

Großer Sonderteil
Antriebstechnik

elrad

magazin für

Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

— Redaktion elrad —

Helstorfer Straße 7 · 3000 Hannover C1

Gehäuse-Report

Kollektion '89

Laborblätter

Schaltungstechnik PLL

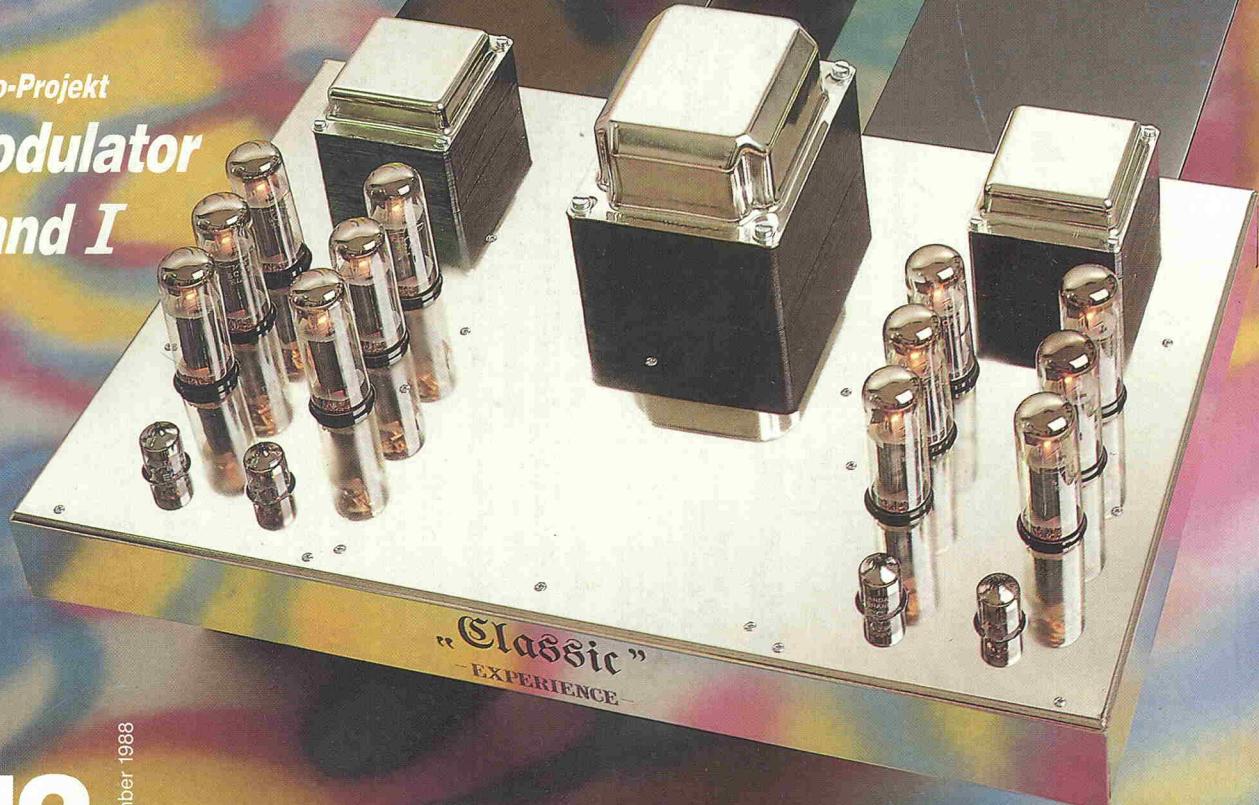
100 W Sinus pro Kanal

Endstufe PPP

Video-Projekt

Modulator

Band I



12

Dezember 1988

TOP-JUBILÄUMS-ANGEBOTE

Best.Nr.	Artikel	Stück	Gesamt	Best.Nr.	Artikel	Stück	Gesamt
JUBI 1	LED Rot	100	9,99	JUBI 60	1 N 4004	100	9,99
JUBI 2	LED 3 Grün	100	9,99	JUBI 61	1 N 4007	100	9,99
JUBI 3	LED 5 Gelb	100	9,99	JUBI 62	1 N 4148	200	9,99
JUBI 4	LED 5 Rot	100	9,99	JUBI 63	1 N 5407	30	9,99
JUBI 5	LED 5 Grün	100	9,99	JUBI 64	7805 TO 220	20	9,99
JUBI 6	LED 5 Gelb	100	9,99	JUBI 65	7812 TO 220	20	9,99
JUBI 7	Diode 5 mm	100	9,99	JUBI 66	7815 TO 220	20	9,99
JUBI 8	BC 107 B	30	9,99	JUBI 67	7910 TO 220	20	9,99
JUBI 9	BC 140-10	20	9,99	JUBI 68	7912 TO 220	20	9,99
JUBI 10	BC 141-10	20	9,99	JUBI 69	7915 TO 220	20	9,99
JUBI 11	BC 160-10	20	9,99	JUBI 70	78 S 05	10	9,99
JUBI 12	BC 161-10	20	9,99	JUBI 71	78 S 12	10	9,99
JUBI 13	BC 170 B	30	9,99	JUBI 72	78 S 15	10	9,99
JUBI 14	BC 237 B	100	9,99	JUBI 73	LM 317 T	10	9,99
JUBI 15	BC 307 B	100	9,99	JUBI 74	L 200 CV	5	9,99
JUBI 16	BC 308 B	100	9,99	JUBI 75	B 250 C 1500	15	9,99
JUBI 17	BC 345 B	100	9,99	JUBI 76	B 80 C 5000	5	9,99
JUBI 18	BC 548 B	100	9,99	JUBI 77	TIC 106 D	10	9,99
JUBI 19	BC 547 B	100	9,99	JUBI 78	TIC 106 M	8	9,99
JUBI 20	BC 548 C	100	9,99	JUBI 79	TIC 206 D	8	9,99
JUBI 21	BC 549 C	100	9,99	JUBI 80	TIC 206 M	5	9,99
JUBI 22	BC 556 B	100	9,99	JUBI 81	TIC 226 D	12	9,99
JUBI 23	BC 556 B	100	9,99	JUBI 82	TIC 226 M	5	9,99
JUBI 24	BC 557 B	100	9,99				
JUBI 25	BC 558 B	100	9,99				
JUBI 26	BC 558 C	100	9,99				
JUBI 27	BC 558 C	100	9,99				
JUBI 28	BC 639	25	9,99				
JUBI 29	BC 640	25	9,99				
JUBI 30	BD 135-10	20	9,99				
JUBI 31	BD 136-10	20	9,99				
JUBI 32	BD 137-10	20	9,99				
JUBI 33	BD 138-10	20	9,99				
JUBI 34	BD 139-10	20	9,99				
JUBI 35	BD 140-10	20	9,99				
JUBI 36	BD 237	15	9,99				
JUBI 37	BD 238	15	9,99				
JUBI 38	BD 241 C	15	9,99				
JUBI 39	BD 242 C	15	9,99				
JUBI 40	BD 243 C	10	9,99				
JUBI 41	BD 244 C	10	9,99				
JUBI 42	BD 245 C	15	9,99				
JUBI 43	BD 434	15	9,99				
JUBI 44	BD 435	15	9,99				
JUBI 45	BD 436	15	9,99				
JUBI 46	BD 437	15	9,99				
JUBI 47	BD 438	15	9,99				
JUBI 48	BD 439	15	9,99				
JUBI 49	BD 440	15	9,99				
JUBI 50	BD 675	15	9,99				
JUBI 51	BD 676	15	9,99				
JUBI 52	BD 677	15	9,99				
JUBI 53	BD 678	15	9,99				
JUBI 54	BD 679	15	9,99				
JUBI 55	BD 680	15	9,99				
JUBI 56	BD 681	10	9,99				
JUBI 57	BD 690	10	9,99				
JUBI 58	BDX 33 C	10	9,99				
JUBI 59	BDX 34 C	10	9,99				

IC-Fassungen

Low Cost

Widerstands-Sortiment

Kohlehschicht, 5%

1/4 W

Reihe E 12 von 100 Ohm

1 MOhm je 10 Stück

= 400 Stück

Geprägt aus Ird. Fertig

gesondert nur

9,99

NC-Akkus 1,2 Volt Mignon

Panasonic 500 mAh

JUBI 98 4 Stück nur 9,99

Multibox-Magazin

220 x 320 x 68 mm

32 Klarichtsboxen

JUBI 99 Farbe: rot Stück 9,99



Mit diesen Top-Jubiläums-Angeboten wollen wir uns bei unseren langjährigen, treuen Kunden bedanken! Aber auch wenn Sie uns noch nicht kennen sollten, laden wir Sie recht herzlich ein, an unserem Festival der kleinen Preise teilzunehmen, und so unseren bekannt schnellen und zuverlässigen Versandservice zu erproben.

Wir fügen jeder Bestellung automatisch unseren Jubiläums-Katalog (natürlich gratis) bei.

Auszug aus unserem großen Halbleiter-Angebot (z.B. über 3000 Japan-Halbleiter):

Mikros.+ Speicher	Mikros.+ Speicher	Mikros.+ Speicher	74 LS	74 HC	C-MOS	LINEAR IC'S	NE 5532 AN	3,45			
6501 Q	21,70	V 20-8	13,99	MC 1488 P	0,49	00 0,29	122 0,60	4000 0,36	4071 0,36	ADC 0804 9,98	NE 5534 N 1,98
6501 AQ	27,30	V 20-10	17,99	MC 1489 P	0,49	01 0,29	123 0,78	4000 0,36	4072 0,36	CA 3046 0,87	NE 5534 AN 2,89
6502 P	4,90	V 8-8	16,80	MC 1489 AP	0,61	02 0,29	125 0,88	03 0,45	199 1,02	CA 3085 E 1,79	OP-07 CN 8 4,91
6503 P	5,16	V 8-10	20,00	MAX 232	0,49	03 0,29	129 0,93	04 0,45	199 1,02	CA 3086 E 2,04	RC 4136 1,98
6504 P	6,72	V 8031 P	6,72	TMS 4500 A	34,86	04 0,29	132 0,88	004 0,42	238 0,78	ICL 3140 E 1,38	RC 4151 2,75
6504 AP	7,35	V 8032 P	15,40	TMS 4502	54,60	05 0,29	133 0,82	08 0,38	240 1,05	CA 3161 E 2,61	RC 4156 2,75
6511 Q	25,20	V 8035 P	3,64	uPD 765 AC	14,91	06 0,19	136 0,29	10 0,38	241 1,06	ICL 3162 E 10,45	RC 4558 0,95
6511 AQ	30,80	V 8039 P	3,85	uPD 7001 C	7,98	07 0,19	137 0,75	11 0,38	242 1,08	CA 3240 E 2,99	S 576 B 6,87
6520 P	4,90	V 8085 AP	5,46	uPD 7002 C	10,36	08 0,29	138 0,50	14 0,38	243 1,06	CA 3241 E 4,98	S 576 B 5,92
6520 AP	5,46	V 8086 P	14,49	DAC 0080	2,66	09 0,29	139 0,51	20 0,38	244 0,92	ICL 7106 7,50	SG 3242 N 1,99
6522 P	4,90	V 8087 P	14,49	RAM's der LAGER	2,66	10 0,29	145 1,17	21 0,38	245 0,92	ICL 7107 8,95	SL 440 6,75
6523 P	5,46	V 8088 P	4,69	RAM's der LAGER	2,66	11 0,29	146 0,22	27 0,38	246 0,84	ICL 7108 7,50	SL 480 10,95
6523 AP	4,90	V 8088 P	5,32	2708-450	6,85	12 0,29	148 1,43	30 0,38	263 0,83	ICL 7126 8,25	SL 490 8,45
6524 P	9,03	V 812 P	8,95	2716-350	8,95	13 0,29	151 0,51	32 0,38	257 0,80	ICL 7127 8,25	SL 490 8,95
6525 P	6,93	V 816 P	4,20	2732 A-250	8,95	14 0,29	152 0,51	42 0,38	258 0,77	ICL 7136 8,25	SN 75454 1,23
6551 P	4,90	V 8224 P	10,78	2764 A-250	6,75	15 0,29	153 0,51	51 0,38	259 0,81	ICL 7160 4,50	SN 75491 1,59
6551 AP	5,46	V 8226 P	5,25	2728 A-250	8,75	16 0,29	154 0,51	73 0,60	266 0,56	ICL 7166 4,50	SP 0256 A 20,05
6592 P	33,88	V 8228 P	11,90	2725-250	9,80	17 0,29	155 0,51	74 0,63	273 1,05	ICL 7175 1,19	SP 8660 11,95
65 C 02 P1	8,89	V 8237 P	12,60	2751-250	19,95	20 0,29	156 0,51	75 0,68	279 0,77	ICL 7176 3,75	TCA 965 4,22
65 C 02 P2	9,38	V 8237 P	12,60	2751-250	19,95	21 0,29	157 0,51	76 0,63	283 0,73	ICL 7177 1,65	TDA 1022 11,10
65 C 02 P4	16,94	V 8255 AP	4,69	2723-450	22,95	22 0,29	158 0,51	77 0,63	283 0,68	ICL 7178 1,65	TDA 1072 4,95
65 C 04 P1	11,20	V 8257 P	4,55	2764-250	8,95	23 0,29	159 0,78	85 0,20	292 1,50	ICL 7179 1,65	TDA 2002 1,85
65 C 04 P2	12,46	V 8259 P	3,92	2764-250	7,95	24 0,29	161 0,78	86 0,59	294 1,27	ICL 7180 1,65	TDA 2003 1,85
65 C 04 P4	19,60	V 8279 P	5,25	2712-250	9,75	27 0,29	162 0,78	107 0,65	298 0,83	ICL 7181 1,65	TDA 2004 1,85
65 C 21 P1	6,16	V 8282 P	6,02	2725-250	9,95	28 0,29	163 0,78	109 0,63	299 0,20	ICL 7182 1,39	TDA 2005 3,25
65 C 21 P2	7,70	V 8284 P	4,90	27C512-250	22,45	30 0,29	164 0,51	112 0,70	354 1,32	ICL 7183 1,39	TDA 2005 4,15
65 C 22 P1	8,12	V 8286 P	6,02	EF 9345	24,36	32 0,29	165 0,81	402 0,79	450 4,20	ICL 7184 1,39	TDA 2030 2,45
65 C 22 P2	9,00	V 8287 P	6,02	EF 9345	24,36	33 0,29	166 0,81	403 0,79	450 4,20	ICL 7185 1,39	TDA 4600 6,18
65 C 22 P3	10,50	V 8288 P	8,26	EF 9356	33,00	34 0,29	167 0,81	403 0,79	450 4,20	ICL 7186 1,39	TDA 7000 4,95
65 C 32 P2	11,90	V 8748 HD	19,81	EF 9367	7,73	38 0,29	190 0,51	126 0,63	367 0,83	ICL 7187 N 2,97	TDA 7270 3,57
65 C 51 P1	8,26	V 8749 HD	13,66	EF 9369	14,70	40 0,29	191 0,51	131 0,84	368 0,83	ICL 7188 1,51	TL 064 1,19
65 C 51 P2	10,92	V 8755 AS	23,73	EF 9373 P	2,45	42 0,53	192 0,51	132 0,63	373 0,93	ICL 7189 1,51	TL 071 0,68
65 C 802 P4	68,60	V 8258 P	14,70	V 8213 PL	2,45	47 1,09	193 0,51	133 0,84	374 0,93	ICL 7190 1,51	TL 072 0,75
65 C 816 P4	2,66	V 8280 A CPU	1,99	V 8212 S	2,66	48 1,16	221 0,77	137 0,80	375 1,17	ICL 7191 1,51	TL 074 0,98
6802 P	5,81	V 8280 B CPU	2,77	V 8212 S	2,66	49 1,16	240 0,75	138 0,81	386 0,53	ICL 7192 1,51	TL 081 0,75
6802 P	7,21	V 8280 B CPU	7,35	V 8213 S	3,85	51 0,29	241 0,75	139 0,81	394 0,53	ICL 7193 1,51	TL 082 0,75
6802 P	10,22	V 8280 B CPU	7,35	V 8213 S	3,85	52 0,29	242 0,75	140 0,81	395 0,53	ICL 7194 1,51	TL 083 0,75
6802 P	3,22	Z 8002 AB1	27,30	0001-250</							

Beep, Glöckchen, beep

Seit Omas in Altersheimen sitzen, gibt es Märchen auf Kassetten. Omas waren von jeher für diese Literatur zuständig. Nun haben sie endlich ihre wohlverdiente Ruhe.

Mamas und Papas dagegen wurden und werden heute noch traditionell eher um Philosophisches angegangen: 'Papa, warum mag der böse Wolf keine Corn-Flakes?' Nachmittags, vor Sandmännchen und Sesamstraße verlangen die Kids ihre klaren Antworten auf klare Fragen.

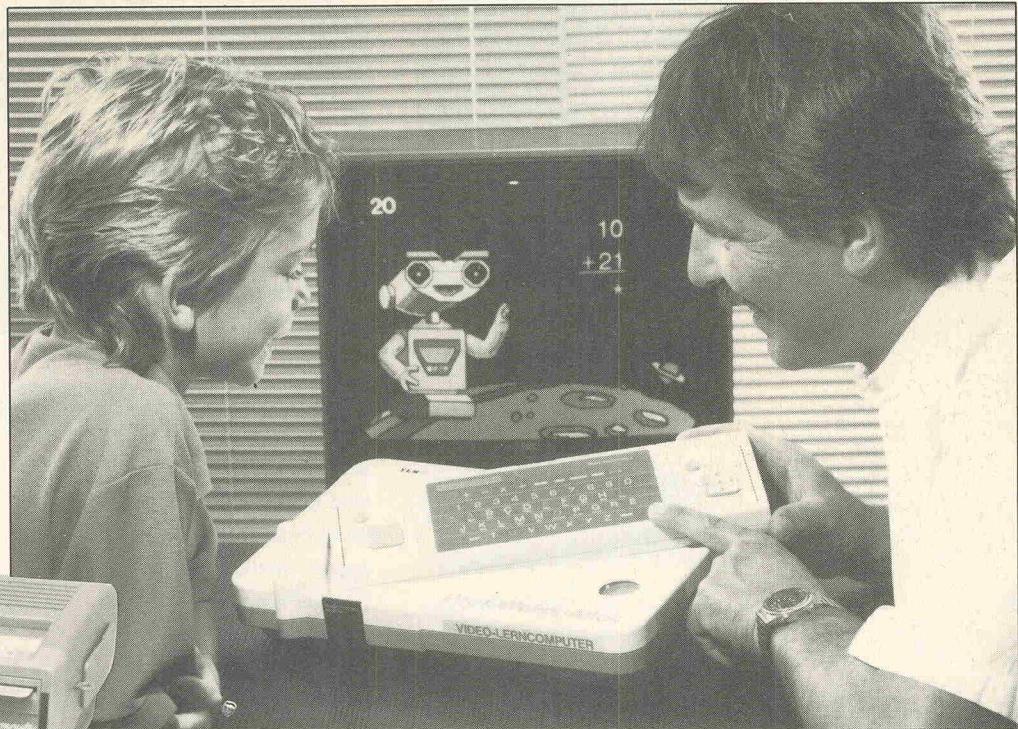
Und kein technisches Mittel vermöchte bislang, Ohr und Hirn des Erzeugers vor solch interrogativen Interventionen



seines hoffnungsvollen Sprosses zu bewahren. Bislang. Denn:

Endlich gelingt es, auch die kurze Zeit zwischen Kindergarten und Kinderprogramm sinnvoll zu überbrücken, in der der kleine Liebling nicht mal mit Kinderschokolade davon abzuhalten ist, Mamas und Papas Intellekt mit Fragen nach dem Sein und Werden zu durchlöchern.

Sollte da nicht das bevorstehende Weihnachtsfest der längst fällige Anlaß sein, die geliebten Kleinen mit einem zauberhaften Wunderwerk der Technik zu beglücken, das sie in anrächtig schweigendes Staunen



versetzt? Und gleichzeitig den liebenden Eltern unersetzliche Stunden der Muße und des Friedens beschert — Mama am TV, Papa am PC.

Braucht es da überhaupt noch der werbenden Worte, mit denen Spielwaren-Vertreiber Yeno seinen Video Spiel- und Lerncomputer ans Kind bringen will: „Nach dem Einschalten des Gerätes erscheint der liebenswerte Lehrmeister 'Prof. Weiss-Alles' quicklebendig in Form eines Roboter-männchens auf dem Bildschirm. 'Prof. Weiss-Alles' beginnt nun mit dem Kind im jeweils gewählten Spiel- und Lernbereich einen intensiven Dialog...“

Genau! Intensiver Dialog. Das braucht das Kind zwischen 5 und 10. Und Papa ist sowieso immer so müde, wenn er nach Hause kommt. Und 298 Mark sind nicht die Welt, wenn man bedenkt, was die Festplatte für den Ältesten gekostet hat.

Heini ist vier. Kleines Frage-monster. Da kommt so ein richtiger Spielcomputer freilich noch nicht in Frage. Aber die Elektronische Spiel-Schule für das erste Wissen: „Dabei muß das Kind noch nicht lesen und schreiben können.“ Ob Heini es je lernt? Abgesättigt mit 150 Multiple-Choice-Fragen. 89 Mark.

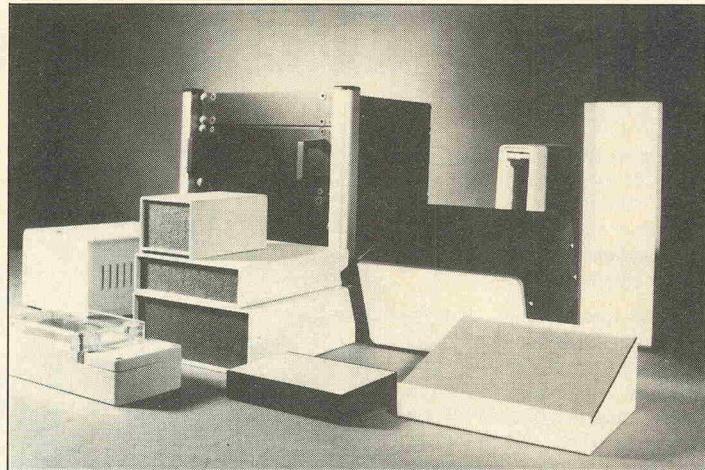
150 Fragen schafft Heini in zwei Stunden. Und Heini wird es lernen: das Lesen am Bildschirm, das Schreiben auf der Tastatur. Was braucht er auch mehr im Leben. Im Hause Yeno weiß man: „Der Umgang mit Computern ist heute schon im Kindesalter wichtig...“ Na klar, denn der Umgang mit Kindern wird im Computerzeitalter schließlich immer unwichtiger. Und billiger. 149 Mark kostet 'Mein erster Computer' —

kindgerecht, lauffähig unter Pampers und bunt wie ein Menü bei McDonalds.

Bunt wird also auch der Gabentisch sein, friedlich das Fest. Und preiswert ohnehin. Denn alle genannten, für das Wohl eines modern erzogenen Kindes unerlässlichen Sedativa kosten schließlich nicht mehr als 536 Mark. Wenig Geld für viel ungestörte Ruhe!

Kinderlose Paare legen das Geld da allerdings etwas anders an. Sie rechnen: Für 536 Mark bekommen wir etwa 24 Monatspackungen Antibabypillen oder ca. 268 Kondome mittlerer Qualität. Und damit wissen sie, daß sie in den nächsten Jahren keine High-Tech-Spielwarenkataloge durchforsten müssen.

Michael Oberesch



Titelgeschichte

100 Watt

in A

Wäre in den frühen fünfziger Jahren die PNP-Röhre erfunden worden, wer weiß, ob es dann die Transistorstechnik in der heutigen Form geben würde.

Das Parallel-Push-Pull-Konzept aus jenen Tagen hat zumindest im Ersatzschaltbild eine verblüffende Ähnlichkeit mit modernen Transistorschaltungen — was nun aber beileibe nicht heißen soll, daß unsere 100-Watt-PPP-Endstufe in diesem Heft mit sechsmal EL 34 je Kanal im Verhältnis dazu etwa unmodern wäre.

**Please
Push
Pull**

■ Seite 20

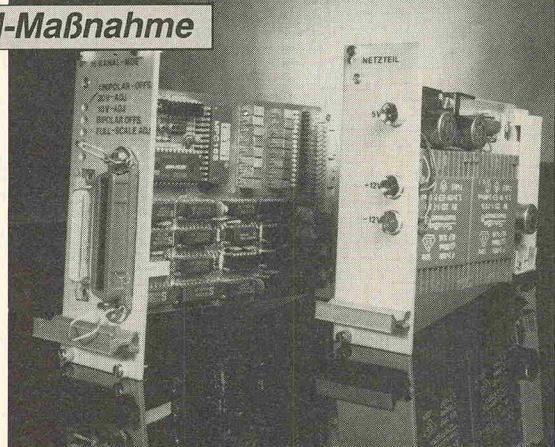
Marktreport: Gehäuse

Gehäuse-Reports sind fast wie Modeschauen. Nicht gerade zweimal pro Jahr müssen sie stattfinden, aber doch mal alle Jahre wieder. Denn wie

nirgendwo sonst in der Welt der Elektronik geht hier der Zeitgeist um. Die Kollektion '89 ab

■ Seite 14

Netzteil-Maßnahme



Ein Netzteil mit drei Ausgangsspannungen, das mit allem Drum und Dran auf eine Europakarte paßt, ist sicher nicht nur für ein Meßdatenerfassungssystem ein angemessener Spannungsliefe-

rant. Alle, die Ähnliches benötigen, finden die Beschreibung der Dreierkarte im zweiten Teil des Artikels über die Meßkarte auf

■ Seite 71

Nachts Energie sparen!

Die automatische Absenkung der Heizungstemperatur zur Nacht läßt sich mit einfachen Bi-Metallschaltern nur aufwendig lösen.

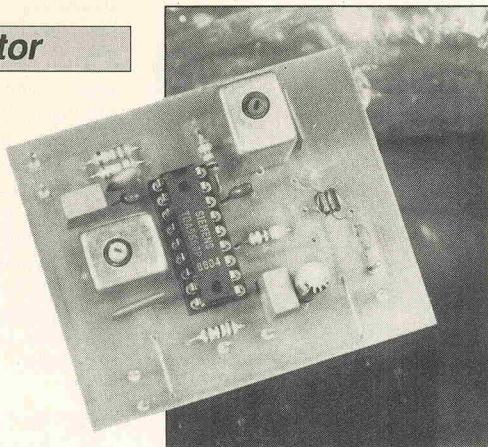
Unsere Bauanleitung für einen Thermostaten mit

Nachtabsenkung ist preiswert, einfach aufzubauen und läßt sich sogar für andere Zwecke als die simple Raumheizung verwenden.

Seite 26

TV-Modulator

'Kein Anschluß unter dieser Buchse' heißt es oft bei älteren oder billigen neuen Fernsehgeräten, wenn das Videosignal von einer Kamera, einem Rechner oder Rekorder eingespeist werden soll. Und sollte ein HF-Signal vorhanden sein, so liegt es oft auf der Frequenz, wo auch andere sich tum-



meln. Im Band I tummelt sich fast niemand.

Seite 32

elrad-Laborblätter

PLL — diese drei Buchstaben stehen für eine Schaltungstechnik, die zunehmend für Tondekoder, Frequenzsynthesizer und FM-Demodulatoren angewendet wird. Obwohl die 'Phase-Locked-Loop'-Grundschaltung nur wenige Funktionseinheiten enthält, bestehen manchmal nur vage

Vorstellungen über die Arbeitsweise einer solchen Schaltung. Die Laborblätter bringen Licht in die PLL-Finsternis — mit detaillierten Grundlagen, praktischen Schaltungsbeispielen und ausführlichen Funktionsbeschreibungen.

Seite 85

Gesamtübersicht

	Seite
“...”	3
Briefe	6
aktuell	10
Schaltungstechnik	
aktuell	12
Marktreport Gehäuse Kollektion '89	14
PPP-Endstufe 100 Watt in A (1)	20
Heizungsthermostat	
Nachts Energie sparen!	26
TV-Modulator	
Privatsender	32
Das Thema: Antriebstechnik	35
Meßdatenerfassung	
Maß-nahme (2)	71
Grundlagen MMICs	
Mit 50 Ω rein und raus (2)	76
Kurzzeit-Timer	
Selbstabschalter	78
IC-Express	80
SMD-Telegramm	81
Englisch für Elektroniker	82
Die elrad-Laborblätter	
PLL-Schaltungstechnik (1)	85
Jahresinhaltsverzeichnis 1988	90
Layouts	92
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	97
Die Inserenten	101
Impressum	101
Vorschau	102



Macro-Visionen

In der Ausgabe 9/88 beschäftigte sich elrad mit dem Videokassetten-Kopierschutz „Macrovision“ und veröffentlichte die Killerschaltung „Rechtschleifer“, mit der kopiert geschützte Kassetten überspielt werden können. Dazu erhielten wir u.a. folgende Zuschrift:

Sollten Sie eine Ergänzung zur Bauanleitung vornehmen, ist es angebracht, auf folgende Möglichkeiten hinzuweisen:

Die bislang bekannten Baubeschreibungen arbeiten überwiegend (ELV, elrad) mit einer aktiven Synchronimpulsaufbereitung. Das eingesetzte IC TDA 2595 lässt sich im Gegensatz zu anderen ICs dieser Reihe direkt aus einer üblichen Videoquelle ($U_{ss} = 1$ V) speisen und liefert zum Glück auch den Supersandcastle-Impuls. Dieser Impuls ist so breit, daß er das Synchronsignal und den diesem folgenden Burst durchläßt; im verbleibenden Luminanzbereich kann einfach auf Festklemmung umgeschaltet werden.

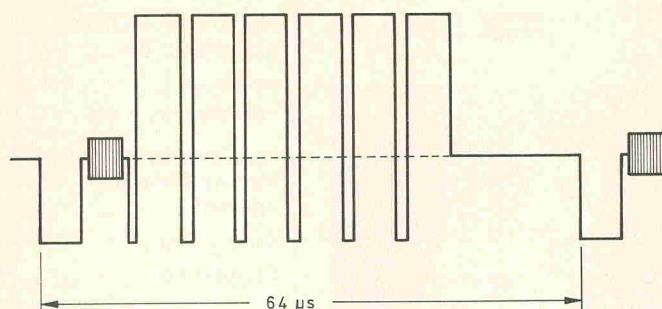
Passive Synchronrückgewinnungen müssen über geeignete Monoflops den entsprechenden Zeitrahmen wieder herstellen; wird durch Einfachschaltung nur der Synchronimpuls, nicht aber der Burst in den ersten Zeilen übertragen, kann es dazu kommen, daß der verbleibende Rest der Zeilen mit Burst bis zum Beginn des sichtbaren Bildes zu kurz ist, um eine einwandfreie Synchronisation des Farboszillators zu ermöglichen; Farbstreifen sind die Folge (dieser Fehler tritt in der Baubeschreibung der Elektor auf). Bislang wird in allen Macrovisionszeilen (Bild) jedenfalls der reguläre Synchronimpuls und der Burst übertragen!

Es ist nicht zu erwarten, daß Macrovision die immer weitere Verbreitung der Austastgeräte hinnimmt. Bitte beachten Sie auch die beiliegende Kopie eines Schreibens von Macrovision an alle Hersteller und Vertrieber dieser Geräte; in den USA läßt eine andere Rechtslage ein Verbot zu, in der Bundesrepublik jedoch nicht.

Hier sieht die Prognose so aus: Nach einer Zeit der Marktsättigung mit Geräten insbesondere vom Typ ELV und elrad für immerhin bis zu ca. DM 300 wird das Verfahren so modifi-

ziert, daß diese Geräte teilunwirksam werden. Eine einfache Lösung könnte darin liegen, zumindest in den ersten Zeilen den Burst wegzulassen und sofort nach dem Hor.-Synchr.-Imp. die Eintastungen (u.U. mehr als 6) einzufügen. Folge wäre, daß der Bereich, den der Supersandcastle-Impuls für den Burst freihält, jetzt „schutzlos“ für die Störimpulse offen stünde. Versuche in

am Ende (im „oberen“ Teil der Austastlücke) noch einiges versucht werden... Erschwerend wird hinzukommen, daß die neuen Videorekorder nach der Absprache mit JVC nun besonders sensibilisiert werden sollen; einfache Austaster, die nur auf die Schwarzschulter klemmen, die 6 Sprünge auf den Synchronboden aber nicht beseitigen, werden dann unwirksam.



Eine Zeile Macrovision gefällig? Auf den Burst folgen sechs Helltastungen (oder Dunkeltastungen, gestrichelt), die bei etwa 2/3 der Zeilenbreite enden. Die „negativen“ Impulse — parasitäre Synchronimpulse — sind in beiden Fällen vorhanden. (200)

dieser Richtung haben gezeigt, daß zum Beispiel trotz ELV-Gerät das störende Pumpen der Bildhelligkeit wieder auftritt! Wegen der Identität der Verfahren bei dem elrad-Projekt natürlich auch.

Trotzdem bliebe bis zum Beginn des sichtbaren Bildes eine genügende Zahl an Zeilen mit Burst — Farbverfälschungen traten nicht auf. Ärgerliche Anfragen („300 Mark hat das Gerät gekostet und jetzt das!“) bei den Vertreibern wären die Folge; inwieweit die Kunden zu einer neuen Investition in Höhe von DM 300 innerhalb eines Jahres bereit sind, dürfte auf der Hand liegen.

Selbstredend sind weitere Modifizierungen möglich; so kann natürlich nicht nur am Anfang eines Halbbildes, sondern auch

und Weißpegel) nicht mit der von elrad veröffentlichten Darstellung übereinstimmt. Da jedoch die elrad-Schaltung so oder so prinzipiell richtig funktioniert, wollen wir den Blick nach vorn richten und abwarten, was uns Macrovision II an Impulsmüll beschert. Im Labor läuft schon die Kolben-Vorheizung... Im übrigen hatte elrad bei der Entscheidung, eine einfache, preiswerte Schaltung zu veröffentlichen, im Hinblick auf das zu erwartende Störfeuer Macro Mark Two offenbar den richtigen Killerinstinkt; Bausätze werden inzwischen für unter 50 D-Mark angeboten.

Das erwähnte Schreiben von Macrovision an die US-Hersteller von Killergeräten nennt auch die Empfänger; darunter eine Adresse, die wir schon kannten: den Bausatz-Vertrieb des „Macro-Scrubber“. Das ist die aus vielen Einzel-ICs aufgebaute Schaltung, die im Dezember letzten Jahres von einer US-Elektronik-Zeitschrift veröffentlicht wurde.

Über Nachbauprobleme unserer Schaltung sind inzwischen einige Hinweise eingetroffen. Daß es solche gibt, ist zum Teil auf unterschiedliches Verhalten der Videorekorder zurückzuführen. Für einige Typen reicht die Amplitude des Ausgangssignals nicht. Sie müßte (bei angeschlossenem Aufnahme-Rekorder) im Prinzip etwas höher sein als vom Entwickler vorgesehen, jedoch begnügen sich fast alle Rekorder mit dem Signal, das der „Rechtschleifer“ abgibt. Bei Schwierigkeiten kann der Wert von Widerstand R23 (68 Ω) im Ausgang verringert werden, theoretisch bis auf null Ohm. Weiterhin kann es vorkommen, daß die Referenzspannung höher eingestellt werden muß. Abhilfe: R16 (10 k) auf z.B. 22 k oder 33 k erhöhen, den Hauptwiderstand R17 (82 k) durch einen 100-k-Stellwiderstand ersetzen und die optimale Einstellung ermitteln.

Das TDA 2595 ist für diesen „zweckendfremdeten“ Einsatz offenbar nicht ganz so unproblematisch, wie es zunächst schien. In einigen Fällen schwingt das TDA 2595 nicht an. Abhilfe: C8 (2n7) einfach

D.-T. Schneider

Der Zuschrift unseres Lesers ist eine Beschreibung des Macrovision-Störverfahrens beigelegt, die in einigen Punkten (z.B. „Pumpen“ zwischen Schwarz-

elrad 9 + 10/1988

	Bs.	Pl.
FBAS-RGB-Wandler inkl. Audiointerface/Gehäuse	194,90	35,00
Midi-Baßpedal oh. Tastatur inkl. Eprom/Software	132,00	15,00
NDFL-Monoblock inkl. Kühlkörper	69,90	48,01
NDFL-Netzteil inkl. Strombegrenzung	145,00	27,00
Makrovision Killer inkl. Gehäuse/Buchsen	49,90	15,00
Saftladen * Netzteil ohne Trafo TR2	39,90	25,80
Symmetrischer Wandler *		
1 x 15 V → 2 x 10 V	36,90	16,01

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

elrad 11/88

	Bs.	Pl.
Elektrischer Türröffner	39,90	20,00
Batterie-Tester inkl. Gehäuse	41,50	15,00
C64-Soundsampler inkl. Geh./Stecker	59,90	12,00
Netz-Modem/EVU-DÜR inkl. Gehäuse	146,50	35,00

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus elrad, elektor und elo die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!

Fordern Sie unsere Liste Nr.: 12/8 gegen frankierten Rückumschlag an!

Info: Die Original-elrad-Bausätze werden ab Heft 10/1988 ohne Aufpreis grundsätzlich mit gedrehten Präzisions-IC-Fassungen sowie Metallwiderständen bestückt.

Lötdraht

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.

Wir wünschen allen elrad Lesern und unseren Geschäftsfreunden ein frohes Weihnachtsfest und ein gutes, gesundes 1989.



**Dieselhorst
Elektronik**

Inh. Rainer Dieselhorst
Hohenstaufenring 16
4950 Minden
Tel. 0571/57514
Btx/Tlx: 0571/5800108

Vertrieb für Österreich:
Fa. Ingeborg Weiser

Versandhandel mit elektronischen
Bausätzen aus elrad.
Schembergasse 1 D.
1230 Wien, Tel. 0222/886329

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

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 7,50 * Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 * Vorkasse-Scheck DM 5,00. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag. Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●

Ausgangsübertrager für 4x 6550 A (= KT 88)

Ausgangsübertrager für 4x EL 34

Ausgangsübertrager für 2x EL 34

Ausgangsübertrager für 4x EL 84

Studio Mikrofönuübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2
Studio Mikrofönuübertrager Mu-Metall geschirmt 1:1+1

Studio Lineübertrager 1: 1

Studio Lineübertrager 1:1+1

(weitere Typen in der Lagerliste)

A-465 SG DM 180,- Serienfertigung und Sonderanfertigung von Netztransistoren, Übertragen und Drosseln, Trafohauben und Mu-Metall-Abschirmungen lieferbar.

A-434 DM 135,-

A-234 DM 100,-

A-484 US DM 110,- Datenblattmappe über Spezialtransistor für Verstärker, Übertrager, Drosseln und

Audiomodulen gegen Schutzgebühr von DM 7,50 + DM 1,50 Versandkosten

in Briefmarken oder Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702.

EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System MPAS, Gitarren-, Bass-, Synthesizer-, Orgelverstärker.

Prospect Classic, MPAS-1 und Lagerliste E 88 werden zugeschickt gegen DM 1,50 Rückporto in Briefmarken. Bitte gewünschte Liste angeben.

EXPERIENCE electronics Inh. Gerhard Haas
Weststraße 1 • 7922 Herbrechtingen • Tel. 0 73 24/53 18

Geschäftszeiten:
Montag bis Donnerstag 9,00 bis 16,00 Uhr
Freitag 9,00 bis 14,00 Uhr

● STUDIOTECHNIK ●

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. ICS DM 175,-

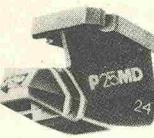
Steckerneutzeit fertig montiert mit Renkstecker DM 38,-

Röhrenverstärker, Fertigeräte und Bausätze von 20 W bis 250 W, Übertrager, Netztransistoren und elrad-Bausätze lieferbar. Lagerliste anfordern.

Selektierte NE5534 lieferbar.

Mu-Metall geschirmt Eingangsübertrager, Line-Übertrager, Studioübertrager, FRAKO-Eikos, Metallband-, Metalloxid-Widerstände i. Lieferprogr. Original-Platinen im Bausatzpreis nicht enthalten, bitte extra bestellen.

Orig. Tonabnehmer



Audio Technica
AT 12 XE 29,-
F3 (MC) 158,-
AT 3600 35,-

Ortofon
SG 5 19,-
OMB 10 35,-
OMB 1 59,-
VMS excl. s. 99,-
X 3mc 159,-

Shure
ME 75-6 36,-
ME 95 ED 79,-
ME 97 HE 99,-
Ultra 500 748,-
P8es su. n. 199,-

1A Nachbau Diamanten

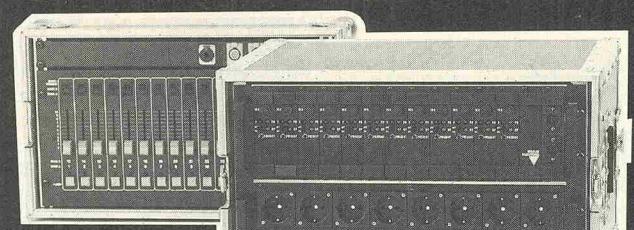
Shure
N 75-6 14,50
N 95 G 30,-
N 95 ED 39,-
N 91 G 22,-
N 91 ED 39,-
VN 35 E 54,-
Elac
D 155-17 28,-
D 355-17 39,-
National
EPS 270 29,-

24-Std.-Schnellversand

Wir führen über 2000 Diamanten lagermäßig. Anfragen telef. o. Liste geg. 1,80 in Briefm. Vers. pér NN + Porto. Ein Jahr Garantie.

Chasseur GmbH Postfach 1747
3280 Bad Pyrmont, Tel. 0 52 31/2 53 23

Das Power Pack



- Leistung pro Kanal 2,2 W, 10 A, wahlweise mit Sicherungsschaltung
- ohmisch und induktiv belastbar
- Preheat-Einstellung
- Halfpowerschalter
- eigene Stromversorgung mit Überspannungsschutz
- Lastausgänge: Harting 10-24 pol, Socapex, Schuko
- oder gemischt
- Steuereingänge: 7 pol. XLR, Siemensleiste, Soca-

Modulsystem
19" 3HE

**BEILFUSS
ELEKTRONIK**

Beilfuss Scheidwaldstraße 30
6000 Frankfurt/M. 60 Telefon: 0 69-4 95 09 50

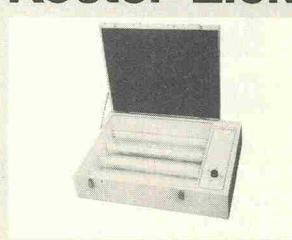
Vertrieb von
Musiker- und
Discothekenzubehör
u. kompl. Ausstattungen
Farbkatalog 10,- DM

**DELTA
SOUND**

Inh. Detlef Risse
Allensteiner Str. 39 • 4730 Ahlen

MUSIK- UND LICHTTECHNIK
Rufen Sie uns an:
02382/71492

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 cm ab DM 154,-
Siebdruckanlage Profi 43 x 53 cm
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

Telefax 0 71 61 / 7 05 23

... außerdem

Eprom-Löschergeräte
Fotopositiv beschichtetes
Basismaterial · Leuchtpulte
Kostenlosen Katalog mit technischen
Daten und Beschreibungen bitte anfordern!

Hitachi		Rk-Trafo kostenlose Liste anfordern										19" Volleinschübe		Kondensatoren	
Leistung VA	50	80	120	170	250	340	500	700	1100			Tiefe: 238 mm bis 345 mm		16 Volt	D x L
2 x 12 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	ab 1	1000 uF	25 x 45 13,00	100 Volt	25 x 45 13,00	
2 x 15 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22000 uF	35 x 45 18,00	22000 uF	35 x 45 19,00		
2 x 18 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	47000 uF	40 x 55 29,00	47000 uF	40 x 55 29,00		
2 x 20 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100000 uF	40 x 105 50,00	100000 uF	40 x 105 52,00		
2 x 24 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	40 Volt	25 x 45 13,00	220 uF	25 x 45 13,00		
2 x 30 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10000 uF	35 x 45 19,00	4700 uF	35 x 45 19,00		
2 x 32 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22000 uF	40 x 55 21,00	10000 uF	40 x 55 23,00		
2 x 36 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	47000 uF	40 x 105 56,00	2200 uF	40 x 105 40,00		
2 x 38 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	63 Volt	25 x 45 13,00	220 uF	25 x 45 13,00		
2 x 42 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4700 uF	39 x 45 18,00	4700 uF	39 x 45 18,00		
2 x 45 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10000 uF	35 x 55 26,00	10000 uF	35 x 55 26,00		
2 x 50 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	22000 uF	40 x 75 53,00	22000 uF	40 x 75 53,00		
2 x 54 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Endstufen ELKO:					
2 x 60 Volt	●	●	●	●	●	●	●	●	●	NKO 12.500 uF 80/90 V 19,95 DM mit M8 Zentralbefestigung					
je 12,50										INFO					
Preis DM	37,-	42,-	52,-	57,-	66,-	74,-	99,-	125,-	174,-						

BENKLER Elektronik-Versand
Inh. Roland Benkler

Winzingerstraße 33 · 6730 Neustadt/Weinstraße
Telefon (0 6321) 300 88 · Btx 0632130089

SOUNDWORKER

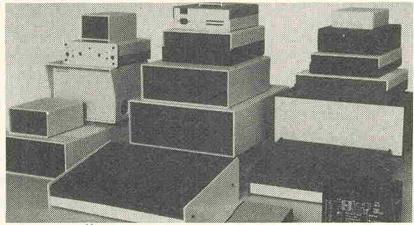
turn the music on



Die Firma für (Selbstbau)-Lautsprecher
D-8000 München 2, Bergmannstr. 3 A-5020 Salzburg, Gabelsbergerstr. 29
Telefon 089/502 40 91 Telefon 06 62/71693
NF-Laden Elektro Vertriebs GmbH

Info gegen DM 2,-/ÖS 20,- Rückporto.

INDIVIDUELLE KUNSTSTOFFGEHÄUSE
INKUG® HAUSHOCH ÜBERLEGEN

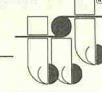


T.I.T. HÄUSSLER ELECTRONIC GMBH

TRANSFER INNOVATIVER TECHNOLOGIEN

D-8000 München 82 · Zehnfelderstraße 79 · Telefon: 089/4 3100 58 · Telefax: 0 89/4 36 11 47
Konstruktionsbüros in Deutschland, England, Frankreich · Vertretungen in Belgien, Niederlande,
Schweiz, Österreich, Italien und Finnland

- ◀ keine Werkzeug- und Formkosten
- ◀ individuelles Design und Größe
- ◀ stabil, sicher und klar konstruiert
- ◀ montagefreundlich – funktionsell
- ◀ schnelle Bemusterung
- ◀ Kleinserienfertigung ab 10 Stck.
- ◀ kurze Lieferzeiten für Serien
- ◀ auf Wunsch: Abschirmung und UL-Material



- Hörner
- Treiber
- Boxen
- Lautsprecher
- Endstufen

Beratung – Service – Verkauf
Schützenstr. 39 – 43 · 5650 Solingen 1
Tel. (02 12) 4 42 91

DENN DIE SCHÄRFSTEN
SACHEN KAMEN IMMER
SCHON AUS SOLINGEN.

Spitzen-Lautsprecherbausätze, ein riesiges
Chassisangebot und ein stark erweitertes
Zubehörprogramm finden Sie in unserem
kostenlosen

Bestellkatalog '89

76 Seiten stark ... Postkarte genügt ...
Hifisound · Jüdefelderstr. 35/52 · 44 Münster

PLATINENHERSTELLUNG

Epoxyd · Pertinax · doppelseitige Epoxydplatine · auch größere Stückzahlen
Reprofähige Vorlage oder Film · Lötkontakt · Bestückungsdruck · Bohrungen
Platinen aus Elektronik-Fachzeitschriften zu Niedrigpreisen
ELRAD-Folien ab Ausgabe 1/85 lieferbar.

Außerdem bedrucken wir fast alles nach Ihren Vorlagen und Wünschen
Frontplatten · Gehäuse · Bestückungsdruck

ilklo electronic · Platinenservice · Karl-Otto Dreyer
6589 Brücken · Mühlenweg 20 · Tel. 0 67 82/43 43

MAKE IT EASY! mit dem PROFI-GEHÄUSE



222-G/R
* inklusive * bronze * rauchglas *

das ideale Gehäuse für den ELEKTRONIK-WECKE

** transparent * * passend für μ -Block und 1,5 mm Platine
hervorragender Werkstoff (MAKROLON/LEXAN);

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

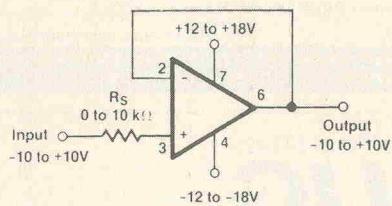
PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

PROFI-GEHÄUSE · 222 und das dazu passende Zubehör (Taster, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELE



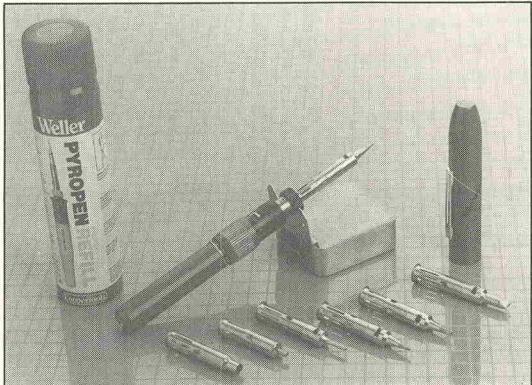
Operationsverstärker

Würdiger Nachfolger

Mit dem RC4077 stellt Raytheon einen Nachfolgetyp zum altbekannten Präzisions-OpAmp OP-07 vor. Der neue OpAmp weist hervorragende Gleichstromkennwerte und eine extrem niedrige Offsetspannung von nur $10 \mu\text{V}$ auf. Weitere wichtige Daten:

- Gleichtaktunterdrückung $> 120 \text{ dB}$
- Versorgungsspannungsentkopplung $> 110 \text{ dB}$
- Offsetdrift $< 0,3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- Offene Verstärkung $> 5000 \text{ V/mV}$

Die dynamischen Kennwerte sind mit dem OP-07 vergleichbar, jedoch konnte die Stromaufnahme auf etwa 50 % verringert werden. Der RC4077 ist in allen gängigen Gehäuseformen einschließlich SO-8 lieferbar.



Lötgeräte

Junior lötet

Cordless Pyropen Jr. heißt der neue temperaturkontrollierte Gaslöt Kolben von Weller, der mit seinen 57 g Lebendgewicht und mit 0,5-mm-Spitze versehen besonders für den Einsatz in der Elektronik geeignet ist. Aber auch für andere Anwendungen, bis hin zum Schrumpfen mit Heißluft, stehen die

verschiedensten Spitzen und Düsen zur Verfügung. Die Grundausführung besteht aus dem Lötkolben mit Longlife-Spitze, Butangas-Nachfüllung, Ablage mit Schwamm sowie einer Gebrauchsanleitung. Das Produkt wird von The Cooper Group Deutschland GmbH in Besigheim vertrieben.

Umweltschutz

Eh sie vergammeln: sammeln . . .

heißt eine Aktion, die die Berliner Stadtreinigungs-Betriebe zusammen mit Sanyo-Deutschland gestartet haben. Gemeint ist ein erstmalig in Europa ins Leben gerufenes Batterie-Recycling. Verbrauchte Trockenbatterien — 1987 waren es allein in Berlin 800 Tonnen — sollen in Zukunft separat eingesammelt und mit Hilfe der Pilotanlage eines Schweizer Unternehmens umweltgerecht aufgearbeitet werden.

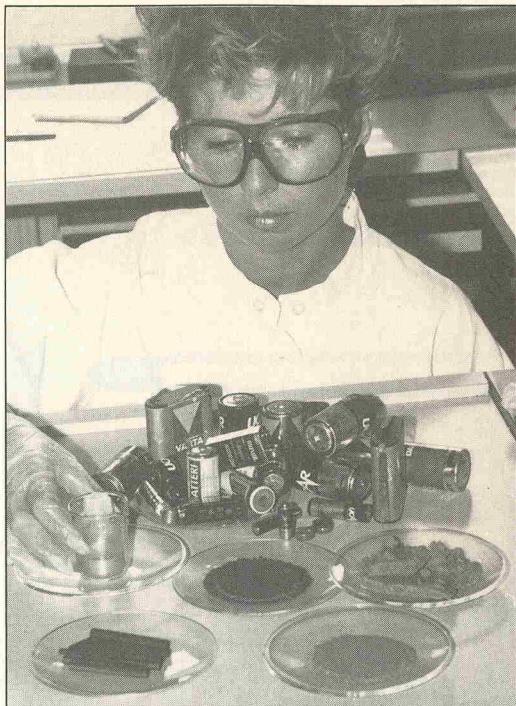
Bei diesem neuen Verfahren werden die Batterien unsortiert und ohne Vorbehandlung unter Luftabschluß bis 650°C erhitzt und danach einer metallurgischen Behandlung unterzogen. Bestandteile wie Quecksilber, Cadmium, Nickel und andere Schwermetalle werden dabei elektrolytisch abgeschieden und bis zu 95 % rückgewonnen. Die übrigen Rückstände gelten danach als deponiefähig.

Die Anlage soll Mitte 1989 ihren Betrieb aufnehmen. Aber, so ein Aufruf der Berliner Müllmänner, auch bis dato soll schon fleißig gesammelt werden.

Wenn es jedoch nach den neuesten Veröffentlichungen der hannoverschen Batterie-Schmiede Varta geht, ist das alles gar nicht mehr nötig.

Oder doch gleich in den Müll?

Denn dort behauptet man: „Kaum eine Batterie muß noch zurückgegeben werden!“ Grund



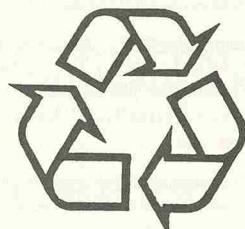
für dieses Statement liefert eine freiwillige Vereinbarung über den Umgang mit verbrauchten Batterien, die am 9. September Vertreter der Batterie-Industrie, des Einzelhandels und der privaten Entsorger dem Bundesumweltminister überreichten.

In diesem Schreiben hat sich die Industrie verpflichtet, all jene Batterien deutlich zu kennzeichnen, die auf jeden Fall gesammelt werden sollten. Einzelhändler und Entsorger haben darin ihre Bereitschaft zur Rücknahme erklärt. Zur Kennzeichnung soll das ISO-Symbol für Recycling dienen, das aus drei im Dreieck angeordneten Pfeilen besteht.

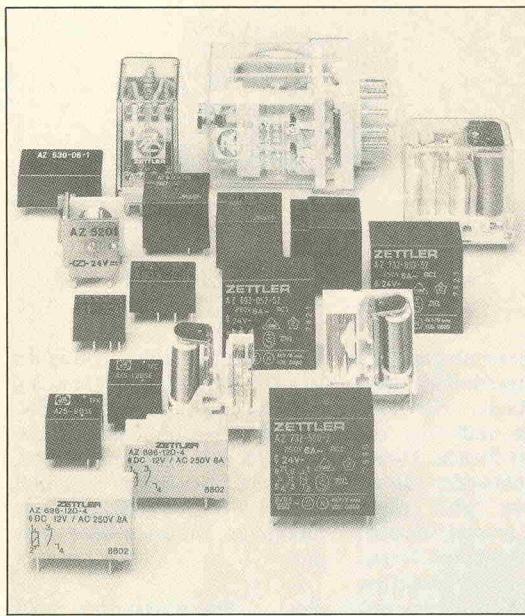
So gehören keinesfalls in den Haushmüll:

- quecksilberhaltige Knopfzellen
- wiederaufladbare Gerätbatterien
- Klein-Bleibatterien
- Starterbatterien

Unbedenklich in den Haushmüll dürfen dagegen — laut Varta — alle rund 380 Millionen Haushaltbatterien, die jährlich anfallen, wenn sie ab 1989 den Grenzwert von 0,1 % Quecksilber am Gesamtgewicht nicht überschreiten.



Vielleicht sollte man hier einfach kombinieren und dennoch nach Berliner Art auch die 'unbedenkliche' Alzelle sammeln und recyceln! Erstens hält doppelt besser. Und zweitens haben sich Industrie, Entsorger und Umweltminister so manches Gewichtsprozent an Glaubwürdigkeit selbst verspielt.



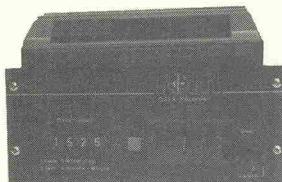
Bauelemente

Relaisstation

Nicht weniger als 37 verschiedene Relais-Typen zeigt auf einen Blick ein Faltblatt, das die Firma Zettler, München, speziell für den Geräte-Entwickler herausgegeben hat.

Die Palette umfaßt Klein-, Miniatur-, Dual-in-Line- und Flachformrelais, solche für Kfz-

und Industrieanwendungen sowie Stromstoß- und Hybridrelais. Zu jedem Basistyp sind neben den Abmessungen die maximal mögliche Kontaktbelastung, die Leistungsdaten, das Kontaktmaterial, die Ausführungsdaten, Anschlüsse, Zulassungen und andere Merkmale angegeben. Der Farbprospekt kann kostenlos angefordert werden.



Umwelt-Meßtechnik

Radio-Rekorder

Handelsübliche Compact-Cassetten bespielen und wiedergeben kann dieser nicht alltägliche Rekorder wie jeder andere auch. Doch die Stärke seiner Aktivitäten liegt nicht im Mitschneiden von Radioprogrammen, sondern im Aufzeichnen von Radioaktivität.

Der Data-Rekorder, den die Firma Robert Mayr aus 8908 Krumbach spe-

ziell für Langzeitprotokolle ihrer Gammasonde entwickelt hat, speichert die digitalisierten Meßwerte auf einer normalen Magnetbandkassette oder einem portablen Buffer. Die so gewonnenen Meßprotokolle können nach Abschluß der Arbeiten per Kabel oder Modem auf beliebige Rechner, Drucker oder Disketten überspielt werden.

Mit seinem Preis von DM 2182,— zzgl. MwSt. ist das papiersparende und damit umweltfreundliche Gerät selbst für kleinere Gruppen und Initiativen erschwinglich, die ein Interesse an der Dauerüberwachung und -aufzeichnung der Umweltradioaktivität haben.

HiFi-Endstufen und Aktivboxen

Power-Baukasten

Die Firma Visaton, bislang wohlbekannt als Hersteller von Lautsprechern und Boxenbausätzen, erschließt ein neues Terrain. Jeder Lautsprecher braucht seinen 'Saft'. Den liefert gewöhnlich der Endverstärker — und warum sollte der fremder Herkunft sein?

Wer sich jedoch auf das reichbesiedelte Gelände des Verstärkerbaus begibt, muß schon etwas Besonderes bieten, um im herrschenden High-End-Getümmel bestehen zu können. Visaton setzt dabei auf eine bewährte Boxen-Strategie: Selbstbau — aber so, daß es beinahe kinderleicht geht.

Modac A5 heißt das neue Verstärkerkonzept aus Haan, das mit nur einem Basismodul elf verschiedene Endstufen-Lösungen zuläßt.

Die Basis bildet dabei ein Kühlgigant von der Größe einer Schreibmaschinenseite, für dessen Rückseite sich acht MOS-FETs erwärmen dürfen. Die nicht viel kleinere Platine dazwischen weist dagegen nur das Nötigste auf, das ohnehin allen Verstärkerarten gemein ist. Was nämlich aus der Sache wird, bestimmen letztlich allein die Module, die je nach gewünschter Übernahmefrequenz frei nach Tabelle zu bestücken gehalten werden.

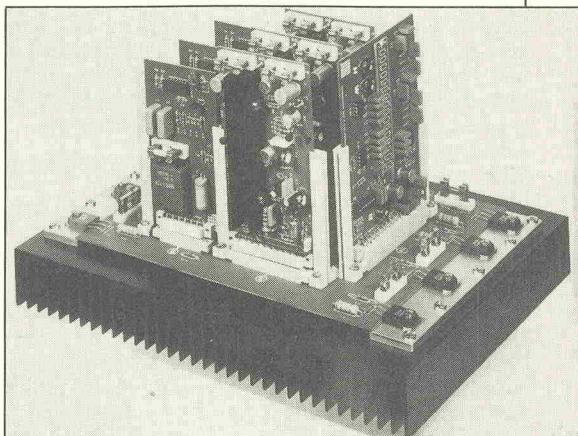
Mit Eingangsmodul, Treibermodul und zwei Schutzschaltungsmodulen lassen sich zum Beispiel drei unterschiedliche Monoblock-Verstärker aufbauen: Die Platzierung von Drahtbrücken entscheidet dabei, ob es eine laststabile 390-Watt-Endstufe für

Lautsprecher mit kritischen Impedanzen bis herab zu 2Ω wird, eine Hochleistungs-Brückenschaltung für 400 Watt an 8Ω oder ein 80-Watt-Class-A-Verstärker der immerhin 4A Ruhestrom frißt.

Wer die Basisplatine für eine Stereo-Endstufe nutzen will, benötigt je ein weiteres Treiber- und Schutzmodul. Die erreichbare Leistung verteilt sich in diesem Fall auf 2×200 W an 4Ω . Und da ein solcher zweikanaliger Verstärker natürlich auch gut für 2-Weg-Aktivboxen einzusetzen ist, gibt es ein

dularkonzept für allejenen Hifi-Enthusiasten, die sich mit ihrer Entscheidung für eine bestimmte Anlage nicht langfristig festlegen wollen. Modac A5 gestattet ein problemloses Fortschreiten von einer Ausbaustufe zur nächsten und läßt sich auch von weniger versierten Hobbyisten nachvollziehen.

Daß bereits geringste Vorkenntnisse in Elektro- und Löttechnik ausreichen, um mit dem recht anspruchsvollen System erfolgreich arbeiten zu können, liegt nicht zuletzt an einem eigens zum Modac-Kon-



2-Wege-Modul, das die entsprechenden aktiven Weichenfilter enthält, die je nach gewünschter Übernahmefrequenz frei nach Tabelle zu bestücken sind.

Gleichermaßen gilt für die letzte Ausbaustufe, die sowohl den Aufbau von 3-Weg-Aktivboxen erlaubt als auch die Realisierung von Subwoofer-Systemen, für die es ein besonderes Steckmodul gibt.

Besonders interessant

herausgegebenen Handbuch, das auf 140 Seiten liebevoll gestaltet und mehr als ausführlich den Aufbau und Abgleich der verschiedenen Varianten zeigt.

Ebenso wie das Modac-System ist auch das Handbuch im Fachhandel erhältlich. Die DM 18,— Schutzgebühr lohnen sich auch für jene, die — auch ohne letztlich selbst zu bauen — ein wenig Einblick in die Praxis von Leistungs- und Aktivendstufen bekommen wollen.

Spannungs/ Frequenz-Umsetzer SSM 2031

Der Baustein
SSM 2031 ist ein
U/f-Konverter mit hoher maximaler
Schwingfrequenz, großem Abstimmungsbereich
sowie hoher Linearität und Temperaturstabilität.

Der Abstimmungsbereich des SSM 2031 beträgt bei ± 15 V Betriebsspannung mindestens 10 000:1. Die Temperaturstabilität beträgt typisch 50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$. Für Anwendungen, in denen ein Zweiphasentakt benötigt wird, wurden komplementäre Ausgänge vorgesehen. Der SSM 2031 ist in einem Minidip-Gehäuse mit acht Anschlüssen untergebracht. Als frequenzbestimmende Bauelemente dienen ein Widerstand und ein Kondensator.

Typische Eigenschaften dieses U/f-Wandlers sind:
Frequenzbereich: 0,001 Hz bis 10 MHz;
Linearität bis 1 MHz: typisch 0,1%;
Komplementärausgänge: Q, \bar{Q} ;
die Ausgänge sind TTL-kom-

patibel; der Eingang ist direkt an Digital/Analog-Konverter mit Stromausgang anschließbar.

Die Schwingfrequenz des SSM 2031 wird durch den in Anschluß 4 fließenden Strom und durch den Wert des Kondensators zwischen den Anschlüssen 2 und 3 bestimmt. Um optimale Betriebsbedingungen für die Spannungs/Frequenz-Umsetzung bei hohen Frequenzen zu erreichen, sollte der Kondensator einen sehr niedrigen Verlustfaktor aufweisen. In Frage kommen Kondensatoren mit Polystyrol- oder Teflondielektrikum. Diese Kondensatortypen neigen nicht zur Kapazitätsveränderung bei hohen Frequenzen.

Die Schwingfrequenz berechnet sich zu:

$$f_0 = U_e / (40 \cdot C \cdot R_e)$$

oder

$$f_0 = I_e / (40 \cdot C) \text{ bei } U_b = \pm 15 \text{ V.}$$

Für Kapazitätswerte unterhalb 50 pF ist die tatsächliche Schwingfrequenz etwas geringer, da sich hier bereits schädliche Streukapazitäten bemerkbar machen, die man sich als dem Kondensator parallel geschaltet vorstellen kann.

Der Frequenzsteuereingang des SSM 2031 (Anschluß 4) liegt virtuell an Masse. Zur Frequenzsteuerung muß hier ein negativer Strom fließen. Dieser Strom kann entweder direkt eingespeist oder über einen Vorwiderstand erzeugt werden, der zwischen Anschluß 4 und dem -15-V-Anschluß eingefügt ist und dessen Wert die jeweilige Schwingfrequenz bestimmt. Für eine Steuerspannung zwi-

Frequenzmodulation möglich ist. Die Modulationsspannung wird über R_e zugeführt. Soll die Schaltung ohne den Widerstand R_f arbeiten, muß zur Erreichung einer hohen Stabilität die negative Betriebsspannung besonders gut stabilisiert werden.

Der Stromeingang des SSM 2031 ist direkt an den Stromausgang eines Digi-

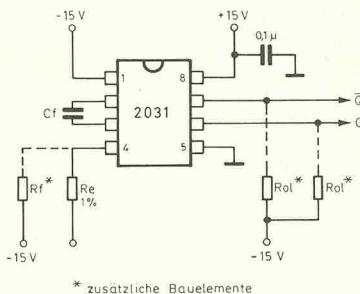


Bild 2.
Typische Anschlußkonfiguration des SSM 2031.

schen 0 und -15 V sollte der Widerstandswert im Bereich $1 \text{ k}\Omega \leq R_e \leq 10 \text{ M}\Omega$ liegen.

Für eine hohe Genauigkeit und eine gute Temperaturstabilität sollte hier ein Metallfilm-Widerstand mit maximal 1% Toleranz verwendet werden. Der ausnutzbare Eingangsstrombereich beträgt $250 \text{ nA} \leq I_e \leq 10 \text{ mA}$.

Die beste Temperaturstabilität wird erreicht, wenn die Steuerströme unter 5 mA bleiben, da sonst Selbstauftaufheizungseffekte auftreten. Der SSM 2031 ist so ausgelegt, daß die Schwingfrequenz prinzipiell unabhängig von beiden Betriebsspannungen ist, wenn der Eingangswiderstand mit der negativen Betriebsspannung verbunden ist (typischer Anschluß von R_f siehe Bild 2). R_f und C_f bestimmen die Mittenfrequenz, die durch Änderung der Eingangsspannung nach oben und unten gesteuert werden kann, so daß

Digital/Analog-Konverters oder eines U/f-Umsetzers mit exponentieller Kennlinie — wie z.B. der SSM 2100 — anschließbar.

An den beiden Ausgängen des SSM 2031 stehen komplementäre Rechtecksignale mit TTL-Pegel an, die ohne Zusatzbeschaltung die Ansteuerung aller TTL-Logikfamilien bis 3 MHz erlauben. Soll der volle Frequenzbereich bis 10 MHz ausgenutzt werden, oder ist die kapazitive Belastung an den Ausgängen verhältnismäßig hoch, müssen an die Ausgänge 6,8-kΩ-Widerstände (R_{ol}) angeschlossen werden, die mit der negativen Betriebsspannung verbunden sind (Bild 2). Benötigt man MOS-Logikpegel größer als 5 V, kann man an die Ausgänge einen preiswerten Dual-MOS-Clocktreiber anschließen.

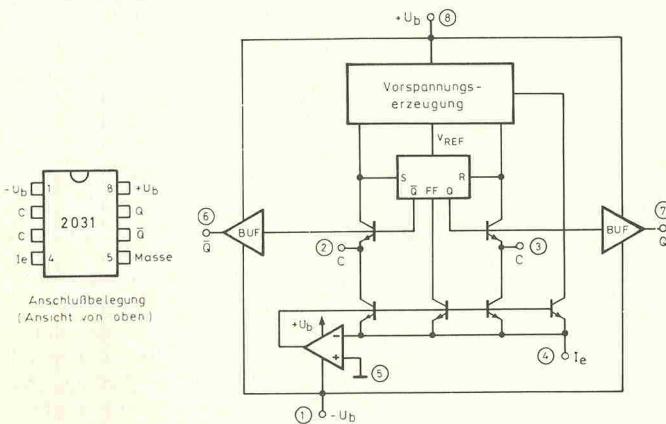


Bild 1. Anschlußbelegung und Blockschaltbild des SSM 2031.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 1/88

Netz-Modem	SSo DM 155,50
C64-Soundsampler	DM 59,80
Vollautomatischer Tester	DM 26,90
Elektroakustischer Türöffner	DM 31,70
Heft 10/88	
MIDI-Bauplatt: Midi Platine	DM 94,90
VFO-Zusatz für 2-m-Empfänger	DM 22,60
FBAS-RGB-Wandler (o. Verzögl.) mit Audio	So DM 99,80
E.M.M.A.-C-64-Brücke	DM 59,50
Video-Kopierschutz-Filter	DM 29,90
SMD-Panelmeter	DM 58,80
Heft 9/88	
2-m-Empfänger	DM 94,90
NDPL-Monoblock: Verstärker	DM 49,90
Netzteil	So DM 119,40
Strombegrenzung	DM 32,80
E.M.M.A.-IEC-Konverter	So DM 69,70
Gleichspannungswandler	DM 29,60
Geschaltetes Festspannungsnetzteil o. RKT	DM 117,50
SMD-DC-DC-Wandler	DM 79,60
Nachtrag 9/88	
Video-Kopierschutz-Filter	DM 29,90
SMD-Panelmeter	DM 58,80
Immer noch gefragt: Delta-Delay (Heft 7/8/86)	So DM 146,90
Noch im Programm: Mini-Sampler Fertiggeger mit Gehäuse	So DM 49,80
Programmierbare Encoder/Decoder PED 7/PED 15	DM 12,90

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

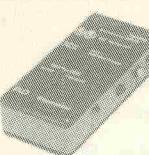
Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Listen kostenlos gegen 0,80 DM Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

Zu allen ELEKTOR-ELO und ELRAD-Bauanleitungen liefern wir Ihnen komplette Bausätze.

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 $\pm 10\%$ typ. Zählerohrspannung ca. 520 V, geregelt. Impulsdauer 100 μ s; max. 10 000 Imp./S. Anzeige optisch und akustisch.

Digitale Auswertschaltung: 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).

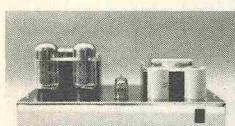
Preise: Bauteilesatz Strahlungsindikator mit ZP 1400 SO DM 289,10
Bauteilesatz digitale Auswertung SO DM 114,00
Gehäuse mit Befestigungsmaterial DM 18,90
Platine ELO 7/86 Satz = 2 Stück DM 26,90

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 — Stadtsparkasse 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



audiophile
Röhrenverstärker
und
Lautsprecherbausätze

Audio Workshop

Inh. U. Raphael, Bachstr. 11, D-4390 Gladbeck, Tel. 0 20 43 / 6 66 44

SOUNDLIGHT MIDI-EXTENDER



Gestalten Sie Ihre persönliche Lightshow — perfekt und synchron zur Musik! Gesteuert per Drum-Pad, Keyboard oder Sequenzer, übertragen mit MIDI und umgesetzt mit dem SOUNDLIGHT MIDI-Extender 4012A oder 4024A.

- Perfekte Synchronisierung von Ton und Show
- Mikroprozessorgesteuert
- 12 oder 24 Kanäle
- MIDI systemkompatibel
- 19"-Einschub 1 HE

Bitte fordern Sie unser neues, kostenloses Info 9/88 über professionelle Bühnenlichtanlagen und Zubehör an:

SOUNDLIGHT Ing.-Büro Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Am Lindenhofe 37 b · D-3000 Hannover 81

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (0231) 168 63

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 μ F von 40V—100V Roederstein Netzteile für Leistungsstufen mit RK-Trafos, Siebdrosseln • "Hi-End"-Relais von SDS • ALPS-Potis 10K log./100K log. in Stereo • **Superkleine Elkos in 385 V-/47 μ F/100 μ F/220 μ F 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

SOUNDWARE

Sound/Technik/Styling

AUDAX

SIARE

Auto-Lautsprecher Bausätze

Proraum Alleinvertrieb
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



Gehäuse-Mode '89

Von A wie Abschirmung bis Z wie Zeitgeist

Michael Oberesch

Was ist das? Es sieht toll aus, leistet Abschirmdienste, und wenn es runterfällt, bleibt die Schaltung heil? Moderne Elektronikgehäuse bieten noch mehr: Sie sind Berührschutz, Nässepuffer und Klimakammer. Die Sache mit dem Aussehen ist dabei wohl noch der schwierigste Punkt: Geschmäcker sind verschieden und so unsterblich wie die Länge von Damenröcken. Doch die Industrie spielt mit. Die Couturiers der Gehäuse-Häuser bedienen ihre Kundschaft ebenso zuverlässig mit neuen Kollektionen wie Pariser Damenschneider. So muß es auch in einer Elektronik-Zeitschrift von Zeit zu Zeit heißen: Neues vom Modemarkt — die 89er-Kreationen in Plastik, Stahl- und Alublech!

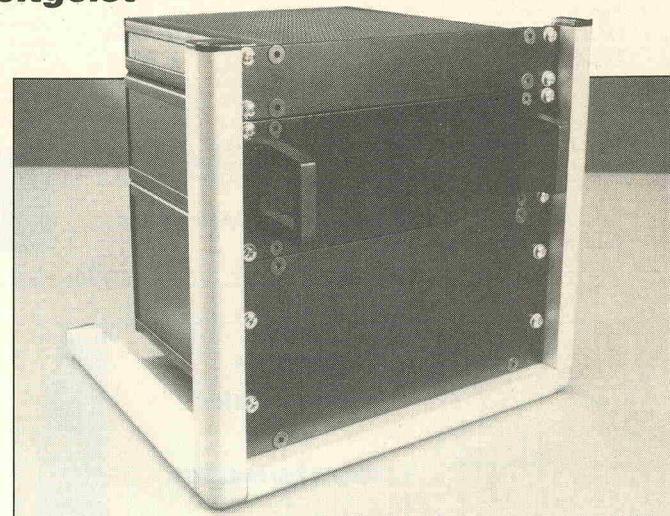
Auch für die nächste Saison setzt man in nahezu allen europäischen Häusern auf dezente Farben. Der Trend zu lichtgrau, eierschalen-beige und schwarz ist bei Kunststoffgehäusen nach wie vor ungebrochen. Wo Metalle verarbeitet werden, hält man sich oft an bewährte Naturtöne: silbergrauer Stahl, gebürstetes Aluminium, aber nur wenig Messing.

Neue Trends zeigen sich dagegen im Schnitt. Besonders bei kleineren Größen hat man sich wieder sehr viel einfallen las-

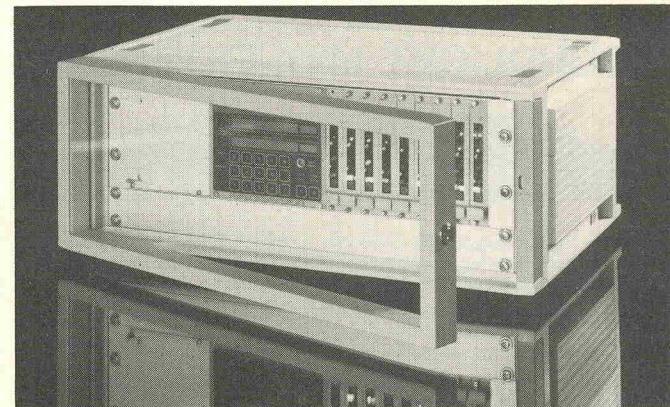
sen. Für die etwas umfangreichere Schaltung hingegen bleibt häufig nur das bewährte 19"-Gehäuse, das jedoch im Laufe der letzten Jahre viel von seiner anfänglichen Häßlichkeit verloren hat. Immer noch zeitlos sachlich in der Linie, ob als kleines Schwarzes oder im Silberlook, zeigt es sich heute oft mit dezenten Accessoires aufgewertet, die sowohl elegant als auch praktisch sind.

So haben zum Beispiel die Blechschneider der Firma elcal-systems aus Burladingen ihren ganz normalen 19-Zöllern nur einen neuen Rahmen verpaßt — schon präsentieren sich die schlanken Kästen im Verbund als Rack im Hightech-Look, das auch ins neonbeleuchtete Heim paßt. Offene Winkel sind angesagt; sie zeigen viel Schenkel und lassen tiefe Einblicke von oben und von hinten zu. Und da schmale Linien nach wie vor gefragt sind, setzt inzwischen auch der schwäbische Designer mehr und mehr auf die 19-Halbe-Front.

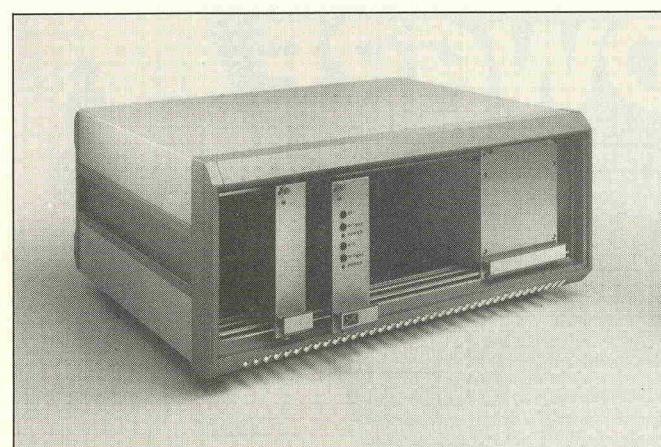
Ungehinderten Zugriff ermöglicht dagegen das Ensemble cardpac von Schroff. Das 19" große Schalengehäuse läßt sich vorteilhaft mit den verschiedensten Einschüben kombinieren und ist bei Bedarf an allen wichtigen Stellen mit wenigen Handgriffen zu öffnen.



Offen nach allen Seiten: Ein Rack von elcal mit 19-Halbe-Einschüben.

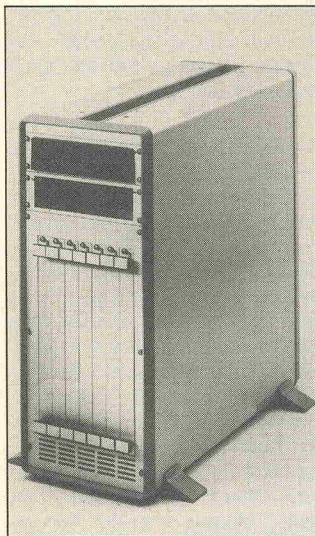


Für Unbefugte verboten: Internorm von bopla gibt es auch mit Tür.



