

Großer Sonderteil
Antriebstechnik

magazin für

elrad

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**



TOP-JUBILÄUMS-ANGEBOTE

Best.Nr.	Artikel	Stück	Gesamt	Best.Nr.	Artikel	Stück	Gesamt
JUBI 1	LED 3 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 3 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 T0 220	20	9,99
JUBI 6	LED 5 Gelb	100	9,99	JUBI 65	7812 T0 220	20	9,99
JUBI 7	Clipse 5 mm	100	9,99	JUBI 66	7815 T0 220	20	9,99
JUBI 8	BC 107 B	30	9,99	JUBI 67	7905 T0 220	20	9,99
JUBI 9	BC 140-10	20	9,99	JUBI 68	7912 T0 220	20	9,99
JUBI 10	BC 141-10	20	9,99	JUBI 69	7915 T0 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 177-2	30	9,99	JUBI 72	78 S 15	10	9,99
JUBI 14	BC 237 B	100	9,99	JUBI 73	LM 517 T	10	9,99
JUBI 15	BC 238 B	100	9,99	JUBI 74	L 200 CV	5	9,99
JUBI 16	BC 307 B	100	9,99	JUBI 75	B 250 C 1500	15	9,99
JUBI 17	BC 308 B	100	9,99	JUBI 76	B 80 C 5000	5	9,99
JUBI 18	BC 546 B	100	9,99	JUBI 77	TIC 106 D	10	9,99
JUBI 19	BC 547 B	100	9,99	JUBI 78	TIC 108 M	8	9,99
JUBI 20	BC 548 B	100	9,99	JUBI 79	TIC 206 D	8	9,99
JUBI 21	BC 549 C	100	9,99	JUBI 80	TIC 225 M	5	9,99
JUBI 22	BC 550 C	100	9,99	JUBI 81	TIC 226 D	7	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	IC-Fassungen			
JUBI 25	BC 558 B	100	9,99	Low Cost			
JUBI 26	BC 559 C	100	9,99	JUBI 83	N-DIL 8	100	9,99
JUBI 27	BC 560 C	100	9,99	JUBI 84	N-DIL 14	70	9,99
JUBI 28	BC 639	25	9,99	JUBI 85	N-DIL 16	50	9,99
JUBI 29	BC 640	25	9,99	JUBI 86	N-DIL 18	30	9,99
JUBI 30	BD 135-10	20	9,99	JUBI 87	N-DIL 24	30	9,99
JUBI 31	BD 136-10	20	9,99	JUBI 88	N-DIL 28	25	9,99
JUBI 32	BD 137-10	20	9,99	JUBI 89	N-DIL 40	20	9,99
JUBI 33	BD 138-10	20	9,99	Präzisions (vergoldet)			
JUBI 34	BD 139-10	20	9,99	JUBI 90	PK-DIL 8	40	9,99
JUBI 35	BD 140-10	20	9,99	JUBI 91	PK-DIL 14	20	9,99
JUBI 36	BD 237	15	9,99	JUBI 92	PK-DIL 16	18	9,99
JUBI 37	BD 238	15	9,99	JUBI 93	PK-DIL 18	16	9,99
JUBI 38	BD 241 C	15	9,99	JUBI 94	PK-DIL 24	12	9,99
JUBI 39	BD 242 C	15	9,99	JUBI 95	PK-DIL 28	10	9,99
JUBI 40	BD 243 C	10	9,99	JUBI 96	PK-DIL 40	8	9,99
JUBI 41	BD 244 C	10	9,99	Widerstands-Sortiment			
JUBI 42	BD 433	15	9,99	Kohleschicht, 5%, 1/4 W			
JUBI 43	BD 434	15	9,99	Reihe E 12 von 100 Ohm -			
JUBI 44	BD 435	15	9,99	1 Mohm je 10 Stück =			
JUBI 45	BD 436	15	9,99	49 x 10 = 490 Stück =			
JUBI 46	BD 437	15	9,99	Gegurtet aus lfd. Fertig			
JUBI 47	BD 438	15	9,99	sensationsell! nur 9,99			
JUBI 48	BD 439	15	9,99	NC-Akkus 1.2 Volt Mignon			
JUBI 49	BD 440	15	9,99	Panasonic 500 mAh			
JUBI 50	BD 675	15	9,99	14 Stück nur 9,99			
JUBI 51	BD 676	15	9,99	Multibox-Magazin			
JUBI 52	BD 677	15	9,99	220 x 320 x 68 mm			
JUBI 53	BD 678	15	9,99	12 Klarsichtboxen			
JUBI 54	BD 679	15	9,99	JUBI 99 Farbe: rot Stück 9,99			
JUBI 55	BD 680	10	9,99				
JUBI 56	BD 681	10	9,99				
JUBI 57	BD 682	10	9,99				
JUBI 58	BDX 33 C	10	9,99				
JUBI 59	BDX 34 C	10	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	LINEARE IC'S	NE 5532 AN
6501 Q	21,70	V20-B	13,99	MC 1488 P	0,49	00 029 122 0,60	0,98
6501 AQ	27,30	V20-10	27,99	MC 1489 P	0,49	01 029 123 0,78	1,98
6502 P	4,90	V30-B	16,80	MC 1489 AP	0,67	02 029 125 0,38	2,98
6502 AP	5,46	V30-10	29,40	MAX 232	7,70	03 029 126 0,38	4,91
6504 P	6,72	8032 P	6,72	TMS 4500 A	34,86	04 029 132 0,38	1,98
6504 AP	8,03	8032 P	15,40	TMS 4502	54,60	05 029 133 0,32	2,75
6511 Q	25,20	8035 P	3,64	uPD 765 AC	14,91	06 119 136 0,29	0,98
6511 AQ	30,80	8039 P	3,85	uPD 7001 C	7,98	07 119 137 0,75	6,87
6520 P	4,90	8085 AP	5,46	uPD 7002 C	10,36	08 029 138 0,50	5,87
6520 AP	5,46	8086 P	14,49	DAC 0806	2,66	09 029 139 0,51	1,99
6522 P	4,90	8088 P	14,70	RAM's ab LAGER	10,29	10 029 145 1,17	6,75
6522 AP	5,46	8155 P	4,62	Preis auf Anfrage	11 029 147 1,72	27 038 251 0,84	10,95
6532 P	4,90	8156 P	5,32	2708-450	6,95	30 038 253 0,83	12,45
6532 AP	5,46	8212 P	4,62	2716-350	8,95	32 038 257 0,80	8,25
6545-1 P	6,83	8216 P	2,20	2722 A-250	8,95	42 038 258 0,77	1,23
6551 P	4,90	8224 P	10,78	2764 A-250	6,95	51 038 259 0,81	1,59
6551 AP	5,46	8226 P	5,25	27128 A-250	8,75	73 060 266 0,56	2,45
6592 P	33,88	8228 P	11,90	27256-250	9,80	74 063 273 1,05	20,95
65 C 02 P1	9,89	8237 P	12,80	275 12-250	19,95	75 068 279 0,77	11,95
65 C 02 P2	9,59	8243 P	4,20	27016-450	10,65	76 063 280 0,83	4,22
65 C 02 P4	16,94	8255 AP	4,69	27032-450	12,25	77 063 283 0,68	11,10
65 C 04 P1	11,20	8257 P	4,55	27064-200	8,95	85 102 292 1,50	1,85
65 C 04 P2	12,46	8259 P	3,99	27064-250	7,95	86 059 294 1,27	1,85
65 C 04 P4	19,80	8279 P	5,25	27128-250	9,75	107 065 298 0,83	1,85
65 C 21 P1	6,16	8282 P	6,02	27256-250	9,95	109 063 299 2,03	3,25
65 C 21 P2	7,70	8284 P	4,90	270512-250	22,45	112 070 354 1,32	4,45
65 C 22 P1	8,12	8286 P	6,02	EF 9345	24,36	113 063 356 1,32	2,45
65 C 22 P2	9,10	8287 P	6,02	EF 9365	62,86	123 084 365 0,83	6,18
65 C 32 P1	10,50	8288 P	8,26	EF 9366	56,00	125 063 366 0,83	4,95
65 C 32 P2	11,90	8748 HD	19,81	EF 9367	72,38	126 063 367 0,83	3,57
65 C 51 P1	8,26	8749 HD	23,66	EF 9369	14,70	131 084 368 0,83	1,19
65 C 51 P2	10,92	8755 AD	23,73	82 S 23	2,45	132 063 373 0,93	0,68
65 C 802 P4	68,60	WD 8250 PL	14,70	82 S 123	2,45	133 080 374 0,93	0,75
65 C 816 P4	68,60	280 A CPU	1,99	82 S 126	2,66	137 038 375 1,17	0,99
6800 P	5,81	280 B CPU	2,77	82 S 129	2,66	138 081 386 0,53	0,59
6802 P	5,81	280 A CPU	7,35	82 S 131	3,65	139 080 390 1,20	1,79
6803 P	7,77	280 A DMA	2,60	82 S 137	7,00	147 080 393 1,09	2,97
6809 P	7,77	280 A CTC	1,99	82 S 181	10,15	148 080 423 0,83	0,49
6810 P	2,87	280 B CTC	2,77	82 S 185	9,17	151 075 533 1,05	0,98
6821 P	2,66	280 A PIO	1,99	82 S 191	13,93	153 080 534 1,05	0,98
6840 P	11,13	280 B PIO	2,44	WD 1793 PL2	31,15	154 071 540 1,27	1,49
6845 P	2,66	280 ASIO-0	5,74	WD 1797 PL2	31,15	155 083 541 1,27	0,49
6850 P	7,21	280 ASIO-2	6,65	WD 2791 AP1	34,72	157 084 563 1,27	0,98
68 B 02 P	10,22	280 ASIO-1	7,14	WD 2793 AP1	29,26	158 068 564 1,27	1,04
68 B 21 P	6,16	280 BSIO-2	10,02	WD 2797 AP2	29,26	160 084 620 1,65	0,98
68 B 40 P	3,22	280 BSIO-2	11,06	COMMODORE-B2	85,07	161 083 574 1,27	0,98
68 B 50 P	13,93	280 B DART	7,14	6510 A	12,32	162 084 590 1,75	0,98
68000 P10	15,82	280 A STI	18,90	6525 A	11,84	163 084 595 1,43	0,98
68000 P12	21,91	280 B STI	23,10	6526 A	12,95	164 083 597 1,11	0,98
68000 P16	72,80	28001 B1	23,43	6529 B	7,08	165 084 620 1,65	0,98
68008 B8	15,68	28001 AB1	30,45	6559 A	47,60	166 084 623 1,65	0,98
68008 P10	15,82	28002 AB1	22,46	6560 A	29,75	173 084 640 1,65	0,98
68008 P12	26,22	28002 AB1	27,30	6561 A	21,24	174 083 643 1,65	0,98
68010 C8N64	72,35	28530 B1	10,50	6004-161	23,80	181 085 688 1,12	0,98
68010 C8N64	94,96	28530 AB1	12,46	6004-161	23,80	182 098 690 1,88	0,98
68230 N08	9,66	28531 B1	16,48	8701	15,55	190 124 691 1,88	0,98
68591 P 00	51,80	28531 AB1	18,48	82 S 100	13,26	191 084 693 1,67	0,98

Diese Preise verstehen sich in DM pro Stück, bei Abnahme ab 100 Stück je Typ abzgl. 5 %. Mindestbestellwert DM 30,-. Porto und Verpackung pauschal DM 5,90, ab DM 200,- frei! Versand per Nachnahme, Schulen und Institute per Rechnung.



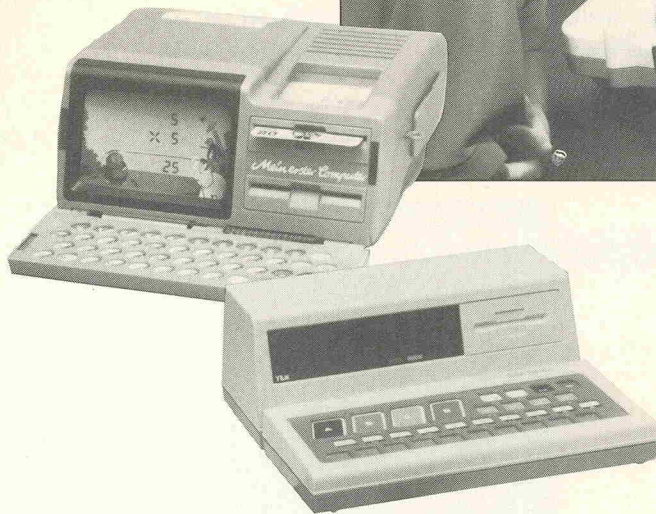
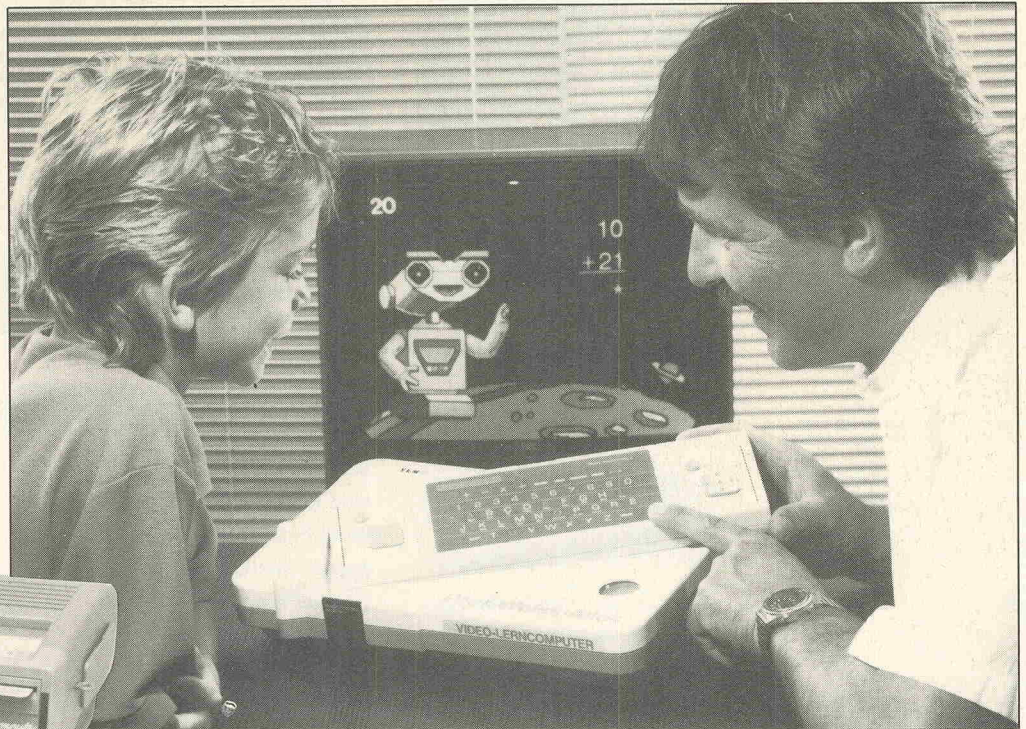
Mit Erscheinen dieser Anzeige verlieren frühere Angebote ihre Gültigkeit.

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 vermochte 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 andächtig 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 lebenswerte 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 Haus 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

Michael Oberesch



Titelgeschichte

100 Watt

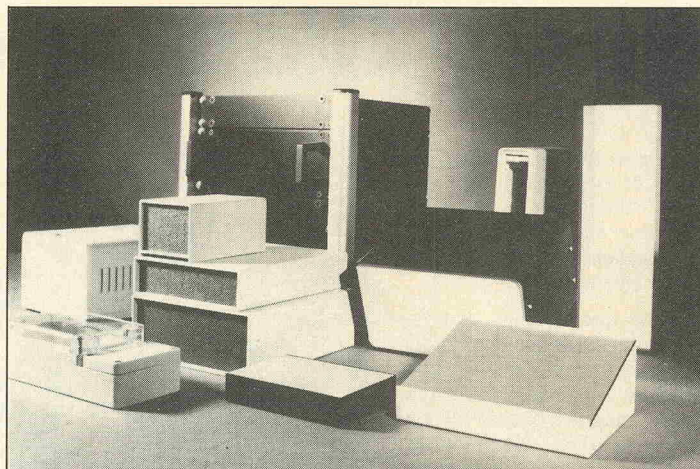
in A

Wäre in den frühen fünfziger Jahren die PNP-Röhre erfunden worden, wer weiß, ob es dann die Transistortechnik 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.

Seite 20

**Please
Push
Pull**



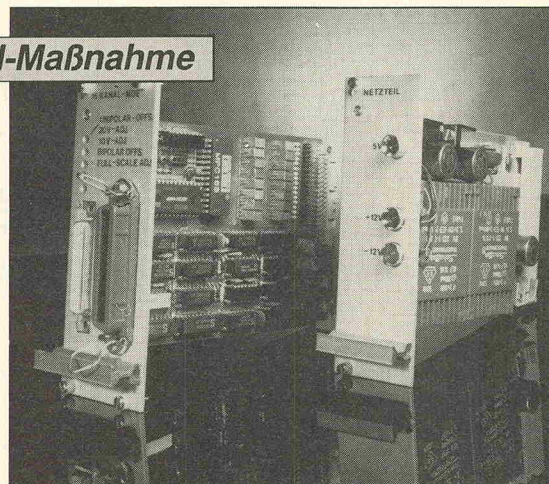
Marktreport: Gehäuse

Gehäuse-Reports sind fast wie Modenschauen. 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 Spannungsliefer-

ant. 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.

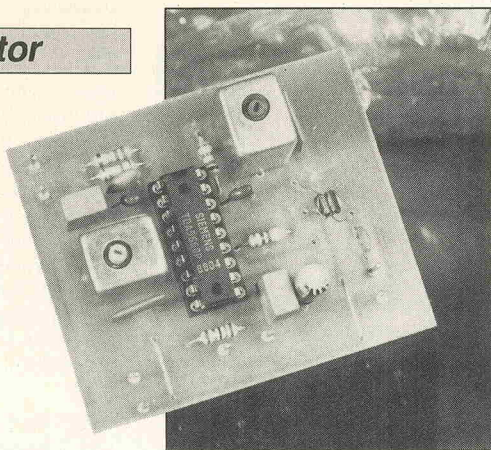
Unsere Bauanleitung für einen Thermostaten mit

Nachtabenkung 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 Maßnahme (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 „Rechtspfleger“, mit der kopiergeschützte 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:

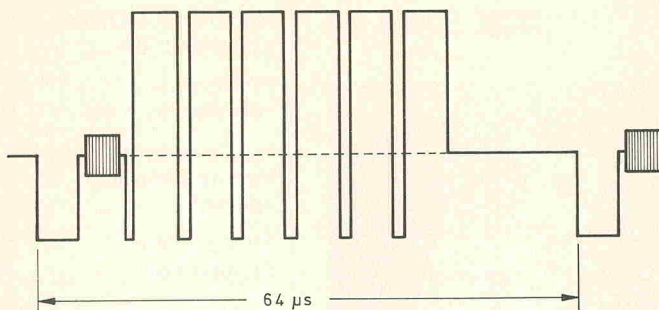
Die bislang bekannten Baubeschreibungen arbeiten überwiegend (ELV, elrad) mit einer aktiven Synchronimpulsaufbereitung. Das eingesetzte IC TDA 2595 läßt sich im Gegensatz zu anderen ICs dieser Reihe direkt aus einer üblichen Videoquelle ($U_{ss} = 1\text{ V}$) speisen und liefert zum Glück auch den Supersandcastle-Impuls. 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 Austastergeräte 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



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 träten 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

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 Schwarzscherle klemmen, die 6 Sprünge auf den Synchronboden aber nicht beiseitigen, werden dann unwirksam.

Das modifizierte Verfahren Macrovision II wird nun sicher nicht unüberwindlich sein; trotzdem dürfte die Zahl der Erwerber eines weiteren Gerätes beachtlich unter der der Erstkäufer liegen. Was können Firmen tun? Varianten der vorhandenen Geräte würden vermutlich nur einen dritten Schlagabtausch provozieren. Programmierbare oder gar prozessorgesteuerte Störausblender sind denkbar. Mittlerweile sind aber auch Umbauanleitungen für bekannte VHS-Videorekorder verfügbar, die die Regelung verändern bzw. abschaltbar machen. So kann der Kopierschutz folgenlos mitkopiert werden.

Nachbauer von Bauanleitungen — etwa aus der elrad — sollten jedenfalls ein größeres Gehäuse wählen und Platz für eine Nachtragsplatine lassen. Vorbereitend können die Ausgänge für die Synchronimpulse gepuffert und ausgekoppelt werden; ebenso läßt sich der Umschalter für die Schwarzklemmung schon jetzt über ein Oder-Gatter mit einem weiteren Eingang versehen...

D.-T. Schneider

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

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 abgeschlossenem Aufnahme-Rekorder) im Prinzip etwas höher sein als vom Entwickler vorgesehen, jedoch begnügen sich fast alle Rekorder mit dem Signal, das der „Rechtspfleger“ 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 „zweckfremden“ Einsatz offenbar nicht ganz so unproblematisch, wie es zunächst schien. In einigen Fällen schwingt das TDA 2595 nicht an, Abhilfe: C8 (2n7) einfach

elrad 9 + 10/1988

	Bs.	Pl.
FBAS-RGB-Wandler		
inkl. Audioteil/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

elrad 11/88

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

Wir halten zu allen neuen Baueinheiten 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.

Lötendraht

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

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

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



Diesselhorst Elektronik
Inh. Rainer Diesselhorst
Hohenstaufenring 16
4950 Minden
Tel. 05 71/5 75 14
Btx/Tlx: 05 71 5800 108

Vertrieb für Österreich:
Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen Bausätzen aus elrad
Schemengasse 10,
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

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

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 7,50 * Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 * Vorkasse-Scheck DM 5,00. Anfragen beantwortet nur gg. frankierten Rückumschlag. Bauteilliste, 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 Mikrofonübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2
Studio Mikrofonübertrager 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,-
A-434	DM 135,-
A-234	DM 100,-
A-484 US	DM 110,-
E-1420	DM 60,-
E-1220	DM 60,-
L-1130 C	DM 32,-
L-1230 C	DM 38,-

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

Datenblattmappe über Spezialtrafos für Verstärker, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen gegen Schutzgebühr von DM 7,50 + DM 1,50 Versandkosten in Briefmarken oder Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 2056 79-702.

EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System MPAS, Gitarren-, Baß-, Synthesizer-, Orgelverstärker.
Prospect Classic, MPAS-1 und Lagerliste E88 werden zugeschickt gegen DM 1,50 Rückporto in Briefmarken. Bitte gewünschte Liste angeben.

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

High-End- und HiFi-Bausätze

High-End-Endstufe „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 79,-
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 107,-
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 127,-
High-End-Vorverstärker „Vorgesetzter“ inkl. sel. ICs	DM 175,-
Streckernetzteil fertig montiert mit Renktecker	DM 38,-
Röhrenverstärker, Fertigergeräte und Bausätze von 20 W bis 250 W, Übertrager, Netztrafos und elrad-Bausätze lieferbar. Lagerliste anfordern.	

Selektierte NE5534 lieferbar.
Mu-Metall geschirmte Eingangsübertrager, Line-Übertrager, Studiübertrager, FRAKO-Eikos, Metallband-, Metalloxyd-Widerstände i. Lieferprogr. Original-Platinen im Bausatzpreis nicht enthalten, bitte extra bestellen.

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

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,-
MC 200	189,-
AKG	
P8es su. n.	199,-
Shure	
ME 75-6	36,-
ME 95 ED	79,-
ME 97 HE	99,-
Ultra 500	748,-

1A Nachbau Diamanten

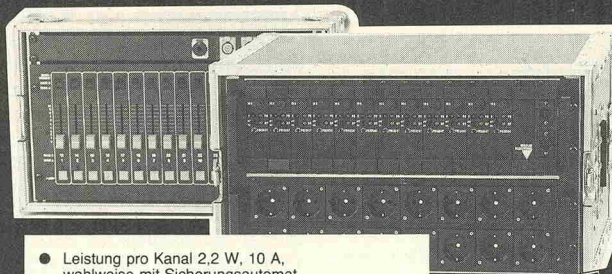
Shure	
N 75-6	14,50
N 95 G	30,-
N 95 ED	39,-
N 91 G	22,-
N 91 ED	39,-
VN 35 E	54,-
Elac	
D 155-17	28,-
D 355-17	39,-
Dual	
236/237	33,-
221	33,-
242	39,-
145	29,-
155e	49,-
160e	69,-
101mg	27,-
National	
EPS 270	29,-

24-Std.-Schnellversand

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

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

Das Power Pack



- Leistung pro Kanal 2,2 W, 10 A, wahlweise mit Sicherungsautomat
- ohmisch und induktiv belastbar
- Preheateinstellung
- Halbpowerschalter
- eigene Stromversorgung mit Überspannungsschutz
- Lastausgänge: Harting 10-24 pol, Socapex, Schuko
- oder gemischt
- Steuereingänge: 7 pol XLR, Siemensleiste, Socapex

Modulsystem
19" 3HE

BEILFUS ELEKTRONIK

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

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

DELTA SOUND
Inh. Detlef Risse
Allenstein Str. 39 • 4730 Ahlen

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

Köster-Elektronik fertigt Geräte für...



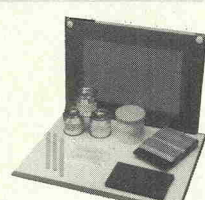
... Belichten

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



... Ätzen

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



... Siebdrucken

Siebdruckanl. 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.	

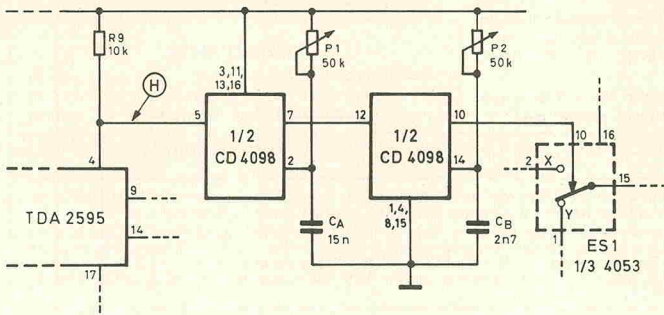


Köster-Elektronik
Am Autohof 4
7320 Göppingen
Telefon 0 71 61 / 7 31 94
Telefax 0 71 61 / 7 05 23

... außerdem

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

Briefe an die Redaktion



weglassen. Der Horizontal-Sync.-Impuls des TDA kommt zeitversetzt zum Original-Sync. und ist zu breit. Dies kann zu Farbverfälschungen am oberen Bildrand oder, je nach Fernsehgerät, zu einer Verzerrung in den ca. 15 oberen Zeilen führen. Die Fa. Simons, Bedburg, die den „Rechtspfleger“ anbietet, hat einen solchen Fall genauer untersucht. Abhilfe schafft ein zusätzliches Zeit-

glied aus den beiden Mono-Flops eines CD4098 am H-Ausgang des TDA, siehe Skizze.

Doch ein „richtiger“ Fehler ist auch passiert, den gottlob bisher alle Leser, die mittwochs angerufen haben, schon entdeckt hatten: Das Layout auf Seite 94 ist spiegelverkehrt abgedruckt.

(Red.)

Airbrush-Kuli

In Heft 9/87 hatte elrad die „Bauanleitung“ für einen Luftkompressor veröffentlicht.

Der Artikel hat mich auf die Idee gebracht, einen Luftpinsel aus Teilen, die fast kein Geld kosten, zu bauen. Ich habe dazu zwei Injektionsnadeln für Luft und Farbe und einen Kugelschreiber als Halter verwendet. Für die Druckluftzeugung genügt ein Kühlschrankkompressor ohne Behälter, Ventile usw., der mit einem Fußschalter aktiviert wird. Die Luftzufuhr erfolgt über einen langen Fahrrad-Ventilschlauch.

Friedrich Koy
Klosterg. 17/13A-1180 Wien

Da elrad diese „Bauanleitung“ nicht veröffentlicht, hat Herr Koy die Zustimmung gegeben, seine vollständige Anschrift anzugeben, damit sich Interessenten mit ihm in Verbindung setzen können. Wir möchten lediglich anregen, möglichst nicht einen lauffähigen Kühlschrank zu zerlegen, sondern den Kompressor einem ausgemusterten Exemplar zu entnehmen, dessen FCKW ordnungsgemäß recycelt wurde.

(Red.)



Checkpoint Celly — der letzte Check

In Heft 11/88 veröffentlichten wir eine Bauanleitung für einen vollautomatischen Batterie-Tester. Leider hat sich in den Bestückungsplan (Seite 60, Bild 2) ein Zeichenfehler eingeschlichen: IC3 muß um 180° gedreht werden, die IC-Nase muß also nach oben zeigen.

Zu den Laborblättern

Aus technisch-redaktionellen Gründen erscheint der Schluß des Kapitels „Nf-Signalbearbeitung“ (elrad 11/88) nicht in dieser Ausgabe, sondern erst in Heft 1/89.

Nepp untergejubelt

Zu elrad-Projekten bieten regelmäßig mehrere Firmen Bausätze an. Gelegentlich gibt es heftige Klagen über Qualität der Bauelemente, Vollständigkeit des Bausatzes und Lieferzeiten.

Etwa Oktober 1987 hatte ich das Delta-Delay bestellt. Die Lieferzeit war ca. vier Wochen, jedoch war die Lieferung unvollständig. Mitte Februar 1988 kam endlich der Rest. Ich empfinde es einfach als Nepp, wenn einem ein derartiger Materialsatz untergejubelt wird. Den Bauteilesatz konnte ich leider nicht mehr an o.g. Firma (Name ist der Redaktion bekannt, Red.) zurückgehen lassen, da an der Platine bereits Lötversuche gemacht wurden.

Nachdem ich schon mehrere elrad-Bauanleitungen mit Erfolg aufgebaut habe und von anderen Firmen weitaus besser und freundlicher bedient worden bin, werde ich wohl in Zukunft nicht mehr auf einen so billigen Jakob hereinfallen. Wenn im Heft schon genaue Stücklisten abgedruckt werden, sollten sich die einschlägigen Händler meiner Meinung nach eigentlich daran halten. Es wird ja wohl einen Grund haben, warum Sie das so veröffentlichen.

Johann Tihanyi
7070 Schwäbisch Gmünd

Im Hinblick auf eine möglichst gute Erhältlichkeit der Bauelemente verzichten wir auf überflüssige „Vorschriften“. Wenn aber bestimmte (teure) Kondensatoren oder IC-Fassungen mit gedrehten, vergoldeten Kontakten in der Stückliste stehen, dann hat das einen Grund.

Wenn dann andere (billigere) Bauelemente geliefert werden, handelt es sich nicht um einen Bausatz für ein elrad-Projekt.

Durch gelegentliche Testkäufe, vor allem aber dank der (negativen und positiven) Rückmeldungen einzelner Leser ist die Redaktion ziemlich auf dem laufenden. Leider sind die Möglichkeiten, auf ein erkanntes schwarzes Schaf einzuwirken, durch das deutsche Wettbewerbsrecht stark eingeschränkt.

(Red.)

Pro und Contra

In Ausgabe 10/88 berichteten wir unter dem Titel „Großes Spektakel vor leeren Rängen“ über die derzeitige Situation beim Satelliten-Direktentwurf.

Der Artikel ist nur die halbe Szene und die halbe Wahrheit.

H. Bensch,
5300 Bonn-Bad Godesberg

Das Vorwort und der Artikel über die „Stars ohne Publikum“ treffen den Nagel auf den Kopf.

Carlo Rock
Société Européenne des
Satellites, Luxembourg

Wie die Astra-Betreibergesellschaft SES, Luxemburg, Ende Oktober mitteilte, wurden inzwischen zwei weitere Astra-Kanäle vermietet. Auf ihnen sollen ab Februar 1989 die Spartenprogramme „Screensport“ und „Lifestyle“ abgestrahlt werden.

Der Astra-Start ist Ariane-bedingt auf die zweite Dezemberhälfte verschoben worden.

(Red.)

Technische Anfragen

unter der
Telefon-
nummer
(05 11) 5 35 21 71



Für telefonische Anfragen steht Ihnen die elrad-Redaktion nur mittwochs von 9 bis 15 Uhr zur Verfügung.

Hitachi

Mos-Fet-Transistoren

2 SJ 49
2 SJ 50
2 SK 134
2 SK 135
je 12,50

Rk-Trafo kostenlose Liste anfordern

Leistung VA	50	80	120	170	250	340	500	700	1100
2 x 12 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 15 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 18 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 20 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 24 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 30 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 32 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 36 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 38 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 42 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 45 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 48 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 50 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 54 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2 x 60 Volt	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Preis DM	37,—	42,—	52,—	57,—	66,—	74,—	99,—	125,—	174,—

19" Volleinschübe

Tiefe: 238 mm bis 345 mm

1 HE 45,— DM
2 HE 55,— DM
3 HE 66,— DM
4 HE 74,— DM

Stabiler Einschub aus 1,5 mm Stahlblech. Frontplatte aus 4 mm Alu. Farbe: schwarz kunststoffbeschichtet. Griffe gegen Aufpreis. Preisliste anfordern.

Kondensatoren

18 Volt	25 x 45	13,000 uF	100 Volt	25 x 45	13,000 uF
10.000 uF	35 x 45	18,000 uF	2.200 uF	35 x 45	19,000 uF
22.000 uF	40 x 55	29,000 uF	4.700 uF	40 x 55	29,000 uF
47.000 uF	40 x 105	50,000 uF	10.000 uF	40 x 105	50,000 uF
100.000 uF					

40 Volt: 4.700 uF (25 x 45, 13,000 uF), 10.000 uF (35 x 45, 19,000 uF), 22.000 uF (40 x 55, 31,000 uF), 47.000 uF (40 x 105, 55,000 uF)

250 Volt: 25 x 45, 13,000 uF; 35 x 45, 19,000 uF; 40 x 55, 29,000 uF; 40 x 105, 50,000 uF

63 Volt: 2.200 uF (25 x 35, 13,000 uF), 4.700 uF (30 x 45, 18,000 uF), 10.000 uF (35 x 55, 29,000 uF), 22.000 uF (40 x 75, 53,000 uF)

Endstufen ELKO: NKO 12.500 uF 80/90 V 19,95 DM mit M8 Zentralbefestigung

Baureihe: ECO Valvo/Philips

BENKLER Elektronik-Versand Winzingerstraße 33 · 6730 Neustadt/Weinstraße
 Inh. Roland Benkler Telefon (06321) 30088 · 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 4091 Telefon 0662/71693
 NF-Laden Elektro Vertriebs GmbH
Info gegen DM 2,-/öS 20,- Rückporto.

INDIVIDUELLE KUNSTSTOFFGEHÄUSE

INKUG®

HAUSHOCH ÜBERLEGEN



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

T.I.T. HÄUSSLER ELECTRONIC GMBH
 TRANSFER INNOVATIVER TECHNOLOGIEN

D-8000 München 82 · Zehntfeldstraße 79 · Telefon: 089/4310058 · Telefax: 089/4361147
 Konstruktionsbüros in Deutschland, England, Frankreich · Vertretungen in Belgien, Niederlande, Schweiz, Österreich, Italien und Finnland

FÖNN

- Hörner
- Treiber
- Boxen
- Lautsprecher
- Endstufen

Beratung—Service—Verkauf
 Schützenstr. 39 — 43 · 5650 Solingen 1
 Tel. (0212) 442 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

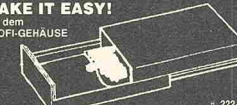
Epoxyd · Pertinax · doppelseitige Epoxydplatine · auch größere Stückzahlen
 Reprofähige Vorlage oder Film · Lötstopmaske · Bestückungsdruck · Bohrungen
 Platinen aus Elektronik-Fachzeitschriften zu Niedrigstpreisen
 ELRAD-Folien ab Ausgabe 1/85 lieferbar.

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

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

MAKE IT EASY!

mit dem PROF-GEHÄUSE



das ideale Gehäuse für den ELEKTRIKER!
 transparent · passend für 8-Pin-Block und 1,5 mm Platinen, hervorragender Werkstoff (MAKROLON/LEXAN).

PROF-GEHÄUSE # 222 und das dazu passende Zubehör (Tester, Schalter, Universalplatinen, Solarzellen etc.) ist im FACHHANDEL UND ELEKTRONIK-VERSANDHANDEL erhältlich.

NEU: für die serielle Datenübertragung der PROGRAMMIERBAREN ENCODER-DECODER-BAUSTEIN PED xx in CMOS-Technik (5 V)

15 bit parallel in PED 15: 8,90 DM / 6,95 ab 10 Stück
 PED 7: 8,90 DM / 6,95 ab 10 Stück (7 Adressbits + 8 Datenbits, adressierbar)

Platinensatz DEMO PED 7 für adressbezogene 8-bit Datenübertragung DM 23,95

Versandkostenpauschale 5,90 DM incl. Datenblatt u. Applikat.

HELAND ELECTRONIC · 4410 WARENDORF 3
 Tel.: 0 25 82/79 50 · Fax: 0 25 82/78 87

VORFÜHRBOXEN-BAUSÄTZE fertig montiert mit voller Garantie

1 Paar **Magnat "Minnesota II"**
 Gehäuse: Eiche furniert
nur 2795.-
Sie sparen incl. Montage 601.-

1 Paar **Dynaudio "Profil 4"**
 Gehäuse: Eiche
nur 2998.-
Sie sparen incl. Montage 1184.-

1 Paar **Dynaudio "Pentamyd III/75"**
 Gehäuse: weiß lackiert
nur 1798.-
Sie sparen incl. Montage 594.-

1 Paar **Fostex "SK 75"**
 Gehäuse: schwarz lackiert
nur 1895.-
Sie sparen incl. Montage 601.-

2 Paar **Dynaudio "Axis 5"**
 Gehäuse: schwarz/Eiche furniert
nur 3990.-
Sie sparen incl. Montage 1435.-

2 Paar **Visaton "Atlas II"**
 Gehäuse: schwarz
nur 2900.-
Sie sparen incl. Montage 1300.-

1 Paar **Electrovoice "Kit 1"**
 Gehäuse: marmoriert
nur 1348.-
Sie sparen incl. Montage 494.-

1 Paar **Heco "Comperior 3"**
 Gehäuse: Nußbaum furniert
nur 595.-
Sie sparen incl. Montage 401.-

1 Paar **Electrovoice "Kit III"**
 Gehäuse: Eiche
nur 1798.-
Sie sparen incl. Montage 400.-

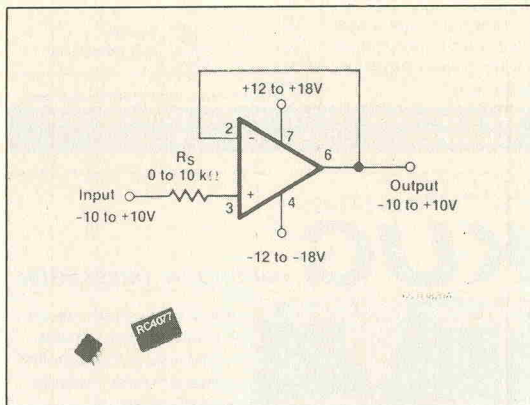
1 Paar **Audax "Pro 24 TI"**
 Gehäuse: lichtgrau
nur 1600.-
Sie sparen incl. Montage 418.-

1 Paar **Stereoplay "Stark Box"**
 Gehäuse: schwarz
nur 1480.-
Sie sparen incl. Montage 374.-

1 Paar **Seas "Micro AT"**
 Gehäuse: schwarz lackiert
nur 548.-
Sie sparen incl. Montage 268.-

HIGH-TECH Lautsprecher Factory

Bremer Straße 28—30 · 4600 Dortmund 1 · Tel. 02 31/52 80 91



Operationsverstärker

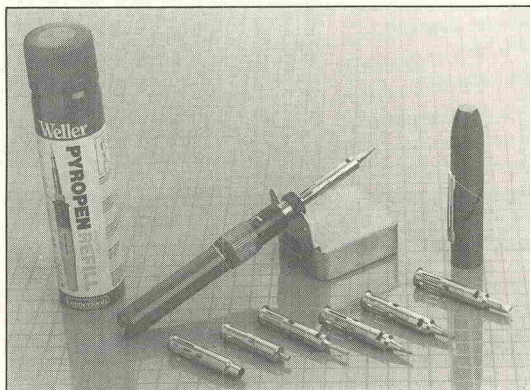
Würdiger Nachfolger

Mit dem RC4077 stellt Raytheon einen Nachfolgetyp zum altbekannten Präzisions-OpAmp OP-07 vor. Der neue OpAmp weist hervorragende Gleichstromkenn- und eine extrem niedrige Offsetspannung von nur 10 μ V auf. Weitere wichtige Daten:

- Offsetdrift < 0,3 μ V/°C
- Offene Verstärkung > 5000 V/mV

- Gleichtaktunterdrückung > 120 dB
- Versorgungsspannungsentkopplung > 110 dB

Die dynamischen Kenn- und Daten 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 Lebend- gewicht und mit 0,5-mm-Spitze versehen besonders für den Ein- satz in der Elektronik ge- eignet ist. Aber auch für andere Anwendungen, bis hin zum Schrumpfen mit Heißluft, stehen die

verschiedensten Spitzen und Düsen zur Verfü- gung. Die Grundausrü- stung besteht aus dem Löt- kolben mit Longlife- Spitze, Butangas-Nach- füllung, 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 Stadtreini- gungs-Betriebe zusam- men mit Sanyo-Deut- schland gestartet haben. Gemeint ist ein erstmalig in Europa ins Leben ge- rufenes Batterie-Recy- cling. Verbrauchte Trockenbatterien — 1987 waren es allein in Berlin 800 Tonnen — sollen in Zukunft separ- at eingesammelt und mit Hilfe der Pilotanlage eines Schweizer Unter- nehmens umweltgerecht aufgearbeitet werden.

Bei diesem neuen Ver- fahren werden die Batte- rien unsortiert und ohne Vorbehandlung unter Luftabschluß bis 650 °C erhitzt und danach einer metallurgischen Behand- lung unterzogen. Be- standteile wie Quecksil- ber, Cadmium, Nickel und andere Schwermet- alle werden dabei elek- trolytisch abgeschieden und bis zu 95 % rückge- wonnen. Die übrigen Rückstände gelten da- nach als deponiefähig.

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

Wenn es jedoch nach den neuesten Veröffent- lichungen der hannover- schen Batterie-Schmiede Varta geht, ist das alles gar nicht mehr nötig.

Oder doch gleich in den Müll?

Denn dort behauptet man: „Kaum eine Batte- rie muß noch zurückge- geben werden!“ Grund



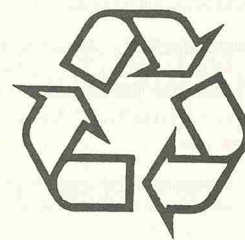
für dieses Statement lie- fert eine freiwillige Ver- einbarung über den Um- gang mit verbrauchten Batterien, die am 9. September Vertreter der Batterie-Industrie, des Einzelhandels und der privaten Entsorger dem Bundesumweltmini- ster überreichen.

In diesem Schreiben hat sich die Industrie ver- pflichtet, all jene Batte- rien deutlich zu kenn- zeichnen, die auf jeden Fall gesammelt werden sollten, Einzelhändler und Entsorger haben darin ihre Bereitschaft zur Rücknahme erklärt. Zur Kennzeichnung soll das ISO-Symbol für Re- cycling dienen, das aus drei im Dreieck angeord- neten Pfeilen besteht.

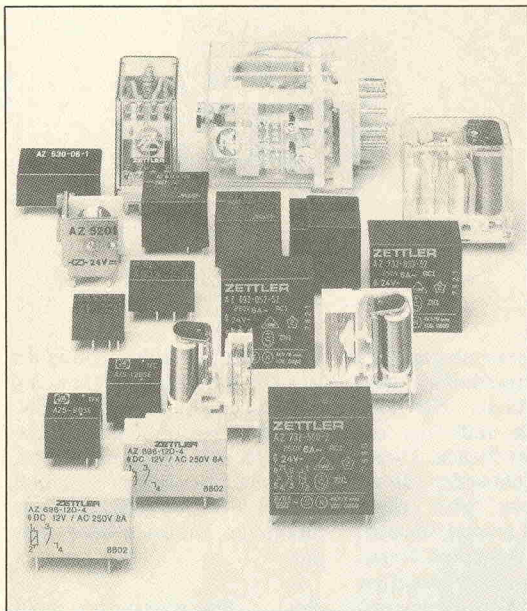
So gehören keinesfalls in den Hausmüll:

- quecksilberhaltige Knopfzellen
- wiederaufladbare Gerätebatterien
- Klein-Bleibatterien
- Starterbatterien

Unbedenklich in den Hausmüll dürfen dage- gen — laut Varta — alle rund 380 Millionen Haushaltsbatterien, die jährlich anfallen, wenn sie ab 1989 den Grenz- wert von 0,1 % Queck- silber am Gesamtgewicht nicht überschreiten.



Vielleicht sollte man hier einfach kombinieren und dennoch nach Berli- ner Art auch die 'unbe- denkliche' Altzelle sam- meln und recyceln! Er- stens hält doppelt besser. Und zweitens haben sich Industrie, Entsorger und Umweltminister so man- ches 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 Umwelt-radioaktivität haben.

HiFi-Endstufen und Aktivboxen

Power-Baukasten

Die Firma Visaton, bislang wohl bekannt 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, für die auf der Grundplatte sieben verschiedene Steckplätze bereitgehalten werden.

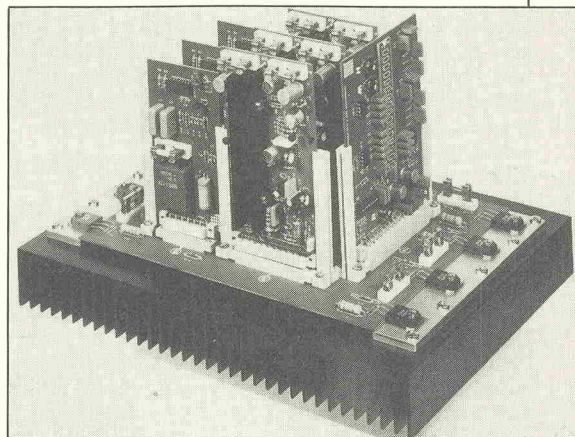
Mit Eingangsmodul, Treibermodul und zwei Schutzschaltungsmodulen lassen sich zum Beispiel drei unterschiedliche Monoblock-Verstärker aufbauen: Die Platzierung von Drahtbrücken entscheidet dabei, ob es eine laststabile 390-Watt-Endstufe für

Lautsprecher mit kritischen Impedanzen bis herab zu 2 Ω wird, eine Hochleistungs-Brückenschaltung für 400 Watt an 8 Ω oder ein 80-Watt-Class-A-Verstärker der immerhin 4 A 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 \times 200 W an 4 Ω . Und da ein solcher zweikanaliger Verstärker natürlich auch gut für 2-Weg-Aktivboxen einzusetzen ist, gibt es ein

dularkonzept für alle jene Hifi-Enthusiasten sein, 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.

