adresse des IC13 — hier stehen die Melde-Signale des Druckers (:üaACK:üe, BUSY, PE, :üaSELECT:üe), die „Beschäftigt“-Meldeung (BUSY) des A/D-Wandlers und der Start/Stopp-Impuls an — werden von einem Dekoder in IC10 (HC 139) aus den Adreßsignalen A2 und A3 dekodiert. Der zweite Dekoderblock dieses ICs bedient den A/D-Wandler (STOC), IC14 (Latches für den Daten-

port der Druckerschnittstelle) und IC15 (Latches für die Status-LEDs, die Steuersignale des Centronics-Ports und des Sample-Impulses). Die Centronics-Schnittstelle fordert Steuerleitungen, die einen offenen Kollektor besitzen. Dies wird mit IC23 (7406) realisiert.

Im Speicher-Adreßbereich (A13 und A14, Adreßdekoder IC3: HC 138) befinden sich neben dem EPROM (2732A) für das Anwendungsprogramm und einem 2 kByte S-RAM (IC8, 6116) auch der programmierbare Timer-Baustein CTC 8253 — in dieser Schaltung als Frequenzteiler eingesetzt — der die zeitliche Steuerung des Meßablaufes fest im Griff hat.

Die Inbetriebnahme des „Printerface's“ sollte folgendermaßen vonstatten gehen:

Bei noch nicht eingesteckten ICs wird als erstes das Netzteil auf die richtigen Spannungen hin überprüft. Danach IC17, 18 und 19 einstecken. Den Analogeingang 1 nach Masse kurzschließen und den DIL1-Schalter „A“ auf EIN stellen. Mit P1 die Spannung an Pin 1 von IC19 auf 0,00 V einstellen. Als nächstes die Masseverbindung vom Analogeingang 1 entfernen und stattdessen diesen Punkt mit Pin 7 von IC17 (Referenzspannung) verbinden. Mit P2 die Spannung an Pin 1 von IC19 auf +2,55 V abgleichen. Nicht vergessen, die Leitung zu entfernen!

Nun können die restlichen ICs eingesetzt werden. Bei IC9 ist an Pin 17 eine Frequenz von 1000 Hz meßbar. Ein 2-MHz-Signal steht an Pin 6 des Z80.

In erster Linie wird der Einsatz des Printerface's dort liegen, wo über lange Zeit eine analoge Größe protokolliert werden muß. Mit einer kleinen Zusatzschaltung, bestehend aus Verstärker und Tiefpaßfilter, kann mit einem Mikrofon ein Schallpegel überwacht werden. Ungezählte Anwendungen sind in verschiedenen Labors gegeben, in denen alle möglichen Meßwerte aufzuzeichnen sind (pH-Wert, Druck, Drehzahl, optische oder seismische Größen). Auch zur Demonstration und Schulung läßt sich das Printerface sehr gut einsetzen. Man denke hier an das Aufnehmen von Halbleiterkennlinien und R/C-Ladekurven. Ungeeignet ist das Printerface allerdings für Messungen in der Medizintechnik: Hier gelten andere Genauigkeits- und Sicherheitskriterien. □

Fehlverhalten

Korrektur von Meßwerten

Werner Prühs

Der direkte Zusammenhang zwischen Messen und der Produktion von Stallung (Mist) ist ein allgemeingültiges Gesetz der Meßtechnik. Infolge zunehmender Automatisierung und der damit zusammenhängenden Erfassung erheblicher Mengen von Prozeßgrößen nimmt dieses Gesetz respektive seine geflissentliche Beachtung einen immer größeren Stellenwert ein. Verschärft wird die Situation zusätzlich durch den Trend hin zur kleinen (Meß-)Größe (Promill, femto, ppm). Die Kenntnis um die Fehlerquellen ist schon der halbe Weg, sie zu beseitigen.

durch ein Normal ermittelt. Die Korrekturgröße, auch Korrektur oder Berichtigung genannt, hat den gleichen Betrag wie der Fehler, allerdings mit umgekehrtem Vorzeichen.

$K = W - A$
K: Korrektur

Damit ist der richtige Meßwert die Summe von angezeigtem Meßwert und Korrektur.

Der Fehler ist das Ergebnis verschiedener Störeinflüsse, die in Bild 1 schematisch dargestellt sind. Die zu messende Größe wird von einem Sensor in ein elektrisches Ausgangssignal transformiert, in einem Empfänger aufbereitet und zur Anzeige gebracht. Dabei kann zunächst die Meßgröße selbst durch die physikalischen Eigenschaften des Sensors beeinflusst werden. So wird sich zum Beispiel bei Temperaturmessungen ein thermisches Gleichgewicht zwischen der Temperatur des Fühlers und des zu messenden Mediums einstellen. Bei Spannungsmessungen wird die Quelle durch die Leistungsaufnahme des Meßgerätes belastet. Derartige Rückwirkungen vom Sensor auf die Meßgröße lassen sich häufig durch konstruktive Maßnahmen (geringe

nierende Einflüsse entstehen beispielsweise durch Störspannungen, die sich dem Meßsignal überlagern. Der sich verschiebende Nullpunkt eines Anzeigergerätes kann ebenfalls als superponierende Störung bezeichnet werden. Der so verursachte Fehler ist unabhängig vom Meßsignal und läßt sich nur durch konstruktive Maßnahmen wie Schirmung oder Auswahl geeigneter Anzeigeeinstrumente auf ein vernachlässigbares Maß reduzieren.

Deformierende äußere Störungen beeinflussen das Übertragungsverhalten der Meßeinrichtung. Hier ist der Meßfehler von der Größe und vom zeitlichen Verlauf des zu ermittelnden Meßwertes abhängig. Derartige Meßfehler lassen sich unter Umständen korrigieren. Rückwirkungen vom Empfänger auf den Sensor durch Belastung des Ausgangssignals sind bei den heute auf dem Markt befindlichen Impedanzwandlern bei den allermeisten Anwendungen kaum noch von Bedeutung.

Das Ausgangssignal eines Sensors steht in mathematischer Beziehung zum Eingangssignal. Bei der Messung konstanter Eingangsgrößen steht für das Übertragungsverhalten eine Konstante. Bei zeitlich variablen Meßgrößen wird das Übertragungsverhalten durch eine Differentialgleichung beschrieben. Es entsteht ein Meßfehler, der vom zeitlichen Verlauf der Eingangsgröße abhängig ist. Ein vielzitiertes Beispiel

hierfür ist die Temperaturmessung. Bedingt durch die Trägheit des Fühlers eilt der Meßwert der tatsächlichen Temperatur nach. In vielen Fällen kann man einen Sensor angenähert als Verzögerungsglied erster Ordnung betrachten. Die Hersteller geben dann das Übertragungsverhalten als Dämpfung bekannt, so läßt sich diese wenn nötig softwaremäßig korrigieren.

Ändert sich ein Meßwert einmal von einem kleineren und einmal von einem größeren Meßwert ausgehend auf eine konstante Größe und werden hierbei unterschiedliche Werte gemessen, so spricht man von einem Hystereseeffekt (Bild 2). Dieser kann zum Beispiel durch ferromagnetische Materialien hervorgerufen werden. Dabei ist zu beachten, daß die Umkehrspanne von der Vorgeschiebung, das heißt vom Umkehrpunkt des Meßwertes, abhängt. Auch mechanische Komponenten können Hystereseeinflüsse hervorrufen. Eine über längere Zeit gespannte Feder kehrt nicht mehr exakt in ihre frühere Ruhelage zurück. Es entsteht eine Differenz, die von der Dauer und vom Betrag der Belastung abhängig ist.

Sollen Meßwerte mit Hilfe der EDV weiterverarbeitet werden, müssen sie digitalisiert werden. Entgegen der weitverbreiteten Annahme sind digitalisierte Meßwerte noch lange nicht genau. Abgesehen von allen Meßfehlern eines Sensors liegt auch

In der DIN 1319 ist der Begriff Fehler als Differenz zwischen angezeigtem Wert und wahren Wert beschrieben.

$F = A - W$
F: Fehler
A: Angezeigter Wert
W: Wahrer Wert

Der wahre Wert ist derjenige, welcher durch ein fehlerfreies Meßgerät angezeigt werden würde. In der Praxis wird dieser Wert durch ein Meßgerät höchster Genauigkeit oder

Masse bei Temperatursensoren, hoher Innenwiderstand bei Spannungsmessern) auf ein vernachlässigbares Maß reduzieren.

Äußere Störungen wirken sowohl auf den Sensor als auch auf den Empfänger. Hier unterscheidet man superponierende (überlagernde) und deformierende Störungen. Superpo-

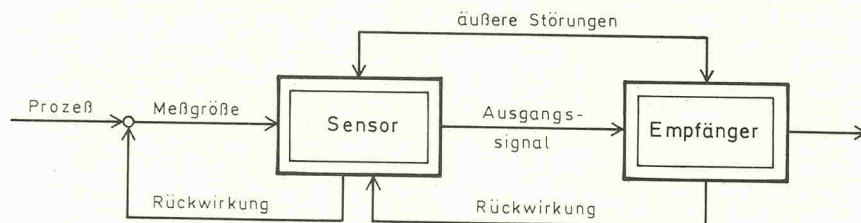


Bild 1. Störeinflüsse auf einer Meßstrecke.

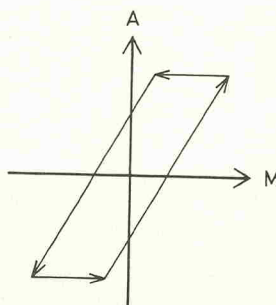


Bild 2. Der Verlauf des Hystereseeffektes.

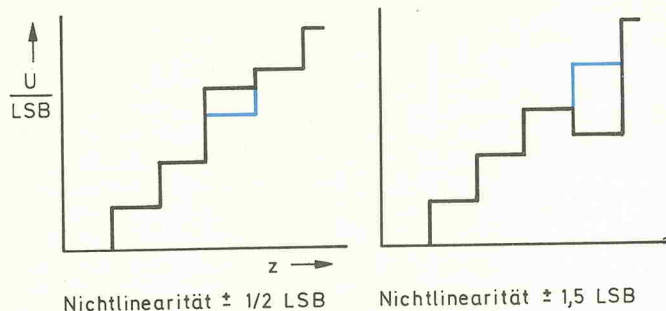
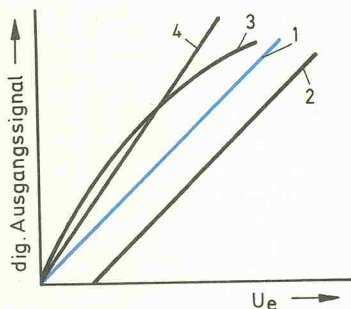


Bild 3. Linearitätsfehler bei der A/D-Wandlung.

in der Analog-Digitalwandlung eine nicht unerhebliche Fehlerquelle. Aus einem 12-Bit-Wandler kann bei Berücksichtigung aller Fehlerquellen leicht ein 10-Bit-Wandler werden.

Man unterscheidet auch hier statische und dynamische Fehler. Während sich Nullpunkt und Verstärkungsfehler abgleichen lassen und vom Hersteller abgeglichen sein sollten — worauf man sich keineswegs verlassen kann — ist man gegen Linearitätsfehler machtlos. Die Nichtlinearität gibt an, um wieviel eine Stufe im ungünstigsten Falle größer oder kleiner als 1 LSB (Least Significant Bit) ist. Bild 3 zeigt je einen Analog-Digitalwandler mit einer Nichtlinearität von ± 1 LSB und $\pm 1,5$ LSB. Bei einem Linearitätsfehler größer 1 LSB spricht man von einem Monotoniefehler. Ein A/D-Wandler mit einem so schwerwiegenden Fehler ist für digitale Regelungen nicht einsetzbar. Wenn anstatt eines steigenden Eingangssignals ein fallendes erfaßt wird und der Stellwert entsprechend falsch berechnet wird, kommt ein Regelkreis zwangsläufig ins Schwingen. Die meisten A/D-Wandler sind so ausgelegt, daß ihre Nichtlinearität $\pm 0,5$ LSB nicht übersteigt, da sonst das niedrigste Bit wertlos wird. Bild 4 zeigt den Einfluß von Linearitäts-, Verstärkungs- und Offsetfehler auf die ideale Kennlinie eines Analog-Digitalwandlers.

Bei der Digitalisierung wird das Meßsignal durch eine Reihe von Momentanwerten beschrieben, Informationen zwischen den Stützstellen gehen verloren. Die Abtastzeit wird zum einen durch die Erfassungshardware — Einschwingzeit des Abtast-Halte-Gliedes des Multiplexers und des Verstär-



- 1) ideale Kennlinie
- 2) Offsetfehler
- 3) Linearitätsfehler
- 4) Verstärkungsfehler

Bild 4. Einfluße auf die ideale Kennlinie eines A/D-Wandlers.

kers sowie der Wandlungszeit des A/D-Wandlers — und zum anderen durch die Rechenleistung der CPU bestimmt. Bei PC-Zusatzkarten kommen meist Zeitverluste durch die Kommunikation mit der Karte hinzu.

Die Wahl der Abtastzeit richtet sich einzig nach dem Verlauf des Eingangssignals. Das Abtasten erfolgt nach dem bekannten Abtast Theorem mit der

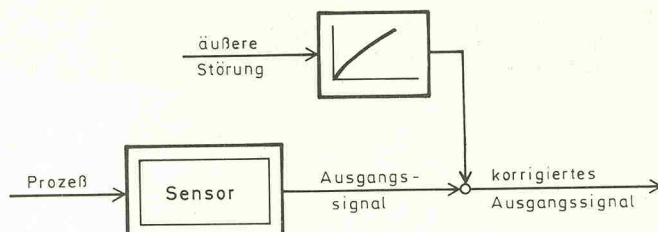


Bild 5. Korrektur einer deformierenden äußeren Störung.

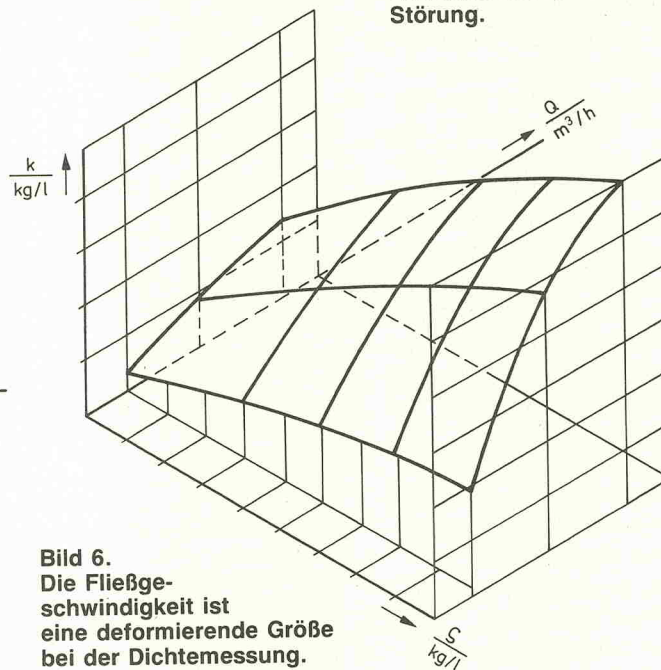


Bild 6. Die Fließgeschwindigkeit ist eine deformierende Größe bei der Dichtemessung.

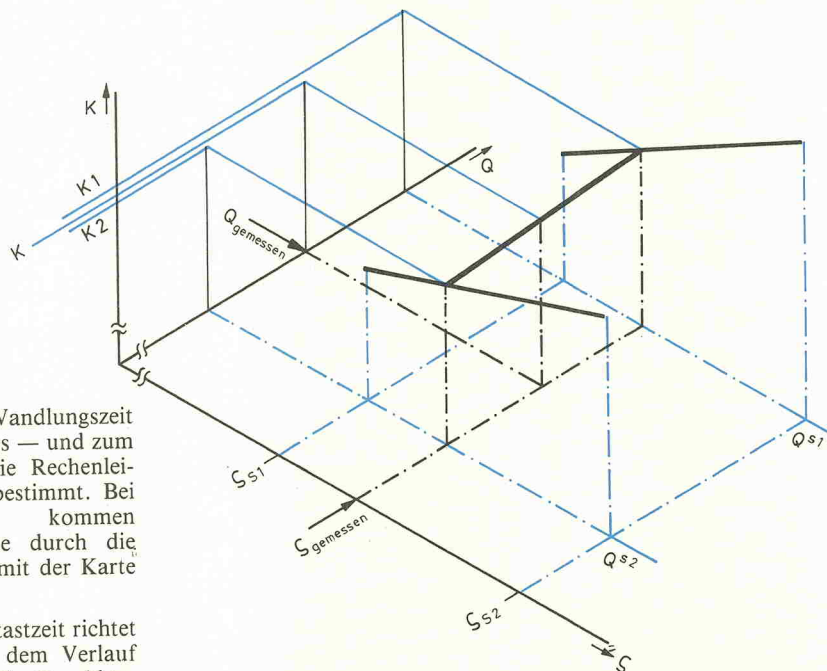


Bild 7. Ermittlung der Korrekturwerte (k).

Abtastfrequenz $f_a = 1/T_0$. Hierbei geht man davon aus, daß ein periodischer Signalverlauf $U_1(t)$ mit Hilfe von ideal hohen Impulsen, sogenannten 'Diracs', in $U_2(t)$ transformiert wird, woraus $U_m(t)$ entsteht. Das führt im Spektralbereich dazu, daß sich das Spektrum $U_1(t)$ um die Abtastfrequenz faltet und die beiden Spektralhälften in der Mitte spiegelbildlich aneinanderstoßen. Die Abtastfrequenz muß hoch genug gewählt werden, um zu vermeiden, daß sich periodisch wiederkehrende Spektren in der Mitte überlappen. Das Spektrum der Eingangsspannung muß auf $f_a/2$ bandbegrenzt werden. Dieses läßt sich durch einen Eingangstiefpaß erzwingen. Setzt man ein ideal steilflankiges Tiefpaßfilter voraus, würden zwei Abtastwerte pro Periode ausreichen, um das Eingangssignal zu rekonstruieren. Da es ein solches Filter in der Praxis nicht gibt, wählt man die Abtastfrequenz immer größer als das Doppelte der höchsten vorkommenden (nicht der höchsten interessierenden) Eingangssignalfrequenz ($f_a \geq 2 \times f_{\max}$).

Zurückgewinnen läßt sich das Eingangssignal, indem man aus den Abtastwerten eine Folge von Dirac-Impulsen erzeugt und diese in ein ideales Tiefpaßfilter mit $f_{\text{grenz}} = f_{\max}$ gibt. Wählt man die Abtastfrequenz niedriger als nach dem Abtasttheorem vorgeschrieben, entstehen Spektralanteile mit einer Differenzfrequenz $f_a - f < f_{\max}$, die vom Tiefpaßfilter nicht unterdrückt werden und sich als Schwebung äußern (Aliasing). Da von der Anwenderseite kein Einfluß auf die Dimensionierung des Tiefpaßfilters der Erfassungseinheit besteht, ist man bei der Wahl der Abtastfrequenz auf Herstellerangaben angewiesen. Hier ist allerdings Vorsicht geboten, da teilweise nur die Wandlungszeiten der A/D-Wandler angegeben werden und oftmals Tiefpaßfilter gar nicht vorhanden sind.

Literatur:

DIN 1319, Blatt 3, Grundbegriffe der Meßtechnik. Begriffe für Fehler beim Messen.

Handbuch der industriellen Meßtechnik, Vulkan-Verlag Essen.

Meßwertkorrektur

Eine deformierende äußere Störung läßt sich korrigieren:

- wenn ihr Einfluß reproduzierbar ist,
- die Störgröße bekannt und meßbar ist.

Bei der Dichtebestimmung fließender Medien äußert sich bei verschiedenen Meßverfahren die Fließgeschwindigkeit als deformierende äußere Störung. Diese läßt sich im statischen Betrieb softwaremäßig korrigieren (Bild 5). Bei Durchflußschwankungen sind Korrekturen wegen des unterschiedlichen Zeitverhaltens von Durchfluß- und Dichtesensor problematisch. Der Dichtesensor wird bei verschiedenen Fließgeschwindigkeiten gegen eine Referenz (oder mit Medien bekannter Dichte) durchgemessen. Bild 6 zeigt die Korrektur des Sensors bei verschiedenen Fließgeschwindigkeiten. Mit Hilfe des abgedruckten Programms läßt sich der Sensor auf annähernd die Genauigkeit der Referenz korrigieren.

Die Durchflußreferenzen, Dichtewerte und die Korrektur sind in Arrays abgespeichert. In diesem Beispiel sind diese Größen Bestandteil des Source Codes, in der Praxis werden die Arrays natürlich aus einer Datei geladen.

Das Hauptprogramm läuft in einer Endlosschleife. Wegen der Vielzahl unterschiedlicher Analogeingabeschnittstellen ist eine Verallgemeinerung der Eingabeprozedur nicht möglich. Die Momentanwerte für Dichte und Fließgeschwindigkeit werden daher in diesem Beispiel von der Tastatur eingelesen. Anschließend wird die tatsächliche Dichte in der Funktion 'korrekt' berechnet. Die Funktion 'data_to_file' speichert die Werte auf der Festplatte ab.

Die Berechnung der Korrektur erfolgt durch lineare Interpolation zwischen den Werten $q_{s2} > q_{s1}$ und $q_{s1} < q_{s1}$ auf den Kennlinien

$Q_{s2} < Q_{s1}$ und $Q_{s1} > Q_{s1}$ (Bild 7). Dadurch werden zwei Korrekturwerte K_1 und K_2 bestimmt, aus denen durch lineare Interpolation zwischen den Kennlinien Q_{s1} und Q_{s2} die tatsächliche Korrektur bestimmt wird. Dabei wird die eigentliche lineare Interpolation von der Funktion 'lin_int' durchgeführt.

Die Meßwerte werden in einem definierten Datenformat (Funktion 'data_to_file') auf Platte oder Diskette abgespeichert. Das gewählte Datenformat läßt eine übersichtliche Ausgabe des Dateiinhaltes ohne wei-

tere Hilfsprogramme zu. Die Datei wird mit Hilfe der Funktion 'try_open' geöffnet, wodurch eine qualifizierte Fehlerbehandlung gewährleistet wird. Dieses ist notwendig, da Programme wie diese meist unter Multi-Tasking Betriebssystemen laufen. Die Funktion 'get_time' returniert Datum und Uhrzeit in das für die Datei gewünschte Format.

Alle auftretenden Fehler werden, soweit sie abgefangen sind, mit Datum und Uhrzeit zur Anzeige gebracht (Funktion 'fehler'). In Abhängigkeit vom Status einer Steuervariablen wird das Programm entweder abgebrochen oder fortgesetzt.

```

/*      TKORR.C      */
/*      Korrektur der deformierenden thermischen äußeren Störungen      */
/*      eines Dichtesensors      */
/*      Die Korrekturkennlinien sind 'fix' im Source Code eingegeben      */
/*      in der Praxis werden diese aus einer Datei geladen      */
/*      */
/*      Autor :      W.Prühs      */
/*      Ersteingabe : 26.02.88      */
/*      */
/*-----*/

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <errno.h>

#define f_werte 5
#define d_werte 10
#define k_werte f_werte*d_werte

extern int errno;
float korrekt();
float lin_int();

main() /* des Prozesses 'tkorr' */
{
    static float flow[f_werte] = {10,20,30,40,50};
    /* Flussreferenzen */
    static float rho[d_werte] = {0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9};
    /* Dichtewerte */
    static float korrektur[k_werte] = {-0.005,-0.01,-0.011,-0.012,-0.015,-0.016,
    -0.015,-0.014,-0.013,-0.012,
    0.005,0.008,0.011,0.013,0.017,0.019,0.02,
    0.022,0.023,0.022,
    0.01,0.016,0.021,0.027,0.032,0.037,0.04,
    0.042,0.045,0.048,
    0.018,0.025,0.032,0.04,0.047,0.052,0.058,
    0.062,0.068,0.07,
    0.025,0.032,0.042,0.051,0.061,0.07,0.078,
    0.085,0.091,0.098};

    float wahr_rho;
    double ist_rho,ist_flow;
    char *line[10];

    for(;;)
    {
        printf("%s", "Istwert Dichte : ");
        ist_rho = atof(gets(line));
        printf("%s", "Istwert Fluss : ");
        ist_flow = atof(gets(line));
        wahr_rho = korrekt(&flow[0],&rho[0],&korrektur[0],ist_flow,
        ist_rho);
        printf("%s", "Wahre Dichte : ", wahr_rho);
        data_to_file(ist_flow,ist_rho,wahr_rho);
    }
}
/*-----*/
/*      korrekt()      */
/*      Berechnung des 'wahren' Dichtewertes      */
/*      Parameterübergabe : 1. Pointer auf Flussreferenzen      */
/*                          2. " auf Dichtewerte      */
/*                          3. " auf Korrekturwerte      */

```



```

/*          4. aktueller Fluss          */
/*          5. aktuelle Dichte          */
/*-----*/
float korrekt(flow,rho,korrektur,ist_flow,ist_rho)
float *flow,*rho,*korrektur;
float ist_flow,ist_rho;
{
    int i,j,k;
    float ko[3];

    if(*flow < ist_flow)
    {
        i = 0;
        while((ist_flow) * (flow+i)) && (++i < f_werte))
        {
            if((i == (f_werte-1)) && (ist_flow) * (flow+i))
                fehler("Fluss zu hoch",0);
        }
    }
    else
        fehler("Fluss zu tief",0);

/* Somit liegt der Durchfluss zwischen den Werten *flow+i und */
/* *flow+(i-1). Die Korrekturwerte beginnen dann an der Position */
/* i * d_werte für *flow+i und (i-1) * d_werte für *flow+(i-1) */

    if(*rho <= ist_rho)
    {
        j = 0;
        while((ist_rho) * (rho+j)) && (++j < d_werte))
        {
            if((j == (d_werte-1)) && (ist_rho) * (rho+j))
                fehler("Dichte zu hoch",0);
        }
    }
    else
        fehler("Dichte zu tief",0);

/* Somit liegen die Korrekturwerte im Korrekturfeld zwischen den */
/* Positionen i * d_werte + j und i * d_werte + j-1 für Q > ist_flow */
/* sowie (i-1) * d_werte + j und (i-1) * d_werte + j-1 */
/* für Q < ist_flow */

    for(k = 0; k < 2; ++k)
    {
        ko[k] = lin_int(*(korrektur+i*d_werte+j),
                        *(korrektur+i*d_werte+j-1),*(rho+j-1),*(rho+j),ist_rho);
        --i;
    }
/* ko[0] ist der Korrekturwert für t ist_flow und ko[1] der für */
/* t < ist_flow der tatsächliche Korrekturwert ist dann : */

    ++i;
    ko[2] = lin_int(ko[0],ko[1],*(flow+i),*(flow+i+1),ist_flow);

    return(ist_rho+ko[2]);
}
/*-----*/
/*          lin_int()          */
/*          Linear Interpolation          */
/*          Retuniere den y - Wert der sich durch lineare Interpolation */
/*          der Werte Y1, Y2, X1, X2 und X ergibt          */
/*          Im Fehlerfalle wird 0 retuniert          */
/*          Parameterübergabe :          */
/*          1. Y1          */
/*          2. Y2          */
/*          3. X1          */
/*          4. X2          */
/*          5. X          */
/*-----*/
float lin_int(y1,y2,x1,x2,x)
float y1,y2,x1,x2,x;
{
    float hilf;

    if((x1 > x2) || (x > x2) || (x < x1))
    {
        fehler("falsche Parameter in lin_int",0);
        hilf = 0;
    }
    else
    {
        if(y2 < y1)
        {
            hilf = y2;
            y2 = y1;
            y1 = hilf;
        }
        hilf = (y2 - y1) / (x2 - x1) * (x - x1) + y1;
    }
}

return(hilf);
}
/*-----*/
/*          data_to_file()          */
/*          Abspeichern der Messwerte          */
/*          Format : TT.MM.JJ HH.MM.SS Q XXX.XX D XXX.XXX Dk XXX.XXcr,lf */
/*          Parameterübergabe :          */
/*          1. Istwert Dichte          */
/*          2. " Durchfluss          */
/*          3. wahre Dichte          */
/*-----*/
data_to_file(ist_flow,ist_rho,w_rho)
float ist_flow,ist_rho,w_rho;
{
    FILE *fp_rho, *try_open();
    char s[17];

    get_time(s);
    fp_rho = try_open("rho.dat","a");
    fprintf(fp_rho,"%17s%3s%06.2f%3s%06.2f%4s%06.2f\n",
            s,"Q",ist_flow,
            "D",ist_rho,
            "Dk",w_rho);

    fclose(fp_rho);

    return;
}
/*-----*/
/*          get_time()          */
/*          lese die Systemzeit und belege den Parameterstring im */
/*          Format : TT.MM.JJ HH.MM.SS          */
/*-----*/
get_time(s)
char *s;
{
    long thistime;
    struct tm *newtime;

    time(&thistime);
    newtime = gmtime(&thistime);
    sprintf(s,"%02.2d%c%02.2d%c%02.2d%c%02.2d%c%02.2d",
            newtime->tm_mday, '.',
            newtime->tm_mon+1, '.',
            newtime->tm_year, ' ',
            newtime->tm_hour, ':',
            newtime->tm_min, ':',
            newtime->tm_sec);

    return;
}
/*-----*/
fehler(text,aktion)
char*text;
int aktion;
{
    char s[17];
    get_time(s);
    printf("%s%s%s",s," ",text);
    if(aktion == 0)
    {
        printf("%s\n"," Stop über Fehlerbehandlung");
        exit(1);
    }
    printf("\n");
    return;
}
/*-----*/
FILE *try_open(name,mode)
char *name, *mode;
{
    static int retry_count = 1000;
    int i,j;
    FILE *fp;

    for(i = 0; i < retry_count; ++i)
    {
        fp = fopen(name,mode);
        if (fp == NULL)
        {
            if(errno == EACCES) /* locking error */
            {
                clearerr(fp);
                for (j = 0; j < 10000; ++j)
                {
                    /* etwas warten */
                    continue;
                }
            }
            else
                return(fp);
        }
        fehler("Datei zu lange gelockt",1);
        fehler(name,0);
        exit(errno);
    }
}

```


KOMPLETTE 4-KANAL-PROFI-LICHTANLAGE



Leistung pro Kanal: 1000 W (750 W bei induktiven Lasten);
externer Ausgang für Zusatz-Dimmerpacks vorhanden;
9 Automatik-Programme, einzeln abrufbar;
musikgesteuerte Lauflichtfunktion; 4-Kanal-Lichtorgel mit automatischer Anpassung an die Steuerspannung; Kontroll-LED's für jeden Kanal;
jeder Kanal einzeln auf den Effektweg zu- bzw. abschaltbar; störfreier Betrieb durch Nullspannungsschaltung! Maße: 305 x 75 x 165 mm. (19"-Einbauplate als Zubehör lieferbar!)

Weitere interessante Artikel für Partykeller, Disco und Bühne in unserem **80-Seiten-Katalog 87/88** - Bitte gegen Einsendung von 5,- DM Schutzgebühr in Briefmarken / Schein anfordern!
(Ausland: Wertcoupons des Weltpostvereins einschicken!)



Die Anlage wird von uns **komplett anschlussfertig** geliefert. Im Lieferumfang sind enthalten:
1 Steuergerät Multiphase 412 (nebenstehend beschrieben!);
8 PAR 56 - Scheinwerfer komplett mit Lampen (300 Watt, Spot) und Farbfilterhalter; 8 LEE-Farbfilter nach Wahl; 2 Stative für max. je 12 Scheinwerfer (max. Höhe 280 cm, Querträger 140 bis 220 cm); 2 Multicore-Lastkabel à 10 m mit 8-Pol-Bulgin-Stecker und 4-fach-Schuko-leiste fertig montiert, 1 Verteiler (1 Bulgin-Stecker auf 2 Bulgin-Buchsen).

Komplettpreis: 2195,- DM
incl. Versandkosten

LLV
Leutsprecher & Lichtanlagen
Verleih und Verkauf
Grimm-Boss GbR · Eifelstr. 6
5216 Niederkassel 5
Tel. 02 28 / 45 40 58

HiFi Boxen selbstgemacht

elrad extra 7

jetzt an Ihrem Kiosk

Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46A — 3500 Kassel

Qualität, breites Angebot und schnelle zuverlässige Lieferungen machen uns zum Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung! Täglich durchgehend erreichbar Mo.—Fr. 8.00—16.00 Uhr

- Großes Angebot an Bauelementen — mehr als 30 Markenhersteller im Lieferprogramm
- Günstige Preise schon bei Kleinmengen (kleinster Auftragswert DM 50,00)
- Bauelemente-Katalog mit Rabattstufen und Update-Service
- Computergesteuerte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferauskunft

Aus Platzgründen veröffentlichen wir nur einen Staffelpreis (Preise mit „*“ = Staffel 5—9 Stck. Abnahme, Fr. m. „%“ = Staffel 100—250 Stck. — automatisch Rabatt bei größerer Abnahme).

Transistoren					
BC 140/141-10	0,41*	2N 2219A	0,48*	74F 373/374	1,85*
BC 160-107/161-16	0,41*	2N 2222A/2N 2907A	0,38*	Linear IC's	
BC 327/337/338-25	11,34%	2N 2846/3055 RCA	1,57*	AD 536 AJH	45,39
BC 516	0,28*	2N 3773	0,34*	AD 536 JH	37,93
BC 517	0,26*	2N 3792	0,37*	AD 7574 KN	27,65
BC 546B/548C/556B	6,69%	2 SJ 50	12,34	ADC 0804 LCN	8,40
BC 550C/560C	7,95%	10—24 Stück	10,98	AM 7911 PC	48,86
BC 5470/557B/558C	6,81%	2 SK 135	11,71	CA 3130 E	2,26*
BC 639/640	0,34*	10—24 Stück	10,43	CA 3140 E	1,34*
BD 137/138/139-10	0,38*			CA 3161 E	2,20*
BD 243C/244C	0,81*	CMOS		CA 3162 E	8,89
BD 317/318	3,51*	4001/11/12/23/25	0,43*	CA 3240 E	3,00
BD 433/434	0,60*	4068/69/70/71/72	0,43*	CA 3280 E	3,84
BD 437/438	0,63*	4013/27/30/49/50	0,62*	ICL 7106/07	8,51
BD 675A/676A	0,49*	4015/29/51/53/60	0,95*	ICL 7116/17/26	9,38
BDV 64B/65B	2,47*	4016/66/65/93	0,62*	ICL 7135	24,00
BDX 66C/67C	5,79*	4017/20/21/22/43	0,95*	ICM 7660 CPA	3,33
BF 244A/244B	0,81*	4024/28/42/106	0,84*	ICM 7555 IPA	1,03*
BF 245A/245B/245C	0,80*	4024/41/147/63/94	0,95*	L 296	14,30
BF 256A	0,69*	4073/75/77/81/82	0,43*	L 297	10,92
BF 422/423	0,33*	4518/20/38/41/56	0,95*	L 298	14,81
BF 459/87/1872	0,55*	4528/43/40/175	0,95*	LF 355/356	1,35*
BF 459/70/71/72	0,54*			LF 411 CN	2,39*
BFR 96	1,77*	74-LSHCH/FAST		LM 120LKT03	75,58
BS 170	0,58*	74LS 00/02/04/05	0,33*	LM 311 N-8	0,54*
BS 250	0,75*	74LS 08/09/20/21	0,33*	LM 317 T	1,03*
BU 208A	2,66*	74LS 14/74/132	0,51*	LM 324 N	0,44*
BUZ 10A	1,54*	74LS 30/32	0,33*	LM 325 N	13,02
BUZ 11	3,20*	74LS 83/85/157	0,68*	LM 335 Z336 Z	1,84*
BUZ 15	8,37*	74LS 138/139	0,62*	LM 339 N/358 P	0,49*
BUZ 20	4,84*	74LS 154	1,47*	LM 386 N	1,73*
BUZ 24	15,20*	74LS 240/241/244	0,95*	LM 393 P	0,49*
BUZ 71A	1,29*	74LS 245	1,07*	LM 394 CH	9,19
BUZ 73A	2,40*	74LS 257/283/390	0,74*	LM 833 N	2,68
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR!		74LS 373/374	1,02*	LM 391A/15/16	7,56
IRF 632	3,73*	74HCT 00/04/08/32	0,41*	LT 1028 CN8	16,14
IRF 9620	5,46*	74HCT 74/132/139	0,62*	LT 1037 CN8	12,81
MJ 802/4502	10,32*	74HCT 138	0,69*	MAX 232 CPE	7,82
MJ 2501	2,61*	74HCT 244/373/374	1,06*	MC 1458 DIP	0,43*
MJ 2955	1,86*	74HCT 00/08/32	0,47*	MF 10 CCN	10,06
MJ 15003/15004	8,54*	74HCT 244/373/374	1,10*	NE 5532 N/5534 N	1,65*
TIP 140/141/145	2,06*	74HCT 541/573/574	1,48*	NE 5532 AN/5534 AN	2,13*
TIP 142/146/147	2,14*	74F 00/04/08/32	0,50*	NE 555 DIP-8	0,43*
2N 1613	0,46*	74F 245	2,31*	NE 567	1,20*

Noch heute 100-Seiten-Lieferprogramm anfordern! (2,- DM in Briefmarken)

0561 / 16415

Evelyn war stinkesauer...



...dabei hatte alles so gut angefangen! Die PROCUS FIDIBUS gefiel ihr auf Anhieb. Diese todschicke Standbox mit der raffinierten Technik, bei der man die Tieftöner nicht sieht. Das Gehäuse in Kirsche paßte genau zur Einrichtung - der Zusammenbau war wirklich kinderleicht. Dann der Sekt beim Probehören...

...UND JETZT DAS !

Handmade in 4630 Bochum.

Fordern Sie Prospekte und Händlerliste an!

Dr. Hubert GmbH · Im Westenfeld 22 · D-4630 Bochum · 0234/704613

20 Jahre Original-Müter-BMR

Bildröhren-Meß-Regeneratoren BMR 44, BMR 90 und BMR 107

machen sich in 4 Wochen bezahlt.



BMR 90 Europas meistbenutzter

Weitere Müter-Geräte:

- CSG Testbildsender mit Kreis, Color, UHF, VHF, Kabelkanäle;
- ION Luft-Reiniger/Ionisierer für Gesundheit und Wohlbefinden;
- RTT Regeltrenntrafo 1000 VA mit Ampere- und Voltmeter;
- HFZ Frequenzähler 1,4 GHz;
- CBE Bildschirm-Entmagnetisierer für alle Schirmgrößen;
- BMR Bildröhren-Meß-Regeneratoren, führend in der Regeneriertechnik.

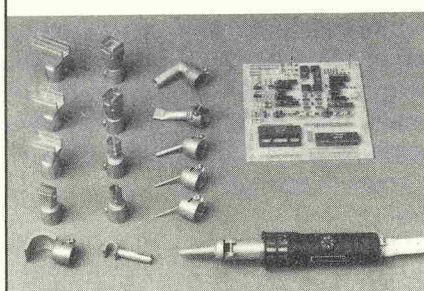
Fordern Sie kostenlos INFOS an · Kontaktkarte in diesem Heft

Ulrich Müter, Kriedillweg 38, 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. (0 23 68) 20 53
BTX *Müter# oder *44556695#

Kontaktloses Entlöten und Löten

mit dem Leister-Labor „S“-Heißluftgerät.

Elektronische Temperaturregelung von 20 bis 600 °C. Elektronische Luftmengenregelung von 1 bis 150 Liter pro Minute. Zum kontaktlosen Entlöten und Löten von SMD- und DIP-Bauteilen in 2-4 Sekunden.



Verlangen Sie kostenlosen Prospekt GE 132 und Lieferanten-Nachweis in Ihrer Nähe.

Karl Leister
CH-6056 Kägiswil
Schweiz
Tel. (00 41 41) 66 00 77
Fax (00 41 41) 66 78 16
Telex (0 45) 8 66 404



Fernwärme

Temperaturen kontaktlos messen

Helmut Israel

Die üblichen und weitgehend bekannten Arten der Temperaturmessung erfordern einen engen thermischen Kontakt zwischen Meßobjekt und Sensor. Der hier vorgestellte Thermofühler braucht diese Annäherung nicht: Er arbeitet kontaktlos bis auf mehrere Meter Abstand vom Meßobjekt. Und er erkennt dabei noch Temperaturdifferenzen bis zu $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sein Sensor — ein Thermosäulendetektor.

Ein relativ bekannter und preiswerter Infrarot-Strahlungssensor ist der pyroelektrische Detektor, wie er zum Beispiel auch in elrad 4/88 vorgestellt wurde. Für manche Anwendungen weist dieser Sensortyp jedoch einen gravierenden Nachteil auf: Der Pyrodetektor spricht nur auf schnelle Änderungen der Strahlungstemperatur an. Er detektiert somit vorzugsweise bewegte Objekte, oder aber, er muß die Strahlung mit einem Chopper 'zerhackt' vorgesetzt bekommen. Das würde jedoch eine mechanische Komponente im Gerät bedingen.

Mit Hilfe des hier eingesetzten Thermosäulendetektors können dagegen auch Temperaturen erfaßt werden, die sich beliebig langsam oder gar nicht ändern — daneben natürlich ebenfalls auch solche, die von bewegten Körpern herrühren.

Das Gerät eignet sich folglich zur berührungslosen Temperaturüberwachung, solange die kontrollierte Temperatur im Bereich zwischen etwa $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegt. Flächige oder strukturierte Objekte lassen sich auf ihre Wärmeverteilung hin abtasten. Während die recht aufwendige Wärmekamera ein komplettes Wärmebild wiedergibt, kann dieser Temperaturdetektor einen vergleichbaren Eindruck bei zeilenweiser Abtastung einer Fläche vermitteln. Dabei ist das Gerät sehr feinfühlig: Noch auf vier Meter Entfernung — je nach Strahlungsfläche — läßt sich eine Temperaturdifferenz von $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sicher nachweisen.

Die Übermittlung der Meßwerte erfolgt durch ein Zeigerinstrument mit Nullpunktmitte. Temperaturen, die die Umgebungstemperatur unter- oder überschreiten, sind somit sofort feststellbar und auswertbar. Der leicht abgleichbare Nullpunkt ändert sich natürlich mit der Umgebungstemperatur.

Außerdem wird dem Meßwert eine wählbare Tonfrequenz zugeordnet, deren Höhe sich auf den Nullpunkt bezieht. Während des Meßvorgangs kann dann eine einstellbare Vergleichsfrequenz eingegeben werden, die einer anderen Temperatur zugeordnet ist. Ein einstellbarer Komparator schaltet bei Überschreiten einer bestimmten Temperaturdifferenz diese Vergleichsfrequenz selbsttätig ein. Mit dieser Zusatzfunktion läßt sich also eine bequeme akustische Temperaturüberwachung realisieren.

Da Strahlungsmessungen — insbesondere Wärmestrahlungsmessungen — nicht eben zum alltäglichen Bereich der Meßtechnik gehören, sollen an dieser Stelle einige theoretische Grundlagen nicht fehlen.

Eine elektromagnetische Strahlung ist Wärmestrahlung, wenn sie durch Absorption in geeigneten Stoffen in Wärme verwandelt wird. Jede Materie, die eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt aufweist (ca. -273°C), sendet diese Form der elektromagnetischen Strahlung aus. Alle elektromagnetischen Erscheinungen sind gemäß ihrer Wellenlänge bzw. ihrer Frequenz im Spektrum geordnet. Die eigentliche Wärme- oder Infrarotstrahlung liegt in dem Frequenzbereich, der an die höchstfrequenten Mikrowellen anschließt und mit dem sichtbaren Licht endet.

Einer Wärmequelle — als Sender dieser Strahlung — ist gemäß ihrer Temperatur, zu messen in K (Kelvin), die Wellenlänge ihrer maximalen Ausstrahlung zugeordnet. Das Wiensche Verschiebungsgesetz beschreibt diese Beziehung:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2898 \mu\text{m} \cdot \text{K}}{T}$$

T in Kelvin [K]

Wie alle Strahlungsgesetze gilt es strenggenommen nur für sogenannte 'Schwarze Körper'. Für die Strahldichte der ausgesendeten Strahlung ist das Stefan-Boltzmannsche Gesetz zuständig:

$$L = \frac{\epsilon \cdot \sigma \cdot T^4}{\pi} \left[\frac{\text{W}}{\text{cm}^2} \right]$$

mit Raumwinkel $\Omega = 1$

σ ist die Stefan-Boltzmann-Konstante und ϵ ist ein Emissionsfaktor, der von der Art und Oberfläche des Strahlers abhängt. Hier interessiert vor allem der Strahlfluß (Strahlleistung), der den Detektor erreicht. Es ist

$$\phi = \frac{\alpha \cdot A_S \cdot A_E \cdot L}{d^2} [\text{W}]$$

bzw.

$$\phi = \frac{\alpha \cdot A_S \cdot A_E \cdot \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4}{\pi \cdot d^2} [\text{W}]$$

A_S = Senderfläche [cm^2]

A_E = Empfängerfläche [cm^2]

α = Verlustfaktor

ϵ = Emissionsfaktor
(hier '1' angenommen)

σ = Konstante $5,6 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2 \cdot \text{K}^4}$

d = Entfernung zwischen
Sender und Empfänger [cm]

Der ausgewertete Strahlfluß muß die Umgebungsstrahlungen und die Detektortemperatur berücksichtigen. Der wirksame 'Kontrast' geht in

$$\phi = \frac{\alpha \cdot A_S \cdot A_E \cdot \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_z^4 - T_u^4)}{\pi \cdot d^2} [\text{W}]$$

mit:

T_z = Zieltemperatur [K]

T_u = Umgebungstemperatur [K]

Im nachfolgenden Teil folgt eine vereinfachte Formel, die Abschätzungen für das beschriebene Gerät ermöglicht.

Als Strahlungssensor wird ein Thermosäulendetektor eingesetzt, der bei Wärmeeinstrahlung unmittelbar eine Meßspannung liefert — unabhängig von der eingestrahnten Wellenlänge, sofern diese nicht durch ein vorgesetztes Fenster gefiltert wird. Die physikalische Grundlage dieses Prinzips bildet der Seebeck-Effekt des Thermoelementes: Berühren sich an einer Kontaktstelle zwei verschiedene Metalle, so treten Elektronen von einem zum anderen Metall über, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur der Kontaktstelle ist, da sich mit der Temperatur die Beweglichkeit der Elektronen erhöht.

Verbindet man die beiden Leiter auch an ihren anderen Enden, so heben sich die Kontaktspannungen auf, es sei denn, die Verbindungsstellen haben nicht die gleiche Temperatur. Einer Temperaturdifferenz entspricht folglich eine bestimmte Spannungsdifferenz (Bild 2). Die entstehenden Kontaktspannungen sind sehr klein und liegen für Eisen-Konstantan-Leiter bei $50 \mu\text{V}$ je Grad Temperaturdifferenz. Schaltet man eine Anzahl von Elementen, bestehend aus je zwei Kontaktstellen, der Vergleichsstelle und der Meßstelle, hintereinander, summieren sich die Spannungen, sofern alle Meßstellen auf einer aktiven Fläche liegen und die Vergleichsstellen guten Wärmekontakt mit dem Gehäuse haben (Bild 2).

Wegen seiner günstigen Eigenschaften wurde hier der Detektor 1M eingesetzt. In Dünnfilntechnik sind 15 Meßblöcken von Wismut-Antimon-Leitern

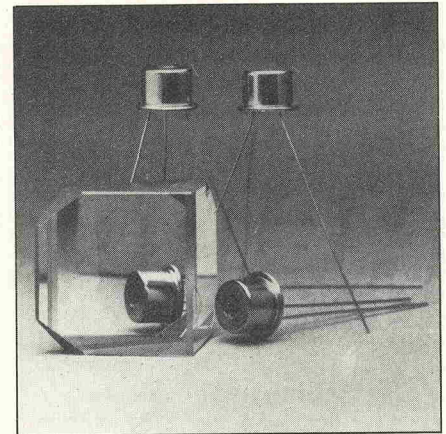


Bild 1. Nicht ganz billig: Der Thermosäulendetektor kostet ca. 250 Mark.

in einem unter Schutzgas liegenden TO-5-Gehäuse untergebracht (Bild 3). Der Detektor zeigt eine gute Langzeitstabilität und ist unempfindlich gegenüber Temperaturschocks und mechanischen Erschütterungen. Das üblicher-

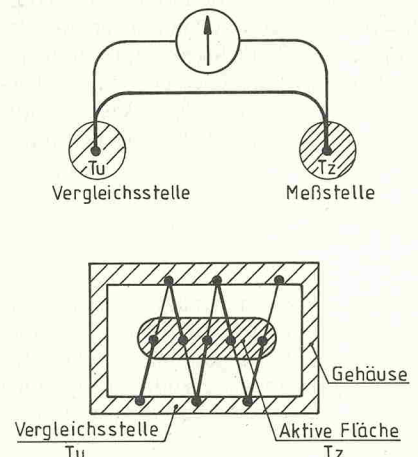


Bild 2. Oben das Prinzip, unten die technische Ausführung. Beim Thermosäulendetektor werden mehrere Thermoelemente in Serie geschaltet.

weise eingebaute KBr (Kaliumbromid)-Fenster legt die obere Grenzwellenlänge mit $30 \mu\text{m}$ fest und bewirkt gleichbleibende Empfindlichkeit bis in den Ultraviolettbereich.

Widerstand	ca. 3 k Ω
Rauschspannung	7 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Empfindlichkeit	25 V/W
NEP	0,3 nW/ $\sqrt{\text{Hz}}$
Zeitkonstante	32 ms

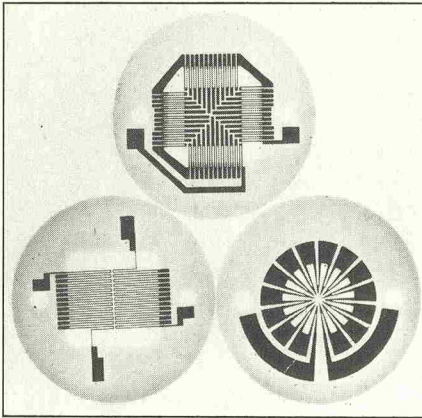


Bild 3. Verschiedene Ausführungen von Sensoren. Die Thermoelemente sind als Chip-Strukturen realisiert.

Um gute Eigenschaften bei der hohen, erforderlichen Gleichspannungsverstärkung zu erzielen, wurde ein spezieller Instrumentenverstärker-OpAmp gewählt (Bild 4). Die zweite Stufe (IC2) bildet den Differenzverstärker, der das erdsymmetrische Meßsignal verstärkt. Es erscheint als U_{A3} an seinem Eingang. Bei symmetrischer Widerstandsbeschaltung beträgt die Verstärkung

$$V_2 = \frac{2 R_3}{2 R_2} = \frac{R_3}{R_2}$$

Diesem Differenzverstärker sind zwei Pufferstufen mit zusätzlicher Signalpegelanhebung vorgeschaltet. An den beiden nichtinvertierenden Eingängen stehen — bezogen auf 0-Potential —

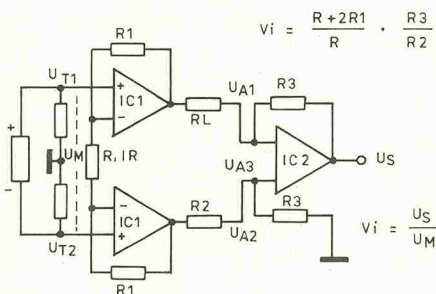


Bild 4. Die Sensorspannungen liegen im Mikrovoltbereich. Das erfordert den Einsatz hochwertiger Meß-OpAmps.

die Pegel $U_{T1}(+)$ und $U_{T2}(-)$ — und damit, nach der OpAmp-Theorie, auch an den invertierenden Eingängen. Die Differenz dieser beiden Pegel ($U_{T1} - U_{T2}$) bildet die eigentliche Meßspannung U_M , die folglich auch durch R den Strom I_R erzeugt. Dieser Strom wird durch die beiden Gegenkopplungswiderstände aufgebracht, die die Spannungen U_{A1} und U_{A2} hervorrufen. Wegen der verschiedenen Stromrichtungen (bei gleichen Widerständen) ist $U_{A1} = -U_{A2}$. Dazu kommt noch die Spannung über dem Widerstand R ; zusammen ergeben sie U_{A3} . Die Verstärkung beträgt

$$\frac{U_{A3}}{U_M} = \frac{U_{A3}}{U_{T1} - U_{T2}}$$

mit

$$U_{A3} = I_R \cdot R + I_R \cdot R_1 + I_R \cdot R_2 = I_R (R + 2 R_1),$$

wobei

$$I_R = \frac{U_{T1} - U_{T2}}{R} = \frac{U_M}{R}$$

ist, folgt aus diesem Ansatz die Verstärkung der Doppelstufe:

$$V_1 = \frac{I_R (R + 2 R_1)}{I_R \cdot R} = \frac{R + 2 R_1}{R}$$

Die Gesamtverstärkung des Instrumentenverstärkers ist dann

$$V_i = V_1 \cdot V_2 = \frac{R + 2 R_1}{R} \cdot \frac{R_3}{R_2}$$

Mit den im Schaltbild wiedergegebenen Werten (Bild 7) resultiert eine Verstärkung, die zwischen zwei, durch die Einstellung von R_4 bedingten Werten liegt:

für $R_4 = 0$ ($R = 100 \Omega$)

$$V_i = 6400$$

für $R_4 = 500 \Omega$ ($R = 600 \Omega$)

$$V_i = 1000$$

Der Eingangsschaltung kommt bei derart hohen Gleichspannungsverstärkung eine besondere Bedeutung zu. Hohe Anforderungen werden an die Offsetspannungen der Eingangsstufen gestellt. Sie sollen so klein wie möglich sein und eine sehr geringe Temperaturdrift aufweisen. Choppervverstärker haben diese Eigenschaften, zeigen jedoch ein viel zu hohes Eingangsrauschen.

Das Rauschen bildet dann auch das zweite Problem; es bestimmt die mögliche Auflösung des Gerätes. Zu berücksichtigen sind das thermische Rau-

schen der Eingangswiderstände, der Thermosäule mit ihren Parallelwiderständen mit etwa $8nV/\sqrt{Hz}$ und das Eingangsrauschen der integrierten Schaltung. Letzteres setzt sich vorwiegend aus weißem Rauschen und Funkelrauschen zusammen. Bild 5 zeigt, wie sehr sich gängige OpAmps hinsichtlich dieser beiden Anteile unterscheiden.

Eingangsoffset und Rauschen sind die Hauptprobleme beim Verstärken sehr kleiner Gleichspannungen.

Deutlich wird auch der Übergangsknick der beiden Rauschanteile. Dieser ist bei der integrierten Schaltung OP 227 stark in den Bereich niedriger Frequenzen verschoben. Daraus folgt, daß das frequenzabhängige Funkelrauschen ($1/f$ -Rauschen) erst bei niedrigen Frequenzen an Bedeutung gewinnt. Es steigt somit unterhalb von 1 Hz weiter an. Für das Intervall von 0,1 bis 10 Hz ist für den OP 227 G ein typischer Wert von $U_R = 0,09 \mu V_{pp}$ angegeben und ein Maximalwert von $0,28 \mu V_{pp}$ angegeben. Bei einer Doppelstufe erhöht sich die Rauschspannung entsprechend um den Faktor $\sqrt{2}$.

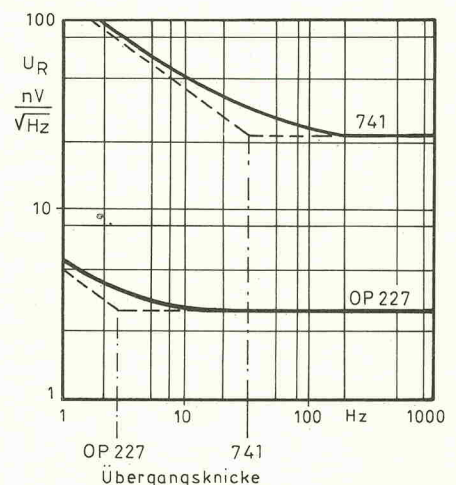


Bild 5. Das Diagramm zeigt den für die Gleichspannungsverstärkung bedeutsamen Übergangsknick zwischen zwei verschiedenen Rauschanteilen.

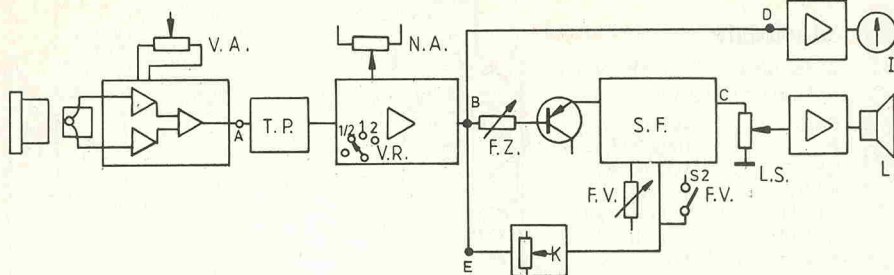


Bild 6. Die verschiedenen Abgleich- und Bedienungselemente sind im Blockschaltbild übersichtlicher als im Schaltplan zu erkennen.

- V A Vorabgleich (R 8)
- N A Nullabgleich (R 23)
- F Z Frequenzzuordnung (R 26)
- F V Frequenzvergleich (R 31)
- L S Lautstärke (R 39)
- V R Verstärkungsreglung (S 1a)
- K Komparator (R 52)

Daneben zeigt der OP 227 G auch einen sehr günstigen Offsetwert von typisch $60 \mu\text{V}$ (maximal $180 \mu\text{V}$), eine gute Langzeitstabilität von $0,2 \dots 0,4 \mu\text{V}/\text{Mo}$ und eine durchschnittliche Eingangsoffsetdrift von $0,5 \dots 1,8 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Das Trimpoti R8 dient dem Vorabgleich (V.A.). Ein erster Tiefpaß mit $f_0 = 2,7 \text{ Hz}$ liegt über dem Gegenkopplungswiderstand von IC2, ein weiterer mit $f_0 = 1 \text{ Hz}$ folgt am Ausgang.