Nicht bei jeder Gelegenheit ist solche Offenherzigkeit geboten. Die Mode für Betrieb und Labor zeigt sich da etwas verschlossener, aber dennoch von schlichter Eleganz. Beispielhaft hier ein seitlich zu schließendes Modell der Serie Internorm von bopla, das zwar Einblicke gewährt, ohne jedoch gleich Zugriffe zu provozieren.

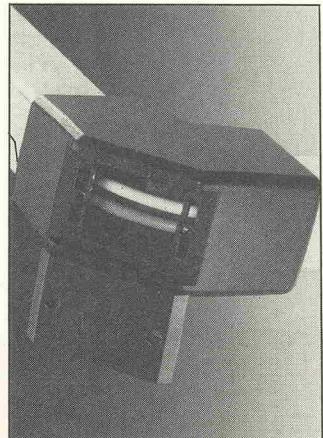
cardpac von Schroff als Tischmodell. Das Gehäuse ist in ähnlicher Form auch als Einschub zu bekommen.



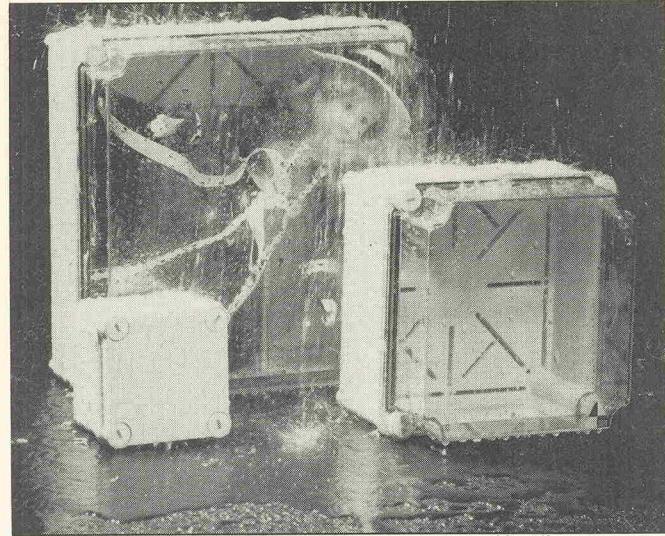
Bodenständig. In der Tower-Version nimmt der Rechner neben dem Schreibtisch Platz.

Fast zu schade für die Fabrik. Mancher Futurist würde in der CC 2000-Serie von Bernstein auch gern seine Hifi-Anlage verpacken.

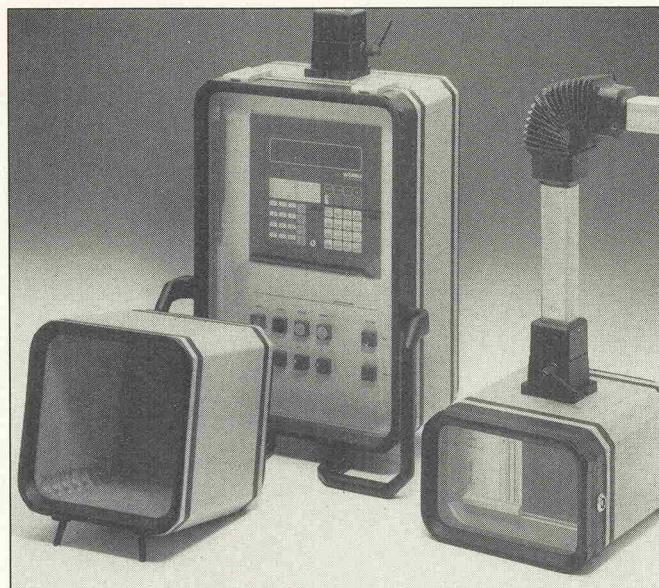
Schick ist im nächsten Jahr nicht nur im Büro gefragt. Auch die Arbeitsplätze in der Produktion werden mit zunehmender Automatisierung immer properer, was die Gehäusebranche mit wachem Auge registriert. Das Haus Bernstein in Porta Westfalica setzt hier Akzente mit seiner Gruppe CC 2000, die durch sachliche Strenge und nahezu futuristisches Design besticht. Die Modelle unterliegen der Schutzart IP 65, sind ausnahmslos robust und pflegeleicht, wirken aber dennoch schwerlos und leicht schwingend. Ein schmaler Träger gibt dabei sicheren Halt und lässt, bei viel Bewegungsfreiheit, hier und da auch schon mal ein Knie sezen.



Was die Trends der vergangenen Jahre bereits andeuten, setzt sich konsequent in dieser Saison fort: In der Mode fürs Büro zeigt sich die 89er Linie zumeist bodenlang, unten geschlitzt und extrem schlank, wobei die Laufwerke gern oben getragen werden. Stellvertretend steht hier, ebenfalls von Schroff, das Modell compac, mit dem sich zudem gut rechnen lässt, da es Platz für sieben VME-Boards bietet.



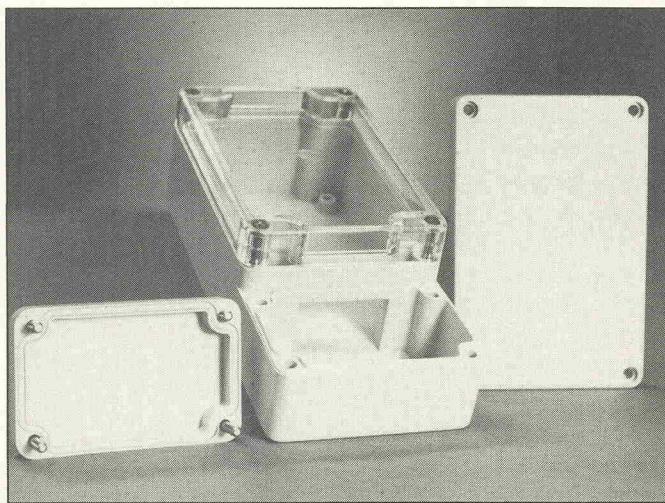
Wenn der Regen auch noch so sauer ist... Die Gehäuse von Bicc-Vero halten mehr aus als unsere Bäume.



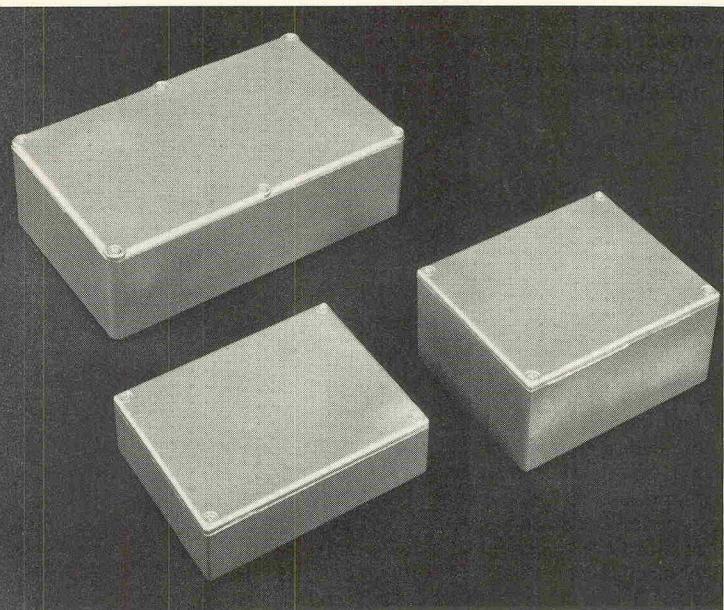
Doch nicht in allen Bereichen der industriellen Produktion geht es sauber und trocken zu. Kein Grund heutzutage, auf modische Formen zu verzichten: Mit den zwei neuen Schutzgehäuseserien nach IP 55 und IP 66 darf sich der Kunde getrost in den stärksten sauren Regen begeben. Bicc-Vero aus Bremen fertigt diese Modelle aus strapazierfähigem Polykarbonat und bietet sie in drei bzw. zwölf verschiedenen Größen an.

Wettergeschützt ummantelt zeigen sich kleinere Schaltungen auch in einer aktuellen Kollektion von bopla, die sich besonders für die Wandbefestigung eignet. Im oberen, etwas weiter gearbeiteten Teil bieten diese aus ABS gefertigten Gehäuse Platz für Elektronik und Bedienelemente, der flacher gehaltene untere Klemmraum dient dabei der Kontakttaufnahme mit der Außenwelt. Hochgeschlossen zeigen sich diese Modelle in der K-Version, während die transparenten GK-Modelle tiefere Einblicke gewähren.

Kein Kabelsalat hinter Bernstein-Gehäusen: Die Tragarme zeigen Seele.



Klemmraum. Das TK-215 von bopla hat einen separaten Deckel für den Kabelanschluß.



Aus einem Guß. Die HF-dichten von Bicc-Vero werden kundenspezifisch gefertigt.

wähnt man im Bremer Gehäuse-Haus und fertigt die 2,4 mm starken Druckgußboxen nach Kundenwunsch.

Ähnlich im äußeren Erscheinungsbild und gleichfalls in hohem Maße störstrahlungsdicht geben sich die Baby-Gehäuse von Süssco. Die Hamburger, die ansonsten für raumgreifende Maßschneiderei im großen Stil bekannt sind, berufen sich darauf, bei der Kreation ihrer kleinsten Serie speziell die Anforderungen von Industrie, Forschung und — wie es sich für brave Hanseaten gehört — der Marine ausgelotet zu haben und liefern, im Gegensatz zu den Kollegen von der Weser, ihre Abschirmboxen in sechs verschiedenen Konfektionsgrößen.

Noch zugeknöpfter als bei den wasserdichten geht es bei den HF- und EMP-festen Umhüllungen zu. Das Haus Bicc-Vero — allgemein eher bekannt für reichhaltiges Angebot von der Stange — setzt hier nicht ohne Grund auf Maßgeschneidertes: Die individuellen Anforderungen seien sehr verschieden,

Schutzarten nach DIN und VDE

Hans-Heiner Junker

Elektrische Betriebsmittel werden heute an fast allen Orten installiert und betrieben. Dabei müssen sie den unterschiedlichsten Umweltbedingungen standhalten. In privaten Haushalten werden sie meist in trockenen und staubfreien Räumen eingesetzt, in Industriebetrieben dagegen sind die Räume oft mit Staub belastet, und Nässe in Form von Spritzwasser ist keine Seltenheit. Je nach Einsatzort müssen die Geräte diese Umweltbedingungen vertragen können; sie dürfen nicht ausfallen oder, was noch viel schlimmer wäre, das bedienende Personal gefährden.

Um mit Staub und Wasser in der Umgebung fertig werden zu können, müssen insbesondere die Gehäuse von Geräten bestimmte Eigenschaften aufweisen, die in der Norm DIN 40 050 beschrieben sind, die den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch Gehäuse und Abdeckungen in Schutzarten und Schutzgraden klassifiziert und die dazugehörigen Kurzzeichen festlegt. Ihr Inhalt umfaßt:

a) den Schutz von Personen gegen Berühren von betriebsmäßig unter Spannung stehenden Teilen oder gegen Annähern an solche Teile sowie gegen Berühren sich bewegender Teile innerhalb von Betriebsmitteln (Gehäusen) und den Schutz der Betriebsmittel gegen Eindringen von festen Fremdkörpern (Berührungs- und Fremdkörperschutz)

sowie

b) den Schutz der Betriebsmittel gegen schädliches Eindringen von Wasser (Wasserschutz).

Die nach dieser Norm erreichten Schutzgrade werden als Kurzzeichen angegeben. Das

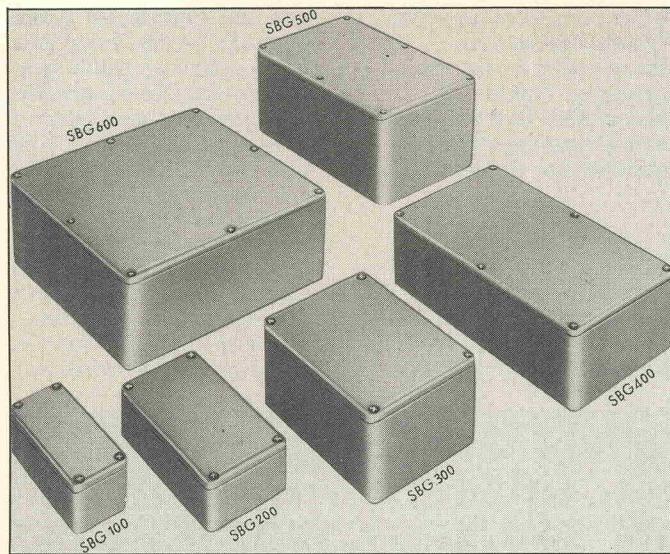
Kurzzeichen besteht dabei aus zwei Buchstaben (I und P = International Protection) und zwei Ziffern. Die erste Kennziffer gibt Auskunft über den Berührungs- und Fremdkörperschutz, die zweite Ziffer über den Wasserschutz.

Schutzgrade für die erste Kennziffer:

- 0 Kein besonderer Schutz.
- 1 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser > 50 mm. Kein Schutz gegen absichtlichen Zugang.
- 2 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser > 12 mm. Fernhalten von Fingern und ähnlichen Gegenständen.
- 3 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser $> 2,5$ mm und Fernhalten von solchen Werkzeugen, Drähten oder ähnlichen Gegenständen.
- 4 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser > 1 mm und Fernhalten von Werkzeugen, Drähten oder ähnlichen Gegenständen.
- 5 Schutz gegen schädliche Staubablagerungen. Das Eindringen von Staub ist nicht vollkommen verhindert. Die Arbeitsweise des Betriebsmittels darf aber nicht beeinträchtigt werden. Vollständiger Berührungs- schutz.
- 6 Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht). Vollständiger Berührungs- schutz.

Schutzgrad für die zweite Kennziffer

- 0 Kein besonderer Schutz.
- 1 Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Tropfwasser).
- 2 Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf bei einem bis zu 15° gegenüber seiner normalen Lage gekippten Betriebsmittel (Gehäuse) keine schädliche Wirkung haben (schrägfallendes Tropf wasser).
- 3 Schutz gegen Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° zur Senkrechten fällt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Sprühwasser).
- 4 Schutz gegen Wasser, das



Hier drinnen darf es ruhig schwingen. Süssco bietet sechs Größen für die HF.

aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) spritzt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Spritzwasser).

- 5 Schutz gegen einen Wasserstrahl aus einer Düse, der aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) gerichtet ist. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Strahlwasser).
- 6 Schutz gegen schwere See oder starken Wasserstrahl. Das Wasser darf nicht in schädlichen Mengen in das Betriebsmittel (Gehäuse) eindringen (Überfluten).
- 7 Schutz gegen Wasser, wenn das Betriebsmittel (Gehäuse) unter festgelegten Druck- und Zeitbedingungen in Wasser getaucht wird. Das Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen (Eintauchen).
- 8 Das Betriebsmittel (Gehäuse) ist geeignet zum dauernden Untertauchen in Wasser — bei Bedingungen, die durch den Hersteller zu beschreiben sind (Untertauchen).

Ein staub- und spritzwassergeschütztes Gehäuse müßte also nach obiger Festlegung die Bezeichnung IP 54 tragen. An Haushaltsgeräten und Büromaschinen findet man jedoch übli-

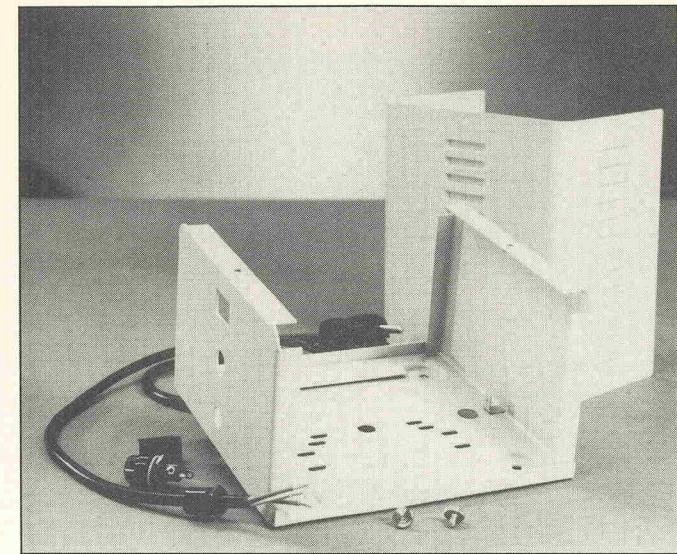
cherweise diese Bezeichnungen nicht. Für Geräte, die in privaten Bereichen eingesetzt werden, gelten andere Symbole, die den Wasserschutz beschreiben. Diese Schutzart ist in den VDE-Bestimmungen 0700 festgelegt (Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke):

- # # Tropfwasserschutz
- # # Spritzwasserschutz
- # # wasserdicht

Weiterhin werden in der VDE-Bestimmung 0710 (Vorschriften für Leuchten mit Betriebsspannungen unter 1000 V) zusätzliche Fremdkörper- und Wasserschutzarten beschrieben:

- # # Regenschutz
- # # Staubschutz
- # # staubdicht

Diese Schutzarten entsprechen nicht ganz den Schutzarten, wie sie in DIN 40 050 beschrieben sind, da sie etwas anderen Prüfanforderungen unterliegen. Die Auswirkungen im praktischen Alltag sind jedoch sehr klein und in der Regel vernachlässigbar, so daß beide miteinander verglichen werden können:



Stabile Schalen aus Stahlblech und leicht zu bearbeitende Flächen aus Alu bietet Brunnenberg.

Schutzart nach IEC-Publ. 144 und DIN 40050	Schutzart nach VDE 0710
IP 23	
IP 43	
IP 44	
IP 50	
IP 54	
IP 55	
IP 60	
IP 65	
IP 67	
IP 68	

Werden dagegen Geräte industriell eingesetzt, z.B. Monitore oder Tastaturen in Produktionsanlagen, so empfiehlt es sich, deren Gehäuse nach DIN 40 050 prüfen zu lassen und sie mit der entsprechenden IP-Kennzeichnung zu versehen. Insbesondere bei Geräten mit eingebauten Lüftern ist der höhere Staubanfall im industriellen Bereich zu berücksichtigen.

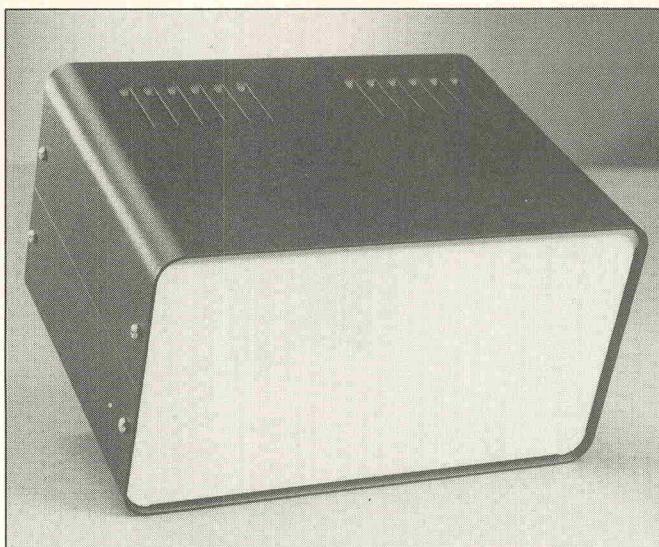
Sollen also Geräte außerhalb eines normalen Wohnraumes aufgestellt werden, ist es sehr ratsam, ein paar Gedanken an die auftretenden Umwelteinflüsse zu verschwenden, bevor die installierten Schaltungen durch Fehlfunktionen auf die falsche Gehäuseauswahl aufmerksam machen.

Metalle auch bei Brunnenberg: Mit schwarzen, geschlitzten Schalen aus stabilem Stahlblech für Ober- und Unterteil und kontrastierenden Alu-Einsätzen in der Vorder- und Rückenpartie zeigt sich die neue GSS-Serie der Gehäuseschmiede aus Mönchengladbach im sanft verrundeten Softline-Design. Die Modelle werden in verschiedenen Höhen gefertigt, weisen aber zumeist eine gemeinsame Grundfläche auf und lassen sich somit leicht zu Türmen kombinieren.

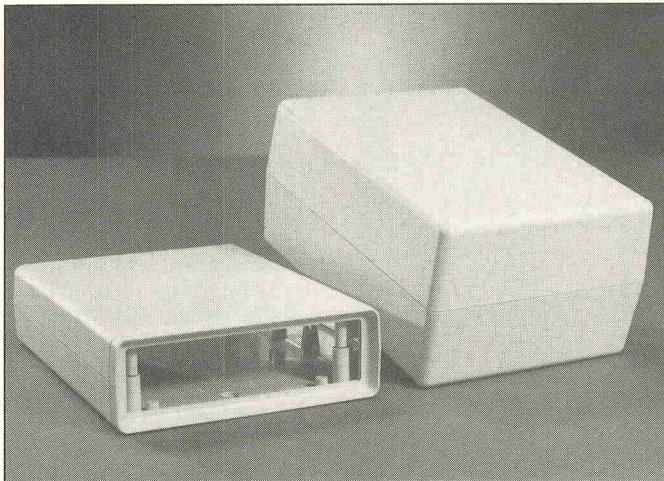
Ebenfalls von Brunnenberg, dem Einsatzgebiet entsprechend etwas technischer im Schnitt, aber ungemein praktisch, präsentiert sich ein Wandgehäuse, das speziell für den Einbau von Trafos und Alarmanlagen kreiert wurde. Äußerlich schlicht und neutral, in den Farben Weiß oder Grau gehalten und seitlich und vorn geschlitzt, zeigt das Modell an seiner Rückseite ein universelles Lochmuster, das den problemlosen Einbau der gängigsten Standard- und Ringkerntrafos erlaubt.

Und auch an die unverzichtbaren Accessoires wurde gedacht: Netzkabel mit Durchführung, Netzschalter und Sicherungselement liegen dem Gehäuse bei: die erforderlichen Löcher dafür sind auch bereits vorgefertigt.

Leicht gibt sich die Kollektion '89 dort, wo auf Metalle verzichtet wird. Die Münchner

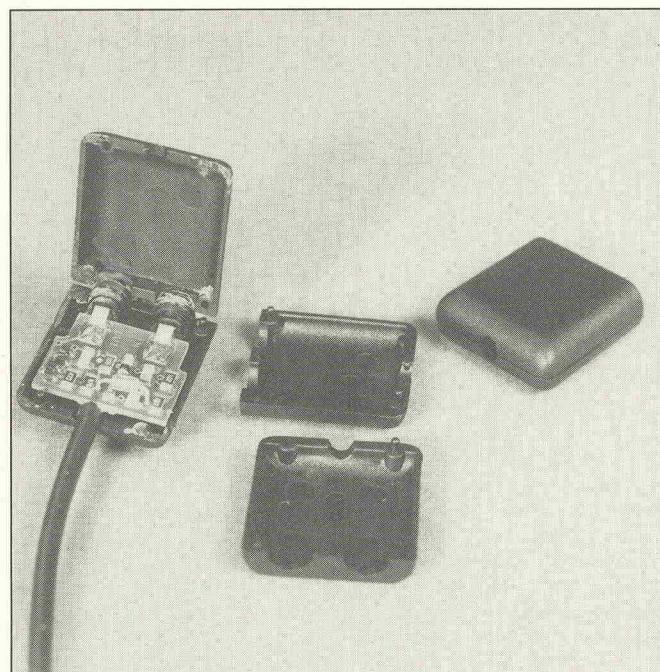


Sinnreiche Lochung: Das Wandgehäuse von Brunenberg ist für alle gängigen Trafos vorbereitet. Schalter, Kabel und Sicherungshalter gehören zur Ausstattung.

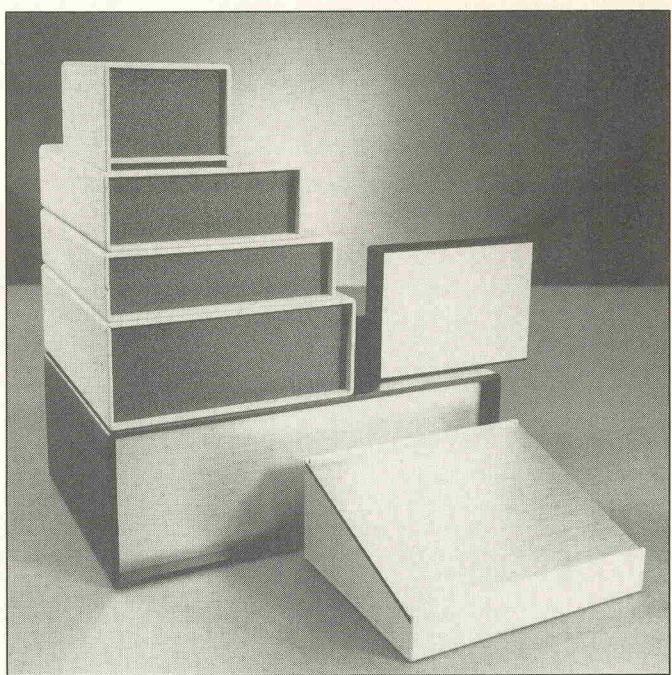


Einmal flach, einmal geräumig: Kunststoffgehäuse von OKW im neuen Design.

Firma T.I.T. Häussler arbeitet überwiegend mit Kunststoffen und stellt ihr Programm unter dem Namen 'INKUG' vor, der für 'Individuelle Kunststoff-Gehäuse' stehen soll. Und obwohl die Bayern individuell, also in Form und Farbe nach Kundenwunsch, bereits in sehr geringen Stückzahlen preiswert liefern können, haben sie dennoch eine reichhaltige Standardpalette auf Lager, die den meisten Ansprüchen gerecht wird. Kennzeichnend für die T.I.T.-Serie sind leicht genarbte, problemlos zu bearbeitende Oberflächen in hellem Beige und Schokoladenbraun.



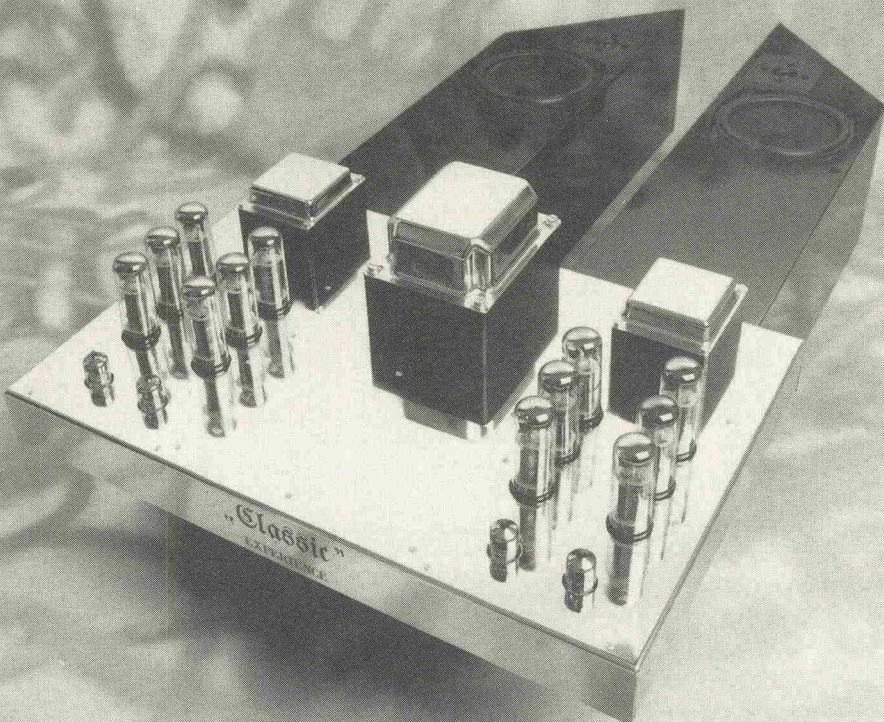
Auch die Odenwälder Kunststoffwerke haben ihrem Programm eine neue Optik gegeben: Die Oberflächen sind matt strukturiert, und der Charakter des Schalengehäuses wird durch eine Schattenfuge bewußt verstärkt. Beim Innenleben hingegen haben die OKW-Leute aus Buchen alles beim alten gelassen. Das Modell sei ausgereift, heißt es, und bliebe somit kompatibel, wenn bestehende Schaltungen in neue Gewänder gepackt werden sollen.



Mit der Kompatibilität von Geräten ist es dagegen oft nicht weit her. Hier öffnet sich das weite Feld für Adapter und Konverter jeder erdenklichen Art. Meist ist es nur ein Minimum an vermittelnder Elektronik, die nötig ist, zwei Schaltungen aneinander anzupassen — zumal wenn sie in SMT aufgebaut ist. Und ein Minimum an Gehäuse ist es auch, was die Firma öztemiz electronic aus Isernhagen für solche Zwecke anbietet: zwei winzige Schalen mit Klick-Verschluß und vorgefertigten Kabeldurchführungen. Es lebe die Mini-Mode! □

Kleiner geht es kaum! Doch für SMD-Schaltung oft genau das Richtige. Bei öztemiz electronic denkt man an Adapter.

100 Watt in A



Endstufe mit Röhren: 100 W Parallel-Push-Pull

Gerhard Haas

Mit der Veröffentlichung des Rockers in elrad 3/82 und mit dem Erscheinen anderer Röhrenverstärker-Bauanleitungen in dieser und anderen Zeitschriften erlebte die Röhrentechnik ein unerwartetes 'Come-Back'. Eine Reihe von High-End-Herstellern bieten wieder und in erweitertem Umfang Röhrenverstärker in zahlreichen Varianten an. Viele Elektroniker winken zwar immer noch ab, wenn sie eine Röhre nur von weitem erblicken. So mancher alte Hase erinnert sich jedoch daran, daß da noch einige heiße Kolben, Röhrentrafos und Übertrager in der Bastelkiste herumliegen müßten. Einer alten Gewohnheit folgend zieht man diese wertvollen Stücke heraus und zimmert sich, durch die Bauanleitungen neu motiviert, wieder einen schönen alten Dampfverstärker.

Bei den jüngeren Elektronikern, die nur noch den Untergang der Röhre Ende der sechziger, Anfang der siebziger Jahre mitbekamen (wenn überhaupt), erwacht das Interesse an dieser alten neuen Technik. Es ist schon etwas anderes, wenn man einen Röhrenverstärker anwirft, bei dem die Heizfäden der Röhren verheißungsvoll glimmen und beim Anlegen der Anodenspannung ein geheimnisvolles Knacken und Knistern durch die Glaskolben geht. Nach angemessener Wartezeit kann man dann den ersten Ton aus dem Gerät erwarten. Der hier geschilderte Vorgang ist dem des Anlassens eines Dieselautos ähnlich, wo zumindest bei den älteren Versionen bei jedem Startvorgang

zwangsweise eine Rudolf-Diesel-Gedächtnis-Minute eingelegt werden mußte. Das Einschalten eines IC-Bergwerks ist im Vergleich dazu schlicht nüchtern, wie es jeder z.B. beim Anwerfen seines PCs feststellen kann.

Es stellt sich die Frage, warum überhaupt ein solch großes Interesse an Röhrenverstärkern besteht. Nur aus Jux so viel Geld in ein 'technisch veraltetes' Gerät zu stecken, erscheint bei der heutzutage ausgefeilten Halbleitertechnik wenig sinnvoll. Der besondere Klang wird oft als Argument gebracht, was jedoch auch nicht unbedingt der alleinige Grund sein kann. Es gibt allerdings auch neuere Untersuchungen, woraus hervorgeht, daß ein gut konstruierter Röhrenverstärker gegenüber Verstärkern in Halbleitertechnik spezifische Klangvorteile hat, die einwandfrei hörbar und teilweise auch meßtechnisch nachvollziehbar sind.

Abgesehen vom spezifischen Klang, ist es nicht vielmehr auch das schöne Aussehen eines ästhetisch gebauten Röhrenchassis, das so manchen zum Nachbau motiviert? Ein Röhrenverstärker als Schmuckstück der Heim-HiFi-Anlage, eine willkommene Abwechslung des Einheitsdesigns allzu vieler HiFi-Geräte in matt-schwarz? Bestimmt ist dies einer der Hauptgründe für den Nachbau von Röhrenverstärkern. Wenn das fertige Gerät auch noch gut klingt, dann kommt Freude und Besitzerstolz auf!

In der vorliegenden Ausgabe von elrad ist die Bauanleitung einer PPP-Röhrenendstufe (PPP = Parallel Push Pull) enthalten, die sowohl von den technischen Eigenschaften als auch vom Aussehen einiges hermacht. Die Schaltungstechnik ist so interessant, daß sich deren gesonderte Betrachtung auch im Vergleich zur aktuellen Halbleitertechnik lohnt.

Die ersten Schaltungen einer PPP-Endstufe tauchten bereits 1955 in amerikanischen und finnischen Veröffentlichungen auf und kurz danach in der deutschen Fachliteratur. Fritz Kühne veröffentlichte in der Funkschau 1957 eine Bauanleitung eines PPP-Verstärkers mit 2 x ECC 83, 2 x EL 34 und

20 W Ausgangsleistung. Das Besondere an dieser Schaltungstechnik ist, daß damit hohe Stabilität und kleine Verzerrungen von Haus aus möglich sind, allerdings auf Kosten der Leistungsausbeute. Die PPP-Endstufe arbeitet praktisch im A-Betrieb.

Früher gab's für sieben Arbeitsstunden einen Elko!

Bei herkömmlichen Röhrendstufen fand man früher Leistungsangaben immer in der Form, daß die maximale Ausgangsleistung auf 10 % Klirrfaktor bezogen war (man vergleiche die Angaben in den noch erhältlichen Röhrentabellen). Viele Konzepte hätten bei der Leistungsangabe bezogen auf < 1 % Klirrfaktor zu geringe Leistungsausbeute gehabt, da bei Röhrenverstärkern im Gegensatz zu Transistorverstärkern der Klirrfaktor sanft (aber stetig) mit Zunahme der Ausgangsleistung ansteigt. Weiterhin gab es immer Stabilitätsprobleme, vor allem wenn Endstufe und Ausgangsübertrager sowie die damals übliche Handverdrahtung nicht optimal harmonierten.

Wenn nun das PPP-Konzept alle diese Nachteile nicht hat, warum fand es nicht die entsprechende Verbreitung? Wer auf hohe Ausgangsleistung setzt und diese unbedingt mit wenig technischen und finan-

ziellem Aufwand haben will, muß ein herkömmliches Konzept heranziehen. Mit 2 x EL 34 bei 800 V Betriebsspannung lassen sich immerhin stolze 100 W Sprechleistung erzielen.

Einer der Hauptgründe für die nicht allzu große Verbreitung der PPP-Endstufe dürfte das vollkommen andere Lohn-Preis-Gefüge in den fünfziger und sechziger Jahren gewesen sein. Danach wurden die Halbleiter billig, so daß die Röhrentechnik in einen Dornröschenschlaf fiel. Der Verfasser hat sich einmal die Mühe gemacht, um die in der Bauanleitung vorgestellte Endstufe nach einem noch im Original vorliegenden Bauteilekatalog aus dem Jahr 1958 zu kalkulieren. Damals hätte nach diesen Preisen das Material für eine 100 W-PPP-Endstufe, aufgebaut, wie in diesem Heft beschrieben, ca. DM 1500,— gekostet. Dieser Preis erscheint für heutige Verhältnisse durchaus angemessen und nicht als zu hoch, zumal die in der Bauanleitung vorgestellte Endstufe in Vollausstattung ohne Chassis auf fast den gleichen Bausatzpreis kommt.

Wir haben uns jedoch noch weitere Mühe gemacht und einen originalen Lohnstreifen eines Industriearbeiters vom November 1958 herausgesucht. Der Bruttostundenlohn lag damals bei DM 2,04. Nach neuester Statistik verdient heute ein Industriearbeiter im Schnitt gut DM 19,50 brutto pro Stunde, also fast zehnmal soviel. Nun müssen wir noch die Steuern und Sozialabgaben berücksichtigen. 1958 wurden vom Lohn rund 12 % abgezogen, heute sind es rund 30 %, wobei zu bedenken ist, daß der Arbeitgeber nochmals den gleichen Betrag an Sozialabgaben drauflegen muß, der auf der Lohnabrechnung ausgewiesen ist! Man

Datentabelle

Ausgangsleistung Frequenzgang

128 W bei 1 kHz
36 Hz...48 kHz — 1 dB
bei 1 dB unter Vollaussteuerung
6 Hz...32 kHz — 1 dB
bei 20 dB unter Vollaussteuerung
4 Hz...35 kHz — 1 dB
bei 40 dB unter
Vollaussteuerung

—66 dBm

—75 dBm
20,5 dB bezogen auf
8 Ohm Ausgang

+ 12 dBm (ca. 3 V)
+ 6 dBm (1,55 V)

33 kOhm
8 kOhm

Fremdspannung, Eingang abgeschlossen mit 1 kOhm ohne Übertrager Geräuschspannung, Eingang abgeschlossen mit 1 kOhm ohne Übertrager Spannungsverstärkung

Eingangsempfindlichkeit ohne Übertrager mit Übertrager Eingangswiderstand ohne Übertrager mit Übertrager

kann also sagen, hätte ein Industriearbeiter im November 1958 die PPP-Endstufe nachbauen wollen, wären bei DM 1,71 netto 877 Stunden oder rund vierinhalb Monate Arbeitszeit nötig gewesen, bezogen auf die damals übliche 48 Stunden lange Woche. Heute ist die Endstufe mit nur 110 Stunden bezahlt, nicht einmal ein ganzer Monatsnettolohn!

Doch dies ist nur die halbe Wahrheit. Einige Preise müssen noch genauer aufgeschlüsselt werden. Eine Originalröhre EL 34 kostete 1958 nach Katalog DM 18,—, heute zahlt man einen ähnlichen Preis. Die PPP-Endstufe benötigt ein Zweiachseteil, d.h. zwei Gleichrichter und zwei Elkos. Ein Becherelko mit 100 μ F/450 V kostete damals DM 12,50, also über sieben Arbeitsstunden! Heute ist der gleiche Elko wesentlich kleiner und technisch verbessert, aber preiswerter.

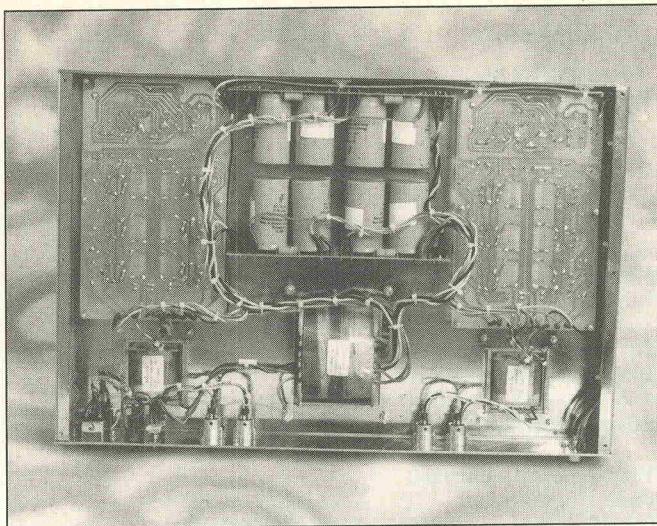
Ein sehr wichtiger Kostenfaktor war der Gleichrichter, da-

mals auch Trockengleichrichter genannt. Für die vorgestellte PPP-Endstufe hätte man, Brückenschaltung und wenigstens 300 mA vorausgesetzt, z.B. folgende Gleichrichtertypen benötigt: acht Selengleichrichter B 300 C 150 zu je DM 10,50 oder acht Röhren GZ 34, Stückpreis DM 12,—. Viel größere Auswahl gab es nicht! Die Gleichrichter wären zudem bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt gewesen, die Stoßstromsicherheit war sehr gering. Deshalb wurden die Selengleichrichter auch oft 'gleich riecht er' genannt. Die in der Bauanleitung verwendeten Gleichrichter B 500 C 1500 vertragen 500 V und 1,5 A, die Stoßstromfestigkeit liegt in der Regel bei 50 A für eine 50-Hz-Halbwelle - wie man sieht, erhebliche Reserven und ein großer Fortschritt. Abgesehen davon, daß wir heute eine unüberschaubare Typenvielfalt an Gleichrichtern haben, exzellente Leistungsdaten wie bei o.g. Typ sind bereits in der Zwei-Mark-Klasse erhältlich!

Der Lohnstreifen eines Industriearbeiters aus dem Jahr 1958: Abrechnungszeitraum: 2 Wochen

Letzte Wo.	Stunden Wo.	Stücklohn DM Pf	Betrag DM Pf	Zeitlohn Stunden Wo.	Stunden Wo.	Betrag DM Pf	Pf	Urlaub und Feiertage DM Pf	Pf	Lohnausfallentschädigung für Sonstige DM Pf	Schichtzuschlag DM Pf	Zuschläge für Überstd. Sonn- und Feiertage DM Pf	Bruttolohn DM Pf	Werkstatt		
4 50 9 500	1 9 09 5	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0										2 52 1 9 3 4 7	9 53		
Lohnabrechnung ROBERT BOSCH GMBH WERK GIENGEN				2 3 1 9 0 0 0				1 7 0 2 8 0 0 0		0 0 0 0		8 0 0 0 0 0		1 6 2 2 0		
DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	DM Pf	
Sozialvers.- Beitrag	Lohnsteuer	Kirchen- steuer														

Geld sofort nachzählen! Unstimmigkeiten beim Empfang vorbringen. Einspruch gegen die Berechnung des Verdienstes innerhalb der ersten drei Tage nach Auszahlung erheben! Diese Abrechnung ist als Beleg für den Steuerabzug aufzubewahren; sie gilt als Verdienstnachweis gegenüber Behörden. — Neben diesem Lohn haben Sie einen Dauerabschlag in der Ihnen bekannten Höhe, der beim Austritt einzuhalten wird.



Der Zusammenbau aller Teile in einem Chassis hat einige Vorteile: Man kommt mit einem Trafo aus, und die Masseführung wird einfacher.

Ein weiterer Punkt sind die Widerstände. Bei dem vorgestellten Verstärker kamen ausschließlich hochwertige Metallschichtwiderstände mit 1 % Toleranz zum Einsatz. Die höher belasteten Widerstände sind Metalloxidtypen mit 5 % Toleranz. Vor dreißig Jahren waren derartig hochwertige Wi-

derstände kaum erhältlich. Ein Qualitäts-Preis-Vergleich ist auch hier angebracht. Ein Metallschichtwiderstand mit 1 % Toleranz, und, je nach Hersteller mit 0,4 bis 0,7 W belastbar, ist einzeln für zehn Pfennig erhältlich. 1958 gab es fast durchweg Kohleschichtwiderstände mit 10 % oder 20 % Toleranz zu einem Stückpreis beim Halbwatt-Typ von stolzen fünfundzwanzig Pfennigen! 1958 hätte man für eine Stunde Arbeit genau 6,84 Kohleschichtwiderstände mit 0,5 W Belastbarkeit und 10 % Toleranz bekommen. Heute kommt man für eine Stunde Arbeit immerhin 136,5 erstklassige und technologisch we-

sentlich bessere Metallschichtwiderstände mit 1 % Toleranz.

Der ausdrückliche Hinweis auf Qualität und Preise bei Widerständen ist angebracht, da in den HiFi-Testzeitschriften immer lobend darauf hingewiesen wird, wenn High-End-Geräte zumindest teilweise mit Metallschichtwiderständen ausgestattet sind. Dies ist auch bei Gerä-

ten in der gehobenen Preisklasse auch heute noch nicht selbstverständlich, obwohl der Preis der besseren Widerstände im Verhältnis zum restlichen Gerät praktisch nicht ins Gewicht fällt.

Jeder kann nun selbst umrechnen, wie lange er heute für ein bestimmtes elektronisches Produkt arbeiten müsste und wie

Stückliste

jeweils für einen Kanal

Endstufenplatine
Widerstände 1 % Metallschicht, 0,7 W, soweit nicht anders angegeben, MO = Metalloxidwiderstand 5 %

R1	33 kΩ
R2	2,2 kΩ
R3	4,7 kΩ 1,4 W MO
R4	220Ω
R5	2,7 kΩ 1,4 W MO
R6	220 kΩ
R7	220 Ω
R8	4,7 kΩ 4,5 W MO
R9,10	2,2 kΩ 4,5 W MO
R11	220 kΩ
R12	4,7 kΩ 1,4 W MO
R13,14	10 kΩ 1,4 W MO
R15,16	220 kΩ
R17,18	10 kΩ
R19,20	330Ω 4,5 W MO
R21,22	150Ω 4,5 W MO
R23,24	10 kΩ
R25,26	330Ω 4,5 W MO
R27,28	150Ω 4,5 W MO
R29,30	10 kΩ
R31,32	330Ω 4,5 W MO
R33,34	150Ω 4,5 W MO
R35,36	47Ω
R37	10 kΩ

C1	22μF/16 V bipolar
R2	RM 5
C2	100 pF Keramik
	RM 5
C3,4	22 μF/450 V axial
C5	0,22μF/630 V
	RM 22,5
C6	1μF/100 V RM 5
C7,8	0,22μF/630 V
	RM 22,5
C9...14	220μF/40 V axial
Rö1,2	ECC 81
Rö3...8	EL 34

Sonstiges

2 Novalsockel für Printmontage
6 Oktalsockel für Printmontage
12 Lötnägel 1,3 mm
1 Übertrager E-1220 (siehe auch Text)
1 Platine 250 mm x 150 mm
Epoxy, 70μm Cu verzinkt
(siehe auch Text)

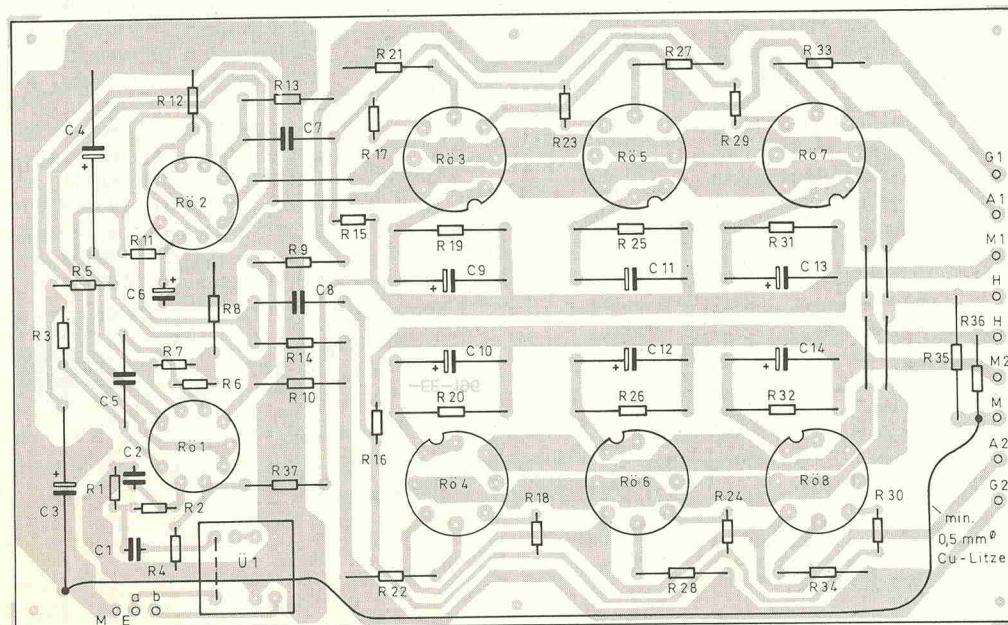
Netzteilplatine

Gl1,2	B 500 C 1500
C1...4	470μF/450 V Printmontage
R1	470Ω 4,5 W MO
R2	150 kΩ 1,4 W MO
R3	470Ω 4,5 W MO
R4	150 kΩ 1,4 W MO

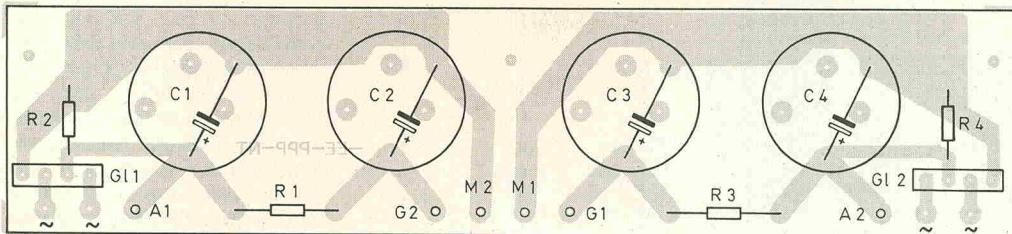
10 Lötnägel 1,3 mm
1 Platine 230 mm x 51 mm
Epoxy, 70μm Cu verzinkt
(siehe auch Text)

Trafos

Ausgangsübertrager AP-634
(je ein Stück pro Endstufe)
Netztrafo NTR-P/1 (ausreichend für Stereoendstufe)



Ein Kanal: Die gestrichelte Leitung wird eingesetzt, wenn kein Eingangstrafo verwendet wird.



Pro Kanal wird je eine Netzteil-Platine benötigt.

lange er vor dreißig Jahren, 1958, dafür gearbeitet hätte. Zum Schluss noch ein interessantes Preisbeispiel. In der Region, wo der Verfasser wohnt, kostete damals ein Quadratmeter erschlossenes Bauland ca. DM 2,30, heute sind je nach Wohnlage DM 70,— bis weit über DM 100,— zu bezahlen. Wenn also damals eineindrittel Arbeitsstunden zum Erwerb eines Quadratmeters ausreichten, ist heute trotz erheblich gestiegener Löhne dafür oft mehr als ein Arbeitstag nötig. Noch krasser sieht es bei der Entwicklung der Automobilpreise aus. Hätten sich diese so entwickelt wie die Elektronikpreise, müßte heute ein Automobil der Kompaktklasse für ca. DM 100,— zu haben sein.

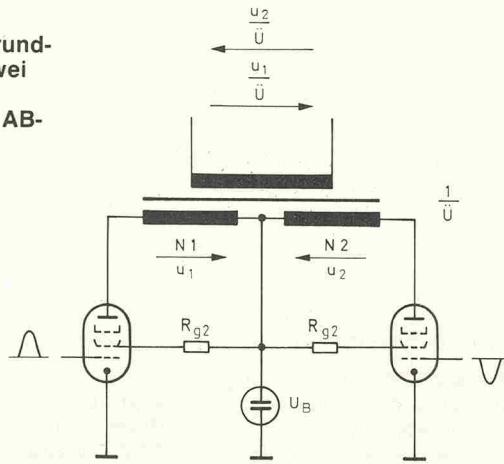
Die Begriffe 'teuer' und 'billig' sind also sehr relativ, es kommt immer auf den Bezugspunkt an, wie auch bei den Datenblattangaben in der NF-Technik. Der weiten Verbreitung des PPP-Endstufenkonzepts, obwohl es sich durch gute Grundeigenschaften auszeichnet, stand wohl das relativ schlechte Preis-Leistungs-Verhältnis und die dann aufkommende Halbleitertechnik im Wege. Wenn aus zwei Röhren der Sorte EL 34 nur etwa 20 W herauszuholen sind statt möglicher 100 W, und das noch bei

erhöhtem Netzteilauflaufwand, nimmt man durchaus Kompro- misse wie z.B. höhere Klirrfaktorwerte und Instabilitäten in Kauf und vergißt die PPP-Endstufe. Wie erläutert hat sich das Lohn-Preis-Gefüge stark verändert, so daß die PPP-Endstufe durchaus wieder Chancen für ein ihr gebührendes Comeback hat.

Wenn sich die Auto-preise so entwickelt hätten wie bei den Widerständen, dürfte ein Klein-wagen nur noch 100 DM kosten!

Für die in dieser Bauanleitung vorgestellten PPP-Endstufe wurde als Endröhre der Typ EL34 gewählt. Diese Röhre bietet bei akzeptablem Preis genügend Leistungsreserven und ist höchstwahrscheinlich auch in fernerer Zukunft noch erhältlich. Als Treiberröhre fiel die Wahl auf den Typ ECC 81. Diese Röhre hat gegenüber der ECC 83 einen wesentlich geringeren Innenwiderstand bei ausreichender Verstärkungsreserve, so daß ein niederohmigerer Schaltungsaufbau möglich ist.

Bild 1. Die klassische Grundschaltung: zwei Röhren im Gegenakt in AB-Einstellung.



Die ECC 82 hätte nochmals einen etwas geringeren Innenwiderstand als die ECC 81. Die Verstärkungsreserve dieses Typs ist jedoch zu gering. Der durch die ECC 82 ermöglichte geringfügig niederohmigere Schaltungsaufbau brächte keine weitere Vorteile, da nicht genügend Leerlaufverstärkung vorhanden ist.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, lassen sich mit der EL34 NF-Endstufen verschiedenster Art und Leistung aufbauen. Als die Röhren (bezogen auf die Löhne) überproportional teuer waren, wurden Endstufen mit 100 W Sinusleistung bei 5 % Klirrfaktor mit nur zwei EL 34 gebaut. Als Betriebsspannung sind dazu allerdings 800 V nötig. Die Schirmgitter legt man dabei fest auf 400 V. Die Leistungsausbeute ist in dieser Betriebsart recht hoch, die zwei Endröhren sind allerdings auch bis zur Grenze ausgelastet. Wenn nicht immer strengstens darauf geachtet wird, daß der Ausgangsübertrager nur mit angeschlossener Last arbeitet, kann es leicht zu Überschlägen am Sockel und in der Röhre selbst kommen.

Bei niedrigerer Betriebsspannung kann man mit wesentlich größerer Betriebssicherheit mit vier Röhren mehr als 100 W erreichen, mit zwei können es zwischen 60 W und 75 W sein (siehe auch elrad-Hefte 12/86 und 3/87). Diese Leistungen werden in konventioneller Technik mit Gegenakt-Ausgangsübertrager und AB-Einstellung der Endstufen erreicht, wobei eine mehr oder weniger starke Über-Alles-Gegenkopplung für die gewünschte Linearität sorgt.

Die hier vorgestellte PPP-Endstufe ist vollständig anders als die herkömmlichen Endstufen aufgebaut. Die Endröhren arbeiten einerseits in A-Einstellung, andererseits sind sie vollständig in sich gegengekoppelt.

Die unterschiedliche Arbeitsweise des PPP-Konzepts im Vergleich zur herkömmlichen Endstufe, aber auch im Vergleich zu gängigen Transistor-Endstufen soll an einigen Prinzipschaltbildern erläutert werden. Bei dieser Schaltungstechnik sind allerdings auch sechs EL 34 notwendig, um auf eine Ausgangsleistung von gut 100 W zu kommen.

Damit die Schaltbilder von jedem richtig verstanden werden, vorab noch eine wichtige Erklärung. Die Betriebsspannungsquelle, die die Schaltung mit dem nötigen Gleichstrom versorgt, muß *immer* wechselstrommäßig als Kurzschluß betrachtet werden! Alle Audiofrequenzen werden im Idealfall durch diese Spannungsquelle vollkommen kurzgeschlossen. Um dieses anschaulich zu verdeutlichen, kann man sich vorstellen, daß der in der Regel hochkapazitive Ladeelko nach dem Gleichrichter für Wechselströme einen Kurzschluß darstellt.

In Bild 1 ist die typische Endstufenkonstellation beim Gegenaktprinzip gezeigt. Die bei-

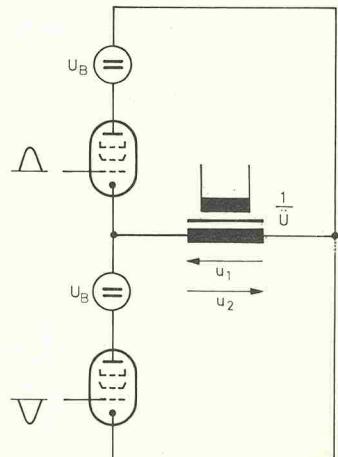
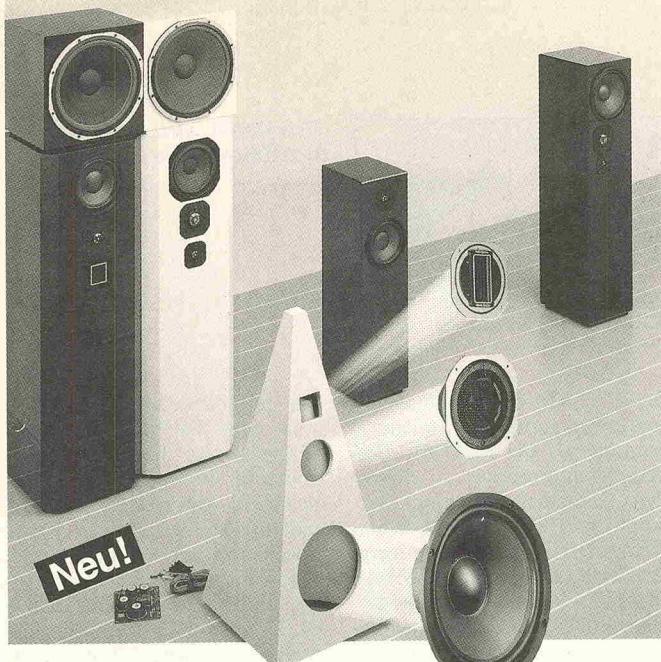


Bild 2. Das PPP-Konzept: Höhere Betriebssicherheit bei größerem Aufwand im Netzteil.



Jetzt bauen Sie sich Ihre Traumboxen selbst! In knapp 2 Stunden. Mit den neuen Fertiggehäusen und Bausatzkits von VISATON.

Ohne Staub und Schmutz, ohne Schleifen und Spachteln und ohne jeden Maschineneinsatz. Denn jetzt gibt es die **neuen Fertiggehäuse von VISATON**. Damit ist Ihre Traumbox in kaum mehr als zwei Stunden spielbereit. Einfach passende Lautsprecher und Frequenzweichen einbauen, Kabel anschließen und los geht das HiFi-Vergnügen.

Dazu brauchen Sie **weder technische Kenntnisse noch handwerkliche Fähigkeiten**. Aber was dabei herauskommt kann sich nicht nur hören, sondern auch sehen lassen. Denn die neuen Fertiggehäuse von VISATON sind mit einer **ebenso eleganten wie pflegeleichten Oberfläche** ausgestattet. Und wenn die Farbe nicht zu Ihrem Wohndesign passen sollte, dann wird diese Oberfläche zu einer hochwertigen Grundierung, die sich mit jedem Lack hervorragend spritzen oder streichen lässt.

Und das allerbeste an der Sache: Fertiggehäuse und Bausatzkits gibt es für fast **jede Testsiegerbox** von VISATON. **Und das zu einem Preis, den Sie bei dieser Qualität nicht für möglich halten.**

Neugierig geworden? Okay: Der Coupon verschafft Ihnen weitere Informationen und die Adresse Ihres autorisierten VISATON-Fachhändlers. Deshalb am besten sofort ausfüllen und noch heute an uns zurückschicken.

Coupon

Ja! Über das Selberbauen hochwertiger Lautsprecherboxen mit Kits und Fertiggehäusen möchte ich mehr erfahren.
 Bitte schicken Sie mir kostenlos und unverbindlich aussagefähiges Informationsmaterial.

Vorname/Name

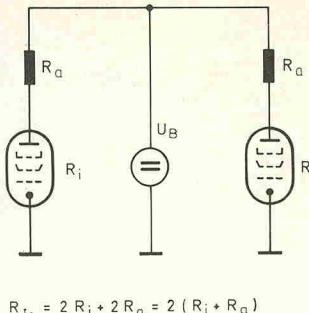
Straße/Nr.

PLZ/Ort

WEST GERMANY
VISATON

Postfach 1652 jt, 5657 Haan 1

PPP-Endstufe mit Röhren, Teil 1



$$R_{I_1} = 2 R_i + 2 R_a = 2 (R_i + R_a)$$

Bild 3a. Das Ersatzschaltbild für die Gegentaktschaltung.

den Endröhren werden gegenphasig angesteuert und liefern jeweils die Spannungen u_1 und u_2 in je eine Primärwicklungshälfte des Ausgangsübertragers. Auf der Sekundärseite erscheinen die beiden Spannungen um den Übersetzungsfaktor \bar{u} unterisiert als reiner Wechselstrom. Da pro Halbwelle nur die halbe Primärwicklung ausgenutzt wird, tritt an der Anode der nicht angesteuerten Röhre die doppelte Primärspannung auf. N_1 und N_2 sind gleich. Wenn in N_1 u_1 eingespeist wird, muß am Ende von N_2 $2 \cdot u_1$ erscheinen. Die Primärseite des Übertragers wirkt als Spartrafo mit Aufwärtstransformation von 1:2. Fehlt die Belastung an der Sekundärseite (Lautsprecher vergessen anzuschließen), tritt das berüchtigte Hochlaufen auf.

gensatz zu der Schaltung in Bild 1 sind hier zwei Betriebsspannungsquellen nötig. Weiterhin ist auffällig, daß der Übertrager nicht an den Anoden der Röhren, sondern an den Kathoden angekoppelt ist. Bei der Schaltung nach Bild 2 wird je Signalhalbwelle immer die *komplette* Primärwicklung des Übertragers ausgenutzt. Dies hat zwei Vorteile: Erstens tritt nicht mehr der berüchtigte Hochlaufeffekt auf, wenn keine Last angeschlossen ist. Zweitens kann das Übersetzungsverhältnis geringer ausfallen, da der Innenwiderstand der Schaltung sehr viel niedriger ist als bei der konventionellen Schaltungstechnik. Der einzige Nachteil ist, daß ein doppeltes Netzteil nötig ist. Wie allerdings in der Einleitung aufgezeigt, dürfte dies in der heutigen Zeit kein Hindernisgrund für die PPP-Endstufe mehr sein.

Der Punkt Innenwiderstand muß noch genauer behandelt werden. In Bild 3 sind jeweils die Verhältnisse für konventionelle Endstufe und PPP-Endstufe dargestellt, gleiche Betriebsverhältnisse vorausgesetzt. R_i ist dabei der Innenwiderstand der Röhre, R_a der Außenwiderstand und R_{I_1} der In-

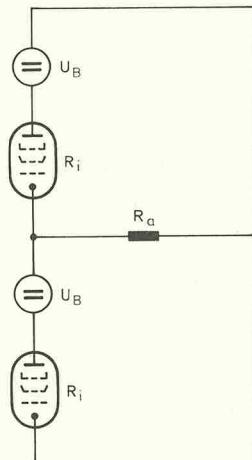


Bild 3b. Das Ersatzschaltbild für die PPP-Schaltung.

Die Netzteilspannung geht einerseits wegen der fehlenden Last nicht zurück, andererseits wird die aufgebauten magnetischen Energien im Trafokern nicht abgebaut. Die Spannung in der gesamten Primärwicklung läuft hoch und führt fast immer zu Spannungsüberschlägen und somit zur Zerstörung von Endröhren, Sockeln und auch des Ausgangsübertragers.

Bei der PPP-Endstufe liegen die Verhältnisse vollständig anders. In Bild 2 ist die prinzipielle Schaltung dargestellt. Im Ge-

$$R_{I_2} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_a}{2} = \frac{1}{2} (R_i + R_a)$$

$$R_{I_2} = \frac{1}{4} \cdot R_{I_1}$$

Bild 3b. Das Ersatzschaltbild für die PPP-Schaltung.

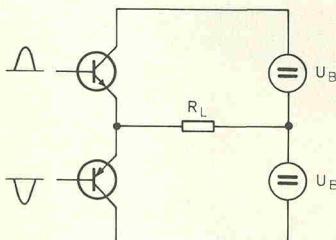


Bild 3c. Die übliche Transistor-Endstufe ähnelt im Ersatzschaltbild dem PPP-Konzept.

nenwiderstand der Gesamtschaltung. In Bild 3 sind die Formeln dazu aufgeführt, und, wie erkennbar ist, fällt der Innenwiderstand des PPP-Konzepts auf ein Viertel.

Je niedriger der Innenwiderstand einer Schaltung, desto bessere Leistungsdaten sind zu erwarten. Die Übersetzung des Übertragers muß auch bei weitem nicht so hoch ausfallen wie beim herkömmlichen Konzept. Je höher das Übersetzungsverhältnis ist, desto kritischer und teurer wird der Übertrager. Ein geradliniger Frequenzgang ist schwieriger zu erreichen, und die Beschaltung muß sorgfältiger ausgeführt werden.

In Bild 3 c ist zum Vergleich die typische Ausgangsschaltung einer Transistorstufe gezeigt. Wenn die Bilder 3 b und 3 c verglichen werden, fällt auf, daß es sich im Prinzip um das gleiche handelt. Die PPP-Endstufe war im Prinzip eine Vorewegnahme der heute üblichen Transistorstufe, und das bereits im Jahre 1955! Im Jahre 1958 kostete übrigends ein NF-'Leistungs'-Transistor vom Typ OC 76 mit den Grenzdaten $U_{CEO} = 30 \text{ V}$, $I_{Cmax} = 125 \text{ mA}$; $P_V = 125 \text{ mW}$, immerhin stolze DM 13,10! Die Röhrentechnik hatte und hat nur einen gravierenden Nachteil: Selbst starke Leistungsrohren sind nur über hohe Spannungen und mit relativ niedrigen Strömen zu betreiben, so daß praktisch immer ein Übertrager zum Anpassen der hohen Spannung und des niedrigen Stroms an den niedrigen Spannungs- und hohen Strombedarf eines Lautsprechers notwendig ist. Außerdem gab es nie eine 'PNP-Röhre'. Die Vielfalt der Halbleitertechnik hat hier so manches Problem gelöst und vollkommen neue Perspektiven eröffnet.

In den Prinzipschaltbildern zur PPP-Endstufe wurde bewußt ein 'richtiger' Ausgangsübertrager

ger eingezeichnet. Wie so mancher Leser aus Veröffentlichungen in anderen Elektronikzeitschriften und aus der älteren Literatur wissen wird, sind alle dort vorgestellten Schaltungen mit einer Drossel bzw. einem Sparübertrager statt eines Übertragers mit getrennten Primär- und Sekundärwicklungen ausgestattet. Dies wurde aus Kostengründen und auch wegen der im Prinzip einfacheren Wickeltechnik gemacht. Bei der PPP-Endstufe treten keine größeren Probleme mit gefährlichen Spannungen am Lautsprecher auf. Die Mitte der Drossel liegt fest an Masse (Schutzleiter), die Lautsprecheranschlüsse sind an die niedrigen Anzapfungen der Drossel gelegt. Normalerweise kommen dann auch im Havariefall keine gefährlichen Spannungen auf die Lautsprecherleitungen. Der Ausgangsübertrager arbeitet im Prinzip wie ein Sparnetztrafo, wie er z.B. als Regeltrafo bekannt ist.

Genauso kann man jedoch auch mit normalen Übertragern arbeiten. Der Vorteil liegt darin, daß die Lautsprecherleitungen erdfrei symmetrisch zu betreiben sind und eine absolute galvanische Trennung zwischen Schaltung und Lautsprechern möglich ist. Gute Ausgangsübertrager sind in der Regel auf 4 kV Sicherheit konstruiert und geprüft. Der Preisunterschied zwischen Übertrager und Ausgangsdrossel ist auch nicht mehr gravierend, da heutzutage mehr die Arbeitszeit als die Materialwerte in den Endpreis eines Produkts eingehen. In dieser Bauanleitung wurden sowohl Eingangs- als auch Ausgangsübertrager mit galvanisch getrennten Wicklungen verwendet. Es wird noch auf verschiedene Kopplungsarten hingewiesen, so daß dem Leser genügend Spielraum für eigene Varianten bleibt.

Fortsetzung im nächsten Heft.

Micro Wave Components GmbH

Wir können Ihnen für DM 1120,- eine brauchbare 1,2 m Anlage verkaufen; dennoch empfehlen wir Ihnen :

Compact-Box

In 30 Minuten brillante Bilder, mehr Programme als mancher Kabelanschluß.
Keine unvollständige 'billig' Anlage, sondern modernste Komponenten für hohe Leistung, hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer.
Sie benötigen nur noch Ihren Fernseher mit UHF oder AV.

102x102x27 cm, 24 Kg enthalten:
Parabolantenn., fm 4/3 ab 4 GHz, sat. 2-Skalenanzeige
Antennasteif, feed, magnet. Polizer, LNB 15 dB (reft)
Stabell. 32/24, Kondensator 24 Pos. var., Tonablage
Receiver BILKE 3246 24 Pos., 25m Polizer, im Receiver IEC

Vollständige Sat-Empfangsanlage, wie in der Box beschrieben, mit einem Jahr Garantie und 10 Tage-Rückgaberecht ohne Angabe von Gründen

DM 1950,-

Compact-Box Plus

wie Compact-Box aber mit Luxus Receiver
STR 201

DM 2375,-

Mikrowellen Komponenten

magnetischer Polarizer Typ Ferrotor DM 195,-

Interface dazu (Puls auf Strom) DM 30,-

LNB Mega 800 1,6 dB (realistisch) DM 295,-

Preisliste 10/88 bitte anfordern !



Micro Wave Components GmbH

Brunnenstr. 33
5305 Alfter-Oedekoven
Tel.: 0228/645061
Tx.: 889688 mwcbn d



Nachts Energie sparen!

Heizungsthermostat mit Nachabsenkung

Peter Röbke-Doerr

Am Anfang war die Heizrechnung — und zwar die zu hohe Heizrechnung, verursacht durch vergessenes Absenken der Raumtemperatur bei Nacht, durch klemmende Bimetallschalter im vorhandenen mechanischen Thermostaten und was der menschlichen/mechanischen Fehler noch mehr sein mögen. All diese kleinen Ärgerlichkeiten summierten sich über das Jahr zu einem erklecklichen Betrag, so daß unter dem Schock der Heizkostenabrechnung der Beschuß gefaßt wurde, daß jetzt ein neuer Thermostat her müsse, und zwar einer, der von der Temperatureinstellung her hinreichend genau und auch von einer Schaltuhr bzw. einem Rechner ansteuerbar zu sein habe.

Eine Umschau auf dem Markt der Fertigeräte brachte ein niederschmetterndes Ergebnis: Preiswert zu kaufen waren diverse mechanische Antiquitäten ähnlich dem vorhandenen Bimetallschalter, und technisch etwas aufwendigere Konstruktionen waren entweder recht teuer und/oder nur nach einem Einweisungslehrgang zu bedienen. Im Gegensatz dazu sind wir aber der Ansicht, daß Geräte für Haus und Küche auch von den dort lebenden Personen zu bedienen sein müssen — im Zweifelsfall also auch von einem kleinen Kind: Selbstbau war daher angesagt.

Nach dieser langen Vorrede endlich nun der Blick in die

Schaltung (Bild 1). Aha, werden langjährige elrad-Leser sagen, und mit gezieltem Griff Heft 11/84 aus dem Regal ziehend mit ausgestrecktem Zeigefinger auf die Seite 50 verweisen. Die dort abgedruckte Bauanleitung für einen Heizkörper-Thermostaten weist in der Tat einige Ähnlichkeiten mit der aktuellen Schaltung auf. Soll sie auch, denn erstens stand sie Pate bei unserer neuen Schaltung, und zweitens gibt es nicht so sehr viele Möglichkeiten, einen Thermostaten schaltungstechnisch anders zu realisieren.

Der Pfiff liegt hier im Detail: Einmal ist die Einstellung der Temperatur durch die (elektri-

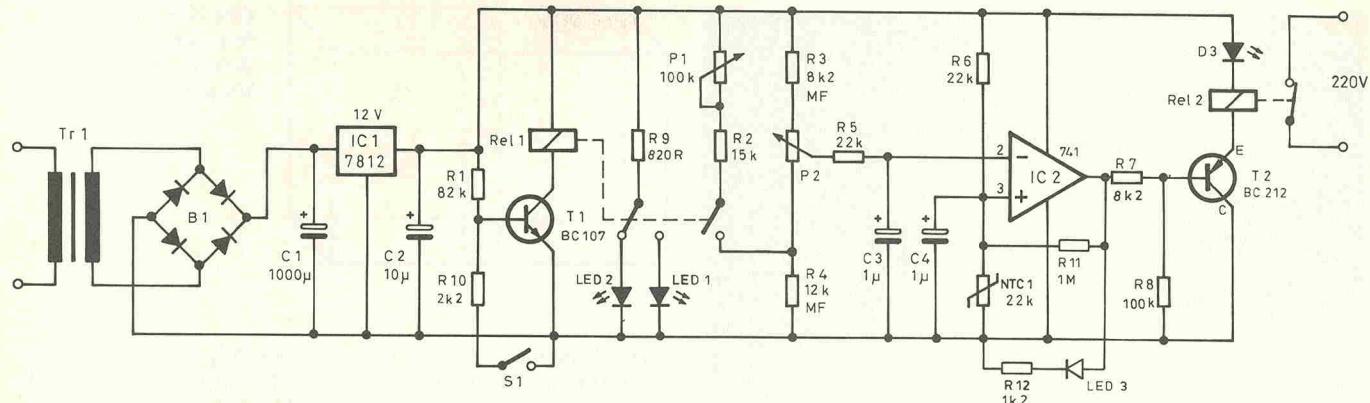
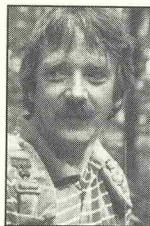


Bild 1. Die drei LEDs zeigen an, was die Heizung gerade „macht“.

Der Autor



Peter Röbke-Doerr gehört zum Baujahr 1944. Grundschule und Mittelschule wurden mit den üblichen, regelmäßigen Be- schimpfungen in den Zeugnissen durchlaufen ('Peter macht zwar einen wachen Eindruck, ist aber ansonsten recht faul'). Nach der Lehre als Rundfunk- und Fernsehtechniker verbrachte er einige Jahre bei

Telefunken in der Ela-Entwicklung (heute ANT), machte seinen 'staatlich geprüften Elektrotechniker', reparierte elektronische Orgeln, gründete die Ton-Cooperative und produzierte in diesem Studio einige LPs. Zur elrad-Redaktion gehört er seit Juli 78 und fühlt sich vorwiegend zuständig für Musikelektronik, Audio, Hochfrequenz, Fernsteuerungen und jegliche Analogtechnik. Hobbys: Frau, Kind (7 Monate), Schlaf nachholen, Segelfliegen lernen.

sche) Lage des Einstellpotis zwischen R3 und R4 und durch Verwendung von Metallfilmwiderständen in diesem Bereich sehr viel genauer, und zum anderen haben wir die Schaltung konsequent auf niedrigen Stromverbrauch getrimmt.

Erstes hat zur Folge, daß äußere Temperaturänderungen (und damit auch Widerstandsänderungen in der Kette R3, P2, R4) nicht zu einem 'Einstellfehler' auf der Skala für P2 führen, denn äußere Temperaturänderungen wirken sich gleichermaßen auf R3 und R4 aus, führen also zu keiner Spannungsänderung zwischen Anfang und Ende der Schleifbahn von P2.

Der niedrige Stromverbrauch bewirkt, daß die Eigenerwärmung des Gerätes selbst auf ein Minimum begrenzt bleibt, der Thermofühler also tatsächlich die Raumtemperatur abfragt und nicht etwa die Eigentemperatur des Thermostaten.

Pin 3. Damit liegt der Ausgang des ICs auf Low-Pegel, T2 sperrt, und der Relaiskontakt ist geöffnet; unser Thermostat sagt also zur Heizung: 'Nicht heizen, es ist warm genug'.

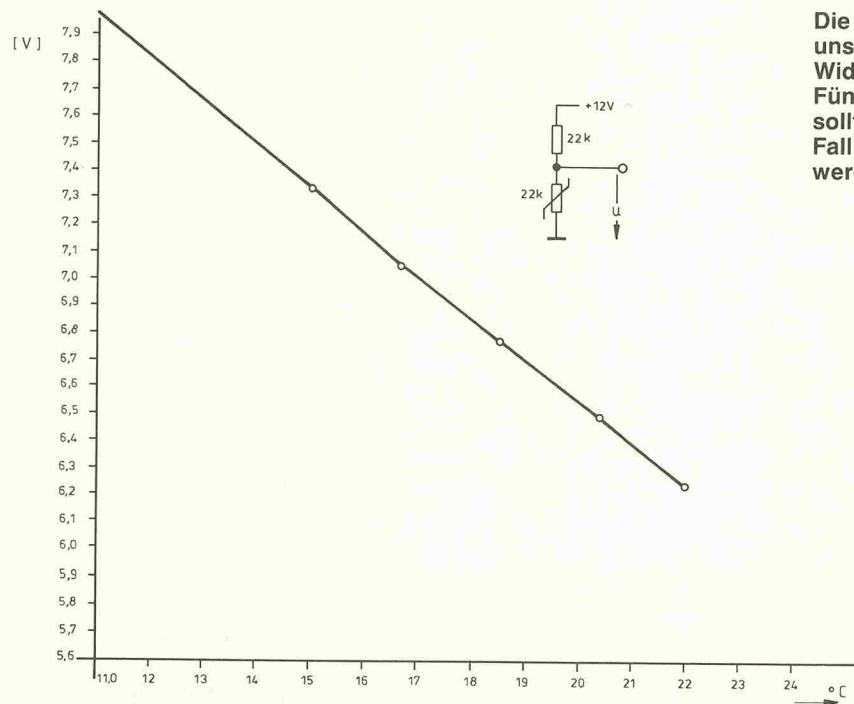
Statt des „Urlaubschalters“ kann auch die Schaltuhr angeschlossen werden

Das wichtigste Bauteil unserer Schaltung ist IC2, welches hier als Komparator (Spannungsvergleicher) geschaltet ist, und zwar werden die Spannungen zwischen Pin 2 und 3 miteinander verglichen. Nehmen wir einmal an, daß P2 so eingestellt sei, daß die Spannung an Pin 2 geringfügig positiver ist als an

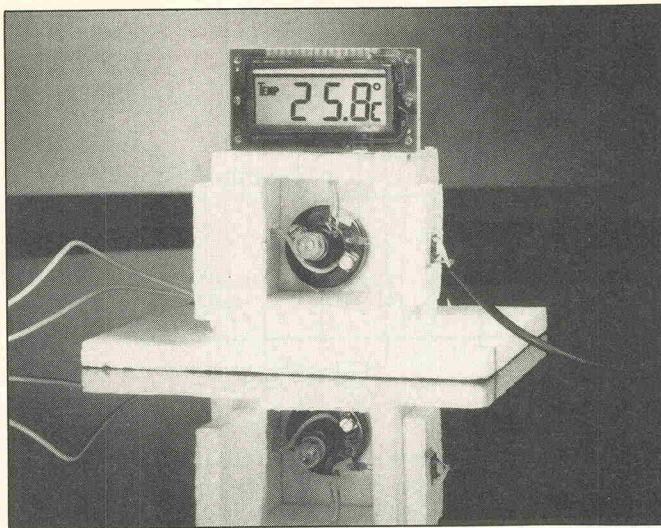
Sinkt nun die Temperatur durch äußere Einflüsse, so wird der Widerstandswert des NTCs größer, und die Spannung an Pin 3 steigt in positiver Richtung, bis sie einige hundert Millivolt über der von Pin 2 liegt. Daraufhin schaltet IC2 auf H-Pegel, T2 öffnet und der Relaiskontakt schließt. So weit, so gut und im Prinzip nicht anders als in der Schaltung von 1984.