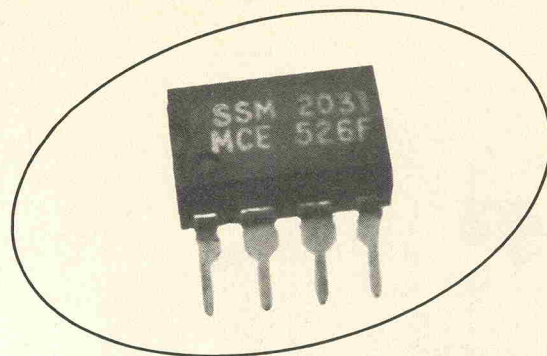
Gleiches gilt für die letzte Ausbaustufe, die sowohl den Aufbau von 3-Weg-Aktivboxen erlaubt als auch die Realisierung von Subwoofersystemen, für die es ein besonderes Steckmodul gibt.

Besonders interessant dürfte dieses neue Mo-

zept 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 SSM2031



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

Der Abstimmbereich des SSM 2031 beträgt bei ± 15 V Betriebsspannung mindestens 10 000:1. Die Temperaturstabilität beträgt typisch 50 ppm/°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 Kapazitätserhöhung bei hohen Frequenzen.

Die Schwingfrequenz berechnet sich zu:

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

oder

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

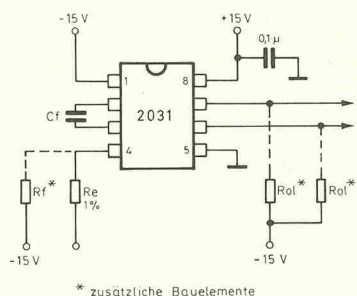
Für Kapazitätswerte unterhalb 50 pF ist die tatsächliche Schwingfrequenz etwas geringer, da sich hier bereits schädliche Streukapazitäten bemerkbar machen, die man sich als dem Kondensator parallel geschaltet vorstellen kann.

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 Anschluß-
konfiguration 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 Selbstaufheizungseffekte 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

tal/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-k Ω -Widerstände (R_{OI}) 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.

Nach Unterlagen der Firma Ingenieurbüro Seidel, 4950 Minden.

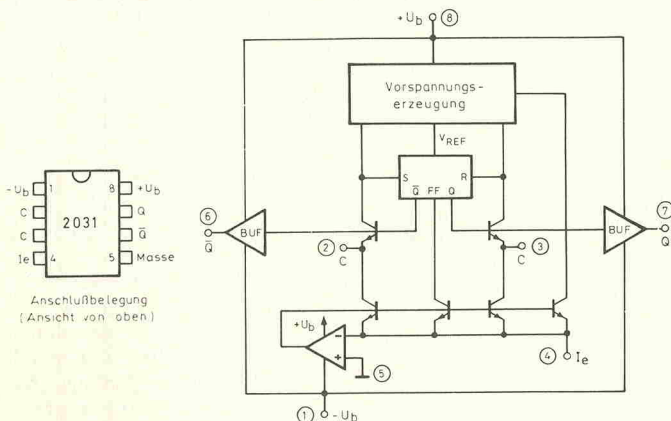


Bild 1. Anschlußbelegung und Blockschaltbild des SSM 2031.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 11/88

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-Baßpedal: Midi Platine	DM	129,70
VFO-Zusatz für 2-m-Empfänger	DM	22,60
FBAS-RGB-Wandler (o. Verztg.) mit Audio	So	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
NDFL-Monoblock: Verstärker	DM	49,90
Netzteil	So	119,40
Strombegrenzung	DM	32,80
E.M.M.A.-IEC-Konverter	So	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	146,90
Noch im Programm: Mini-Sampler Fertiggerät mit Gehäuse	So	49,80
Programmierbare Encoder/Decoder PED 7/PED 15	DM	12,90

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

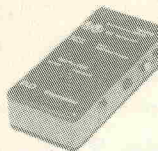
Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammellappen/Bücher/Bauteile. Liste kostenlos gegen 0,80 DM Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

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. Zählrohrspannung ca. 520 V, geregelt. Impulsdauer 100 μ S; max. 10.000 Imp./S. Anzeige optisch und akustisch.

Digitale Auswerterschaltung: 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).

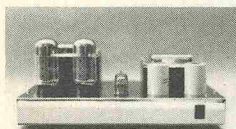
Preise: Bauteilesatz Strahlungsindikator mit ZP 1400	SO	DM 289,10
Bauteilesatz digitale Auswertung	SO	DM 114,00
Gehäuse mit Befestigungsmaterial	DM	18,90
Platine ELO 7/86 Satz = 2 Stück	DM	26,90

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 — Stadtparkasse Mönchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirkonto Köln 235 088 509.

HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

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



**audiophile
Röhrenverstärker
und
Lautsprecherbausätze**

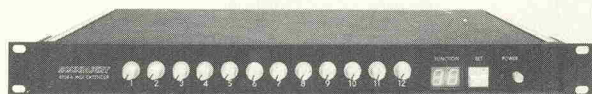
Audio Workshop

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



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

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
- MIDI systemkompatibel
- 12 oder 24 Kanäle
- 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 Lindenhof 37 b · D-3000 Hannover 81

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, Siebdröseln · "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

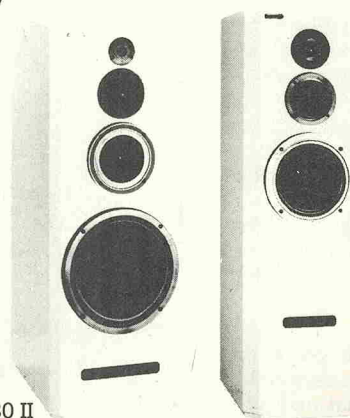
HiFi—

**Auto-Lautsprecher
Bausätze**

Proraum
Vertriebs GmbH
4970 Bad
Oeynhausen 1
Postfach 101003
Tel. 05221/3061
Telex 9724842

Alleinvertreib
Deutschland
Lieferung sofort
ab Lager
24-Std-Tel-Service
Unterlagen: DM 5,—
Schein/Briefmarken

Pro 21 TPX



Pro 30 II



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 Berührungsschutz, 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!

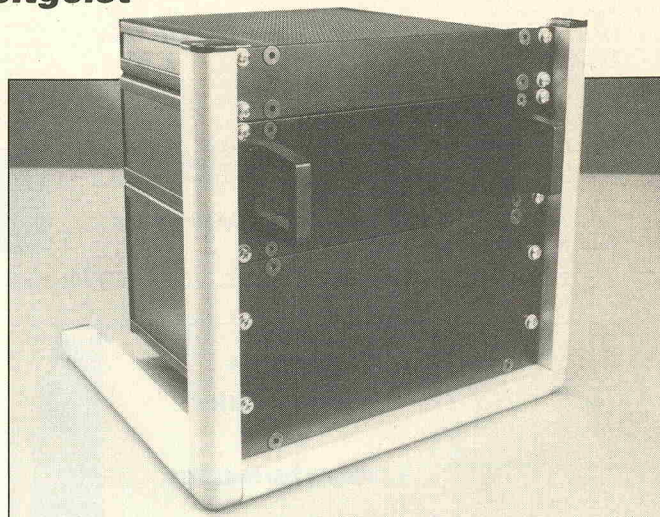
Auch für die nächste Saison setzt man in nahezu allen europäischen Häusern auf dezente Farben. Der Trend zu lichtgrau, eierschalen-beige und schwarz ist bei Kunststoffgehäusen nach wie vor ungebrochen. Wo Metalle verarbeitet werden, hält man sich oft an bewährte Naturtöne: silbergrauer Stahl, gebürstetes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

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

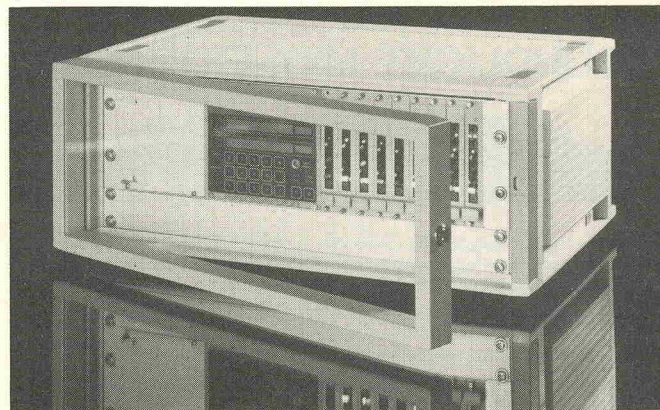
sen. Für die etwas umfangreichere Schaltung hingegen bleibt häufig nur das bewährte 19"-Gehäuse, das jedoch im Laufe der letzten Jahre viel von seiner anfänglichen Häßlichkeit verloren hat. Immer noch zeitlos sachlich in der Linie, ob als kleines Schwarzes oder im Silberlook, zeigt es sich heute oft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

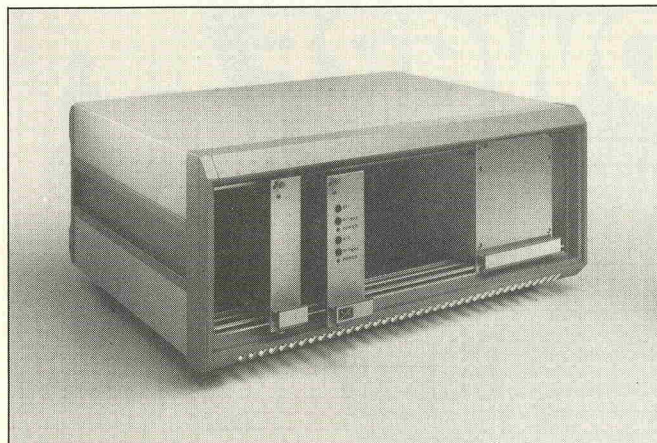
Ungehinderten Zugriff ermöglicht dagegen das Ensemble cardpac von Schroff. Das 19" große Schalengehäuse läßt sich vorteilhaft mit den verschiedensten Einschüben kombinieren und ist bei Bedarf an allen wichtigen Stellen mit wenigen Handgriffen zu öffnen.



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

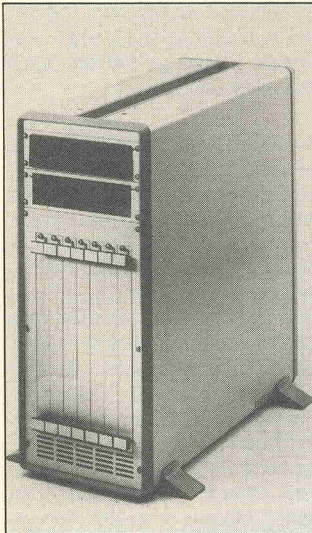


Für Unbefugte verboten: Internorm von bopla gibt es auch mit Tür.



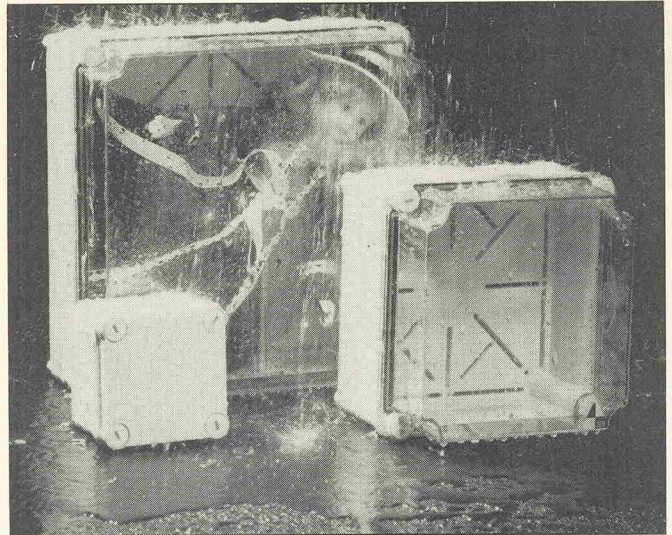
Nicht bei jeder Gelegenheit ist solche Offenherzigkeit geboten. Die Mode für Betrieb und Labor zeigt sich da etwas verschlossener, aber dennoch von schlichter Eleganz. Beispielhaft hier ein seitlich zu schließendes Modell der Serie Internorm von bopla, das zwar Einblicke gewährt, ohne jedoch gleich Zugriffe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

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



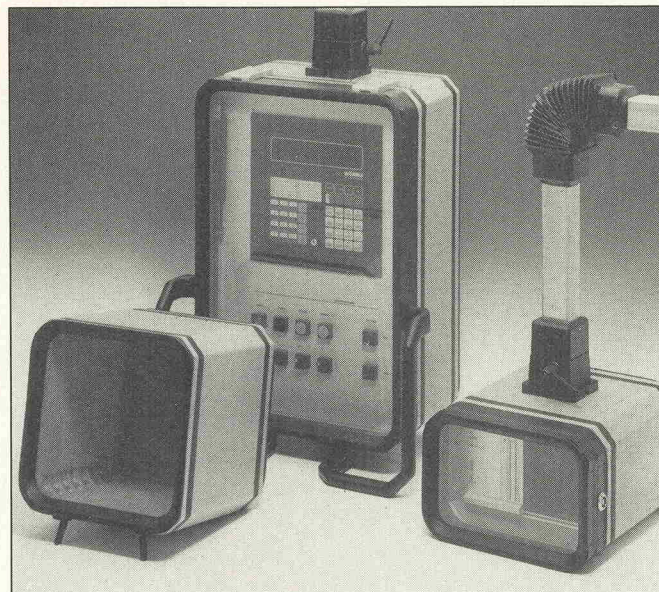
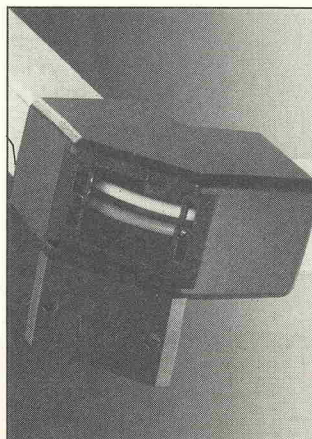
Bodenständig. In der Tower-Version nimmt der Rechner neben dem Schreibtisch Platz.

Was die Trends der vergangenen Jahre bereits andeuteten, 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.



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 schwerelos und leicht schwingend. Ein schmaler Träger gibt dabei sicheren Halt und läßt, bei viel Bewegungsfreiheit, hier und da auch schon mal ein Knie sehen.

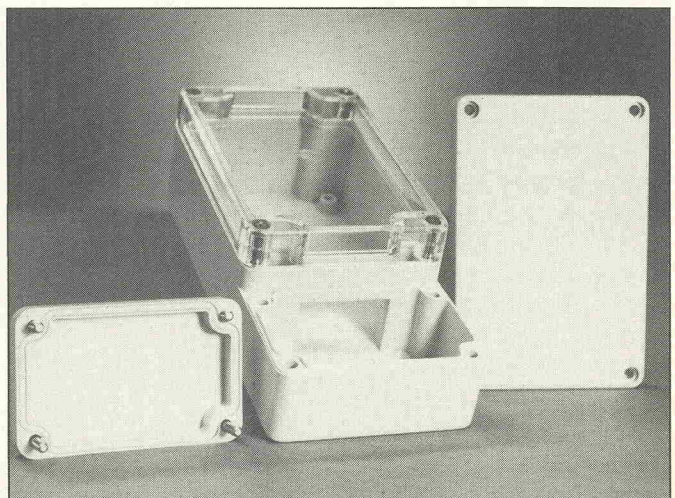


Wetterschutz ummantelt zeigen sich kleinere Schaltungen auch in einer aktuellen Kollektion von bopla, die sich besonders für die Wandbefestigung eignet. Im oberen, etwas weiter gearbeiteten Teil bieten diese aus ABS gefertigten Gehäuse Platz für Elektronik und Bedienelemente, der flacher gehaltene untere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

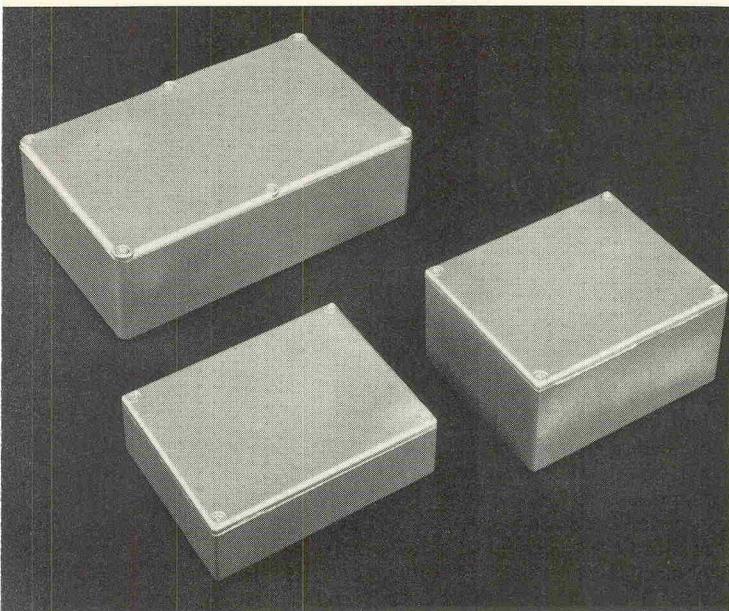
Kein Kabelsalat hinter Bernstein-Gehäusen: Die Tragarme zeigen Seele.

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.



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.

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

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,

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.

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

Die nach dieser Norm erreichenden 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:

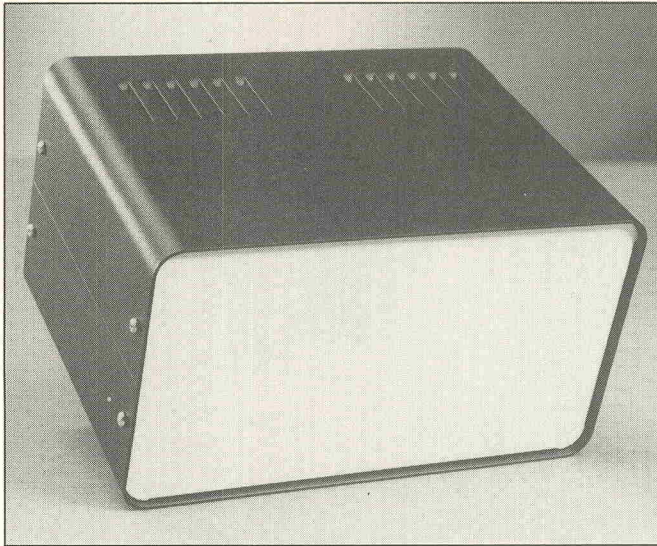
- 0 Kein besonderer Schutz.
- 1 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser > 50 mm. Kein Schutz gegen absichtlichen Zugang.
- 2 Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser > 12 mm. Fernhalten von Fingern und ähnlichen Gegenständen.
- 3 Schutz gegen 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 Berührungsschutz.

- 6 Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht). Vollständiger Berührungsschutz.

Schutzgrad für die zweite Kennziffer

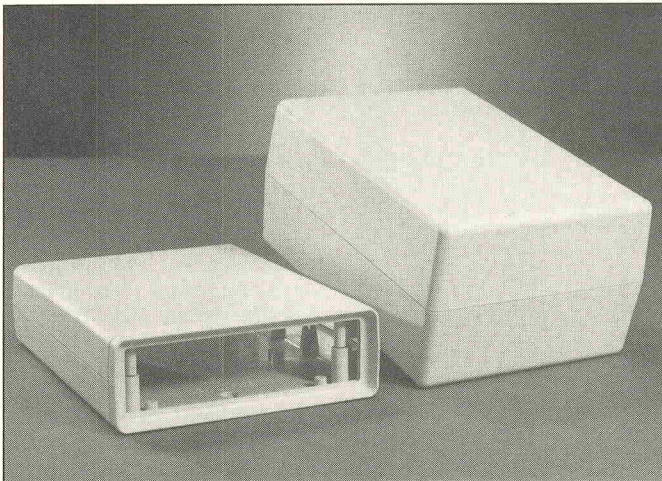
- 0 Kein besonderer Schutz
- 1 Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Tropfwasser).
- 2 Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf bei einem bis zu 15° gegenüber seiner normalen Lage gekippten Betriebsmittel (Gehäuse) keine schädliche Wirkung haben (schrägfällendes Tropfwasser).
- 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



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

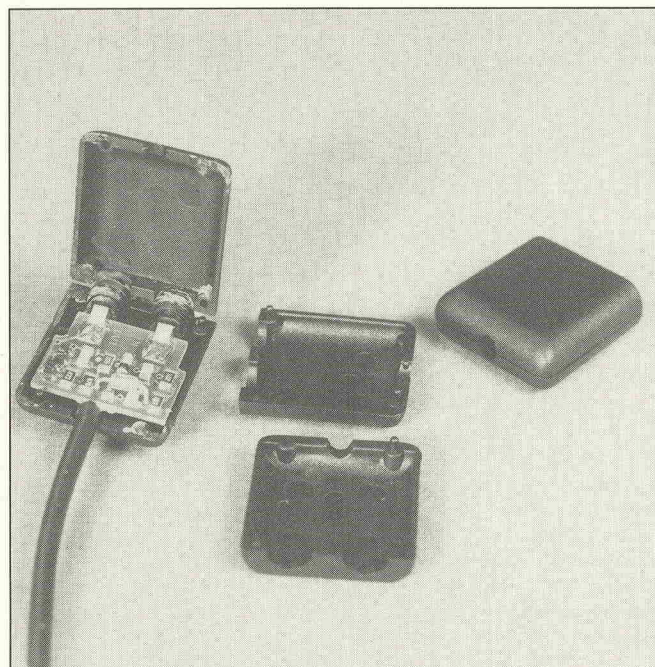
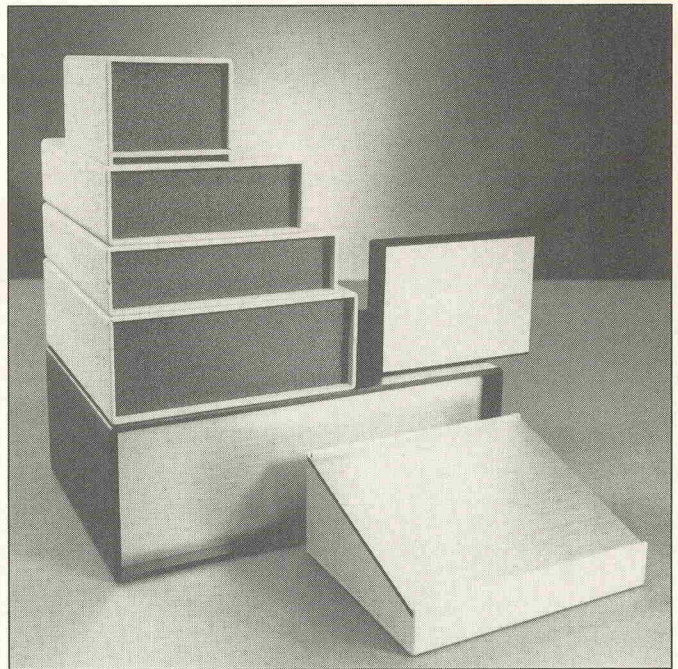
Standardauslese von T.I.T. — Ansonsten wird nach Kundenwunsch gefertigt.

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.



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

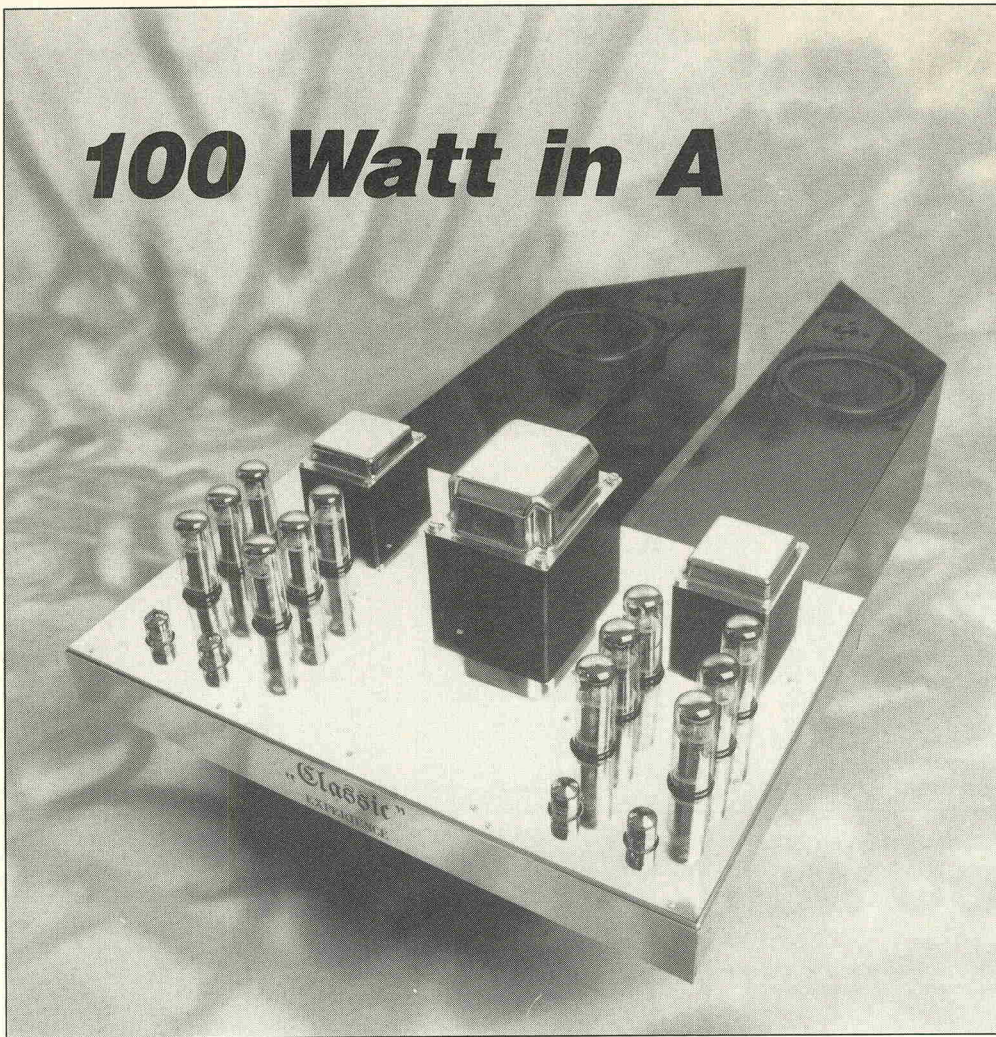
Firma T.I.T. Häussler arbeitet überwiegend mit Kunststoffen und stellt ihr Programm unter dem Namen 'INKUG' vor, der für 'Individuelle Kunststoff-Gehäuse' stehen soll. Und obwohl die Bayern individuell, also in Form und Farbe nach Kundenwunsch, bereits in sehr geringen Stückzahlen preiswert liefern können, 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.



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, Röhrenrafos 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 Dieselaautos 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 mattschwarz? 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 harmonisierten.

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

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

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

Eingangsempfindlichkeit ohne Übertrager mit Übertrager Eingangswiderstand ohne Übertrager mit Übertrager

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

kann also sagen, hätte ein Industriearbeiter im November 1958 die PPP-Endstufe nachbauen wollen, wären bei DM 1,71 netto 877 Stunden oder rund viereinhalb 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 Zweifachnetzteil, d.h. zwei Gleichrichter und zwei Elkos. Ein Becherelko mit 100 µF/450 V kostete damals DM 12,50, also über sieben Arbeitsstunden! Heute ist der gleiche Elko wesentlich kleiner und technisch verbessert, aber preiswerter.

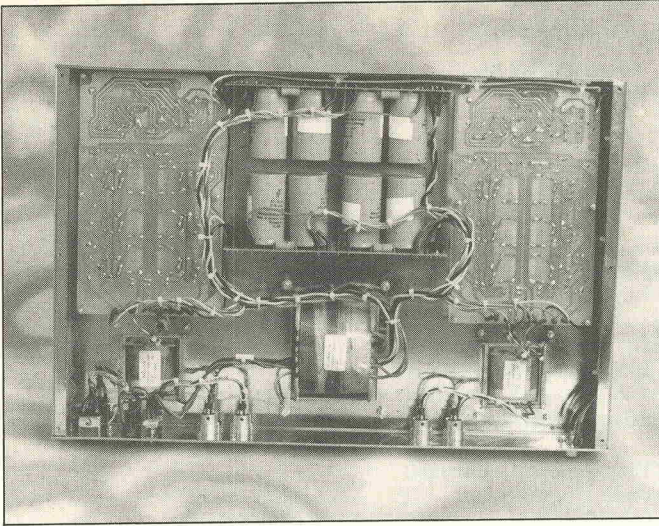
Ein sehr wichtiger Kostenfaktor war der Gleichrichter, da-

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 Zweimark-Klasse erhältlich!

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

Letzte Abr.-Wo.				Stücklohn				Zeitlohn				Lohnausfallentschädigung für Urlaub und Feiertage				Schichtzuschlag				Zuschläge für Überst.-Sonn- und Feiertage				Bruttolohn				Werkstatt			
Stunden	1/100	Betrag DM	Pf	Stunden	1/100	Betrag DM	Pf	Stunden	1/100	Betrag DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf
45	0	95	00	19	0	95	00	00	0	00	00	00	00											252	19	34	7	95	3		
Lohnabrechnung ROBERT BOSCH GMBH WERK GIENGEN																															
				23	19	00	00					170	28	00	00					8	00	00	00					16	22	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
				Sozialvers.-Beitrag		Lohnsteuer		Kirchensteuer				Nettolohn		Kindergeld		Arbeitgeberanteil für Ersatzkasse		Sonstige Zahlungen		DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	DM	Pf	Auszahlungs-Betrag	Gesamt
Geld sofort nachzahlen! 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 Verdienstschein gegenüber Behörden. - Neben diesem Lohn haben Sie einen Dauerabschlag in der Ihnen bekannten Höhe, der beim Austritt einbehalten wird.																															

PPP-Endstufe mit Röhren, Teil 1



Der Zusammenbau aller Teile in einem Chassis hat einige Vorzüge: 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 bekommt 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 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 verzinnt (siehe auch Text)

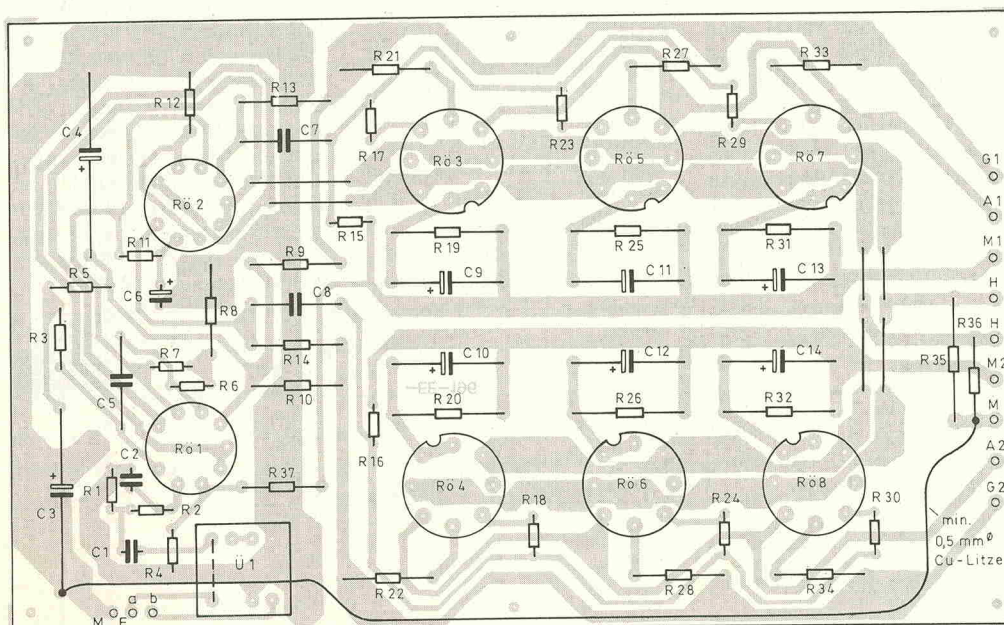
Netzteilplatine

G11,2	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

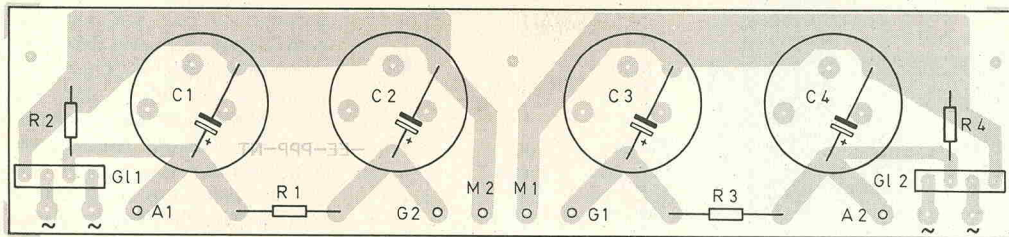
10 Lötnägel 1,3 mm
1 Platine 230 mm x 51 mm
Epoxy, 70μm Cu verzinnt (siehe auch Text)

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 Eingangsrafo 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 ausreichen, 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 Netzteilaufwand, nimmt man durchaus Kompromisse wie z.B. höhere Klirrfaktorenwerte 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 Kleinwagen 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 Treibröhre 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 niederohmiger Schaltungsaufbau möglich ist.

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 niederohmiger 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 Überschlagen 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 Gegentakt-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 zur gängigen Transistor-Endstufe 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 Gegentaktprinzip gezeigt. Die bei-

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

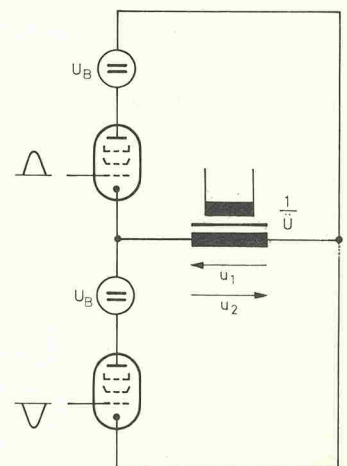
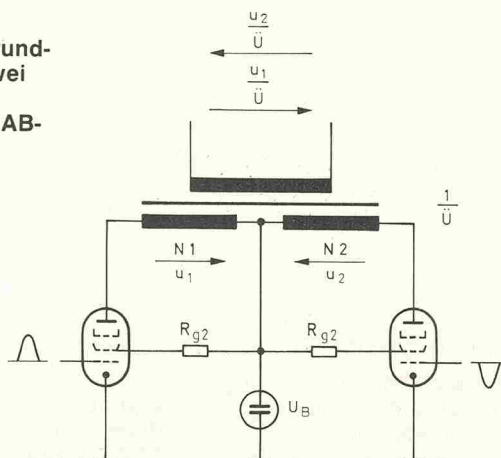
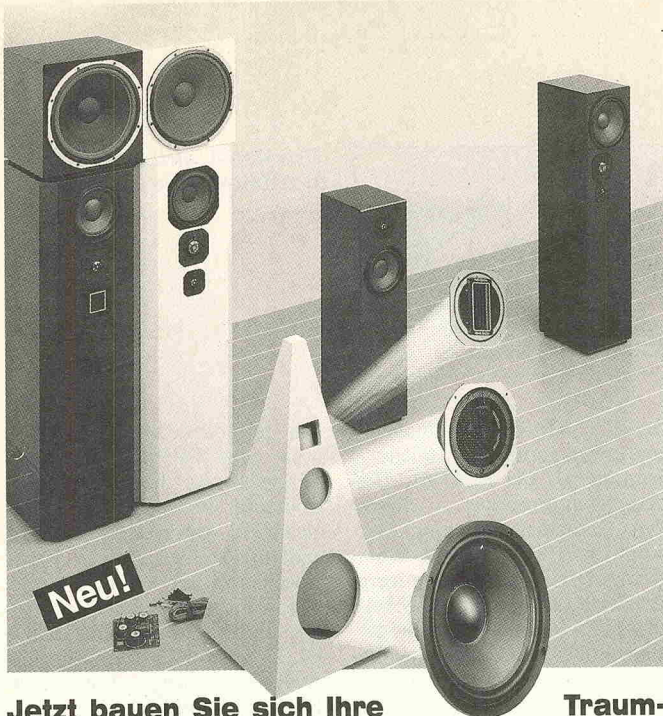


Bild 2. Das PPP-Konzept: Höhere Betriebssicherheit bei größerem Aufwand im Netzteil.



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

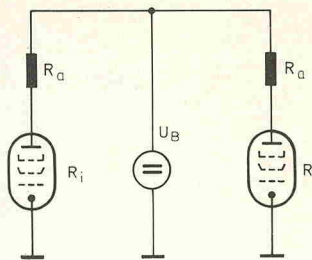
Straße/Nr.

PLZ/Ort

VISATON[®]

Postfach 1652jt, 5657 Haan 1

PPP-Endstufe mit Röhren, Teil 1



$$R_{I1} = 2 R_i + 2 R_a = 2 (R_i + R_a)$$

Bild 3a. Das Ersatzschaltbild für die Gegendtaktschaltung.

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} untersezt 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.

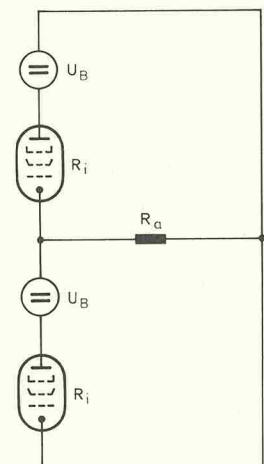
Wann wird die PNP-Röhre entwickelt?

Die Netzteilspannung geht einerseits wegen der fehlenden Last nicht zurück, andererseits wird die aufgebaute magnetische Energie 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-

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 Hochlauffeffekt 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 Hinderungsgrund 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 der In-



$$R_{I2} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_a}{2} = \frac{1}{2} (R_i + R_a)$$

$$R_{I2} = \frac{1}{4} \cdot R_{I1}$$

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

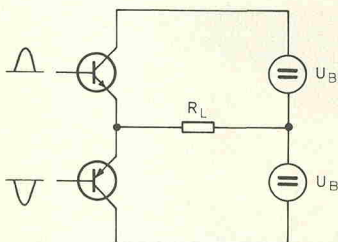


Bild 3c. Die übliche Transistor-Endstufe ähnelt im Ersatzschaltbild dem PPP-Konzept.

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 Transistorendstufe 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 Vorwegnahme der heute üblichen Transistorendstufe, und das bereits im Jahre 1955! Im Jahre 1958 kostete übrigens ein NF-„Leistungs“-Transistor vom Typ OC 76 mit den Grenzwerten $U_{CE0} = 30 \text{ V}$, $I_{C\max} = 125 \text{ mA}$, $P_V = 125 \text{ mW}$, immerhin stolze DM 13,10! Die Röhrentechnik hatte und hat nur einen gravierenden Nachteil: Selbst starke Leistungsröhren 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 1988, Heft 12

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 Spärübertrager 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 Spärnetztrafo, 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.

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:
Parabolant., 1m / 41,3 dB +11 GHz, pol., 2-Strahlensystem
Angepasstes Fied. mag. Polaris., LNB SFC 1,5 dB (einh.)
Stabile 12/12 EL Wandhalterung auch zur Bodenmontage
Receiver B242 324 24 pos. var. Tonablage
Kabel 25m 2F, 25m Polaris., 1m Receiver-TV 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 Ferrorotor DM 195,-

Interface dazu (Puls auf Strom) DM 30,-

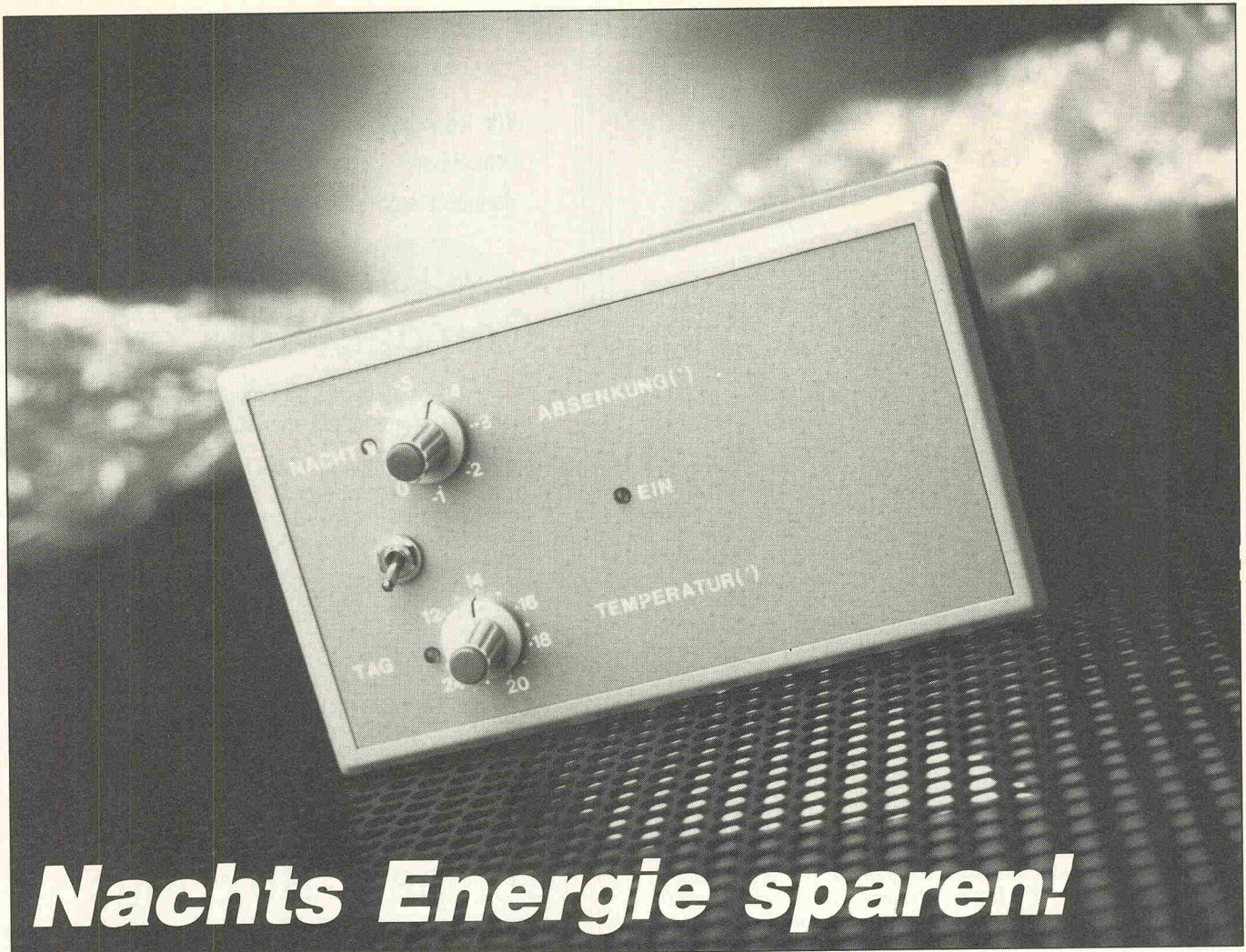
LNB Mega 800 1,6 dB (realistisch) DM 295,-

Preisliste 10/88 bitte anfordern !



Micro Wave Components GmbH

Brunnenstr. 33
5305 Alfert-Oedekoven
Tel.: 02 28/64 50 61
Tx.: 889 688 mwcbn d



Nachts Energie sparen!

Heizungsthermostat mit Nachtabsenkung

Peter Röbbke-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 Beschluß 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 Fertiggeräte 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-

elrad 1988, Heft 12

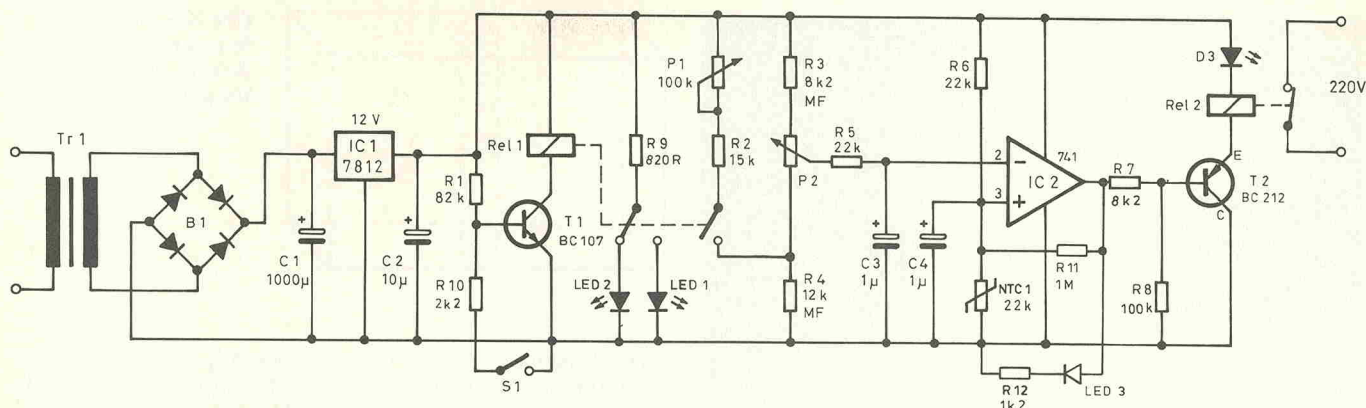
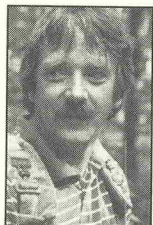


Bild 1. Die drei LEDs zeigen an, was die Heizung gerade „macht“.

Der Autor



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

Telefunken in der Elad-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.

Ersteres 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 Eigenerwär-

mung des Gerätes selbst auf ein Minimum begrenzt bleibt, der Thermofühler also tatsächlich die Raumtemperatur abfragt und nicht etwa die Eigentemperatur des Thermostaten.