Danach folgt eine Summierstufe für Signal- und Abgleichspannung (R23, N.A.). Hier kann die Verstärkung mit S1 (V.R.) in drei Stufen gewählt werden ($0,5 v_i$, v_i , $2 v_i$). Eine Übersicht bietet das Blockschaltbild (Bild 6); die Schaltung zeigt Bild 7.

Die integrierte Schaltung XR 2206 (IC4) bildet den Spannungs/Frequenz-Wandler. Das IC enthält einen VCO, der über Pin 7 oder Pin 8 stromgesteuert wird.

Pin 7(8) liegt intern auf 3 Volt fest. Die Stromänderung erfolgt über den gesteuerten Emitter/Kollektor-Widerstand des Transistors BC 560 C. Mit R32 kann diese Stromänderung in Abhängigkeit vom Bassstrom variiert werden und somit auch der Frequenzhub, bezogen auf die Signalspannungsänderung (Schaltpunkt B). Der Frequenzbereich ist mittels einer Vorspannung durch R29 einstellbar.

Ein Umschalter im IC erlaubt es, die VCO-Steuerung wahlweise über Pin 8 oder R31 vorzunehmen. Er wird entweder durch den Schalter S2 am Komparator-Potentiometer (K) R52 oder durch den Komparator selbst bestätigt. Bei Überschreitung eines festlegbaren Anzeigewertes der Signalspannung schaltet der Komparator (IC7) auf die mit R31 veränderliche Tonfrequenz um, die als Überschreitungsanzeige und als Vergleichsfrequenz genutzt wird. Der Spannungsteiler für Pin 3 legt mit R36 und R38 den Gleichspannungsanteil der Ausgangsspannung (Pin 2) fest, deren sinusförmige Amplitude mit R42 eingeregelt wird. Das Trimpoti R35 bestimmt die Symmetrie der Tonfrequenzspannung.

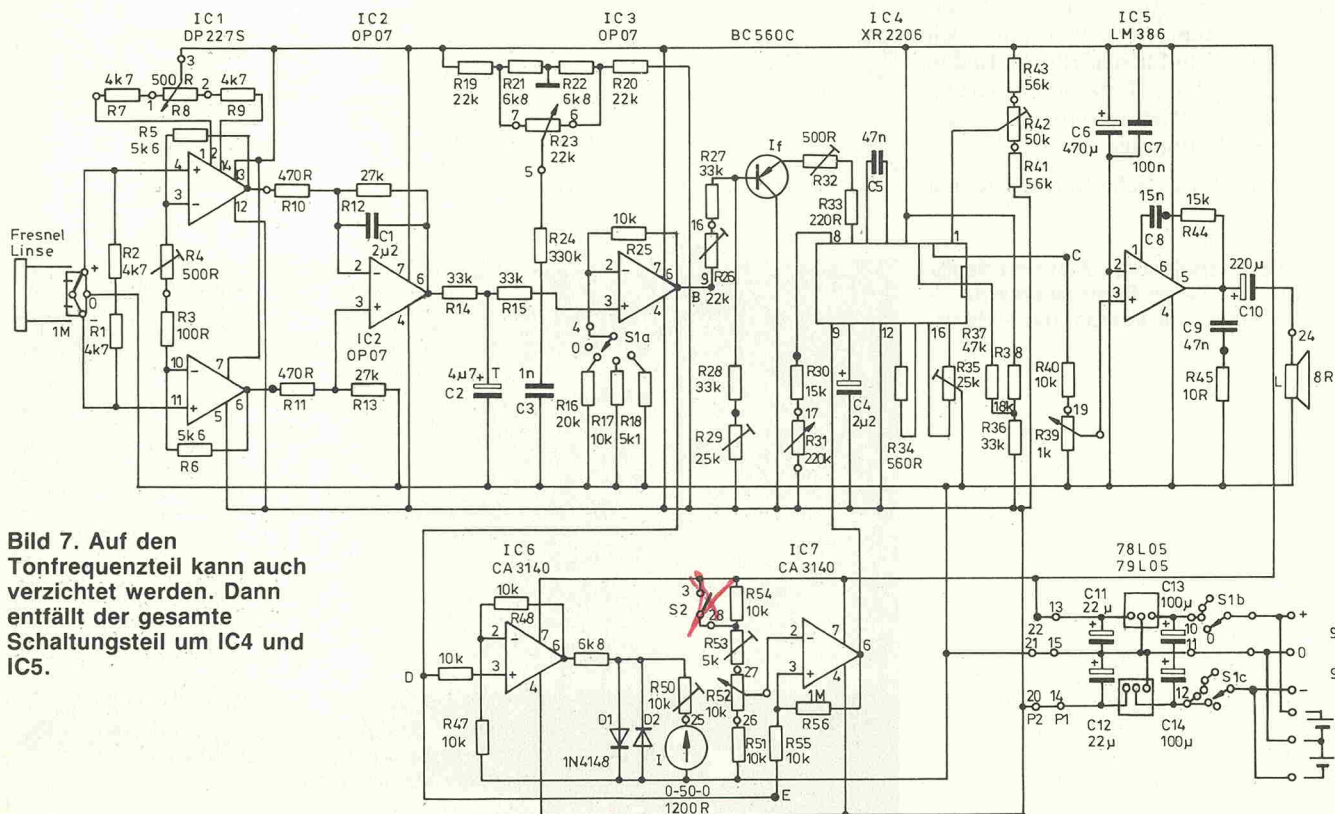


Bild 7. Auf den Tonfrequenzteil kann auch verzichtet werden. Dann entfällt der gesamte Schaltungsteil um IC4 und IC5.

IR-Strahlungsdetektor

Als Ausgangsverstärker für den Miniaturlautsprecher dient ein LM 386 (IC5), der auch bei der geringen Versorgungsspannung von 5 V arbeitet und der durch seinen geringen Ruhestrom Batteriebetrieb gestattet. Werden die Eingänge 1 und 8 nicht beschaltet, ist die Verstärkung 20-fach. Der Spannungsteiler am Eingang, R39, R40, dient der Lautstärkeregelung (L.S.).

6 Potis, 1 Schalter:
Der Umgang mit dem Gerät erfordert ein wenig Übung.

IC6 dient als Pufferstufe. Sie bringt keine Verstärkung, belastet aber die Signalspannung im Schaltpunkt B kaum. Ein Diodenpaar schützt das Meßinstrument (50 — 0 — 50 μ A, 1200 Ω). R48 und R50 (regelbar) begrenzen den Strom durch das Meßwerk und gestatten eine Empfindlichkeits-einstellung.

Die Schaltung ist für den Betrieb an einem ± 9 -V-Netzgerät ausgelegt, oder für eine entsprechende Batterie- oder Akku-Versorgung. Der Stromverbrauch liegt bei etwa 30 mA je Zweig, so daß eine Batterie-Versorgung noch möglich ist. Die kleinen Blocks finden im Gehäuse Platz. Eine Stabilisierung stellt die Betriebsspannungen von ± 5 V zur Verfügung.

Der Abgleich der Schaltung sollte erst

Stückliste

Widerstände, 5%, 1/4W, wenn nicht anders angegeben

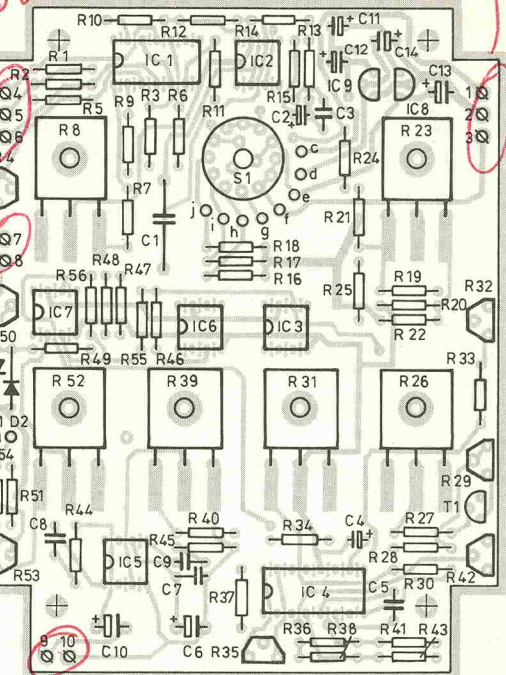
R1,2	4k7 Metall
R3	100R Metall
R5,6	5k6 Metall
R7,9	4k7 Metall
R10,11	470R Metall
R12,13	27k Metall
R14,15,27,28,36	33k
R16	20k
R17,25,40,46,47,48,51,54,55	10k
R18	5k1
R19,20	22k
R21,22,49	6k8
R24	330k
R30,44	15k
R33	220R
R34	569R Metall
R37	47k
R38	18k
R41,43	56k
R56	1M

Trimpotpis

R4,8	500R keram.
R29,35	25k
R42	50k
R50	10k keram.
R53	5k
Potentiometer, 0,15 W, linear	
R26,33	22k
R31	220k
R39	1k
R52	5k mit Schalter

Kondensatoren

C1	2 μ 2 Folie
C2	4 μ 7 Tantal
C3	1n keram.
C4	2 μ 2 Tantal
C5,9	47n
C6	470 μ /6V3 Elko
C7	100n keram.
C8	15n
C10	220 μ /16V Elko
C11,12	22 μ /16V Elko
C13,14	100 μ /16V Elko



Beeper

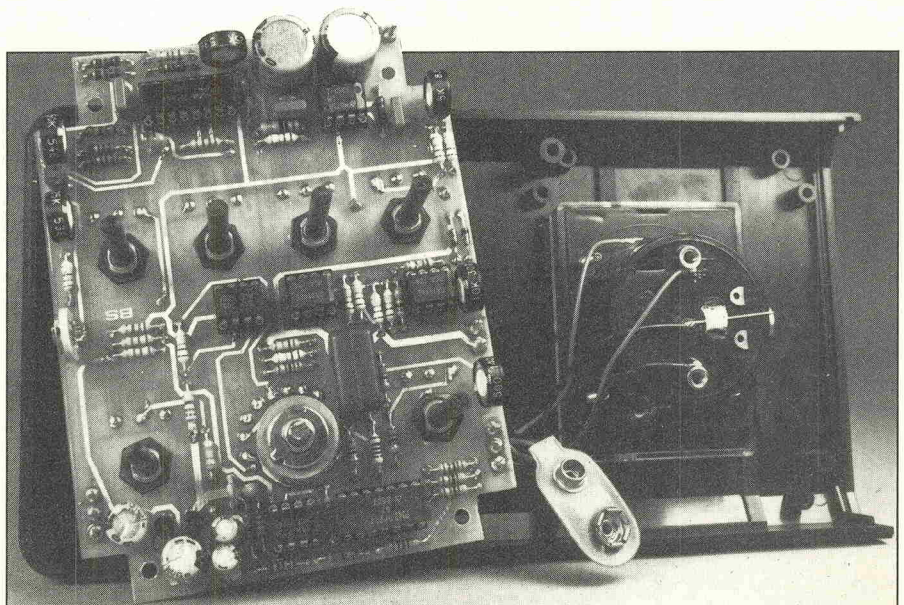
Halbleiter

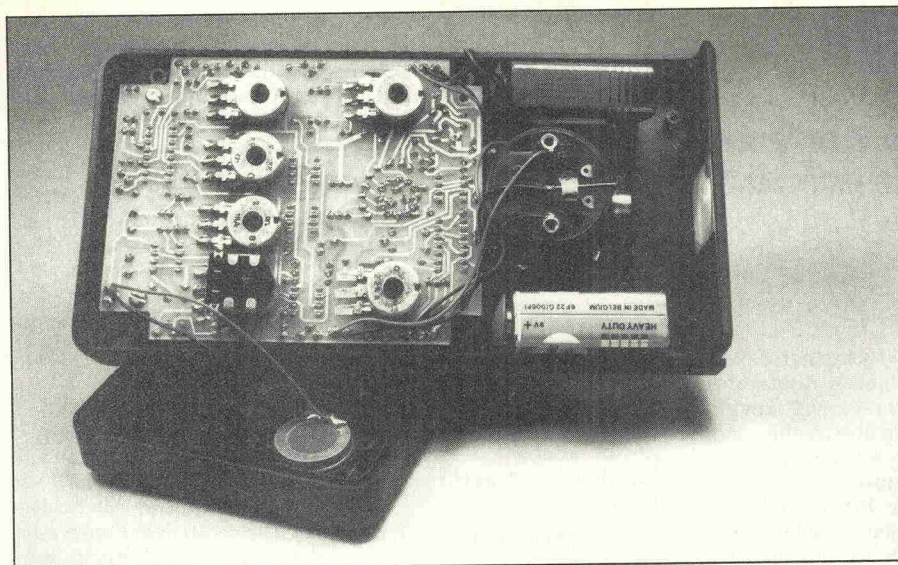
D1,2	1N4148
T1	BC560C
IC1	OP227G
IC2,3	OP07
IC4	XR2206
IC5	LM386
IC6,7	CA3140
IC8	78L05
IC9	79L05

Sonstiges

S1	Miniaturstufenschalter 3 \times 4
	Drehspulinstrument, 50—0—50 μ A, 1200 Ω
	Miniaturlautsprecher, 8 Ω , 100 mW
	IC-Fassungen
	Fresnel-Linse, 2,5 bzw. 6,5 cm \varnothing , Modell 1010 bzw. (1011)
	Infrarotsensor 1M KBR

Die doppelseitige Platine erlaubt — trotz der vielen Bedienelemente — einen sehr kompakten Aufbau.





Mit seinen Maßen 20 x 10 x 4 cm ist der Thermodetektor ein echtes Handgerät. Oben auf das Meßwerk geklebt — der Sensor, davor die Fresnel-Linse.

nach einer Vorwärmezeit von ungefähr fünf Minuten erfolgen. Zunächst wird mit S2 (V.R.) die Verstärkung festgelegt (Voreinstellung mit R4). Das Poti R23 (N.A.) wird in Mittelstellung gebracht und danach mit R8 (V.A.) das Instrument auf Null gestellt. Nacheinstellungen erfolgen mit R33 (N.A.). Die Anzeige bleibt konstant, solange keine Wärmezustandsänderungen auftreten.

Mit dem Poti R26 (F.Z.) wird die Tonfrequenz festgelegt, die sich auf einen bestimmten Strahlfluß beziehen soll. Eine Voreinstellung des Bereiches kann mit dem Trimpoti R29 erfolgen.

Die Empfindlichkeit der Schaltung kann mit einer kleinen Hilfskonstruktion bestimmt werden. Als Strahlungsquelle dient dabei ein LötKolben, der

mit einer beruhten Messingscheibe versehen wird (\varnothing 3 cm). Mit Hilfe eines Vorwiderstandes oder Regeltrafos wird die Temperatur der Scheibenoberfläche auf $T_Z = 30^\circ\text{C} \pm 303\text{ K}$ eingestellt. Der Sensor wird mit 10 cm Abstand vor der Scheibe angeordnet. Bei einer Umgebungstemperatur von $T_U = 22^\circ\text{C} \pm 295\text{ K}$ und einem angenommenen Verlustfaktor von $\alpha = 0,4$ lautet dann die Berechnung des Strahlflusses:

$$\phi = \frac{5,67 \cdot 10^{-12} (303^4 - 295^4) \cdot 3 \cdot 0,01 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 100} [\text{W}]$$

Damit ergibt sich ein Strahlfluß von $1,7 \cdot 10^{-7}\text{ W}$ auf die wirksame Detektorfläche. Aus der Detektorempfindlichkeit $R = 25$ resultiert dann eine Meßspannung von $4,2\mu\text{V}$, die anschließend um den Faktor 2500 verstärkt wird. Die berechnete Signalspannung beträgt dann etwa 10 mV, was mit der praktischen Messung annähernd übereinstimmt.

Faßt man die auf den Detektor 1M bezogenen Parameter und die Konstanten zusammen, entsteht eine handlichere Formel für die unverstärkte Meßspannung U_M :

$$U_S = \frac{45 \cdot 10^{-4} (T_Z^4 - T_U^4) \cdot \alpha \cdot A_s}{d^2} [\text{V}]$$

Für alle praktischen Messungen hat sich diese Annäherungsformel — und als solche muß sie bei den nicht exakt erfaßbaren strahlungsphysikalischen Komponenten angesehen werden — gut brauchbar gezeigt.

Durch den Vorsatz einer IR-durchlässigen Linse kann die Empfindlichkeit des Gerätes erheblich gesteigert werden. Empfehlenswert ist eine Fresnel-linse mit einem Durchmesser von 2,5 cm aus optimiertem 0,4 mm dicken Kunststoff. Diese Lösung stellt eine preisgünstige Alternative zu kostspieligen Spezialgläsern für den IR-Bereich dar.

Mit dem Vorsatz der Linse wird die Detektorfläche scheinbar vergrößert — gemäß praktischen Versuchen etwa 100fach. Die Meßfläche hat damit in 1 m Abstand einen Durchmesser von 10 cm, in 6 m Abstand 50 cm. Die Diagramme (Bild 8) wurden mit einer Heizplatte (15 cm \varnothing) im Abstand von 3 m aufgenommen. Sie zeigen die funktionalen Zusammenhänge der wichtigen Meßwerte.

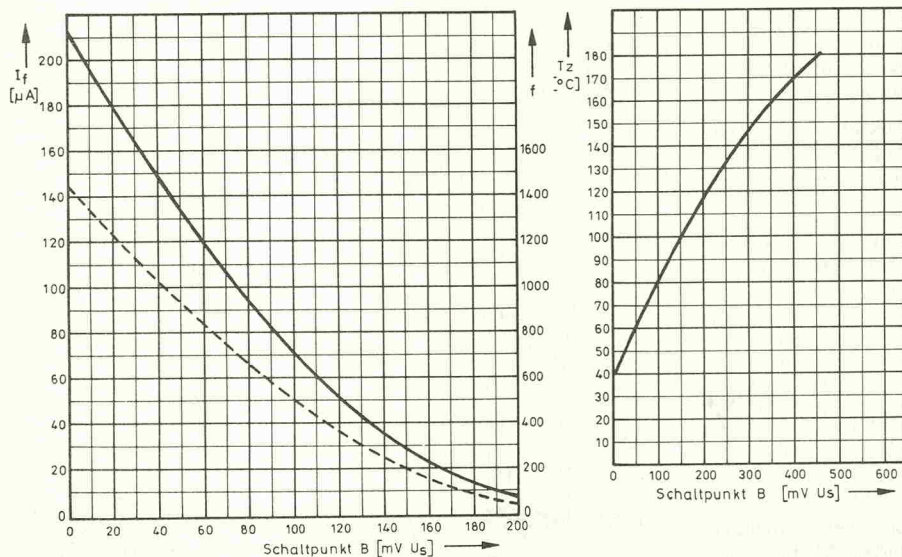


Bild 8. Beide Diagramme wurden mit Hilfe einer Heizplatte erstellt, die in 3 m Abstand vor dem Sensor aufgestellt war.

Modellbau

Untersuchung des Zeitverhaltens eines Temperatursensors anhand eines Modells

Marion Klie

Jeder kennt die spannenden zehn Minuten, in denen das Fieberthermometer unter dem Arm oder an anderer Örtlichkeit größerer Aussagekraft verweilen muß, in denen sich entscheidet, ob die Unlust auf Schule oder Arbeit sich mit harten Fakten untermauern läßt. Da es sich bei diesem Beispiel einer Anwendung um eine statische Messung handelt, ist es unerheblich, ob der Endwert der Anzeige nach ein, drei, fünf oder zehn Minuten erreicht wird. Wie aber sieht es mit dem Zeitverhalten von Temperatursensoren für dynamische Messungen aus?

Bei wenigen Herstellern finden sich dazu Angaben, die darüber hinaus auf praktische Anwendungen kaum übertragbar sind, sei es, daß sie sich auf den 'nackten' Sensor beziehen oder daß im realen Prozeß völlig andere Umgebungsbedingungen herrschen. Es ist also in vielen Anwendungsfällen von dynamischen Temperaturmessungen notwendig, das Zeitverhalten des Aufnehmers in der jeweiligen Umgebung zu kennen, um das Ergebnis richtig interpretieren oder korrigieren zu können, beziehungsweise den Regelkreis sinnvoll zu dimensionieren.

Es gilt also eine relativ einfache Möglichkeit zu schaffen, dem zeitlichen Verlauf der Übertragungsfunktion, also die Antwort des Sensors auf einen Temperatursprung, im zu messenden Medium auf die Spur zu kommen, weil damit das dynamische Verhalten auf alle anderen Eingangsfunktionen beschrieben ist.

Dabei sind neben dem Sensor selbst zwei Gesichtspunkte zu betrachten, die leider häufig das Geschehen stärker beeinflussen als dieser selber:

— die Konfektionierung (zum Beispiel Montage an Flächen, Ummantelung und dergleichen),

— die Umwelt des Aufnehmers, also zum Beispiel, welches Medium (fester Körper, Gas, Flüssigkeit) soll gemessen werden, und welche Strömung hat das Fluid gegebenenfalls?

Man kennt aus dem klassischen Anwendungsfeld der Physik — Heim und Herd — die gravierenden Unterschiede des Wärmeübergangs bei Gasen und Flüssigkeiten, bei ruhenden und strömenden Medien, das bedeutet, ob der Wärmeübergang in der Hauptsache auf Wärmestrahlung, Wärmelei-

tung oder Konvektion beruht. Als kleine Gedächtnisstütze: Eier immer unter fließendem Wasser abkühlen, nie in stehender Luft, sonst erschrecken sie nicht richtig!

Grundsätzlich stehen drei Wege offen, die Übertragungsfunktion zu finden: Der experimentelle, der mathematische und der raffinierte. Um den ersten Weg zu beschreiten, benötigt man ein Abbild des eigentlichen Prozesses, in dem man einen Temperatursprung realisieren kann, um dann die Reaktion des Probanden aufzeichnen zu können. Wie so eine 'Maschine' aussieht zeigt Bild 1.

Es ist leicht einzusehen, daß besonders bei 'schnellen' Sensoren ein Temperatursprung mit genügend steiler Anstiegsflanke schwer zu realisieren ist.

Der mathematische Weg ist da im Ansatz schon sehr viel unkomplizierter. Die Temperaturverteilung innerhalb eines beliebigen Körpers im Koordinatensystem x, y, z , läßt sich bei gegebenen Anfangsbedingungen durch die Differentialgleichung nach Fourier beschreiben:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial z^2} \right)$$

Unter sehr vereinfachten Bedingungen — und die sind gerade nicht gefragt — ist die Lösung möglich. Für komplizierte Strukturen und differenzierte räumlich und zeitliche Randbedingungen läßt sich die gesuchte Übertragungsfunktion analytisch nicht mehr finden.

Und nun zum dritten Weg: Da die rechnerische und experi-

mentelle Darstellung der Einflußgrößen praktisch nicht möglich ist und die Parameter nur schwer oder gar nicht variiert werden können, soll angestrebt werden, ein analoges Modell zu entwickeln, dessen Parameter sich in weiten Bereichen leicht variieren lassen und dessen Modellgrößen für Messungen leicht zugänglich sind. Eine praktikable Lösung: Das elektrische Modell für thermische Vorgänge, von Herrn Beuken 1936 gefunden.

Zwischen der Stromleitung in einer elektrischen Leitung und dem Wärmetransport läßt sich eine Analogie herstellen, wie aus der formalen Ähnlichkeit der Differentialgleichungen ersichtlich ist. Beschränkt man die Betrachtung auf den eindimensionalen Wärmetransport, lautet die Differentialgleichung:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} \right)$$

Die Leitungsgleichung lautet:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{1}{R' \cdot C'} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

Wenn C' (F/m) der Kapazitätsbelag der Leitung ist. Damit ergibt sich der Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung. Die beiden nichtstationären Transportvorgänge sind identisch, wenn bei gleichen räumlichen und zeitlichen Grenzbedingungen die Temperaturleitfähigkeit

$$a = \frac{1}{R' \cdot C'}$$

ist.

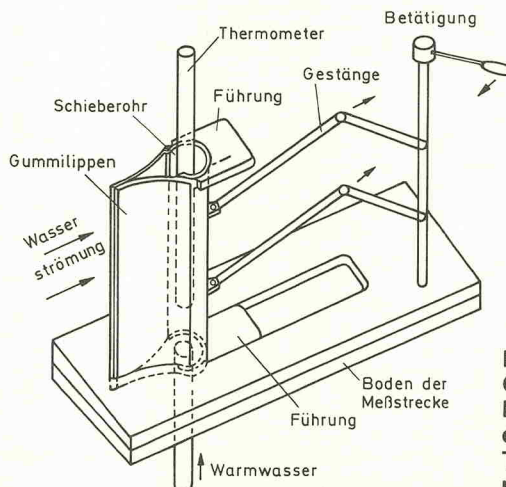


Bild 1. Ein Gerät zur Erzeugung eines Temperatursprungs.

Die Übereinstimmung ist allerdings nur beschränkt auf die Gesetze, die den eigentlichen Strömungsvorgang beschreiben.

Ein praktischer Unterschied zwischen den beiden Systemen besteht darin, daß die beteiligten Werkstoffe sich den Strömungsvorgängen gegenüber größenordnungsmäßig unterschiedlich verhalten. Die Wärmeströmung verläuft nur selten näherungsweise in eindimensionalen Bahnen, da keine thermischen Isolatoren im Sinne von elektrischen Nichtleitern existieren. Die eindimensionale Darstellung von Wärmeströmungsvorgängen ist daher meist eine unzureichende Vereinfachung der wirklichen Verhältnisse. Bei der Modellbildung werden nun die geometrieabhängigen Größen Wärmewiderstand und Kapazität diskretisiert, das heißt, der betrachtete Körper in der Umgebung wird in einzelne Bausteine zerlegt, wobei trotzdem unter bestimmten Voraussetzungen die Leitungsgleichung Gültigkeit behält. In dem aus Widerständen und Kapazitäten bestehenden Netzwerk zeigt die zu ϑ analoge Größe U näherungsweise denselben kontinuierlichen Zeitverlauf.

Durch das Beuken-Modell sind damit nicht nur die Umgebungsbedingungen leicht simulierbar, es läßt sich auch der qualitative Einfluß von Änderungen des Sensoraufbaus (Simulation von Geometrieinflüssen, Material, Armierungen) aufzeigen.

Zwischen den Eigenschaften des Originals und den entsprechenden Größen des Modells bestehen die folgenden Beziehungen:

Innenwiderstand

$$R = \mu_1 \cdot \frac{\Delta X}{\lambda A}$$

Außenwiderstand

$$R = \mu_1 \cdot \frac{1}{\alpha A}$$

Kapazität

$$C = \mu_2 \cdot \rho \cdot C_p \cdot A \cdot \Delta X$$

$$t_{el} = \mu_3 \cdot t_w$$

$$U = \mu_4 \cdot \vartheta$$

elrad 1988, Heft 7/8

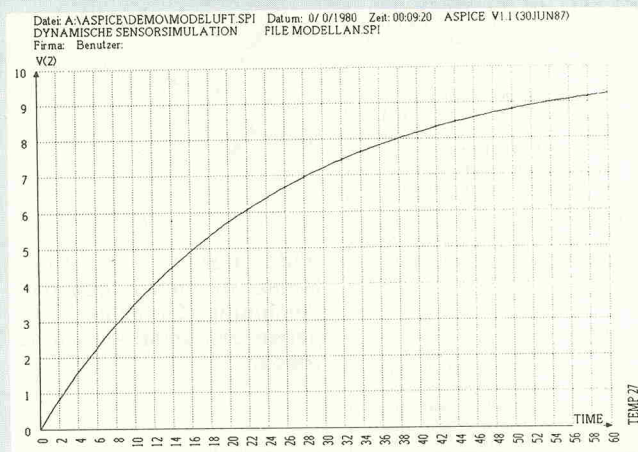
Spice — ein Analog-Elektronik-Simulator

Der Hardware-Aufbau der Beuken-Modelle stößt bald an seine Grenzen. Sei es wegen der 'krummen' Werte der Bauteile oder der Komplexität der Versuche (hier eine andere Ummantelung, dort eine geänderte Sensorgeometrie). Eine elegante Möglichkeit, die gefundenen Netzwerke zu untersuchen, ist ihre Berechnung mit Analyseprogrammen. Eines der bekanntesten ist 'Spice', ein Simulationsprogramm, entwickelt 1972 von der University of California in Berkeley. Eine vollständige Adaption auf den Atari ST ist das hier vorgestellte 'Aspice'. Mit diesem Programm können nichtlineare Gleichstrom-, nichtlineare Einschwing- und lineare Kleinsignal-Wechselstrom-Analysen bei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt werden.

In einer Eingabedatei werden die zu untersuchende Schaltung, die Analyseart und die Form der Ausgabe festgelegt. Im vorliegenden Fall des Beuken-Modells bedeutet das: Jedes Bauelement des Netzwerkes ist durch seinen Kennbuchstaben (R = Widerstand, C = Kondensator), seinen Index, seinen Wert und seine Lage zwischen zwei Knotenpunkten genau beschrieben.

Ähnlich werden Eingangsspannung und Analyseart definiert: Die Eingangsspannungsquelle liegt zwischen zwei Knoten, zusätzlich kann der Eingangsspannungsverlauf vorgegeben werden (In der abgedruckten Beispieldatei ist es eine Exponentialfunktion, die mit einer Zeitkonstanten von einer Millisekunde von 0 auf 10 V ansteigt).

Untersucht werden soll das Einschwingverhalten, was durch die Steueranweisung .TRAN, mit den Angaben über Analyseintervalle und den Zeitraum der Untersuchung, geschieht. Der .PRINT-Befehl definiert, gestützt auf die Angaben im .TRAN-Befehl, die Ausga-



Die Sprungantwort auf die Eingangsfunktion VIN.

```
.WIDTH OUT=80
.OPTIONS ADCT LIST NODE OPTS
*
VIN 16 0 EXP(0 10 0 0.1MS 150S 1MS)
R1 1 2 240HM
R2 2 3 1.73KOHM
R3 6 3 680HM
R4 3 4 1800HM
R5 4 5 1800HM
R6 6 2 1.17MEGOM
R7 6 7 24.80HM
R8 7 8 180HM
R9 8 5 6.2KOHM
R10 9 6 1MEGOM
R11 10 6 27.50HM
R12 10 11 200HM
R13 11 8 6.2KOHM
R14 16 9 26.7KOHM
R15 16 6 26.7KOHM
R16 16 1 26.7KOHM
R17 16 11 26.7KOHM
R18 16 8 26.7KOHM
R19 16 5 26.7KOHM
R20 16 10 26.7KOHM
R21 16 7 26.7KOHM
R22 16 4 26.7KOHM
R23 16 14 26.7KOHM
R24 16 15 26.7KOHM
R25 13 9 390KOHM
R26 12 11 390KOHM
R27 14 13 390KOHM
R28 15 12 390KOHM
CA 2 0 4.5N
CB 0 5 43.5U
CC 0 6 2.5U
CD 0 8 440U
CE 0 6 3.3U
CF 0 11 392U
CG 13 0 360U
CH 12 0 360U
.TRAN 750H 60S
.PRINT TRAN V(2)
.END
```

Die Spice-Eingabedatei. Zeilen mit '*'-Kennzeichen werden wie Kommentare behandelt.

beform des gefundenen Graphen und die Stelle im Netzwerk, an der gemessen werden soll. Nebenstehend ist eine 'Spice'-Eingabedatei und ein Analyseergebnis eines Beuken-Modells abgebildet.

Ist das Modell eines 'nackten' Sensors gefunden, besteht die Möglichkeit, sein Ersatzschaltbild als Makro zu definieren und die Auswirkungen unterschiedlichster Meßsituationen und Armierungen (Außenbeschaltungen) zu testen.

Der hier vorgestellte Anwendungsfall für 'Aspice' ist eine der leichteren Übungen, die das Programm bewältigt. Seine Stärken liegen in der Behandlung komplexer Schaltungen mit aktiven Bauelementen.

'Aspice'-Steckbrief:

Erforderliche Hardware: Atari ST mit 1 MByte Speicher, mindestens ein doppelseitiges Laufwerk, TOS im EPROM.

Lieferumfang: 'Aspice' mit GEM-Shell, Druckertreiber für Epson FX 80, Atari SMM 804 und SLM 804 sowie Star NB 15.

Preis: DM 248,-, Aufpreis für Coprozessorversion (MC 68881): DM 80,-.

Bezogen werden kann 'Aspice' beim Entwickler: Hartmut Ruff, Postfach 19 42, 7910 Neu-Ulm, Tel. (0 73 07) 2 41 87.

1000 Berlin Arit, Karl-Marx-Str. 27
JK Electronic Markt, Burgemeisterstraße
10/11 · Plastronic, Einemstr. 5 · WAB,
Otto-Suhr-Allee 106 c ·

2000 Hamburg Baderle Electronic Cen-
trum KG, Glockengießerwall 1 · BALÜ,
Burchardstr. 6 · Electronic-Bazar, Reet-
werder 3 · HEV, Wandsbeker Chaussee
98 · Wiepking, Schanzenstr. 115 · 2120
Lüneburg Beusch, An der Münze 3 ·
2300 Kiel Kensing, Knooper Weg 41 ·
2400 Lübeck Lenzner, Krähenstr. 13-19 ·
2800 Bremen Williges, Duckwitzstr. 42/44
· 2900 Oldenburg Kohl, Alexanderstr. 31
· 2940 Wilhelmshaven Electronic Bazar
Klauke, Marktstr. 106 ·

3000 Hannover Bartke, Goethestr. 5 ·
Menzel, Limmerstraße 3-5 · Nadler, Her-
schelstraße 31 · 3110 Uelzen Müller,
Schuhstr. 5 · 3200 Hildesheim Plennig,
Schuhstraße 10 · 3250 Hameln Reckler
Elektronik, Zentralstr. 6 · 3380 Goslar
Thometzek, Marktstr. 12 · 3500 Kassel
Köbberling, Schillerstr. 28 ·

4000 Düsseldorf Arit, Am Wehrhahn 75 ·
RM, Kölner Str. 4 · 4130 Moers Nürnberg,
Uerdinger Str. 121 · 4200 Oberhausen
Hüskes, Finanzstr. 14 · 4300 Essen Fern,
Kettwiger Str. 56 · 4400 Münster Merten,
Wolbecker Straße 54 · 4500 Osnabrück
Heinicke, Kommenderstr. 120 · 4600
Dortmund City-Electronic, Güntherstr. 75
· Köhler, Am Schwanenwall 45 · Nadler,
Bornstr. 22 · 4630 Bochum Lorenz Elec-
tronic, Electronische Bauteile, Wittener
Straße 125 · 4670 Lünen-Brambauer
H.P. Rogalla, Königshöhe 53 · 4790
Paderborn Jansen, Heierstraße 24 ·
4800 Bielefeld Berger, Heeper Str. 184 ·

5000 Köln P + M, Wallstraße 81 · 5270
Gummersbach F + H Electronic, Kölner
Str. 279 · 5300 Bonn Neumerkel, Stifts-
platz 10 · P + M, Sternstraße 102 · 5500
Trier Weistroffer, Karl-Marx-Str. 83-85 ·

6000 Frankfurt Mainfunk, Elbeistr. 11 ·
6100 Darmstadt Zimmermann, Kasinostr. 2
· 6300 Giessen Audio Electronic, Bleich-
straße 5 · 6500 Mainz Schmidt, Kaiser-
Wilhelm-Ring 47 · 6600 Saarbrücken
M-Tronic, Peter-Zimmer-Straße 13 · 6640
Merzig Schreiner, Hochwaldstr. 27 · 6680
Neunkirchen Gemmel, Pasteurstr. 11 ·
6720 Speyer/Rhein Seidel, Wormserstr. 18
· 6730 Neustadt Roland Benkler, Winz-
inger Straße 31 · 6800 Mannheim Walter,
N 5, 14 ·

7000 Stuttgart Arit, Katharinenstr. 22 ·
7100 Heilbronn HK, Gerberstr. 20 · 7140
Ludwigsburg Mayer, Friedrichstr. 15 ·
7321 Kirchheim u. Teck Kramer electro-
nic Technik, Turmstr. 10 · 7410 Reutlin-
gen Saier Electronic, Konrad-Adenauer-
Straße 8 · 7500 Karlsruhe ADE, Adlerstr.
12 · 7800 Freiburg Breisgau, Wasser-
straße 10 · Omega, Eschholzstraße 58 ·

8000 München Hartnagel, Schillerstr. 24
· 8520 Erlangen Feller, Marquardsenstr. 21
· 8700 Würzburg ZE, Juliuspromenade 9-15
· 8720 Schweinfurt Spath, Cramerstr. 9 ·
8750 Aschaffenburg VS, Am Flosshafen 1-3
· 8900 Augsburg Cornet Audio, Karlstr. 2 ·

Alleinvertrieb Österreich:

A - 6800 Feldkirch Target, Königshofstr. 57



Temperatursensoren

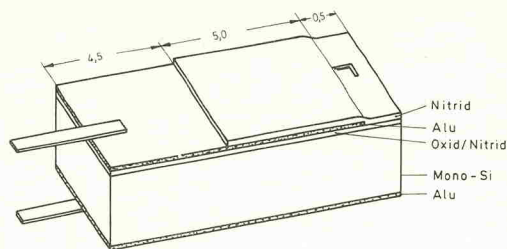


Bild 2. Der hier behandelte Sensor in unmaßstäblicher Zeichnung. Die Maße geben das Seitenverhältnis wieder.

ρ = Dichte
 λ = Wärmeleitfähigkeit
 C_p = spezifische Wärmekapazität
 A = Dichte Fläche
 t_{el} = Zeit des elektrischen Vorganges
 t_w = Zeit des thermischen Vorganges

α = Wärmeübergangszahl

Der Innenwiderstand R stellt den Wärmeleitwiderstand innerhalb eines Materials dar, wobei λ die Wärmeleitfähigkeit in $W/K \times m$, ein spezifischer Stoffwert, ist.

Der Außenwiderstand charakterisiert den Wärmeübergang zum Sensor. Er wird gekennzeichnet durch α , die Wärmeübergangszahl in $W/K \times m^2$, wobei α sowohl vom Medium und dessen Zustand abhängt, als auch von der Sensorgeometrie, vom Anströmwinkel, der Oberflächenbeschaffenheit und so weiter. Die Wärmeübergangszahl ist eine Funktion von verschiedenen empirischen Kennzahlen, die die Einflußgrößen charakterisieren (Nusselt-Zahl, Prandtl-Zahl, Reynolds-Zahl). Um nicht in die unergründlichen Tiefen der Thermodynamik eindringen zu müssen, an dieser Stelle nur soviel: Es gibt in der Literatur (zum Beispiel: VDI-Wärmeatlas) Tabellen beziehungsweise Kurvenscharen, aus denen man die entsprechenden Werte ermitteln kann. Für einige ausgewählte Meßbedingungen und die vorliegende Sensorgeometrie sind die Werte für α in Tabelle 1 zusammengestellt.

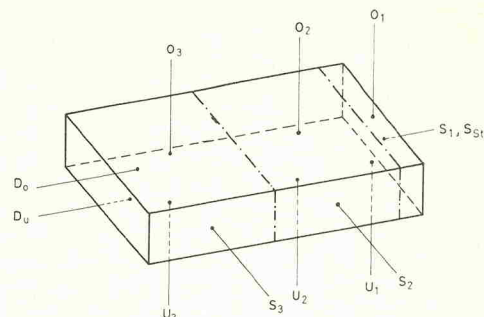
Die Übertragungskoeffizienten μ_1 und μ_2 können frei und un-

abhängig gewählt werden; für den zeitlichen Faktor muß dann $\mu_3 = \mu_1 \times \mu_2$ festgelegt werden. Der Koeffizient μ_{4t} kann beliebig gewählt werden, da nur relative Potentialänderungen betrachtet werden sollen.

Für exakte Modellabbildungen muß ein Teil des betrachteten Körpers in seiner Länge x (x ist die Richtung des Wärmestromes) in eine große Zahl von Schichten aufgespalten werden, wobei jede Schicht durch ein R/C-Glied nachgebildet wird. Es hat sich jedoch gezeigt, daß es in vielen Fällen ausreicht, nur wenige Glieder zu benutzen, um technisch vorkommende Fälle mit großer Genauigkeit darzustellen und durchzumessen.

Nachdem diese Beziehungen geklärt sind, wird der Sensor entsprechend zerlegt. Ein beispielhafter Aufbau eines Sensors ist in Bild 2 zu sehen.

Basierend auf der Sensorgeometrie wird der Körper in Schichten zerlegt, und die 'Angriffsflächen' für die Eingangsgrößen (Temperatur, entsprechend Spannung) festgelegt (siehe Bild 3). Die Eingänge S_1 bis S_3 , die den möglichen Wärmestrom durch die Seitenflächen auf den Monosiliziumkörper darstellen, sind stellvertretend für die beiden Seiten aufzufassen. Dementsprechend



O: Eingang an der Oberseite des Sensors
U: Eingang an der Unterseite des Sensors
S: Eingang an den Seitenflächen des Sensors
D₀: Eingang am Draht der Oberseite
D_u: Eingang am Draht der Unterseite.

Bild 3. Der zerlegte Sensor mit den angenommenen 'Wärmeeingängen'.

wird bei der Berechnung zum Beispiel der Wärmeübergangswiderstände die doppelte Fläche eingesetzt. In dem Ersatzschaltbild sind die Eingänge S_{st} und S_1 zusammengelegt.

Der entscheidende Schritt: Aus den Teilstücken des Sensors wird nun durch die Umwandlung in R/C-Glieder ein Netzwerk zwischen den festgelegten Eingängen aufgespannt. Es entsteht ein vorläufiges Ersatzschaltbild.

In dem Ersatzschaltbild (Bild 4) sind die einzelnen Schichten durch ein bis fünf Widerstände dargestellt, wobei die Kapazitäten schaltungstechnisch möglichst in die Mitte der Schicht gelegt werden. Die Widerstände einer Schicht sind so wieder gegeben und berechnet, als könnten die Längs- und Quer-

Meßbedingung	$\alpha [W/km^2]$	$R\alpha [\Omega]$
Luft 0,5 m/s	72,9	$3,74 \cdot 10^4$
Luft 1,0 m/s	102,2	$2,67 \cdot 10^4$
Wasser 0,2 m/s	$8,71 \cdot 10^3$	$3,13 \cdot 10^2$
Wasser 0,5 m/s	$14,2 \cdot 10^3$	$1,92 \cdot 10^2$
Wasser, ruhend	728	$3,75 \cdot 10^3$
Öl 0,2 m/s	901,7	$3,03 \cdot 10^3$
Öl 0,5 m/s	$1,41 \cdot 10^3$	$1,93 \cdot 10^3$
Öl, ruhend	72,7	$3,75 \cdot 10^4$

Tabelle 1. Die Werte der Wärmeübergangszahl und des entsprechenden Außenwiderstandes für unterschiedliche Meßbedingungen.

wärmeleitfähigkeiten einer Schicht sich als unabhängig voneinander darstellen lassen. Bei Beschränkung auf wenige Bauteile entsteht dabei ein Fehler, wenn die Schaltung nicht mehr symmetrisch angelegt werden kann, und man Wärmeströmungen betrachtet, die nicht ausschließlich in einer Koordinatenrichtung fließen.

Die Oxidschicht ist mit der daraufliegenden Nitridschicht zusammengefaßt. Das Ersatzschaltbild hat elf Eingänge, um alle möglichen Meßbedingungen darstellen zu können. Beispielsweise kann an einen Teil der Eingänge eine Spannung gemäß der jeweiligen Übertemperatur gelegt werden, während die anderen Eingänge auf Masse (entsprechend der Bezugstemperatur) liegen. Es wird zur Simulation der Umgebungsbedingungen, zum Beispiel der Armierung oder des Wärmeüberganges, erforderlich sein, die Eingangsspannung über verschiedene zusätzliche R/C-Kombinationen oder Außenwiderstände einzuspeisen.

Nachdem der geistige Teil erledigt ist, kommt nun die Fleißarbeit. Aus den aufgezeigten Beziehungen für R und C und unter Zuhilfenahme der Stoffwerte aus Tabelle 2 können nun Wärmewiderstände und Wärmekapazitäten der einzelnen

Glieder berechnet und wie durch die Flächenaufteilung vorgegeben, aufgeteilt werden (siehe Bild 4). Anschließend ist der Scharfblick des Praktikers gefragt. Zunächst: Welche Werte lassen sich vernachlässigen? Im vorliegenden Beispiel können alle Widerstände kleiner $5 \times 10^{-3} \text{ K/W}$ und alle Kapazitäten kleiner $7 \times 10^{-6} \text{ J/K}$ vernachlässigt werden. Dann: Welche Übertragungskoeffizienten ergeben eine sinnvolle Umsetzung in elektrische Größen?

Der Übertragungskoeffizient für die Widerstände wird festgelegt mit $\mu_1 = 100\Omega \times \text{W/K}$, um die üblichen Widerstandswerte verwenden zu können. Für die Aufzeichnung der Sprungantworten ist es in diesem Fall günstig, wenn der elektrische Zeitablauf etwas langsamer ist als der thermische, so daß ein normaler x/t-Schreiber benutzt werden kann. Für die Kapazitäten wird deshalb der Übertragungsfaktor $\mu_2 = 10 \times 10^{-1} \text{ F} \times \text{K/J}$ gewählt. Daraus folgt dann $\tau_{el} = 10 \times \tau_w$. Durch die oben getroffenen Vernachlässigungen können in der Schaltung zusätzlich einige Bauteile zusammengefaßt werden. Es entsteht ein vereinfachtes Ersatzschaltbild, welches in Bild 5 dargestellt ist.

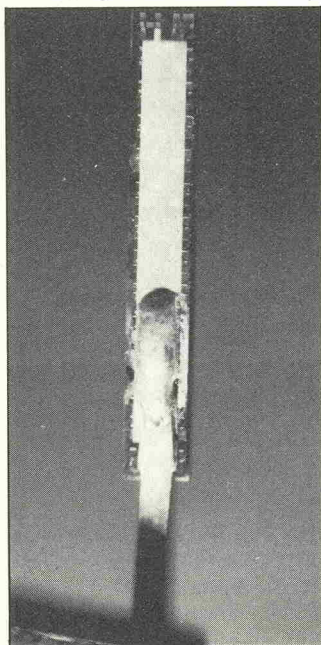
Was hier übriggeblieben ist, könnte durchaus hardwaremäßig als Grundbaustein aufgebaut werden.

Um den Wärmewiderstand der Anschlußdrähte zu berechnen, betrachtet man zunächst die Temperatur längs eines Stabes, der an einer Seite erwärmt wird — hier also vom Sensor her. Die Temperatur sinkt aufgrund des Wärmeübergangs zum umgebenden Medium nach einer bestimmten Strecke praktisch auf Umgebungstemperatur (ca. 1 % der Anfangsübertemperatur). Für den Wärmewiderstand gilt dann:

$$R_{Dr} = \frac{1}{\sqrt{\lambda} \cdot A \cdot d \cdot U}$$

A: Querschnittsfläche
 α : Wärmeübergang zur Umgebung
 U: Umfang

Als Anschlußdrähte wurden beim Sensor FeNiCo-Bänder benutzt, die folgende Stoffwerte haben:



Der Beispielsensor im Original.

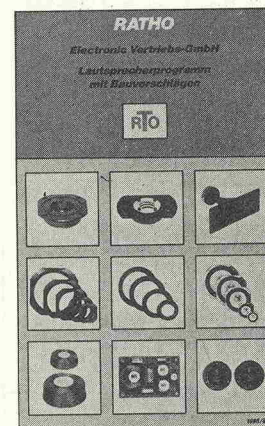
RATHO

Electronic Vertriebs-GmbH

Wenn Sie RATHO noch nicht kennen, dann wird es jetzt höchste Zeit!

Was Sie hier sehen, ist der neue Lautsprecher-Katalog von RATHO.

Er beinhaltet alles, was der Boxenbauer benötigt — bis hin zu Bauvorschlägen — und das ist ein Novum, das diesen Katalog besonders interessant macht.



Was Sie auf der anderen Seite sehen, das sind die RATHO Vertriebspartner.

Dort erhalten Sie Ihren **kostenlosen Katalog mit Bauvorschlägen** und selbstverständlich auch alle RATHO-Produkte.

Wenn Sie selbst **Händler** sind und ein RATHO-Vertriebspartner werden möchten, sollten Sie den Coupon ausfüllen und umgehend einsenden an:

RATHO Electronic-Vertriebs GmbH,
 Burchardstraße 6, 2000 Hamburg 1,
 Tel. 040/33 86 41, 32 66 62, 33 67 96
 Telex 215 355 rto d, Telefax 040/33 53 58.

Durch Leistung überzeugen!



Wir stellen aus!
 Audio Video Düsseldorf, 26.08. — 01.09.88, Halle 9 Stand 9E30
 Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

Nur für Händleranfragen (Nachweis erforderlich)
 Ich möchte ein RATHO-Vertriebspartner werden:
 Firma: _____ Name: _____ Straße: _____
 Ort: _____ Tel.: _____

Temperatursensoren

Gesamtwert der bezeichneten Schicht in J/K bzw. K/W	Werte für die aufgeteilten Schichten in J/K bzw. K/W
$R_{Ni} = 4,43 \cdot 10^{-4}$	$R_{Ni1} = 4,9 \cdot 10^{-3}$ $R_{Ni2} = 4,9 \cdot 10^{-4}$
$C_{Ni} = 170 \cdot 10^{-6}$	$C_{Ni1} = 1,5 \cdot 10^{-7}$ $C_{Ni2} = 1,5 \cdot 10^{-6}$
$R_{AlO2,3} = 5,58 \cdot 10^{-4}$	$R_{AlO2} = 1,06 \cdot 10^{-3}$ $R_{AlO3} = 1,18 \cdot 10^{-3}$
$R_{AlO4,5} = 2,24 \cdot 10^{-4}$	$R_{AlO4} = 1,06 \cdot 10^{-4}$ $R_{AlO5} = 1,17 \cdot 10^{-4}$
$C_{AlO} = 4,8 \cdot 10^{-5}$	$C_{Al3} = 2,27 \cdot 10^{-5}$ $C_{Al1} = 2,52 \cdot 10^{-5}$
$R_{OX} = 3,4 \cdot 10^{-2}$	$R_{ON1} = 17,3$ $R_{ON1} = 6,8 \cdot 10^{-1}$
$R_{Ni} = 2,43 \cdot 10^{-4}$	$R_{ON2} = 6,8 \cdot 10^{-2}$ $R_{ON3} = 7,5 \cdot 10^{-2}$
$C_{ON} \sim C_{OX} = 1,4 \cdot 10^{-5}$	$C_{ON1} = 7 \cdot 10^{-7}$ $C_{ON2} = 7 \cdot 10^{-6}$ $C_{ON3} = 6,3 \cdot 10^{-6}$

Gesamtwerte in J/K bzw. K/W	Werte für die aufgeteilten Schichten in J/K bzw. K/W
$R_{Mo1,3} = 1,8 \cdot 10^{-1}$	$R_{Mo1} = 3,6$ $R_{Mo2} = 0,36$ $R_{Mo3} = 0,40$
$R_{Mo4,5} = 1,25 \cdot 10^{-2}$	$R_{Mo4} = 62,5$ $R_{Mo5} = 62,5$
$C_{Mo} = 8,7 \cdot 10^{-3}$	$C_{Mo1} = 4,35 \cdot 10^{-4}$ $C_{Mo2} = 4,35 \cdot 10^{-3}$ $C_{Mo3} = 3,9 \cdot 10^{-3}$
$R_{Al1,3} = 5,3 \cdot 10^{-4}$	$R_{Al1} = 1,06 \cdot 10^{-2}$ $R_{Al2} = 1,06 \cdot 10^{-3}$ $R_{Al3} = 1,2 \cdot 10^{-3}$
$R_{Al4,5} = 2,36 \cdot 10^{-4}$	$R_{Al5} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ $R_{Al5} = 1,2 \cdot 10^{-4}$
$C_{Al} = 5,1 \cdot 10^{-5}$	$C_{Al1} = 2,55 \cdot 10^{-6}$ $C_{Al2} = 2,55 \cdot 10^{-5}$ $C_{Al3} = 2,3 \cdot 10^{-5}$
$R_{Po} = 2,4 \cdot 10^{-1}$	
$C_{Po} = 4,5 \cdot 10^{-8}$	

1: R_{Po}	= 24 Ω
2: R_{ON1}	= 1,73 k Ω
3: R_{ON1}'	= 68 Ω
4: $1/2R_{Mo1}$	= 180 Ω
5: $1/2R_{Mo1}$	= 180 Ω
6: R_{Al5}	= 1,17 M Ω
7: $R_{ON2} + 1/2R_{Mo2}$	= 24,8 Ω
8: $1/2R_{Mo2}$	= 18 Ω
9: R_{Mo5}/R_{Al5}	= 6,2 k Ω
10: R_{Al4}	= 1 M Ω
11: $R_{ON3} + 1/2R_{Mo3}$	= 27,5 Ω
12: $1/2R_{Mo3}$	= 20 Ω
13: R_{Mo4}/R_{Al4}	= 6,2 k Ω
a: C_{Po}	= 4,5 nF
b: C_{Mo1}	= 43,5 μ F
c: C_{Al2}	= 2,5 μ F
d: $C_{Mo2} + C_{Al2}$	= 440 μ F
e: C_{Al3}	= 2,3 μ F
f: $C_{Mo3} + C_{Al3}$	= 392 μ F

Bild 5. Unten: Das endgültige Ersatzschaltbild. Oben: Die Widerstands- und Kapazitätswerte.

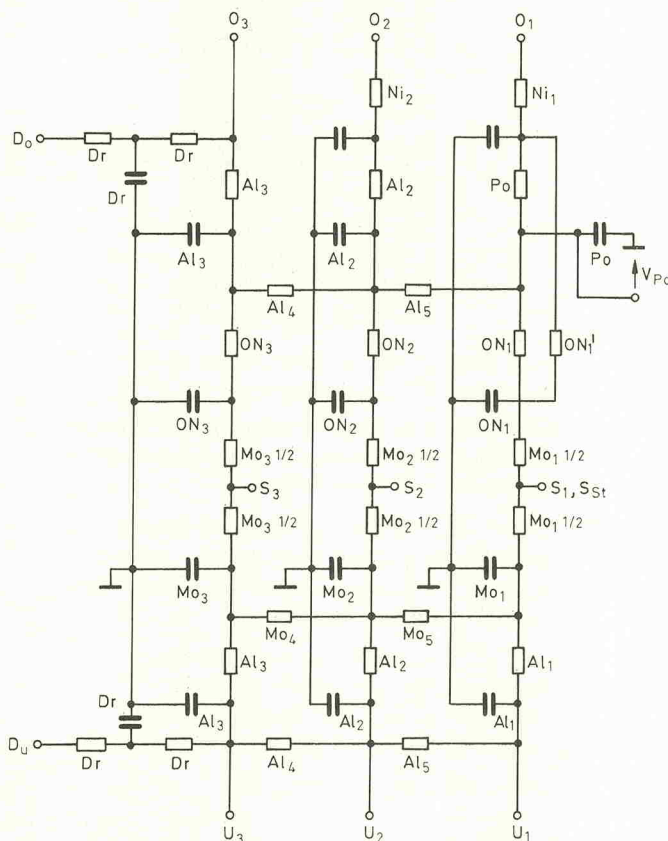
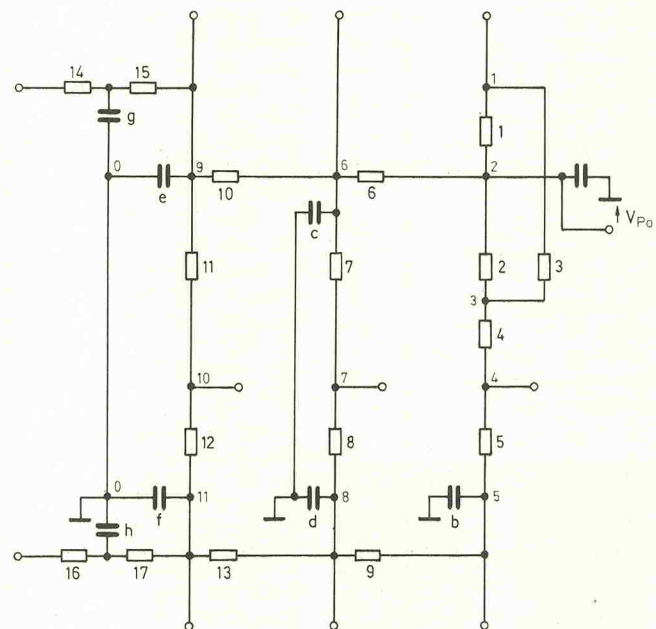


Bild 4. Das vorläufige Ersatzschaltbild des Sensors. Darüber die errechneten Werte der Wärmekapazitäten und Wärmewiderstände.

Ni: Siliziumnitrid
Al: Aluminium
Po: Polysilizium
ON: Oxid und Nitrid
Mo: Monosilizium
Dr: Anschlußdraht



$$A = 9 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$U = 1,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda = 16,74 \text{ W/km}$$

Daraus ergibt sich:

$$R_{Dr} = 7,6 \times 10^3 \text{ K/W.}$$

Unter der Voraussetzung, daß sich die Drähte während einer Messung über ihre gesamte Länge in ruhender Luft befinden (mit $\alpha = 7,65 \text{ W/K} \times \text{m}^2$), muß im Ersatzschaltbild für jeden Draht ein Widerstand von $R = 760 \text{ k}\Omega$ eingesetzt werden. Mit dem errechneten Wärmewiderstand von $7,6 \times 10^3 \text{ K/W}$ läßt sich die effektive Länge ΔX_D berechnen:

$$\Delta X_D = R_{Dr} \cdot \lambda \cdot A \rightarrow \Delta X_D \approx 11 \text{ mm}$$

Mit dieser Länge wird näherungsweise die Wärmekapazität berechnet, mit der der Draht wirkt:

$$C_{Dr} = \rho \cdot C_p \cdot A \cdot \Delta X_D = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ J/K}$$

$$C_{Dr} = 360 \mu\text{F.}$$

Da kein Wert für die Wärmekapazität von FeNiCo vorliegt, ist der entsprechende Wert von Eisen eingesetzt worden (C_p von Ni und Co sind kaum abweichend).