Neu ist der parallel zu P2 angeordnete Zweig aus P1, R2 und dem Kontakt von Rel 1. Dieses Relais wird von T1 angesteuert, dessen Basis im Ruhezustand

Die Kennlinie unseres NTC-Widerstands. Fünf Meßpunkte sollten auf jeden Fall aufgenommen werden.



Heizungsthermostat



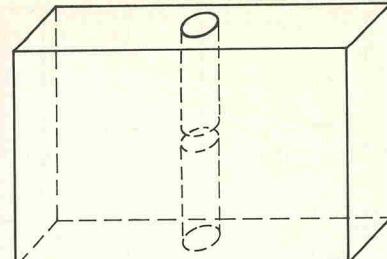
Die Klimakammer: Statt des elektronischen Thermometers kann natürlich auch ein ganz normales Glästhermometer verwendet werden.

reich das Relais 'zur warmen Seite fallen' sollte, d.h., bei einem Fehler darf auf keinen Fall die niedrigere Temperatur eingeschaltet werden. Ebenso darf bei einem Totalausfall das eigentliche Schaltrelais Rel 2 den Steuerstromkreis zur Heizung nicht unterbrechen (Motto: Lieber einen Tag zu warm mit offenen Fenstern als ein Rohr eingefroren).

Bei geöffnetem Schalter S1 hat Rel 1 also angezogen, die Diode D2 leuchtet, und P2 wird aus der Reihenschaltung von P1 und R2 überbrückt. Dadurch wird die Spannung am Verbindungspunkt zwischen P2 und R4 um soviel positiver, wie es eine Absenkung von 0 bis 6 °C — abhängig von der Einstellung von P1 — erfordern würde.

Damit ist auf einfache Weise die manuell zu betätigende 'Urlaubstaste' mit einem Rechner-

über R1 auf Plus liegt; somit ist T1 durchgeschaltet, und das Relais hat angezogen. Eine solche Schaltkombination ist natürlich nicht zufällig gewählt, sondern es liegt ihr die Überlegung zugrunde, daß bei einem Ausfall von Bauteilen in diesem Be-



Das Kaminrörchen hat oben und unten Anschluß an die Umgebungsluft.

oder Schaltuhr-fähigen' Eingang für die Nachtabsenkung kombiniert worden.

Das zweitwichtigste Bauteil unseres Thermostaten ist der temperaturempfindliche Widerstand NTC 1. Wie der Name

erheblich groß, so daß zwei gleich aussehende 22 k-NTCs nicht unbedingt auch die gleiche Kennlinie haben müssen. Wir haben daher nach Wegen gesucht, wie man hier möglichst beliebige und auch eventuell unbekannte Typen verwenden könnte. Bei der Lösung dieses Problems sind wir in eine völlig andere Anwendung des Thermostaten 'hineingestopft', die schon fast wieder eine eigene Bauanleitung darstellt.

Wenn man nämlich die Widerstand-Temperaturkurve eines unbekannten NTCs aufnehmen will, muß man sich so etwas wie eine kleine Klimakammer basteln. Hört sich kompliziert an, ist es aber gar nicht: Man nehme die bestückte und im Prinzip auf korrekte Funktion überprüfte Thermostatplatine, entferne den Widerstand R11 (wegen der störenden Schaltysterese), schließe den unbe-

Mit der „Klimakammer“ läßt sich die Kennlinie des NTCs aufnehmen.

schon vermuten läßt, handelt es sich hier um ein Bauteil mit negativem Temperatur-Koeffizienten, d.h. Temperatur rauft — Widerstand runter!

Leider ist die Typen-Vielfalt auf dem Markt der NTCs doch

Stückliste

Widerstände

R1	82k	T1	BC107
R2	15k 1% MF	T2	BC212
R3	8k2 1% MF	LED1	LED grün 3mm
R4	12k 1% MF	LED2,3	LED rot 3mm
R5,6	22k	B1	Gleichrichterbrücke
R7	8k2		
R8	100k		
R9	820R		
R10	2k2		
R11	1M		

Kondensatoren

C1	1000µF/25V	TR1	Flachtrafo 1,5VA 220V/12V
C2	10µ/16V Tantal	NTC1	22k Scheibenform W11 V23102A
C3,4	1µ/16V Tantal	Rel1,2	0006 A101

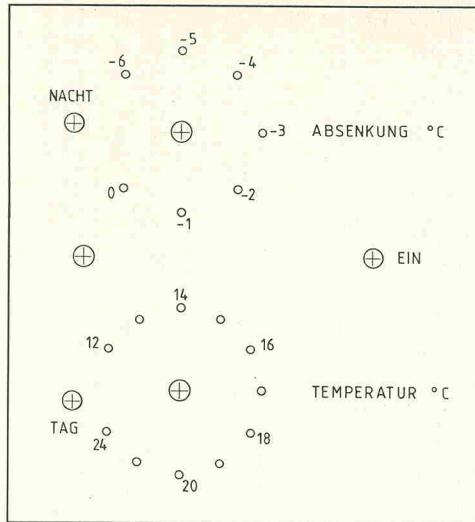
Halbleiter

IC1	7812	S1	Kippschalter 1-polig-Um
IC2	741	P1	Pot 100k lin, 4mm

P2	Pot 4k7 lin, 4mm
----	---------------------

Die Potis und der Schalter halten die Platine an der Frontplatte.

Als Schablone für die Frontplattenbohrungen sollte die unbestückte Platine verwendet werden.



kannten NTC sowie ein kleines Glühlämpchen an den Schaltausgang (Rel 2) an — für das man sich natürlich auch noch irgendwo die Betriebsspannung hernehmen muß. Sodann bringe man den NTC und das Lämpchen mit einem möglichst genauen Thermometer zusammen in einem thermisch isolierenden Gehäuse unter. Wir haben uns dafür in wenigen Minuten aus Styropor und Klebeband eine kleine Schachtel gebaut und dort alle drei Gegenstände eingebaut — das Thermometer aber so, daß es von außen ablesbar ist.

Der NTC spielt Thermofühler, die Glühlampe Heizung und das Thermometer dokumentiert das Geschehen. Im industriellen Bereich nennt man ein solches Zusammenspiel Klimakammer, bei den Amateurfunkern heißt es Quarzofen, und bei uns ist es schlicht und einfach eine Kalibrierhilfe. Wenn man diese Vorrichtung einschaltet und an P1 bzw. P2 dreht, wird — falls der NTC nicht völlig danebenliegt — irgendwann das Glühlämpchen anfangen zu leuchten; dadurch erwärmt sich der NTC und die 'Heizung' schaltet wieder aus. Im eingeschwungenen Zustand tickt die Lampe im Sekundentakt vor sich hin, und die Temperatur wird auf Bruchteile von Grad Celsius genau konstantgehalten. Vom Thermometer kann die Temperatur abgelesen und auf die Poti-Skala übertragen werden. Falls man — wie in unserer Anwendung — auch Temperaturen bis 10 °C herunter darstellen will,

muß man dafür sorgen, daß die äußere Umgebungstemperatur der Klimakammer niedriger liegt, denn nur so lassen sich die entsprechenden Heizzyklen simulieren. Mit anderen Worten, entweder muß das Styroporkästchen selbst in den Kühlschrank gepackt werden, oder der Abgleich ist jetzt nachts auf dem Balkon durchzuführen.

Zum mechanischen Aufbau ist nicht viel zu sagen. Die Platine läßt sich ohne Probleme in sehr flachen, handelsüblichen Zweischalengehäusen unterbringen. Man sollte nur darauf achten, daß man eine Bauform wählt, bei der die untere Schale mit der montierten Platine an der Wand befestigt werden kann. Die obere Schale mit der Frontplatte wird dann von den beiden Poti-Achsen und dem Schalter gehalten. Die Zuführung der Netzspannung und der Schaltleitung geschieht durch eine Bohrung in der Rückwand.

Der räumlichen Anordnung des NTCs ist auch eine gewisse Sorgfalt zu widmen, soll er doch die Raumtemperatur und nicht die Innentemperatur des Gehäuses abfragen. Man hat daher nur zwei Möglichkeiten der Anordnung: Entweder wird er mit so langen Beinen auf der Platine befestigt, daß er durch eine Bohrung in der Frontplatte nach draußen ragt, oder innerhalb des Gehäuses wird ein Röhrchen als 'Kamin' mit einem kleinen Schlitz montiert. In diesen Schlitz taucht dann der NTC ein (siehe Zeichnung).

80 Watt Class A

MOS-FET Leistungsverstärker Das Klangleben!



MOS A 80

Beispiel aus unserem Class A-Angebot:

Typ	MOS A 80
Leist. Sin./Mus. (4 Ω)	80/120 W
Maße m. Kühlk., LxWxH	390 x 100 x 80
Preis mit/ohne Kühlk.	320,-/280,-
Trafo Mono TR 80 A	105,-
Trafo Stereo TRS 80 A	161,-

Gesamtkatalog gratis unter Abt. MK 2

M.KLEIN
ELEKTRONIK

M. Klein Elektronik · Schubertstraße 7
7551 Neuhausen/Hamburg bei Pforzheim
Telefon (07234) 77 83 · Fax (07234) 52 05

»Das deutsche Qualitätsprodukt mit 3-Jahres-Garantie.«

Frontrahmen für LCD- und LED-Anzeigen

Anzeigerahmen zur Abdeckung von Digitalanzeigen.

2-, 3-, 4-, 6-, 8stellig, in Frontplatten und Gehäusen.

Lieferbar mit rot, grün oder farblos durchsichtiger Acrylglasscheibe.

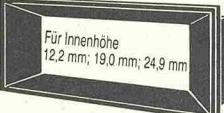
Rahmen alternativ mit oder ohne Halteschrauben für gedruckte Schaltungen lieferbar.

Frontrahmen aus antistatischen ABS - Schwarz- oder Grau-Struktur. Detaillierte Informationen, wie Maße usw., bei:

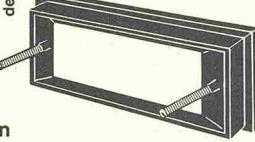
LOTHAR PUTZKE

Vertrieb von Kunststofferzeugnissen und Steuerungs-Geräten für die Elektronik, Postfach 47
Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Tel. (051 02) 42 34,
Telex 9 230 469 Fax (051 02) 40 00

2 bis 8 Stellen

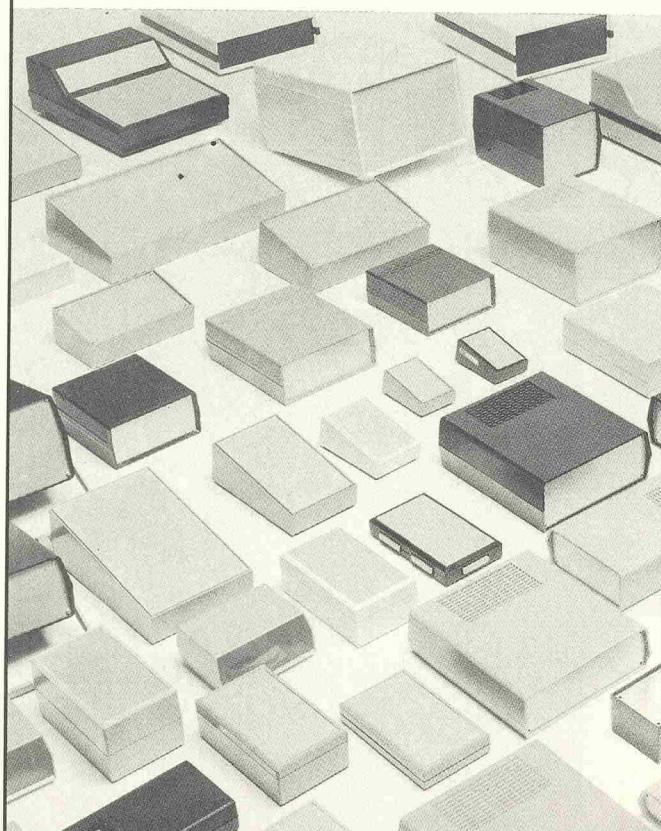


Lieferung über den Fachhandel



Metall- und Kunststoff-Gehäuseprogramm

Erwin Scheicher Nachf. Boehm KG,
Kurzhuberstr. 12, 8000 München 82, Postfach 82 06 44
Telefon 089/42 30 33/34, Telex 52 31 51, Telefax 089/42 99 82





REICHELT
ELEKTRONIK
DER SCHNELLE FACHVERSAND



Transistoren

2N

1613

-45

107A

-30

547C

-08

238

-57

62C

4,3

418

-72

2901

-70

BDV

458

-55

BU

15000

-10

87

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

71

62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

290

-72

248

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

239

-62

49

-53

246B

-18

BDW

595

-97

208A

-86

83C

2,88

61

1,43

420

-70

BDY

458

-55

BU

15000A

-23

BC

560C

-11

244

-80

67C

6,11

594

-97

208

Integrierte Schaltungen

TDB 00840P 1,13 2264CP 3,21 1248V 9,50 1124D 3,49 7060AP 1,90 4000 -,37

1080 10,78 2271CP 8,21 1252H 6,26 1122D 3,49 7061BP 2,41 4001 -,37

2033 5,91 2565CP 2,69 1253H 6,26 1122T 7,22 7062P 3,82 4002 -,37

TDE 3403CP 9,2 1255CP 5,40 1173H 3,38 7063P 1,60 4006 -,82

16070M 4,01 3524CP 1,51 1260G 1,00 1138 12,51 7064P 3,47 4007 -,37

16070P 4,01 4146CP 1,51 1261G 1,00 1139 12,51 7065P 3,47 4008 -,37

1647 4,83 4151CP 1,70 1270H 7,83 1156W 3,49 7066P 5,12 4009 -,57

17370P 7,19 4194CN 5,07 1274V 6,98 1166 8,44 7067P 7,20 4010 -,54

17670P 7,19 4195CP 2,43 1277H 5,53 1167 9,45 7068P 7,21 4011 -,53

17870P 7,35 4212CP 1,78 1278H 5,24 1169 3,49 7069P 6,40 4012 -,37

TEA 4558CP -,81 1280H 9,02 1197 2,91 7089P 4,95 4013 -,32

1008 2,80 4739CP 2,53 1284G 12,72 1199 3,21 7102P 8,14 4014 -,76

1009 3,86 4741CP 1,94 1285W 5,68 1201 5,10 7105P 7,85 4015 -,86

1010T SMD72 24 3083CP 6,49 1291H 3,34 1202 5,10 7109P 7,43 4016 -,52

1017 1,76 3084CP 3,14 1203 5,10 7110P 7,43 4017 -,72

1024 2,24 3085CP 2,76 7Z 3,14 1205 5,10 7120P 1,37 4018 -,57

1039 3,63 404 1,67 1230 5,20 1217 10,17 7120P 1,37 4019 -,54

1045 11,63 4094C 4,18 1353C 4,80 1345 5,60 7120P 1,37 4020 -,76

10587 SMD79 5,91 4114C 6,23 1354C 5,82 1361 5,10 7130P 6,40 4021 -,86

1087 1,00 4142C 2,40 1361H 5,82 1363 5,10 7130P 6,40 4022 -,86

2017 9,92 416E 4,61 1362C 5,60 1366W 5,10 7134P 6,40 4023 -,87

423 3,28 1364C 5,60 1368 5,10 7134P 6,40 4024 -,87

044 DIL 4,18 4242P 2,91 1366C 10,22 1368R 6,23 7134P 6,40 4025 -,69

061 DIL -,85 4252P 13,86 1367C 10,00 1371 8,59 7140P 2,48 4026 -,69

061CD SMD- 8,85 4262P 7,02 1368H 7,86 1372 6,11 7141P 1,64 4027 -,69

062 DIL -,92 4272P 25,77 1373H 4,27 1374 5,91 7145P 8,73 4030 -,47

062CD SMD1,02 4282P 19,73 1377C 5,24 1378 5,10 7150P 4,95 4031 -,10

064 DIL 1,12 4292P 4,58 1378H 4,22 1384 5,14 7154P 7,43 4032 -,86

064D SMD 34,12 4302P 10,34 1379C 7,28 1385 5,11 7155P 6,40 4033 -,10

066 DIP 2,17 4322P 46,35 1380C 11,35 1388 7,49 7157P 5,02 4034 -,66

071 DIP 1,19 4332P 90,73 1382C 3,21 1389 6,11 7158P 4,95 4035 -,86

071CD SMD- 9,25 4342P 3,42 1389C 6,61 1389R 6,11 7159P 1,14 4036 -,86

072 DIP -,86 4352P 15,74 1387C 9,02 1392 6,16 7161P 1,64 4037 -,76

072CD SMD1,00 4362P 4,45 1394C 9,04 1394 8,52 7169P 11,93 4038 -,81

074 DIL 1,17 4372P 28,56 1397 8,73 1398 16,72 7170P 6,70 4039 -,47

074CD SMD1,24 4382P 20,18 1401C 12,63 1399 7,96 7171P 26,74 4043 -,75

080 DIP 2,15 4402P 10,96 1402CA27,57 1398 6,50 7176P 9,49 4043 -,97

081 DIP -,68 4502P 21,21 1403C 5,78 1404 7,22 7177P 10,49 4044 -,76

081CD SMD- 9,21 4512P 1,23 1406 1,75 7178P 18,02 4045 -,03

082 DIP -,78 4522P 2,83 1407C 2,77 1474 1,74 7179P 6,21 4046 -,03

082CD SMD1,03 4532P 3,05 1407C 3,36 1412 1,66 7180P 6,22 4047 -,03

083 DIL 1,98 4542P 4,03 1408C 1,11 7181P 2,24 4048 -,03

084 DIL 1,13 4550P 4,45 1409C 1,04 7182P 2,24 4049 -,03

084D SMD1,29 4560P 9,49 1410C 12,21 7183P 2,04 4050 -,03

170C 1,61 502E 44,81 1411C 6,73 7184P 2,03 4051 -,78

172C 1,70 1034C 6,50 7185P 2,56 4052 -,78

191 DIL 5,05 1040ERD240 2002 2,91 7186P 2,11 4053 -,78

317C 1,22 1050E 6,39 7187P 2,22 4054 -,78

430C -,92 7Z 1,22 1050F 2,23 4055 -,78

431C -,93 116E 19,76 7188P 2,24 4056 -,78

434CD SMD 7,28 7189P 2,25 4057 -,78

449CN 23,13 216E 22,71 7190P 2,26 4058 -,78

450CN 4,83 234E 32,84 7191P 2,27 4059 -,78

4977CN 3,24 234E 32,84 7192P 2,28 4060 -,78

500CN 21,13 7Z 6,8 109 3,53 7193P 2,29 4061 -,78

501 DIL 12,49 7Z 9 109 210 3,45 7194P 2,30 4062 -,78

502 DIL 17,71 7Z 11 109 211 6,26 7195P 2,31 4063 -,78

503 DIL 15,66 7Z 12 109 212 6,27 7196P 2,32 4064 -,78

505 DIL 10,46 7Z 22 109 213 7,27 7197P 2,33 4065 -,78

507 DIL 2,80 7Z 27 109 214 7,27 7198P 2,34 4066 -,78

601 DIP 3,62 ZTK 33 -,47 7199P 2,35 4067 -,84

604 DIP 3,62 uPC 13,58 7200P 2,36 4068 -,78

607 DIP 2,66 ZTK3 1,89 7201P 2,37 4069 -,78

783CKC 6,42 574 -,88 7202P 2,38 4070 -,78

7702 DIP 2,09 575C 2,06 7203P 2,39 4071 -,78

7702ACD S2,80 576H 6,11 7204P 2,40 4072 -,78

TLC 577H 1,98 7205P 2,41 4073 -,78

251 DIL 3,72 580C 10,47 7206P 2,42 4074 -,78

251CD SMD1,53 585C 2,76 7207P 2,43 4075 -,78

252 DIP 6,74 587C 3,21 7208P 2,44 4076 -,78

254CD SMD 10,37 595C 4,80 7209P 2,45 4077 -,78

271CD SMD1,39 596C 3,34 7210P 2,46 4078 -,78

271CD 1,20 1001H 7,28 7211P 2,47 4079 -,78

772CD SMD 10,90 1004C 10,18 7212P 2,48 4080 -,78

272CD 2,06 1009C 10,67 7213P 2,49 4081 -,78

274CD SMD 1018C 2,19 7214P 2,50 4082 -,78

274CD 3,22 1020H 6,74 7215P 2,51 4083 -,78

372CD 2,02 1021C 7,86 7216P 2,52 4084 -,78

374CD 1,22 1023H 1,46 7217P 2,53 4085 -,78

555CD SMD 1024H 1,90 7218P 2,54 4086 -,78

555CD 10 1025H 1,90 7219P 2,55 4087 -,78

556 DIL 2,32 1026C 3,06 7220P 2,56 4088 -,78

556CD SMD 6,55 1028H 2,04 7221P 2,57 4089 -,78

TMS 1031H 4,22 2030P 2,58 4090 -,78

1122NL 8,15 1032H 1,50 7222P 2,59 4091 -,78

3879CN 25,65 1035C 5,48 7223P 2,60 4092 -,78

3880NL 19,14 1037H 7,13 315 5,53 7224P 2,61 4093 -,78

3886NC 29,36 1040C 2,63 7225P 2,62 4094 -,78

U 1043C 5,24 7226P 2,63 4095 -,78

1152H 1,11 2111 311 5,25 7227P 2,64 4096 -,78

1118 4,45 7228P 2,65 4097 -,78

2088 3,86 7229P 2,66 4098 -,78

210B 3,83 7230P 2,67 4099 -,78

211 6,83 7231P 2,68 4100 -,78

212 9,31 7232P 2,69 4101 -,78

217B 2,15 7233P 2,70 4102 -,78

237B 3,08 7234P 2,71 4103 -,78

243 2,47 7235P 2,72 4104 -,78

244B 2,91 7236P 2,73 4105 -,78

247B 3,08 7237P 2,74 4106 -,78

254B 2,91 7238P 2,75 4107 -,78

257B 2,77 7239P 2,76 4108 -,78

263B 4,71 7240P 2,77 4109 -,78

267B 2,71 7241P 2,78 4110 -,78

413 1,81 7242P 2,79 4111 -,78

424B 2,40 7243P 2,80 4112 -,78

1186H 4,29 7244P 2,81 4113 -,78

1187V 3,79 7245P 2,82 4114 -,78

5,15 7246P 2,83 4115 -,78

2,61 7247P 2,84 4116 -,78

7727P 2,75 4117 -,78

1,94 7248P 2,76 4118 -,78

5,26 7249P 2,77 4119 -,78

5,31 7250P 2,78 4120 -,78

9,02 7251P 2,79 4121 -,78

7,20 7252P 2,80 4122 -,78

13,09 7253P 2,81 4123 -,78

13,55 7254P 2,82 4124 -,78

13,91 7255P 2,83 4125 -,78

13,95 7256P 2,84 4126 -,78

13,99 7257P 2,85 4127 -,78

13,93 7258P 2,86 4128 -,78

13,97 7259P 2,87 4129 -,78

13,91 7260P 2,88 4130 -,78

13,83 7261P 2,89 4131 -,78

13,75 7262P 2,90 4132 -,78

13,67 7263P 2,91 4133 -,78

13,59 7264P 2,92 4134 -,78

13,51 7265P 2,93 4135 -,78

13,43 7266P 2,94 4136 -,78

13,35 7267P 2,95 4137 -,78

13,25 7268P 2,96 4138 -,78

13,15 7269P 2,97 4139 -,78

13,05 7270P 2,98 4140 -,78

12,95 7271P 2,99 4141 -,78

12,85 7272P 3,00 4142 -,78

12,75 7273P 3,01 4143 -,78

12,65 7274P 3,02 4144 -,78

12,55 7275P 3,03 4145 -,78

12,45 7276P 3,04 4146 -,78

12,35 7277P 3,05 4147 -,78

12,25 7278P 3,06 4148 -,78

12,15 7279P 3,07 4149 -,78

12,05 7280P 3,08 4150 -,78

11,95 7281P 3,09 4151 -,78

11,85 7282P 3,10 4152 -,78

11,75 7283P 3,11 4153 -,78

11,65 7284P 3,12 4154 -,78

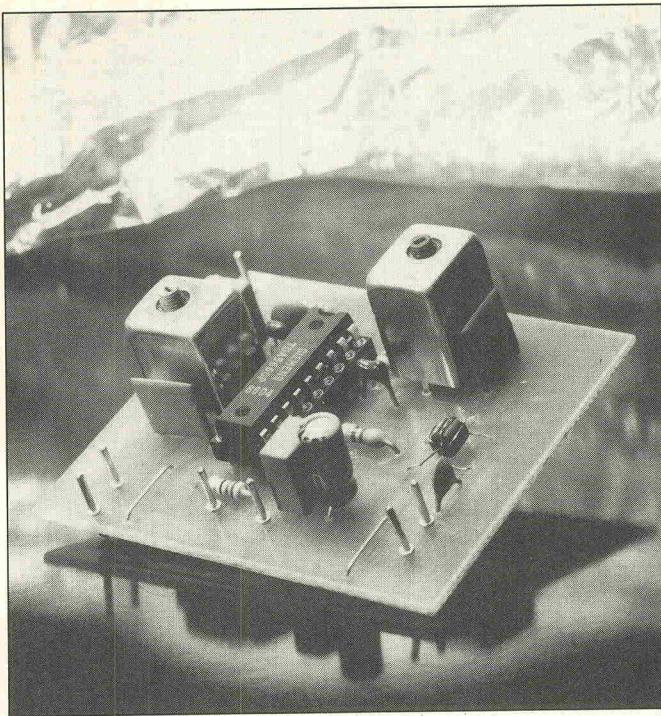
11,55 7285P 3,13 4155 -,78

11,45 7286P 3,14 4156 -,78

11,35 7287P 3,15 4157 -,78

11,25 7288P 3,16 4158 -,78

11,15 7



die übliche Eingangsimpedanz von $75\ \Omega$. Pin 1 ist der NF-Eingang für die Frequenzmodulation, an den das Tonsignal über C1, R1 und C2 gelangt. Die Parallelschaltung von R1 und C2 erzeugt eine Höhenanhebung, die sogenannte Preemphasis. Pin 2 liefert über R2 das nötige Gleichspannungspotential an Pin 1, mit C3 erfolgt die Siebung der Spannung an Pin 2.

Der Schwingkreis an den Pins 17 und 18 bildet den Tonträgeroszillator. Mit L3 wird er auf 5,5 MHz eingestellt, R4 sorgt für die richtige Dämpfung.

An den Pins 3...7 liegt der Schwingkreis des Bildträgeroszillators. Er ist auf 48,25 MHz für Kanal 2, auf 55,25 MHz für Kanal 3 oder auf 62,25 MHz für Kanal 4 abzulegen. Wenn der regionale Fernsehsender der 1. Programmkette auf einem dieser Kanäle arbeitet, wählt man einen anderen freien Kanal, um etwaige Empfangsstörungen zu vermeiden.

Der frequenzmodulierte Tonträger, der Bildträger und das Videosignal werden in einem Mischer zusammengesetzt und erscheinen an den Pins 13 und 15 in symmetrischer Form. Mit dem Übertrager aus L4 und L5 sowie dem Dämpfungswiderstand R5 wird das HF-Signal auf $75\ \Omega$ (unsymmetrisch) transformiert — dem üblichen

Technische Daten:

Betriebsspannung

10—14 V

Stromaufnahme

max. 40 mA

Toneingangsspannung

max. 1 V

Videoeingangsspannung

max. 1 V

1 V_{SS} an $75\ \Omega$

HF-Ausgang

75 Ohm koaxial

Kanal 2,3 o. 4

(Bereich I)

Standard für häusliche Antennenanlagen.

Zur Spannungsversorgung dient eine Gleichspannung von 10...14 Volt; die Stromaufnahme beträgt maximal 40 mA. Als Eingangsbuchsen können Typen des jeweiligen Bedarfs verwendet werden. Für den HF-Ausgang ist ein TV-Antennenstecker zu empfehlen, damit sich der Modulator mit einem handelsüblichen Empfängeranschlußkabel an den Fernseher anschließen lässt. Zur Verbindung zwischen den

Privatsender

Video rein — HF raus

Torsten Johann

Fernseher älterer Bauart und auch so manche Neuzeit-TVs der Low-Cost-Klasse zeichnen sich durch einen fehlenden Video-Eingang aus. Rechner, Kameras und viele Sat-Receiver lassen sich folglich nicht anschließen. Ein kleiner und preiswerter TV-Modulator kann hier vermittelnd eingreifen.

Einen Antenneneingang besitzt schließlich jedes Fernsehgerät: Also heißt der Ausweg, das Videosignal auf einen HF-Träger aufzumodulieren. Dieses zweifellos etwas umständliche Verfahren wirkt sich zwar negativ auf die Bildqualität aus, ist aber dennoch oft die einzige verbleibende Möglichkeit. Es ist deshalb besonders wichtig, daß der verwendete Modulator eine möglichst hohe Qualität aufweist.

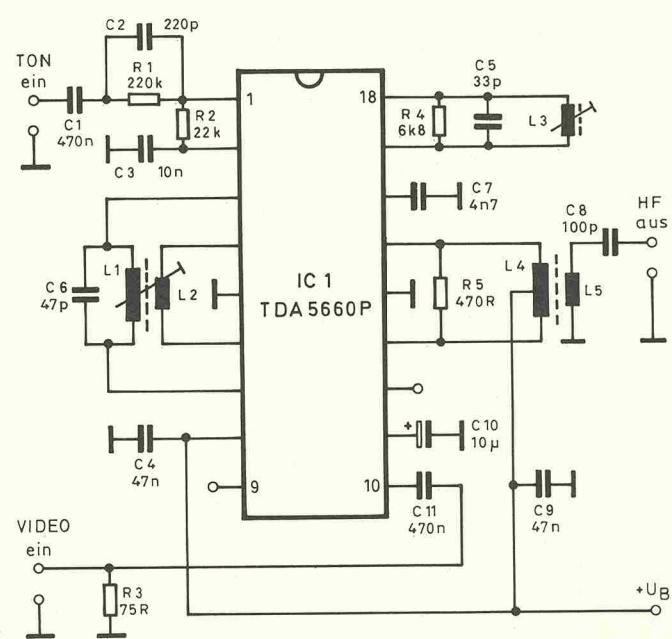
Weiterhin stellt sich die Frage nach der zu verwendenden Trägerfrequenz. Nach dem Motto 'je niedriger die Frequenz, desto sicherer der Nachbau' fällt die Wahl auf den Bereich I, der

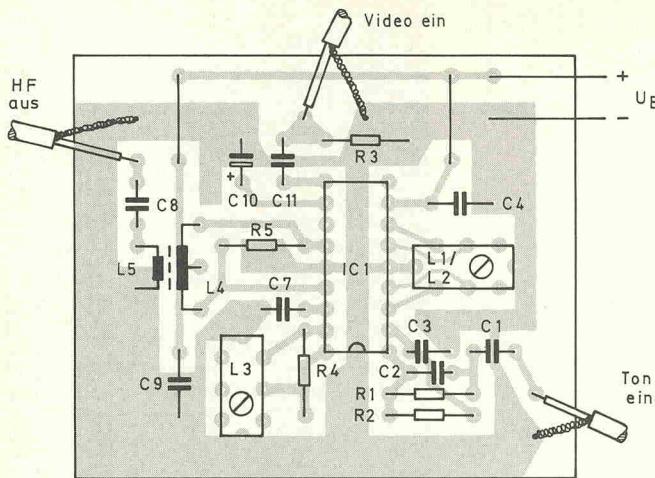
mit drei TV-Kanälen im Bereich zwischen 47 und 68 MHz liegt. Außerdem arbeiten in diesem Band nur sehr wenige TV-Sender.

Das Herzstück der Schaltung ist der TDA 5660P von Siemens — ein hochwertiger TV-Modulator für Frequenzen von 40 bis 860 MHz, der auch in der kommerziellen Technik, z.B. in Kabelanlagen, verwendet wird. Das Videosignal gelangt über C11 an Pin 10 auf den Videoeingang, wo es einen Regelverstärker durchläuft, der für die richtige Ausssteuerung sorgt. C10 ist der Siebkondensator der Regelschaltung.

Der Widerstand R3 sorgt für

Das Modulator-IC kommt mit extrem geringer Beschaltung aus. Etwas Mühe bereiten die drei Spulen, die selbst gewickelt werden müssen.





Die Platine passt in ein kleines, HF-dichtes Gehäuse. Zur Versorgung genügt ein Steckernetzteil.

Die Bildträgerspulen L1 und L2 bedürfen besonderer Aufmerksamkeit, denn es kommt auf den richtigen Wicklungssinn zueinander an, damit der Oszillator schwingt. Für beide Wicklungen wird wieder 0,15 mm CuL verwendet. L2 besteht aus (knapp) einer Windung. Sie beginnt an Stift 5, verläuft von oben gesehen im Uhrzeigersinn und endet an Stift 2. L1 besteht aus (knapp) 4 Windungen. Sie beginnt an Stift 6, verläuft von oben gesehen ebenfalls im Uhrzeigersinn und endet an Stift 1. L1 und L2 verlaufen nur am unteren Rand der Wickelkammer. Die Wicklung wird mit einem Tropfen Wachs fixiert. Auch hier wird C6 in das Spulengehäuse integriert und an den Stiften 1 und 6 angelötet.

Der HF-Übertrager wird auf eine Breitband-HF-Ferritperle gewickelt. Hierbei sollte etwas stärkerer Draht verwendet werden (ca. 0,2-0,25 mm CuL). L4

besteht aus 5 Windungen mit einer Anzapfung bei 2 1/2 Windungen und L5 aus 2 Windungen. Die Wicklung sollte möglichst gleichmäßig über den gesamten Umfang verteilt liegen. Beim Einfädeln der Drähte in die Bohrung der Ferritperle ist Vorsicht geboten, damit nicht der Lack abgeschnitten wird. Die Bohrung kann man ein wenig 'entschärfen', wenn man sie von Hand mit einem 3...5-mm-Bohrer 'entgratet'.

Ton- und Bildoszillator müssen zum Schluß noch abgeglichen werden. Dazu schließt man den Modulator an den Antennen-eingang eines Fernsehers an, der auf Kanal 3 eingestellt ist. Am Modulatoreingang wird nun ein Videosignal eingespeist, am Toneingang ein Sinus von ca. 1 kHz. Dann wird der Modulator eingeschaltet und so lange am Abgleichkern von L1,2 gedreht, bis bester Empfang erreicht ist. Anschließend wird L3 auf sauberste Tonwiedergabe eingestellt.

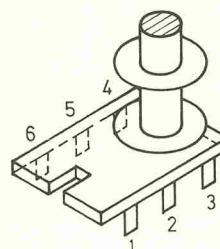
Sollte sich kein Empfang einstellen (auch nachdem am Fernseher der gesamte Bereich I abgesucht wurde), noch keine Panik! Auch alle höheren Kanäle sollten dann noch abgesucht werden. Falls der Bildoszillator arbeitet, wird sich irgendwo etwas finden. In diesem Falle schwingt der Bildoszillator zwar ordnungsgemäß, nur eben oberhalb des Bereiches I. Abhilfe schafft ein Vergrößern von C6. Sollte sich auf keinem Kanal Empfang einstellen, hilft meist eine Überprüfung des Wickelns der Bildoszillatospule. □

Stückliste

Widerstände, 0,25 W, 5 %	C6	47p
R1 220k	C7	4n7
R2 22k	C8	100p
R3 75R	C10	10μ/25V, Elko
R4 6k8	Halbleiter	
R5 470R	IC1	TDA 5660P
Kondensatoren (keramisch, wenn nicht anders angegeben)		
C1,11 470n, Folie RM5		
C2 220p		
C3 10n		
C4,9 47n		
C5 33p		
Sonstiges		
Ferrit-Perle, 2 Filterbausatz Vogt D41-2165, Kupferlackdraht (siehe Text), 2 Eingangsbuchsen, TV-Stecker, abgeschirmtes Kabel, Platine		

Buchsen und der Platine eignet sich abgeschirmtes Kabel. Die beiden Spulen der Schaltung müssen selbst angefertigt werden. Die Tonoszillatospule L3 besteht aus 40 Windungen Kupferlackdraht mit 0,15 mm Durchmesser. Es ist darauf zu achten, daß die Wicklungen

möglichst gleichmäßig über die volle Breite der Wickelkammer verlaufen. Die Drahtenden werden an die Stifte 5 und 6 verlötet. Der Kondensator C5 wird ebenfalls im Spulengehäuse untergebracht. Seine Anschlüsse liegen natürlich auch an den Stiften 5 und 6.



Beim Verlöten der Wicklungen ist die Pinbelegung des Spulen-körpers zu beachten.

SONDERLISTE E 88: HITACHI MOSFET-SK 134/35 o. SJ 49/50 je 11,50 DM

Sanyo Hybird STK 0846	35,00 DM	Ringkerntrofa 300 VA 2 x 44 V	65,00 DM	Gleichrichter B200 C 25 A	5,95 DM
STK 459	29,00 DM	dito 250 VA 2 x 27 V	62,00 DM	dito B 40 C 25 A	3,95 DM
Elkos B. 10.000 μF 70/80 V	17,00 DM	dito 500 VA 2 x 47 V	90,00 DM	dito B 80 C 3200	2,20 DM
10.000 μF 80/90 V	18,50 DM	dito 625 VA 2 x 56 V	110,00 DM	dito B 80 C 5000	2,50 DM
12.500 μF 70/80 V	18,00 DM	dito 160 VA 2 x 30 V	52,00 DM	dito B600 C 25 A	7,50 DM
12.500 μF 80/90 V	18,50 DM	Min. Kippschalter 1x Ein.	1,00 DM	Halbleiter IC TL 072	0,60 DM
Stand Elkos 2200 μF 80 V	4,00 DM	2x UM.....	1,20 DM	TL 062	0,60 DM
4700 μF 40 V	4,50 DM	Netzsch. Marqu. 2 x 10 A Beleu.	4,95 DM	Auszug! TL 074	0,95 DM
4700 μF 50 V	5,00 DM	Klinkenbuchsen 6,3 mm mit SW	1,00 DM	HA 1457W	2,70 DM
Gehäuse 19 Zoll 1HE	44,00 DM	Kühlkörper 4 x TO3/6xTO3	18,00 DM	MC 145B Dip.	0,50 DM
2HE	54,00 DM	dito 8xTO3	27,00 DM	TCA 740	2,75 DM
3HE	65,00 DM	10xTO3	35,00 DM	Transistoren BC 160/10	0,65 DM
Polklemmen Rot + SW isol.	1,00 DM	Kupferspule für Endstufe Ausg.	3,40 DM	Auszug! BC 179 A	0,40 DM
		Lüfter 220 V 120 x 120 mm	27,95 DM	BC 414 C	0,35 DM
		80 x 80 mm	24,95 DM	BF 869	0,95 DM
		1 kg	35,00 DM	BF 871	1,65 DM
				BF 872	1,65 DM

ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER • VILLENSTR. 10
6730 NEUSTADT/WSTR. - TEL. 06321/33694 - FAX 06321/34918

**SONDERLISTE E 88
ANFORDERN!**

Spacetronic GmbH

ehemals Erftkreis Electronic

Postfach 31 06 · 5024 Pulheim · Tel. 0 22 38/1 42 29

TEA LAUFWERKE	8250C1500	0,70	0,66	NEU IM PROGRAMM
FD 55 BR	214,00	8250C3700	1,90	1,85
FD 55 FR	297,00	8250C5000	1,99	1,95
FD 55 FR	219,00	830C1500	0,69	0,65
FD 35 GFN	295,00	Quarze	1,94	10,24
FD 35 FN	222,00	032-788kHz	0,55	0,52
FD 135 FN	186,00	DIL08ZX	0,13	0,12
FLOPPY STRÖMVERSORGER		DIL14ZX	0,23	0,21
4POL 1.25	1,00	DIL18ZX	0,25	0,23
MOUSE GM 6 PC	82,00	DIL20ZX	0,30	0,28
IBM DRUCKER? 2 m	8,20	DIL22ZX	0,35	0,33
RAM? EPROM?		DIL24ZX	0,37	0,35
Viele Typen u. Lager oder innerhalb kurzer Frist lieferbar.		DIL28ZX	0,47	0,45
Bitte erfragen Sie die aktuellen Tagespreise. Vor allem Großabnehmer weisen darauf hin, daß Speicherbausteine nur gegen NN oder Vorkasse versandt werden.		DIL40ZX	0,68	0,62

COPROZESSOREN

AB LAGER LIEFERBAR!!!!	Sub-D-Steckverbinder	vergoldet	1,94	10,24
8087-8MHz	BLK109	0,45	0,44	DIL24PZ/7.62mm
8087-10MHz	BLK115	0,70	0,69	DIL24PZ/10mm
8087-12MHz	BLK119	1,30	1,28	DIL32PZ
8087-15MHz	BLK23	1,20	1,18	DIL40PZ
8087-16MHz	BLK25	0,65	0,64	DIL48PZ
8087-18MHz	BLK37	1,65	1,63	DIL64PZ
8087-19MHz	BLK50	3,25	3,20	
8087-20MHz	SLK09	0,40	0,39	
8087-20MHz	SLK15	0,65	0,64	
8088-11MHz	SLK19	1,25	1,23	
8088-11MHz	SLK23	1,15	1,12	
8088-11MHz	SLK25	0,60	0,59	
8088-11MHz	SLK37	1,60	1,58	
8088-11MHz	SLK50	2,90	2,90	
8088-12MHz	SLK57	1,60	1,58	
8088-12MHz	SLK60	2,90	2,90	
8088-12MHz	SLK65	3,25	3,20	
8088-12MHz	SLK70	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK75	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK80	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK85	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK90	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK95	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK100	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK105	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK110	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK115	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK120	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK125	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK130	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK135	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK140	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK145	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK150	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK155	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK160	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK165	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK170	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK175	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK180	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK185	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK190	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK195	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK200	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK205	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK210	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK215	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK220	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK225	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK230	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK235	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK240	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK245	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK250	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK255	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK260	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK265	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK270	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK275	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK280	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK285	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK290	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK295	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK300	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK305	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK310	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK315	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK320	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK325	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK330	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK335	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK340	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK345	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK350	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK355	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK360	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK365	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK370	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK375	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK380	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK385	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK390	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK395	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK400	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK405	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK410	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK415	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK420	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK425	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK430	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK435	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK440	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK445	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK450	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK455	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK460	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK465	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK470	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK475	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK480	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK485	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK490	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK495	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK500	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK505	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK510	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK515	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK520	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK525	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK530	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK535	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK540	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK545	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK550	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK555	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK560	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK565	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK570	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK575	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK580	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK585	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK590	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK595	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK600	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK605	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK610	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK615	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK620	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK625	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK630	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK635	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK640	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK645	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK650	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK655	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK660	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK665	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK670	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK675	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK680	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK685	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK690	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK695	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK700	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK705	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK710	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK715	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK720	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK725	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK730	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK735	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK740	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK745	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK750	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK755	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK760	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK765	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK770	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK775	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK780	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK785	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK790	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK795	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK800	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK805	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK810	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK815	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK820	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK825	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK830	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK835	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK840	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK845	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK850	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK855	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK860	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK865	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK870	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK875	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK880	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK885	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK890	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK895	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK900	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK905	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK910	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK915	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK920	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK925	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK930	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK935	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK940	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK945	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK950	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK955	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK960	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK965	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK970	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK975	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK980	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK985	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK990	3,20	3,20	
8088-12MHz	SLK995	3,20	3,20	

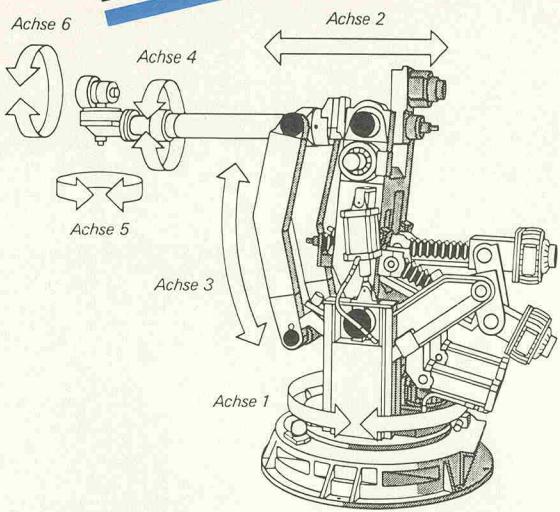
D A S T H E M A

Antriebstechnik



**Grundlagen
Projekte
Schaltungstechnik**

Editorial



Antreiben — Bewegen — Steuern: Immer häufiger werden Elektromotoren als kleinere oder größere Triebwerke eingesetzt. Für sparsamen Umgang mit dem Treibstoff sorgt vor allem die Elektronik: durch Fortschritte in der Leistungshalbleitertechnik und in der Signalverarbeitung.

‘Das Thema’ wird umfassend behandelt: mit neuen Produkten, neuer Literatur, neuen ICs, Schaltungen und Schaltungstechnik, Projekten, Grundlagen.

Gesamtübersicht

aktuell	Seite 37
Schaltungstechnik	
aktuell	40
Grundlagen	
Gleichstrommotoren	
Anker los!	44
DC-Motor-	
Steuerschaltungen	
Stabil auf Rundkurs ..	48
Universelle getaktete	
Motorregelung	
Taktiker	56
Industrielle	
Antriebstechnik	
Antreiben —	
Bewegen — Steuern ..	60
Für PC: Schrittmotor-	
Steuer- und Treiberkarte	
Schrittmacher	66
Die Buchkritik	70

Inhalt

Rund um den Gleichstrommotor

Anker los!

Dieser Grundlagenbeitrag transportiert so viel Know-how, daß der optimale Einsatz von Gleichstrommotoren kein Problem mehr darstellt. Und damit das Antriebselement

Stabil auf Rundkurs

geht und keine krummen Touren dreht, folgt eine Übersicht verschiedener Schaltungstechniken zur Drehzahleinstellung und -stabilisierung. Eine sehr brauchbare Schaltung ist der

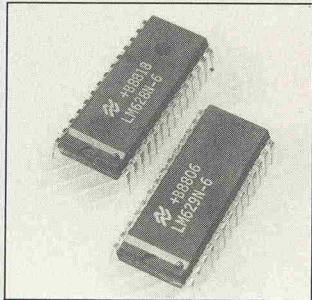
Taktiker

für universellen Einsatz: 3 V...20 V, 0...10 A. Das Projekt einer universellen getakteten Motorregelung. Rund geht's ab

Seite 44

Motor-Controller

Schnittstellen zwischen μ P und Motorwelle: Zwei neue ICs zur Steuerung von Gleichstrommotoren regeln alles digital.



Seite 40

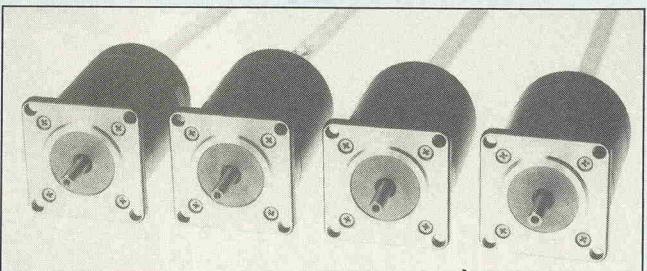
Industrielle Antriebstechnik

Das waren Zeiten: Um Antriebe größerer Leistung einigermaßen in den Griff zu bekommen, wurden etliche Motoren und (Hilfs-)Generatoren mechanisch und elektrisch zu einem kunstvollen Gebilde ‘verschaltet’. Heute nimmt man nur den einen Motor, den man braucht. Und natürlich viel Elektronik. Ein Übersichtsbeitrag zum Stand der Technik.

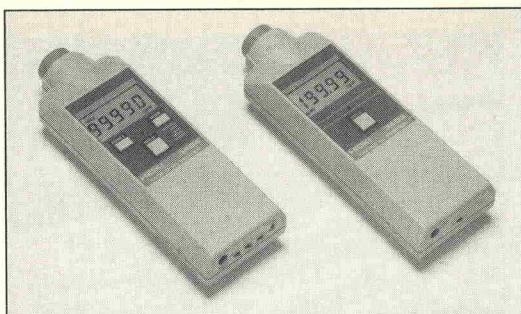
Seite 60

Schrittmotor-Steuerkarte für PC + Treiberkarte

Vorbei sind die Zeiten, da der PC tatenlos zuschauen mußte, wie sich alle Welt um ihn bewegte. Er kann nun selber etwas in Bewegung setzen, vorausgesetzt, man hilft ihm auf die Sprünge. Schrittmacher auf



Seite 66



Meßtechnik

Es geht rund

Die digitalen Drehzahlmesser 3403 und 3404 von Hioki, die von ASM in Unterhaching vertrieben werden, erfassen die Meßgrößen Drehzahl, Umdrehungsdauer und die Anzahl der durchlaufenen Umdrehungen.

Die handlichen Batteriegeräte benötigen zu ihrem Einsatz lediglich einen Markierungsstreifen, der auf dem drehenden Teil angebracht werden muß. Den passenden Meßbereich, der zwischen 30 und 100 000 min^{-1} liegen kann, sucht sich das Gerät selbst. Das Modell 3404 bietet

einen zusätzlichen Analogausgang mit einer Ausgangsspannung von 10 V bei erreichtem Endwert, so daß auch Meßwertschreiber angeschlossen werden können. Außerdem ist ein Speicher vorhanden, der Minimal- und Maximalwerte festhält und zur Anzeige bringt.

Präzisions-Gleichstrommotoren. In Verbindung mit hochgenauen Linear-Antriebseinheiten (DC-Mike Drives) lassen sich reproduzierbare Positioniergenauigkeiten von $0,1 \mu\text{m}$ erreichen.

Dem Anwender steht ein Satz von mehr als 50 Kommandos zur Verfügung, mit dem alle Bewegungsgrößen wie Geschwindigkeit, Beschleu-

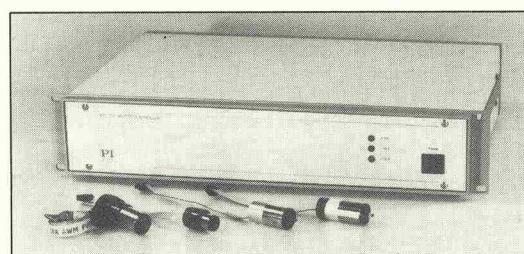
nigung, Drehmoment und Zielposition vorgegeben werden können. Ein Lern-Modus (teach-in mode) erlaubt die Wiederholung eines Bewegungsablaufs.

Der C-800 Controller wird auch als PC-kompatible Steckkarte gefertigt. Der Datentransfer kann wahlweise über den PC-Bus, eine RS-232- oder IEEE-488-Schnittstelle erfolgen.

DC-Motorsteuerung

Bis 100 Nanometer

Der neue DC-Motor-Controller C-800 von Physik Instrumente GmbH & Co., 7517 Waldbronn, erlaubt eine simultane Steuerung und Überwachung von vier

**Schrittmacher**

Die Elektronik der neuen Module der Serie 230 und 430 von Superior Electric ist kompakt in einem Alu-Strangpreßprofil integriert und durch Verguß gegen Umwelteinflüsse geschützt. Diese

Schrittmotor-Leistungsstufen,

die in Bipolar-Chopper-Konstantstromtechnik aufgebaut sind und mit einer Schaltfrequenz von 20 kHz arbeiten, enthalten außerdem die Ansteuerungselektronik zur Umsetzung von Pulsen in die notwendige Wicklungstaktsequenz (Translator). Alle Ein-

gänge sind über Optokoppler galvanisch getrennt.

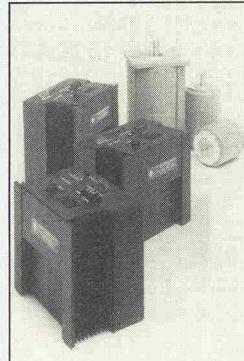
Die Endstufen, die für Motoren von 30 bis 120 Watt mechanischer Leistung vorgesehen sind, können zur verbesserten Wärmeabfuhr auf handelsübliche Kühlkörper oder auf Gehäusewände montiert werden. Den Vertrieb hat die ASM GmbH, Unterhaching, übernommen.

Eine etwas höhere Leistungsklasse bedienen die

Schrittmotor-treiber

der Serie 6180 von Superior Electric, 6242 Kron-

berg, die bis zu 500 Watt an die Motorwelle bringen können. Auch diese kurzschlußfesten Leistungsstufen arbeiten aufgrund ihrer hohen Chopperfrequenz völlig geräuscharfrei und können bei einer Betriebsspan-



nung von 180 V bis zu 6 A pro Phase liefern, wenn sie mit einem leicht zu installierenden Lüfterausatz zusätzlich gekühlt werden.

Die kompakten Treibermodule inklusive Translator werden mit oder ohne eingebautem Oszillator angeboten sowie auf Wunsch mit einer frei programmierbaren Positioniersteuerung.

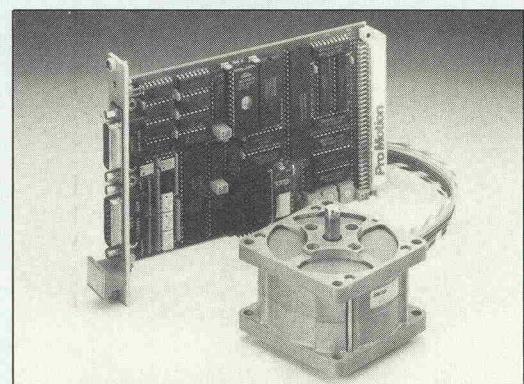
Als Bindeglied zwischen Bus und Booster hat die Firma ProMotion in Karlsruhe einen

Schrittmotoren-Indexer

entwickelt, der direkt am VME-Bus betrieben werden kann und dabei alle Berechnungen für die Ansteuerung eines Schrittmotors selbsttätig

kann der Anwender Wege als Kettenmaße oder Zielpositionen vorgeben oder auch per Software ein Getriebe simulieren, das ihn unabhängig von der Schrittzahl des verwendeten Motors macht.

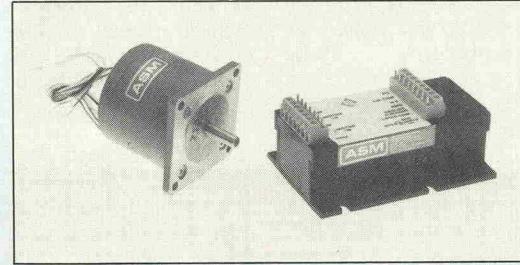
Der Indexer liefert Open-Collector- oder Differenz-Ausgangssignale entsprechend der



ausführt. Die Baugruppe, die auf dem Mikroprozessor 80188 basiert und auf einer Europa-karte Platz findet, benötigt dazu lediglich Fahrbefehle und Parameter.

Mit über 50 Befehlen

RS-485-Norm und arbeitet an einer 5-V-Versorgungsspannung bei einer Stromaufnahme von 1,5 A. Außer den VME-Bus-Karten werden auch Karten für den SMP- und ECB-Bus angeboten.



Bürstenlose
DC-Motoren

Kaum noch Mechanik

Beim bürsten- bzw. kollektorenlosen Gleichstrommotor sind die beiden Hauptteile vertauscht: Die Ankerwicklung ist ortsfest im Stator untergebracht, während der Permanentmagnet als Rotor arbeitet.

Bei einem derartigen Aufbau gelingt es auf einfache Weise, anstelle des mechanischen und stark beanspruchten Kommutator-Bürsten-Systems eine elektronische Schaltung einzusetzen, die, gesteuert von einem optischen oder magnetischen Lagegeber, die einzelnen Ständerwicklungen zeitlich derart versetzt ansteuert, daß ein rotierendes Kraftfeld entsteht.

Zur Steuerung solcher bürstenlosen Gleichstrommotoren, die, ähnlich wie Schrittmotoren, bis auf Welle und Lager keinerlei mechanische Verschleißteile mehr enthalten, wurden in der letzten Zeit diverse Spezial-ICs entwickelt.

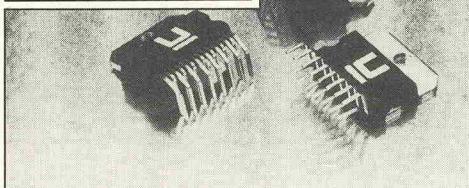
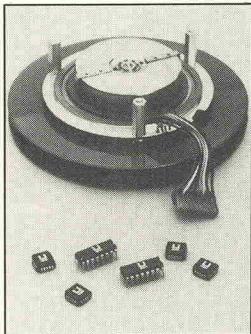
Ein Leistungstreiber-IC für Dreiphasenmotoren, das bei 35 Volt 2 A je Tristate-Ausgang liefern kann, stellt Unitrode unter der Bezeichnung UC3657V. Die Eingänge

des Bausteins sind TTL- und CMOS-kompatibel und können daher problemlos an bereits vorhandenen Schaltungen betrieben werden.

Die Ausgänge weisen extrem niedrige Sättigungsspannungen auf und sind mit integrierten Freilaufdioden versehen. Das 15polige Metallab-Gehäuse läßt sich mit nur einer Schraube auf einem geeigneten Kühlkörper montieren.

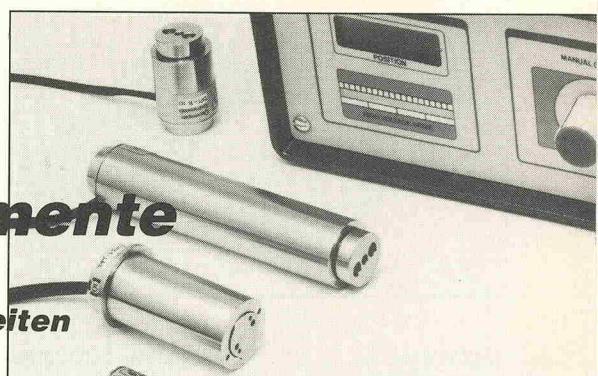
Mit einer Dauerstrombelastbarkeit von 1 A ist die Treiberstufe des UC3623V nicht ganz so kräftig. Dafür enthält dieser Baustein, der ebenfalls aus dem Programm von Unitrode stammt, bereits die komplette Kommutierungs- und Drehrichtungslogik sowie eine selektierbare Stromregelung nebst hoch verstärkendem OpAmp zur Stabilisierung der Regelschleife. Die ICs von Unitrode werden vertrieben von der Metronik GmbH, Unterhaching.

Ebenfalls zur Steuerung von Dreiphasen-Gleichstrommotoren, jedoch noch höher integriert, ist der CMOS-Baustein NE/SA/SE 5570 von Valvo. Die Schaltung übernimmt alle Ansteuerfunktionen wie Beschleunigung, Bremsen, Vorwärts- und Rückwärtslauf. Das IC, das im DIL-24-Gehäuse und als SMD-Baustein angeboten wird, benötigt zwar einen externen Leistungstreiber, verfügt aber dafür über ein μ P-kompatibles serielles Dateninterface.



Piezo-Stellelemente

Wenn Haarsbreiten zu riesig sind



In der Halbleiterfertigung, in der Optik und bei interferometrischen Messungen werden heutzutage Positionierungen benötigt, deren Auflösungen im Sub-Nanometer-Bereich liegen. Ein Einsatzgebiet für Piezo-Stellelemente.

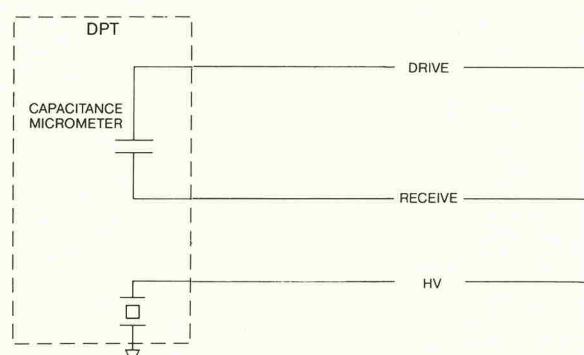
Moderne digitale Piezo-Translatoare (DPT) dienen der Positionierung im Bereich einiger Mikrometer und gestatten dabei eine Wiederholgenauigkeit von weniger als 1 nm bei extrem guten Stabilitäten. Bereits vor 15 Jahren konnten bei DPTs Stabilitäten von 10 pm (10^{-11} m) pro Tad und 0,01 pm pro Sekunde erzielt werden. Zum Vergleich: Ein Wasserstoffatom hat einen Durchmesser von etwa 100 pm!

DPTs setzen sich aus zwei Komponenten zusammen: Neben dem ei-

gentlichen Stellelement, das zur Positionssteuerung dient, enthalten sie außerdem ein kapazitives Mikrometer, das als Positionssensor die Expansionen oder Kontraktionen mißt, die infolge äußerer Kräfte oder Temperaturänderungen auftreten. Eine externe Elektronik verarbeitet dieses Meßsignal zu einer Spannungsänderung, die die ursprüngliche Längenänderung des Piezo-Elements kompensiert.

Die gesamte Anordnung arbeitet somit als geschlossener Regelkreis.

Die Elektronik wirkt dabei als rein integraler Regler mit einer Zeitkonstanten ($1/e$) von weniger als 0,5 ms. Dadurch erhält das Stellelement eine extreme Steifigkeit, so daß Laständerungen ohne Einfluß auf seine Länge bleiben. Eine hohe Linearität und eine kaum noch nachweisbare Hysterese sind die Folge.



Industrieroboter

Teach-In

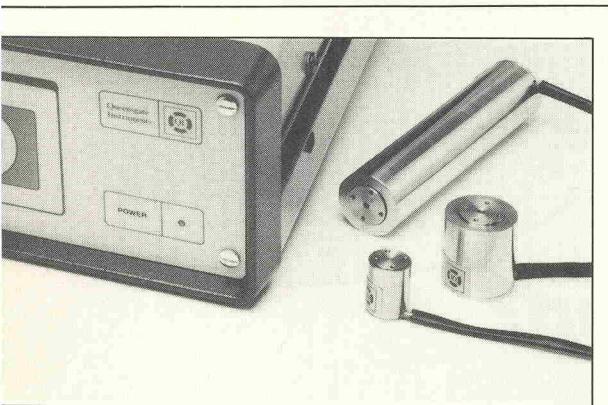
Der teure Industrieroboter in der Produktionshalle ist ein williger 24-Stunden-Arbeiter, der sich nur bei vollem Einsatz in vertretbarer Zeit amortisiert. Somit ist er für Schulungs- und Trainingszwecke selten

verfügbar und zu teuer. Speziell für die Aus- und Weiterbildung im Fach Robotik hat daher die Nürnberger Firma P + P Elektronik den Schulungsroboter ROB3 entwickelt. Das

6-Achsenmodell kann, aufgrund seines eingebauten Rechners, nicht nur mit Hilfe eines PC, sondern auch direkt mit einer Teach-Box pro-

grammiert werden. Die erstellten Programme mit bis zu 1000 Schritten bleiben auch ohne Stromversorgung 10 Jahre lang im Speicher erhalten.

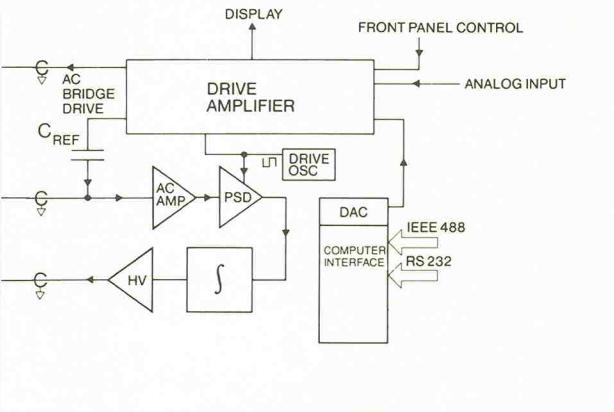
ROB3, bestehend aus Mechanik, Steuerung, Netzteil und Teach-Box oder PC-Software, wird für weniger als DM 5000,— angeboten.



Digitale Piezo-Translator-Systeme der beschriebenen Art werden von der englischen Firma Queensgate Instruments Ltd. hergestellt und sind bei der L.O.T. GmbH in Darmstadt erhältlich. Angeboten werden derzeit drei verschiedenen DPTs mit Verstellbereichen von 15, 35 und 75 μm . Die Linearität liegt bei $< 0,15$, $< 0,2$ bzw. $< 0,3\%$. Alle drei Elemente liefern eine Auflösung, Stabilität und Reprodu-

zierbarkeit von weniger als 1 nm.

Der zugehörige Controller AX 100 enthält die Regelelektronik, die wahlweise über IEEE-448 oder RS-232 vom Rechner gesteuert werden kann und die auf Wunsch mit vorprogrammierten Scan-Funktionen mit 14 bit Auflösung geliefert wird.



Bürstenlose Antriebe

Servo-Service

Relativ neu auf dem Gebiet der Umsetzung von elektrischer Energie in mechanische Arbeit sind die bürstenlosen Servomotoren, die ähnliche Eigenschaften wie die bekannten Gleichstrommotoren aufweisen. In diesen Motoren, die unter anderem dazu in der Lage sind, auch im Stillstand ihr volles Drehmoment abzugeben und sich somit auch für dynamischen Bremsbetrieb eignen, ist jedoch ein-



ziges Verschleißteil nur noch die Wellenlagerung zu nennen, denn es existieren keine Kohlebürsten mehr — die Kommutierung wird elektrisch durchgeführt.

Für die Ansteuerung sind allerdings spezielle Verstärker und Netzteile erforderlich. Die Firma Mattke aus Freiburg, die derartige Antriebssysteme für Leistungen von 110 W bis 4,7 kW fertigt, hat über ihre Produkte ein 24-seitiges Handbuch zusammengestellt, in dem Motoren, passende Verstärker und komplett Anlagen beschrieben werden.

Lehrsysteme

Buntes Treiben

Der Normalverbraucher kennt LEGO-Steine als die spitzigen, bunten Dinger, auf die er tunlichst nicht treten sollte, wenn er barfuß das Kinderzimmer betritt. Das LEGO-Schulungsprogramm 'Technik Control', das bereits Kindern in der Sekundarstufe I auf spielerische Weise die Grundbegriffe der Informatik vermitteln will, ist weniger bekannt.

Die altbewährten Steinchen mit Knöpfchen, die sich so leicht zusammenfügen und trennen lassen, bilden auch hierbei die Grundlage, werden aber ergänzt durch ein Interface für IBM-PCs oder kompatible sowie durch

eine eigens dazu entwickelte Software. Ausgerüstet mit kleinen Gleichstrommotoren, Zahnrad-, Riemens- und Schneckengetrieben, Laufbändern, Zahnstangen und Sensor- und Lichtbausteinen, ermöglicht das System den Bau funktionstüchtiger Modellanlagen — von der Verkehrsampel bis zur Fertigungsbandstraße.

Die Steuerung der gesamten Anlage übernimmt ein PC, der mit der gelieferten Software extrem einfach und grafikorientiert frei zu programmieren ist. Die Schüler lernen dabei anschaulich und praxisgerecht Programmstrukturen kennen und entwickeln und verfeinern im Dialog mit dem Rechner eigene Algorithmen. Ein Lehrerhandbuch ist ebenfalls lieferbar.



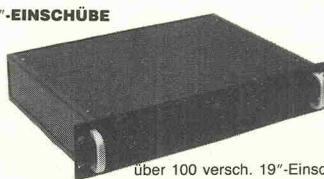
KÜHLKÖRPERGEHÄUSE KRAFTWERK



Mit unterschiedlichen Kühlkörpern für versch. Einsatzzwecke

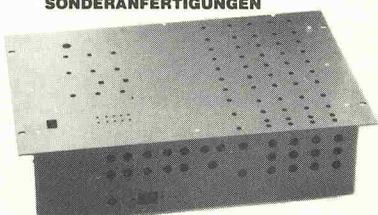
Gehäuse mit System

19"-EINSCHÜBE



über 100 versch. 19"-Einschübe im Lieferprogramm

Schon bei mittleren Stückzahlen mit Ausstanzungen und kompletter Oberflächenbearbeitung



Katalog gegen DM 3,— in Briefmarken.

elca = systems

R. M. Amann · Tiefental 3 · 7453 Burladingen 1 · Tel. 07475/1707 · Telex 767223 elca d

Controller-ICs für Antriebssysteme

Ja wie laufen sie denn?

Michael Oberesch

Die beiden Neuentwicklungen LM628 und LM629 von National Semiconductor sind spezielle Controller-Bausteine für den Aufbau von computergesteuerten Antriebssystemen, die mit Gleichstrom- oder bürstenlosen DC-Motoren arbeiten. Einsatzgebiete sind zum Beispiel Fertigungsmaschinen, Roboter, Plotter, Aufzugsteuerungen und viele andere industrielle Bereiche.

Die universellen Bewegungscontroller LM628 und LM629 erlauben eine Positions- und Geschwindigkeitsregelung von Gleichstrom-Motoren auf rein digitaler Basis. Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt, daß zum Aufbau einer kompletten Antriebssteuerung nur wenige zusätzliche Komponenten erforderlich sind.

Seine Befehle empfängt der Controller über einen Host-Port (D0...D7, der als bidirektionale Kommunikationschnittstelle mit der steuernden CPU verbunden ist. Dieses 8 Bit breite Host-Interface verfügt über ein Befehls- und ein Datenregister und kann asynchron, also unabhängig von der aktuellen Tätigkeit des eigentlichen Controllers bedient werden.

Der Command Position Sequencer liefert dem Regelkreis

die aktuelle Sollposition als 32-Bit-Wort. Als Betriebsarten kommen dabei die Geschwindigkeits- und die Positionsregelung in Frage. In beiden Fällen wird der Motor zunächst mit einer vorgegebenen

Bei der Positionsregelung müssen hingegen zwei Fälle unterschieden werden. Wenn die Start- und Zielpositionen sehr weit auseinander liegen, folgt auf die Beschleunigungsphase zunächst eine Phase konstanter

Geschwindigkeit, an die sich die Verzögerungsphase anschließt. Das zugehörige v/t-Diagramm zeigt folglich einen trapezförmigen Verlauf mit den Seitenlinien a_t , v und $v - a_t$ (Bild 2).

Liegen dagegen Start- und Zielposition dicht zusammen, so wird unmittelbar auf die Beschleunigungsphase die Verzögerung folgen, ohne daß dabei ein Geschwindigkeitsplateau erreicht wird. Das v/t-Diagramm zeigt daher einen Dreiecksverlauf mit den Seiten a_t und $v - a_t$. Bei der Positionsberechnung muß demnach eine Anfangsposition x_2 berechnet werden, ab der nach

$$x = -a_t^2 + vt + x_1$$

mit konstanter Verzögerung abgebremst wird. Der Command Position Sequencer liefert also als Sollwert für den Regler einen Modellverlauf der Position über der Zeit.

Einen weiteren Komplex innerhalb der Controller-ICs bildet der Position Feedback Prozessor, der dem vorgegebenen

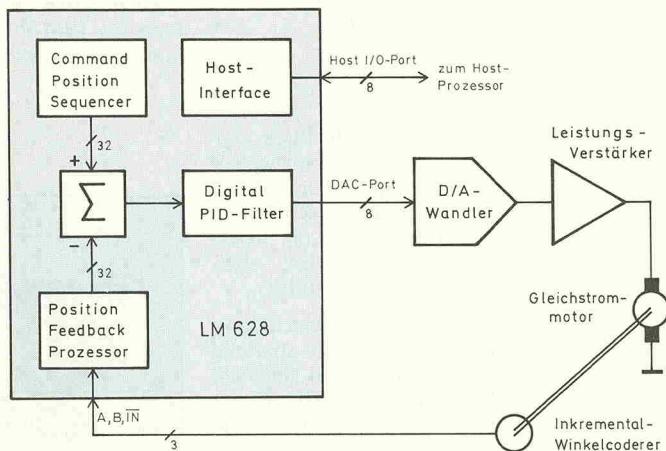


Bild 1. Das LM628 enthält nahezu alle Funktionsgruppen, die für eine digitale Motorsteuerung nötig sind. Nur der D/A-Wandler und die Leistungsstufe sind ausgelagert.

Wert a beschleunigt, indem der Sollpositionswert x nach der Funktion

$$x(t) = a_t^2 + v_0 t + x_0$$

zeitabhängig verändert wird. v_0 und x_0 sind dabei die Geschwindigkeit und die Position zum Startzeitpunkt. Ab einer bestimmten Position x_1 , an der die Endgeschwindigkeit v_1 erreicht ist, ergibt sich die weitere Sollposition dann aus

$$x(t) = v_1 t + x_1.$$

Bei der Geschwindigkeitsregelung ist damit der Ablauf vollständig beschrieben.

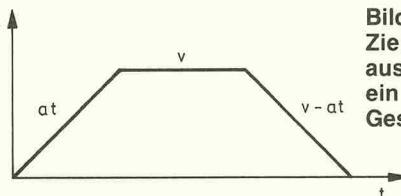


Bild 2. Liegen Start- und Zielposition weit auseinander, ergibt sich ein trapezförmiger Geschwindigkeitsverlauf.

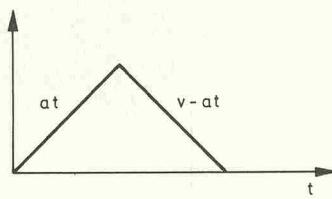


Bild 3. Wenn Start- und Zielposition dicht beieinander liegen, erreicht der Motor seine Endgeschwindigkeit nicht und wird bereits aus der Beschleunigungsphase heraus abgebremst.

Neu! MX1600E DM 459,-

Der "Volksscanner"

er läuft und läuft und läuft

Interessante: 75-88 MHz

Frequenz: 136-174 MHz

bereiche: 406-475 MHz

Kanalraster: 5,12,5 u. 25kHz.

Schaltbare Frequenzen:

mehr als 15.000.

Memorys: 16, Suchlauf über

Memory's oder gesamten Frequenzbereich.



Achtung! Diese Empfänger dürfen in der BRD und in West-Berlin nicht benutzt werden.

SONY-Handscanner

ICF-PRO80

Frequenzbereiche: 150 kHz-108 MHz,

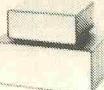
+ 115.150 MHz-223 MHz.

LW, MW, KW, VHF, UKW. **DM 909,-**



Exportgeräte-Katalog gegen 6,50 in Briefmarken

Formschöne Geräte-Gehäuse



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

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

Gehäuse: Abmessungen = Außenmaße in mm

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

Tronsor-Lufttrimmer

Stück: 1-9 ab 10
1,6-8 pF, flache Ausf. 3,00 2,50
2,0-13 pF, vergoldet 4,00 3,40
2,5-23 pF, 2-Bein print 3,50 2,70
2,3-26 pF, 2-Bein print 3,75 3,00
3-32 pF, 2-Bein print 4,00 3,85



Wir liefern preisgünstig und schnell alle gängigen Transistoren und Röhren, auch für Senderendstufen!

Folientrimmer 5 mm. Ø

Stück: 1-9 ab 10
grau 1,2-6 pF 1,50 1,30

gelb 1,4-10 pF 1,50 1,30

grün 3,5-22 pF 1,50 1,30

rot 4-30 pF 1,50 1,30

Valvo-Folientrimmer

7,5 mm Ø

Stück: 1-9 ab 10
grau 1,2-6 pF 0,90 0,85

gelb 1,4-10 pF 0,90 0,85

blau 1,6-15 pF 0,90 0,85

grün 1,8-22 pF 1,05 1,00

rot 2-30 pF 1,10 1,02

violett 2-45 pF 1,25 1,05

Valvo-Folientrimmer

10 mm Ø

Stück: 1-9 ab 10
blau 1,8-15 pF 1,20 1,05

grün 2,5-25 pF 1,40 1,25

grau 4-40 pF 1,50 1,30

gelb 4,5-70 pF 1,70 1,50

rot 5-90 pF 1,90 1,70

violett 5-110 pF 2,20 1,95

Keramische Schaltbrenztrimmer

Stück: 1-9 ab 10
3,9 pF, 7,5 mm Ø 0,39 0,29
3,5-13 pF, 7,5 mm Ø 0,39 0,29
4-20 pF, 10 mm Ø 0,50 0,40

50-Ω-Koax-Relais
(bis 1000 MHz) Print
montage
CX 120P 43,-
3 × N (300 Watt bei
1000 MHz) CX520D 99,-

Fordern Sie unseren
Bauteile-Katalog
gegen DM 2,50 in
Briefmarken an!

Alle Preise in DM pro Stück.

Blitzversand per NN; kein Mindestbestellwert! Nur plus Porto und Verpackung (bei Vorausgabe oder ec-Scheck DM 2,50). Unter DM 30,00 Warenwert nur Vorausgabe Ausland auf Anfrage. Bei Vorausgabe/VR-Scheck liefern wir ab DM 250,00 Warenwert frei. Telefax: 0421/372714.

• **LAUENÖFFNUNGSZEITEN:** Montag bis Freitag 8.30-12.30,
14.30-17.00 Uhr. Samstag 10-12 Uhr. Mittwochs nur vormittags!

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen 1, Tel. (04 21) 35 30 60

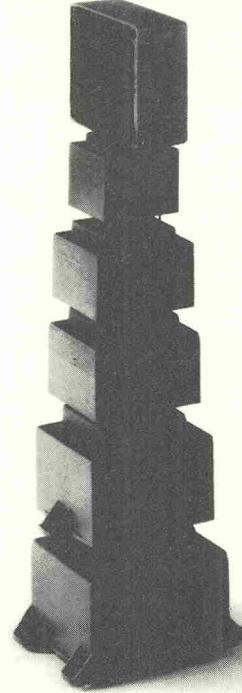
HELmut GERTH
- TRANSFORMATORENBAU -

SCHWEDESTR. 9d · RUF (0 30) 4 92 30 07 · 1000 BERLIN 65

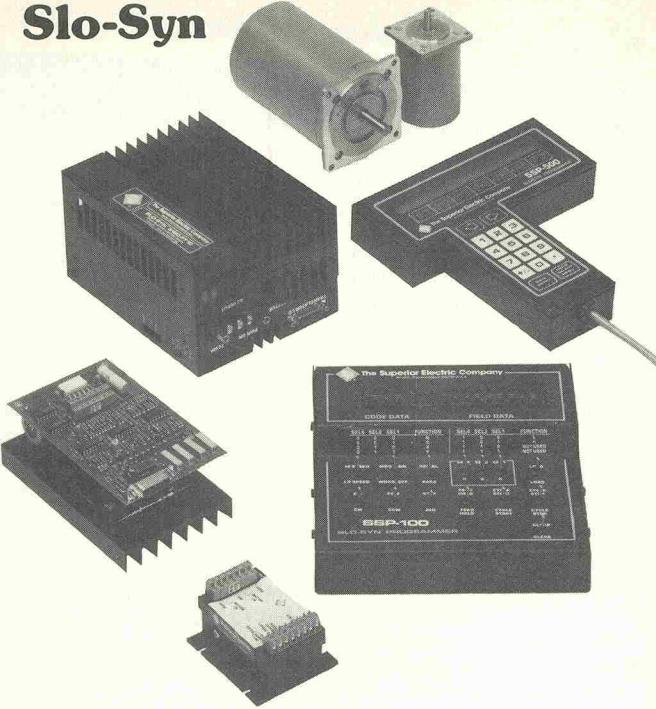
**vergossene
Elektronik-
Netz-
Transformatoren**

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

**Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie**



Slo-Syn



**Schrittmacher
für die
Automation**

Slo-Syn Micro-Serie. Die neue Generation von Schrittmotorantrieben.