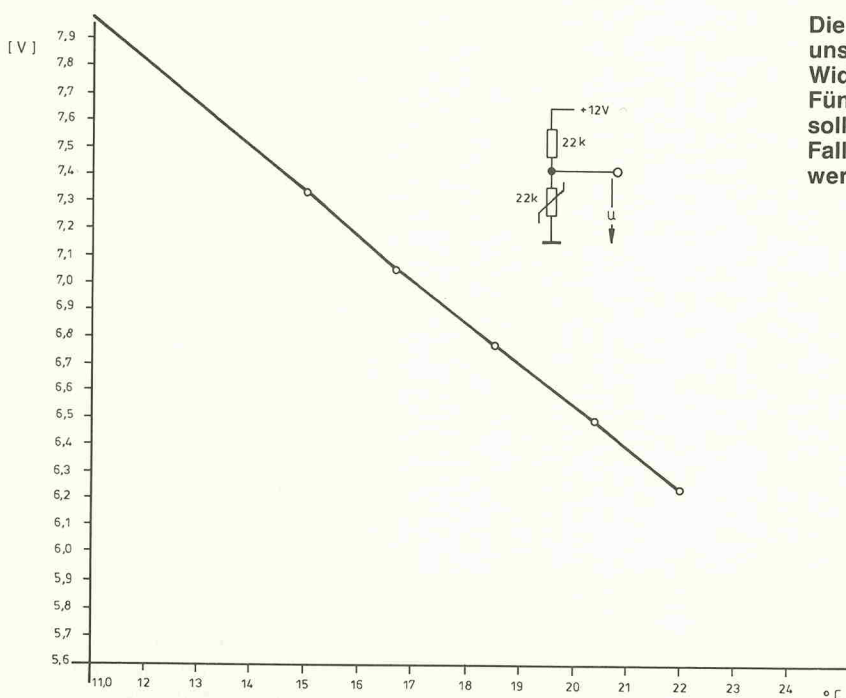
Statt des „Urlaubschalters“ kann auch die Schaltuhr angeschlossen werden

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

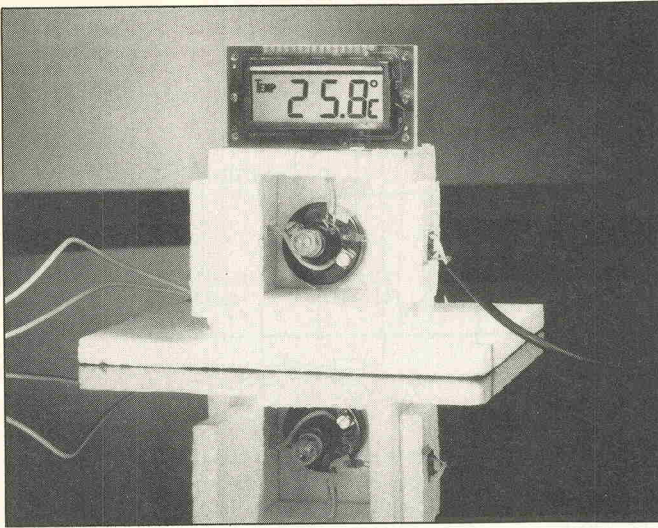
Pin 3. Damit liegt der Ausgang des ICs auf Low-Pegel, T2 sperrt, und der Relaiskontakt ist geöffnet; unser Thermostat sagt also zur Heizung: 'Nicht heizen, es ist warm genug'.

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.

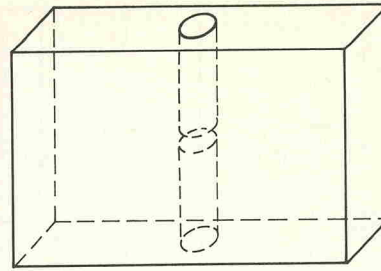
Neu ist der parallel zu P2 angeordnete Zweig aus P1, R2 und dem Kontakt von Rel 1. Dieses Relais wird von T1 angesteuert, dessen Basis im Ruhezustand



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



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



Das Kaminröhrchen hat oben und unten Anschluß an die Umgebungsluft.

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 'Ur-laubtaste' 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-

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

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

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 rauf — Widerstand runter!

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

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 'hineingestolpert', 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 Schalthysterese), schließe den unbe-

Stückliste

Widerstände

R1	82k
R2	15k 1% MF
R3	8k2 1% MF
R4	12k 1% MF
R5,6	22k
R7	8k2
R8	100k
R9	820R
R10	2k2
R11	1M

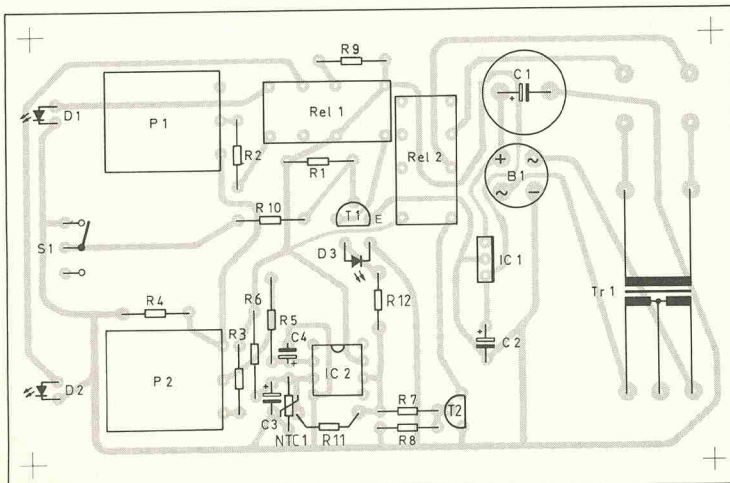
Kondensatoren

C1	1000µF/25V
C2	10µ/16V Tantal
C3,4	1µ/16V Tantal
IC1	7812
IC2	741

T1	BC107
T2	BC212
LED1	LED grün 3mm
LED2,3	LED rot 3mm
B1	Gleichrichterbrücke

Verschiedenes

TR1	Flachtrafo 1,5VA 220V/12V
NTC1	22k Scheibenform W11 V23102A
Rel1,2	0006 A101
S1	Kippschalter 1-polig-Um
P1	Poti 100k lin, 4mm
P2	Poti 4k7 lin, 4mm



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

The diagram shows 24 numbered points arranged in a circular pattern. The points are numbered 1 through 24. Points 1, 5, 9, 13, 17, and 21 are marked with a plus sign (+). Points 2, 6, 10, 14, 18, and 22 are marked with a minus sign (-). Points 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, and 24 are marked with a circle (o). The diagram is labeled 'NACHT' (Night) on the left and 'TAG' (Day) on the right. The vertical axis is labeled 'ABSENKUNG °C' (Absence °C) at the top and 'TEMPERATUR °C' (Temperature °C) at the bottom. The horizontal axis is labeled 'EIN' (In) on the left and 'AUS' (Out) on the right.

elrad 1988, Heft 12

80 Watt Class A MOS-FET Leistungsverstärker Das Klangerlebnis!

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

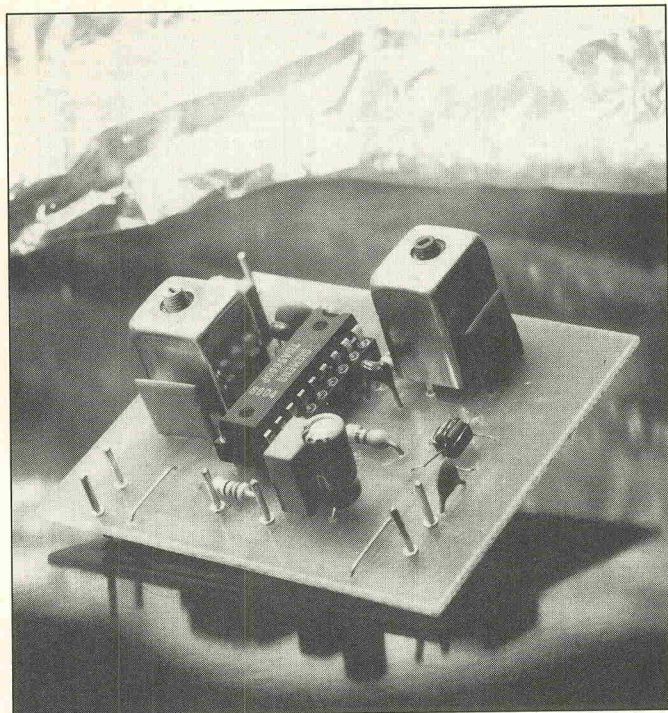
M. Klein Elektronik · Schubertstraße 7
7531 Neuhausen/Hamberg bei Pforzh.
Telefon (0 72 34) 77 83 · Fax (0 72 34) 52 05

25B	25C	25D	25E	25F	25G	25H	25I	25J	25K	25L	25M	25N	25O	25P	25Q	25R	25S	25T	25U	25V	25W	25X	25Y	25Z
187	211	1115	12,94	78...	= 10	220	7106	8,30	3914	D1L	7,45	0529	5,74	1023	5,31									
187	211	1115	13,09	77...	= 10	220	7106R	11,30	3915	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
234	2,55	1117	3,47	785...	= 10	220	7107	8,30	3916	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
365	2,91	1162	17,75	78...	= 10	220	7108	8,30	3917	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
365	2,91	1162	17,75	78...	= 10	220	7108	8,30	3917	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
407	5,38	1167	8,88	77...	= 10	220	7116	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
407	5,38	1167	8,88	77...	= 10	220	7116	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
435	1,46	11726	9,17	781...	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
474	8,73	1173	1,46	791...	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
475	2,48	1195	8,59	7805	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
492	2,48	1209	8,59	7805K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
509	5,82	1211	1,46	7807	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
509	5,82	1211	1,46	7807	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
511	1,75	1212	1,46	7807	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
514	2,04	1213	1,46	7808	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
523	2,76	1214	1,46	7808K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
526	2,04	1222	1,46	7809	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
527	1,95	1226	1,46	7810	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
528	1,90	1231	1,46	7811	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
529	1,90	1231	1,46	7811	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
529	1,90	1231	1,46	7811	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
531	7,20	1251	60,06	7815	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
536	2,18	1260	5,24	7815K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
542	-79	1278	1,05	7818	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
544	-72	1280	1,60	7818K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
546	-72	1280	1,60	7818K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
547	-72	1280	1,60	7818K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
548	-1	1307	10,98	7824	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
548	-1	1307	10,98	7824	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
549	1,30	1312	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
549A	1,30	1312	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
553	2,55	1313	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
553	2,55	1313	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
554	1,18	1317	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
557	2,18	1324	1,46	7824K	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
600	12,77	1325A	14,54	7802	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
601	3,32	1327	1,46	7804	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
605	1,46	1328	1,46	7805	= 10	92	7126	9,24	3920	D1L	7,45	0600	6,13	1024	3,00									
25C	1335	1,60	7805	SMD	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
287	7,28	1337A	71,23	7808	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
288	10,18	1337A	71,23	7808	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
366	2,62	1340	1,46	7808	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
367	-1,46	1359	-57	7809	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
371	-76	1360	1,17	7810	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
372	-76	1362	1,51	7812	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
373	-67	1364	-88	7812	SMD	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50								
374	-75	1366	-96	7813	SMD	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50								
380	-88	1382	1,68	7815	SMD	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50								
381	-88	1383	-82	7818	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
382	-88	1384	-75	7820	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
383	1,14	1385	11,93	7824	= 92	220	7100	8,30	3910	D1L	7,45	0550	5,50	1010	5,50									
384	-88	1393	-89	7805	= 1,05	4785	5,17	5972	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
385	-88	1393	-89	7805	= 1,05	4785	5,17	5972	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
388A	-88	1413	-89	7807	= 1,05	4805	4,20	5972	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A	1,20	2102	1,90	2582	5,21								
398	-88	1419	1,60	78510	= 1,22	4810	4,20	5920A	D1L	7,77	2761A</													

Nur Markenfabrikate 1. Wahl

C... 1N **Microcomputer-Bausteine und Speicher**

[illegible]



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 zweifelloso 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 Aussteuerung sorgt. C10 ist der Siebkondensator der Regelschaltung.

Der Widerstand R3 sorgt für

die übliche Eingangsimpedanz von 75 Ω . 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 abzugleichen. 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 Ω (unsymmetrisch) transformiert — dem üblichen

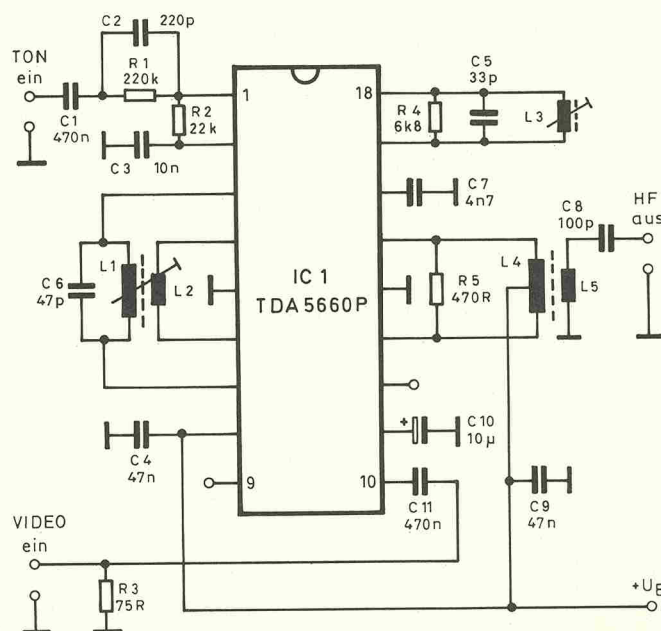
Technische Daten:

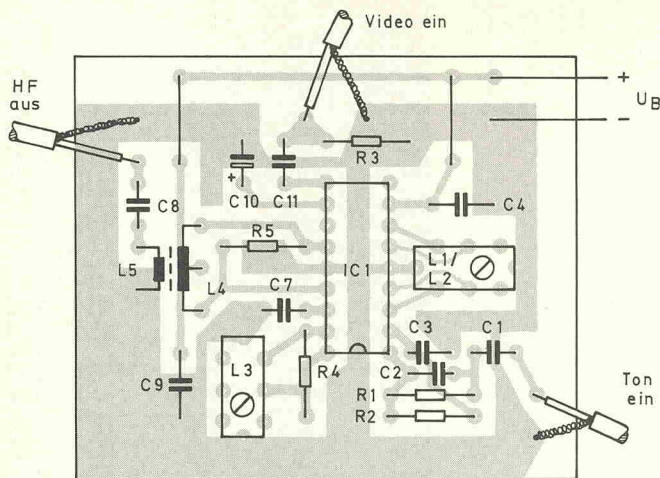
Betriebsspannung	10—14 V
Stromaufnahme	max. 40 mA
Toneingangsspannung	max. 1 V
Videoeingangsspannung	max. 1 V
$1 V_{SS}$ an	75 Ω m
HF-Ausgang	75 Ω m koaxial
Kanal	2,3 o. 4 (Bereich I)

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

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 abgeschabt 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 Antenneneingang 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 Wicklungssinns der Bildoszillatorschaltung. □

Stückliste

Widerstände, 0,25 W, 5 %

R1	220k
R2	22k
R3	75R
R4	6k8
R5	470R

Kondensatoren (keramisch, wenn nicht anders angegeben)

C1,11	470n, Folie RM5
C2	220p
C3	10n
C4,9	47n
C5	33p

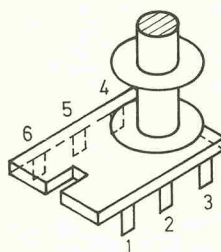
C6	47p
C7	4n7
C8	100p
C10	10µ/25V, Elko

Halbleiter
IC1 TDA 5660P

Sonstiges
Ferrit-Perle, 2 Filterbausatz Vogt D41-2165, Kupferlackdraht (siehe Text), 2 Eingangsbuschen, TV-Stecker, abgeschirmtes Kabel, Platine

Buchsen und der Platine eignet sich abgeschirmtes Kabel. Die beiden Spulen der Schaltung müssen selbst angefertigt werden. Die Tonoszillatorschaltung 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 Spulenkörpers 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	Ringkerntrafo 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	ditto 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	ditto 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	ditto 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	ditto 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 Beu.	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 T03/6xT03	18,00 DM	MC 145B Dip.	0,50 DM
2HE	54,00 DM	8xT03	27,00 DM	TCA 740	2,75 DM
3HE	65,00 DM	10xT03	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
		Elektr.-Lot 100 g	4,00 DM	BF 871	1,65 DM
		1 kg	35,00 DM	BF 872	1,65 DM

ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER · VILLENSTR. 10
6730 NEUSTADT/WSTR. · TEL. 063 21/33694 · FAX 063 21/34918

SONDERLISTE E 88
ANFORDERN!

Spacetrone GmbH

ehemals Erftkreis Electronic

Postfach 3106 · 5024 Pulheim · Tel. 0 22 38/142 29

TEAC LAUFWERKE					
FD 55 BR	214,00	B20C1500	0,70	0,66	
FD 55 GFR	237,00	B20C3700	1,50	1,85	
FD 55 FR	218,00	B20C5000	1,59	1,95	
FD 35 GFV	295,00	B38C1500	0,89	0,85	
FD 35 FN	222,00				
FD 135 FN	188,00				

FLOPPY STROMVERSORGER					
APOL 1 5 25	1,00				
MOUSE GM 8 P	82,00				
IBM DRUCKERK 2 m	8,20				

RAM's, EPROM's					
Viele Typen ab Lager oder					
innerhalb kurzer Frist lieferbar					
Bitte erfragen Sie die aktuellen					
Tagespreise. Vor allem Groß-					
abnehmer weisen wir darauf					
hin, daß Speicherbausteine					
nur gegen NH oder Vorkasse					
versandt werden.					

COPROZESSOREN					
Sub-8 Steckverbinder					
vergoldet	1,98	10-24h			
BLK109	0,45	0,44			
BLK115	0,70	0,69			
BLK119	1,15	1,12			
BLK123	1,20	1,18			
BLK125	0,65	0,64			
BLK137	1,65	1,63			
BLK150	3,25	3,20			

AB LAGER LIEFERBAR!!!					
8087-6MHz	Preisredu-				
8087-10MHz	zierung bei				
80287-6MHz	Prozessoren				
80287-8MHz	und Co-Pro-				
80287-10MHz	zessoren.				
80387-16MHz	Fragen Sie				

68020-RC12	uns nach dem				
68020-RC16	bestimmten				
68881-RC12	Tagespreis.				
68881-RC16	0 22 38/142 29				

AB LAGER LIEFERBAR!!!					
8087-5MHz	190,00				
V 20-8MHz	13,20				
V 20-10MHz	28,60				
V 30-8MHz	16,50				
V 30-10MHz	32,00				
68000-8	14,90				
68000-10	22,00				
DMAC 68450-8	99,00				

8255	4,20				
AM 26LS31	3,10				
AM 26LS32	3,10				
AM 7910	34,80				
ICL 7850	3,25				
NS 16450N	15,50				
PAL 1694	5,80				
RTC 58321A	8,85				
RTC 58321-50	5,50				
TL 7715	1,85				
WD 8255A/B	7,90				
27012-15	23,65				
27012-15/2	27,00				

SN 74/ALS/AS/H/MSCT					
sowie CAXXX/45XX preiswert					

SIEBEN SEGMENT ANZEIGEN					
D 100 7mm CA/CK rot	2,80				
MAN72A 7,6mm CA rot	2,85				
MAN74A 7,6mm CK rot	2,85				
D200 10mm CA/CK rot	2,70				
D350 13mm CA/CK rot	1,18				
D380 +/- CA/CK rot	2,10				
D352 13mm CA/CK grün	2,40				

OK-GEMEINSAME KATHODE					
CK-GEMEINSAME KATHODE					
Fluorkristallanzeigen					
LCD 160mm	14,80				
LCD 4,5/13mm	8,80				
LCD 4/13mm	10,00				
LCD 6/13mm	28,00				
LCD 4/18mm	40,00				

Lineare IC's					
ICL 7106	7,30				
ICL 7106-LCD/53	15,00				
ICL 7106R	6,95				
ICL 7107	5,70				
ICL 7107-4x35CDCA	13,80				
ICL 7116/17/26	9,10				
ICL 7135	22,60				
MAX 232	7,75				
MC 1488	0,60				
MC 1489	0,60				
NE 555	0,34				
NE 556	0,34				
XR 2206	5,20				
XR 8038	5,50				
2N 427E	21,35				
2N 428E	17,35				

Spannungsregler					
TO 220 1A	1,94	10-25A			
7805/12/15	0,55	0,51			
7805/18/24	0,63	0,61			
7810/20	0,80	0,75			
7905/12/15	0,63	0,61			
7908/18/24	0,80	0,75			
100mA T092					
78L05/12	0,60	0,57			
78L08/09	0,70	0,66			
78L15	0,65	0,60			
79L05/12	0,75	0,70			
79L09/15	0,80	0,75			

2A T0220	1,15	1,05			
7805/12/15	1,25	1,20			
L259	2,00	1,95			
LM 317T	1,01	0,97			
LM 337T	1,15	1,10			
LM 338K	6,20	5,85			
LM 338K	10,20	9,85			

LED 1. Wahl					
rot, grün, gelb					
10 Stück, je Typ					
5 mm, 3 mm	12,10				

Gleichrichter	1-24	25-49h			
B40C1500	0,55	0,51			
B40C3700	1,70	1,65			
B40C5000	1,75	1,72			
B80C1500	0,55	0,53			
B80C3700	1,75	1,72			
B80C5000	1,80	1,77			
B80V 35AS	4,95	4,90			
B250C800	0,85	0,83			

IC-Fassungen Low Cost					
Polz	1-4h	50-99h			
DIL08PX	0,09	0,08			
DIL08PX	0,12	0,11			
DIL14PX	0,21	0,19			
DIL16PX	0,24	0,22			
DIL18PX	0,27	0,25			
DIL20PX	0,30	0,28			
DIL22PX	0,33	0,30			
DIL24PX	0,36	0,32			
DIL28PX	0,42	0,39			
DIL40PX	0,60	0,55			

Widerstandsortiment					
SORTNR1 WD 5% E12	13,90				
SORTNR2 WD 5% E24	26,80				
SORTNR3 WD 1% E12	25,80				
SORTNR4 WD 1% E12	25,80				
SORTNR5 WD 1% E12	25,80				
SORTNR6 WD 1% E24	44,00				
SORTNR7 WD 1% E24	44,00				
SORTNR8 WD 1% E24	44,00				
SORTNR9 WD 1% E24	44,00				
SORTNR10 WD 1% E24	44,00				

Sortimente eigener Wahl					
10 Stück Mindestabnahme					
SortNRs WD 5% 4,00					
SortNRs WD 1% 7,50					

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

Widerstandsortiment					
E12 4TR - 1M					
W0N5/4000x	0,30				
W0N5/5000x	0,34				
W0N7/5000x	0,38				
W0N8/5000x	0,42				
W0N10/5000x	0,50				

50-70% Kostenersparnis durch Eigenbau bei bester Klangqualität

2 Wege, 3 Systeme Box, konzentrischer Strahler 120 W, 96 dB/Wm 315,-

2-3 Wege, 5 Systeme Box konzentrischer Strahler 240 W, 96 dB/Wm 523,-

3 Wege, 5 Systeme Spitzenbox, konzentrischer Strahler 120 W, 97 dB/Wm 2120,-

Probieren (auch mit eigenen Platten) erwünscht!

LAUTSPRECHER ZUM SELBERBAUEN

Stiefenstraße 37 4400 Münster Tel. 0251/2774 48

Öffnungszeiten: Mo-Fr 14-18 Uhr Sa 10-14 Uhr

***** BAUSÄTZE *****

- (1) = enthalten Originalbauteile, Fassungen, Verschiedenes und Platinen(n).
 - (2) = Komplettbausatz, best. aus (1), zusätzlich mit Gehäuse, Knöpfen, Kleinteilen.
- Heft 11/88:
- NDFL '88
- Verstärker (1) DM 56,90
 - Netzteil mit Ringkerntrafo und Elko's (1) DM 129,-
 - Strombegrenzung (1) DM 19,30
 - Türöffner
 - mit Relais und Summer (1) DM 39,65
 - Batterie-Tester
 - mit Siemens-DIL-Relais (2) DM 49,10 (1) DM 37,60
 - EVU-DFU
 - mit KS-Gehäuse (2) DM 118,90
 - C64-Sound-Sampler
 - mit Gehäuse u. Chinch-Stecker (2) DM 49,60

Heft 10/88:

Mid-Basspedal mit 2764 ohne Montagmaterial (1) 92,80

Heft 9/88:

Kopierschutzfilter

- mit Chinchbussen (1) DM 37,10 (2) DM 49,-
- wie vor mit KS-Gehäuse und Netzteil (2) DM 69,80

Heft 7-8/88:

x/t-Schreiber mit prog. Eprom (1) DM 235,90

Weitere elrad-Bausätze aus früheren Heften sind lieferbar!

Versand per Nachnahme ohne Mindestbestellwert

STIPLER-Elektronik Inh. Georg Stippler

Postfach 1133 · 8851 Bissingen · Tel. 090 05/4 63

RESTPOSTEN! ab DM 1,-

ICL 7107 + 7106, Intensil

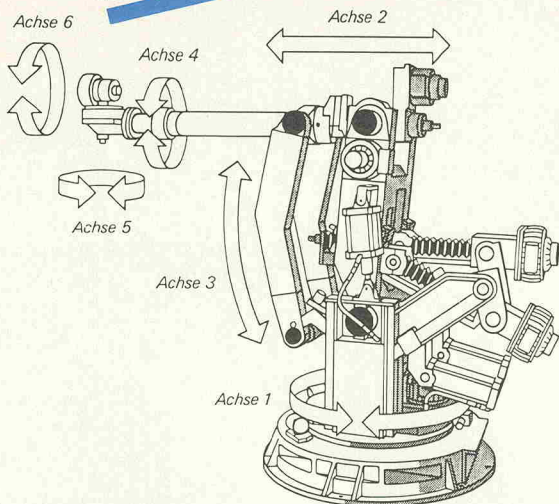
ab 10 Stück à 5,65

ab 25 Stück à 5,55

ICL 7106R à 6,95

Antriebs- technik

Grundlagen
Projekte
Schaltungstechnik



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

	Seite
aktuell	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 Drehzahl-einstellung 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

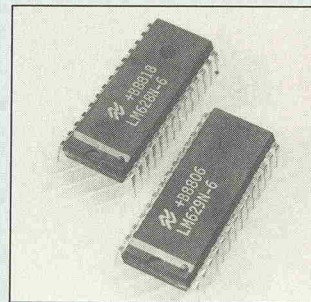
Seite 44

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

Motor-Controller

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

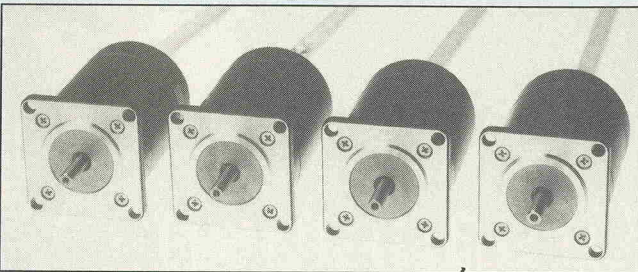


Seite 40

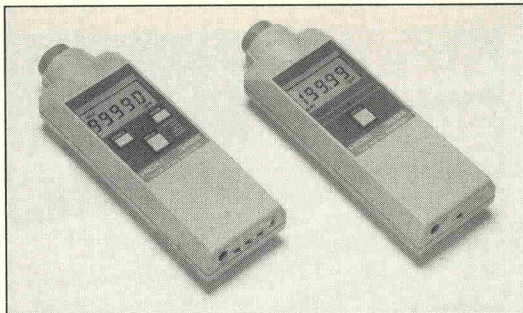
Industrielle Antriebstechnik

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



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.

DC-Motorsteuerung

Bis 100 Nano-meter

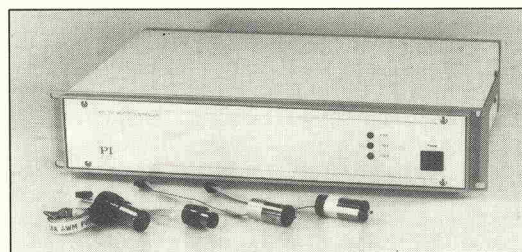
Der neue DC-Motor-Controller C-800 von Physik Instrumente GmbH & Co., 7517 Waldbronn, erlaubt eine simultane Steuerung und Überwachung von vier

Präzisions-Gleichstrommotoren. In Verbindung mit hochgenauen Linear-Antriebseinheiten (DC-Mike Drives) lassen sich reproduzierbare Positionierungsgenauigkeiten 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, Beschleunigung,

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.



Schrittmacher

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

Schrittmotor-Leistungsendstufen,

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 Motore 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 geräuschfrei und können bei einer Betriebsspan-



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

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

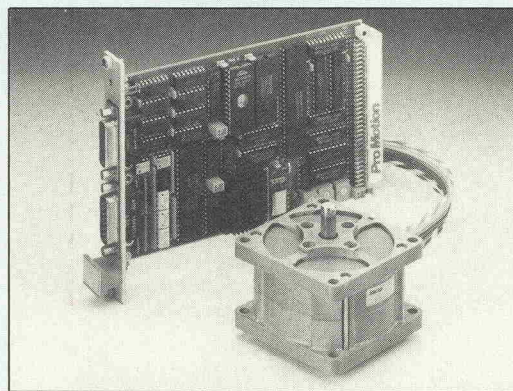
Als Bindeglied zwischen Bus und Booster hat die Firma ProMotion in Karlsruhe einen

Schrittmotor-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.

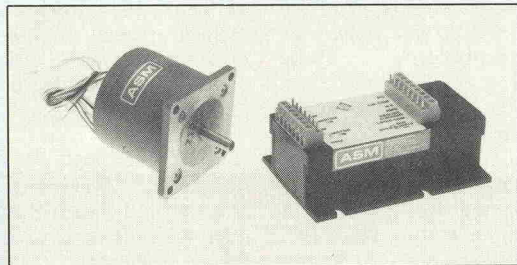
Der Indexer liefert Open-Collector- oder Differenz-Ausgangssignale entsprechend der



ausführt. Die Baugruppe, die auf dem Mikroprozessor 80188 basiert und auf einer Europakarte 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. kollektorlosen 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.

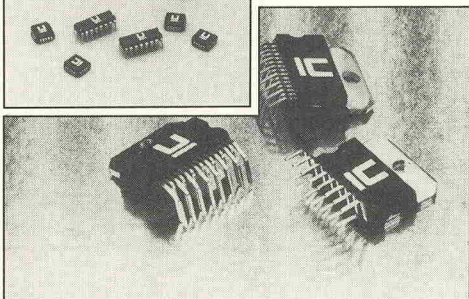
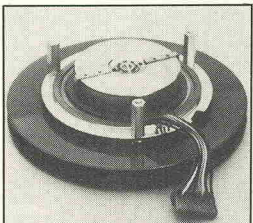
Ein Leistungstreiber-IC für Dreiphasenmotoren, das bei 35 Volt 2 A je Tristate-Ausgang liefern kann, stellt Unitrode unter der Bezeichnung UC3657V. Die Eingänge

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.

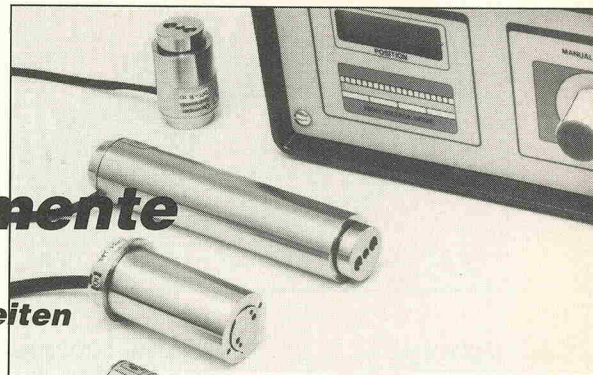
Mit einer Dauerstrombelastbarkeit von 1 A ist die Treiberstufe des UC3623V nicht ganz so kräftig. Dafür enthält dieser Baustein, der ebenfalls aus dem Programm von Unitrode stammt, bereits die komplette Kommutierungs- und Drehrichtungslogik sowie eine selektierbare Stromregelung nebst hoch verstärkendem 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 Haaresbreiten
zu riesig sind**



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

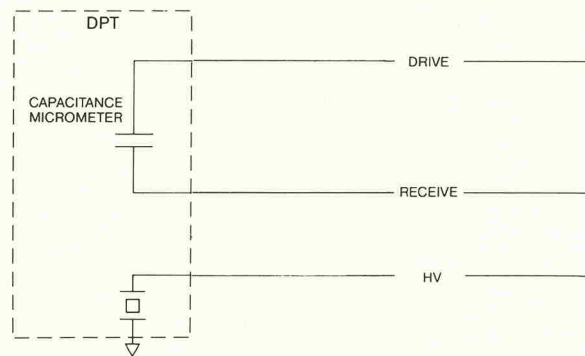
Moderne digitale Piezo-Translatoren (DPT) dienen der Positionierung im Bereich einiger Mikrometer und gestatten dabei eine Wiederholgenauigkeit von weniger als 1 nm bei extrem guten Stabilitäten. Bereits vor 15 Jahren konnten bei DPTs Stabilitäten von 10 pm (10^{-11} m) pro Tad und 0,01 pm pro Sekunde 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 Positionskontrolle 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

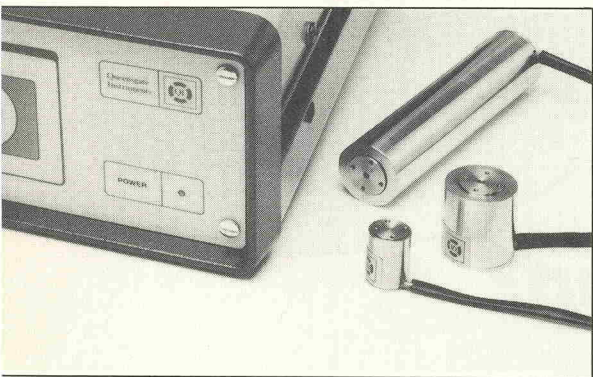
Der teure Industrieroboter in der Produktionshalle ist ein williger 24-Stunden-Arbeiter, der sich nur bei vollem Einsatz in vertretbarer Zeit amortisiert. Somit ist er für Schulungs- und Trainingszwecke selten

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.

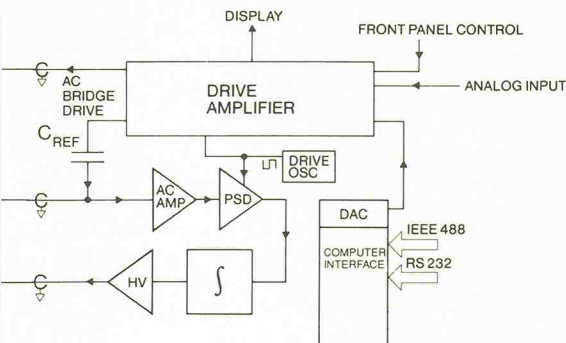
ROB3, bestehend aus Mechanik, Steuerung, Netzteil und Teach-Box oder PC-Software, wird für weniger als DM 5000,— angeboten.



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 Stellbereichen 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.

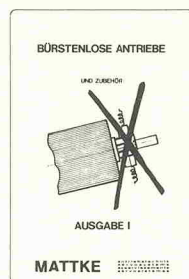
Der zugehörige Controller AX 100 enthält die Regelelektronik, die wahlweise über IEEE-488 oder RS-232 vom Rechner gesteuert werden kann und die auf Wunsch mit vorprogrammierten Scan-Funktionen mit 14 bit Auflösung geliefert wird.



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 als 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 Matke 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 Motore, passende Verstärker und komplette 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 Steinen 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 compatible sowie durch

eine eigens dazu entwickelte Software. Ausgerüstet mit kleinen Gleichstrommotoren, Zahnrad-, Riemen- 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

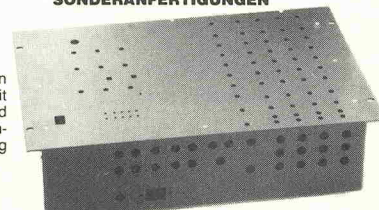
Gehäuse mit System

19"-EINSCHÜBE



über 100 versch. 19"-Einschübe im Lieferprogramm

SONDERANFERTIGUNGEN



Schon bei mittleren Stückzahlen mit Ausstanzungen und kompletter Oberflächenbearbeitung

elcal = systems

R. M. Amann · Tiefental 3 · 7453 Burladingen 1 · Tel. 07475/17 07 · Telex 767223 elca d

Katalog gegen DM 3,— in Briefmarken.

Neu! MX1600E DM 459,-

Der "Volksscanner"

er läuft und läuft und läuft
Interessante 75-88 MHz
Frequenz- 136-174 MHz
bereiche: 406-475 MHz
Kanalarster: 5,125 u. 25 kHz
Schaltbare Frequenzen:
mehr als 15.000
Memorys: 16, Schlauf über
Memorys oder gesamten Frequenzbereich.



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

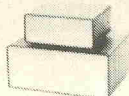
SONY-Handscanner ICF-PR080

Frequenzbereiche: 150 kHz-108 MHz,
+ 115,150 MHz-223 MHz.
LW, MW, KW, VHF, UKW. DM 909,-



**Exportgeräte-Katalog
gegen 6,50 in Briefmarken**

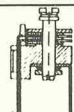
Formschöne Geräte-Gehäuse



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

Ausführung: Gehäuse-schalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche
genarbte, olivgrüne Kunststoffbeschichtung. Frontplatte
und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Be-
arbeitung). Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Alu-
minium (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



Tronser-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



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
gelb 4-40 pF	1,50 1,30
rot 5-90 pF	1,70 1,50
violett 5-110 pF	2,20 1,95

Keramische Schallbrenner

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

Alle Preise in DM pro Stück.

Wir liefern preisgünstig und
schnell alle gängigen Transistoren
und Röhren, auch für Sender-
stufen!

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

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

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

LADENÖFFNUNGSZEITEN: 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

SUPERIOR ELECTRIC

Slo-Syn



Schrittmacher für die Automation

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

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

Bis zu 400 Programmsätze erhöhen die Steuerkapazität; program-
mierbar nach DIN 66 024/25.

V24-Schnittstelle und Paralleleingang, z. B. für SPS, PC oder Handpro-
grammer, standardmäßig vorhanden. Ein- und Ausgänge, End-
schalter 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!

Omni Ray

Omni Ray GmbH, Ritzbruch 41, Postfach 31 68, D-4054 Nettetal 1
Telex 854 245, Telefax (0 21 53) 73 71 49, Telefon (0 21 53) 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

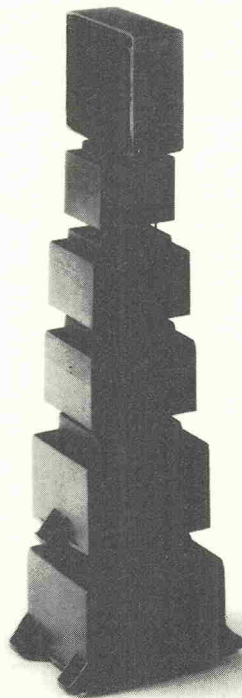
HELMUT GERTH

- TRANSFORMATORENBAU -

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

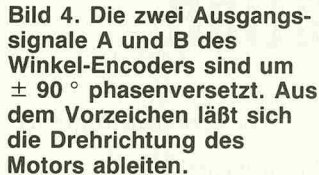
vergossene Elektronik- Netz- Transformatoren

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



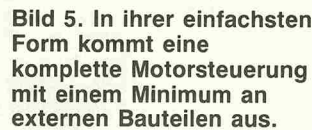
Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie

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 $\overline{\text{IN}}$ dient einer Nullmarkenerkennung, die immer dann anspricht, wenn alle drei Signale A, B und $\overline{\text{IN}}$ gleichzeitig LOW-Pegel führen.



Das digitale PID-Filter arbeitet nach dem Algorithmus

42



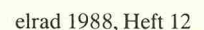
Die Stellgröße u setzt sich somit aus den drei Summanden P , I und D zusammen:

- 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. Er wirkt damit wie eine viskose Dämpfung in einem Feder/Masse-System. Die Konstante k_d in diesem Summanden bestimmt also, ob der Regelkreis träge reagiert, zum Überspringen neigt oder bei kritischer Dämpfung optimal eingestellt ist.

Bild 5 zeigt eine komplette Mo-

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 Steuerungsspannung 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.

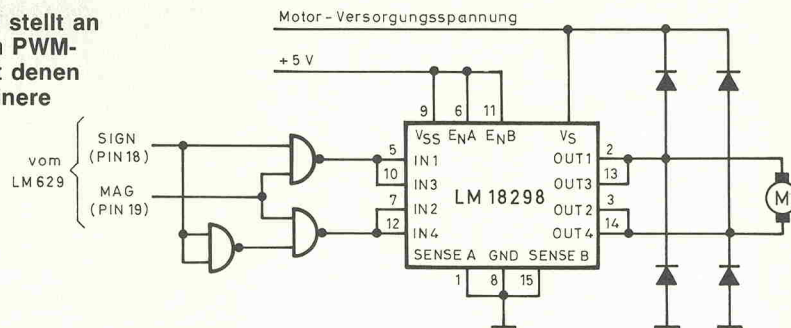


Bild 6 zeigt die entsprechende Modifikation. Besonders einfache Motortreiberstufen lassen sich mit dem LM629 realisieren, das die Stellgröße bereits intern als PWM-Signal aufbereitet, so

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 Corporation, 8080 Fürstentfeldbruck

Schaffner

STROMVERSORGUNGEN

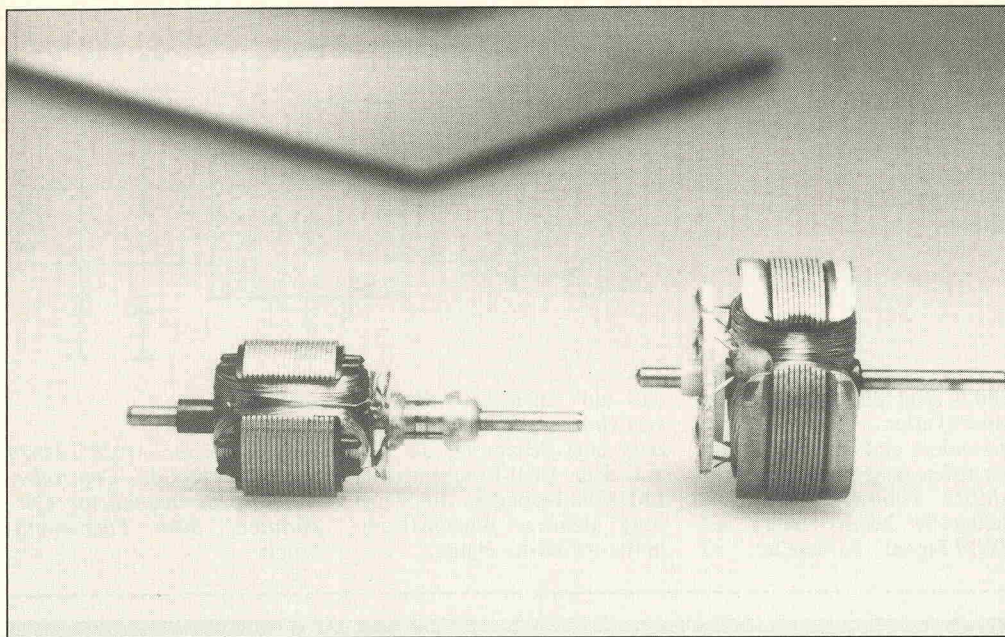


Schaffner

WERNER SCHAFFNER-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



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 Repulsionsmotoren, 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

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

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

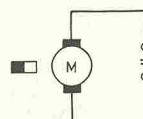


Bild 1. Schaltsymbol eines permanentmagnetisch erregten...

Die elektromotorische Quellenspannung ist über eine Motor-konstante k_1 der Drehzahl n unmittelbar proportional:

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

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:

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

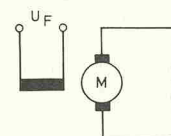


Bild 2. ... und eines fremderregten Gleichstrommotors.

In der rein theoretisch abhandelnden 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

$$M_d = \frac{U_{KI}}{R_m} c_2 \Phi - c_1 c_2 \Phi \frac{n}{R_m}$$

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

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

Die Gerade darf die Abszisse (n-Achse) nicht berühren, da auch bei Motorleerlauf n_L Antriebsverluste bereits ein Belastungsmoment M_L (z.B. über Lagerreibung) hervorrufen. n_0 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

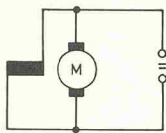


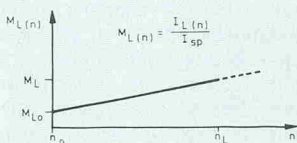
Bild 3. Beim Nebenschlußmotor sind Statorwicklung und Bürsten parallelgeschaltet.

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 erhielte dabei einen Verlauf von $M_{L(n)}$, der unter Berücksichtigung von Meßungenauigkeiten auf die Form

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

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

$$M_d = M_{max} - \frac{M_{max} - M_L}{n_L - n_0} (n - n_0)$$

$$\text{für } n_0 \leq n \leq n_L \quad [5]$$

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

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

$$\text{mit: } P_m: \text{ mech. Gesamtleistung} \\ \omega = 2\pi n \\ \omega_0 \leq \omega \leq \omega_L$$

$$M_{L(n)} = M_{Lo} + \left(\frac{M_L - M_{Lo}}{n_L - n_0} \right) (n - n_0) \\ n_0 \leq n \leq n_L \quad [5.1]$$

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

$$M_a = (M_{max} - M_{Lo}) \frac{n_L - n}{n_L - n_0} \\ n_0 \leq n < n_L \quad [5.3]$$

M_{Lo} — 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]:

$$P_{ab} = (M_{max} - M_{Lo}) \frac{\omega_L \omega - \omega^2}{\omega_L - \omega_0} \\ \omega_0 \leq \omega < \omega_L \quad [5.4]$$

so daß folgt:

$$P_m = M_{max} \omega - \frac{M_{max} - M_L}{\omega_L - \omega_0} (\omega - \omega_0) \omega \quad [7]$$

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

$$\frac{dP}{d\omega} = 0 \quad \frac{dP}{d\omega} = (\omega_L - 2\omega) \frac{M_{max} - M_{Lo}}{\omega_L - \omega_0} \quad [8, 9]$$

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 Motorklemmenspannung, 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

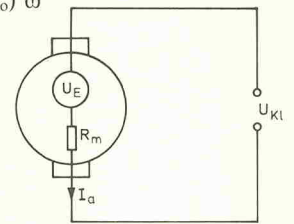


Bild 4. Im Ersatzschaltbild eines Gleichstrommotors ist der Innenwiderstand zu berücksichtigen.

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 Motorklemmenspannung 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 elektronischer 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.

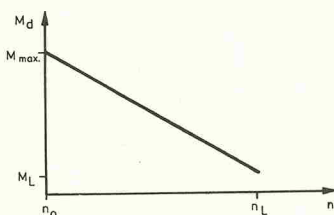


Bild 5. Drehmomentverlauf über der Motordrehzahl: Wegen der Reibungsverluste ist auch im Leerlauf bereits ein Belastungsmoment vorhanden.