Für die Außenwiderstände (die elrad 1988, Heft 7/8

Stoff	$\rho[\text{kg/m}^3]$	$C_P[\text{J/bgK}]$	$\lambda[\text{W/Km}]$	$a[\cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}]$	$b[\text{Ws}^{1/2}/\text{Km}^2]$
Silizium	2330	700	150	91,97	15 641
SiO ₂	2200	745	1,256	0,766	1435
Quarzsubstrat	2200	670	1,46	0,99	1467
Si ₃ N ₄ Si _x O _y N ₂	3100	712	29,3	13,3	8042
Aluminium	2700	896	202	83,5	22106
FeNiCo	~ 7870	~ 460	16,74	4,62	7785
V2A	8000	477	15	3,93	7570
Woodsche Leg.	1056	147	12,8	82,5	1410

Tabelle 2. Stoffwerte des Beispielsensors.

den Wärmeübergang vom Medium zum Sensor darstellen) ergeben sich die in Tabelle 1 aufgeführten Werte.

Bei Simulation mit nicht allseitiger Erwärmung des Sensorkörpers müssen die einzelnen Widerstände gemäß der Flächeneinteilung (Bild 3) errechnet werden. Der Wider-

stand für den Eingang S_1 , S_{St} errechnet sich aus der Parallelschaltung von S_1 und S_{St} .

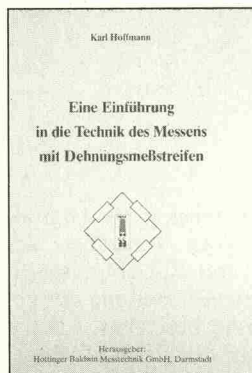
Für alle, denen beim Lesen Zweifel gekommen sind, daß sich der zeitliche Verlauf der Temperatur eines Eigelbs mit gegebenen Randbedingungen — gleichmäßige Umhüllung durch Eiweiß und Schale, Um-

strömung von Wasser mit definierter Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit — durch ein analoges Modell aus R/C-Gliedern darstellen läßt (vorausgesetzt man findet die Stoffkonstanten des Hühnereis in der einschlägigen Literatur) sei noch folgendes angefügt:

Die experimentell ermittelten Übergangsfunktionen mit Versuchsaufbauten ähnlich denen in Bild 1 führten zu vergleichbaren Ergebnissen wie die Simulationen mit Hilfe des Beuken-Modells.

Zum Schluß sollte noch erwähnt werden, daß aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Darstellung einiges vereinfacht dargestellt, beziehungsweise vernachlässigt wurde, wie zum Beispiel der Einfluß der statischen Sensorkennlinie.

Der Buchtip



Karl Hoffmann
**Eine Einführung
in die Technik
des Messens
mit Dehnungs-
meßstreifen**

Herausgeber und Bezugsquelle: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Postfach 4235, 6100 Darmstadt 1, 291 Seiten
DM 25,- (für Studenten DM 14,-) incl. MWSt. und Versandkosten.

Ihre 30-jährige Erfahrung in der Anwendung und Herstellung von

Dehnungsmeßstreifen hat die Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH in dieser Firmenschrift zusammengefaßt. Der Titel 'Eine Einführung in...' ist etwas untertrieben, hat man doch mit diesem Buch komprimiertes 'know how' zum Thema in der Hand. Der Aufbau des Buches entspricht in der Abfolge der Themen dem Ablauf einer Messung, angefangen mit der Auswahl eines geeigneten DMS und endet mit der Auswertung des Meßergebnisses. Breiten Raum nehmen die Abschnitte über die Anwendungsmöglichkeiten der Wheatstoneschen Brückenschaltung sowie die Kompensation von Störeinflüssen ein. Weiter wird ausführlich auf das Thema Fehlerquellen und Korrektur von Meßfehlern eingegangen. DMS pur, zu einem sympathischen Preis.

hr



VDI Berichte 677
**Sensoren,
Technologie
und Anwendung**

Düsseldorf 1988
VDI-Verlag
545 Seiten
DM 158,-
ISBN 3-18-090677-4

Dieser VDI-Bericht gibt die Manuskripte der vierten Wissenschaftlichen Fachtagung mit dem Thema „Sensoren — Technologie und Anwendung“, die im März 1988 stattfand, wieder. Er ist also eine aktuelle

Veröffentlichung über den neuesten Stand und die Entwicklungen auf dem Gebiet der Sensorik. Schwerpunktthemen sind Kraft-, Druck-, Temperatursensoren sowie Sensoren für die Robotik. Weiter wird über Faseroptische- und Chemische-Sensoren und den Entwicklungsstand auf dem Sektor der Intelligenzen-Sensoren berichtet. Bussysteme und Schnittstellen sowie Beiträge zu Verbindungstechnologien und zur Miniaturisierung runden die Thematik ab.

hr

Dietrich Juckenack
**Handbuch der
Sensortechnik**

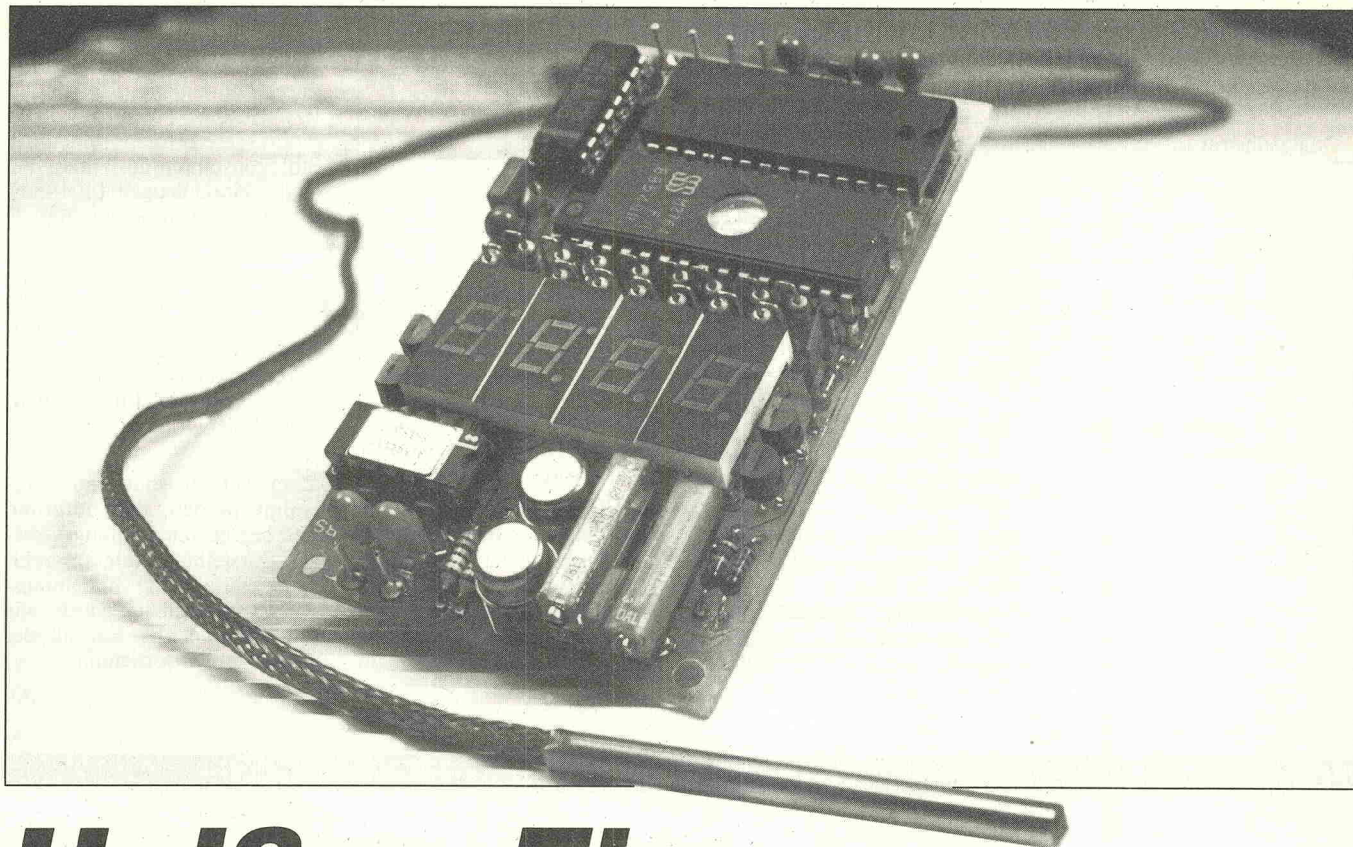
Landsberg 1988
Verlag Moderne Industrie
400 Seiten
DM 148,-
ISBN 3-478-41630-2

Das Anliegen des Buches ist die Informationsbe-

reitstellung für die Anwendung bewährter und neuartiger Sensoren, wobei recht umfangreich auf das Messen besonders wichtiger mechanischer Größen im Maschinenbau, der Verfahrenstechnik und in der Kfz-Technik eingegangen wird. Besonders hilfreich sind für den Anwender die vollständigen Marktdaten sowie die Angabe von Informationsmöglichkeiten über die Sensorik bei Datenbanken und Innovationszentren.

hr





Heißes Eisen

Digitalisiert und linearisiert

Wenn es um die Messung hoher Temperaturen geht, findet man in aller Regel ein Thermoelement an der heißen Front. Grund genug, eine Schaltung vorzustellen, die mit ausgezeichneter Genauigkeit die Spannung dieser altbewährten Sensoren auswertet.

Thermoelemente zeichnen sich durch ihren weiten Temperaturmeßbereich (bis über 2000 °C), eine gute Auflösung und hohe Genauigkeit aus. Demgegenüber steht die funktionsbedingt etwas kompliziertere Ankopplung an die Auswertelektronik: Da es sich bei den Thermoelementen um Sensoren handelt, die lediglich eine Temperaturdifferenz (zwischen dem 'heißen' und dem 'kalten Ende' des Elements) erfassen können, muß, um zu

einer absoluten Temperaturanzeige zu kommen, die Temperatur am 'kalten Ende' mit einem zweiten Sensor erfaßt und zu dem Wert des ersten Thermoelements hinzuaddiert werden. Die Temperatur an dieser sogenannten Vergleichsstelle liegt allerdings in der Regel in weniger extremen Bereichen, so daß als Vergleichswertaufnehmer ein Halbleitersensor eingesetzt werden kann.

Womit wir bei dem AD 594 bzw. AD 595 wären. Diese ICs sind speziell für den Einsatz mit Thermoelementen geschaffen. Neben einem Fühler zur Kompensation der Vergleichstellentemperatur beinhalten sie u.a. einen vollständigen Instrumentenverstärker und eine Nullgradreferenz. Der Unterschied zwischen den beiden Bausteinen liegt darin, daß der AD 594 auf die Charakteristik eines Thermoelements vom J-Typ (Eisen-CuNi) und der AD 595 auf die eines Thermoelements vom K-Typ (NiCr-NiAl) vorkalibriert ist.

Bild 1 zeigt die Schaltung des Digital-Thermometers. Am Ausgang des AD 594/595 liegt mit IC2 ein zusätzlicher Verstärker zur Einstellung des gewünschten Anzeigebereiches. Seine Verstärkung ist auf den Faktor 2 eingestellt. Da der AD 594/595 eine Ausgangsspannung von 10 mV/°C liefert, beträgt damit die Eingangsspannung für den nachgeschalteten AD 7571 das Doppelte, nämlich 20 mV/°C. Dieser 10-Bit-A/D-Wandler besitzt außer seinen 10 Datenausgängen einen zusätzlichen Ausgang für das Vorzeichen-Bit, das bei negativen Spannungen gesetzt wird. Allerdings wird dieses Bit in der vorliegenden Applikation nicht verwendet. Hier wird der Wandler im sogenannten 'Unipolar-Betrieb' eingesetzt, d.h., das Vorzeichen-Bit wird ignoriert. Der Vorteil dieser Betriebsart liegt darin, daß sowohl das Vorzeichen als auch die negativen Differenzspannungen des AD 7571 damit ohne Bedeutung sind. Um trotz der unipolaren Betriebsart negative Spannungen

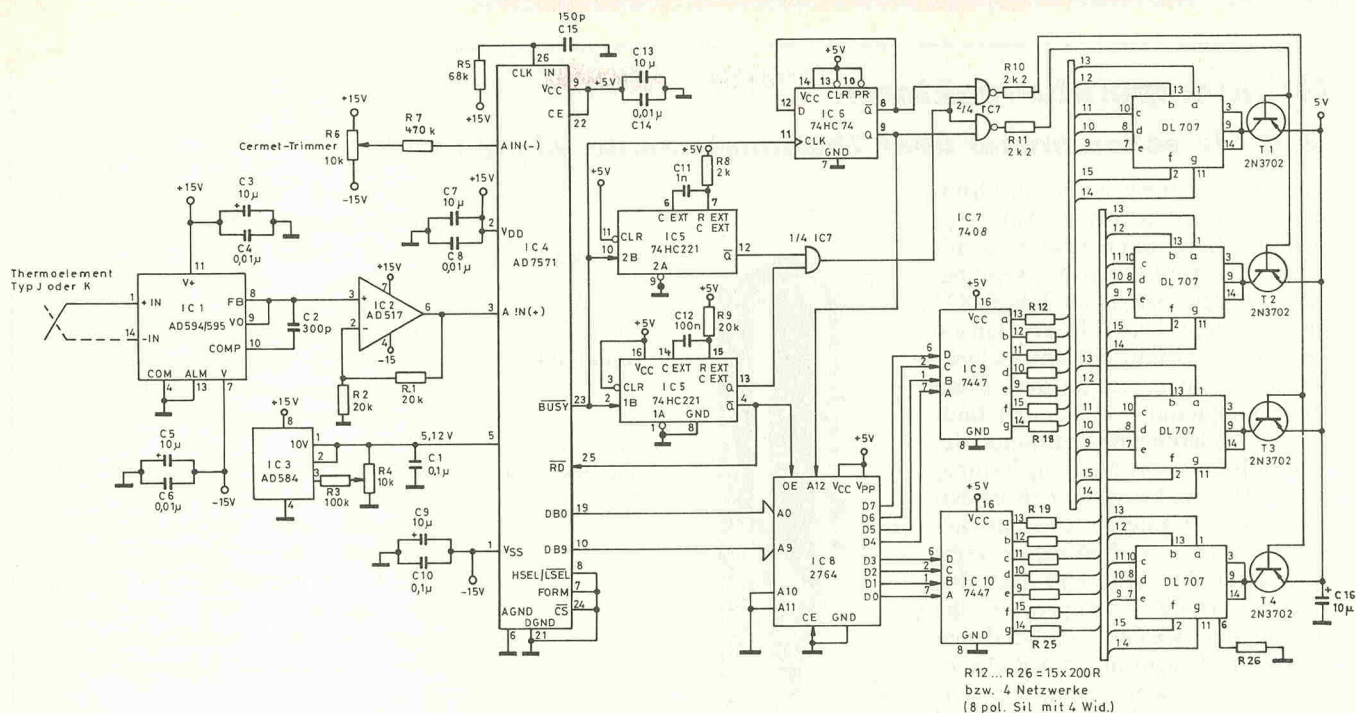


Bild 1 zeigt das Schaltbild zum Digitalthermometer. Den Takt zur A/D-Wandlung schlägt sich der Wandler mit Hilfe von R5 und C15 selber.

(als Folge negativer Temperaturen) verarbeiten zu können, muß die Vorspannung an den Eingängen $A_{IN}(+)$ und $A_{IN}(-)$ veränderbar sein. Und eben diesem Zwecke verdankt der Trimmer R7 sein Dasein.

Die maximale Spannung zwischen den Differenzeingängen des Wandlers darf 10,24 V betragen. Das kommt natürlich nicht von ungefähr, denn eine Wortbreite von 10 Bit entspricht einer Auflösung von 1024 Werten. Pro 10 mV erhöht sich also das Ausgangsdatum des Wandlers um eins. Da die Eingangsspannung des A/D-Wandlers — wie bereits erwähnt — 20 mV/°C beträgt, fallen auf jedes Grad Celsius zwei Digitalwerte. Damit ergibt sich eine Auflösung von 512 °C in 0,5-Grad-Schritten.

Thermoelement Temperatur °C	Typ J Spannung mV	AD594 Ausgang mV	Typ K Spannung mV	AD595 Ausgang mV
0	0	3.1	0	2.7
20	1.019	200	0.798	200
40	2.058	401	1.611	401
80	4.186	813	3.266	810
120	6.359	1233	4.919	1219
160	8.560	1659	6.539	1620
200	10.777	2087	8.137	2015

Bei welcher Temperatur dieser 512-Grad-Bereich anfängt, hängt von der Stellung des Einstellreglers R6 ab. Für die vorliegende Applikation gilt:

Obere Grenze = $10,24 + A_{IN}(-) \cdot 100 \cdot 0,5 \text{ °C}$

Untere Grenze = Obere Grenze - 512

Und gleich ein Beispiel hinterher: Liegt der Eingang $A_{IN}(-)$ auf -4 V, so beträgt der Temperaturbereich -200 °C... +312 °C.

Der A/D-Wandler benötigt eine Referenzspannung von 5,12 V, die ihm von IC3, einem Referenzspannungs-Baustein zur Verfügung gestellt wird. Mit dem Trimmer R3 muß die Ausgangsspannung dieses ICs auf genau diesen Wert eingestellt werden.

Zwar gewährleistet der AD 594/595 eine konstante Verstärkung über den gesamten Eingangsspannungsbereich, aber leider kann man das gleiche nicht vom Thermoelement behaupten. Hier ist der Zusammenhang zwischen der Temperatur und der vom Thermoelement gelieferten Spannung nicht line-

ar. Typische Werte für die Nichtlinearität dieser Thermoelemente sind in Tabelle I dargestellt. Nimmt man eine Steilheit von 10 mV/°C an (Seebeck-Koeffizient \times Verstärkung), so beträgt der Fehler für ein Thermoelement vom J-Typ bei +200 °C bereits $\approx 8^\circ$. Soll die Meßgenauigkeit über den gesamten Temperaturbereich erhalten bleiben, müssen also zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden.

Heißes Eisen alleine genügt nicht. Erst wenn zwei verschiedene Metalle zu einem Thermoelement verbunden werden, entsteht eine meßbare Thermospannung.

Im vorliegenden Falle bieten sich da zwei Alternativen an: Die Linearisierung findet im analogen Bereich, also vor der Digitalisierung statt, was eine relativ komplexe Schaltung mit einigen zusätzlichen Operationsverstärkern und sehr genau ausgemessenen Widerständen erfordert. Beispiele über derartige Linearisierungsmethoden findet man im 'Nonlinear Circuits Handbook' von Analog Devices. Wesentlich einfacher ist jedoch die Linearisierung auf der digitalen Seite der Meßanordnung.

Tabelle I. Der Zusammenhang zwischen Ausgangsspannung und Temperatur eines Thermoelements.

Hochtemperaturreaktoren

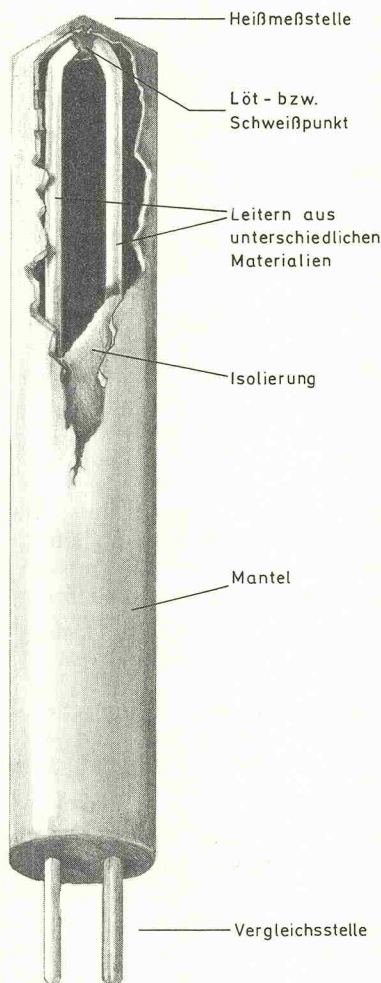
Was Sie schon immer über Thermoelemente wissen wollten.

Thermoelemente gehören zur Gruppe der aktiven Sensoren: Auf Temperaturdifferenzen reagieren sie mit Spannung. Ihre Funktionsweise beruht auf dem bereits im Jahre 1822 entdeckten Seebeck-Effekt. Danach liefern zwei Drähte aus unterschiedlichen Metallen, die an dem einen Ende miteinander verbunden sind, an dem anderen eine Spannung, deren Höhe proportional zur Temperaturdifferenz zwischen den beiden Enden der Drähte ist. Ursache dieser Spannung ist eben dieses Temperaturgefälle. Während sich bei überall gleicher Temperatur die mehr oder weniger vorhandenen freien Elektronen in allen Richtungen bewegen und damit ein Ladungsgleichgewicht besteht, bewegen sich bei einem Temperaturunterschied durch Wärmediffusion mehr dieser Ladungsträger von der heißen zur kalten Stelle als umgekehrt. In der Folge entsteht an dem kalten Ende ein Ladungsüberschuß und an dem heißen ein Ladungsmangel.

Zwischen diesen Ladungswolken an den Leiterenden entsteht ein elektrisches Feld mit einer Gegenkraft. Die Ladungstrennung vollzieht sich so lange, bis die steigende Gegenkraft des elektrischen Feldes dieser das Gleichgewicht hält. An diesem Punkt ist die sogenannte Leerlauf-EMK erreicht, die man als Thermospannung bezeichnet. Die Höhe dieser Spannung ist vom Leitermaterial und der Temperaturdifferenz abhängig.

Cu-CuNi	Typ T
Fe-CuNi	Typ J
NiCr-CuNi	Typ E
NiCr-NiAl	Typ K
Pr10Rh-Pt	Typ S
Pt13Rh-Pt	Typ R
Pt30Rh-Pt6Rh	Typ B

Die Norm DIN-IEC 584 weist den verschiedenen Thermoelementtypen einzelne Buchstaben zu.



Thermoelemente bestehen aus zwei Leitern aus unterschiedlichen Materialien, die an einem Ende — der späteren Heißmeßstelle — miteinander verlötet oder verschweißt sind.

Nun würde bei einer Anordnung aus einheitlichem Material der gleiche Diffusionsvorgang die gleiche Spannung in den beiden Leiterchenkeln erzeugen, die sich gegenseitig kompensieren. Bei verschiedenen Metallen dagegen ist eine effektive Thermospannung als Differenz der Einzelspannungen wirksam.

Aus dem Vorangegangenen geht hervor, daß die Eigenschaften eines Thermoelements hauptsächlich von dem verwendeten Material abhängen. In der Norm IEC 584 werden die unterschiedlichen Thermoelementtypen mit einzelnen Buchstaben gekennzeichnet (siehe Tabelle).

Der einfache Aufbau, ihre mechanische Belastbarkeit, die Vielzahl erhältlicher Typen, der große Temperaturbereich bei guter Langzeitstabilität und die hohe Genauigkeit haben zu einer weiten Verbreitung der Thermoelemente geführt. Der einzige Haken an der Geschichte liegt in der Weiterverarbeitung der Thermospannung. Hier muß beim Anschluß der Auswertelektronik nicht nur auf parasitäre Thermoelemente achtgegeben werden, sondern es ist auch eine Vergleichsstellenkompensation erforderlich. Traditionell löste man dieses Problem, indem man die Vergleichsstelle auf der Temperatur des schmelzenden Eises hielt, womit sich die Temperatur in Grad Celsius direkt aus der Thermospannung ableiten ließ. Glücklicherweise braucht man heute keinen Kübel Eiswasser mehr mit sich rumzuschleppen. Halbleiter wie der AD 594/595, die neben einem vorkalibrierten Instrumentenverstärker eine Null-Grad-Referenz und eine Vergleichsstellenkompensation besitzen, sorgen dafür, daß das Thermoelement auch weiterhin ein attraktiver Sensor bleibt.

Eine Möglichkeit bietet hier die Nachbildung der Kennlinie durch eine Polynomapproximation, so daß der Zusammenhang zwischen Temperatur und Ausgangsspannung des Thermoelementes mit einem sehr geringen Fehler dargestellt werden kann:

$$T = P_0 + P_1 U + P_2 U^2 + \dots + P_m U^m \quad (1)$$

T = Temperatur in °C
 P₀...P_m = Polynomkoeffizienten
 U = Thermoelement-Spannung in Volt
 m = Polynomgrad

Dieses Polynom erlaubt eine exakte Berechnung der Temperatur für jede vorgegebene Thermospannung. Typische Polynomkoeffizienten für J- und K-Thermoelemente sind in Tabelle II dargestellt. Vor Anwendung der rechnerischen Linearisierung mit Hilfe des

	Typ J 0...760 °C ±0.1 °C 5. Polynomgrad	Typ K 0...1370 °C ±0.7 °C 8. Polynomgrad
P ₀	-0.048868252	0.226584602
P ₁	19873.14503	24152.10900
P ₂	-218614.5353	67233.4248
P ₃	11569199.78	2210340.682
P ₄	-264917531.4	-860963914.9
P ₅	2018441314	4.83506E + 10
P ₆		-1.18452E + 12
P ₇		1.38690E + 13
P ₈		-6.33708E + 13

Polynoms muß jedoch über die Übertragungsfunktion des AD 594/595 die Ausgangsspannung des Thermoelements berechnet werden:

Thermoelement Typ J:

$$U_J = (U_{AD\ 594aus}/193,4) - 16\ \mu V. (2)$$

Thermoelement Typ K:

$$U_K = (U_{AD\ 595aus}/247,3) - 11\ \mu V. (3)$$

Mit Gleichung 2 erhält man bei einer angenommenen Temperatur von 200 °C eine Ausgangsspannung von 10,777 mV für ein Thermoelement vom J-Typ.

Eingesetzt in Gleichung (1) ergibt sich eine Temperatur-Anzeige von

Tabelle II. Polynomkoeffizienten für Thermoelemente des J- und K-Typs.

199,934 °C und damit ein Fehler von nur 0,066 °C.

In der vorliegenden Schaltung sind die entsprechenden Korrekturwerte in einem EPROM abgespeichert, das gleich auch die Binär-BCD-Umsetzung erledigt. Die Zeitablaufsteuerung übernimmt ein Doppelmonoflop. Hat der AD 7571 eine vollständige Umsetzung beendet, geht das Busy-Signal auf 'H' und triggert die beiden Monoflops. Während das erste eine bestimmte Verzögerungszeit erzeugt, die als Zugriffszeit für den AD 7571 und das EPROM benötigt wird, gibt das zweite Monoflop die Datenausgänge des EPROMs frei und initiiert einen neuen Umsetzungszyklus, nachdem die Anzeige den aktuellen Wert übernommen hat.

Für jede Adresse liefert das EPROM 8 Daten-Bits (= 2 BCD-Ziffern), die direkt die beiden 7-Segment-Display-Decoder IC9 und IC10 ansteuern. Der Speicherbereich des EPROMs ist

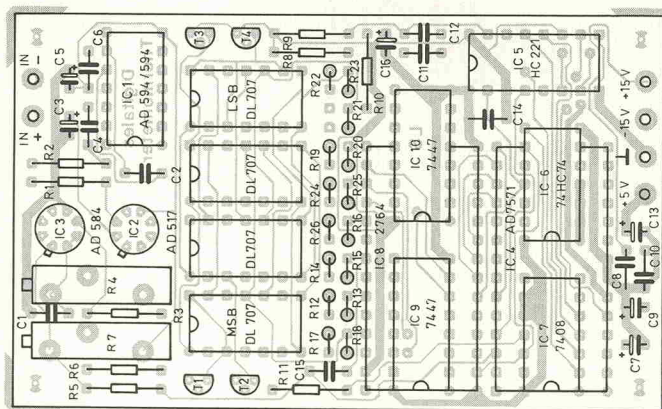
so aufgeteilt, daß die obere Hälfte des Speicherbereiches die beiden höherwertigen Ziffern der BCD-Daten enthält und die untere die beiden niederwertigen BCD-Ziffern beinhaltet. Für einen kompletten Ausgabezyklus muß das EPROM somit zweimal angesprochen werden. Dies wird erreicht, indem das höchste Adreßbit nach jeder Umsetzung durch den Binärteiler IC6 invertiert wird, so daß man 2 Umsetzungen des A/D-Konverters

Die richtigen Temperatur-Daten über die richtigen EPROM-Adressen: Der A/D-Wandler übernimmt die Rolle des Adreßzählers.

für eine volle Auffrischung des Displays benötigt. Diese Methode ist im vorliegenden Fall durchaus akzeptabel, da die Zeitkonstante des Thermoelementes und des AD 594/595 verhältnismäßig lang gegenüber der Zeit ist, die für die Darstellung der vier Ziffern benötigt wird.

Zur Erstellung der Korrekturtabellen für das EPROM bietet sich an, unter Verwendung der Gleichung (1) ein kleines Programm zu erstellen, das die entsprechenden Werte erzeugt. Dabei ist zu bedenken, daß diese in 2 x 2 BCD-Worten ausgedrückt werden müssen, wobei der höherwertige Teil in der oberen und der niederwertige Teil in der unteren Hälfte des EPROMs gespeichert wird. Der erste Wert, also der Wert für die niedrigste anzuzeigende Temperatur, wird unter der Adresse 0000 und 1000(hex) abgelegt usw.

Beim Anschluß des Thermoelementes an das Meßgerät sind gewisse Regeln zu beachten. So darf diese Verbindung nicht aus 'artfremdem' Material bestehen, da der Übergang zwischen Thermoelement und Anschlußleitung dann wieder ein 'parasitäres' Thermoelement bildet, was zu Meßfehlern führt. Am einfachsten ist es, die Anschlußstifte des Thermoelements direkt mit dem Meßgeräteingang zu verbinden. Läßt sich eine räumliche Trennung zwischen Thermoelement und Meßgerät jedoch nicht vermeiden, müssen sogenannte Ausgleichsleitungen verwendet werden, d.h. Leitungen, die aus den gleichen Materialien bestehen wie die beiden Komponenten des verwendeten Thermoelements. □



Stückliste

Widerstände (alle 1%)

R1,2,9	20k
R3	100k
R5	68k
R7	470k
R8	2k
R10,11	2k2
R12...26	200R, bzw. 4 Netzwerke (8pol. SIL mit 4 Wid.)
R4	Spindeltrimmer, 10k
R6	Spindeltrimmer, 10k

Kondensatoren

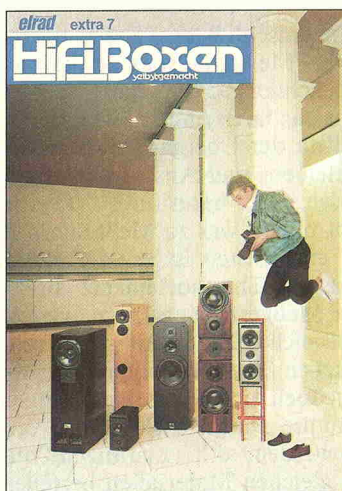
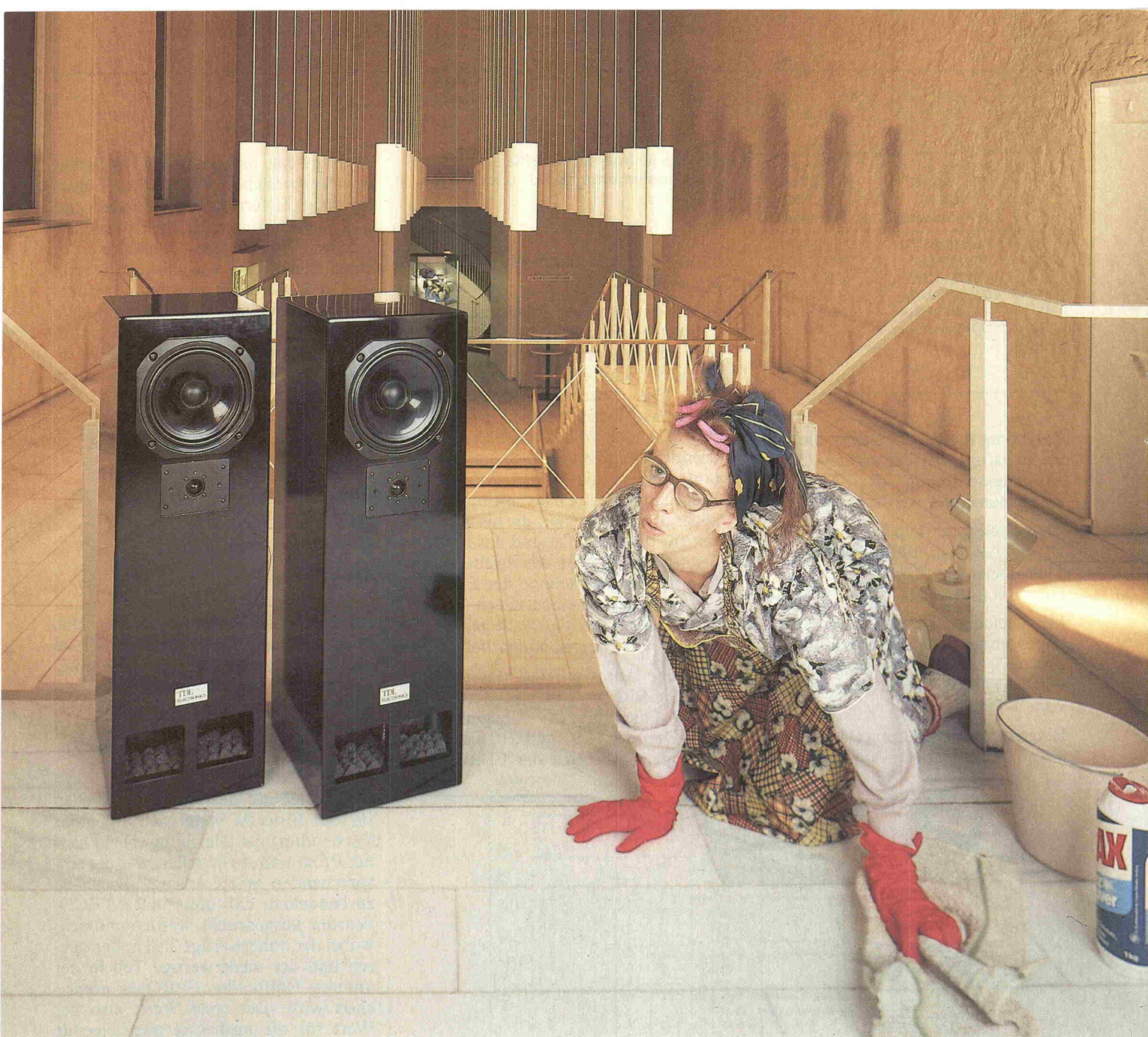
C1,10,12	0µl
C2	300p
C3,5,7,9,13,16	10µ/25V
C4,6,8,10,14	10n
C11	1n
C15	150p

Halbleiter

T1...4	2N3702
IC1	AD594 bzw. AD595
IC2	AD517
IC3	AD584
IC4	AD7571
IC5	74HC221
IC6	74HC74
IC7	74LS08
IC8	2764
IC9,10	7447

Sonstiges

4 7-Segment-Anzeigen, DL707	
1 Thermoelement, K- oder J-Typ	
1 DIL-Fassung, 28pol.	
3 DIL-Fassungen, 16pol.	
6 DIL-Fassungen, 14pol.	
1 Platine	



Ab 15. April '88 für 16 Mark 80.
Überall, wo es Zeitschriften gibt.

WIR WOLLTEN IHNEN IMMER SCHON 'MAL ZEIGEN,
WIE SICH SELBSTGEBAUTE LAUTSPRECHER-BOXEN
MIT EXELLENTEM KLANG, VERFÜHRERISCHEM FINISH
UND BEZAHLBAREM INNENLEBEN IN ELEGANTER
UMGEBUNG MACHEN.

HiFiBoxen
selbstgemacht

Was drin steht, läßt sich hören.

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





Überlebenskünstler

Michael Oberesch

Runter kommen sie alle. Leider nicht immer wie geplant. Flugzeugunglücke sind zwar erfreulicherweise recht selten, aber im Falle eines Falles meist ultimativ: Einziger überlebender Zeuge ist dann oft nur noch der 'cockpit-voicerecorder'.

Seit Dezember 1971 müssen nach einer Forderung des Luftfahrt-Bundesamtes alle turbinengetriebenen Verkehrsflugzeuge mit einem — wie es in Amtsdeutsch heißt — 'Führerraum-Tonbandgerät' ausgerüstet sein. Dieses Gerät, das bei den Fluggesellschaften in flight-tauglichem Englisch als 'cockpit-voicerecorder' bezeichnet wird, zeichnet vom Beginn eines Fluges bis zu seinem Ende alle Gespräche auf, die von der Besatzung geführt werden. Beginn eines Fluges heißt dabei bereits das Vorlesen der Checkliste vor dem Start.

Ende des Fluges? In der Regel sollte es auch hier wieder die Checkliste sein, die das Tonband zu verzeichnen hat — bevor es dann unbesehen gelöscht wird. Leider gibt es jedoch die seltenen Fälle, in denen ein Flug nicht mit der Landung endet, sondern mit dem Tod von Passagieren und Besatzung. Einzige Zeugen der Ereignisse, die zu einem solchen Unglück geführt haben, bleiben dann

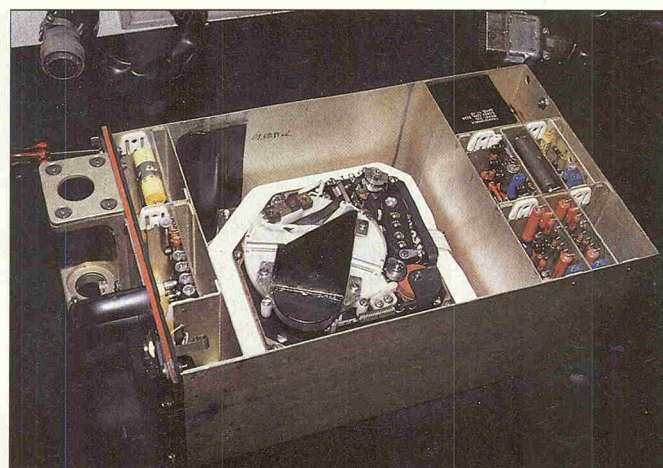
oft nur noch der 'cockpit-voicerecorder' und der Flugdatenschreiber oder 'flight-recorder', der — in ähnlicher Technik — auf einem Band alle Informationen über die Maschine festhält: Leitwerkstellung, Schubkraft, Geschwindigkeit usw.

Nicht nur für die Suche nach dem Schuldigen — bei menschlichem Versagen — sind diese Informationen wichtig. Insbesondere bei technischen Fehlern, die zum Absturz geführt haben, sind die aufgezeichneten Gespräche und Daten von großer Bedeutung: Sie dienen als Grundlage für Verbesserungen, die ein nächstes, ähnliches Unglück vermeiden helfen.

Doch die Einführung der Cockpit-Voicerecorder verlief — bei aller Einsicht in ihre sinnvolle Notwendigkeit — nicht ganz ohne Diskussionen: Flugkapitäne und Co-Piloten fühlten sich, und das sicher mit einem gewissen Recht, an ihrem Arbeitsplatz belauscht, denn natürlich werden auch im Cockpit

— wie an jedem anderen Arbeitsplatz — Privatgespräche geführt, die man nicht gerne aufgezeichnet weiß. Kompromiß: Im Gegensatz zum Flugdatenschreiber, der 25 Stunden lang kontinuierlich arbeitet, werden von den Gesprächen nur die jeweils letzten 30 Minuten festgehalten. Außerdem erfolgt eine Auswertung ausschließlich bei Flugbetriebsstörungen oder Unfällen und nur durch die entsprechenden nationalen Behörden des Landes, in dem sich das Unglück ereignet hat. Die Flugunfall-Untersuchungsstelle im Luftfahrtbundesamt in Braunschweig mußte 1987 achtzehnmal den Kasten knacken. Nicht immer ging jedoch ein Unfall voraus — meist waren es Beinahe-Unfälle, bei denen es gerade noch einmal gutgegangen war.

Die 30-Minuten-Regelung bestimmt auch im Prinzip bereits die Technik des CVR: Die Aufzeichnung erfolgt auf einer entsprechend langen Endlos-Tonbandschleife. 'Alter Hut',



Das Herz des CVR: Zu sehen ist die Antriebsmechanik für das Endlosband. Der helle Block auf der Unterseite ist der sandgefüllte Hitzeschutz. Alles darf in Flammen aufgehen — nur das Band muß gerettet werden.

Außerdem wäre, selbst mit heutiger Speichertechnologie, ein digitales Konzept schwerlich zu verwirklichen: Bei der geforderten Bandbreite von 5 kHz und bei einem zulässigen Klirrfaktor von 5% müßten etwa 150 Millionen Bit reserviert werden, um eine halbe Stunde lang Sprache abzuspeichern!

könnte man hier leicht sagen, in der Erwartung, im Rahmen der Flugzeugtechnik allerorten den letzten Hightech-Status anzutreffen. Doch die uralte mechanische Tonbandtechnik hat ihren Grund: Zuverlässigkeit — das Schlüsselwort der Luftfahrt.

Schwerer als der immense Speicherbedarf wiegt jedoch eine andere Tatsache. Ein RAM braucht bekanntlich zum Erhalt seiner Daten einen Ruhestrom; ein abgestürztes Flugzeug zeichnet sich hingegen in der Regel durch Stromlosigkeit aus. Ein Tonbandgerät bleibt

in einem solchen Falle einfach stehen, der Bandinhalt bleibt erhalten.

Dennoch ist ein Cockpit-Voicerecorder etwas mehr als ein einfaches Tonbandgerät, wenngleich — gemessen am Hi-Fi-Standard unserer Zeit — seine Übertragungsdaten eher bescheiden anmuten:

Frequenzgang
150 Hz... 5 kHz ± 3 dB
Geräuschspannungsabstand
 ≥ 45 dB
Klirrfaktor $< 5\%$

Bei der üblichen 4,75er Bandgeschwindigkeit stellen diese Werte wahrlich keine Highlights dar. Doch Hi-Fi ist hier nicht gefragt — Sprachverständlichkeit genügt vollkommen.

Dafür gestattet der CVR echte 'Quadrophonie', nämlich — wie ein Blick auf das Blockschaltbild zeigt — eine parallele 4-Spur-Aufzeichnung. 3 Spuren sind dabei völlig gleichberechtigt und auch gleich beschaltet: Diese 'Crewmember-Kanäle' zeichnen die Gespräche auf, die die Cockpit-Besatzung über ihre Kopfhörer/Mikrofon-Garnituren führt — die Funkkontakte mit dem Boden und anderen Maschinen also und den Interkom-Verkehr an Bord.

Daneben gibt es natürlich noch Gespräche, die die Besatzungsmitglieder untereinander führen, ohne das Interkom zu benutzen. Auch die werden aufgezeichnet. Diesem Zweck ist der vierte Kanal vorbehalten, der sein Signal aus einem Mikrofon bezieht, das in der Instrumentenwand des Cockpits angebracht ist (Area-Micro-

Dickes Stahlblech bildet das Gehäuse. In der runden Kapsel in der Mitte läuft das Endlosband.

phone). Ein eigener, automatisch geregelter Vorverstärker paßt den Pegel dieses Kanals der jeweiligen Umweltlautstärke an.

Die Technik, die dabei verwendet wird, ist grundsätzlich keine andere als die altbekannte aus Heim und Studio. An die Studiotechnik erinnert zum Beispiel die aufnahmeseitige Nf-Ankopplung mit Übertragern, die ebenfalls aus der Blockschaltung ersichtlich ist. Auch hier wird mit einer symmetrischen 300-Ohm-Anpassung gearbeitet — allerdings mit dem vom Studiolevel abweichenden Pegel von 500 mV.

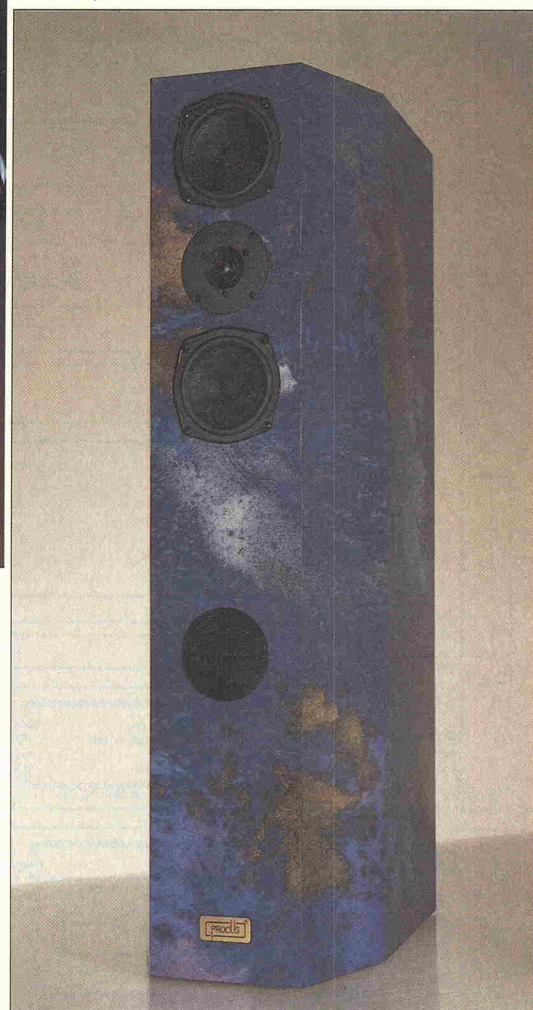
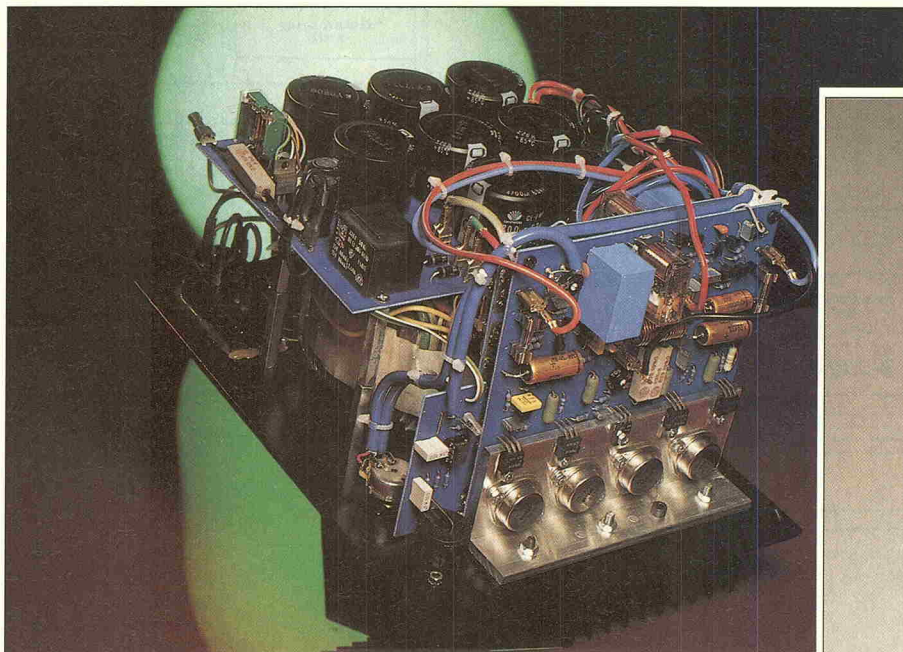
Eine symmetrische Übertragung, die ja bekanntlich besonders unempfindlich gegen Störstrahlungseinstreuungen ist, ist an dieser Stelle sehr wichtig: Die Tonquellen, also die Funkempfänger und das 'Area-Microphone', befinden sich natürlich im Cockpit — der CVR dagegen ist im Bereich des hinteren Frachtraums, in der Nähe des Leitwerks, eingebaut. Zwischen diesen beiden Orten liegen zum Beispiel bei einer Boeing 747 rund 70 Meter Kabellänge.

Und Störstrahlungen gibt es in einem Flugzeug reichlich. Wenngleich auch der CVR in alt-analoger Technik arbeitet — der Rest der Flugelektronik ist so digital, wie modernste Mikroprozessoren es eben erfordern. Doch nicht nur Rechteck-Schmutz von Datenleitun-



Bislang sind fast alle CVRs gefunden worden — ob im Dschungel oder unter Wasser. Dafür sorgt einerseits die auffällige Farbe, andererseits der Ultraschallsender in dem runden Stab an der Vorderseite des Gerätes.

Aktivbox-Endstufe



Kraftwerks- block

Ein solider 2-Weg-Aktiveinschub

**Dr. Ing. Hubert
Michael Oberesch**

Miniaturversionen müssen es in der Regel nicht sein, wenn Endstufeneinschübe zur Aktivierung von Boxen gesucht werden — Platz ist meist zur Genüge da. Wichtiger ist da schon ein gesunder Wärmehaushalt, denn die dunklen Höhlungen des Boxeninnern bieten alle Voraussetzungen für einen Wärmestau. Probleme solcher Art dürfte es mit dieser Doppelendstufe nicht geben. Ausgelegt ist sie nämlich für 2×200 Watt!

Ursprünglich wurde die Aktiveinheit für die Box 'Fidibus' von der Dr. Hubert GmbH entwickelt. elrad stellte die 'Fidibus' 1985 im Sonderheft extra 3 vor. Trotz der seitdem vergangenen drei Jahre ist diese Selbstbau-Box immer noch mit Erfolg im Vertriebsprogramm der Herstellerfirma. Der

Grund dafür mag in der etwas ungewöhnlichen Schallführungstechnik liegen, die es gestattet, das Gehäuse sehr schmal und schlank zu halten — trotz Einsatz zweier 20er Baßchassis.

Das Schlüsselwort heißt: Bandpaß-Gehäuse. Die Wirkungsweise dieses Prin-

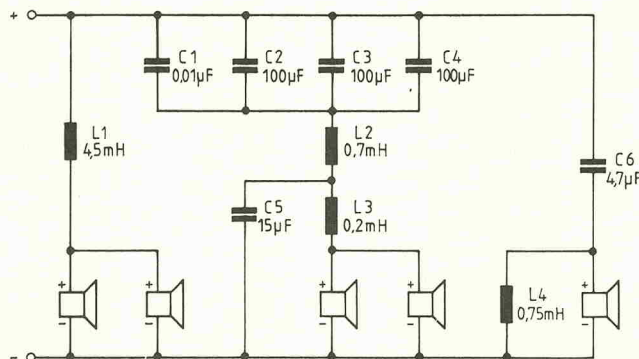


Bild 1. Recht aufwendig: Jede Menge Kupfer und dicke Kondensatoren benötigt die 'passive Fidibus'.

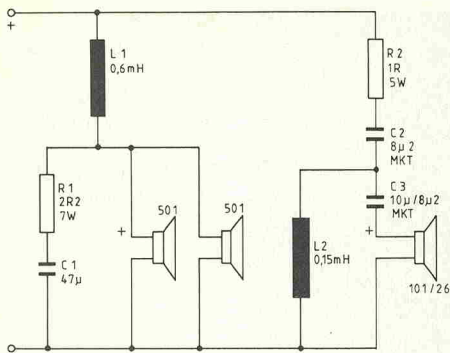


Bild 2. Bei der Aktivierung fällt einiges weg. Die Tieftöner sind nicht eingezeichnet — sie liegen direkt am Ausgang des Baßverstärkers.

zips ist im Kasten auf Seite 96 kurz beschrieben; eine ausführliche Darstellung mit Berechnungshinweisen findet sich im neuesten Boxen-Sonderheft 'elrad extra 7'.

Doch natürlich läßt sich die Aktiv-Einheit nicht nur für die 'Fidibus' einsetzen. Die Endstufenschaltung kann auch als ganz normaler Verstärker eingesetzt werden — also in Breitbandversion ohne Filterglieder. Daneben läßt sich mit der Schaltung im Prinzip jede andere Box 'aktivieren'. Die Frequenzweiche ist dann natürlich an die Verhältnisse anzupassen und wird in der

Regel etwas aufwendiger ausfallen müssen, als es die 'Fidibus' erfordert.

Daß es bei einer Bandpaß-Box so einfach geht, liegt am Prinzip: Bild 1 zeigt die Frequenzweiche der Passiv-Version der 'Fidibus'. Die beiden parallelen Tieftöner bilden zusammen mit dem Gehäuse das natürliche Bandpaßfilter mit 12 dB Flankensteilheit. Die Spule L1 leistet einen zusätzlichen Beitrag von 6 dB/Oktave, so daß sich insgesamt ein 18-dB-Übergang zum Mitteltonbereich ergibt. Bei der Aktiv-Version (Bild 2) entfällt diese Spule ersatzlos; ihre Aufgabe übernimmt der Tiefpaß R2/C1 im Verstärker des Baßkanals.

Im Mitteltonkanal ergibt sich die zweite Weichen-Abmagerung. Bei der Passiv-Box sah die Flankensteilheits-Bilanz so aus: Das berechnete Mitteltöner-Volumen wirkt als 12-dB-Hochpaß, C1...4 legen noch 6 dB dazu. Zusammen ergibt sich auch hier eine

Die Endstufe kann auch als ganz normaler, separater Verstärker dienen. Dann natürlich ohne Filterglieder.

18-dB-Ankopplung an den Baßbereich. Für die Aktiv-Version gilt das gleiche, nur kann auch hier die Batterie von vier großen Kondensatoren entfallen: Die Aufgabe von C1...4 übernimmt der Hochpaß C2/R3 im Hoch/Mitteltonverstärker.

Die Trennung zwischen Mittel- und Hochtonbereich erfolgt nach wie vor passiv, jedoch mit leichten Änderungen gegenüber der Urfassung. Auch wenn es nicht auf den ersten Blick erkennbar ist: Der Tiefpaß des Mitteltöners arbeitet ebenfalls mit 18 dB/Oktave. Einen einsichtigen, elektrischen

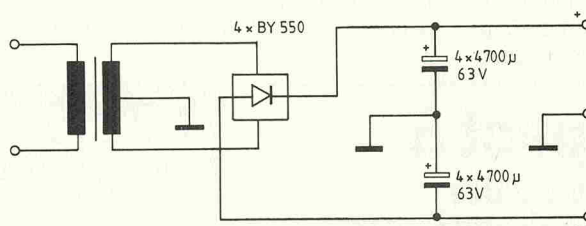
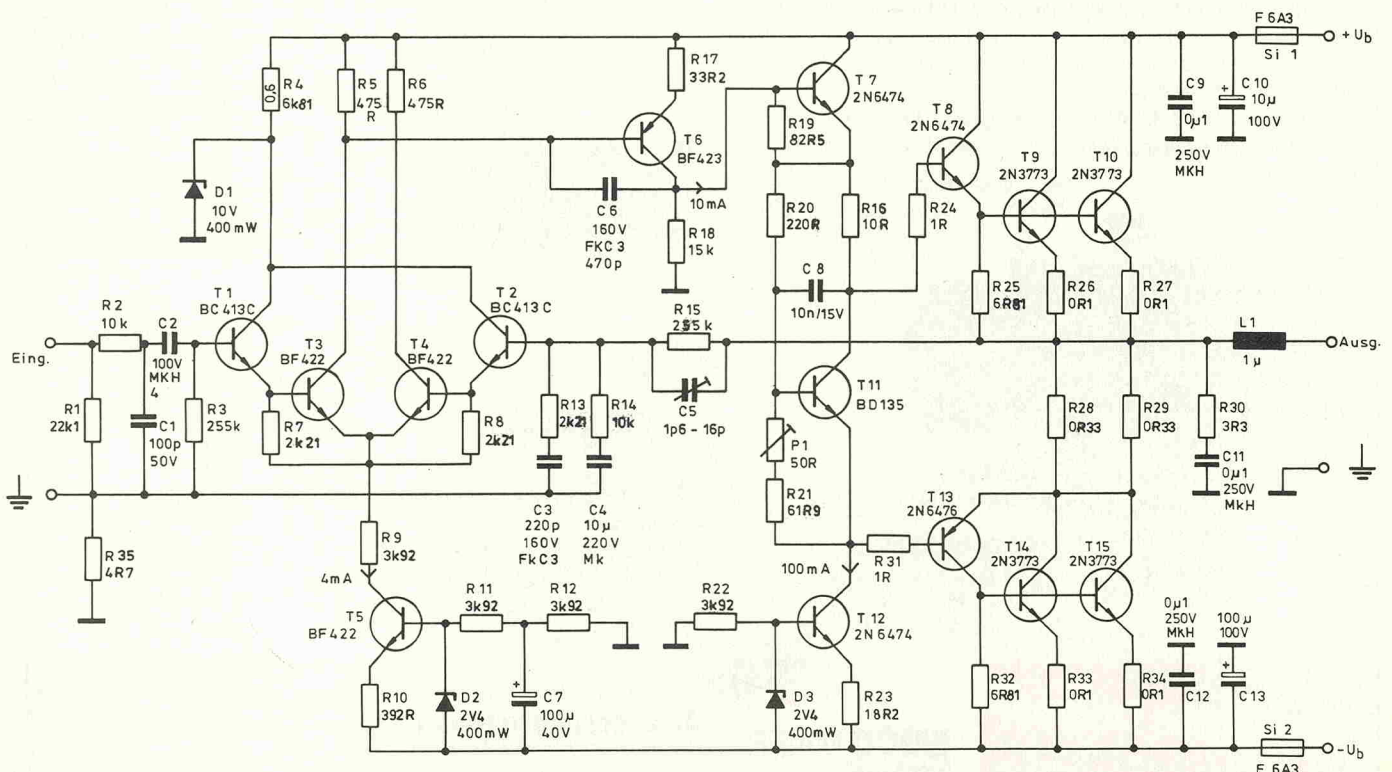


Bild 3. Netzteil und Endstufe zeigen sich zwar konventionell, sind aber sehr sorgfältig berechnet und bemessen.