Kleinste Abmessungen und großes-Drehmoment sind in den vergossenen Treibermodulen kombiniert.

Bis zu 400 Programmsätze erhöhen die Steuerkapazität; programmierbar nach DIN 66 024/25.

V24-Schnittstelle und Paralleleingang, z. B. für SPS, PC oder Handprogrammer, standardmäßig vorhanden. Ein- und Ausgänge, Endschalter usw. sind ebenfalls programmierbar.

Mikro-Schritt, z. B. 2000 oder 25 000 Schritte pro Umdrehung. Dabei werden Geschwindigkeiten bis zu 3000 U/min erreicht. Der Lauf ist auch im unteren Drehzahlbereich extrem weich. Selbstverständlich sind auch 200 bzw. 400 Schritte pro Umdrehung möglich.

... und das alles zu einem MICRO-Preis. Es gibt keine Alternative.

Applikationsunterstützung durch unsere erfahrenen Ingenieure.

... Testen Sie uns!

OmniRay

Omni Ray GmbH, Ritzbruch 41, Postfach 3168, D-4054 Nettetal 1
Telex 854245, Telefax (0 2153) 73 71 49, Telefon (0 2153) 73 71-0

München: D-8000 München, Telefon (0 89) 18 40 49
Oberstaufen: D-8974 Oberstaufen, Tel. (0 83 86) 10 75, Telefax (0 83 86) 78 32
Berlin: IBK GmbH, D-1000 Berlin 19, Telex 182 607, Tel. (0 30) 3 21 30 31

Sollwert des Sequencers den tatsächlich erreichten Istwert gegenüberstellt. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um einen 32-Bit-Vorwärts/Rückwärtszähler, der von den Impulsen eines Inkremental-Winkelgebers auf der Motorwelle getaktet wird.

Dieser Encoder liefert an die Eingänge A und B zwei um $\pm 90^\circ$ gegeneinander versetzte Rechtecksignale mit einem Taktverhältnis von 1:1, wobei das Vorzeichen der Verschiebung die Zählrichtung bestimmt (Bild 4). Der dritte Eingang \overline{IN} dient einer Nullmarkenerkennung, die immer dann anspricht, wenn alle drei Signale A, B und \overline{IN} gleichzeitig LOW-Pegel führen.

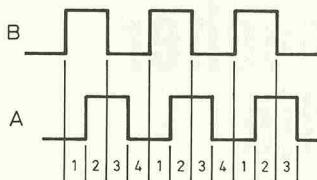


Bild 4. Die zwei Ausgangssignale A und B des Winkel-Encoders sind um $\pm 90^\circ$ phasenversetzt. Aus dem Vorzeichen lässt sich die Drehrichtung des Motors ableiten.

Die beiden jeweils 32 Bit langen Wörter des Sequencers und des Feedback Prozessors gelangen an einen digitalen Subtrahierer, der als Differenz aus Soll- und Istwert die Regelabweichung errechnet und diese an ein digitales PID-Filter weiterleitet, das daraus — innerhalb eines programmierbaren Abtastintervalls — die aktuellen Stellgrößen ableitet, die dann beim LM628 als Datenwort am DAC-Port (DAC0...DAC7) erscheinen. Im LM629, das sich nur in dieser Hinsicht vom LM628 unterscheidet, werden die Ausgangswerte zu einem PWM-Signal weiterverarbeitet.

Das digitale PID-Filter arbeitet nach dem Algorithmus

$$u(n) = kp \cdot e(n) + \sum_{N=0}^n e(n) + kd [e(n') - e(n'-1)]$$

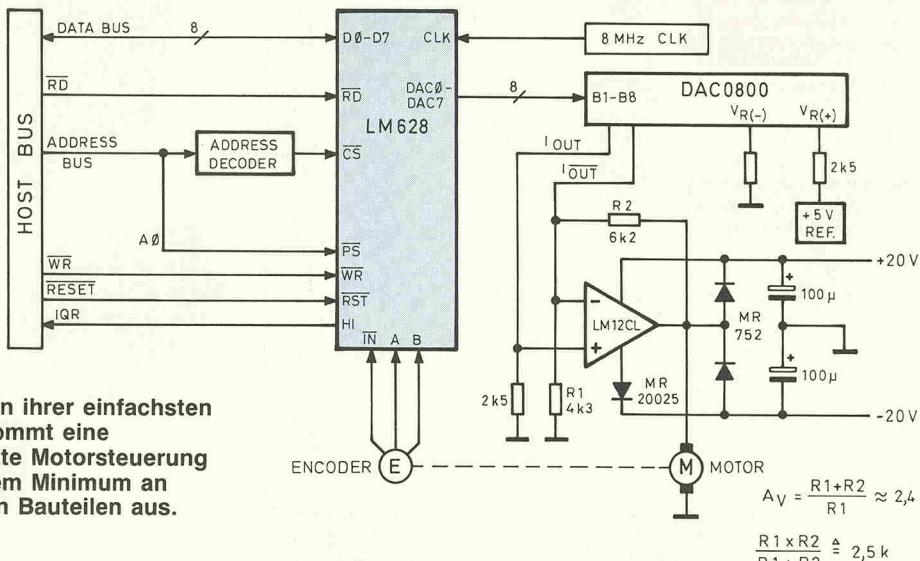


Bild 5. In ihrer einfachsten Form kommt eine komplette Motorsteuerung mit einem Minimum an externen Bauteilen aus.

u(n) bildet hierin die Stellgröße zum Abtastintervall n, und e(n) stellt den Positionsfehler gemessen in Winkelgeberflanken dar. kp, ki und kd sind Konstanten in Form von 15-Bit-Werten, die der Anpassung des Regelverhaltens dienen.

Die Stellgröße u setzt sich somit aus den drei Summanden P , I und D zusammen:

- Der Proportionalanteil P liefert ein Drehmoment, das, proportional zum Positionsfehler, wie eine rücktreibende Feder wirkt.

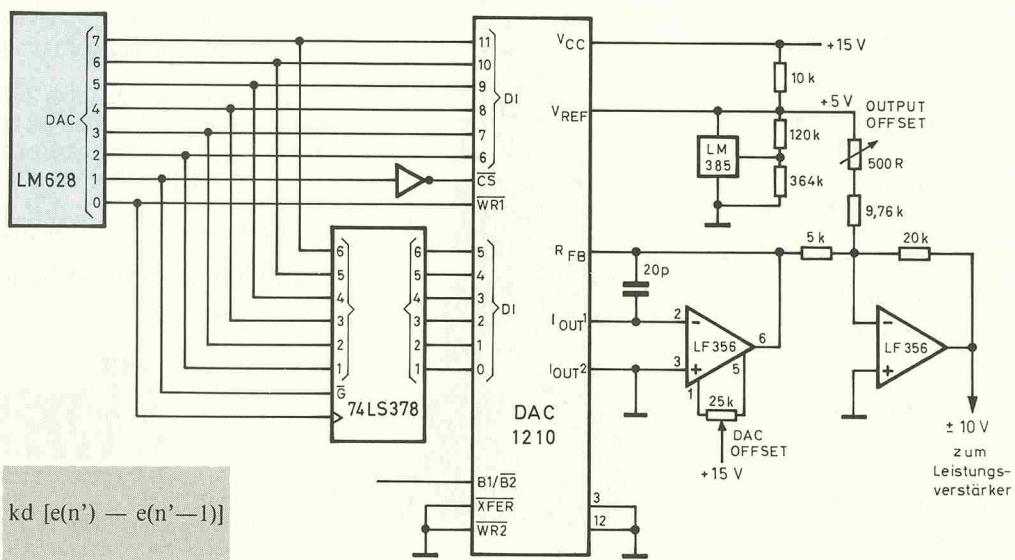
- Der Integralteil I summiert

Regelabweichungen über der Zeit auf und bewirkt, daß der statische Positionsfehler immer zu Null wird.

- Der Differentialteil D liefert ein Drehmoment, das proportional zu der Rate ist, mit der sich der Positionsfehler ändert.

torsteuerung mit dem LM628, die mit einem Minimum an externen Bauteilen auskommt. Neben dem Taktgenerator, der einen Systemtakt im Bereich 1...8 MHz bereitstellen muß, wird ein 8-Bit-D/A-Wandler benötigt, der die digitalen Aus-

Bild 6. Für eine Auflösung von 12 Bit wird ein zusätzliches Auffangregister zwischen Controller und D/A-Wandler geschaltet.



gangssignale des Controllers in eine Gleichspannung zur Steuerung des Motors umsetzt.

Die Art der darauffolgenden Leistungsendstufe richtet sich nach der Größe des zu treibenden Motors. Mit dem abgebildeten Power-OpAmp LM12CL lassen sich Motore bis 30 V und bis 8 A versorgen.

Reicht die Auflösung der Steuerspannung mit 8 Bit ≤ 256 Stufen nicht aus, so lässt sich der Controller auch als 12-Bit-System betreiben. Die Stellgröße wird in diesem Fall in Form zweier aufeinanderfolgender 6-Bit-Wörter ausgegeben, von denen eines in einem externen Register aufgefangen wird.

Bild 7. Das LM629 stellt an seinen Ausgängen PWM-Signale bereit, mit denen sich vor allem kleinere Motore mit wenig Aufwand betreiben lassen.

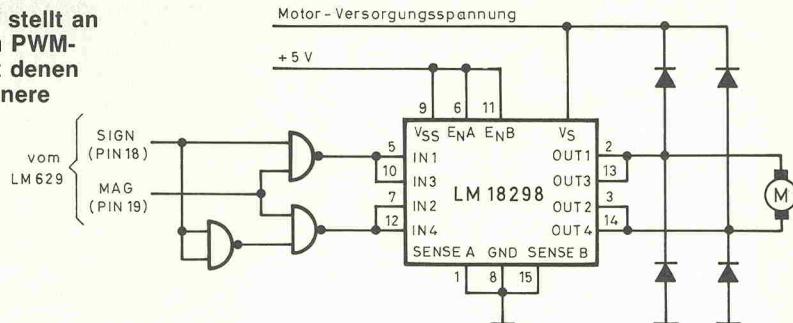


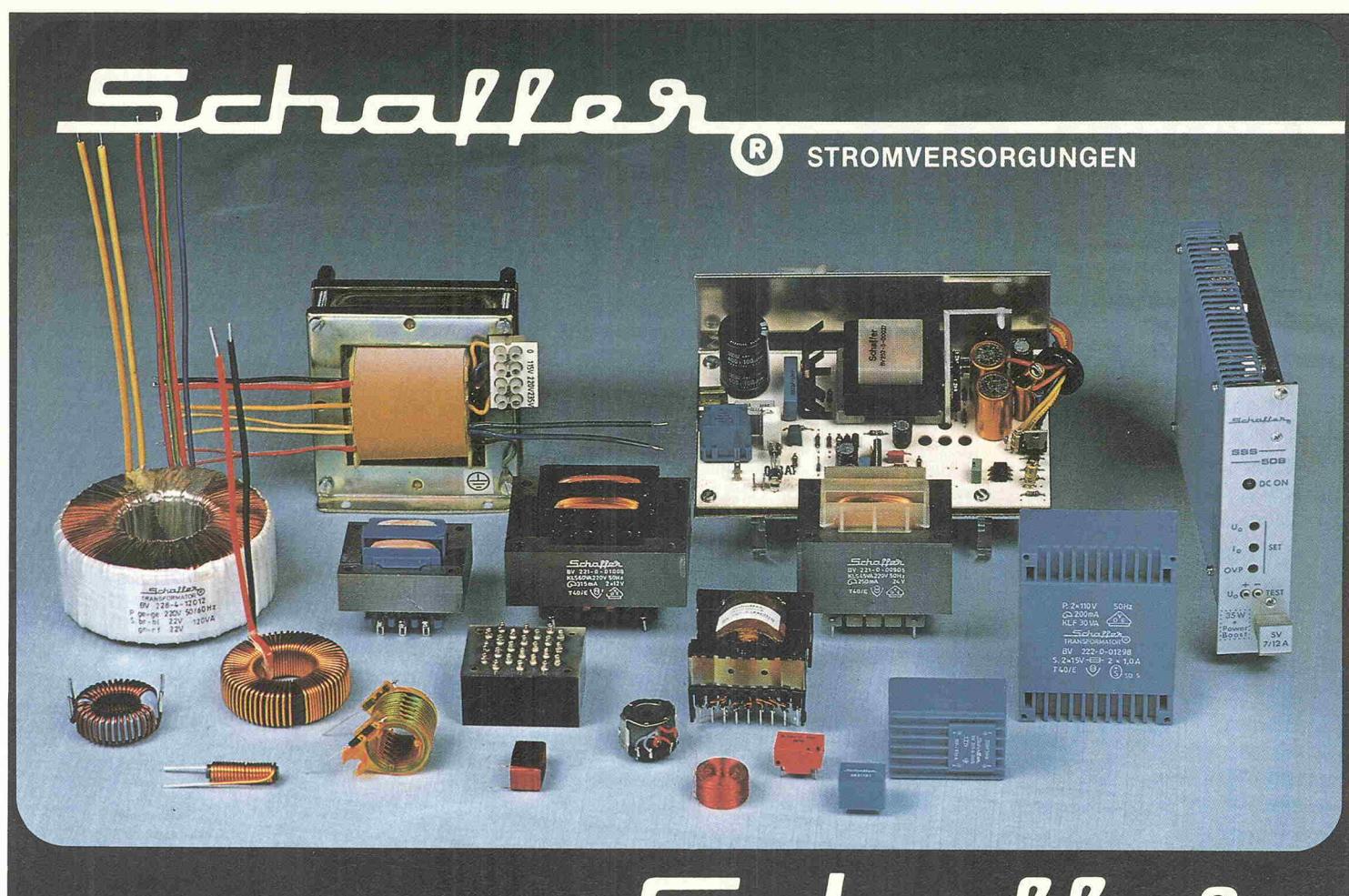
Bild 6 zeigt die entsprechende Modifikation.

Besonders einfache Motortreiberstufen lassen sich mit dem LM629 realisieren, das die Stellgröße bereits intern als PWM-Signal aufbereitet, so

daß auf einen D/A-Wandler verzichtet werden kann. Bild 7 zeigt eine Schaltung, die sich mit dem Dual-Brückentreiber LM18298 besonders zur Steuerung kleinerer Bürsten/Kommutator-Motore eignet.

Literatur:

Datenblatt zum LM628/LM629
Precision Motion Controller,
National Semiconductor Cor-
poration, 8080 Fürstenfeld-
bruck



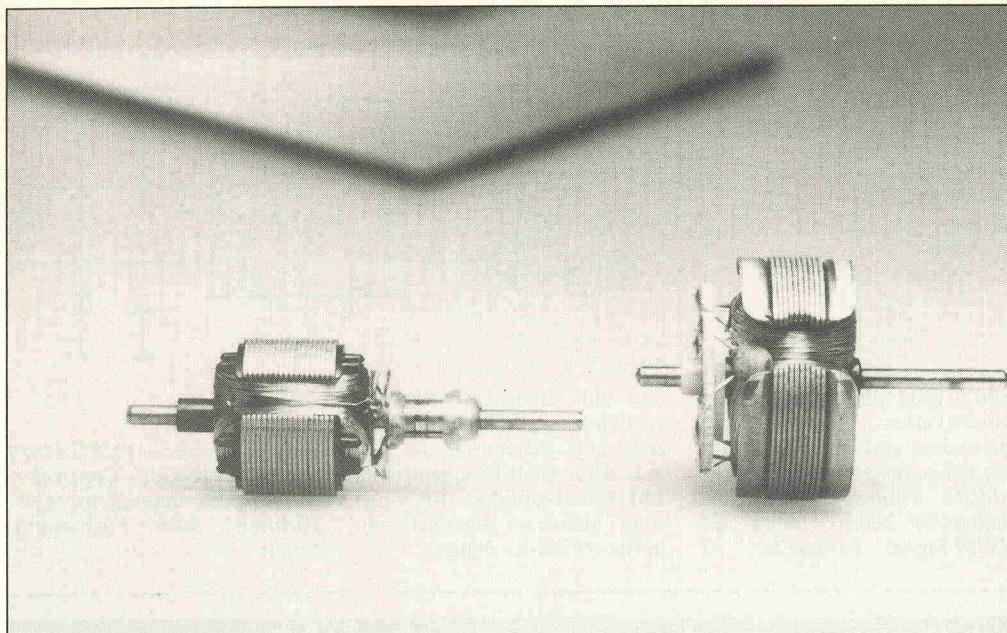
WERNER SCHAFFER-TRANSFORMATOREN GMBH & CO KG

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



$$U_E = k_1 n \quad [2]$$

Genauer: $k_1 = c_1 \Phi$ [2.1]; dann ist c_1 dimensionslos, Φ der vom Stator aufgebaute magnetische Fluß.

Eine weitere Motorkonstante, der spezifische Ankerstrom I_{sp} , drückt die Linearität zwischen dem wirksamen Motordrehmoment M_d und dem Ankerstrom I_a aus:

$$I_{sp} = \frac{I_a}{M_d} \quad [3]$$

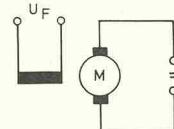


Bild 2. . . und eines fremderregten Gleichstrommotors.

Anker los!

Theoretische Betrachtungen für praktische Analysen

Rolf Badenhausen, Klaus Lansing

Gleichstrommotoren gehören zu den ältesten elektrischen Maschinen. Wegen ihrer vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten dürfte ihre Existenz auch im durchdigitalisierten Zeitalter gesichert sein.

Für verschiedene Anwendungsfälle, sei es für ein beabsichtigtes Tuning an einem RC-Car, für die Neudimensionierung einer Motorstabilisierung, für die Reparatur oder den Selbstbau eines Kleinwerkzeugs, sind Kenntnisse über mechanische und elektrische Eigenschaften der nachfolgend betrachteten Kommutatormotoren erforderlich.

Der mit Sicherheit am weitesten verbreitete Motortyp ist der permanentmagnetisch erregte Gleichstrommotor mit dem in Bild 1 angegebenen Schaltsymbol. Wird sein an der Innenwand des Motorgehäuses angebrachter Permanentmagnet durch eine (Feld-)Wicklung mit gesondert herausgeführten Enden ersetzt, so handelt es sich um eine fremderregte Ausführung (Bild 2). Werden die Wicklungsenden des Stators mit der Bürstenspannung des Motors verbunden, wie in Bild 3 angegeben, so liegt ein Nebenschlußmotor vor.

In elektrischer und mechanischer Hinsicht können diese Motoren weitgehend gleich behandelt werden (mit der Einschränkung, daß die Statorbleche einer eventuell vorhandenen Feldwicklung ($\Phi = \text{const.}$) nicht durch zeitweilig zu hohe Wicklungsströme in die Sättigung gefahren werden sollten).

Die gleichzeitige Betrachtung von weniger verbreiteten Reaktionsmotoren, Reihenschlußmotoren (Reihenschaltung mit der Feldwicklung), Compoundmotoren (Reihenschlußmotor in Parallelver-

schaltung mit einer zusätzlichen Feldwicklung) ist dagegen aufgrund einer weitgehend nicht mehr identischen Motorphysik nicht möglich.

Das elektrische Ersatzschaltbild der hier betrachteten Motoren zeigt Bild 4. Für jeden Betriebszustand des Motors gilt in Übereinstimmung mit [1] für die Klemmenspannung

$$U_{KL} = U_E + R_m I_a \quad [1]$$

worin
 U_E als elektromotorische Quellenspannung,
 R_m als last- und drehzahlunabhängiger Motorinnenswiderstand,
 I_a als Anker- bzw. Motorstrom bezeichnet sind.

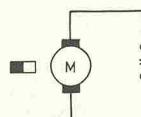


Bild 1. Schaltsymbol eines permanentmagnetisch erregten . . .

Die elektromotorische Quellenspannung ist über eine Motorkonstante k_1 der Drehzahl n unmittelbar proportional:

In der rein theoretisch abhängenden Literatur ist

$$\frac{1}{I_{sp}} = c_2 \Phi \quad [3.1]$$

worin c_2 eine weitere dimensionslose Motorkonstante darstellt.

[2] und [3] zeigen in Verbindung mit [1], daß sich U_E bei konstanter Klemmenspannung mit zunehmender Motorlast verringert, also die Motordrehzahl n abfällt. Die nun ableitbare Gleichung für das erzielbare Motordrehmoment ergibt sich zu

$$M_d = \frac{U_{KL}}{R_m} c_2 \Phi - c_1 c_2 \Phi \frac{n}{R_m} \quad [4]$$

Man erkennt hieraus die weiter oben getroffene Einschränkung für Motorausführungen mit Statorwicklung, nämlich die Forderung nach einem drehzahl- und belastungsunabhängigen magnetischen Fluß. Das Motordrehmoment steht dann in linearer Beziehung zur Drehzahl und ist somit noch relativ einfach für weitere Berechnungen zu handhaben.

Die Darstellung in Bild 5 zeigt den Drehmomentverlauf über die Motordrehzahl für eine vorgegebene konstante Klemmenspannung. Mit [3.1] ist

$$M_{\max} = \frac{U_{KL}}{I_{sp} R_m}$$

Die Gerade darf die Abszisse (n-Achse) nicht berühren, da auch bei Motorleerauf n_L Antriebsverluste bereits ein Belastungsmoment M_L (z.B. über Lagerreibung) hervorrufen. n_o bezeichnet die unter Umständen von Null verschiedene Anlaufdrehzahl des Motors. Mit Bezug auf den Ankerstrom gilt nach [3] für jeden Punkt der Geraden:

$$M_d = \frac{I_a}{I_{sp}}$$

Um an dieser Stelle nicht ganz der Theorie zu verfallen, sei für die praktische Ermittlung von

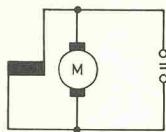


Bild 3. Beim Nebenschlußmotor sind Statorwicklung und Bürsten parallel geschaltet.

M_d gesagt, daß lediglich R_m sowie der Motorstrom I_a bei einer bestimmten Drehzahl und Klemmspannung zu bestimmen sind. Hierauf wird noch eingegangen.

Häufig interessiert bei vorgegebener Motorklemmspannung die maximal aus dem Motor zu gewinnende Antriebsleistung. Entsprechend Bild 5 ist

$$M_d = M_{max} - \frac{M_{max} - M_L}{n_L - n_o} (n - n_o)$$

$$\text{für } n_o \leq n \leq n_L \quad [5]$$

Die vom Motor abgegebene Leistung ist das Produkt aus der 2π -fachen Motordrehzahl 'Rotationskreisfrequenz' und dem auf die Ankerwelle einwirkenden Drehmoment:

$$P_m = M_d \omega \quad [6]$$

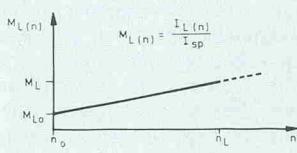
mit: P_m : mech. Gesamtleistung
 $\omega = 2\pi n$
 $\omega_o \leq \omega \leq \omega_L$

Drehmoment und Leistung

Abschätzen, Messen, Berechnen...

Zumeist liegen auch bei den preisgünstigsten Motoren die Leerlaufwirkungsgrade über 90 %. Im realen Betriebszustand des Motors weicht jedoch die Drehzahl zumeist so merklich von der Leerlaufdrehzahl ab, daß sein Leerlaufdrehmoment bzw. seine Leerlaufleistung an Gewichtung verlieren.

Für genaue Moment- und Leistungsermittlungen für äußere an der Ankerwelle angreifende Belastungen im Bereich der Leerlaufdrehzahl wäre zunächst entsprechend Bild und Formel 5.1 der lastfreie Drehmomentverlauf über dem Drehzahlbereich zu bestimmen.



Man erhielt dabei einen Verlauf von $M_{L(n)}$, der unter Berücksichtigung von Meßgenauigkeiten auf die Form

$$M_{L(n)} = M_{L0} + \left(\frac{M_L - M_{L0}}{n_L - n_o} \right) (n - n_o) \quad [5.1]$$

gebracht werden könnte. Für ein von außen angreifendes Drehmoment M_a gilt somit nach Gleichung [5]

$$M_a = M_d - M_{L(n)} \quad [5.2]$$

Daraus ergibt sich

$$M_a = (M_{max} - M_{L0}) \frac{n_L - n}{n_L - n_o} \quad [5.3]$$

M_{L0} — in der Regel ohnehin schon wesentlich kleiner als M_L — kann dann erfahrungsgemäß gegenüber M_{max} vernachlässigt werden. (In verschiedenen Fällen sollte eine Überprüfung dieser Relation vorsichtshalber durchgeführt werden.)

Für die an der Motorwelle anstehende Antriebsleistung gilt demnach mit [5.3]:

$$P_{ab} = (M_{max} - M_{L0}) \frac{\omega_L \omega - \omega_o^2}{\omega_L - \omega_o} \quad [5.4]$$

$$\omega_o \leq \omega < \omega_L \quad [5.4]$$

so daß folgt:

$$P_m = M_{max} \omega - \frac{M_{max} - M_L}{\omega_L - \omega_o} (\omega - \omega_o) \omega \quad [7]$$

Im zugehörigen Bild 6 ist der parabelförmige Verlauf der Motorleistung P_m über der Motordrehzahl abgebildet (Siehe auch Kasten). Ein sprungförmiger Leistungsanstieg für von der Drehzahl Null abweichende Anlaufdrehzahlen soll hier nicht weiter behandelt werden. Für das Leistungsmaximum gilt für [5.4]:

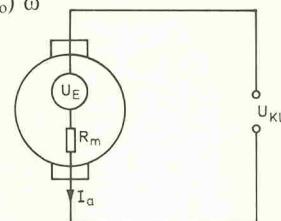


Bild 4. Im Ersatzschaltbild eines Gleichstrommotors ist der Innenwiderstand zu berücksichtigen.

$$\frac{dP}{d\omega} = 0 \quad \frac{dP}{d\omega} = (\omega_L - 2\omega) \frac{M_{max} - M_{L0}}{\omega_L - \omega_o} \quad [8, 9]$$

Nullsetzen von [9] liefert:

$$n_{pmax} = \frac{1}{2} n_L \quad [10]$$

Wer gelegentlich mit elektrischen Kleinwerkzeugen arbeitet, dem dürfte die Motorleistungsparabel sicherlich in der Form begegnet sein, daß bei einer bestimmten Lastdrehzahl eine weitere Erhöhung der in der Regel manuell beeinflußbaren Säge-, Schneide- oder Bohrleistung ein plötzliches Abwürgen der Maschine hervorruft. Die Erklärung dafür ist, daß man sich zuvor bereits im Leistungsmaximum des Elektromotors befunden hat und dieser durch die nun abfallende Antriebsleistung der Forderung einer weiteren Erhöhung der Antriebsleistung dann nicht mehr nachkommen kann ('Quittierung' durch Motorstillstand).

Es ist daher für maximal zu erzielende Antriebsleistungen kaum Anlaß geboten, unterhalb der halben Leerlaufdrehzahl zu stabilisieren; in diesem Zusammenhang ist ohnehin zu prüfen, ob der nach Motorhersteller maximal zulässige Ankerstrom nicht bereits wesentlich vor halber Leerlaufdrehzahl, bezogen auf maximal zulässige Motorklemmspannung, erreicht wird. Andererseits steht demgegenüber häufig die Empfehlung, für eine maximale Werkstoff-Bearbeitungsleistung eine bestimmte Drehzahl einzuhalten, welche aber zumeist nicht mit der halben Leerlaufdrehzahl übereinstimmt.

Einen Ausweg bietet hier eine Getriebeübersetzung oder eine

bestimmte Motorversion, die bei maximal zulässigem Ankerstrom die erforderliche Drehzahl abgibt. Häufig geben Elektromotoren eine höhere als die geforderte Drehzahl ab. Dann ist eine Drehzahlanpassung über eine Reduzierung der Motorklemmspannung zum Erhalt einer kleineren elektromotorischen Quellenspannung zunächst naheliegend, als Nachteil ergibt sich jedoch eine Verringerung der zu Verfügung stehenden Antriebsleistung

$$P_{ab} = c_1 \Phi n I_{a(max)}$$

so daß man letztlich die Verwendung einer überdimensionierten Motorausführung — auch zugunsten eines besseren Wirkungsgrades — mit entsprechend angepaßter elektrischer Stabilisierung bevorzugen wird.

Zieht man eine Leistungsbilanz, so ist mit Bezug auf die Leistung an den Motorklemmen

$$P_{Ges} = P_{el} = P_{mech} + P_{Anker} \quad [11]$$

oder

$$U_{KL} I_a = U_E I_a + R_m I_a^2 \quad [12]$$

Mit dem Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{mech}}{P_{el}} \quad [13]$$

ist

$$\eta = \frac{U_E}{U_{KL}} \quad [14]$$

Andererseits ist auch mit [3]

$$P_{el} = U_{Kl} I_a = U_{Kl} I_{sp} M_d \quad [15]$$

so daß sich für den Wirkungsgrad schreiben läßt:

$$\eta = \frac{M_d \omega}{U_{Kl} I_{sp} M_d} \quad [16]$$

$$\eta = \frac{\omega}{U_{Kl} I_{sp}} \quad [17]$$

Gleichsetzen von [14] und [17] liefert die in einschlägiger Literatur kaum auffindbare interessante Relation

$$U_E = \frac{\omega}{I_{sp}} \quad [18]$$

Diese Gleichung wird mit das wichtigste Hilfsmittel für eine einfache und präzise durchzuführende Motoranalyse sein.

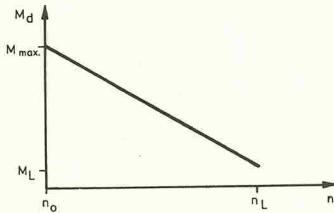


Bild 5. Drehmomentverlauf über der Motordrehzahl: Wegen der Reibungsverluste ist auch im Leerlauf bereits ein Belastungsmoment vorhanden.

Die Ermittlung von Motor-drehmoment und Motorleistung erfordert die Messung des Ankerstromes und der Klemmspannung bei bekannter Drehzahl sowie die Messung des Motorinnenwiderstandes.

Die Bestimmung des Motorinnenwiderstandes bzw. des dynamischen Ankerwiderstandes ist auf verschiedenen Wegen möglich. Für überschlägige Berechnungen kann dieser durch Messung des Gleichstromwiderstandes der Ankerwicklung ermittelt werden. Man erhält hierdurch den sogenannten 'statischen Ankerwiderstand', der kleiner oder höchstens gleich dem entsprechenden dynamischen ist. Für die Messung relativ kleiner Innenwiderstände ist es entsprechend Bild 7 günstiger, kurz vor der Motoranlaufdrehzahl zwei voneinander verschiedene Motorspan-

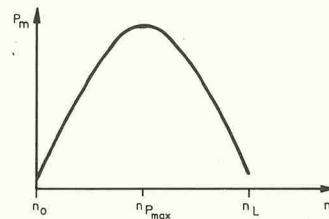


Bild 6. Der Leistungsverlauf über der Motordrehzahl zeigt die Form einer Parabel.

nungen (U_1, U_2) mit den zugehörigen Strömen (I_1, I_2) zu messen. Dann ist

$$R_m = \frac{U_1 - U_2}{I_1 - I_2} \quad [19]$$

Noch genauer ist eine Ermittlung über zwei voneinander verschiedene Drehzahlen n_1 und n_2 . Die Gleichungen [2], [2.1] und [1] liefern

$$\frac{n_1}{U_{Kl_1} - R_m I_{a1}} = \frac{n_2}{U_{Kl_2} - R_m I_{a2}} \quad [20]$$

Man erhält hieraus

$$R_m = \frac{U_{Kl_1} n_1 - U_{Kl_1} n_2}{n_1 I_{a2} - n_2 I_{a1}} \quad [21]$$

für $n_2 = 2n_1$ vereinfacht sich [21] zu

$$R_m = \frac{2 U_{Kl_1} - U_{Kl_2}}{2 I_{a1} - I_{a2}} \quad [22]$$

Für die Messung der Motor-drehzahl — Voraussetzung ist eine stufenlos regelbare Spannungsquelle — können die in Bild 8 abgebildeten Stroboskopscheiben verwendet werden, die auf eine Korkscheibe geklebt und damit auf die Motorwelle gesteckt werden können. Die Stroboskopscheiben sind für 100 Hz Lichtintensitätsfrequenz ausgelegt, da die Glühlampe bekanntlich nicht zwischen positiver und negativer Halbwelle unterscheiden kann.

Der Kontrast für ein stehendes Muster dürfte bei abgedunkeltem Tageslicht mit nicht allzu heller Glühlampe noch ausreichend sein; dafür wird man mit einer relativ hohen Meßgenauigkeit entschädigt. Für alle Messungen: mit kleinstmöglicher Klemmspannung hochfahren.

Für eine ruhige Anzeige von Motorklemmspannung und Ankerstrom — man sollte auf etwa 1 % genau messen können — kann sich die Motorkommierung störend auswirken. Parallel zu den Motoranschlüssen geschaltete Kondensatoren (mit geringen Restströmen und gegebenenfalls bis zu einigen tausend μF Kapazität) können hier Abhilfe schaffen.

Wenn man recht genau nach Gleichung [21] oder [22] mißt, kann man dennoch unter Umständen für verschiedene Drehzahlbereiche (und für verschiedene Motorbelastungen) uneinheitliche Werte für R_m feststellen. Für diese Abweichungen sind im wesentlichen die rotationsabhängigen Eigenschaften des Kollektors verantwortlich. Mechanische Schwingungen des Ankers durch seine Lagerung oder Schwingungen über die Federkräfte der Bürsten sind mögliche Ursachen für einen nicht ungehinderten Ankerstromfluß.

Der spezifische Ankerstrom I_{sp} kann bei bekannter Drehzahl n nach Gleichung [18] ermittelt werden.

Die Quellenspannung U_E ist über den Meßaufbau nach Bild 7 entsprechend [1] gleich mit $U_{Kl} - I_a R_m$. Wie bereits bei allen vorangegangenen Berechnungen dürfen nur 'passende' Maßeinheiten verwendet werden:

$$I_{sp} = \frac{2 \pi n}{60 U_E} \quad [23] \quad \begin{matrix} \text{mit: } n \text{ [1/min]} \\ U_E \text{ [V]} \\ I_{sp} \text{ [A/Nm]} \end{matrix}$$

Bei der Anfertigung eines Drehmoment-Diagramms ist zu berücksichtigen, daß der Endpunkt der Ankerstrom- bzw. der Motordrehmoment-Geraden auf der Ordinate (I- bzw. M_d -Achse) bei $n_0 = 0$ liegt, und zwar bei

$$I_{max} = \frac{U_{Kl_{max}}}{R_m}; U_{Kl_{max}} = \text{const} (!)$$

$$\text{bzw. } M_{max} = \frac{I_{max}}{I_{sp}}$$

Die anderen Endpunkte für diese Geraden bilden der unmittelbar bekannte Leerlaufstrom (I_L) und das Leerlauf-drehmoment

$$M_L = \frac{I_L}{I_{sp}}$$

Im M_a -Diagramm ist bei $n_L \rightarrow M_a = 0$

Für die Berechnung von I_{sp} wurden bei einer bestimmten Prüfdrehzahl n_p die Größen I_{sp} , U_{Kl} , U_E ermittelt. Die Gleichungen [1] und [2] liefern

$$n = (U_{Kl} - I_{sp} R_m) \frac{n_p}{U_E} \quad [24]$$

Da die Prüfdrehzahl in den seltensten Fällen gleich der Leerlaufdrehzahl sein dürfte — $U_{Kl_{max}}$ muß konstant gehalten werden (Ausnahme: I_{sp} -Messung) — empfiehlt sich als zweiter Wert, der für den Teilungsmaßstab der Abszisse notwendig ist, die Leerlaufdrehzahl. Aber selbstverständlich kann auch jede andere von n_L verschiedene Drehzahl herangezogen werden:

$$n_L = (U_{Kl_{max}} - I_{sp} R_m) \frac{n_p}{U_E}$$

(Anwenden von [1] und [2])

Sofern die Quellenspannungen auf der Abszisse miteingetragen werden sollen, muß im $I_a(U_E)$ -Diagramm

$$\left| \frac{\Delta I_a}{\Delta U_E} \right| = \frac{1}{R_m} \text{ sein.}$$

Bei der Anfertigung eines Motorleistungsdiagramms kann mit ausreichender Genauigkeit die Anlaufdrehzahl erfahrungs-gemäß zu Null gesetzt werden. Dann ist nach [5.4]

$$P_{ab} = M_{max} \left(n - \frac{n^2}{n_L} \right) 2\pi$$

Für die Leistung in Watt ist das Drehmoment in Nm und die Drehzahl in 1/s einzusetzen.

Häufig werden vom Motorhersteller ein zulässiger Betriebsspannungsbereich und der maximal zulässige Ankerstrom vorgegeben. Es kann daher unter Umständen zweckmäßig sein, für verschiedene Motor-klemmspannungen getrennte Berechnungen anzustellen. Das gilt auch für die Feststellung der drehzahlabhängigen Lage des maximal zulässigen Ankerstroms.

Für auszumessende Motoren mit fehlenden technischen Angaben sollte zumindest ihre zulässige Betriebsspannung, bzw. ein empfohlener Betriebsspannungsbereich bekannt sein.

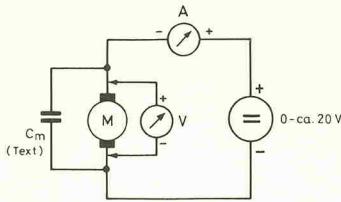


Bild 7. Mit dieser Meßschaltung können die wesentlichen Daten eines Motors ermittelt werden.

Sollten beide nicht zu ermitteln sein, kann erfahrungsgemäß der Betriebsspannungsbereich zugrunde gelegt werden, welcher sich bei einer Motordrehzahl von etwa 3000/min bis 6000/min einstellt; jedoch können hier Ausnahmen möglich sein.

Die untere Drehzahlangabe ist in aller Regel die Höchstleeraufdrehzahl für Motoren in Transport- und Bandlaufwerken, während ca. 6000/min als Leerlauf-Mindestdrehzahl von Modellbau- und Werkzeugmotoren anzusehen sind. Bei ebenfalls nicht vorliegender Angabe des maximal zulässigen Ankerstromes oder des Nennstromes sollte der Motor allenfalls bis zu seiner halben Leerlaufdrehzahl belastet werden.

Einen genaueren Aufschluß über die Belastbarkeit der Ankerwicklung gibt — falls eine solche Messung möglich sein sollte — der vom Motorhersteller gewählte Drahtquerschnitt. An einer Vielzahl von Motoren wurden Stromdichten von

$$S = 2 \dots 7 \frac{A}{mm^2}$$

angetroffen, wobei der untere Wert für Exemplare mit ungünstigen Kühlungsverhältnissen (vollständig geschlossenes Motorgehäuse) und die obere Angabe für Ausführungen mit entsprechend ausgebildeten Öffnungen im Motorgehäuse anzusehen sind.

Insbesondere für Modellbau-motore erfolgen die Drehmomentangaben häufig noch in 'g cm'. Für Umrechnungen mit der hier verwendeten Einheit 'Nm' gilt:

$$1 \text{ g cm} \approx 0,0001 \text{ Nm}$$

und: $1 \text{ Nm} \approx 10000 \text{ g cm}$.

Die Arbeitspunktangaben bei maximal zulässiger Drehmo-

mentbelastung enthalten in aussagefähigen technischen Informationen einen für Dauerbetrieb nicht zu überschreitenden Motorstrom sowie die zugehörige Abgabeleistung bei ermittelter Motordrehzahl und definierter Nennspannung. Derartige Angaben erhalten gelegentlich das nicht ganz unmissverständliche Attribut 'bei maximalem Wirkungsgrad', welcher zumeist durch die Angabe des 'effektiven Wirkungsgrades' (Verhältnis von mechanisch abgegebener Leistung zu aufgenommener elektrischer Leistung) wieder relativiert wird.

Die vergleichsweise nicht geringe Anzahl zuvor abgeleiteter Gleichungen dürfte sicherlich ein anschauliches Beispiel einer Motoranalyse rechtfertigen:

Motorausführung:
Permanentmagnetisch erregter Bürstenläufer, Betriebsspannung: 12 V

Die inneren Antriebsverluste sollen mitberücksichtigt werden.

Mittels auf die Motorwelle aufgesetzter Stroboskopscheiben betrug mit der nach Bild 7 aufgebauten Meßschaltung

bei $n_1 = 1500 \text{ 1/min}$:

$$U_{KI_1} = 3,80 \text{ V}; I_{a1} = 23,2 \text{ mA}$$

bei $n_2 = 3000 \text{ 1/min}$:

$$U_{KI_2} = 7,45 \text{ V}; I_{a2} = 36,5 \text{ mA}$$

Motorwiderstand R_m aus Gleichung [22]

$$R_m = \frac{2 \cdot 3,80 - 7,45}{2 \cdot 0,0232 - 0,0365} \Omega = 15,2 \Omega$$

Eine Überprüfung durch Messung des Ankerwicklungswiderstandes mittels Ohmmeter ist zweckmäßig; bei erheblichen Abweichungen sollte eine Messung [19] durchgeführt werden.

Kurz vor Motoranlauf betrug der aufgenommene Strom $I_{LO} = 10 \text{ mA}$, die Motor-Klemmspannung wurde hierzu von ca. 0 V langsam erhöht.

Mit den bereits erhaltenen Werten ist der spezifische Ankerstrom nach [23]:

$$I_{sp} = \frac{2\pi \cdot 3000}{60 \cdot (7,45 - 15,2 \cdot 0,0365)} \frac{A}{N_m}$$

$$= 45,6 \frac{A}{N_m} \quad 3000 \text{ 1/min} = np;$$

$$6,9 \text{ V} = Ep \text{ (Klammer des Nenners)}$$

Im Motorstrom-Drehzahl-Diagramm (Bild 9) werden I_{LO} , I_{a1} und I_{a2} über die zugehörigen Drehzahlen eingetragen und eine verbindende Gerade hergestellt. Anschließend wird mit nun bekanntem I_{sp} die Drehmoment-Maßstabeinteilung der Ordinante vorgenommen:

$$M_{(I)} = \frac{I}{I_{sp}}$$

Die bereits bestehende Gerade ist $M_{L(n)}$ und stellt die Drehmoment-Antriebsverluste dar.

Für $U_{KI} = 12 \text{ V}$ ist

$$I_{max} = \frac{U_{KI}}{R_m} = \frac{12}{15,2} \text{ A} = 0,79 \text{ A}$$

und entsprechend

$$M_{max} = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$$

Die zugehörige Leerlaufdrehzahl ist mit $I_L = 53 \text{ mA}$ Leerlaufstrom bei 12 V Klemmspannung nach Gleichung [24]:

$$n_L = \frac{(12 - 0,053 \cdot 15,2) \cdot 3000}{6,9} \text{ 1/min} = 4870 \text{ 1/min}$$

Damit läßt sich die nach Antriebsverlusten unkorrigierte Drehmomentgerade M_d einzeichnen, ferner die Verbindung $I_{a2} - I_L$.

Die Endpunkte der unter Berücksichtigung der Antriebsverluste korrigierten Gerade M_a des Drehmomentverlaufs ergeben sich zu

$$M_{a(n=0)} = M_{max} - M_{LO}$$

$$\text{und } M_{a(n_L)} = 0$$

Die vom Motor nach außen abgegebene Leistung ergibt sich aus dem Diagramm durch Multiplikation von antriebskorrigiertem Motordrehmoment M_a mit zugehöriger, nach Maßeinheiten entsprechend korrigierter Motordrehzahl und ist — stellvertretend aus einem interessierenden Drehzahlbereich — für vier Drehzahlen



1500 1/min



750 1/min



6000 1/min



3000 1/min

Bild 8. Mit einer Glühlampe (50 Hz) beleuchtet, zeigen die Stroboskop-scheiben bei den angegebenen Drehzahlen ein stehendes Muster.

$$P_{ab} (1500 \text{ 1/min}) = 1,86 \text{ W}$$

$$P_{ab} (2500 \text{ 1/min}) = 2,19 \text{ W}$$

$$P_{ab} (3000 \text{ 1/min}) = 2,1 \text{ W}$$

$$P_{ab} (4000 \text{ 1/min}) = 1,33 \text{ W}$$

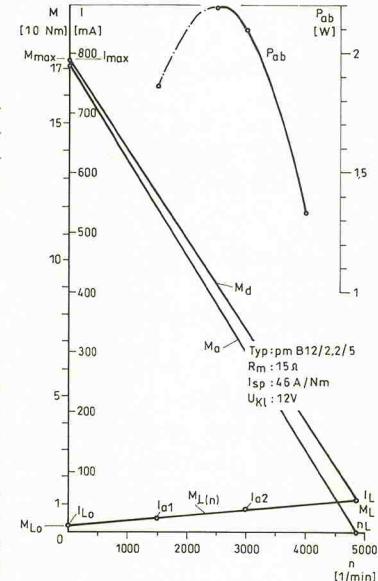
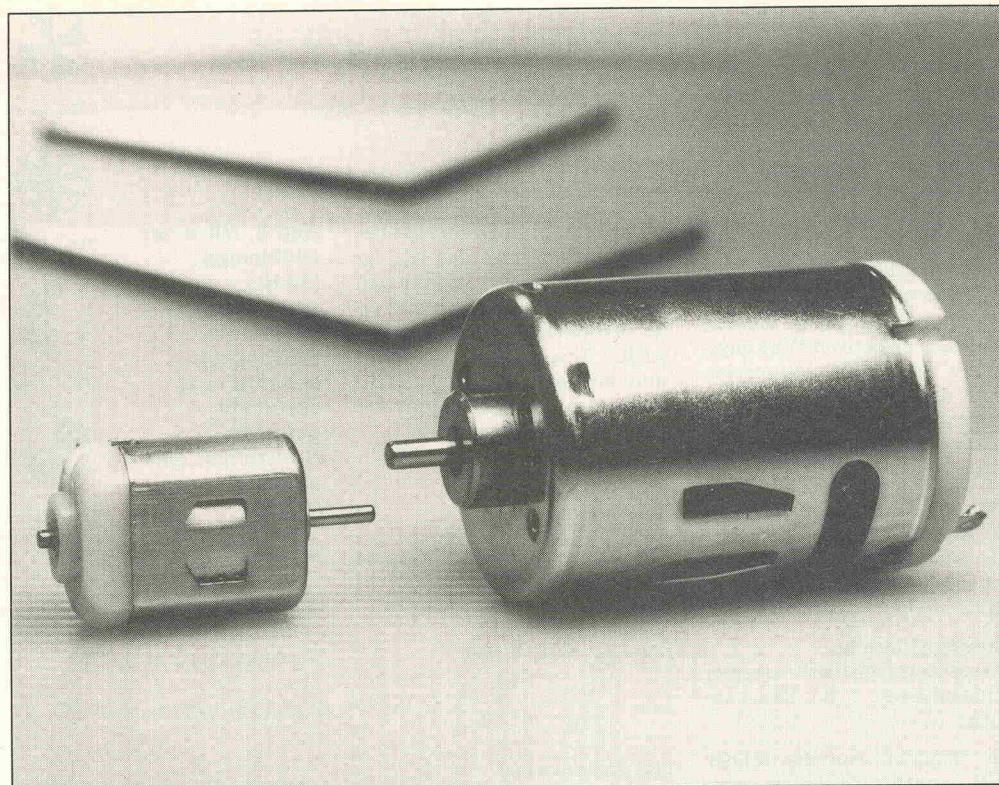


Bild 9. Motorstrom/Drehzahl-Diagramm erläutert für Musterbeispiel.

Unter Berücksichtigung von Ablesegenauigkeiten aus dem Diagramm und nach Korrektur von M_d entsprechend [5.4] kommt man auch durch Anwenden dieser Gleichung zu äquivalenten Ergebnissen.

Literatur:

(1) Lindner, Brauer, Lehmann: Taschenbuch der Elektrotechnik und Elektronik



Gleichstrommotoren

Stabil auf Rundkurs

Schaltungsbeispiele für die Drehzahl-Stabilisierung

Rolf Badenhausen

Beim Einsatz von DC-Kleinmotoren mit mechanischer Kommutierung ist zumeist eine Drehzahlstabilisierung erforderlich. Die Aufgabe, die Motordrehzahl von einem angreifenden Drehmoment unabhängig konstant zu halten, kann mit verschiedenen Schaltungsprinzipien realisiert werden. Der Beitrag untersucht die Vor- und Nachteile dieser Schaltungs-techniken.

Die Drehzahl von permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotoren ist bei vorgegebener Motorklemmenspannung mit dem vom angreifenden Last-Drehmoment abhängigen Motorstrom linear verknüpft. In der Motorgrundgleichung

$$U_{KI} = U_E + I_a R_m \quad (1)$$

ist die elektromotorische Quellenspannung U_E ($= k_1 n$) das Maß für die augenblickliche Motordrehzahl

$$U_E = U_{KI} - I_a R_m \quad (2)$$

Man erkennt aus dieser Gleichung unmittelbar, daß U_E für auftretende Belastungsdifferenzen $-\Delta I_a R_m$ durch Erhöhen der Klemmenspannung um entsprechende Beträge konstant gehalten werden kann.

Nach diesem Prinzip der bela-

stungsangepaßten Klemmenspannungserhöhung arbeiten die meisten Stabilisierungen. Die Grundschaltung in Verbindung mit einem Operationsverstärker ist in Bild 1 angegeben.

Die Messung des Motorstromes erfolgt über den künstlich vergrößerten, zum Teil herausgeführten Ankerwiderstand R_3 . Bei nun R_m ($= R_a + R_3$) betragendem Motorwiderstand fällt über Widerstand R_3 eine motorstromproportionale Spannung ab, die dort abgenommen werden kann; um die entstehende Gesamtverlustleistung möglichst gering zu halten, wird R_3 deutlich kleiner als der Ankerwiderstand gewählt, d.h. es wird ein Faktor k^* angesetzt, der deutlich kleiner als 1 (bis ca. 0,2) beträgt. Für die Spannung an R_3 gilt dann

$$U_{R3} = I_a \cdot k^* (R_a + R_3)$$

Teilt man beide Seiten der Gleichung durch den Motorstrom I_a , so folgt aus

$$R_3 = k^* (R_a + R_3)$$

$$R_3 = \frac{k^*}{1 - k^*} R_a$$

Man erkennt, daß die Lösung für U_a aus Bild 1 Gleichung (1) erfüllt, wenn zusätzlich mit der Forderung $U_F = \text{const.}$, Gleichung (2), folgende Bedingung erfüllt ist:

$$k^* = \frac{R_1 (R_4 + R_5)}{R_5 (R_1 + R_2)}$$

Eine günstige Dimensionierung ist $R_5 = 4 \cdot R_4$, $k^* = 0,1$. Daraus folgt für die Widerstände R_1 , R_2

$$\frac{R_2}{R_1} = 11,5$$

Für $U_b > U_2 > U_1$ kann man

$$U_2 = \text{const.} = \frac{U_{KI_{max}}}{2,5}$$

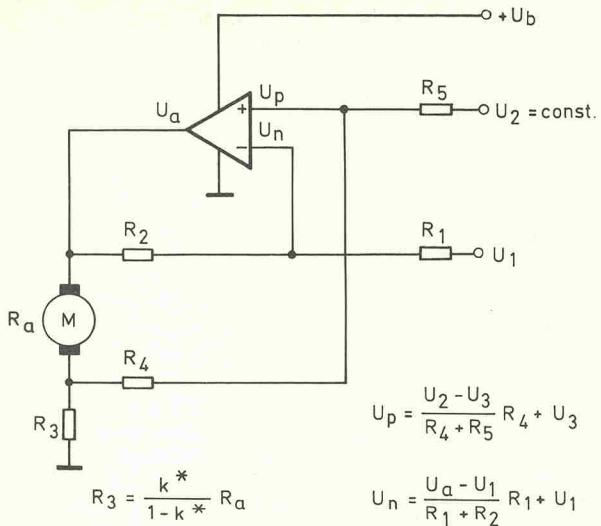
und somit $U_1 = 0$ Volt für $U_a = U_{KI_{max}}$ und $U_1 \approx 0,08 \cdot U_{KI_{max}}$ für $U_a = 0,1 \cdot U_{KI_{max}}$ wählen.

Aufgrund ihres relativ einfachen Aufbaus bietet sich die Schaltung zum Experimentieren an; nicht zuletzt auch deswegen, weil durch Ändern von R_3 mit Motorbelastung auch zunehmende Motordrehzahlen zu erreichen sind.

Bild 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel des in Bild 1 gezeigten Prinzips. Die Kapazitäten der Kondensatoren C_1 , C_2 sind vom verwendeten Motortyp abhängig (je ca. $0,1 \mu\text{F}$). Für R_3 nimmt man zweckmäßig den aus seiner Berechnung aufgerundeten E 12- oder E 6-Normwert und schaltet zu diesem einen Trimmwiderstand P_1 parallel.

Die Auswahl des richtigen Operationsverstärkers ist nicht sonderlich kritisch. Er sollte für Betrieb an unsymmetrischer Speisespannung geeignet sein, und der zulässige Eingangsspannungsbereich sollte sich bis zur negativen Speisespannung erstrecken (z.B. 1/2 LM 2904).

Im Interesse einer geringen in der Schaltung anfallenden Verlustleistung sollte man auf Operationsverstärkerversionen aus-



Bedingung für Operationsverstärker: $U_p = U_n$

$$\text{Lösung: } U_A = U_2 \frac{R_4(R_1+R_2)}{R_1(R_4+R_5)} - U_1 \frac{R_2}{R_1} + I_A k^* (R_A + R_3) \frac{R_5(R_1+R_2)}{R_1(R_4+R_5)}$$

$$\text{Für } k^* = \frac{R_1(R_4 + R_5)}{R_5(R_1 + R_2)} \text{ ist}$$

$$U_a = U_2 \frac{R_4}{k^* R_5} - U_1 \frac{R_2}{R_1} + I_a (R_a + R_3)$$

weichen können, deren maximale Ausgangsspannung ohne die übliche Differenz von 1,2 V...1,6 V an die positive Speisespannung heranreicht, aber auf eine leichte Verfügbarkeit derartiger Ausführungen wird man wohl noch lange warten müssen. Für T₁ empfiehlt sich für Motorströme über 1 A eine Darlingtonausführung (MJ 3000).

Bild 1. Prinzip einer typischen Drehzahl-Stabilisierung. Mit U_b ist die Speisespannung bezeichnet, U_2 ist eine Festspannung (Referenz), U_1 eine einstellbare Steuerspannung für die Motordrehzahl; U_3 steht für die Spannung über Widerstand R_3 .

$$\frac{U_m - I_B R_B}{R_s} = \frac{I_B}{k} + \frac{I_m}{k} + I_O + I_B$$

Für die Motorklemmenspannung U_m ergibt sich daraus:

$$U_m = I_B [R_B + R_A (1 + \frac{1}{k})] + R_A I_O + I_m \frac{R_A}{k}$$

Mit $I_{BRB} = \text{const.} = U_{\text{ref}}$ folgt

$$U_m = U_{ref} \left[1 + \frac{R_A}{R_B} \left(1 + \frac{1}{k} \right) \right] + R_A I_O + I_m \frac{R_A}{k}$$

mer auf einen vom Halbleiterhersteller festgelegten Spannungsabfall zwischen Ein- und Ausgang ausgeregelt. Der Baustein verfügt ferner über eine Ausgangstrombegrenzung und eine elektronische Temperatursicherung. Daß die (kaum verbreitete) Schaltung in der Tat problemlos funktionieren kann, läßt sich wie folgt zeigen.

Für den Knoten 1 gilt (Strom durch den Widerstand R_A):

$$I_{RA} = I_k + I_O + I_B$$

$$= \frac{U_m - I_B R_B}{R_A}$$

Mit I_0 ist der Eingangs-Offsetstrom bezeichnet.

Andererseits gilt auch (Knoten 2):

$$kI_k = I_B + I_m$$

oder eben

$$I_k = \frac{I_B}{k} + \frac{I_m}{k}$$

Mit Gleichung (1) erkennt man, daß U_E über das Verhältnis $R_A : R_B$ festgelegt werden kann, wobei die Bedingung $R_A : k = R_m$ zu berücksichtigen ist.

Zur näherungsweisen Kompen-sa-tion des temperaturabhän-gigen Ankerwicklungswiderstan-des können vor Pin 1 eine oder zwei Silizium- oder Germaniumdi-o-oden mit einem parallel ge-schalteten einstellbaren Wi-derstand eingesetzt werden. R_B ist dann jedoch neuzu-di-men-sio-nieren (Bild 3b).

Ein Nachteil dieser Schaltung

Bild 3.
Stabilisierungsschaltung
mit dem Spezial-IC
TDA 1559. Die Aufgabe der
Eingangsbeschaltung in
Bild 3b ist im Text
beschrieben.

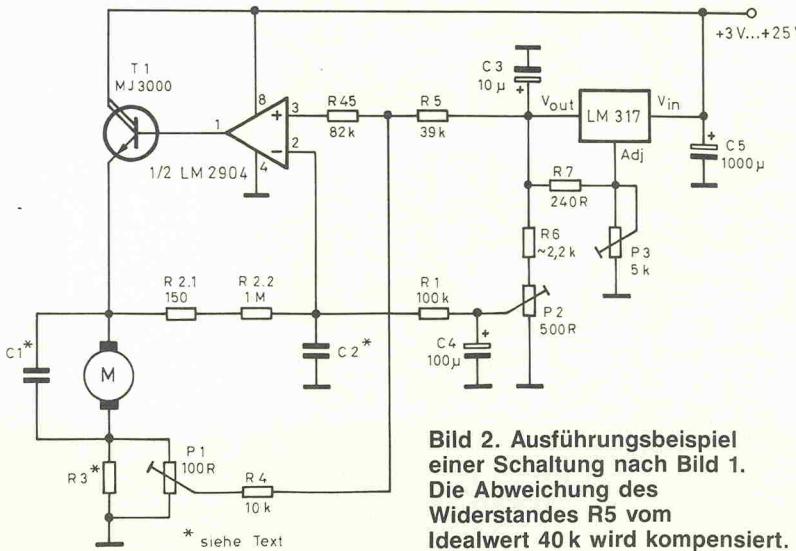
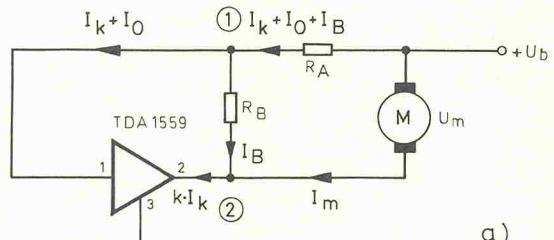


Bild 2. Ausführungsbeispiel einer Schaltung nach Bild 1. Die Abweichung des Widerstandes R_5 vom Idealwert 40 k wird kompensiert.

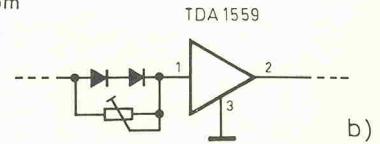


$$U_m - U_{RB} = U_{RA}$$

$$I_{RA} = \frac{U_m - I_B R_B}{R_A}$$

$$U_{RB} = U_{ref} = \text{const.}$$

Io : Offsetstrom



DC-Motor-Steuerschaltungen

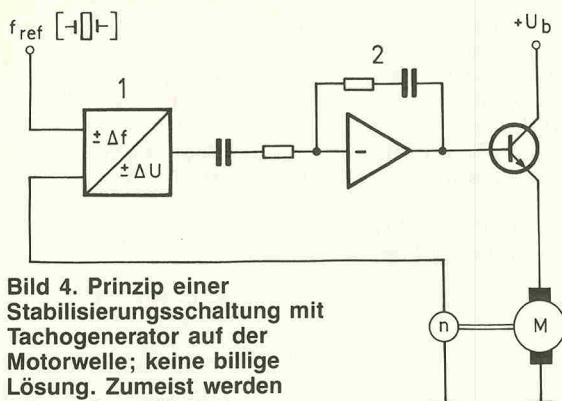


Bild 4. Prinzip einer Stabilisierungsschaltung mit Tachogenerator auf der Motorwelle; keine billige Lösung. Zumeist werden bürstenlose DC-Motoren verwendet.

ist neben unter Umständen auftretenden Beschaffungsproblemen die Beschränkung auf Motoren kleiner bis mittlerer Ankerverlustleistung. Temperaturabhängige Ankerwiderstände werden auch von der in Bild 1 angegebenen Schaltung nicht berücksichtigt: beiden Schaltungen gemeinsam haftet der Nachteil einer mit zunehmender Motorlast in der Regelendstufe anfallenden, propor-

tionalen Verlustleistung an. Zudem muß für gute Drehzahlkonstanz der Ankerwiderstand relativ genau bestimmt werden können.

Das in Bild 4 abgebildete Prinzipschaltbild läßt derartige Nachteile jedoch nicht erkennen: Ein mit der Motorwelle verbundener Tachogenerator liefert die genaue Ist-Drehzahl an eine Frequenz- und Phasen-

vergleichsschaltung (1), welche über den Vergleich mit einer hochkonstanten Referenzfrequenz einer Regelschaltung (2) die erforderlichen Nachsteuerimpulse liefert.

Diese Schaltung empfiehlt sich als Capstanantrieb vorwiegend für den Einsatz in Video- und Audiogeräten der „High End“-Klasse. Die betriebssichere, auf die Motorlebensdauer bezogene Nachrüstung eines handelsüblichen Elektromotors mit einem Tachogenerator oder Dreh-Impulsgeber dürfte jedoch nicht nur zu mechanischen (ist er beispielsweise ausreichend hoch kommutiert für die geforderte Drehzahlkonstanz?) sondern auch zu Platzproblemen beim Einbau führen. Zudem muß ohnehin geprüft werden, ob eine Drehzahlkonstanz mit Abweichungen im Promille- oder ppm-Bereich überhaupt erforderlich ist.

Es hat nicht an Unternehmungen gefehlt, aus dem Strom-

oder Spannungsbild der Motor-Kommunikation den Drehzahl-Istwert für eine genaue Regelung zu gewinnen, unter andrem wurden hierfür auch integrierte Schaltkreise (TDA 7272, TDA 3540) entwickelt. Durch die hohen Anforderungen an die Betriebssicherheit von Stabilisierungsschaltungen konnten sich derartige Schaltungskonzepte jedoch nicht durchsetzen. Erfüllt werden muß die Forderung, daß über die zu erwartende Lebensdauer des Motors unter Berücksichtigung von Funkenbildung am Kollektor, Kontaktflächenerosion und Lagerschwingungen eine Bürste niemals kurzzeitig den Kontakt mit einem Kommutierungssektor verliert. Auch für den Einsatz von elektronischen Mitlauffiltern, die von der Motordrehzahl gesteuert werden, bliebe noch die Problematik für den Fall, daß bei bestimmter Drehzahl eine Bürste niemals Kontakt mit einem bestimmten Kommutierungssektor erhält. □

EMCO Unimat 3

Für die Bearbeitung von Metall, Holz und Kunststoff

Technische Daten

- Spitzenweite 200 mm
- Spitzenhöhe 46 mm
- 8 Spindeldrehzahlen 130 – 4000 U/min.
- Antriebsleistung 95 W (P1, S3 – 80%)
- Gewicht 7 kg

Das Maschinensystem mit vielen Möglichkeiten für schöpferische Freizeitgestaltung – und für echte Präzisionsarbeit im professionellen Einsatz



Überzeugende Technik zum attraktiven Preis



Fräsen und Bohren
auf einer Drehmaschine

Diesen Vorsatz haben wir realisiert:
UNIMAT 3 ist eine echte kleine Universal-Werkzeugmaschine, die Metall, Holz und Kunststoff gleich präzise bearbeitet und – mit Zubehörteilen im Baukastensystem ergänzt – wirklich viel leistet: Längsdrehen, Plandrehen, Außen- und Innenkegeldrehen, Gewindeschneiden, Bohren, Fräsen, Teilen, Sägen, Schleifen, Polieren, Zinken, Nuten, Kehlen, Drehseilen.

EMCO MAIER

GmbH & Co. KG · Sudetenstraße 10
Postfach 1165 · D-8227 Siegsdorf
Tel. (08662) 7065 · Telex 56514 emco ma

33288

Anforderungscoupon: Ausfüllen und schicken an:
EMCO Maier · D-8227 Siegsdorf · Sudetenstr. 10 · Tel. 08662/7065
Bitte schicken Sie uns kostenloses Informationsmaterial über Unimat 3
 Holzbearbeitungsmaschinen Gesamtes Herstellungsprogramm

Absender

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Abonnement**Abrufkarte**

Abgesandt am

198

zur Lieferung ab

Heft _____ 198

**Verlagsunion
Zeitschriftenvertrieb
Postfach 1147**

6200 Wiesbaden

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in
der nächsterreichbaren Ausgabe von elrad. Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.Kontonr.:BLZ:Bank: Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019 968

 Scheck liegt bei.Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)**elrad-Kontaktkarte**Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen. 

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad - Kleinanzeige**Auftragskarte**elrad-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

elrad

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 6104 07**

3000 Hannover 61**Postkarte**

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma _____

Bestellt/angefordert _____

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.**

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad 8, Seite erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____

und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad 8, Seite erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt. _____

und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Absender nicht vergessen!

Datum Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

Nutzen Sie unser zusätzliches Angebot:

- Expl. „Aktuelle Mikrocomputer-technik“ mit

 - ausführlichen Dokumentationen des 68000er-Prozessors und seiner Peripheriebausteine: u.a. Pinbelegung, Bussysteme, Signale, Registerfunktionen, Exception-Verarbeitung...
 - Aufbau, Funktionen und Applikationen des Atari ST Maus-handling, GEM-Desktop, Windows, Desk-Accessoires...
 - Bauanleitungen (z.B. Analogport für den Atari ST, Meßperipherie...)
 - Programmierkurse (Pascal, C)
 - Utilities, Tips und Tricks sowie
 - Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit aktuellen Hardwaredokumentationen, Know-how zum Atari ST, Programmiersprachkursen und neuen Utilities.



60 Pfennig,
die sich
lohnend!

Postkarte / Antwort

INTEREST-VERLAG

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

Industriestraße 21

D-8901 Kissing

Stabiler Ringbuchordner, Format DIN A4, völlig überarbeitete Neuauflage, ca. 750 Seiten, Bestell-Nr. 1400, Preis : DM 92,-. Alle 2-3 Monate erhalte ich bis auf Widerruf die Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig.

IN 110 261

elrad-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name
Beruf
Straße/Nr.
PLZ Ort
Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name
Beruf
Straße/Nr.
PLZ Ort
Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma

Bestellt/angefordert

 Ja, ich möchte die Vorteile dieses Nachschlagewerkes nutzen und bestelle hiermit

„Aktuelles IC-Datenbuch“

strapazierfähiger Ringbuchordner,
Format DIN A4, Grundwerk über
1000 Seiten, Bestell-Nr.: 1500,
Preis: DM 92,-

Um die Ergänzungsausgaben brauche
ich mich nicht zu kümmern: Alle 2-3
Monate erhalte ich automatisch eine
Lieferung, so daß mein Werk stets auf
dem neuesten Stand ist.

Eine Verpflichtung zur Abnahme der
Lieferungen entsteht mir hieraus nicht.
Ich kann sie jederzeit zurückschicken
oder mitteilen, daß ich keine weitere
Lieferung mehr wünsche.

Meine Anschrift:

Name, Vorname

Telefon mit Vorwahl

Straße, Haus-Nr.

PLZ, Wohnort

Unterschreiben Sie bitte hier Ihre verbindliche Bestellung. Bei Minderjährigen ist die Unterschrift eines gesetzlichen Vertreters erforderlich. Ohne Ihre Unterschrift kann die Bestellung nicht bearbeitet werden.

Datum

X

Unterschrift

Ihre
Anforderungs-
karte

DER SCHNELLE WEG ZUM RICHTIGEN IC

Unentbehrlich bei Reparaturen ...

Die Fernbedienung Ihres Fernsehgeräts funktioniert nicht. Bei der Fehlersuche stoßen Sie auf ein defektes IC: Sie kennen jetzt die Typenbezeichnung – doch welche Eigenschaften und Aufgaben hat der Baustein?

Hier hilft Ihnen sofort das IC-Datenbuch mit seinem **numerischen Verzeichnis**: Sie schlagen einfach unter der Typennummer wichtige IC-Kenndaten nach und erkennen mögliche Alternativtypen, falls das IC z.B. nicht mehr im Handel erhältlich sein sollte.

... ideal für Entwicklungen elektronischer Geräte und Schaltungen

Sie suchen z.B. für eine Breitband-Verstärkerschaltung einen Operationsverstärker mit über 40 MHZ Bandbreite.

Welcher Baustein sich für Ihre Applikation am besten eignet, entnehmen Sie unter dem Suchbegriff „Operationsverstärker“ dem **funktionsorientierten Verzeichnis**.

Zu den digitalen und analogen ICs gibt Ihnen das Werk u.a. folgende Daten:

Pinbelegung, Leistungsaufnahme, Eingangsimpedanz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, interne Schaltungen, Temperaturbereiche, Schaltpegel, Kaltkapazitäten, Applikationsbeispiele, Herstellerfirmen;

Zusätzlich bei Computerbausteinen: Schaltungsapplikation und Testschaltung, Beschreibung der einzelnen Funktionen, bei **Mikroprozessoren** der vollständige Befehlssatz mit Erläuterungen, Taktfrequenzen, Logiksymbole, Signal-Zeit-Diagramme, Verweise zu äquivalenten Typen, Bezugssquellen, bei **Speichern** Angaben zum Programmierverfahren und Zugriffszeiten.

Aus dem Inhalt:

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

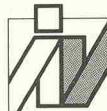
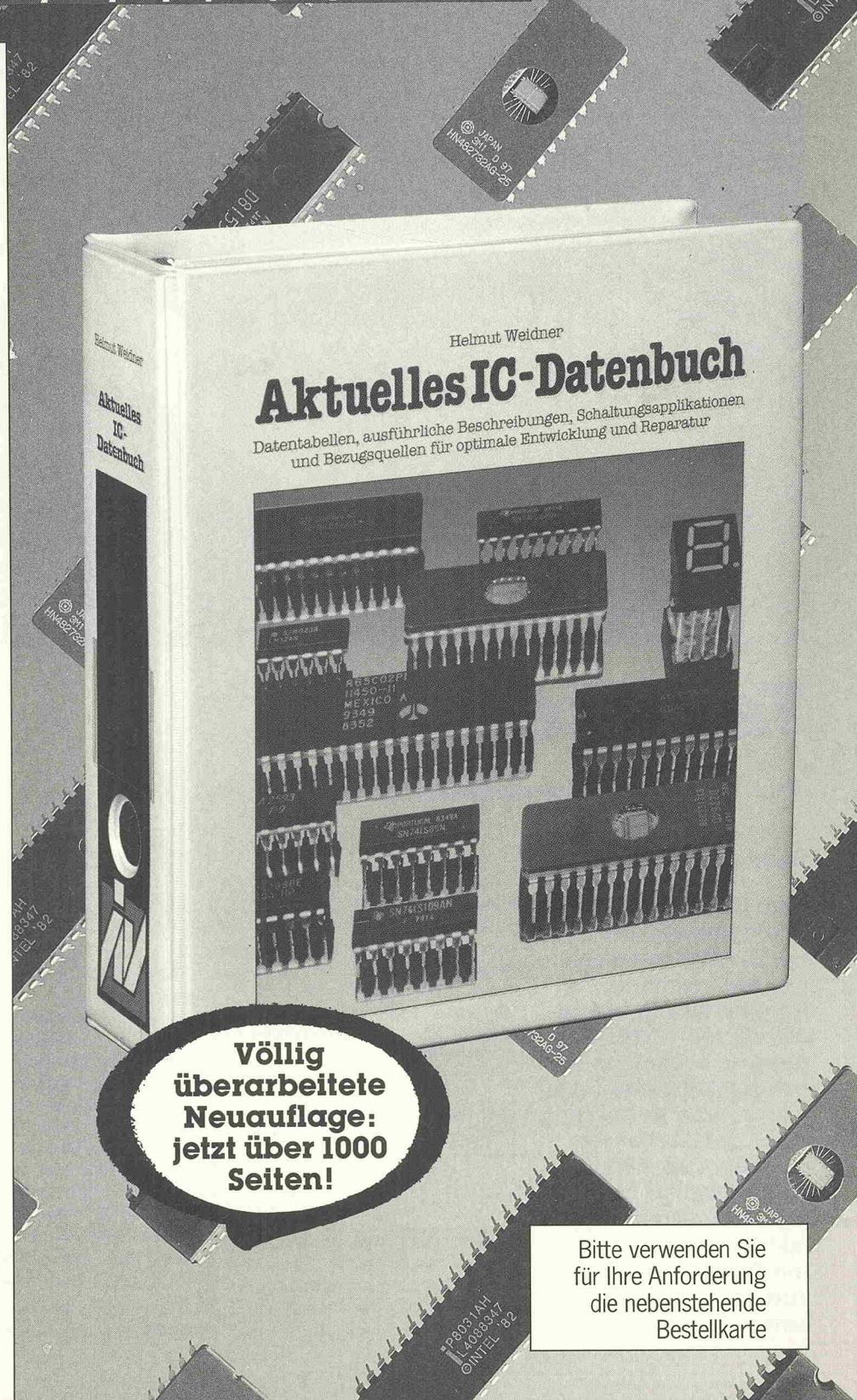
lineare ICs: Spannungsregler, Operationsverstärker, NF-/HF-Verstärker, Radio-/TV-Schaltkreise, Fernsteuer-ICs, Sensoren, Funktionsgeneratoren u.a.

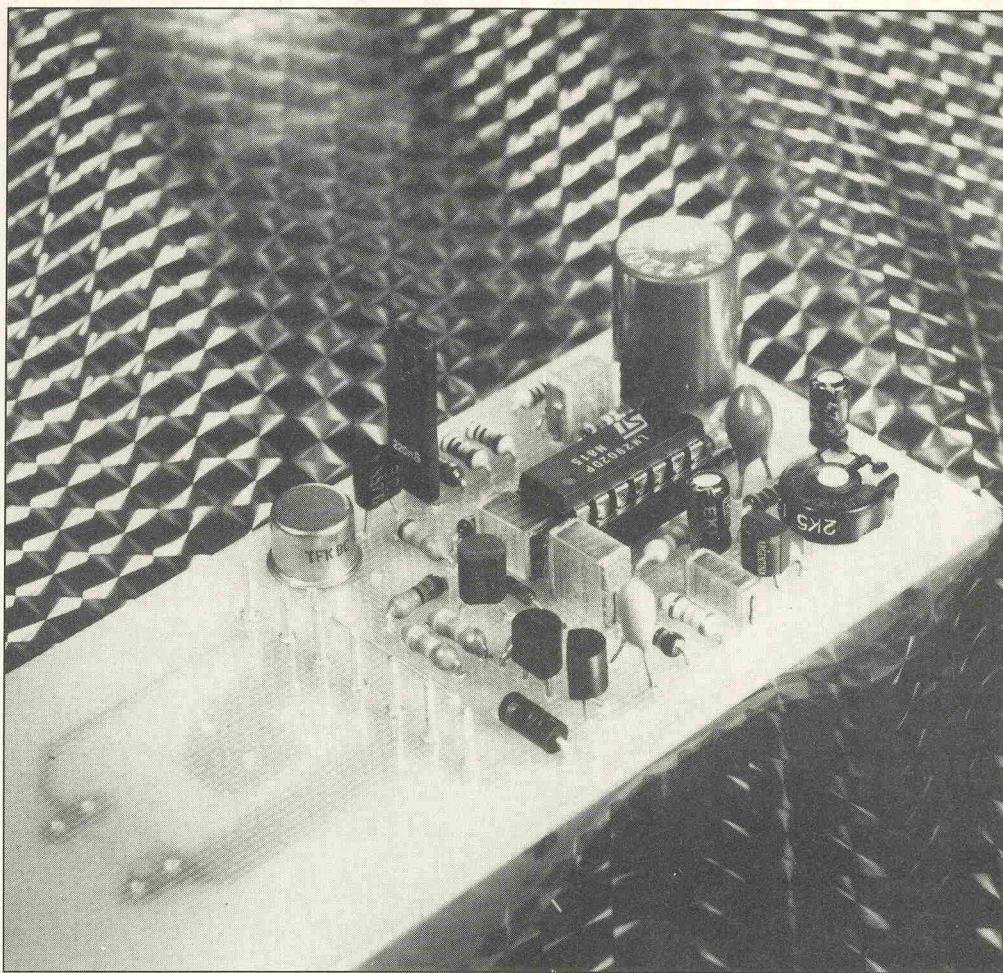
Fordern Sie noch heute an:

Aktuelles IC-Datenbuch

extrabreiter Ringbuchordner, Format DIN A4, über 1000 Seiten, Bestell-Nr. 1500, Preis: DM 92,-

Alle 2 – 3 Monate wird dieses Werk mit neuen IC-Daten und Applikationen erweitert (je ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig; Abbestellung jederzeit möglich).





Taktiker

Für Gleichstrommotoren 3...20 V, 0...10 A

Rolf Badenhausen

Eine lastbezogene Drehzahlstabilisierung für Gleichstrommotoren mit mechanischer Kommutierung — Bürgstenläufer — läßt sich über verschiedene Regelungskonzepte realisieren. Das Verfahren einer getakteten Regelspannung bietet etliche Vorteile. Das hier vorgestellte Projekt ist dank des weiten Bereichs der Versorgungsdaten sehr einsatzfreundlich.

Eine Funktionsübersicht der Schaltung ist in Bild 1 angegeben. Dieser Darstellung ist zu entnehmen, daß von der Eigenschaft von Gleichstrom-Kommutatormotoren Gebrauch gemacht wird, in umgekehrter Form auch als Generator arbeiten zu können.

Die Betriebszustandsgleichung für Generatoren lautet nach [1]:

$$U_{KI} = U_E - I_a R_a$$

Man erkennt, daß ohne oder bei vernachlässigbar kleiner Stromentnahme im Generatorbetrieb (I_a) die Klemmenspannung U_{KI} zur Generatorquel-

lenspannung U_E unmittelbar drehzahlproportional ist und somit lastunabhängig abgenommen werden kann.

Entsprechend Bild 1 können beispielsweise über eine Reglerschaltung R Abweichungen von einer festen Drehzahl repräsentierende Referenzspannung festgestellt werden. Zur Unterdrückung einer welligen Generatorspannung ist dieser Reglerschaltung ein Siebfilter (Tiefpass) vorgeschaltet. Der Reglerausgang steuert nachfolgend die Impulsbreite einer vorgegebenen Taktfrequenz in einem Pulsbreitenmodulator.