Die Ermittlung von Motordrehmoment und Motorleistung erfordert die Messung des Ankerstromes und der Klemmenspannung 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-

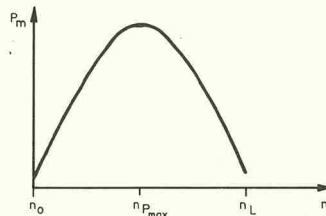


Bild 6. Der Leistungsverlauf über der Motordrehzahl zeigt die Form einer Parabel.

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

$$\frac{n_1}{U_{Kl1} - R_m I_{a1}} = \frac{n_2}{U_{Kl2} - R_m I_{a2}} \quad [20]$$

Man erhält hieraus

$$R_m = \frac{U_{Kl2} n_1 - U_{Kl1} n_2}{n_1 I_{a2} - n_2 I_{a1}} \quad [21]$$

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

$$R_m = \frac{2 U_{Kl1} - U_{Kl2}}{2 I_{a1} - I_{a2}} \quad [22]$$

Für die Messung der Motordrehzahl — 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 Motorklemmenspannung und Ankerstrom — man sollte auf etwa 1 % genau messen können — kann sich die Motorkommutterung 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:

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

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

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

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

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

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

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_{ap}, U_{Klp}, U_{Ep} ermittelt. Die Gleichungen [1] und [2] liefern

$$n = (U_{Kl} - I_a R_m) \frac{n_p}{U_{Ep}} \quad [24]$$

Da die Prüfdrehzahl in den seltensten Fällen gleich der Leerlaufdrehzahl sein dürfte — U_{Klmax} 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:

$$n_L = (U_{Klmax} - I_L R_m) \frac{n_p}{U_{Ep}}$$

(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 erfahrungsgemäß 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 Motorklemmenspannungen 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.

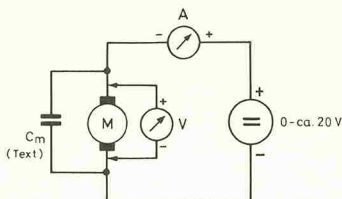


Bild 7. Mit dieser Meßschaltung können die wesentlichen Daten eines Motors ermittelt werden.

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 Höchstleerlaufdrehzahl 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

$$S = 2 \dots 7 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

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 Modellbaumotoren erfolgen die Drehmomentangaben häufig noch in 'g cm'. Für Umrechnungen mit der hier verwendeten Einheit 'Nm' gilt:

$$1 \text{ g cm} \triangleq 0,0001 \text{ Nm}$$

$$\text{und: } 1 \text{ Nm} \triangleq 10000 \text{ g cm.}$$

Die Arbeitspunktangaben bei maximal zulässiger Drehmo-

elrad 1988, Heft 12

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

$$\text{bei } n_1 = 1500 \text{ 1/min:}$$

$$U_{K1} = 3,80 \text{ V; } I_{a1} = 23,2 \text{ mA}$$

$$\text{bei } n_2 = 3000 \text{ 1/min:}$$

$$U_{K2} = 7,45 \text{ V; } I_{a2} = 36,5 \text{ mA}$$

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 Motorklemmspannung wurde hierzu von ca. 0 V langsam erhöht.

Mit den bereits erhaltenen Werten ist der spezifische Ankerstrom nach [23]:

$$I_{sp} = \frac{2\pi \cdot 3000}{60 \cdot (7,45 - 15,2 \cdot 0,0365)} \frac{\text{A}}{\text{Nm}}$$

$$= 45,6 \frac{\text{A}}{\text{Nm}} \quad 3000 \text{ 1/min} = n_p;$$

$$6,9 \text{ V} = E_p \text{ (Klammer des Nenners)}$$

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 Ordinate vorgenommen:

$$M_{(l)} = \frac{I}{I_{sp}}$$

Die bereits bestehende Gerade ist $M_{L(n)}$ und stellt die Drehmoment-Antriebsverluste dar.

Für $U_{K1} = 12 \text{ V}$ ist

$$I_{\max} = \frac{U_{K1}}{R_m} = \frac{12}{15,2} \text{ A} = 0,79 \text{ A}$$

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]:

$$n_L = (12 - 0,053 \cdot 15,2) \frac{3000}{6,9} \text{ 1/min} = 4870 \text{ 1/min}$$

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

Bild 8. Mit einer Glühlampe (50 Hz) beleuchtet, zeigen die Stroboskopscheiben bei den angegebenen Drehzahlen ein stehendes Muster.



$$P_{ab} (1500 \text{ 1/min}) = 1,86 \text{ W}$$

$$P_{ab} (2500 \text{ 1/min}) = 2,19 \text{ W}$$

$$P_{ab} (3000 \text{ 1/min}) = 2,1 \text{ W}$$

$$P_{ab} (4000 \text{ 1/min}) = 1,33 \text{ W}$$

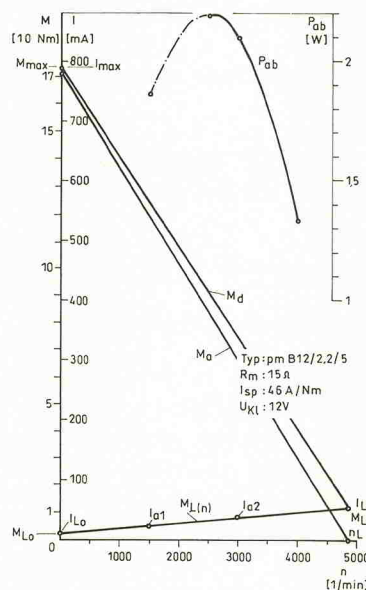
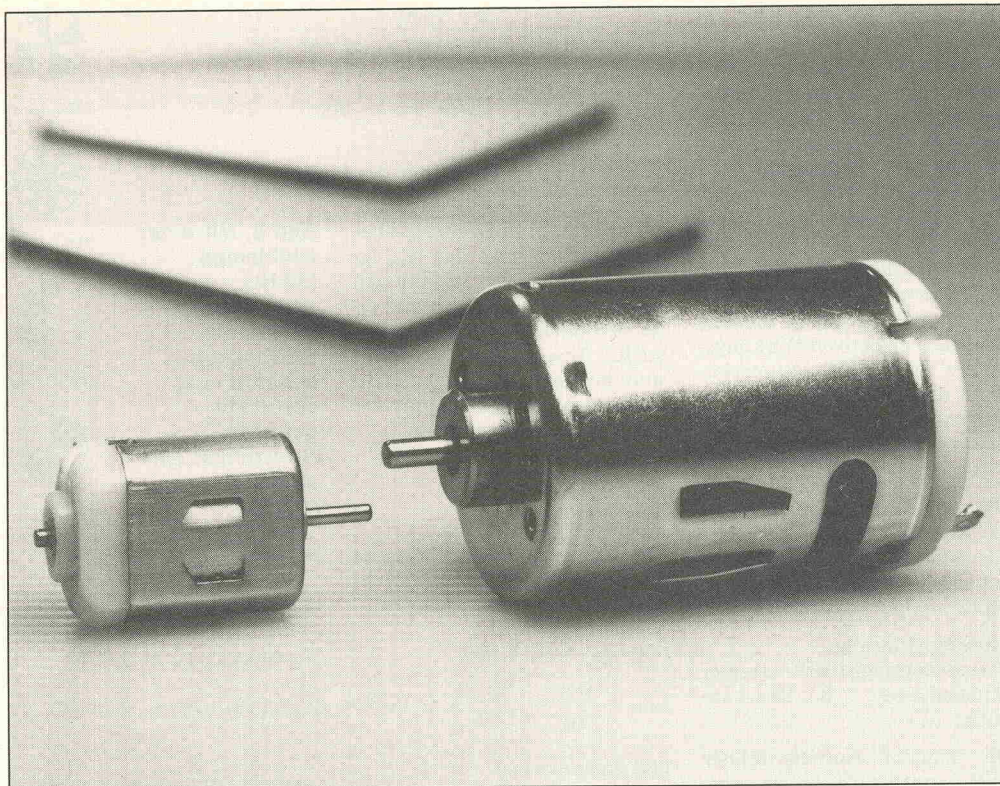


Bild 9. Motorstrom/Drehzahl-Diagramm erläutert für Musterbeispiel.

Unter Berücksichtigung von Ableseungenauigkeiten 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 Schaltungstechniken.

Die Drehzahl von permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotoren ist bei vorgegebener Motorklemmenspannung mit dem vom angreifenden Last-Drehmoment anhängigen 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 Grundschialtung 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 $U_E = \text{const.}$, 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

$$U_2 = \text{const.} = \frac{U_{KI_{\max}}}{2,5}$$

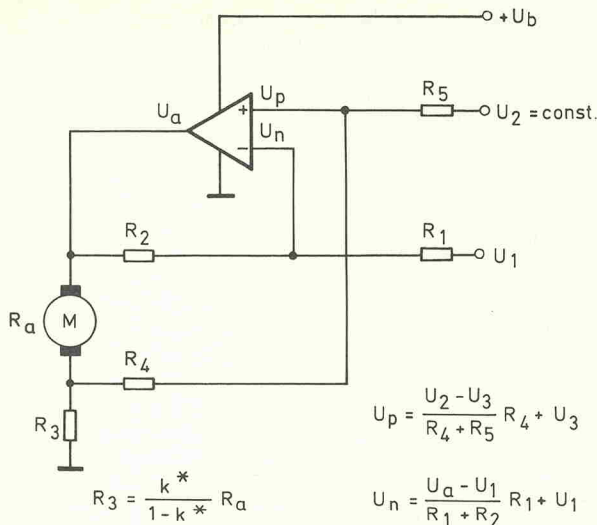
und somit $U_1 = 0$ Volt für $U_a = U_{KI_{\max}}$ und $U_1 \approx 0,08 \cdot U_{KI_{\max}}$ für $U_a = 0,1 \cdot U_{KI_{\max}}$ wählen.

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. $0,1 \mu F$). 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 T_1 empfiehlt sich für Motorströme über 1 A eine Darlingtonausführung (MJ 3000).

In Bild 3a ist das vollständige Schaltbild einer aus nur drei diskreten Bauelementen bestehenden Motorregelung abgebildet. Die integrierte Schaltung TDA 1559 arbeitet lediglich als Stromverstärker: Ein an Pin 1 hineinfließender Strom läßt einen um den (weitgehend) konstanten Faktor k (≈ 20) verstärkten Strom im Ausgang Pin 2 fließen. Hierbei wird im-

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 .

mer auf einen vom Halbleiterhersteller festgelegten Spannungsabfall zwischen Ein- und Ausgang ausgeregelt. Der Baustein verfügt ferner über eine Ausgangsstrombegrenzung 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_O ist der Eingangs-Offsetstrom bezeichnet.

Andererseits gilt auch (Knoten 2):

$$k I_k = I_B + I_m$$

oder eben

$$I_k = \frac{I_B}{k} + \frac{I_m}{k}$$

so daß

$$\frac{U_m - I_B R_B}{R_A} = \frac{I_B}{k} + \frac{I_m}{k} + I_O + I_B$$

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 $I_B R_B = \text{const.} = U_{\text{ref}}$ folgt

$$U_m = U_{\text{ref}} [1 + \frac{R_A}{R_B} (1 + \frac{1}{k})] + R_A I_O + I_m \frac{R_A}{k}$$

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 Kompensation des temperaturabhängigen Ankerwicklungswiderstandes können vor Pin 1 eine oder zwei Silizium- oder Germaniumdioden mit einem parallel geschalteten einstellbaren Widerstand eingesetzt werden. R_B ist dann jedoch neuzudimensionieren (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.

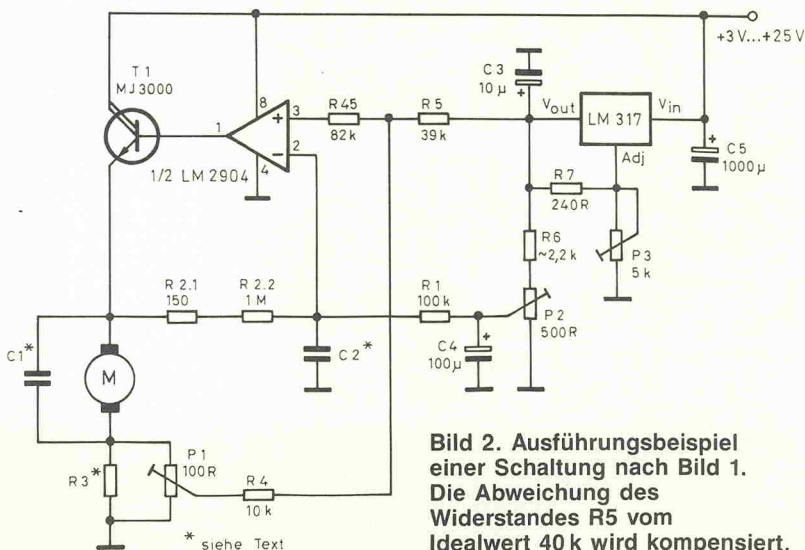
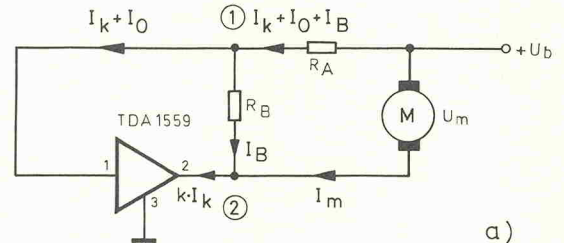


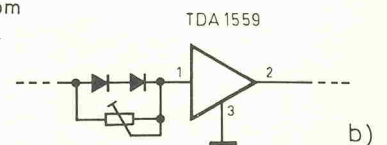
Bild 2. Ausführungsbeispiel einer Schaltung nach Bild 1. Die Abweichung des Widerstandes R_5 vom Idealwert 40 k wird kompensiert.



$$U_m - U_{RB} = U_{RA} \quad I_{RA} = \frac{U_m - I_B R_B}{R_A}$$

$$U_{RB} = U_{\text{ref}} = \text{const.}$$

I_O : Offsetstrom



DC-Motor-Steuerschaltungen

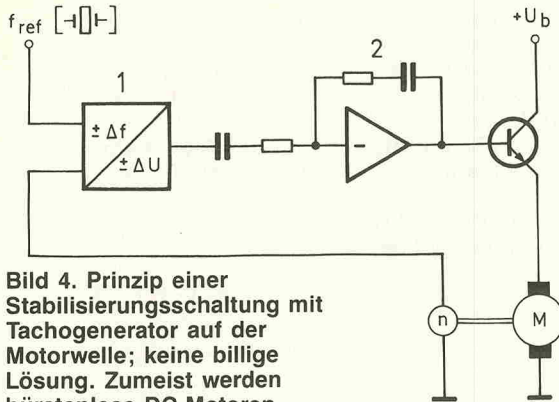


Bild 4. Prinzip einer Stabilisierungsschaltung mit Tachogenerator auf der Motorwelle; keine billige Lösung. Zumeist werden bürstenlose DC-Motoren verwendet.

ist neben unter Umständen auftretenden Beschaffungsproblemen die Beschränkung auf Motoren kleiner bis mittlerer Ankerverlustleistung. Temperaturabhängige Ankerverluste werden auch von der in Bild 1 angegebenen Schaltung nicht mitberücksichtigt: 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-kommutierung den Drehzahl-Istwert für eine genaue Regelung zu gewinnen, unter anderem 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



Maschinenabbildung mit Zubehör

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 Zubehörsystem im Baukastensystem ergänzt – wirklich viel leistet: Längsdrehen, Plandrehen, Außen- und Innenkegeldrehen, Gewindeschneiden, Bohren, Fräsen, Teilen, Sägen, Schleifen, Polieren, Zinken, Nuten, Kehlen, Drechseln.

Anforderungscoupon:

EMCO Maier · D-8227 Siegsdorf · Sudetenstr. 10 · Tel. 08662/7065
Bitte schicken Sie uns kostenloses Informationsmaterial über ☐ Unimat 3
☐ Holzbearbeitungsmaschinen ☐ Gesamtes Herstellungsprogramm

Absender

EMCO MAIER

GmbH & Co. KG · Sudetenstraße 10
Postfach 1165 · D-8227 Siegsdorf
Tel. (08662) 7065 · Telex 565 14 emco ma

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

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlagsunion
Zeitschriftenvertrieb
Postfach 1147**

6200 Wiesbaden

elrad-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

198__

zur Lieferung ab

Heft 198__

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.
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. 000-019968
- ☐ 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

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 610407**

3000 Hannover 61

elrad - Kleinanzeige

Auftragskarte

elrad-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

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:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

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:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

**Ihre
Anforderungs-
karte**

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.



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

60 Pfennig,
die sich
lohlen!

Postkarte / Antwort


INTEREST-VERLAG

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

Industriestraße 21

D-8901 Kissing

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

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

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

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

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

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-Kenn-daten nach und erkennen mögliche Alternativ-typen, falls das IC z.B. nicht mehr im Handel erhält-lich sein sollte.

... ideal für Entwicklungen elektronischer Geräte und Schaltungen

Sie suchen z.B. für eine Breitband-Verstärker-schaltung einen Operationsverstärker mit über 40 MHz Bandbreite.

Welcher Baustein sich für Ihre Applikation am besten eignet, entnehmen Sie unter dem Such-begriff „Operationsverstärker“ dem **funktions-orientierten Verzeichnis**.

Zu den digitalen und analo-gen ICs gibt Ihnen das Werk u.a. folgende Daten:

Pinbelegung, Leistungsaufnahme, Eingangsimpe-danz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, inter-ne Beschaltungen, Temperaturbereiche, Schalt-pegel, Kalkapazitäten, Applikationsbeispiele, Herstellerfirmen;

Zusätzlich bei Computerbausteinen: Schaltungsapplikation und Testschaltung, Beschrei-bung der einzelnen Funktionen, bei **Mikro-prozessoren** der vollständige Befehlssatz mit Erläuterungen, Taktfrequenzen, Logiksymbole, Signal-Zeit-Diagramme, Verweise zu äquivalenten Typen, Bezugsquellen, bei **Speichern** Angaben zum Programmierverfahren und Zugriffszeiten.

Aus dem Inhalt:

digitale und halbleitende ICs: TTL- und CMOS-Logik-ICs, Prozessoren, Speicherbausteine, A/D-Wandler ...;

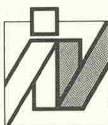
lineare ICs: Spannungsregler, Operationsver-stärker, NF-/HF-Verstärker, Radio-/TV-Schalt-kreise, Fernsteuer-ICs, Sensoren, Funktions-generatoren u.a.

Fordern Sie noch heute an:

Aktuelles IC-Datenbuch

extrabreiter Ringbuchordner, Format DIN A4, über 1000 Seiten, Bestell-Nr. 1500, Preis: DM 92,-

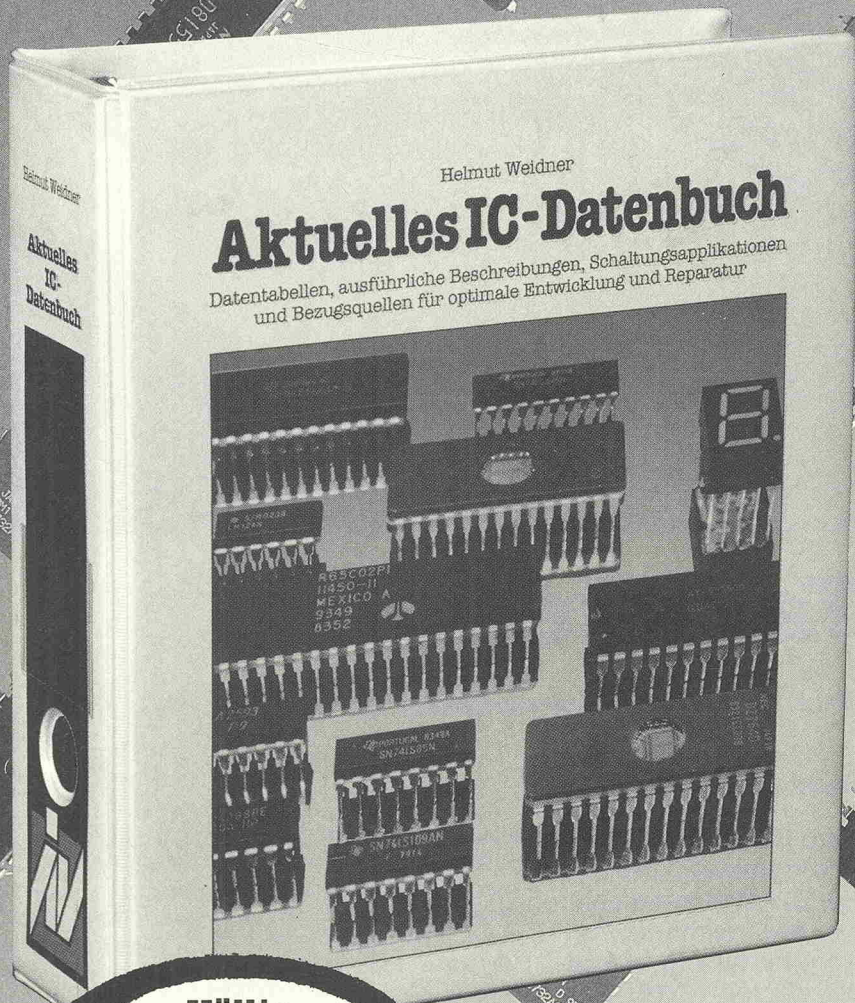
Alle 2 – 3 Monate wird dieses Werk mit neuen IC-Daten und Appli-kationen erweitert (je ca. 120 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig; Abbestellung jederzeit möglich).



INTEREST-VERLAG

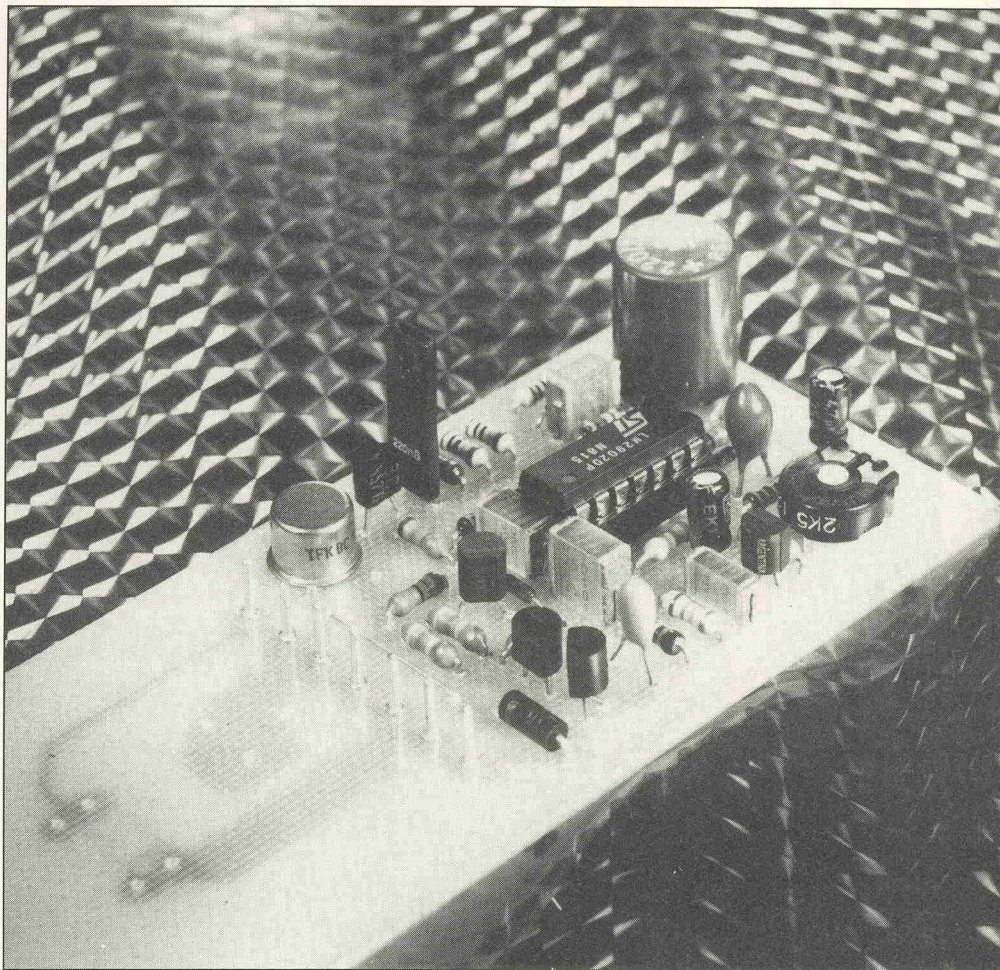
Industriestraße 21
D-8901 Kissing
Tel. 0 82 33/21 01-0

Fachverlag für
Special Interest
Publikationen und
Anwendersoftware



**Völlig überarbeitete
Neuaufgabe:
jetzt über 1000
Seiten!**

Bitte verwenden Sie
für Ihre Anforderung
die nebenstehende
Bestellkarte



Taktiker

Für Gleichstrommotoren 3...20 V, 0...10 A

Rolf Badenhausen

Eine lastbezogene Drehzahlstabilisierung für Gleichstrommotoren mit mechanischer Kommutierung — Bürstenläufer — 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 einsetzbar.

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 Festdrehzahl repräsentierenden 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 Pulsweitenmodulator.

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 T1, T2 (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 D1 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 Monoflop 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 R1, C2, R15 und R16 wurden bei zu vernachlässigendem Kollektor-Emitter-Rückwärtsstrom (S_G offen) Einschaltverluste von je ca. 8 mV an T1 und T2 gemessen, dies entspricht in etwa einem Gesamt-Eingangsoffset vier durchschnittlicher, mit der Gleichspannungsverstärkung 1 hintereinandergeschalteter Operationsverstärker. Ferner erfüllt diese Schaltungs-

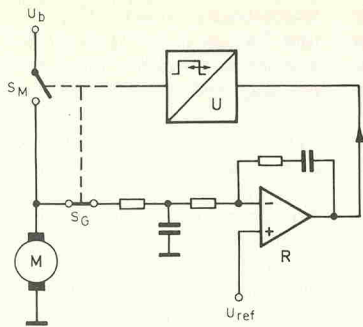


Bild 1. Die wesentlichen Funktionsgruppen: Ein gegenphasig gesteuerter Schalter, der Regler und ein Spannungs/Pulsbreiten-Umsetzer.

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 Generatorspannung wird in einem Tiefpaß 3. Ordnung (IC1a) von Bessel-ähnlicher Charakteristik gefiltert und dem PI-Regler IC1b zugeführt.

P1 dient zur Motordrehzelein-

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 Kassettenslaufwerken, kann als T5 ein BC 161 eingesetzt werden. Für Ströme oberhalb von 1 A ist ein MJ 2501 vorzusehen, den BC 161 dann nicht mitbestücken!

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

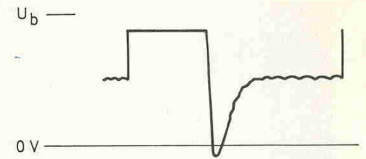


Bild 3. Entsteht bei jedem Takt: die hohe negative Abschaltpitze.

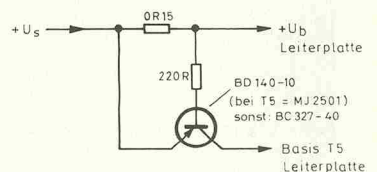


Bild 4. So kann eine externe elektronische Sicherung realisiert werden. $+U_s$ ist der neue Anschluß für die Versorgung.

und an der Motormasse von Vorteil sein. T5 ausreichend kühlen, im Extremfall mit einem Kühlkörper von ca. 1,5 K/W.

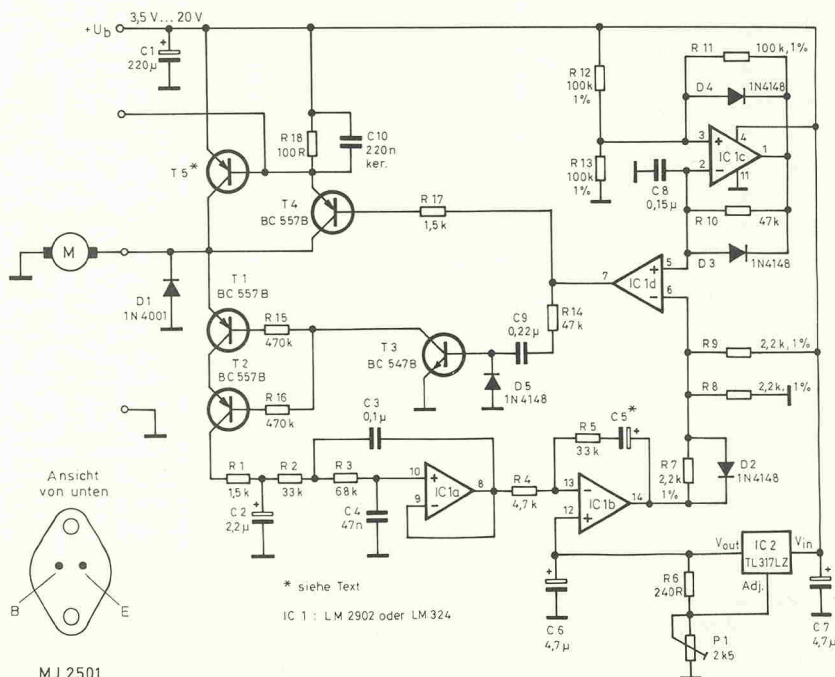
Sofern die Spannungsversorgung einen Strom über 10 A abgeben kann, z.B. bei Akkumulatorbetrieb, ist der Einsatz einer elektronischen Sicherung entsprechend Bild 4 empfehlenswert. Hierzu wurde auf der Leiterplatte eine Anschlußmöglichkeit für die Basis von T5 vorgesehen.

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!

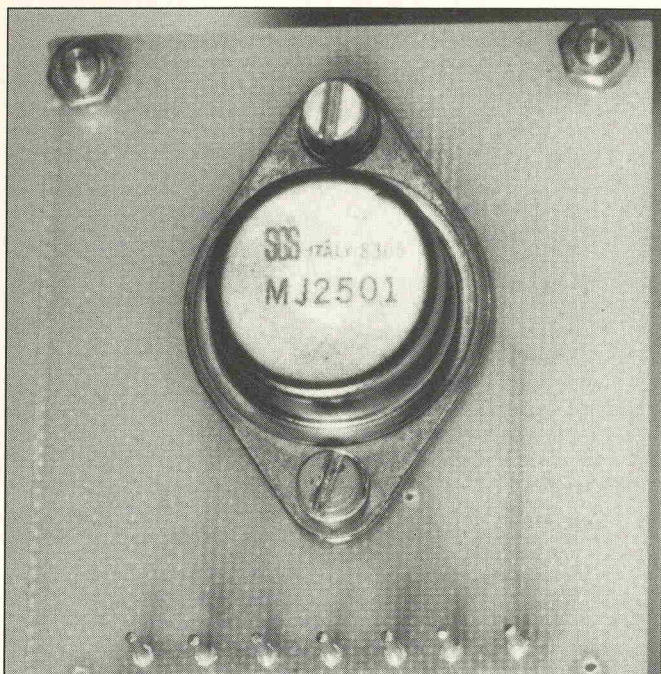
Mit mehr als 40 diskreten Bauelementen auf einer Leiterplatte von ca. 5 x 6,5 cm ist sicherlich keine SMD-Packungsdichte gegeben, dennoch sollte eine Nachrüstung für batteriebetriebene Geräte in verschiedenen Fällen möglich sein.

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.



MJ 2501



Normalaufbau mit MJ2501.
Zum Nachrüsten unter Platzmangel läßt sich in SMT noch viel Platz sparen.

Mit $C5 = 22 \mu F$ und P1 in Cermet-Ausführung wurde die Schaltung zum Ersatz einer ausgefallenen „exotischen“ Motorsteuerung eines Hifi-Kassetendecks 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 empfindlicherer Regelungseigenschaften auf ca. 400 Hz ($C8 = 39 \text{ nF}$) zu erhöhen und erneut C5 und R5

anzupassen, sowie C2, C3 und C4 um ca. 75% auf etwa 1/4 der im Schaltbild angegebenen Kapazitäten zu verringern.

Eine leicht temperaturabhängige Regelung besteht noch insofern, als daß die Reibungswiderstände der Motorlagerung erfahrungsgemäß mit zunehmender Temperatur abnehmen. Ein weiterer erheblicher Vorteil gegenüber den Linear-Regelungskonzepten ist die

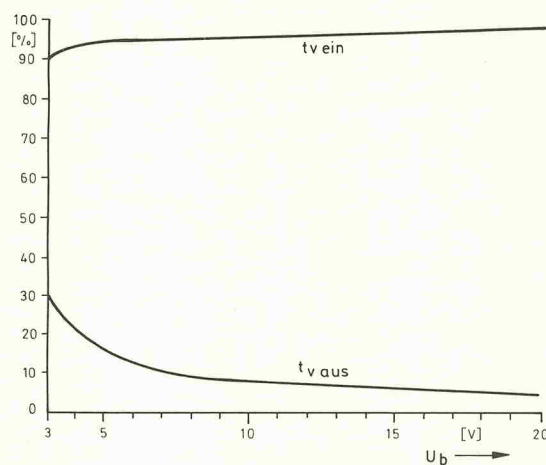


Bild 5. Die Tastverhältnisse für die Motorendstufe in Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Die Vergrößerung der minimal möglichen Tastverhältnisse für zunehmend kleinere Betriebsspannungen kommt mit Annäherung an den Anlaufspannungsbereich der eingangs gestellten Forderung entgegen.

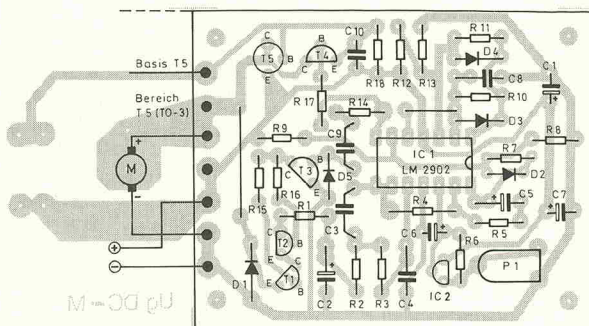
— Stückliste —

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 Miniatur-trimpoti, liegend

Kondensatoren

C1	220 μ /25V RM5
C2	2 μ 2/25V Tantal
C3	100n MKT RM7,5
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 Motorinnenwiderstand vom Prinzip her nicht in die Dimensionierung der Schaltung eingeht.

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-integrale Verhalten vorhanden ist. Dieser Tiefpaß stellt in seiner Dimensionierung einen Kompromiß dar: Zum einen besteht die Forderung, sämtliche auftretenden Kommutierungswellig-

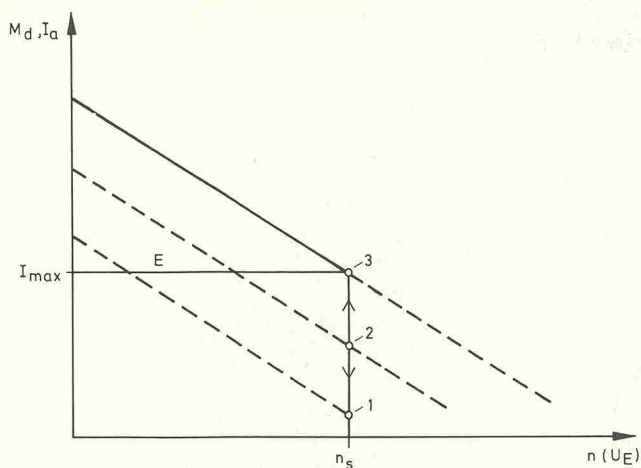


Bild 6. Zur Erklärung des Stabilisierungsverfahrens.

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 stationären 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 Klemmenspannungserhöhung (Linearregelungsverfahren), und zwar mit einem von der getakteten Schaltendstufe gebildeten Widerstand erklären. Dieser Widerstand weist bei idealer theoretischer Betrachtung aber keinen Eigenleistungsverbrauch auf. Oberhalb des maximal zulässigen Motorstroms I_{max} ist im wesentlichen durch die (entsprechend) vorgegebene Betriebsspannung der Schaltung keine Stabilisierung mehr möglich.

Der waagrecht verlaufende Teil E wird bei elektronischer Strombegrenzung durchfahren.

Die gestrichelt eingezeichneten 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 Motorinnenwiderstand 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 Istzahl 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



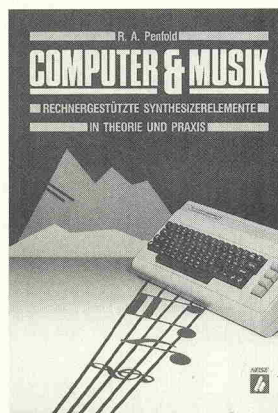
Broschur, 184 Seiten
DM 38,80
ISBN 3-922705-46-4

vom selben Autor:

**Transistor-Handbuch
mit SMD-Bauteilen**
Broschur, 208 Seiten
DM 38,80
ISBN 3-922705-45-6

Die vorliegenden Bücher bieten die einzigartige Kombination alphabetischer Listen von allgemein verwendeten Bauteilen mit herstellerunabhängigen Auswahltabellen.

Broschur, 108 Seiten
DM 18,80
ISBN 3-922705-37-5



Der Homecomputer als Hilfsmittel zur elektronischen Klangsynthese — Stichworte: Sequenzer, MIDI-Schnittstellen, Soundgeneratoren, Digitalumsetzer, Kompander, Mehrkanal-Generatoren. Sämtliche Themen werden leicht nachvollziehbar behandelt. Vorausgesetzt wird etwas Erfahrung in der Programmierung von Computern und im Aufbau einfacher Schaltungen.

Broschur, 153 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-922 705-03-0



Funktionsgeneratoren — bestückt mit Transistoren, Operationsverstärkern, Digital-ICs und speziellen Funktionsgenerator-ICs. Alle Schaltungen wurden sorgfältig dimensioniert, aufgebaut und getestet.



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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. Em2.2

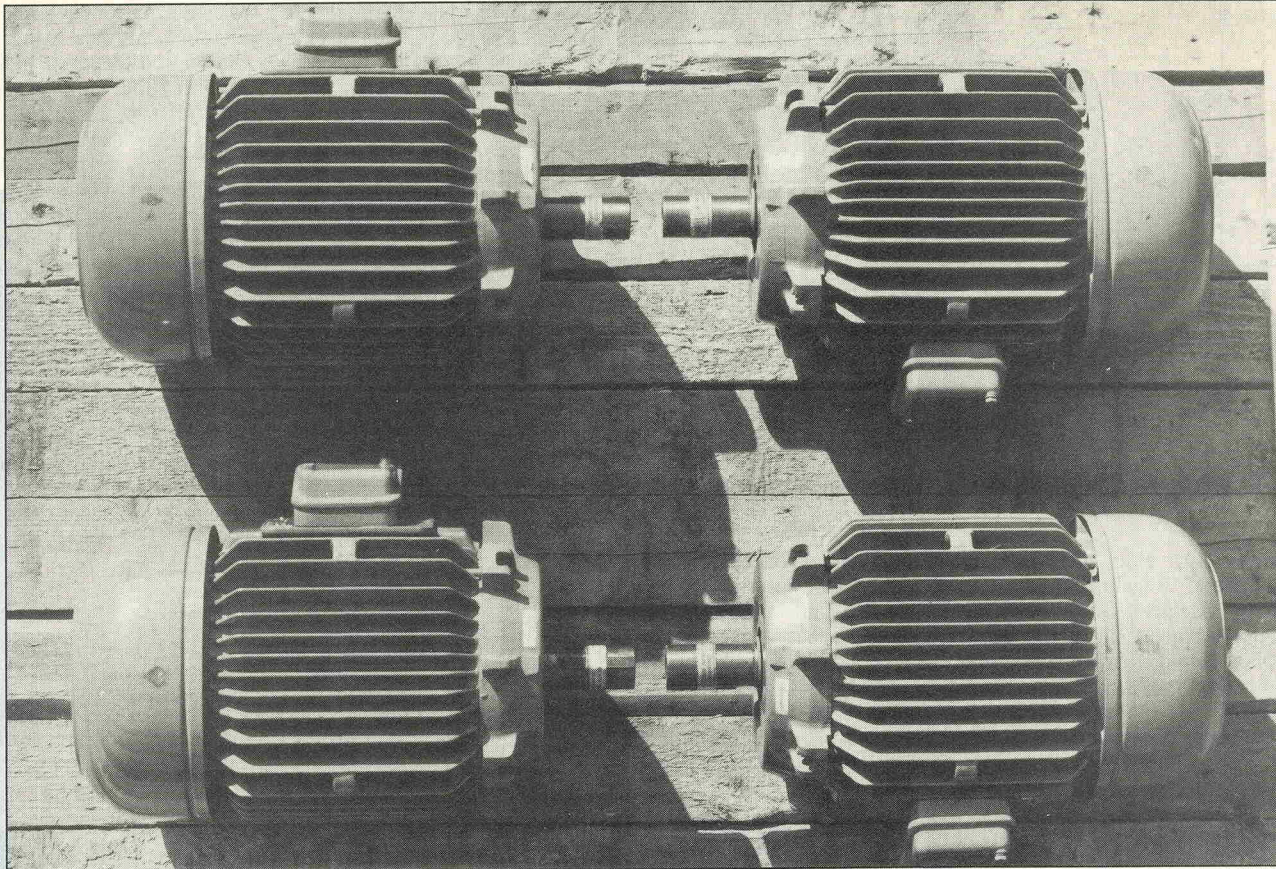


Foto: Garbe, Lahmeyer AG

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, geregelter 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 Elektrowärmegegeräten 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 Ankerquersfeld. Um das Feuern zu vermindern, werden in vielen Fällen Wendepole und Kompensationswicklungen eingebaut, die das Ankerquersfeld zum großen Teil neutralisieren. Es ist leicht einzusehen, daß ein Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung nur mit immensen Aufwand möglich ist. Die Maschine muß dazu vollständig druckgekapselt werden.

Gleichstrommotoren können für beliebig hohe Drehzahlen gebaut werden, soweit es die zulässige Stromwenderumfahrgeschwindigkeit (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

$$M = \frac{k \cdot \Phi \cdot I_a}{2\pi}$$

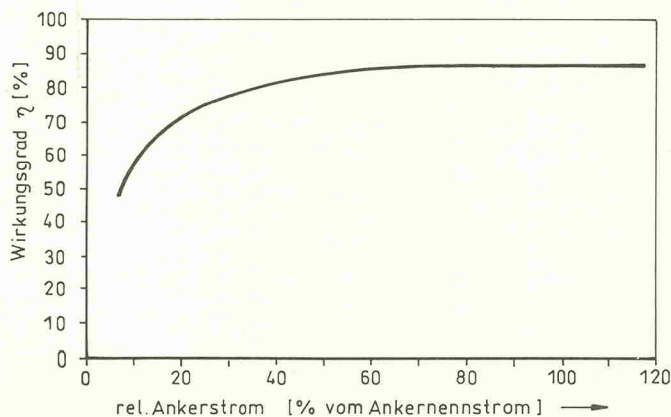
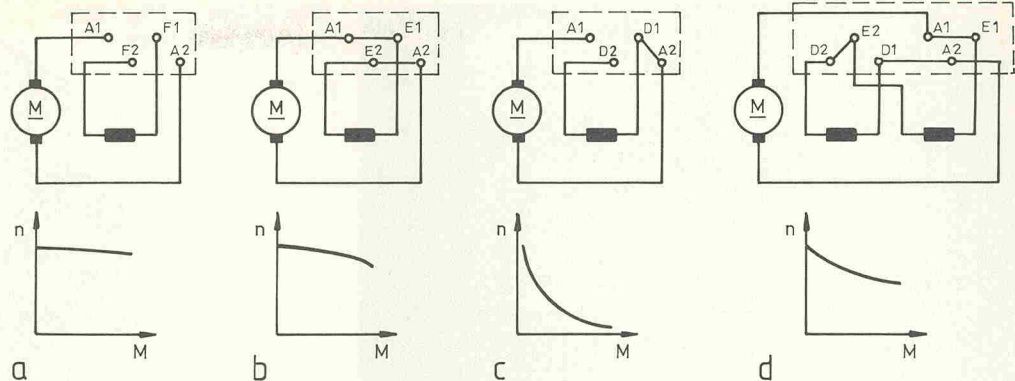


Bild 1. Typischer Wirkungsgradverlauf einer Gleichstrommaschine.



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 Vorzüge ist die nur geringe Drehzahlsschwankung

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 zerreißen die 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-

Bild 2. Schaltungsvarianten der Gleichstrommaschine, Momentenverläufe der verschiedenen Typen:

- a) fremderregter Gleichstrommotor,
- b) Nebenschlußmotor,
- c) Reihenschlußmotor,
- d) Doppelschlußmotor.

richtern, so daß derart hohe Ströme gar nicht erst auftreten können.

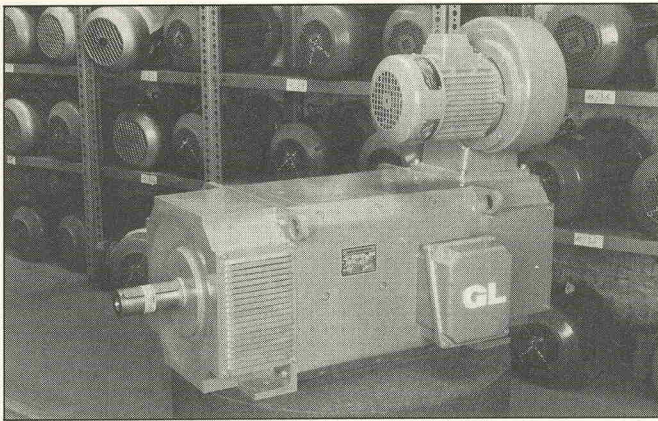
Der Gleichstrommotor wird aufgrund der bekannten Nachteile und der Weiterentwicklung der Drehstromantriebe immer mehr vom frequenzumrichter gespeisten Drehstrommotor verdrängt und kommt industriell nur noch selten zum Einsatz. Reservate sind hochpräzise, geregelte Antriebe, etwa für Rollgänge oder für 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 explosionsgefährdeter Umgebung 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 Statorrendrehfeld immer um soviel zurück, daß gerade noch das jeweils verlangte Drehmoment entsteht. Der Schlupf beträgt zwischen Leerlauf und Vollast 1 %...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.