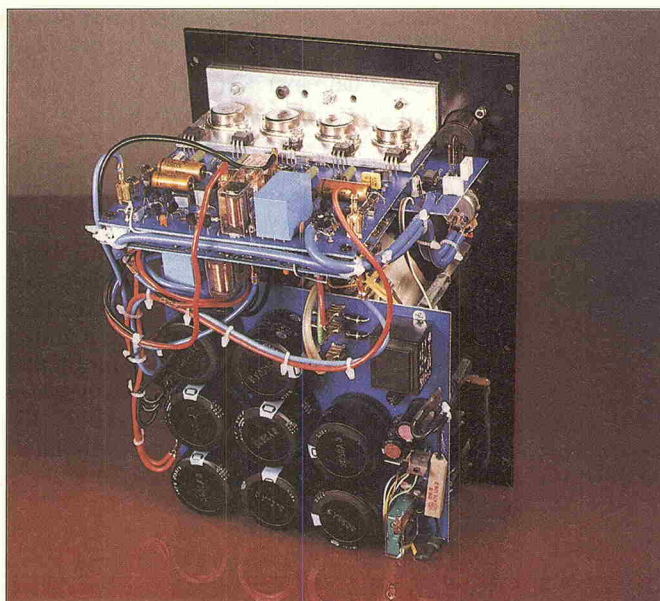
Aktivbox-Endstufe

Anteil von 12 dB leisten dabei L1 und C1; die restlichen 6 dB sind im Chassis versteckt — als akustische obere Grenzfrequenz. Der Hochtöner, ein Procus 101/26 (in der alten Version wurde ein Dynaudio-Typ eingesetzt) koppelt dann wiederum an einen klassischen Filter 3. Ordnung an.

Die beiden Endstufen der Aktiv-Einheit sind im wesentlichen vollkommen identisch aufgebaut und unterscheiden sich lediglich durch die Bemessung der genannten RC-Glieder. Das Schaltbild zeigt den Mittel/Hochtonzweig mit den korrekten Werten für die 'Fidibus'. Beim Aufbau des Baßkanals sind nur vier Bauelemente zu ändern:

C1 = 47n
C2 = 470n
R1 = 3k9
R2 = 20k

Findet die Schaltung in anderen Boxen Verwendung, so sind diese Werte natürlich den Gegebenheiten anzupassen. In den meisten Fällen wird es sogar nötig sein, den beiden Endstufen eine zusätzliche elektronische Frequenzweiche höherer Ordnung vorzuschalten, denn



Fast ein kompakter Würfel: Der Aktiv-Einschub für die 'Fidibus' enthält zwei 200-Watt-Endstufen nebst allem Zubehör.

bei Boxen-Konzepten, die keine akustischen Filter 'eingebaut' haben, dürften die 6-dB-Trennungen der Verstärker nicht ausreichen. Gut geeignet wäre hier zum Beispiel die Linkwitz-Weiche aus elrad 2/87.

Wird die Endstufe mit einer separaten Weiche betrieben — oder als normaler Endverstärker —, so ist ihr Frequenzgang natürlich linear zu halten. Die Eingangsbeschaltung sollte dann so aussehen:

EMCO Compact 8

Profi-Technik für die präzise Bearbeitung von Metall und Kunststoff

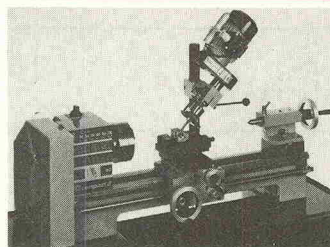
Die ideale Maschine für Heimwerker, Feinmechaniker, Reparaturbetriebe, Modellbauer, für Optik-, Elektro- und KFZ-Werkstätten, technische und wissenschaftliche Labors; für die technische Ausbildung in Schulen und Lehrwerkstätten.

Obwohl die EMCO COMPACT 8 nur 58 kg wiegt, bietet sie in perfekter Technik die gleiche Standfestigkeit wie andere Maschinen mit weit höherem Gewicht.

Technische Daten	Spitzenhöhe	105 mm
	Spitzenweite	450 mm
	Drehdurchmesser über Support	118 mm



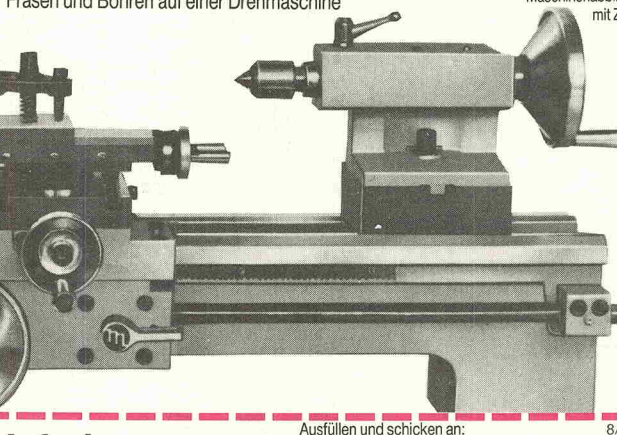
Überzeugende Technik zum attraktiven Preis



Fräsen und Bohren auf einer Drehmaschine



Maschinenabbildungen mit Zubehör



Nicht alles was so aussieht wie eine Compact 8, ist eine Compact 8 von EMCO.

Hier ist das Original!

Aktion: Erweiterte Grundausstattung einschl. Radersatz zum Gewindeschneiden und 4-fach Stahlhalter. Fragen Sie Ihren Fachhändler.

EMCO MAIER

GmbH & Co. KG
Sudetenstr. 10
8227 Siegsdorf
Tel. (086 62) 7065
Telex 56 414 emco ma

Anforderungscoupon: Ausfüllen und schicken an: 8/15/88
EMCO - 8227 Siegsdorf - Sudetenstr. 10 - Tel. 086 62/7065

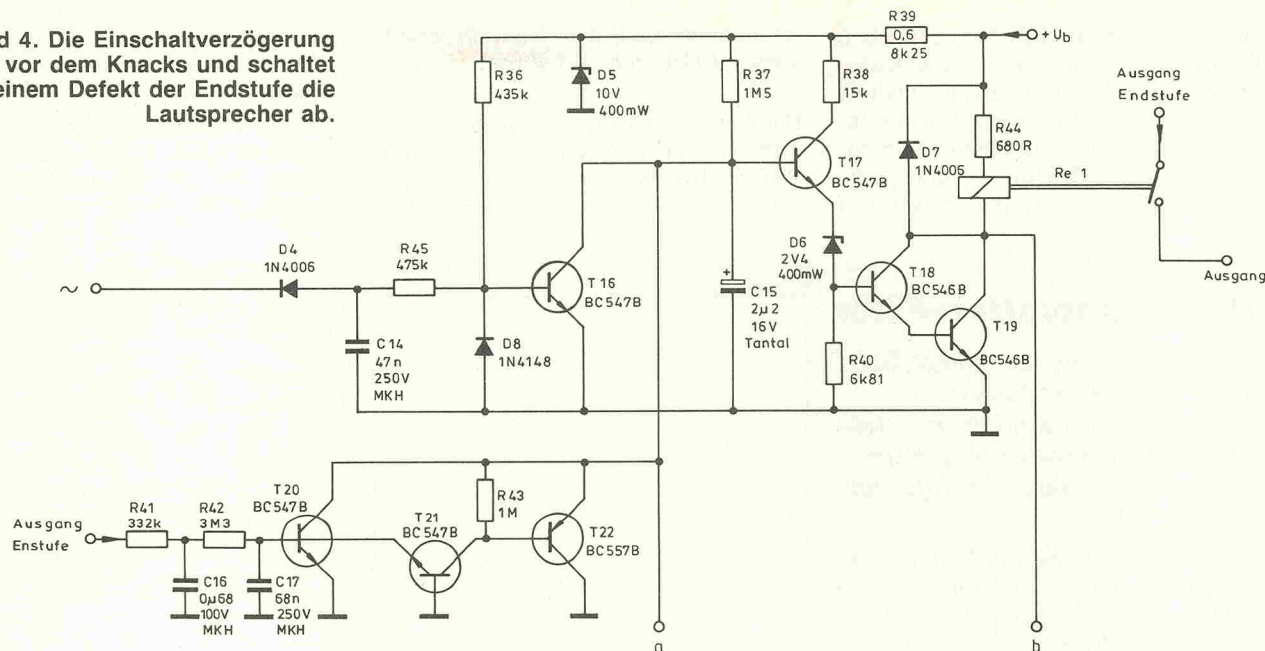
Bitte schicken Sie uns kostenlos Informationsmaterial über

- ☐ Compact 8
☐ Ges. Herstellungsprogramm



Absender

Bild 4. Die Einschaltverzögerung schützt vor dem Knacks und schaltet bei einem Defekt der Endstufe die Lautsprecher ab.

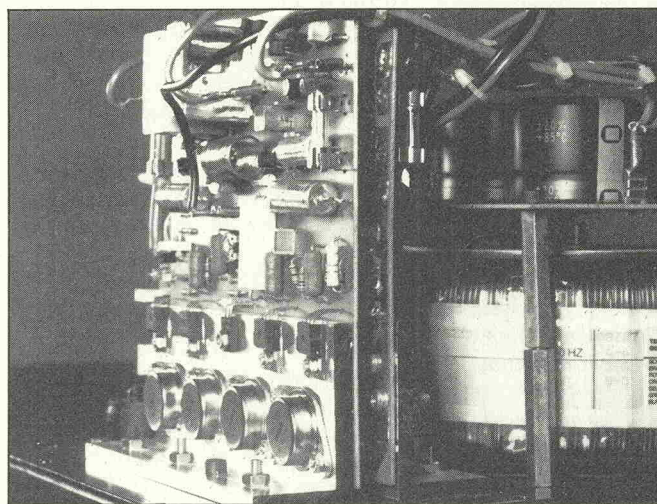


C1 = 100p
C2 = 470n
R1 = 22k
R2 = 10k

Sicherlich wird diese Endstufe in den meisten Fällen für die Aktivierung vorhandener Boxen eingesetzt werden — also auch in Drei- oder Mehrweg-Version. Die Netztrafo-Tabelle zeigt, für wie viele Leistungsbereiche sich die Schaltung anpassen läßt. Aus diesem Grund erscheint es auch wenig sinnvoll, ein festes Layout für die Schaltung vorzusehen — ein jeder braucht's halt etwas anders...

Die Endstufe (Bild 3) ist wie üblich als stark gegengekoppelter Operationsverstärker aufgebaut, um die nichtlinearen Verzerrungen, insbesondere die Übernahmeverzerrungen der AB-Ausgangsstufe zu reduzieren. Die Ringverstärkung beträgt etwa 200 bei einer Grenzfrequenz von 5 kHz, die durch C6 bestimmt ist. In Verbindung mit einer Lead-Kompensation im Gegenkopplungsweig ist damit ein stabiles Arbeiten des Verstärkers bei einer Transitfrequenz von 1 MHz möglich.

Die Eingangsstufe in Darlingtonschaltung hat den Vorteil eines hohen Ein-



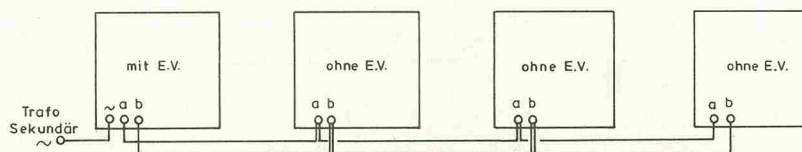
Über dem 560-VA-Ringkerntrafo liegt die Netzteilplatine. Die beiden Endstufen stehen Rücken an Rücken daneben.

gangswiderstands und eines kleinen Eingangsstroms. Dadurch ist eine hochohmige Dimensionierung des Gegenkopplungsnetzwerks möglich, ohne daß große Offsetspannungen am Ausgang auftreten. Vorteilhaft ist außerdem die Kombination von rauscharmen (T1,T2) und spannungsfesten (T3,T4) Transistoren. Die Konstantstromquelle mit T5 verhindert die Einkopplung von Störungen, die der Speisepannung überlagert sind.

Die weitere Spannungsverstärkung des Signals erfolgt durch T6. R18 reduziert künstlich den Ausgangswiderstand dieser Stufe und damit auch den 'open-loop'-Ausgangswiderstand des Gesamtverstärkers. Ringverstärkungsverlauf und Stabilität werden dadurch unabhängig von der Last.

Es folgen eine Impedanzwandlerstufe mit T7 und die quasikomplementäre Ausgangsstufe. Die Z-Diodenschal-

Bild 5. Sollen mehrere Endstufen an einem gemeinsamen Netzteil betrieben werden, so braucht man nur ein Modul mit Einschaltverzögerung.



tung mit dem thermisch gekoppelten Transistor T11 stabilisiert den Ruhestrom. Es sind zwei parallelgeschaltete Endstufentransistoren pro Endstufenhälfte vorgesehen, um die hohen Ströme und Verlustleistungen mit preisgünstigen Transistortypen bewältigen

zu können und den Kühlkörperraufwand in Grenzen zu halten.

Bei Ausgangsleistungen von 70 W oder weniger genügt ein Transistor pro Endstufenhälfte. Man läßt dann T10, T14 sowie deren Emitterwiderstände R27

und R33 und einen der Widerstände R28, R29 weg. Den Ruhestrom stellt man auf 50 mA ein. Spule L1 verbessert die Stabilität bei kapazitiver Last und ist sehr niederohmig ausgelegt, da sie für den Dämpfungsfaktor mitbestimmend ist. Die Eingangsmasse ist

Das Spanplatten-Filter

Im aktuellen Boxen-Sonderheft 'elrad-extra 7' erläutert Dr. Ing. Hubert ausführlich das Prinzip des Bandpaß-Lautsprechers. Hier einige Auszüge aus seinem Artikel:

Bei der Berechnung von Frequenzweichen gibt es zahlreiche Probleme zu beachten. So darf dabei, vor allem im Tieftonbereich, keinesfalls von einer rein ohmschen Last ausgegangen werden. Die Impedanz eines Lautsprechers ändert sich nämlich sehr stark mit der Frequenz, da die Übergangsfrequenz in der Nähe der Eigenresonanz des Tieftöners liegt.

Doch selbst wenn diesbezüglich zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden, so ergeben sich hier für die Kapazitäten und Induktivitäten derart große Werte, daß die Frequenzweichen sowohl sehr groß als auch sehr teuer werden.

Und hier stellt sich unser Speziallautsprecher — wir möchten diese Sonderform eines Baßreflex-Gehäuses einmal Bandpaß-Lautsprecher nennen — mit 'eingebauter' Frequenzweiche 2. Ordnung (12 dB pro Oktave Flankensteilheit) als idealer Problemlöser vor:

Baut man einen Lautsprecher in ein geschlossenes Gehäuse ein, so hat der Frequenzverlauf bekanntlich eine

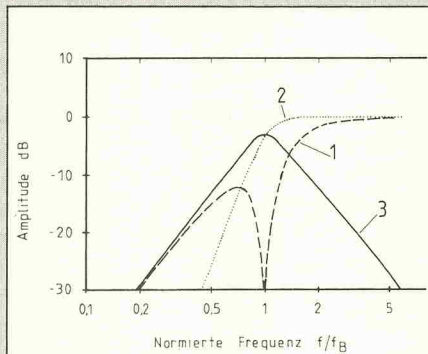


Bild 1. Prinzipieller Frequenzgang einer Baßreflex-Box (2). Beiträge von Chassis (1) und Reflex-Öffnung (3).

Hochpaßcharakteristik 2. Ordnung. Baut man einen Lautsprecher in ein Baßreflex-Gehäuse ein, so hat der Frequenzverlauf eine Hochpaßcharakteristik 4. Ordnung — vorausgesetzt, man hat eine klassische B4-Abstimmung gewählt.

Der typische Frequenzgang einer Baßreflex-Box setzt sich im unteren Bereich aus zwei Anteilen zusammen: zum einen aus dem Anteil, der vom Tieftöner direkt abgestrahlt wird, zum anderen aus dem Anteil, der von der Reflexöffnung abgestrahlt wird (Bild 1). Der Frequenzverlauf der Reflexöffnung hat dabei bereits eine Bandpaßcharakteristik: ein Bandpaß 2. Ordnung (12 dB Flankensteilheit) mit der Mittenfrequenz f_B , der Reso-

nanzfrequenz des ventilerten Gehäuses.

Verhindert man nun, daß der direkt vom Lautsprecher abgestrahlte Schallanteil einen Beitrag zum Schalldruck leisten kann, bleibt nur der Bandpaß übrig. Das kann auf einfache Weise dadurch geschehen, indem ein geschlossenes Gehäuse über den Laut-

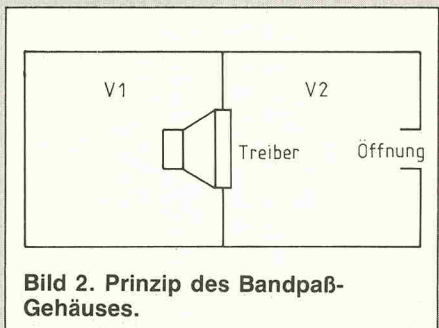
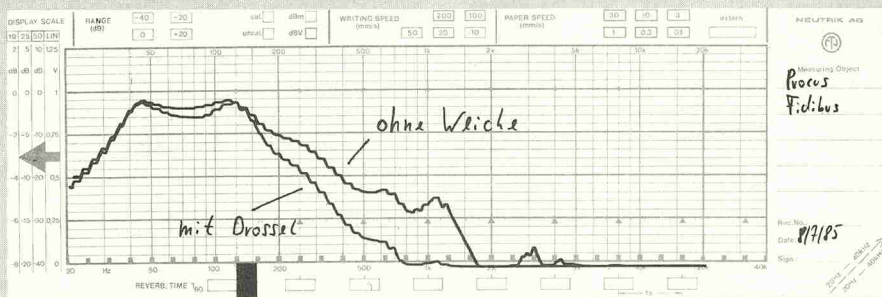


Bild 2. Prinzip des Bandpaß-Gehäuses.

sprecher gesetzt (Bild 2). Das Lautsprecher-Chassis arbeitet also auf der einen Seite gegen das ventilerte Volumen und auf der anderen Seite gegen das geschlossene Volumen.

In der Praxis ergeben sich bei dieser Art der Schallführung typische Frequenzgänge, wie sie der Meßschrieb der 'Fidibus' zeigt (Bild 3). Die obere Kurve zeigt die natürliche Bandpaß-Charakteristik ohne jedes Filter, die untere Kurve beschreibt ein Tiefpaßverhalten 3. Ordnung (18 dB/Oktave), das sich ergibt, wenn zusätzlich die Spule L1 (4,5 mH) vorgeschaltet wird.

Die Vorteile des Prinzips: Der Bandpaß-Lautsprecher liefert ohne aufwendige und teure Weichenbauteile eine natürliche Bandpaß-Charakteristik. Dabei ist sein Wirkungsgrad deutlich höher als der einer vergleichbaren geschlossenen Box. Daneben gibt es keine Subsonic-Probleme wie bei Baßreflex- oder Transmissionline-Gehäusen, da der Tieftöner auch unterhalb der Resonanzfrequenz durch das geschlossene Gehäuse belastet bleibt.



zur Vermeidung von Brummschleifen getrennt herausgeführt. Falls hier die externe Verbindung zum Massepunkt nicht hergestellt wird, stellt der niederohmige Widerstand R16 die Funktion des Verstärkers sicher.

Der reinste Allesbrenner: Die Endstufe akzeptiert fast jeden Netztrafo — von 17 bis 37 Volt.

Der Eingangswiderstand des Verstärkers (20 kOhm) ist im wesentlichen durch R1 bestimmt. Läßt man R1 weg, so erhält man einen höheren Eingangswiderstand (250 kOhm), der aber nicht mehr frequenzunabhängig ist, sondern wegen C1 zu hohen Audiofrequenzen hin abnimmt.

Für Anwendungen in Aktivboxen kann es nützlich sein, dem Verstärker eine Hoch- oder Tiefpaßcharakteristik zu geben. Die ist durch Umdimensionierung von C1 oder C2 möglich. Der Übertragungsbereich reicht normalerweise von 2 Hz bis 130 kHz. Vergrößern von C1 bewirkt ein Tiefpaßverhalten 1. Ordnung, wobei die Grenzfrequenz durch C1 und R2 bestimmt wird. Dabei ist zu beachten, daß die Eingangsimpedanz bis auf den Wert

Stückliste

Endstufe

Widerstände, 1/4 W, 1 %, Metallschicht, wenn nicht anders angegeben

R1	siehe Text
R2	siehe Text
R3,15	255k
R4	6k81
R5,6	475R
R7,8,13	2k21
R9,11,12,22	3k92
R10	392R
R14	10k
R16	10R
R17	33R2
R18	15k
R19	82R5
R20	221R
R21	61R9
R23	18R2
R24,31	1R

der Parallelschaltung von R1 und R2 abnehmen kann. Verkleinern von C2 bewirkt ein Hochpaßverhalten 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz, die durch C2 und die Parallelschaltung aus Eingangswiderstand von T1 und R3 bestimmt wird, also näherungsweise durch C2 und R3.

Ruhestrom: Vor dem ersten Einschalten den Ruhestrom auf Minimum einstellen! Danach soll der Endstufenruhestrom auf etwa 100 mA abgeglichen werden (16 mV DC an R28). Nach etwa 10minütiger Warmlaufzeit (ohne Last, ohne Kühlkörper) prüfen und

R25,32	6R81
R26,27,33,34	OR1, 2 Watt
R28,29	OR33, 5 Watt
R30	3R3, 1 Watt
R35	4R7
P1	50R, Trimpoti

Kondensatoren

C1	siehe Text
C2	siehe Text
C3	220p FKC3
C4	10µ MKT
C5	1p6...16p Trimmer
C6	470p FKC3
C7	100µ/40V Elko
C8	10n MKT
C9,11,12	100n MKT
C10,13	100µ/100V Elko

Halbleiter

D1	Z-Diode, 10V/400mW
D2,3	Z-Diode, 2V4/400mW
T1,2	BC 413 C
T3,4,5	BF 422
T6	BF 423
T7,8,12	2 N 6474
T9,10,14,15	2 N 3773
T11	BD 135
T13	2 N 6476

Sonstiges

Si1,2	Sicherung 6,3 A, flink
L1	Luftspule 1 µH, 5 mΩ, z.B.: 16 Wdg. 1,3 CuL auf 10-mm-Dorn gewickelt

Schutzschaltung

Widerstände (wie oben)

R36,45	475k
R37	1M5
R38	15k
R39	8k25, 1/2 Watt
R40	6k81
R41	332k
R42	3M3
R43	1M
R44	680R, siehe Text

Kondensatoren

C14	47n MKT
C15	2µ2/16V Tantal
C16	680n MKT
C17	68n MKT

Halbleiter

D4,7	1 N 4006
D5	Z-Diode 10V/400mW
D6	Z-Diode 2V4/400mW
D8	1 N 4148
T16,17,20,21	BC 547 B
T18,19	BC 546 B
T22	BC 557 B

Sonstiges

Rel	24-V-Relais, 1 × EIN, Kontakte für min. 5 A
-----	---

Empfohlener Kühlkörper	
für Sinus-Dauerleistung	maximaler Wärmewiderstand
70 W	1,8 K/W
100 W	1,2 K/W
150 W	0,7 K/W
200 W	0,45 K/W

Empfohlene Netztransformatoren für verschiedene Ausgangsleistungen und Lastimpedanzen für Ausgangsleistung

Last	Nennspannung/-strom	Leistung	Sinus-Dauer/Impuls
2 Ohm	2x17,5 V/5,3 A	185 VA	70/ 95 W
	2x20 V/6,4 A	255 VA	100/130 W
	2x23,5 V/7,9 A	370 VA	150/200 W
	2x26,5 V/9,1 A	480 VA	200/250 W
2,5 Ohm	2x19 V/4,7 A	180 VA	70/ 90 W
	2x22 V/5,7 A	250 VA	100/130 W
	2x25,5 V/7,0 A	360 VA	150/200 W
	2x29 V/8,2 A	470 VA	200/250 W
3 Ohm	2x20 V/4,4 A	175 VA	70/ 90 W
	2x23 V/5,3 A	245 VA	100/120 W
	2x27,5 V/6,5 A	355 VA	150/190 W
	2x31 V/7,5 A	465 VA	200/250 W
4 Ohm	2x22,5 V/3,8 A	170 VA	70/ 90 W
	2x26 V/4,5 A	235 VA	100/120 W
	2x31 V/5,6 A	345 VA	150/190 W
	2x35 V/6,5 A	455 VA	200/240 W
6 Ohm	2x26,5 V/3,1 A	165 VA	70/ 85 W
	2x31 V/3,7 A	230 VA	100/120 W
	2x36,5 V/4,6 A	335 VA	150/180 W
	2x37,5 V/4,7 A	350 VA	160/200 W
8 Ohm	2x30 V/2,7 A	160 VA	70/ 85 W
	2x34,5 V/3,3 A	225 VA	100/120 W
	2x37,5 V/3,5 A	265 VA	115/150 W

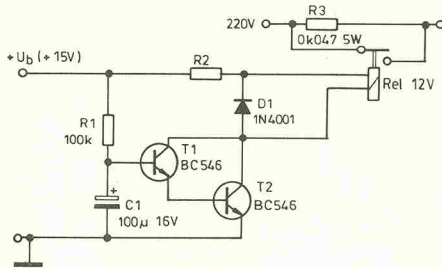


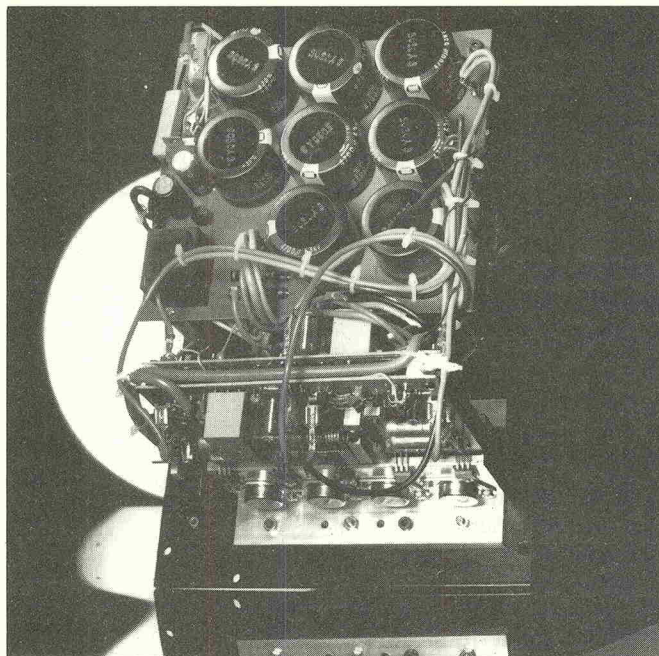
Bild 6. Nützlich bei dicken Ringkerntrafos: die Softstart-Schaltung.

eventuell nachstellen! Im eingebauten Zustand (mit Kühlkörper) darf der Ruhestrom nach Belastung mit der vollen Nennleistung auf maximal 300 mA ansteigen (entspricht 50 mV DC an R28).

Abgleich der Gegenkopplung: Der Trimmer C5 dient zum Abgleich auf optimalen Frequenzgang im Bereich hoher Audiofrequenzen. Zwischen 1 kHz und 20 kHz sollte der Frequenzgang um nicht mehr als 0,1 dB abfallen. Zur Einstellung ist es hier praktischer, auf bestes Rechteckverhalten bei 10 kHz abzugleichen ($U_{ass} = 100 \text{ mV}$). Den Trimmer so einstellen, daß gerade kein Überspringen mehr auftritt! Die Kleinsignalbandbreite des Verstärkers sollte jetzt bei 130 kHz liegen.

Netzteil: Die zulässige Betriebsspannung des Moduls reicht von $\pm 25 \text{ V}$ bis $\pm 60 \text{ V}$. Daraus ergibt sich bei Netzspannungsschwankungen von 10 % eine maximale Trafo-Leerlaufnennspannung von $2 \times 38,5 \text{ V}$, bzw. eine Nennspannung von ca. 37 V je nach Bauart. Die Tabelle zeigt empfehlenswerte Netztrafos für verschiedene Leistungs- und Belastungswerte. Der Relais-Vorwiderstand R44 in der Lautsprecher-schutzschaltung ist gegebenenfalls anzupassen.

Einschaltverzögerung: Dieser Schaltungsteil (Bild 4) ist zur Funktion der



Acht Elkos für die Netzteil-Siebung machen die Sache flach und kompakt. Zwei einzelne — mit entsprechender Kapazität — tun es natürlich auch.

Endstufe nicht lebensnotwendig — aber er ist recht nützlich. Die Schaltung übt zwei Funktionen aus: Zum einen wird am Eingang ~ eine vorhandene Netztrafo-Sekundärspannung detektiert. Eine Zeitkonstante ($R37/C15$) sorgt dafür, daß nach dem Einschalten die Lautsprecher erst zugeschaltet werden (Relais Rel1), wenn die Endstufe ihren stabilen Arbeitspunkt erlangt hat. Auf diese Weise wird ein Einschaltknacken vermieden.

Der Schaltungsteil um T20...22 bewirkt eine weitere Schutzfunktion: Hier wird eine eventuell am Ausgang des Verstärkers auftretende Gleichspannung erkannt — zum Beispiel bei einem Defekt der Endstufe. Die Lautsprecher werden in diesem Fall sofort abgeschaltet.

Sollen mehrere Endstufen an einem gemeinsamen Netzteil betrieben werden, so braucht man nur ein Modul mit Einschaltverzögerung. Dieses steuert bis zu drei weitere Module, wenn die Anschlüsse a und b aller Module durchverbunden werden (Bild 5). Die Einschaltverzögerung mit Sofortabfall und DC-Schutz ist damit für alle Mo-

dule wirksam und die Relais schalten stets gleichzeitig. Auf den Modulen ohne Einschaltverzögerung entfallen die Bauteile R35...R40, T16...T19, C14, C15, D4...D8 sowie der Wechselspannungsanschluß.

Montage der Leistungstransistoren: Die Leistungstransistoren sind vom Kühlkörper isoliert einzusetzen. Das erfolgt durch Isolierscheiben (Glimmer o.ä.) und Nippel, die von unten in die Kühlchiene gesteckt sind und durch ihren Flansch gleichzeitig einen Abstand zwischen Platine und Kühlchiene herstellen.

Softstart: Diese Zusatzeinrichtung ist besonders für Endstufen größerer Leistung zu empfehlen. Dicke Ringkerntrafos bringen durch ihren starken Einschaltstromstoß nicht selten die Haus-sicherung zum Ansprechen. Das läßt sich auf einfache Weise vermeiden: Der Trafo wird zunächst über einen kleinen Widerstand (47Ω) ans Netz gelegt, der den Stromstoß auf ein erträgliches Maß reduziert. Nach kurzer Verzögerung überbrückt ein Relais diesen Vorschaltwiderstand.

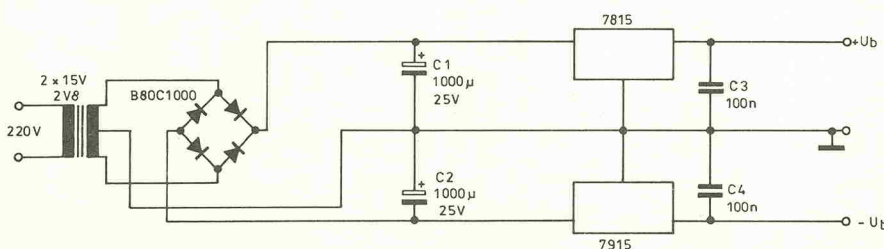


Bild 7. Die Zusatzschaltungen 'Einschaltverzögerung' und 'Softstart' erfordern ein separates, einfaches Netzteil zur Ruhestromversorgung.

TRAFO-LÖWE-ELEKTRONIK

Sendung nur per Nachnahme oder Vorauskasse Postcheckkonto Essen Nr. 154 291-438, 4744 Item 2, Sevelen, Rheurter Str. 58, Postfach 2150, Telefon 028 35/50 12 o. 50 13. Bei Sendungen unter 20,— DM 2,50 DM Bearbeitungsgebühr ab 150,— DM portofrei. Zwischenverkauf und Preisänderungen vorbehalten. Verkauf 8.—12.00 Uhr. Tel. 08 12 281/438 nur gegen Vorausk. Geg. Einzahlung eines mit 1,30 DM frankierten Umschlages, Sonderliste lieferbar.

Ersatzplättchen im Plastikbeutel

Diverse Einzelteile gemischt
Wie Widerstände, Kondensatoren, NV-Eikos, Flachtrimmer, Keramik-Kondensatoren, Spulen, kleine Übertrager, Dioden, Z-Dioden, Transistoren (BC-, BD- und BF-Typen), LEDs, Flachstecker u. Steckbuchsen. Alles Ware 1. Wahl aus Industrie-Resposten, teilweise mit leicht gekörnten Enden für Printmontage vorbereitet. Äußerst günstig für jeden Radio- und Fernsehreparatur. Ebenso für Bastler/Funkamateure.
Nr. 545 250 gr. Beutel mindestens 500 Einzelteile DM 9,50
Nr. 546 500 gr. Beutel mindestens 1000 Einzelteile DM 17,50
Nr. 548 1 kg Beutel mindestens 2000 Einzelteile DM 24,—
Nr. 939 gepulverte Widerst., Dioden, Kondens. und Induktivitäten von Bestückungsautomaten mit vielen interessanten Werten 500 g ca. 1400 Teile DM 10,—

Nr. 925 Infrarot-Empfänger in abgeschirmtem Gehäuse 5,5 x 2,5 x 3,5 mit 4 pol. Steckeranschluss, mit TCA 440 N, Fotodiode mit Linse, 10 x R 9 x C, 3 Trans., 2 Spulen, Trimmer DM 15,—
Nr. 774 Infrarot Sender SBC 5512 12 Tasten + 10er Tastatur für Videorecorder PH oder zum Aufbau von Fernsteuerungen DM 15,—
Nr. 925 + 774 im Set DM 22,50
Nr. 718 Infrarotgeber (Sender) Typ RC5002 bis 29 Kanäle, RCS Code, für alle gängigen Farbfernsehergeräte oder zum Aufbau von Fernsteuerungen mit IC SAA 1082 D Stück DM 25,—
AV 5600 Infrarotgeber (Sender) Universal für FS + Video umschaltbar RCS Code, für fast alle Fabrikate geeignet, mit Batterien, 1 St. DM 19,50 10 x DM 150,—
Wechselstromrelais
Nr. 880 220V/10A 2 x UM Stck. DM 2,—

Elektronisches Vielfachmeßgerät PM 2404, 19 x 16,5 x 27 cm, 3,7 kg, Gleich- u. Wechselspannung 5 mV—1000 V, Gleich- u. Wechselstrom 50 µA—10 A, Skalenlänge 11 cm, gebraucht, geprüft DM 175,—

Digital Multimeter PM 2422 A, 3V-stellig, 14,5 x 24 x 30 cm, 3,5 kg, 30 VA, Gleichspannung 0,2—1 kV, Wechselspannung 0,2 V—600 V, Gleich- und Wechselstrom 0,2 mA—2 A; Widerstand 200 Ω—20 MΩ, gebraucht, geprüft DM 225,—

Nr. 715 Preiswerte Weller-Lötstation Weller-Lötkeisen WTCP 24 V 50 W, temperaturgeregelte Spitze PT 7 mit Ständer und Schwamm, Trafo im Vergußgehäuse, aus eigener Fertigung. Stück DM 97,50

Trenn-Transformatoren L. Gehäuse IP 20 1000VA Pr. 220V/sek. 220V 18 kg Maße: 325x22x20cm St. DM 145,—
800VA Pr. 220V/sek. 220V 12 kg Maße: 21x16x15cm St. DM 90,—
Lieferung unfrei per Post

Nr. 9931 Trafo El 75/27 Pr. 220/240V m. Temp. Sch. 2K, Lötösen, 2 x 6, 8V je 2A, 220V 3A, 2 x 1, 20V, 3A 1 St. DM 6,— 10 St. DM 50,—

Nr. 0134 Trafo El 175/33 2K Lötösen, m. Temp. Sch. Pr. 180/220V Sek. 12,5V 1,2A, 6,5V 1,2A, 10,5V 0,6A, 3,5V 0,6A, 0-15-30-42V 0,3A St. DM 7,50

SOUND

LAUTSPRECHER BOXEN

BUHNENELEKTRONIK

EQUIPMENT

Info anfordern!
Kohlenstr. 12
4630 Bochum

TEL. 0234/450080

Inh. Michael Eisenmann

AUDIOPHILE LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE



und anderen renommierten Herstellern für anspruchsvolle Bastler!

Fordern Sie unseren Katalog 1988 mit vielen neuen, überwiegend englisch orientierten Bauvorschlüssen an. DM 5,—, die sich lohnen (Bfm, Schein, Scheck)!

LAUTSPRECHER-VERTRIEB A. OBERHAGE
Pf. 15 62, D-8130 STARNBERG
(Vorführtermine: Tel.: 08151/14321)

EPROM-LÖSCHGERÄTE · NEU: KOMPL. BAUSÄTZE



COMPUTERTECHNIK
HEINZ WELTER
Borkenwirther Str. 40
Postfach 30 29
4280 Borken-Weseke
TEL. 0 28 62/15 05 o. 15 20

Open Air Rentzelstr. 34
Inh. Peter Brager 2000 Hamburg 13
Tel.: 040/44 58 10

Peerless -Depot
LAUTSPRECHER

Lieferung u. Unterlagen sofort ab Lager
Von Audax bis WHD alles am Lager

Verschenken

können wir nur unsere Bauteilliste. Aber das andere kann sich auch sehen lassen. Unsere Angebote für diesen Monat sind:

1 Sort. IC's	25 St.	9,60
1 Sort. Si-Dioden, Transistoren	200 St.	16,00
1 Sort. Kühlkörper, versch. Typen	20 St.	8,20
1 Sort. Elektrolyt-Kondensatoren	200 St.	20,00
1 Sort. LED's	100 St.	12,00
1 Sort. LED's	500 St.	55,00
1 Sort. Keramik-Kondensatoren	500 St.	9,80
1 Sort. MKT-Kondensatoren	500 St.	15,00
1 Sort. MKT-Kondensatoren	500 St.	15,00
1 Sort. HL-Widerstände 1 W—17 W	100 St.	15,00
1 Sort. VDR-NTC Widerstände	10 St.	2,00
1 Sort. Widerstände 1/4 W 5 % 67 Werte à 500 St =	33500 St.	300,00
1 Sort. Widerstände 1/4 W 5 % 67 Werte à 100 St =	6700 St.	80,00
1 Sort. Widerstände 1/4 W 5 % 67 Werte à 50 St =	3350 St.	45,00
1 Sort. Metallfilm-4, 1/4 W 1 % 125 Werte à 100 St =	12900 St.	370,00
1 KG Widerstände 1/4 W—2 W sortiert 5 %		29,00
1 Sort. Z-Dioden	500 St.	15,00
1 Sort. Silizium-Gleichrichter	20 St.	5,00
1 Sort. Tantal-Elekt. (Perlforn)	100 St.	20,00
1 Sort. Schrauben und Muttern	1000 St.	12,00
1 Sort. Schalter, 10 versch. 10m-Ringe		9,80
1 Sort. Steckverbinder	200 St.	15,00
1 Sort. Montage-Material	500 St.	8,00
1 Sort. Flachbahnregler mono/stereo	500 St.	15,00

LED 5mm rot 0,15 100St=14,00 LED 3mm rot 0,15 100St=13,00
LED 5mm gelb 0,15 100St=13,00 LED 2mm rot 0,08 100St= 5,50
1N 4148 0,05 100St= 3,90 1N 4007 0,10 100St= 8,10
Elektrolytkond.: 470µF/10V 0,40 680µF/10V 0,45 1000µF/10V 0,55
2200µF/18V 0,85 2500µF/12V 1,00 5000µF/18V 1,30 12000µF/10V 5,00
Transistoren: BC 307 B, BC 319 C, BC 337, BC 727 je 0,25 10 St = 2,00

Süssen-Elektronik
8072 Manching · Postfach 12 62 · Tel. (084 59) 73 45

Nf-Technik und Schallwandler

R.M. Marston
110 Operationsverstärker-Schaltungen
für den Hobby-Elektroniker

HEISE

Josef Tenbusch
Akustik-Werkbuch
Boxenbau — Theorie und Praxis für Einsteiger und Fortgeschrittene

HEISE

R.M. Marston
110 Funktionsgenerator-Schaltungen
für den Hobby-Elektroniker

HEISE

ELEKTRONIK

Der Operationsverstärker ist eines der wichtigsten elektronischen Bauelemente. In diesem Buch werden erprobte Schaltungen aus einem weiten Anwendungsspektrum vorgestellt. Alle Schaltungen sind bewußt einfach gehalten und be-reiten auch dem Anfänger kaum Probleme. Ein Buch für die Praxis.

Boxen-Selbstbau — ein faszinierendes Hobby. Von einem erfahrenen Fachmann werden hier sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Tips für den Selbstbau von Lautsprecher-Boxen vermittelt. Neben zahlreichen Tabellen enthält das Buch auch ausgereifte Konstruktionsvorschläge für unterschiedliche Boxentypen.

Funktionsgeneratoren — bestückt mit Transistoren, Operationsverstärkern, Digital-ICs und speziellen Funktions-generator-ICs. Alle Schaltungen wurden sorgfältig dimensioniert, aufgebaut und getestet.

Broschur, 147 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-922 705-04-9

Broschur, 152 Seiten
DM 29,80
ISBN 3-922 705-30-8

Broschur, 153 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-922 705-03-0

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. E712

HEISE

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

Artikel	ab 1
SSM 2011 Vorverstärker-System	9,50
SSM 2012 Spannungsgest. Verstärker	26,90
SSM 2013 Spannungsgest. Verstärker	17,50
SSM 2014 Universelles sp.gest.	
Element	19,90
SSM 2015 Mikrofonvorverstärker	19,90
SSM 2016 Hochwertiger Vorverstärker	26,90
SSM 2020 Dual VCA	19,90
SSM 2022 Dual VCA	17,50
SSM 2024 Quad VCA	17,50
SSM 2031 HF-VCO	9,50
SSM 2033 VCO, Chipelewing	26,90
SSM 2038 VCO, low power	26,90
SSM 2040 Universal-Filterbaustein	19,90
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter	16,50
SSM 2056 ADSR-Baustein	17,50
SSM 2134 Operationsverstärker,	
low noise	5,40

INGENIEURBÜRO SEIDEL
Entwicklung elektronischer Schaltungen
Beratung und Vertrieb
Dipl.-Ing. Ulf Seidel
Postfach 3109, D-4950 Minden
Tel. 0571/2187

Radargerät

Ausführlicher Bauplan für alle (flotten) Autofahrer. Verwendung finden nur gebräuchliche Bauteile! Für nur 20 DM in bar, oder per NN + Porto.

E & E – Versand, Postfach 1541 / 8058 Erding

LEHMANN-electronic Bruchsaler Str.8 Tel:0621-6800 MANNHEIM 81 896780 Q

WIDERSTANDSSORTIMENTE - SORTIERT MIT JE 10/25/100 STÜCK/WERT
KEIN FARB-CODE-PROBLEM ALLE WIDERSTÄNDE MIT OHMHERT-BESCHREIBUNG.
METALLSCHICHT 1/2 0,25W. E12/E24 KOHLESCHICHT 5/2 0,25WATT E12

H1-1% E12 100-1Mn	61x10	DM 28,50	K1-5% 10n-3,3Mn	67x10	DM 16,75
M2-1% E12 100-1Mn	61x25	DM 68,00	K2-5% 10n-3,3Mn	67x25	DM 35,20
M3-1% E12 4,7n-1Mn	65x100	DM 195,00	K3-5% 10n-3,3Mn	67x100	DM 99,50
M4-1% E24 100-1Mn	121x10	DM 50,80	K4-5% 1n-10Mn	85x10	DM 20,95
M5-1% E24 100-1Mn	121x25	DM 119,00	K5-5% 1n-10Mn	85x25	DM 42,95
M6-1% E24 4,7n-1Mn	129x100	DM 368,00	K6-5% 1n-10Mn	85x100	DM 125,00

NN-VERSAND + P.V. UNSER ELEKTRONIK-KATALOG LIEGT BEI - ODER ANFORDERN.

elrad-Bausätze AKTUELL

Unsere Bausätze enthalten alle Bauteile laut Stückliste sowie die Platine und Trafo's ★ Gehäuse extra!
★ Alle Teile auch einzeln! ★ Platinen zu Verlagspreis!

Jul/August-Heft 1988

— xt-Schreiber	DM 238,40
Drum-to-MIDI: Schlagwandler	DM 196,25
Universal-Netzgerät	DM 249,90
— RETEX-Metallgehäuse hierzu	DM 89,00
— DVM-(Dig. Voltmeter-Modul) 200 mV	DM 49,95
E.M.M.A.: IEC-Konverter	DM 84,95
Stereo-IR-Sender	DM 77,30
Stereo-IR-Empfänger	DM 88,40
Stereo-IR-Sender/Empfänger Paket	DM 159,80

Sehr geehrte elrad-Leser!! Ab diesem Heft finden Sie uns wieder regelmäßig mit Bausatzangeboten in elrad. Unsere Bausätze werden mit großer Sorgfalt und ausschließlich Bauteilen 1. Wahl zusammengestellt.!!!!!!! Urlaub vom 23. 07. bis 08. 08. 1988!!!!!!!

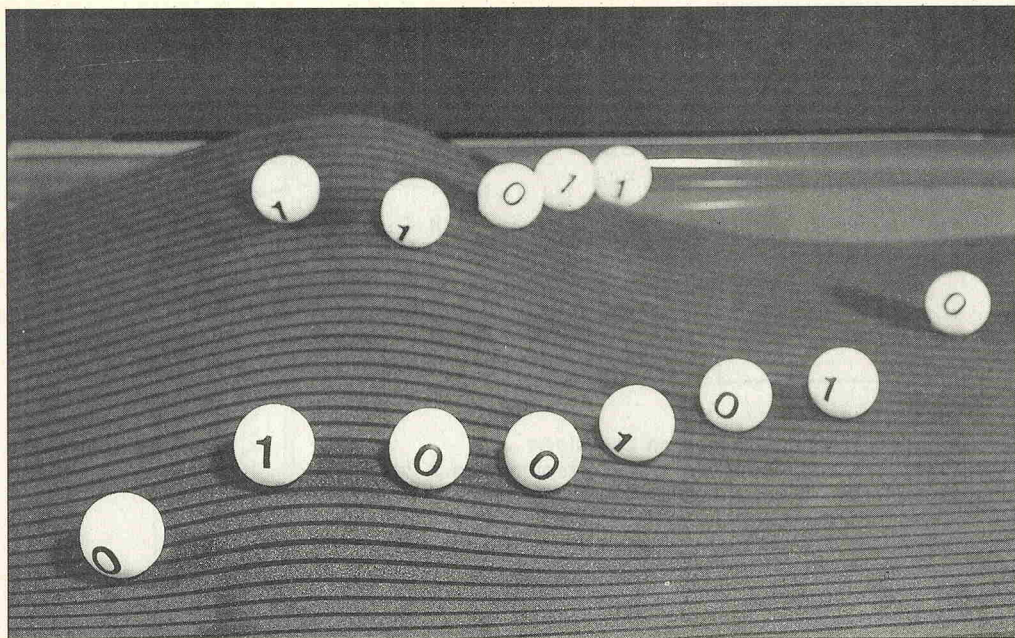
Versand: Nachnahme (Portopauschale DM 4,50 + 1,70 NG-Gebühr) ★ Vorausgesch. Bestellwert + DM 4,50 Porto ★ Oder: Post giro Karlsruhe 2205 52-75 ★ Ab DM 200,- portofrei! ★

Geist Electronic-Versand GmbH
Otto-Gönnenwein-Straße 5
D-7730 VS-Schwenningen
TELEFON: 0 77 20 3 66 73

elrad-Platinen

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. 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 Baueinheit 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 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81). Mit Erscheinen dieser Preislise verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Compact-81-Verstärker	041-191	23,20	Kapazitätsmelgerät	025-400	11,95	Notblitz	056-482	14,30	HF-Baukasten-FM-Dezodulator	077-578	6,00
60dB Pegelmessr	012-225	22,60	Pigzo-Vorverstärker	025-401	10,50	2Sai UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10	— FM-Dezodulator	077-579	6,00
MM-Eingang	023-236	10,20	Video-Überselektverstärker	025-402	12,05	Programmierbarer Signalform-			Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	077-580	16,00
MC-Eingang	023-237	10,20	Tippentrich	025-403	16,60	Generator (doppelklingig)	066-487	69,00	Impulsgeber	077-581	23,30
VV-Mosfet-Hauptplatine	082-239	17,20	VV 1 (Terzanalyse)	025-404	9,25	Drehzahlsteller	076-495	7,20	Rauschgenerator	077-582	3,00
300-2 W-PA	092-256	18,40	VV 2 (Terzanalyse)	025-405	12,20	Mini-Max (Satz)	076-496	59,20	Pink-Noise-Filter	077-583	5,70
Stocker-Netzteil A	102-261	4,40	MOSFET-PA Hauptplatine	025-405-1	56,00	Delay – Hauptplatine	076-497	56,50	Eprom-Codeschalt (Satz)	077-584	20,00
Stocker-Netzteil B	102-262	4,40	Speichervorsatz für Oskilloskope	035-406	49,50	LED-Analoguhr/Wecker-	076-498	6,50	Remiser (Satz)	077-585	82,00
Cobold-Basisplat.	043-324	36,50	Terz-Analyse (SVFO)	035-407	21,40	Kalenderzusatz	096-499	3,70	μ-Pegelschreiber-Generator-Karte	097-586	38,50
Cobold-TD	043-325	35,10	Booster-Synthesizer	035-408	153,80	— Tastatur	096-500	7,50	Modi-Box	097-587	8,00
Cobold-CIM	043-326	64,90	Terz-Analyse (Filter-Platine)	035-409	20,40	— Kalender	096-501	12,30	Testkopf-Verstärker	097-588	42,00
Labornetzgerät	123-329	27,20	MOSFET-PA Steuerplatine	045-410	25,10	— Wecker	096-502	12,30	Wechselrichter	097-589	5,00
VST Punktmatrix (Satz)	014-330*	49,00	Motorregler	045-410	25,10	Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	Mause-Klaviere	097-590	63,00
Impulsgeber	014-331*	13,00	Moving-Coil-VV III	045-411	14,10	Digitaler Sinusgenerator – Busplatine	096-504	34,80	250 W Rohren-Verstärker-Netzteil	107-591	44,50
NC-Ladungsautomatik	014-332*	13,40	Audio-Verstärker	045-412	14,10	Digitaler Sinusgenerator – Bedienteil	096-505	68,00	250 W Rohren-Verstärker-Endstufe	107-592	66,00
Blitz-Sequenzier	014-333*	5,20	MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413-1	18,20	Digitaler Sinusgenerator – PLL	096-506	61,10	μ-Pegelschreiber AD-Wandler	107-593	38,50
NDFL-Verstärker	024-334	22,50	SVCO Schreibaussage	045-414-1	12,40	Röhrenverstärker	096-507	9,20	Mid-Keybaord	107-594	30,00
Kubikpotentiometer (NDFL)	024-335	22,50	SVCO 50-Hz-Vorsatz	045-414-2	12,40	Spannungsfrequenz	106-510	9,20	Mini-Sampler	107-595	8,80
Stereo-Basis-Verbreiterung	024-336*	4,30	SVCO Übersteuerungsanzeige	045-414-3	13,80	Schlagzeug – Mutter	106-511	80,00	NICD-Lader	107-596	36,50
Triggen-Einheit	024-337*	5,10	SVCO 200-Hz-Vorsatz	045-414-4	50,90	Schlagzeug – Vater	106-512	25,80	μ-Pegelschreiber-NT	107-597	38,50
IR-Sender	024-338*	2,20	NTC-Thermometer	055-416	3,90	Midi to Drum Eprom			Schrittmotor-Interface	117-598	58,80
ICD-3P-Meter	024-339	12,20	Prazisions-NT	055-417	4,20	Digitaler Sinusgenerator –			Schrittmotor-Interface-HP	117-599	38,50
NDFL-VU	034-340*	6,60	Hall-Digital	065-418	73,30	Auswert-u. Filter	106-513	29,90	Aktive Antenne (SMD)	117-600	2,80
ZX-81 Sound Board	034-341*	6,50	Auto-Burst-Generator (Satz)	065-419	35,30	Digitaler Sinusgenerator –			Impedanzwandler	117-601	1,70
Heizungsregelung NT-Uhr	034-342	11,20	Alomuhr (Satz)	065-420	60,50	OC-Orbit u. Spgs.-Anz.	106-514	25,60	FM-Mikro (ds.)	117-602	8,00
Heizungsregelung CPU-Platine	034-343*	11,20	Hall-Digital II	065-421	98,10	Digitaler Sinusgenerator –			Abwärts-Schaltregler	127-603	5,90
Heizungsregelung Eingabe/Anz.	034-344	16,60	Fahrad-Computer (Satz)	065-422	12,70	Sinus 1 Eprom			Sinusspannungswandler	127-604	19,90
EMIX Eingangskanal	034-345	41,00	Camping-Kühlschrank	065-423	26,80	OC-Orbit u. Spgs.-Anz.	106-515	24,00	Normalfrequenzempfänger	127-605	13,70
EMIX Summenkanal	044-346	43,50	De-Voice	065-424	26,80	Digitaler Sinusgenerator –			Marderscheuche	127-606	8,20
HF-Vorverstärker	044-347*	7,70	Lineares Ohmmeter	075-425	15,50	OC-Orbit u. Spgs.-Anz.	106-516	5,10	RS-232 für C-64	127-607	13,90
Elektrische Sicherung	044-348*	16,90	Audio-Millivoltmeter-Mutter	075-426	11,30	Freig.-Anz.	106-517	26,40	MIDI-Interface für C-64 (ds.)	127-608	26,40
Hifi-NT	044-349	16,90	Audio-Millivoltmeter-Mutter	075-427-1	41,00	Freig.-Anz. – NT	106-518	26,40	Bi-Mosfet-Detektor	127-609	14,40
Heizungsregelung NT Relaisreiter	044-350	11,30	Verzerrungs-Melgerät (Satz)	075-428	18,50	Freig.-Anz. – NT	106-519	26,40	Verstärker für C-64	127-610	13,90
Heizungsregelung Therm. A	044-351	5,00	Computer-Schaltn-Mutter	075-429	18,50	Impulsgeber	116-520	37,40	Schrittmotorsteuerung	127-611	26,50
Heizungsregelung Therm. B	044-352	11,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-1	53,90	Dümmerschalter	116-521	7,80	— Busplatine	127-612	12,50
Heizungsregelung Therm. C	044-353	13,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-2	53,90	Unterbrechung	116-522	7,80	— Busplatine	127-613	9,70
Photo-Leuchte	044-354	6,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-3	53,90	Unterbrechung	116-523	7,80	— Busplatine	127-614	9,70
Equalizer (paramet.)	044-355	11,40	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-4	53,90	Unterbrechung	116-524	7,80	— Busplatine	127-615	9,70
ICD-Thermometer	044-356	11,40	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-5	53,90	Unterbrechung	116-525	7,80	— Busplatine	127-616	9,70
Wischer-Interval	044-357	13,10	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-6	53,90	Unterbrechung	116-526	7,80	— Busplatine	127-617	9,70
Tris-Netzteil	044-358	10,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-7	53,90	Unterbrechung	116-527	7,80	— Busplatine	127-618	9,70
Röhren-Kompfhor-Verstärker	044-359	90,00	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-8	53,90	Unterbrechung	116-528	7,80	— Busplatine	127-619	9,70
LED-Panometer	044-360-1	16,10	Computer-Schaltn-Mutter	075-430-9	53,90	Unterbrechung	116-529	7,80	— Busplatine	127-620	9,70
LED-Panometer	044-360-2	19,20	Computer-Schaltn-Mutter	075-431	8,80	Unterbrechung	116-530	7,80	— Busplatine	127-621	9,70
Sinusgenerator	044-361	14,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-432	13,40	Unterbrechung	116-531	7,80	— Busplatine	127-622	9,70
Autozener	044-362	4,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-433	13,40	Unterbrechung	116-532	7,80	— Busplatine	127-623	9,70
Heizungsregelung PL 4	044-363	14,80	Computer-Schaltn-Mutter	075-434	89,90	Unterbrechung	116-533	7,80	— Busplatine	127-624	9,70
Audio-Leistungsmesser (Satz)	044-364	14,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-435	11,20	Unterbrechung	116-534	7,80	— Busplatine	127-625	9,70
Wetterstation (Satz)	044-365	21,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-436	4,10	Unterbrechung	116-535	7,80	— Busplatine	127-626	9,70
Lichtautomat	044-366	7,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-437	18,60	Unterbrechung	116-536	7,80	— Busplatine	127-627	9,70
Beurteilung und Amplitudenschalter	074-367	9,80	Computer-Schaltn-Mutter	075-438	27,10	Unterbrechung	116-537	7,80	— Busplatine	127-628	9,70
VU-Peakmeter	074-368	9,45	Computer-Schaltn-Mutter	075-439	18,60	Unterbrechung	116-538	7,80	— Busplatine	127-629	9,70
Wiedergabe-Interface	074-369	4,00	Computer-Schaltn-Mutter	075-440	27,10	Unterbrechung	116-539	7,80	— Busplatine	127-630	9,70
mV-Meter (Meldestärker) – Satz	084-370	23,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-441	14,50	Unterbrechung	116-540	7,80	— Busplatine	127-631	9,70
mV-Meter (Impedanzwandler, doppelklingig)			Computer-Schaltn-Mutter	075-442	14,50	Unterbrechung	116-541	7,80	— Busplatine	127-632	9,70
mV-Meter (Netzteil)			Computer-Schaltn-Mutter	075-443	14,50	Unterbrechung	116-542	7,80	— Busplatine	127-633	9,70
Die-Steuering (Hauptplatine)	084-371/1	69,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-444	14,50	Unterbrechung	116-543	7,80	— Busplatine	127-634	9,70
Digitalis-C-Melgerät	084-372*	23,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-445	14,50	Unterbrechung	116-544	7,80	— Busplatine	127-635	9,70
Netz-Interkom	084-373	11,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-446	14,50	Unterbrechung	116-545	7,80	— Busplatine	127-636	9,70
Okklut	084-374	17,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-447	14,50	Unterbrechung	116-546	7,80	— Busplatine	127-637	9,70
KFZ-Batteriekontrolle	084-375	5,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-448	14,50	Unterbrechung	116-547	7,80	— Busplatine	127-638	9,70
Mini-Stereo-Plat.	084-376	108,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-449	14,50	Unterbrechung	116-548	7,80	— Busplatine	127-639	9,70
Auto-Detekt-Simulator	084-377	7,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-450	14,50	Unterbrechung	116-549	7,80	— Busplatine	127-640	9,70
Variometer	084-378	12,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-451	14,50	Unterbrechung	116-550	7,80	— Busplatine	127-641	9,70
(Aufnehmerplatine) – Satz			Computer-Schaltn-Mutter	075-452	14,50	Unterbrechung	116-551	7,80	— Busplatine	127-642	9,70
Variometer (Audio-Platine)			Computer-Schaltn-Mutter	075-453	14,50	Unterbrechung	116-552	7,80	— Busplatine	127-643	9,70
Gondor-Subbasi (doppelklingig)	084-379	81,80	Computer-Schaltn-Mutter	075-454	14,50	Unterbrechung	116-553	7,80	— Busplatine	127-644	9,70
CO-Akquisier – Satz	104-380*	12,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-455	14,50	Unterbrechung	116-554	7,80	— Busplatine	127-645	9,70
Terz-Analyse – Satz	104-381	223,75	Computer-Schaltn-Mutter	075-456	14,50	Unterbrechung	116-555	7,80	— Busplatine	127-646	9,70
(mit Lötspätk)			Computer-Schaltn-Mutter	075-457	14,50	Unterbrechung	116-556	7,80	— Busplatine	127-647	9,70
IR-Fernbedienung (Satz)	104-382	5,95	Computer-Schaltn-Mutter	075-458	14,50	Unterbrechung	116-557	7,80	— Busplatine	127-648	9,70
(doppelklingig, durchkontaktiert)			Computer-Schaltn-Mutter	075-459	14,50	Unterbrechung	116-558	7,80	— Busplatine	127-649	9,70
IR-Fernbedienung (Satz)	114-385	78,30	Computer-Schaltn-Mutter	075-460	14,50	Unterbrechung	116-559	7,80	— Busplatine	127-650	9,70
Zetgeber (Satz)	114-386	44,70	Computer-Schaltn-Mutter	075-461	14,50	Unterbrechung	116-560	7,80	— Busplatine	127-651	9,70
Terz-Analyse/Frafo	114-387	13,20	Computer-Schaltn-Mutter	075-462	14,50	Unterbrechung	116-561	7,80	— Busplatine	127-652	9,70
Thermosatz	114-388-1	14,50	Computer-Schaltn-Mutter	075-463	14,50	Unterbrechung	116-562	7,80	— Busplatine	127-653	9,70
Universal-Weiche*	ce2-389-1	15,20	Computer-Schaltn-Mutter	075-464	14,50	Unterbrechung	116-563	7,80	— Busplatine	127-654	9,70
Klein-Weiche	ce2-389-2	30,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-465	14,50	Unterbrechung	116-564	7,80	— Busplatine	127-655	9,70
Frequenzmesser HP	124-390-1	12,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-466	14,50	Unterbrechung	116-565	7,80	— Busplatine	127-656	9,70
Frequenzmesser Anzeige	124-390-2	12,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-467	14,50	Unterbrechung	116-566	7,80	— Busplatine	127-657	9,70
Frequenzmesser Tieffrequenz	124-391	17,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-468	14,50	Unterbrechung	116-567	7,80	— Busplatine	127-658	9,70
Schaltzeitschalt	124-392	14,20	Computer-Schaltn-Mutter	075-469	14,50	Unterbrechung	116-568	7,80	— Busplatine	127-659	9,70
Mini-Röhrenverstärker (VV)	124-393-1	17,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-470	14,50	Unterbrechung	116-569	7,80	— Busplatine	127-660	9,70
Mini-Röhrenverstärker (VV) Netzteil	124-393-2	17,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-471	14,50	Unterbrechung	116-570	7,80	— Busplatine	127-661	9,70
Spannungswandler	124-394	17,60	Computer-Schaltn-Mutter	075-472	14,50	Unterbrechung	116-571	7,80	— Busplatine	127-662	9,70
Minimax (Satz)	015-395	23,70	Computer-Schaltn-Mutter	075-473	14,50	Unterbrechung	116-572	7,80	— Busplatine	127-663	9,70
Radio-Generator	015-396	23,70	Computer-Schaltn-Mutter	075-474	14,50	Unterbrechung	116-573	7,80	— Busplatine	127-664	9,70
DVM-Meter	015-397	9,55	Computer-Schaltn-Mutter	075-475	14,50	Unterbrechung	116-574	7,80	— Busplatine	127-665	9,70
FM-Meldestärker	015-398	20,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-476	14,50	Unterbrechung	116-575	7,80	— Busplatine	127-666	9,70
Inversstell- und Frequenzweiche	015-399	20,90	Computer-Schaltn-Mutter	075-477	14,50	Unterbrechung	116-576	7,80	— Busplatine	127-667	9,70
			Computer-Schaltn-Mutter	075-478	14,50	Unterbrechung	116-577	7,80	— Busplatine	127-668	9,70
			Computer-Schaltn-Mutter	075-479	14,50	Unterbrechung	116-578	7,80	— Busplatine	127-669	9,70
			Computer-Schaltn-Mutter	075-480	14,50	Unterbrechung	116-579	7,80	— Busplatine	127-670	9,70
			Computer-Schaltn-Mutter	075-481	14,50	Unterbrechung	116-580	7,80	— Busplatine	127-671	9,70
			Computer-Schaltn-Mutter	075-482	14,50	Unterbrechung	116-581	7,80	— Busplatine	127-672	9,70



Bits im Gänsemarsch

Die RS-232-C-Schnittstelle

Günter Klotz

Die meistverwendete serielle Verbindung zwischen Computern und deren Peripherie ist zweifellos die asynchrone RS-232-C- oder V.24-Schnittstelle. Man findet sie in irgendeiner Form an fast jedem Rechner, meistens auch an Plottern oder Druckern. Im Hinblick auf das Projekt „E.M.M.A. meets IEEE“ — Einplatinenmikro vermittelt V.24-Anrufe zum IEC-Bus — wird hier die andere Seite der Medaille beleuchtet, nachdem in der letzten elrad-Ausgabe der IEC-Bus ausführlich besprochen wurde.