Die gegenphasig zueinander arbeitenden Halbleiterschalter

S_M und S_G erhalten dann in der dargestellten Form ein Steuersignal, dessen Impulsbreite sich entsprechend der Motorlast ändert. Eine hauptsächliche Forderung für die Einschalt- und Abschaltimpulsbreite ist die, vernachlässigbar klein zu sein gegenüber der mechanischen, vom Massenträgheitsmoment des Rotors und der Last bestimmten Zeitkonstante.

Ein Hauptaugenmerk bei der Schaltungsentwicklung richtete sich auf den Generatorschalter S_G . Die Verwendung der bipolaren Transistoren T_1 , T_2 (Bild 2) mag zunächst überraschen, ist jedoch bei näherer Betrachtung als eine recht optimale Lösung anzusehen.

Wie in Bild 3 zu erkennen, entsteht unmittelbar nach Motorabschaltung eine von der Ankerinduktivität hervorgerufene, ohne die Diode D_1 unter Umständen recht hohe negative Abschaltspitzenspannung, welche in einem bestimmten Zeitbereich, und zwar bis zum Einpendeln auf die näherungsweise konstante Generatorspannung, nicht weiter ausgewertet werden darf. Die Weite dieses Zeitbereichs ist generell vom Motortyp, nämlich von dessen Ankerinduktivität und Gleichstrom-Wicklungswiderstand abhängig. Für eine möglichst genaue Istdrehzahl-Ermittlung, insbesondere bei größeren Einschalt-Tastverhältnissen für S_M , sollte jedoch über die gesamte zur Verfügung stehende Ausschaltzeitdauer gemessen werden.

Eine Alternativlösung, beispielsweise ein durch Mono-Flop aktivierter MOS-Schalter, würde jeweils für eine Anpassung an den zu verwendenden Motor ein gutes Oszilloskop mit relativ genauer Kalibrierung erfordern und wird aus diesem Grund nicht weiter verfolgt. Mit der in Bild 2 gezeigten Dimensionierung von R_1 , C_2 , R_{15} und R_{16} wurden bei zu vernachlässigendem Kollektor-Emitter-Rückwärtsstrom (S_G offen) Einschaltverluste von je ca. 8 mV an T_1 und T_2 gemessen, dies entspricht in etwa einem Gesamt-Eingangsoffset vier durchschnittlicher, mit der Gleichspannungsverstärkung 1 hintereinandergeschalteter Operationsverstärker. Ferner erfüllt diese Schaltungs-

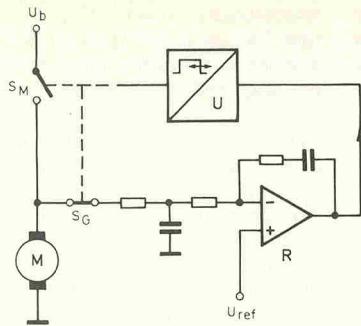


Bild 1. Die wesentlichen Funktionsgruppen: Ein gegenphasig gesteuerter Schalter, der Regler und ein Spannungs/Pulsbreiten-Umsetzer.

lösung — T1 und T2 arbeiten ab ca. 0,7 V Motorklemmenspannung — die Forderung, einen Taktbetrieb für Motoren nur oberhalb ihres Anlaufspannungsbereiches (im Durchschnitt 0,5 V...0,8 V) zuzulassen.

Takten statt linear regeln: halber Leistungsbedarf

Die aufgrund der Motorkommutierung wellige und mit Nadelimpulsen behaftete Generatorenspannung wird in einem Tiefpaß 3. Ordnung (IC1a) von Bessel-ähnlicher Charakteristik gefiltert und dem PI-Regler IC1b zugeführt.

P1 dient zur Motordrehzahlein-

stellung. Die Kapazität von C5 sollte für den jeweils eingesetzten Motor optimiert werden (Richtwert ca. 15 μ F, möglicher Bereich: 0,5 μ F...47 μ F). Ein „Pulsen“ der Motordrehzahl unter Betriebslast, insbesondere bei niedriger stabilisierter Drehzahl, zeigt an, daß eine Erhöhung der Kapazität zweckmäßig ist: Hierdurch verlängert sich die Ausregelzeit. In hartnäckigen Fällen schafft ein zusätzlicher Widerstand 50 k Ω ...500 k Ω über Pin 13 und Pin 14 von IC1b Abhilfe. Dann kann aber unter Umständen eine Verschlechterung der Stabilisierungsqualität (Vergrößerung von Δn_{Last}) eintreten.

R7, R8, R9 und D2 bilden die Anpassung an den Pegelbereich des von IC1c gebildeten Sägezahnoszillators, dessen Signal ebenfalls auf den Slope-Komparator IC1d geführt wird. Untersuchungen am LM 2902

zeigten, daß auf Begrenzerdioden am Eingang des Slope-Komparators verzichtet werden kann.

Die kapazitive Kopplung von T3 hat Vorteile für einen Betrieb mit erheblich differierender Speisespannung +U_b; für deren Festlegung sollte man einen Spannungsabfall von ca. 2,5 V...3 V für die Endstufe (T4 und T5) mitberücksichtigen. Sofern auf der Speisespannung — kaum zu erwartende — Schwingungen hochfrequenter Natur auftreten sollten, kann zu C10 ein Tantalkondensator mit höherer Kapazität parallel geschaltet werden.

Bei Motoren, für die

$$\frac{U_b}{R_m} < 1 \text{ A}$$

gilt, z.B. bei Motoren in Kassettenlaufwerken, kann als T5 ein BC 161 eingesetzt werden. Für Ströme oberhalb von 1 A ist ein MJ 2501 vorzusehen, den BC 161 dann nicht mitbauen!

Bei zu erwartenden Motorströmen von 5 A...10 A ist eine Versorgungsleitung mit einem Querschnitt von 1,5 mm² sicherlich nicht überdimensioniert. Bei einem Betrieb der Schaltung an einem ungetaktet arbeitenden Netzteil kann eine Kapazität von ca. 22000 μ F unmittelbar am Emitter von T5

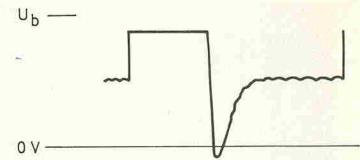


Bild 3. Entsteht bei jedem Takt: die hohe negative Abschaltspitze.

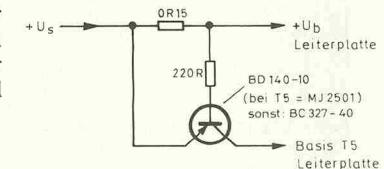


Bild 4. So kann eine externe elektronische Sicherung realisiert werden. +U_s ist der neue Anschluß für die Versorgung.

und an der Motormasse von Vorteil sein. T5 ausreichend kühlen, im Extremfall mit einem Kühlkörper von ca. 1,5 K/W.

Sofern die Spannungsversorgung einen Strom über 10 A abgeben kann, z.B. bei Akkumulatorbetrieb, ist der Einsatz einer elektronischen Sicherung entsprechend Bild 4 empfehlenswert. Hierzu wurde auf der Leiterplatte eine Anschlußmöglichkeit für die Basis von T5 vorgesehen.

Wie dem Bestückungsplan zu entnehmen ist, kann das Layout im Fall T5 = BC 161 in Höhe der Zuleitungsanschlüsse abgetrennt werden, ansonsten läßt sich der Leistungstransistor im TO-3-Gehäuse sowohl von oben als auch von unten einbauen. In diesem Fall die Basis- und Emitteranschlüsse nicht vertauschen!

Mit mehr als 40 diskreten Baulementen auf einer Leiterplatte von ca. 5 x 6,5 cm ist sicherlich keine SMD-Packungsdichte gegeben, dennoch sollte eine Nachrüstung für batteriebetriebene Geräte in verschiedenen Fällen möglich sein.

Die minimalen und maximalen Tastverhältnisse für S_M für eine eingerastete Regelung sind aus Bild 5 zu ersehen.

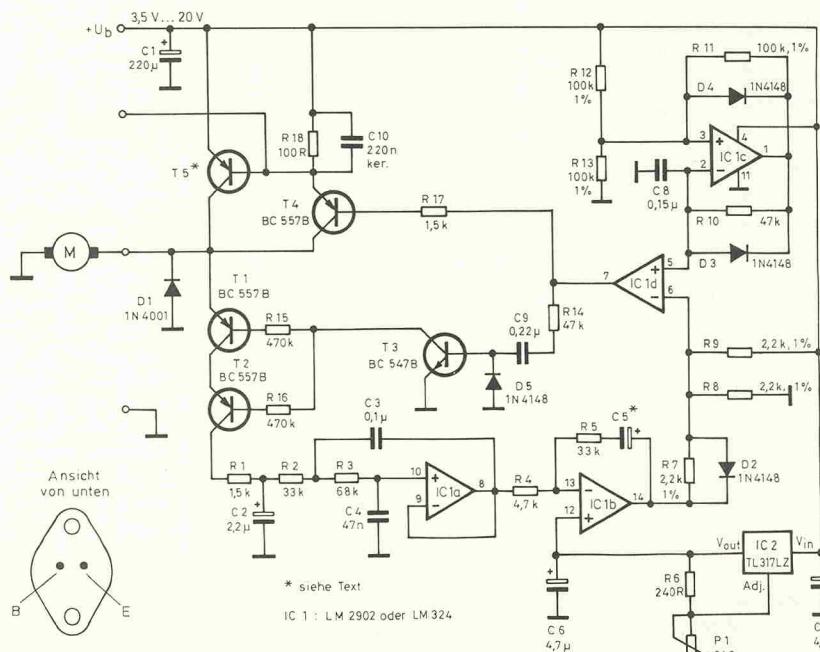
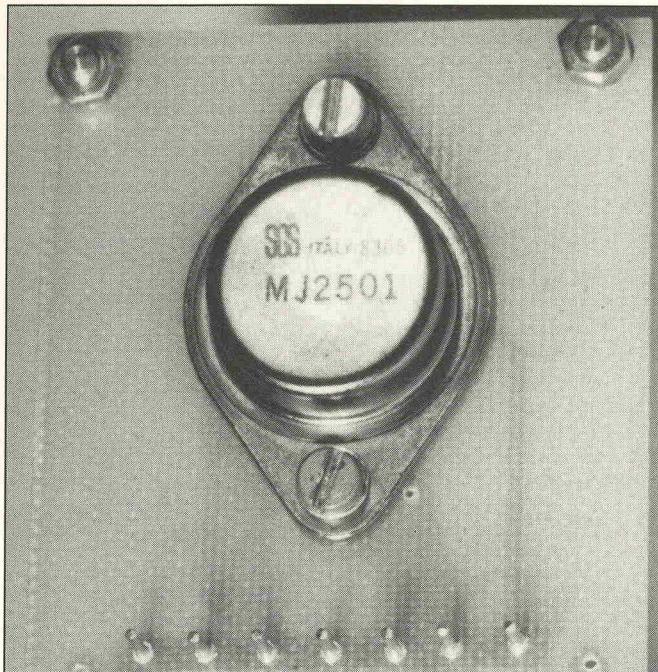


Bild 2. T1/T2 bzw. T5 bilden die beiden elektronischen Schalter aus Bild 1.

Universelle getaktete Motorregelung



Normalaufbau mit MJ 2501.

Zum Nachrüsten unter Platzmangel läßt sich in SMT noch viel Platz sparen.

Mit $C_5 = 22 \mu F$ und P_1 in Cermet-Ausführung wurde die Schaltung zum Ersatz einer ausgefallenen „exotischen“ Motorsteuerung eines Hifi-Kassettendecks herangezogen. Zu Beginn der Betriebszeit wurden Geschwindigkeitsabweichungen von maximal 1% ermittelt, nach ca. 40 min Betriebszeit und konstanter Um-

gebungstemperatur waren über einen Beobachtungszeitraum von drei Stunden nur noch Abweichungen in einer Größenordnung von $\pm 0,1\%$ festzustellen. Hierbei wurde nicht einmal von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Taktfrequenz von ca. 100 Hz (ausreichend für Werkzeugmotoren) zugunsten empfindlicher Regelungseigenschaften auf ca. 400 Hz ($C_8 = 39 \text{ nF}$) zu erhöhen und erneut C_5 und R_5

anzupassen, sowie C_2 , C_3 und C_4 um ca. 75% auf etwa 1/4 der im Schaltbild angegebenen Kapazitäten zu verringern.

Eine leicht temperaturabhängige Regelung besteht noch insfern, als daß die Reibungswiderstände der Motorlagerung erfahrungsgemäß mit zunehmender Temperatur abnehmen. Ein weiterer erheblicher Vorteil gegenüber den Linear-Regelungskonzepten ist die

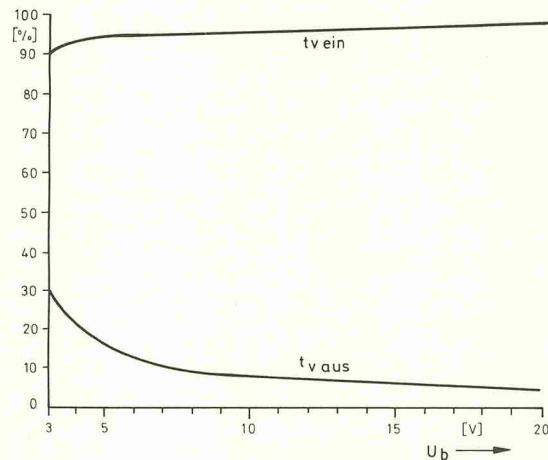


Bild 5. Die Tastverhältnisse für die Motorenendstufe in Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Die Vergrößerung der minimal möglichen Tastverhältnisse für zunehmend kleinere Betriebsspannungen kommt mit Annäherung an den Anlaufspannungsbereich der eingangs gestellten Forderung entgegen.

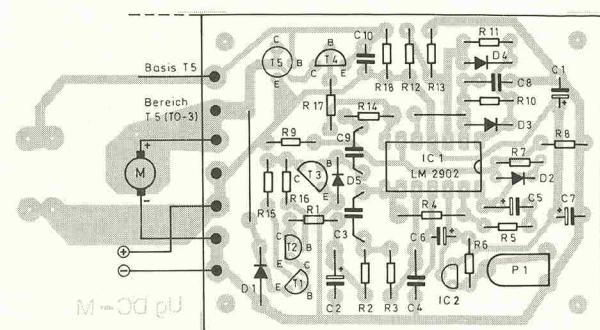
— Stückliste —

Widerstände, 0,25 W, 5%, falls nicht anders angegeben

R1,17	1k5
R2,5	33k
R3	68k
R4	4k7, (max. 10k)
R6	240R
R7,8,9	2k2, 1%
R10,14	47k
R11,12,13	100k, 1%
R15,16	470k
R18	100R
P1	2k5 Miniaturtrimmpot, liegend

Kondensatoren

C1	220 μ /25V RM5
C2	2 μ 2/25V Tantal
C3	100n MKT
C4	47n MKT RM7,5
C5*	15 μ /16V Tantal
C6,7	4 μ 7/25V Elko
	RM5
C8	150n MKT
	RM7,5
C9	220n MKT
	RM7,5
C10	220n keram. RM5



Halbleiter

D1	1N4001
D2,3,4,5	1N4148
T1,2,4	BC 557B
T3	BC 547B
T5	BC 161 oder MJ 2501
IC1	LM 2902 (Ersatz: LM 324)
IC2	LM 317 LZ (TL 317)

Sonstiges

1 IC-Fassung DIL 14
Ggf. Montagematerial für MJ 2501
7 Lötstifte

C3, C9 sind sehr nahe an der IC-Fassung. Schmale Ausführungen verwenden!

Tatsache, daß in der Regler-Endstufe bei Motorlast eine wesentlich geringere Verlustleistung umgesetzt wird und der Motorinnenswiderstand vom Prinzip her nicht in die Dimensionierung der Schaltung ein geht.

Bei genauerer Betrachtung der Schaltung wie auch der eingangs beschriebenen Funktionsübersicht fällt auf, daß strenggenommen neben dem von der Beschaltung von IC1b gebildeten Regler noch eine weitere, und zwar über den aktiven Tiefpaß (IC1a und seine Beschaltung) im Zusammenwirken mit der Taktfrequenz gebildete Regelung mit weitgehend proportional-integralem Verhalten vorhanden ist. Dieser Tiefpaß stellt in seiner Dimensionierung einen Kompromiß dar: Zum einen besteht die Forderung, sämtliche auftretenden Kommutierungswellig-

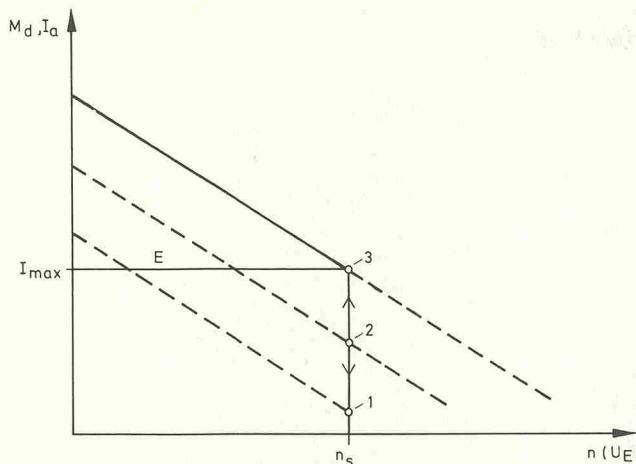


Bild 6. Zur Erklärung des Stabilisierungsverfahrens.

keiten für eine nachfolgend „saubere“ Regelung mit möglichst kleiner Grenzfrequenz „glattzubügeln“, andererseits sollen dem System — schon im Interesse des nachfolgenden Reglers — möglichst kurze Nachregelungszeiten angeboten werden.

Nach eingehenden Untersuchungen an unterschiedlichen Motoren und Lasten erwies sich als vorteilhafteste Lösung, den Tiefpaß so auszulegen, daß seine Anstiegszeit, bezogen von 10% auf 90% des statinären Wertes, siehe hierzu auch [2], in etwa der Periodendauer

der Taktfrequenz entspricht. In diesem Fall hat man dann weitgehenden Spielraum für die Abstimmung des Reglers IC1b auf Motor und Motorlast.

Bild 6 erläutert die Wirkungsweise des Stabilisierungsverfahrens anhand des Drehmoment- und Ankerstromverlaufs. Die Funktion ließe sich über die Arbeitspunkte 1 (Leerlauf), 2 (Teillast), 3 (Vollast) mit angepaßter Klemmenspannungs-erhöhung (Linearregelungsverfahren), und zwar mit einem von der getakteten Schaltend-stufe gebildeten Widerstand erklären. Dieser Widerstand weist bei idealer theoretischer Betrachtung aber keinen Eigen-leistungsverbrauch auf. Oberhalb des maximal zulässigen Motorstroms I_{max} ist im we-sentlichen durch die (entspre-chend) vorgegebene Betriebs-spannung der Schaltung keine Stabilisierung mehr möglich.

Der waagrecht verlaufende Teil E wird bei elektronischer Strombegrenzung durchfahren.

Die gestrichelt eingezzeichneten Geraden werden nicht durchlaufen und dienen lediglich der Orientierung am Linearregelungsprinzip. Es sei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß linear arbeitende Reglerschaltungen über den Spannungsabfall am Motorinnenswiderstand ausregeln; diese hier vorgestellte Schaltung weist als Regelgröße die Leerlaufspannung im Generatorbetrieb auf. Daher können auch Motoren mit nichtlinearer $M_d(I_a)$ -Kennlinie eingesetzt werden. Sofern gewünscht, kann am Ausgang von IC1a eine die Istdrehzahl repräsentierende Spannung mit recht guter Genauigkeit abgenommen werden.

Literatur:

[1]: Lindner, Brauer, Lehmann: Taschenbuch der Elektrotechnik und Elektronik

[2]: Tietze, Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik

Bauelemente: Grundlagen und Anwendungen



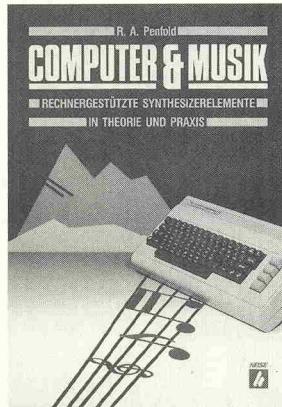
Broschur, 184 Seiten
DM 38,80
ISBN 3-922705-46-4

vom selben Autor:

Transistor-Handbuch

mit SMD-Bauteilen
Broschur, 208 Seiten
M 38,80
BN 3-922705-45-6

Die vorliegenden Bücher bieten die einzigartige Kombination alphabetischer Listen von allgemein verwendeten Bauteilen mit herstellerunabhängigen Auswahltabellen.



Seiten 4 uch Der Homecomputer als Hilfsmittel zur elektronischen Klangsynthese — Stichworte: Sequenzer, MIDI-Schnittstellen, Soundgeneratoren, Digitalumsetzer, Komander, Mehrkanal-Generatoren. Sämtliche Themen werden leicht nachvollziehbar behandelt. Vorausgesetzt wird etwas Erfahrung in der Programmierung von Computern und im Aufbau einfacher Schaltungen.

Broschur, 108 Seiten
DM 18,80
ISBN 3-922705-37-5



Hilfs-
e:
Funktionsgeneratoren — be-
stückt mit Transistoren, Ope-
rationsverstärkern, Digital-ICs
und speziellen Funktions-
generator-ICs.
Alle Schaltungen wurden
sorgfältig dimensioniert,
aufgebaut und getestet.

Verlag ermittelbar

Em/2.2

HEISE

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

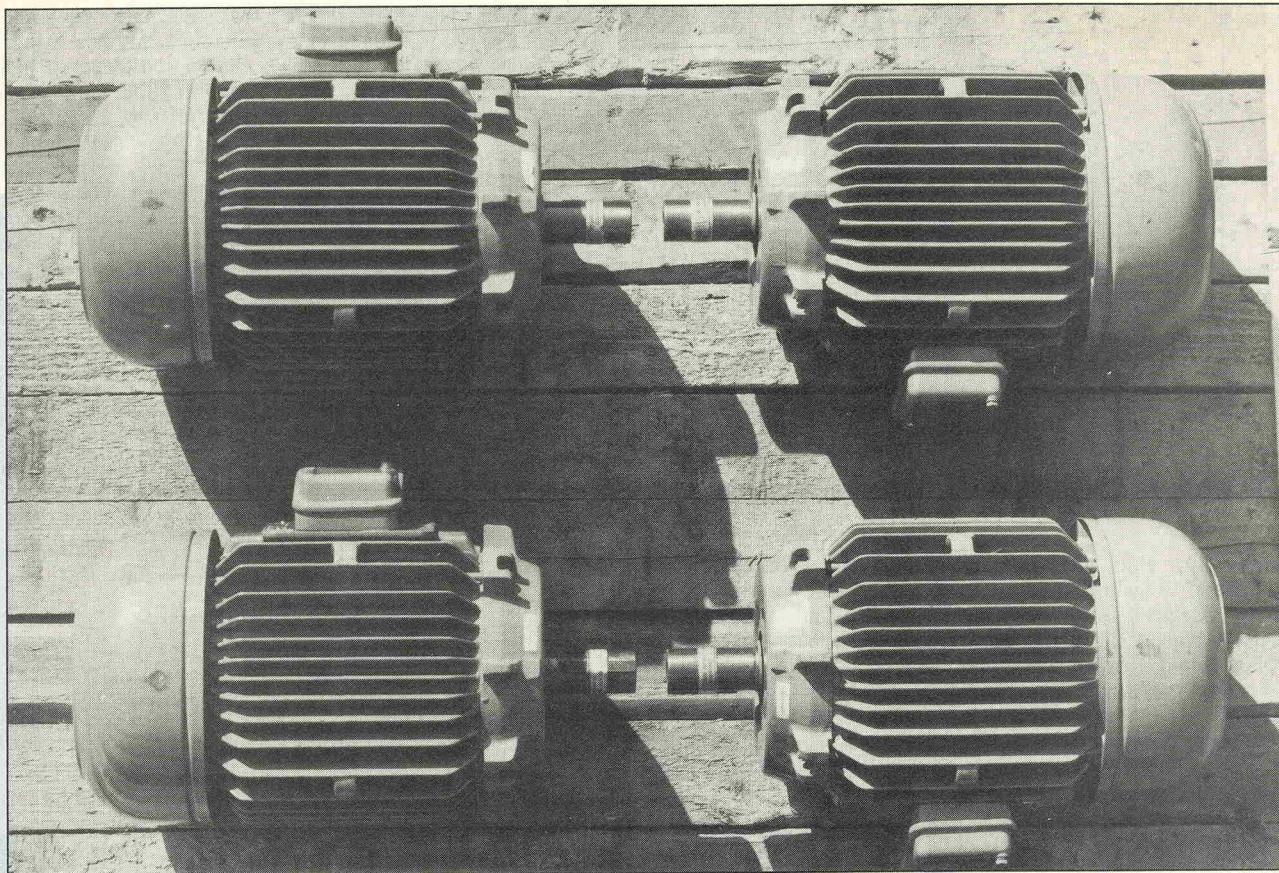


Foto: Garbe, Lahmeyer AG

Antreiben Bewegen Steuern

Motor-Regelschaltungen — Aktuelle Grundlagen

Franz-Peter Zantis

Überall, wo gedreht, gepreßt, befördert, gerührt, verdichtet oder gepumpt wird, sind Elektromotoren in den unterschiedlichsten Konfigurationen eingesetzt. Der Trend geht dabei immer mehr zur Arbeitsmaschine mit optimal angepaßtem, geregeltem Antrieb. Denn das bedeutet Energieeinsparung und somit Wirtschaftlichkeit.

Antriebe wurden schon immer in der Industrie und im Handwerk in großer Zahl benötigt. Gewandelt hat sich im Laufe der Zeit die dabei eingesetzte Energieart. Wurden früher Wind, Wasserkraft und Pferdestärken eingesetzt, so ist heute die Elektrizität die treibende Kraft in der Industrie.

Unter den heute eingesetzten Motoren findet man zwei Grundtypen: solche, die mit Gleichstrom gespeist werden (Gleichstrommaschinen) und Ausführungen, die mit Drehstrom gespeist werden (Drehstrommotoren). Allen gemeinsam ist die Besonderheit, daß im Gegensatz etwa zur Glühlampe oder zu Elektrowärmeräten auf dem Leistungsschild immer die abgegebene Wellenleistung angegeben wird (Ausnahme: Universalmotoren). Für die vom Netz aufgenommene Leistung gilt dann:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

Es wird stets im Läufer auf elektromagnetische Weise ein Drehmoment erzeugt, das im Gleichgewichtszustand gleich

dem Lastmoment ist. Dieses setzt sich aus dem an der Welle abgegebenem Nutzmoment und dem verhältnismäßig kleinen Verlustmoment infolge Reibung u.a. zusammen. Bei Inbetriebsetzung ist das treibende Moment größer als das Lastmoment. Das Differenzmoment beschleunigt den Motor so lange, bis Gleichgewicht zwischen Dreh- und Lastmoment eingetreten ist.

Allgemein zeichnen sich elektrische Maschinen gegenüber anderen Antriebsaggregaten durch hohen Wirkungsgrad (bis über 99% bei sehr großen Antrieben), Wartungsarmut, einfache Bedienung und geringere Baugröße (bei gleicher Leistung) aus. Übrigens sind Elektromotoren im Grunde genau so gebaut wie die entsprechenden Generatoren, jeder Motor läßt sich also auch als Generator verwenden. Da die prinzipiellen Funktionsweisen der verschiedenen Motortypen als bekannt vorausgesetzt werden können, sollen sie hier nicht eingehender behandelt werden. Gleichstrommaschinen sind die teuersten elektrischen Antriebs-

aggregate, die sich jedoch sehr gut und mit einfachen Mitteln steuern und regeln lassen. Nachteilig ist der komplizierte Aufbau, der eine im Vergleich zu anderen Elektromotoren hohe Wartungs- und Reparaturrate zur Folge hat. Durch die Kommutierung kann sich Bürstenfeuer bilden, was hohen Verschleiß von Kohlen (Bürsten) und Kommutator (Stromwender) bedeutet. Die Ursache dafür ist das Verschieben der „neutralen Zone“ bei unterschiedlichen Belastungen, es bildet sich das sogenannte Ankerquerfeld. Um das Feuern zu vermindern, werden in vielen Fällen Wendepole und Kompressionswicklungen eingebaut, die das Ankerquerfeld zum großen Teil neutralisieren. Es ist leicht einzusehen, daß ein Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung nur mit immensem Aufwand möglich ist. Die Maschine muß dazu vollständig druckgekapselt werden.

Gleichstrommotoren können für beliebig hohe Drehzahlen gebaut werden, soweit es die zulässige Stromwenderumfangsgeschwindigkeit (bis ca. 70 m/s) gestattet. Durch Vorgabe der Ankerspannung kann die Drehzahl stufenlos eingestellt werden. Der Wirkungsgrad schwankt je nach Motorgröße zwischen 74 % und 91 % und ist abhängig von der Belastung. Bild 1 zeigt den Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Ankerstrom.

Für den Momentenverlauf gilt allgemein

$$M = \frac{k \cdot \Phi \cdot I_a}{2\pi}$$

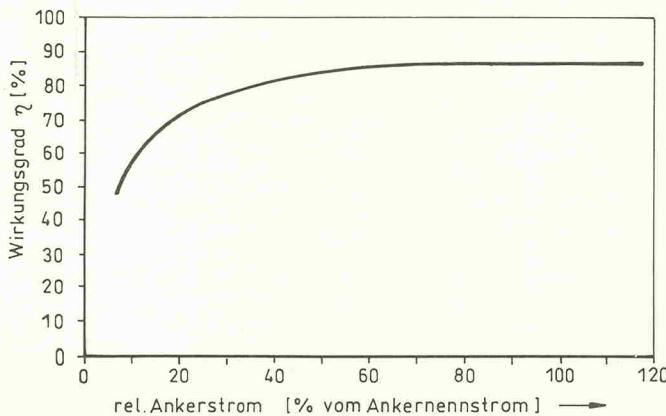
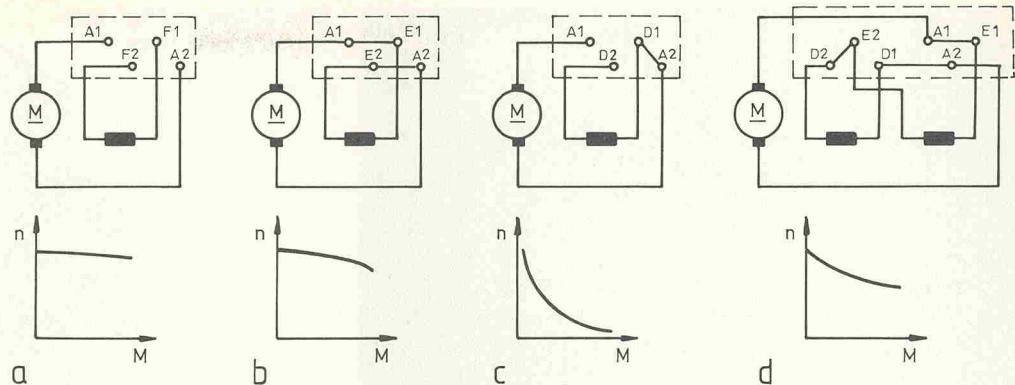


Bild 1. Typischer Wirkungsgradverlauf einer Gleichstrommaschine.



Dabei ist I_a der durch den Motor fließende Ankerstrom. Der Term $k \cdot \Phi$ wird von der Größe des Erregerstromes bestimmt. Es sind vier Varianten des Gleichstrommotors zu unterscheiden, die den Erregerstrom entscheidend bestimmen und deshalb zum Teil unterschiedlich steile Momentenverläufe haben. Die vier Varianten sind:

- fremderregter Gleichstrommotor
- Nebenschlußmotor
- Reihenschlußmotor
- Doppelschlußmotor

In Bild 2 sind die Schaltungen der Gleichstrommotoren sowie der jeweilige qualitative Verlauf der Drehzahl in Abhängigkeit von der Belastung dargestellt.

Der fremderregte Gleichstrommotor und der Nebenschlußmotor zeigen ein sehr ähnliches Verhalten. Der Nebenschlußmotor ist der am meisten verbreitete Gleichstrommotor. Einer seiner Vorteile ist die nur geringe Drehzahlschwankung

bei verschiedenen starken Belastungen. Der Nebenschlußmotor kann mit einem hohen Moment anlaufen, das bis zum Zweifachen seines Nennmomentes ausmachen kann.

Reihenschlußmotoren schwanken bei unterschiedlicher Belastung in ihrer Drehzahl stärker als Nebenschlußtypen. Sie haben ein sehr starkes Anlaufmoment, das das des Nebenschlußmotors noch übertrifft. Bei vollkommener Entlastung (Leerlauf) steigt die Drehzahl außerordentlich stark an, und es kommt zu einem „Durchgehen“ des Motors. Die Drehzahl steigt auf ein Vielfaches der normalen und wird theoretisch unendlich, jedoch zerreißt der Läufer infolge der Fliehkräfte. Der Motor wird dabei zerstört und gefährdet seine Umgebung. Nur bei sehr kleinen Motoren (bis 300 W) verhindert das Verlustmoment das Anwachsen der Drehzahl bis zu gefährlichen Werten.

Die Doppelschlußmotoren sind wesentlich teurer als Reihen- und Nebenschlußtypen und werden nur sehr selten eingesetzt. Bei diesem Motortyp wurde versucht, die Nachteile der beiden anderen Gleichstrommotorvarianten auszuschalten. So hat der Doppelschlußmotor ein höheres Anzugsmoment als der Nebenschlußmotor und kann auch bei Leerlauf nicht bis zu Selbstzerstörung überdrehen.

Der Anlaufstrom unmittelbar nach dem Einschalten beträgt bei Gleichstrommotoren das 7...30-fache des Nennstroms im Normalbetrieb. Solche hohen Anlaßströme wurden früher durch Vorschalten sogenannter Anlaßwiderstände verhindert. Heute betreibt man die Motoren fast immer mit Strom-

richtern, so daß derart hohe Ströme gar nicht erst auftreten können.

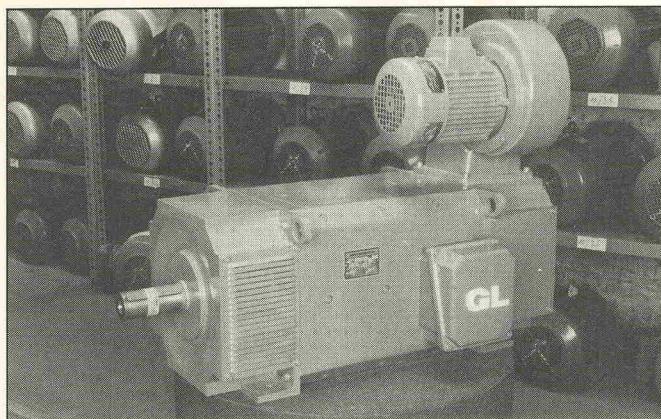
- Der Gleichstrommotor wird aufgrund der bekannten Nachteile und der Weiterentwicklung der Drehstromantriebe immer mehr vom frequenzumrichtergespeisten Drehstrommotor verdrängt und kommt industriell nur noch selten zum Einsatz. Reservate sind hochpräzise, geregelte Antriebe, etwa für Rollgänge oder für Werkzeugmaschinen.

Bei den Drehstrommotoren wird der Läufer von einem im Stator erzeugten Drehfeld mitgenommen. Dies läßt sich auf zwei Wegen erreichen:

- Man legt um den Läufer eine Wicklung und läßt sie von den Kraftlinien des Stators schneiden. Der so induzierte Strom macht aus dem Eisenkern des Läufers einen Elektromagneten. Dieses Verfahren wird beim Asynchronmotor angewandt.

- Man führt der Wicklung von außen über Schleifringe Gleichstrom zu. Das Ergebnis ist der Synchronmotor.

Die Drehzahl der Drehstrommaschinen wird vom Drehfeld des Ständers (Stator) und der Polpaarzahl des Läufers be-



**Gleichstrommaschine
größerer Leistung**
(Foto: Garbe, Lahmeyer AG).

stimmt. Sie ist demzufolge fest vorgegeben und nicht variabel. Es gilt:

$$n = \frac{f \cdot 60}{p}$$

Es bedeuten: n die Drehzahl in min^{-1} , f die Frequenz des Drehfeldes in Hz (üblicherweise: 50 Hz) und p die Polpaarzahl der Maschine.

Da sich p nur ganzzahlig ändern kann, ergeben sich für den Fall $f = 50 \text{ Hz}$ die Drehzahlen 3000 min^{-1} , 1500 min^{-1} , 1000 min^{-1} usw. Bei einigen wenigen Motoren ist die Polpaarzahl umschaltbar, und man erhält zwei wählbare Drehzahlen. Die Drehrichtung des Motors läßt sich durch Vertauschen von zwei Motorphasen ändern; dabei wird das Drehfeld umgekehrt.

Während Gleichstrommaschinen nur reine Wirkleistung aufnehmen, zieht der Drehstrommotor auch Blindleistung aus dem Netz, und zwar belastungsabhängig. Bei jedem Drehstrommotor wird der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ angegeben, um die anfallende Blindleistung abschätzen zu können.

Von allen Elektromotoren wird der Drehstrom-Normmotor, auch Asynchron-Kurzschlußläufermotor oder Käfigläufermotor genannt, am häufigsten eingesetzt. Dieser Motor erfordert fast keine Wartung, da lediglich die Lager als Verschleißteile gelten. Standardisierte Abmessungen stellen zu-

dem sicher, daß immer schnell ein Austauschmotor gefunden werden kann. Auch der Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen ist problemlos, da der Strom im Gegensatz zu fast allen anderen Motoren nur statisch zugeführt wird.

Der Läufer des Asynchronmotors besteht aus zwei Metallringen, die eine Anzahl von — als Stäbe ausgebildeten — elektrischen Leitern kurzschließen. Der so entstehende „Käfig“ (Bild 3) ist mit laminiertem Eisen gefüllt, um gute magnetische Eigenschaften zu erreichen. Das Drehfeld des Stators induziert einen Strom in die Stäbe, so daß sich ein Magnetfeld ausbildet, das zusammen mit dem Statormagnetfeld ein Drehmoment hervorruft. Der Läufer bleibt dabei in seiner Drehzahl gegenüber dem Statordrehfeld immer um soviel zurück, daß gerade noch das jeweils verlangte Drehmoment entsteht. Der Schlupf beträgt zwischen Leerlauf und Vollast $1\% \dots 5\%$ der Drehzahl des Drehfeldes.

Bild 4 zeigt die Momentencharakteristik des Asynchronmotors. Das Anlaufmoment ist etwa um den Faktor 1,8 größer als das Nennmoment M_n . Typische Verläufe für Wirkungsgrad und Leistungsfaktor gehen aus den Bildern 5 und 6 hervor.

Die Einsatzgebiete der Asynchronmaschinen sind enorm vielfältig, was die große Zahl der eingesetzten Maschinen belegt. Die Drehzahl des Synchronmotors ist unabhängig von der Belastung und wird nur durch die Frequenz der Motorspannung bestimmt. Der Motor hat keinen Schlupf. Kleine

Bild 3. Der „Käfig“ des Kurzschlußläufers.

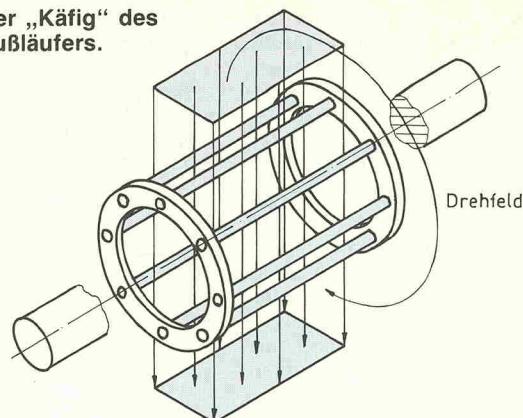


Bild 4. Typische Momentencharakteristik eines Asynchronmotors.

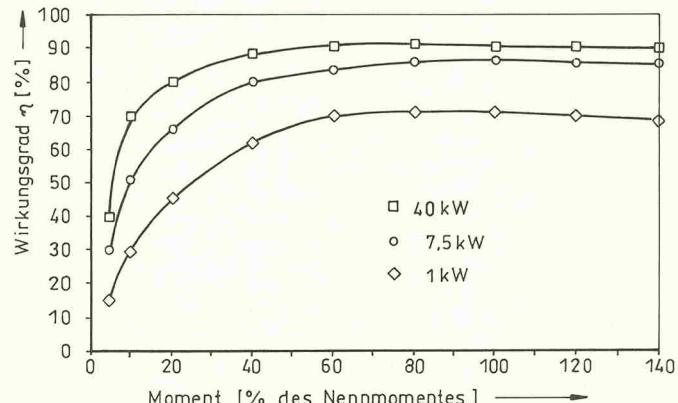
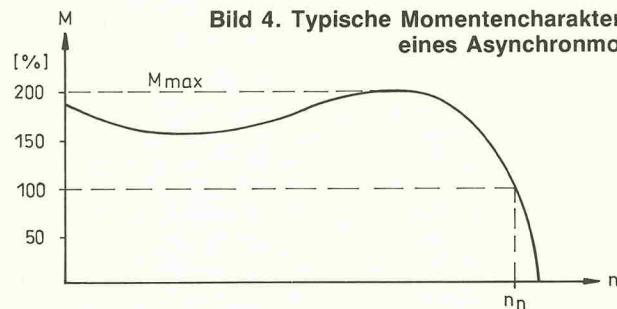


Bild 5. Typische Wirkungsgradverläufe bei Asynchronmotoren.

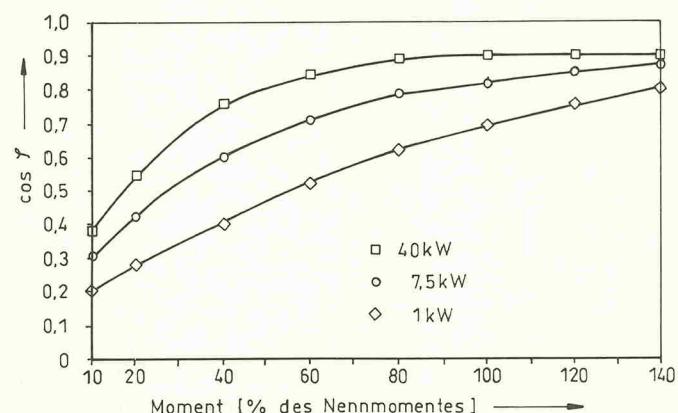


Bild 6. Typische Verläufe des Wirkleistungsfaktors von Asynchronmotoren.

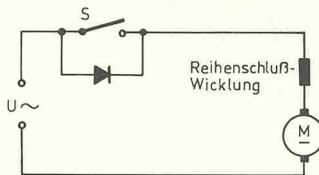


Bild 7. Möglichkeit zur Drehzahlsteuerung eines Universalmotors.

Motoren werden häufig mit Permanentmagnet-Läufer gebaut. Größere Typen haben einen Elektromagnet-Läufer, der von einer Gleichspannungsquelle über Schleifringe gespeist wird.

Sinne weiter. Man kann also einen Gleichstrommotor durch einphasigen Wechselstrom speisen. Kleinmotoren, die auf dieser Grundlage wahlweise mit Gleich- oder Wechselstrom betrieben werden können, heißen Universalmotoren. Ihr Leistungsbereich liegt zwischen 0,5 W und 2000 W, wobei meist die aufgenommene elektrische Leistung angegeben wird.

Diese Motoren werden aufgrund ihrer leichten Bauweise in Werkzeugen und in Haushaltgeräten vielfach eingesetzt. Die Drehzahlregelung ist problemlos, sie erfolgt wie bei den Gleichstrommaschinen durch Ändern der Speisespannung.

Bild 7 zeigt eine einfache Möglichkeit, zwei Drehzahlen zu erhalten. Bei geöffnetem Schalter liegt die Diode in Reihe zur Motorwicklung, die Betriebsspannung und somit auch die Drehzahl verringern sich.

Bei heutigen Automatisierungs-konzepten steht die Flexibilität von Fertigungseinrichtungen im Vordergrund. Es gilt, die Drehzahlen von Maschinen an das zu fertigende Produkt bzw. an die Geschwindigkeit anderer im Fertigungsablauf befindlicher Komponenten anzupassen. Der Begriff Steuerung wird dabei immer dann eingesetzt, wenn der Motor das Signal bekommt, von dem zu er-

warten ist, daß die Drehzahl den erforderlichen Betrag damit erreicht. Bei der Regelung meldet der Prozeß außerdem zurück, ob der Zustand (Drehzahl, Druck usw.) dem gewünschten Ergebnis entspricht. Tritt eine Differenz auf, wird der Motor so geregelt, daß er die gewünschte Drehzahl erreicht.

Bild 8 macht den Unterschied deutlich. Zur Steuerung oder Regelung von Drehzahlen wurde früher der in Bild 9 dargestellte Leonardsatz eingesetzt. Ein Drehstrommotor treibt einen Gleichstromgenerator und eine Erregermaschine (kleiner Gleichstromgenerator) an. Der Generator liefert den Läuferstrom für den zu regelnden Motor, die Erregermaschine den Erregerstrom für den Generator und den Motor. Die eingesetzten Gleichstrommaschinen sind natürlich fremderregt. Mit diesem Aufbau kann man die erzeugte Gleichspannung und somit die Drehzahl des Motors oder auch weiterer angeschlossener Motoren beliebig verändern. Der Leonardsatz wird heute nicht mehr eingesetzt; an seine Stelle sind Thyristor-Stromrichter getreten.

Um den Drehstrom-Asynchronmotor in seiner Drehzahl zu steuern, wurde die sogenannte Schlupfregelung angewandt, die besonders bei kleinen Drehzahlen erhebliche Verlustleistungen produzierte. Auch diese Regelungsart ist nicht mehr Stand der Technik. Sie soll hier nicht näher erläutert werden. Heute erfolgt die Drehzahländerung mit Frequenzumrichtern.

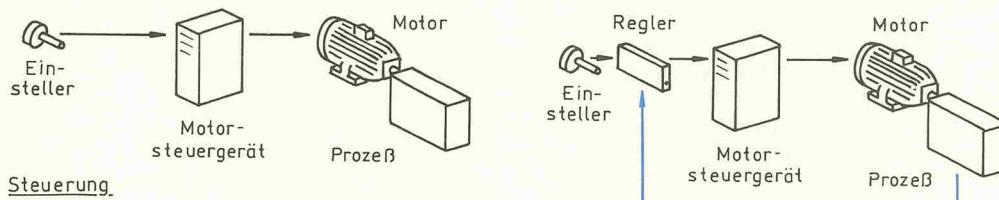


Bild 8. Zur Erläuterung der Begriffe Steuerung und Regelung.

Der Synchronmotor arbeitet bei optimaler Erregung mit einem Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 1$. Dieser Wert läßt sich in der Praxis nur bei konstanter Last einstellen. Bei großen Leistungen liegt der Wirkungsgrad 1%...2,5% höher als beim Asynchronmotor.

Außer diesen beiden Drehstrommotor-Grundtypen gibt es noch diverse Abwandlungen wie den Schleifringläufermotor, den Bremsmotor, den Linearmotor, um nur einige zu nennen. Grundsätzlich durchgesetzt hat sich jedoch der Asynchron-Kurzschlußläufermotor, der zunehmend über Frequenzumrichter gespeist wird.

Der Anlaufstrom der Drehstrommaschinen ist etwa um den Faktor 5...7 höher wie der Nennstrom. Um ihn zu begrenzen, wird vielfach die bekannte Stern-Dreieck-Schaltung eingesetzt.

Vertauscht man bei einem Reihenschlußmotor Plus- und Minuspol der Versorgungsspannung, so läuft er im gleichen

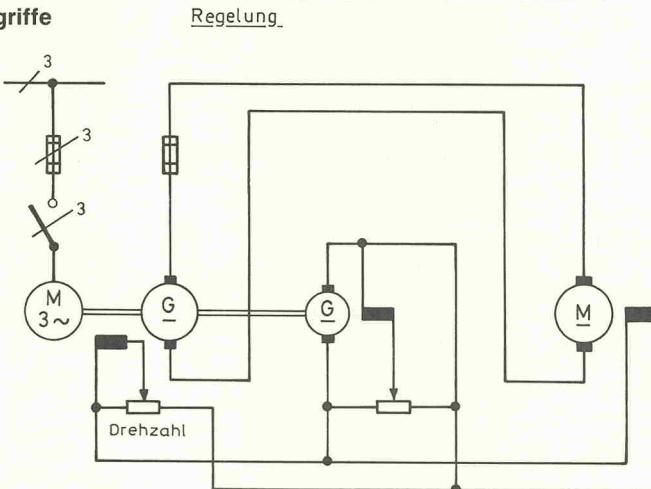


Bild 9. Schaltung eines Leonard-Satzes.

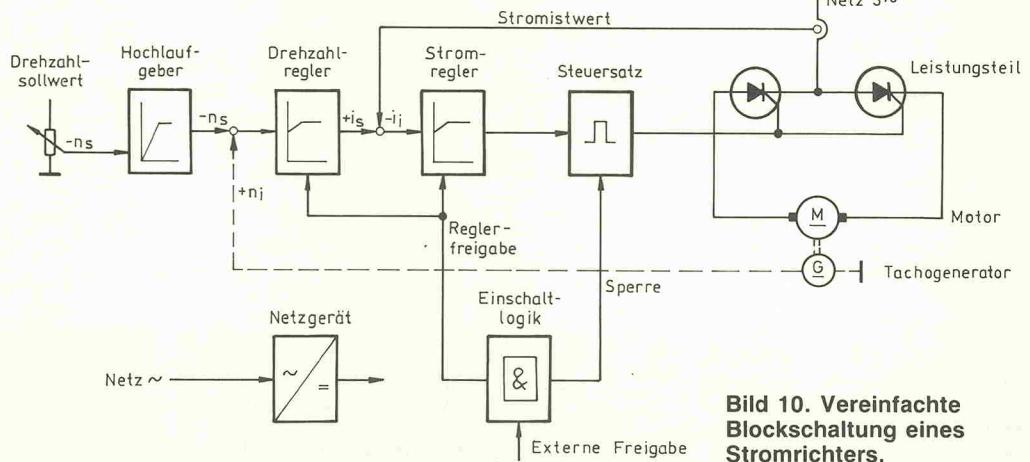


Bild 10. Vereinfachte Blockschaltung eines Stromrichters.

Zunächst zur Technik der Stromrichter. Mit Leistungsdiode aufgebaute statische Einrichtungen zum Umformen elektrischer Energie bezeichnet man als Stromrichter. Mit ihrer Hilfe kann sowohl Wechselstrom in Gleichstrom, als auch Gleichstrom in Wechselstrom mit beliebiger Amplitude und Frequenz umgewandelt werden. Beim Wandeln von Wechselstrom in Gleichstrom, zum Beispiel zur Speisung einer Gleichstrommaschine, spricht man vom Gleichrichten mit dem Stromrichter. Wird umgekehrt ein Gleichstrom in Wechselstrom gewandelt, etwa beim Abbremsen einer Gleichstrommaschine, spricht man vom Wechselrichter.

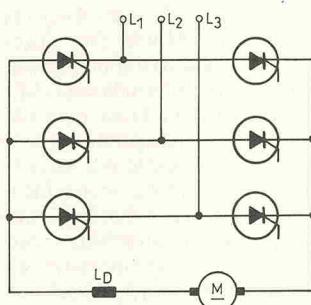


Bild 11. Vereinfachte Darstellung der Drehstrombrücke.

Stromrichter werden in unterschiedlichster Ausführung hergestellt und eingesetzt. Sowohl Geräte für reinen Gleichrichterbetrieb als auch Geräte für Gleichricht- und Wechselrichterbetrieb sind am Markt verfügbar. Die erforderliche Betriebsart wird dabei von der im Stromrichtergerät eingebauten Steuerelektronik erkannt und automatisch eingeleitet. Neben sogenannten Kompaktgeräten werden auch modular aufgebaute und damit erweiterbare Stromrichtergeräte angeboten.

Bild 10 zeigt die Blockschaltung eines Stromrichtergerätes, das nur zum Antrieben konzipiert ist. Der Leistungsteil verwendet Thyristoren. In Bild 11 ist der prinzipielle Aufbau einer vollsteuerten Drehstrombrückenschaltung zu sehen. Die mögliche Belastbarkeit hängt nur von der Auslegung des Leistungsteils ab. Der Leistungsbereich der angebotenen Geräte

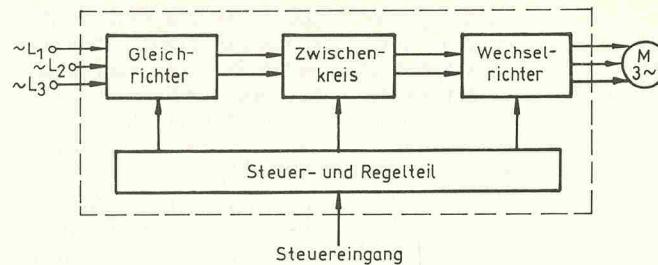


Bild 12. Vereinfachte Blockdarstellung eines Frequenzumrichters.

liegt zwischen einigen hundert Watt und einigen Megawatt Antriebsleistung. In diesem Bereich werden spezielle Leistungsbaulemente benötigt.

Die am meisten eingesetzte Drehstrommaschine ist der robuste Asynchronmotor, der in großen Stückzahlen produziert und eingesetzt wird. Will man diesen Motor wirtschaftlich in der Drehzahl steuern, muß die Speisefrequenz veränderbar sein. Man benötigt also ein Drehfeld mit variabler Frequenz. Dieses Drehfeld stellt der Umrichter ohne verschleißbehaftete Mechanik zur Verfügung. Die angeschlossene Drehstrommaschine kann damit stufenlos in der Drehzahl gesteuert bzw. geregelt werden.

Es ist zwischen spannungseinprägenden und stromeinprägenden Umrichtern zu unterscheiden. Der am weitesten häufigsten eingesetzte Umrichter ist der spannungseinprägende Umrichter. Er arbeitet nach dem folgenden Prinzip: Ein ungesteuerter Gleichrichter wird an das starre Versorgungsnetz angeschlossen. Er formt die Wechselspannung in eine Gleichspannung mit konstantem Betrag um. Die Gleichspannung wird im sogenannten Zwischenkreis geglättet und einem Wechselrichter zugeführt, der sie in eine Wechselspannung mit variabler Frequenz umformt. Die zugehörige

Blockschaltung ist in Bild 12 zu sehen. Stark vereinfacht dargestellt, besteht der Wechselrichter aus drei Thyristorpaaren; diese erhalten entsprechende Steuersignale, so daß am Ausgang das gewünschte Drehfeld entsteht.

Die Ausgangsspannung wird bei modernen Umrichtern durch Puls-Amplituden- oder Puls-Weitenmodulation der Sinusform angenähert. Bei kleinen Geräten bis ca. 50 kVA ist der Wechselrichter nicht mit Thyristoren, sondern mit Hochleistungstransistoren bestückt. Das verringert die Verlustleistung und erhöht damit den Wirkungsgrad des Umrichters. Die Halbleiterindustrie stellt spezielle Schalttransistoren, die den äußerst hohen Anforderungen hinsichtlich Sperrspannung und Kollektorstrom genügen, zur Verfügung. Es sind beispielsweise Module verfügbar, die alle sechs Leistungstransistoren für den Ausgangswechselrichter eines 22-kVA-Umrichters enthalten. Spannungseinprägende Umrichter werden für den Leistungsbereich 1kVA...500kVA gebaut. Dabei ist es auch möglich, mehrere kleinere Motoren an einem Umrichter zu betreiben.

Zur Erläuterung der prinzipiellen Funktionsweise ist in Bild 13 ein spannungseinprägender Umrichter kleiner Leistung

stung bis 3 kVA gezeigt. Der Leistungsteil ist hierbei vereinfacht ausgeführt. Die Netzwechselspannung wird mit D7...D10 gleichgerichtet und mit C1 geglättet. Die Transistoren V1...V6 schalten die so entstehende Zwischenkreisgleichspannung zyklisch an die Ständerklemmen der angeschlossenen Drehstrommaschine. Die Steuerung der Transistoren erfolgt so, daß eine kontinuierliche Veränderung der Ausgangsfrequenz erreicht wird. Komfortable Ausführungen erzeugen durch eine in der Steuerung sinusbewertete Pulsweiten- oder Pulsamplituden-Modulation einen sinusförmigen Strom im Motor.

Bild 14 zeigt eine einfache Möglichkeit zur Erzeugung einer in der Frequenz veränderbaren Drehfeldes. Ein Spannungs/Frequenz-Wandler liefert die mit P1 eingestellte Grundfrequenz. Im Beispiel muß die Frequenz am Ausgang des U/f-Wandlers 300 Hz betragen, wenn der Abgriff von P1 am oberen Anschlag steht. Dann ergibt sich am Ausgang eine maximale Drehfeldfrequenz von 50 Hz. Der nachgeschaltete Ringzähler zählt im Takt der Grundfrequenz von eins bis sechs und steuert damit einen BCD/Dezimal-Dekoder. Aus den am Ausgang verfügbaren Signalen lassen sich die Ein- und Ausbefehle für die einzelnen Phasen des Drehfeldes ableiten. Nachfolgende D-Flip-Flops erzeugen die Steuersignale, die über Treiberbausteine den Endtransistoren zugeführt werden.

Beim stromeinprägenden Umrichter sind die Vorgänge ähnlich. Der Unterschied liegt darin, daß anstelle der konstanten Spannung im Zwischenkreis ein Gleichstrom in den Wechselrichter eingeprägt wird. Die Ausgangsspannung kann sich demnach nur bei angeschlosse-

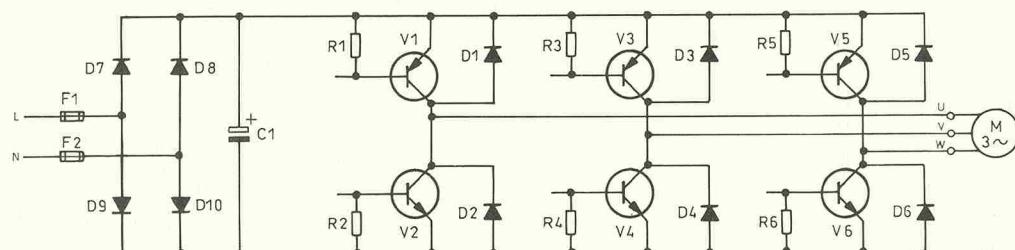


Bild 13. Vereinfachte Darstellung des Leistungsteils.

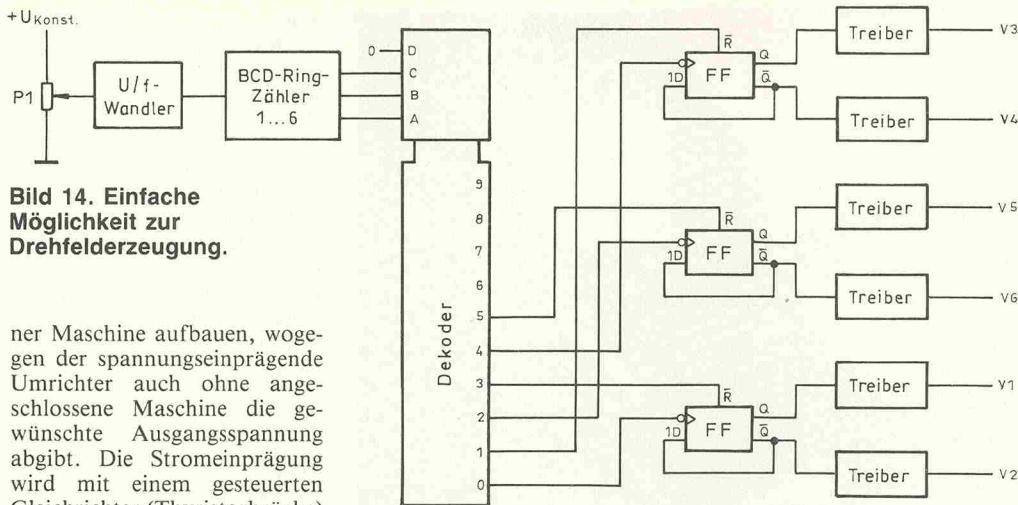


Bild 14. Einfache Möglichkeit zur Drehfelderzeugung.

ner Maschine aufbauen, wogen der spannungseinprägende Umrichter auch ohne angeschlossene Maschine die gewünschte Ausgangsspannung abgibt. Die Stromeinprägung wird mit einem gesteuerten Gleichrichter (Thyristorbrücke) realisiert. Dadurch ist es außerdem möglich, in das Netz zurückzuspeisen. Der Vorteil der Rückspeisemöglichkeit wird mit dem Nachteil erkauft, daß der Ausgangsstrom nicht moduliert werden kann und deshalb rechteckförmig ist. Dies kann dann problematisch sein, wenn die Arbeitsmaschine keine Rüttelmomente verträgt. Der stromeinprägende Umrichter wird im Leistungsbereich zwischen 40 kVA und ca. 2000 kVA eingesetzt.

Da die Kombination Asynchronmaschine mit Frequenzumrichter das zur Zeit zukunftsrichtigste Antriebssystem ist, soll, nachdem Motor und Umrichter einzeln besprochen wurden, nun das Zusammenwirken betrachtet werden. Bei der Auswahl von Motor und Frequenzumrichter ist zu gewährleisten, daß das Moment bei allen Betriebsdrehzahlen ausreicht. Beim Starten der Maschine müssen eventuell Losbrechmomente überwunden werden. Das kann bei knapper Auslegung des Umrichters zu Schwierigkeiten führen, denn der Motorstrom wird auf den Nennstrom begrenzt, um Motor und Frequenzumformer zu schützen. Diese Begrenzung bewirkt, daß der Momentverlauf nur bis zum Nennmoment geht, denn hier nimmt der Motor genau den Nennstrom auf. Beim Dauerbetrieb mit kleiner Drehzahl muß berücksichtigt werden, daß der beim Normmotor stets eingegebauten Motorlüfter nicht genügend Kühlleistung erbringen kann. Es muß dann eine Fremdbelüftung vorgesehen werden.

Auch Drehzahlen oberhalb der Motorenndrehzahl sind möglich. Der Frequenzumrichter gibt dann eine Ausgangsfrequenz von mehr als 50 Hz ab. Bei einem vierpoligen Motor würde beispielsweise eine Speisefrequenz von 75 Hz eine Drehzahl von 2250 min^{-1} bewirken. Ein weiterer Vorteil ergibt sich beim Einsatz von spannungseinprägenden Frequenzumrichtern so ganz nebenbei: Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist auf der Netzseite unabhängig vom Arbeitspunkt konstant und liegt nahe bei 1 (typisch 0,97). Kompensationsmaßnahmen sind damit in der Regel nicht mehr erforderlich.

Der Drehmomentenverlauf der

Antriebsmaschinen zählt zu den wichtigsten Kriterien bei der Auswahl des Antriebssystems. Aus der Vielzahl der vorkommenden Verläufe lassen sich vier Grundformen herauskristallisieren, die in Bild 15 mit den dazugehörigen Leistungsverläufen dargestellt sind:

● Kurve 1. Das Lastmoment ist praktisch gleichbleibend. Die Leistung steigt direkt proportional mit der Drehzahl an. Dieses Verhalten zeigen z.B. Hebezeuge, Kapselgebläse, Walzwerke oder Förderbänder.

● Kurve 2. Das Lastmoment steigt proportional mit der Drehzahl. Die Leistung nimmt mit dem Quadrat der Drehzahl

zu. Dieses Verhalten gilt z.B. für Kalander. Dies sind Maschinen mit verschiedenen, über- und untereinander befindlichen, zum Teil beheizten Walzen aus Stahl, zum Rollen, Glätten, Pressen und Prägen von Gewebe, Papier, Kunststofffolie usw.

● Kurve 3. Das Lastmoment steigt proportional mit dem Quadrat der Drehzahl. Die Leistung steigt mit der dritten Potenz der Drehzahl an. Typische Antriebe mit diesem Verhalten sind Kreiselpumpen, Zentrifugallüfter oder -gebläse.

● Kurve 4. Das Lastmoment nimmt umgekehrt proportional zur Drehzahl ab. Die Leistung bleibt konstant. Dies ist eine Anwendung für verschiedene Werkzeug- sowie für Aufwickelmaschinen.

Wie vorstehend an einigen Beispielen gezeigt, setzt sich die Elektronik auch in der Antriebstechnik immer mehr durch. Zukünftig dürften auch immer größere Leistungen mit transistorbestückten Umrichtern realisiert werden. Die Fortschritte in der Leistungshalbleitertechnologie und die zunehmende Integration der Bausteine für die Signalverarbeitung lassen den umrichtergespeisten Asynchronmotor in einen Preisbereich rücken, der auch im kleinen Betrieb den wirtschaftlichen Einsatz dieser Technik ermöglicht.

Die Steuerung des Umrichters wird in Zukunft nur noch auf der Basis von Mikroprozessorsystemen erfolgen. Damit ist, neben anderen Vorteilen, eine perfekte Leittechnik möglich. Das heißt, ein Maschinist kann am Leitstand mit Hilfe einer Tastatur und eines Monitors alle wichtigen Vorgänge des Antriebsprozesses beobachten und beeinflussen. Dabei steuert er über eine Schnittstelle den Frequenzumrichter. Neueste Fortschritte im Bereich der Software sind integrierte Fehleranalyseprogramme, die dem Betreiber bei Ausfall eines Umrichters die möglichen Ursachen dafür angeben. Die stromrichtergespeisten Gleichstrommaschinen werden in Zukunft ihren Platz nur da behaupten, wo die Anforderungen an den Regelvorgang einen Einsatz von Drehstrommaschinen nicht zulassen. □

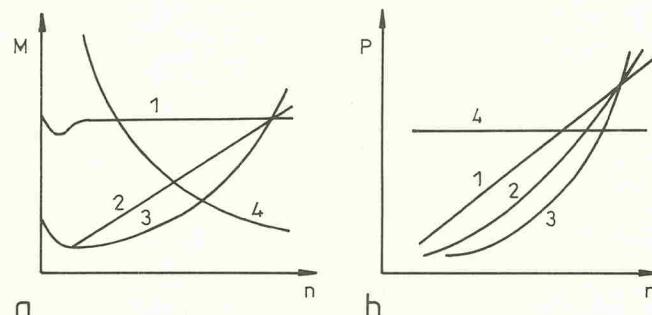
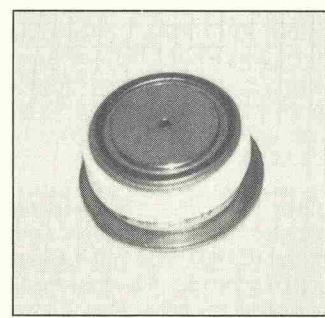
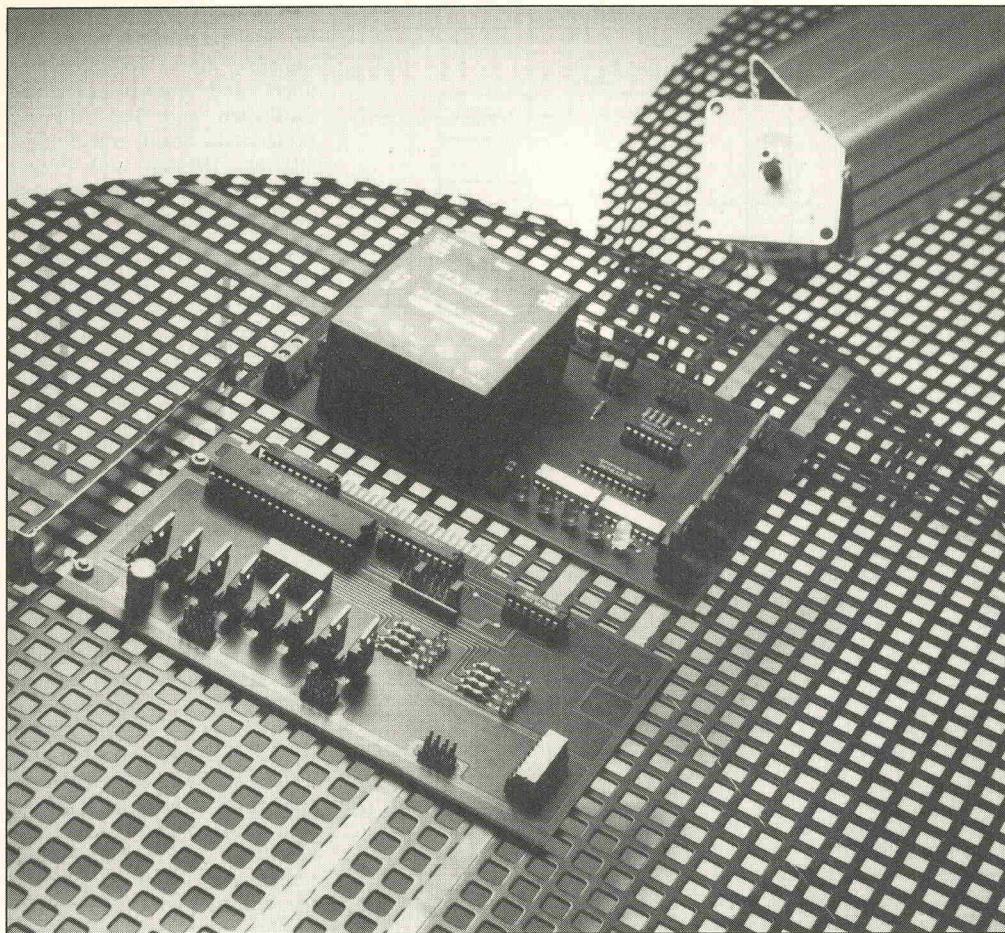


Bild 15. Momenten- und Leistungsverläufe verschiedener Arbeitsmaschinen.



Hochleistungs-Thyristor für Stromrichter.



Schritt-Trigger

Bewegte Zeiten für den Personalcomputer.

Heinrich Kolter

Viele Möchtegerns schrecken vor dem Gebrauch von Schrittmotoren zurück, weil ihnen die Ansteuerung dieser Motoren zu kompliziert erscheint. Ist sie aber nicht. Die vorliegende Bauanleitung beweist, daß sich auch mit geringem Aufwand etwas in Bewegung setzen läßt. Voraussetzung ist der Besitz eines Rechners, in diesem Falle eines PCs.

Im folgenden wird eine Slotkarte für den PC beschrieben, die den Anschluß von zwei Schrittmotoren mit einer Leistung von je 18 W/Phase ermöglicht. Wenn das nicht genügt: Eine zusätzliche Treiberkarte im Europaformat macht auch noch Motoren bis zu 30 W Beine.

Wie Bild 1 zeigt, besteht das Triebwerk zum größten Teil aus einer Porterweiterung mit nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die Porterweiterung wiederum besteht aus Gevatter 8255 samt zugehöriger Adreßdekodierung und einem obligatorischen Bustreiber.

Der Dreh- und Angelpunkt der ganzen Schaltung liegt ganz offensichtlich im programmier-

baren Peripheriebaustein 8255, dessen Funktionsblöcke Bild 2 offenbart. Die Verbindung zur Außenwelt hält der Chip — mal abgesehen von dem Datenbus — über 6 Steuerleitungen aufrecht. Zu diesen zählen neben der üblichen Reset- und CS-Leitung auch die RD- und WR-Leitungen und vor allen Dingen die beiden Adreßeingänge A0 und A1, über die man Zugriff auf die vier Register des Portbausteins erhält. Welche Adresse welches Register auswählt, ist Tabelle I zu entnehmen.

Über die drei Datenregister werden in Abhängigkeit vom Pegel der RD- und WR-Leitungen Daten an die drei Ports ausgegeben oder von diesen

eingelesen. Dabei entspricht jedes Bit genau einer Portleitung.

Das Steuerregister bestimmt die Portkonfiguration. Wie man sieht, sind die I/O-Leitungen des 8255 in zwei Blöcke unterteilt: Block A und B, wobei jedem Block der gleichnamige Port und jeweils eine Hälfte von Port C zugeordnet sind. Beide Blöcke können nun unabhängig voneinander in einer von drei verschiedenen Betriebsarten 'gefahren' werden. Bild 3 zeigt, wie über die Bits des Steuerregisters festgelegt werden kann, welche Ports als Eingang, welche als Ausgang und welcher Block in welcher Betriebsart arbeiten soll. Von den drei Betriebsarten kommt für die vorliegende Anwendung nur die erste in Betracht, so daß an dieser Stelle auf die übrigen Betriebsarten, die im wesentlichen die Realisierung von Handshake-Verbindungen ermöglichen, nicht näher eingegangen werden soll.

Die Wahl der Betriebsart 0 hat zur Folge, daß die Bits 2, 5 und 6 des Steuerregisters (siehe Bild 2) Null sein müssen, während über die Bits 0, 1, 3 und 4 die Richtung der Ports festgelegt wird. In Tabelle II sind alle möglichen Kombinationen der Richtungsfestlegung samt zugehörigen Bitmustern aufgelistet. Das verbleibende letzte Bit (D7) ist im vorliegenden Fall immer 1.

Bevor irgendeine Aktion über den 8255 getätigten werden kann, muß der Baustein also über das Steuerregister initialisiert werden. Für die Schrittmotorsteuerung bietet sich an, Port A, und B als Ausgang zu deklarieren, während zumindest das niedrigwertige Nibble von Port C als Eingang programmiert werden sollte, da hier ja eventuell Endschalter abzufangen sind. Daraus ergibt sich das Bitmuster 10000001 und damit der Wert 129 für das Steuerregister.

Ab welcher Adresse der Rechner den 8255 — und damit die Treiberkarte — antrifft, wird durch die Jumper J1A...H festgelegt. Das an diesem Jumper eingestellte Bitmuster wird durch den 8-Bit-Komparator IC2 mit den Adreßleitungen A4...A11 verglichen. Stimmt die Adresse mit dem

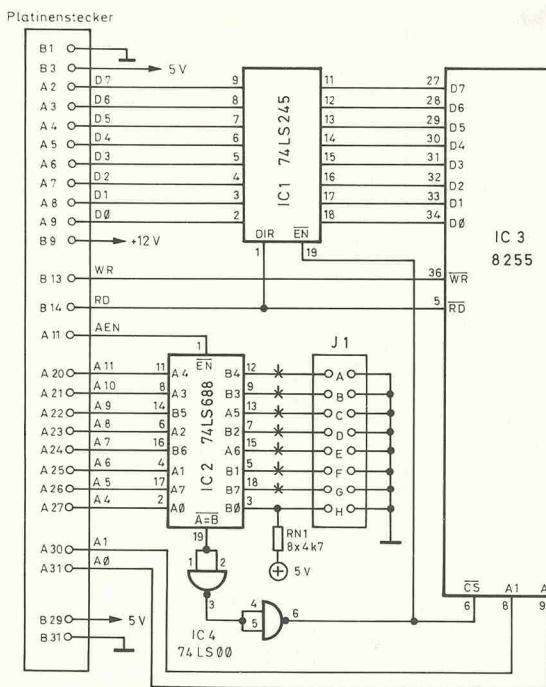


Bild 1. Die Steuerkarte besteht aus einer universellen Porterweiterung, an die beispielsweise auch Relais angeschlossen werden können.

A1	A0	Register
0	0	Daten Port A
0	1	Daten Port B
1	0	Daten Port C
1	1	Steuerregister

Tabelle 1. Mit zwei Adreßbits werden die 4 Register der PIO ausgewählt.

ren verfügt. Diese Karte ist allerdings nur für einen Motor ausgelegt, so daß auf eine Steuerkarte zwei Treiberkarten kommen. Letztere haben Euro-

eingestellten Wert überein und signalisiert darüber hinaus der Rechner über die AEN-Leitung, daß es sich um einen I/O-Zugriff handelt, selektiert IC2 über die NAND-Gatter IC4 den Portbaustein. Ein gesteckter Jumper entspricht übrigens einer 0 im entsprechenden Bit. Soll die Karte also dem Beispielprogramm entsprechend ab Adresse 0DE0h angesprochen werden, so sind die Brücken H und C zu setzen. Da von den 16 Adreßleitungen des Rechners nur die 8 mittleren Leitun-

gen A4...A11 dekodiert werden, sind die erste und letzte Hexziffer jeweils 0, so daß der kleinste Adreßabstand zweier benachbarter Karten sechzehn Adressen beträgt.

Den Portausgängen sind Treiber nachgeschaltet, die mit Leistungstransistoren des Typs BD 243 aufgebaut sind. Da beim Abschalten der Motorwicklungen hohe Spannungsspitzen auftreten können, schützen die Freilaufdiode D1...D8 diese Transistoren vor der Zerstörung. Die

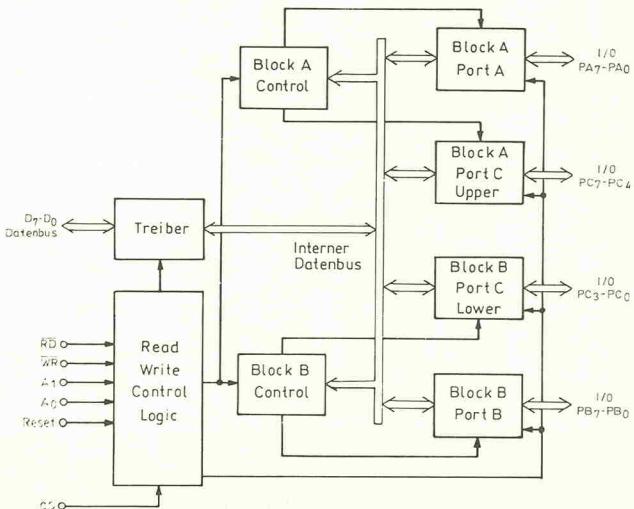


Bild 2. Blockbildung: das Blockschaltbild des 8255.

elrad 1988, Heft 12

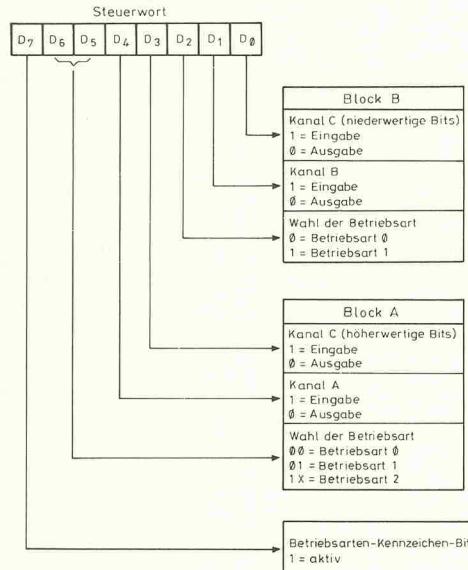


Bild 3. Ein Wort genügt zur Initialisierung des Portbausteins. Aber dieses Wort hat's in sich.

Leuchtdioden D9...D16 indizieren H-Pegel an den Portleitungen und erleichtern damit die Entwicklung eigener Software.