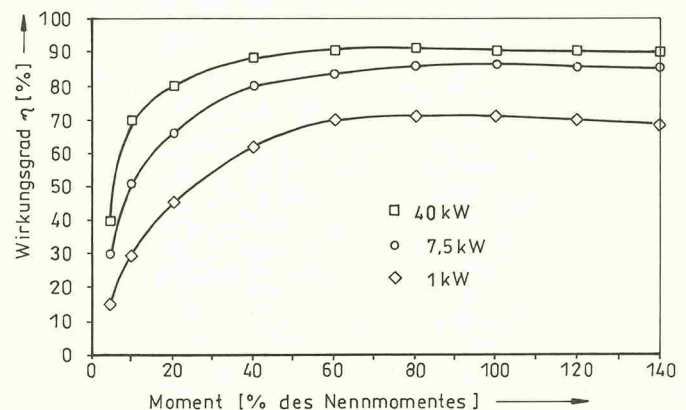
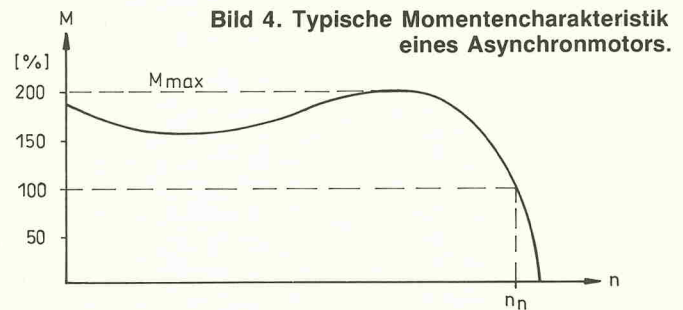
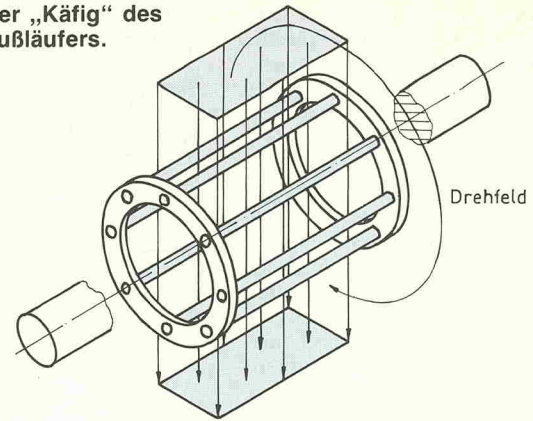


Bild 5. Typische Wirkungsgradverläufe bei Asynchronmotoren.

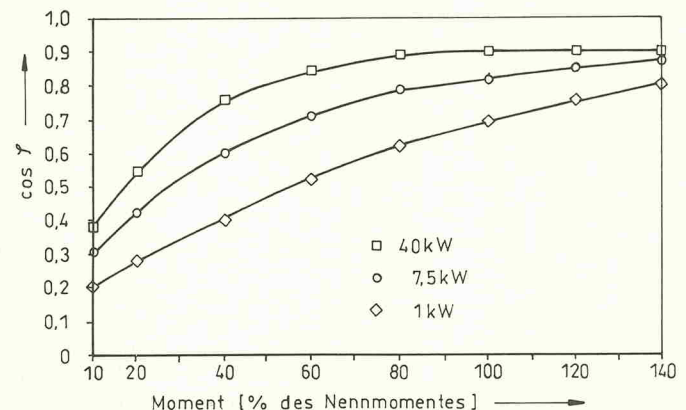


Bild 6. Typische Verläufe des Wirkleistungsfaktors von Asynchronmotoren.

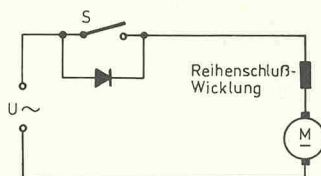
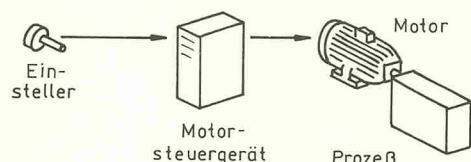


Bild 7. Möglichkeit zur Drehzahlsteuerung eines Universalmotors.

Motoren werden häufig mit Permanentmagnet-Läufer gebaut. Größere Typen haben einen Elektromagnet-Läufer, der von einer Gleichspannungsquelle über Schleifringe gespeist wird.



Steuerung.

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

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.

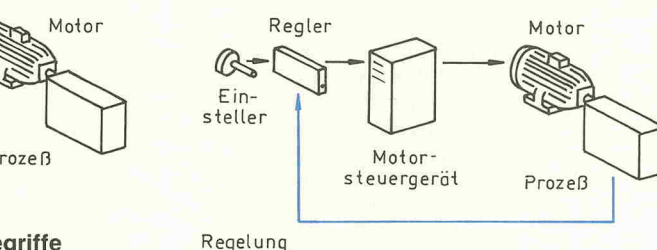
Bild 7 zeigt eine einfache Möglichkeit, zwei Drehzahlen zu erhalten. Bei geöffnetem Schalter liegt die Diode in Reihe zur Motorwicklung, die Betriebsspannung und somit auch die Drehzahl verringern sich.

Bei heutigen Automatisierungskonzepten 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.



Regelung.

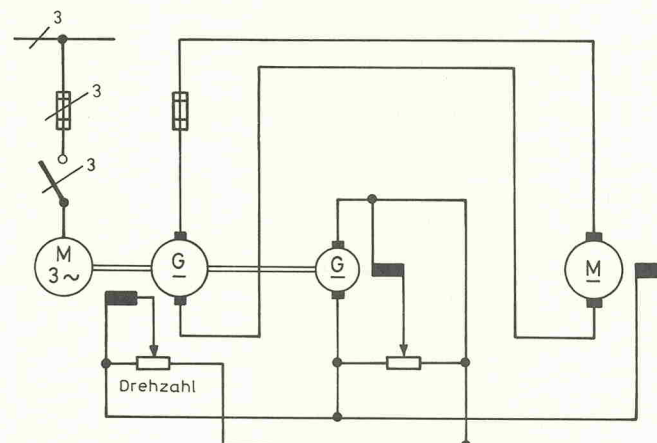


Bild 9. Schaltung eines Leonard-Satzes.

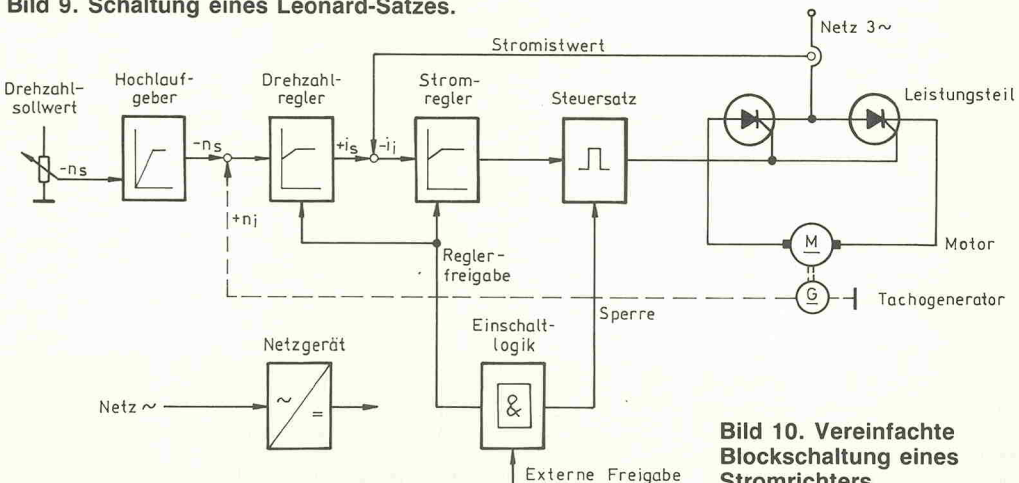


Bild 10. Vereinfachte Blockschaltung eines Stromrichters.

Zunächst zur Technik der Stromrichter. Mit Leistungshalbleitern 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 Gleichrichter. Wird umgekehrt ein Gleichstrom in Wechselstrom gewandelt, etwa beim Abbremsen einer Gleichstrommaschine, spricht man vom Wechselrichter.

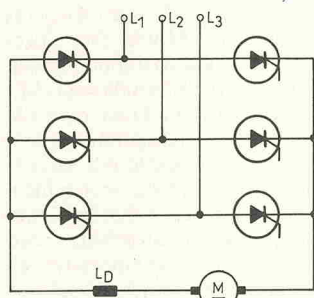


Bild 11. Vereinfachte Darstellung der Drehstrombrücke.

Stromrichter werden in unterschiedlichster Ausführung hergestellt und eingesetzt. Sowohl Geräte für reinen Gleichrichtbetrieb als auch Geräte für Gleichricht- und Wechselrichtbetrieb 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 Antreiben konzipiert ist. Der Leistungsteil verwendet Thyristoren. In Bild 11 ist der prinzipielle Aufbau einer vollgesteuerten Drehstrombrückenschaltung zu sehen. Die mögliche Belastbarkeit hängt nur von der Auslegung des Leistungsteils ab. Der Leistungsbereich der angebotenen Geräte

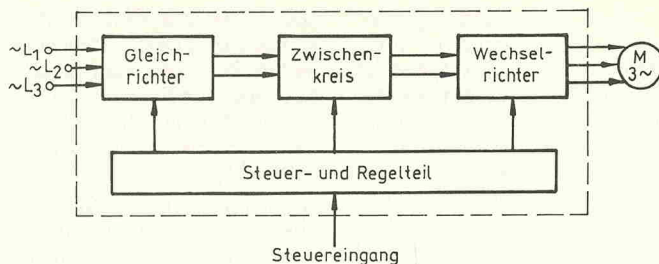


Bild 12. Vereinfachte Blockdarstellung eines Frequenzumrichters.

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 weitest 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 Lei-

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 eines 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-

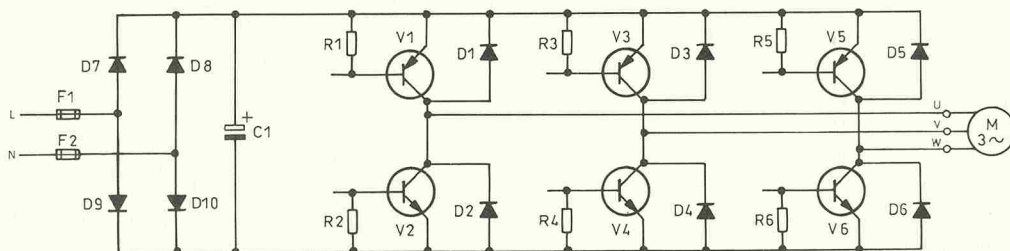


Bild 13. Vereinfachte Darstellung des Leistungsteils.

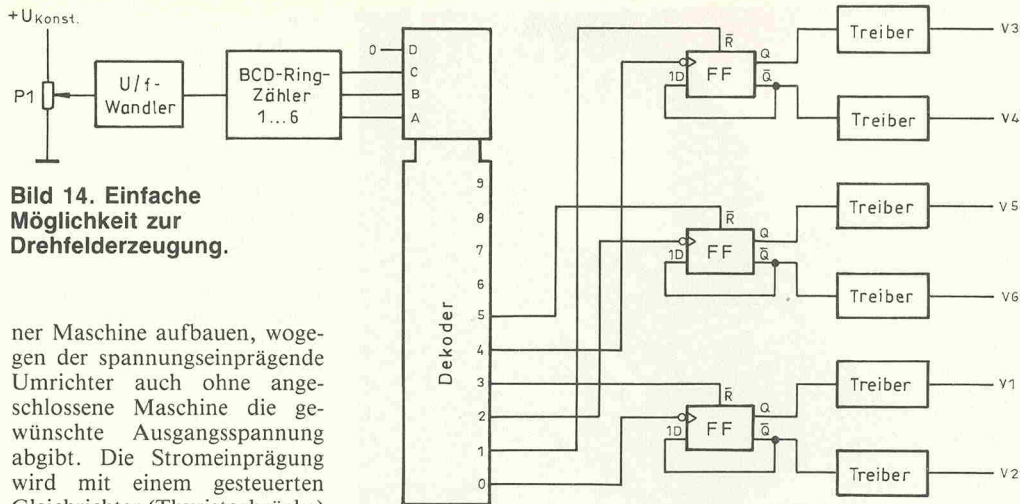


Bild 14. Einfache Möglichkeit zur Drehfelderzeugung.

ner Maschine aufbauen, wogegen 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 zukunftssträchtigste 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 Frequenzumrichter 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 eingebaute Motorlüfter nicht genügend Kühlleistung erbringen kann. Es muß dann eine Fremdbelüftung vorgesehen werden.

Auch Drehzahlen oberhalb der Motornennndrehzahl 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

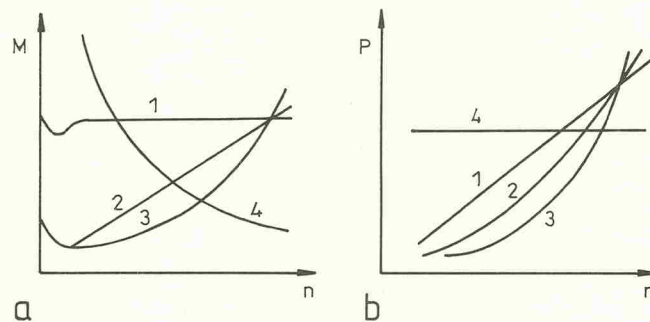


Bild 15. Momenten- und Leistungsverläufe verschiedener Arbeitsmaschinen.



Hochleistungs-Thyristor für Stromrichter.

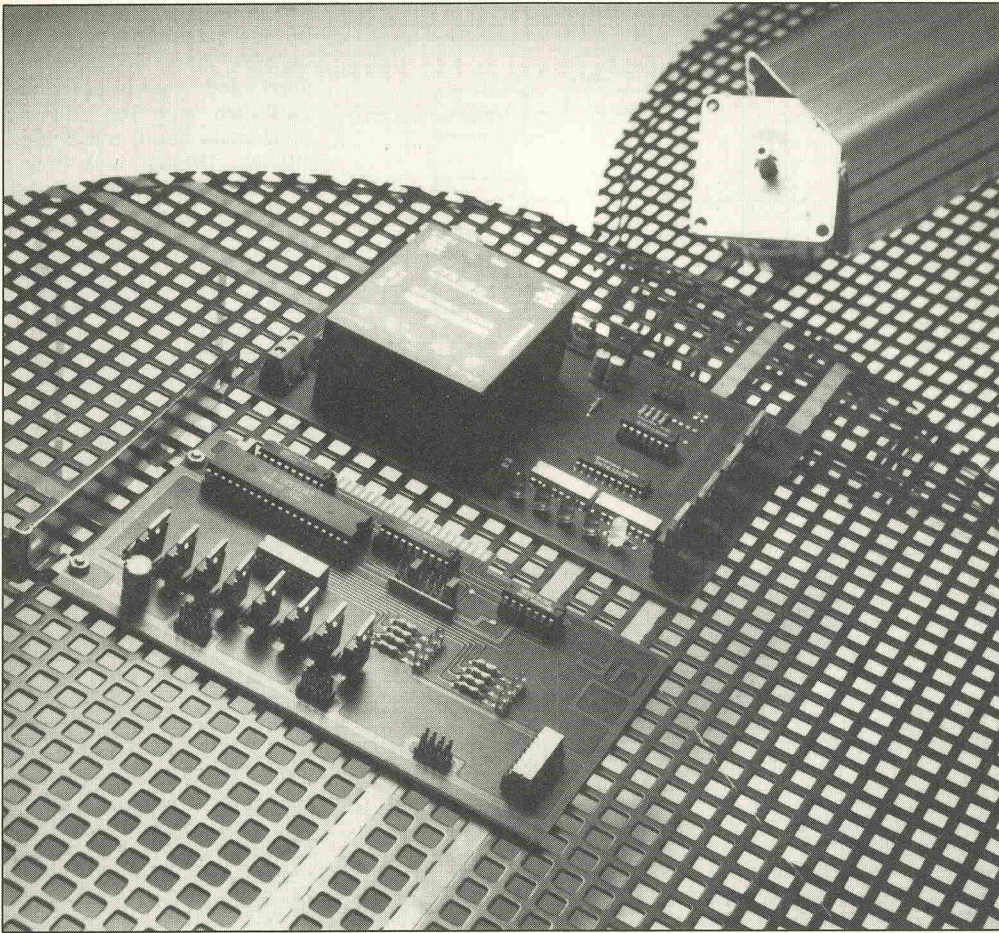
zu. Dieses Verhalten gilt z. B. für Kalander. Dies sind Maschinen mit verschiedenen, über- und untereinander befindlichen, zum Teil beheizten Walzen aus Stahl, zum Rollen, Glätten, Pressen und Prägen von Gewebe, Papier, Kunststoffolie usw.

● 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 Kreispumpen, Zentrifugalflüßer 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 umrichter gespeisten 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 stromrichter gespeisten Gleichstrommaschinen werden in Zukunft ihren Platz nur da behaupten, wo die Anforderungen an den Regelvorgang einen Einsatz von Drehstrommaschinen nicht zulassen. □



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 Gatter 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

eingelezen. 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 getätigt 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 niederwertige Nibble von Port C als Eingang programmiert werden sollte, da hier ja eventuell Endschalter abzufragen 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

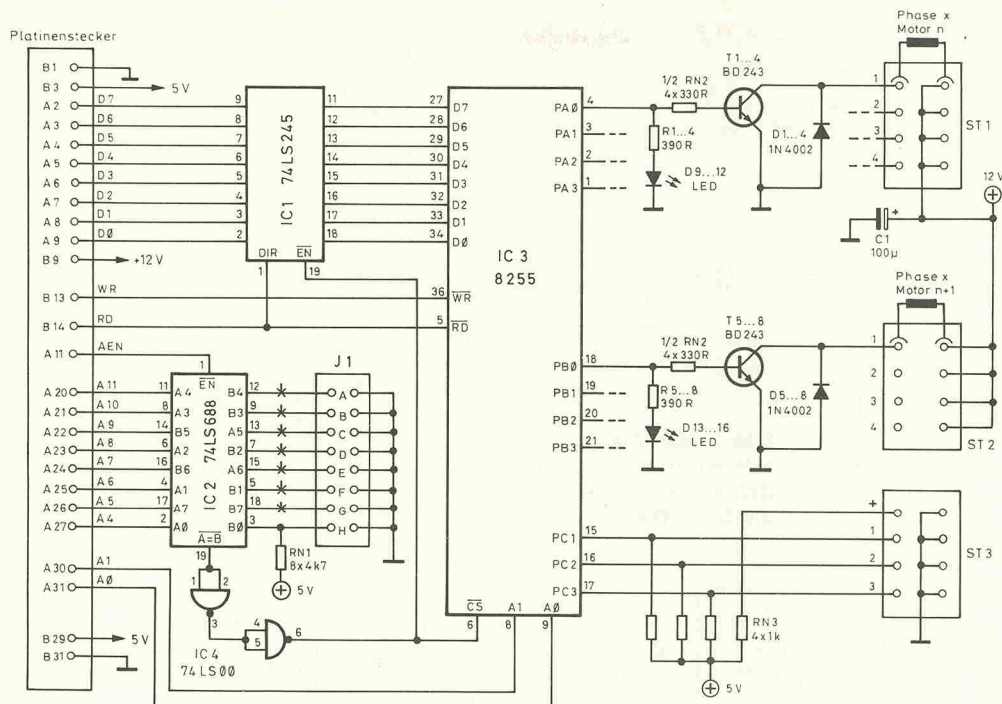


Bild 1. Die Steuerkarte besteht aus einer universellen Porterweiterung, an die beispielsweise auch Relais angeschlossen werden können.

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 Beispielpogramm 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 Freilaufdioden D1...D8 diese Transistoren vor der Zerstörung. Die

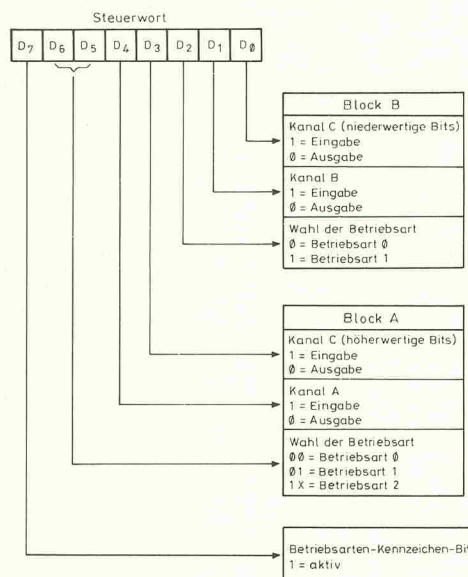


Bild 3. Ein Wort genügt zur Initialisierung des Portbausteins. Aber dieses Wort hat's in sich.

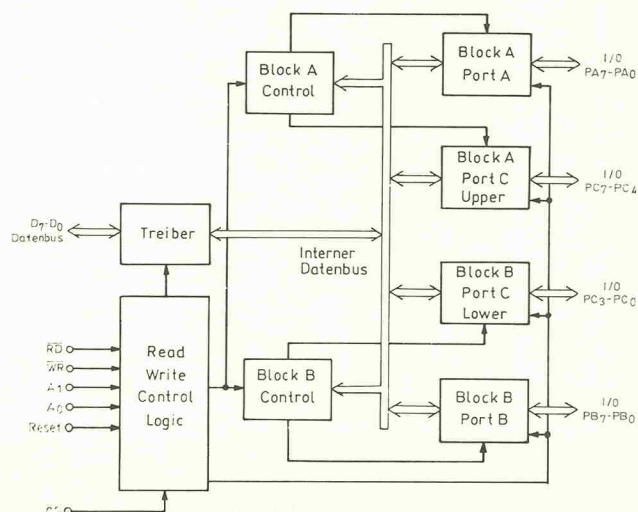


Bild 2. Blockbildung: das Blockschaltbild des 8255.

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 Bestückung der Treiberkarte, die über ein eigenes Netzteil und leistungsfähigere Endtransistoren