Trotz der Möglichkeit, die RS-232-C-Schnittstelle mit wenig Vorkenntnissen und einem relativ geringen Schaltungsaufwand zu betreiben, kann die Verbindung zweier Geräte über diese Schnittstelle so viele Stolpersteine in sich bergen, daß es sich lohnt, ein paar klärende Worte darüber zu verlieren.

Neben der parallelen Datenübertragung, bei der ein Binärwort „an einem Stück“ transferiert wird (und die selten bidirektional ausgelegt wird), ist die Methode der seriellen Weiterleitung von Informationen weit verbreitet. Prinzipiell benötigt man hierfür nur ein Leitungspaar (Signal- und Rückbeziehungsweise Masseleitung), denn es wird zu jedem Zeitpunkt jeweils nur ein Datenbit übertragen. Dieses Verfahren macht sich besonders dann angenehm bemerkbar, wenn große Entfernungen zu überbrücken sind: Bei paralleler Übertragung vervielfachen sich die Kosten für das Kabel mit jedem Bit im Binärwort. Darüber hinaus wirken sich die durch steile Signalfanken und

elektrische Verkopplung benachbarter Leitungen induzierten Störungen mit wachsender Leitungslänge sehr viel mehr aus als bei der relativ langsamen seriellen Übertragung mit nur wenigen, womöglich gut abgeschirmten Leitungen.

Die verhältnismäßig geringe Arbeitsgeschwindigkeit serieller Datenübertragung ist zugleich ihr größter Nachteil. Da die einzelnen Bits nacheinander über die Leitung geschickt werden und jeder Transfer eine bestimmte Zeit beansprucht, dauert es viel länger, ein gegebenes Binärwort zum Empfänger zu schicken, als wenn man es parallel transportieren würde. Allerdings arbeiten die meisten Peripheriegeräte ohnehin ziemlich langsam und können die mit hoher Geschwindigkeit übertragenen Datenströme gar nicht verarbeiten. Serieller Datenverkehr ist für Geräte wie mechanische Drucker und Ploter in der Regel völlig ausreichend — es sei denn, sie besitzen einen größeren Pufferspeicher für ankommende Zeichen. Zum Austausch von Daten be-

nötigt man üblicherweise zwei Geräte. Das können zwei Computer sein, die miteinander in Verbindung treten wollen, oder ein Computer und ein Terminal, um mit einem Menschen zu kommunizieren, oder ein Computer und ein Drucker, der Daten und Texte zu Papier bringen soll. Nun gehen die einschlägigen Normen aber von einer ganz bestimmten Verbindungsphilosophie aus, bei der zwei verschiedene Kategorien von Geräten benötigt werden:

a) DTE (Data Terminal Equipment), oder deutsch DEE (Daten-Endeinrichtung/en); und
b) DCE (Data Communication Equipment) beziehungsweise DÜE (Daten-Übertragungseinrichtung/en).

Ein DTE ist ein Gerät, welches am Anfang oder am Ende einer Datenübertragungskette steht und die Daten sendet beziehungsweise empfängt. Bei einem DCE handelt es sich dagegen um eine Art Zwischenstation, die zwischen DTE und der sogenannten Übertragungsstrecke (der „langen Leitung“) vermittelt, wenn beide mit unterschiedlichen Darstellungen der zu übertragenden Information arbeiten; die Daten selbst bleiben dabei unverändert. Zum Beispiel ist ein Modem ein DCE, das die Signalspannungen vom Ausgang eines DTE in Tonfrequenzen umsetzt, die dann über das Telefonnetz als Übertragungsstrecke „verschickt“ werden können, und umgekehrt.

Hier stößt man sogleich auf den ersten Stolperstein, um nicht zu sagen: ein ganzes Geröllfeld. In den Normen ist nur die Schnittstelle DTE-DCE geregelt, nicht jedoch eine Verbindung zweier DTE ohne zwischengeschaltete DCE. Letztere ist aber heute fast schon zur Regel geworden. Sei es, daß man einen Mikrocomputer mit einem Terminal koppeln will, mit einem „seriellen“ Drucker oder mit einem zweiten Mikrocomputer; sofern diese Geräte dicht beieinander stehen, sind Modems vollkommen überflüssig.

Welche Probleme sich daraus im einzelnen ergeben, wird im folgenden noch erläutert; siehe dazu auch Kasten „Normen und Realität“. Zunächst nur soviel: Die klare Trennlinie

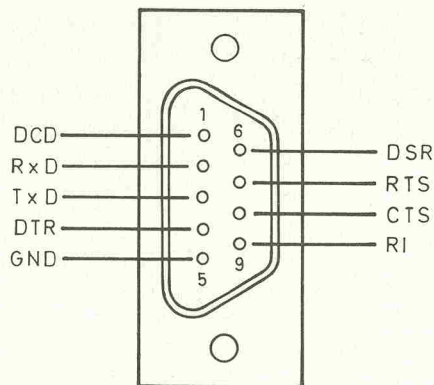
zwischen DTE und DCE verschimmt, weil viele Terminal- und Druckerports als DCE konfiguriert werden, um Standard-Verbindungskabel verwenden zu können.

Und schon liegt der nächste Stein im Weg. Sind nämlich die Anschlußpins normgerecht bezeichnet, läßt sich anhand der Pinbelegung nicht feststellen, ob ein Gerät als DTE oder DCE verschaltet ist. Die Pins des 25-poligen Subminiatur-D-Steckverbinders tragen bei beiden Gerätekategorien dieselben Bezeichnungen; beispielsweise heißt Pin 2 immer „TxD“ (= Sendedaten) und Pin 3 immer „RxD“ (= Empfangsdaten). Während jedoch ein DTE auf Pin 2 seine Daten herausendet und auf Pin 3 empfängt, verhält sich ein DCE genau umgekehrt — es empfängt auf Pin 2 und sendet auf Pin 3. Genauso ist es mit etlichen anderen Leitungen. In der Tabelle sind deshalb die Signalrichtungen für DTE und DCE getrennt aufgeführt.

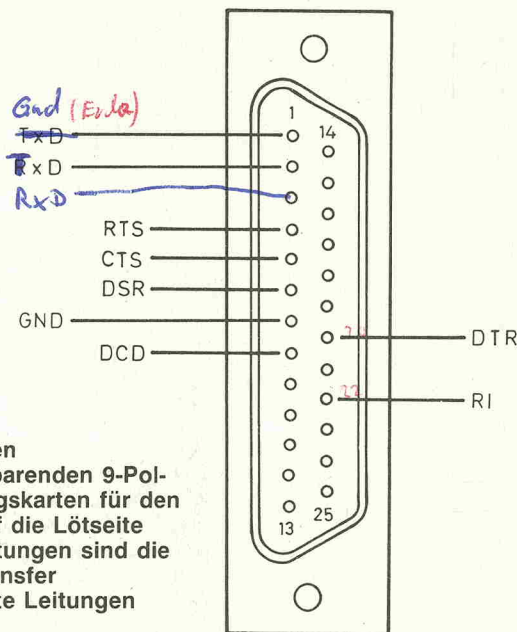
Durch die jeweils vertauschten Ein- und Ausgänge läßt sich das Verbindungskabel zwischen DTE und DCE „Eins-zu-Eins“ verdrahten. Und da ein normgerechtes Kabel zudem je einen Stecker und eine Kupplung besitzt, kann es bei Bedarf ohne weiteres mit einem zweiten Normkabel verlängert werden.

Vorsicht, noch ein Stolperstein: Laut Norm weist ein DTE einen „männlichen“ Steckanschluß für das Verbindungskabel auf (Stecker), das DCE einen „weiblichen“ (Steckdose). Leider hält sich kaum ein Gerätehersteller an diese eigentlich recht einfache Vereinbarung, meistens ist sowohl an DTE als auch an DCE ein weiblicher Steckanschluß angebracht.

Alles in allem erlauben die äußeren Merkmale praktisch nur in zwei Fällen eine verlässliche Eingruppierung. Der eine ist der, daß man ein Gerät findet, an dessen Gehäuse ein männlicher Stecker montiert ist. Dann kann man davon ausgehen, daß es sich um ein DTE handelt. Der andere betrifft die Pinbelegungsliste; ist dort Pin 2 mit RxD bezeichnet, Pin 3 mit TxD und so weiter, hat man mit Sicherheit ein DCE vor sich.



Die Belegung des normgerechten 25-poligen Steckverbinders (rechts) und der platzsparenden 9-Pol-Ausführung, wie sie bei vielen Erweiterungskarten für den IBM PC (XT, AT) verwendet wird (Blick auf die Lötseite eines Steckers). Die hervorgehobenen Leitungen sind die Mindestausstattung für bidirektionalen Transfer (Dreileitungsverbindung), selten gebrauchte Leitungen sind nicht eingezeichnet.



Mit Vorbehalt kann noch die Buchsenbezeichnung herangezogen werden; ein Modemanschluß ist in aller Regel als DTE verdrahtet, ein Terminal- oder Druckerport üblicherweise als DCE. In Zweifelsfällen sollte man jedoch nachmessen: Liegt am (offenen Pin 2 im Ruhezustand eine Spannung von mindestens -5 V (gegen Masse, Pin 7), dann ist dieser Pin ein Ausgang und das Gerät somit ein DTE. Bei einem DCE (Pin 2 = Eingang) zeigt das Meßgerät etwa null Volt an.

Eine der wesentlichen Vereinbarungen im RS-232-C-Standard gilt dem Signalpegel, an dessen Höhe ein Empfänger den Wert eines Datenbits erkennt. Während im Innern eines Rechners eine logische „0“ oder „1“ durch eine Spannung von $0 \dots 0,8\text{ V}$ beziehungsweise $2 \dots 5\text{ V}$ repräsentiert wird (TTL-Pegel), arbeitet die RS-232-C-Schnittstelle mit bipolaren logischen Pegeln und invertierter Logik. Im Klartext bedeutet das, daß der logischen „1“ eine negative Spannung (auch MARK genannt) zugeordnet ist, während der logischen „0“ eine positive Spannung (SPACE) entspricht.

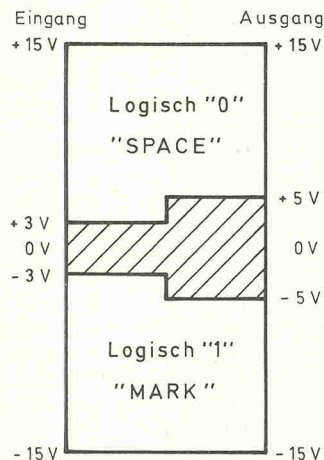
In bezug auf die Höhe dieser Spannungen nennt die Norm für Sender und Empfänger unterschiedliche Mindestwerte. Für Ausgänge ist der Spannungsbereich zwischen -5 V und $+5\text{ V}$ nicht als Logikpegel

definiert und daher auch nicht interpretierbar; der Bereich von $+5\text{ V} \dots +15\text{ V}$ entspricht der logischen „0“, der Bereich von $-5\text{ V} \dots -15\text{ V}$ der logischen „1“. Die Spannungsangaben gelten für einen Abschlußwiderstand zwischen $3000\ \Omega$ und $7000\ \Omega$. Bei Eingängen ist der Übergangsbereich schmaler, hier liegen die Grenzen bei $\pm 3\text{ V}$. Die Differenz beider Grenzwerte dient als Sicherheit zur Kompensierung von Spannungsverlusten auf der Leitung zwischen Sender und Empfänger und als Schutzmaßnahme gegen eingestreute Störspannungen.

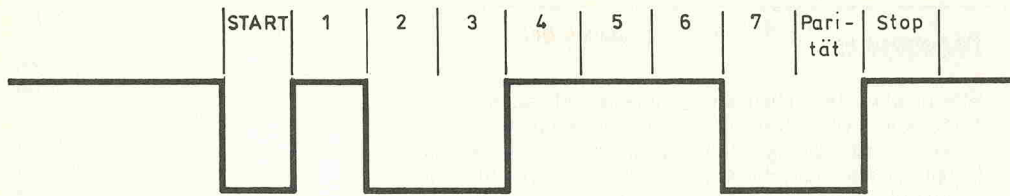
Für die Umsetzung der geräteinternen TTL-Pegel in RS-232-C-Pegel und umgekehrt verwendet man heutzutage meistens integrierte

Schnittstellen-Treiber/-Empfängerbausteine. Weit verbreitete Bausteine sind der SN 75188 (4-fach-Treiber) und der SN 75189 (4-fach-Empfänger) von Texas oder die baugleichen Motorola-Typen MC 1488/89. Mittlerweise in Mode gekommen ist der CMOS-Baustein MAX 232 von Maxim, der außer je zwei Treibern und Empfängern eingebaute Spannungswandler besitzt, mit denen er aus der normalen $+5\text{ V}$ -Versorgung $\pm 10\text{ V}$ für die Schnittstellentreiber erzeugt. Bei Einsatz dieser Komplettlösung sind zusätzliche Stromversorgungen für die RS-232-C-Schnittstelle nicht erforderlich.

Bisher ging es nur um die „äußeren Umstände“, aber wie werden nun eigentlich die Da-



Die Spannungen am Einbeziehungswise Ausgang laut Norm.



Beispiel für eine serielle asynchrone Übertragung der ASCII-Ziffer 9 (39h) mit Startbit, einem Stoppbit und gerader Parität.

ten übertragen? Für den Kenner steckt die Antwort in einem einzigen Wort: asynchron. Es besagt, daß die Übertragung eines Datenwortes, ausgehend von einem Ruhezustand, zu irgendeinem beliebigen Zeitpunkt beginnen kann. Die RS-232-C-Norm definiert als Ruhezustand den MARK-Zustand (logisch „1“) der Sender-Ausgangsleitung. Dieser Zustand liegt nach dem Einschalten vor und wird nach jeder Übertragung wieder eingenommen.

Bevor jedoch ein Datum „auf die Reise“ geschickt, also dessen erstes Bit ausgegeben werden darf, ist der Empfänger in geeigneter Weise vorzuwarnen, da dieser, falls das erste Bit den Wert 1 hat, keinen Unterschied zum Ruhezustand bemerken würde. Dazu dient das sogenannte Startbit: Für die Dauer eines Bits gibt der Sender SPACE aus (logisch „0“); dieses Signal unterscheidet sich eindeutig vom Ruhezustand und gibt dem Empfänger Gelegenheit, seine Abfragelogik auf das Einlesen der Datenbits vorzubereiten.

Die Datenbits, die üblicherweise ein Zeichen im 7-Bit-ASCII-Code repräsentieren, folgen unmittelbar auf das Startbit, und zwar mit dem LSB voran (Lowest Significant Bit = Bit 1). Nach dem letzten Bit, dem MSB (Most Significant Bit, Bit 7 bzw. bei 8-Bit-Daten Bit 8), kann noch ein so-

genanntes Paritätsbit zur Erkennung von Übertragungsfehlern eingefügt werden. Dabei unterscheidet man zwischen gerader (even) und ungerader (odd) Parität. Gerade Parität beispielsweise bedeutet, daß die Anzahl der übertragenen gesetzten Bits („1“) einschließlich des Paritätsbits gerade ist; der Sender setzt also das Paritätsbit, wenn die Anzahl der gesetzten Bits im Datenwort ungerade ist, und umgekehrt. Der Empfänger untersucht nun den Bitstrom nach der gleichen Vorschrift und kann so Übertragungsfehler feststellen. Das Ende der Übertragung kennzeichnet ein Stoppbit (MARK), das 1, 1,5 oder 2 Bitzeiten dauern kann. (Man redet deshalb auch von 1, 1,5 oder 2 Stoppbits.

Die nächste wichtige Vereinbarung ist die sogenannte „Baudrate“. Sie gibt die Geschwindigkeit an, mit der Daten übermitten werden (1 Baud = 1 Bit/s). Übliche Baudraten sind 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 und 19200 Baud. Daraus kann man die Zeichenrate ableiten, also die Anzahl der übertragenen Zeichen je Zeiteinheit. Beispielsweise werden bei einem Übertragungsformat von einem Start-, sieben Daten- und zwei Stoppbits und einer Geschwindigkeit von 300 Baud genau 30 Zeichen pro Sekunde übertragen.

Noch ein Wort zur Maximallänge der Datenleitung zwischen zwei Geräten: Sie hängt, physikalisch bedingt, im wesentlichen von der Datenwechselfrequenz, also von der Baudrate, sowie von der Kapazität der Übertragungsleitung ab. Die Norm nennt allerdings pauschal eine maximale Länge von 30,5 m (100 Fuß) und liegt damit immer auf der sicheren Seite.

Bleibe noch zu klären, wie sich Sender und Empfänger gegenseitig die Bereitschaft zum Datenaustausch signalisieren. Dieser Vorgang, der als „Handshaking“ bezeichnet wird, kann auf zwei Arten erfolgen: als Software-Handshaking oder als Hardware-Handshaking.

Zunächst wird der Fall betrachtet, daß ein als DTE konfigurierter Drucker Daten von einem als DCE verschalteten Computer empfangen soll. Prinzipiell würde es genügen, wenn man nur die Verbindung zwischen den Pins 3 und 7 herstellen würde. Bei einem Überlauf des Druckerpuffers gingen dann jedoch Daten verloren, weil der Drucker den Zustand „Puffer voll“ wegen fehlender Rückleitungen nicht an den Computer melden kann.

Beim Hardware-Handshaking, das in vielen derartigen Fällen benutzt wird, meldet der Drucker seine Empfangsbereit-

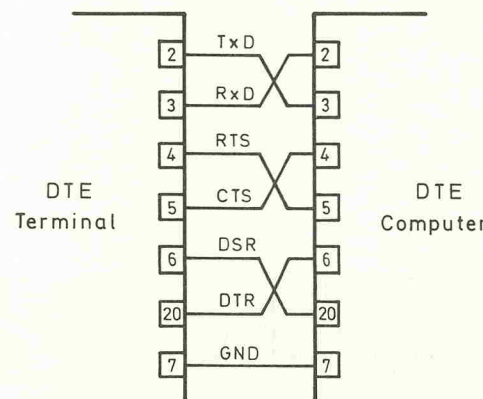
schaft über die Leitung DTR (Data terminal ready) an Pin 20. Dabei steht eine logische „0“ (SPACE) für „Bereit“ und eine logische „1“ (MARK) für „Nicht bereit“ oder „Beschäftigt“. Das Hardware-Handshaking wird deshalb auch Ready/Busy-Protokoll genannt.

Beim Software-Handshaking teilt der Drucker die Empfangsbereitschaft über Steuerzeichen mit, die er an den Computer sendet. Deshalb muß hierfür die Leitung TxD (Pin 2) vorhanden sein. Es werden zwei Fälle unterschieden — sendergesteuertes und empfangergesteuertes Software-Handshaking.

Ersteres, auch ETX/ACK-Protokoll genannt, verwendet die beiden ASCII-Steuerzeichen ETX (03h, Control-C) und ACK (06h, Control-F) zur Verständigung: Wenn der Drucker bereit ist, Daten entgegenzunehmen, sendet er das Zeichen ACK. Der Computer gibt daraufhin die Daten aus und schließt diese mit einem ETX-Zeichen ab. Erkennt der Drucker dieses Zeichen, weiß er, daß die Übertragung beendet ist und er zur Verarbeitung schreiten darf. Kann er weitere Daten aufnehmen, sendet er wieder ein ACK-Zeichen zum Computer, und der Zyklus beginnt von vorn. Das ETX/ACK-Protokoll setzt natürlich voraus, daß die Anzahl der Daten, nach denen der Computer ein ETX in den Zeichenstrom einfügt, auf die Größe des Druckerpuffers abgestimmt ist.

Wegen dieser Unzulänglichkeit wurde noch eine Variante des ETX/ACK-Protokolls entwickelt, das ACK-Protokoll. Dabei entfällt die Block-Ende-Markierung durch ETX, und der Drucker quittiert nicht mehr Datenblöcke, sondern jedes einzelne Zeichen mit ACK.

Das empfangergesteuerte Software-Handshaking (XON/XOFF-Protokoll) funktioniert ähnlich wie das Ready/Busy-Protokoll: Der Drucker nimmt so lange Zeichen an, bis sein Puffer gefüllt ist, und schickt dann über seine Sendeleitung das Ausschaltzeichen XOFF (13h, Control-S) zum Computer. Sobald dieser das Zeichen empfängt, geht er



Die Null-Modem-Schaltung ist wegen der Fehlinterpretation des RTS-Signals mit Vorsicht zu genießen.

in einen Wartezustand. Wenn der Druckerpuffer geleert ist, sendet der Drucker das Einschaltzeichen XON (11h, Control-Q), und der Computer fährt mit der Übertragung an dem Punkt fort, an dem er gestoppt wurde.

Für das Software-Handshaking braucht man also neben den Datenleitungen (Pins 2 und 3) und Masse (Pin 7) keine weitere Verbindung zwischen DCE und DTE herzustellen. Im Beispiel sieht es zwar für das Hardware-Handshaking genauso aus, man muß jedoch bedenken, daß hier nur eine Übertragungsrichtung betrachtet wurde. Für eine bidirektionale Verbindung mit Hardware-Handshaking benötigt man schon mindestens fünf Leitungen (vier Signal- plus eine Masseleitung), eine Schnittstelle mit Software-Handshaking ist dagegen prinzipiell bidirektional. Es klang bereits an: Strenggenommen ist das eben behandelte Beispiel gar keine RS-232-C-Verbindung. Ein Drucker ist nun einmal ein Endgerät — gleichgültig, ob als DCE „getarnt“ oder nicht. Aber so ist die Praxis. Und es ist ja nicht aus der Luft gegriffen, wenn Computerhersteller ihre Terminal- und Drucker-schnittstellen als RS-232-C-kompatibel bezeichnen: Die grundlegenden Vereinbarungen — Steckerbelegungen, Signalpegel, Übertragungsformat und Baudraten — werden praktisch immer eingehalten.

Dennoch ist die Kopplung zweier Endgeräte das Sorgenkind der RS-232-C-Anwender, weil die sogenannten Steuer- und Meldeleitungen mit den DIN-Kurzbezeichnungen S1...S5 und M1...M6 nicht einheitlich verwendet werden. Zum Glück sind nur fünf relevant — DTR, RTS (S1 und S2), DSR, CTS und DCD (M1, M2 und M5). Diese können einen aber auch einige Zeit beschäftigen, es sei denn, man bekommt ein nachweislich passendes Kabel mitgeliefert — aber: zu welchem Preis?

Ist dieser „Luxus“ nicht gegeben, sollte man zunächst die Handbücher befragen nach Informationen über die Kategorie der Geräteanschlüsse (DTE oder DCE) sowie darüber, wel-

Normen

Wie in allen Bereichen der Technik gibt es auch für die serielle Übertragung von Daten Vorschriften, die den Datenfluß regeln, Spezifikationen für Pegel und Leitungen festlegen und für eine Vereinheitlichung der Übertragungsprozeduren sorgen sollen. Historisch ist der „RS-232-Standard“, der in den USA erstmals im Jahre 1964 von der EIA (Electronic Industries Association) formuliert wurde, aus der Notwendigkeit entstanden, den Datenaustausch zwischen zwei Computern beziehungsweise einem Computer und dezentral aufgestellter Peripherie über das Telefonnetz mit Hilfe eines sogenannten Modems (MODulator/DEMulator) zu regeln. In dieser wenig später noch einmal überarbeiteten und dann unter dem endgültigen Namen RS-232-C herausgebrachten Norm sind sowohl die funk-

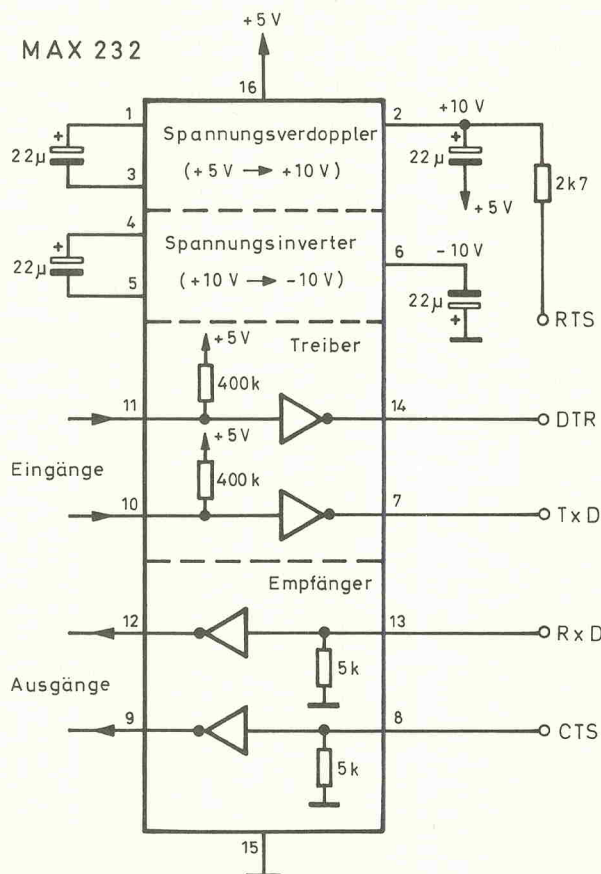
tionellen als auch die elektrischen Kennwerte wie Signalpegel, Kurzschlußfestigkeit, Abschlußwiderstand usw. der Schnittstelle festgelegt.

Das internationale Gegenstück zu dieser amerikanischen Norm wurde 1964 von der Standardisierungsorganisation CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) herausgegeben. Diese Empfehlung erhielt die Bezeichnung V.24, sie ist eine sogenannte „Shopping List“, in der alle in Verbindung mit Modems überhaupt möglichen Schnittstellenleitungen und ihre Funktionen beschrieben sind. Die elektrischen Kennwerte sind in einer eigenen CCITT-Empfehlung angegeben, der V.28. Das deutsche Pendant zu V.24 ist die DIN 66020, Teil 1; das Pendant zu V.28 ist die DIN 66259, Teil 1.

che Ein- und Ausgänge am Ready/Busy-Protokoll beteiligt sind und wie mit den übrigen Ein-/Ausgängen verfahren wird. Es lohnt sich zu prüfen, ob nicht Software-Handshaking (XON/XOFF-Protokoll) zum Einsatz kommen kann. Dann reicht nämlich billiges dreiadriges Kabel — vielleicht mit ein paar Lötbrücken an den Steckern.

Als Beispiel soll wieder die Computer-Drucker-Kopplung dienen. Bekannt seien die Geräteanschlüsse (Computer = DCE, Drucker = DTE; falls nicht dokumentiert, hilft die weiter vorne beschriebene Messung.) Von den Handshaking-Signalen gehe nur DTR eindeutig aus der Beschreibung hervor; es verhalte sich wie im Abschnitt über Hardware-Handshaking erläutert.

Für eine solche unidirektionale Schnittstelle (Übertragung nur vom Computer zum Drucker) reichen diese Informationen normalerweise aus. Neben der Daten- (RxD-) und der Masseleitung braucht man lediglich die DTR-Leitung für das ebenfalls „einseitige“ Ready/Busy-Protokoll; in der Experimentierphase sollte man aber immer mindestens eine Leitung in Reserve haben. Vorausgesetzt, beide Geräte sind auf dasselbe Übertragungsformat und -protokoll, dieselbe (zunächst niedrige) Baudrate und dieselbe Parity-Behandlung eingestellt, sollte die Übertragung auf Anhieb funktionieren. Wenn ja, ist noch ein Test angebracht, bei dem das Handshaking mit Sicherheit gefordert ist, etwa eine Übertragung größerer Datenmengen



Mit dem MAX 232, dessen Ein-/Ausgänge TTL- und CMOS-kompatibel sind, gehört zusätzlicher Schaltungsaufwand für die ± 12 V-Versorgung der Schnittstellentreiber der Vergangenheit an.

Kurzzeichen			Pin	Beschreibung		Richtung	
CCITT V.24	EIA RS-232-C	DIN 66020		Deutsch	Englisch	DCE	DTE
101	AA	E1	1	Schutzerde	Protective Ground	-	-
102	AB	E2	7	Signal-/Betriebserde	Signal Ground/Common Return	-	-
103	BA	D1	2	Sendedaten	Transmitted Data (TxD)	ein	aus
104	BB	D2	3	Empfangsdaten	Received Data (RxD)	aus	ein
105	CA	S2	4	Sendeteil einschalten	Request to send (RTS)	ein	aus
106	CB	M2	5	Sendebereitschaft	Clear to send (CTS)	aus	ein
107	CC	M1	6	Betriebsbereitschaft	Data set ready (DSR)	aus	ein
108.1		S1.1	20	Übertragungsleitung an	Connect data set to line	ein	aus
108.2	CD	S1.2	20	Terminal betriebsbereit	Data terminal ready (DTR)	ein	aus
125	CE	M3	22	Ankommender Ruf	Ring indicator (RI)	aus	ein
109	CF	M5	8	Empfangssignalpegel	Received line signal detector (DCD)	aus	ein
					Carrier detector		
110	CG	M6	21	Empfangsgüte	Signal quality detector	aus	ein
111	CH	S4	23	Übertragungsgeschwindigkeit (Wahl vom DTE)	Data signal rate selector (DTE)	ein	aus
112	CI	M4	23	Übertragungsgeschwindigkeit (Wahl vom DCE)	Data signal rate selector (DCE)	aus	ein
126	CK	S5	11	Wahl Sendefrequenz	Select transmit frequency	ein	aus
113	DA	T1	24	Sendeschrittakt von DTE	Transmitter signal element timing	ein	aus
114	DB	T2	15	Sendeschrittakt von DCE	Transmitter signal element timing (TxC)	aus	ein
115	DD	T4	17	Empfangsschrittakt	Receiver element signal timing (RxC)	aus	ein
118	SBA	HD1	14	Sendedaten Rückkanal	Secondary transmitted data	ein	aus
119	SBB	HD2	16	Empfangsdaten Rückkanal	Secondary received data	aus	ein
120	SCA	HS2	19	Rückkanal Sendeteil ein	Secondary request to send	ein	aus
121	SCB	HM2	13	Rückkanal Sendebereitschaft	Secondary clear to send	aus	ein
122	SCF	HM5	12	Rückkanal Empfangssignalpegel	Secondary Carrier detector	aus	ein
			9/10	Modemtest	Data set testing	-	-
			11/18	Nicht belegt	Unassigned	-	-
			25				

Die DIN leitet ihre Kurzzeichen von der jeweiligen Leitungsgruppe ab. Unterschieden werden:

- Erdleitungen
- Datenleitungen
- Steuerleitungen
- Meldeleitungen
- Taktleitungen
- Leitungen für den Hilfskanal

Die Taktleitungen und einige der Steuer- und Meldeleitungen werden nur relativ selten benutzt, nämlich bei speziellen Modems. Das gleiche gilt für den Hilfskanal, der jedoch durch BTX und andere Einrichtungen, die mit verschiedenen Baudraten in Hin- und Rückrichtung arbeiten, zumindest eine gewisse Bekanntheit erlangt hat.

Im folgenden sind die Funktionen der sechs wichtigsten Steuer- und Meldesignale aufgeführt (vergleiche Anschlußbelegung); die genannte Bedeutung bezieht sich jeweils auf

den Zustand „aktiv“, das heißt, der zugehörige Ausgang führt „0“-Pegel (positive Spannung).

DTR — DTE betriebsbereit, Übertragungsleitung (Pin 20): Aus der Sicht des DCE ist dies die Bereitschaftsmeldung des DTE; umgekehrt kann man DTR auch als Aufforderung des DTE an das DCE begreifen, die Übertragungsleitung einzuschalten, also die Verbindung zur Gegenstation herzustellen.

DSR — DCE betriebsbereit (Pin 6): Dies ist die Mitteilung an das DTE, daß das DCE eingeschaltet ist und Verbindung mit der Gegenstation besteht.

RTS — Sendeteil einschalten (Pin 4): Damit wird das DCE vom DTE darüber informiert, daß dieses Daten übertragen will, und aufgefordert, seinen Sender (den in Richtung Gegenstation) zu aktivieren.

CTS — Sendebereitschaft (Pin 5): Das DCE antwortet

auf die obige Anforderung mit einer Sendebereitschaftsmeldung. Das DTE darf dann mit der Ausgabe der Daten beginnen.

DCD — Empfangssignalpegel (Pin 8): An diesem Signal erkennt das DTE, daß das DCE von der Gegenstation gültige Signale mit ausreichendem Pegel empfängt. DCD wird benutzt, um den Empfänger im DTE zu sperren und damit das Einlesen falscher Daten zu unterbinden, wenn das DCE die Signale der Gegenstation nicht deuten kann.

RI — Ankommender Ruf (Pin 22): Das ist die „Telefonklingel“, mit der das DCE dem DTE bekanntgibt, daß eine Gegenstation mit ihm Verbindung aufnehmen will. RI ist ein ausgesprochenes Modem-Signal. Schon bei einem Akustikkoppler, der dem Modem noch am nächsten kommt, ist es ohne Belang, weil der Rechner den Telefonhörer ja normalerweise nicht selbst abheben kann.

Ergibt die Messung, daß der Computer (DCE) nicht sendet, ist die DTR-Leitung an den falschen Handshake-Eingang angelötet. Anderfalls benötigt vermutlich der Empfänger im Drucker (DTE) das DCD-Signal zur Freigabe. Bislang ist dieser Eingang ja noch offen, und ein offener Eingang erscheint in der Regel als „inaktiv“ („1“, MARK). Um den Empfänger zur Arbeit zu bewegen, muß der DCD-Eingang auf „0“ (SPACE) gelegt werden. Bestenfalls steht am Druckerstecker ein Pin mit +5 V oder +12 V zur Verfügung; eventuell kann man auf den DTR- oder RTS-Ausgang des Druckers ausweichen, sofern es der Empfänger verträgt, wenn DCD mitten in einem Byte „ausfällt“ (ausprobieren). In beiden Fällen braucht man nur eine Drahtbrücke am Druckerstecker, ansonsten muß man eine weitere Kabelader für die DCD-Leitung opfern.

Soll die gleiche Schnittstelle (je ein DTE und DCE) in beiden Richtungen betrieben werden, muß man noch die Anschlüsse für das Ready/Busy-Protokoll vom DTE zum DCE herausfinden. Grundsätzlich ist dafür die CTS-Leitung vorgesehen, auf der DTE-Seite wird dies auch nicht in Frage gestellt. Auf der DCE-Seite kann dagegen auch der DSR-Ausgang das entsprechende Signal führen.

Sind beide Geräte als DTE konfiguriert, hat man mit der Zuordnung „Signalname zu Richtung“ keine Probleme mehr (TxD beispielsweise ist immer Ausgang). Dafür muß man aber genauer überlegen, welcher Pin des einen Steckers mit welchem Pin des anderen Steckers zu verbinden ist. Um hier eine eingängige Regelung zu schaffen, kam irgendwann ein findiger Kopf auf die Idee, einfach nur die drei Haupt-Leitungspaare (TxD/RxD, RTS/CTS und DTR/DSR) zu kreuzen. Diese Schaltung, auch Null-Modem genannt, ist sehr schön übersichtlich und leicht zu merken, hat aber einen Haken: Sie stimmt nicht ganz.

Der Denkfehler steckt in der Verbindung RTS-CTS. Der CTS-Eingang dient wie gesagt dazu, den Sender eines DTE zu sperren, wenn die Gegenstation nicht empfangsbereit ist. Dies

mit hoher Baudrate. Treten keine „Aussetzer“ auf, ist die Verbindung in Ordnung, ansonsten muß man den anderen Handshake-Eingang des Computers (RTS) mit dem DTR-Ausgang des Druckers verbinden. Bleibt der Drucker dagegen

still, ist als erstes zu klären, ob der Computer überhaupt sendet. Sofern kein Oszilloskop zur Verfügung steht, tut es auch ein Voltmeter: Im Ruhezustand muß zwischen RxD und Masse eine negative Spannung nachzuweisen sein. Ein Sendedatensignal wird vom

Meßgerät gemittelt, der angezeigte Wert liegt dann deutlich näher bei null Volt oder etwas darüber (positive Spannung), je nachdem, wie viele Nullen das übertragene Datum hat. Für den Nachweis einzelner Bytes ist ein Voltmeter allerdings zu träge.

gibt ein DTE aber nicht über den RTS-, sondern über den DTR-Ausgang bekannt. RTS hat vielmehr die Aufgabe, der Gegenstation eigene Sendeabsichten mitzuteilen, damit diese gegebenenfalls ihren Empfänger einschalten kann. Der zu RTS passende Eingang ist also eher DCD und nicht CTS. Wegen dieses Mißverständnisses bringt der Einsatz von Null-Modems leider oft mehr Probleme mit sich, als er löst. Ist das Handshaking ohnehin undurchsichtig, sollte man diese Modems lieber nicht verwenden.

Aber welche sind denn nun die richtigen Verbindungen von DTE zu DTE? Das sind pro Übertragungsrichtung TxD an RxD, RTS an DCD sowie DTR an DSR und CTS. Um Kabeladern zu sparen, kann man auf die Leitung RTS/DCD verzichten und DCD am Stecker verdrahten; das kann auch aus einem anderen Grund angebracht sein: Man hat wohl für einige Zeit im Null-Modem „die Lösung“ gesehen, worauf-

hin etliche (vornehmlich Drucker-) Hersteller ihre Geräte dem veränderten Handshaking angepaßt haben. Das RTS-Signal verhält sich bei diesen Geräten wie DTR.

Und was ist, wenn's nicht funktioniert? Dann hilft nur Messen, Löten und Ausprobieren. Die Kriterien sind die gleichen wie bei der Verbindung DTE-DCE, ergänzend seien hier noch ein paar besonders „schöne“ Hinderungsgründe aufgeführt. Es gibt Geräte, die einen der Handshake-Ausgänge dauernd „aktiv“ oder „inaktiv“ halten, was die damit verbundenen Eingänge natürlich nicht ahnen können. Andere können es nicht leiden, wenn das Signal am CTS- oder DCD-Eingang während einer laufenden Übertragung seinen Zustand wechselt; dies kommt aber bei modernen Geräten praktisch nicht mehr vor). Besonders tückisch ist jedoch der Fall, daß die Handshaking-Signale einander bedingen, daß beispielsweise RTS und DTR nur dann freigegeben werden, wenn DSR ge-

setzt ist (SPACE). Solche „Kleinigkeiten“ herauszufinden, soll manchem sogar Spaß machen...

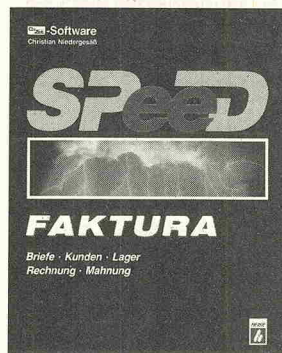
Mit dem bisher übertragenen Know-how dürfte auch der Aufbau einer Dreileitungsverbindung mit XON/XOFF-Handshaking keine unüberwindliche Schwierigkeit mehr darstellen. Der Ersatz von Steuer- und Meldeleitungen durch Steuerzeichen reduziert die Forschungsarbeit darauf, jedes der Geräte für sich zum Senden und Empfangen zu bewegen, sofern es das nicht schon von vornherein kann; viele Terminals arbeiten auch mit offenen Handshake-Eingängen. Dazu sollten sich folgende Brücken eignen, die an den Steckern anzubringen sind: Beim DTE von DTR nach DSR und DCD sowie von RTS nach CTS (hier ist die direkte Verbindung RTS-CTS sogar notwendig), und beim DCE von CTS nach DTR und von DSR nach RTS.

Abschließend noch ein paar Worte zu den Helfershelfern

moderner Computer und Peripheriegeräte. Fast alles, was die Umsetzung paralleler in serielle Daten mit Start-, Stopp- und eventuell Paritätsbit anbelangt, findet in sogenannten UART-Bausteinen statt (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), die in der Regel auch einen Teil des Handshaking übernehmen. Bekannte Vertreter hierfür sind die Z80-SIO, der 8251(A), der 6850 oder der 6551. Diese Bausteine können per Software mit den gewünschten Betriebsparametern programmiert werden und sind daher sehr universell einsetzbar. Wer mit diesen leistungsfähigen ICs eigene Schaltungen aufbauen will, sollte neben den Datenblättern den folgenden Hinweis beachten: Die vorhandenen Handshake-Ein- und -Ausgänge sind grundsätzlich die eines DTE. □

Dieser Beitrag wurde ursprünglich in der Zeitschrift c't, Ausgabe 12/86, in der Rubrik „c't-Kartei“ veröffentlicht und für elrad überarbeitet.

Ein Fakturierungsprogramm der absoluten Spitzenklasse!



Händleranfragen willkommen.

Das erste Anwenderprogramm der SPEED-Reihe mit folgenden Leistungen:

- Kundenverwaltung,
- Artikelverwaltung,
- Terminverwaltung,
- Angebotsschreibung,
- Rechnungen, Mahnwesen,
- Textverarbeitung,
- Serienbriefe.

SPEED.FAKTURA läuft auf allen IBM-kompatiblen Rechnern mit Betriebssystem MS-DOS 2.11 und höher.

Best.-Nr. 51824 DM 148,—
unverbindliche Preisempfehlung

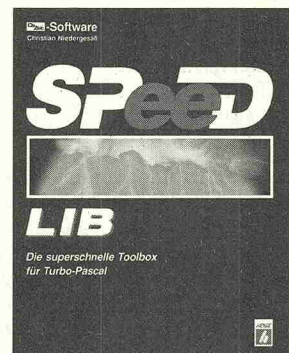


Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. SF-1.4

Jetzt mit Sourcecode und Turbolinker

Neuer Preis
DM 98.—
unverbindliche Preisempfehlung



SPEED.LIB — die Toolbox der neuen superschnellen Generation für Turbo-Pascal 3.0. So optimiert, daß sich bei über 100 Routinen der Programmspeicher nur um 5K verringert. Außer sehr vielen Grundfunktionen stehen mehrere interaktive Funktionen wie z.B. Taschenrechner, Tastaturprogrammierung, Devicumschaltung, Errorhandling zur Verfügung.

Best.-Nr. 51820



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

elrad 1988, Heft 7/8

Symmetrische Signalübertragung

Grundlagen und Schaltungen

Der Begriff 'Symmetrie' ist in der professionellen Audio-Technik bestens bekannt. Welche Vorteile die Symmetrierung bietet und mit welchen Mitteln diese ausgeführt werden kann, ist Inhalt dieses Beitrags.

Die einzelnen Komponenten einer Heim-Hifi-Anlage wie z.B. Vor- und Leistungsverstärker sind üblicherweise mit abgeschirmten Leitungen entsprechender Länge verbunden (Bild 1). Der Innenleiter ist die 'heiße' Leitung, die äußere Abschirmung verbindet die Massepunkte der Elektronik beider Geräte. Diese Verbindungsart wird als 'unsymmetrisch' bezeichnet. Sie

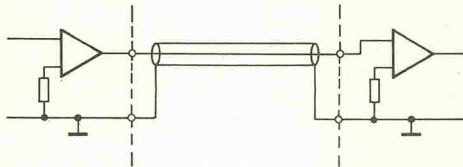


Bild 1. In den meisten Heim-Anlagen ist eine unsymmetrische Leitungsführung üblich.

funktioniert recht gut, solange die beiden zu verbindenden Geräte nicht allzuweit voneinander entfernt sind und die Verbindungsleitung nicht unmittelbar an elektrischen Störquellen vorbeigeführt wird. Die Abschirmung bietet dem Innenleiter zwar einen gewissen Schutz, ein starkes Wechselstrom-Störfeld wie z.B. das magnetische Streufeld eines Transformators schlägt auf den Innenleiter durch und erzeugt im Verstärker ein lästiges Brummsignal. Dieses Problem tritt vor allem dann auf, wenn auf den Leitungen sehr geringe Signal-

spannungen stehen (z.B. von einem dynamischen Mikrofon) und die nachfolgende Verstärkung sehr hoch ist. Als Beispiel sei die Verbindung zwischen einem Mikrofon und einem Mischpult genannt, in dem jedes über das Mikrofonkabel eingefangene Störsignal um bis zu 60 dB verstärkt wird.

Ein Weg, die Störeinflüsse zu minimieren, besteht darin, die Leitungsimpedanzen so gering wie möglich zu halten und die übertragenden Spannungen möglichst hoch zu wählen. Falls der der Leitung vorgeschaltete Verstärker eine sehr geringe Ausgangsimpedanz aufweist

— weniger als 1Ω ist mit Operationsverstärkern durchaus erreichbar — liegt der Innenleiter einer angeschlossenen abgeschirmten Leitung praktisch auf Masse, so daß äußere Störfelder einen nur geringen Einfluß haben.

Dieses Prinzip funktioniert bis zu etwa 30 m Leitungslänge bei nicht zu starken äußeren Störfeldern durchaus zufriedenstellend. Bei sehr langen Leitungen macht sich allerdings der Leitungswiderstand bemerkbar, und die Leitungsimpedanz nimmt zu, je weiter man sich von dem einspeisenden Verstärker entfernt. In manchen Fällen ist es auch nicht möglich, eine Ausgangsimpedanz von nahezu Null zu erzielen.

Die Impedanz eines typischen dynamischen Mikrofons beträgt etwa 200Ω . Einige Verstärker mit passiven Lautstärkstellern oder passiven Frequenzgang-Korrekturgliedern hinter der Ausgangsstufe weisen Ausgangsimpedanzen von einigen Kiloohm auf. Das sind 'ideale'

Bedingungen, um bereits bei ein paar Metern Leitungslänge Störspannungen einzufangen.

Häufig sind Mikrofone einige hundert Meter vom Verstärkereingang entfernt. Die Signalspannungen liegen meistens bei 1 mV oder weniger. Da das Mikrofonsignal möglichst unbeeinflusst am Verstärker ankommen soll, muß ein Verfahren gesucht werden, das das Eindringen von Brummen, Rauschen oder Hochfrequenz in den Verstärkereingang verhindert. Dieses Verfahren heißt 'Symmetrierung'.

Der einfachste Weg, die Wirkungsweise einer symmetrischen Verbindung zwischen Signalquelle und Verstärkereingang zu verstehen, ist die Betrachtung des Innenlebens eines dynamischen Mikrofons. Es enthält eine extrem dünne Folienmembran, die mechanisch mit einer sehr leichten Spule gekoppelt ist. Die Spule kann sich im Feld eines kräftigen Permanentmagneten frei bewegen. Treffen Schallschwingungen auf die Membran, beginnt sie sich im Rhythmus dieser Schallschwingungen zu bewegen, so daß in der Spule eine den Schallschwingungen proportionale Spannung erzeugt wird. Die beiden Enden der Spule führen an die Ausgangsbuchse des Mikrofons (Bild 2), wobei die Ausgangsspannung mit einer Phasendifferenz von 180° zwischen den beiden Kontakten anliegt.

Betrachtet werden soll nun eine Eingangsschaltung, die als 'Differenzeingang' bezeichnet wird und die durch die Transformator-Anordnung nach Bild 3 gegeben ist. Um eine Ausgangsspannung erzeugen zu können, müssen am Trafоеingang zwei Signale anliegen, die in jeder Hinsicht identisch, aber um 180° phasenverschoben sind. Und das ist genau das, was das Mikro-

fon liefert. Verbindet man die beiden Mikrofonaustritte mit den Trafоеingängen, hat man eine symmetrische Schaltung hergestellt. In der Praxis sind die beiden Leitungen von einer Abschirmung umgeben, die im vorliegenden Beispiel das Metallgehäuse des Mikrofons mit dem Masseanschluß des Verstärkers verbindet. Diese Schaltung ist in Bild 4 zusammen mit einer dem Trafo nachgeschalteten Verstärkerstufe dargestellt.

Worin besteht nun der Unterschied zwischen einer unsymmetrischen

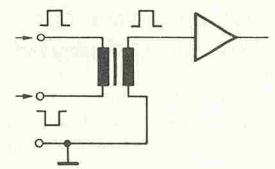


Bild 3. Transformator-Eingangsstufe mit Differenz- bzw. symmetrischem Eingang.

und einer symmetrischen Schaltung? Falls das Verbindungskabel zwischen einem symmetrischen Ausgang und einem symmetrischen Eingang irgendwelche Störsignale aufnimmt, erscheinen diese unerwünschten Störsignale auf beiden Leitungen mit gleich hoher Spannung und, was noch wichtiger ist, mit gleicher Phasenlage. Da aber ein symmetrischer Eingang zwischen seinen beiden Eingängen 180° Phasenverschiebung erfordert, werden alle nichtgegenphasigen Signale durch die Differenzbildung des symmetrischen Einganges eliminiert. Das trifft natürlich auch für die unerwünschten Brumm-, Rausch- und sonstigen auf der symmetrischen Leitung ankommenden Störsignale zu. Die Fähigkeit eines symmetrischen oder Differenzeingangs, unerwünschte Signale zu unterdrücken, wird 'Gleichtaktunterdrückung' genannt (CMRR = Common Mode Rejection Ratio). Bei sorgfältigem Aufbau lassen sich ohne weiteres 80...90 dB Gleichtaktunterdrückung über die gesamte Nf-Bandbreite erzielen.

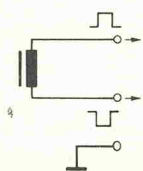


Bild 2. Prinzipschaltbild einer symmetrischen Spannungsquelle, beispielsweise eines dynamischen Mikrofons.

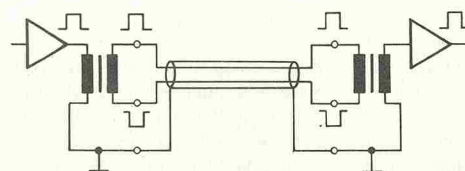


Bild 4. Prinzip der symmetrischen Leitungsführung.

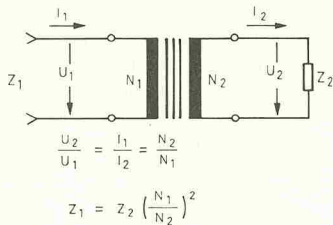


Bild 5. Grundsätzliche Zusammenhänge zwischen Spannungsverhältnis, Impedanzverhältnis und Windungszahlverhältnis eines Übertragers.

Übertrager für Nf-Anwendungen

Der Begriff 'Übertrager' ist historisch gewachsen und stammt aus der Gründerzeit der Audiotechnik. Ein Übertrager ist im Grunde nichts anderes als ein Transformator, der allerdings spezielle Eigenschaften aufweist. Er bietet die besten Grundlagen zur Isolation und Gleichtaktunterdrückung zwischen zwei Schaltkreisen und ist in nahezu jeder beliebigen Audio-Anwendung einsetzbar.

Bild 5 vermittelt den fundamentalen Zusammenhang zwischen Span-

schiedlichen Impedanzen, beispielsweise zwischen einem niederohmigen Mikrofon und dem angeschlossenen Vorverstärker.

Das Impedanzverhältnis ist eine gebräuchliche Spezifikation vieler Nf-Übertrager; es entspricht dem Quadrat des Windungszahlverhältnisses. Ein Übertrager mit einer Impedanztransformation 600 Ω :10 k Ω weist somit ein Windungszahlverhältnis von 1:4,08 auf. Die Spannungsverstärkung beträgt 12,2 dB. Die angegebenen Impedanzwerte sind grundsätzlich die Nominalwerte für Quellen- und Lastwiderstand, mit denen der beste Frequenzgang erreicht wird. Der beste Störabstand wird ebenfalls nur dann erreicht, wenn eine optimale Leistungsanpassung zwischen Quelle und Last gegeben ist.