Die Spannung für die Schrittmotoren wird der Stromversorgung des Rechners entnommen. Hier sind der Belastbarkeit natürlich Grenzen gesetzt. Für stärkere Motoren empfiehlt sich daher die Belebung der Treiberkarte, die über ein eigenes Netzteil und leistungsfähigere Endtransisto-

paformat und lassen sich übersichtlich in einem 19-Zoll-Gehäuse unterbringen.

Bild 4 zeigt das Schaltbild des Nachbrenners. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sie einfach in die Verbindung zwischen Steuerkarte und Motor eingeschleift werden kann. Diese Auslegung erfordert eine völlige Potentialtrennung der Platinen, d.h., die Massen der beiden Karten dürfen nicht miteinander verbunden werden!

Über die Inverter IC2 gelangen

Schrittmotoren am PC

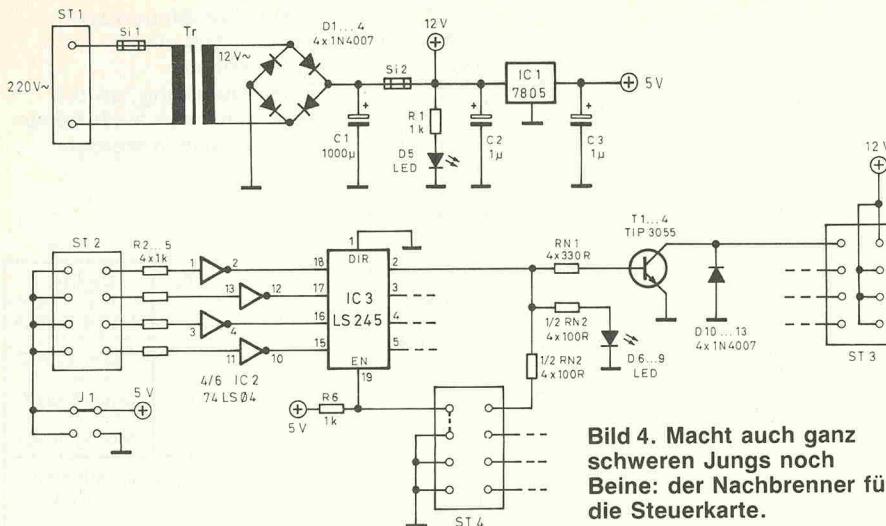


Bild 4. Macht auch ganz schweren Jungs noch Beine: der Nachbrenner für die Steuerkarte.

```

10 CLS
20 S=&HDE0
30 REM Adresse der Steuerkarte
40 OUT S+3,129
45 REM Portbaustein initialisieren
50 Y=S+0
55 REM Adresse des Port-A-Datenregisters
60 A=1
70 B=2
80 C=4
90 D=8
100 PRINT "Stepper AKTIV !!!"
110 FOR F=0 TO 360
120 OUT Y,A+C
130 GOSUB 280
140 OUT Y,A+D
150 GOSUB 280
160 OUT Y,B+D
170 GOSUB 280
180 OUT Y,B+C
190 GOSUB 280
200 REM
210 NEXT F
220 OUT Y,0 :REM Das wars !
230 STOP
240 REM ----- Nicht so schnell...
280 FOR T=0 TO 1
290 NEXT T
300 RETURN

```

A		B		Block A		Block B		
D4	D3	D1	D0	Port A	Port C (höherwertige Bits)	Nr.	Port B	Port C (niedrigwertige Bits)
0	0	0	0	Ausgang	Ausgang	0	Ausgang	Ausgang
0	0	0	1	Ausgang	Ausgang	1	Ausgang	Eingang
0	0	1	0	Ausgang	Ausgang	2	Eingang	Ausgang
0	0	1	1	Ausgang	Ausgang	3	Eingang	Eingang
0	1	0	0	Ausgang	Eingang	4	Ausgang	Ausgang
0	1	0	1	Ausgang	Eingang	5	Ausgang	Eingang
0	1	1	0	Ausgang	Eingang	6	Eingang	Ausgang
0	1	1	1	Ausgang	Eingang	7	Eingang	Eingang
1	0	0	0	Eingang	Ausgang	8	Ausgang	Ausgang
1	0	0	1	Eingang	Ausgang	9	Ausgang	Eingang
1	0	1	0	Eingang	Ausgang	10	Eingang	Ausgang
1	0	1	1	Eingang	Ausgang	11	Eingang	Eingang
1	1	0	0	Eingang	Eingang	12	Ausgang	Ausgang
1	1	0	1	Eingang	Eingang	13	Ausgang	Eingang
1	1	1	0	Eingang	Eingang	14	Eingang	Ausgang
1	1	1	1	Eingang	Eingang	15	Eingang	Eingang

Tabelle II. In Betriebsart 0 lassen sich 16 verschiedene Portkonfigurationen einstellen.

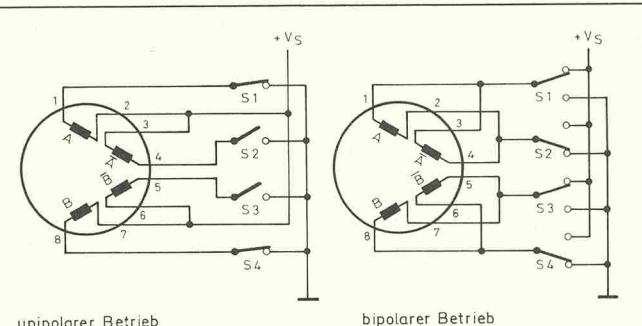
die Steuersignale für die Phasen des Schrittmotors zum Bus-treiber IC3. Dieser ermöglicht durch seinen ENABLE-Eingang die Abschaltung des Phasenstroms, wenn die Motoren sich im Ruhebetrieb befinden. Das kann entweder durch das Entfernen des Jumpers über den entsprechenden Pins direkt am Pfostenstecker ST4 geschehen oder über einen Schalter an der Frontplatte.

Der Rest der Treiberschaltung entspricht der Schaltung der Steuerkarte, nur das hier belastbarere Transistoren verwendet werden.

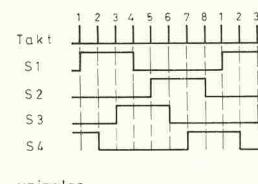
Sowohl die Steuerkarte als auch die Treiberplatine sind zweiseitig und durchkontaktiert. Das Einlöten der wenigen Bauteile sollte keine Probleme bereiten, so daß die Schaltung hardwaremäßig schnell in Gang

zu bringen sein sollte. Bevor jedoch der Motor seinen ersten Schritt macht, ist ein kleines Programm zu erstellen. Das nebenstehende Basic-Programm

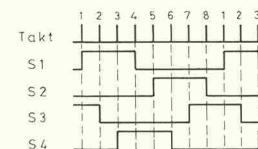
Im Vollschrift, Marsch. Ein kleines Demonstrationsprogramm für einen Schrittmotor im bipolaren Betrieb.



Einschaltfolge der Spulen im Halbschrittbetrieb:

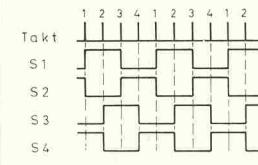


unipolar

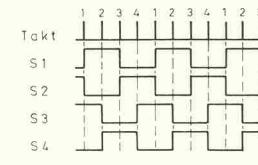


bipolar

Einschaltfolge der Spulen im Vollschriftbetrieb:

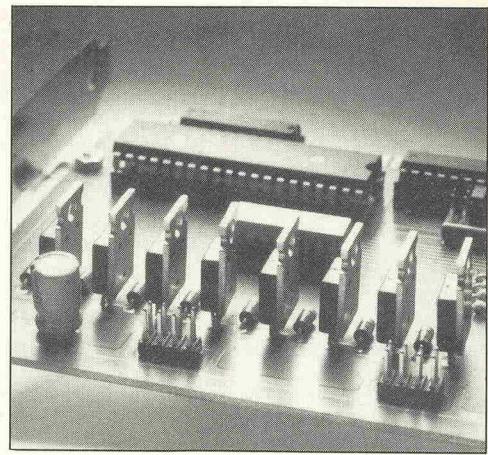
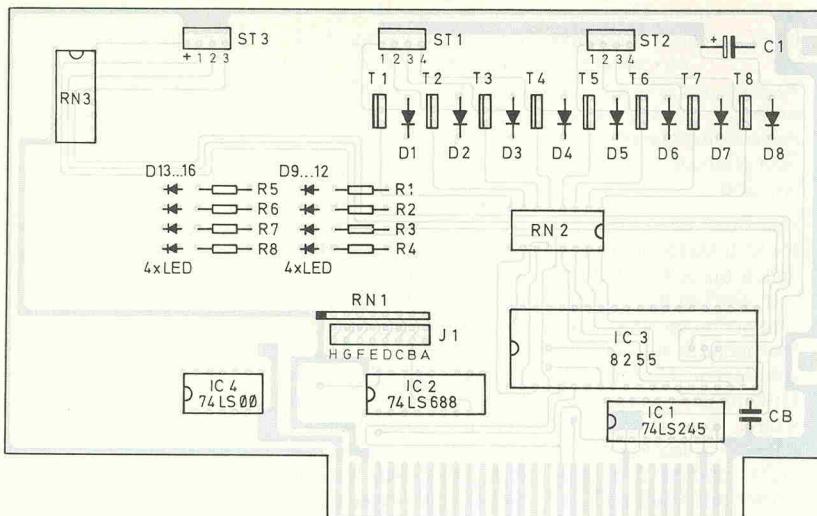


unipolar



bipolar

Bild 5. Die vier Möglichkeiten, einen 2-Phasen-Schrittmotor in Gang zu setzen. Alles nur eine Frage der Verdrahtung und der Ansteuerung.



Nicht nur für Schrittmotoren gut: starke Ports im Slot.

Der Bestückungsplan der Steuerkarte. So gesehen, befindet sich unten links der Kontakt A0 des Platinensteckers und rechts der Kontakt A31. Auf der Lötseite befinden sich in gleicher Reihenfolge die Kontakte B0...B31.

zeigt, daß zumindest zur Demonstration schon eine Handvoll Programmzeilen genügen, um dem angeschlossenen Mo-

tor den richtigen 'drive' zu geben. Natürlich kann das noch nicht alles sein. Aber schließlich gibt es für Schrittmotoren tausend und eine Anwendungsmöglichkeiten, so daß die Verfeinerung des treibenden Programms letzten Endes doch dem Anwender überlassen werden muß. Zur Hilfestellung sind in Bild 5 die Ansteuerungsmöglichkeiten eines 2-Phasen-Motors inklusive zugehöriger Phasen-Einschalt-Diagramme abgebildet. Ersetzt man die Schalter durch die entsprechenden Portbits, läßt sich sehr einfach eine Treibersoftware zusammenbasteln.

Stückliste

— Steuerkarte —

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1...8	390R
RN1	SIL-Array, 8x4k7
RN2	DIL-Array, 8x330R
RN3	DIL-Array, 4x1k
Halbleiter	
D1...8	1N4002
D9...16	LEDs
T1...8	BD243
IC1	74LS245
IC2	74LS688
IC3	8255
IC4	74LS00

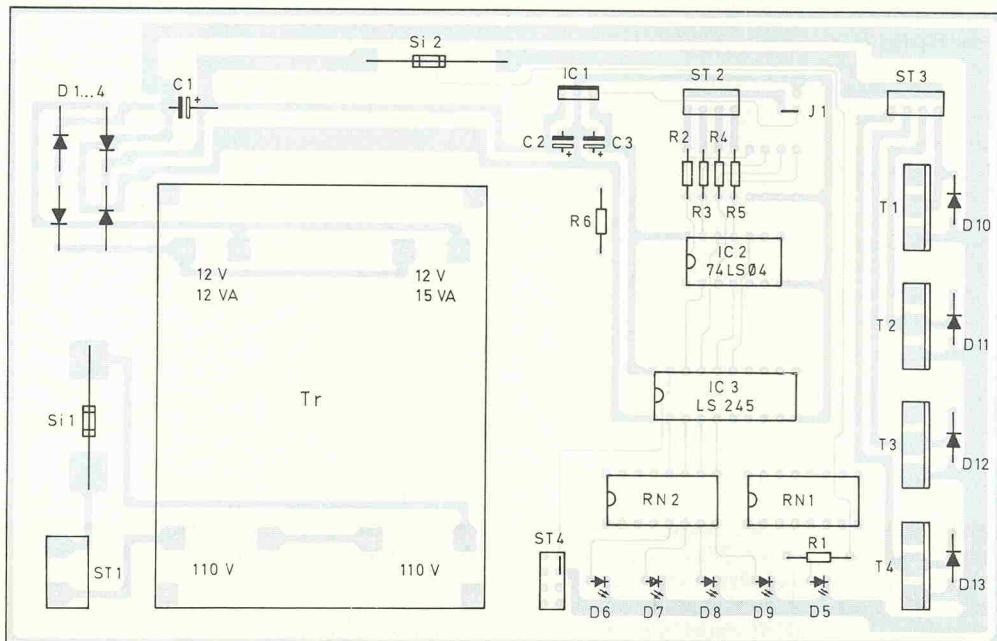
Sonstiges	
CB	100n, Keramik
3 Pfostenleisten	2x4pol
1 Pfostenleiste	2x8pol
Jumper	
Platine	

— Treiberkarte —

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1...6	1k
RN1	DIL-Array, 4x330R
RN2	DIL-Array, 8x100R

Kondensatoren	
C1	1000 μ /25V, stehend
C2,3	1 μ /25 V, Tantal

Halbleiter	
D1...4,	1N4007
10...13	LEDs
D5...9	TIP3055
T1...4	7805
IC1	74LS04
IC2	74LS245
IC3	
Sonstiges	
Tr1	Flachtrafo, 2x12 V, 30 VA
2	Sicherungshalter, print
3	Pfostenstecker, 2x4pol
1	Schraubklemme, print
1	Platine



Der Bestückungsplan der Treiberkarte. Im Normalbetrieb muß der Jumper der Steckerleiste ST4 gesetzt sein.



Energietechnische Gesellschaft im VDE und VDI/VDE-Gesellschaft Feinwerktechnik

Antriebs- systeme für die Geräte- und Kraftfahr- zeugtechnik

Berlin/Offenbach 1988
VDE-Verlag
235 Seiten
DM 110,—
ISBN 3-8007-1560-0

Ein kartoniertes Druckwerk, das aus faksimilierten DIN-A4-Schreibmaschinenseiten besteht, getippt mittels eines repräsentativen Querschnitts der internationalen Typenradproduktion, und das dennoch über 100 Mark kostet, muß denn mehr als optisches Wohlgefallen bieten, um seinen Preis wert zu sein.

Dem Theoretiker wird es wohl nicht zu teuer sein; bietet doch dieser Tagungsband als 22. Fachbericht der Energietechnischen Gesellschaft im VDE einen aktuellen Überblick über Antriebsmotoren und ihr Betriebsverhalten sowie über ihre Anwendungen.

Und auch der Praktiker findet seine Kapitel. Denn bei der Auswahl der Beiträge wurde darauf geachtet, daß in allen drei Themengruppen — Antriebssysteme, Anwendungen in Geräten und in Kraftfahrzeugen — ein Übersichtsaufsatzt erscheint, an den sich die Behandlung exemplarischer Beispiele

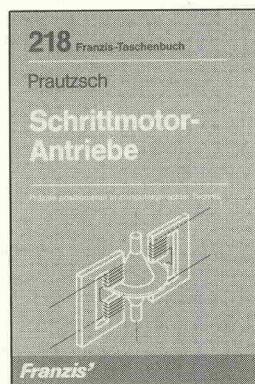
aus den Anwendungsbereichen anschließt.

Daneben enthält das Buch auch einen Beitrag zu der Systemfrage bei Servoantrieben: „elektrisch, pneumatisch, hydraulisch?“ und eine Darstellung unkonventioneller Prinzipien der Energiewandlung, wie zum Beispiel nach piezoelektrischer oder magnetostriktiver Art, die in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden.

hmo

Friedrich Prautzsch Schrittmotor- Antriebe

München 1988
Franzis-Verlag
110 Seiten
DM 14,80
ISBN 3-7723-2181-X



Der Titel des Buches sagt nicht alles. Es werden nicht nur die Antriebe als solche behandelt, sondern der Autor geht auch im notwendigen Rahmen auf die Funktion der verschiedenen Schrittmotorvarianten ein und zeigt damit alles auf, was den Anwender in der Praxis interessiert.

Das Buch stellt die verschiedenen Bauarten des Schrittmotors vor, zeigt die Unterschiede zu Gleichstrommotoren auf und erklärt die zugehörige Steuerelektronik. Daneben befaßt sich der Autor mit Problemen der Kommutierung, der Dämpfung und der Positioniergenauigkeit und

stellt zum Schluß anhand einiger Beispiele die verschiedenen Aspekte vor, die zur optimalen Lösung eines Antriebsproblems mit Schrittmotor zu beachten sind.

Das Buch ist in einer erfreulich klaren und sachlichen Sprache gehalten. Zur Darlegung der Zusammenhänge wurde die Mathematik nur in sehr spärlichem Umfang als Hilfsmittel eingesetzt, wobei die mathematische Ausdrucksweise nicht immer den Anspruch auf absolute Korrektheit erhebt.

Insgesamt stellt das Buch ein kurzgefaßtes, aber gelungenes Kompendium der Schrittmotortechnik dar, das sich als Nachschlagewerk ebenso eignet wie als Einsteigeklasse für den Erstanwender.

fpz

Christian Richter Elektrische Stellantriebe kleiner Leistung

Berlin/Offenbach 1988
VDE-Verlag
123 Seiten
DM 22,—
ISBN 3-8007-1514-7



Papierqualität, Preis und Literaturverzeichnis weisen bereits auf den ersten Blick darauf hin, daß diese Lizenzausgabe ihren Ursprung in der DDR findet. Und wie so

viele andere Werke aus dem VEB Verlag Technik ist auch dieses Buch durchaus empfehlenswert.

Der Autor nimmt sich des Themas wenig akademisch an; er schreibt als Praktiker über sein ureigenstes Fachgebiet. Straff gliedert er zunächst die Grundlagen in zwei Kapiteln, die etwa die Hälfte des Buches ausmachen: Schrittmotor und Antrieb mit Gleichstromkleinstmotor. Dabei gelingt es ihm, auf den wenigen Seiten alle wesentlichen Voraussetzungen zu vermitteln, die notwendig sind, um die folgenden ‘typischen Anwendungsaufgaben’ nachvollziehen zu können. Beispiele wie

- Papierantrieb in einem Meßgerät
- Direktantrieb eines Plattspeichers
- Antrieb einer Leiterplattenbohrinheit
- Antrieb eines Lichtzeichenkopfes

und andere mehr werden dabei auf ihre spezifischen Problemstellung untersucht, systematisch durchgerechnet und in ihrem Konzept beschrieben.

Kein Buch für den Einsteiger, aber ein Problemlöser und ein Nachschlagewerk für den erfahrenen Entwickler.

hmo

K. G. Schulz (Hrsg.) Elektronische Motorsteue- rungen

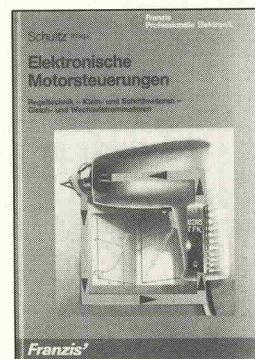
München 1986
Franzis-Verlag
260 Seiten
DM 58,—
ISBN 3-7723-8221-5

Das Buch enthält eine Sammlung ausgewählter Fachbeiträge, die in der Zeitschrift ‘Elektronik’ erschienen sind und die sich allesamt mit der Steuerung und Regelung

von Elektromotoren mit vorwiegend kleiner bis mittlerer Leistung befassen. Die Beiträge sind eingeteilt in die sieben Rubriken:

- Drehgeber
- Regeltechnik
- Kleinmotoren
- Gleichstrommotoren
- Schrittmotoren
- Wechselstrommotoren
- Drehstrommotoren

Es werden sowohl Problemstellungen diskutiert als auch komplett Applikationsschaltungen vorgestellt, die aus den Bereichen Unterhaltungselektronik, Haushaltsgeräte und Indu-

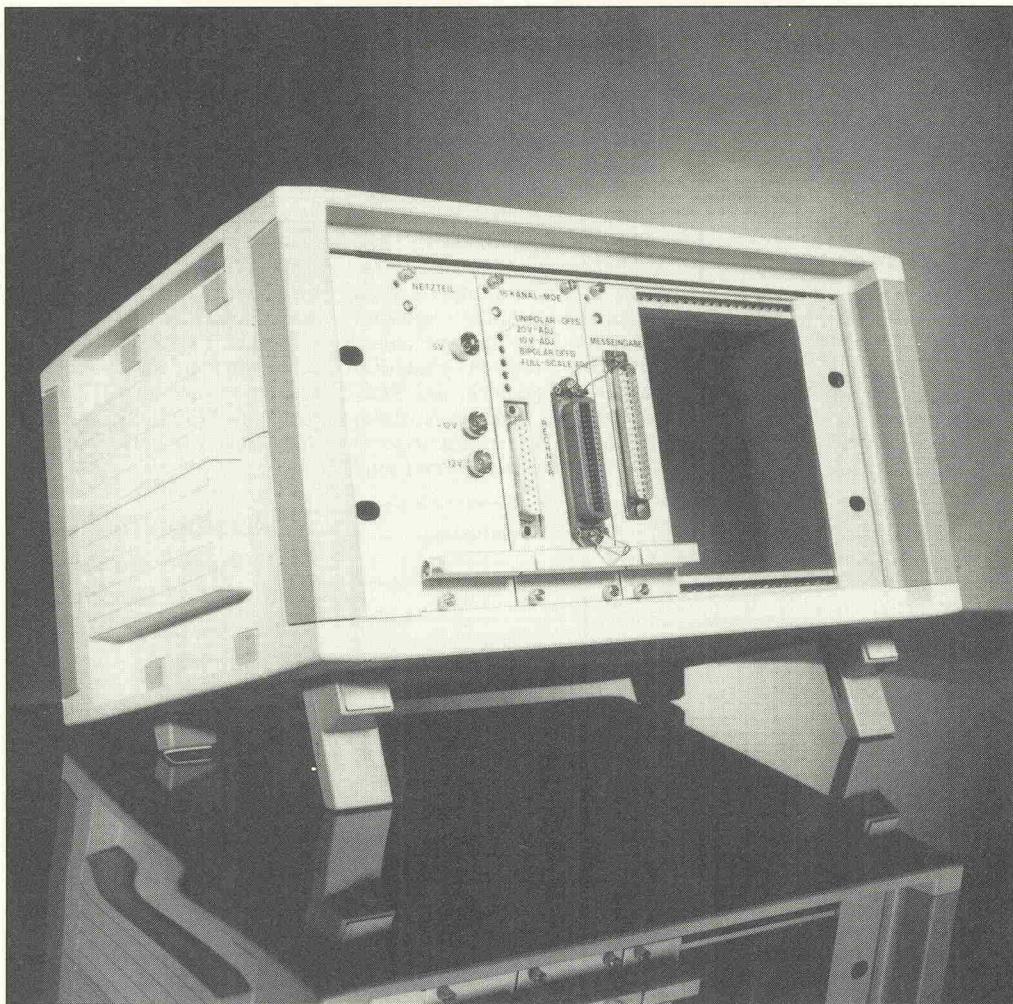


strieantriebe stammen. Dabei werden unter anderem Lösungen mit konventioneller Elektronik, mit speziell ICs und mit Mikrocomputern gezeigt.

Zielgruppe des Buches sind vor allem Entwickler und Konstrukteure, die aus dem angebotenen Material eigene Ideen ableiten können oder Lösungsvorschläge bzw. -ansätze für spezielle Probleme finden und damit von zeitaufwendiger Suche in Einzelpublikationen entlastet werden.

Dem professionellen Elektroniker, der auf dem Gebiet der Antriebstechnik arbeitet, kann das Buch somit wertvolle Anregungen und Hilfestellungen bei der wirtschaftlichen Umsetzung seiner Projekte geben.

fpz



Maß-nahme

Alles auf eine Karte gesetzt

Rolf Berte

Nachdem im ersten Teil dieses Artikels das digitale Konzept der Meßdatenerfassungs-Karte beschrieben wurde, geht es nun um die Realisierung des Analogteils der Schaltung. Außerdem wird ein passendes Netzteil vorgestellt, das richtig für Spannung sorgt.

Wer sich den Schaltplan der Meßkarte in Heft 11/88 etwas genauer angesehen hat, wird sich vielleicht über die massenhafte Masseführung gewundert haben: Drei Nullpotentiale hat die Karte aufzuweisen. Da digitale Masseleitungen grundsätzlich hoffnungslos mit Störspannungen verseucht sind, ist es selbstverständlich, daß eine Trennung zwischen Digital- und Analogmasse vorgesehen ist. Darüber hinaus wurde aber dem direkten Meßsignalweg nochmals eine eigene Masseleitung spendiert. Auf diese Weise wird ein außerordentlich guter Störspannungsabstand erreicht.

Die unvermeidliche Vereinigung aller drei Massestränge findet erst auf der Netzteil-Karte statt.

Die Aktivisten im analogen Teil der Schaltung sind die ICs 10...13, die als Analogmultiplexer, Instrumentenverstärker, Sample & Hold und A/D-Wandler ihr Dasein fristen. Aber der Reihe nach: Das Meßsignal gelangt über den einfachen Tiefpass R14.../C14... und — wenn vorhanden — die beiden Schottkodiode D4.../D20... an einen der 16 Eingänge des Analogmultiplexers IC13. Die-

ser Baustein ist in mehreren Ausführungen erhältlich, die alle pin- und funktionskompatibel sind, sich aber in Technik und Ausstattung unterscheiden. So kann beispielsweise bei Verwendung des MPC16S auf die Bestückung der Dioden D4.../D35 verzichtet werden, da dieses IC bereits über einen eingebauten Überspannungsschutz verfügt. Falls ein Baustein mangels entsprechender Ausrüstung den Einsatz der Schottkodiode erforderlich macht, sollten vorzugsweise Dioden mit geringem Leckstrom verwendet werden. Der in der Stückliste aufgeführte FDH300 (1 nA) besitzt ein günstiges Preis/Leistungs-Verhältnis, wird aber wohl nicht überall erhältlich sein. Wer es ein bisschen besser und auch teurer machen will, der sollte hier die 1N459 einsetzen. Ansonsten tut es die Wald-und-Wiesen-Diode 1N4148 auch ganz gut.

Inzwischen steht das Signal noch immer an den Pforten des Multiplexers und wartet auf Ein- bzw. Durchlaß. Den erhält es, wenn der entsprechende Kanal über die Adreßeingänge A0...A3 angewählt wird. Vom Multiplexer geht's dann zum Instrumentenverstärker IC10.

Das Innenschaltbild dieses Präzisions-Verstärkers zeigt Bild 1. Die Kombination aus drei OpAmps mit FET-Eingängen verhilft diesem Baustein zu ausgesprochen guten Meßdaten, wobei eine Lasertrimmung einen externen Offsetabgleich überflüssig macht. Die Verstärker werden über den nichtinvertierenden Eingang verbunden, um eine hohe Eingangsimpedanz ($> 10^{12} \Omega$) zu erzielen.

Über die Jumper J5 A...D kann die Verstärkung des Instrumentenverstärkers festgelegt werden. Wenn die vier Verstärkungsbereiche nicht ausreichen, können auch Jumper parallel gesteckt werden, wobei sich die Verstärkungsfaktoren der gesteckten Bereiche addieren. Werden also die Jumper B und C gesteckt, ergibt sich ein Verstärkungsfaktor von 300.

Vom Ausgang des INA110 gelangt das mehr oder weniger verstärkte Signal zum Sample & Hold-Baustein AD585. Dieser wird vom

Meßdatenerfassung (2)

CE	CS	R/C	12/8	A _o	Funktion
0	X	X	X	X	keine
X	1	X	X	X	
1	0	0	X	0	Starte 12-Bit-Wandlung
1	0	0	X	1	Starte 8-Bit-Wandlung
1	1	0	X	0	Starte 12-Bit-Wandlung
1	1	0	X	1	Starte 8-Bit-Wandlung
1	0	1	X	0	Starte 12-Bit-Wandlung
1	0	1	X	1	Starte 8-Bit-Wandlung
1	0	1	1	X	Freigabe 12-Bit-Ausgang
1	0	1	0	0	Freigabe 8 MSB
1	0	1	0	1	Freigabe 4 LSBs u. 4 nachf. Nullen

Tabelle I. Drei Möglichkeiten, eine A/D-Wandlung zu inszenieren: die 5 Steuereingänge des ADC574.

A/D-Wandler gesteuert. Beginnt letzterer eine Konvertierung, geht sein Status-Ausgang auf 'H' und zwingt damit den Sample & Hold über den Hold-Eingang, das zu messende Signal bis zum Ende der Wandlungsperiode konstant zu halten. Zu diesem Zwecke besitzt der AD585 einen internen 100-pF-Kondensator. Falls es weniger auf die Wandlungsgeschwindigkeit als auf möglichst genaue Meßergebnisse an-

kommt, kann diesem Kondensator über die Pins 7 und 8 ein externer Kondensator parallel geschaltet werden. Das hat mehrere Konsequenzen: Erstens vermindert sich die unerwünschte Offsetspannung, die durch IC-interne Umladungsvorgänge während der Haltezeit Fehler verursacht, und zweitens wird die Spannung am Ausgang des Sample & Hold wesentlich genauer konstant gehalten. Der Nachteil dabei: mit einer höheren Halte-Kapazität steigt auch die Sample-Zeit des Sample & Hold, so daß die Abtastfrequenz niedriger gewählt werden muß

Referenzspannungsquelle, einen internen Taktgenerator und Tri-State-Ausgänge. Die einzelnen Funktionsblöcke werden von einer Steuerlogik kontrolliert, deren 'Wahrheitstabelle' in Tabelle I aufgelistet ist. Von den drei verschiedenen Möglichkeiten, eine 12-Bit-Wandlung in Gang zu setzen, wird im vorliegenden Fall nur diejenige benutzt, die eine Abwärtsflanke am R/C-Eingang erfordert. Greift man also schreibend auf die Gerätadresse 0 zu, so wird über IC7 umgehend eine Wandlung inszeniert. Aber davon später.

Eingangsspannungsbereich	Brücken			Auflösung (LSB)
	J3	J4	J5	
+ 10	B	A	B	2,44
+ 20	B	D	B	4,88
+ 10,24	A	B	B	2,5
+ 20,48	A	C	B	5,0
± 10	B	D	A	4,88
± 5	B	A	A	2,44
± 10,24	A	C	A	5,0
± 5,12	A	B	A	2,5
V				mV

Tabelle II. Jumper bestimmen den Eingangsspannungsbereich, und der Eingangsspannungsbereich bestimmt die Auflösung.

($f_{TAST} \approx 1/T_{AKQ} + T_{CONV}$; $T_{AKQ} = \text{Sample-Zeit}$, $T_{CONV} = \text{A/D-Wandlungszeit}$). Die Abhängigkeit der benötigten Samplezeit von der Größe des Kondensators zeigt Bild 2.

Nachdem das Meßsignal soweit präpariert wurde, ist es reif für den Wandler. Das Innenleben dieses 12-Bit-Konverters zeigt Bild 3. Wie die meisten Wandler dieser Größenordnung verwendet er die sukzessive Approximation, wobei er für eine 12-Bit-Wandlung maximal 25 μ s benötigt. Der Baustein besitzt eine eigene 10-V-

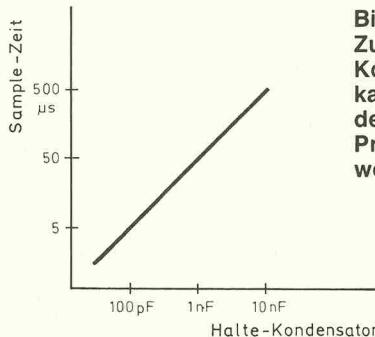


Bild 2. S & H-Zusammenhänge: Auf Kosten der Sample-Zeit kann durch Vergrößerung der Kapazität die Hold-Präzision gesteigert werden.

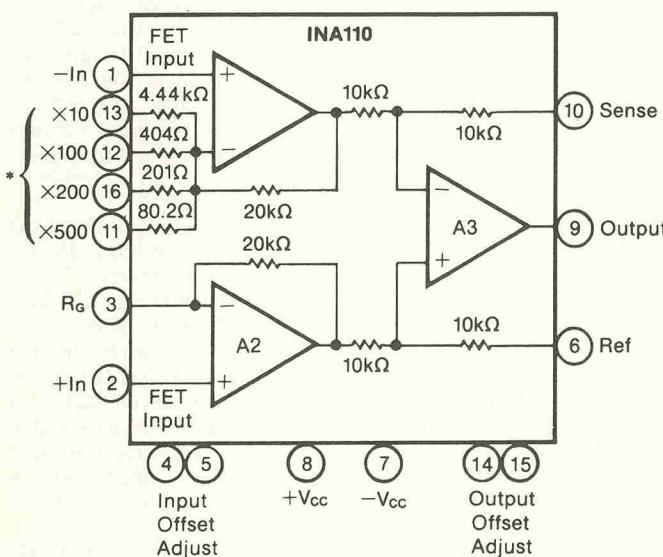


Bild 1. Aus Drei macht Eins: Das Innenleben des INA110 besteht aus drei OpAmps.

Geräteadresse				Funktion	Inhalt Steuerregister
W/R	A2	A1	A0		
1 0 0 0				Wandlung starten	3
1 0 0 1				Eingangskanal wählen	2
1 1 0 1				Least Significant Nibble lesen	6
1 1 1 0				Most Significant Nibble lesen	5
1 1 1 1				Meßkarte umschalten	4
0 1 0 1				MSB vom Wandler lesen	14
0 1 1 1				LSB vom Wandler lesen	12
Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0		
Steuerregister					

Tabelle III. Die Funktionen der Meßkarte werden vom Steuerregister des Druckerports kontrolliert.

teilen lassen. Im Normalfall jedoch erübrigt sich diese Einstellung, da der Rechner die Werte ja sowieso 'nachbehandelt'.

Und nun zur Chronologie einer Meßdatenlesung: Als erstes muß der Kanal bestimmt werden, über den das Signal eingelesen werden soll. Dazu wird die gewünschte Kanalnummer einfach in dem Datenregister der Druckerschnittstelle hinterlegt und anschließend eine 2 ins Steuerregister geschrieben. Warum eine Zwei? Weil — wie

im ersten Teil des Artikels beschrieben — Daten, die über das Steuerregister an die Meßkarte ausgegeben werden sollen, vorher einer XOR-Verknüpfung mit 11 unterzogen werden müssen und weil 9 XOR 11 nun mal 2 ergibt. Warum neun? Ein Blick in Tabelle III zeigt, daß der Binärcode für die Eingangskanalwahl 1001 lautet. Und 1001, ins Dezimale übersetzt, heißt neun. Mit dem Auge eines Elektronikers gesehen bedeutet diese 9, wenn sie auf den entsprechenden Leitungen der Meßkarte erscheint, daß IC7 seinen Ausgang Y1 auf L-Pegel legt. Diese Abwärtsflanke erscheint durch das R/C-Glied R33/C36 verzögert und durch IC18 invertiert am Takteingang des Latchs IC16, womit dieses die auf dem Datenbus liegenden

Daten übernimmt und an den Analogmultiplexer weiterreicht.

Um die 12-Bit-breiten Meßdaten in den Rechner zu transportieren, sind 5 Zugriffe auf die Meßkarte erforderlich.

a		c
+ 5 V	1	+ 5 V
K16	2	
K15	3	
K14	4	
K13	5	
K12	6	
K11	7	
K10	8	
K 9	9	
K 8	10	
K 7	11	
K 6	12	
K 5	13	
K 4	14	
K 3	15	
K 2	16	
K 1	17	
+ 15 V	18	+ 15 V
— 5 V	19	— 5 V
— 15 V	20	— 15 V
	21	
D0	22	D1
D2	23	D3
D4	24	D5
D6	25	D7
	26	
A0	27	A1
A2	28	W/R
	29	ENCLK
	30	
	31	↓
	32	↓

Tabelle IV. Warten auf den nächsten Anschluß: Die Belegung der VG-Leiste.

3. MSN (Most Significant Nibble) in den Rechner lesen
4. LSB vom Wandler lesen
5. LSN in den Rechner lesen.

Das MSB der Wandlerdaten, das im Latch IC14 bereitliegt, wird mittels der Leitung Y5 des Adreßdekoders IC17 auf den Gerätebus gelegt. Wenn also lesend auf die Geräteadresse 5 zugegriffen wird, erscheint der Inhalt des Latchs an den Eingängen von IC5 und IC6 und wird von diesen auch gleich übernommen, daß — wie im ersten Teil des Artikels beschrieben — mit einem Lesezugriff auf die Adressen 5 und 7 das ENCLK-Signal aktiviert wird, welches diese Latchs taktet.

Diese Zusammenhänge kümmern den Programmierer natürlich wenig. Er gibt eine 14 (5 XOR 11) ins Steuerregister, und damit ist die Sache für ihn gegessen.

Das Einlesen des LSN erfolgt in zwei Schritten. Zunächst muß IC5 'enabled' werden, wozu eine 6 (13 XOR 11) im Steuerre-

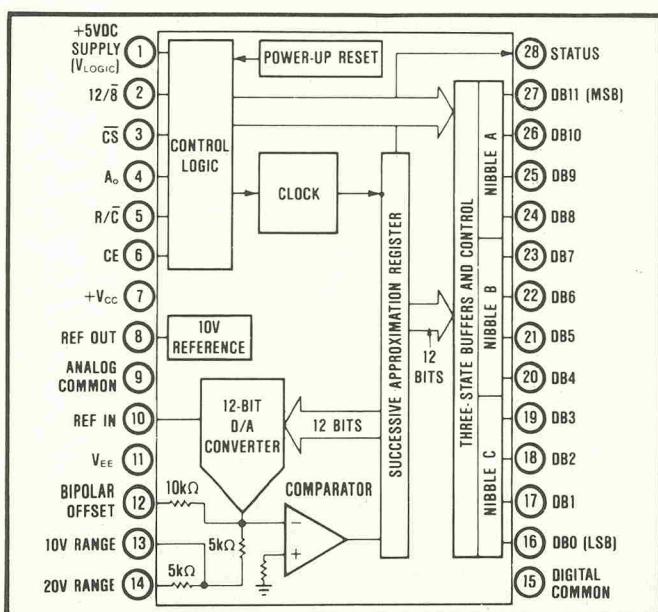


Bild 3. Wandler zwischen zwei Welten: Blockschaltbild des ADC574.

Meßdatenerfassung (2)

gister ganz geeignet erscheint. Daraufhin kann man im Statusregister nachsehen, welcher Wert sich dort eingefunden hat. Nach der im ersten Teil des Artikels beschriebenen Destillationsprozedur müßte sich damit das erste Nibble des höherwertigen Bytes des gewandelten Meßwertes im Rechner befinden.

Nun kann das MSN auf die gleiche Weise eingeholt werden, nur daß diesmal eine 5 im Steuerregister abgelegt wird.

Beim Einlesen des Least Significant Byte vom Wandler wird genauso verfahren wie beim Einlesen des MSB. Diesmal ist die ausschlaggebende Adresse allerdings

die 7 (Steuerregister: 12), und außerdem erübrigt sich das Einlesen des MSN, da sich mit dem LSN bereits alle 3 Nibbles des Wandlers im Rechner befinden.

Die komplette Schaltung ist auf einer Europakarte untergebracht. Außerdem sind die wichtigsten Signale auf eine

VG-Leiste geführt, so daß zukünftigen Erweiterungen Tür und Tor geöffnet sind.

Der Abgleich beschränkt sich auf die Spindeltrimmer am A/D-Wandler. Dabei handelt es sich um einen Offset- und Vollausschlag-Abgleich, der für den bipolaren und den unipolaren Betrieb jeweils getrennt

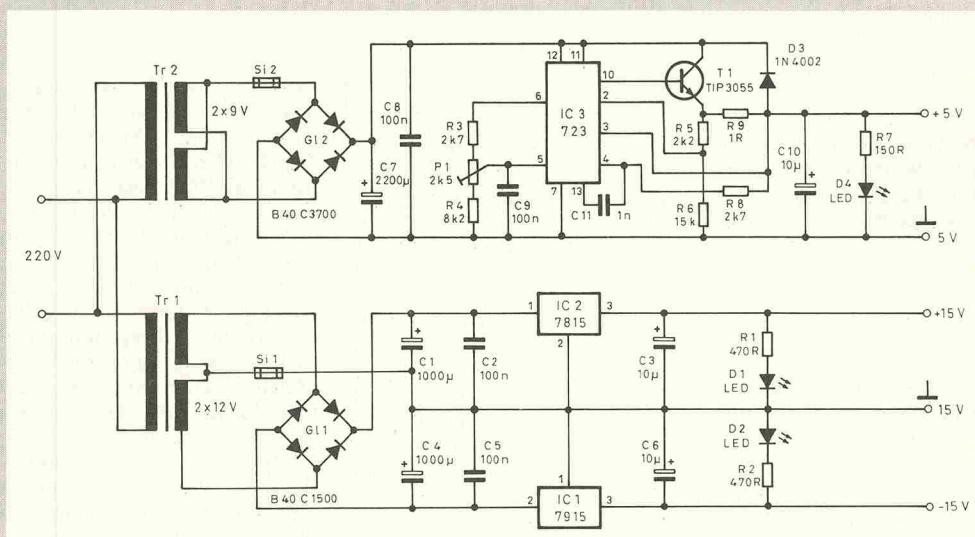
Dreierkarte Ein Netzteil für alle Fälle.

Wo Digital- und Analogtechnik aufeinandertreffen, gibt es regelmäßig Spannungsprobleme. Während erstere sich mit 5 V begnügen, umgibt sich letztere gerne mit ± 15 V oder ähnlichen. Nun, beiden kann geholfen werden. Das Schaltbild der Dreierkarte zeigt, wie es geht.

Da Digitalschaltungen in der Regel außerordentliche Stromfresser sind, wurde der 5-V-Teil auf eine Stromentnahme von 1,4 A ausgelegt. Der altbekannte Spannungsregler 723 sorgt in Standardbeschaltung dafür, daß die Ausgangsspannung dabei konstant 5 V beträgt, vorausgesetzt, P1 wurde entsprechend eingestellt.

Schlicht und einfach dagegen gibt sich der ± 15 V-Zweig. Je ein Dreibein-Stabi sorgt sowohl auf der Plus- als auch auf der Minus-Seite für gleichbleibend hohe Spannung. Selbstverständlich können hier auch 12-V-Stabis eingesetzt werden, falls eine Spannung von ± 12 V benötigt wird.

Die gesamte Schaltung paßt samt Trafos auf eine Europaplatine. Alle Verbindungen zur



Außenwelt werden über eine H-15-Leiste geführt. Hier liegt also auch Netzspannung an. Beim Umgang mit der Karte ist somit höchste Vorsicht geboten!

Bevor das Netzteil an eine Schaltung geschlossen wird, muß P1 noch so eingestellt werden, daß exakt 5 V am Ausgang des 5-V-Zweiges liegen. Bei dieser Gelegenheit sollte man nicht versäumen, auch die beiden anderen Spannungen auf Richtigkeit zu überprüfen.

Einfach, aber wirkungsvoll: das Schaltbild für das Dreifachnetzteil.

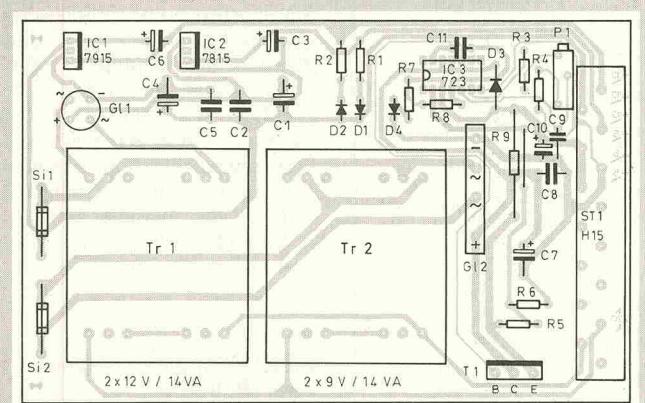
Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1,2	470R
R3,8	2k7
R4	8k2
R5	2k2
R6	15k
R7	150R
R9	1R, 5 W
P1	Spindel-Trimmer, 2k5

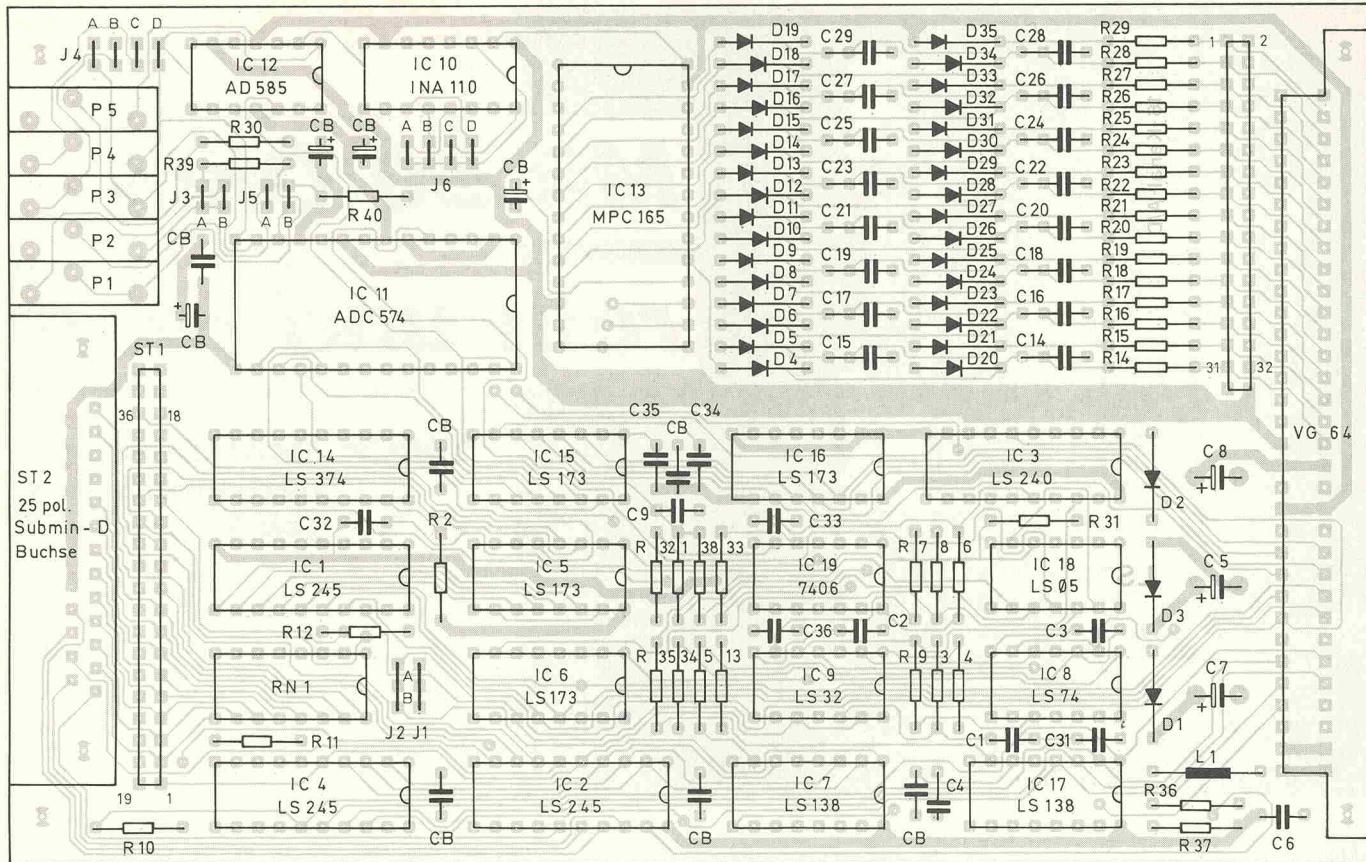
Kondensatoren	
C1,4	1000 μ /25V, stehend
C2,5,8,9	0 μ 1
C3,6,10	10 μ /16 V, Tantal
C7	2200 μ /16 V, stehend
C11	1n

Halbleiter	
D1,2,4	LEDs
D3	1N4002
GL1	B40 C 1500
GL2	B40 C 3700
T1	TIP3055
IC1	μ A7915
IC2	μ A7815
IC3	LM723

Sonstiges	
Tr1	Flachtrafo, 2x12 V, 14 VA
Tr2	Flachtrafo, 2x9 V, 14 VA
Si1	Sicherung, 1,25A, T
Si2	Sicherung, 2 A, T 2 Sicherungshalter, print 1 Platine



Gut bestückt: der Bestückungsplan der Dreierkarte.



Stückliste

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

R1,3...5,

7,31,35,

40 100R

R2,6,8,

10,11,12,

13...29 10k

R9,32,33,

36,37,39 4k7

R30 100k

R34 1k

R39 50R, 1% (2x100R)

RN1 DIL-Array,

8x470R

P1,2 Spindel-Trimmer,

100R

P3 Spindel-Trimmer,

200R

P4 Spindel-Trimmer,

500R

P5 Spindel-Trimmer,

100k

Kondensatoren

C1...4,9,

32,35,36 3n9

C5,8 100 μ /15 V, rad.

C6 220n

C7 100 μ /6,3 V, rad.

C10,30 1 μ , Tantal

C11 10 μ /6,3 V, rad.

C12,13 10 μ /25 V, rad.

C14...29 470n

C31 100n
C33,34 1n
4 x CB, 10 μ /16 V, Tantal
6 x CP, 100n, ker.

Halbleiter

D1 ZZ6,4
D2,3 ZZ15
D4...35 FDH300 (siehe Text)
IC1,2,4 74LS245
IC3 74LS240
IC5,6, 15,16 74LS173
IC7,17 74LS138
IC8 74LS74
IC9 74LS32
IC10 INA110
IC11 ADC574
IC13 MPC16S
IC14 74LS374
IC18 74LS05
IC19 7406

Sonstiges

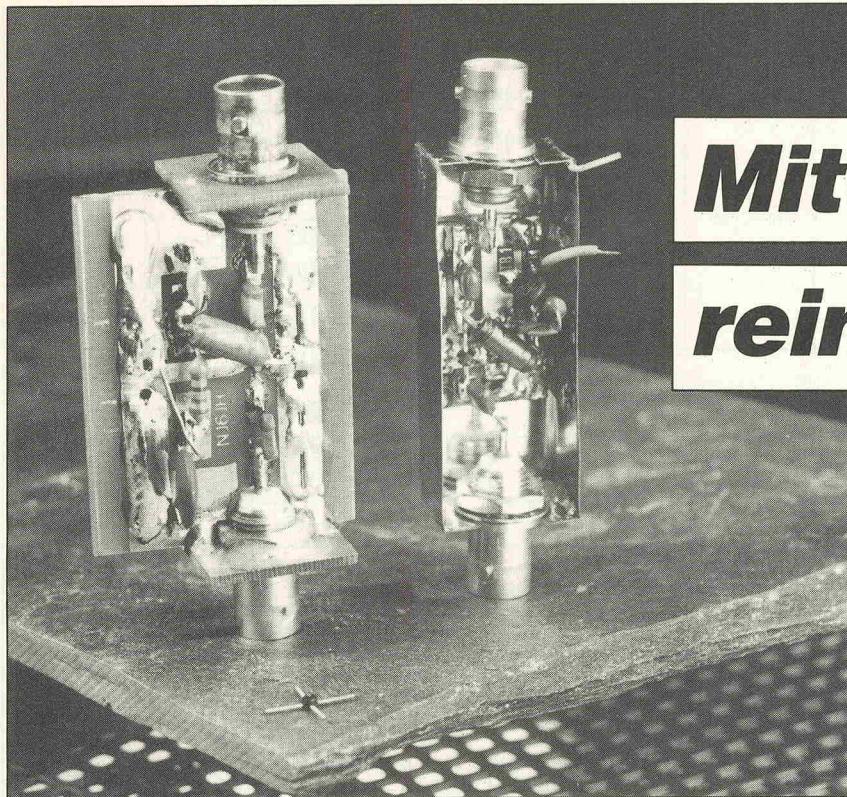
L1 100 μ H
ST1 Centronics-Buchse, 36pol
St2 Sub-D-Buchse, 25pol, print
1 VG-Leiste, 64pol
2 Stiftleisten, 32pol, 2reihig
3 Stiftleisten, 4pol, 2reihig
1 Stiftleiste, 8pol, 2reihig
Platine

vorgenommen werden muß. Will man sich den Offset-Abgleich ersparen, muß die Brücke A des Jumpers J3 gesetzt werden. Ansonsten ist die Verbindung B zu stecken.

Die Centronics-Buchse und die Meßeingänge werden über Pfostensteckleisten nach außen geführt.

Der Abgleich für den bipolaren Betrieb gestaltet sich ganz ähnlich. Nur wird der Offset jetzt logischerweise anstatt bei 0 V bei der jeweils niedrigsten Spannung +1/2 LSB eingestellt.

Bevor man sich an den Aufbau des Gerätes macht, sollte man sich klarmachen, daß es sich hierbei um ein Projekt handelt, das erstens nicht für Anfänger geeignet ist und zweitens ein Peripherie-Gerät für einen PC bzw. einen PC-kompatiblen Rechner darstellt. Soll die Meßkarte an einem anderen Rechner betrieben werden, muß sichergestellt sein, daß dieser seinen Druckerport ebenfalls über die drei Register — das Steuer-, Status-, und Datenregister — kontrolliert. Dazu muß allerdings gesagt werden, daß fertige Software zu dieser Meßkarte nur für den PC existiert. □



Mit 50 Ohm

rein und raus

**MMICs: Monolithische
Mikrowellen-ICs,
Teil 2**

MMICs repräsentieren eine neue Technologie integrierter Hf-Bausteine. Diese Verstärker bieten problemlosen Einsatz in 50- Ω -Systemen. Der vorliegende Schlußteil des Beitrags beschäftigt sich vor allem mit mehrstufigen Systemen.

Kurz rekapituliert: MMICs bieten einfachen Aufbau auf gedruckten Schaltungen, große Bandbreite von 0...2 GHz (bis 4 GHz verwendbar), haben keine externen Resonanzen und sind mit ca. 7 D-Mark preiswert. MMICs eignen sich z.B. für Kleinleistungssender, Isolationsverstärker, mehrstufige Verstärker, Pufferverstärker für Oszillatoren, LO-Treiber in Mischstufen usw.

Für den Aufbau von MMIC-Schaltungen bietet sich die Streifenleiter-Technik an, sie wurde bereits ausführlich besprochen.

Bild 11 zeigt eine einwandfreie Masserückführung zwischen dem Masseanschluß auf der Oberseite und der Masse-„Grundplatte“. Die Auswirkungen eines parasitären Emitterwiderstandes von 0...4 nH durch schlechte Masseverbindungen sind in Bild 12 dargestellt. Der Frequenzgang des

Verstärkers Version 2⁺ ist in Bild 13 angegeben.

Bild 14 zeigt ein Layout für einen dreistufigen Verstärker. Neben Chip-Kondensatoren werden auch Chip-Spulen und Chip-Widerstände eingesetzt. Elf durchkontaktierte Bohrungen (einschließlich der sechs

unter den Emitteranschlüssen) stellen eine gute Verbindung zur rückseitigen Massebasis dar und dienen so einer einwandfreien Funktion bei hohen Frequenzen. Man kann natürlich auch hier Schlitze sägen und die beiden Masseseiten mit Kupferfolie verbinden. Die Zwischenräume in der Streifenleitung sind für den Einsatz von Keramik-Chipkondensatoren mit geringstmöglicher parasitärer Induktivität (typisch 0,5 nH) vorgesehen.

Die Gleichspannungsversorgung erfordert Kollektorwider-

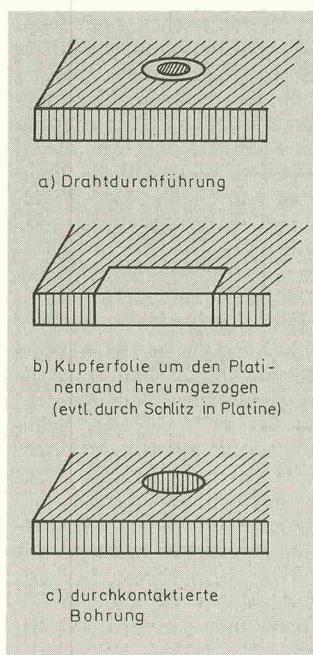


Bild 11. Methoden zum Erreichen kurzer Masseverbindungen zwischen Platinenober- und -unterseite.

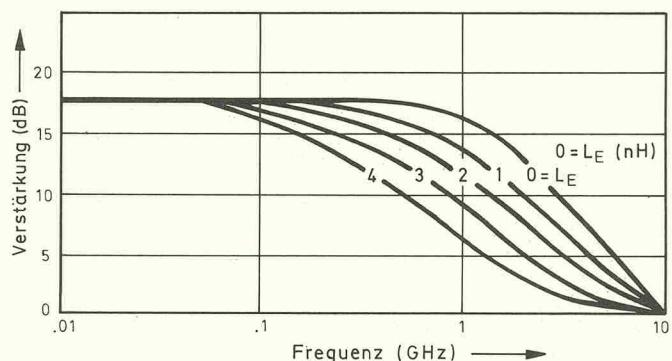


Bild 12. Verstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz als Funktion der Emitter-Induktivität LE für den MAR-1.

stände. Der Einsatz von Drosseln ist nicht unbedingt erforderlich, wird jedoch empfohlen. Entfallen die Drosseln, dann sind die Kollektorwiderstände zwischen $+U_b$ und die Ausgangsstreifenleitungen zu schalten. Die Maße sind für ei-

nen 1/4-W-Kohle-Massewiderstand und einen 1- μ F-Elektrolytkondensator (Abblock-K.) ausgelegt.

Das Modell MAR-8 ist ein Verstärker, der auf niedriges Rauschen und hohe Ausgangsle-

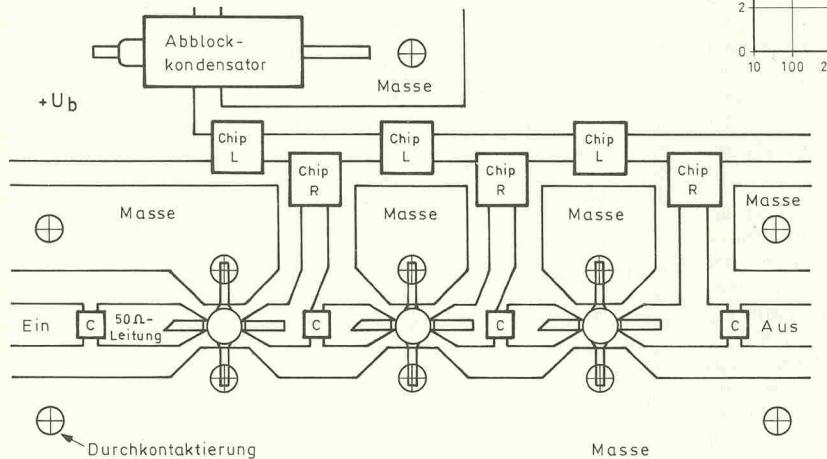


Bild 13. Frequenzgang des Verstärkers mit dem MAR-2. Bezug: 0 dB.

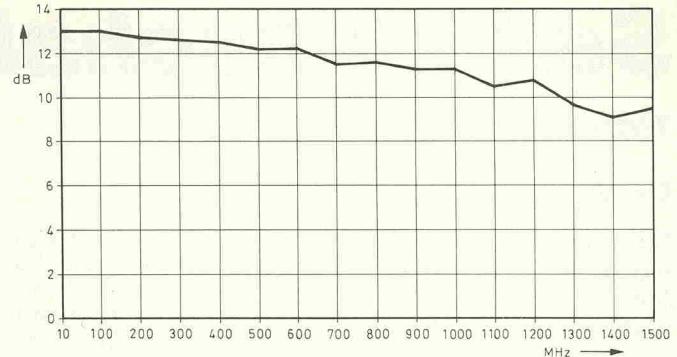


Bild 14. Layout für einen dreistufigen Verstärker.

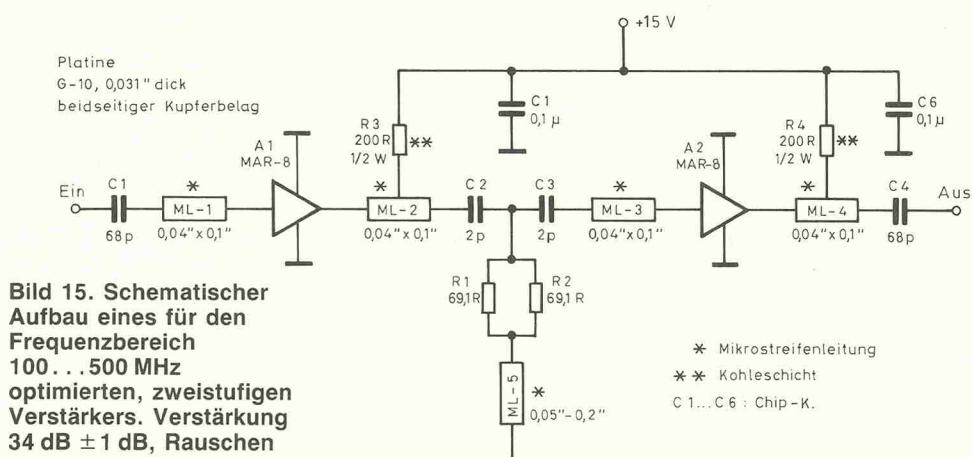


Bild 15. Schematischer Aufbau eines für den Frequenzbereich 100...500 MHz optimierten, zweistufigen Verstärkers. Verstärkung 34 dB \pm 1 dB, Rauschen typisch 3 dB.

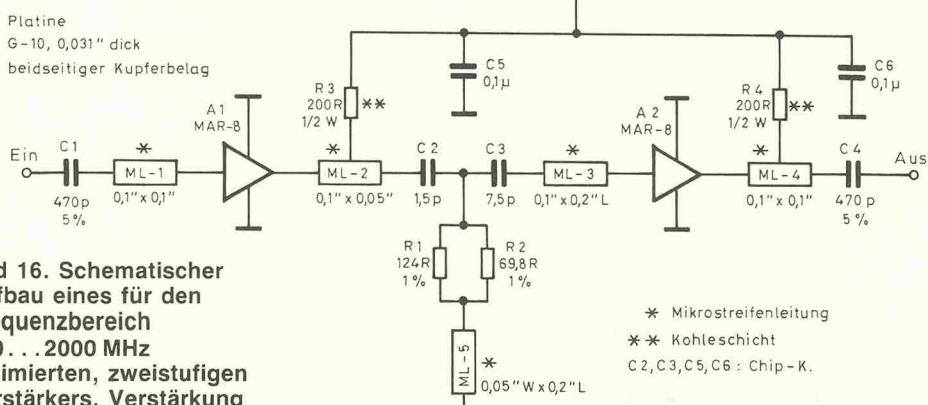


Bild 16. Schematischer Aufbau eines für den Frequenzbereich 500...2000 MHz optimierten, zweistufigen Verstärkers. Verstärkung 27 dB \pm 2,5 dB, Rauschen typisch 3 dB.

stung ausgelegt ist. Die Ausgangsleistung bei 2 GHz beträgt typisch 10 dBm. Allerdings ist dieses Modell nur bedingt stabil, d.h. unter bestimmten Bedingungen (Temperatur, Strom, Last- und/oder Quellenimpedanz) kann der Verstärker schwingen. Haben die Last- und die Quellenimpedanz je ein Stehwellenverhältnis (VSWR) von 3:1, ist der Verstärker bei allen Frequenzen unter 2 GHz stabil. Je besser beide Impedanzen (Last, Quelle) sich der 50- Ω -Impedanz angeleichen und somit ein besseres VSWR haben, desto stabiler arbeitet der MAR-8.

Mit Hilfe eines Anpaßnetzwerkes lassen sich unter Beibehaltung der guten Rausch- und Verstärkungswerte absolut stabile, zweistufige Verstärker aufbauen. In den Bildern 15 und 16 sind zwei optimierte Beispiele für jeweils niedrige und hohe Frequenzen dargestellt. Da der MAR-8 etwas kritisch in der Handhabung ist, sollte man mit diesem MMIC höchstens zweistufige Verstärker aufbauen.

Eine Musterkollektion an MMICs der MAR-Reihe kann von Industrial Electronics bezogen werden: Labor-Verstärkersatz DAK-2, 35 Verstärker (5/Modell) DM 163,- exkl. MwSt., zuzügl. Porto und Verpackung.

Quellen:

Applikationsbericht „MAR-Serie, Daten, Applikationen, Verarbeitungshinweise“, Industrial Electronics GmbH.

Monolithic RF amplifiers, Jerry Hinshaw, N6 JH, Ham Radio, März 1986.

Selbstabschalter

Timer mit Ruhestrom Null

Dr. Wolfhart Weede

Wir wissen zwar nicht, wozu ein Augenarzt (der Autor) einen 5-Minuten-Timer benötigt. Wir wissen aber, daß es sich um ein kleines, universelles Gerät mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten handelt. Riskieren wir einen Blick und werfen wir ein Auge auf die Schaltung.

Elektronische Kurzzeit-Timer sind vielseitig einsetzbar (Eieruhr, Telefontakt-Geber usw.). Es würde sich erübrigen, eine weitere Schaltung zu veröffentlichen, wenn sie nicht mindestens ein allgemein nicht übliches Detail aufwiesse. Die Besonderheit dieses Timers ist seine selbsttätige Trennung von der Versorgungsspannung und die relativ hohe, konstruktiv bedingte Genauigkeit, die einen Abgleich entbehrlich macht.

Mit dem IC XR2240 kann man eine Vielzahl von Impulsmustern zusammenstellen. Die Grundzeit T ($T = R \times C$), die die Zeitkonstante des Timers festlegt, lässt sich mit Hilfe der integrierten Zählerstufen mit allen geradzahligen Werten zwischen 1 und 255 multiplizieren. Dazu sind lediglich die entsprechenden Zählerausgänge parallel zu schalten, wobei gilt: Pin 1 = T , Pin 2 = $2 T$, Pin 3 = $4 T$ usw. bis Pin 8 = $128 T$.

In der vorliegenden Schaltung wird nicht ein Einzelimpuls erzeugt, sondern ein Impulsmuster — der zweite Impuls dient

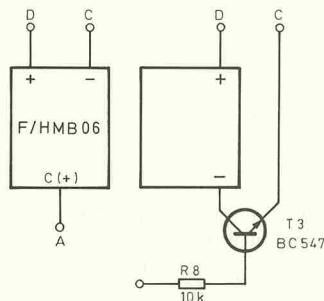
dem Abschaltvorgang. Durch die Wahl der zeitbestimmenden Komponenten R1 und C1 (siehe Bild 1) wird die Genauigkeit des Timers im wesentlichen bestimmt. Aus diesem Grund wird R1 mit maximal 1%, C1 mit höchstens 5% Toleranz gewählt.

Der Baustein XR 2240 ist als selbsttriggernder Multivibrator beschaltet. Das Anlegen der Betriebsspannung erfolgt über den Kleinleistungsthryristor T1, der über den Taster S1 mit einem positiven Zündimpuls aus der versorgenden Batterie getriggert wird. Beim Einschalten liegen alle Ausgänge von IC1 für die Zeitspanne T auf H-Potential, so daß als Batteriekontrolle der Summer ein Signal abgibt. Die parallelgeschalteten Ausgänge 3...7 von IC1 liegen anschließend für die Dauer $4T + 8T + 16T + 32T + 64T = 124T$ auf L-Pegel. Nach Ablauf von $128T$ geht Ausgang 8 auf H-Potential, der für die Abschaltung des Thyristors und damit der gesamten Schaltung sorgt. Das Summersignal ertönt also nur für die Zeitspanne $4T$.

Die Abschaltung des Thyristors T1 erfolgt dadurch, indem der parallelgeschaltete Transistor T2 kurzeitig durchgeschaltet wird und dadurch der Haltestrom des Thyristors unterschritten wird. Das geschieht, wenn Ausgang 8 über C4 ein positives Signal auf die Basis des Transistors T2 gibt.

Der Anschluß des Signalgebers kann unterschiedlich erfolgen, je nach 'Innenleben' des Summers (Bild 2). Bei Verwendung eines Signalgebers mit relativ hoher Stromaufnahme, der nicht über einen hochohmigen Steueranschluß verfügt wie beispielsweise der Diginet F/CMB-06, ist ein zusätzlicher Treibertransistor T3 vorzusehen.

Bild 2. Anschlußvarianten für verschiedene Summertypen.



sein. Für Zeiten über 5...10 min ist es am besten, die Ausgänge 1...7 zusammenzuschließen. Dadurch wird die Signaldauer auf $1 \times T$ verkürzt, und man kann etwas kleinere Werte für C_1 und R_1 einsetzen. Als Beispiel soll eine Zeit von 30 min erreicht werden: $30 \text{ min} = 1800 \text{ s}; 1800 \text{ s}/127 = 14,17 \text{ s}$. Falls für C_1 ein Kondensator mit einer Kapazität von $2\mu\text{F}$ eingesetzt wird, muß R_1 in diesem Fall einen Wert von $6M442$ aufweisen. Anfangs- und Endsignal dauern jeweils $1 \times T$, also ca. 14 s.

Verschiedene umschaltbare Timerzeiten lassen sich realisieren, indem R1 aus mehreren seriell geschalteten Widerständen zusammengesetzt wird, von denen ein Teil durch einen Schalter kurzgeschlossen wird. □

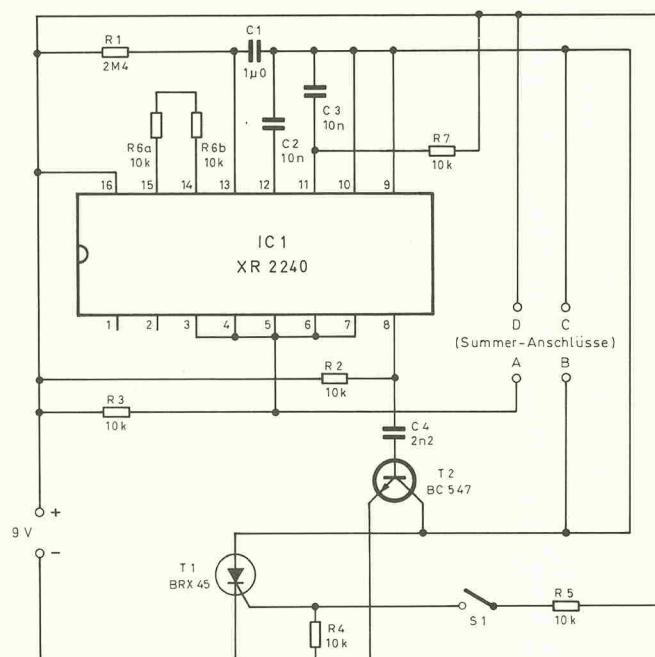


Bild 1. Null Ruhestrom nach Ablauf des Zeitintervalls: die Schaltung des Zeitgebers.

midi-bausätze zu elrad-bauanleitungen

elrad 10/88: MIDI-Baßpedal	248,-
V1: mit Netzteil, Pedal und Gehäuse	198,-
V2: mit Netzteil und Pedal, ohne Gehäuse	158,-
V3: mit Netzteil, ohne Pedal und Gehäuse	128,-
V4: Basisplatine einzeln, mit Netzteil	
elrad 7+8/88: Drum-to-MIDI	
V1: mit Netzteil, Piezos, Kabel, Stecker, Gehäuse	178,-
V2: mit Netzteil, Piezos, ohne Kabel, Gehäuse	140,-
V3: ohne Netzteil, Piezos, Stecker, Gehäuse, Kabel	98,-
elrad 10/87: MIDI-Keyboard	
V1: ohne Tastatur, mit Netzteil	170,-
V2: mit 5 Octaven-Tastatur und Gehäuse	495,-
V3: mit 5 Octaven-Tastatur ohne Gehäuse	360,-
V4: mit 88-Piano-Feeling-Tast. ohne Gehäuse	658,-
MIDI-Spezial-IC E510 70,-	EPROM 20,-
Alle Bausätze sind incl. Platine, MIDI-Spezial-IC und EPROM.	
Versand per Nachnahme, Ausland nur gegen Vorausrechnung.	
Info über weitere MIDI-Bausätze gegen DM 1,- in Briefmarken.	

DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK
Inh.: Dipl. Phys. Dieter Doepfer
Lochhamer Str. 63 · D-8032 Gräfelfing · (0 89) 85 55 78

elrad-Einzelheft-Bestellung

Folgende elrad-Ausgaben können Sie direkt beim Verlag nachbestellen: Ab 12/87 (1/88 vergriffen) pro Ausgabe DM 6,-, elrad-Extra 5 und 6 je DM 16,80.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,-; 3 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

Bestellungen sind nur gegen Vorauszahlung möglich.

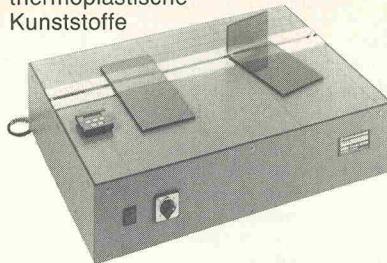
Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten, oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

Kt.-Nr.: 9305-308, Postgiroamt Hannover
Kt.-Nr.: 000-019968, Kreissparkasse Hannover
(BLZ 250 502 99)

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

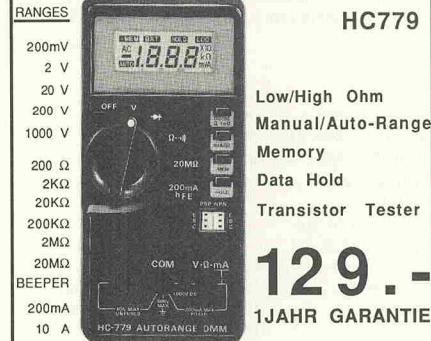
HEISE

Biege- und
Abkantgeräte für
thermoplastische
Kunststoffe



HAUBOLD Technik
Industriestraße 8
D-6942 Mörlenbach
Tel. 0 62 09/88 19
Fax 0 62 09/53 53

AUTO RANGE DMM

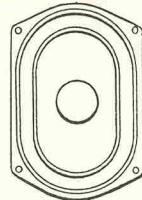


Datenblatt auf Anfrage. Versand per NN zuzüglich 3,- DM Porto.

Natek Inh.: Werner Brack
Franz-Lehar-Str. 41 7906 Blaustein Tel. 07304 / 5571

129.-
1JAHR GARANTIE

LISTEN BRITISH!



**ENGLISCHE
SPEAKER-KITS**
Entwicklung,
Vertrieb und
Versand

AUDAX, ETON, CELESTION, KEF, TDL,
SEAS, VIFA, DYN AUDIO, FALCON u.v.m.
Katalog DM 5,- (Bfm., Schein, Scheck)

a+o electronics, A. Oberhage
Pf. 15 62, D-8130 Starnberg

BÜHLER

HiFi für Heim u. Auto/Büro u. Heim-
computer/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. (0722) 7004

Schuro Elektronik

GmbH
Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46 A — 3500 Kassel

ACHTUNG! JAHRESABSCHLUSS UND INVENTUR VOM 12.12.88 BIS 3.1.89

- Seit Jahren bekannt für schnelle zuverlässige Lieferungen
 - Der ideale Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!
 - Hoher Qualitätsstandard, da nur Markenbauteile im Lieferprogramm
 - Großes Angebot an aktiven und passiven Bauelementen von mehr als 30 Markenherstellern
 - Günstige Preise schon bei Kleinmengen (Lieferung schon ab 50,00 DM Warenwert)
 - Computerunterstützte Auftragsabwicklung — sofortige Preis- und Lieferaufträge
- Aus Platzgründen veröffentlichen wir nur einen Staffelpreis (Preise mit „*“ = Staffel 1—9 Stck. Abnahme, Pr. m. „%“ = Staffel 100—250 Stck. — automatisches Rabatt bei größerer Abnahme).