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

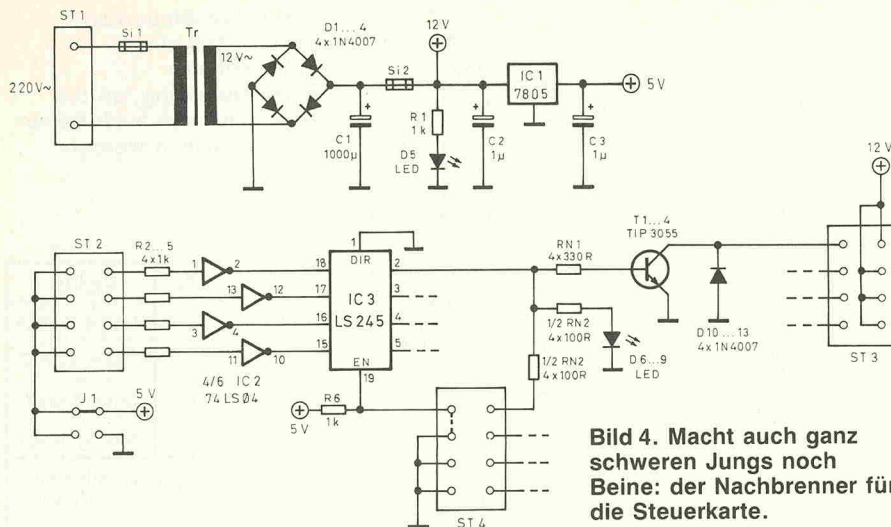


Bild 4. Macht auch ganz schweren Jungs noch Beine: der Nachbrenner für die Steuerkarte.

```

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
0	0	0	0	Ausgang	Ausgang	0	Ausgang
0	0	0	1	Ausgang	Ausgang	1	Ausgang
0	0	1	0	Ausgang	Ausgang	2	Eingang
0	0	1	1	Ausgang	Ausgang	3	Eingang
0	1	0	0	Ausgang	Eingang	4	Ausgang
0	1	0	1	Ausgang	Eingang	5	Ausgang
0	1	1	0	Ausgang	Eingang	6	Eingang
0	1	1	1	Ausgang	Eingang	7	Eingang
1	0	0	0	Eingang	Ausgang	8	Ausgang
1	0	0	1	Eingang	Ausgang	9	Ausgang
1	0	1	0	Eingang	Ausgang	10	Eingang
1	0	1	1	Eingang	Ausgang	11	Eingang
1	1	0	0	Eingang	Eingang	12	Ausgang
1	1	0	1	Eingang	Eingang	13	Ausgang
1	1	1	0	Eingang	Eingang	14	Eingang
1	1	1	1	Eingang	Eingang	15	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 Vollschritt, Marsch. Ein kleines Demonstrationsprogramm für einen Schrittmotor im bipolaren Betrieb.

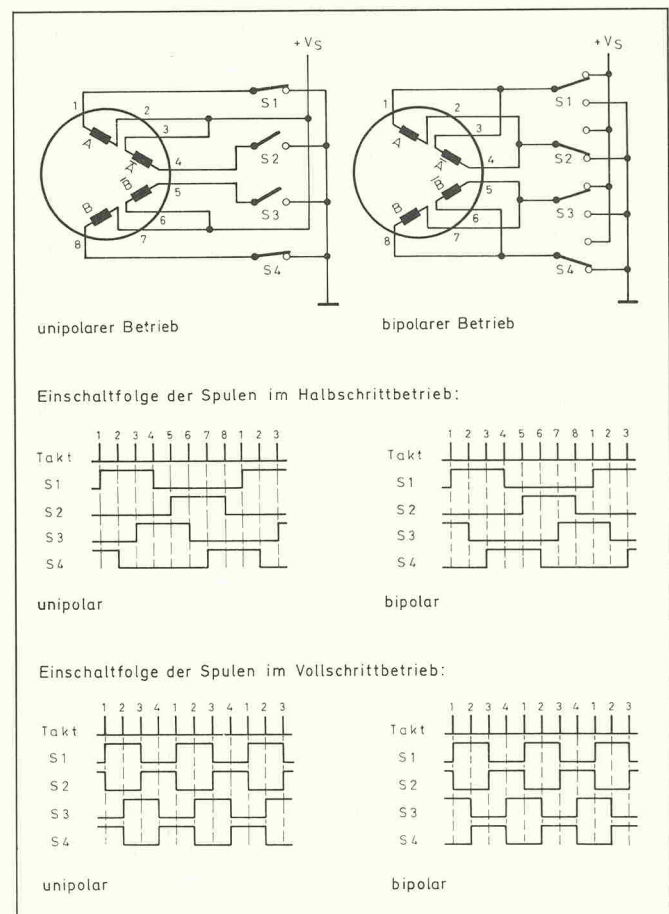
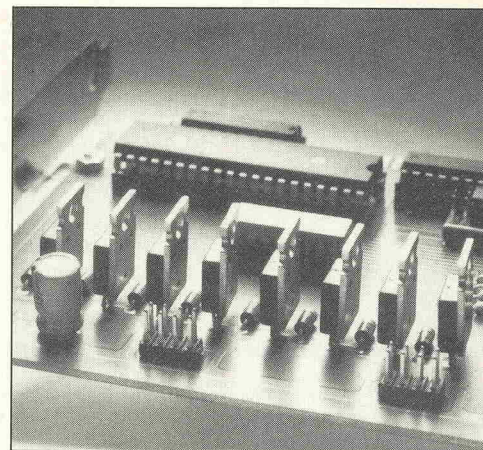
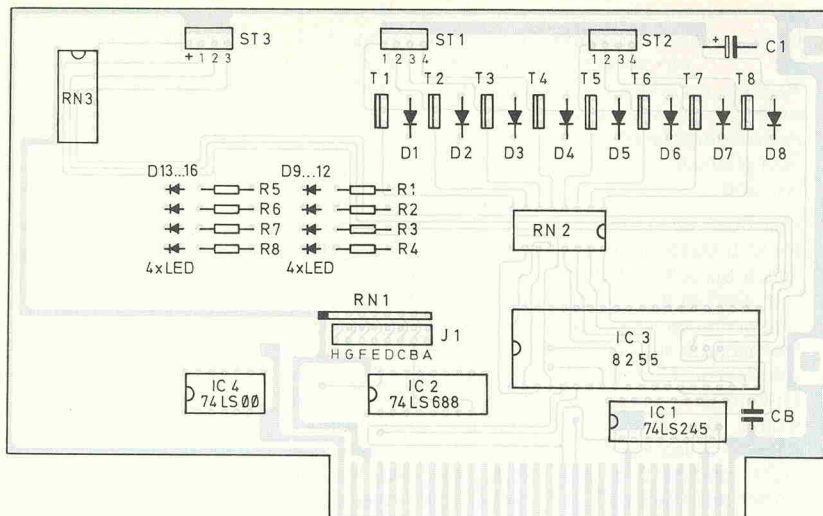


Bild 5. Die vier Möglichkeiten, einen 2-Phasen-Schrittmotor in Gang zu setzen. Alles nur eine Frage der Verdrahtung und der Ansteuerung.



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 P-fostenleisten, 2x4pol	
1 P-fostenleiste, 2x8pol	
Jumper	
Platine	

— Treiberkarte —

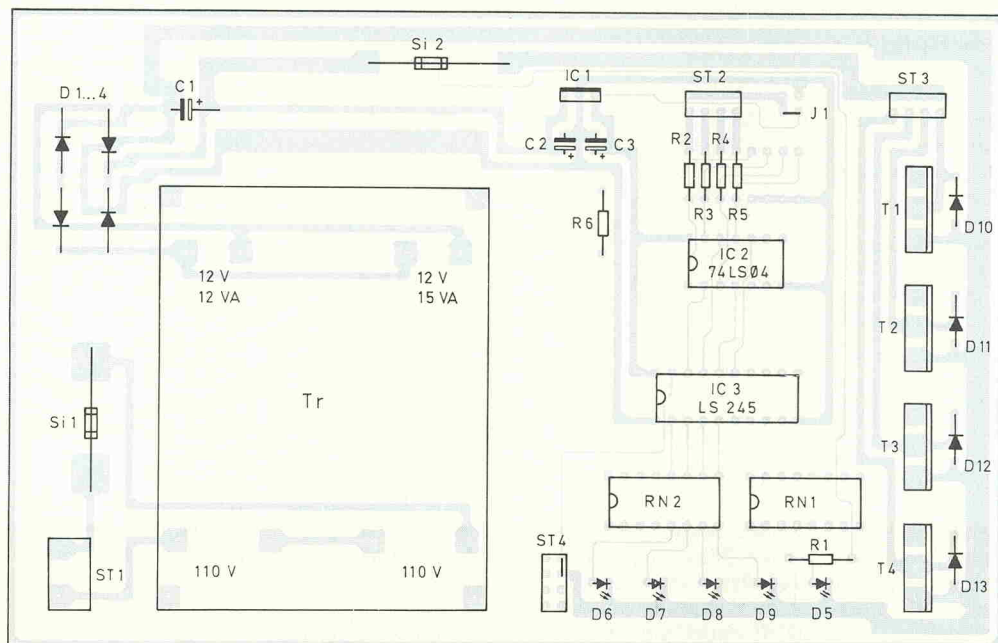
Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1...6	1k
RN1	DIL-Array, 4x330R
RN2	DIL-Array, 8x100R
Kondensatoren	
C1	1000µ/25V, stehend
C2,3	1µ/25 V, Tantal

Halbleiter

D1...4,	
10...13	1N4007
D5...9	LEDs
T1...4	TIP3055
IC1	7805
IC2	74LS04
IC3	74LS245

Sonstiges

Tr1	Flachtrafo, 2x12 V, 30 VA
2 Sicherungshalter, print	
3 P-fostenstecker, 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

Antriebssysteme für die Geräte- und Kraftfahrzeugtechnik

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 — Antriebslösungen, Anwendungen in Geräten und in Kraftfahrzeugen — ein Übersichtsaufsatz erscheint, an den sich die Behandlung exemplarischer Beispiele

aus den Anwendungsgebieten 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 magnetostruktiver Art, die in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden.

hmo

Friedrich Prautzsch Schrittmotor-Antriebe

München 1988
Franz-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 Schrittmortortechnik dar, das sich als Nachschlagewerk ebenso eignet wie als Einsteigelektüre 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: Schrittantrieb 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 Plattenspeichers
- Antrieb einer Leiterplattenbohrereinheit
- 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 Motorsteuerungen

München 1986
Franz-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 komplette Applikationsschaltungen vorgestellt, die aus den Bereichen Unterhaltungselektronik, Haushaltsgeräte und Indu-

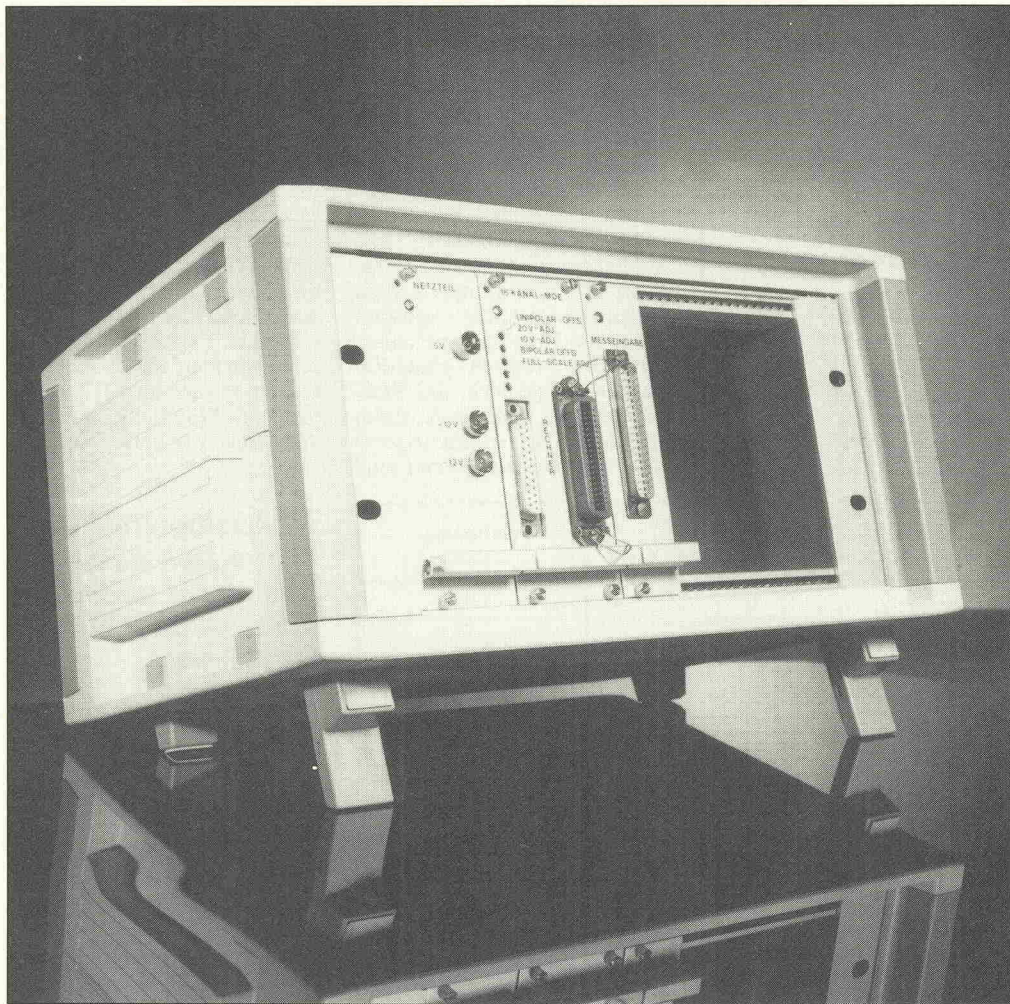


strieantriebe stammen. Dabei werden unter anderem Lösungen mit konventioneller Elektronik, mit spezial ICs und mit Mikrocomputern gezeigt.

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 er-

reicht. Die unvermeidliche Vereinigung aller drei Massestränge findet erst auf der Netzteilkarte 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 Schutzdioden 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 Schutzdioden 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

CE	CS	R/C	12/8	A ₀	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.

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

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-

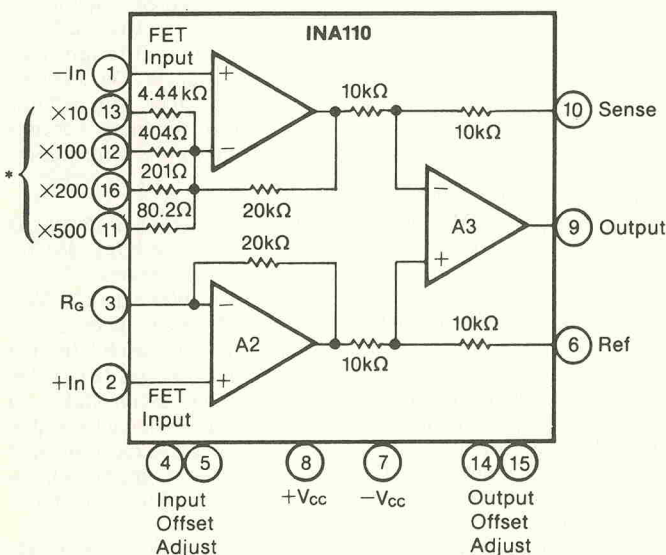
Tabelle II. Jumper bestimmen den Eingangsspannungsbereich, und der Eingangsspannungsbereich bestimmt die Auflösung.

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 Haltekapazität 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 Geräteadresse 0 zu, so wird über IC7 umgehend eine Wandlung inszeniert. Aber davon später.

16 Analogeingänge. 16mal Maß nehmen. Das reicht auch für die Überwachung komplexerer Prozesse.

Der ADC574 verfügt über zwei Eingangsspannungsbereiche, die zudem entweder unipolar oder bipolar betrieben werden können. Somit kann der Anwender zwischen vier Bereichen wählen: 20 V, 10 V, ±10 V und ±5 V. Welche Auflösung sich dabei jeweils für das niederwertigste Bit (LSB) ergibt, zeigt Tabelle II. Dort ist ebenfalls aufgeführt, welche Jumper gesetzt werden müssen, um einen bestimmten Eingangsspannungsbereich auszuwählen. Wie man sieht, kann dieser auch auf 10,24 V/20,48 V bzw. ±10,24 V/±5,12 V getrimmt werden. Das macht aber nur Sinn, wenn man eine 'hardwaremäßige Rundung' des Meßergebnisses wünscht, die dadurch erfolgt, daß sich diese Werte ganzzahlig durch 1024 (12 Bit entspricht $2^{12} = 1024$)



* Connect to R_G for desired gain.

Bild 1. Aus Drei mach Eins: Das Innenleben des INA110 besteht aus drei OpAmps.

($f_{\text{TAST}} \approx 1/T_{\text{AKQ}} + T_{\text{CONV}}$; T_{AKQ} = Sample-Zeit, T_{CONV} = 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 µs benötigt. Der Baustein besitzt eine eigene 10-V-

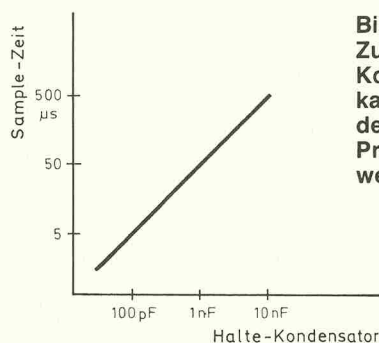


Bild 2. S & H-Zusammenhänge: Auf Kosten der Sample-Zeit kann durch Vergrößerung der Kapazität die Hold-Präzision gesteigert werden.

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 $9 \text{ XOR } 11$ nun mal 2 ergibt. Warum neun? Ein Blick in Tabelle III zeigt, daß der Binärcode für die Eingangskanalauswahl 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 Latches 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.

Jetzt ist es an der Zeit, den A/D-Wandler anzuschließen. Das geschieht durch Ausgabe einer 3 ans Steuerregister. $3 \text{ XOR } 11$ ergibt acht. Und acht ist binär 1000. Der einzige H-Pegel, den dieser Wert verursacht, liegt damit auf der Pseudo-W/R-Leitung und hat zur Folge, daß über Y0 von IC7 der Wandler gestartet wird. Selbiger legt in der Folge umgehend seinen Ausgang 'Status' als Zeichen seiner nun einsetzenden intensiven Tätigkeit auf 'H'. Aufgrund seiner Verbundenheit über Pin 12 hält daraufhin der Sample & Hold seine Luft bzw. das Eingangssignal an, und die Speicher IC14/IC15 gehen in Alarmbereitschaft. Ist der Wandler zu einem Ergebnis gekommen, zieht er sein Status-Signal wieder zurück, was über einen der Inverter von IC18 eine Aufwärtsflanke an den Takteingängen von IC14 und IC15 zur Folge hat. Damit liegen die Wandlerdaten zur Abholung bereit.

Das Einlesen dieser Daten gestaltet sich nun leider etwas komplizierter als das bisher Vollbrachte. Das kommt daher, daß der 8-Bit-breite Gerätedatenbus der Meßkarte über das Statusregister nur nibbleweise abgefragt werden kann und überdies der Wandler 12-Bit-breite Daten produziert, die ebenfalls zwei Zugriffe auf den Gerätedatenbus erfordern. Es müssen also folgende Operationen vorgenommen werden.

1. MSB vom Wandler lesen
2. LSN (Least Significant Nibble) in den Rechner lesen

Bild 3. Wandler zwischen zwei Welten: Blockschaltbild des ADC574.

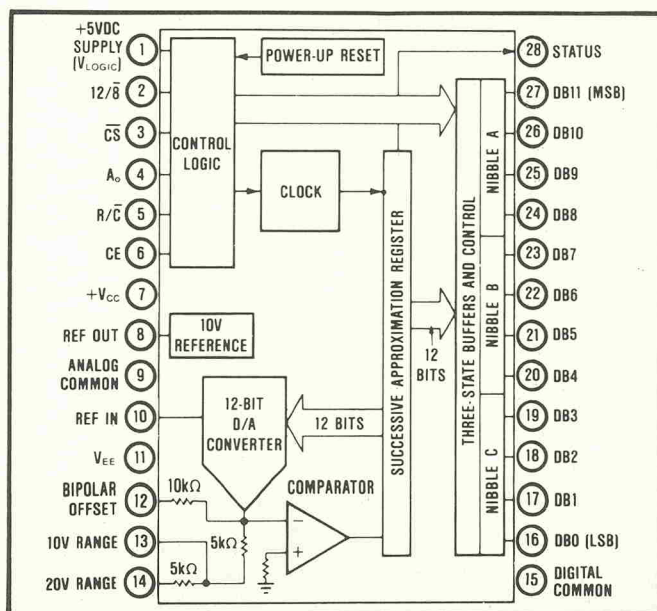
a		c
+ 5 V	1	+ 5 V
K16	2	
K15	3	
K14	4	
K13	5	
K12	6	
K11	7	
K10	8	
K 9	9	
K 8	10	
K 7	11	
K 6	12	
K 5	13	
K 4	14	
K 3	15	
K 2	16	
K 1	17	
+15 V	18	+15 V
- 5 V	19	- 5 V
-15 V	20	-15 V
	21	
D0	22	D1
D2	23	D3
D4	24	D5
D6	25	D7
	26	
A0	27	A1
A2	28	W/R
	29	ENCLK
	30	
⊥	31	⊥
⏚	32	⏚

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 Latches 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 Latches taktet. Diese Zusammenhänge kümmern den Programmierer natürlich wenig. Er gibt eine 14 ($5 \text{ XOR } 11$) 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 ($13 \text{ XOR } 11$) im Steuer-



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

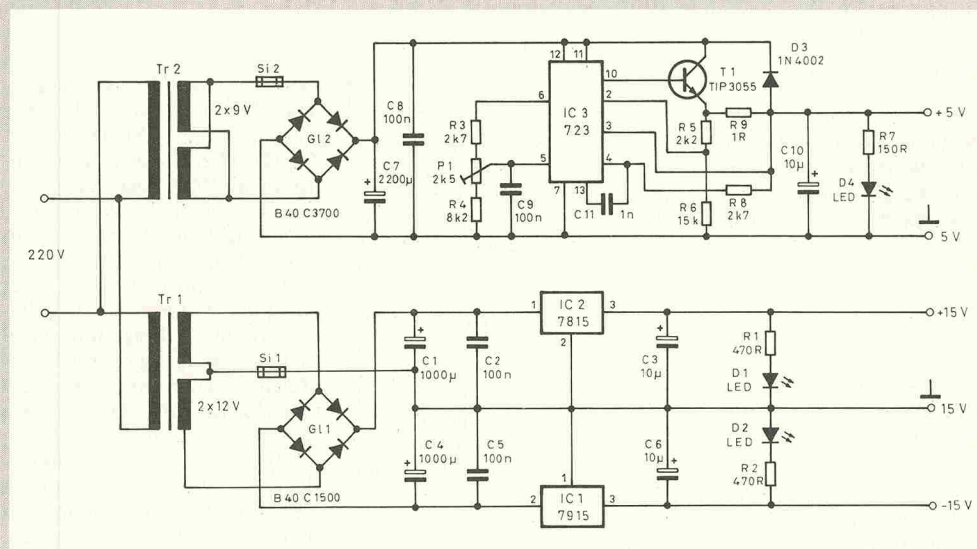
Dreierkarte Ein Netzteil für alle Fälle.

Wo Digital- und Analogtechnik aufeinandertreffen, gibt es regelmäßig Spannungsprobleme. Während erstere sich mit 5 V begnügt, umgibt sich letztere gerne mit ± 15 V oder ähnlichem. 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 Standardbeschriftung 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 Dreiein-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

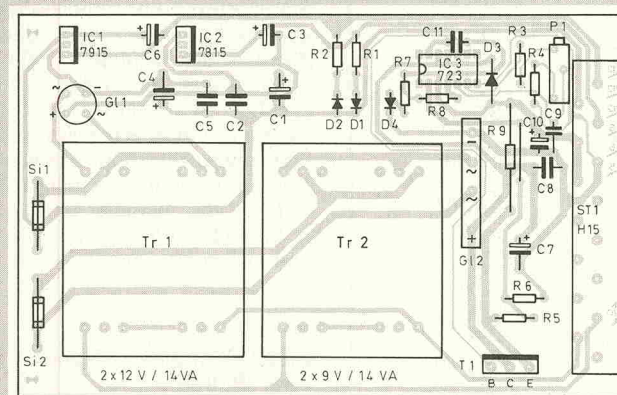
Widerstände (alle 1/4 W, 5%)	
R1,2	470R
R3,8	2k7
R4	8k2
R5	2k2
R6	15k
R7	150R
R9	1R, 5 W
P1	Spindel-Trimmer, 2k5

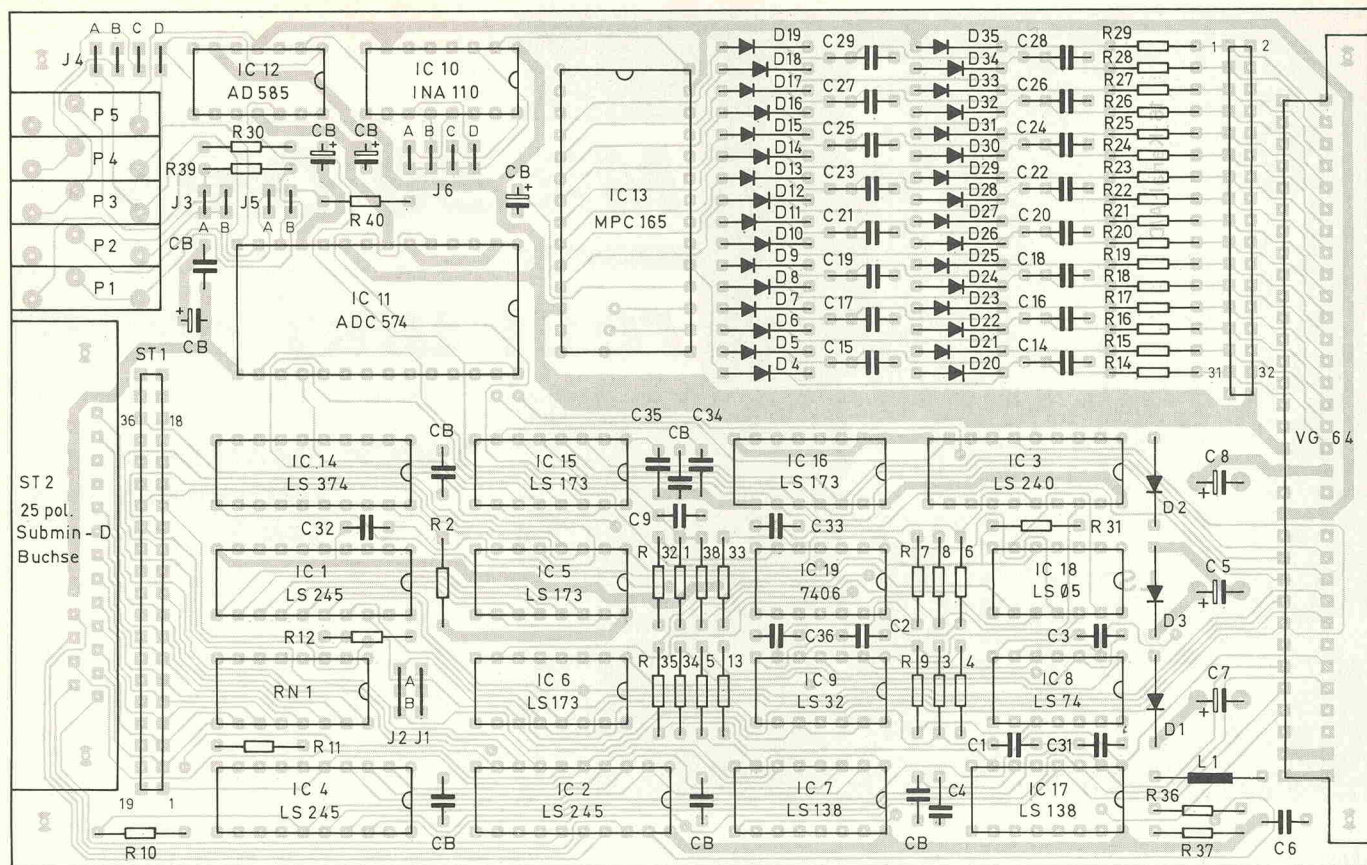
Kondensatoren	
C1,4	1000µ/25V, stehend
C2,5,8,9	0µ1
C3,6,10	10µ/16 V, Tantal
C7	2200µ/16 V, stehend
C11	1n

Halbleiter	
D1,2,4	LEDs
D3	1N4002
GL1	B40 C 1500
GL2	B40 C 3700
T1	TIP3055
IC1	µA7915
IC2	µA7815
IC3	LM723

Sonstiges	
Tr1	Flachtrafo, 2x12 V, 14 VA
Tr2	Flachtrafo, 2x9 V, 14 VA
Si1	Sicherung, 1,25A, T
Si2	Sicherung, 2A, 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	100µ/15 V, rad.
C6	220n
C7	100µ/6,3 V, rad.
C10,30	1µ, Tantal
C11	10µ/6,3 V, rad.
C12,13	10µ/25 V, rad.
C14...29	470n

C31	100n
C33,34	1n
4 x CB, 10µ/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	MPC165
IC14	74LS374
IC18	74LS05
IC19	7406

Sonstiges

L1	100µH
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	

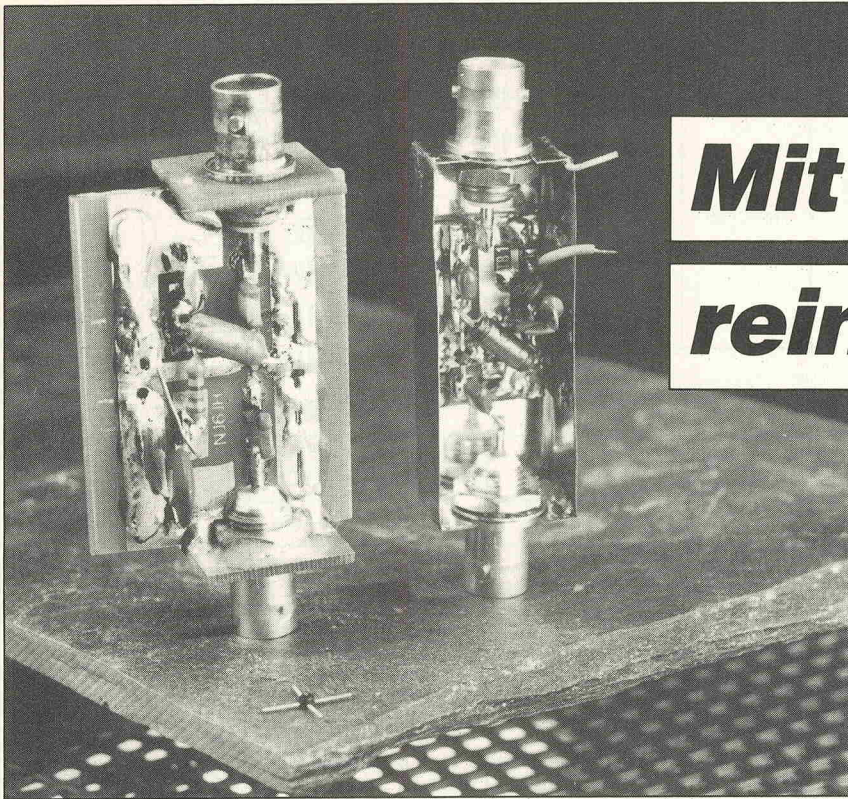
vorgenommen werden muß. Will man sich den Offset-Abgleich ersparen, muß die Brücke A des Jumpers J3 gesetzt werden. Ansonsten ist die Verbindung B zu stecken.

Welche Jumper bei Unipolarbetrieb und welche bei Bipolarbetrieb zu stecken sind, kann Tabelle II entnommen werden. Für den Abgleich im unipolaren Meßbereich wird eine regelbare Spannung an den Eingang der Meßkarte angelegt, die so eingestellt wird, daß die Spannung am Eingang des Wandlers 0 V + 1/2 LSB (siehe Tabelle II) beträgt. P5 ist nun so einzustellen, daß das LSB des Wandlers zwischen 'H' und 'L' gerade 'flackert'. Alle anderen Datenausgänge müssen L-Pegel führen. Anschließend sollte die Spannung am Wandlereingang mittels der regelbaren Spannungsquelle auf den Maximalpegel (je nach Wahl des Eingangsspannungsbereichs) abzüglich 3/2 LSB gebracht werden. P1 wird nun so eingestellt, daß das LSB ebenso flackert, diesmal aber alle anderen Datenausgänge auf H-Pegel liegen.

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 Schlitzte 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-

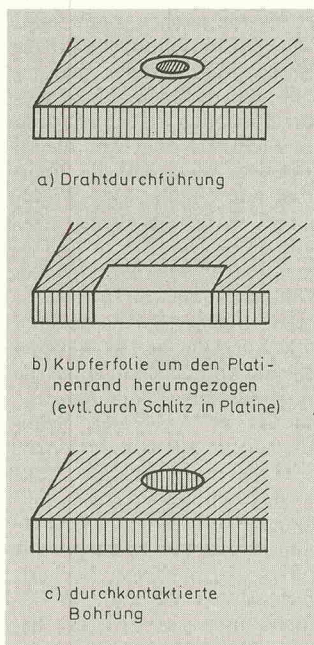


Bild 11. Methoden zum Erreichen kurzer Masseverbindungen zwischen Platinenober- und -unterseite.

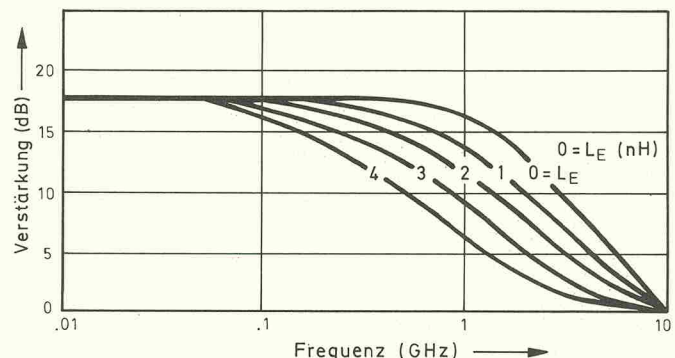


Bild 12. Verstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz als Funktion der Emitter-Induktivität LE für den MAR-1.

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 Ausgangslei-

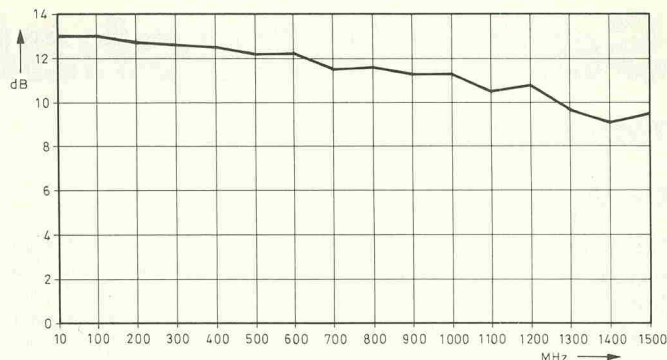


Bild 13. Frequenzgang des Verstärkers mit dem MAR-2. Bezug: 0 dB.

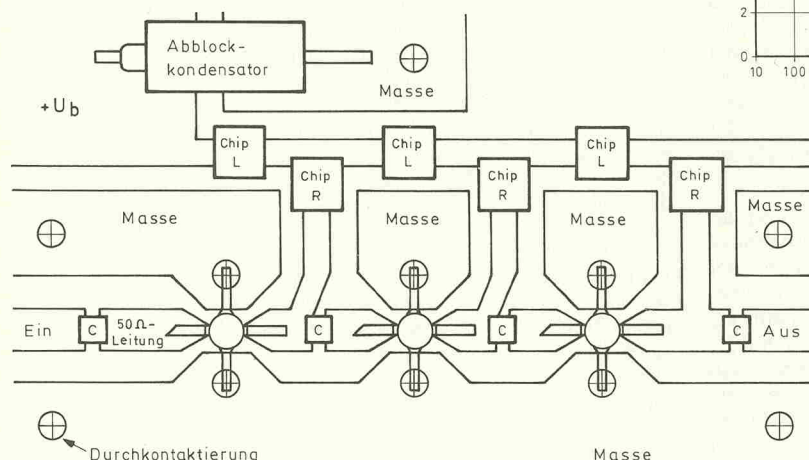


Bild 14. Layout für einen dreistufigen Verstärker.

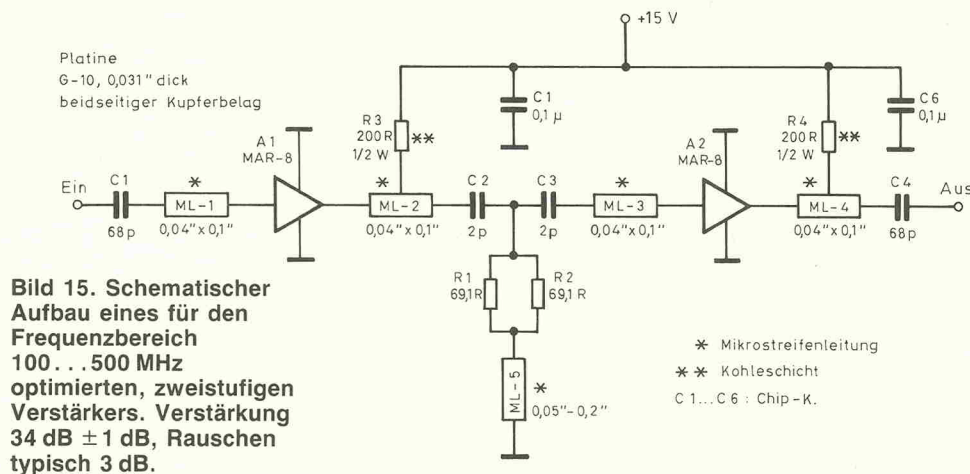


Bild 15. Schematischer Aufbau eines für den Frequenzbereich 100...500 MHz optimierten, zweistufigen Verstärkers. Verstärkung 34 dB \pm 1 dB, Rauschen typisch 3 dB.

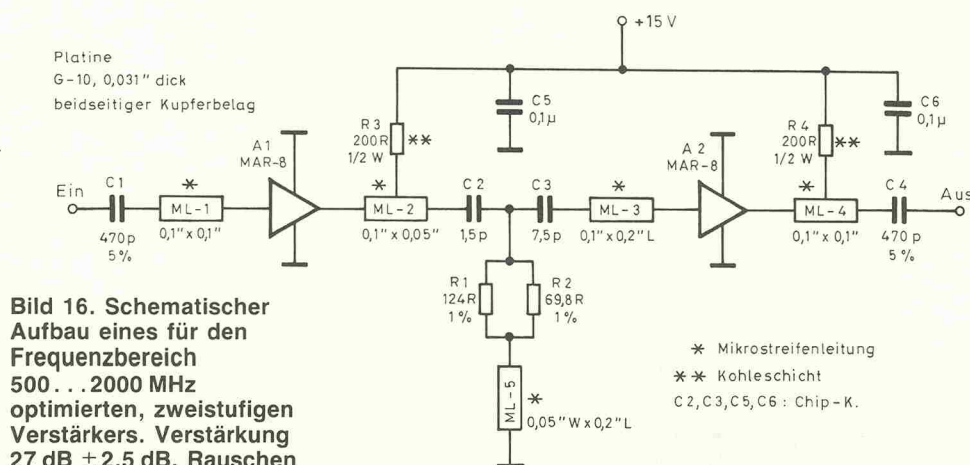


Bild 16. Schematischer Aufbau eines für den Frequenzbereich 500...2000 MHz optimierten, zweistufigen Verstärkers. Verstärkung 27 dB \pm 2,5 dB, Rauschen typisch 3 dB.

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 angleichen 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, Telefonskontakt-Geber usw.). Es würde sich erübrigen, eine weitere Schaltung zu veröffentlichen, wenn sie nicht mindestens ein allgemein nicht übliches Detail aufwiese. 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 geradzahlgigen Werten zwischen 1 und 255 multiplizieren. Dazu sind lediglich die entsprechenden Zählerausgänge parallel zu schalten, wobei gilt: Pin 1 = T , Pin 2 = $2T$, Pin 3 = $4T$ usw. bis Pin 8 = $128T$.

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 XR2240 ist als selbsttriggernder Multivibrator beschaltet. Das Anlegen der Betriebsspannung erfolgt über den Kleinleistungsthyristor $T1$, der über den Taster $S1$ mit einem positiven Zündimpuls aus der versorgenden Batterie getriggert wird. Beim Einschalten liegen alle Ausgänge von IC1 für die Zeitdauer 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 Zeitdauer $4T$.

Die Abschaltung des Thyristors $T1$ erfolgt dadurch, indem der parallelgeschaltete Transistor $T2$ kurzzeitig 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 Digisound F/CMB-06, ist ein zusätzlicher Treibertransistor $T3$ vorzusehen.

Die die Zeitdauer T bestimmenden Bauteilwerte errechnen sich folgendermaßen: Gewünschtes Intervall $Z[s] = 124 \times T = 124 \times R1[\Omega] \times C1[F]$. Wenn für $C1$ ein $1\text{-}\mu\text{F}$ -Kondensator eingesetzt wird, kann die Gleichung umgestellt werden nach $R[M\Omega] = Z[s]/124$. Dabei ist zu beachten, daß das Alarmintervall $4T$ ebenfalls von der Dimensionierung der RC-Komponenten abhängig ist!

Hier einige Dimensionierungsbeispiele für $R1$: Für $Z = 1\text{ min}$ muß $R1$ einen rechnerischen Wert von $483k87$ aufweisen, die Signaldauer beträgt ca. 2 s . Für $Z = 2\text{ min}$ gilt: $R1 = 967k74$ (also knapp $1M\Omega$), Signaldauer ca. 4 s . Letztes Beispiel $Z = 5\text{ min}$: $R1 = 2M4193$, Signaldauer ca. 10 s .

Längere Zeitintervalle können in gewissem Umfang durch Einsatz eines Kondensators mit einer höheren Kapazität verwirklicht werden. Laut IC-Hersteller darf der Wert für $R1$ nämlich nicht größer als $10M$

Bild 2. Anschlußvarianten für verschiedene Summertypen.

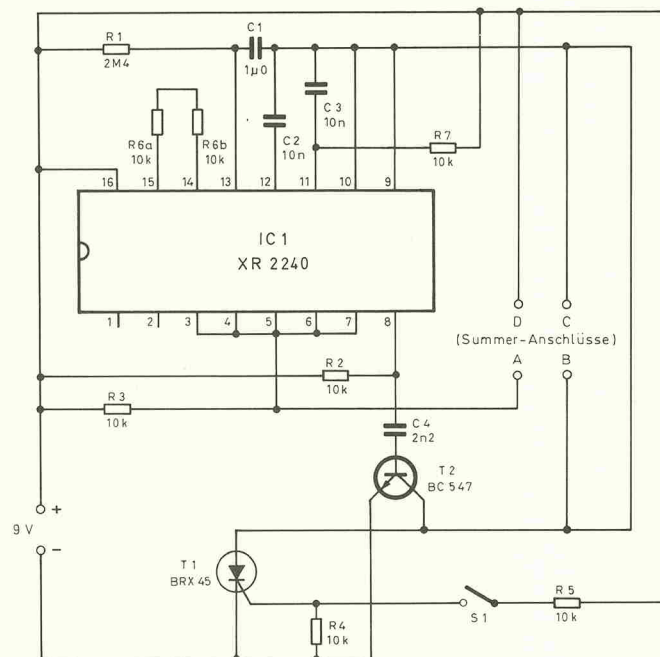
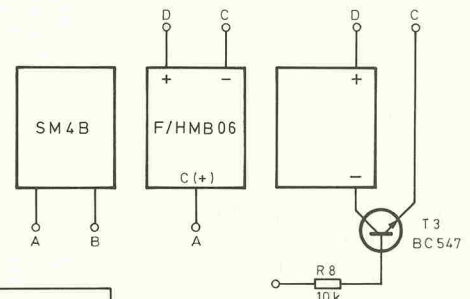


Bild 1. Null Ruhestrom nach Ablauf des Zeitintervalls: die Schaltung des Zeitgebers.

sein. Für Zeiten über $5 \dots 10\text{ min}$ 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 $C1$ und $R1$ 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 $C1$ ein Kondensator mit einer Kapazität von $2\mu 2$ eingesetzt wird, muß $R1$ in diesem Fall einen Wert von $6M442$ aufweisen. Anfangs- und Endsignal dauern jeweils $1 \times T$, also ca. 14 s .

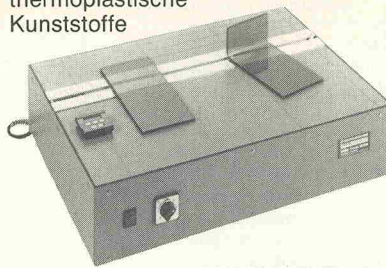
Verschiedene umschaltbare Timerzeiten lassen sich realisieren, indem $R1$ aus mehreren seriell geschalteten Widerständen zusammengesetzt wird, von denen ein Teil durch einen Schalter kurzgeschlossen wird. □

midi-bausätze zu elrad-bauanleitungen

elrad 10/88: MIDI-Baßpedal	
V1: mit Netzteil, Pedal und Gehäuse	248,—
V2: mit Netzteil und Pedal, ohne Gehäuse	198,—
V3: mit Netzteil, ohne Pedal und Gehäuse	158,—
V4: Basisplatte einzeln, mit Netzteil	128,—
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 Oktaven-Tastatur und Gehäuse	495,—
V3: mit 5 Oktaven-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.	

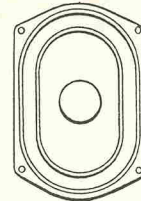
DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK
Inh.: Dipl. Phys. Dieter Doepfer
Lochhamer Str. 63 · D-8032 Gräfelfing · (089) 85 55 78

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

LISTEN BRITISH!



ENGLISCHE SPEAKER-KITS

Entwicklung,
Vertrieb und
Versand

AUDAX, ETON, CELESTION, KEF, TDL,
SEAS, VIFA, DYNAUDIO, FALCON u.v.m.
Katalog DM 5,— (Bfm., Schein, Scheck)

a+o electronics, A. Oberhage
Pf. 15 62, D-8130 Starnberg

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

AUTO RANGE DMM

RANGES

200mV
2 V
20 V
200 V
1000 V

200 Ω
2KΩ
20KΩ
200KΩ
2MΩ
20MΩ
200mA
10 A

HC779

Low/High Ohm
Manual/Auto-Range
Memory
Data Hold
Transistor Tester

129.-
1JAHR GARANTIE

Datenblatt auf Anfrage. Versand per NN zuzüglich 3.- DM Porto.

Natek Inh.: Werner Brack
Franz-Lehar-Str.41 7906 Blaustein Tel. 07304 / 5571

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

MONARCH®

*HiFi Elite
in
Serie*

Verkauf nur über den Fachhandel
Ausführliche Prospektunterlagen von

INTER-MERCADOR GMBH & CO KG
IMPORT - EXPORT

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

Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46A — 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 Markenfabrikate 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 Lieferaankunft

Aus Platzgründen veröffentlichen wir nur einen Staffelpreis (Preise mit „*“ = Staffel 5—9 Stck. Abnahme, Pr. m. „%“ = Staffel 100—250 Stck. — automatischer Rabatt bei größerer Abnahme).

Transistoren	2N 2222A/2N 2907A	0.35*	AD 636 JH	38.38	SA 1027	8.23
BC 140/141-10	2N 2646/3055 RCA	1.43*	AD 7574 KN	27.95	SAS 580/590	7.51
BC 160/161-16	2N 3055 SGS/TH	1.21*	ADC 0804 LCN	8.06	TCA 965	4.48
BC 327/337/338-25	2N 3773 RCA	2.92	CA 3130 E	2.17*	TDA 2002/2003	1.66*
BC 516	2N 3792 RCA	3.24	CA 3140 E	1.28*	TDA 2005 M	4.42
BC 517	2N 3792 RCA	12.34	CA 3161 E	2.11*	TDA 2030V	2.57*
BC 546B/548C/556B	2 SJ 50	10.98	CA 3162 E	8.53	TL 061/071/081/082	0.89*
BC 550C/560C	10—24 STCK	11.71	CA 3240 E	2.77	TL 064/074/084	0.99*
BC 547C/557B/558C	2 SK 135	10.43	CA 3260 E	3.69	TL 271 CP	1.16*
BC 630/640	10—24 STCK	10.43	ICL 7106/06R/07	7.68	ULM 2002/3/4	0.94*
BC 137/138/139/140			ICL 7109/05	18.32	TLC 272 CP	1.91*
BD 239/240	4001/11/12/23/25	0.41*	ICL 7116/17/26	7.68	ULM 2002/3/4	0.94*
BD 437/438	4013/27/30/49/50	0.59*	ICL 7680 CPA	3.78	UA 723 DIL	0.65*
BDV 64B/65B	4013/29/51/53/60	0.91*	ICM 7555 IPA	0.99*	UA 733 CN	2.33
BDV 64C	4016/66/85/93	0.59*	ICM 7224 IPL	23.36	UA 741 DIP-8	0.39*
BDV 65C	4017/20/21/22/43	0.91*	L 296	13.75	UA 7805/12/15	0.53*
BDX 66C/67C	4024/28/42/106	0.80*	L 297	10.50	UA 7805/12/15	0.53*
BF 199	4040/41/47/63/94	0.91*	L 298	14.24	UA 7905/12/15	0.57*
BF 244A/244B	4068/69/70/71/72	0.41*	LF 355/356	1.29*	XR 2206 CP	6.77
BF 245A/245B/245C	4073/75/77/81/82	0.41*	LF 411 CN	2.29*	XR 8038 CP	5.27
BF 256A	4518/20/38/41/56	0.91*	LM 120LKT03	59.36	ZN 436 E-8	2.73
BF 256B/256C	4528/43/40/175	0.87*	LM 311 N-8	0.52*	ZN 425 E-8	4.85
BF 422/423			LM 317 T	0.99*	ZN 426 E-8	20.34
BF 459/871/872	74LS 00/02/04/05	0.32*	LM 324 N	12.92	ZN 427 E-8	11.41
BF 494	74LS 06/09/20/21	0.32*	LM 325 N	0.42*	ZN 436 E-8	2.73
BF 499/701/712	74LS 14/77/41/32	0.48*	LM 336 Z 2.5	1.77*		
BS 170	74LS 30/32	1.32*	LM 339 N/358 P	0.47*		
BS 250	74LS 83/86/157	0.62*	LM 398 N	1.65*		
BU 208A	74LS 138/139	0.59*	LM 393 P	0.47*		
BUZ 10A	74LS 154	1.41*	LM 394 CH	8.83		
BUZ 11	74LS 221/245	0.99*	LM 833 N	2.57*		
BUZ 15	74LS 240/241/244	0.91*	LM 886	11.97		
BUZ 20	74LS 257/283/390	0.71*	LM 889	9.95		
BUZ 24	74LS 373/374	0.98*	LM 3914/15/16	7.29		
BUZ 71A	74LS 641/642	1.74*	LT 1028 CN8	14.60		
BUZ 73A	74HC 00/04/08/32	0.39*	LT 1037 CN8	12.30		
ALLE BUZ-TYPEN LIEFERBAR!	74HC 74/132/139	0.59*	MAX 232 CP	0.77		
IRF 632	74HC 138	0.68*	MC 1458 DIP	0.41*		
IRF 9620	74HC 244/373/374	0.42*	MF 10 CCH	9.66		
MJ 802 MOTOROLA	74HC 20/08/32	0.95*	NE 5532 N/5534 N	1.58*		
MJ 2501	74HC 42/151	0.95*	NE 5532 AN/5534 AN	2.04*		
MJ 2955	74HC 73/157/158	1.02*	NE 555 DIP-8	0.41*		
MJ 4502 MOTOROLA	74HC 244/373/374	1.02*	NE 567	1.15*		
MJ 15003/15004 MOT.	74HC 377	1.24*	OP 07 DN	3.58		
TIP 140/141/145	74HC 393	1.07*	OPA 2137 GP	1.32*		
TIP 142/146/147	74HC 541/573/574	1.32*	RC 4136	1.41*		
2N 1613	Linear IC's		RC 4558 P	0.76*		
2N 2219A	AD 536 AJH	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	Umsetzrate 15 MHz 3 MHz 20 MHz 1 MHz	Umsetzprinzip parallel zwei Stufen parallel zwei Stufen		SO 18 SO 24 SO 28 LCC 44	
		Jitter für alle Typen max. ca. 60 ps					
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. 1 x 8 parallel 2 x 8 multiplex ohne Register ohne Register 3 x 4 multiplex 12 x 1 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 Eingangsstrom: Max. 30 nA Transitfrequenz: 4 MHz Anstiegsgeschwindigkeit: 4 V/ μ s Ausgangsstrom: Max. ± 10 A				Max ± 50 V	8 Pin-TO-3
74OL6000 74OL6001 74OL6010 74OL6011	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
		Übertragungsrate aller Typen: Min. 15 Mbaud					

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



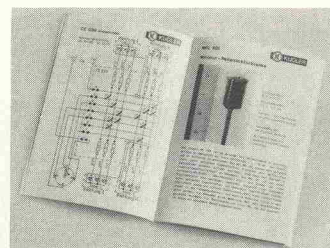
MAGNAT
ELECTRO-VOICE
MULTI-CEL · DYN-AUDIO
GOOD-MANS
CELESTION
FANE
JBL
KEF
RCF
u.a.

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**)!



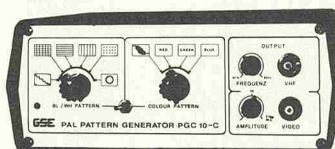
Optoelektron. Steuergeräte
 Postfach 16
 D-7929 Gerstetten
 Telefon (0 73 23) 66 24

Top Hit

PAL - Bildmuster-Generator

Neu

mit KREIS-Muster



10 Bildmuster
 Grautreppe, Gitter, horiz. Linien,
 vert. Linien, Punkte, Kreis, Farbtrappe
 100 % Rot, 100 % Grün, 100 % Blau

VHF - Ausgang variabel
 Video - Ausgang variabel
 1 KHz - Tonmodulation

DM 598,-

Top Hit

Versand per Nachnahme.

Vorführung und Vertrieb:



ING. G. STRAUB ELECTRONIC
 Falbenhennenstraße 11, 7000 Stuttgart 1
 Telefon: 0711 / 6406181

RADIO-DRÄGER, DRÄGER GMBH
 Sophienstraße 21 · 7000 Stuttgart 1
 Tel.: 0711/64 31 92 · Telex: 721 806
 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-Schutzdioden 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-Sperrschicht. Lieferbar in der E-24- und E-96-Reihe. Panasonic, Hamburg * Si-Pin-Fotodioden und TTL/CMOS-kompatible Schmitt-Receiver mit Datenraten bis 200 kBit/s werden in SMA-Gehäusen optimal justiert vergossen 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, Grafting/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 zum Preis von 6 Monate Garantie

ca. 1M Stecker	Kopierschutz-Filter Abgeglichene Fertigschaltung im Gehäuse.	6-poliges AV-Überspiel-Kabel OUT Stecker	unser Preis: DM 59,50 GÜNTHER SIMONS electr. PF 2254, 5012 Bedburg Tel.: 02272/5980
-------------------	---	--	---

BOARDSTAR-LAYOUT

Leiterplatten-Entwurf auf PC/XT/AT-Systemen
» Testbericht in ELRAD Heft 11/88 «

BOARDSTAR ist eine Softwarelösung für Entwurf und Reinzählung gedruckter Schaltungen und bietet Ihnen professionelle Leistungsmerkmale zu einem fairen Preis. Komfortable mausgesteuerte Benutzeroberfläche - Leiterbahnführung im 140° Raster - Bearbeitung doppelseitiger Platinen bis 516 qcm - Verwaltung von Macro-Bibliotheken - Reinzählung mit jedem handelsüblichen Plotter.

ROUTSTAR ist der Autorouter zum BOARDSTAR und erstellt selbsttätig Layouts aus vorgegebenen Schaltungsbeschreibungen: Layout-Beschreibung durch Grafik- oder Textiles - Berücksichtigung vorgegebener Designkriterien - Problemlose Verarbeitung von BUS-Strukturen.

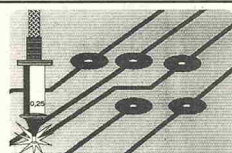
BOARDSTAR (interaktiver Layout-Editor) 698,- DM
ROUTSTAR (Autorouter zum Layout-Editor) 698,- DM
LAYOUT-Paket (BoardStar + RoutStar) 998,- DM
PLOTTER-Paket (Sekonix SPL450 + BoardStar + RoutStar) 2998,- DM
Lauffähige Demoverision + Handbuch (wird angerechnet) 70,- DM

Wir bieten Ihnen auch ein breites Spektrum von Service-Leistungen rund um das BOARDSTAR-Programm, vom Plot-u. Repro-Service bis zur Platinenfertigung nach angelieferten BOARDSTAR-Disketten. Fordern Sie Informationsmaterial oder gleich unsere Demoverision an.

Datentechnik Dr. Gert Müller Diezstraße 2A
D-5300 Bonn 1
Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387

FOTOPLOTTER

Wir machen Ihren Penplotter zum Fotoplotter!



Fotoplot-Zusatzgerät LP2002, geeignet zum Anschluß an jeden Flachbett-Plotter. Gleichbleibende Schärfe und Strichbreite durch geschwindigkeitsabhängige Steuerung der Lichtintensität. Hervorragend geeignet zur Herstellung von Leiterplatten-Filmen mit CAD-Systemen.

Fotoplot-Zusatz LP2002 2223,00 DM

Fordern Sie Informationsmaterial an!

Datentechnik Dr. Gert Müller Diezstraße 2A
D-5300 Bonn 1
Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387

pop
electronik GmbH

Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

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

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

Hybrids through thick and thin



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 alumi-

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'tɪkjʊləli] 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:fəli] 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 ['mɪkstʃə] Gemisch, Mischung
glass frit Glasfritte (-Schmelzmasse)
metallic particle metallisches Partikel
alumina [ə'lju:mi:nə] Tonerde

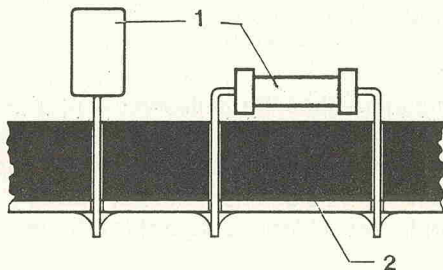


Fig. 1 — Conventional PCB assembly
Konventionelle Platinenmontage

1 = wired components bedrahtete Bauelemente
2 = printed circuit board Leiterplatte

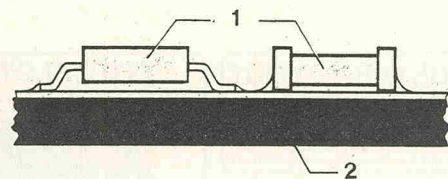


Fig. 2 — Hybrid technology
Hybridtechnik

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 ['ækjuri:] 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'ni:k] entsprechende Bestückungsmethode (assembly sonst auch: Zusammenbau)
particularly important in the development of ... besonders wichtig bei der Entwicklung von ...

NEUERSCHEINUNGEN HERBST '88

ELEKTRONISCHE
MESSGERÄTE
304 Seiten
44,80 DM



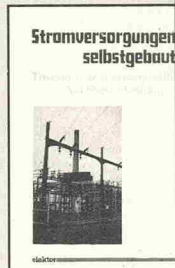
COMPUTER
MISCHPULT
250 Seiten
44,80 DM



DA STAUNT
DER LAIE ...
90 Seiten
14,80 DM



HANDBUCH
DER PA-TECHNIK
208 Seiten
34,80 DM



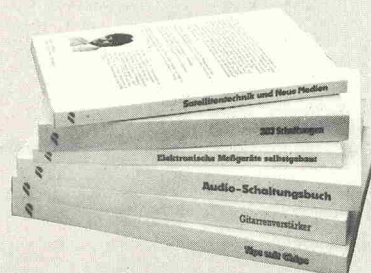
ELEKTOR

SÜSTERFELDSTRASSE 25
5100 AACHEN
TELEFON 0241/8 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 Transistortechnik
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?
- Fragen 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) 2 37 74, Wilhelm-Eich-Straße 2

elrad-Platiner

elrad-Platiner sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platiner sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platiner 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 DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
Motorregler	045-410	25,30	eISat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75	Midi-Anzeige	047-560	6,80	Schrittmotorsteuerung		
Moving-Coil-VV III	045-411	14,10	Sinusergenerator	046-478	34,00	HF-Baukasten-Mutter	057-561	49,00	— Treibplatine ds. dk.	038-632	19,00
Audio-Verstärker	045-412	11,10	Foto-Belichtungsmesser	056-480	5,50	— NF-Verstärker	057-562	7,50	Frequenzshifter		
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	045-413/2	25,30	Netzbild	056-482	14,30	MIDI-TO-DRUM-Basis	057-564	29,20	— NF-Platine	048-634	14,50
SVDO Schreibernagel	045-414/1	18,20	eISat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10	— Panel	057-565	3,42	— Dig. Generator	048-635	16,50
SVDO 50 kHz-Vorstz	045-414/2	13,10	Programmierbarer Signalform-			UKW-Frequenzmesser (Satz)	057-566	28,50	— Analog-Generator	048-636	5,50
SVDO Übersetzungsanzeige	045-414/3	12,40	Generator (doppelseitig)	066-487	69,00		057-567	3,90	— Netzteil	048-637	15,00
SVDO 200 kHz-Vorstz	045-414/4	13,80	Drehzahlsteller	076-495	7,20	LED-Übersetzungsanzeige*	057-568	3,90	DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50
20W CLASS-A Verstärker	055-415	50,90	Mini-Max (Satz)	076-496	59,90	D.A.M.E. Epron	067-571	25,00	7-Segment-BCD-Decoder	048-639	7,00
NTC-Thermometer	055-416	3,90	Delay — Hauptplatine	076-497	36,50	HF-Baukasten — Mixer	067-572	6,60	Amplifierverstärker	048-640	36,50
Prazisions-NT	055-417	4,20	Delay — Analog-Modul	076-498	6,50	Leistungsschaltwandler	067-573	10,00	E.M.M.A.-DCF-77-Uhr		
Hall-Digital I	055-418	73,30	LED-Analoguhr/Wecker-			Dualnetzgerät	067-574	33,20	— Relaisplatine	048-641/1	28,50
Top-Burst-Generator (Satz)	055-419	35,30	Kalenderzusatz			Elektrostat	077-572	27,60	— Tastatur	048-641/2	10,00
Atomuhr (Satz)	065-420	60,50	— Tastatur	096-499	3,70	Spannungsfrequenz	077-573	8,00	Studio-Mixer		
Atomuhr Epron 2716	065-421/1	25,00	— Anzeige	096-500	7,50	Video-PLL	077-574	2,20	— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00
Hall-Digital II	065-422	98,10	— Kalender	096-501	12,30	Video-FM	077-575	4,60	— Mikrofon-Vorverstärker	REM-643	8,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	12,70	— Wecker	096-502	15,20	Spannungslupe	077-576	4,50	— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00
Camping-Kühlschrank	065-424	26,80	Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	Wedding Piper	077-577	5,50	— Overload	REM-645	3,00
De-Voice	065-425	15,50	Digitaler Sinusergenerator — Busplatine	096-504	34,80	HF-Baukasten-FM-Demodulator	077-578	6,00	— Klangfilter	REM-646	10,00
Lineares Ohmmeter	065-426	11,30	Digitaler Sinusergenerator — Bedienteil	096-505	68,00	Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	077-579	6,00	— Pan-Plot	REM-647	4,00
Audio-Millivoltmeter Mutter	075-427/1	41,60	Digitaler Sinusergenerator — PLL	106-506	61,10	Impulsgenerator	077-580	16,00	— Summe mit Limiter	REM-648	9,00
Audio-Millivoltmeter Netzteil	075-427/2	16,70	Roboter-Verstärker	106-509	74,80	— AM-Demodulator	077-581	23,30	MIDI-Monitor		
Verzerrungs-Messgerät	075-429	18,50	Spannungsreferenz	106-510	9,20	Rauschgenerator	077-582	3,00	— Hauptplatine	058-649	35,00
Computer-Schaltuhr Mutter	075-430/1	53,90	Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Pink-Noise-Filter	077-583	5,70	— Tastaturplatine	058-650	18,00
Computer-Schaltuhr Anzeige	075-430/2	21,00	Schlagzeug — Vater	106-512	25,80	Epron-Codeschloß (Satz)	077-584	20,00	Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	Midi to Drum Epron	106-513	25,00	Remis (Satz)	077-585	82,00	SMD-V-Meter	058-652	3,00
Schnellfeder	075-432	20,50	Digitaler Sinusergenerator —	106-514	25,60	µ-Pegelschreiber-Generator-Karte	097-586	38,50	E.M.M.A.-V24-Interface	058-653	6,00
Video Effektergatter Eingang	075-433/1	13,40	Auswert-u. Filter	106-515	29,90	Midi-V-Box	097-587	18,20	Schaltverzögerung		
Video Effektergatter AD/DA-Wandler	075-433/2	11,90	Digitaler Sinusergenerator —	106-516	25,60	Testkopf-Verstärker	097-588	4,20	— Digitalteil	068-654	35,00
Video Effektergatter Ausgang	075-433/3	27,10	Digitaler Sinusergenerator —	106-517	25,60	Wechselrichter	097-589	5,00	— Filterteil	068-655	35,00
Hall-Digital Erweiterung	075-434	89,90	Digitaler Sinusergenerator —	106-518	23,30	Mause-Klavier	097-590	63,00	Markisensteuerung	068-656	18,00
Geiger-Müller-Zähler	075-435	11,20	Sinus I Epron	106-519	25,00	250 W Rohren-Verstärker Netzteil	107-591	44,50	Milli-Ohm-Meter	068-657	24,00
Twister-Schutz	075-437	4,10	DC-Offset u. Spitz-Anz.	106-515	24,00	250 W Rohren-Verstärker-Endstufe	107-592	66,00	8-16-Schreiber ds.	068-658	98,00
Impuls-Metalldetektor	095-438	18,60	Digitaler Sinusergenerator —	106-516	5,10	µ-Pegelschreiber AD-Wandler	107-593	38,50	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	068-659	40,00
Run-Rogner	095-439	27,10	Frequ.-Anz.	106-517	26,40	Midi-Key-board	107-594	30,00	Stereo-IR-Kopfhörer	068-660	22,00
Sinusergenerator*	095-440	6,90	Fotometer — NT	106-518	23,30	Mini-Sampler	107-595	8,80	— Empfänger	068-661	22,00
Zeitmachine-Zeit-Basis	095-441/1	44,60	Fotometer — Tastatur	106-519	26,40	NCD-Lader	107-596	36,50	— Sender	068-662	45,00
Zeitmachine-Zeit-Anzeige	095-441/2	9,30	Fotometer — Steuerung	106-520	37,40	µ-Pegelschreiber-NT	117-597	25,80	Universal-Netzgerät		
Computer-Schaltuhr Empl.	095-443/1	12,40	Impulsgenerator	116-520	12,90	— Interface	117-598	58,80	— Netzteil	068-663	45,00
Computer-Schaltuhr Sender	095-443/2	20,00	Dämmerschaltrelais	116-521	12,90	Schrittmotorsteuerung-HP	117-599	38,50	— DVM-Platine	068-664	30,00
Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	Flurlichtautomat	116-522	7,80	Diag. Temperat.-Meßsystem ds.	117-600	26,40	Dig. Temperat.-Meßsystem ds.	068-665	35,00
Low-Low-Stabilisator	105-445	14,50	Ultralineare Röhrendstufe — HP	116-523	29,20	Impedanzwandler	117-601	1,70	IR-Taster ds.	068-666	42,00
VCA-Modul	105-446/1	6,00	Ultralineare Röhrendstufe — NT	116-524	29,20	FM-Mikro (ds.)	117-602	8,00	NDFL-Mono-Hauptplatine	068-667	48,00
VCA-Tremolo-Leslie	105-446/2	19,00	Netzteiler 260 V/2 A	126-525	19,70	Abwärts-Schaltregler	127-603	5,90	— Netzteil	068-668	27,00
Keyboard-Interface/Steuer	105-447/1	87,90	Stromversorgungsnormal	126-526	10,00	250 W Rohren-Verstärker	127-604	19,90	2m-Empfänger	068-669	20,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Multiboard	126-527	29,90	Normalfrequenzempfänger	127-605	13,70	E.M.M.A.-IEC-Bus	068-670	16,00
Röhrenkopfhörerverst.	115-449	114,00	CD-Kompressor	126-528	21,10	Marderscheuche	127-606	8,20	LCD-Panometer (ds.)	068-671	13,00
f. Elektrostaten	115-450	33,00	Bandgeschwindigkeits-Meßgerät	126-529	99,80	RS232 für C64	127-607	4,50	Makrovision-Killer	068-672	15,00