Übertrager haben allerdings auch Nachteile: Sie weisen eine Bandpaßcharakteristik auf und erzeugen durch die Magnetisierungskennlinien des verwendeten Eisenkerns zusätzliche Verzerrungen. Es ist sicher nicht weiter verwunderlich, daß Übertrager seit Einführung der Transistoren und der integrierten Schaltungen etwas in den Hintergrund gedrängt wurden. Viele im Nf-Gebiet und auf dem Audio-Sektor tätige Ingenieure haben jedoch

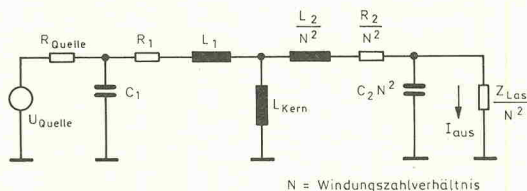


Bild 6. Ersatzschaltbild eines typischen Transformators mit Quell- und Lastimpedanz. Die äquivalente Wechselstromschaltung wird von der Quelle her gesehen. R1, L1, C1 und R2, L2, C2 sind die Ersatzgrößen der Primär- und Sekundärseite. Man beachte die durch das Windungszahlverhältnis hervorgerufene sekundäre Abschlußimpedanz. L_Kern begrenzt die untere übertragbare Frequenz auf typisch 1...1000 Hz.

nungsverhältnis, Impedanzverhältnis und Windungszahlverhältnis. Der Übertrager bietet die einzigartige Eigenschaft der Impedanztransformation, weil die Eingangs- und Ausgangsleistungen gleich sein müssen (Voraussetzung: verlustloser Übertrager). Liegt z.B. ein 1k-Widerstand an der Primärwicklung eines idealen 1:2-Übertragers (Aufwärts-Transformation) und mißt man die Impedanz an der Sekundärwicklung, so erscheint dort eine Impedanz von 4 k Ω . Übertrager ermöglichen auf einfache Art und Weise Impedanzanpassungen zwischen Schaltkreisen mit unter-

aus ihren Erfahrungen gelernt, daß wesentlich unangenehmere Übertragungsprobleme zu bewältigen sind als einen Gesamtklirrfaktor von 0,001% oder eine Übertragungsbandbreite von Gleichspannung bis hin zu Mikrowellen zu erzielen.

Ersatzschaltbild eines Übertragers

Bild 5 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild einer typischen übertrageregekoppelten Schaltung. Wichtig ist die Kenntnis der Zusammenhänge, wie die Elemente der Sekundär-

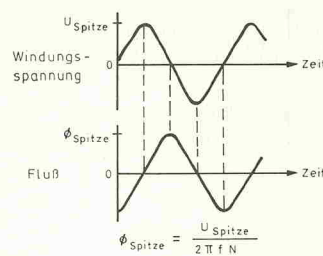


Bild 7. Die Spannung pro Windung ist proportional zur Flußänderungsgeschwindigkeit. Der Spitzenwert des magnetischen Flusses ist umgekehrt proportional zur Signalfrequenz und zur Anzahl der Windungen einer Wicklung. Man beachte die Phasenverschiebung von 90° zwischen dem magnetischen Fluß und der Spannung.

seite inklusive der Lastimpedanz als Funktion des Windungszahlverhältnisses auf die Primärseite transformiert oder reflektiert werden. Der ohmsche Widerstand der Wicklung läßt sich nun einmal nicht vermeiden. Die Streuinduktivität einer Windung wird durch den geringfügigen Anteil des magnetischen Flusses repräsentiert, der nicht mit den anderen Windungen verkoppelt ist. Außerdem existiert zwischen den einzelnen Windungen auch noch eine kapazitive Komponente.

Der Frequenzgang wird durch den komplexen Zusammenhang von Streuinduktivität, Windungskapazität sowie Quell- und Lastimpedanzen bestimmt. Um einen Übertrager mit einem vorgegebenen Frequenzgang zu entwerfen, kommt man heute ohne computergestützte Analysetechniken nicht mehr aus. Durch die Induktivitäten und Kapazitäten ergeben sich Resonanzfrequenzen, die Einschwingvorgänge und im Hörbereich das gefürchtete 'Klingeln' hervorrufen. Die Streuinduktivität hängt von der Wicklungsanordnung ab und kann von Fall zu Fall sehr stark schwanken. Das gilt vor allen Dingen für sehr einfache und billige Nf-Übertrager. Die Herstellung eines hochqualitativen Nf-Übertragers ist mit der Herstellung eines sehr guten Weines vergleichbar — beide erfordern eine sehr sorgfältige Zusammenstellung der Zutaten und die Beachtung wichtiger Details.

Die vom Eingang her gesehene Induktivität des Übertragers begrenzt die untere Grenzfrequenz (Bild 6). Diese Induktivität wird von dem durch die Primärwicklung erzeug-

ten magnetischen Fluß hervorgerufen. Die Induktivität ist näherungsweise dem Quadrat der Windungszahl und der relativen Permeabilität des Eisenkerns proportional. Die relative Permeabilität ist eine Größe für die magnetische Flußdichte in einem magnetischen Material. Die meisten ferromagnetischen Legierungen weisen Werte zwischen 1000 bis 100 000 auf, d.h. die magnetische Flußdichte ist um den angegebenen Wert größer als die Flußdichte des leeren Raums bei einer konstanten vom magnetischen Fluß durchsetzten Fläche. Leider weisen alle Kernmaterialien Sättigungseffekte auf, die hauptsächlich durch den relativ scharf ausgeprägten Knick im Kurvenverlauf der relativen Permeabilität oberhalb einer bestimmten kritischen magnetischen Flußdichte bedingt sind.

Die für einen Übertrager angegebenen Signalspannungen sind im allgemeinen Maximalwerte, die ohne Überschreiten eines definierten Klirrfaktors übertragen werden können. Typisch ist eine Spezifikation bei 20 Hz Signalfrequenz und 1...3% Klirrfaktor.

Bild 7 vermittelt einen Eindruck, wie der magnetische Fluß in dem Eisenkern gegenüber der angelegten Spannung phasenverschoben ist. Gleichzeitig ist auch der Zusammenhang zwischen Signalfrequenz und Fluß dargestellt. Weil der Spitzenwert des magnetischen Flusses umgekehrt proportional zur Signalfrequenz ist, verringert sich bei einer Signalfrequenz von 0 Hz die maximal anlegbare Spannung auf Null. Führt man den Übertrager in die Sättigung, verschwinden die in Bild 6 dargestellte hohe Kerninduktivität sowie die von der Sekundärseite reflektierte Impedanz gänzlich. Die Eingangsimpedanz des Übertragers erniedrigt sich, sie wird nur durch den Wicklungswiderstand und die Streuinduktivität der Primärwicklung begrenzt. Dadurch treten auf der Primärseite Strombegrenzungseffekte und andere technisch unangenehme Erscheinungen auf.

Eingangübertrager

Eingangübertrager werden auf Isolation und Gleichtaktunterdrückung hin optimiert. Es gibt sie in zwei unterschiedlichen Kategorien, die vom Signalpegel abhängen. Die Übertrager zur Verarbeitung niedriger Signalpegel dienen beispielsweise zur Ankopplung eines Mikrofons oder einer anderen

Signalquelle mit geringer Impedanz und geringer Ausgangsspannung.

Der Vorteil eines Eingangsübertragers besteht darin, daß er nicht nur eine Impedanztransformation vornimmt. Übliche Werte für die Spannungstransformation sind 1:2 bis 1:10 (+6...+20 dB). Die maximalen Eingangspegel liegen typisch bei -10...+8 dBm (0 dBm entspricht einer effektiven

der Sekundärseite). Zusätzlich bildet die Kapazität der Abschirmungen mit der Streuinduktivität des Übertragers ein sehr wirksames Filter gegen Hf-Einstreuungen.

Ein optimal ausgelegter Eingangsübertrager mit statischer Abschirmung bietet eine beinahe unübertreffbare Gleichtaktunterdrückung. Typische Werte sind 130 dB bei 60 Hz und bis zu 80 dB bei 20 kHz. Diese Werte übertref-

hängig. Das gilt bei der Aufwärts-transformation speziell für die Quellimpedanz und die Lastkapazität. Manche Hersteller von Übertragern schlagen auf der Sekundärseite RC-Kompensationsnetzwerke vor, um einen bestmöglichen Frequenzgang zu erzielen. Leitungen weisen im allgemeinen eine recht hohe Kapazität auf und sollten ausschließlich auf der Seite der niedrigen Impedanz des Übertragers angeschlossen werden, um eine Beschneidung der höherfrequenten Signalanteile zu vermeiden.

Eingangsübertrager befinden sich meistens innerhalb eines magnetisch geschirmten Gehäuses, um den Einfluß magnetischer Störfelder zu minimieren. Zur magnetischen Abschirmung dient normalerweise eine Nickel-Eisen-Legierung, die durch eine spezielle Wärmebehandlung in ihren magnetischen Eigenschaften optimiert wurde. Das Anlöten irgendwelcher Kabel ans Gehäuse, Bohren von Schraubenlöchern oder ähnliches Bearbeiten des Gehäuses sollte tunlichst vermieden werden, um die Wirksamkeit der magnetischen Abschirmung nicht zu verschlechtern.

man eine nahezu perfekte magnetische Kopplung zwischen den Windungen der Primär- und der Sekundärwicklung, muß allerdings eine höhere Windungskapazität in Kauf nehmen. Der daraus resultierende Kompromiß im hochfrequenten Isolationsverhalten ist aber akzeptabel, da die Signalpegel im allgemeinen verhältnismäßig hoch sind.

Bifilar, Trifilar und Quadfilär sind übliche Ausdrücke, um die Anzahl der parallel gewickelten Drähte zu beschreiben. Bei Aufwärts- oder Abwärtsübertragern müssen deshalb diverse parallel gewickelte Wicklungsteile in Reihe geschaltet werden, da all diese Wicklungen die gleiche Anzahl Windungen aufweisen. Quadfilär gewickelte Ausgangsübertrager sind heute üblich, da durch entsprechendes Zusammenschalten der einzelnen Wicklungsteile Übertragungsverhältnisse von 3:1, 2:1, 1:1, 1:2 oder 1:3 möglich sind.

Bild 9 zeigt eine typische 1:1-Konfiguration für einen quadfilär gewickelten Ausgangsübertrager, der einen unsymmetrischen Verstärkerausgang mit geringer Impedanz an eine symmetrische Last oder Leitung anpaßt. In Bild 9 ist

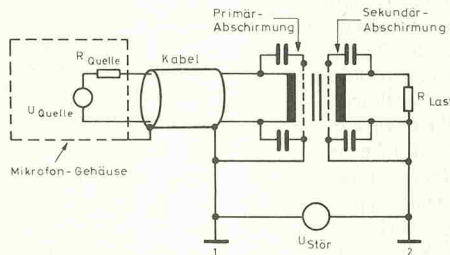


Bild 8. Eine statische Abschirmung eliminiert die Kapazität zwischen den Wicklungen und erhöht die Isolation gegenüber der Störspannung $U_{Stör}$. Durch diese Maßnahme erreicht man Gleichtaktunterdrückungen bis zu 130 dB bei 60 Hz. Ohne die statischen Abschirmungen wird ein Teil der Störspannung $U_{Stör}$ in den Lastwiderstand R_{Last} eingekoppelt.

Eingangsspannung von 0,775 V). Übertrager für hohe Signalpegel können Pegel bis zu +30 dBm verarbeiten; sie dienen hauptsächlich als Leitungsübertrager mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:1 oder geringfügig höheren Werten wie z.B. 2:1.

Eingangsübertrager enthalten normalerweise eine oder mehrere statische Abschirmungen, um die Isolation und die Gleichtaktunterdrückung zu verbessern. Zur statischen Abschirmung ist im allgemeinen eine Kupferfolie zwischen Primär- und Sekundärwicklung angeordnet, die geerdet werden kann. Dadurch vermindert sich die kapazitive Kopplung zwischen Primär- und Sekundärwicklung erheblich. Die Kupferfolie läßt sich natürlich auch durch eine andere dünne Metallfolie, z.B. aus Aluminium, oder durch eine einlagige Wicklung ersetzen. Bild 8 verdeutlicht, wie diese Abschirmung die Kapazität zwischen Eingangs- und Ausgangswicklung aufhebt und das Einkoppeln von Gleichtaktsignalen in den Lastwiderstand erheblich vermindert. Zwei Abschirmungen bieten optimale Eigenschaften, wobei jede Abschirmung an der zugehörigen Seite geerdet werden muß (Eingangsabschirmung auf der Primärseite, Ausgangsabschirmung auf

fen häufig weit die Eigenschaften von transformatorlosen Eingangsschaltungen. Ein übertrageregekoppelter Eingang weist auch nicht die Unzulänglichkeiten der Gleichtaktunterdrückung auf, wie sie oft bei elektronisch symmetrierten Eingangsschaltungen anzutreffen sind.

Das Übertragungsverhalten für hohe Frequenzen ist bei einem Übertrager für niedrige Signalpegel in besonderem Maß von Änderungen der Quell- und Lastimpedanzen ab-

Ausgangsübertrager

Ausgangsübertrager — hier sind nicht die alten, großen, schweren Übertrager von Röhrenverstärkern gemeint — sind als Leitungstreiber optimiert. Die wichtigste Größe eines Ausgangsübertragers ist die maximal zulässige Signalspannung. Dieser Maximalwert hat einen erheblichen Einfluß auf die Quell- und Lastimpedanzen, da sie die niederfrequenten Verzerrungen beeinflussen.

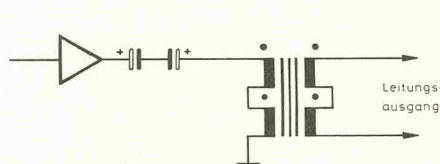
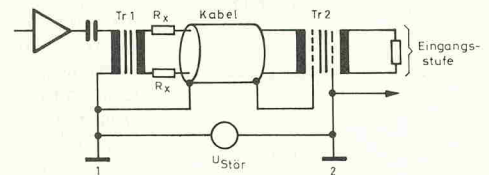


Bild 9. Typische 1:1-Konfiguration mit unsymmetrischem Eingang und symmetrischem Ausgang. Die Polarität der in Reihe geschalteten Wicklungen ist unbedingt zu beachten. Zwischen Verstärkerausgang und Übertragereingang muß ein ungepoltter Kondensator eingefügt werden, um Gleichströme durch die Primärwicklung zu verhindern.



Ausgangsübertrager unterscheiden sich von den Eingangsübertragern sowohl in konstruktiver Hinsicht als auch in den anderen Eigenschaften. Um eine hohe Übertragungsbandbreite mit geringen Eingangs- und Ausgangsimpedanzen zu erreichen, ist es notwendig, die Streuinduktivität so gering wie möglich zu halten. Deshalb sind Ausgangsübertrager im allgemeinen 'multifilar' gewickelt. Dadurch erreicht

Bild 10. Zwei Übertrager lösen das hier dargestellte heikle Anpassungsproblem, wobei die Störspannung $U_{Stör}$ einige Volt betragen kann. T1 ist ein Ausgangs-, T2 ein Leitungs-Eingangsübertrager. Bemerkenswert: die empfohlenen Erdungspunkte der Abschirmungen. Der Wert für R_x hängt von der Leitungslänge und von den Kapazitäten ab; typisch sind 10...47 Ω .

auch die empfohlene kapazitive Kopplung zwischen dem Verstärkerausgang und der Primärwicklung des Übertragers dargestellt. Fließt durch die Primärwicklung des Übertragers ein Gleichstrom, entsteht auch ein Gleichfeld, das die Aussteuerfähigkeit des Übertragers begrenzt und bei tiefen Frequenzen zusätzliche Verzerrungen hervorruft. Geringe Offset-Gleichspannungen an Verstärkerausgän-

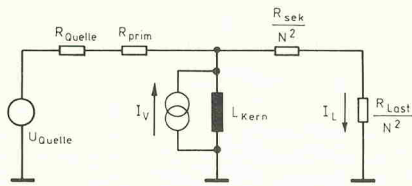


Bild 11. Das Ersatzschaltbild zeigt den Einfluß des Verzerrungsstromes I_V , der durch die nichtlineare Magnetisierungskennlinie des Kernmaterials hervorgerufen wird. N entspricht dem Windungszahlverhältnis. Der Strom I_V erzeugt an R_{Quelle} und R_{prim} sogar dann verzerrende Spannungen, wenn der Lastwiderstand R_L unendlich hoch ist.

gen können deshalb Probleme bereiten, da der ohmsche Widerstand der Wicklungen gering ist.

In Bild 10 wird gezeigt, wie mit einer Kombination von Ausgangs- und Eingangsübertrager ein schwieriges Anpassungsproblem gemeistert werden kann. In diesem Beispiel soll der Ausgang eines transportablen Mischpults mit einem anderen System verbunden werden, das 300 m entfernt ist. Die Netzstromversorgungen beider Systeme liegen an unterschiedlichen Phasen mit einem Gleichtaktstörsignal gegenüber Erde von etwa 10 V. In

durch eine statische Abschirmung getrennt, um die Isolation zwischen den Wicklungen zu erhöhen. Hierbei muß streng darauf geachtet werden, daß die zur entsprechenden Wicklung gehörende Abschirmung auch an der entsprechenden Wicklungsseite geerdet wird.

Spezielle Abwärtsübertrager, die im englischen Sprachgebrauch als 'direct-box'-Übertrager bezeichnet werden, dienen zur Ankopplung von Musikinstrumenten und anderen Signalquellen mit hohem Pegel an Mikrofoneingänge. Die typischen Übertragungsverhältnisse

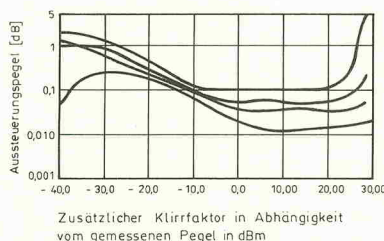


Bild 12. Die gemessenen Gesamtverzerrungen eines Ausgangsübertragers mit (siliziumhaltigem) M6-Dynamoblech. Die Parameter der Kurven sind von oben nach unten 20 Hz, 30 Hz, 50 Hz und 100 Hz; $R_q = 50 \Omega$, $R_L = 600 \Omega$.

diesem Fall ist es nahezu unmöglich, eine funktionsfähige Problemlösung ohne den Einsatz von Übertragern zu finden.

Andere Nf-Übertrager

Mikrofon-Brückenübertrager werden verwendet, um ein Mikrofon gleichzeitig auf verschiedene Eingänge zu schalten. Diese Übertrager weisen Übertragungsverhältnisse von 1:1, 1:1:1 oder 1:1:1:1 auf. Jede Wicklung ist von der anderen

sind 10:1 bei einer Spannungsminderung von 20 dB. Man erreicht mit diesen Übertragern nicht nur eine korrekte Impedanzanpassung, sondern auch eine entsprechende Dämpfung der Signalpegel, um die Mikrofoneingänge nicht zu übersteuern. Lange Leitungen haben immer negative Einflüsse auf das hochfrequente Verhalten der Übertragungsstrecke, wenn sie an der Primärseite eines derartigen Übertragers — also an der Seite mit der hohen Impedanz — angeschlossen werden.

Leitungs-Anpaßübertrager werden verwendet, um räumlich weit auseinander stehende Lautsprecher mit einer konstanten Spannung aus einem zentral angebrachten Leistungsverstärker anzusteuern. Bei ELA-Anlagen beträgt die Nennspannung generell 100 V. Durch diese Methode werden die Leitungsquerschnitte und die Leistungsverluste minimiert. Dieses

Verfahren ähnelt dem der elektrischen Energieübertragung. Leitungs-Anpaßübertrager weisen auf der Primärseite häufig Anzapfungen auf, da unterschiedliche Lautsprecher zumeist auch unterschiedliche Wirkungsgrade aufweisen. Die wichtigsten Parameter von Übertragern dieser Kategorie sind die übertragbare Leistung und der Frequenzbereich.

Übertrager bieten dem Entwickler von Audio-Anlagen die Vorteile der Isolation unterschiedlicher Signalquellen und eine ausgezeichnete Gleichtaktunterdrückung. Sie weisen nicht die Beschränkungen der Gleichtaktunterdrückung transformatorloser Schaltungen auf und sind häufig die einzig mögliche Lösung bei speziellen Anpassungsproblemen, bei hohen Störspannungen oder wenn eine möglichst große Entkopplung erreicht werden muß. Der prinzipielle Nachteil der Übertrager sind die relativ hohen Kosten, ihre Abmessungen und ihr Gewicht. Die Begrenzung des übertragbaren Frequenzbereiches und die Verzerrungen bei niedrigen Frequenzen seien hier der Vollständigkeit halber nochmals erwähnt. In

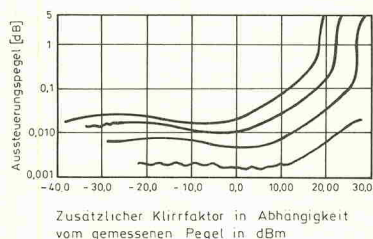


Bild 13. Die gemessenen Gesamtverzerrungen eines Ausgangsübertragers mit 80%-nickellegiertem Kernmaterial. Die Parameter entsprechen denen von Bild 12; $R_q = 50 \Omega$, $R_L = 600 \Omega$.

einer Nf-Anlage kommt es allerdings eher auf die Unterdrückung von Brummen und Rauschen durch eine hohe Gleichtaktunterdrückung an als auf eine übertragbare Bandbreite bis 50 kHz oder 1% Klirrfaktor bei 20 Hz.

Übertrager-Verzerrungen

Die von Übertragern hervorgerufenen Verzerrungen werden durch die nichtlineare magnetische Kennlinie (Hysterese) des magnetischen Kern-

materials hervorgerufen. In einer Modellvorstellung kann man diesen Umstand so veranschaulichen, als hätte man eine die Verzerrungen erzeugende Stromquelle der Wicklungsinduktivität parallel geschaltet, wie es in Bild 11 dargestellt ist. In Wirklichkeit ist die Induktivität nichtlinear. Zur Anschauung ist es aber einfacher, eine Unterteilung in lineare und nichtlineare Effekte vorzunehmen. Die Verzerrungsströme teilen sich auf die Eingangs- und Ausgangsseite auf und erzeugen Verzerrungsspannungen an den unterschiedlichen Quell-, Last- und Windungsimpedanzen. Man beachte, daß die Verringerung der Quellimpedanz auch eine Verringerung der Verzerrungen bewirkt.

Die richtige Auswahl des Kernmaterials hat einen enormen Einfluß auf die tieffrequenten Verzerrungen. Die Bilder 12 und 13 zeigen die Abhängigkeit der Verzerrungen eines Ausgangsübertragers vom Kernmaterial bei unterschiedlichen Übertragungsleistungen und Übertragungsfrequenzen. Das übliche siliziumhaltige Dynamoblech (M 6) kann hohe Ausgangspegel verarbeiten, bevor es in die Sättigung fährt, erzeugt aber extreme Verzerrungen bei sehr geringen Signalpegeln. Eine Legierung mit 80% Nickelgehalt geht zwar etwa 8 dB früher in die Sättigung als siliziumhaltiges Dynamoblech, zeigt aber nur sehr geringfügige Verzerrungen bei kleinen Signalpegeln. Die in allen Fällen dominierende Verzerrungsart ist die 3. Harmonische der jeweiligen Signalfrequenz. Andere Materialien, wie beispielsweise Legierungen mit 40% Nickelanteil, kobaltlegierte Materialien und Ferrite weisen unterschiedliche Charakteristiken auf, finden aber in Nf-Anwendungen nur sehr begrenzte Einsatzbereiche.

Übertrager oder Halbleiter?

Über viele Jahre hinweg wurden in der Nf-Technik zur Symmetrierung von Ein- und Ausgängen ausschließlich Übertrager eingesetzt. Der Übertrager bietet den Vorteil, daß das Ausgangssignal eines Geräts zum Eingang eines anderen Geräts völlig erdfrei übertragen werden kann und so das Risiko von Brummschleifen wesentlich reduziert wird. Das gilt speziell für den Bereich der Studioteknik, in dem Übertrager als Standard angesehen werden.

Wo Licht ist, ist aber auch Schatten. So weisen die Übertrager auch

eine Anzahl Nachteile auf. Will man ihre Abmessungen nicht zu groß halten, dürfen die zu übertragenden Spannungen nicht zu gering sein, da sonst insbesondere bei tiefen Frequenzen relativ starke Verzerrungen auftreten. Werden die Übertrager nicht sehr sorgfältig hergestellt, können auch unerwünschte Phasenverschiebungen vorkommen. Hochwertige Übertrager sind außerdem teuer — die

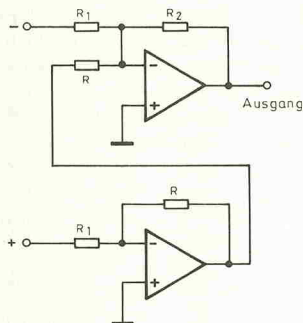


Bild 14. Realisierung eines symmetrischen Eingangs mit Operationsverstärkern.

Preise liegen in der Größenordnung 100,— bis 200,— DM pro Übertrager.

Sowohl zur Anpassung symmetrischer Ein- bzw. Ausgänge auf unsymmetrische Anschlüsse sowie zur Anpassung unsymmetrischer Ein- bzw. Ausgänge auf symmetrische sind Übertrager in sehr großen Stückzahlen im Einsatz. Sie werden jedoch nach und nach durch Halbleiterschaltungen ersetzt. Das gilt sowohl für Eingangs- wie auch für Ausgangsstufen.

Aktive symmetrische Eingangsschaltungen

Eine Möglichkeit, eine symmetrische Eingangsschaltung in Halbleitertechnik zu realisieren, zeigt Bild 14. Der positive Eingang wird gepuffert und über einen Operationsverstärker invertiert. Dessen Ausgangssignal gelangt an einen zweiten invertierenden OpAmp, der das Signal zu dem vom negativen Eingang kommenden Signal addiert. Da die Gleichtaktsignale am positiven und negativen Eingang mit gleicher Spannung und gleicher Phasenlage auftreten, werden sie durch die Differenzbildung der Eingangsschaltung unterdrückt. Beide Eingänge weisen die gleiche Impedanz auf und lassen

sich wegen der hochohmigen Eingangswiderstände sehr leicht gegen Überlastung schützen. Durch die Toleranzen der Widerstände beträgt die Gleichtaktunterdrückung ohne weiteren Abgleich allerdings nur 50 dB. Bei sehr sorgfältigem Abgleich läßt sich mit dieser Schaltung etwa 80 dB Gleichtaktunterdrückung erreichen. Durch die Alterung der Bauelemente nimmt die Gleichtaktunterdrückung allerdings mit der Zeit ab.

Die einfachste und preiswerteste aktive Eingangsschaltung wird durch den Einsatz eines Differenzverstärkers realisiert. Jeder gewöhnliche Operationsverstärker weist einen Differenzeingang auf und läßt sich dadurch unmittelbar an eine symmetrische Leitung anschließen, wie es in Bild 15 dargestellt ist. Um die bestmögliche Gleichtaktunterdrückung zu erreichen, müssen die vier Widerstände den gleichen Wert aufweisen. Deshalb ist es üblich, für R3 eine Kombination aus Festwiderstand und Trimpoti vorzusehen, damit sich die Gleichtaktunterdrückung für die tiefen Frequenzen optimieren läßt. Die beiden Kondensatoren müssen ebenfalls den gleichen Wert aufweisen. Zur Optimierung der Gleichtaktunterdrückung bei hohen Frequenzen wird C2 häufig als Trimmer ausgeführt, evtl. mit einem parallelgeschalteten Festkondensator, dessen Wert geringer als der von C1 sein muß. Bei sehr sorgfältigem Abgleich erreicht man eine Gleichtaktunterdrückung von bis zu 90 dB über den gesamten Niederfrequenzbereich. Diese Schaltung kann durchaus ausgezeichnete Resultate erbringen, weist jedoch

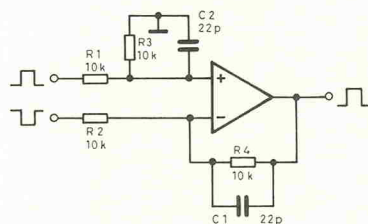


Bild 15. Symmetrische Eingangsschaltung mit einem einzigen Operationsverstärker.

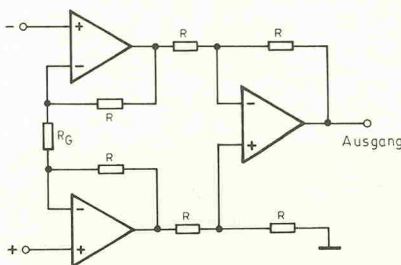


Bild 16. Diese Eingangsschaltung entspricht in Aufbau und Qualität einem Instrumentenverstärker.

einige Nachteile auf, die ihren Einsatz in der professionellen Technik verbieten.

Die beiden Eingänge bieten nämlich unterschiedliche Eingangsimpedanzen, da R2 über den Minus-eingang des Operationsverstärkers virtuell an Masse liegt, R1 hingegen durch die Parallelschaltung von R3 und der Eingangsimpedanz des Operationsverstärkers belastet wird. Ungleiche Eingangsimpedanzen müssen aber nicht unbedingt von ausschlaggebender Bedeutung sein. Das Resultat hängt davon ab, mit welcher symmetrischen Ausgangsschaltung diese Eingänge verbunden sind.

Viel wichtiger ist der tatsächliche Wert der Eingangsimpedanz. Im Normalfall betragen die Eingangsimpedanzen für Leitungspegel 10 kΩ oder auch etwas mehr, damit der Signalpegel nicht durch Belastungseffekte reduziert wird. Manchmal ist es auch wünschenswert, Eingangsimpedanzen von 50 kΩ oder mehr zur Verfügung zu haben. Wird der Wert der Widerstände wesentlich erhöht, um eine hohe Eingangsimpedanz von beispielsweise 33 kΩ zu erzielen, muß man bereits das thermische Rauschen mit in Betracht ziehen. Unter Zugrundelegung einer Bandbreite von 20 kHz, 33-kΩ-Widerständen und einer Umgebungstemperatur von 25 °C beträgt die Rauschspannung -107,4 dBm, was nicht gerade als gut angesehen werden kann. Reduziert man die Werte der Widerstände um den Faktor 10, erhält man bereits eine Reduzierung der Rauschspannung um 10 dB — eine stattliche Verbesserung.

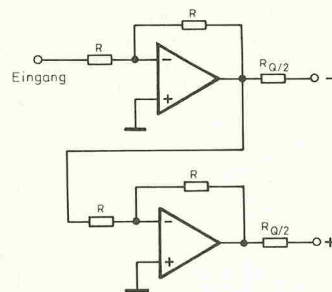


Bild 17. Einfache Ausgangsstufe mit symmetrischem Ausgang.

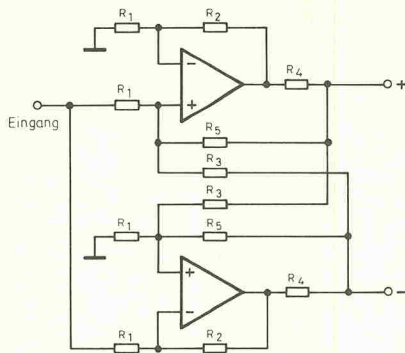
Erweitert man die einfache Schaltung des Differenzverstärkers mit einem Paar Pufferverstärker, erhält man einen Differenzverstärker mit den Qualitäten eines Instrumentenverstärkers (Bild 16). Zur Vereinfachung der Darstellung wurden die beiden Kondensatoren C1 und C2 weggelassen. Die Eingangsimpedanz ist wesentlich höher, und die Einflüsse der Quellimpedanzänderungen sind hier von untergeordneter Bedeutung. Zwar wird durch die beiden Pufferstufen zusätzliches Rauschen erzeugt, durch die Verkleinerung der Widerstandswerte ist jedoch eine Verbesserung des Eigenrauschens der Gesamtschaltung erreichbar.

Fügt man in die Zuleitung zu den Eingangsstufen zusätzliche Widerstände ein, arbeiten beide Eingangsstufen als Verstärker, wobei sich das Eigenrauschen der Schaltung nicht wesentlich erhöht. Durch die zusätzliche Verstärkung wird auch die Gleichtaktunterdrückung um den Wert der zusätzlichen Verstärkung verbessert. Die Verstärkung darf allerdings nicht zu hoch getrieben werden; sie wird durch die Höhe der Leitungspegel und den Clippingeinsatz der Operationsverstärker begrenzt.

Aktive symmetrische Ausgangsschaltungen

Ältere Geräte mit aktiven symmetrischen Ausgangsstufen verwenden im allgemeinen die in Bild 17 dargestellte Anordnung. Das Ausgangssignal wird über eine invertierende Pufferstufe dem Minus-Ausgang zugeführt, durchläuft aber gleichzeitig eine zweite Inverterstufe, die das zweite gegenphasige Signal erzeugt. Zwischen den Ausgängen der Operationsverstärker und dem eigentlichen Ausgang sind zwei Widerstände angeordnet, die

Bild 18. Eine elektronisch symmetrierte Ausgangsstufe mit massefreiem Ausgang.



jeweils der Hälfte der gewünschten Quellimpedanz entsprechen. Da der Lastwiderstand zwischen den Ausgängen zweier Operationsverstärker liegt, beträgt die maximale Ausgangsspannung ungefähr 20 V, sie ist also doppelt so hoch wie an einem unsymmetrischen Ausgang. Diese Schaltung arbeitet recht ordentlich, solange die Belastung einigermassen symmetrisch ist. Aller-

Masse oder über die Leiterbahnen der Printplatine auf. Geräte mit diesen Ausgangsschaltungen weisen häufig weitere Ausgangsbuchsen auf, die nur mit einem der beiden Verstärker zum Treiben unsymmetrischer Ausgänge verbunden sind.

Das zweite Problem besteht darin, daß das Ausgangssignal nicht massefrei ist. Falls irgendeine Span-

gangssignal des anderen Verstärkers ab. Durch entsprechende Bemessung der Widerstände können diese Stufen auch eine zusätzliche Verstärkung oder Abschwächung bewirken. Genauso läßt sich durch entsprechende Bemessung der Widerstandswerte die Ausgangsimpedanz einstellen. Allerdings wird ein gewisser Widerstand vom Ausgang nach Masse benötigt, um zu verhindern, daß die Ausgangsspannung auf eine der beiden Betriebsspannungen hochläuft, wenn ein massefreier Eingang angeschlossen ist.

Durch die zusätzlichen Widerstände zwischen den Ausgängen und Masse bleibt die Ausgangsimpedanz vom Ausgang nach Masse bei jeglicher Wechselspannungskopplung der Ausgänge endlich. Dadurch wird zwar die Einkopplung von Stör- und Rauschspannungen durch Erdschleifen reduziert, aber nicht vollständig eliminiert. Ist diese Schaltung nicht sehr sorgfältig

Hälfte. Beträgt die Durchgangsverstärkung der Ausgangsstufe nur 1, tritt zwar keine Begrenzung auf, aber die Ausgangsspannung ist nur noch halb so hoch. Abgesehen von diesem geringfügigen Problem arbeitet diese Schaltung sehr gut und bietet gegenüber einem Übertrager eine wesentlich höhere Bandbreite bei erheblich geringeren Kosten.

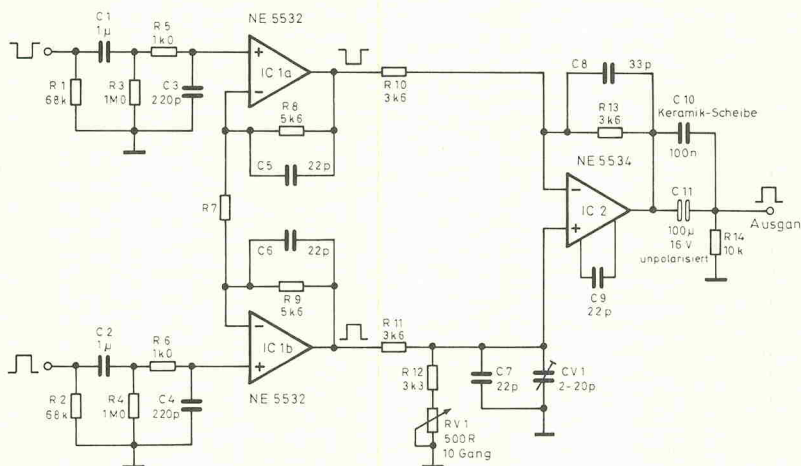
Praktische Anwendungen

Eine praktisch ausgeführte Eingangsstufe, die nach dem in Bild 16 beschriebenen Prinzip arbeitet, zeigt Bild 19. In dieser Schaltung ist die Eingangsimpedanz auf fast jeden gewünschten Wert einstellbar, und vor allem ist die Eingangsimpedanz beider Eingänge gleich. Durch diese Konfiguration können auch die Widerstandswerte klein gehalten werden, so daß das thermische Rauschen gering bleibt. Ein weiterer Vorteil dieser Schaltung besteht darin, daß die Durchgangsverstärkung der gesamten Stufe durch Änderung eines einzigen Widerstands — nämlich R7 — variiert werden kann. Die Verstärkung in dB errechnet sich zu

$$20 \cdot \log \left(\frac{(R8 + R9)}{R7} + 1 \right).$$

Durch Umstellen dieser Gleichung nach R7 läßt sich für eine vorgegebene gewünschte Verstärkung der Wert von R7 berechnen. Diese Eingangsstufe ist ideal für Leitungseingänge und eignet sich für den Verstärkungsbereich 0...30 dB. Das Eigenrauschen und die Verzerrungen sind sehr gering (typischer Klirrfaktor im gesamten Nf-Bereich: 0,002%). Weiterhin bietet diese Schaltung eine ausgezeichnete Gleichtaktunterdrückung (Bild 20). Durch Abgleich von RV1 und CV1 läßt sich die Gleichtaktunterdrückung optimieren. Der Abgleich geschieht bei zwei Frequenzen: Bei einem 100-Hz-Eingangssignal verstellt man RV1, bis die Ausgangsspannung der Schaltung ein Minimum erreicht. Mit einem 15-kHz-Eingangssignal wird mit CV1 auf minimale Ausgangsspannung abgeglichen.

Bild 19. Vorverstärker mit symmetrischem Eingang und mit Eingangspufferstufen zwecks Reduzierung der Werte der erforderlichen Gegenkopplungswiderstände, um ein niedrigeres thermisches Rauschen zu erreichen.



dings weist diese einfache Ausgangsstufe zwei gravierende Nachteile auf.

Das erste Problem taucht auf, wenn man mit dieser Schaltung unsymmetrische Lasten treiben will oder wenn einer der beiden Ausgänge unabsichtlich an Masse gelegt wurde. Liegt der negative Ausgang durch eine unsymmetrische Belastung an Masse, besteht die Gefahr, daß der erste Operationsverstärker durch Überlastung bei höherer Aussteuerung das Ausgangssignal verzerrt. Dadurch erscheint natürlich auch ein verzerrtes Signal am Ausgang des anderen Operationsverstärkers. Auch wenn die unsymmetrische Belastung am Ausgang des zweiten Operationsverstärkers liegt, treten Verzerrungen im Ausgangssignal durch die Verkopplung über die gemeinsame

nungsdifferenz (z.B. Netzleitungsbrücken) zwischen der ausgangseitigen Masse und der Masse des eingespeisten Geräts besteht, wird dieses Störsignal zum Nutzsignal addiert. Die einzige Möglichkeit zur Unterdrückung der Störsignale ist dann durch eine möglichst hohe Gleichtaktunterdrückung der Eingangsstufe des gespeisten Geräts gegeben.

Einige Hersteller bieten auch Geräte mit elektronisch symmetrierten Ausgängen an, die auch massefrei sind. Die Grundlage einer derartigen Ausgangsschaltung zeigt Bild 18. Die Schaltung besteht aus zwei Operationsverstärkern, die kreuzartig mit- und gegengekoppelt sind. Das Ausgangssignal eines jeden Verstärkers hängt sowohl vom Eingangssignal als auch vom Aus-

kompensiert, können Stabilitätsprobleme auftreten. Liefert die Ausgangsstufe eine zweifache Verstärkung, beträgt die maximale Ausgangsspannung an einer symmetrischen Last ungefähr 20 V (wenn die Operationsverstärker von Standardstromversorgungen gespeist werden, z.B. ± 15 V). Wird diese Schaltung jedoch unsymmetrisch belastet, verringert sich der Ausgangsspannungshub bis zum Begrenzungseinsatz auf die

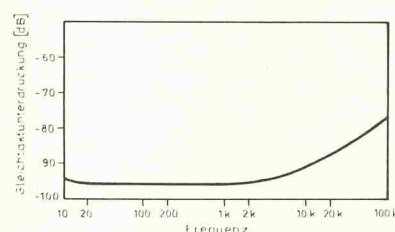


Bild 20. Gleichtaktunterdrückung des Vorverstärkers aus Bild 19.

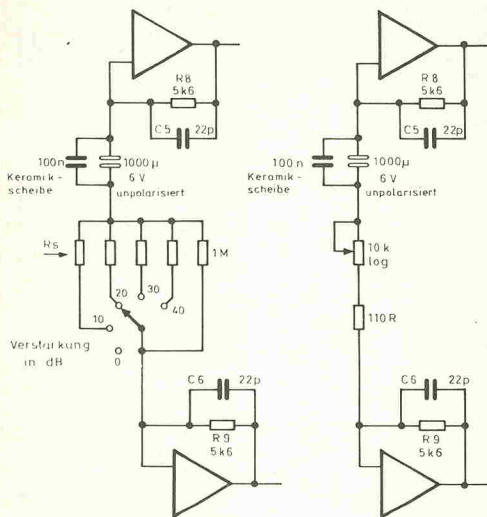


Bild 21. Modifizierung der Schaltung nach Bild 19:
(a) umschaltbare Verstärkung,
(b) stufenlos einstellbare Verstärkung.

Die Stufe arbeitet sehr gut als symmetrische Eingangsstufe für Vor- und Leistungsverstärker, Mischpulte usw. Sie eignet sich weiterhin als universelle Eingangsstufe für hochqualitative Test- und Prüfgeräte. So findet man sie in Nf-Voltmetern, Verzerrungs- und Klirrfaktormessgeräten und vielen anderen Geräten, da diese Eingangsstufe eine sehr stabile und eindeutig definierte Verstärkung und eine hohe Bandbreite mit flachem Frequenzgang aufweist. Mit den in Bild 19 angegebenen Bauteilewerten liegen die -3-dB-Punkte des Frequenzgangs bei ungefähr 0,5 Hz bzw. 150 kHz. Der Phasenfehler ist bei 20 Hz kleiner als 2° und erreicht bei 20 kHz etwa 7°.

Mit einigen Schaltungsänderungen läßt sich diese Eingangsschaltung auf jede gewünschte Anwendung optimieren. Ersetzt man C1 und C2 durch nichtpolarisierte Elkos mit einer Kapazität von 10...22 µF (parallel zu diesen Elkos jeweils eine 100-nF-Keramikscheibe), läßt sich das Eigenrauschen reduzieren. Auch gewinnt man bei tiefen Frequenzen einige dB mehr an Gleichtaktunterdrückung. Außerdem wird der Phasenfehler bei 20 Hz noch weiter reduziert. Soll die Stufe als Vorverstärker in Prüfgeräten eingesetzt werden, sollten C3 und C4 auf 47 pF verringert werden, um den Frequenzgang bis 100 kHz flach zu halten.

Zur Verstärkungsvariation eignet sich ein Umschalter mit mehreren elrad 1988, Heft 7/8

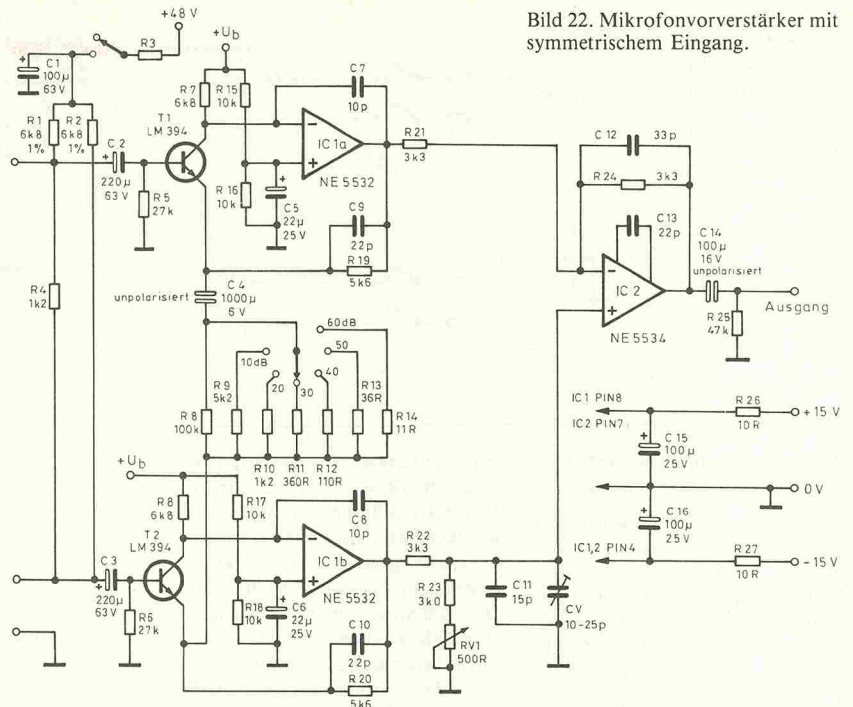
Festwiderständen bzw. eine Reihenschaltung aus Festwiderstand und Potentiometer (Bild 21). Durch die Wechselspannungskopplung im Eingang werden Schaltknacken oder störende Kratzgeräusche von Potentiometerschleifern vermieden, die unweigerlich auftreten, wenn Gleichspannungsreste auf den Eingangsleitungen stehen sollten.

Viel mehr gibt es zu symmetrischen aktiven Eingangsschaltungen für Leitungspegel nicht zu sagen. Um einiges problematischer gestaltet

sich allerdings die Realisierung einer Aktiv-Schaltung, die Eingangssignale im Milli- oder Mikrovolt-Bereich verarbeiten soll. Für einen hochwertigen Mikrofonverstärker kann man die Schaltung aus Bild 19 mit einigen Änderungen übernehmen.

Das größte Problem bei Mikrofonverstärkern ist das Eigenrauschen, das bei dieser Vorstufe so gering wie möglich zu halten ist. Das thermische Rauschen eines 200-Ω-Widerstands liegt bei -129,6 dBm, so daß ein perfekter rauschfreier Mi-

Bild 22. Mikrofonvorverstärker mit symmetrischem Eingang.



krofonverstärker bei einer Stufenverstärkung von 60 dB und einer Eingangsimpedanz von 200 Ω eine Ausgangsspannung von -69,6 dBm bei 20 kHz Bandbreite liefern würde. Bringt ein realer Verstärker nun eine Ausgangsspannung von -67 dBm, kann man sagen, daß seine Rauschzahl 2,6 dB beträgt.

Einige Hersteller geben Rauschzahlen von 1 dB an, aber 1,5 dB ist sicher realistischer. Die in Bild 22 dargestellte Schaltung erreicht diese niedrigen Rauschzahlen, allerdings muß man einige Sorgfalt bei der

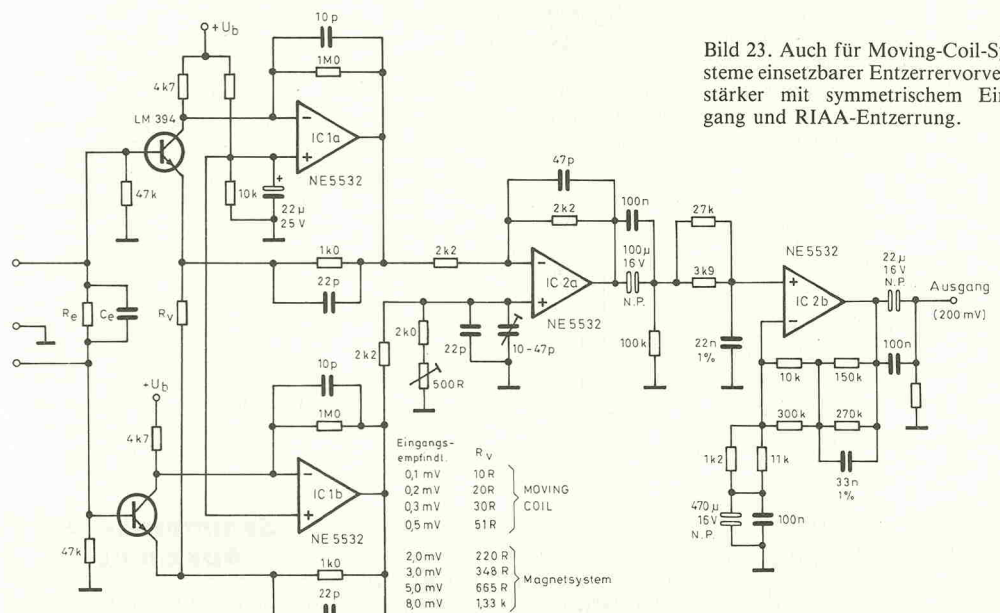


Bild 23. Auch für Moving-Coil-Systeme einsetzbarer Entzerrervorverstärker mit symmetrischem Eingang und RIAA-Entzerrung.

Bild 24. Anordnungen von symmetrischen Mischern mit
(a) unsymmetrischen, (b) symmetrischen Kanal-Verstärkerausgängen.

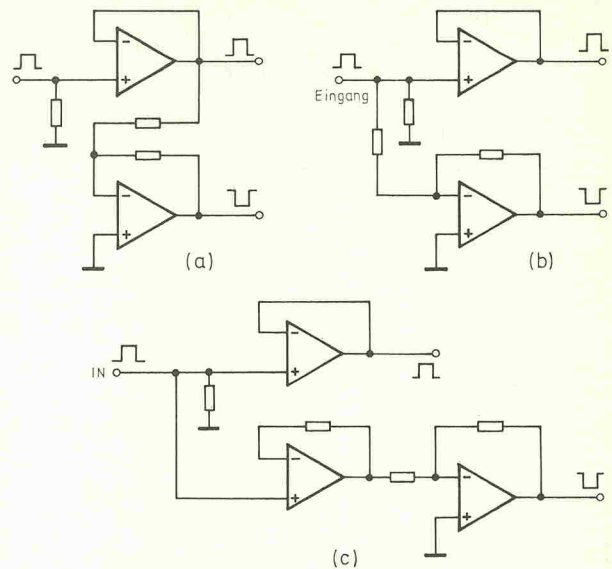
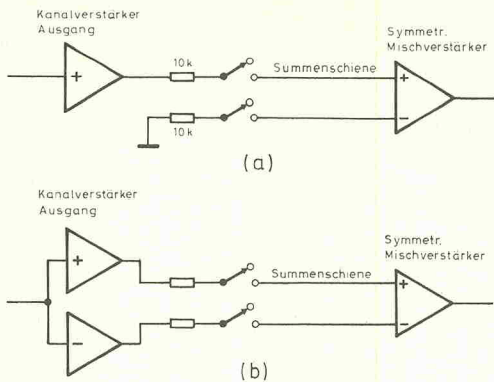


Bild 26. Typische Anordnungen symmetrischer Ausgangsstufen.

Auswahl der Bauteile und beim Aufbau dieser Stufe beachten.

Die Eingangsimpedanz wird durch Widerstand R4 fest auf 1,2 k Ω eingestellt. Das ist der heute übliche Wert bei Mikrofonen mit 200 Ω Impedanz. Falls ein Mikrofonhersteller einen anderen Wert für die Eingangsimpedanz des Vorverstärkers vorschreibt, läßt sich dieser natürlich auch ändern. Über R1 und R2 wird eine Spannung in Höhe von 48 V für die Phantomspeisung von Kondensatormikrofonen eingespeist. Diese beiden Widerstände sind sehr kritisch. Ihre Toleranz darf maximal 1% betragen. Soll diese Schaltung nur für dynamische Mikrofone eingesetzt werden, sind R1...3 und C1 überflüssig. Auch C2 und C3 können entfallen. Man erreicht dadurch einen etwas besseren Signal- Rausch-Abstand und eine Verbesserung der Tonqualität, weil die Verluste der Elektrolytkondensatoren im Eingangssignalfeld entfallen.

Da die Gleichtaktunterdrückung von einem Schaltungsteil bestimmt wird, der der verstärkungsbestimmenden Stufe folgt, ändert sich die Unterdrückung mit der Verstärkung. Es ist leicht einzusehen, daß

bei einer Verstärkung von beispielsweise 10 dB eine bessere Gleichtaktunterdrückung zu erreichen ist als bei 60 dB. Darum bietet es sich an, den Abgleich der Gleichtaktunterdrückung bei 30...40 dB Verstärkung vorzunehmen. Mit einem sorgfältig ausgelegten Platinenlayout arbeitet diese Schaltung ebenfalls sehr zufriedenstellend und teilweise erheblich besser als heute auf dem Markt erhältliche professionelle Mikrofonverstärker.

Symmetrischer Entzerrer-vorverstärker

Die Schaltung eines Entzerrervorverstärkers für magnetische Tonabnehmersysteme, auch für Moving-Coil-Systeme, ist in Bild 23 wiedergegeben. Die Komponenten wurden allerdings für die RIAA-Entzerrungskurve dimensioniert, die jedoch der DIN-Entzerrungskurve ähnlich ist.

Symmetrische Mischer

Die Summenschienen von Mischverstärkern sind besonders empfindlich gegen Brummen und Rau-

schen. Dieses Problem läßt sich jedoch ebenfalls durch eine symmetrische Anordnung reduzieren. Grundsätzlich sind zwei unterschiedliche Konfigurationen möglich: Eingangsverstärker mit entweder symmetrischem oder unsymmetrischem Ausgang (Bild 24). In beiden Fällen gelangt das Signal an einen Differenzverstärkereingang; jegliche Störspannung erscheint an den Eingängen des Mischverstärkers mit gleicher Phasenlage und mit gleicher Spannung und wird durch die Eigenschaften des Differenzverstärkers auf die bekannte Weise unterdrückt.

Bild 25 zeigt einen derartigen Eingangsverstärker. Hier wird der Eingangsteil der Schaltung nach Bild 19 verwendet, mit dem Unterschied jedoch, daß die Eingangssignale in die invertierenden Eingänge der Operationsverstärker eingespeist werden. Die Verwendung von 3,3-k Ω -Widerständen für die Gegenkopplung und für die Misch-eingänge hält das Rauschen niedrig und verbessert die Linearität, weil die Eingangskondensatoren innerhalb der Gegenkopplungsschleife liegen. Mit dieser Schaltung werden Gleichtaktsignale um immerhin 60...80 dB unterdrückt.

Symmetrische Ausgänge

Mikrofone und Tonabnehmersysteme sind systembedingt zumeist

symmetrisch gestaltet, Verstärker hingegen nicht. Die einfachste Problemlösung besteht darin, einen Übertrager an den Ausgang eines unsymmetrischen Verstärkers zu klemmen. Aber mit einer Handvoll Transistoren oder IC-Chips kann man eine Symmetrierung auf elegantere Art und Weise erreichen.

Falls der symmetrische Ausgang lediglich aus zwei gegenphasigen Ausgängen bestehen soll, gibt es mehrere Möglichkeiten der Realisierung (Bild 26). Sie alle haben aber ein Manko: Wenn einer der Ausgänge nach Masse kurzgeschlossen wird, bricht die Ausgangsspannung auf die Hälfte zusammen, weil der zur Verfügung stehende Ausgangsspannungshub halbiert wird.

Da grundsätzlich jede Verbindung zwischen zwei Audiogeräten symmetriert werden kann, bleibt abschließend zu klären, in welchen Bereichen der Einsatz symmetrischer Ein- bzw. Ausgänge sinnvoll ist. Für Mikrofone sollte man grundsätzlich symmetrische Eingänge verwenden. Genauso wichtig ist es, die Eingangsverstärker für Tonabnehmersysteme und Leseköpfe von Tonbandgeräten oder Kassettenrekordern zu symmetrieren. Die Verbindungen zwischen Vor- und Leistungsverstärkern werden durch die Symmetrierung weniger störanfällig, insbesondere dann, wenn die Gefahr von Brummschleifen besteht.

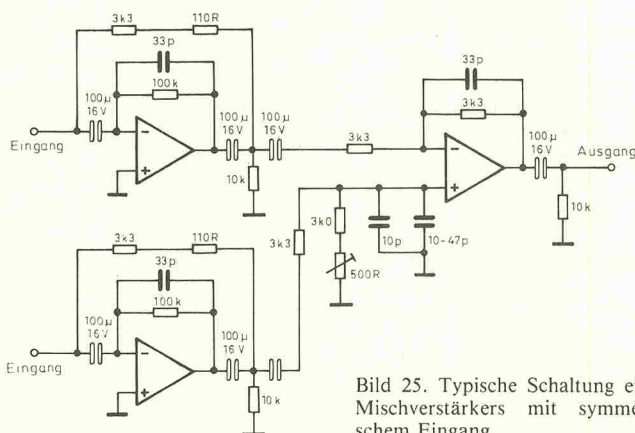


Bild 25. Typische Schaltung eines Mischverstärkers mit symmetrischem Eingang.

Kombi-OpAmp LM 10

Grundlagen und Anwendungen

Operationsverstärker gibt es buchstäblich wie Sand am Meer, und häufig sind ihre Eigenschaften sehr ähnlich. Bei speziellen Anwendungen kann man aber auf entsprechend zugeschnittene OpAmps zugreifen. Manchmal werden auch Operationsverstärker benötigt, die mit nur einer Betriebsspannung zufrieden sind, sich 'vernünftig' verhalten und sich auch weit genug aussteuern lassen.

Ein Nachfolger des LM 741 ist der LM 10, der gegenüber seinem Vorgänger wesentlich verbesserte und erweiterte Eigenschaften aufweist. Im Inneren des LM 10 sind ein Operationsverstärker, eine Präzisionsspannungsquelle mit 200 mV Ausgangsspannung und ein Puffer mit einstellbarer Verstärkung enthalten. Das alles ist in einem TO5-Gehäuse mit 8 Anschlüssen untergebracht. Der Betriebsspannungsbereich reicht von 1,1 V bis 45 V. Der Ruhestrom beträgt in allen Fällen nur etwa 270 μ A. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers erreicht bis auf wenige Millivolt die Betriebsspannung, der maximale Ausgangsstrom beträgt 20 mA.

Der LM 10 läßt sich sowohl in Standard- als auch in speziellen Anwendungen einsetzen. Er ist jedoch besonders geeignet für Anwendungen, bei denen entweder eine geringe oder nur eine einzige Versorgungsspannung zur Verfügung steht oder wenn es um eine möglichst geringe Leistungsaufnahme geht. Durch die eingebaute Referenzspannungsquelle eignet er sich zudem hervorragend als Regelverstärker in Stabilisierungsschaltungen.