Transistor
BC 140/141/10 0.38* 2N 2223/2N 2607A 0.35* AD 636 JH 38.38 SAA 1027 8.23
BC 160/101/161-16 0.39* 2N 2646/3055 RCA 1.43* AD 7574 KN 21.85 SAS 580/590 7.51
BC 327/337/138-25 0.78% 2N 3055 SGS/TH 1.21* ADC 0804 LCN 21.05 T 100 4.00
BC 516 0.27* 2N 3773 RCA 2.92 CA 3130 E 2.17* TDA 2002/2003 4.65
BC 517 0.25* 2N 3792 RCA 3.24 CA 3140 E 1.28* TDA 2005 M 4.42
BC 546B/548C/556B 6.69% 2 SJ 50 12.34 CA 3162 E 2.11* TDA 2030V 2.57*
BC 550/C/560 7.83% 10-24 STCK 10.99 CA 3224 E 8.53 TDA 01/01/01/081/082 0.69*
BC 547/C/558C 6.69% 32-135 1.05 CA 3225 E 2.77 TDA 04/07/04/084 0.99*
BC 639/640 0.33* 10-24 STCK 10.43 CA 3226 E 3.69 TIC 271 CP 1.16*
BD 137/138/139/140 0.37* CMOS ICL 7108/60R/07 1.58 TIC 272 CP 1.91*
BD 239/240/ 0.57* 4012/1/1/23/25 0.41* ICL 7109/35 18.32 TIC 273 CP 0.94*
BD 437/438 0.60* 4012/30/49/50 0.59* ICL 7116/17/26 7.68 ULN 2002/3/4 0.65*
BDV 648/658 2.30* 4012/59/60/61 0.91* ICL 7660 CPA 3.78 ULN 2023 0.65*
BDV 659 2.54* 4016/6/6/6/5/3 0.59* ICL 7555 CPA 0.99* ULN 733 CH 2.33
BDV 660 3.04* 4016/6/6/6/6/6 0.59* ICL 7224 ICL 23.38 ULN 734 DIP 0.65*
BDX 66C/67C 5.58* 4017/2/2/2/2/2/2/2 0.91* ICL 729 13.75 ULN 7805/2/1/2/15 0.53*
BF 199 0.16* 4040/14/7/8/9/4 0.91* ICL 297 10.50 ULN 7810/5/12/15 0.53*
BF 244/244B 0.78* 4089/69/70/71/72 0.41* ICL 298 14.24 ULN 7805/2/15 0.57*
BF 245A/245B/245C 0.58* 4073/57/71/81/82 0.41* LF 355/356 1.29* ULN 7910/5/12/15 0.56*
BF 256A 0.65* 4512/0/3/38/41/66 0.91* LF 411 CN 2.29* XR 2206 CP 6.77
BF 257/258/256C 0.58* 4528/3/4/3/0/1/5 0.87* LM 312/CLK-T03 59.36 ULN 8038 CP 5.27
BF 422/423 0.30* 74-LSH/CHC 0.52* LM 313/CL 52 ZNA 239 29.05
BF 459/871/872 0.52* 74-LSH/CHC 0.52* LM 317 T 0.89* ZNA 239 (25—49) 0.47*
BF 494 0.18* 74LS 240/241/242/243/244/245 0.32* LM 324 N 0.42* ZN 425 E-8 9.51
BF 469/70/71/72 0.51* 74LS 14/74/73/12 0.48* LM 325 N 12.52 ZN 427 E-8 20.44
BS 170 0.55* 74LS 30/32 0.32* LM 335 Z 2.5 1.77* ZN 428 E-8 11.41
BS 32 0.73* 74LS 83/85/157 0.62* LM 339 N/358 P 0.47* ZN 436 F-8 2.73
BU 208A 1.48* 74LS 138/139 0.59* LM 393 P 0.47* Gleichtreiber + Dioden
BU 10A 1.48* 74LS 154 0.41* LM 394 CH 8.83 0.47* B80C1500 (25—49) 0.47*
BU 11 3.96* 74LS 240/241/245 0.39* LM 833 N 2.57* B250/220-10. 3.77*
BU 15 8.37 74LS 240/241/244 0.91* LM 834 N 11.97 1N4148 (1000) 2.28%
BUZ 02 4.03 74LS 257/283/390 0.71* LM 886 7.29 1N4001 5.32%
BUZ 24 15.20 74LS 373/374 0.98* LM 889 1.47* 1N4007 6.62%
BUZ 7A 1.48* 74LS 641/642 1.74* LM 367/415/16 14.50 1N5408 (25—99) 0.23
BUZ 73A 1.48* 74LS 641/642 0.91* LM 922 CN8 12.30 Thyristoren + Triac's
BUZ 73A 2.31* 74HCT 541/573/574 0.39* LM 1037 CN8 6.77 Thyristoren + Triac's
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR! 74HCT 132/139 0.65* MC 1458 DIP 0.41* Thyristoren + Triac's
IRF 632 3.59* 74HCT 138 0.71* MC 1458 DIP 0.41* TIC 116 M 1.50*
IRF 9620 5.24* 74HCT 244/373/374 0.98* MF 10 CCN 9.66 TIC 206 M 1.09*
MJ 802 MOTOROLA 8.11 74HCT 00/08/32 0.42* NE 5532 N/5534 N 1.58* TIP 100 M 2.00*
MJ 2501 2.51* 74HCT 42/151 0.95* NE 5532 AN/5534 AN 0.41* TIP 123/500 1.65*
MJ 2955 1.60* 74HCT 73/157/158 0.82* NE 5532 DIP-8 0.41* Optobauset
MJ 4502 MOTOROLA 10.12* 74HCT 244/373/374 0.98* NE 5532 DIP-8 0.41* Optobauset
MJ 1503/1504 MOT. 8.69 74HCT 244/373/374 0.98* OP 07 DN 3.56 D 350 PA/PK 7.72*
TIP 140/141/145 1.82* 74HCT 393 1.07* OP 27/37 GP 12.79 LED 3 oder 5 rot 10.85%
TIP 142/146/147 2.04* 74HCT 541/573/574 1.32* RC 4136 1.41* LD 271 0.49*
2N 1513 0.44* Linear IC's 46.31 RC 4588 P 0.76* 8P 104 1.70*
2N 2219A 0.46* 538 AIH 46.31

Lieferprogramm (über 200 Seiten) gegen 2,— DM in Briefmarken sofort anfordern!

0561 / 16415

IC	Funktion	Besondere Eigenschaften			Stromversorgung	Gehäuse	
ALD555	CMOS-Timer	Grenzfrequenz: 2 MHz Stromaufnahme: 100 μ A Leckstrom: Max. 200 pA Zeitbereich: Einige Mikrosekunden bis einige Tage			+ 5...12 V	8 Pin-DIL 14 Pin-DIL	
MP 7682 MP 7683 MP 7684 MP 7685	CMOS-A/D-Flash-Konverter	Auflösung 6 Bit 8 Bit 8 Bit 11 Bit Jitter für alle Typen max. ca. 60 ps	Umsetzrate 15 MHz 3 MHz 20 MHz 1 MHz	Umsetzprinzip parallel zwei Stufen parallel zwei Stufen		SO 18 SO 24 SO 28 LCC 44	
MP 7524 MP 7528 MP 7533 MP 7541 MP 7542 MP 7543	Multiplizierende CMOS-DACs	Auflösung 8 Bit Dual 8 Bit 10 Bit 12 Bit 12 Bit 12 Bit	Registerkonfig. 1x8 parallel 2x8 multiplex ohne Register ohne Register 3x4 multiplex 12x1 seriell			SO 16, PLCC 20 SO 20, PLCC 20 SO 16 SO 18 SO 16 SO 16	
LT1013 LT1014	Präzisions-OpAmp	Zweifach-OpAmp Vierfach-OpAmp	Gemeinsam:	Ausgangsstrom: 20 mA. Eingangsspannungsdifferenz max. ± 30 V.	+ 5 V oder ± 15 V max. ± 22 V	8 Pin-DIL od. TO99 14 Pin-DIL	
T1468	Leistungs-OpAmp	Leerlaufverstärkung: Typ. 108 dB bei 8 Ω Last Eingangsoffsetspannung: Max. ± 6 mV Eingangstrom: Max. 30 nA Transitfrequenz: 4 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: 4 V/ μ s Ausgangsstrom: Max. ± 10 A			Max ± 50 V	8 Pin-TO-3	
740L6000 740L6001 740L6010 740L6011	Schnelle Logik-zu-Logik-Optokoppler	Eingang LSTTL LSTTL LSTTL LSTTL	Ausgang TTL TTL CMOS CMOS	Logik-Funktion Puffer Inverter Puffer Inverter	Ausgangskonfig. Totem pole Totem pole Open Collector Open Collector	+ 5 V	6 Pin-DIL

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

MAGNAT
ELECTRO-VOICE
MULTI-CEL · **DYN-AUDIO**
GOOD-MANS
CELESTION
FANE
JBL
KEF
RCF
u.a.

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

Opto-Elektronik
f. Profis u. Amateure

Bitte fordern
Sie unseren
Mini-Katalog (A7) mit
Händler-Nachweisliste
an (kostenlos)!

KUGLER

Optoelektron. Steuergeräte
Postfach 16
D-7929 Gerstetten
Telefon (0 73 23) 66 24

Top Hit **PAL - Bildmuster-Generator** **Neu** **mit KREIS-Muster**

10 Bildmuster
Grautreppe, Gitter, horiz. Linien,
vert. Linien, Punkte, Kreis, Farbtreppen
100 % Rot, 100 % Grün, 100 % Blau

VHF - Ausgang variabel
Video - Ausgang variabel
1 kHz - Tonmodulation

DM 598,-

Versand per Nachnahme.

GSE

ING. G. STRAUB ELECTRONIC
Falbenhennenstraße 11, 7000 Stuttgart 1
Telefon: 0711/6406181

Vorführung und Vertrieb:
RADIO-DRÄGER, DRÄGER GMBH
Sophienstraße 21 - 7000 Stuttgart 1
Tel.: 0711/643192 - Telex: 721806
Fachinformation: H. Berger / H. Braun

Bemerkungen	Hersteller/Distributor
	Bacher Elektronik 8000 München 2
Ausgangs-Datenregister hat Tri-State-Ausgänge	Micro Power Systems GmbH 8032 Gräfelfing
Dekodierte Wichtung reduziert Glitches und verbessert Linearität	Micro Power Systems GmbH 8032 Gräfelfing
Beide erhältlich für 0 °C... + 70 °C und -55 °C... + 125 °C	Linear Technology Corp. Distributor: Metronik GmbH 8025 Unterhaching
-55 °C... + 85 °C	Teledyne-Philbrick Distributor: Ditronic 7000 Stuttgart 70
Isolationsspannung: 2500 Veff Garantierte Sicherheit bei 440 Veff Fan Out: 10 TTL-Lasten	General Instrument, Optoelectronics Division Palo Alto, CA 94304 USA

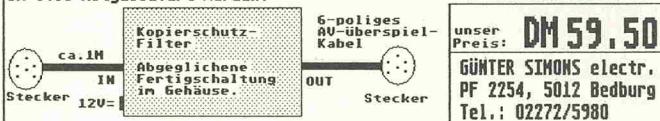
SMD-TELEGRAMM

+++ Die neuen SMD-TransZorb-Schutzdiode für den Spannungsbereich 5...220 V weisen bis zu 1500 W/ms Belastbarkeit auf. Sinus-Electronic, München. Telex: 728453 * Die SMD-Bestückungsautomaten von Takachiho-Permax gibt es in 3 verschiedenen Versionen: VMP 1100 für Klein- und Mittelserien, VMP 1000 und VMP 1200 mit automatisch arbeitenden Belade- und Entladestationen. Polytronik, München, Telex: 5215383 * Die SMD-Pin-Diode HSD 100 liefert bei Bestrahlung mit 5 mW/cm² einen Lichtstrom von mindestens 100 μA. Anstiegs- bzw. Abfallzeit: typisch 70 ns. Honeywell Optoelectronics, München * Die SMD-Quarze der Serie SMQ werden für den Frequenzbereich 3,5...25 MHz angeboten. Arbeitstemperaturbereich: -40°C... +125°C. Jauch, Villingen-Schwenningen * Chipwiderstände des Typs 0805 mit 100 mW und des Typs 1206 mit 250 mW sind neu und haben eine Nickel-Sperrschiicht. Lieferbar in der E-24- und E-96-Reihe. Panasonic, Hamburg * Si-Pin-Fotodiode und TTL/CMOS-kompatible Schmitt-Receiver mit Datenraten bis 200 kB/s werden in SMA-Gehäusen optimal justiert verlossen geliefert. Saftenberg, Dachau * Die Tantal-Chip-Kondensatoren der Baureihe B 45196 sind von 0,1...68 μF lieferbar (6,3...35 V). Siemens, Nürnberg * Die SMD-Trimmwiderstände der Serie RVG4H werden von 200 Ω...2 MΩ auf der 330-mm-Rolle mit 4000 Stück ausgeliefert. Die Trimmer sind 1,5 mm dick und 0,6 g schwer. Murata, Nürnberg * Löt- und Entlötgeräte von Weller mit 6 verschiedenen Heißgasdüsen decken fast das gesamte SMD-Spektrum ab. The Cooper Group Deutschland GmbH, Besigheim * Die Lebensdauer der neuen 6,2x6,4x2 mm großen SMD-Taster wird mit mehr als 100000 Zyklen angegeben. Panasonic, Hamburg * Der Schrittmotortreiber L6217 beinhaltet die komplette Schnittstelle zwischen Mikroprozessor und Schrittmotor. SGS, Grafing/München * Der nur 5x5x1,5 mm große GaAs-SPDT-Schalter KSW-2-4.6 ist für den Frequenzbereich 0...4,6 GHz konzipiert. Industrial Electronics, Frankfurt +++

VIDEO-KOPIERSCHUTZ-KILLER

Problemloses Überspielen von mit "Makrovision" kopiergeschützten Leih-Videokassetten zur privaten Nutzung.

Wir haben die in der ELRAD 9/88 veröffentlichte Schaltung weiter verbessert! Bei der neuen Version sind die teilweise auftretenden Probleme wie Verzerrungen und Blauschimmer im oberen Bildbereich beseitigt worden. Das Gerät wird anstelle eines 6-pol. AV-Überspielkabels verwendet. Andere Versionen (Chinch/BNC/Scart) sind nach Kundenwunsch konfektioniert gegen einen Aufpreis von 10 DM lieferbar. Die Versorgungsspannung (12V, ca. 40 mA) wird über eine Klinkenbuchse zugeführt. Ein passendes Steckernetzteil kann der Preis von 6 Monate Garantie DM 9,95 mitgeliefert werden.



BOARDSTAR-LAYOUT

Leiterplatten-Entwurf auf PC/XT/AT-Systemen
» Testbericht in ELRAD Heft 1/88 «

BOARDSTAR ist eine Softwarelösung für Entwurf und Reisezeichnung gedruckter Schaltungen und bietet Ihnen professionelle Leistungsmöglichkeiten zu einem fairen Preis. Komfortable mausgesteuerte Benutzeroberfläche - Leiterbahnführung im 1/40" Raster - Bearbeitung doppelseitiger Platten bis 516 qmm - Verwaltung von Macro-Bibliotheken - Reisezeichnung mit jedem handelsüblichen Plotter.

ROUTSTAR ist der Autourouter zum BOARDSTAR und erstellt selbsttätig Layouts aus vorgegebenen Schaltungsbeschreibungen: Layout-Beschreibung durch Grafik- oder Textfiles - Berücksichtigung vorgegebener Designkriterien - Problemlose Verarbeitung von BUS-Strukturen.

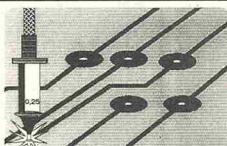
BOARDSTAR (Interaktiver Layout-Editor) 698,- DM
ROUTSTAR (Autourouter zum Layout-Editor) 698,- DM
LAYOUT-Paket (BoardStar + RoutStar) 998,- DM
PLOTTER-Paket (Sekonic SPL450 + BoardStar + RoutStar) 2898,- DM
Lauffähige Demoversion + Handbuch (wir angerechnet) 70,- DM

Wir bieten Ihnen auch ein breites Spektrum von Service-Leistungen rund um das BOARDSTAR-Programm, vom Plz- u. Repro-Service bis zur Platinenfertigung nach angeleiteten BOARDSTAR-Disketten. Fordern Sie Informationsmaterial oder gleich unsere Demoversion an.

Datentechnik Dr. Gert Müller Dizestr. 2A
D-5300 Bonn 1
Tel.: 0228/217297 Fax: 0228/261387

FOTOPLOTTER

Wir machen Ihren Penplotter zum Fotoplotter!



Fotoplot-Zusatzgerät LP2002 2223,00 DM
Fordern Sie Informationsmaterial an!

Datentechnik Dr. Gert Müller Dizestr. 2A
D-5300 Bonn 1
Tel.: 0228/217297 Fax: 0228/261387

pop

Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

- ständig beste Preise und neue Ideen.
- Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.
- Laufend Programmernägungen 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, Anzeigegeräte, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile.
- Neu im Sortiment: Alarmanlagen im umfangreichen Sonderkatalog.

Postfach 220156 · 4000 Düsseldorf 12
Tel.: 0211/200 02-33 · Telex 8586829 page D
FAX: 0211/200 0241

Hybrids through thick and thin

Electronics
Review

hybrid ['haibrid] Hybride, Hybridschaltung (**hybrid** Misch-)

Despite all the progress made in integration technology, the combined production of thousands upon thousands of microelectronic components on a tiny piece of semiconductor material, there still remains a variety of circuits which cannot be incorporated on such a chip — particularly those incorporating high-precision resistances and standardized integrated circuits. In these cases a choice has to be made between conventional and hybrid technology. Conventional means joining together the individual elements by soldering them on boards of synthetic material (Fig. 1) incorporating prepared conductor paths (printed circuits).

Hybrid or partially integrated is a combined technology. Passive elements, such as resistors and capacitors, are produced together with the connecting conductors in one or several steps on an electrically insulating substrate; the active elements, such as chips, are then soldered or glued on (Fig. 2).

To produce a hybrid, the manufacturer has only two basic interconnection options: thick film and thin film. Most thick-film hybrids are made by screen-printing cermet ink (a mixture of glass frit and metallic particles) on an alumina

despite all the progress trotz allen Fortschrittes
thousands upon thousands tausende und abertausende
component Bauelement
tiny piece winziges Stück
there still remain verbleiben immer noch
variety of circuits [və'raɪəti] Vielfalt von Schaltkreisen
to be incorporated zusammengefaßt werden (to incorporate auch:
einschließen, enthalten)
particularly those [pə'tikjuləli] speziell solche
high-precision resistance [pri'siʒən] Widerstand mit hoher Genauigkeit
to make a choice eine Wahl treffen
to join together zusammenfügen
by soldering them on ... dadurch, daß man sie auf ... lötet
prepared conductor path vorher angelegter Leitungspfad (to prepare
auch: vorbereiten, bereitstellen)
printed circuit gedruckte Schaltung

partially integrated ['pa:ʃəli] teilweise integriert
such as resistors and capacitors wie beispielsweise Widerstände
und Kondensatoren
together with the connecting conductors zusammen mit den verbindenden
Leitern / several steps ['sevrəl] mehrere Stufen
electrically insulating substrate elektrisch isolierendes Trägermaterial
to glue on aufkleben

manufacturer Hersteller
basic interconnection option grundlegende Verbindungsmöglichkeit
by screen-printing cermet ink durch Siebdrucken von Cermet-Tinte
mixture ['mikstʃə] Gemisch, Mischung
glass frit Glasfritte (-Schmelzmasse)
metallic particle metallisches Partikel
alumina [ə'lju:minə] Tonerde

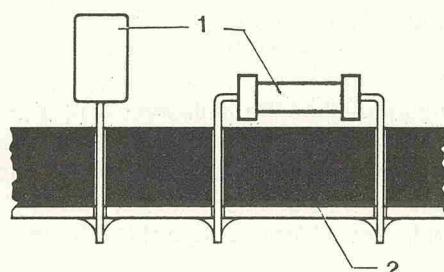


Fig. 1 — Conventional PCB assembly
Konventionelle Platinenmontage
1 = wired components bedrahtete Bauelemente
2 = printed circuit board Leiterplatte

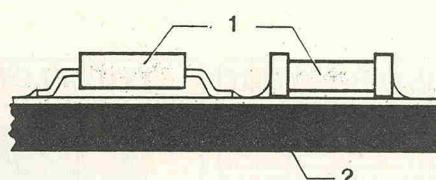


Fig. 2 — Hybrid technology
Hybridtechnik
1 = chips
2 = ceramic substrate Keramiksubstrat

na substrate. After conductors and resistors have been laid down, the alumina is fired, resulting in a film some 0.0005 to 0.001 in. thick. ICs and components are added later. The resistors are precisely trimmed, usually with a computer-controlled laser trimmer.

In thin-film technology, interconnections and resistors are vacuum-deposited on 99.5% alumina substrates either by evaporation or sputtering. Film thicknesses are normally a few thousand angstrom units, and since the deposits can be more closely controlled, resistor values can be made accurate without trimming.

Thin-film hybrids are better suited to applications operating at very high frequencies, so while thick or thin film can be used up to 500 MHz, above that level thin film predominates.

Advances in surface-mounted devices and corresponding assembly techniques have been particularly important in the development of thick-film hybrids.

to fire brennen / **resulting in** ... und ergibt ...
to add components later Bauelemente später hinzufügen
to trim precisely genau abgleichen
usually ['ju:ʒuəli] gewöhnlich

vacuum-deposited unter Vakuum aufgetragen (to deposit auch:

absetzen, ablagern, niederschlagen)

by evaporation durch Verdampfen

sputtering Zerstäuben

deposit Ablagerung

to control more closely genauer steuern

value ['vælju:] Wert

accurate without trimming ['ækjurit] genau ohne Abgleichung

better suited geeigneter

operating at very high frequencies beim Betrieb mit sehr hohen

Frequenzen / **above that level** über diesem Niveau

to predominate vorherrschen

advance Fortschritt

surface-mounted device oberflächenbefestigtes Element

corresponding assembly technique [tek'nik] entsprechende

Bestückungsmethode (assembly sonst auch: Zusammenbau)

particularly important in the development of ... besonders wichtig

bei der Entwicklung von ...

NEUERSCHEINUNGEN HERBST '88

COMPUTER
MISCHPULT
250 Seiten
44,80 DM

ELEKTRONISCHE
MESSGERÄTE
304 Seiten
44,80 DM



Computer-Mischpult

DA STAUNT
DER LAIE ...
90 Seiten
14,80 DM



Da staunt der Laie...
Bahnbrechende Ideen und
sensationelle Erfindungen für
humorvolle Elektroniker

HANDBUCH
DER PA-TECHNIK
208 Seiten
34,80 DM

STROM-
VERSORGUNG
SELBSTGEBAUT
216 Seiten
29,80 DM

**Stromversorgungen
selbstgebaut**

**Handbuch der
PA-Technik**
Grundlagen - Komponenten - Praxis



SÜSTERFELDSTRASSE 25
5100 AACHEN
TELEFON 02 41/8 1077
TELEX 8 329 371 ELEK D
TELEFAX 87 28 50

Weitere Titel:

Satellitentechnik und
Neue Medien
208 S. 29,80 DM
303 Schaltungen
392 S. 39,80 DM
Elektronische Meßgeräte
selbstgebaut
212 S. 29,80 DM

Audio-Schaltungsbuch
391 S. 44,80 DM
Gitarrenverstärker
in Transistor-technik
294 S. 39,80 DM
Tips mit Chips
280 S. 39,80 DM



Fordern Sie unser Gesamtprogramm an!

elektor



**Alles über
SOLARZELLEN**
Ein Handbuch
für Anwender
180 S., 125 Abb.,
DM 29,80

- Was ist Energie und warum ist sie unerlässlich?
- Was ist Sonnenenergie, wie kann sie technisch genutzt werden und warum muß man sie einsetzen, um den künftigen Energiebedarf der Erde zu decken?
- Welche physikalischen Verfahren und technischen Mittel stehen hierzu zur Verfügung?
- Welches ist der heutige Entwicklungsstand und welche Voraussetzungen müssen noch erfüllt werden?

Frage dieser Art werden im Rahmen dieser beiden Bücher ausführlich besprochen.



**Das ABC der
Sonnenenergie**
124 S., 64 Abb.,
DM 16,80

ELEKTRA VERLAG GmbH

Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg bei München, Telefon (0 89) 6 01 13 56

LCD-Module

Text-, Graphik- und 7-Segment-Anzeigen

Ronald Moll — Elektronikversand

Kutterweg 8f · 2400 Lübeck 1 · Tel. 04 51/89 23 72

Österr. Hobbyelektroniker!

Fordern Sie unsere neue kostenlose Sonderliste 2/88 mit vielen günstigen Angeboten an.

Drau Electronic A-9503 Villach, Postfach 16
(0 42 42) 23 774, Wilhelm-Eich-Straße 2

elrad-Platinen

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser-Gewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötbacken 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 Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis	Platine	Best.-Nr.	Preis
		DM			DM			DM			DM
Motorregler	045-410	25,30	elSat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75	Mid-Anzeige	047-560	6,80	Schriftmotorsteuerung	048-632	19,00
Motor-Cont.-VII	045-411	14,10	Spurmotor	046-478	34,00	HF-Baukasten-Mutter	057-561	49,00	— Treibwellen ds. dk.		
Antennensystem	045-412	11,10	Blitzlichtmesser	056-480	5,50	NEV-Verstärker	057-562	7,50	Freies-Netzteil		
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Power-Dimmer	056-481	26,90	Netzteil	057-563	6,60	Mutterplatine	048-633	19,50
MOSFET-PA Aussteuerung Analog	045-412/2	25,30	Netzteil	056-482	14,30	MIDI-TO-DRUM-Basis	057-564	29,20	NEV-Platine	048-634	14,50
SV10 Schreiberausgang	045-414/1	18,20	elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10	—Panel	057-565	3,42	— Die Generator	048-635	16,50
SV10 50-PA-Vorlaut	045-414/2	13,10	Programmierbarer Signalform-			UKW-Frequenzmesser (Satz)	057-566	28,50	— Analog. Generator	048-636	5,50
SV10 Übersteuerungsanzeige	045-414/3	12,40	Generator (doppelseitig)	066-487	69,00	Zweiklingel	057-567	3,90	— Netzteil	048-637	15,00
SV10 44-PA-Vorlaut	045-414/4	18,80	Generator (Netzteil)	076-495	7,20	LED-Übersteuerungsanzeige	057-568	3,90	DCT-77-Entzerrer II	048-638	9,50
2000-PA-Verstärker	055-415	50,50	Max. (Satz)	076-496	59,90	D-Sat. Eeprom	057-569	23,40	7-Segment-BCD-Decoder	048-639	7,00
HTC-Thermometer	055-416	3,90	Delay - Hauptplatine	076-497	56,50	HF-Baukasten-Mixer	067-569	6,60	Netzverstärker	048-640	36,50
Praziions-NT	055-417	4,20	Delay - Haupt-Modul	076-498	6,50	Leistungsschalt-Mixer	067-570	10,00	E.M.A.-DCF-77-Uhr		
Hall-Digital I	055-418	73,30	LED-Analoguhr/Wecker			Dualnetzgerät	067-571	33,20	— Tastatur	048-641/1	28,50
Ton-Burst-Generator (Satz)	055-419	35,30	und Kalenderrüstsatz			Elektrostat.	077-572	27,60	— Relaisplatine	048-641/2	10,00
Atomuh (Satz)	065-421	60,50	— Tastatur	096-499	3,70	Spannungsrefr.	077-573	8,00	Studio-Mixer		
Antennensystem	065-421/1	25,00	— Tastatur	106-500	1,00	Spannungsverf.	077-574	2,20	Antennensverstärker	048-642	20,00
Antennensystem	065-421/2	69,10	— Kalender	106-501	12,30	Video-FM	077-575	4,40	Altersgruppenverstärker	048-643	8,00
Fahrrad Computer (Satz)	065-422	12,70	— Wecker	106-502	15,20	Spannungsquelle	077-576	4,50	Universal-Vorverstärker	048-644	5,00
Camping-Kühlschrank	065-424	26,80	Fahrradregler (Satz)	109-503	11,40	Wedding-Piper	077-577	5,50	Overload	048-645	3,00
De-Voicer	065-425	15,50	Digitaler Sinusgenerator	109-504	34,80	HF-Baukasten-FM-Demodulator	077-578	6,00	Klangfilter	048-646	10,00
Lineares Ohmmeter	065-426	11,30	Digitaler Sinusgenerator	109-505	68,00	—AM-Demodulator	077-579	6,00	— Pan-Pot	048-647	4,00
Audio-Millivoltmeter Mutter	075-427/1	41,60	Digitaler Sinusgenerator	109-506	61,10	Ultrahoch-Entfernungsmesser (Satz)	077-580	16,00	— Summe mit Limiter	048-648	9,00
Antennensystem	075-427/2	16,70	HF-Verstärker	109-507	29,20	UHF-Entfernungsmesser	077-581	23,30	MIDI-Interface		
Antennensystem	075-428/1	18,60	Spannungsverf.	106-510	9,20	Rauschgenerat.	077-582	3,00	— Hauptplatine	058-649	35,00
Antennensystem	075-428/2	18,60	Spannungsverf.	106-511	20,80	Pink-Noise-Filt.	077-583	5,70	— Tastaturplatine	058-650	18,00
Antennensystem	075-430/1	53,00	Schlagzange - Mutter	106-512	25,00	Eeprom-Codeschlüssel (Satz)	077-584	20,00	Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00
Computer-Schaltuhr Mutter	075-430/2	21,00	Schlagzange - Voice	106-513	28,00	Remixer (Satz)	077-585	82,00	SMD-VU-Meter	058-652	3,00
DCF-77-Empfänger	075-431	8,80	Mid. to Drum Eeprom	106-514	29,90	μ-Pegelschreiber-Generator-Karte	097-586	38,50	E.M.A.-VU-Meter	058-653	6,00
Schnellader	075-432	20,50	Digitaler Sinusgenerator	106-515	29,90	μ-Pegelschreiber-Generator-Karte	097-587	18,20	Schaltsteuerung		
Video-Effektkanal Eingang	075-433/1	13,40	Digitaler Sinusgenerator	106-516	5,10	Teilegr.-Verstärker	097-588	4,20	— Digital	068-654	35,00
Video-Effektkanal AD/DA-Wandler	075-433/2	11,50	Digitaler Sinusgenerator	106-517	26,40	Wheelschalter	097-589	5,00	— Filter	068-655	35,00
Video-Effektkanal Ausgang	075-433/3	7,50	NT	106-518	23,30	Maus-Klavier	097-590	63,00	Marksteuerung	068-656	18,00
Hall-Digital Erweiterung	075-434/1	89,00	Digitaler Sinusgenerator	106-519	25,00	250 W Röhren-Verstärker Netzteil	107-591	44,50	Milli-Ohm-Meter	068-657	24,00
Geiger-Müller-Zähler	075-435	11,20	1 N. I. Erom	106-520	25,00	250 W Röhren-Verstärker Endstufe	107-592	66,00	x/i-Schalter ds.	078-658	98,00
Tweeter-Schutz	075-437/1	4,10	DC-Offset u. Spgs.-Anz.	106-521	12,90	μ-Pegelschreiber AD Wandler	107-593	38,50	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00
Impuls-Millidetektor	095-438	18,60	Digitaler Sinusgenerator	106-522	7,80	Mid. Keyboard	107-594	30,00	Micro-Kopfhörer		
Rad-Rohr	095-440	27,10	HF-Verstärker	106-523	20,20	Min. Keyboard	107-595	8,80	— Empfänger	078-660	22,00
Zeitmaschine/Zeit-Basis	095-441/1	44,60	Zeitmaschine	106-524	23,30	NC-Lader	107-596	36,50	— Sender	078-661	22,00
Zeitmaschine/Zeit-Anzeige	095-441/2	9,30	Fotometer - Tastatur	106-525	23,30	μ-Pegelschreiber-NT	117-597	25,80	Universal-Netzgerat		
Computer-Schaltuhr Empf.	095-443/1	12,40	Fotometer - Steuerung	106-519	26,40	— Interface	117-598	58,80	E.M.A.-I.E.C-Bus	078-662	45,00
Computer-Schaltuhr Sender	095-443/2	20,00	Impulsgenerator	116-526	37,40	Marksensete	117-599	38,50	— DVM-Platine	078-663	30,00
Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	Dämmerungsschalter	116-521	12,90	Schrittmotorensteuerung-HP	117-600	38,50	Dig. Temperatur-Mefsystem ds.	078-664	35,00
Load-Loss-Stabilisator	105-446/1	6,00	Flurlichtautomat.	116-522	7,80	PIR-Melder (ds.)	117-601	4,50	IR-Taster ds.	078-665	42,00
PCM-Audio	105-446/2	6,00	Uhrlineare Röhrendiode - HP	116-523	29,20	FM-Mikro (ds.)	117-602	8,00	NDPL-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00
Mikro-Fader (VCA)	105-446/2	19,90	Uhrlineare Röhrendiode - NT	126-525	19,70	IR-Melder (ds.)	127-603	5,90	— Netzteil	098-667	27,00
Micro-Equalizer	115-452	17,10	Hygrometer	017-530	19,80	Bit-Muster-Detektor	127-604	19,90	2m-Empfänger	098-668	20,00
Symmetrische Box	125-455	8,30	Hygro Erom	126-526	10,00	Sinusspannungsverf.	127-605	13,70	2m-Empfänger	098-669	16,00
Praziions-Fkins-Generator/Basis	125-456/1	27,00	Multi-Frequenz	126-527	29,90	Netzspannungsverf. für C4 (ds.)	127-606	24,40	Makrovision-Killer	098-670	15,00
Praziions-Fkins-Generator/Endstufe	125-456/2	7,60	Multi-Frequenz	126-528	39,80	PIR-Melder	127-607	4,50	— IR-Sensor	098-671	26,00
Combio-Verstärker 1	101-458	11,20	State-Variab.-Equalizer	017-531	3,30	Spannungsverf.	127-610	24,40	SMD-DC/DC (ds.)	098-673	13,00
Batterie-Checker	016-459	6,00	Limiter L6000	017-532	9,00	Sprachausgabe für C4	127-610	13,90	DC/DC-Wandler	098-674	16,00
LED-Lamp / Leistungseinheit	016-460/1	7,40	Peakmeter	017-533	7,40	Marderschleiche	127-608	8,20	MIDI-Balpedal	098-675	15,00
LED-Lamp / Nullspannungsseinheit	016-460/2	6,00	m. Phasenkorrektur	027-547	59,90	PIR-Zusatz f. C4	127-611	26,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	108-676	25,00
ZF-Verstärker 1. Elsat	016-461	28,60	Osz.-Speicher	027-544	27,60	MUX-Karte	127-612	12,00	SMD-Balancemeter	108-677	5,00
Noise Gate	026-463	22,60	PIR-Zusatz	027-545	12,00	Verdrehungspal.	127-613	9,70	E.M.A.-I.C-Bridge	108-678	30,00
Kraftpaket 0-50V/10 A	026-464/1	33,60	Stereo-Simulator	027-547	9,60	Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	4,00	7-Segment-Brücke	108-679	35,00
Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-464/2	12,00	Autopilot	037-548	7,50	RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	Experimentier-Set	118-680	20,00
elSat 2 PLL/Videot.	026-465	41,30	2x60 W Röhrendiode	037-549	49,50	Gen-Verstärker	028-624	9,50	Black Devil	118-681	15,00
Kfz-Gebläse-Automatik	026-466	13,40	Rasierkonverter - HP	037-550	15,40	Schmitt-Nelle RS222 -> RS422	038-625	16,50	Experimentier-Set	118-682	12,00
Kfz-Nachrichten	026-467	8,10	Sweep-Generator - NT	037-551	29,00	Schmitt-Nelle RS222 -> RS422CL	038-626	16,50	EVU-Modem	118-683	35,00
Kfz-Netzteil 1. Achtanger	036-468	23,40	NT-System	037-552	16,60	Schmitt-Nelle RS222 -> RS422	038-627	16,50			
LED-Analogaughr (Satz)	036-469	13,00	Sweep-Generator	037-553	19,50	Schmitt-Nelle RS222 -> RS422CL	038-628	16,50			
elSat 3 Ton-Decoder	036-470	17,40	Lötstation	047-554	11,80	E. M. M. A. Hauptplatine	038-627	59,00			
elSat 3 Netzteil	036-471	14,40	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	31,70	Netzgerät (0-16V/20A)	038-628	33,00			
Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-472	16,50	Widerstandsföte	047-556	1,60	Vorgesetzter (VVI - Black Devil)	038-629	38,00			
IC-Adapter 16880	046-473	3,50	Digital-Sampler	047-557	64,00	Experimentier-Set	038-630	6,00			
Clipping-Detector	046-474	4,90	Midi-Relais	047-558	33,70	F. Analog-Multiplexer	038-631	18,00			
elSat 4 Stromversorgung	046-476	3,00	Logik	047-559	31,00	E. M. M. A. Tastaturplatine	038-631	18,00			

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt beim Verlag bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,- für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 25050299)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, 3000 Hannover 61

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

PLL-Schaltungstechnik

Grundlagen und Anwendungen von Phase Locked Loops

PLL steht für „Phase Locked Loop“, was soviel wie phasenverriegelte Schleife bedeutet. Die PLL-Technik findet man heute immer öfter, beispielsweise zur Demodulation der Trägerfrequenz im Tuner, bei der Dekodierung von digital auf Band gespeicherten Computer-Daten bis hin zum sehr professionellen Einsatz in Frequenzsynthesizern.

Obwohl recht oft eingesetzt, ist die PLL nicht sehr populär. Das mag teilweise daran liegen, daß ihre Arbeitsweise nicht gerade einfach zu verstehen ist. Um die Einstiegsschwelle möglichst niedrig zu halten, nähert sich der Beitrag dem Thema von der grafischen Seite her.

Das Prinzip

Vereinfacht dargestellt ist eine PLL eine Schaltung, die ein Signal erzeugt, das die gleiche Frequenz wie das Eingangssignal der Schaltung hat. Ändert sich die Frequenz des Eingangssignals, dann paßt sich die PLL-Frequenz an, bis wieder Übereinstimmung der beiden Frequenzen herrscht. Dazu braucht man ein Steuersignal, das aus der Phasenverschiebung zwischen den Wellenzügen des Eingangssignals und denen des PLL-intern erzeugten Signals abgeleitet wird.

Eine PLL besteht daher aus mindestens zwei Blöcken: aus einem Generator, dessen Frequenz mit einem Steuersignal steuerbar ist, (VCO, Voltage Controlled Oscillator, spannungsgesteuerter Oszillator) und einer Schaltung, die in der Lage ist, die Phasendifferenz zwischen dem Eingangssignal der Schaltung und dem Ausgangssignal des VCOs zu messen und in ein Steuersignal für den VCO umzusetzen. Dieser Phasendetektor liefert allerdings ein Signal, das zum Steuern des VCOs nicht ohne weiteres brauchbar ist, weil dieser eine Gleichspannung als Steuersignal benötigt.

Wie später noch gezeigt wird, erzeugt der Phasendetektor eine rechteckförmige Spannung, bei der das Impuls/Pause-Verhältnis (Tastverhältnis, duty cycle) proportional zur Phasenverschiebung ist; eine Rechteckspannung also, deren Tastverhältnis der Phasenverschie-

bung zwischen Schaltungs-Eingangsfrequenz und VCO-Ausgangsfrequenz entspricht. Diese Rechteckspannung muß noch in eine Steuergleichspannung für den VCO umgesetzt werden, etwa mit einem Tiefpaß als Integrator.

Die einfachste PLL besteht aus einem intern rückgekoppelten System wie in Bild 1. Die Schaltung hat zwei mögliche Ausgänge: die Spannung aus dem Tiefpaß und die aus dem VCO. Die Tiefpaß-Ausgangsspannung ist ein Maß für die Phasendifferenz und damit auch für die Frequenzabweichung zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal des VCOs. Diesen Ausgang kann man also benutzen, um eine Frequenzabweichung zu detektieren (Beispiel FM-Demodulator). Am VCO-Ausgang entsteht ein Signal, dessen Frequenz der des Eingangssignals gleich ist, das aber sozusagen formschöner ist. Dieser Ausgang ist also zu verwenden, wenn man zum Beispiel ein stark verrauschtes Signal restaurieren will (Signalformer, signal conditioning).

Der Phasendetektor

In seiner einfachsten Form ist der Phasendetektor mit einem EXOR-Gatter aufgebaut; Bild 2 zeigt Schaltung und Wahrheitstabelle. Zum Phasendetektor gehört der Tiefpaß; er besteht aus einem RC-Glied, das die impulsförmige Spannung des Gatterausgangs integriert. Ist der Gatter-Ausgang logisch 1, dann lädt sich der Kondensator über den Widerstand, bei log. 0 wird der Kondensator entladen. Durch diese Ladevorgänge entsteht über dem Kondensator eine Gleich-

spannung, deren Größe vom Tastverhältnis des EXOR-Ausgangssignals abhängt. Die durch Integration gewonnene Gleichspannung hat natürlich eine gewisse Welligkeit, die durch das ständige Laden und Entladen des Kondensators verursacht wird. Für die weitere Betrachtung soll im übrigen gelten, daß das Gatter echte Wechselspannungen verarbeiten kann, so daß sowohl sein Ausgang als auch der Tiefpaß-Ausgang beide Polaritäten annehmen kann.

Daß die Schaltung „EXOR plus Tiefpaß“ tatsächlich ein Phasendetektor ist, erkennt man am besten, wenn man an beide Eingänge des Gatters Signale gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Phase legt. Bild 3 zeigt dies. In Bild 3a liegen die Signale f_0 und f_{ein} mit gleicher Phase an, die Phasenverschiebung ist gleich Null, also ist der Gatter-Ausgang stets negativ. Der Kondensator lädt sich nun auf diese negative Spannung; das Ergebnis ist eine saubere Gleichspannung mit negativem Vorzeichen.

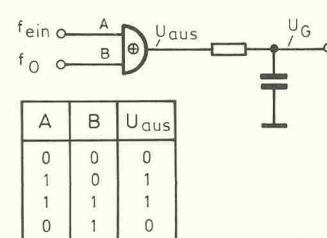


Bild 2. Einfachste Ausführung eines Phasendetektors für eine Digital-PLL: ein Exklusiv-ODER-Gatter (EXOR). Daneben die Wahrheitstabelle. Als Integrator (Tiefpaß) dient ein einfaches RC-Glied.

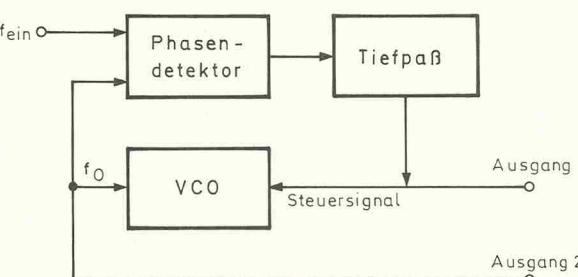


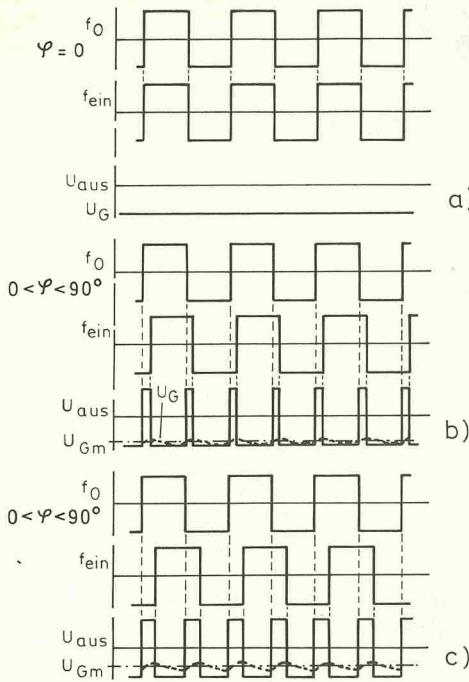
Bild 1. Die Funktionseinheiten einer PLL: Phasendetektor, Tiefpaß (Integrator), spannungsgesteuerter Oszillator (VCO).

In Bild 3b kommen die Rechteckimpulse des Signals f_{ein} zeitlich etwas versetzt, leicht verspätet sozusagen. Die Phasenverschiebung liegt dabei noch deutlich unter 90° . Am Ausgang des Gatters erscheinen nun schmale positive Impulse, die den Kondensator aufladen. In den Impulspausen wird der Kondensator entladen. Die mittlere Gleichspannung ist weniger negativ als vorher. In Bild 3c ist die Phasendifferenz noch größer. Die positiven Impulse werden breiter, und der Kondensator kann sich länger aufladen, die Entladezeiten werden kürzer, die Gleichspannung ist erneut weniger negativ.

Je höher das Tastverhältnis ist, desto mehr verschiebt sich die Gleichspannung ins Positive. Bild 3d gibt beispielsweise die Situation wieder, in der die Phasenverschiebung 90° ausmacht. Am Ausgang des Gatters erscheint dann eine symmetrische Rechteckspannung, die übrigens die doppelte Frequenz hat, bezogen auf die beiden Eingangssignale. Fazit: Bei einem Tastverhältnis von 50%, wenn negative und positive Impulse gleiche Breite haben, stellt sich die mittlere Gleichspannung Null ein. In Bild 3e beträgt die Phasenverschiebung zwischen 90° und 180° , die Gleichspannung wird positiv. Bild 3f zeigt die Eingangssignale des Gatters in Gegenphase (180°), der Gatter-Ausgang ist immer logisch 1, und die Gleichspannung hat ihren maximalen positiven Wert.

Aus den in Bild 3 dargestellten Fällen läßt sich die Charakteristik nach Bild 4 gewinnen, die den Zusammenhang zwischen der Phasendifferenz und der erzeugten Gleichspannung unmittelbar wiedergibt. Mit dem Signal am Ausgang des Tiefpasses kann man zum Beispiel einen VCO so beeinflussen, daß die PLL automatisch eine Phasenverschiebung von 90° zwischen Eingangssignal und Ausgangssignal des Oszillators einstellt.

Wie aber werden Frequenzunterschiede detektiert? Bild 5 macht deutlich, daß sich eine Frequenzänderung wie eine Phasenverschiebung auswirkt. Mit f_0 ist wieder die Frequenz des lokalen Oszillators bezeichnet. Am zweiten Ein-



gang des Gatters liegt eine Rechteckspannung f_{ein} , deren Frequenz einstellbar ist.

Bei gleicher Frequenz der beiden Signale und einer Phasendifferenz von 90° ist die Gleichspannung im Mittel Null. Nun lässt man die Frequenz des Signals f_{ein} langsam abnehmen. Dabei werden die Impulse breiter, die Phasenverschiebung übersteigt 90° . Der Detektor reagiert hierauf mit einem Anstieg der Gleichspannung, wie in Bild 3. Frequenzabweichungen haben also eine Änderung der Gleichspannung zur Folge! Diese Gleichspannung ist wieder als Steuersignal für einen VCO zu gebrauchen und bewirkt in einer passenden Schaltung, daß

sich der Oszillator automatisch auf die Frequenz des Eingangssignals einstellt.

Bild 5 zeigt eine wesentliche Eigenschaft eines Phasendetektors. Wenn die Frequenzdifferenz nicht beseitigt wird oder gar noch zunimmt, steigt die Gleichspannung irgendwann nicht mehr an, sondern fällt wieder bis auf Null; das geschieht ab dem Zeitpunkt t_1 . Bei steigender Frequenzdifferenz verlaufen die Phasen von f_0 zu f_{ein} irgendwann so asynchron, daß ständig ein Wechselspiel zwischen Phasenverschiebung kleiner 90° und Phasenverschiebung größer 90° stattfindet. Die Gatter/Tiefpaß-Schaltung erzeugt dann im Wechsel

negative und positive Gleichspannungswerte; das Mittel daraus ist natürlich Null. Schlußfolgerung: Der Phasendetektor hat nur einen begrenzten Arbeitsbereich, in dem ein definierter Zusammenhang zwischen Ausgangsspannung und Frequenzabweichung besteht; man spricht hier vom Fangbereich einer PLL.

Grafisch stellt sich der Fangbereich so dar, wie in Bild 6 zu sehen. Wenn f_{ein} viel kleiner ist als f_0 , liefert der Tiefpaß keine Steuerspannung an den VCO. Bei der Frequenz f_1 gerät das Eingangssignal in den Fangbereich der Schaltung, die das Steuersignal für den VCO erzeugt. Bei einer Frequenz über f_2

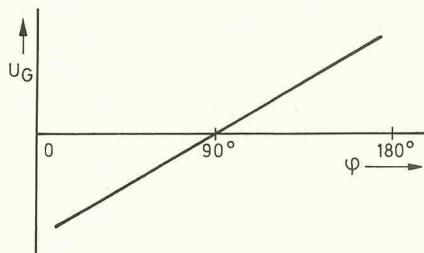


Bild 4. Das wichtigste Ergebnis aus Bild 3 in Kürze: Die Tiefpaß-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von Phasendifferenz.

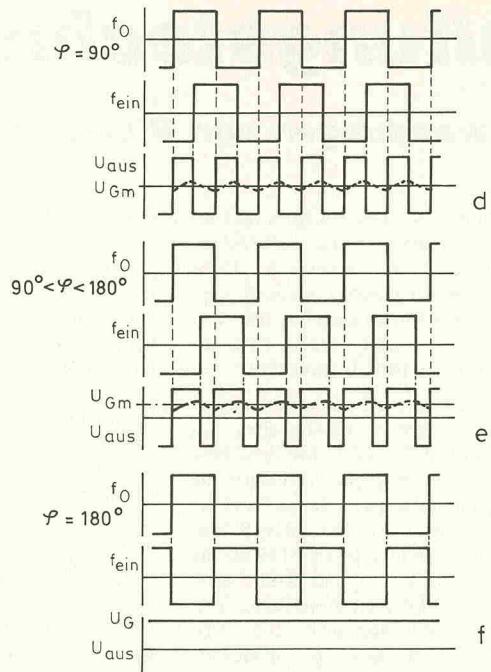
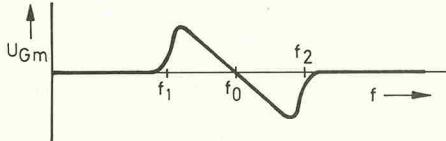


Bild 6. Das Ergebnis der Überlegungen in Bild 5 in Kurzfassung: Tiefpaß-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenzdifferenz.

Bild 3. Arbeitsweise des Phasendetektors in sechs Phasen. Der Mittelwert der vom Tiefpaß gelieferten Gleichspannung ist ein Maß für die Phasendifferenz zwischen dem Eingangs-Rechtecksignal und den gleichfrequenten Impulsen des lokalen Rechteckgenerators.

wird der Fangbereich verlassen, die Steuerspannung fällt auf Null.

Der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO)

Auf die schaltungstechnische Darstellung eines spannungsgesteuerten Oszillators kann hier verzichtet werden, da verschiedene Varianten in später folgenden Anwendungsbeispielen zu finden sind. Für die weitere Betrachtung der Phase Locked Loop-Technik wird ein VCO angenommen, der eine Rechteckspannung erzeugt, deren Frequenz im Ruhezustand (Steuerspannung Null) durch die Werte bestimmter Bauelemente vorgegeben ist (R, C in Bild 7). Bei positiver Steuerspannung nimmt die Oszillatorkreisfrequenz zu und umgekehrt. Der Zusammenhang zwischen Steuerspannung und Frequenzänderung ist linear.

PLL-Grundlagen

Nach der Darstellung von Phasendetektor und spannungsgesteuertem Oszillator läßt sich die Arbeitsweise einer PLL-Schaltung genauer untersuchen. In Bild 7 wird die VCO-Grundfrequenz durch die Werte von Kondensator C und Wi-

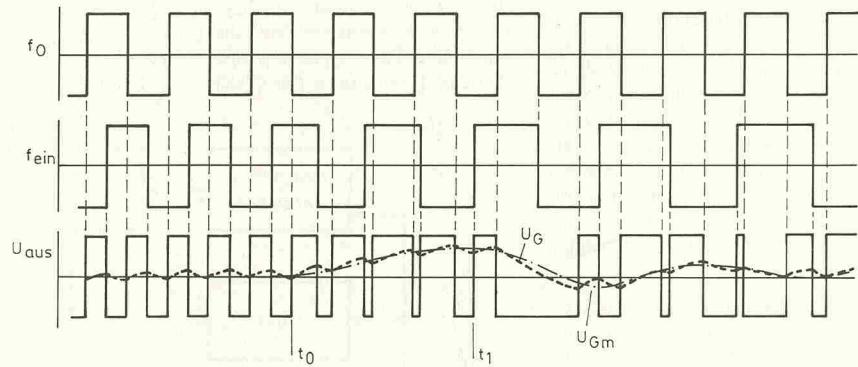


Bild 7. Auch zwischen zwei Signalen mit verschiedenen Frequenzen oder veränderlicher Differenzfrequenz gibt es ständige Phasendifferenzen: ebenfalls eine Aufgabe für den Phasendetektor.

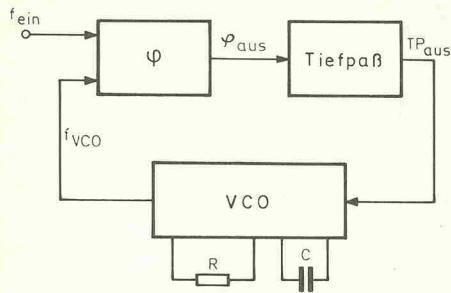


Bild 7. Geschlossene PLL-Regelschleife. Der lokale Oszillator (VCO) hat eine Grund- oder Ruhefrequenz, die von den Bauelementewerten R und C bestimmt wird.

derstand R bestimmt. Zunächst wird mit grafischen Mitteln gezeigt, was passiert, wenn das Eingangssignal die gleiche Frequenz hat wie der VCO. Bild 8 zeigt das Impulsdiagramm.

Bis zum Zeitpunkt t_1 ist kein Eingangssignal vorhanden. Der Phasendetektor vergleicht ständig den Pegel Null mit dem Ausgangssignal des VCOs und erzeugt eine symmetrische Rechteckspannung. Diese Spannung gelangt auf den Tiefpaß, der eine leicht schwankende Gleichspannung mit dem Mittelwert Null liefert. Der VCO wird also nicht gesteuert und erzeugt seine Grundfrequenz f_0 .

Bei t_1 erscheint am Eingang ein Signal mit der VCO-Grundfrequenz. Natürlich besteht in diesem Moment eine willkürliche Phasenbeziehung zwischen den beiden Signalen (Phasendifferenz). Der Phasendetektor erzeugt nun eine Rechteckspannung mit einem von 50% abweichenden Tastverhältnis. Im gewählten Beispiel (Bild 8) liegt es weit unter 50%, am Ausgang des Tiefpasses entsteht eine negative Spannung, die auf den Eingang des VCOs gelangt und dessen Frequenz abnehmen lässt. Mit anderen Worten: Die Periodendauer des VCO-Signals nimmt zu (vorübergehend breitere Impulse, oberer Impulszug in Bild 8). Dadurch ändert sich

aber auch die Phasenbeziehung der beiden Signale. Aus dem Diagramm wird deutlich, daß die Schaltung immer einen Gleichgewichtszustand anstrebt, bei dem das Steuersignal wieder Null wird und eine Phasenverschiebung von 90° entsteht.

Daraus folgt: Liegt an einer PLL-Schaltung kein Eingangssignal, dann schwingt der VCO auf seiner Eigenfrequenz, die von C und R abhängt. Legt man an die PLL ein Signal mit derselben Frequenz, wird die PLL ihren VCO so einregeln, daß eine Phasenverschiebung von 90° entsteht.

In Bild 9 wird der Fall betrachtet, daß sich die Eingangsfrequenz, die vorher mit der VCO-Frequenz übereinstimmte, plötzlich ändert. Bis t_1 ist die Eingangsfrequenz gleich f_0 . Ab diesem Zeitpunkt ist die Frequenz des Eingangssignals niedriger. Der Ausgang des Phasendetektors liefert nun eine unsymmetrische Spannung an den Tiefpaß. Da das Tastverhältnis unter 50% liegt, erzeugt der Tiefpaß eine negative Spannung. Daraufhin nimmt die VCO-Frequenz ab. Aus dem Bild kann man entnehmen, daß die PLL jetzt einen neuen Gleichgewichtszustand sucht. Die Schaltung paßt ihre interne VCO-Frequenz der Eingangsfrequenz an. Das ist aber nur möglich, wenn eine

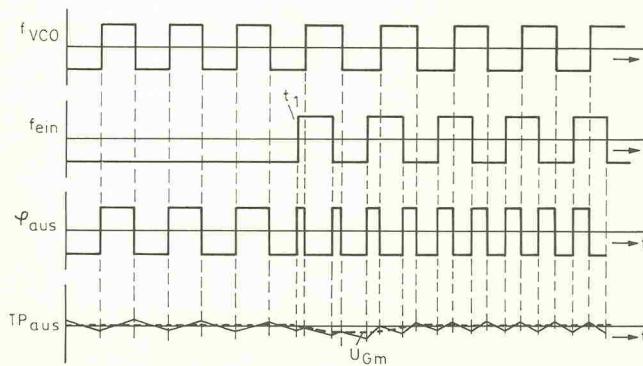


Bild 8. Reaktionsverhalten der PLL auf ein plötzlich auftretendes Eingangssignal.

von 90° abweichende Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und VCO-Signal aufgebaut wird.

Schlußfolgerung: Die Ausgangsspannung des Tiefpasses ist ein Maß für die Frequenzabweichung des Eingangssignals; die Polarität der Spannung gibt die Richtung der Frequenzabweichung an.

Begriffe der PLL-Schaltungstechnik

Eine PLL ist ein Regelkreis, der bestimmten Gesetzmäßigkeiten und

daß das Steuersignal für den VCO wieder Null wird und der VCO auf seiner eigenen Frequenz schwingt. Einige PLL-Schaltungen geben durch ein Signal bekannt, ob sie eingerastet sind oder nicht. Mit diesem Signal kann man zum Beispiel eine Kontroll-LED steuern.

„lock range“, „capture range“

„Capture range“ bedeutet Fangbereich. Die Grenzen des Fangbereichs können experimentell ermittelt werden, indem man der PLL ein Eingangssignal zuführt, das in

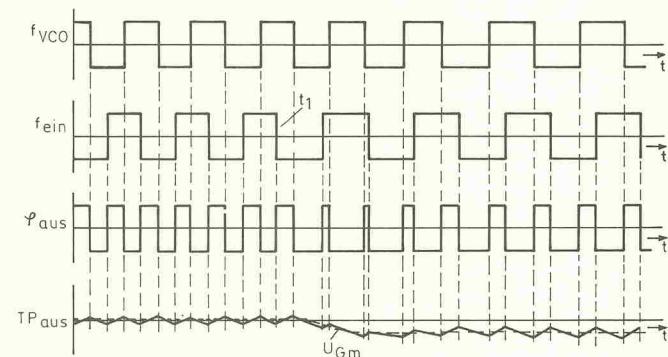


Bild 9. Reaktion der PLL auf eine plötzliche Änderung der Eingangsfrequenz.

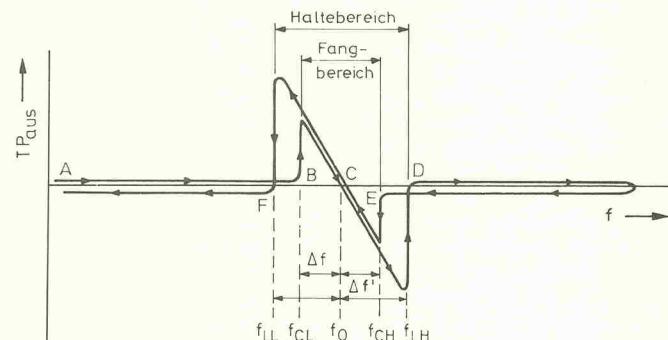


Bild 10. Zur Erläuterung der Begriffe Fangbereich und Haltebereich.

Definitionen folgt, die nachfolgend erläutert werden.

„lock“

Eine PLL ist „eingerastet“, wenn ihre VCO-Frequenz der Eingangssignal-Frequenz entspricht, wenn also die Schaltung ihre Fähigkeit, sich auf eine vorgegebene Frequenz einzustellen, eingesetzt hat. Andernfalls ist die PLL ausgerastet: Dieser Zustand tritt immer dann ein, wenn die Eingangssignal-Frequenz so sehr von der VCO-Grundfrequenz abweicht, daß die PLL sich selbst nicht mehr auf f_{ein} einregeln kann. Die Konsequenz ist,

der Frequenz langsam ansteigt. Mißt man dann die Tiefpaß-Ausgangsspannung, ergibt sich die Kurve aus Bild 10. Im Punkt A ist die Frequenz des Eingangssignals im Vergleich zur Frequenz f_0 der PLL sehr niedrig. Die Tiefpaß-Ausgangsspannung ist Null und die Schaltung klar ausgerastet. Dann wird die Frequenz weiter erhöht. In Punkt B steigt die Gleichspannung plötzlich stark an, und die PLL regelt die VCO-Frequenz auf die Eingangsfrequenz f_{ein} . Damit ist die Schaltung eingerastet oder auch „eingeschwungen“ (Laborjargon). Man erhöht die Frequenz des Ein-

gangssignals weiter, bis bei f_0 das Regelsignal Null wird. Bei weiterer Erhöhung der Eingangsfrequenz ist festzustellen, daß der Regelkreis folgt, bis Punkt D erreicht ist. Hier wird die Frequenzabweichung zwischen f_0 und f_{ein} zu groß, das Regelsystem kann nicht mehr folgen, die Regelspannung wird Null, die PLL rastet aus.

Somit führt das Experiment zu einer wichtigen Feststellung: Der Frequenzabstand zwischen f_0 und f_{CL} (Δf) ist kleiner als der zwischen f_0 und f_{LH} ($\Delta f'$). Offensichtlich kann die PLL „länger“ regeln, wenn die Frequenz des Eingangssignals vom Wert f_0 an variiert.

Nähert man sich von einer zu hohen Frequenz dem interessanten Bereich der PLL, dann rastet das System an einem bestimmten Punkt (E) ein. Verringert man die Eingangsspannung weiter, folgt die Ausgangsspannung in der gleichen Weise wie eben. Bei f_{LL} rastet die Schaltung dann wieder aus.

Auch hier ist der Fangbereich größer, wenn die Eingangsfrequenz ab f_0 variiert. Außerdem ist ein symmetrischer Verlauf zu erkennen: Der Bereich B-C, gemessen bei steigender Frequenz, ist genauso groß wie der Bereich E-C, gemessen bei fallender Frequenz. Das gleiche gilt auch für die Bereiche D-C und F-C. Der gesamte Regelbereich erstreckt sich von Punkt F bis Punkt D und wird Haltebereich (lock range) genannt. Ist die Schaltung aber ausgerastet und steigt oder fällt die Eingangsfrequenz, dann rastet die PLL in einem viel kleineren Bereich, nämlich B-E ein — das ist der Fangbereich. Anders gesagt: Eine einmal eingerastete PLL rastet „nicht so schnell“ aus, Einrasten ist „schwieriger“.

„pull-in time“

Dieser Begriff läßt sich am ehesten mit „Einrastzeit“ übersetzen. Verändert sich bei ausgerasteter PLL die Frequenz des Eingangssignals auf einen Wert, bei dem die PLL einrasten kann, so dauert es eine bestimmte Zeit, die vor allem vom RC-Glied des Tiefpasses abhängt, bis die PLL eingerastet ist. Bei großer Zeitkonstante dauert der Vorgang länger. Außer von der Bemessung des RC-Glieds hängt diese Zeit auch von der Größe des Frequenzsprungs am Eingang ab. Je dichter die Eingangsfrequenz bei f_0 liegt, desto kürzer ist die Einrastzeit.

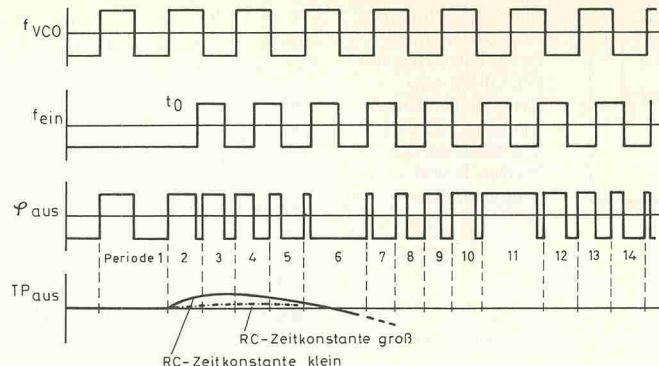


Bild 11. Abhängigkeit der PLL-Eigenschaften von der Tiefpaß-Dimensiierung.

„phase detector gain“

Der Begriff „gain“ gibt im allgemeinen den Verstärkungsfaktor an; das sollte man hier aber nicht zu wörtlich auslegen. Die „Verstärkung“ des Phasendetektors wird meist mit K_d angegeben und bezeichnet die Spannung, die am Tiefpaßausgang pro Grad Phasendifferenz zwischen den beiden Eingangssignalen auftritt.

Wichtiges Kriterium: die Tiefpaß-Eigenschaften

Bei allen PLLs dient ein einfaches RC-Glied als Tiefpaß. Dabei hat eine große Zeitkonstante (hohe Werte für R und C) nicht nur den Nachteil einer langen Einrastzeit, sondern bewirkt auch noch einen kleineren Fangbereich. Das wird aus Bild 11 deutlich. Oben ist die Frequenz f_0 des VCOs dargestellt, darunter das Eingangssignal f_{ein} , das zum Zeitpunkt t_0 erscheint und eine etwas höhere Frequenz als f_0 hat, darunter das Ausgangssignal des Phasendetektors und zum Schluß das Signal des Tiefpaßausgangs eingetragen.

Die Betrachtung geht davon aus, daß die Rückkopplung zwischen Tiefpaßausgang und VCO-Steuerung unterbrochen ist. Der VCO erzeugt also stetig seine eigene Frequenz. Der Ausgang des Phasendetektors liefert ein Rechteck mit einem Tastverhältnis, das von der Phasendifferenz zwischen f_{ein} und f_0 abhängt.

Zu Anfang (Perioden 2, 3 und 4) erzeugt der Phasendetektor ein Signal mit breiten positiven Impulsen. Das muß auch so sein, denn der Tiefpaß soll ja eine positive Gleichspannung liefern, damit sich die VCO-Frequenz auf f_{ein} erhöht.

digitalen Signalen — zum Beispiel in FM-Demodulatoren. Aus diesem Grund wurden Phasendetektoren entwickelt, die auch asymmetrische und/oder sinusförmige Signale verarbeiten. Im folgenden soll kurz das Arbeitsprinzip solcher Schaltungen erklärt werden.

Der flankengetriggerte Phasendetektor

Ein flankengetriggter Phasendetektor verarbeitet zwar auch nur digitale Eingangssignale; deren Tastverhältnis braucht allerdings nicht exakt 50% zu betragen. Der Grund dafür liegt darin, daß die Schaltung nur die Flanken der Eingangssignale berücksichtigt. Ausgewertet werden in diesem Fall die Zeitdifferenzen zwischen den einzelnen Flanken sowie die Reihenfolge der Eingangssignal-Flanken untereinander. Aus der Differenz und der Reihenfolge der Flanken werden Steuersignale abgeleitet, mit denen zwei elektronische Schalter angesteuert werden.

Bild 12 zeigt das Blockschaltbild eines flankengetriggerten Phasendetektors, in Bild 13 ist das zugehörige Zeitdiagramm wiedergegeben. Die praktische Schaltung eines flankengetriggerten Phasendetektors enthält mindestens vier Flip-flops sowie etliche Gatter, über die die Schalter S1 und S2 geöffnet oder geschlossen werden. Der Eingang des Tiefpasses (R,C in Bild 12) wird somit entweder mit der positiven oder mit der negativen Betriebsspannung verbunden.

Wenn die Frequenz des Eingangssignals beispielsweise sehr viel kleiner als die VCO-Frequenz ist, bleibt Schalter S2 ständig geschlossen, und der Kondensator C wird auf die negative Betriebsspannung geladen. In einer geschlossenen Schleife läßt sich dieses Ausgangssignal zum Herabsetzen der VCO-Frequenz verwenden. Ist die Eingangsfrequenz hingegen sehr viel höher als die VCO-Frequenz, bleibt S1 ständig leitend, der Kondensator des Tiefpasses lädt sich auf die positive Betriebsspannung auf.

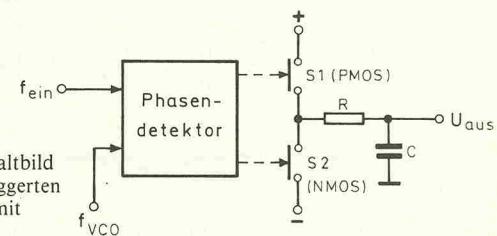


Bild 12. Blockschaltbild eines flankengetriggerten Phasendetektors mit nachgeschaltetem Tiefpaß.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 1/89

Platinenangebot

Platine . C64-Sampler	4,95 DM	Platine . Univ. Netzteil Hauptpl.	23,50 DM	Platine . Bauteilesatz	IR-Sender
Platine . Elektroakustischer Türöffner	8,40 DM	Platine . Univ. Netzteil DVM	21,80 DM	Platine . inkl. Netzteil	51,80 DM
Platine . Batterie-Checker	7,25 DM	Platine . IR-Sender	9,95 DM	Platine . IR-Empfänger	40,30 DM
Platine . Netz-Modem	17,30 DM	Platine . IR-Empfänger	10,90 DM	Platine . Schlagwandler	11,20 DM
Platine . FBAS-RGB Wandler	14,80 DM	Platine . Drum to Midi	19,50 DM	Platine . Bauteilesatz	(Drum to Midi)
Platine . Midi-Baßpedal	7,95 DM			Platine . Bauteilesatz	Video Kopierschutzfilter
Platine . SMD Balanceometer	2,95 DM			Platine . passende Netzteil	25,60 DM
Platine . VFO (2 Stk)	9,80 DM			Platine . Bauteilesatz	Midi Baßpedal inkl. Epron
Platine . Video Kopierschutzfilter	9,65 DM			Platine . passende Netzteil	14,90 DM
Platine . NDVL-Netzteil	9,30 DM			Platine . Bauteilesatz	ohne Tastatur
Platine . 2 m Empfänger	10,90 DM			Platine . Epron Brenner	99,50 DM
Platine . Schaltzettel	17,60 DM			Platine . Bauteilesatz	passende Netzteil
Platine . Symmetrischer Wandler	9,90 DM			Platine . Bauteilesatz	Epron Digit. Sinus Generator
				Platine . Bauteilesatz	programm. Epron elekt. Schlagzeug laut Liste
				Platine . Bauteilesatz	IC . C 64-E-510
				Platine . Bauteilesatz	IC . LM 933
				Platine . Bauteilesatz	IC . LM 566
				Platine . Bauteilesatz	IC . LM 565
				Platine . Bauteilesatz	IC . TDA 2595
					Platine . Bauteilesatz
					Diode BZT 03/C15
					Übertrager ZKB 490/5
					NE 5050
					program. Epron Midi Baßpedal
					program. Epron MidiSchlagwandler
					program. Epron Digit. Sinus Generator
					program. Eproms elekt. Schlagzeug laut Liste
					Stück 3,75 DM
					Stück 19,60 DM
					Stück 14,90 DM
					Stück 17,50 DM
					Stück 17,50 DM
					Stück 17,50 DM
					Stück 57,90 DM
					Stück 5,80 DM
					Stück 8,50 DM
					Stück 9,20 DM
					Stück 11,60 DM
					Stück 1,50 DM

Spezielle Bauteile für Elrad Bausätze

Diode BZT 03/C15	Stück 3,75 DM
Übertrager ZKB 490/5	Stück 19,60 DM
NE 5050	Stück 14,90 DM
program. Epron Midi Baßpedal	Stück 17,50 DM
program. Epron MidiSchlagwandler	Stück 17,50 DM
program. Epron Digit. Sinus Generator	Stück 17,50 DM
program. Eproms elekt. Schlagzeug laut Liste	Stück 17,50 DM
C 64-E-510	Stück 57,90 DM
IC . LM 933	Stück 5,80 DM
IC . LM 566	Stück 8,50 DM
IC . LM 565	Stück 9,20 DM
IC . TDA 2595	Stück 11,60 DM
Platz Druckaufnehmer für Midi Schlagwandler	Stück 1,50 DM

Wußten Sie schon?

Bei uns können Sie fast alle speziellen Bauteile aus Elrad Bausätzen einzeln bekommen.

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder im Abbuchungsverfahren. Kein Mindestbestellwert.

Service-Center H. Eggemann

4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13 · Telefon (05467) 241



STRAHLUNGSMESSGERÄTE AUS BEHÖRDEN-(ÜBERSCHUSS-)BESTÄNDEN

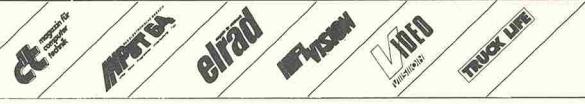
- Philips Strahlungsmessanlage Typ RH 7106, zur kontinuierlichen Überwachung der Umgebungsstrahlung, Anzeige 1 mr...1 r. Der Satz besteht aus: wetterfester Außensonde (Geiger-Müller), Auswerte-Elektronik mit Meßwerk, Statuskontrolle und Grenzwertsteuerung (Alu Druckgussgehäuse) sowie Alarmkasten. Gebraucht, jedoch sehr guter Zustand, geprüft: DM 299,-. Ersatzteilsatz hierzu: DM 59,50.
- ohne Abb.: Professionelles Handgerät, Frieseko & Hoepfner Typ FH 40 T, Meßbereich: 0,1 mr...1 r in 5 Bereichen, Stromversorgung mit eingebautem Akku, Maße nur 16 x 10 x 4,5 cm, Druckgussgehäuse, ebenfalls gebraucht, jedoch geprüft: DM 269,-.
- ohne Abb.: Elektronisches Alarm-Dosimeter Total Typ 6119, gibt bei Erreichung einer Gesamtdosis von 0,5 r automatisch Alarm. Batteriebetrieben, nur 12 x 7 x 3,5 cm groß. Geprüft: DM 29,95, ungeprüft nur DM 18,50.

Viele weitere Strahlungsmessgeräte, vom einfachen Dosimeter bis hin zum Pulshöhen-Analyzersystem für rund 3000,- DM finden Sie in unserem Sonderblatt „Strahlungstechnik“. Unseren Gesamtkatalog (die gesamte elektronische Meß- und Funktechnik) senden wir Ihnen ebenfalls gerne zu. Bitte beachten Sie, daß unser Lager für Besuche nur samstags von 10...14 Uhr geöffnet ist.

HELMUT SINGER ELEKTRONIK
Feldchen 16-24, 5100 Aachen, Tel.: 0241/15 53 15, Telex: 832504 sitro d.

Information + Wissen

Verlag
Heine
GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
3000 Hannover 61



19"-Gehäuse

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.

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER 99,- DM

GEHÄUSE FÜR NDVL VERSTÄRKER 79,- DM

19"-Gehäuse für Parametrischen EQ (Heft 12/85) 79,- DM

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

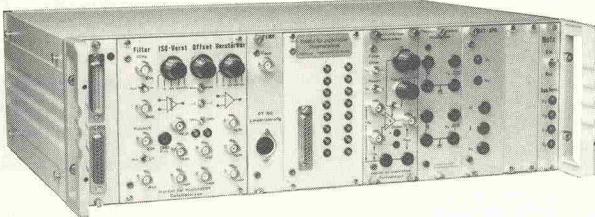
A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte

Siegel + Heinings GbR

Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15

Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d

Selbstbauboxen - Video-Möbel
D-7520 BRUCHSAL
Tel. 0 72 51-723-0
Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung
Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung
Stützpunktthändler in der gesamten BRD gesucht



Meß- & Steuersystem am Druckerausgang des PC's.

Anschließbar an die parallele Druckerschnittstelle. Der Drucker kann weiterhin betrieben werden (Drucken und Messen an einem Printerausgang). Aufbau des Systems im 19" Gehäuse mit I/O Bus. Anschließbare 19 Zoll Karten:
16 Kanal 12 Bit A/D-Wandler 5000 Meß/sec. (XT) mit Sample & Hold I/O-Ein/Ausgänge, lesen von Zuständen, Schalten von z.B. 220V Lasten, verschiedene Verstärker, Temperatur-, Druck-, PH-Wertmeßwandler sind lieferbar. Programm zur einfachen Steuerung aller Karten, Meßwerteübergabe z.B. in Lotus, Plotit, usw. ist möglich.

Herstellung und Vertrieb: Institut für explorative Messen im Auftrag, Statistik, Datenanalyse GmbH Postf 605120 Leasing, Vermietung, Service, PCs 2000 Hamburg 60 Tel 040/27 90 383

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.	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

Höhe 1HE 44 mm

RÖH 1 Röhrenvorverstärker 389,00

RÖH 2 Röhrenendstufe 590,00

Übertrager **RÖH 2** DM 117,00

Netztrafo **RÖH 2** DM 79,00

AD 573 jn 115,70

AD 753 jn 14,14

E 510 70,00

ZN 427E-8 25,76

B253 4,24

Z 80 CPU 2,74

Z 80 A CPU 2,15

EL 34 12,90

2732 x/T schr. 25,00

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

68,90

NDFL

Verstärker inkl. Print /

Metallfilmwiderstände

Profi-Lötstation

Netzgetrennt, regelbar von

150—420° C, Schwachstrom-Löt-

kolben mit 1,20 m Kabel, Longlife-

Spitze auswechselbar, Zinnschale,

Säuberungsschwamm, Lötkolben-

ständner und Erdungsbuchse.