Doppeltonzeit 50 V	115-451	17,10	(Satz)	126-530	19,80	MIDI-Interface für C64 (ds.)	127-608	26,40	Sailblades	068-673	13,00
Mikro-Fader (o. VCA)	115-452	86,30	Hysyromer	017-530	19,80	Bit-Muster-Detektor	127-609	14,90	DC/DC-Wandler	068-674	16,00
Stereo-Equalizer	125-454	8,30	Hygro Epron	017-532	13,40	Sprachausgabe für C64	127-610	13,90	MIDI-Balpedal	068-675	15,00
Symmetrier-Box	125-455	8,30	C-Meter — Hauptplatine	017-533	2,20	— Busplatine	127-611	26,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	068-676	25,00
Prazisions-FKns-Generator/Basis	125-456/1	27,00	C-Meter — RC-Zeitbasis	017-534	3,30	— MUX-Karte	127-612	12,00	SMD-Balancemeter	068-677	5,00
Prazisions-FKns-Generator/	125-456/2	7,60	Siage-Intercom	017-535	9,50	— PIO-Karte	127-613	9,70	E.M.M.A.-C64-Brücke	068-678	30,00
± 15 V NT	125-456/3	11,20	State-Variable-Equalizer	017-536	58,90	— Verdrähtungsplatine	127-614	66,00	FBAS-RGB-Wandler	068-679	35,00
Prazisions-FKns-Generator/Endstufe	125-456/4	7,40	Limiter L6000	REM-540	7,40	Audio-Verstärker mit NT	127-615	9,70	Tunefinder	118-680	20,00
Combo-Verstärker 1	016-458	14,00	Peakmeter	REM-542	48,40	Byte-Brenner (Epron)	018-616	30,00	Batterietester	118-681	15,00
Batterie-Checker	016-459	6,00	Aktive Frequenzweiche	027-543	59,90	Giaren-Stimmgerät	018-617	14,00	C64-Sampler	118-682	12,00
LED-Lamp f. Leistungseinheit	016-460/1	7,40	n. Phasenkorrektur	027-544	27,60	µ-Pegelschreiber-Ausgangsverstärker	018-618	40,00	EVU-Modem	118-683	35,00
LED-Lamp f. Nulspannungseinheit	016-460/2	6,00	Music-Box	027-545	12,10	Schrittmotorsteuerung-					
ZF-Verstärker f. Elsat (doppelseitig)	016-461	28,60	Glühkerzenwandler	027-546	11,20	Handsteuer-Interface	018-619	15,60			
Combo-Verstärker 2	026-462	22,20	Stereo-Simulator	027-547	9,60	— Mini-Paddle	018-620	7,50			
Noise Gate	026-463	22,60	Autopilot	037-548	7,50	SMD-Kommutatorquelle	018-621	4,00			
Kraftpaket 0—50 V/10 A	026-464	33,60	2 x 60 W Röhrendstufe	037-549	49,50	Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00			
Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-465	41,30	Rastierkonverter	037-550	15,40	RMS-DC-Konverter	028-623	10,50			
eISat 2 PLL / Video	026-466	13,10	Sweep-Generator — HP	037-551	29,00	Regler-Müller-Zähler	028-624	9,50			
Kfz-Gebliase-Automatik	026-467	21,30	Sweep-Generator — NT	037-552	16,40	Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50			
Kfz-Nachtleuchte	026-468	8,40	DNR-System	037-553	19,50	Schnittstelle RS232 → RS232C	028-626	16,50			
Kfz-Warnlicht f. Anhänger	036-469	136,00	Lotstation	047-554	11,80	E.M.M.A. Hauptplatine	028-627	59,00			
LED-Analoguhr (Satz)	036-470	17,40	Lausprecher-Schutzschaltung	047-555	31,70	Netzteiler 0—16 V/20 A	038-628	33,00			
eISat 3 Ton-Decoder	036-471	14,40	Widerstandsline	047-556	1,60	Vorgesteuert (VVF, „Black Devil“)	038-629	38,00			
eISat 3 Netzteil	036-472	16,50	Digital-Sampler	047-557	64,00	Experimentier-Set	038-630	6,00			
Combo-Verstärker 3/Netzteil	046-473	3,50	Midi-Relais	047-558	53,70	f. Analog-Multiplexer	038-631	18,00			
IC-Adapter 16880	046-474	4,90	Logik	047-559	31,00	E.M.M.A.-Tastaturplatine					
Clipping-Detektor	046-475	3,00									
eISat 4 Stromversorgung	046-476	4,00									

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platiner 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 Platiner 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.

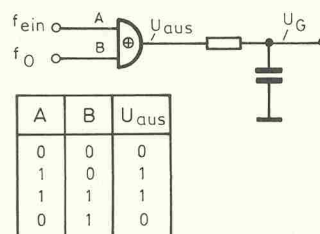


Bild 2. Einfachste Ausführung eines Phasendetektors für eine Digital-PLL: ein Exklusiv-ODER-Gatter (EXOR). Daneben die Wahrheitstabelle. Als Integrator (Tiefpaß) dient ein einfaches RC-Glied.

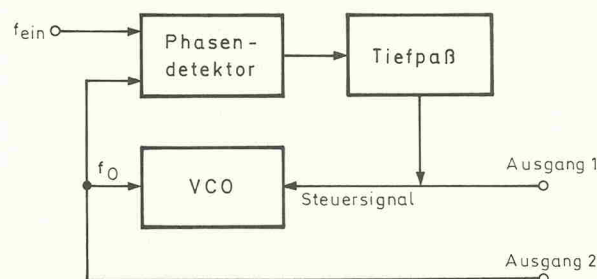


Bild 1. Die Funktionseinheiten einer PLL: Phasendetektor, Tiefpaß (Integrator), spannungsgesteuerter Oszillator (VCO).

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-

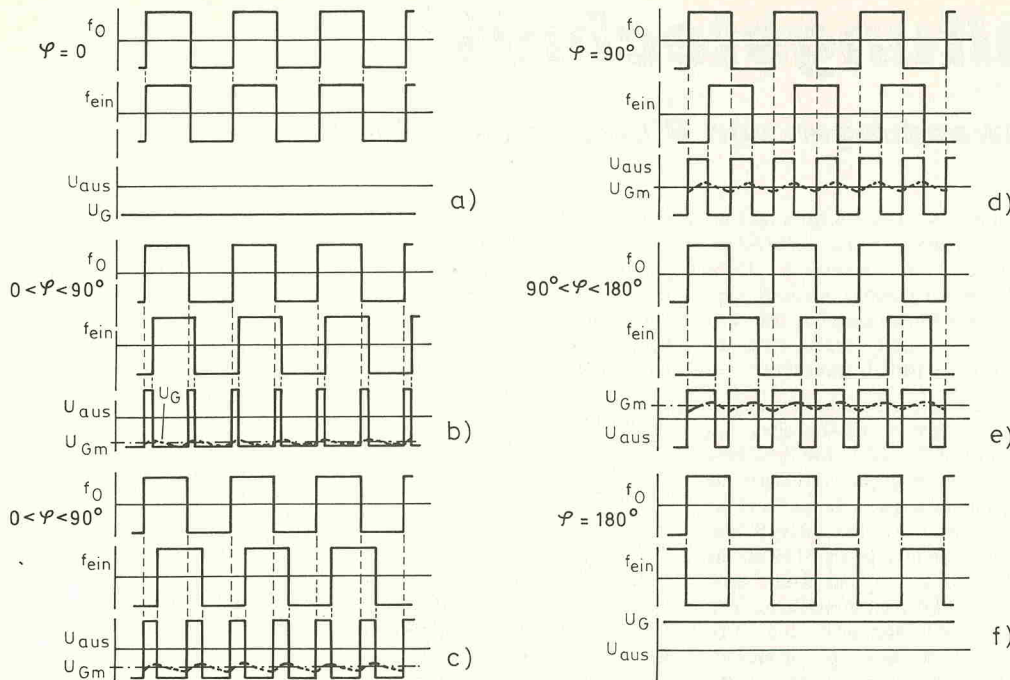


Bild 3. Arbeitsweise des Phasendetektors in sechs Phasen. Der Mittelwert der vom Tiefpaß gelieferten Gleichspannung ist ein Maß für die Phasendifferenz zwischen dem Eingangss-Rechtecksignal und den gleichfrequenten Impulsen des lokalen Rechteckgenerators.

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 Oszillatorfrequenz 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-

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 f_{ein} 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 in 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

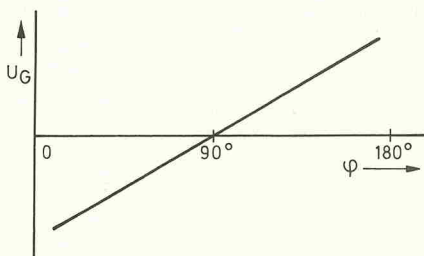


Bild 4. Das wichtigste Ergebnis aus Bild 3 in Kürze: Die Tiefpaß-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von Phasendifferenz.

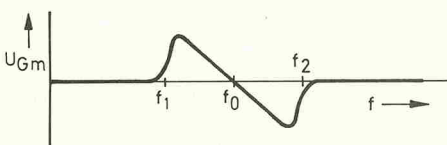


Bild 6. Das Ergebnis der Überlegungen in Bild 5 in Kurzfassung: Tiefpaß-Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Frequenzdifferenz.

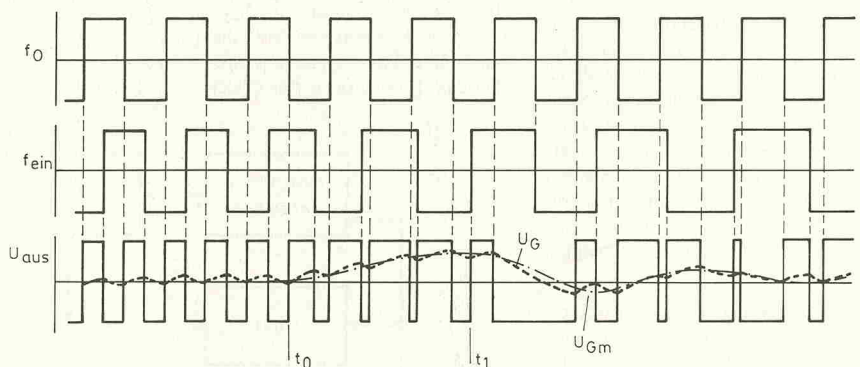


Bild 5. Auch zwischen zwei Signalen mit verschiedenen Frequenzen oder veränderlicher Differenzfrequenz gibt es ständig Phasendifferenzen: ebenfalls eine Aufgabe für den Phasendetektor.

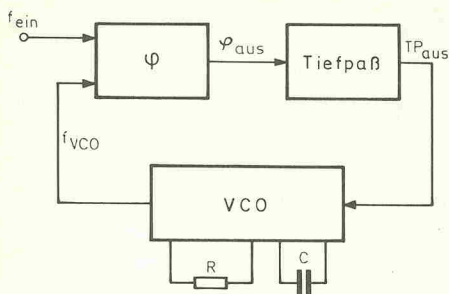


Bild 7. Geschlossene PLL-Regelschleife. Der lokale Oszillator (VCO) hat eine Grund- oder Ruhefrequenz, die von den Bauelementen Werten R und C bestimmt wird.

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

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

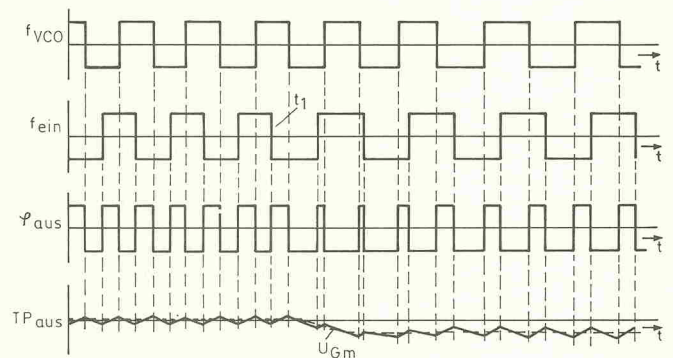


Bild 9. Reaktion der PLL auf eine plötzliche Änderung der Eingangsfrequenz.

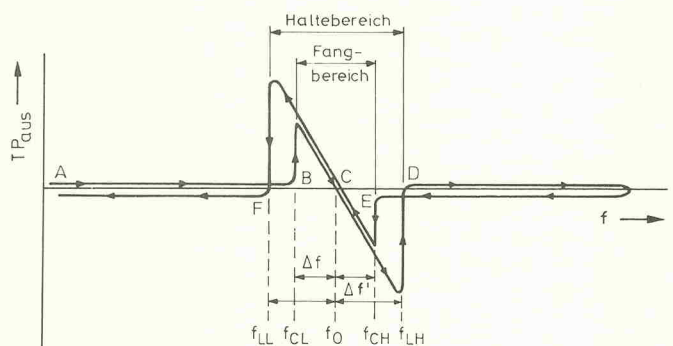


Bild 10. Zur Erläuterung der Begriffe Fangbereich und Haltebereich.

Definitionen folgt, die nachfolgend erläutert werden.

● „lock“

Eine PLL ist „eingerastet“, wenn ihre VCO-Frequenz der Eingangssignalfrequenz 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 Eingangssignalfrequenz 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-

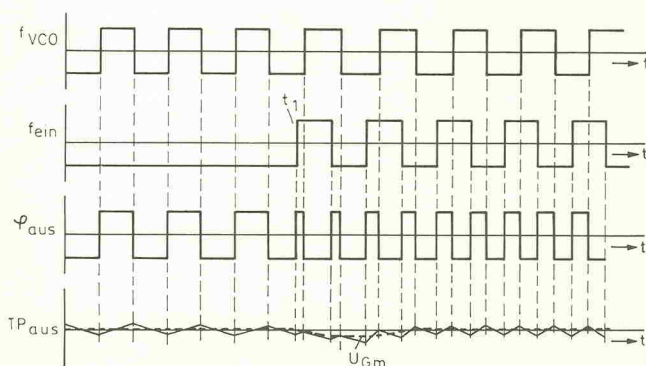


Bild 8. Reaktionsverhalten der PLL auf ein plötzlich auftretendes Eingangssignal.

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.

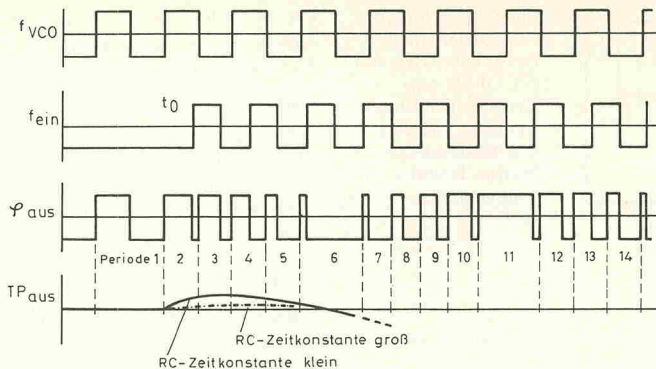


Bild 11. Abhängigkeit der PLL-Eigenschaften von der Tiefpaß-Dimensionierung.

● „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.

Ist die RC-Zeitkonstante klein, reichen schon drei Perioden mit einem hohen positiven Signalanteil, um eine kräftige Steuerspannung für den VCO zu erzeugen. Bei geschlossener Regelschleife würde die PLL schnell einrasten.

Die gestrichelte Linie in Bild 11 zeigt, was bei großer RC-Zeitkonstante passiert. In diesem Fall reichen drei Perioden nicht für ein ordentliches Steuersignal aus. Ist das System rückgekoppelt, wird diese kleine Steuerspannung die VCO-Frequenz zwar etwas erhöhen, aber das reicht nicht zum Einrasten. Bild 11 zeigt, daß der Phasendetektor ab Periode 5 schon ein Signal mit einem Tastverhältnis unter 50% liefert, die Steuerspannung nimmt bereits wieder ab. Wenn die PLL vor diesem Zeitpunkt nicht die Chance hatte, die VCO-Frequenz in Richtung f_{ein} abzugleichen, dann kann man das Einrasten vergessen. Kürzere RC-Zeiten sind also günstiger, zumal dann auch der Haltebereich größer wird.

Anwendungen

In den bisherigen Ausführungen wurde davon ausgegangen, daß der Tiefpaß mit einem EXOR-Gatter kombiniert wurde. Das hat allerdings einen großen Nachteil: Wenn die zu verarbeitenden Signale nicht exakt rechteckig und zudem symmetrisch sind, treten Schwierigkeiten auf. In vielen Fällen arbeiten PLL-Schaltungen jedoch nicht mit

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 flankengetriggertem 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 Flipflops 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.

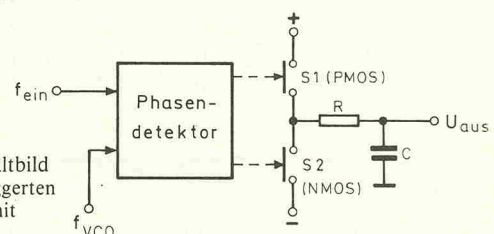


Bild 12. Blockschaltbild eines flankengetriggerten Phasendetektors mit nachgeschaltetem Tiefpaß.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 1/89

Platinenangebot

Platine C64-Sampler	4,95 DM
Platine Elektroakustischer Türöffner	8,40 DM
Platine Batterie-Checker	7,25 DM
Platine Netz-Modem	17,30 DM
Platine FBAS-RGB Wandler	14,80 DM
Platine Midi-Baßpedal	7,95 DM
Platine SMD Balancemeter	2,95 DM
Platine VFO (2 Stk.)	9,80 DM
Platine Video Kopierschutzfilter	9,65 DM
Platine NDFL-Netzteil	9,30 DM
Platine NDFL-Verstärker	19,20 DM
Platine 2 m Empfänger	10,90 DM
Platine Schaltrelais	17,60 DM
Platine Symmetrischer Wandler	9,90 DM

Platine Univ. Netzteil Hauptpl.	23,50 DM
Platine Univ. Netzteil DVM	21,80 DM
Platine IR-Sender	9,95 DM
Platine IR-Empfänger	10,90 DM
Platine Drum to Midi	19,50 DM

Ausführliche Elrad Platinenliste ab 1978 kostenlos auf Anforderung.

Elrad Bauteilesätze

Bauteilesatz C-64-Sampler	29,30 DM
Bauteilesatz Elektroakustischer Türöffner	29,50 DM
Bauteilesatz Batterie-Checker	21,90 DM
Bauteilesatz Netz-Modem	81,50 DM

Bauteilesatz IR-Sender inkl. Netzteil	51,80 DM
Bauteilesatz IR-Empfänger	40,30 DM
Bauteilesatz Schlagwandler	112,40 DM
Bauteilesatz Video Kopierschutzfilter	25,60 DM
Bauteilesatz passendes Netzteil	14,90 DM
Bauteilesatz Midi Baßpedal inkl. Eprom ohne Tastatur	99,50 DM
Bauteilesatz passendes Netzteil	14,90 DM
Bauteilesatz Eprom Brenner	33,45 DM
Bauteilesatz Gitarrenstimmergerät	33,45 DM

Unsere 11seitige Elrad Bausatzliste mit Beschreibung können Sie kostenlos anfordern. (Liegt jeder Bestellung bei.)

Spezielle Bauteile für Elrad Bausätze

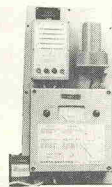
Diode BZT 03/C15	Stück 3,75 DM
Übertrager ZKB 490/5	Stück 19,60 DM
NE 5050	Stück 14,90 DM
program. Eprom Midi Baßpedal	Stück 17,50 DM
program. Eprom MidiSchlagwandler	Stück 17,50 DM
program. Eprom Digit. Sinus Generator	Stück 17,50 DM
program. Eproms elektr. Schlagzeug laut Liste	
IC. DD-E-510	Stück 57,90 DM
IC. LM 833	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
Piezo 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 (054 67) 241



STRAHLUNGSMESSGERÄTE AUS BEHÖRDEN-(ÜBERSCHUSS-)BESTÄNDEN

- Philips Strahlungsmessungsanlage 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 Grenzwertsteller (Alu Druckußgehäuse) sowie Alarmsystem. Gebraucht, jedoch sehr guter Zustand, geprüft: **DM 299,-**. Ersatzteilsatz hierzu: **DM 59,50**.
- ohne Abb.: Professionelles Handgerät, Frieske & 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, Druckußgehäuse, 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**.

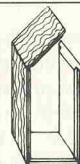
Viele weitere Strahlungsmessgeräte, vom einfachen Dosimeter bis hin zum Pulshöhen-Analysatorsystem für rund 3000,- DM finden Sie in unserem Sonderblatt „Strahlungsmessungstechnik“. Unseren Gesamtkatalog (die gesamte elektronische Meß- und Funktechnik) senden wir Ihnen ebenfalls gerne zu. Bitte beachten Sie, daß unser Lager für Besuche **nur samstags** von 10...14 Uhr geöffnet ist.

HELMUT SINGER ELEKTRONIK

Feldchen 16—24, 5100 Aachen, Tel.: 02 41/15 53 15, Telex: 832504 sitro d.

Information + Wissen

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



Selbstbauboxen · Video-Möbel

HADOS® **D-7520 BRUCHSAL**
Tel. 0 72 51-723-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung
Komplette Videotheken-Einrichtungen • Compact-Disc Präsentation + Lagerung
Stützpunkthändler in der gesamten BRD gesucht

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

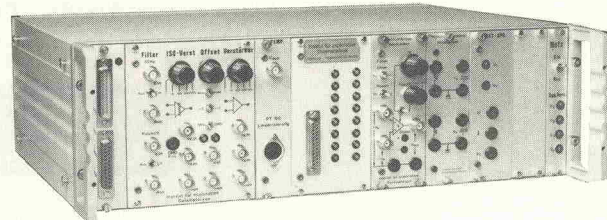
GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER 79,— DM

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



Meß- & Steuersystem am Druckerausgang des PC's.

Anschließbar an die parallele Druckerschnittstelle. Der Drucker kann weiterhin betrieben werden (Drucken und Messen an einem Printeranschluss). 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-Wertmeßkarten 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 ● AKTUELL ● AKTUELL ● AKTUELL ● AKTUELL ● AKTUELL ● AKTUELL ●

19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494, Frontplatte 4 mm ALU/sw, stabile Konstruktion, geschlossene Ausführung, Belüftungsblech/Chassis Option	
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahlblech schwarz epoxiert.	
2 HE 88 mm	DM 55,00
3 HE 132,5 mm	DM 66,80
4 HE 177 mm	DM 77,00
5 HE 221,5 mm	DM 89,00
6 HE 266 mm	DM 95,00

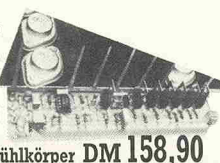
45,00 DM

RÖH 1 Röhrenvorverstärker	389,00
RÖH 2 Röhrendstufe	590,00
Übertrager RÖH 2 incl. Platine/Trafa's 2 x 32 W	DM 117,00
Netztrafo RÖH 2	DM 79,00

AD 573 jn	115,70
AD 7533 jn	14,14
E 510	70,00
ZN 427E-8	25,76
8253	4,24
Z 80 CPU	2,74
Z 80 A CPU	2,15
EL 34	12,90
2732 x/T schr.	25,00
2 SK 135/34	13,50
2 SJ 49/50	13,50

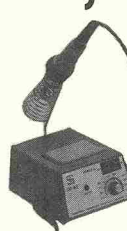
500 PA MOS-FET
incl. Kühlkörper/Platine
DM 298,-
Kontrollier 64,80

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



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-LötKolben mit 1,20 m Kabel, Longlife-Spitze auswechselbar, Zinnschale, Säuberungsschwamm, LötKolbenständer und Erdungsbuchse.
220 V/50 Hz

Maße: B 120 x T 170 x H 95 mm **DM 98,-**

Versand per NN. Bausätze lt. Stückliste plus IC-Fassung. Nicht enthalten Platinen/Gehäuse/Bauanleitung. Keine Original elrad-Platinen.

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



JAHRESINHALT

19

Audio-Geräte

50-W-Transistorendstufe: Black Devil	1/S. 20
Verstärker-Grundlagen:	
Vom Messen und Hören	1/S. 29
µPegelschreiber, T. 4	1/S. 68
Selbstbau-Pyramidenbox:	
Ein Stumpf mit Stil	2/S. 36
Vom Hören und Messen, T. 2	2/S. 47
Stereo-Vorverstärker: Vorgesetzter	3/S. 32
Frequenz-Shifter:	
Fremdsprachler, T. 1	4/S. 27
Anpaßverstärker: Gleichmacher	4/S. 38
Frequenz-Shifter:	
Fremdsprachler, T. 2	5/S. 48
NF-Verzögerungsleitung:	
Zwischenlager	6/S. 20
Report Berufe:	
Speaker-Klinik	6/S. 40
Stereo-IR-Sender/Empfänger:	
Leinen los!	7-8/S. 24
Symmetrische Signalübertragung	7-8/S. 107
Aktivbox-Endstufe:	
Kraftwerksblock	7-8/S. 92
NDFL-Verstärker:	
No Distortions for Listeners	9/S. 34
Nachlese: Black Devil Aufhellungen	9/S. 80
SMD-Balancemeter: Nf-Waage	10/S. 31
C64-Sounddigitizer:	
Audio-Diskette	11/S. 22
NDFL-Nachtrag:	
Update updatet	11/S. 50
Nf-Signalarbeitung T. 1	11/S. 53
PPP-Röhrendstufe 100 W T. 1	12/S. 20

Stromversorgung

Konstantstrom-Zweipol:	
Großes Spannungsgebiet	1/S. 47
Netzgerät 0...16 V/20 A:	
Noch mehr Strom!, T. 1	3/S. 22
Netzgerät 0...16 V/20 A:	
Noch mehr Strom!, T. 2	4/S. 56
Einfachst-Spannungswandler:	
Zehn-Minuten-Konverter	6/S. 56
Schaltnetzteile:	
Taktvolle Stromversorgung	9/S. 47
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-Stimmgerät:	
Gegen Verstimmungen	1/S. 34
PA-Box: Bühnenknaller	3/S. 28
Frequenz-Shifter:	
Fremdsprachler, T. 1	4/S. 27
Midi-Monitor: Midiskop	5/S. 38
Frequenz-Shifter:	
Fremdsprachler, T. 2	5/S. 48
Drum-to-Midi:	
Schlagwandler	7-8/S. 40
Midi-Baßpedal: Treitmühle	10/S. 44

Theorie, Grundlagen, Basisschaltungen

Verstärker-Grundlagen:	
Vom Messen und Hören	1/S. 29
Analog-Multiplizierer, T. 3	1/S. 57
Der Weg zum eigenen Meßlabor, T. 3	2/S. 38
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: $2 \times 2 \approx 4$	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-Signalarbeitung, T. 1	11/S. 53
Grundlagen MMICs:	
Mit 50 Ohm rein und raus, T. 2	12/S. 76
Kurzzeit-Timer	12/S. 78

Meßtechnik

µPegelschreiber, 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:	5/S. 16
Einchip-Schaltregler:	
LT 1070, die Dritte	6/S. 16
Echt Effektivwertmessung:	
Wärme weist den wahren Wert	7-8/S. 16
Der Schlüssel für intelligente Sensor-Systeme: Solide-State-Drucksensoren	
MPX: Gedrückte Spannung	7-8/S. 52
Digitaler Prozessor TSS 400	
für Meßwertaufnehmer	7-8/S. 53
Geschaltete Kapazitätsfilter	
mit Mikroprozessorschnittstelle:	
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

elrad 1988, Heft 12

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-Kopierschutz-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

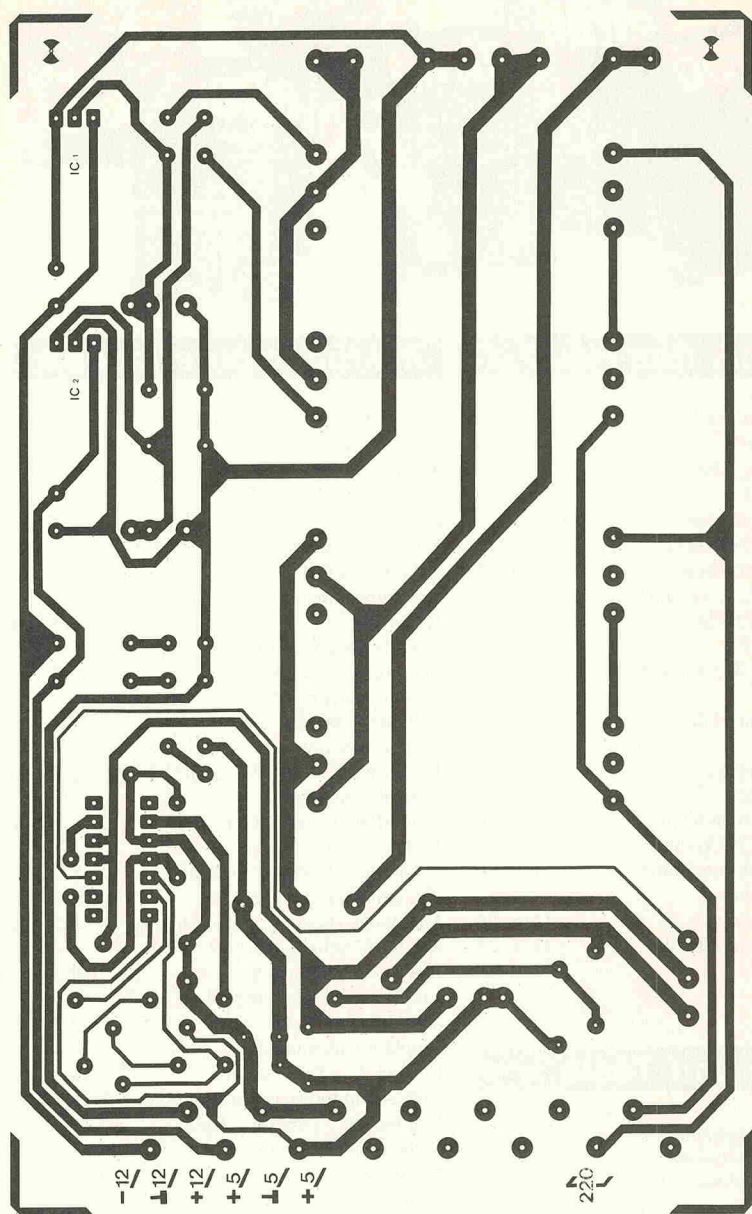
Marktreport Lehrsysteme:	
Know-how zum Anfassen	1/S. 50
GS-Report: Sicher? Sicher!	2/S. 56
Marktreport Lehrsysteme: Noch mehr	3/S. 55
Telefon Report: Schnurlos - nun	
wie am Schnürchen?	4/S. 32
Meßtechnik: Alles geregelt!	5/S. 20
Satellitenempfang:	
Immer mehr, immer besser	5/S. 56
Berufe: Speaker-Klinik	6/S. 40
Spritzgußplatten:	
... Wie aus einem Guß	6/S. 60
IC-Herstellung:	
Computer als Maskenbildner	7-8/S. 43
Cockpit-Voice-recording:	
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
Marktrepot Gehäuse: Kollektion '89	12/S. 14
Industrielle Antriebstechnik:	
Antreiben, Bewegen, Steuern	12/S. 60

Mikrocomputertechnik

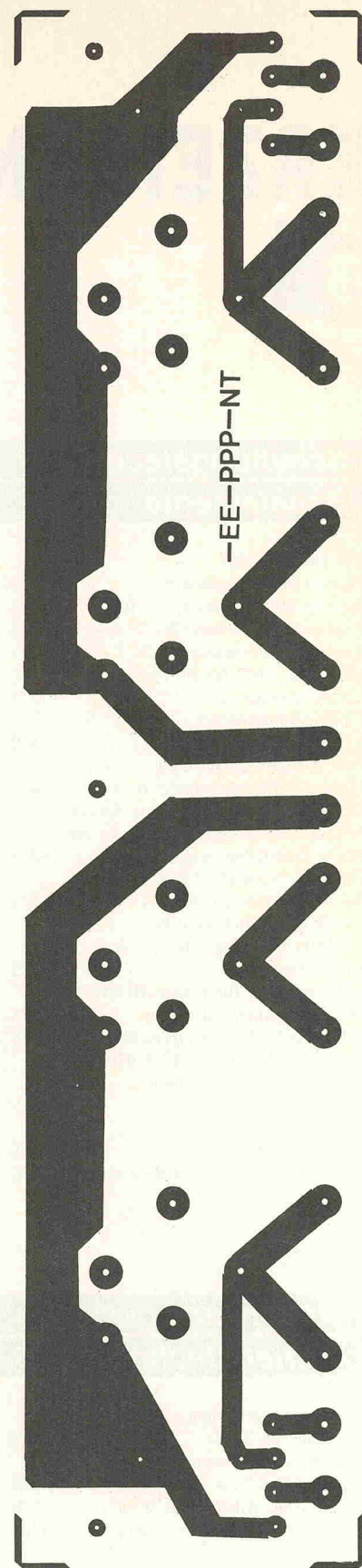
EPROM-Programmiergerät:	
Burn, EPROM burn	1/S. 38
Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 3	1/S. 64
μ Pegelschreiber, T. 4	1/S. 68
Einplatinen-Computer:	
E.M.M.A. T. 1	2/S. 18
Datenübertragung: V.24 - umgesetzt	2/S. 30
E.M.M.A., die Zweite	3/S. 40
Schrittmotorsteuerung:	
Step and Go, T. 4	3/S. 56
Einplatinencomputer:	
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

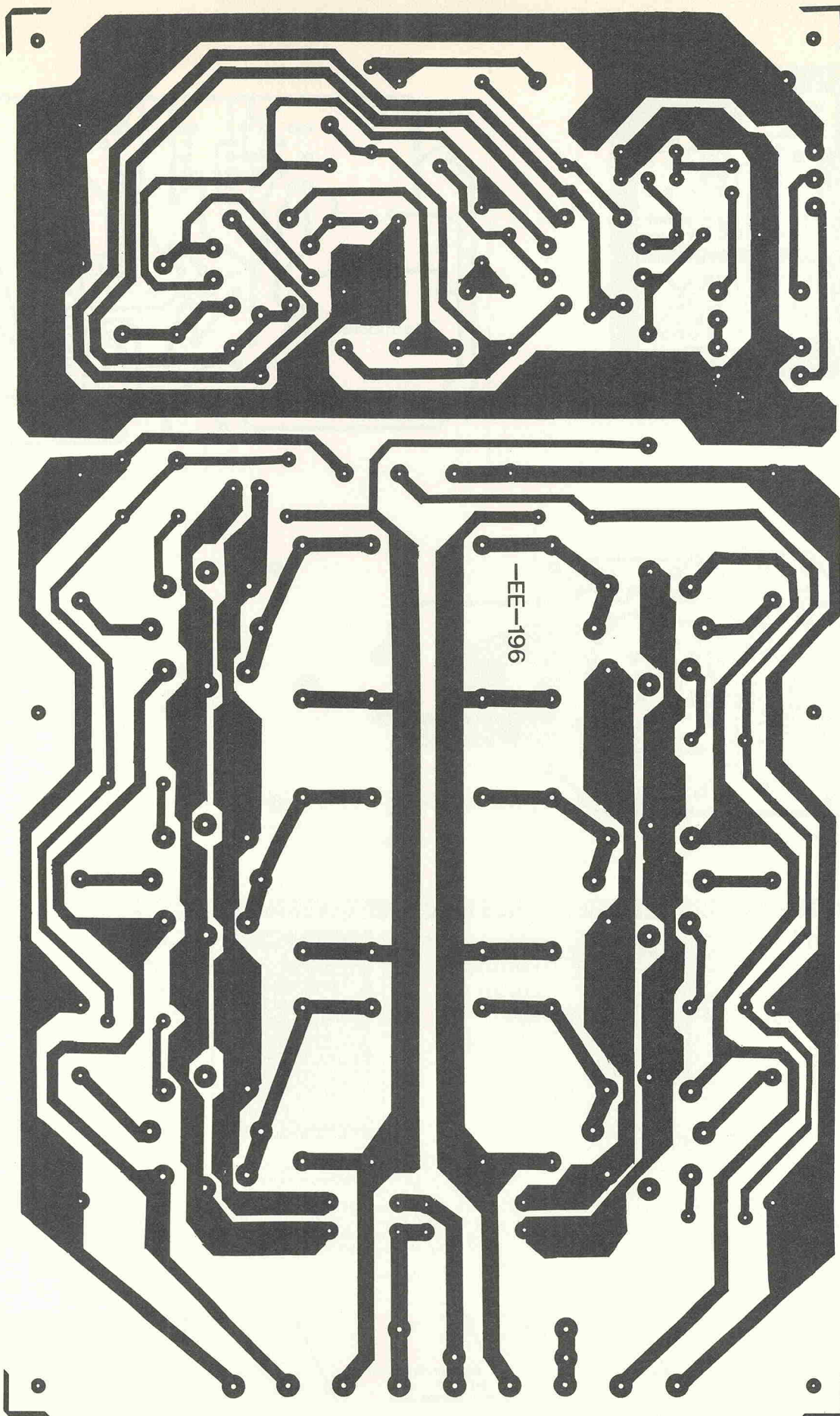
Analog-Multiplizierer, T. 3	1/S. 57
Analog-Multiplizierer, T. 4	2/S. 60
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 1	2/S. 64
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 2	3/S. 61
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 3	4/S. 65
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 4	5/S. 63
Infrarot-Schaltungstechnik, T. 5	6/S. 63
Symmetrische Signalübertragung	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-Signalsbearbeitung	11/S. 53
PLL-Schaltungstechnik, T. 1	12/S. 85

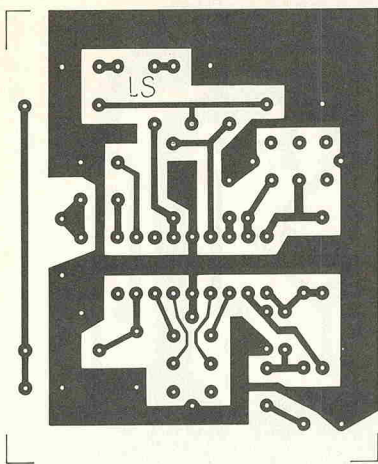


▲ Maß-nahme Netzteil 3er Karte

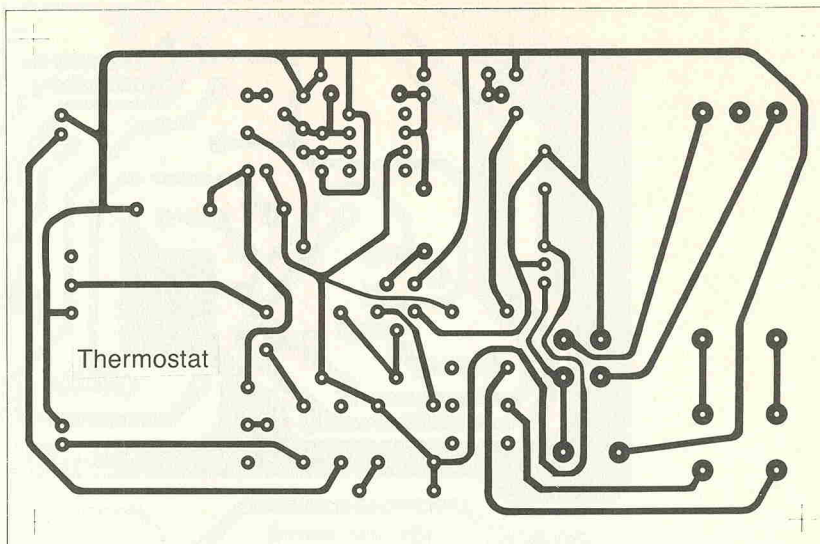


100 W-PPP — Netzteil ▲
— Endstufe ►

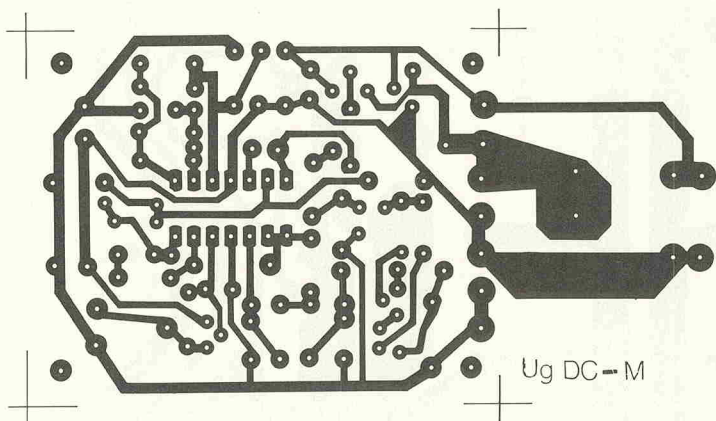




▲ TV-Modulator



Thermostat mit Nachtabsenkung ▲



◀ Universelle getaktete DC-Motorsteuerung

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 Datenverwaltung und Textverarbeitung, Befehlsübersichten, Tasten-Kommandos

Broschur, 120 Seiten
DM 14,80
ISBN 3-88 229-164-8

CD 1.3...

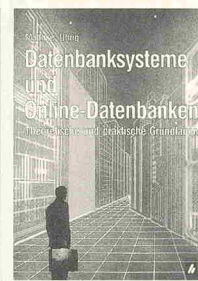
Bringen Sie WordStar bei, das zu tun, was SIE wollen.



Schon in der zweiten Auflage: das Standardwerk für das „Patchen“ von WordStar unter CP/M wie unter MS-DOS. Mit kompletter, ausführlich kommentierter Liste aller Anpassungsstellen (Labels) und ihrer Adressen für die CP/M-Versionen bis 3.3 und für die MS-DOS-Versionen einschließlich 3.45.

Broschur, 299 Seiten
DM 49,80
ISBN 3-88 229-127-3

Information schafft Wissensvorsprung.



Datenbanksysteme speichern und verarbeiten Informationen. Das Buch vermittelt Einblick in die Thematik und unterstützt Entscheidungen in allen Wirtschaftsbereichen. Am Beispiel dBASE III, dem Marktführer bei PC-Datenbanksystemen, werden die dargestellten theoretischen Aspekte verdeutlicht. Ein eigener Teil ist dem hochaktuellen Thema „Online-Datenbanken“ gewidmet.

Broschur, 173 Seiten
DM 36,80
ISBN 3-88 229-133-8



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

Leiterplatten

Für Bastler

Preiswerte Anfertigung ein- und doppelseitig

Für Industrie und Labor

Musterplatten
Klein- und Großserien
verzinnt, durchkontaktiert
Lötmaske und
Bestückungsdruck.

Gottfried Leiterplattentechnik GbR
Dörchleuchtingstr. 1, 1000 Berlin 47
Tel. (030) 6 06 95 42 von 14.00—18.00

MÜTER

Meß-Regeneratoren

bringen taube Bildröhren zum Strahlen
und Ihnen ständig Geld in die Kasse.

BMR 44,
Automat mit CRCU
macht sich in vier
Wochen bezahlt
DM 769,50



BMR 107,
Regenerier-
Computer mit
Müter-CRPU®.
Programm
DM 989,50

NEU! BMR-90-Hi-EC
regeneriert noch bes-
ser, jetzt auch G1-
G2-Schluß-Reparatur
DM 1311,—



Einmalig: alle BMR mit 10 Heizspannungen
und Adaptern für ca. 4000 Röhren (131 sind
lieferbar).



RTT 2,
Regel-Trenn-Trafo
0—250 V, 1000 VA,
Schalt-Bremse,
A-u. V-Meter
DM 751,20

CSG 4, Profi-
Testbildsender,
Color, Kreis, Treppe
usw. UHF, VHF,
VIDEO, Kabelkanäle
DM 951,90



NEU AT1, Audio-Tester
2 Generatoren, NF-
Wattmeter, Radio,
Cassette, 12-V-Netz-
teil, 2 Lautspr., alle
üblichen Buchsen,
Signalverfolger, etc. DM 1114,00

ION 2,
Luftreiniger-Ionisierer
für Gesundheit und
Wohlbefinden
DM 198,00



CBE, Bildrohr-
Farbfern-Entmagnetisierer
extra stark für
Flat & Square
DM 112,80

INFO kostenlos
Kontaktkarten in
diesem Heft.

ULRICH MÜTER

Kriedellweg 38 • 4353 Oer-Erkenschwick
Telefon (02368) 20 53, BTX • Mütter #

Leistungsfähiger Anbieter sucht gut eingeführte

HANDELSVERTRETER

für folgende Produktlinien:

- MESSGERÄTE
- FREQUENZZÄHLER
- DIGITALMULTIMETER
- OSZILLOSKOPE

Wir garantieren die hervorragende Qualität eines internationalen Großkonzerns zu marktge-
rechten Preisen.

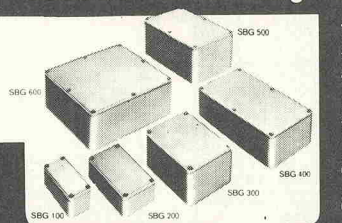
Zu vergeben sind Bezirke im gesamten Bundesgebiet auf interessanter Provisionsbasis, wo
sein Gebietsschutz gewährt.

Wenn Sie in diesem Markt bereits gut eingeführt sind oder eine Zweitvertretung suchen,
so schreiben Sie uns bitte unter Chiffre-Nr. E881204 an den Verlag.

SÜSSCO-Baby-Gehäuse

haben zahlreiche positive Eigenschaften
und sind durch Groß-Serien für viele Länder
der Welt besonders preiswert.
Abschirmung von passiven und aktiven Filtern,
Schaltungen mit kleinem Störabstand betreffend.
Die Materialzusammensetzung:
Kupfer · Magnesium · Silizium · Eisen · Mangan · Nickel ·
Zink · Blei · Zinn · Titan · Aluminium ·
garantiert beste Qualität und Wetterfestigkeit!
Vielseitige Einsatzmöglichkeiten in der Elektro- und
Elektronikindustrie. Ideal für NF- und HF-Verstärker,
Oszillatoren, sequentielle und kombinatorische
Digitalschaltungen, Spannungs- Netzteile usw.

SÜSSCO • 2 Hamburg 62



Telefax 0 40 / 5 31 10 25
Oehlbeckerring 8-10 • Tel. (0 40) 5 31 10 21 • FS 2 12 202

Beliebte elrad-Bausätze

Unsere Bausätze enthalten alle Bauteile laut Stückliste
inklusive Platine und Trafo's ★★ Gehäuse extra!
★ Alle Teile auch einzeln! ★ Platinen zum Verlagspreis!

Vom → November 1988

Tür-Öffner	DM 39,50
Batterie-Tester	DM 38,20
C64-Sounddigitalizer (ohne Software)	DM 52,60
NDFL komplett — MK2	DM 225,00

Bausätze Okt. → Jan. 1988

10/88	
MIDI-Baßpedal	DM 94,75
E.M.M.A.: C64-Brücke	DM 53,60
SMD-Balancemeter	DM 28,90
FBAS-RGB-Wandler + Audio + Gehäuse	DM 185,00

09/88	
VIDEO-Kopierschutz-FILTER Chinch	DM 36,90
SMD-LCD-Panelmeter	DM 64,40
2m-Empfänger (Gehäuse 39,90 DM)	DM 89,95
VFO-Zusatz für 2m-Empfänger	DM 30,90

7-8/88	
x/t-Schreiber inkl. prog. EPROM	DM 237,90
Drum-to-MIDI: Schlagwandler	DM 185,00
Stereo-IR-Sender/Empfänger Paket	DM 159,80
Universal-Netzgerät m. Trafo	DM 177,90
— Stahlblechgehäuse dazu	DM 89,00
— DVM-Modul dazu	DM 49,95

06/88	
Präzisions-Milliohm-Meter	DM 96,90
— Gehäuse VERO 14110	DM 39,90
E.M.M.A.: IEC-Konverter	DM 82,75

05/88	
E.M.M.A.: V.24-Interface	DM 22,95
Passiver IR-Schalter	DM 96,90

04/88	
E.M.M.A.: DCF-Empfänger m. Spule	DM 39,50
E.M.M.A.: Relais-Platine	DM 71,65
— Gehäuse BOPLA COMBI-CARD	DM 49,95

03/88	
E.M.M.A.: Tastatur (Digitizer)	DM 48,70
E.M.M.A.: Display mit EA7162	DM 97,85
Vorgesetzter (Stereo- + Netzteil)	DM 145,00
20A-Netzteil 0—16 V mit Trafo	DM 218,90
— Stahlblechgehäuse + Montagemat.	DM 99,50

02/88	
E.M.M.A.: Basisplatine + 27128 prog.	DM 234,90
Effektivwert-Messer	DM 82,90

01/88	
Gitarren-Stimmgerät mit Gehäuse	DM 52,40
EPROM + Textool + Pultgehäuse	DM 147,00

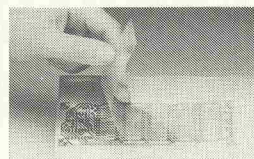
Versand: Nachnahme (Portopauschale DM 4,50 + 1,70 NN-Gebühr)
★ Vorausschick: Bestellwert + DM 4,50 Porto ★ Oder:
Postgiro Karlsruhe 220552757 ★ Ab DM 200,— portofrei!!! ★



Geist Electronic-Versand GmbH
Otto-Gönnenwein-Straße 5
D-7730 VS-Schwenningen
TELEFON: 0 77 20/3 66 73

TEC 200

Der neue und schnelle Weg zur
Gedruckten Schaltung



Mit der Spezialfolie **TEC 200** vereinfacht
sich die Herstellung einer gedruckten
Schaltung auf 3 Arbeitsschritte:

● kopieren

Sie kopieren oder drucken mit einem Laser-
printer die gewünschte Platinevorlage
auf die Folie. Es eignet sich jeder
Normalpapierkopierer, der mit Toner arbeitet.

● aufbügeln

Das auf die Folie kopierte Leiterbahnen-
bild wird mit einem heißen Bügeleisen
auf die Kupferoberfläche übertragen.
Die Kopierfarbe schmilzt dabei an und
bildet einen lackähnlichen, säurefesten
Überzug.

● ätzen

Nach Abziehen der Folie ist die Platine
ätzbereit. Das Ätzmittel kann beliebig
gewählt werden.

10 Folien im Format DIN A 4: **22,23 DM**

10 Folien ist die Mindestbestellmenge.

Fragen Sie in Ihrem Elektronikladen nach
TEC 200!

Chemitec GmbH, Adolfsstraße 5
D- 5438 Westerburg
Tel.: 0 26 63/39 09



Musik Elektronik



KORG DDD-1
unveränderliche
Preismempfung: DM 2190,—
Unser Tiefpreis:
DM 660,—

Drum-Computer mit 18 digital abgespeicherten Drum- und Percussion-
sounds ★ Speicher 100 Patterns und 10 Sounds in Real-Time und Step-
by-Step ★ Erweiterbar über fünf Cartridge-Slots mit ROM und RAM-Car-
tridges ★ Programmierbarer Stereo- und 6 Einzelausgänge ★ Jedes
Instrument einzeln in Tonhöhe, Ausklang und Lautstärke program-
mierbar ★ Anschlagsdynamische Pads ★ Tape-Synchronizer ★ Ca. 50
versch. Sound-Cards mit je 4 bis 8 Sounds zur Erweiterung verfügbar ★
MIDI ★ Trigger-Ein/Ausgang ★ 220V ★



KORG MP-100
MIDI-Sequencer
Unverb.
Preismempfung:
DM 360,—
Unser Tiefpreis:
DM 49,—

Monophoner MIDI-Sequencer mit 512 Noten Speicherkapazität ★ Ein-
gabe im Step-Verfahren über großes LCD-Display ★ Eingebauter Kon-
trollschalter mit Lautsprecher zum Abhören der Sequenz ohne ange-
schlossene MIDI-Geräte ★ Tempo-Anzeige ★

KORG KME-56 Multi Graphic Equalizer

Unverb. Preismempfung: DM 890,—
Unser Preis: **DM 299,—**

Beinhaltet in einem 19" Gehäuse vier 5-Band Equalizer sowie einen Stereo
7-Band Equalizer mit getrennten Ein- und Ausgängen. Jede Equalizer-
Sektion hat einen eigenen Bypass-Schalter mit LED-Anzeige. Regelbe-
reich: ± 12 dB. Einsatzfrequenzen Mono-ED: 250 • 500 • 1k • 2k
• 4k Stereo-ED: 125 • 250 • 500 • 1k • 2k • 4k • 8k • Direk-
ter 220-Volt-Anschluss.



CASIO DH-100
Digital-Horn
DM 269,—
Unser Tiefpreis:
Elektronisches Blasinstrument mit eingebauter
Tonerzeugung, sechs versch. Instrumente um-
schaltbar sowie MIDI-Ausgang zum Ansteuern
von externen Synthesizern. Eingebauter Lautpre-
cher sowie Transponder-Möglichkeit. Sofort spiel-
bereit, mit ausführlicher Anleitung.



CASIO MT-240
MIDI-Keybord
Unser Tiefpreis:
DM 359,—

MIDI-Keybord mit Begleitautomatik ★ 20 versch. Rhythmen ★ Digital
gesampelte Rhythmus- und Instrumentstimmungen ★ 20 versch. Instru-
mentstimmungen, 2 davon lassen sich im Dual-Modus simultan spielen ★
Die Stimmen für Baß, Akkord, Melodie und Drums liegen auf versch.
MIDI-Kanälen; somit läßt sich das MT-240 auch als idealer Sequenzer-
Expander einsetzen. Lieferung incl. Batterien. Netzteil hierzu (AD-5) DM
45,—

KORG Poly-8001 MIDI-Synthesizer

unverb. Preismempfung **DM 1850,—**
Unser Tiefpreis: **DM 890,—**



8-stimmiger Synthesizer ★ Getrennte 6-stufige Hüllkurven-Generatoren
für VCF und VCA ★ Stereo-Chorus ★ Große 4-Oktaven-Tastatur ★ Hold
und Chord-Memory, um z. B. einen ganzen Akkord (bis zu 8 Stimmen)
mit einer einzigen Taste spielen zu können ★ Sequenzer mit einer Kapa-
zität von 1000 Noten, polyphon, intern und extern über MIDI synchroni-
sierbar ★ Rauschgenerator ★ Eingebautes Digital-Delay für Echoeffekte
bis 1000 ms Chorus und Flanger-Effekte ★ Programmierbarer Equalizer
★ 64 Programmspeicher, erweiterbar über Cass.-Interface ★ Lieferung
incl. Netzteil, Programm-Cassette, dt. Handbuch und Batterien ★
Zubehör: Poly-8001 Inc. original Software **DM 890,—**
Zusatzsounds auf Cassette mit je 64 Sounds **DM 25,—**



Pearl PE-10
Parametric Equalizer
Unverb. Preismempfung **DM 225,—**
Unser Tiefpreis: **DM 59,—**



Pearl CO-04 Compressor
unverb. Preismempfung **DM 215,—**
Unser Tiefpreis: **DM 59,—**

2-fach parametrischer Equalizer für Gitarre, Baß oder Keyboards mit je
2 Einstellmöglichkeiten für Frequenz 100—6400 Hz, Filtergröße und Level
± 15 dB ★ Geräuscharmer FET-Fulltreiber mit LED-Anzeige ★ Lieferung
incl. 9-Volt-Batterie, Netzbetrieb möglich.

Compressor (o. Abb.) mit 4 Regler für Attack ★ Tone ★ Level ★ Sust.
stain. Einsatzbereich für E-Gitarre oder E-Baß um ein längeres Sustain zu
erhalten. Wie PE-10 im stabilen Druckgehäuse.

Preis für beide Effekte zusammen (PE-10 und CO-04) **DM 110,—**



BOSS Mischpult
BX-8 **DM 730,—**
BX-16 **DM 1100,—**

8 bzw. 16-kanales Mischpult für PA und Aufnahme ★ Pro Kanal mit
Klinken-Eingang, Gain-Regler mit Peak-LED, Baß-Höhen-Regler, 2 Effek-
twege, Panorama und Lautstärke ★ Summe mit 2 LED-Ketten zur
Aussteuerung, 2 Stereo-Effekt-Retern mit getrennten Level-Reglern ★
Regelbarer Kopfhörer-Anschluss ★ Summenausgang in Cinch (—10 dB) für
Tape und Studio sowie Klinken (umschaltbar —10 dB auf +4 dB) ★
extrem rauscharm (—115 dB) ★ Frequenzgang 20—40.000 Hz



24 Spur Sequenzer-Program ST
DM 128,—

24-Spur-Sequenzer-Program für Atari ST-Computer (520i/1040i/MEGA) ★ Komfortabel mit allen Möglichkeiten wie z. B. Quantisierung,
Copy, Transpose, Locator, Namensgebung der Spuren, Zählwerk etc.

Begrenzte Stückzahlen ★ Schnellversand per Post, Nachname ★ Alle
Geräte originalverpackt mit Garantie ★ Ausführliches Informationsma-
terial gegen DM 3,50,— in Briefmarken.

AUDIO ELECTRIC GmbH

Robert-Bosch-Straße 1
7778 Markdorf (Badensees)
Tel. 0 75 44/7 16 08

Tennert-Elektronik

Ing. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR

 * AD-DA-WANDLER *
 * CENTRONICS-STECKERVERBINDER *
 * C-MOS-40XX-45XX-74HCXX *
 * DIODEN + BRÜCKEN *
 * DIP-KABELVERBINDER+KABEL *
 * EINGABETASTEN DIGITAL+ *
 * FEINSTICHUNGSK20+-HALTER *
 * FERNSEH-THYRISTOREN *
 * HYBRID-VERSTÄRKER STK. *
 * IC-SOCKEL+TEXTOL-ZIP-DIP *
 * KERAMIK-FILTER *
 * KONDENSATOREN *
 * KOHLKÖRPER UND ZUBEHÖR *
 * LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN *
 * LABOR-SORTIMENTE *
 * LEITUNGS-TRIEBER *
 * LINEARE-ICS *
 * LÖTKOLBEN, LÖTSTATIONEN *
 * LÖTSAUGE + ZINN *
 * LÖTSEN, LÖTSTIFTE *
 * EINZELSTECKER DAZU *
 * MIKROPROZESSOREN UND *
 * PERIPHERIE-BAUSTEINE *
 * MINIATUR-LAUTSPRECHER *
 * OPTO-TEILE LED + LCD *
 * PRINT-RELAIS *
 * PRINT-TRANSFORMATOREN *
 * QUARZE + -OSZILLATOREN *
 * SCHALTER+TASTEN *
 * SCHALT-NETZTEILE *
 * SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR *
 * SPEICHER-EPROM/PROM/ROM *
 * STECKERVERBINDER-DIVERSE *
 * TEMPERATUR-SENSOREN *
 * TAST-CODIER-SCHALTER *
 * TRANSISTOREN *
 * TRIAC-THYRISTOR-DIAC *
 * TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX *
 * WIDERSTÄNDE +NETZWERKE *
 * Z-DIODEN + REF.-DIODEN *

 * KATALOG AUSG. 1988 *
 * MIT STAFFELPREISEN *
 * 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, Netz-
 teile und Bauelemente.
 Listen anfordern.

BEREL electronic
 Gemeindedingerstr. 23a
 6983 Kreuzwertheim
 Telefon (0 93 42) 3 89 89

Platinen* *Platinen
 CU= 35UMM RM= 2,54 STRKE= 1,5MM
HP=Hartpapier EP=Epoxyd
 160X100 LÖTPUNKTE-HP 3,60
 200X100 LÖTPUNKTE-HP 4,80
 160X100 STREIFENRASTER-HP 2,60
 200X100 STREIFENRASTER-HP 3,10
EIN/DOPPELSEITIG xFOTOBESCH.
 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
 1M4148 Uni-Dioden(ITT) 100ST. 2,95
 UUC3101 mit Datenblatt 66,00
 Video-Kopierer L154mNetz. 145,00
LEHMANN electronic
 Bruchsaler Str.8 Tel.0621-
 6800 Mannheim 81 896780 0
 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, Kopieroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche)	35,— DM
S018-616C	EPROMmer	1/88 Diskette/C64 (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Dateil])	29,— DM
S018-616M	EPROMmer	1/88 Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopieroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Dateil], Vergleichen zweier Dateien)	29,— DM
S097-586S	µPegelschreiber	9/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	248,— DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87 Diskette/Schneider + Dokumentation	98,— DM

elrad-Eproms

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,— DM
Atomuhr	25,— DM
Digitaler Sinusgenerator	25,— DM
Digitaler Schlagzeug	25,— DM
-TOM1	25,— DM
-TOM2	25,— DM
-TOM3	25,— DM
-TOM4	25,— DM
-SIMMONS HITOM	25,— DM