LM 10-Grundlagen

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild und die Anschlußbelegung des LM 10. Wie man sieht, enthält das IC den Operationsverstärker, die Referenzspannungsquelle und den Pufferverstärker. Zu bemerken ist, daß ein Anschluß des Pufferverstärkers fest mit der Referenzspannungsquelle verbunden ist. Das Blockschaltbild des LM 10 ist in Bild 2 dargestellt.

Der Operationsverstärker des LM 10 weist eine PNP-Differenz-

verstärker-Eingangsstufe auf, die Eingangsspannungen bis herunter zu null Volt verarbeiten kann. Die Komplementär-Klasse-B-Ausgangsstufe liefert Spannungen, die bei 50 μ A Laststrom bis auf etwa 50 mV oder bei 20 mA Laststrom immerhin bis auf etwa 400 mV an die Betriebsspannung heranreichen können. Der Eingang des Operationsverstärkers ist über interne Strombegrenzungswiderstände gegen Überspannungen geschützt, der Ausgang ist gegen thermische Überlastung und Kurzschluß geschützt. Der Operationsverstärker

läßt sich sowohl mit symmetrischen Betriebsspannungen als auch mit nur einer Betriebsspannung betreiben und kann wie jeder 'normale' Operationsverstärker verwendet werden.

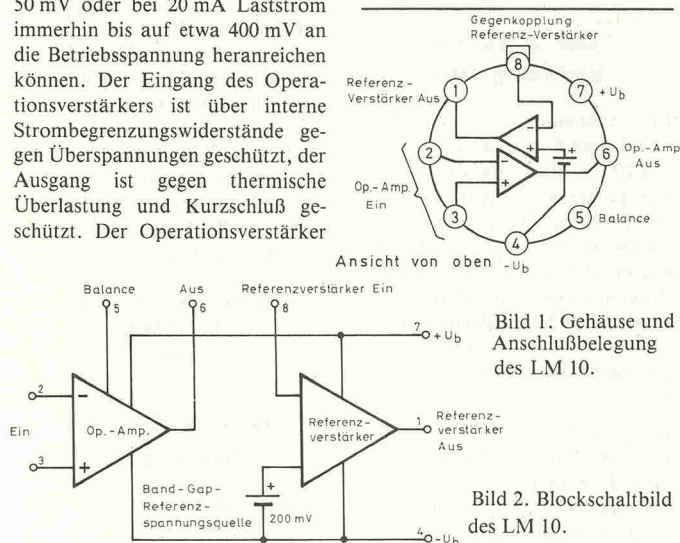


Bild 1. Gehäuse und Anschlußbelegung des LM 10.

Bild 2. Blockschaltbild des LM 10.

Bei der Referenzspannungsquelle des LM 10 handelt es sich um einen Band-Gap-Typ, deren Abweichung von der Nennspannung kleiner als 5% ist. Der Temperaturkoeffizient ist kleiner als 0,003%/°C. Die Referenzspannung ist nur über den Ausgang des Pufferverstärkers zugänglich, dessen Verstärkungsfaktor über geeignete Gegenkopplungswiderstände zwischen eins und einigen tausend einstellbar ist. Auf diese Weise lassen sich Referenzspannungen im Bereich zwischen 200 mV und 40 V 'erzeugen'.

Innerhalb der LM 10-Familie gibt es fünf verschiedene Typen, deren Arbeitstemperaturbereich durch verschiedene Kennbuchstaben angegeben wird (LM 10, LM 10 B oder LM 10 C). Die maximal zulässige Betriebsspannung beträgt entweder 7 V (Kennzeichnung L) oder 45 V. Der LM 10 C weist geringfügig schlechtere Eigenschaften als die kommerzielle Version des 45-V-Typs auf, ist jedoch für die hier beschriebenen Anwendungen bestens geeignet. Die Tabelle in Bild 3 gibt einen Überblick über die wichtigsten Daten der LM 10-Familie.

In den Bildern 4...8 werden einige Methoden der Betriebsstromversorgung für den LM 10 aufgezeigt. In

Parameter	LM 10	LM 10 B	LM 10 C	LM 10 BL	LM 10 CL	Einheiten
Betriebstemperaturbereich	-55...+135	-25...+85	0...+70	-25...+85	0...+70	°C
Max. Betriebsspannung	45	45	45	7	7	V
Gesamt-Ruhestrom (typisch)	270	270	300	260	280	μ A
Typische OpAmp-Eigenschaften bei 25 °C						
Eingangs-Offsetspannung	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	mV
Eingangs-Offsetstrom	0,25	0,35	0,4	0,1	0,2	nA
Eingangsstrom	10	10	12	10	10	nA
Gleichtaktunterdrückung	102	102	102	102	102	dB
Unterdrückung der Betriebsspannungsänderung	96	96	96	96	96	dB
Spannungsverstärkung ohne Belastung	400	400	400	300	300	V/mV
Spannungsverstärkung unter Last ($R_L = 1k\Omega$)	130	130	130	30	30	V/mV
Bandbreite bei Verstärkung 1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	MHz
Anstiegsgeschwindigkeit	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	V/ μ s
Typische Eigenschaften der Referenz-Spannungsquelle bei 25 °C						
Referenzspannung	200	200	200	200	200	mV
Abweichung der Referenzspannung vom Sollwert	2,5	2,5	5	2,5	5	\pm %
Ausregelung von Betriebsspannungsänderungen	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	%/V
Ausregelung von Belastungsänderungen	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	%
Temperaturdrift	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	%/°C
Eingangsstrom des Referenzverstärkers	20	20	22	20	22	nA
Verstärkung des Referenzverstärkers	75	75	70	70	70	V/mV

Bild 3. Parameter der LM 10-Familie.

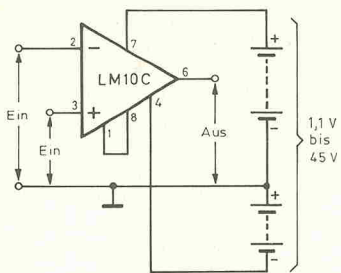


Bild 4. Symmetrische Betriebsstromversorgung für den LM 10.

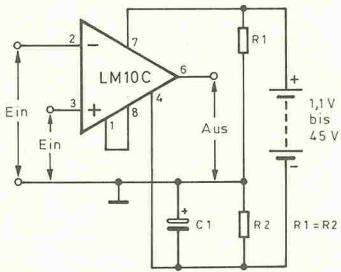


Bild 5. Symmetrische Betriebsstromversorgung für den LM 10 mit künstlichem Nullpunkt.

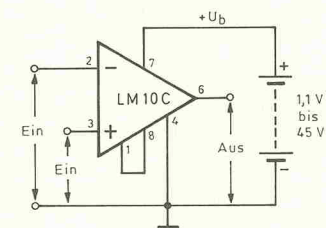


Bild 6. Betriebsstromversorgung des LM 10 mit nur einer Betriebsspannung.

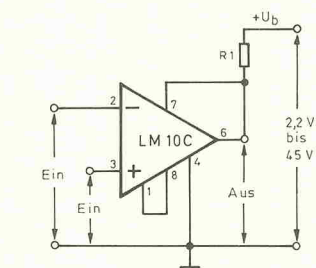


Bild 7. Shunt-Methode bei der Stromversorgung des LM 10.

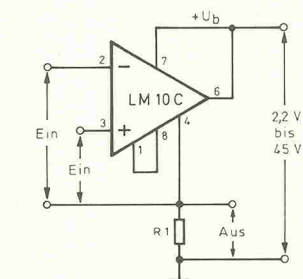


Bild 8. Alternative zur Schaltung aus Bild 7.

den Schaltungen der Bilder 4 und 5 wird der Operationsverstärker mit einer symmetrischen Spannung betrieben. Dieses Verfahren ist für die Anwendungen sinnvoll, in denen die Eingänge auf null Volt bezogen sind und die Ausgangsspannung sowohl positive als auch negative Werte annehmen kann. Die Schaltung in Bild 4 verwendet zwei getrennte Spannungen, die Schaltung in Bild 5 hingegen eine Betriebsspannung mit künstlichem Mittelpunkt.

Die Stromversorgung

Die Spannungsversorgung nach Bild 4 und 5 ermöglicht es, den LM 10 in allen Standard-Operationsverstärkerschaltungen einzusetzen, mit dem Vorteil, daß die Betriebsspannung minimal 1,1 V betragen darf und der Gesamtstrom nur etwa 270 μ A beträgt. Zudem können die Ausgangsspannungen bis auf wenige zehn Millivolt an die Betriebsspannungen herangehen.

In der Schaltung nach Bild 6 wird nur eine Betriebsspannung benötigt, die zwischen 1,1 V und 45 V betragen kann. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers kann sich wiederum bis auf wenige zehn Millivolt an null Volt bzw. der positiven Betriebsspannung nähern. Der Operationsverstärker hat die vorteilhafte Eigenschaft, Eingangsspannungen bis herab zu null Volt problemlos verarbeiten zu können.

Zwei spezielle Stromversorgungsmethoden für den LM 10 sind in Bild 7 und 8 wiedergegeben. In beiden Schaltungen ist der Ausgang des Operationsverstärkers unmittelbar mit der positiven Betriebsspannung des ICs verbunden, so daß der Ausgang den vom IC aufgenommenen Strom 'shuntet'. In beiden Fällen liegt der Strombegrenzungswiderstand R1 in einer der beiden Betriebsspannungszuleitungen des ICs.

Der maximale Ausgangsstrom des LM 10 ist einige Größenordnungen höher als der normale Ruhestrom. Diese Tatsache — in Verbindung mit der ausgezeichneten Betriebsspannungsunterdrückung von etwa 96 dB und dem großen Betriebsspannungsbereich — prädestiniert den LM 10 für lineare und Schaltanwendungen. Im Schalterbetrieb kann der LM 10 sogar seine eigene Betriebsspannung und den Betriebsstrom modulieren!

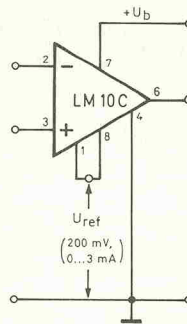


Bild 9. Referenzspannungsquelle mit einer festen Ausgangsspannung von 200 mV.

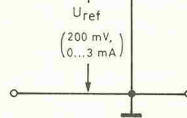


Bild 10. Referenzspannungsquelle mit einer im Bereich 0...200 mV einstellbaren Ausgangsspannung.

Die Shunt-Betriebsart eignet sich besonders gut für Anwendungen mit Sensoren, die über eine Zweidrahtleitung angeschlossen werden. An der Zweidrahtleitung stehen dann sowohl die Betriebsspannung als auch die Information des Sensors an. In diesem Anwendungsfall muß die Betriebsspannung allerdings wesentlich höher als 1,1 V betragen, damit über dem Strombegrenzungswiderstand R1 ein ausreichend hoher Spannungsabfall durch die Sensorstromänderung entsteht.

Der Referenzverstärker

Die eingebaute Referenzspannungsquelle und der Referenzverstärker (siehe Bild 2) erweitern die Einsatzmöglichkeiten des LM 10 erheblich. Dieser Baustein läßt sich beispielsweise recht gut in Präzisionskomparator- und Spannungsregler-Schaltungen einsetzen. Wird in einer bestimmten Anwendung die Referenzspannungsquelle nicht benötigt oder braucht man lediglich eine Referenzspannung in Höhe von 200 mV, können die Anschlüsse 1 und 8 des ICs verbunden werden (Bild 9). Dadurch puffert der Referenzverstärker die Vergleichsspannung und liefert zwischen den Anschlüssen 1 und 4 eine Spannung von exakt 200 mV bei einer maximalen Belastung von 3 mA.

Benötigt man eine präzise Referenzspannung im Bereich 0...200 mV, verbindet man die Anschlüsse 1 und 8 wie bereits beschrieben und schaltet ein 1-k Ω -Potentiometer zwischen die Anschlüsse 1 und 4. Die Referenzspannung kann dann am Schleifer des Potentiometers abgegriffen werden, wie es in Bild 10 dargestellt ist.

Soll die Referenzspannung im Bereich zwischen 200 mV und 40 V einstellbar sein, eignet sich die Schaltung nach Bild 11. Hier arbei-

tet der Referenzverstärker als nicht-invertierender Gleichspannungsverstärker mit einer festen Eingangsspannung von 200 mV und einer Spannungsverstärkung, die dem Verhältnis $(R1 + R2)/R2$ entspricht.

Zu bemerken ist noch, daß die Bandbreite des Referenzverstärkers bei einer Verstärkung von 1 etwa 500 kHz beträgt, so daß man sich diese Eigenschaft in einigen Sonderfällen sowie bei Wechselspannungsverstärker-Schaltungen durchaus zunutze machen kann. Weiterhin läßt sich der Referenzverstärker auch als einfacher Spannungskomparator verwenden, was in einigen Anwendungen sehr nützlich sein kann. Bild 12 zeigt die entsprechende Schaltung.

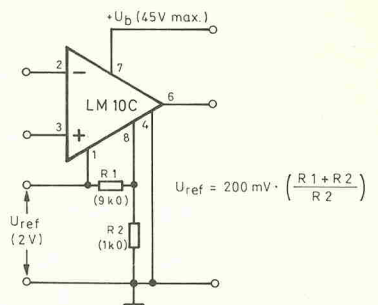


Bild 11. Referenzspannungsquelle mit einer zwischen 200 mV und 40 V einstellbaren Ausgangsspannung.

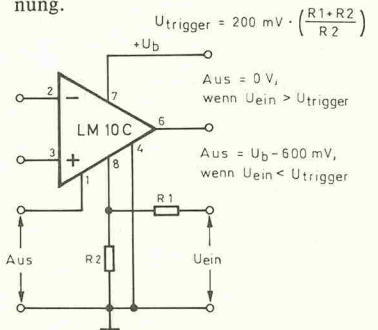


Bild 12. Hier wird der eingebaute Referenzverstärker als Spannungskomparator verwendet.

Hinweis: Fortsetzung in der Ausgabe 9/88

elrad-Einzelheft-Bestellung

Folgende elrad-Ausgaben können Sie direkt beim Verlag nachbestellen. Ab 6/87 (die Ausg. 9 + 10/87 sind vergriffen) (pro Ausgabe DM 6,—), elrad-Extra 5 und 6 (DM 16,80).

Gebühr für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,—; 3 bis 6 Hefte DM 3,—; ab 7 Hefte DM 5,—.

Bestellungen sind nur gegen Vorauszahlung möglich.

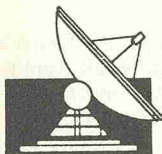
Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten, oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Kt.-Nr.: 9305-308, Postgiroamt Hannover

Kt.-Nr.: 000-019968, Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

elrad-Versand, Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG,
Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61

HEISE



Wir räumen unser Lager!

ELSAT-LNC

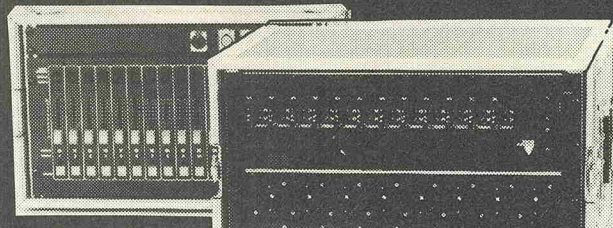
Bausatz ab 256,50

Auch Einzelteile lieferbar.

Thomas GmbH Elektronische Bauteile

Lindenstr. 110, 2160 Stade, Tel. 041 41/8 29 20

Das Power Pack



- Leistung pro Kanal 2,2 W, 10 A, wahlweise mit Sicherungsautomat
- ohmisch und induktiv belastbar
- Preheateinstellung
- Haltpowerschalter
- eigene Stromversorgung mit Überspannungsschutz
- Lastausgänge: Harting 10–24 pol, Socapex, Schuko
- oder gemischt
- Steuereingänge: 7 pol XLR, Siemensleiste, Socapex

Modulsystem
19" 3HE

BEILFUS ELEKTRONIK

Beilfuss Scheidswaldstraße 30
6000 Frankfurt/M. 60 Telefon: 0 69-4 95 09 50

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

Information + Wissen



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

HEISE



IHR SPEZIALIST FÜR HI-END-BAUTEILE

Alles für Aktiv-Konzepte lieferbar!

Metallfilmwiderstände Reihe E 96 1% Tol. 50 ppm Beyschlag, Draloric • 0,1% Tol. auf Anfrage • Kondensatoren 1%–5% Tol. Styroflex, Polypropylen, Polyester von Siemens, Wima • Elkos 10.000 µF von 40V–100V Roederstein Netzteile für Leistungsendstufen mit RK-Trafos, Siebdrosseln • "Hi-End"-Relais von SDS • ALPS-Potis 10K log./100K log. in Stereo • **Superkleine Elkos in 385 V-/47 µF/100 µF/220 µF Roederstein** Modulare Stufenschalter, 2–4 Ebenen, 24-polig, vergoldet (siehe auch Elrad 2/88, Seite 10).

Bitte Sonderinfo anfordern. Lieferung nur per NN.

Klaus Scherm Elektronik

8510 Fürth · Waldstraße 10 · Telefon 09 11/705395

Österr. Hobbyelektroniker!

Fordern Sie unsere neue kostenlose **Sonderliste 1/88** mit vielen günstigen Angeboten an.

Drau Electronic 9503 Villach, Postfach 16
☎ (0 42 42) 2 37 74, Wilhelm-Eich-Straße 2

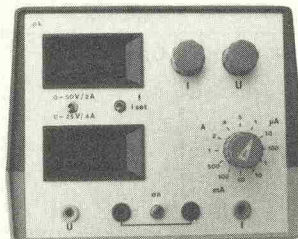
ELEKTRONIK-VERSAND Benkler & Lückemeier TEL. 0 63 21/3 20 80

Rk. Trafo 2 ★ 47 V 500 VA	89,50	★ Kühlkörper 8 ★ TO3 Lochung	29,90
Rk. Trafo 2 ★ 57 V 625 VA	115,00	★ Kühlkörper 6 ★ TO3 Lochung	19,90
ELKO 12 500 µF/90 Volt	19,90	★ Kupferspule Endstufenausgang	3,95
ELKO 10 000 µF/40 Volt	6,50	★ 19" Gehäuse geschlossen 3HE	53,90
2SJ 49 12,50 ★ 2SK 134	12,50	★ 220 Volt Lüfter 120 ★ 120	39,00
2SJ 50 12,50 ★ 2SK 135	12,50	★ 220 Volt Lüfter 90 ★ 90	34,50
Gleichr. B125 C 25 A	6,95	★ Gleichr. B 80 / C 5000	2,95

BAUTEILE-PREISLISTE FÜR 1988 KOSTENLOS

Winzingerstr. 31-33 · 6730 NEUSTADT/WEINSTRASSE

Digitalisieren Sie



Ihre Netzgeräte

mit unseren Digital-Einbaumeßmodulen. Helle 13 mm LED-Anzeige, sehr kleine Abmessungen, 55 x 25 mm Ausschnitt, nur 17 mm Einbautiefe.

Versorgungsspannung 5 Volt, ca. 100 mA

Beispiel:

99,9 Volt Fertigmodul DM 34,95

9,99 A mit Shunt DM 39,50

30 A mit Shunt DM 41,65

als Bausatz mit Spannungsteilersatz von 999 mV bis 999 V (max. 500 V)

SONDERPREIS DM 24,95

Zubehör:

Einbaurahmen mit Scheibe DM 3,95

Shunt bis 10 A DM 5,40

Shunt bis 30 A DM 6,85

Weiter im Programm:

3 1/2-stellige LCD und LED-Module für Spannung/Strom/Temperatur

AC/DC Wandler für Mini-Meßmodule

Kleinschaltteile für 1 bis 6 Module 5/12

Schalttafel-einbaumeßgeräte mit Netzteil

Alle Geräte aus eigener Produktion.

Peter Knechtges
Dipl.-Ing. Pf. 1204
5222 Morsbach
Tel. 0 22 94/87 88

Ausbildung + Weiterbildung

durch staatl. geprüfte Fernlehrgänge:

- **Elektronik-Labor**
Laborlehrgang mit über 400 Versuchen und Aufbau eines kompletten Meßplatzes.
- **Computertechnik**
Praxisnahe Fachausbildung. Computer-Lernsystem wird mitgeliefert.
- **Fernsehtechnik**
als Haupt- oder Nebenberuf mit Service- und Reparaturpraxis. Service-Geräte werden mitgeliefert.

Information kostenlos.

Fernschule Bremen — Abt. 12
2800 Bremen 34 · Postfach 70 26
☎ 04 21/49 00 19



Dieter Nührmann **Mathe für den Elektroniker**

München 1987
Franzis-Verlag
150 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-7723-2111-9

Der Untertitel dieses Taschenbuchs lautet „Vom Ohmschen Gesetz bis zum Wechselstrom — für Hobby, Ausbildung

und Beruf“. Anhand von Formeln und Begriffen aus dem Bereich der Elektronik wird die Mathematik von Grund auf erklärt. Wer also seit seiner Schulzeit nicht mehr intensiv rechnen mußte, jetzt aber beispielsweise eine gegebene Gleichung umstellen möchte, ist mit diesem Buch sehr gut bedient.

In zehn Kapiteln behandelt der Autor alles, was man beim Umgang mit praktischer Elektronik an Mathematik benötigt, angefangen von den positiven und negativen Zahlen über Bruchrechnung und Wurzelziehen bis hin zur Berechnung des Scheinwiderstands einer RC-Schaltung. Et was mathematisches Vorwissen ist zwar vorteilhaft, aber nicht zwingend notwendig, da hier Schritt für Schritt vorgegangen und erklärt wird.

Fazit: Dieses gut lesbare, leicht verständliche Buch ist eine wertvolle Einstiegshilfe, ebenso aber auch ein nützliches Nachschlagewerk für alle, die vielleicht doch das eine oder andere aus dem Mathe-Bereich noch einmal auffrischen wollen.

ds

Dieter Nührmann **Operationsverstärker-Praxis**

München 1988
Franzis-Verlag
320 Seiten
DM 68,—
ISBN 3-7723-6343-1

Operationsverstärker sind aus der heutigen Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik nicht mehr wegzudenken — um nur einige Bereiche zu nennen, in denen sie

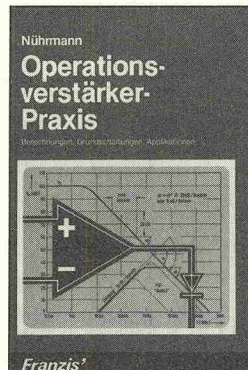
eingesetzt werden. Das vorliegende Buch beschäftigt sich sehr ausführlich mit diesen Bausteinen, wobei der Autor zunächst in den Aufbau und die Wirkungsweise

befassen sich mit den Betriebs- und Versorgungsdaten der Operationsverstärker; typische Kenndaten einer Auswahl gebräuchlicher OpAmps sind tabellarisch aufgelistet und teilweise auch grafisch dargestellt.

Mit knapp 100 Seiten ist das Kapitel mit Applikationsschaltungen für Operationsverstärker das umfangreichste. Vorgestellt werden Gleichrichterschaltungen, Generatoren, Hoch-, Tief- und Bandpässe sowie diverse Meß- und NF-Schaltungen.

Das Buch wendet sich zwar in erster Linie an in der Berufspraxis stehende Entwicklungstechniker, kann aber auch Amateur-Elektronikern und Studenten empfohlen werden.

jkb



IC-Express

IC	Funktion	Besondere Eigenschaften	Stromversorgung	Gehäuse
OP-471	Op.-Amp.	Vierfach-Operationsverstärker Leerlaufverstärkung: 500.000 Gleichtaktunterdrückung: 105 dB Eingangsoffsetspannung: 250 µV typ. Temperaturdrift: 4 µV/°C Rauschen bei 1 kHz: 11 nV/√Hz Transitfrequenz: 6,5 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: 8 V/µs	± 18 V	14pol. Cerdip 14pol. Plastik-DIL LCC MIL-STD-883C
OP-42	Op.-Amp.	Leerlaufverstärkung: 500.000 Gleichtaktunterdrückung: 88 dB Eingangsoffsetspannung: 750 µV Temperaturdrift: 10 µV/°C Eingangsstrom: 200 pA Transitfrequenz: min. 10 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: min. 50 V/µs	± 15 V	TO-99 Keramik-Mini-DIP LCC MIL-STD-883C
TDC1012	12Bit-D/A-Wandler	Auflösung: 12 Bit Nichtlinearität: ± 1/2 LSB Umsetzrate: 20 MHz Einschwingzeit: 30 ns typ.	+ 5 V, —5,2 V	24 pin Plastik-DIP
AMP-05	JFET-Instrumentationsverstärker	Verstärkung: max. 2000 Gleichtaktunterdrückung: 105 dB Temperaturdrift: max. 20 ppm/°C Eingangsstrom: max. 20 nA Anstiegsgeschwindigkeit: 5 V/µs Eingebaute 100 µA-Präzisionsstromquelle	± 18 V	18pol. Cerdip
1468	Leistungs-Op.-Amp.	Leerlaufverstärkung: 108 dB typ. Gleichtaktunterdrückung: 100 dB Eingangsoffsetspannung: ± 6 mV max. Temperaturdrift: ± 65 µV/°C max. Eingangsstrom: ± 30 nA max. Transitfrequenz: 4 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: 4 V/µs	± 10... ± 50 V	8pol. TO-3



Wolfgang Schüler Metallortung mit Detektoren

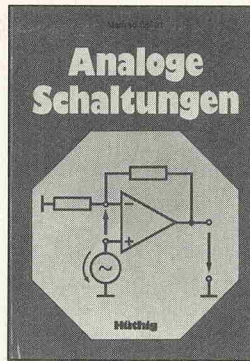
Kostenloses Info
vom Autor erhältlich:
Ministerstr. 3A
4630 Bochum
Tel. (02 34) 79 78 78

Das vorliegende Buch beschäftigt sich mit den Funktionen und Anwendungen von Metalldetek-

toren. Ortungsverfahren werden ausführlich dargestellt, ebenso die Arbeitsweisen von Schatzsuchgeräten, Minendetektoren und Magnetometern. Auch das Impuls-Induktionsverfahren wird einer näheren, aber unkomplizierten Betrachtung unterzogen. Die rechtlichen Aspekte beim Einsatz von Metalldetektoren werden ebenfalls erläutert. Obwohl keine Schaltbilder abgedruckt wurden, wird dem Leser das technische und juristische Know-how als Basiswissen zur Durchführung eigener Versuche vermittelt.

Gesamturteil: ein lesenswertes Buch für denjenigen, der schon immer einmal hinter die Kulissen der Metalldetektoren schauen wollte.

cb



Manfred Seifart Analoge Schaltungen

Heidelberg 1987
Dr. Hüthig Verlag
597 Seiten
DM 74,—
ISBN 3-7785-1456-3

Mit dem vorliegenden Buch werden dem Leser Kenntnisse über Wirkungsweise, Eigenschaften, Dimensionierungsrichtlinien und Einsatz-

möglichkeiten analoger Schaltungen vermittelt. Der Autor beschäftigt sich zunächst mit Grundkenntnissen der wichtigsten analogen Schaltungen und Schaltkreise sowie ihrer Zusammenschaltung zu komplexen Funktionseinheiten. Arbeitspunktprobleme einfacher Transistorstufen werden behandelt, ebenso Transistor-Grundsaltungen und diskrete Differenzverstärker. Nachdem die verschiedenen Stufenkopplungsarten besprochen wurden, widmet sich der Autor den Dioden und Transistoren in integrierten Analogschaltungen.

Es folgen Kapitel über Operationsverstärker, Verstärkerschaltungen, lineare Rechen- und Regelschaltungen und Filter. Auch nichtlineare Schaltungen werden

gründlich untersucht, Analogmultiplexer, Signalgeneratoren und Frequenzumsetzer, Schaltungen mit Optokopplern sowie A/D- und D/A-Umsetzer. Den Abschluß bilden Stromversorgungs-Schaltungen, wobei lineare und geschaltete Netzteile berücksichtigt wurden.

Bei der Schaltungsanalyse wurde versucht, langwierige und umfangreiche Rechnungen zu vermeiden. Stattdessen legt der Autor Wert auf ingenieurmäßiges Herangehen an Elektronik-Probleme, unter Anwendung rationaler Berechnungs- und Analysemethoden.

Das Buch wendet sich sowohl an Studenten als auch an Ingenieure und Entwickler, die in der Praxis tätig sind.

cb

Bemerkungen	Hersteller/Distributor
Temp.-Ber.: -55... +125°C Temp.-Ber...: -25... +85°C	PMI Distributor: Bourns GmbH Breite Str. 2, PF 1155 7000 Stuttgart 1 Tel. (07 11) 2 29 30
	PMI Distributor: Bourns GmbH Breite Str. 2, PF 1155 7000 Stuttgart 1 Tel. (07 11) 2 29 30
-55... +125°C -25... +85°C	TRW Elektronische Bauelemente Vertriebs-GmbH Konrad-Celtis-Str. 81 8000 München 70 Tel. (0 89) 71 03-0
-55... +125°C -25... +85°C	PMI Distributor: Bourns GmbH Breite Str. 2, PF 1155 7000 Stuttgart 1 Tel. (07 11) 2 29 30
-55... +125°C -55... +85°C	TELEDYNE PHILBRICK Abraham-Lincoln-Str. 38 6200 Wiesbaden Tel. (0 61 21) 76 80

SMD- TELEGRAMM

+++Die SMD-Quarze von KOYO sind Grundwellenquarze für den Frequenzbereich 4...30 MHz. Toleranz und Stabilität sind mit 100 ppm angegeben. Brenner Elektronik, 8200 Rosenheim. Tel. (08031) 85518 * MAXIM hat neue CMOS-A/D-Wandler vorgestellt. Es sind die Typen MAX133 und MAX134 (3 3/4 Stellen - ±4000, interne Auflösung ±40000), lieferbar im 44poligen PLCC-Gehäuse. Spezial-Elektronik KG, 3062 Bückeburg 1. Tel. (05722) 2030 * Einen Zweifach-MOSFET-Treiber für 3 A Spitzenstrom in High-Voltage-Schottky-Logik hat SILICON GENERAL im SO-Gehäuse herausgebracht. Typenbezeichnung: SG1626. KONTRON, 8057 Eching. Tel. (08165) 77540. Telex: 526719 * Ein neuer Katalog über SOT-23-Bauelemente ist von FERRANTI erhältlich. Ferranti GmbH, 8000 München. Tel. (089) 360906-0. * Widerstandsnetzwerke aus Nickel-Chrom-Dünnschichtwiderständen (1kΩ...200 kΩ) der Serie RMKM weisen Temperaturkoeffizienten von ±15 ppm auf (-55...+125°C). Verlustleistung: 250 mW. Die MELF-Serien MSA (1Ω...332 kΩ) und MSE (100Ω...100 kΩ) haben Toleranzen von ±0,1...±1 % und Temperaturkoeffizienten von 10ppm. Verlustleistung: 100mW. SFERNICE, 06021 Nice, Frankreich. Tel. 9344 6262, Telex: 470261. * Multilayer-Chip-Kondensatoren im LCC-Gehäuse für allgemeine, HF- und Mikrowellen-Anwendungen sowie für mittlere und hohe Spannungen und Trimmer bis 100 pF liefert THOMSON LCC, 92403 Courbevoie, Frankreich. Tel. (1) 4768 5300, Telex: 204780. * Annäherungsschalter für Oberflächenmontage mit Schaltgeschwindigkeiten bis 5000 Zyklen/s (Schaltspannungen: 30...250 V, Temperaturbereich: -30...+100°C) und kompatibel mit allen gängigen PLCs gibt es mit M12-, M18- und M30-Gewinde. HUNTLEIGH TECHNOLOGY PLC, Cardiff, UK. Tel. (0222) 485885, Telex: 497986. * Die CMOS-PALs PALC16, PALC20 und PALC22 von MONOLITHIC MEMORIES sind kompatibel zu CMOS- und TTL-Systemen. Ruhestromaufnahme: 100 μA, Verzögerungszeit: 25 ns. ELEC-TRONIC 2000, 7016 Geringen. Tel. (07156) 356-107. +++

Squeezing light to its limits

Electronics
Review

squeezing Zusammendrücken, Pressen
limit Grenze

Modern physics tells us that subatomic particles, the building blocks of matter, are blurry. This view of the universe arises from a theory, called Heisenberg's uncertainty principle, which states that you can never tell precisely where a particle is going to be at any given time.

physics ['fiziks] Physik (**physicist** Physiker, **physician** [fi'ziʃən] Arzt)

particle ['partɪkl] Teilchen, Partikel

building blocks of matter Bausteine der Materie

blurry verschwommen, undeutlich (**blur** Verschwommenheit, verwischter Fleck, Makel)

to arise from ... zurückgehen auf ... (sonst auch: entstehen durch ...)

uncertainty principle Unschärferelation (**uncertainty** sonst: Unbestimmtheit, Unsicherheit)

which states die besagt (**to state** auch: aussagen, feststellen)

precisely [pri'saisli] genau

is going to be at any given time zu irgendeiner bestimmten Zeit sein wird

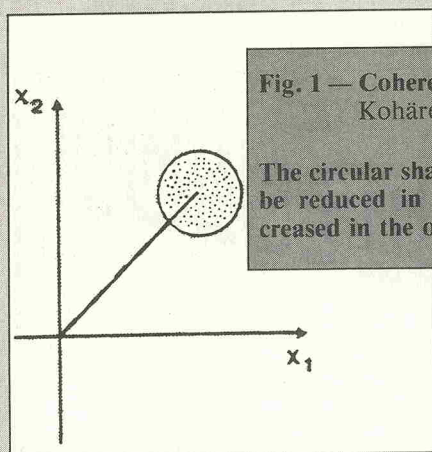


Fig. 1 — Coherent unsqueezed light
Kohärentes ungepreßtes Licht

The circular shape of light (Fig. 1) can be reduced in one direction and increased in the other.

Die runde Form des Lichts (Bild 1) kann in einer Richtung reduziert und in der anderen vergrößert werden.

This blurry matter creates a sort of background hiss throughout the universe. This hiss is called quantum noise, and Heisenberg's uncertainty principle tells us that we will never be able to get rid of it. Physicists have therefore believed there to be a limit, called the standard quantum limit, beyond which it will be impossible to reduce the noise in any signal carrier, such as a telephone line.

However, scientists have found a way around Heisenberg's principle and developed a process which cleans up the hiss up to and beyond the standard quantum limit. The process involves 'squeezing light' and acts rather like a sub-atomic Dolby system.

to create a sort of background hiss eine Art von Hintergrundpfeifen hervorrufen (**hiss** auch: Zischen)

throughout the universe durch das ganze Universum

quantum noise Quantenrauschen (**noise** sonst: Ton, Lärm)

never to be able to get rid of it niemals in der Lage sein, es los zu werden

beyond which über das hinaus

to reduce reduzieren

signal carrier Signalträger

scientist ['saɪəntɪst] Wissenschaftler (**science** Wissenschaft)

to develop a process ein Verfahren entwickeln

to clean up ausmerzen, beseitigen (sonst auch: säubern, aufräumen)

to involve sich handeln um ..., einschließen

to act rather like ... ziemlich wie ... funktionieren (**to act** sonst: wirken)

Squeezed light can be used to transmit information faster than possible now, since there is virtually no noise or interference in the light carrying the information. The light can also be used to amplify optical signals without necessarily increasing the signal-to-noise ratio.

to transmit übertragen
 virtually praktisch (auch: eigentlich)
 interference [intə'fiərəns] Störung (sonst auch: Einmischung)
 to amplify optical signals optische Signale verstärken
 without necessarily increasing the signal-to-noise ratio ['reɪʃiəʊ]
 ohne unbedingt den Rauschabstand zu erhöhen (ratio sonst: Verhältnis)

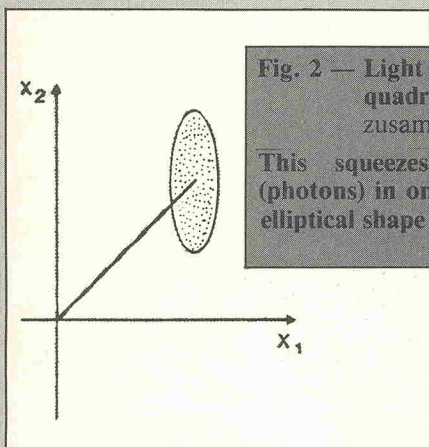


Fig. 2 — Light squeezed in the x_1 quadrature
 Im x_1 -Quadrat
 zusammengepreßtes Licht

This squeezes the light particles (photons) in one direction to form an elliptical shape (Fig. 2).

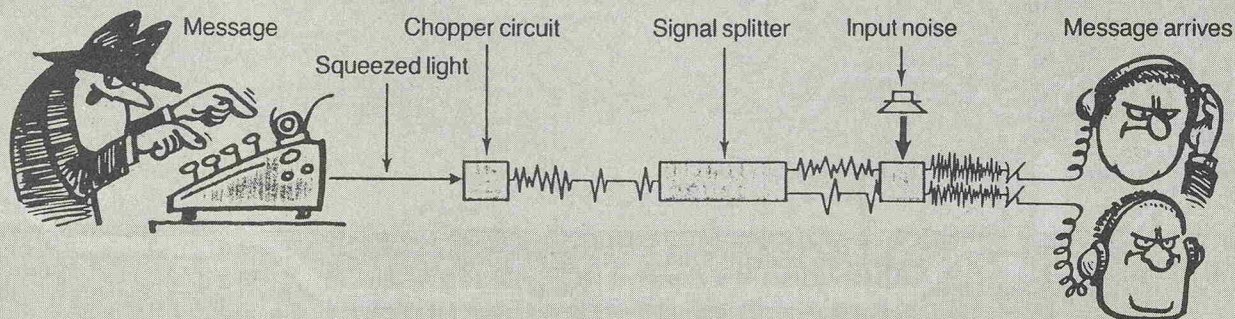
Dies drückt die Lichtpartikel (Photonen) in einer Ausdehnung zusammen, so daß eine elliptische Form entsteht (Bild 2).

The use of squeezed light in telecommunications is some way off, but the breakthroughs happening now are overcoming the bottlenecks of tomorrow's systems.

to be some way off noch nicht ganz so weit sein
 breakthrough happening now jetzt stattfindender Durchbruch
 to overcome the bottlenecks die Engpässe überwinden (bottleneck sonst: Flaschenhals)

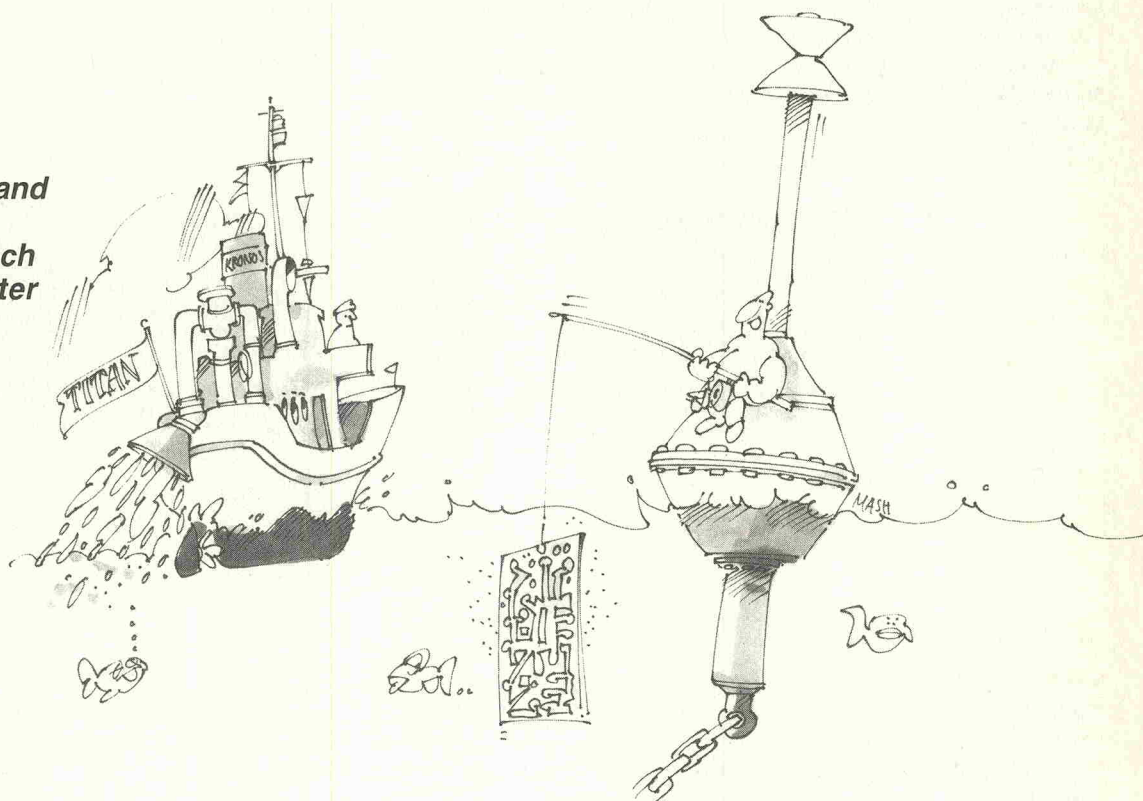
A new type of light has been created by US scientists which could pave the way for a new generation of telecommunications systems.

Eine neue Art von Licht wurde von amerikanischen Wissenschaftlern geschaffen, das den Grundstein für eine neue Generation von Telekommunikationssystemen legen könnte.

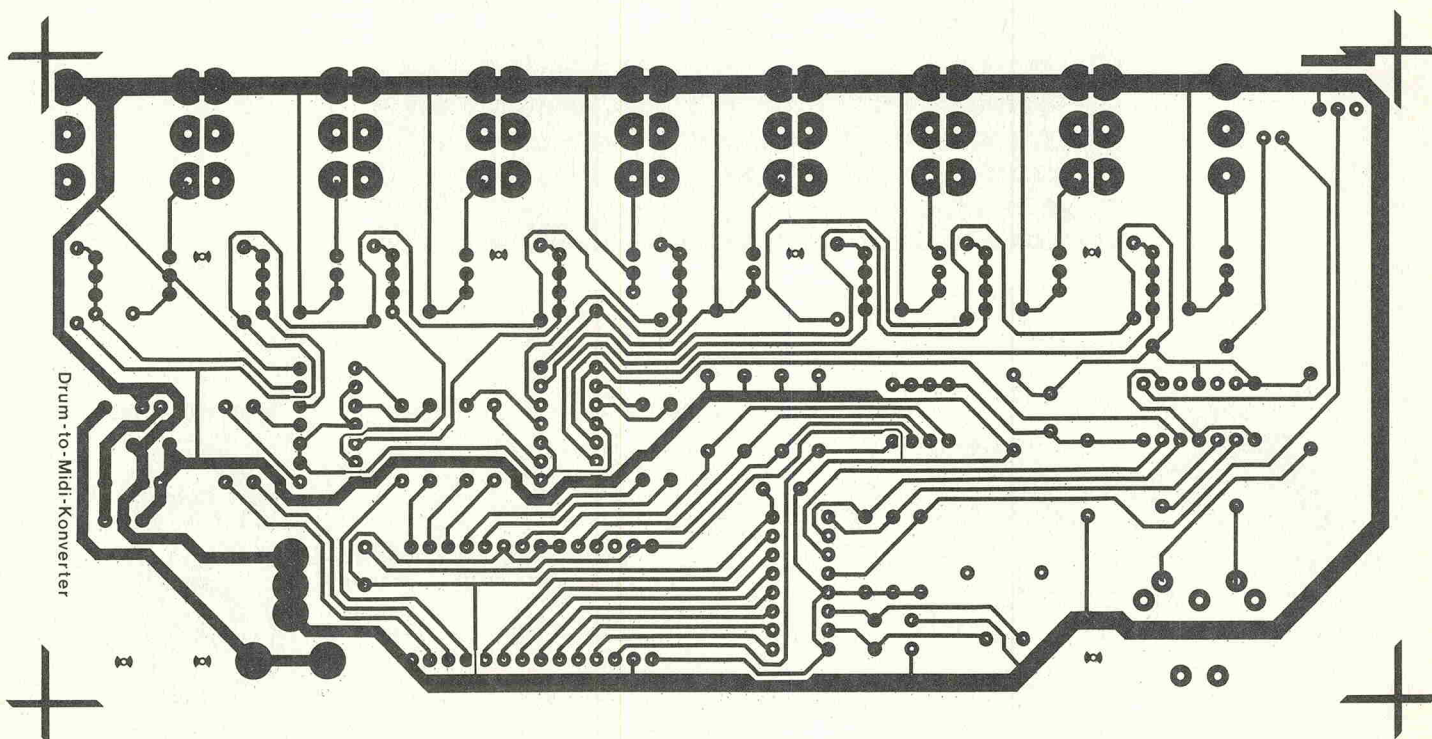


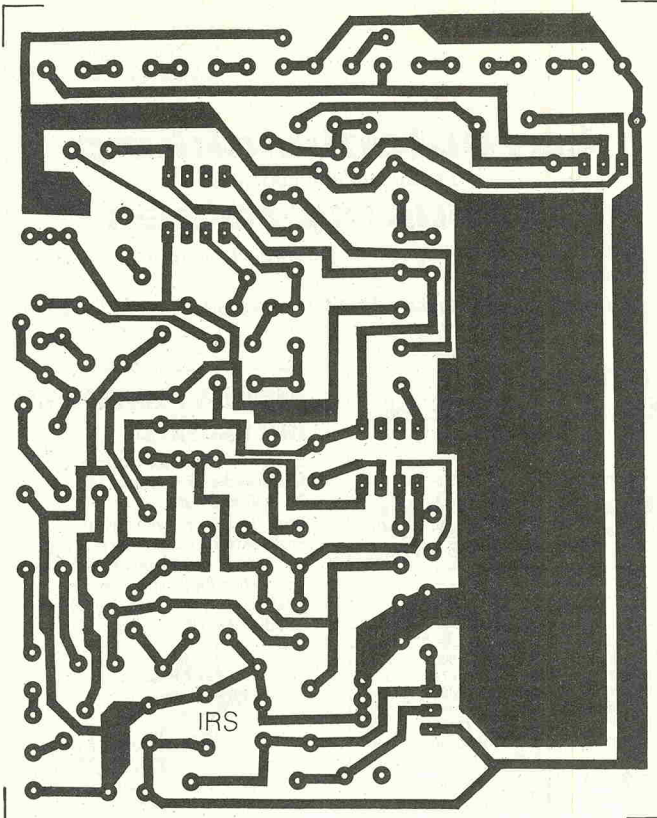
(SOURCE: "ELECTRONICS WEEKLY", LONDON)

Ächt ätzend ...
Rund um Helgoland
klappt das
Platinenätzen auch
gut mit verklappter
Dünnsäure.

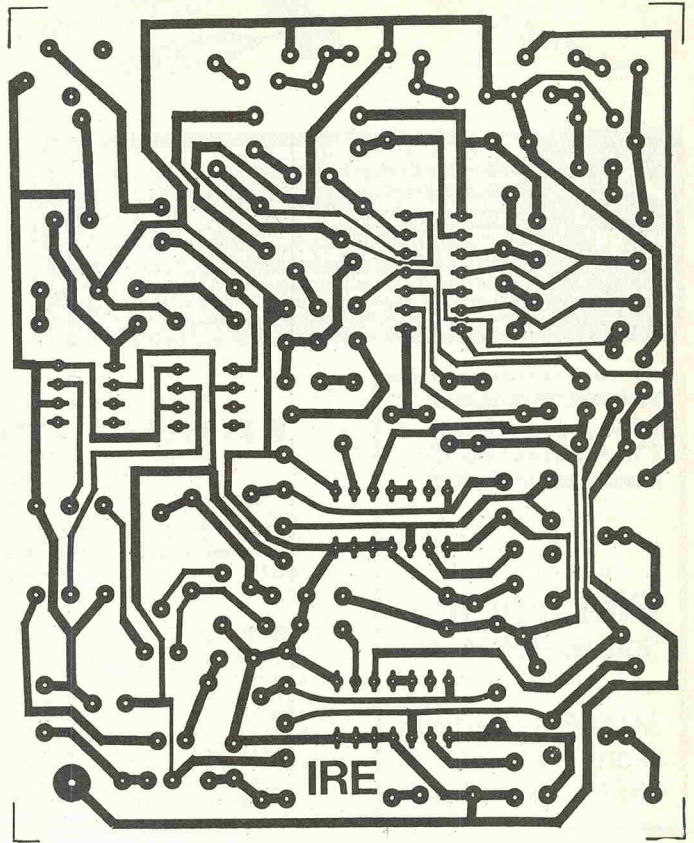


▼ DRUM-TO-MIDI



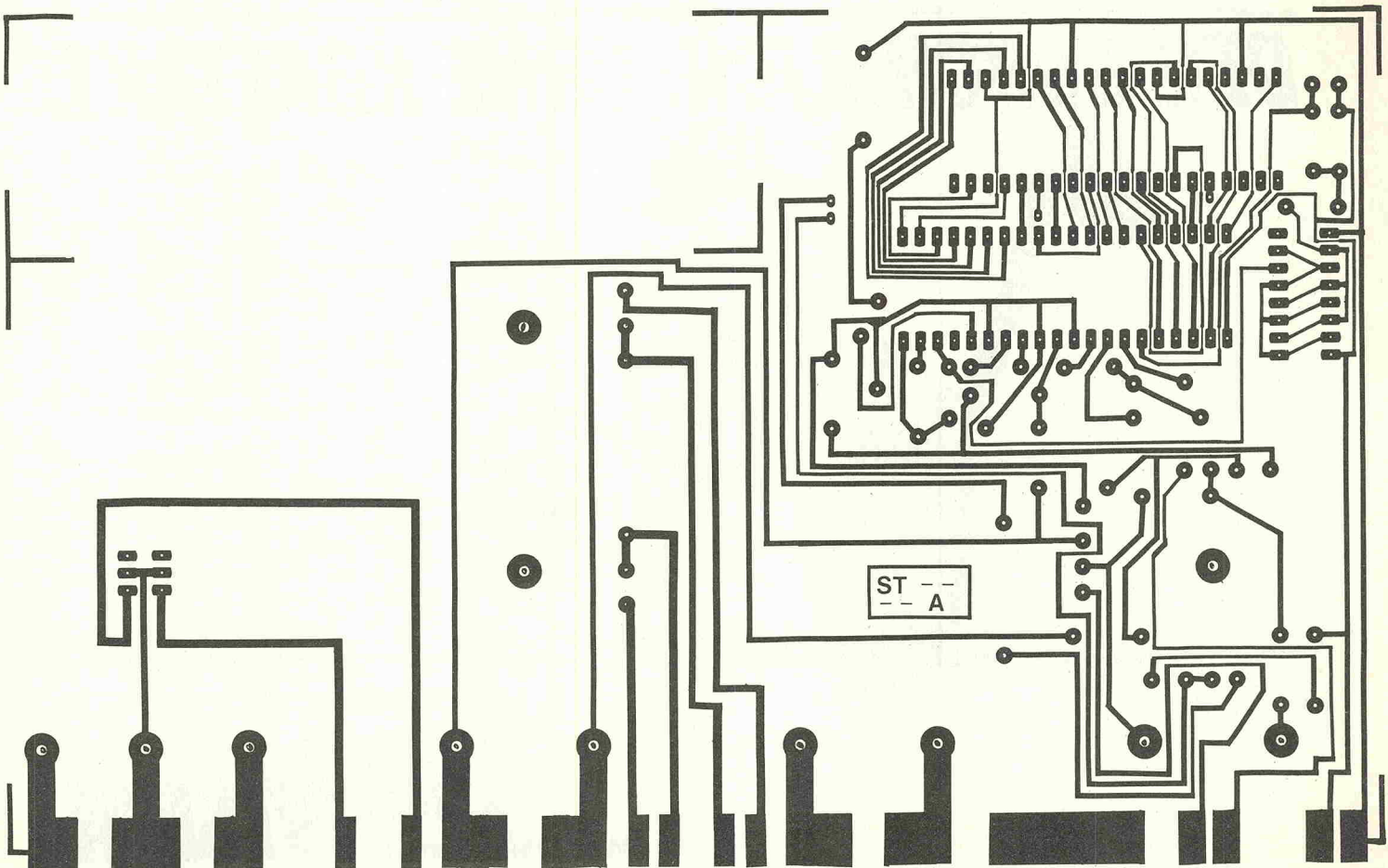


Stereo-IR-Kopfhörer



Universal-Netzgerät

— Sender ▲ — Empfänger ▲



Software

elrad-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf 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.	Programm	Datenträger	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88 Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616C	EPROMmer	1/88 Diskette/C 64 (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Dateil])	29,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88 Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Dateil])	29,— DM
S097-586S	µPegelschreiber	9/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM

elrad-Eproms

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitaler Schlagzeug	25,— DM
-TOM1	25,— DM
-TOM2	25,— DM
-TOM3	25,— DM
-TOM4	25,— DM
-SIMMONS HITOM	25,— DM
-SIMMONS MIDTOM	25,— DM
-SIMMONS LOTOM	25,— DM
-BASSDRUM	25,— DM
-BASSDRUM MID	25,— DM
-BASSDRUM HIGH	25,— DM
-BASSDRUM HEAVY	25,— DM
-BASSDRUM GATED	25,— DM
-CONGA	25,— DM
-TIMBALE	25,— DM
-SNARE HIGH1	25,— DM
-SNARE HIGH2	25,— DM
-SNARE HIGH3	25,— DM
-SNARE HIGH4	25,— DM
-SNARE HIGH5	25,— DM
-RIMSHOT	25,— DM
-RIMSHOT VOL2	25,— DM
-SNARE REGGAE	25,— DM
-SNARE GATED	25,— DM
-SNARE HEAVY	25,— DM
-SNARE LUTZ M.	25,— DM
-SNARE MEDIUM	25,— DM
-CLAP RX	25,— DM
-CLAP	25,— DM
-HIHAT OPEN VOL1	25,— DM
-HIHAT OPEN	25,— DM
-HIHAT CLOSED	25,— DM
-GLAS	25,— DM
-COWBELL	25,— DM
-CRASH	25,— DM
-PAUKE	25,— DM
-RIDE	25,— DM
Hygrometer	25,— DM
MIDI-TO-DRUM	25,— DM
D.A.M.E.	25,— DM
µPegelschreiber	9/87 25,— DM
E.M.M.A.	3/88 25,— DM
E.M.M.A.	4/88 25,— DM
MIDI-Monitor	5/88 25,— DM
Frequenz-Shifter	5/88 25,— DM
-Betriebssystem, Mini-Editor,	25,— DM
Bedienungsanleitung	25,— DM
-DCF-Uhr	25,— DM
-Sin/Cos-Generator	25,— DM

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindungen:

Postgiroamt Hannover, Kt.-Nr. 93 05-308

Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 000-019968 (BLZ 250 50299)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

HEISE PLATINEN- & SOFTWARESERVICE
Postfach 610407 · 3000 Hannover 61

E.M.M.A.
Einplatinen-Mikrocomputer

SOUNDLIGHT Ing.-Büro Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Am Lindenhof 37 b · D-3000 Hannover 81
Tel.: 05 11/83 24 21

Anzeigenschluß für

elrad
10/88

ist am
22. August 1988

RESTPOSTEN

Sub-D-Steckverbinder, 1a deutsche Markenqualität mit sehr stark vergoldetem Kontaktbereich für häufige Steckungen geeignet

15 pol. Stecker mit Lötkehl je Stück DM 1,70
25 pol. Stecker mit Lötkehl je Stück DM 2,00
25 pol. Buchse mit Lötkehl je Stück DM 2,30

COMPUTERKABEL, mit Gesamtabschirmung

4 x 0,25 qmm DM 1,80/m ab 10 m DM 1,60/m
6 x 0,08 qmm DM 2,00/m ab 10 m DM 1,80/m
14 x 0,08 qmm DM 3,60/m ab 10 m DM 3,20/m

höchstflexible MESSLEITUNG, 0,5 mm, Prüfspannung 3 kV, Betriebsspannung 1 kV, Farben: rot, blau, schwarz, grün, violett, gelb DM 0,40/m ab 10 m DM 0,35/m ab 100 m DM 0,32/m

Versand ab DM 35,— Warenwert zzgl. 7,— Versandkostenanteil, ab DM 200,— Warenwert frei per NN

TECHNIK-VERSAND

Armin Zimmermann
Heinrichstraße 68, 6100 Darmstadt
Tel. 06151/43782 (autom. Anrufbeantworter)
!!! Ab 1. 8. 88 sind ELRAD-Bausätze auch bei uns lieferbar.
Liste kostenlos auf Anforderung!!!

Preiswert — Zuverlässig — Schnell Elektronische Bauelemente von Ad/Da-Wandler bis Zener-Dioden.

Kostenlose Liste mit Staffelpreisen von:

S.-E.-V. Horst Brendt
Sebastianusstraße 63, 5190 Stolberg-Atsch
Elrad-Platinen/Bausätze lieferbar!

TENROC
PRÄZISIONS VOLL —
HARTMETALLBOHRER

1/8" SCHAFT
= 3,175 mm
1 1/2" LÄNGE
= 38 mm

DURCHMESSER:
0,6 bis 2 mm 1/10 mm Abstufung
2,2 bis 2,6 mm, 3,175 mm
PREIS: 4,40/St., ab 10 St. 3,80/St.

ELEKTRONIK vom BAUERNHOF
Eva Späth
Ostertalstr. 15, 8851 Holzheim
Telefon: 08276/1818, Telex: 53865
BLITZVERSAND: ab Scheune und per Nachnahme zzgl. DM 5,— f. Spez. Verp. + Porto

★ ★ Low-cost Laser ★ ★ Low-cost Laser ★ ★

GTU-Disco-Show-Laser in Modulteknik. Grundausrüstung mit 5 mW HeNe Laser, 2 Motoren, 1 Chopper, Computer programmierbar. Optionen für grün und gelb. Module für epizyklische und lissajoussche Figuren, sowie Galvanometerscanner.
Neu! Laserleistungsmeßgerät in 4 Bereichen bis 100 mW.

HeNe Laser
0,5 mW 12 VDC DM 454,—
2,0 mW 12 VDC DM 557,—
5,0 mW 12 VDC DM 1024,—
Kompaktlaser DM 495,—
Laserzeiger DM 598,—
batteriebetrieben DM 3498,—

Mini-HeNe-Laser
Durchm. 28 mm x Lg. 220 mm
12 V/0,5 mW DM 580,—

Disco-Laser komplett 5 mW,
Computersteuerung für epizyklische
Figuren mit integriertem Chopper und
2 Motoren DM 3498,—

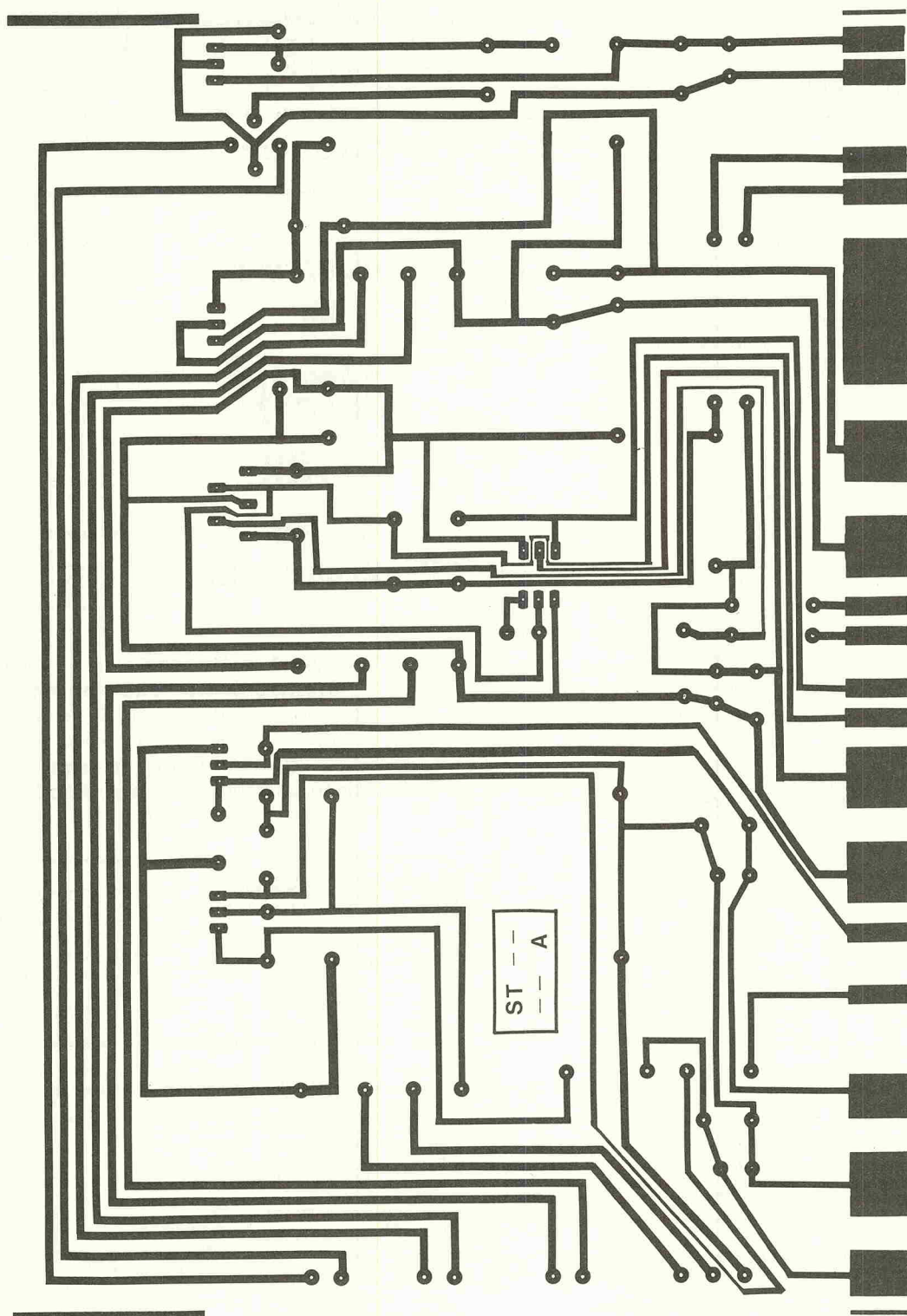
Laserdiode 15 mW 780 nm DM 296,50
Laserdiode 40 mW 830 nm DM 640,—
10 x Strahlauflöser DM 512,—
Laser- 12x12/15x15 mm DM 9,50
Spiegel 75x75 mm DM 19,50

Lasermeßgerät mit separatem Sensor
0—100 mW in 4 Bereichen DM 545,—
Foreign Reps. wanted



Ulf Silzner Int. Electronics
Kaiser-Wilhelm-Straße 9
7590 Achern
Tel. 0 78 41/2 76 37





Universal-Netzgerät — Netzteilplatine ▲

HiFi Speaker JOKER

SPEAKER TEST LIVE

NEW KITS IN TOWN

13. 9. 88 bis 17. 9. 88 VISATON
20. 9. 88 bis 24. 9. 88 TDL
27. 9. 88 bis 1. 10. 88 FOCAL
4. 10. 88 bis 8. 10. 88 VIFA
11. 10. 88 bis 15. 10. 88 DYNAUDIO

NF-Laden

Elektro Vertriebs GmbH

8 München 2 Bergmannstr. 3

☎ 089/5 02 40 91

Ehrensache, . . .

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

Wir müssen jedoch eine Gebühr von DM 5,— je abgelichteten Beitrag erheben — ganz gleich wie lang der Artikel ist. Legen Sie der Bestellung den Betrag bitte nur in Briefmarken bei — das spart die Kosten für Zahlungschein oder Nachnahme. Und: bitte, Ihren Absender nicht vergessen.

Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen:
11/77 bis 6/87. elrad-Special 1, 2, 3, 4, 5 und 6. elrad-Extra 1, 2 und 4 und Remix I.

elrad - Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 610407
3000 Hannover 61

HEISE

BÜHLER

HiFi für Heim u. Auto/Büro u. Heimcomputer/Telefone u. Anrufbeantworter Alarmanlagen für Heim, Auto u. Boot Disco-, Studio- und Musiker-Anlagen Beleuchtungseffekte / Laser / Werkzeuge Meßgeräte und vieles mehr.

DER ELEKTRONIKSPEZIALIST MIT DEN 5 AKTUELLEN UND KOSTENLOSEN KATALOGEN!

ANFORDERN UNTER
BÜHLER-ELEKTRONIK · POSTFACH 32/A3
7570 BADEN-BADEN · Tel. (07221) 7004

midi-bauätze

zu elrad-bauanleitungen

elrad 7+8/88:
DRUM-TO-MIDI-Interface, Bausatz mit 8 Piezos 140,-
DRUM-TO-MIDI-Interface, Platine einzeln 20,-
passendes Gehäuse, unbearbeitet 12,-
Piezo-Sensor 150
elrad 10/87:
MIDI-Keybaord, Bausatz ohne Tastatur 170,-
desgl. mit Tastatur 5 Okt., ohne Gehäuse 360,-
desgl. mit Tastatur 5 Okt., mit Gehäuse 498,-
desgl. mit Piano-Feeling-Tast. 88 T., o. Geh. 658,-
MIDI-Keybaord, Platine (durchkontaktiert) 25,-
MIDI-Spezial-IC E510 einzeln 70,-
EPROM 2764 programmiert 20,-
Steckernetzteil, einzeln 10,-
Bausätze sind incl. Platine, Netzteil, EPROM (gebrannt), aber ohne Gehäuse, sofern nicht anders angegeben. Preise incl. MWST., zuzüglich Versandkosten. Versand per Nachnahme, Ausland nur Vorkasse (bitte Vorausrechnung anfordern)

DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK
Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing
Tel. (089) 85 55 78

AUDIOPLAY

SYNTAX Zwei aktive
30 cm Tief-
töner im PUSH-PULL-Betrieb, im-
pedanzentzerrte 6 dB-Weiche, extrem
großes Volumen für Baß & Mittel-
töner, freier und luftiger Klang,
130/190 Watt belastbar, solide
Schraubanschlüsse, 33,5 cm x
111 cm, 18 kg



TESTSIEGER
im Lautsprechertest 10/87 der VHS
Schwarte!

3 Wochen unverbindlich zuhause
testen! Info kommt sofort: Telefon

06302-4258

Audioplay GmbH · Schloßstr. 47
6752 Winnweiler

Charly-Lautsprecher schon ab
DM 245,- / auch als Bausatz!

ERFTKREIS ELECTRONIC

Inh. Ingeborg Tiede

Postfach 3106 · 5024 Pulheim

Tel. 0 22 38/142 29

TEAC LAUFWERKE		Q 6.400MHz	1,20	1,15	3M-Testool		1-4	ab 5
FD 55 BR	224,00	Q 8.000MHz	1,20	1,15	TEXT 16	1,4	10,50	12,00
FD 55 GFR	273,00	Q 8.837MHz	1,20	1,15	TEXT 18	1,4	12,00	12,50
FD 55 FR	224,00	Q 9.877MHz	1,20	1,15	TEXT 20	1,4	13,50	13,20
FD 55 GFN	295,00	Q 10.000MHz	1,20	1,15	TEXT 22	1,4	14,50	14,50
FD 55 FN	222,00	Q 10.245MHz	1,20	1,15	TEXT 24	1,4	15,50	15,40
FD 135 FN	218,00	Q 12.000MHz	1,20	1,15	TEXT 28	1,4	18,50	13,60
MOUSE GM 6 PC		Q 14.000MHz	1,20	1,15	TEXT 40	1,4	23,50	23,00
IBM DRUCKER 2 m		Q 14.318MHz	1,20	1,15	Potentiometer 5mm Achse			
		Q 15.000MHz	1,20	1,15	Printausführung lin. log			
BITTE ERFRAGEN SIE DIE		Q 17.430MHz	1,20	1,15	1-9			
AKTUELLEN TAGESPREISE		Q 18.430MHz	1,20	1,15	Mono			
		Q 20.000MHz	2,00	1,75	Stereo			
Mikroprozessoren		Q 22.000MHz	2,00	1,75	Mono mit Schalter 3,15			
Z 80 A CPU	190 1,85	Q 24.000MHz	2,00	1,75	1K, 5K, 10K,			
Z 80 B CPU	325 3,15	Q 32.000MHz	2,00	1,75	20K, 50K, 100K			
Z 80 H CPU	910 9,00			je 5,80	10 Gang			
Z 80 A PIO	195 1,90				20 Gang			
Z 80 B PIO	325 3,15				PT10 st., lg.			
Z 80 A CTC	190 1,85				PT15 st., lg.			
Z 80 B CTC	325 3,15							
Z 80 A DMA	640 6,20							
Z 80 B DMA	640 6,20							
Z 80 B DART	770 7,50							
Z 80 ASIO-0	640 6,20							
Z 80 ASIO-1	770 7,50							
Z 80 ASIO-2	1190 11,80							
Z 80 ASIO-3	1190 11,80							
Z 80 A STI	2425 23,95							
Z 80 B STI	2660 26,30							

elrad 1988, Heft 7/8

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger
Schertlinstr. 12a, 8900 Augsburg
Tel. (08 21) 51 83 47
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerartikeln.

Berlin

Art RADIO ELEKTRONIK

1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a
Telefon 3 41 66 04

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 030/261 7059
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

WAB OTTO-SUHR-ALLEE 106 C
1000 BERLIN 10
(030) 341 55 85
..IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE

alpha electronic A. Berger GmbH & Co. KG
Heeper Str. 184
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 43 33
Telex: 9 38 056 alpha d

Völkner electronic
4800 Bielefeld

Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

Braunschweig

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
Dipl.-Ing. Jörg Bassenberg
Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

Völkner electronic
3300 Braunschweig

Zentrale und Versand:
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0
Telex: 9 52 547

Ladengeschäft:
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

Bremen

Völkner electronic
2800 Bremen

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Dietzenbach

FW Electronic

- Japanische IC's
- Japanische Transistoren
- Japanische Quarze
- Quarz-Sonderanfertigungen
- Funkgeräte und Zubehör
- dnt-Satelliten-Systeme

F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher
Groß- und Einzelhandel
Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2
Tel. 060 74/3 27 01

Dortmund

city-elektronik

Elektronik · Computer · Fachliteratur
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1
Telefon 02 31/57 22 84

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

KELM electronic & HOMBERG

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13
Tel. 02 31/52 73 65

Duisburg

FUNK-SHOP I. Kunitzki

Asterlager Str. 98, Telefon 021 35/6 33 33
4100 Duisburg-Rheinhausen
Bauteile, Bausätze, Funkgeräte

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal + Versand * Tel. 02135-22064

Essen

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 0201/23 80 73
Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

KELM electronic & HOMBERG

4300 Essen 1, Vereinstraße 21
Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile
6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6
Telefon 0 69/23 40 91, Telex 414061

Freiburg

Omega electronic

Fa. Algaier + Hauger
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
Platinen und Reparaturservice
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
Tel. 07 61/27 47 77

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze

HEER

Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

Giessen

Armin elektronische Bauteile
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
6300 Giessen

Hagen

KH Electronic Handels GmbH
5800 Hagen 1, Elberfelder Straße 89
Telefon 023 31/2 14 08

Hamburg

balü® electronic
Handelsgesellschaft mbH & Co. KG
2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 · Sprinkenhof ·
Telefon (0 40) 33 03 96
33 09 35
Telefax (0 40) 33 60 70

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 0 40/29 17 21
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

2000 Hamburg

 Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

Hamm

 **electronic**
 4700 Hamm 1, Werler Str. 61
 Telefon 02381/12112

Hannover

RADIO MENZEL
 Elektronik-Bauteile u. Geräte
 3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
 Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

3000 Hannover

 Ihme Fachmarktzentrum 8c · Telefon 05 11/44 95 42

Heilbronn

KRAUSS elektronik
 Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
 7100 Heilbronn

Hirschau

CONRAD ELECTRONIC
 Hauptverwaltung und Versand
 8452 Hirschau · Tel. 09622/30-111
 Telex 63 12 05
 Europas größter
 Elektronik-Spezialversender
 Filialen:
 2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel.: 040/29 17 21
 4300 Essen 1, Viehofer Str. 38-52, Tel.: 0201/23 80 73
 8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/59 21 28
 8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/26 32 80
 Conrad Electronic Center GmbH & Co. Inc.
 1000 Berlin 30, Kurfürstenstr. 145, Tel.: 030/261 70 59

Kaiserslautern

HRK-Elektronik
 Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
 Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
 Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

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

Köln

5000 Köln

 Bonner Straße 180, Telefon 02 21/37 25 95


 5000 Köln, Hohenstaufenring 43—45
 Tel. 02 21/24 95 92


 Auf die richtige
 Version-
 kommt es an!
Pöschmann
 Elektronische Bauelemente
 Freisingerpl. 13 · 5000 Köln 1 · Tel.: (0221) 25 13 43/73

Kusel

ELEKTRONIK SCHNEIDER
 Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
 Antennen · Rundfunk- u. FS-Ersatzteile
 Tuchrahmstr. 2 · Tel. (06 81) 4 01 66

Lebach

 **Elektronik-Shop**
 Trierer Str. 19 — Tel. 06881/2662
 6610 Lebach
 Funkgeräte, Antennen, elektronische Bauteile, Bausätze,
 Meßgeräte, Lichtorgeln, Unterhaltungselektronik

Lippstadt

 **Electronic Handels GmbH**
 4780 Lippstadt, Erwitter Straße 4
 Telefon 029 41/179 40

Lünen


 4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
 Tel. 023 06/6 10 11

Mannheim

 **SCHAPPACH ELECTRONIC**
 S6, 37
 6800 MANNHEIM 1

Mönchengladbach

Brunenberg Elektronik KG
 Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
 Telefon 02161/444 21
 Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
 Telefon 02166/42 04 06

Moers

 **NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB**
 Uerdinger Straße 121
 4130 Moers 1
 Telefon 028 41/3 22 21

München

CONRAD ELECTRONIC
 Telefon: 089/59 21 28
 Schillerstraße 23 a, 8000 München 2
 Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
 elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur



RADIO-RIM GmbH
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529 166 rarim-d
Alles aus einem Haus

Münster

Elektronikladen
Giesler & Danne GmbH
HF-Spezialbauteile
Hammer Str. 157, 4400 Münster
Telefon (02 51) 7 95-125

Neumünster

Visaton, Lowther, Sinus

Frank von Thun

Johannisstr. 7, 2350 Neumünster
Telefon 0 43 21/4 48 27
Neue Straße 8-10, 2390 Flensburg
Telefon 04 61/1 38 91



Nürnberg

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

**CONRAD
ELECTRONIC**

Telefon: 09 11/26 32 80
Leonhardstraße 3, 8500 Nürnberg 70
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

Seit 1928 **Radio-TAUBMANN**
Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh
Elektronik-Fachgeschäft
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
04 41/8 21 14

Elektronik-Fachgeschäft
REICHEL
ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft

REICHEL
ELEKTRONIK

MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Witten



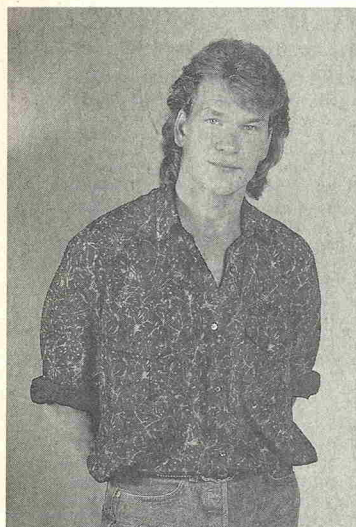
5810 Witten, Steinstraße 17
Tel. 0 23 02/5 53 31

Wuppertal



**Electronic
Handels GmbH**

5600 Wuppertal-Barmen, Höhe 33 — Rolingswerth 11
Telefon 02 02/59 94 29



**Wir wissen nicht,
welche Zeitschrift Ihnen
Patrick Swayze empfehlen würde.
Wir empfehlen Ihnen VIDEO VISION.**

In der Juli - Ausgabe lesen Sie:

Patrick - Swayze - Special
Reise - Tips
Nadine (mit Kim Basinger)
Die Reise ins Ich
und weitere Video - Knüller

Die Technik - Sensation:

Super VHS
Neue Geräte von Blaupunkt,
Seleco und Grundig



Verlag Heinz Heise GmbH
Heisterdorfer Straße 7
3000 Hannover 61
Tel. (05 11) 53 52-0



Jetzt

an Ihrem

Kiosk!

MEHRERE KÜHLKÖRPER SOWIE Meßbrücken und Röhrenprüfgeräte u. Elektronik zu verkaufen. Tel. 0721/81 11 41 Sa ab 9.00 Uhr.

Empfangsprobleme 2. Wir entwickeln und fertigen **HF-Verstärker** für (fast) jeden Zweck bis 1500 MHz. Rufen Sie an. Kurzfino frei, C. Petermann, Kirchdornberger 69, 4800 Bielefeld. 0521/10 06 17. [G]

Sie sollten Ihr Geld nicht verschenken!!!! Lautsprecher u. Zubehör kauft man bei: **FUNDGRUBE**, Hauptstr. 139, 7930 Ehingen. [G]

NETZTEILELKOS SUPERGÜNSTIG! FABRIKNEUE BECHERELKOS VON MEPCO/USA 61000 µF/75/95 V, ABSOLUTE Spitzenqualität, ungebraucht, für Superendstufen, nur 58,—; neu! **HIFI-Vision Testieger BOXENBAUSATZ SEAS MS5** lieferbar! 498,— pro Stück. Div. Vorführboxen sehr günstig! **AKUSTIKLADEN**, 6000 FRANKFURT, Heidestr. 60, 069/44 40 20. [G]

ZWEIK. OSZ. GOULD OS300 für DM 600 und **ZWEI K. OSZ. Hitachi V212/20** für DM 500 alles neuw. wegen Hobbyaufgabe. T. 024 04/6 50 01.

Elektrostaten Jansen u. Röhrenverstärker 600,— 50 Röhren ECC 81 u. Bastelteile 15 kg 200,—, Fotokopier. defekt 250,—, 100 Luftspulen 250,—. T. 060 84/6 99. [G]

FÜR DEN AUFBAU VON FREQUENZZWEICHEN: LUFTSPULEN UND GLOCKENKERNE NACH IHREN ANGABEN, SOWIE MKP- UND MKT-KONDENSATOREN, KERAMIK-WIDERSTÄNDE 5,9/20 WATT, L-REGLER 8 OHM 15 BIS 100 WATT, ANSCHLUSS-TERMINALS, KUPFERLACKDRÄHTE, AUCH SPULENKÖRPER. ICH BAUE AUCH IHRE WEICHE AUF. MICHEL NEUHOLD ELEKTR. BAUTEILE, TEL. 0307/21 50 71, 1000 BERLIN 48, KLAUSENBURGER PFAD 15. [G]

HIFI-MUSIKER-Lautsprecher, Endstufen, Zubehör u. Lichteffekte, Flightcasebauteile, Mixer billig bei Fa. ELKO, BRESLAUERSTR. 19, 8632 NEUSTADT. [G]

Peltier-Elemente ★ Solarzellen. Infos bei: O. Kessler, Im Haldle 42, 7000 Stuttgart 60. [G]

38 cm BASSLAUTSPRECHER MULTICELL MB 38 NEU MIT DATENBLATT. 2 ST. 600 DM VB. 051 82/46 14.

ELEKTRONIK + COMPUTERBÖRSE: 25.+26.6. DÜSSELDORF RHEINTERRASSENZAAL, 2.+3.7. 5170 JÜLICH STADTHALLE, 9.+10.7. 4040 NEUSS NORDSTADTHALLE, 16.+17.7. 4220 DINSLAKEN SAAL AM ALTMARKT, 23.+24.7. 4019 MONHEIM FESTHALLE, 30.+31.7. 4130 MOERS MOTEL MOERS, 6.+7.8. KÖLN HAUS WOLKENBURG. JEDER KANN ALS ANBIETER TEILNEHMEN. INFO: 02845/ 272 60.

HOBBY-ELECTRONIC PARGEN VERSAND/ABHOLSERVICE ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE. LISTE ANFORDERN KOSTENLOS/KATALOG 17 DM. 5 KÖLN 90, TEL. 022 03/3 43 44. [G]

★ ★ ★ ★ ★ LCD-MODULE ★ ★ ★ ★ ★ zahlreiche Typen zu Superpreisen im Versand. **Moll-Elektronikversand**, Blocksquerstr. 1—3, 2400 Lübeck 1, Tel. 0451/7 45 59 ab 14 Uhr. [G]

ELV-Frequenz. FZ7000, 1 GHz, DM 350,—; SingleBoard-Computer BLC-16/316 mit Handbuch, div. Tastaturen, Monitore u. Computernetzteile usw. Telefon 061 98/94 58 (nach 18 Uhr).

Versand von elektronischen Bauteilen kostenl. Katalog anfordern. Elektronikversand Behr, Allenbacher Str. 17, 5226 Reichshof-Allinghausen. [G]

Ständig gebrauchte **generalüberholte Meßgeräte** zu verk. Liste Tel. 095 45/75 23. [G]

Canton Resiver Super Optik Würfelform NP 3000,—, defekt 600,—, Fostex FS 80D Mitteltöner 3 kg, Neu 350,—, FP103 MT Einzelstück. T. 060 84/6 99.

Verkaufe Computer: Sinclair GL (eng. V) + Druckerinterface + Zubehör DM 350 / f. Spectrum: Interface 1 + Microdrive DM 120 / 2x81-16k int. DM 40. G. Pfeifer Tel. 0941/9 52 90.

FLEXIBLE PRODUKTIONSFIRMA HAT NOCH KAPAZITÄTEN FREI. LEITERPLATTENBESTÜCKUNG, PRÜFEN ELEKTRONISCHER BAUGRUPPEN, BAUTEILEBESCHAFFUNG, SOWIE AUFBAU VON MUSTERGERÄTEN UND SERIENFERTIGUNG WERDEN VON UNS SCHNELL UND ZUVERLÄSSIG ERLEDIGT. KOOPERATIONSPARTNER IM GROSSRAUM KARLSRUHE WÜNSCHENSWERT. CHIFFRE-NR. E880701. [G]

elrad-Reparatur-Service! Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? **Wir helfen!** „Die Werkstatt“ für **Modellbau und Elektronik**. Wilhelm-Blum-Str. 39, 3000 Hannover 91, Tel. 0511/210 49 18, Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00. **ACHTUNG: Ab 1. 6. 88 neue Adresse:** Elektronik-Service, J. Eitge, Zeystraße 14a, 2300 Kiel 1. [G]

PLATINEN => Ilko ★ Tel. 4343 ★ ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlenweg 20 ★ 6589 BRÜCKEN. [G]

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Tyristoren/ Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier. Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m., neu, gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRONICS®**, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 0911/42 18 40, Telex 622 173 mic — kein Katalogversand. [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 3702 48, 1000 Berlin 37. [G]

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Vorleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 061 52/3 96 15. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR, GROSS- und EINZELHANDEL. Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 07231/2 46 65. Liste gratis. [G]

Traumhafte Oszi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, T. 0651/4 82 51.

Rundfunksammler Originalnachdrucke historischer Rundfunkliteratur erhalten Sie bei M.M. Freundlieb, Passeier Steig 6, 4352 Herten, Tel. 023 66/5 20 45.

EPROMS ● RAMS ● µPs ● 74HC/HCT ● QUARZE ● IC-SOCKEL ● COMPUTER-KARTEN ● PC-XT/AT ● UNIVERSALPROGRAMMER ● LSI-ELECTRONIC GmbH, St. Rochus-Str. 4, 8044 U'SCHLEISSHEIM/MÜNCHEN. Tel. 089/3 10 10 67 ● Fax 089/3 10 91 91 ● Tex 522 627 lsi d. [G]

++ Restposten + Restposten + Restposten ++ Sämtl. elektron. Bauteile preisgünstig. R. Degen, Bruno-Werntgen-Straße 8 E, 5205 St. Augustin 2, Tel. 022 41/20 42 56. [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. + + 042 98/4980. [G]

SMD-Bauteile, SMD-Lupenbrille, SMD-Werkzeuge, SMD-Magazine + Behälter, Akt. Liste anfordern, LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neuenkirchen 1. [G]

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertighäuser, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei). Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic**, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 07681/33 10. [G]

Reparatur-Service für Drahtlose Telefone. Mattern-Elektronik, Hauptstr. 6, TG 8031 Eichenau, Tel. 081 41/8 07 62. [G]

Programmierbare EPROMs 2716 bis 27011, R. Edelhauser, Dietramszellerstr. 5, 8170 Bad Tölz, T. 080 41/26 09. [G]

Kroha-Verstärker bis 800 Watt, Lautsprecher Dynaudio, Multicel, Trafos, Elkos, Bauteile für Endstufen, Tel. 071 45/72 93 bzw. 071 91/5 35 82.

Platinenherstellung, auf Wunsch mit Bestückungsdruck u. Lötstoplack, R. Edelhauser, 080 41/26 09. [G]

SAT-TV AB 1550,— ULTRA-SAT, BERGKNAP-NESTR. 169, 4350 RECKLINGHAUSEN, TEL.: 023 61/3 46 22. [G]

HALLO MUSIKER! PA-HORNSYSTEME aus **Fiberglas**, auch Einzel- und Sonderanfertigungen. Händleranfragen erwünscht! Außerdem Lautsprecher und Flightcase-Material zu gnadenlosen Preisen!! **GRATISKATALOG** anfordern. **SCHNEIDER electroacoustic developments** ★ Oskarstr. 11 ★ 4650 Gelsenkirchen ★ Tel. 0209/14 43 93. [G]

Achtung! Neuer Werkzeug-Electronic Katalog. Sehr günstige Preise! Z. B. Weltempf. 9-Band DM 69,50, Videocass. VHS E-180 8 DM, Autoboxen ab 45 DM, Automotorant ab 29,25 DM, Sharp-Stereo-Autoradio m. Diebstahlsch. 246 DM, versch. Zangen ab 5,20 DM, Steckschl. S. ab 8 DM u.v.m. Katalog anford. Fa. Vogt Versand, Postf. 43 47, 7520 Bruchsal 4. [G]

SATELLITENEMPFANGSANLAGE: 1,5m Alu Spiegel, LNC 1,8dB, Receiver manuell, 20m Kabel und Stecker. **Nur 1990,—.** Bad Berleburg, Tel. 027 50/291 o. 232. [G]

SUCHE ORIGINALRÖHREN EL84 u. EL34 a. WEST-DEUTSCHER PRODUKTION (KEINE OSTBLOCK-TYPEN V. VALVO, SIEMENS ...) F. GASTINGER, VILSSTR. 24, 8400 REGGB. [G]

Spannungswandler von 12V auf 220V ab 250,— DM, Herstellung und Vertrieb, Köhne-Elektronik 4788 Warstein-Allagen, Tel. 029 25/18 27. [G]

Vollhartmetall-LP-Bohrer — 1/8"-Schaft Ø 0,2 — 0,5 pro Stück 7,00 DM, ab 10 St. 6,00 DM/St., Ø 0,6—3,175 pro Stück 4,00 DM, ab 10 St. 3,50 DM/St. **US-Multilayerqualität.** Versand per Nachnahme, zzgl. Porto. Fa. TECHNOL, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel. 067 33/5 54. [G]

Im Urlaub nicht vergessen: Das Ohr zur Welt — mit einem unserer preisgünstigen **Weltempfänger**; z. B. **Selena 217** 97,80 DM., **Sajut 001** 188,— DM, **SR 16 D** 379,— DM, **Crusader 8000** 648,— DM. Bestellen (Vers. per NN) und/oder Katalog E887 ggn. DM 1,40 in Briefm. anfordern bei **T.S. TRONIX**, Postf. 22 44, 3550 Marburg. [G]

REINER KLANG MIT KLEINEM PORTOMONAIE. MC-FARLOW BAUHEFTCHEN U. INFOMAT. GEN 3,— DM! VON HOEDTKE-ELEKTRONIK, D-5608 RADEVORMWALD, POSTFACH 1302, TELEFON (V. 9.30—20.00 UHR)!!! [G]

Gebrauchte Meßgeräte z. verk. Tel. 095 45/75 23. [G]

Leiterplatten, Epoxyd, ein/doppelseitig, verzinkt, vergold, durchk., Lötstoplack, Bestückungsdr., Angebot anfordern, Fa. P. Fallis, Joachimstaler Str. 15, 1000 Berlin 15, Tel.: 030/8 82 67 56. [G]

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Industrie-Restposten.** Karte genügt! **DJ-Electronic, Abt. 5213**, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

HIGH-END — der Maßstab für Hörgenau. Sie kreieren, planen und bauen. Wir liefern High-End-Bauteile und Baugruppen, z. B. Alps-Potentiometer 10K, 100K log. Stereo Stck./DM 19,95; Ringkernrafo 180VA, 2x30V, vakuumgetränkt Stck./DM 58,—; Kühlkörper SK47 verb. für 4xTO3P (BD-Typen) Stck./DM 20,50; Kondensatoren Roederstein 4700µF, 50V, 35x30 mm Stck./DM 4,85. Transistoren: BD249c/250c Paar/DM 5,60; BDV64c/65c Paar/DM 5,60; BF469/470 Paar/DM 1,45; BF759/762 Paar/DM 1,85; MJE340/350 Paar/DM 1,85; SA1215/SC2921 Paar/DM 52,—; IC NE5534AN Stck./DM 2,50; NE5532 Stck./DM 2,50; OPA27/37 (BB) Stck./18,75. Des weiteren liefern wir bestückte Originalbaugruppen und unbestückte Platinen mit Bestückungsplan der Edelgeräte Abacus Rieder 60-120, Victor Amp + Victor Pre, ACT HPP und ACT HPA. Ebenso günstig liefern wir Ihnen Lautsprecherbausätze und Lautsprecher der Fabrikate WHD, Isophon + Visaton, Audax, Seas, Technics. Bestellungen und Anfragen an: S.S.A. + INElektronik, Postfach 1872, 4690 Herne 1. [G]

ACHTUNG. ACHTUNG. MUSIC-ELECTRONIC WELTER, MEROWINGERSTR. 51, 4000 DÜSSELDORF, TEL.: 0211/31 32 05 ZIEHT UM: AB 1. 9. 88 OBERBILKER ALLEE 295, 4000 DÜSSELDORF 1, TEL.: 0211/72 77 78. WIR LIEFERN AUCH WEITERHIN: NETZ- U. AUSGANGSTRAFOS FÜR RÖHREN-VERSTÄRKER, RÖHREN, RÖHREN-VERST.-BAUSTEINE, ENDSTUFEN, ETC. U. SIND ELECTRO-VOICE-SERVICE-CENTER. [G]

NEU — Jetzt auch im Rhein-Sieckreis — **NEU** Bestücken und Löten von elektronik-Bauteilen nach Schaltplan-Bestückungsdruck oder Muster. **Bruno Schmidt, 5210 Troisdorf, Hauptstr. 172, Telefon: 022 41/40 11 93.** [G]

WSG Elektronik Tel.: 055 09/304

Bestücken von Platinen Klein- und Großserien

3403 Friedland 5 Hauptstr. 15

Anzeigenschluß für
elrad 10/88
ist am 22. August 1988

KATALOG '88 — kostenlos

SONDERPREISE:

Metallwiderstandsortimente 1/4 W 1% Toleranz			IC-Fassungen		LED's 3mm oder 5mm rot,	
je 10 St. von 100—1MΩ E12 = 61 Werte	610 Stück	29.90	8pol. 50 Stück	4.50	grün oder gelb, 100 St.	13.49
je 10 St. von 100—1MΩ E24 = 121 Werte	1210 Stück	54.90	14pol. 50 Stück	7.50	2SJ50/2SK 135 ab 8 St. je Typ	10.98
je 100 St. von 100—1MΩ E12 = 61 Werte	6100 Stück	249.00	16pol. 50 Stück	9.00	1N4148 1000 St.	34.90
je 100 St. von 100—1MΩ E24 = 121 Werte	12100 Stück	479.00	Lotzinn 100 g	4.29	BC550B oder 550C 100 St.	9.98
Spindeltrimmer 100 St. Werte nach Wahl (bitte angeben)		132.00	500 g Rolle	17.57	BC560A, B oder C 100 St.	9.98
Potis 5mm Achse 100 St. Werte nach Wahl (in o. log)		97.00	1000 g Rolle	33.87	BF494/470/471/472 50 St. nach Wahl	29.90

elpro Vertrieb elektr. Bauelemente R. Kräh — H. Wirag
Am Kreuzer 13, 6105 Ober-Ramstadt 2, ☎ 06154/52336

APPOLO STANDS

Die unverwechselbaren Massiv-
Lautsprecherständer

Vertrieb: Hifisound · Jüdefelderstr. 35/52 · 4400 Münster

Die Inserenten

A/S Beschallungstechnik, Schwerte 7
albs-Alltronic, Otisheim 21
Audax-Proraum, Bad Oeynhausen 9
AUDIO ELECTRIC, Markdorf 128
Audioplay, Winnweiler 127

Bauer-Elektronik, St. Wendel 128
Beilfuß Elektronik, Frankfurt 117
Bühler, Baden-Baden 127
Burmeister, Rödinghausen Umschlagseite 2
BTB, Nürnberg 128

Chasseur, Bad Pyrmont 15

Diesselhorst, Minden 7
Doepfer, Gräfelfing 127
DRAU Electronic, Villach 117

EBS, Wilhelmshaven 9
E & E Versand, Erding 100
Eggemann, Neuenkirchen 15
Electronic am Wall, Dortmund 117
Elektronik-Versand, Neustadt 117
elpro, Ober-Ramstadt 133
EMCO Maier, Siegsdorf 94
Ertkreis-Electronic, Stommeln 127
ERSA, Wertheim 39
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen 7

Fernschule Bremen, Bremen 117
Frank, Nürnberg 39

GDG, Münster 21
Geist, VS-Schwenningen 100
Gerth, Berlin 39
Gruber & Fischer, Radolfzell 123

Hados, Bruchsal 128
Heck, Oberbettingen 9
Heiland, Warendorf 117
HEV, Hamburg 21
hifisound, Münster 133
HIGH-TECH, Dortmund 7
Hubert, Dr., Bochum 71

INES, Köln 128
Isert, Eiterfeld Umschlagseite 3

Joker-HiFi-Speakers, München 127

M. KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen 128
Knechges, Morsbach 117
Köster, Göttingen 47

Lautsprecher & Lichtanlagen, Niederkassel 71
LEHMANN-Elektronik, Mannheim 100
Leister, CH-Kägiswil 71
LSV, Hamburg 23

Mayer, Heimertingen 123
Meyer, Baden-Baden 123
Miethe Electronic, Hannover 128
mivoc, Solingen 21
MONARCH, Bremen 19
Müller, Stewede 15
Müter, Oer-Erkenschwick 71
MWC, Alfter 23

Oberhage, Starnberg 99
Open Air, Hamburg 99

Peerless, Düsseldorf 123
POP, Erkrath 23

QUICK-OHM, Wuppertal 15
Ratho, Hamburg 80, 81
Reichelt, Wilhelmshaven 12, 13
RIM, München 15
RUESCHE, Gummersbach 51

SALHÖFER, Kulmbach 123
Seidel, Minden 100
S.-E.-V. Brendt, Stolberg 125
Silzner, Achern 125
SOUND-EQUIPMENT, Bochum 99
Soundlight, Hannover 125
Späth, Holzheim 125
Süssen-Elektronik, Manching 99

Schaffer, Pfarrkirchen Umschlagseite 4
Scherer Elektronik, Fürth 117
Schuberth, Münchberg 21
Schulte, Fürth 123
Schuro, Kassel 71

Stippler, Bissingen 21

Technik-Versand, Darmstadt 125
Tennert, Weinstadt-Endersbach 128
Thomas, Stadt 117
Trafo-Löwe, Issum 99

Vielstädter Elektronik, Hude 19
Vodisek, Leutesdorf 123

Weltronik, Borken 99
Wirth, Isernhagen 128
WSG Elektronik, Friedland 133

Zeck Music, Waldkirch 19

Impressum:

elrad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—12.30 und
13.00—15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (05 11) 53 52-171

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Thomas Latzke,
Michael Oberesch, Peter Röbbke-Doerr, Hartmut Rogge

Ständiger Mitarbeiter: Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Assistenz: Hans-Jürgen Berndt, Marga Kellner

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortw.)
Dirk Wollschläger, Ben Dietrich Berlin

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (verantwortlich)

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen,
Pia Ludwig

Anzeigenpreise:
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10 vom 1. Januar 1988

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

Satz:
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (05 11) 7083 70

Druck:
C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (05 11) 200-0

elrad erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 6,—, oS 52,—, sfr 6,—
Das Jahresabonnement kostet DM 60,—
DM 73,— (Ausland, Normalpost)
DM 95,— (Ausland, Luftpost).

Vertrieb und Abonnementsverwaltung
(auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 57 07
D-6200 Wiesbaden
Ruf (06 121) 266-0

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 Empfangsein-
richtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmi-
gung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an
Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verla-
ges über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion er-
teilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berück-
sichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen
werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung be-
nutzt.

Printed in Germany
© Copyright 1988 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

ISSN 0170-1827

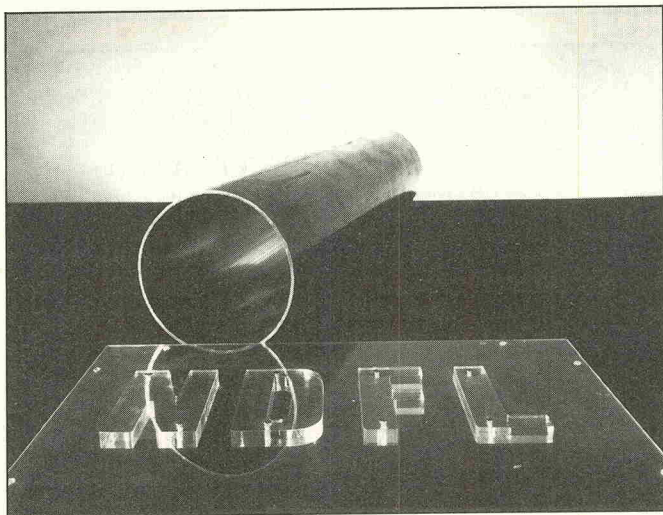
Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

Heft 9/88

erscheint

am 19. 8. 1988



NDFL — Update '88

Der 2 x 60-W-Verstärker mit 'Nested Differentiating Feedback Loops', vor einigen Jahren veröffentlicht, war und ist eines der erfolgreichsten elrad-Audio-Projekte. Inzwischen steht fest: Mit einigen kleineren schaltungstechnischen Maßnahmen läßt sich die Qualität des NDFL noch steigern. Dazu gibt's einen zeitgeistigen Aufbau-Vorschlag: Der Transistor-Verstärker in der Röhre.

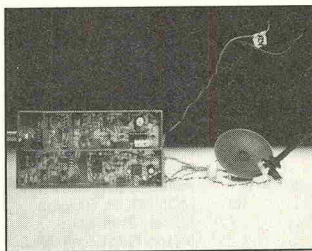
Strom-

versorgung

Das wird oft benötigt: ein leistungsfähiger Spannungswandler von 12 V auf symmetrische 15 V. Ein elrad-Projekt mit 2 x 1 A.

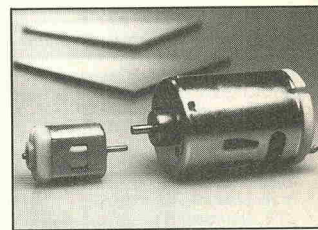
2-m-Empfänger

In diesem Projekt wird ein 2-m-Empfänger erstellt, der mit durchweg preiswerten Bauteilen auskommt. Selbst ein Hf-Anfänger dürfte keine Schwierigkeiten beim Nachbau dieses quartzesteuerten Einkanal-Festfrequenzempfängers haben, der sich durch eine hohe Hf-Empfindlichkeit auszeichnet. Der Empfänger kann beispielsweise zum Abhören einer Relaisfunkstelle eingesetzt werden.



PAL-Grundlagen

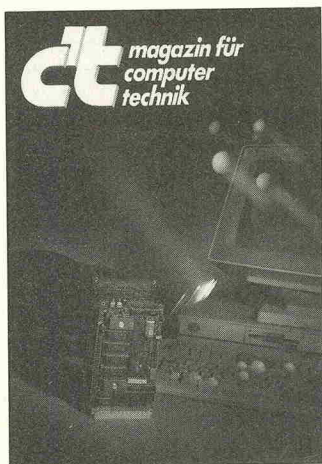
Um möglichst viele Logikelemente auf einer Platine zusammenzufassen, kann man hochintegrierte ICs verwenden, die aber zumeist nicht die schaltungsabhängigen individuellen Anforderungen erfüllen. Eine Alternative ist der Einsatz von ICs, deren Funktion nach Belieben festgelegt werden kann — beispielsweise PALs. Mehr über diese Bausteine im nächsten Heft.



Gleichstrom-

motoren

Wichtige Motor-Typen und ihre Eigenschaften, Schaltungen zur Drehzahl-Stabilisierung von Gleichstrommotoren und als Projekt eine universelle getaktete Motorregelung mit 3...20 V/10 A.



68000-CPU, 32polige Speichersockel, diverse Schnittstellen, Uhr, Watchdog und Erweiterbarkeit sind die Features des Einplatinen-Computers EPAC-68000.

Eine bunte Palette der ungeliebten Spezies Computer-Viren geistert durch die Lande. Der geplagte Anwender kann aber seinen Rechner durch Know-how-Impfungen schützen.

c't 7/88 — jetzt am Kiosk

Test: XCAD für Amiga ★ Software-Know-how: Computerviren, Schrifterkennung mit Matrixgedächtnis ★ Report: Suprenum — das deutsche Supercomputer-Projekt ★ Programm: Differentialgleichungen lösen, Tastaturtreiber für PCs ★ Kartei: DTP-Sprache PostScript ★ u.v.a.m.

c't 8/88 — ab 15. Juli am Kiosk

Projekte: CEPAC-80-SMD — winziger Z80-CMOS-Einplatinen-Computer mit 32 KB EPROM, 32 KB RAM und vielen Ports ★ TEK 4/8 am Atari ST ★ 5 1/4" an IBMs PS/2-Rechnern ★ PC-Bausteine: Interrupt-Controller 8259 ★ Planung erleichtert die Software-Entwicklung ★ u.v.a.m.

Input 6/88 — jetzt am Kiosk

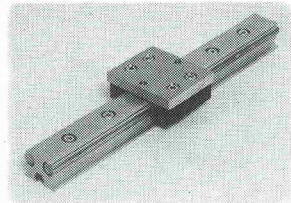
EM '88: Tabellenverwaltung zur Fußball-Europameisterschaft ★ Mathe mit Nico: Der kleine Drache beschäftigt sich mit 'proportionalen Zuordnungen' ★ Sourcecode-Debugger: Fehlersuche wird erträglich ★ Danger Valley: Auf der Suche nach dem Schatz ★ u.v.a.m.

Input 7/88 — ab 24. Juni am Kiosk

Musik-Editor — Der C64 als Noten-Schreibmaschine ★ Kfz-Kosten — Der C64 verwaltet alle Kosten und Unkosten für Ihr Auto. ★ Geografie — Bestimmen Sie auf einer unbeschrifteten Landkarte alle Staaten Europas ★ Nico arbeitet diesmal als Fliesenleger ★ 64er Tips ★ IMC-Generator ★ u.v.a.m.

isel-Linear-Doppelspurvorschub

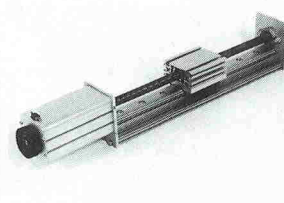
- 2 Stahlwellen, Ø 12 mm, h6, gehärtet und geschliffen
- 1 Doppelspur-Profil, B 36 x H 26 mm, aus Aluminium
- Zentrierte Fußbuchsen, Ø 12 mm, h6, im Abstand von 50 mm
- Führungsgenauigkeit auf 1 m Länge < 0,01 mm
- Verdrehsicherer u. spielfreier Linear-Doppelspuranschluß
- 2 Präzisions-Linearlager mit jeweils 2 Kugelläufen
- Geschliffene Aufspann- u. Befestigungsplatte, L 65 x B 75 mm
- Dynamische Tragzahl 800 N, statische Tragzahl 1200 N



Linear-Doppelspurvorschub, 225 mm	DM 74.-
Linear-Doppelspurvorschub, 425 mm	DM 108.-
Linear-Doppelspurvorschub, 675 mm	DM 138.-
Linear-Doppelspurvorschub, 925 mm	DM 172.-
Linear-Doppelspurvorschub, 1175 mm	DM 205.-
Linear-Doppelspurvorschub, 1425 mm	DM 250.-

isel-Zollspindel-Vorschubeinheit

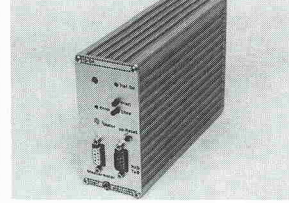
- Linear-Doppelspurführung 1 mit Montageprofil 1
- Linear-Doppelspur-Set 2 mit Montageprofil 2
- Aufspann- und Montagefl. 100 x 75 mm, mit 2 T-Nuten
- Gewindeträger, Steigung 1 Zoll, mit 2 Flanschlagern
- Vorschub mit Schrittmotor 110 Nm, Schritt, 1,8 Grad
- 1 End- bzw. Referenzschalter, Genauigkeit < 1/100 mm



Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 75 mm	DM 547.-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 175 mm	DM 570.-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 275 mm	DM 593.-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 425 mm	DM 627.-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 525 mm	DM 650.-
Zollspindel-Vorschubeinheit, Hub 675 mm	DM 684.-

isel-Schrittmotorsteuerkarte mit Mikroprozessor

- Euro-Einschub mit 2-Zoll-Frontplatte und 80-VA-Netzteil
- Bipolarer Schrittmotorausgang 400 V, max. 2,0 A
- Ausgangsstufe kurzschlußfest mit Überstromanzeige
- Hückepack-Platine mit Ein-Chip-Mikrocontroller
- Serielle Schnittstelle mit 9600 Bd Übertr.-Geschwindigkeit
- 256 Byte Pufferbereich mit Software-Handshake
- Max. programmierbare Geschwindigkeit 10000 Schritte/s



- Datenspeicherung in 32 K x 8 stat. RAM
- Relative Positionierungsteuerung mit großem Befehlsnetz
- Bewegungen ± 600000 Schritte/Koordinate speicherbar
- Geschaltete Schichten im Koordinatenfeld möglich
- Log. Entsch. im Datenfeld mit Prozessor
- Steuerungseing. rücks. über 16pol. Steckverb. DIN 41612
- Schrittmotor-Ausg. fronts. über 5pol. Sub-D-Stecker

isel-Linear-Netzteil

- Längsregler inkl. Ringkerntrafo auf Euro-Karte
- Ausgangsspannung 3-30 V, Ausgangsstrom max. 2,5 A
- Elektr. Umschaltung der Trafowickel, bei Spannung > 15 V
- Fold-back-Charakteristik des Reglers im Kurzschlußfall
- Separate Spannungsführlösungen, Inhibit-Eingang
- Abschaltung der Endstufe bei Temperatur > 90 °C
- Separate massebezogene Festspannung 12 V/1 A
- Netzanschluß-Kabel 220 V mit Stecker

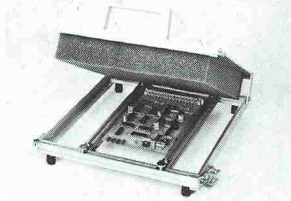


isel-Sekundär-Netzteil

- Sek. getakteter Regler inkl. Ringkerntrafo auf Euro-Karte
- Ausgangsspannung 5-30 V, kurzschlußfest
- Ausgangsstrom max. 2,5 A, Wirkungsgrad max. 90 %
- Separate Spannungsführlösungen, Inhibit-Eingang
- Interne Temperaturumschaltung und Crow-bar-Schutz
- Zusatzl. massebezogene Festspannung 12 V/1 A
- Netzanschluß-Kabel 220 V mit Stecker

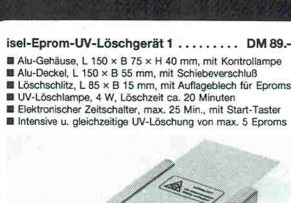
isel-Bestückungs- u. -Lötlrahmen 1

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung 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)



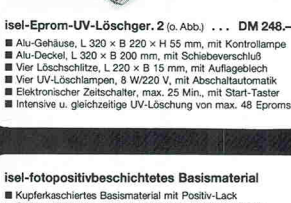
isel-Bestückungs- u. -Lötlrahmen 2

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung 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-Eprom-UV-Löschgerät 1

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluß
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms



isel-Eprom-UV-Löschger. 2

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluß
- Vier Löschschütze, 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



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Pertinax 100 x 160	DM 1.47
Pertinax 200 x 300	DM 5.54
Pertinax 160 x 233	DM 3.42
Pertinax 300 x 400	DM 11.08

Epoxylat FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Epoxylat 100 x 160	DM 2.79
Epoxylat 200 x 300	DM 10.60
Epoxylat 160 x 233	DM 6.56
Epoxylat 300 x 400	DM 21.20

Epoxylat FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Epoxylat 100 x 160	DM 3.36
Epoxylat 200 x 300	DM 12.65
Epoxylat 160 x 233	DM 7.84
Epoxylat 300 x 400	DM 25.31

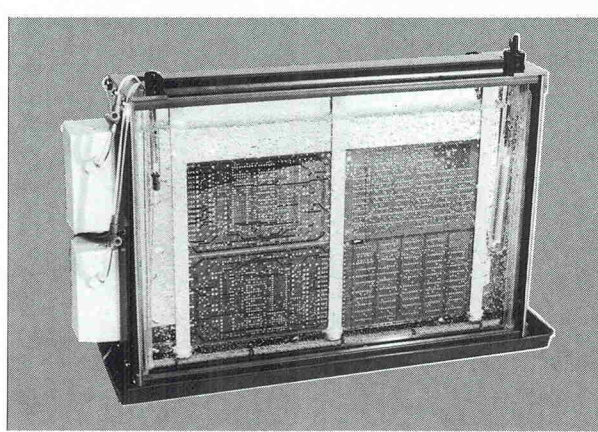
5 St. 10%, 25 St. 20%, 50 St. 30%, 100 St. 35 % Rabatt



isel-electronic

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteiltarhen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 400 x B 150 x H 20 mm



isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteiltarhen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 500 x B 150 x H 20 mm

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 3

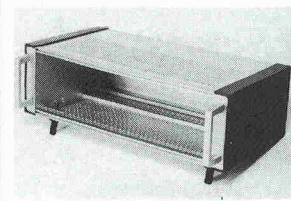
- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 500 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteiltarhen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 10 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 600 x B 150 x H 20 mm



„Isert“-electronic, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, ☎ (06672) 7031, Telex 493150
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 3,- DM

isel-19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse

10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 22.90
19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 29.80
19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert	DM 39.80
19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, elox.	DM 39.80
19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, elox.	DM 49.80
19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert	DM 56.80
19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert	DM 79.80

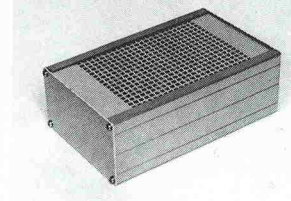


Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM -30
2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 1.45
4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 2.50
Führungsschiene (Kartenräger)	DM -55
Frontplattenschneidverschl. mit Griff	DM -85
Frontplatte- u. Leiterplatte-Befestigung	DM -70
ABS-Gerätgriff, Ra 88 mm, anthrazit	DM 1.12
ABS-Gerätgriff, Ra 88 mm, silbergrau	DM 1.45

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxierendes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenl.-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckleche 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

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech	DM 8.90
--	---------

isel-Euro-Gehäuse 1

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech	DM 11.20
--	----------

isel-Euro-Gehäuse 2

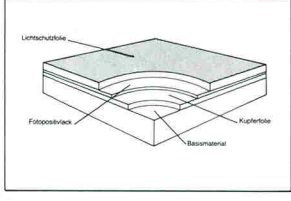
L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech	DM 10.15
--	----------

isel-Euro-Gehäuse 2

L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech	DM 12.30
--	----------

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferlackiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotolith, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotolith auf u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Pertinax 100 x 160	DM 1.47
Pertinax 200 x 300	DM 5.54
Pertinax 160 x 233	DM 3.42
Pertinax 300 x 400	DM 11.08

Epoxylat FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Epoxylat 100 x 160	DM 2.79
Epoxylat 200 x 300	DM 10.60
Epoxylat 160 x 233	DM 6.56
Epoxylat 300 x 400	DM 21.20

Epoxylat FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie	
Epoxylat 100 x 160	DM 3.36
Epoxylat 200 x 300	DM 12.65
Epoxylat 160 x 233	DM 7.84
Epoxylat 300 x 400	DM 25.31

5 St. 10%, 25 St. 20%, 50 St. 30%, 100 St. 35 % Rabatt

isel-Leucht- u. -Montagepult 1

- Eloxierendes Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 60 mm
- 2 T-Nuten für Montage- u. Meßschiene
- Milchglasscheibe, 4 mm, mit Streulichteft
- 4 Leuchtstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Leucht- u. Montagefläche 265 x 185 mm



isel-Leucht- u. -Montagepult 2

- Eloxierendes Alu-Gehäuse, L 480 x B 320 x H 60 mm
- 2 T-Nuten für Montage- u. Meßschiene
- Milchglasscheibe, 4 mm, mit Streulichteft
- 4 Leuchtstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Leucht- u. Montagefläche 425 x 270 mm

isel-Leucht- u. -Montagepult 3

- Eloxierendes Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm
- 2 T-Nuten für Montage- u. Meßschiene
- Milchglasscheibe, 4 mm, mit Streulichteft
- 4 Leuchtstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor
- Leucht- u. Montagefläche 580 x 390 mm

isel-UV-Belichtungsgerät 1

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 245 x 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-UV-Belichtungsgerät 2

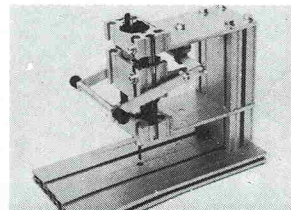
- Elox. Alu-Gehäuse, L 480 x B 320 x H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 480 x B 320 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-UV-Belichtungsgerät 3

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 620 x B 430 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-Bohr- und -Fräsgert 1

- Leistungsstarker Gleichstrommotor, 24 V, max. 2 A
- Spindel 2fach kugellagert, mit 1/8-Zoll-Spannzange
- Drehzahl 2000 U/Min., Rundlaufgenauigkeit < 0,03 mm
- Präzisionsbohrvorrichtung mit 2 Stahlwellen, 8 mm Ø
- Verstellbarer Hub, max. 30 mm, mit Rückstellfeder
- Alu-T-Nutentisch, 250 x 125 mm, Arbeitstiefe 200 mm



isel-Bohr- und -Fräsgert 2

- Leistungsstarker Gleichstrommotor, 24 V, max. 2 A
- Spindel 2fach kugellagert, mit 1/8-Zoll-Spannzange
- Linear-Vorschubeinheit, L 200 x B 125 x T 60 mm
- Präzisionsbohrvorrichtung mit „isel“-Linearführung
- Verstellbarer Hub, max. 50 mm, mit Rückstellfeder
- Alu-Gestell mit Alu-T-Nutentisch, 475 x 250 mm

A collection of various electronic components, including transformers, capacitors, and integrated circuits, arranged on a surface. The components include a large transformer with a label 'Schaffner TRANSFORMATOR BV 222-0-01298', a smaller transformer with a label 'Schaffner TRANSFORMATOR BV 228-0-01298', a large toroidal transformer with a label 'Schaffner TRANSFORMATOR BV 228-0-01298', and several other transformers of different sizes and shapes. There are also capacitors, resistors, and integrated circuits scattered around. The components are arranged in a somewhat organized manner, with some larger components at the top and smaller ones at the bottom.

Schaffner®

D-8340 Pfarrkirchen/Ndb. · Postfach 120
Tel. 08561/3009-0 · Telex 57312 · Telefax 08561/300919

D-7504 Weingarten/Baden · Postfach 1264
Tel. 07244/2411 · Telex 7826685 wschd · Telefax 07244/3038