220 V/50 Hz

98,-

Maße: B 120 x T 170 x H 95 mm

KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN

Oppenwehe 131 · Telefon 057 73/16 63 · 4995 Stemwede 3

JAHRESINHALT



19

Audio-Geräte

- 50-W-Transistorendstufe: Black Devil 1/S. 20
 Verstärker-Grundlagen: 1/S. 29
 Vom Messen und Hören 1/S. 68
 μ Pegelschreiber, T. 4
 Selbstbau-Pyramidenbox: 2/S. 36
 Ein Stumpf mit Stil 2/S. 47
 Vom Hören und Messen, T. 2 3/S. 32
 Stereo-Vorverstärker: Vorgesetzter
 Frequenz-Shifter: 4/S. 27
 Fremdsprachler, T. 1 4/S. 38
 Anpaßverstärker: Gleichmacher
 Frequenz-Shifter: 5/S. 48
 Fremdsprachler, T. 2 6/S. 20
 NF-Verzögerungsleitung: 6/S. 40
 Zwischenlager
 Report Berufe:
 Speaker-Klinik
 Stereo-IR-Sender/Empfänger:
 Leinen los! 7-8/S. 24
 Symmetrische Signalübertragung 7-8/S. 107
 Aktivbox-Endstufe: 7-8/S. 92
 Kraftwerkssblock
 NDFL-Verstärker: 9/S. 34
 No Distortions for Listeners
 Nachlese: Black Devil Aufhellungen 9/S. 80
 SMD-Balancemeter: Nf-Waage 10/S. 31
 C64-Sounddigitizer: 11/S. 22
 Audio-Diskette
 NDFL-Nachtrag: 11/S. 50
 Update upgedatet
 Nf-Signalbearbeitung T. 1 11/S. 53
 PPP-Röhrenendstufe 100 W T. 1 12/S. 20

Stromversorgung

- Konstantstrom-Zweipol: 1/S. 47
 Großes Spannungsgebiet
 Netzgerät 0...16 V/20 A: 3/S. 22
 Noch mehr Strom!, T. 1
 Netzgerät 0...16 V/20 A: 4/S. 56
 Noch mehr Strom!, T. 2
 Einfachst-Spannungswandler: 6/S. 56
 Zehn-Minuten-Konverter
 Schaltnetzteile:
 Taktvolle Stromversorgung
 DC-DC-Wandler: SMD-Hacker 9/S. 56
 Symmetrischer Wandler:
 Doppelt gemoppelt 9/S. 58
 Netzteil: Saftladen 9/S. 62
 Netzteil: Drei Spannungen für
 rechnergestützte Analoganwendungen 12/S. 71

Musik-Elektronik

- Gitarren-Stimmergerät: 1/S. 34
 Gegen Verstimmungen 3/S. 28
 PA-Box: Bühnenknaller
 Frequenz-Shifter: 4/S. 27
 Fremdsprachler, T. 1
 Midi-Monitor: Midiskop 5/S. 38
 Frequenz-Shifter: 5/S. 48
 Fremdsprachler, T. 2
 Drum-to-Midi: 7-8/S. 40
 Schlagwandler
 Midi-Baßpedal: Tretmühle 10/S. 44

Theorie, Grundlagen, Basisschaltungen

- Verstärker-Grundlagen: 1/S. 29
 Vom Messen und Hören 1/S. 57
 Analog-Multiplizierer, T. 3 2/S. 38
 Der Weg zum eigenen Meßlabor, T. 3
 Vom Messen und Hören, T. 2 2/S. 47
 Analog-Multiplizierer, T. 4 2/S. 61
 Infrarot-Schaltungstechnik, T. 1 2/S. 65
 Analog-Multiplizierer: 2 x 2 ≈ 4 3/S. 50
 Infrarot-Schaltungstechnik, T. 2 3/S. 61
 Transformator-Grundlagen:
 Noch einmal: Der Netztrafo 4/S. 48
 Der Weg zum
 eigenen Meßlabor, T. 4 4/S. 62
 Infrarot-Schaltungstechnik, T. 3 4/S. 65
 Infrarot-Schaltungstechnik, T. 4 5/S. 63
 Spritzguß-Platinen:
 ... wie aus einem Guß 6/S. 60
 IC-Herstellung:
 Computer als Maskenbildner 7-8/S. 43
 Meßdatenerfassung: Fehlverhalten 7-8/S. 63
 Temperatursensoren: Modellbau 7-8/S. 78
 RS-232-C-Schnittstelle:
 Bits im Gänsemarsch 7-8/S. 99
 Symmetrische Signalübertragung 7-8/S. 107
 Kombi-OpAmp LM 10, T. 1 7-8/S. 115
 Hörhilfen: Höhen mit Tiefgang 9/S. 78
 Kombi-OpAmp LM 10, T. 2 9/S. 81
 Kombi-OpAmp LM 10, T. 3 10/S. 49
 Elektronische Spannungswandler 10/S. 52
 Grundlagen MMICs:
 Mit 50 Ohm rein und raus, T. 1 11/S. 36
 Nf-Signalverarbeitung, T. 1 11/S. 53
 Grundlagen MMICs:
 Mit 50 Ohm rein und raus, T. 2 12/S. 76
 Kurzzeit-Timer 12/S. 78

Meßtechnik

- μ Pegelschreiber, T. 4 1/S. 68
 RMS/DC-Konverter: Echt effektiv 2/S. 26
 Der Weg zum
 eigenen Meßlabor, T. 3 2/S. 38
 Geiger-Müller-Indikator:
 Strahlenschnüffler 2/S. 50
 Der Weg zum
 eigenen Meßlabor, T. 4 4/S. 62
 Meßtechnik: Alles geregelt! 5/S. 20
 SMD-VU-Meter: LED-Kettchen 5/S. 54
 Geiger-Müller-Indikator
 (Erweiterungen): Nachschlag 5/S. 71
 Schaltendes Thermometer: Minimax 6/S. 28
 x/t-Schreiber: Printerface 7-8/S. 56
 Meßdatenerfassung: Fehlverhalten 7-8/S. 63
 IR-Strahlungsdetektor: Fernwärme 7-8/S. 72
 Temperatursensoren: Modellbau 7-8/S. 78
 Temperatur-Meßsystem 7-8/S. 84
 SMD-Panelmeter: LCD in SMT 9/S. 30
 SMD-Balancemeter: Nf-Waage 10/S. 31
 Professioneller Batterie-Tester:
 Checkpoint Celly 11/S. 58

Hf-Technik

- DCF-77-Empfänger 4/S. 24
 Satellitenempfang:
 Immer mehr, immer besser 5/S. 56
 2-m-Empfänger: Kanalarbeiter 9/S. 72
 Report Satellitenempfang:
 Großes Spektakel vor leeren Rängen 10/S. 24
 VFO-Zusatz: Einer für alle 10/S. 58
 Grundlagen MMICs:
 Mit 50 Ohm rein und raus, T. 1 11/S. 58
 TV-Modulator: Privatsender 12/S. 32
 Grundlagen MMICs:
 Mit 50 Ohm rein und raus, T. 2 12/S. 76

Datenübertragung

- V.24-umgesetzt 2/S. 30
 Das neue IC PEDxx:
 Daten-Wechselsprechanlage 7-8/S. 34
 RS-232-C-Schnittstelle:
 Bits im Gänsemarsch 7-8/S. 99
 Netzmodem: Drahtlose Daten 11/S. 26

SVERZEICHNIS

88



Schaltungstechnik/ Bauelemente

LM 169/LM 369:	
Referenzspannungsquellen	1/S. 16
Einchip-Schaltregler-IC LT 1070	3/S. 16
Analog-Multiplizierer: $2 \times 2 \approx 4$	3/S. 50
Analoge Überwachungs-ICs	
MAX690...693 für μ P-Systeme:	
Krisenmanagement:	
Einchip-Schaltregler:	
LT 1070, die Dritte	5/S. 16
Echt Effektivwertmessung:	
Wärme weist den wahren Wert	6/S. 16
Der Schlüssel für intelligente Sensor-Systeme: Solide-State-Drucksensoren	7-8/S. 16
MPX: Gedrückte Spannung	7-8/S. 52
Digitaler Prozessor TSS 400	
für Meßwertaufnehmer	7-8/S. 53
Geschaltete Kapazitätsfilter mit Mikroprozessorschaltungstelle:	
Filtermaxe	9/S. 16
Brückentreiber für Power-MOSFETs:	
Mit wenig Aufwand treiben	9/S. 44
Differenz-Nf-Vorverstärker SSM2016	10/S. 12
Integrierte Niveauschalter U670/U672	
zur Füllstandsüberwachung:	
Naßforscher	11/S. 18
Spannungs/Frequenz-Umsetzer SSM2031	12/S. 12
Controller-ICs für Antriebssysteme	12/S. 40

Steuer- und Antriebstechnik

Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 3	1/S. 64
Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 4	3/S. 56
Meßtechnik: Alles geregelt!	5/S. 20
DC-Motor-Grundlagen: Anker los!	12/S. 44
DC-Motor-Steuerschaltungen:	
Stabil auf Rundkurs	12/S. 48
Universelle getaktete Motorregelung:	
Taktiker	12/S. 56
Industrielle Antriebstechnik:	
Antreiben — Bewegen — Steuern	12/S. 60
Schrittmotoren am PC:	
Schritt-Trigger	12/S. 65

Elektronik fürs Haus

Geiger-Müller-Indikator:	
Strahlenschnüffler	2/S. 50
Passiv-Infrarot-Schalter:	
Body Check, T. 1	5/S. 28
Geiger-Müller-Indikator (Erweiterungen): Nachschlag	5/S. 77
Schaltendes Thermometer: Minimax	6/S. 28
Report: Vorsicht, Radarfalle?	6/S. 32
Passiv-Infrarot-Schalter:	
Body Check, T. 2	6/S. 72
Stereo-IR-Sender/Empfänger:	
Leinen los!	7-8/S. 24
Video-Koperschutz-Filter:	
Rechtspfleger	9/S. 24
FBAS-RGB-Wandler:	
RGB-Pantoffelkino	10/S. 18
Türöffner: Schlüsselerlebnis	11/S. 46
Batterie-Tester: Checkpoint Celly	11/S. 58
Netzmodem: Drahtlose Daten	11/S. 26
Heizungsthermostat:	
Nachts Energie sparen!	12/S. 26
TV-Modulator: Privatsender	12/S. 32
Kurzzeit-Timer	12/S. 78

Reports und Tests

Marktreport Lehrsysteme:	
Know-how zum Anfassen	1/S. 50
GS-Report: Sicher? Sicher!	2/S. 56
Marktreport Lehrsysteme: Noch mehr	3/S. 55
Telefon Report: Schnurlos - nun wie am Schnürchen?	4/S. 32
Meßtechnik: Alles geregelt!	5/S. 20
Satellitenempfang:	
Immer mehr, immer besser	5/S. 56
Berufe: Speaker-Klinik	6/S. 40
Spritzgußplatinen:	
... Wie aus einem Guß	6/S. 60
IC-Herstellung:	
Computer als Maskenbildner	7-8/S. 43
Cockpit-Voicerecording:	
Überlebenskünstler	8/S. 89
Fotoplotter:	
Licht aus, Spot an, Plotter ab	9/S. 32
Satellitenempfang:	
Großes Spektakel vor leeren Rängen	10/S. 24
Schaltungsentflechtung:	
Kleben und kleben lassen	11/S. 30
Marktreport Gehäuse: Kollektion '89	12/S. 14
Industrielle Antriebstechnik:	
Antreiben, Bewegen, Steuern	12/S. 60

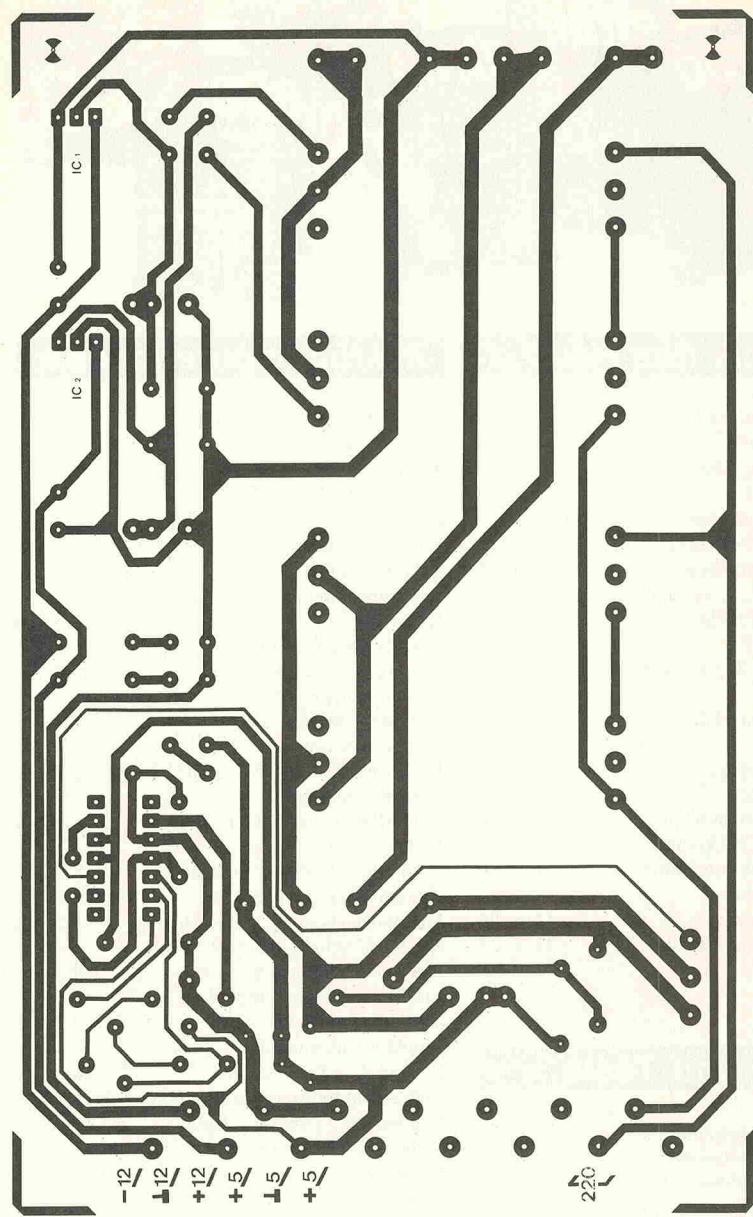
Mikrocomputertechnik

EPROM-Programmiergerät:	
Burn, EPROM burn	1/S. 38
Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 3	1/S. 64
μ Pegelschreiber, T. 4	1/S. 68
Einplatinen-Computer:	
E.M.M.A. T. 1	2/S. 18
Datenübertragung: V.24 - umgesetzt	2/S. 30
E.M.M.A., die Zweite	3/S. 40
Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 4	3/S. 56
Einplatinencomputer:	
Zeit für E.M.M.A., T. 3	4/S. 16
Einplatinencomputer:	
PC an E.M.M.A.: Wie Spät?, T. 4	5/S. 34
Einplatinencomputer:	
E.M.M.A. meets IEC T.5	6/S. 48
IC-Herstellung:	
Computer als Maskenbildner	7-8/S. 43
x/t-Schreiber: Printerface	7-8/S. 56
Meßdatenerfassung: Fehlverhalten	7-8/S. 63
RS-232-C-Schnittstelle:	
Bits im Gänsemarsch	7-8/S. 99
Einplatinencomputer:	
Vermittlung, T. 6	9/S. 67
Einplatinencomputer:	
E.M.M.A.'s little helper	10/S. 34
C64-Sounddigitizer: Audio-Diskette	11/S. 22
Netzmodem: Drahtlose Daten	11/S. 26
Meßdatenerfassung:	
Maß-nahme, T. 1	11/S. 41
Meßdatenerfassung:	
Maß-nahme, T. 2	12/S. 71

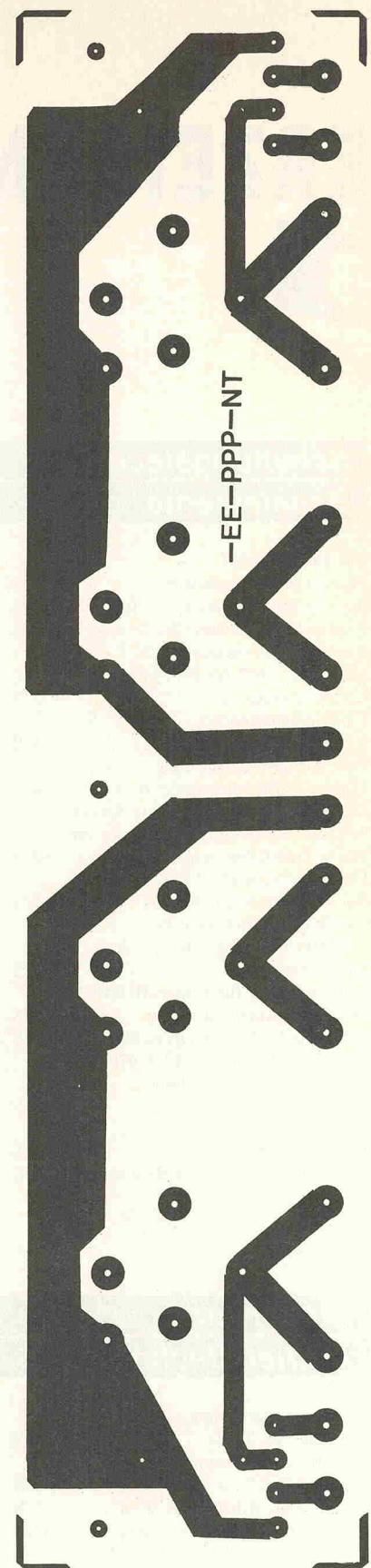
Laborblätter

Analog-Multiplizierer, T. 3	1/S. 57
Analog-Multiplizierer, T. 4	2/S. 60
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 1	2/S. 64
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 2	3/S. 61
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 3	4/S. 65
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 4	5/S. 63
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 5	6/S. 63
Symmetrische Signalübertragung	7-8/S. 107
Kombi-OpAmp LM 10, T. 1	7-8/S. 115
Kombi-OpAmp LM 10, T. 2	9/S. 81
Kombi-OpAmp LM 10, T. 3	10/S. 49
Elektronische Spannungswandler	10/S. 52
Nf-Signalbearbeitung	11/S. 53
PLL-Schaltungstechnik, T. 1	12/S. 85

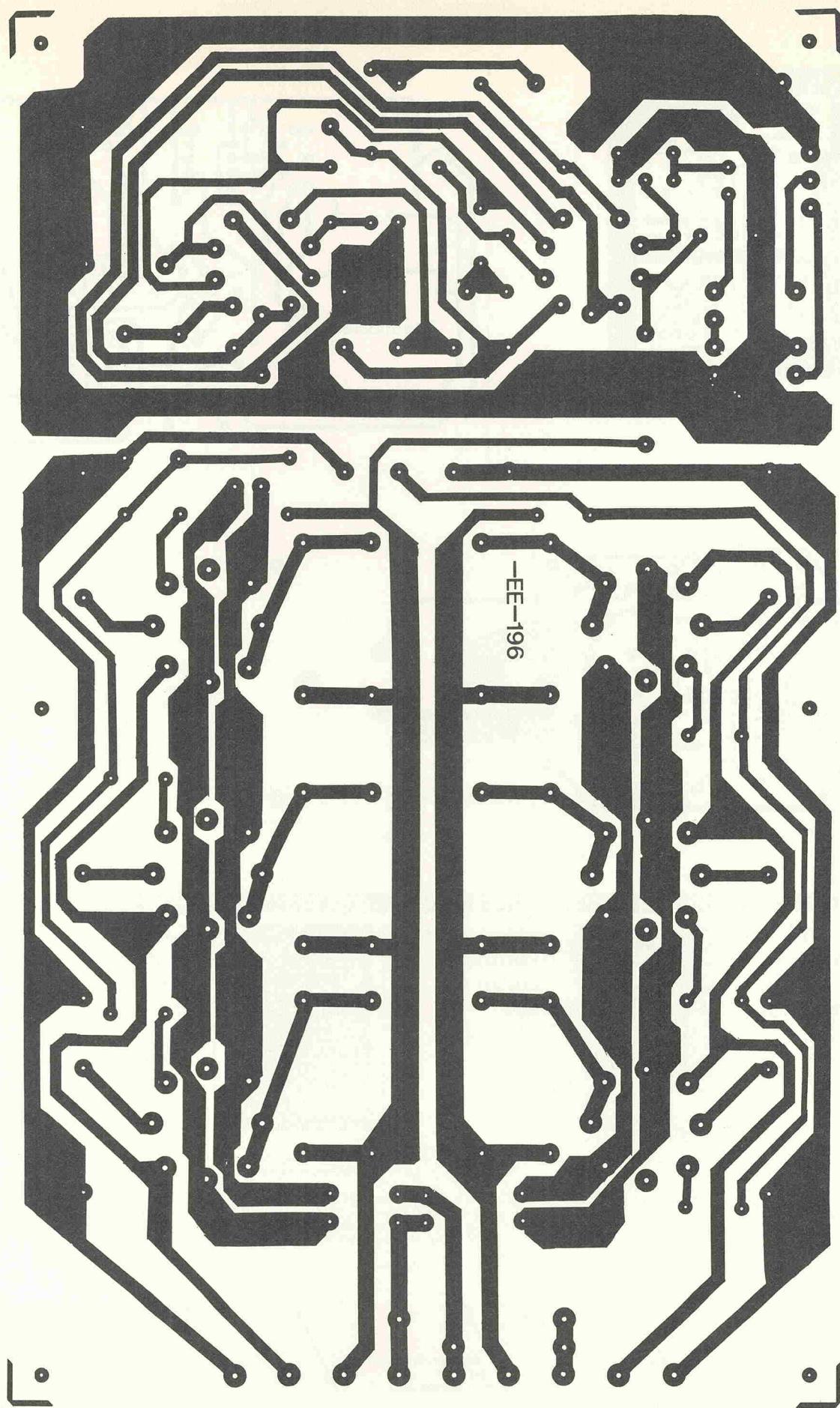
Die Layouts



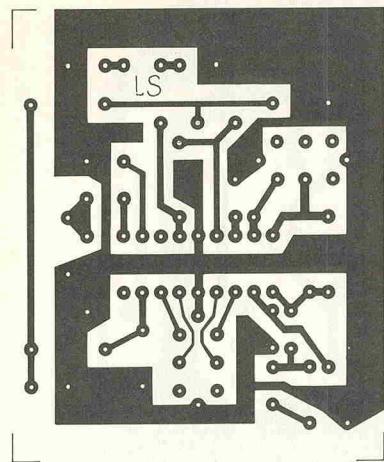
▲ Maß-nahme Netzteil 3er Karte



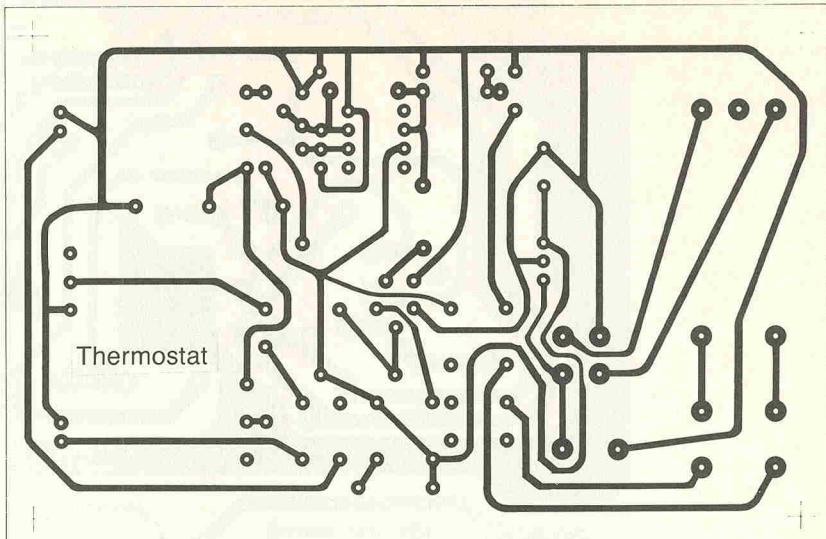
100 W-PPP — Netzteil ▲
— Endstufe ▶



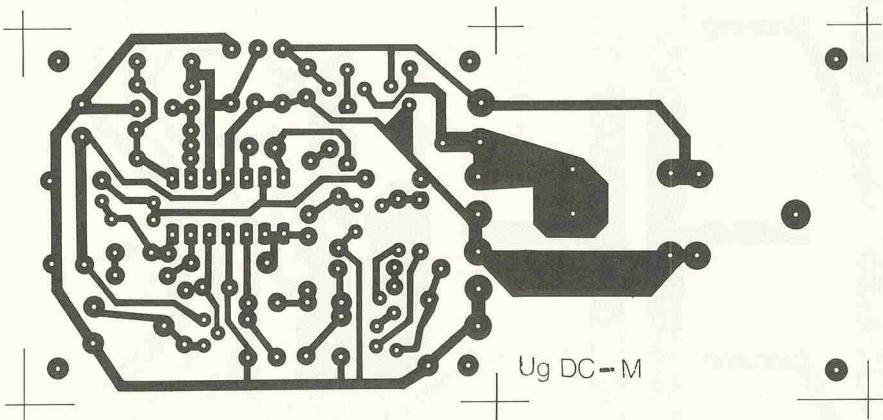
Die Layouts



▲ TV-Modulator



Thermostat mit Nachtabsenkung ▲



Universelle
getaktete
DC-Motor-
steuerung

Kurz und
bündig
aber
umfassend.



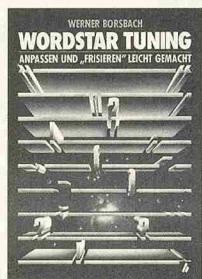
Ein praktischer und leicht
verständlicher Ratgeber für
alle, die sich für F&A interessieren
oder das Programm
bereits einsetzen.
Aus dem Inhalt:
Leistungen im Überblick,
Anleitung zur Datenverwal-
tung und Textverarbeitung,
Befehlsübersichten,
Tasten-Kommandos

COMPUTER-
BUCH

Broschur, 120 Seiten
DM 14,80
ISBN 3-88229-164-8

Offl. 1,3

Bringen Sie
WordStar bei,
das zu tun,
was
SIE wollen.

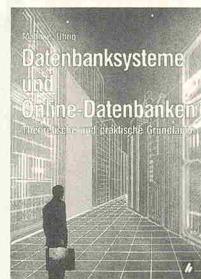


Schon in der zweiten Auflage:
das Standardwerk für das
„Patchen“ von WordStar
unter CP/M wie unter MS-
DOS. Mit kompletter, ausführ-
lich kommentierter Liste aller
Anpassungstellen (Labels)
und ihrer Adressen für die
CP/M-Versionen bis 3.3 und
für die MS-DOS-Versionen
einschließlich 3.45.

COMPUTER-
BUCH

Broschur, 299 Seiten
DM 49,80
ISBN 3-88229-127-3

Information
schafft
Wissens-
vorsprung.



Datenbanksysteme speichern
und verarbeiten Informa-
tionen. Das Buch vermittelt Ein-
blick in die Thematik und
unterstützt Entscheidungen in
allen Wirtschaftsbereichen.
Am Beispiel dBASE III, dem
Marktführer bei PC-Daten-
banksystemen, werden die
dargestellten theoretischen
Aspekte verdeutlicht. Ein
eigener Teil ist dem hochaktu-
uellen Thema „Online-Daten-
banken“ gewidmet.

COMPUTER-
BUCH

Broschur, 173 Seiten
DM 36,80
ISBN 3-88229-133-8



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

Tennert-Elektronik

Ing. Rudolf K. Tennert

* AB LAGER LIEFERBAR
*
* AD-/DA-WANDERER
* CENTRONICS STECKVERBINDER
* C-MODUL-X-45XH-74HCXK
* DIOGEN + DRUCKEN
* DIP-KABELVERBINDER-KABEL
* EINGABETASTEN DIGITAST+
* FEINSICHERUNGSX204-HALTER
* FERNSECH-THYRISTOREN
* HYBRID-VERSTÄRKER STK..
* IC-SOCKEL-TEXTOOL-ZIP+DIP
* KERAMIK-FILTER
* KONDENSATOREN
* KÜHLKÖRPER UND ZUBEHÖR
* LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
* LABOR-SORTIMENTE
* LEITUNGS-TREIBER
* LINEARE-ICS
* LÖTAKTENEN, LÖTSTATIONEN
* LÖTSAUGER, ZINN
* LÖTOSSEN, LÖTSTIFTE +
* EINZELSTECKER DAZU
* MIKROPROZESSOREN UND
* PERIPHERIE-BAUSTEINE
* MINIKOMMUTATOREN
* OPTO-TRILE LED + LCD
* PRINT-RELAYS
* PRINT-TRANSFORMATOREN
* QUARZE + OSZILLATOREN
* SCHALTER+TASTEN
* SCHALT-NEUTZEILE
* SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
* SPEICHER-EPROM/PROM/RAM
* STECKVERBINDER-DIVERSE
* TEMPERATUR-SENSOREN
* TAST-CODIER-SCHALTER
* TRANSISTOREN
* TRIAC-THYRISTOR-DIAC
* TTL-74LS/74AS/74ALS/74FXX
* WIDERSTÄNDE +NETZWERKE
* Z-DIODEN REF.-DIODEN

* KATALOG AUSG. 1988
* MIT STAFFELPREISSEN
* ANFORDERN 176 SEITEN
*>>>> KOSTENLOS <<<<<

7056 Weinstadt-Endersbach
Postfach 2222 · Ziegeleistr. 16
Tel.: (0 71 51) 66 02 33 u. 6 89 50

1,2m Sat-Antenne DM 495
1,5m Sat-Antenne DM 880
1,8m Sat-Antenne DM 1325
Empfangskonverter ab DM 445
Receiver ab DM 498
Sat kompl. Anlagen ab DM 1598
Sat kompl. DNT ab DM 1898
ausserdem alles erdenkliche Zubehör
für Sat-Empfang. Wir führen auch
CB-Funk, Spannungswandler, Netzteile und Bauelemente.
Listen anfordern.

BEREL electronic
Gemeinde Dedingenstr. 23a
6983 Kreuzwertheim
Telefon (0 93 42) 3 89 89

xPlatinen xPlatinen x
CU: 35UHM RM 2,54 STRKKE: 1,5MM
HP=Hartpapier EP=Epoxyd
160X100 LÖTPUNKTE-HP 3,60
200X100 LÖTPUNKTE-HP 4,80
160X100 STREIFENRÄSTER-HP 2,60
200X100 STREIFENRÄSTER-HP 3,10
EIN/DOPPELSEITIG xFOTOBESCH.x
160X100 1-SEIT. HP-FOTO 1,65
160X100 1-SEIT. EP-FOTO 3,20
160X100 2-SEIT. EP-FOTO 3,60
125X125 1-SEIT. HP-CU-PLATTE -,70
160X100 1-SEIT. HP-CU-PLATTE -,70
160X100 1-SEIT. EP-CU-PLATTE 1,50
160X100 2-SEIT. EP-CU-PLATTE 2,10
1N4148 Uni-Dioden(ITT) 100ST. 2,95
UVC3101 mit Datenblatt 66,00
Video-Kopierer L154mNetz. 145,00
LEHMANN INH. GUNTER LEHMANN
Bruchsaler Str. 8 Tel. 0621-
6800 Mannheim 81 896780
NN-Versand + P/V ab DM 15,-. Unser
Elektronik-Katalog - liegt bei
oder anfordern.

 **eMedia GmbH**
SOFTWARE

elrad-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Programm	Datenträger	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Edithen, String suchen, Gem-Oberfläche)
S018-616C	EPROMmer	1/88	Diskette/C 64 (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Datei])
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Datei], Vergleichen zweier Dateien)
S097-5863	μPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 248,- DM
S117-5993	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 98,- DM

elrad-Epoms

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales 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
E.M.M.A.	3/88
	-Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung
E.M.M.A.	4/88
MIDI-Monitor	5/88
Frequenz-Shifter	5/88
Printerface	7-8/88
E.M.M.A.	9/88
	-DCP-Uhr
	-Sin/Cos-Generator
	IEC-Konverter

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten Sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freimuschlags.

Josef's Funkladen

IN H.: JOSEF SCHÖNBERGER

CB-Funk + Zubehör
Import - Export - Versand

Webersberg 2 · 8348 Wittibreut
Tel. 0 85 62/5 82-3

CB-Post zugelassen			
Kaiser KA 9040	329,00	Albrecht 4500 neu	249,00
Kaiser 9015 B	569,00	Zodiak P 2040	429,00
President PC 40	279,00	Stabo XM 3500	273,00
PAN PC 50	299,00	Stabo XM 4000	338,00
PAN PC 505	339,00	Stabo XM 4012	373,00
Albrecht 4200	169,00	Stabo XF 4012	573,00
Albrecht 4300	189,00	Stabo XF 4000	539,00
Albrecht 4400 neu	189,00	Stabo SH 7000	239,00
Team TS 404	159,00	Stabo SH 8000 neu	459,00
Team TRX 404	229,00	Midland 4012	299,00
Zodiak M 244	539,00	DNT Scanner neu	299,00
		DNT Coupe	196,00

Export Scanner Empfänger

Kenpro Amateurfunkgeräte			
TS 7000 144-148 MHz	559,00		
TS 7000 EW -180 MHz	619,00		
CT 1600 144-146 MHz	359,00		
KT 200 EE 144-143 MHz	379,00		
KT 400 E 400-450 MHz	419,00		
FM 240 144-146 MHz	659,00		

Verstärker 144-148 MHz			
AML 125 100 W	298,00		
MH 7 45 W	197,00		

Bitte fordern Sie unseren kostenlosen Katalog über CB-Geräte, Scanner, Telefone, Radios und Zubehör an. Auch Händleranfragen erwünscht.

Das Betreiben von Exportgeräten ist in der BRD und Berlin bei Strafe verboten.

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindungen:

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger
Scherlinstr. 12a, 8900 Augsburg

Tel. (08 21) 59 42 97

Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.

Jeden Samstag Fundgrube mit Bastierraritäten.

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: 0 30/2 61 70 59
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

GEMEINHARDT
LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK

Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42

WAB nur hier 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

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

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 1707

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

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

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

2800 Bremen
Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21/35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo. - Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.
Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.

Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,00

Dietzenbach



- 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. 0 60 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 Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hohenzollernstr. 22
Tel. (02 31) 1 68 63

KELM electronic
& **HOMBERG**

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13
Tel. 02 31/52 73 65

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

4600 Dortmund
Westenhellweg 70, Tel. (02 31) 14 94 22
im Hause „Saturn-Hansa“, Untergeschoß

Düsseldorf

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

4000 Düsseldorf 1
Oststraße 15, Rückseite Kaufhof am Wehrhahn
Tel. (02 11) 35 34 11, Eröffnung Mitte März '88

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: 02 01/2 38 07 3
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

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

6000 Frankfurt
Bornheim, Berger Str. 125-129
Tel. (0 69) 496 06 58, im Hause „Saturn-Hansa“

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

4600 Dortmund
 Westenhellweg 70, Tel. (0231) 149422
 im Hause „Saturn-Hansa“, Untergeschoß

Düsseldorf

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

4000 Düsseldorf 1
 Oststraße 15, Rückseite Kaufhof am Wehrhahn
 Tel. (0211) 353411, Eröffnung Mitte März '88

Duisburg

FUNK-SHOP I. Kunitzki
 Asterlager Str. 98, Telefon 02135/63333
 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: 0201/238073
 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. 0201/234594

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile
 6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6
 Telefon 069/234091, Telex 414061

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

6000 Frankfurt
 Bornheim, Berger Str. 125-129
 Tel. (069) 4960658, im Hause „Saturn-Hansa“

Hannover

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte

3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3-5
 Tel. 0511/442607 · Fax 0511/443629

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

3000 Hannover
 Ihme Fachmarktzentrum 8c · Telefon 0511/449542

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. 040/291721
 4300 Essen 1, Viehofer Str. 38-52, Tel. 0201/238073
 8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel. 089/592128
 8500 Nürnberg 70, Leonhardsstraße 3, Tel. 0911/263280
 Conrad Electronic Center GmbH & Co. in:
 1000 Berlin 30, Kurfürstenstr. 145, Tel. 030/2617059

Kaiserslautern

HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
 Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
 Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

Kassel

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

3500 Kassel 1
 Königstor 52 · Tel. (0561) 779363

Kaufbeuren



JANTSCH-Electronic
 8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
 Porschestr. 26, Tel.: 08341/14267
 Electronic-Bauteile zu
 günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
 Dipl.-Ing.
 Jörg Basseberg
 Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Köln

Auf die richtige
 Verbindung kommt es an!
Pöschmann
 Elektronische Bauelemente
 Friesenpl. 13 · 5000 Köln 1 · Tel.: (0221) 2513 83/73

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

5000 Köln
 Bonner Straße 180 · Telefon 0221/372595

Kusel

ELEKTRONIK SCHNEIDER

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
 Antennen · Rundfunk- u. FS-Ersatzteile
 Tuchrahmstr. 2 · Tel. (06381) 40166

Lünen

KELM electronic
& HOMBERG

4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
 Tel. 02306/61011

Mannheim

ELECTRONIC
VOLKNER
 DER FACHMARKT

6800 Mannheim 1
 L 13 3-4, schräg gegenüber dem Hauptbahnhof
 Tel. (0621) 21510



SCHAPPACH
 ELECTRONIC
 S6, 37
 6800 MANNHEIM 1

Mönchengladbach

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 02161/44421
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 02166/420406

Moers



München

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 089/592128
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 529166 rarin-d
Alles aus einem Haus

Münster

Elektronikladen
Giesler & Danne GmbH
HF-Spezialbauteile
Hammer Str. 157, 4400 Münster
Telefon (0251) 795-125

Anzeigenschluß
für
elrad
2/89
ist am
15. Dezember 1988

Neumünster

Visaton, Lowther, Sinus

Frank von Thun

Johannistr. 7, 2350 Neumünster
Telefon 04321/44827
Neue Straße 8—10, 2390 Flensburg
Telefon 0461/13891



Nürnberg

Radio - TAUBMANN

Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (0911) 224187
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 0911/469224
3500 Nürnberg

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
0441/82114

Elektronik-Fachgeschäft

REICHELT
ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (0441) 13068
Telefax (0441) 13688

Stuttgart

ELECTRONIC

VOLKNER
DER FACHMARKT

7000 Stuttgart
Lautenschlagerstr. 5/Ecke Kronenstr.
Tel. (0711) 290180
(bei Kaufhof — Königstr. — Rückseite)

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft

REICHELT
ELEKTRONIK

MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0441) 26381
Telefax (0441) 27888

Witten



5810 Witten, Bahnhofstraße 71
Tel. 02302/55331

Wuppertal

KI Electronic
Handels GmbH
5600 Wuppertal-Barmen, Höhne 33 — Rolingswerth 11
Telefon 0202/599429

Anzeigenschluß

für

elrad
2/89

ist am

15. Dezember 1988

Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten
**Elektronik—
Spezial—KATALOG**
mit 260 Seiten.

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

C0440

TENROC
PRAZISIONS VOLL —
HARTMETALLBOHRER

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

$\frac{1}{8}$ " SCHAFT
= 3,175 mm
 $1\frac{1}{2}$ " LÄNGE
= 38 mm

DURCHMESSER :
0,6 bis 2 mm $\frac{1}{10}$ mm Abstufung
2,2 bis 2,6 mm, 3,175 mm
PREIS: 4,40/St., ab 10 St. 3,80/St.

FRAGEN SIE BEI HIFI-SPEZIALISTEN
NACH

SIPE

LAUTSPRECHER FÜR DEN PROFI

- INDUSTRIE
- SELBSTBAU
- AUTO-HIFI
- MUSIKER

NEUER KATALOG DM 2,-- BRIEFM.



THE SUPERGATE

NOISEGATE in VCA-TECHNIK

5 μ sec schnell, studiotauglich
kein Knacken und Flattern, Hold, Wait,
Ducking, Keyinput, durchstimmbar
Hoch + Tiefpaßfilter im Steuerweg.
2 Kanäle in 19" 1 HE.

als Bausatz ab 355,— DM
als Fertigerät 898,— DM

Kostenloses Informationsmaterial
im Handel und bei

blue valley Studiotechnik

Saure + Klimm GBR

Germaniastr. 13, 3500 Kassel
Neue Tel. 0561/770427 neue
Updateversion Updateversion

kostenlos!

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)

gleich anfordern bei:
Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand
Postfach 110168, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 07221/2655
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.
Baden-Baden-Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon 07221/26123
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (02361) 26326
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang),
Telefon (0721) 377171



41256-60:33,— DM, 41256-80: 29,— DM, 4164: 2,— DM, 4116 ab 0,40 DM, EPROMs ab 1,— DM, Computerbücher ab 2,— DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, Floppy-Laufwerke ab 30,— DM, MS-DOS 3170,— DM, 100 User-Group-Disketten 200,— DM, Liste 5,— DM in Briefmarken, D & C, PF 100923, 7 Stuttgart 10. [G]

LICHT! LICHT! LICHT! LICHT! LICHT! LICHT! LICHT! PAR 36-Pinspot m. Lampe 36,50; PAR 56-Scheinwerf. m. 300W-Lampe 85,— ab 8 St. 79,—; PAR64-Scheinwerfer m. Reflector u. Lampe 500W 156,—/m. Lampe; PAR64 100W 199,—. Prospekte anfordern!! LICHTTECHNIK FEINER, Bei der Rinnen 9, 8400 Regensburg Tel. 09 41/8 8427 oder 80970. [G]

Mehr als 1000 Worte ...

sagt Ihnen unser neuer Katalog mit über 150 Qualitäts-Bausätzen u. Zubehör.



Senden Sie: DM 2,— in Briefmarken oder Intern. Antwortkarte an:
Diamant-Elektronik · P.O.BOX 1319
2870 Delmenhorst · BRD

ELEKTRONISCHE BAUTEILE ZU SUPER-PREISEN! LISTE GRATIS: KEB-VERSAND/PF: 1002 15/70 16 GERLINGEN. [G]

Wir fertigen Leiterplatten: 5,70 DM bis 100 cm², darüber 4,8 Pf/cm² doppelseitig 10,— DM bis 100 cm², darüber 11,4 Pf/cm², Mengenrabatt ab 600 cm², verzinnen 3,40 DM pr. Plat., Heißverzinnung auf Anfrage, Filme bis 100 cm² 3,50 DM, darüber 3 Pf/cm². Bohrungen ab 3,5 Pf/St. Gottfried Leiterplattentechnik GbR, Dörlchläufigtstr. 1, 1000 Berlin 47, Tel. 030/6 06 95 42 v. 14.00—18.00. [G]

Effektgeräte für Bühne & Studio in Modulbauweise: Limiter, Noisegate, Parametr. EQ, Exciter, Vor-/Mischverstärker, Frequenzweiche u.v.a. Neuheit: Automatic Loudness. Aktivbox AR 212: DIE Kombination aus Hifi-Sound & PA-Power. Infos von MIK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Mörfelden-Walldorf, Tel: 061 05-4 1246. [G]

erlad-Reparatur-Service! Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? Wir helfen! „Die Werkstatt“ für Modellbau und Elektronik. Elektronik-Service, J. Eitge, Zeystraße 14 a, 2300 Kiel 1. Geschäftzeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00. [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 370248, 1000 Berlin 37. [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-Thyristoren/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. 09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalogversand. [G]

PLATINEN => Ilko ★ Tel. 43 43 ★ ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlenweg 20 ★ 6589 BRÜCKEN. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 753 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 07231—24665, Liste gratis. [G]

Traumhafte Oszi.-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, T. 0651/4 82 51. [G]

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih. Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 06152/396 15. [G]

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertiggehäuse, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein), Gutschrift liegt bei. Händleranfragen erwünscht. Tänkle acoustic, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 07681/33 10. [G]

Partner/Techniker für Ton-Anlagen Produktion und Service nach München gesucht. Chiffre: E881202.

Partner/Techniker für Ton- und Lichtenanlagen, Verleih, Einrichtungen und Service in München gesucht. Chiffre: E881203.

SONDERANGEBOTE!! IN4007 100 St. 7,95 * CA3161 + CA3162 10,35. CA3240 2,95. ICL7107 7,95. ICL7650 12,50. LM339 0,45. LM723 0,80. LM3914/15/16 7,25. TDA 2595 5,95. CA3091D 39,50. U664B 8,95. Weitere Angebote in unserer neuen kostenlosen Sonderliste; heute noch anfordern!! R. Rohlederer, Saarbrückener Str. 43, 8500 Nürnberg 50, Tel. 09 11/48 55 61 od. 42 54 14. [G]

Sharp MZ731, incl. Grafikert., Monitor (Zenith grün), zahlreiche Programme, umfangreiche Literatur VB: 800,— (nur kompl.) ab 17 Uhr 0 69/31 82 79.

ELRAD Heft 1/83 — 12/86 zu verkaufen. Tel. 0 44 32/1281 ab 16 Uhr, 2879 Dötlingen.

SCHALTUNGS-ENTWÜRFE/LAYOUT-ERSTELLUNG/PLATINEN-FERTIGUNG MIT BESTÜCKUNG. FRANZ LANG JUN./RASSBACH 6/8391 THYRNAU. [G]

TELE-ART FERNMELDETECHNIK. WIR HABEN ALLES WAS DAS TELEFONIEREN SCHÖNER MACHT. UMFANGREICHER KATALOG FÜR 5 DM. TELE-ART, POSTFACH 1206, 4370 MARL. [G]

OTL Röhren Endstufe Einzelstück Mono 500,— Röhren 2 Weg Weiche 600,—, MC-Vor. 400,— alle ohne Gehäuse, Garantie für Bastler. T. 0 60 84/6 99 17 — 18.00 Uhr.

FAX mit dem Atari-ST * HAMFAX-ST * Sende-Empfangsprogramm f. SW. z.B. Wetterkarte usw. 35,— DM, Konverter dazu 50,— DM, Graustufenkonverter f. 16 Gr.st. 220,— DM. Info bei DD4DZ. 0 23 23/4 34 58. [G]

HF/INF-BAUTEILE-RÖHREN-19" Gehäuse-MESSGERÄTE u.v.m. finden Sie in unserer LISTE 4/88. WPC Handels-GmbH, Kreuzerweg 2, 8 München 82, Tel. 0 89/42 25 50, Tx 5 84 24 wpcd. [G]

Suche Fischertechnik Elektronik. Sven Neelsen, Zypressenstr. 53, 2970 Emden 0 49 21/55 58 25.

Telefonideen? Die haben wir! Garfield, Piano, Acryl, Neon und Komfort. Tel. Wählcomputer, Baby-Sitter, u.v.m. Anrufbeantworter mit FTZ ab 379 DM. Gratisprospekt! Saathoff Elektronik GbR, Friedrich-Rückert-Str. 7, 2970 Emden. Tel: 0 49 21/4745 (24 Std.). [G]

QUADRO-AKTION fragt: Wer gibt sich schon mit einem Gewürz zufrieden? Auch unsere 2 Ohren können viel mehr „schmecken“, als nur die beiden Stereokanäle. Warum mit Quadro das Hören erst richtig anfängt, erfahren Sie mit unserem Info von Postfach 61 04 11, 2000 Hamburg 61. [G]

Video-Kopierschutz-Killer auch als Überspielverstärker zu verwenden VCD 1000 245,— DM. 02 11/76 24 54.

SUCHE PARTNER FÜR FERTIGUNG UND MARKETING MEINER INTELLIGENTEN FAHRRAD-STANDLICHT-SCHALTUNG. ZUSCHRIFTEN UNTER CHIFFRE NR.: E881201.

Jetzt Bauteile-Katalog anfordern! Postkarte genügt! Katalog kostenlos bei: Peter Radtke, Elektronikvertrieb, PF 16 44, D-4030 Ratingen 1. [G]

Ständig gebrauchte generalüberholte Meßgeräte z. v. Liste. Tel. 0 95 45/75 23. [G]

LAYOUT-ST Platinenzeichenprogramm für ATARI ST-Rechner 149,— DM, Demo 15,— DM Wischolek-Computertechnik. TEL. 0 20 45/8 16 38. [G]

Podszus-Görlich Lautsprecher Studio — Selbstbau ohne Kompromisse mit Podszus-Görlich und Shacman Elektrostaten! R. Gemein & Th. Kurtz, Baustr. 45, 41 Duisburg 12, 02 03/43 89 12. Di.—Do. 15.00—18.00 Uhr. Vorführung nach Terminabsprache. [G]

41256—60:33,— DM, 41256—80: 29,— DM, 4164: 2,— DM, 4116 ab 0,40 DM, EPROMs ab 1,— DM, Computerbücher ab 2,— DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, Floppy-Laufwerke ab 30,— DM, MS-DOS 3170,— DM, 100 User-Group-Disketten 200,— DM, Liste 5,— DM in Briefmarken, D & C, PF 100923, 7 Stuttgart 10. [G]

sharp-PC-4502 = 2298,— sharp-PC-4521 = 4 249,—, 2 floppy 720KB, unt. + 20MB. tel. 0 52 23/4 31 04. [G]

SUCHE BÖHM-BENJAMIN auch defekt. Tel. 07 11/68 28 76.

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Industrie-Restposten. Karte genügt! DJ-Electronic, Abt. 52 13, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

Computer Farbmonitore f. IBM/PC, XT, AT etc.: OEM Professional Graphics Display + Controller Board: DM 1 450,— + MWSt. Import + Verkauf: WALTER-BERN-GmbH., Postfach 80 20 40, 8000 München 80, Tel: 0 89/40 05 46. [G]

DER VERSUCH IST ES WERT! MC-FARLOW!! Chassis & Zubehör ... Gesamt-LS-Prospekt mit Bauheft gegen 5 DM v. Hödtke-Elektr., D-5608 Radevormwald, Postfach 13 02, Tel: 02 02/60 35 77 auch Sa/So v. 9.30—20.00 Uhr. [G]

Verkaufe GM-Zählrohr, Solarpannel 12V, 7W, 2m-Endstufe 2—34W, 12V, Funkalarmanlage FTZ-Nr. Allesregler 220V, AC, BA, Doppel-Dreiklanggong Super-Sound, div. Reedrelais, Hochspannungsdioden, Kondens. Hofmann, Tel. 06 21/74 43 01. [G]

MONACOR-KATALOG 88/89! 390 Seiten — vom Autolautsprecher bis zur Zange. Der Preis: DM 20,— (Schein) — der Betr. wird gutgeschrieben. Bestellen Sie noch heute — Wo? Natürlich bei REKON elektronik, PF 15 33, 7880 Bad Säckingen. [G]

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazin + Behälter. Akt. Liste anfordern LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schafftdurchmesser 3,175 mm (1/8") Ø 0,2—0,5 mm 7,— DM/St. ab 10 St 6,— DM/St; Ø 0,6—3,175 mm 4,— DM/St. ab 10 St 3,50 DM/St. Versand per Nachnahme, zzgl Porto u. 14 % Mwst. Fa. TECHNOTROL, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel.: 0 67 33/55 54, Fax: 0 67 33/66 68. [G]

POWER NETZTEIL TRANSISTOR MJ 11029, 100 Amp. Puls 50 Amp. Dauer mit Datenbl. u. Aufbauvorsch. (regelbar + Strombegr.) 11,90 DM. Tel. 0 75 67—294.

VIDEO-Mischpult 3-Kanal, Rowi VTM-1 (=GSE VMC-1) DM 2400,— + MwSt. Garantie 6 Monate. Telefon 0 52 53/25 66.

RESTPOSTEN SONDERANGEBOT Ständig neue Angebote an Halbleitern, IC, C, R, Transistoren, LS u. komplett aufgebauten Bausteinen! SCHNUPPERANGEBOTE MIT SONDERLISTE!

*STEREOPOLYVERST. Netzt. Tr. MM ua. Eing. Pot. Wahlschalt. Sicher. Kühlk. STK 437 (Art. 18) DM 18,50. UHRENMODUL im Geh. 220V/50Hz 4+ 16 mm LED, versch. Schaltf. Schalter, Summer (Art. 801) DM 9,50. Lfg. solange Vorrat; NN-Vers. Pausch. DM 5,— LKE/II. KUROPKA. Im Sp.-feld 66, 5205 St. AUGUSTIN 1, Mo.—Fr. 08.00—10.00 u. 15.00—19.00, T: 0 22 41/22 29. [G]

NEU Achtung an alle Bastler! Wie lange warten Sie auf Ihre Bestellung, 8 Tage, 14 Tage oder gar länger? — Haben Sie dies nicht satt! — Was halten Sie davon, Ihre Bestellung schneller, preiswert zu bekommen! In 4 Tagen — da staunen Sie was! WO? bei HKtronics fordern Sie unsere TOP-Liste an. HKarre Electronic Schnellversand, Postf. 53, 7409 Düsseldorf-gen. [G]

Verk. Computer Taylorix-System 7 mit Monitor, 2 Floppies 8", Drucker, Tastatur, Programmdisketten für 100 DM. Herbert Bachmayr, Friedhofstr. 8, 8881 Zusamaltheim (0 82 72/23 09).

Achtung Bastler! Sortiment, Widerst., Taster, IC's, Kondens., Potis, Schalter, Zifferanzeigen, Stecker, Buchsen, Platinen, Dioden ca. 400 Teile nur DM 39,50 per Nachnahme. Theuner Electronic, Tel. 0 21 11/76 24 54, Dabringhauserstr. 20, 4000 Düsseldorf 13. [G]

VIDEOSPEZIALIST

Video-Service Teile für VHS- und Betamax-Systeme

Verkaufen Videokopfscheiben, Andrukrollen, Riemensatz zwischen Rad und Rutschkupplung.

Wir sind sehr preisgünstig für Groß- und Einzelhandel. Katalog kostenlos anfordern.

VIDEOSPEZIALIST

Krummenackerstr. 125

7300 ESSLINGEN

Tel. 0711/3 70 00 85 ab 16 Uhr
Fax. 0711/3 70 26 81

7805/06 usw.	0.55
CA 3130	2.22
CA 3140	1.39
IC 2000	0.37
ICL 7107	7.97
ICL 7126	9.34
ICL 7135	22.01
ICM 7555	0.88
LF 356	1.17
FL 357	1.92
LM 311	0.47
LN 338/393	0.47
LM 340	0.47
LM 3914	7.51
MC 1498/1489	0.50
NE 555	0.43
NE 556	0.74
NE 567	1.08
OP 07	3.81
OP 50	25.38
OP 227	29.61
RC 4505	0.84
SAL 141	6.03
TC 985	1.43
TKA 1015	3.72
TL 71/81	0.59
TL 72	0.67
TL 74/84	0.91
TL 82	0.65
TL 430	1.12
TL 497	4.66
TLC 274	3.88
µA 723	0.59
µA 747	0.91

KATALOG '89

Bausätze, Meßtechnik, Module von LC-Electronic sind in einem farbigen Katalog zusammenge stellt, den wir Ihnen auf Wunsch

Dies ist nur ein kleiner Teil des riesigen Angebotes, was Ihnen ab sofort im neuen Katalog '89 zur Verfügung steht. Für Großabnehmer ist der Katalog mit Staffelpreisen versehen, was auch dem Hobby-Elektroniker viele Möglichkeiten bietet. Den Katalog '89 schicken wir Ihnen kostenlos, auf Wunsch erhalten Sie ebenfalls kostenlos den farbigen Bausatzkatalog (links).

elpro H. Wirag Elektronik
Vertrieb elektr. Bauelemente
Am Kreuzer 13 · 6105 Ober-Ramstadt 2
06154/52336 (nachts Anrufbeantworter.)

4000/25/69/70/71/77	0.39
4001/16/16/16	0.31
4002/07/11/12/23	0.38
60/70/75/81/81/82	0.36
4005/14/16/0	0.79
4008	0.87
4009/16/6/6	0.47
4010	0.52
4013	0.43
4015/18	0.73
4017/21/22/29/48	0.72
4019	0.55
4024/23/42/42	0.59
4026/33/45/54/95/96	1.30
4027/49/93	0.40
4030	0.33
4031	0.99
4032/35/38/76/94	0.88
4034	2.03
4040/51/52	0.68
4043/53/45/02/03	0.80
4044	0.74
4045	1.03
4050	0.47
4055/63/69/98/99	1.05
4059	7.74
4067/97/45/08	4.06
4072	0.38
4085/45/01	0.60
4086	1.17
4089	1.08
4504	2.60
4510/12	0.72

LAUTSPRECHER LEERGEHÄUSE für den High End Bereich

HÄNDLER/HERSTELLER
bitte Unterlagen anfordern

WIEMANN
ELEKTROAKUSTIK
EIMTERSTR. 115
4900 HERFORD
Tel. 05221/61155

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	34	Gottfried, Berlin	95	plus electronic, Isernhagen	34
Andy's, Bremen	41	Hados, Bruchsal	89	POP, Erkrath	81
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	89	Haubold, Birkenkau	79	Putzke, Laatzen	29
Audax-Proraum, Bad Oeynhausen	13	Heck, Oberbettingen	13	Reichelt, Wilhelmshaven	30, 31
AUDIO ELECTRIC, Markdorf	95	heho, Biberach	Umschlagseite 2	RIM, München	Umschlagseite 3
Audio Work Shop Raphael, Gladbeck	13	Heiland, Warendorf	9	SALHÖFER, Kulmbach	99
Beifuß Elektronik, Frankfurt	7	hifisound, Münster	9	Simons, Bedburg	19, 81
Berel electronic, Kreuzwertheim	96	HIGH-TECH, Dortmund	9	Singer, Aachen	89
blue valley, Kassel	99	ilko electronic, Brücken	9	SOUND-EQUIPMENT, Bochum	19
Bühler, Baden-Baden	79	Inst. f. explorative Datenanalyse, Hamburg	89	Soundlight, Hannover	13
Burmester, Rödinghausen	Umschlagseite 3	Interest-Verlag, Kissingen	55	Space-Tronic, Stommeln	34
Chasseur, Bad Pyrmont	7	Isert, Eiterfeld	Umschlagseite 4	Späth, Holzheim	99
Chemitec GmbH, Westerburg	95	JOKER-HiFi-Speakers, München	9	SPV Electronic, Nürnberg	95
Delta Sound, Ahlen	7	Josef's Funkladen, Wittibreut	96	SÜSSCO, Hamburg	95
Diamant, Delmenhorst	100	Keser, Esslingen	101	Schaffer, Pfarrkirchen	43
Diesseldorf, Minden	7	M. KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen	29	Scheicher, München	29
Doepfer, Gräfelfing	79	Köster, Göppingen, Göppingen	7	Scherm Elektronik, Fürth	13
DRAU Electronic, Villach	84	Kugler, Gerstetten	80	Schuberth, Münchberg	34
Eggemann, Neuenkirchen	89	LEHMANN-Elektronik, Mannheim	96	Schuro, Kassel	79
Elcal-Systems, Burladingen	39	LSV, Hamburg	80	Stippler, Bissingen	34
Electronic am Wall, Dortmund	13	Meyer, Baden-Baden	99	STRAUB, Stuttgart	80
Elektor Verlag, Aachen	83	Moll, Lübeck	84	Tennert, Weinstadt-Endersbach	96
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg	84	MONARCH, Bremen	79	Thyron, Bielefeld	19
Elektronik-Versand, Neustadt	9	Müller, Stemwede	89	T.I.T. Häussler, München	9
elpro, Ober-Ramstadt	101	Müller, Dr., Bonn	81	VISATON, Haan	24
EMCO Maier, Siegsdorf	50	Müller, Oer-Erkenschwick	95	WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	33
eMedia, Hannover	84, 96	MWC, Alfter	25	Wiemann, Herford	101
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	7	Natek, Blaustein	79	Wirth, Isernhagen	99
FÖÖN, Solingen	9	Oberhage, Starnberg	79	Zeck Music, Waldkirch	19
GDG, Münster	34	Omny Ray, Nettetal	41		
Geist, VS-Schwenningen	95				
Gerth, Berlin	41				

Impressum:

erlad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

Helstorfer Straße 7
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telex: 923173 heise d
Telefax: 0511/53 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. (0511) 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, Peter Röbke-Doerr, Hartmut Rogge
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionsssekretariat: Lothar Segner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.)
Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger
Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telex: 923173 heise d
Telefax: 0511/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen, Pia Ludwig, Brigitte Wendelborg

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10 vom 1. Januar 1988

Vertriebsleitung: Wolfgang Bornschein

Herstellung: Heiner Niens

Satz:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (0511) 708370

Druck:

C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (05151) 200-0

erlad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (6S 58,-/sfr 6,80)

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 5707

D-6200 Wiesbaden

Ruf (06121) 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 Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorararbeiten gehen in das Verfügungssrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erlöst der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in erlad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1988 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

ISSN 0170-1827

Titelidee: erlad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

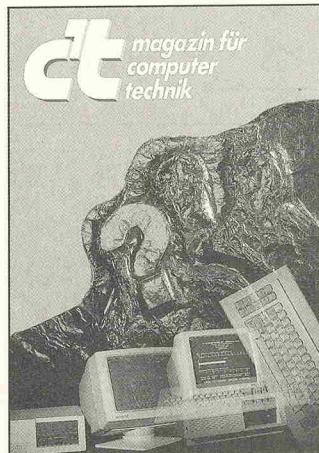
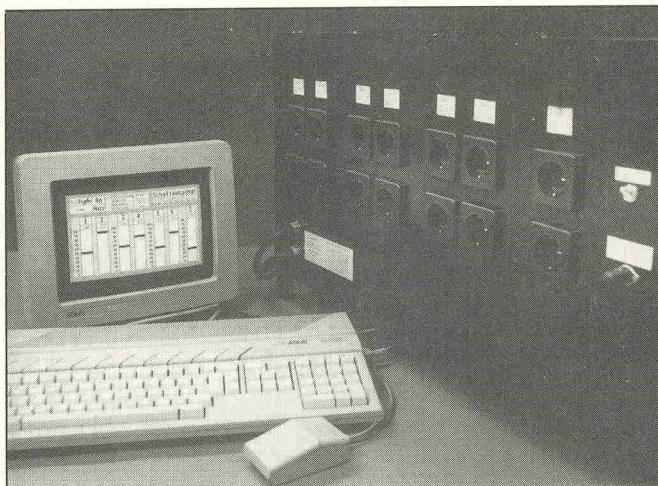
Heft 1/89

erscheint

am 16. 12. 1988

Herr über 21 000 Watt

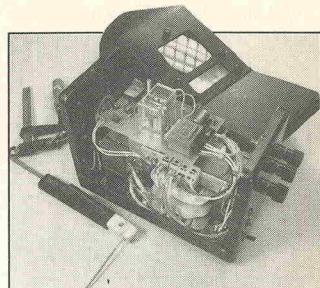
Und der Atari sprach: Es werde Licht. Und es ward Licht. 21 000 Watt, verteilt auf 6 Kanäle, gesteuert über MIDI. Das rückt einiges ins rechte Licht. Aber nicht nur die technischen Daten sind blendend. Reproduzierbarkeit, Bedienungsfreundlichkeit und Übersichtlichkeit gestatten eine kreative Lichtregie. Der Lichtblick steht im nächsten Heft.



Das Fest der Geschenke naht, und die Flut der PCs in den Schaufenstern wird unüber-schaubar. Hilfreich ist da ein Leitfaden zum Vergleich der Angebote mitsamt Checkliste für den AT-Kauf und einer Abschätzung, ob es ein XT oder PC nicht auch tut.

EMV

Über Funktionsstörungen bei Computern, Herzschrittmachern, Kfz-Elektronik und Flugsicherungsanlagen berichtet die Presse meistens recht spektakulär. Was bei numerisch gesteuerten Maschinen, in der Prozeßleittechnik, bei CAD und CAM, in der Daten-, Nachrichten- und Meßtechnik manchmal so passiert, bleibt meistens verborgen. Solche Störungen werden oft von äußerer elektromagnetischer Strahlung verursacht, aber oft stören sich Baugruppen eines Geräts oder einer Anlage untereinander: Ihnen fehlt die Elektromagnetische Verträglichkeit.

**Der Schweißer...**

... kommt. Nur, wie das bei Handwerkern so ist: Man weiß nie, wann. Der für diese Ausgabe angekündigte E-Schweißer kommt, technisch bedingt, einen Monat später. Wer ihn erwartet, wird ihn erkennen — siehe Foto.

Ohne Mathe bald matt

Wenn es etwas tiefer ins 'Eingemachte' geht, wenn reiner Empirismus nicht mehr zum Ziel führt, wenn die Methode 'Versuch & Irrtum' zu oft zum Irrtum führt... dann geht es manchmal eben doch nicht mehr ohne Mathematik.

elrad-Autor Franz-Peter Zantis wird diese Wissenschaft, die für den Elektroniker letztendlich die wichtigste Hilfswissenschaft ist, verständlich und praxisgerecht aufarbeiten.

c't 12/88 — jetzt am Kiosk

Prüfstand: CAD für Elektroniker ★ Projekt: Preiswerte Zweitplatte für den Atari ST ★ Programm: Spline-Funktionen in Theorie und Praxis ★ PC-Bausteine-Serie: CMOS-RAM und die Echtzeituhr ★ Prüfstand: Großer AT-Vergleichstest mit Tips, worauf beim Kauf zu achten ist ★ Software-Know-how: Beschleunigte EGA-Karte ★ u.v.a.m.

c't 1/89 — ab 9. Dezember am Kiosk

Projekt: Transputer-Linkadapter für Atari ST ★ Programm: Berechnung eines Raumflugs zum Mars ★ Grundlagen: Übertragungsmethoden von High-Speed-Modems — Pipelining-Verarbeitung in Prozessoren ★ Software-Know-how: Zeichenfonds unter DOS 3.3 und OS/2 ★ Jahresinhaltsverzeichnis 1988 ★ u.v.a.m.

Input 11/88 — jetzt am Kiosk

INPUTText, eine Textverarbeitung der Extraklasse ★ Der C64 als Synthesizer inklusive Rhythmus-Automat ★ Mehrwertsteuer, Umsatzsteuer, Prozentrechnung — Nico erklärt die Prozentrechnung ★ Land of magic Monarchy — Besiegen Sie den mächtigen Magier Wuffelant ★ Konjugat: die Beugungen des Lateinischen ★ 64er Tips ★ u.v.a.m.

Input 12/88 — ab 2. Dezember am Kiosk

INPUTPaint — Ein Malprogramm für HiRes- und Multicolor ★ Konvertierung unterschiedlicher Dateien mit File-Filter ★ Nico beschäftigt sich mit Zinsrechnung ★ UniDat II — Dateiverwaltung mit gesamtem Input64-Inhaltsverzeichnis ★ 64er Tips ★ Spiele ★ u.v.a.m.

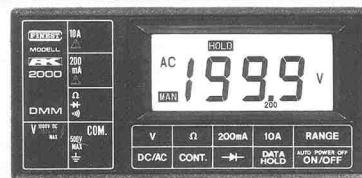
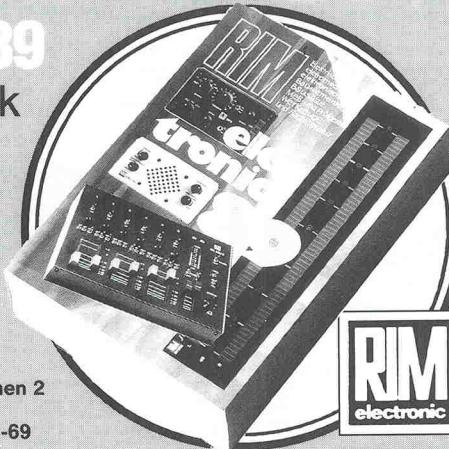
RIM electronic 89

Kompaß der Elektronik

Völlig neu überarbeitete Ausgabe, über 1280 Seiten stark! Mit umfangreichem techn. Buchteil mit zahlreichen Schaltungen, Plänen, Skizzen und Techno-Infos made by RIM und einem extrem breiten Elektronik-Angebot mit über 70 Warengruppen. Bestell-Nr. für das Jahrbuch 05-90-011.

Schutzgebühr 16,- DM. Bei Versand: Vorkasse Inland 19,- DM (inkl. Porto), Postgiro-Konto München, Nr. 244822-802. Nachnahme Inland 22,20 DM (inkl. NN-Gebühr).

RADIO-RIM GmbH, Bayerstr. 25, 8000 München 2
Postfach 202026, Telefon (089) 5517020
Telex 529166 rarim d, Telefax (089) 551702-69



Stellen Sie Ansprüche:

Super-Jumbo-Display
Unempfindliche
Sensortasten
Meßwertspeicher

Automatik-Aus
Überlast-Totalschutz
und noch so
manches mehr

AK-2000-Multimeter

gut wie die Besten, professionell und preiswert.
Kompl. mit 1 Paar Sicherheitsmeßkabel, 1 Batterie,
Bedienungsanleitung.
Best.-Nr. 41-23-085

DM 98,50

Halogenlicht-Transformatoren

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



Ringkern-Lichttransformatoren
Ausführung LT, im Becher
vergossen, Lizenzen primär und
sekundär, mit und ohne zer-
störungsfreiem Temperaturschutz

Ausführung ohne Temperaturschutz		
LTB 10	50 VA	81x39 mm 0,7 kg
LTB 20	100 VA	104x44 mm 1,4 kg
LTB 30	200 VA	125x53 mm 2,6 kg
LTB 40	300 VA	125x65 mm 3,2 kg
		45,90 DM
		58,90 DM
		76,80 DM
		89,90 DM

Ausführung mit Temperaturschutz		
LTB 11	50 VA	81x39 mm 0,7 kg
LTB 22	100 VA	104x44 mm 1,4 kg
LTB 33	200 VA	125x53 mm 2,6 kg
LTB 44	300 VA	125x65 mm 3,2 kg
		55,50 DM
		68,50 DM
		86,40 DM
		99,50 DM

Ringkern-Lichttransformatoren
Ausführung LT, vergossenes
Mittelholz mit Zentralbohrung,
Lizenzen primär und sekundär,
durchschlagsfeste Abdeckhülle



LT 50	50 VA	75x36 mm	0,6 kg
LT 60	100 VA	95x39 mm	1,2 kg
LT 70	200 VA	116x50 mm	2,4 kg
LT 80	300 VA	118x56 mm	2,9 kg
		42,90 DM	
		55,80 DM	
		72,50 DM	
		84,90 DM	

Mantelkern-Lichttransformatoren
Ausführung LT, gekapselte Wick-
lung, primär Lizenzen – sekundär,
6,3 mm-Flachstecker, tauchim-
prägniert und ofengetrocknet



LTM 51	50 VA	74x 80x65 mm	1,5 kg
LTM 52	100 VA	85x 91x64 mm	2,5 kg
LTM 53	200 VA	114x123x74 mm	3,8 kg
LTM 54	300 VA	114x123x91 mm	5,2 kg
		36,50 DM	
		49,50 DM	
		64,90 DM	
		81,50 DM	

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

FA-Rechteck-Wechselrichter

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

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

Weitere technische Angaben siehe Liste

Betriebsbereiter offener Baustein:
FA 5 F 12V oder 24V – 200VA ... 210,50 DM
FA 7 F 12V oder 24V – 400VA ... 289,30 DM
FA 9 F 12V oder 24V – 600VA ... 384,50 DM

Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit
Steckdose, Polklemmen und Schalter:
FA 5 G 12V oder 24V – 200VA ... 282,70 DM
FA 7 G 12V oder 24V – 400VA ... 352,70 DM
FA 9 G 12V oder 24V – 600VA ... 429,00 DM

Batterieladegeräte der Spitzenklasse

autom. Ladespansungsüberwachung durch IC-Steuerung ● spezielle Trafo-Drossel-
Kombination für optimale Ladestromregelung ● dauerkerzschlußfest ● Ladestrom-
regelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladezustand der Batterie und der
versorgenden Netzspannung ● minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleich-
richter ● zwei Ladestufen: 2/20A bzw. 5/50A ● optische Ladestandsanzeige.

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

Becher-Elkos mit Gewindestöpseln – aus laufender Fertigung

EBLF 400	4700 μ F	63 V	1-4 Stück	8,60 DM	ab 5 Stück	7,60 DM
EBLF 500	10000 μ F	63 V	1-4 Stück	16,50 DM	ab 5 Stück	14,00 DM
EBLF 600	10000 μ F	80 V	1-4 Stück	18,80 DM	ab 5 Stück	16,80 DM
EBLF 700	10000 μ F	100 V	1-4 Stück	31,90 DM	ab 5 Stück	28,50 DM
Metall-Brückengleichrichter				6,50 DM	BG 8 40V 50 A	9,80 DM
				7,90 DM	BG 9 250 V 25 A	7,90 DM

Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat – Industriequalität
kompakt, steuarm, für alle Anwendungen

42 VA	... 21,40 DM	76 VA	... 31,50 DM	
601 2x 6V 2x3,5A		702 2x12V 2x3,2A		
602 2x 6V 2x3,5A		703 2x12V 2x3,2A		
603 2x15V 2x1,4A		704 2x18V 2x2,2A		
604 2x18V 2x1,2A		705 2x24V 2x1,6A		



Netz-Trenn-Transformatoren

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

940 150 VA ... 45,60 DM

940 260 VA ... 61,90 DM

1240 600 VA ... 95,80 DM

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

2250 260 VA ... 61,90 DM

2400 400 VA ... 79,40 DM

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

2250 260 VA ... 61,90 DM

2400 400 VA ... 79,40 DM



Transformer-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Transformer maßgeschneidert.

Sonderanfertigungen aller aufgeführten Leistungsklassen erhalten Sie mit

Spannungen Ihrer Wahl!

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V,

380V oder Spannungen nach Ihrer Wahl.

Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen von 1,00V – bei einer Stromstärke von max. 0,50 A,

oder Spannungen ab 2000V bis zu 2000V erhalten Sie aufgrund des notwendigen erhöhten Isolationsaufwandes

den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsberechnung, einbeziehen.

Beispiel: 400V x 0,50A = 200A x 1,25 = 25 V.

Bestellbeispiel: gewünschte Spannung: 2x21V x 2,5A,

Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA – passender Trafo = Typ 850

Typ 850 42 VA ... 22,90 DM

Typ 850 76 VA ... 36,60 DM

Typ 850 125 VA ... 42,50 DM

Typ 900 190 VA ... 57,40 DM

Typ 950 250 VA ... 67,60 DM

Typ 1140 400 VA ... 92,60 DM

Im angegebenen Preis sind eine Eingangsspannung 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 ofengetrocknet geliefert. Anschlußklemmen entsprechen Industrie-Ausführung.

Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2-3 Wochen.

Ringkerstransformatoren 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 2x3,4A		R 12015 2x15V 2x4A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46mm	R 12020 2x20V 2x3,0A	95x48mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80kg	R 12024 2x24V 2x2,5A	115x54mm
R 8024 2x24V 2x1,7A		R 12030 2x30V 2x2,0A	130kg

170 VA	... 57,90 DM	250 VA	... 66,90 DM
R 17012 2x12V 2x7,1A		R 25012 2x12V 2x10,4A	
R 17015 2x15V 2x7,1A		R 25018 2x18V 2x7,0A	
R 17020 2x20V 2x3,4A	98x50mm	R 25024 2x24V 2x5,2A	115x54mm
R 17024 2x24V 2x3,6A	1,60kg	R 25030 2x30V 2x2,8A	120x60mm

R 17030 2x30V 2x2,7A	1,60kg	R 25036 2x36V 2x3,5A	134x64mm
R 17034 2x32V 2x2,7A	1,60kg	R 25042 2x40V 2x3,5A	140x72mm
R 17038 2x38V 2x4,5A	1,60kg	R 25048 2x42V 2x4,10kg	170x72mm
R 17042 2x42V 2x4,7A	1,60kg	R 25054 2x48V 2x4,7A	179x72mm
R 17050 2x50V 2x1,0A	6,00 kg	R 25060 2x60V 2x 9,2A	190x72mm

Ringkerstransformatoren Baureihe „LN“

Ringkerstransformatoren sind ab sofort auch als „LN-Typen“ lieferbar.
Ein spezielles Herstellungsverfahren garantiert extrem geringes Streufeld und minimale Geräuschemission.

Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- u. Endverstärker

100 VA	... 59,- DM	200 VA	... 79,- DM
LN 10012 2x12V 2x4A		LN 20024 2x24V 2x4A	
LN 10015 2x15V 2x3,3A	98x50mm	LN 20030 2x30V 2x2,8A	118x54mm
LN 10024 2x24V 2x2,1A	1,60kg	LN 20036 2x36V 2x2,8A	2,80kg

400 VA	... 129,- DM	900 VA	... 179,- DM
LN 40030 2x30V 2x 6,7A		LN 90042 2x42V 2x10,7A	
LN 40038 2x36V 2x 5,3A	139x69mm	LN 90048 2x48V 2x 10,7A	170x72mm
LN 40042 2x42V 2x 4,8A	4,10kg	LN 90054 2x54V 2x 8,3A	6,0kg

Ringkerstransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerstrafos maßgeschneidert.

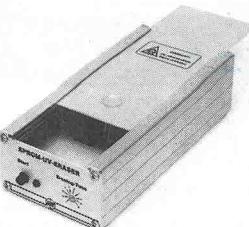
Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit

Spannungen Ihrer Wahl!

Mögliche Eingangsspannungen: 2

isel-Eeprom-UV-Löscherger 1 DM 89.-

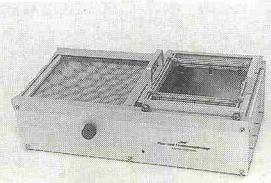
- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löschschlitz, L 85 x B 15 mm, mit Auflegeblech für Eproms
- UV-Lösclampe, 4 W, Löszeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 5 Eproms

**isel-Eeprom-UV-Löscherger 2 (o. Abb.) DM 248.-**

- Alu-Gehäuse, L 200 x B 220 x H 155 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflegeblech
- Vier UV-Lösclampe, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 48 Eproms

isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 396.-

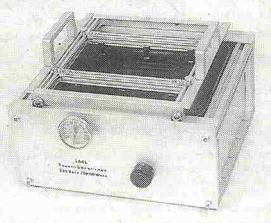
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 1550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumfluxer, Flüssigkeitsaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

**isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45.-**

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Verzinnungs- und Lötanlage DM 340.-

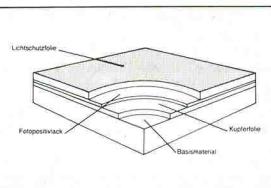
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, tefloniert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

**isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 45.-**

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferbeschichtetes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. gav. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanzt- u. schneidbar

**Perfix FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie**

Perfix 100 x 150 DM 1.55 Perfix 200 x 300 DM 5.80

Perfix 180 x 233 DM 3.40 Perfix 300 x 400 DM 11.65

Epoxid FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

Epoxid 100 x 150 DM 2.95 Epoxid 200 x 300 DM 11.20

Epoxid 180 x 233 DM 6.00 Epoxid 300 x 400 DM 22.30

Epoxid FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

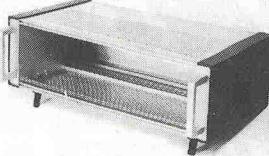
Epoxid 100 x 150 DM 3.55 Epoxid 200 x 300 DM 13.30

Epoxid 180 x 233 DM 6.25 Epoxid 300 x 400 DM 26.55

10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

isel-19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse

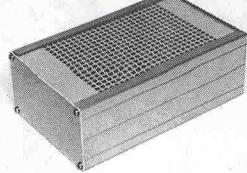
- 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 24.80
- 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 34.-
- 10-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert DM 45.-
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, elox. DM 54.-
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 59.80
- 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 85.-

**Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse**

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM .80
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 1.45
- 2-Zoll-Rückplatte, 3 HE, eloxiert DM 2.50
- Führungsschiene (Kartenträger) DM .55
- Frontplattenschnellverschluß, mit Griff DM .85
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung DM .70
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit DM 1.12
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau DM 1.45

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenleiter-Profile, L 165 x H 42 mm, H 5 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüßen

**isel-Euro-Gehäuse 1 DM 9.80**

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

isel-Euro-Gehäuse 1 DM 12.50

L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

isel-Euro-Gehäuse 2 DM 11.20

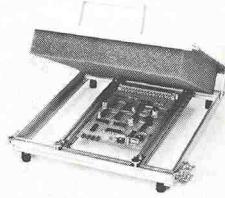
L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

isel-Euro-Gehäuse 2 DM 13.50

L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56.80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- 2 Seitenleiter-Profile, L 260 x H 42 mm, H 5 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 260 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüßen
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

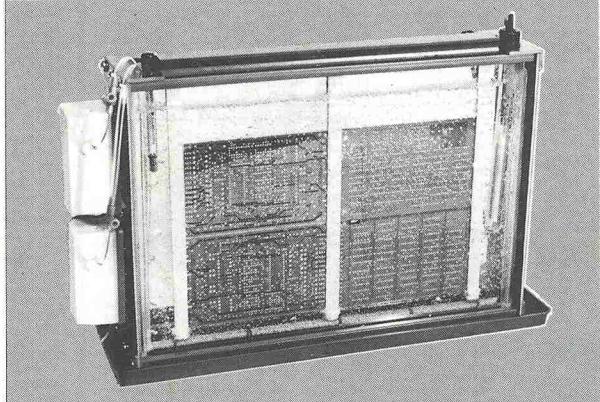
**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 DM 99.80**

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 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)

**isert-electronic****isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1**

DM 180.-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 400 x B 150 x H 20 mm

**isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2**

DM 225.-

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

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 3

DM 282.-

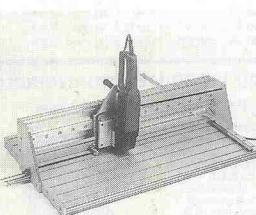
- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 500 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 10 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 600 x B 150 x H 20 mm



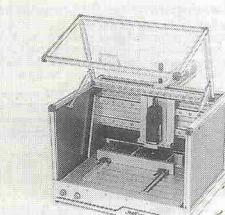
„Isert“-electronic, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, (0 66 72) 70 31, Telex 493 150
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 3, - DM

isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980.-

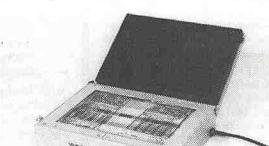
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionsbuhvorrichtung mit isel-Lineärführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20.000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit

**Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 225.-****Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 112.-****isel-x/y-Handcutter DM 2250.-**

- Präzisions-Tisch mit isel-Doppelspurs-Vorschub
- Verfahren, x-Richtung 300 mm, y-Richtung 400 mm
- Aluminium-T-Nutensch., Aufspannfläche 500 x 600 mm
- Verstellbare Aufgelleiste für Leiterplatten bis 300 x 400 mm
- Transparente Schutzhülle, klappbar, 2 Gießförm.
- Motor 220 V/600 W, regelbar von 8000 bis 24.000 U/min.
- Feineinstellung der Schnittstelle mit Rändelschraube M 6
- Ein/Ausschalter mit Sicherheits-Abschaltautomatik

**isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 215.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zwei seitige Belichtung DM 1138.-**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximal Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinstellung 6-90 Sek. und 1-15 Min.

**isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 298.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 3 für einseitige Belichtung DM 454.-**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 600 x B 430 x H 150 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 600 x B 430 x H 150 mm, mit Schaumstoffaufl., 20mm
- 4 UV-Leuchstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 600 x B 430 x H 150 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 600 x B 430 x H 150 mm, mit Schaumstoffaufl., 20mm
- 4 UV-Leuchstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-****isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-**