-SIMMONS MIDTOM	25,— DM
-SIMMONS LOTOM	25,— DM
-BASSDRUM	25,— DM
-BASSDRUM MID	25,— DM
-BASSDRUM HIGH	25,— DM
-BASSDRUM HEAVY	25,— DM
-BASSDRUM GATED	25,— DM
-CONGA	25,— DM
-TIMBALE	25,— DM
-SNARE HIGH1	25,— DM
-SNARE HIGH2	25,— DM
-SNARE HIGH3	25,— DM
-SNARE HIGH4	25,— DM
-SNARE HIGH5	25,— DM
-RIMSHOT	25,— DM
-RIMSHOT VOL2	25,— DM
-SNARE REGGAE	25,— DM
-SNARE GATED	25,— DM
-SNARE HEAVY	25,— DM
-SNARE LUTZ M.	25,— DM
-SNARE MEDIUM	25,— DM
-CLAP RX	25,— DM
-CLAP	25,— DM
-HIHAT OPEN VOL1	25,— DM
-HIHAT OPEN	25,— DM
-HIHAT CLOSED	25,— DM
-GLAS	25,— DM
-COWBELL	25,— DM
-CRASH	25,— DM
-PAUKE	25,— DM
-RIDE	25,— DM
Hygrometer	25,— DM
MIDI-TO-DRUM	25,— DM
D.A.M.E.	25,— DM
µPegelschreiber	25,— DM
E.M.M.A.	25,— DM
9/87	-Betriebssystem, Mini-Editor,
3/88	Bedienungsanleitung
E.M.M.A.	25,— DM
4/88	-DCF-Uhr
5/88	25,— DM
5/88	-Sin/Cos-Generator
7-8/88	25,— DM
Printerface	25,— DM
E.M.M.A.	25,— DM
9/88	IEC-Konverter

So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
 Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Josef's Funkladen

INH.: 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
Kaiser 9015 B	569,00
President PC 40	279,00
PAN PC 50	299,00
PAN PC 50S	339,00
Albrecht 4200	169,00
Albrecht 4300	189,00
Albrecht 4400 neu	189,00
Team TS 404	159,00
Team TRX 404	229,00
Zodiak M 244	539,00

Albrecht 4500 neu	249,00
Zodiak P 2040	429,00
Stabo XM 3500	273,00
Stabo XM 4000	338,00
Stabo XM 4012	373,00
Stabo XF 4012	573,00
Stabo XF 4000	539,00
Stabo SH 7000	239,00
Stabo SH 8000 neu	459,00
Midland 4012	299,00
DNT Scanner neu	299,00
DNT Coupe	196,00

Export Scanner Empfänger

AOR 2002	1339,00
Black Panther	499,00
Bearcat 100 XL	589,00
Bearcat 100 XLT neu	799,00
Bearcat 200 XLT neu	899,00
Bearcat XL 175	599,00
Crusader 8000	789,00
AE 1000 4m Empf.	349,00
KE 4000 4m Empf.	299,00
Sonni ICF 2001D	778,00
Combicoll neu	49,00

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.

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger
Schertlinstr. 12a, 8900 Augsburg
Tel. (08 21) 59 42 97
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerartikeln.

Berlin

Arlit RADIO ELEKTRONIK

1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439

1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a
Telefon 3 41 66 04

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 030/261 7059

Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

GEMEINHARDT

LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK

Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42

WAB

OTTO-SUHR-ALLEE 106 C

1000 BERLIN 10

(030)341 55 85

..IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE

alpha electronic

A. Berger GmbH & Co. KG

Heeper Str. 184

4800 Bielefeld 1

Tel.: (05 21) 32 43 33

Telex: 9 38 056 alpha d

ELECTRONIC

VOLKNER

DER FACHMARKT

4800 Bielefeld

Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/289 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 5,50

Dietzenbach

FW Electronic

- Japanische IC's
- Japanische Transistoren
- Japanische Quarze
- Quarz-Sonderanfertigungen
- Funkgeräte und Zubehör
- dnt-Satelliten-Systeme

F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher

Groß- und Einzelhandel

Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2

Tel. 0 60 74/3 27 01

Dortmund

city-elektronik

Elektronik · Computer · Fachliteratur

Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1

Telefon 02 31/57 22 84

G m b H

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

KELM electronic & HOMBERG

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13
Tel. 02 31/52 73 65

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 35/63333
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: 0201/23 80 73

Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1

Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

KELM electronic & HOMBERG

4300 Essen 1, Vereinstraße 21

Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Arlit 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. (069) 4960658, im Hause „Saturn-Hansa“

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

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 35/63333
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: 02 01 / 23 80 73
Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

KELM electronic & HOMBERG

4300 Essen 1, Vereinstraße 21
Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile
6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6
Telefon 0 69/23 40 91, Telex 414061

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. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

ELECTRONIC VOLKNER DER FACHMARKT

3000 Hannover
Ihme Fachmarktzentrum 8c · Telefon 05 11/44 95 42

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/68191
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, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/263280
Conrad Electronic Center GmbH & Co. in:
1000 Berlin 30, Kurtürstenerstr. 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. (05 61) 77 93 63

Kaufbeuren

JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 083 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Köln

Pöschmann
Elektronische Bauelemente
Frissapl. 13 · 5000 Köln 1 · Tel.: (0221) 25 13 63/73

ELECTRONIC VOLKNER DER FACHMARKT

5000 Köln
Bonner Straße 180 · Telefon 02 21/37 25 95

Kusel

ELEKTRONIK SCHNEIDER

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rundfunk- u. FS-Ersatzteile
Tuchrahmstr. 2 · Tel. (0 63 81) 4 01 66

Lünen

KELM electronic & HOMBERG

4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
Tel. 0 23 06/6 10 11

Mannheim

ELECTRONIC VOLKNER DER FACHMARKT

6800 Mannheim 1
L 13 3-4, schräg gegenüber dem Hauptbahnhof
Tel. (06 21) 2 15 10

S **SCHAPPACH
ELECTRONIC**
S6, 37
6800 MANNHEIM 1



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 3 170,— DM, 100 User-Group-Disketten 200,— DM, Liste 5,— DM in Briefmarken, D & C, PF 10 09 23, 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 84 27 oder 8 09 70. [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. Antwortschein an:
Diamant-Electronic · P.O. BOX 1319
2870 Delmenhorst · BRD

ELEKTRONISCHE BAUTEILE ZU SUPERPREISEN
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**, Dörchlächtingstr. 1, 1000 Berlin 47, Tel. 0 30/6 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: 0 61 05-4 12 46. [G]

elrad-Reparatur-Service! Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? **Wir helfen!** „Die Werkstatt“ für Modellbau und Elektronik. Elektronik-Service, J. Eitge, Zeysstraße 14 a, 2300 Kiel 1. Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00. [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: **DIGIT, Postfach 37 02 48, 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 0 72 31—246 65, Liste gratis. [G]

Traumhafte Oszi.-Preise. **Electronic-Shop**, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, T. 06 51/4 82 51.

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih. Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 0 61 52/3 96 15. [G]

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertighäuser, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein), Gutschrift liegt bei. Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic**, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10. [G]

Partner/Techniker für Ton-Anlagen Produktion und Service nach München gesucht. Chiffre: E881202.

Partner/Techniker für Ton- und Lichtanlagen, 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. Rohleder, Saarbrücker Str. 43, 8500 Nürnberg 50**, Tel. 09 11/48 55 61 od. 42 54 14. [G]

Sharp MZ731, incl. Grafikerw., 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/ 12 81 ab 16 Uhr, 2879 Döttingen.

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/NF-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 21/5 58 25.

Telefonideen? Die haben wir! Garfield, Piano, Acryl, Neon und Komfort. Tel. Wahlcomputer, Baby-Sitter, u.v.m. Anrufbeantworter mit FTZ ab 379 DM. Gratisprospekt! **Saathoff Elektronik GbR**, Friedrich-Rückert-Str. 7, 2970 Emden. Tel: 0 49 21/47 45 (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 FAHRRADSTANDLICHT-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 Shackman Elektrostaten! R. Gemein & Th. Kurtz, Baust. 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 3 170,— DM, 100 User-Group-Disketten 200,— DM, Liste 5,— DM in Briefmarken, D & C, PF 10 09 23, 7 Stuttgart 10. [G]

sharp-PC-4502 = 2 298,—, sharp-PC-4521 = 4 249,—, 2 floppy 720KB, unt. + 20MB. Tel. 0 52 23/4 31 04.

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, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg.** [G]

Computer Farbmonitore f. IBM/PC, XT, AT etc.: Orig.: IBM Professional Graphics Display + Controller Board: DM 1 450,— + MWSt. Import + Verkauf: **WALBERN-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-Elekt., 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, Solarpanel 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-Magazine + Behälter. Akt. Liste anfordern **LAE-Normann**, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8") Ø0,2—0,5 mm 7,— DM/St, ab 10 St 6,— DM/St; Ø0,6—3,175 mm 4,— DM/St, ab 10 St 3,50 DM/St. Versand per Nachnahme, zzgl Porto u. 14 % Mwst. Fa. **TECHNOL**, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odenheim, Tel.: 0 67 33/5 54, Fax: 0 67 33/66 68. [G]

POWER NETZTEIL TRANSISTOR MJ 11029, 100 Amp. Puls 50 Amp. Dauer mit Datenbl. u. Aufbauvorschl. (regelbar + Strombegr.) 11,90 DM. Tel. 0 75 67—294.

VIDEO-Mischpult 3-Kanal, Rowi VTM-1 (=GSE VMC-1) DM 2 400,— + MwSt. Garantie 6 Monate. Telefon 0 52 53/25 66.

RESTPOSTEN SONDERANGEBOT Ständig neue Angebote an Halbleitern, IC, C, R, Trafos, LS u. komplett aufgebauten Bausteinen!

SCHNUPPERANGEBOTE MIT SONDERLISTE! ***STEREOVOLLVERST.** Netz. Tr. MM ua. Eing. Pot. Wahlschalt. Sicher. Kühlk. STK 437 (Art. 18) DM 18,50, ***UHNENMODUL** 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/J. KUROPKA**. Im Sp.-feld 66, 5205 St. AUGUSTIN 1, Mo.—Fr. 08.00—10.00 u. 15.00—19.00, T: 0 22 41/2 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. **HKarrer Electronic Schnellversand, Postf. 53, 7409 Dußlingen.** [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. 02 11/76 24 54, Dabringhauserstr. 20, 4000 Düsseldorf 13. [G]

VIDEOSPEZIALIST

Video-Service Teile für VHS- und Betamax-Systeme

Verkaufen Videokopfscheiben,
Andruckrollen, 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
ICL 7106	7,97
ICL 7107	7,97
ICL 7126	9,34
ICL 7135	22,01
ICM 7555	0,88
LF 359	1,17
LF 357	1,92
LM 311	0,47
LM 358/393	0,47
LM 833	1,76
LM 3914	7,51
MC 1488/1489	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 4558	0,84
SAL 141	6,03
SAJ 723	4,43
TDA 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
TL 274	3,88
UA 747	0,59
UA 747	0,91

KATALOG '89

Bausätze, Meßtechnik, Dies ist nur ein kleiner Teil des riesigen Angebotes, sind in einem farbigen Katalog zusammengestellt, den wir Ihnen auf Wunsch gerne kostenlos mit-schicken. Hier finden Sie alle Standard-Bausätze, wie Lichtschranke, Verstärker, Lauflicht, usw., aber auch Frequenzzähler, Netzgeräte und viele Meß-geräte. Wunsch erhalten Sie ebenfalls kostenlos den farbigen Bausatzkatalog (links).

elpro H. Wirag Elektronik
Vertrieb elektr. Bauelemente
Am Kreuzer 13 · 6105 Ober-Ramstadt 2
061 54/5 23 36 (nachts Anrufbeantw.)

4000/25/69/70/71/77	0,39
4001	0,31
4002/07/11/12/23	0,36
68/73/75/78/81/82	0,78
4008/14/60	0,78
4008	0,87
4009/16/68	0,47
4010	0,52
4011	0,43
4015/18	0,73
4017/21/22/29/48	0,72
4019	0,55
4020/41/47/4511	0,81
4021	0,56
4028/33/45/45/95/96	1,30
4027/49/93	0,40
4030	0,33
4031	0,99
4032/35/38/76/94	0,68
4034	2,03
4040/51/52	0,68
4043/53/4502/03	0,80
4044	0,74
4046	1,03
4050	0,47
4055/56/63/98/99	1,05
4059	7,74
4067/97/4508	4,06
4072	3,38
4085/4501	0,60
4086	1,17
4089	1,08
4501	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. 052 21/6 11 55

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	34
Andy's, Bremen	41
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	89
Audax-Proraum, Bad Oeynhausen	13
AUDIO ELECTRIC, Markdorf	95
Audio Work Shop Raphael, Gladbeck	13
Beilfuß Elektronik, Frankfurt	7
Berel electronic, Kreuzwertheim	96
blue valley, Kassel	99
Bühler, Baden-Baden	79
Burmeister, Rödighausen	Umschlagseite 3
Chasseur, Bad Pyrmont	7
Chemitec GmbH, Westerbürg	95
Delta Sound, Ahlen	7
Diamant, Delmenhorst	100
Diesselhörst, Minden	7
Doepfer, Gräfelting	79
DRAU Electronic, Villach	84
Eggemann, Neuenkirchen	89
Elcal-Systems, Burladingen	39
Electronic am Wall, Dortmund	13
Elektor Verlag, Aachen	83
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg	84
Elektronik-Versand, Neustadt	9
elpro, Ober-Ramstadt	101
EMCO Maier, Siegsdorf	50
eMedia, Hannover	84, 96
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	7
FÖÖN, Solingen	9
GDG, Münster	34
Geist, VS-Schwenningen	95
Gerth, Berlin	41

Gottfried, Berlin	95
Hados, Bruchsal	89
Haubold, Birkenau	79
Heck, Oberbettingen	13
heho, Biberach	Umschlagseite 2
Heiland, Warendorf	9
hifisound, Münster	9
HIGH-TECH, Dortmund	9
ilko electronic, Brücken	9
Inst. f. explorative Datenanalyse, Hamburg	89
Interest-Verlag, Kissingen	55
Isert, Eiterfeld	Umschlagseite 4
JOKER-HiFi-Speakers, München	9
Josef's Funkladen, Wittibreit	96
Keser, Esslingen	101
M. KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen	29
Köster, Göppingen, Göppingen	7
Kugler, Gerstetten	80
LEHMANN-Elektronik, Mannheim	96
LSV, Hamburg	80
Meyer, Baden-Baden	99
Moll, Lübeck	84
MONARCH, Bremen	79
Müller, Sternwede	89
Müller, Dr., Bonn	81
Müter, Oer-Erkenschwick	95
MWC, Alfter	25
Natek, Blaustein	79
Oberhage, Starnberg	79
Omny Ray, Nettetal	41

plus electronic, Isernhagen	34
POP, Erkrath	81
Putzke, Laatzen	29
Reichelt, Wilhelmshaven	30, 31
RIM, München	Umschlagseite 3
SALHÖFER, Kulmbach	99
Simons, Bedburg	19, 81
Singer, Aachen	89
SOUND-EQUIPMENT, Bochum	19
Soundlight, Hannover	13
Space-Tronic, Stommeln	34
Späth, Holzheim	99
SPV Elektronik, Nürnberg	95
SÜSSCO, Hamburg	95
Schaffer, Pfarrkirchen	43
Scheicher, München	29
Scherm Elektronik, Fürth	13
Schuberth, Münchberg	34
Schuro, Kassel	79
Stippler, Bissingen	34
STRAUB, Stuttgart	80
Tennert, Weinstadt-Endersbach	96
Thyron, Bielefeld	19
T.I.T. Häussler, München	9
VISATON, Haan	24
WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	33
Wiemann, Herford	101
Wirth, Isernhagen	99
Zeck Music, Waldkirch	19

Impressum:

elrad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telex: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—12.30 und
13.00—15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (05 11) 53 52-171

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Thomas Latzke,
Peter Röbbke-Doerr, Hartmut Rogge

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantw.)

Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telex: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen (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 Borschein

Herstellung: Heiner Niens

Satz:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (05 11) 70 83 70

Druck:

C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (05 11) 200-0
elrad 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 57 07

D-6200 Wiesbaden

Ruf (061 21) 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.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad 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

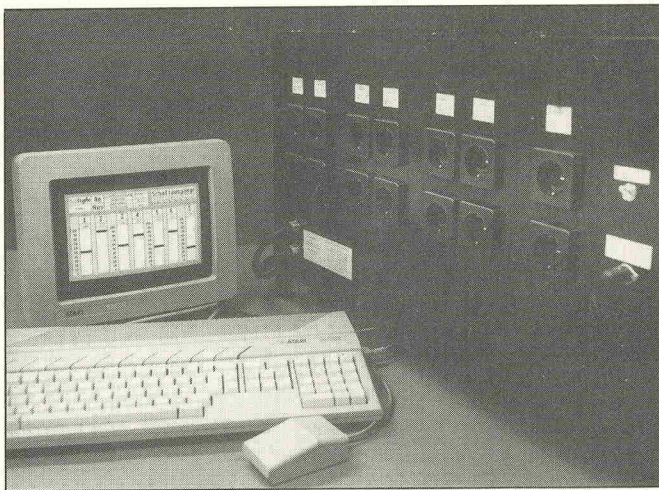
ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

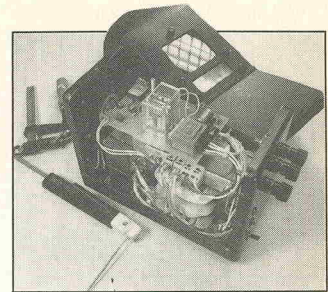
Herr über 21 000 Watt

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.



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.



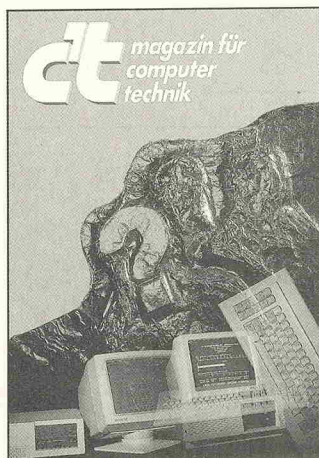
Der Schweißer...

... 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 Zantiss wird diese Wissenschaft, die für den Elektroniker letztendlich die wichtigste Hilfswissenschaft ist, verständlich und praxisgerecht aufarbeiten.



Das Fest der Geschenke naht, und die Flut der PCs in den Schaufenstern wird unüberschaubar. 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.

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 — Pipeline-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.

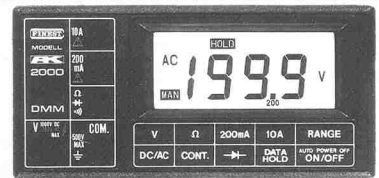
RIM electronic 89

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), Postgirokonto 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 - Ausg.-Spg. 11,5 V - Isolation prim-sek = 4 kV - Temperaturklasse T 60 / E großzügige Dimensionierung - geringe Erwärmung

Ringkern-Lichttransformatoren

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



Ausführung ohne Temperaturschutz		
LTB 10 50 VA	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

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

Ringkern-Lichttransformatoren

Ausführung LT, vergossenes Mittelstück mit Zentralring, Litzen primär und sekundär, durchschlagsfeste Abdeckbandage



LT 50 50 VA	75x36 mm	0,6 kg
LT 60 100 VA	95x39 mm	1,2 kg
LT 70 200 VA	118x50 mm	2,4 kg
LT 80 300 VA	118x56 mm	2,9 kg

Mantelkern-Lichttransformatoren

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



LTM 51 50 VA	74x 80x65 mm	1,5 kg
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

Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat - Industriequalität kompakt, streuarm, für alle Anwendungen

42 VA ... 21,40 DM	76 VA ... 31,50 DM	250 VA ... 59,60 DM
601 2x 6V 2x3,5A	702 2x12V 2x3,2A	951 2x12V 2x11,0A
602 2x12V 2x1,8A	703 2x15V 2x2,6A	952 2x20V 2x 5,7A
603 2x15V 2x1,4A	704 2x18V 2x2,2A	953 2x28V 2x 4,5A
604 2x18V 2x1,2A	705 2x24V 2x1,6A	954 2x36V 2x 3,5A
125 VA ... 36,20 DM	190 VA ... 49,40 DM	
851 2x12V 2x5,3A	901 2x12V 2x8,0A	
852 2x15V 2x4,3A	902 2x20V 2x4,8A	
853 2x20V 2x3,2A	903 2x24V 2x4,0A	
854 2x24V 2x2,6A	904 2x30V 2x3,2A	

Netz-Trenn-Transformatoren

Primärspannung: 220V - Sekundärspannungen: 190/205/220/235/250V	
940 150 VA ... 45,60 DM	1640 1000 VA ... 135,90 DM
990 260 VA ... 61,90 DM	1740 1300 VA ... 169,50 DM
1240 600 VA ... 89,80 DM	1840 1900 VA ... 249,00 DM
Primärspannung: 110 und 220V - Sekundärspannungen: 110 und 220V	
2250 260 VA ... 61,90 DM	2600 600 VA ... 89,80 DM
2400 400 VA ... 79,40 DM	3000 1000 VA ... 135,90 DM

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

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V, 380V oder Spannungen nach Ihrer Wahl.
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen bis 1.000V - bei einem Strom von mind. 0,050 A. Für Spannungen ab 200V müssen Sie aufgrund des notwendigen erhöhten Isolationsaufwandes den Faktor 1,25 in Ihre Leistungsrechnung, einbeziehen.

Beispiel: 400V x 0,050A = 20 VA x 1,25 = 25 VA.
Bestellbeispiel: gewünschte Spannung: 2x21V 2x2,5A.
Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105 VA - passender Trafo = Typ 850

Typ 500 24 VA ... 22,90 DM	Typ 1350 700 VA ... 129,10 DM
Typ 600 42 VA ... 26,70 DM	Typ 1400 900 VA ... 159,50 DM
Typ 700 76 VA ... 36,60 DM	Typ 1500 1300 VA ... 198,70 DM
Typ 850 125 VA ... 42,50 DM	Typ 1600 1900 VA ... 278,00 DM
Typ 950 190 VA ... 54,00 DM	Typ 1700 2400 VA ... 339,50 DM
Typ 950 250 VA ... 67,60 DM	Typ 1950 3200 VA ... 419,20 DM
Typ 1140 400 VA ... 92,60 DM	

Im angegebenen Preis sind eine 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.

Ringkerntransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat Industriequalität

kleine Abmessungen
sehr geringes Gewicht
hohe Leistung
sehr geringes Streufeld



80 VA ... 42,50 DM	120 VA ... 52,40 DM
R8012 2x12V 2x3,4A	R12015 2x15V 2x4,0A
R8015 2x15V 2x2,7A	R12020 2x20V 2x3,0A
R8020 2x20V 2x2,0A	R12024 2x24V 2x2,5A
R8024 2x24V 2x1,7A	R12030 2x30V 2x2,0A
170 VA ... 57,90 DM	250 VA ... 66,90 DM
R17012 2x12V 2x7,1A	R25012 2x12V 2x10,4A
R17015 2x15V 2x5,7A	R25018 2x18V 2x7,0A
R17020 2x20V 2x4,3A	R25024 2x24V 2x5,2A
R17024 2x24V 2x3,6A	R25030 2x30V 2x4,2A
R17030 2x30V 2x2,9A	R25036 2x36V 2x3,5A
340 VA ... 74,80 DM	500 VA ... 99,80 DM
R34012 2x12V 2x14,2A	R50012 2x12V 2x20,8A
R34018 2x18V 2x9,5A	R50030 2x30V 2x8,3A
R34024 2x24V 2x7,1A	R50036 2x36V 2x7,0A
R34030 2x30V 2x5,7A	R50042 2x42V 2x6,0A
R34036 2x36V 2x4,7A	R50048 2x48V 2x5,2A
700 VA ... 125,70 DM	1100 VA ... 174,50 DM
R70012 2x12V 2x20,0A	R110012 2x12V 2x27,2A
R70024 2x24V 2x 8,3A	R110036 2x36V 2x14,5A
R70048 2x48V 2x 7,3A	R110050 2x50V 2x11,0A
R70060 2x60V 2x 5,8A	R110060 2x60V 2x 9,2A

Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“

Ringkerntransformatoren sind ab sofort auch als „LN-Typen“ lieferbar. Ein spezielles Herstellungsverfahren garantiert extrem geringes Streufeld und minimale Geräuschemissionen.

Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- u. Endverstärker

100 VA ... 59,- DM	200 VA ... 79,- DM
LN10012 2x12V 2x 4,2A	LN20024 2x24V 2x 4,2A
LN20015 2x15V 2x 3,3A	LN20030 2x30V 2x 3,3A
LN10024 2x24V 2x 2,1A	LN20036 2x36V 2x 2,5A
400 VA ... 129,- DM	900 VA ... 179,- DM
LN40030 2x30V 2x 6,7A	LN90042 2x42V 2x10,7A
LN40036 2x36V 2x 5,5A	LN90048 2x48V 2x 9,4A
LN40042 2x42V 2x 4,8A	LN90054 2x54V 2x 8,3A

Ringkerntransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntrafo maßgeschneidert. Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!

Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen von ca. 8V - 100V
Der Preis für Sonderanfertigungen beträgt:
Grundpreis des Serientrafos mit entsprechender Leistung plus 12,- DM.
Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspg. oder eine Doppelspg. Ihrer Wahl.
Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils Aufpreis 5,- DM.
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung 4,- DM.
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2-3 Wochen!

AKTUELL Transformatoren AKTUELL

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

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

RT 17032 Ringkern-Netztrafo 170 VA, für NDFL-Verstärker
aus 9,88, 2 x 32 V / 2,6 A, 98 x 50 mm, 1,6 kg **58,- DM**

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

Auf Anfrage bieten wir kurzfristig und preiswert Kleinserien und Großserien an:

Einphasentransformatoren	von 20 VA - 10 KVA
Drehstromtransformatoren	von 150 VA - 20 KVA
Ringkerntransformatoren	von 20 VA - 3 KVA

Ausführung als Netz- und Wechselrichtertransformatoren, Übertrager und Drosselspulen in Industriequalität und kundenspezifischer Ausführung. Nutzen Sie unsere langjährige Erfahrung und teilen Sie uns Ihre Wünsche möglichst in schriftlicher Form mit.

Anfragen von Handel und Industrie erwünscht!

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

FA-Rechteck-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V ungerichtet, rechteckigförmig
Frequenz konstant 50 Hz ± 0,5 %
Wirkungsgrad ca. 90 %
Leertastrom 0
kurzzeitig bis zur 1,5-fachen Nennleistung überlastbar.
12V- oder 24V-Ausführung zum gleichen Preis lieferbar.
Batteriespannung abgelesen!



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

Weitere technische Angaben siehe Liste

Betriebsbereiter offener Baustein:
FA 5 6 12V oder 24V - 200VA ... 210,50 DM
FA 7 6 12V oder 24V - 400VA ... 289,30 DM
FA 9 6 12V oder 24V - 600VA ... 364,50 DM

Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit Steckdose, Polklemmen und Schalter:

FA 5 6 12V oder 24V - 200VA ... 262,70 DM
FA 7 6 12V oder 24V - 400VA ... 352,70 DM
FA 9 6 12V oder 24V - 600VA ... 425,00 DM

Batterieladegeräte der Spitzenklasse

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

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

Becher-Elkos mit Gewindebolzen - aus laufender Fertigung

EBLF 400 4700 uF 63 V	1-4 Stück: 8,60 DM	ab 5 Stück: 7,60 DM
EBLF 500 10000 uF 63 V	1-4 Stück: 16,50 DM	ab 5 Stück: 14,00 DM
EBLF 600 10000 uF 80 V	1-4 Stück: 18,80 DM	ab 5 Stück: 16,80 DM
EBLF 700 10000 uF 100 V	1-4 Stück: 31,90 DM	ab 5 Stück: 28,50 DM

UWR-Trapez-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V ± 3 %, treppenförmig
Frequenz 50 Hz quazgest.
85-90 % Wirkungsgrad
hoch überlastbar
kurzschluß- u. verpolungs-geschützt
UWR-Wechselrichter liefern eine geregelte treppenförmige Ausgangsspannung, welche ein sinus-ähnliches Verhältnis zwischen Effektiv- und Scheitelwert besitzt.



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

Weitere technische Angaben siehe Liste

UWR 12/350 12V/350VA ... 764,- DM
UWR 24/350 24V/350VA ... 764,- DM
UWR 12/600 12V/600VA ... 997,- DM
UWR 24/600 24V/600VA ... 997,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik ... 80,- DM

UWR 12/1000 12V/1000VA ... 1697,- DM
UWR 24/1200 24V/1200VA ... 1547,- DM
UWR 24/2000 24V/2000VA ... 2165,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik ... 130,- DM

UWS-Sinus-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220 V ± 3 %, sinusförmig
Frequenz 50 Hz quazgest.
85-90 % Wirkungsgrad
hoch überlastbar
kurzschluß- u. verpolungs-geschützt
UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem technischen Prinzip, welches den niedrigen Wirkungsgrad und die starke Wärmeentwicklung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien vergessen läßt.
UWS-Wechselrichter können grundsätzlich alle 220V-Verbraucher betriebe werden.



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

Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/250 12V/250VA ... 895,- DM
UWS 24/300 24V/300VA ... 895,- DM
UWS 12/500 12V/500VA ... 1185,- DM
UWS 24/600 24V/600VA ... 1185,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik ... 80,- DM

UWL 12-20 12V/20A ... 369,- DM
UWL 24-20 24V/20A ... 498,- DM
UWL 12-50 12V/50A ... 569,- DM
UWL 24-50 24V/50A ... 798,- DM

Batteriekabel, 3 m Länge, mit Klemmen, passend für:
UWL 12-20 u. 24-20 ... 15,- DM
UWL 12-50 u. 24-50 ... 23,- DM

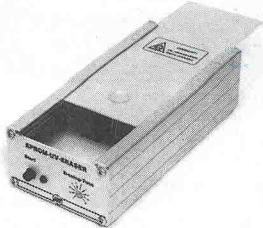
BURMEISTER-ELEKTRONIK

Inh. Christoph Burmeister
Postfach 1236 · 4986 Rodinghausen · Telefon 05226 / 1515

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

isel-Eprom-UV-Löschgerät 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 Schieberverschluss
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms

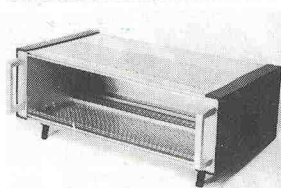


isel-Eprom-UV-Löschgerät 2 (s. Abb.) ... DM 248.-

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluss
- Vier Löschschütze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

isel-19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse

- 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 24.80
- 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 34.-
- 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert DM 45.-
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, elox. DM 45.-
- 19-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.-

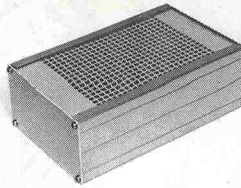


Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und -Gehäuse

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM -90
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 1.45
- 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 2.50
- Führungsschiene (Kartentriebe) 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 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



isel-Euro-Gehäuse 1 DM 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

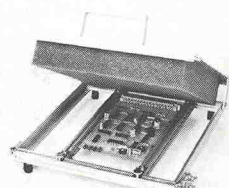
- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

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
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

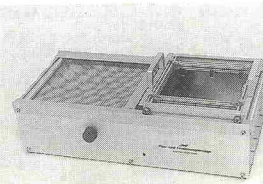


isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 DM 99.80

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 x 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)

isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 396.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumflur, Flußmittelaufnahme 400 cm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regulierbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

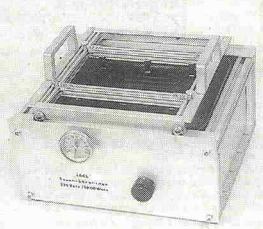


isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45.-

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 regulierbar
- Alu-Lötwanne, tefloniert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

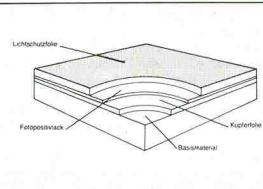


isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln .. DM 45.-

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

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



- Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Pertinax 100 x 160 DM 1.55
- Pertinax 200 x 300 DM 5.80
- Pertinax 160 x 233 DM 3.60
- Pertinax 300 x 400 DM 11.65
- Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxyd 100 x 160 DM 3.55
- Epoxyd 200 x 300 DM 11.20
- Epoxyd 160 x 233 DM 6.90
- Epoxyd 300 x 400 DM 22.30
- Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxyd 100 x 160 DM 3.55
- Epoxyd 200 x 300 DM 13.30
- Epoxyd 160 x 233 DM 8.25
- Epoxyd 300 x 400 DM 26.55
- 10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

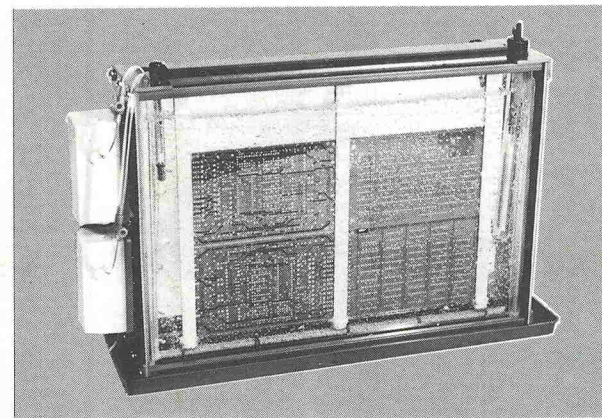


isel-electronic

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

DM 180.-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilerarm
- 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 Doppelluftverteilerarm
- 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 Doppelluftverteilerarm
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 10 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 600 x B 150 x H 20 mm



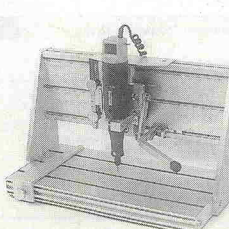
„Isert“-electronic, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, ☎ (06672) 7031, Telex 493150

Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 3,- DM

isel-Bohr- und Fräsggerät DM 396.-

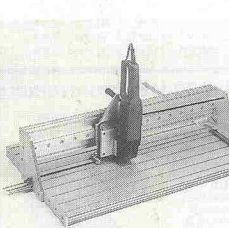
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20000 U/min
- Hohe Durchdringung und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln DM 239.-

isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980.-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch: 800 x 500 mm
- Verfahrensgew. 600 mm mit isel-Doppelpumpenanschub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Blech mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 12 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt

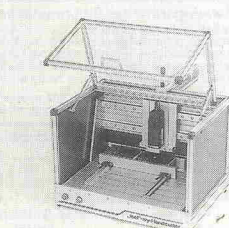


Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 225.-

Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 112.-

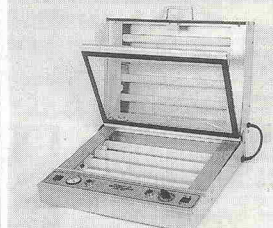
isel-x/y-Handcutter DM 2250.-

- Präzisions-x/y-Tisch mit isel-Doppelpumpen-Vorschub
- Verfahrensgew. x-Richtung 300 mm, y-Richtung 400 mm
- Aluminium-T-Nutentisch, Aufspannfläche 500 x 600 mm
- Verstellbare Auflageleiste für Leiterplatten bis 300 x 400 mm
- Transparente Schutzhaube, klappbar mit 2 Gasfedern
- Motor 220 V/600 W, regelbar von 8000 bis 24 000 U/min
- Feinenteilung der Schnittstelle mit Rändelschraube M 6
- Ein-/Ausschalter mit Sicherheits-Abschaltautomatik



Hartmetall-Schneidscheibe, Ø 80 mm DM 340.-

Schneidscheiben-Aufnahme DM 34.-



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1

für einseitige Belichtung DM 898.-

isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 215.-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Glasplatte
- Deckel, L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 245 x 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 298.-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 480 x B 320 x H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel, L 480 x B 320 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-UV-Belichtungsgerät 3 DM 454.-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 620 x B 430 x H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel, L 620 x B 430 x H 19 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 20 W/220 V, mit Reflektor
- Belichtungsfläche 520 x 350 mm (max. 10 Euro-Karten)
- Kurze und gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten