

Test: Professionelle Audio-Meßsysteme

Projekte:

Hf: µP-gesteuerter TV-Tuner
Kfz-Meßtechnik: AutoCheck

Entwicklung:

Schaltungstechnik:
Elektrotechnische Analogschalter
für Audio-Studioanwendungen
Meßtechnik: Positionssensoren
Audio: Endstufen-Design
Grundlagen: Quarze und Frequenzreferenzen

Projekt:
AudioCube
160-W-Monoblock

Alles unter Kontrolle

mit Programmier- und Testsystemen von

iSYSTEM

Gesamtkatalog und DEMO-Diskette noch heute kostenlos anfordern!

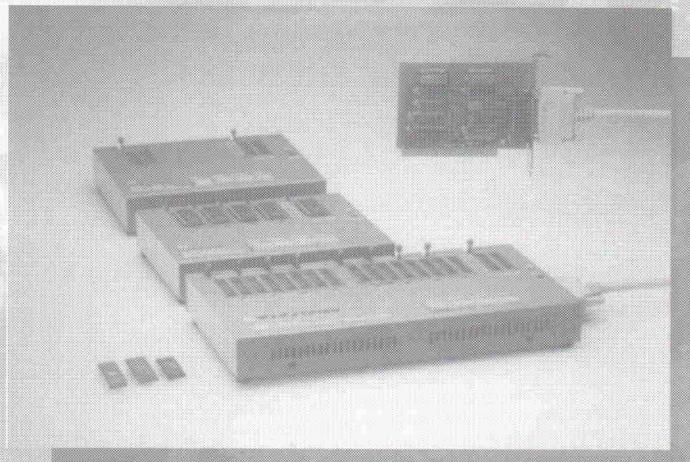
Die schnellen Programmierer

* **SEP81 - SEP84 - SEP88**

- E(E)PROM-Programmer der Highspeed-Klasse von 2716 bis 27512, 271000(1Mb), 272000(2Mb), 274000(4Mb), 278000(8Mb), auch für CMOS.
- 16- und 32-bit Split und Shuffle-Funktionen
- Externe Funktionstasten für Serienproduktion
- Einzel-, Gang-4- und Gang-8-Modul z.B. SEP88: 8*27256 in 20 Sekunden

* **ALL02 Universal Programmer**

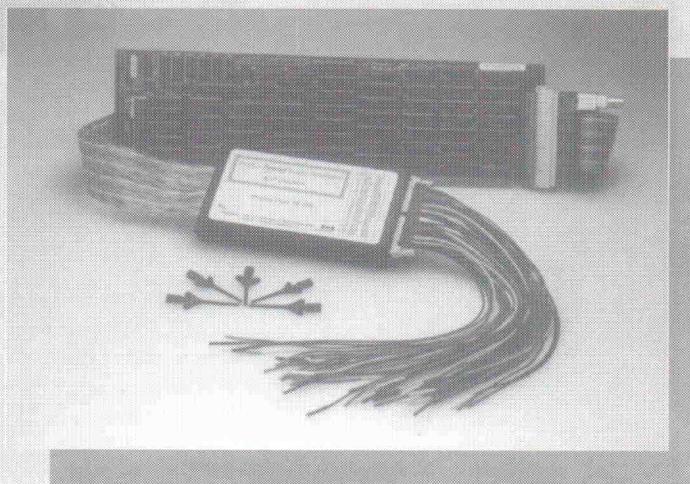
- Programmiergerät für E(E)PROM, BPROM,
- PAL-GAL-FPL-PEEL, Mikrokontroller
- IC-Tester, PLD-Design Software
- Deutsche Bedieneroberfläche in Windowtechnik



Der logische Analysator

* **PCLA32 Personal Logicanalyzer**

- Bis 64 Kanäle bei 50MHz
- Bis 32 Kanäle bei 100MHz
- Timing- und State-Analyse
- 4/8k Speichertiefe pro Kanal
- RS232/422 Analyse
- Disassembler für alle gängigen Prozessoren
- Alle Funktionen über Software steuerbar
- C-Bibliothek für OEM-Applikationen
- Bedienerinterface mit Windowtechnik



Der große Simulant

* **iPS4000 EPROM-Simulator**

- Von 1MBit bis 4Mbit Simulatorspeicher
- Von 8k*8 bis 256K*16
- 8-Bit, 16-Bit und 8+8Bit-Mode
- Bis zu 4 verschiedene PROMs gleichzeitig
- Anschluß an PC über Parallelschnittstelle LPTx:
- Extrem hohe Übertragungsgeschwindigkeit
- Alle Parameter über Software einstellbar
- Interaktiv- oder Batch-Mode
- Bedienerinterface mit Windowtechnik
- 4 Speicherfenster für Anzeige und Änderung



iSYSTEM

Gesellschaft für Informatiksysteme mbH

Einsteinstraße 5, D-8060 Dachau

Tel. 08131/25083 - Fax. 14024

In Österreich:

iSYSTEM Informatiksysteme Ges.m.b.H

Milser Straße 5, A-6060 Hall i.T.

Tel. 05223/43969 - Fax. 43069

Viel Lärm um nichts

Das Schwerpunktthema der Microtronic auf der Hannover-Messe Industrie lautete in diesem Jahr: 'Mikroelektronik für die Umwelt'. Angekündigt waren 'Produkte, Systeme und Verfahren, die durch den Einsatz von Mikroelektronik neue und zum Teil auch spektakuläre Möglichkeiten für die Entlastung der Umwelt aufweisen'.

Die Bevölkerung ist durch das mittlerweile regelmäßige Auftreten von Umweltkatastrophen auf breiter Ebene sensibilisiert. Fast täglich berichten die Medien von der übermäßigen Belastung unserer Umwelt durch sauren Regen, Flug- und Autolärm, Verschmutzung der Gewässer ...

Die Industrie gehört unbestreitbar mit zu den Hauptverursachern von Umweltschäden. Kein Wunder, daß sie sich allmählich in die Ecke gedrängt fühlt. Der beste Ausweg zum Aufpolieren des verlorenen Images ist es, die Flucht nach vorn anzutreten. Jetzt, da Begriffe wie 'Bio' und 'umweltfreundlich' vermarktbare sind, ist das sogar mit steigenden Umsätzen realisierbar.

Bis heute wird die Mikroelektronik noch den sauberen Technologien zugerechnet. Deswegen liegt es nahe, 'Mikroelektronik für die Umwelt' einzusetzen. Auf neun sogenannten Themeninseln waren die spektakulären Neuheiten zu bestaunen.

Ein Hersteller der Audiobranche, bekannt durch HiFi-Kopfhörer und hochwertige Studioausstattung, kämpfte auf seiner Insel mit 'Antischall' gegen Lärm. Das ursprünglich zur Erhöhung der Flugsicherheit entwickelte Kopfhörersystem verbessert durch aktive Lärmkompensation den Funksprechverkehr.

Nun soll es auch unter dem Deckmantel der 'Mikroelektronik für die Umwelt' im Konsumentenbereich verbreitet werden.

Nach dem Motto: StreßFreie Fahrt für freie Autofahrer verringert das 'Noise-Guard'-System den Geräuschpegel für die Insassen bei 160 km/h – Trau keinem unter 100! – um 20 dB(A). Für manche beginnt Umweltschutz eben erst ab Tempo 160.

Darüber hinaus haben die Entwickler des Kopfhörers offenbar noch nicht registriert, daß Lärmessungen in dB(A) falsch sind. Seit über 20 Jahren ist, laut Auskunft der Nebeninsel, ein besseres, international genormtes Lautstärkeberechnungsverfahren bekannt. Es berechnet nicht einen Schallpegel, sondern die subjektiv empfundene Lautstärke in der Einheit sone. So kuriose 'Verbesserungen' wie das Mopedmodell, dessen Lautstärke trotz des um 3 dB(A) gesenkten Schallpegels um circa 50 % zunahm, könnten damit schon lange der Vergangenheit angehören.

Daß jeder auch bei Geschwindigkeiten von 160 km/h mit gutem Gewissen eine saubere Weste vorweisen kann, dafür sorgt dank der 'Mikroelektronik für die Umwelt' ADS. Nein! Kein Verwandter des ABS, sondern das erste Automatische Dosier System für Haushaltswaschmaschinen.

Zum Preis einer herkömmlichen Waschmaschine erhalten Sie das Ergebnis vieler Entwicklungsjahre und vieler Millionen D-Mark, darunter auch Forschungsgelder vom Bundesministerium für Forschung und Technologie, die 15 cm breite Zusatzeinheit zu Ihrem natürlich schon vorhandenen vollelektronischen, prozessorgesteuerten, etwa 2500 D-Mark teuren Waschvollautomaten.

Würde sich der Hersteller nur an seine eigenen Worte halten, 'es kann nicht nur darum gehen, die Folgen der Umweltbelastungen zu beseitigen, wir müssen auch die Ursachen dafür verringern' und die gleiche (Wasch-)Kraft in eine sinnvolle Aufklärung der Bevölkerung über Zusammensetzung und Dosierung von Waschmitteln stecken. Dann könnten wir auf diesen 15-cm-Fortschritt neben unserer Waschmaschine verzichten.

Unter dem Motto 'Forschung für die Zukunft' malt ein Autohersteller seine eigene Zukunftsversion. So stellt er in seiner Dokumentation nüchtern fest: 'Für viele Kinder ist Auto eines der ersten Worte.' Da dies so ist und nicht etwa ELRAD oder Fahrrad, sollte man nicht auf das Auto in unseren Städten verzichten.

Die Lösung lautet wie bei der Kindererziehung: 'Keine Verbote, sondern Angebote'. Angeboten werden nicht etwa Fahrräder und Solarmobile für den privaten Individualverkehr innerhalb der Städte, sondern noch mehr Parkplätze auf noch weniger Raum; automatisches Parken mit Chipkarte in Hochregallagern oder moderne Park-and-Ride-Anlagen – ausgestattet als 'Erlebnis-Parkzentren' –, je nach Belieben.

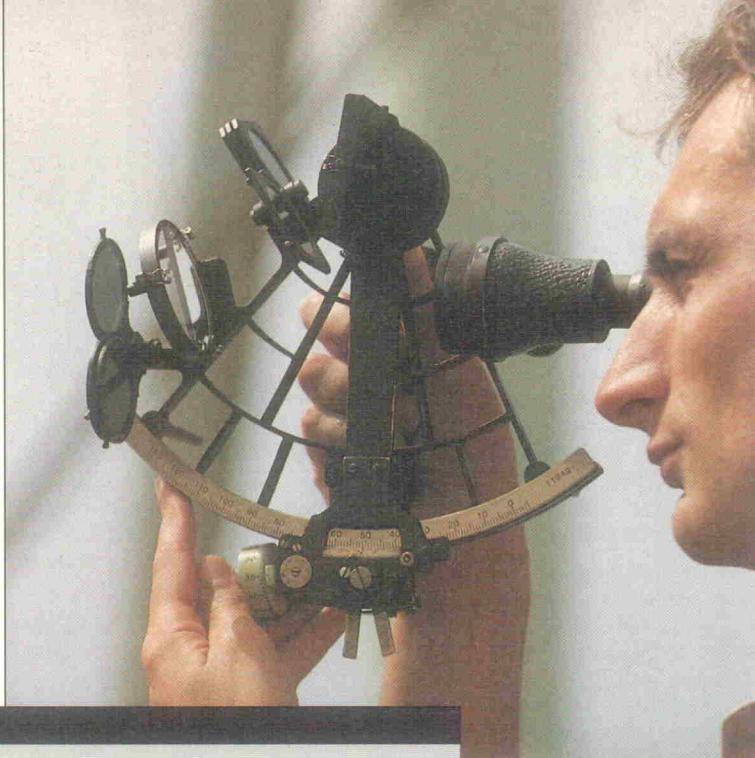
Sicherlich läßt sich Mikroelektronik sinnvoll in sogenannter Umwelttechnologie einsetzen, das ist keine Frage. Nur sollte man aufhören mit der Rechtfertigung von einem Noch-mehr an Technologie mit der Begründung, daß diese nicht oder nicht mehr so schädlich sei wie die ältere.

Auf jeden Fall liegt die letzte Instanz weiterhin bei uns Endverbrauchern und Konsumenten. Wir können mit unserer Kaufentscheidung und Kritikfähigkeit über Sinn oder Unsinn sogenannter Umwelttechnologie in letzter Instanz entscheiden.

Peter Nonhoff

Peter Nonhoff



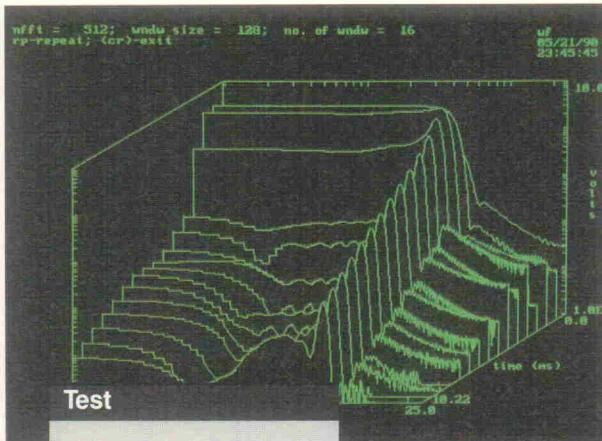


Sensorik

Positionsbestimmung

Positionssensoren für rotative und translatorische Bewegungen spielen in der Automatisierungstechnik eine Schlüsselrolle. Unser Beitrag stellt zehn verschiedene Sensortechnologien und ihre Anwendungen vor.

Seite 44



Audio-Meßplätze

Der Erfolg oder Mißerfolg bei der Entwicklung eines neuen Audio-Produktes hängt nicht zuletzt von der Qualität des verwendeten Meßequipments ab. Gerade in den letzten Jahren hat sich auf dem Gebiet computergestützter Audio-Meßsysteme – auch im Low-Cost-Bereich – einiges getan. Anlaß für die Redaktion, einige Audio-Meßplätze unter die Lupe zu nehmen.

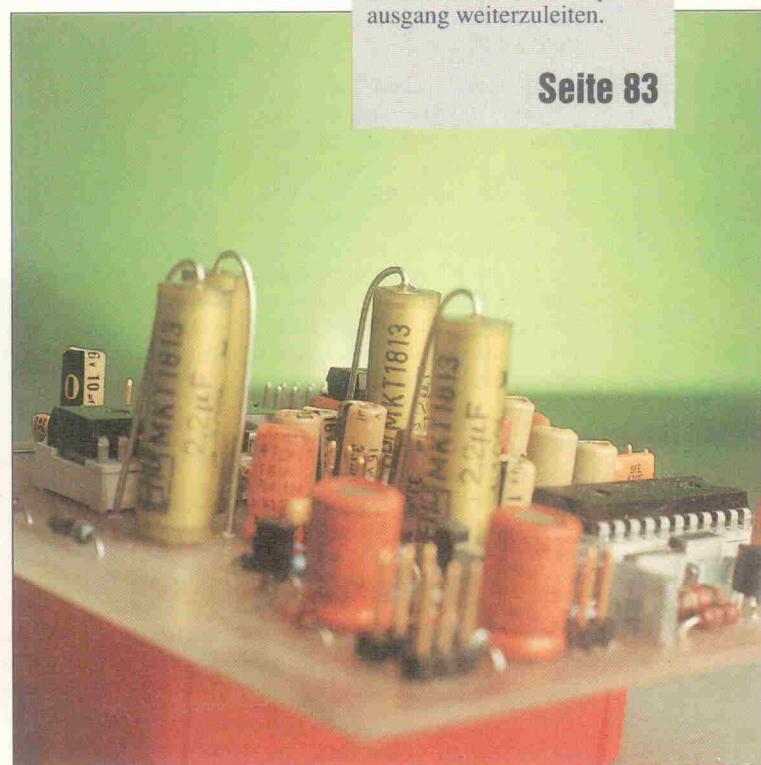
Seite 20

Empfangstechnik

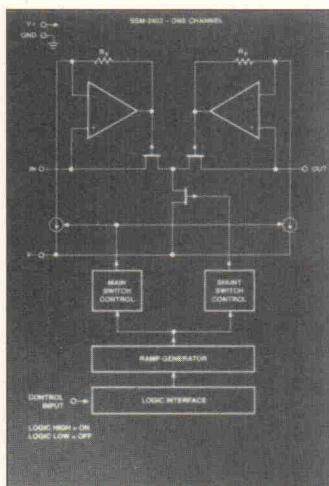
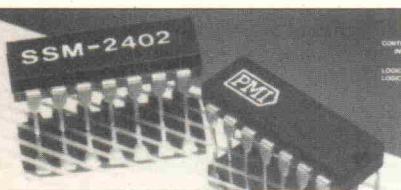
Kabel: In Stereo und Farbe (2)

Der zweite Teil dieses Projekts steht ganz im Zeichen der Tondemodulation. Ob Mono-, Stereo- oder Zwei-kanaltonsendungen, die Schaltung erkennt alle Sendebetriebsarten und zeigt sie entsprechend an. Eine intelligente Matrix übernimmt die Aufgabe, den richtigen Ton zum Niederfrequenzausgang weiterzuleiten.

Seite 83



Schaltungstechnik



Analogschalter für hochwertige Audioanwendungen

Der Wunsch nach Bedienkomfort, Gehäusedesign und Fernbedienbarkeit hat inzwischen dazu geführt, daß mechanische Dreh- und Tastschalter nahezu vollständig von den Frontplatten moderner Audio- und Video-geräte verschwunden sind. Analogschalter, gesteuert über Tipp-tasten mit elektronischer Verriegelung oder mit ausgeklügelten Logikschaltungen, haben diese Funktionen weitgehend ersetzt. Die neuen Analogschalter SSM 2402 und SSM 2412 sind speziell für derartige Anwendungen vorgesehen.

Seite 50

Kfz-Meßtechnik

AutoCheck (3)

Neben der Versorgungseinheit beschäftigt sich der vorliegende dritte Teil dieser Reihe mit dem Modul zur selektiven Zylinder-Einzelabschaltung. Da mit diesen Modulen sämtliche Einzelschaltungen vorliegen, schließen sich Aufbau- und Einstellungshinweise an. Ab-Checken ab

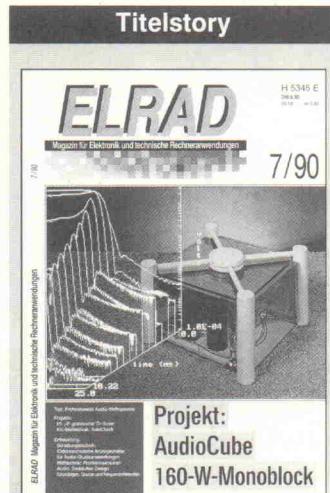
Seite 56

Laborblätter

Quarze und Frequenzreferenzen

Im Mittelpunkt dieser neuen Elrad-Laborblätter-Folge steht der Quarz als wichtigstes Frequenzreferenz-Element. Wirkungsweise, Quarzschnitte und Bauformen werden besprochen – und natürlich die typische Schaltungstechnik. Weitere Themen sind Stimmgabel-Quarzoszillatoren und Oberflächenwellen-Resonatoren.

Seite 72



MOSFET-Monoblock

Die Zeiten, in denen ein Verstärker nichts anderes zu tun hatte, als ein Signal vom Pegel A auf den Pegel B anzuheben, sind vorbei. Heutzutage verlangt man auch – oder vielmehr gerade – bei selbstgebauten Geräten neben den hervorragenden technischen Daten (die sind selbstverständlich!) ein äußerliches Design, das möglichst über den Industriestandard hinausgeht.

Unsere Bauanleitung verbindet beide Forderungen mit 7 Seiten Technik und einer Seite Gehäusezeichnungen.

Seite 33

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Editorial	3
Briefe	6
Nachträge und Berichtigungen	6
aktuell	
Gehäuse	9
Optoelektronik	10
Bauelemente	12, 19
Messe: SMT ASIC HYBRID	15
Meßtechnik	16
Labor & Service	18
Test	
Audio-Meßplätze	20
Audio	
MOSFET-Monoblock	33
Sensorik	
Positionssensoren	44
Schaltungstechnik	
Analogschalter für hochwertige Audioanwendungen	49
Bücher	54
Kfz-Meßtechnik	
AutoCheck (3)	56
Die Elrad-Laborblätter	
Elektronische Analogschalter (3)	71
Quarze und Frequenzreferenzen	72
aktuell	
Firmenschriften & Kataloge	76
Mathematik	
Ausgleichsvorgänge	78
Empfangstechnik	
Kabel: In Stereo und Farbe (2)	83
Audio-Grundlagen	
Endstufen unter der Lupe	90
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	96, 98, 100
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

CA ...	296	12.89	3357	6.47	90	9.50	TBA ...	2003V	1.72	496	6.45	
3046 A 4.49	4805CV	4.19	3359	8.16	215	23.93	120S ...	2004	3.59	497	3.77	
3046 0.89	4941BV	3.40	3361	6.28	227	26.98	120T ...	2005	4.09	783	6.39	
3048 12.75	4960	7.45	3362	13.76	470	33.39	120U ...	2006	1.07	2030AV	4.92	
3052 6.20	4962	5.52	3479	12.04	490	16.96	530 ...	2030H	3.75	TLC ...	2705	
3080 1.77	LF ...	34060	4.81	RIC ...	800	1.25	2030V	2.27	25L2	12.07		
3081 1.32	347	1.62	34063	6.80	4130	1.46	810AS ...	2579	7.77	27L4	3.82	
3082 1.88	351	0.61	75492	1.79	4151	1.97	810S ...	1.19	2581	4.69	27L1	
3083 2.56	353	0.69	146819	28.16	4152	3.24	820M ...	0.92	2594	5.87	27L3	
3085 2.79	358	1.29	NEN ...	4153	2.97	920 ...	3.82	2600	5.35	25L5	3.46	
3089 1.58	356	1.27	521	8.37	4558 ...	0.78	050A ...	5.44	2640	7.29	27L4	
3089 2.73	357	1.27	529	4.77	SAA ...	0.78	2800	4.84	2653A	8.29	532A	
3096 1.95	398 N	4.95	538	3.77	1027 ...	8.25	TCA ...	2824	1.84	651	6.86	
3100 4.17	LM ...	555	0.47	1061	9.55	105 ...	4.35	3048	3.75	555	1.08	
3130 2.25	11	5.79	556	0.68	1094-2	14.98	335A ...	2.13	3190	2.39	556	
3140 1.33	101AH	3.66	558	3.15	1250	7.35	440 ...	3.19	3410	3.19	TMS ...	
3145 2.99	135Z	5.03	565	3.31	1251	15.08	730A ...	8.62	3501V1	12.45	1122 U ...	
3160 2.22	224	0.86	566	2.59	1300N	8.37	740A ...	8.62	3506	11.35	1068S	
3161 2.12	301D14	0.56	567	0.93	3006	7.76	830 ...	5.19	3561A	10.45	1068S	
3162 8.49	301D8	0.72	570	6.77	SAB ...	0.95	955 ...	5.89	3562A	13.45	208B	
3169 3.15	305	2.69	571	5.45	0600 ...	5.77	965 ...	4.27	3562B	13.45	3070	
3240 2.80	309	1.74	572	3.72	2013 ...	17.39	971 ...	3.72	3590A	12.59	211B	
3280 5.56	311	0.43	592D14	1.39	3035	30.04	TDA ...	3.80	1645	14.85	212B	
3206 29.32	317T	0.89	592D6	1.39	SAS ...	4.0	2590 ...	2.59	4290	5.79	217B	
3420 6.45	317K	2.89	612	5.06	560S ...	4.05	1013A	5.23	4443	9.92	247B	
DAC ...	318	0.91	614	11.69	580 ...	6.75	1028	5.69	4445B	7.36	267B	
08 4.95	319	2.25	646	6.15	590	6.75	1029	4.99	4600	5.09	336M	
10 18.45	324	0.43	5045	5.29	SQ ...	1047	7.33	4601	6.28	412B	30.56	
ICL ...	325	12.89	5050	15.87	3524	1.49	1072	4.67	4950	3.39	412B	
232 7.69	335Z	2.45	5205	11.39	3525	3.45	1074	8.29	7000	4.29	664B	
7106 7.29	336Z	2.66	5206	11.39	3526	3.45	7250	12.85	7250B	10.89	664B	
7106R 7.49	337K	1.28	5207	11.39	3527	3.45	7350	12.85	2400B	6.65	664B	
7107 7.49	338K	11.89	3528	3.45	3529	3.45	7380	13.87	2829B	11.18	664B	
7109 15.94	339	0.44	534	0.69	3530	3.45	8140	5.00	4052B	10.19	8145	
7117 7.49	348	0.69	534	0.69	3531	3.45	8145	3.38	4646B	22.80	TEA ...	
7126 7.49	348	0.46	534	0.69	3532	3.45	8146 ...	17.44	709	0.68	UAA ...	
7126 55.01	350	8.81	535	0.69	3533	3.45	8147 ...	1007	2.79	723DIL	0.56	
7133 18.99	380	2.37	535	0.69	3534	3.45	8148 ...	1039	3.59	723T0	1.43	
7136 7.49	385Z	4.09	535	0.69	3535	3.45	8149 ...	2017	0.89	733	1.97	
7139 36.63	386	1.35	535	0.69	3536	3.45	8150 ...	2025B	14.71	741D14	1.51	
7611D 3.04	387	3.05	5357	0.69	3537	3.45	8151 ...	2029C	12.75	741D8	0.40	
7641 1.76	388	3.05	5358	0.69	3538	3.45	8152 ...	8152	3.00	776	1.47	
7686 3.26	392	3.05	5359	0.69	3539	3.45	8153 ...	8153	2.79	UAA ...	1.47	
7683 8.60	393	0.86	5360	0.69	3540	3.45	8154 ...	8154	2.28	170	3.67	
7685 10.68	833	1.09	5361	0.69	3541	3.45	8155 ...	8155	3.07	180	4.17	
7673 4.42	886	9.45	5362	0.69	3542	3.45	8156 ...	8156	4.87	ULN ...	4.00	
8069 3.01	888	11.63	5363	0.69	3543	3.45	8157 ...	8157	0.75	2001	0.85	
ICM ...	2903	0.63	5364	1.58	SN ...	1170N	2.37	8158 ...	8158	0.84	2003	0.85
7170 21.89	2917	6.54	5365	2.37	75174	12.36	8159 ...	8159	0.62	2004	0.85	
7207 21.01	3905	1.36	5366	1.47	75178	8.43	1170SH	4.53	8160 ...	1.02	2005	
7207A 19.47	3905	3.75	5367	1.47	75176	3.04	1180A	4.25	8161 ...	0.69	2006	
7209 13.66	3909	2.67	5368	1.47	75178	2.99	1514A	1.02	8162 ...	0.72	2007	
7212A 16.57	3911	3.99	5369	8.37	3014 ...	41P ...	1515A	1.02	8163 ...	1.02	2008	
7217A 22.00	3914	7.70	5370	0.47	1516	4.35	1522A	4.19	8164 ...	0.91	2009	
7224 77.89	3915	7.47	5371	0.47	1517	4.35	1524A	8.06	8165 ...	0.97	2010	
7242 6.24	3916	7.77	5372	0.47	1518	4.35	1525A	13.08	170	1.59	2011	
7585 0.89	4250	3.75	5373	0.7	2015	13.05	1543	13.08	170	1.59	ZN ...	
7586 2.66	M ...	16	10.99	2014	10.87	1670A	4.94	317	1.19	426E	8.76	
104B1 15.87	17	10.99	761A	1.45	2002V	1.68	1905	2.69	430	0.91	427E	
165V 3.69	1310	1.88	761A	1.45	2003H	2.62	431	2.14	436E	4.74	436E	
200 2.17	1350	13.49	37	11.09	elpro							
2018 0.85	1370	7.49	41	11.09	Harald-Wirag-Elektronik							
272 2.99	1408	0.43	47	11.09	Am Kreuzer 13; 6105 Ober-Ramstadt 2							
2933 7.75	1406	1.43	50	20	Tel. 06154 / 52336							
2933D 7.89	3302	1.28	77	6.41								

Schweiz: Bei Röhren Fehlanzeige

In Heft 4/90 brachte Elrad an dieser Stelle den Hilferuf eines Schweizer Lesers, der trotz eifriger Suche keinen 'nationalen' Lieferanten für Röhren und Röhrensockel gefunden hatte. Ergebnis: Fehlanzeige. Aber potentielle Exporteure machten auf sich aufmerksam:

Da ich mich seit langem mit Röhrenverstärkern beschäftige, verfüge ich über neuwertige, selektierte Röhren wie EL 34, 6L6-GC, ECC 81, ECC 83 und andere, sowie über die passenden Sockel.

Damianov Christo
Ostburgerweg 81
1000 Berlin 47

krolon-Kunststoff und in den Farben Klar und Schwarz erhältlich.

Audio Valve
Lüerdisser Weg 85
4920 Lemgo

DIN e. V. will einlenken

Nachtrag zum Vorwort der Ausgabe 5/90

Nach massivem Druck von Bundesumweltminister Klaus Töpfer will das Deutsche Institut für Normung e. V., ein Selbstverwaltungsorgan der deutschen Wirtschaft, nun die umstrittene Norm 18 164 ändern, die den Einsatz von FCKW für die Herstellung von Hartschaum-Dämmplatten zwingend vorschreibt. Ein deutscher Hersteller FCKW-freier Dämmplatten war bereits im Herbst vergangenen Jahres vergeblich bei dem Normenverein vorstellig geworden. 'Die Brisanz ist ganz offensichtlich im Herbst noch nicht erkannt worden', meinte jetzt ein Sprecher des Instituts. Auch den Versuch des Herstellers, mit einem 1prozentigen Zusatz des Ozonkillers die starre Norm zu unterlaufen, hatte der Verein abgeschmettert. (Red.)



... möchten wir Ihnen unser neues Produkt vorstellen, den 9poligen Noval-Kombisockel (Foto). Der Körper ist aus Ma-

Nachträge und Berichtigungen

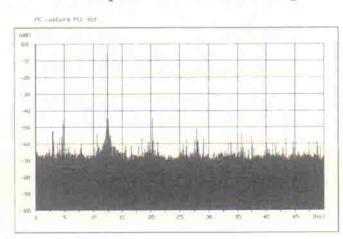
PC-Meßkarten-Test

Elrad, 5/90, Keine kann alles

Bei der Erstellung der Tabelle zum Multifunktionskarten-Test ist uns auf Seite 27 in der Spalte die die PC LabCard

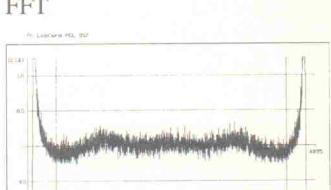
INL [LSB]: +0,1/-2

DNL Graph A/D-Wandlung



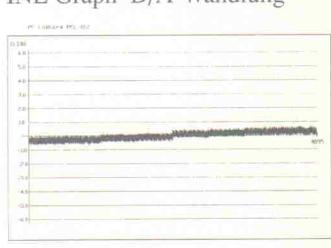
DNL [LSB]: +0,37/-0,27

FFT



Rauschpegel: -67 dB

INL Graph D/A-Wandlung



INL [LSB]: +0,5/230,5

Der Aufmacher

Elrad, Heft 10/89, Aufmacher

Im Listing zum Universalinterface für den Atari ST, Heft 10/89, ist ein Fehler aufgetaucht, der verhindert, daß der A/D-Wandler seine Umsetzung startet. Die Programmzeile 'Void FN Starte_wandler' muß in 'Void FN Starte_wandler' umgeschrieben werden. Durch das Fehlen von FN wird gar keine Funktion aufgerufen.

Bei den von der e-Media GmbH vertriebenen Platinen steht auf der Bestückungsseite bei den Kondensatoren C17...C20 die Bestellnummer der Platine. Leider verbindet die '5' dieser geätzten Zahl zwei Lötaugen miteinander. Wird die Platine gegen das Licht gehalten, erkennt man schnell, wo das störende Kupfer weggenommen werden muß.

MultiChoice

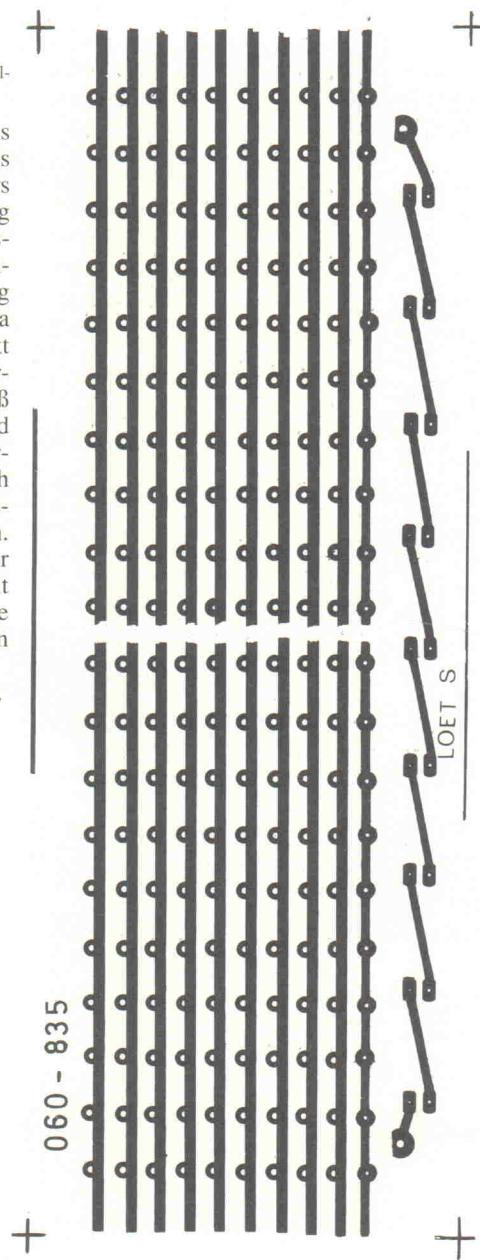
Elrad, Heft 6/90, Vorschau

In Ausgabe 6 wurde für dieses Heft MultiChoice – eine PC-Multifunktionskarte – angekündigt. Aus technischen Gründen können wir dieses Projekt erst in der Augustausgabe starten. Der Autor und die Redaktion haben sich zu diesem Schritt entschlossen, um einen brandneuen Instrumentenverstärker mit exzellenten Daten auf die Karte zu setzen. Dies bedeutet, daß die volle Geschwindigkeit des A/D-Wandlers über den gesamten Eingangsspannungsbereich von 20 V genutzt werden kann, dies bedeutet aber auch, daß ein komplettes Redesign des Layouts dieses Teils der Karte durchgeführt werden muß – ein Unterfangen, das Zeit kostet.

Audio-Analyzer

Elrad, 6/90, 20-Kanal-
Audio-Analyzer

Jörg Agsten aus Braunfels weist uns darauf hin, daß es bei der Platzierung der Markierungs-LEDs auf der Anzeigenplatine eng geworden ist. Da diese Dioden direkt aus dem Netz versorgt werden, muß der Mindestabstand zu anderen Leiterbahnen nach VDE 0110 mindestens 3 mm sein. Wir tragen dieser Anforderung mit der Wiedergabe eines geänderten Matrix-Platinen-Layouts Rechnung.

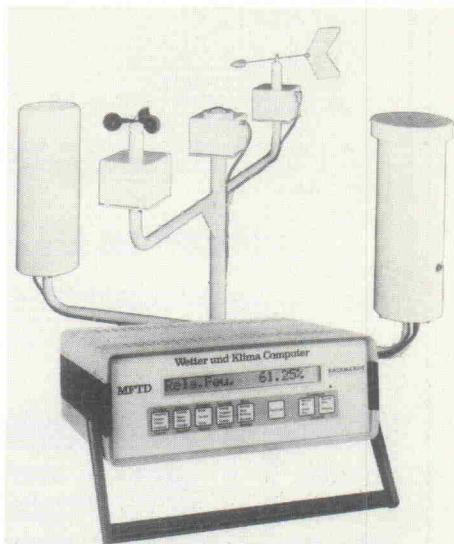


Wetterstation

Die computergesteuerte Wetterstation MFTD ist ein professionelles Gerät zum Messen und Aufzeichnen aller Klimawerte. Sie ist über eine RS 232-Schnittstelle mit Datenerfassungssystemen vernetzbar. Eine standardmäßige Statistik speichert alle Maximal- und Minimalwerte und ermittelt Mittelwerte und Streuungen. Eine 20 Zeichen umfassende LCD-Anzeige läßt die angezeigten Meßwerte gut ablesen. Alle von uns entwickelten Sensoren sind seit 1983 unter extremen Wetterbedingungen erprobt. Die Genauigkeit liegt um eine Dekade höher als es der Deutsche Wetterdienst fordert. Die graphische Software dient zur Langzeitdarstellung.

Meßparameter :

- Temperatur
- Taupunkt
- Taupunktdifferenz
- Relative Feuchte
- Absolute Feuchte
- Absolutdruck
- Barometrischer Druck
- Dampfdruck
- Drucktendenz
- Windschwindigkeit
- Windrichtung
- Windweg
- Winddauer
- Regenmenge
- Regendauer
- Sonnenenergie
- Sonnenscheindauer



REINHARDT

System- und Messelectronic GmbH
D-8918 Diessen Pf.107 Tel.: 08196/7001

Das Ding ist interessant:

Ringkern- Trafos



aus der DDR

von 20 VA bis 3 KVA. Gefertigt nach VDE 0550

Wir führen
Meßgeräte – Ringkerntrafos – Gehäuse
Muster * Unterlagen * Preisanfragen *
über

Sintron Europe Vertriebs GmbH

Geroldsaer Str. 115 · 7570 Baden-Baden · Tel. (07221) 7 1067

Telefax (07221) 7 1066 · Telex 0781210 belek d · BTX * 71004 #

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

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

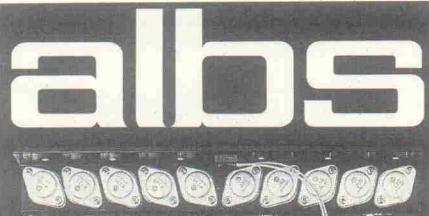
320 W in/4 Ohm, K \leq 0,002%, TIM nicht messbar, 0–180 000 Hz, Steuerrate \geq 580 V/ μ s, DC-Offset 20 μ V, Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics

Lerchenbergstr. 18, 7251 Weissach-Flacht, Tel. 070 44/321 33



QUAD-MOS 600 – als „Edel-Endstufe“ entwickelt und aus engtolerierten, handverlesenen Bauteilen aufgebaut – vorzugsweise für impedanzkritische, niedrigeohmige Wandlersysteme und Lautsprecher der Referenzklasse.

QUAD-MOS 600 – Die Leistungsendstufe für Perfektionisten

Musik bleibt Musik durch rein DC-gekoppelte Elektronik

DAC-MOS II, die Weiterentwicklung unserer DAC-MOS-Serie, vervollständigt unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereo play 9/86 absolute Spitzenklasse). High-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage:

● DC-gekoppelte, symmetrische MOS-Fet-Leistungsverstärker von 120 bis über 1200 W sinus ● DC-gekoppelte, symmetrische Vorverstärker ● DC-gekoppelter RIAA-Entzerrer-Vorverstärker ● Aktive Frequenzweichen – variabel, steckbar und speziell für Subbaßbetrieb ● Netzteile-Blöcke von 40 000–440 000 μ F und Einzelkondensatoren von 4700–70 000 μ F ● Vergossene, magnetisch geschirmte Ringkerntrafos von 100–1200 VA ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für professionellen High-End-, Studio- und PA-Einsatz ● Verschiedenste vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High-Grade Potentiometer – auch mit Motorantrieb ... u. v. a. Ausführliche Infos DM 10,- (Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 070 41/27 47 · Fax 070 41/83850

Bauteile und Komplettanlagen

Alles für den
Satellitenempfang

Satellitentechnik
K.-H. Agster

D-1000 Berlin 41, Forststr. 20
Tel. 030/821 5227, Fax 822 95 02

MASPRO
SATELLITE SYSTEM



Technischer Vertrieb GmbH
Hannover - 75 70 86

Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen



alle Normen –
alle Kabelgrößen –

Fordern Sie uns!

Funk- und Nachrichtentechnik

UMBACH

Ernst-Ruhstrat-Straße 9
(Industriegebiet)

D-3400 GÖTTINGEN

Amateurfunk · CB-Funk · Betriebsfunk

Hauptkatalog mit Preisliste gegen 7,— in Briefmarken

- Astra-Sat-Anlage, 65 cm Ø, 16 Kanäle 698,—
- Pro 38; Scanner, 10 Speicher 68–512 MHz nur 369,—
- Pro 36; 20 Speicher, 68–512 MHz 498,—
- Pro 34; 200 Speicher, 68–960 MHz 798,—

Schnurloses-Telefone mit FTZ-Nr.:

- Stabo ST 930, 300 m, 10 Speicher 798,—
- Stabo ST 960, 300 m, LCD, mini, 2 Akkus 998,—

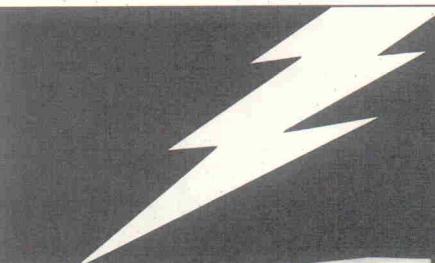
Welttempfänger:

- Sony ICF 2001 D; 150 kHz – 30 MHz, 76–136 MHz 798,—

Anrufbeantworter mit Fernabfrage:

- Panasonic KXT 1000; mit Anrufzähler 239,—
- Panasonic KXT 1450; 2 Normalcassetten 289,—

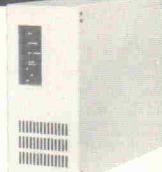
Tel. (05 51) 6 26 10 · Fax (05 51) 6 84 45



Potzblitz: Stromausfall!

Ein kleines Gewitter in der Nähe – und schon ist es passiert: Überspannung schädigt Ihren Computer. Durch Stromausfall sind wertvolle Daten verloren. Mit Nolstromgeräten von DVS schützen Sie Ihr Unternehmen 100%ig vor Schäden aus „heiterem Himmel“!

z. B.: Sinus-Dauerwandler -1 KVA (Akku 20 Min.) ab DM 4.526,94 (3.971,- + MwSt.)



DVS

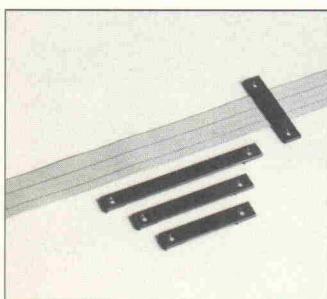
DVS Datentechnik GmbH · Ludwig-Thoma-Straße 1a
8034 Germering · Tel. (089) 841 90 64–66 · Fax (089) 841 11 69

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Der direkte Draht:
Tel.: (05 11) 5 47 47-0

Technische Anfragen: mittwochs 9.00 bis 12.30 Uhr und 13.00 bis 15.00 Uhr
Telefax: (05 11) 5 47 47-33 · Telex: 923173 heise d

Gehäuse



Neue Ordnung für Busse

Oft sind es kleine Details, deren Lösung an der Verfügbarkeit eines eigentlich recht einfachen Bauteils scheitert. Hierzu zählt sicher auch die Befestigung von Flachbandkabeln innerhalb und zwischen Geräten.

Speziell diesem Problem tritt der neue Flachkabelhalter LPFCM der Ottobrunner Panduit GmbH entgegen. Er kann entweder geschraubt oder mit Hilfe der Selbstklebefolie aufgeklebt werden. Die Oberseite des aus hellgrauem Polyamid gefertigten Halters lässt sich mit dem Markierstift PFX/PX oder mit ebenfalls bei Panduit erhältlichen Etiketten beschriften. Die drei lieferbaren Breiten reichen für Kabel von 36,6 mm über 55,6 mm bis zu 87,4 mm.

19-Zoll-PC-Schrank

Die neu konzipierten PC-Schränke des Herborner Rittal-Werkes sind ursprünglich zur Aufnahme von Werkzeugmaschinen-Steuerrechnern gedacht. Aufgrund der recht universellen Bauweise scheinen sie jedoch auch für andere Bereiche der Meß- und Regeltechnik gut geeignet zu sein.

Die obere der drei Partien bietet genug Platz zum Aufstellen beziehungsweise Einbauen von Monitoren bis zu 19". In der Ausstattung kann zwischen dem neuen Klapp-Keyboard-Feld oder einer Keyboard-Schublade gewählt werden.



Im unteren Bereich besteht die Möglichkeit, anstelle des vorgesehenen Drucker-Einschubs ein 19"-Einbaufeld sowie Fachböden mit oder ohne Teleskopauszug einzusetzen. Zum weiteren Ausbau steht eine Vielfalt von Schnellmontageausbauteilen zur Verfügung.



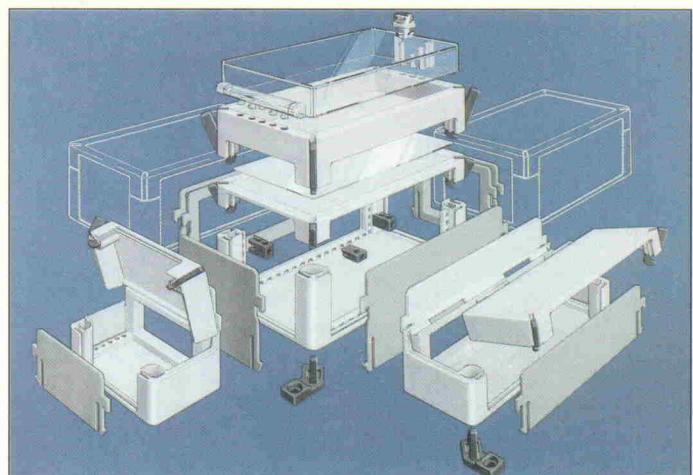
19 Zoll im Wandel

Die in 7541 Staufenhardt 5 beheimatete Firma Polyrack GmbH stellt ihre neue Gehäuseserie 'Dimension 90' vor.

Die Gehäuse dienen standardmäßig der Aufnahme von 19"-Bauträgergruppen nach DIN 41494. Alternativ können sie durch die Verwendung von Ausbausätzen zum Einbau steckbarer Baugruppen vorbereitet werden.

Lieferbar sind Versionen von 2 HE bis 15 HE, drei Breiten von 42 TE, 63 TE oder 84 TE und fünf Tiefen von 280 mm bis 520 mm. Zum Zubehör

gehören eine verschließbare Klarsicht-Frontplatte sowie ein speziell für diese Serie entwickelter Trage- und Aufstellgriff. Ferner können die Gehäuse auf Kundenwunsch mit einem Metallgeflecht und einer Chromatierung, die der elektrischen Verbindung der Gehäuse teile dient, versehen werden. An derart geschützten Gehäusen ergaben Messungen im Frequenzbereich 1 MHz ... 1 GHz Dämpfungen bis 33 dB. Der Preis für 3 HE x 84 TE x 280 mm ohne Zubehör beträgt 215 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.



Gehäusesystem in Stecktechnik

Eine montagefreundliche, schraubenlose Stecktechnik kennzeichnet die neuen RM-Gehäuse von Rose. In die Führungsnuhnen der in fünf Größen lieferbaren Grundkörper werden Seitenwände, Abschlußräume oder Verbindungsrahmen für den Aufbau eines Gehäusesystems einfach eingeschoben und durch eine Schnappkonstruktion gesichert.

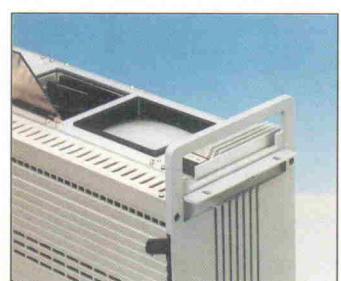
Im Inneren der Gehäuse, deren Deckel mit oder ohne Klar-

sicht-Schutzhäube ausgerüstet sind, lassen sich Schnellmontageblöcke einrasten. Auf diesen Blöcken wiederum werden Montage- oder Leiterplatten senkrecht, waagerecht und in verschiedenen Ebenen befestigt. Es besteht ferner die Möglichkeit, einzelne beziehungsweise alle Teile nach eigenen Wünschen farblich gestalten zu lassen. Sämtliche Komponenten werden kurzfristig ab Lager Porta Westfalica geliefert.

Mit geschlossenem Deckel

Die Schaltung funktioniert und ist 'im Kasten' – schön. Nun gilt es, das Gehäuse zu befestigen; entweder wird eine Wand durchschraubt, oder es sind optisch unschöne Winkel anzubringen.

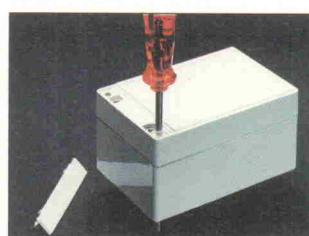
Eine andere Lösung zeigt die neue Polynorm-Gehäuseserie von Rolec. Diese aus ABS und Polykarbonat gefertigten Gehäuse können bei geschlossenem Deckel mit einem zweiten Schraubensatz montiert werden; Deckel- und Befestigungsschrauben lassen sich anschließend mit einem Abdeckstreifen verdecken. Als Zubehör zu den in 18 unterschiedlichen Größen lieferbaren Gehäusen sind unter anderem Leiterkartenhalter, Montageplatten, Tischfüße und ein Plombiersatz erhältlich.



Gehäuse mit zwei Gesichtern

Unter der Bezeichnung KM 7 stellt die Bicc-Vero Electronics GmbH mit Firmensitz in Bremen ein 19"-Gehäuse vor. Das 4-HE-Gehäuse ist mit klappbaren Füßen und 19"-Montagewinkeln versehen. So mit lässt es sich leicht von einem Tisch- in ein Rackgehäuse verwandeln.

Mit einer Tiefe von 300 mm kann es 160 mm und 220 mm lange Baugruppen aufnehmen. Lieferbar sind zwei Varianten: In der einen Version sind die 4 HE in 3 und 1 HE aufgeteilt. Diese eine Höheneinheit ist zur Aufnahme eines Lüftereinschubes gedacht. Bei der zweiten Aufbauvariante befindet sich der 3-HE-Einschubbereich in der Mitte des Gehäuses.



LWL-Rechnerkopp- lung mit Standard- schnittstellen

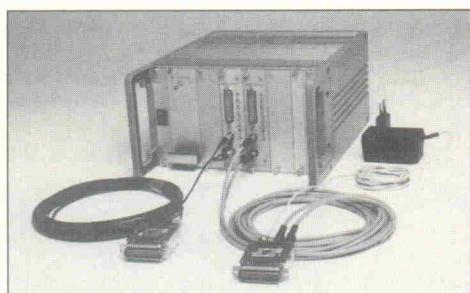
Als 19"-Einschübe oder im Steckergehäuse bietet Hirschmann LWL-Übertragungssysteme für die Schnittstellen V.24, V.11 und 20 mA Current Loop an. Besonderheit dieser Entwicklungen ist die beliebige Kombination der drei Datenübertragungsformate, da das Protokoll auf der optischen Übertragungsstrecke schnittstellenunabhängig ist. Die V.24-Schnittstelle ist sowohl als 19"-Karte als auch im Steckergehäuse verfügbar. Bei der Bauform im Steckergehäuse kann zwischen einer Stromversorgung aus der Schnittstelle oder über ein externes Steckernetzteil gewählt werden. Beide

Ausführungen der V.24 können manuell von DCE- auf DTE-Betrieb umgestellt werden. Bei der Einschubversion ist zusätzlich eine automatische Umschaltung gewährleistet.

Außerdem besteht die Möglichkeit, entweder 50 µm-Glasfaser- oder Kunststoff-Lichtwellenleiter für die Übertragung einzusetzen. Die maximal überbrückbare Entfernung beträgt mit Kunststofflichtleiter 125 m, mit Glasfasern erreicht man bis zu 4,4 km. Die Übertragungsgeschwindigkeit reicht bis 100 kBit/s.

Bei der V.11-Schnittstelle, die nur im Steckergehäuse angeboten wird, erfolgt die Stromversorgung extern. Bei diesem System können mit Kunststoff-LWL bis zu 40 m, mit Glas-LWL 2 km überbrückt werden, die Übertragungsrate kann maximal 5 MBit/s betragen.

Die 20-mA-Interfaces gibt es als Euro-Einschubkarten, die mit einer Übertragungsrate bis 9600 kBit/s arbeiten. Sie sind sowohl im aktiven als auch im passiven Betrieb einsetzbar. Die überbrückbaren Entfernung entsprechen denen der V.24-Umsetzer.



unter Umständen erhebliche Störungen auf.

Die Probleme sind hierbei unbeabsichtigte Reflexionen sowie Fremdlichteinwirkung. Als häufige Störquellen erweisen sich demnach reflektierfreudige, unebene Verpackungen und durch Fenster eindringendes Fremdlicht. Die aus 8250 Dorfen stammende Firma Zacherl-Elektronik führt eine neue, speziell hierfür entwickelte Reflexlichtschranke. Diese Schranke ist laut Zacherl in einer neuen Technologie aufgebaut, die selbst von Spiegeln stammende Reflexionen eliminiert. Als Lichtquelle verwendet die PA 3 PX PA eine im sichtbaren Rot abstrahlende LED, was eine immense Erleichterung der Justierung bewirkt. Der NPN- oder PNP-Ausgangstransistor der Schranke, deren Reichweite bis zu drei Metern einstellbar ist, kann als Öffner oder Schließer ausgeführt werden.

Reflexlichtschranke

Lichtschranken können von spiegelnden Oberflächen gestört werden. Besonders bei Verpackungsmaschinen beziehungsweise -anlagen treten bei der Verarbeitung von Aluminiumbeuteln oder -päckchen



Laser-Scanner

Das Scanningsystem Star II ist ein Komplettgerät zur Ansteuerung von Hochgeschwindigkeits-Open-Loop-Galvanometern. Das Gerät bietet die komplette Leistungsstromversorgung für die Scanner, Linear-Gleichstromverstärker und die dazugehörenden Endstufen. Der Star II kann sowohl über zwei 8-Bit-Ports als auch über zwei Analogeingänge gesteuert werden.

Zur Erstellung von Grafiken oder Trickfilmen und zur Steuerung des Gerätes stehen für unterschiedliche Rechensysteme Programm Pakete zur Verfügung: Scan 2.0+ für PCs und Kompatible, Kompo 1.0 für Atari ST und Amiga Scan. Star II ist bei Funlight Lasersystems, 7406 Mössingen 4, erhältlich.

China-Laser

Ungewöhnlich preiswürdig bietet die Firma GTU, 7570 Baden-Baden, HeNe-Laser aus der Volksrepublik China an. Die Palette reicht vom 1,5-mW-Rohr QJH-26 zu 220 DM bis zum 800 Mark teuren '30 mW QJH-100 Laser-Rohr'. Der Anbieter weist darauf hin, daß die Laser handwerklich gefertigt sind und sich daraus einige Unzulänglichkeiten ergeben, die die Funktion allerdings nicht beeinträchtigen. So entspricht das Aussehen nicht dem eines

industriellen Produktes, sondern wirkt eher 'hausbacken'. Des weiteren treten im Nahbereich Satelliten auf. Diese Nebenstrahlen weisen aber eine so geringe Leistung auf, daß sie in etwa 10 cm Entfernung leicht abgedeckt werden können.

Eine Besonderheit der China-Laser stellt das Fehlen von Glas-Metallverbindungen dar, die internen Spiegel sind direkt in das Glas des Laser-Rohres eingebettet worden.

Piezo- Kippspiegel

Die piezoelektrisch gesteuerten Kippspiegel von Physik Instrumente, 7517 Walldbronn, eignen sich für kleine, schnelle Winkelbewegungen hoher Genauigkeit. Innerhalb eines Bereichs von 2 mrad läßt sich jeder Winkel mit einer Genauigkeit von 1 µrad einstellen. Die mittlere Zeit bis zum Erreichen der angestrebten Position liegt bei etwa 1 ms. Erreicht wird die hohe Winkelgenauigkeit durch den Einsatz hochauflösender kapazitiver Sensoren. Ein PID-Regler optimiert die Win-

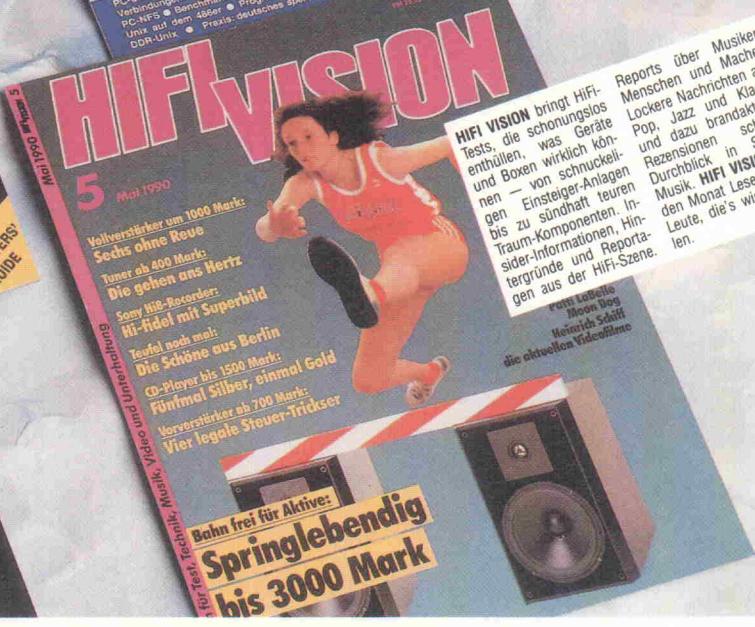
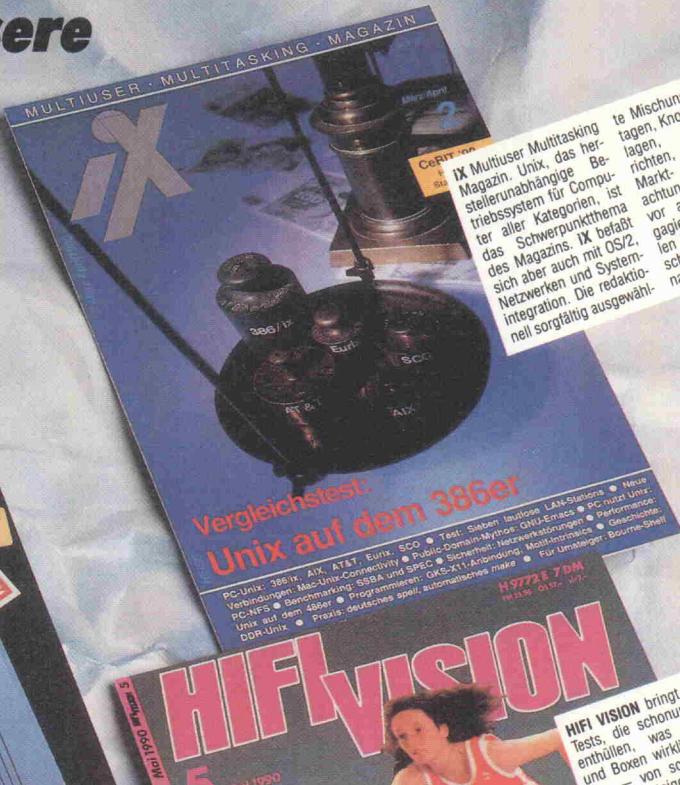


kelbewegung und gewährleistet auch bei schweren Spiegeln (Durchmesser bis 100 mm) eine schnelle Einstellung mit minimaler Überschwingamplitude. Anwendung finden diese Komponenten in der aktiven Optik, in den Bereichen Bildstabilisierung, Laserstrahlführung sowie beim Korrigieren abbildender Strahlengänge.

Info + Wissen im Abo

Jetzt auch für unsere
Leser in der DDR

Zum Kurs 1:1



IX Multiuser Multitasking Magazin. Unix, das herstellerunabhängige Betriebssystem für Computer aller Kategorien, ist das Schwerpunktthema des Magazins. IX befasst sich aber auch mit OS/2, Netzen und Systemintegration. Die redaktionell sorgfältig ausgewählte Mischung von Reportagen, Know-how, Grundlagen, Hintergrundberichten, Praxistips und Markt- und Trendberichten richtet sich vor allem an den engagierten, professionellen DV-Anwender und System-User. Es erscheint noch im 2-Mo-ments-Rhythmus.

Reports über Musiker, Menschen und Macher, Lockere Nachrichten aus Pop, Jazz und Klassik und dazu brandaktuelle Rezensionen schaffen Durchblick in Sachen Musik. HIFI VISION. Jeden Monat Lesespaß für Leute, die's wissen wollen.

HIFI VISION bringt Hifi-Tests, die schonungslos enthalten, was Geräte und Boxen wirklich können – von schnuckelig bis zu sündhaft teuren Traum-Komponenten. Insider-Informationen, Hintergründe und Reportagen aus der Hifi-Szene.

Peter Leibig
Moon Dog
Heinrich Schiff
die aktuelle Videofilme

Abo-Bestellcoupon

EL 7/90

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

c't magazin für computertechnik, Jahresabonnement 12 Ausgaben
BRD/DDR: DM 91,80; Ausland: DM 105,60
ab Ausgabe: _____
bis auf Widerruf.
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

IX Multiuser Multitasking Magazin, Jahresabonnement 6 Ausgaben
BRD/DDR: DM 41,40; Ausland: DM 47,60
ab Ausgabe: _____
bis auf Widerruf.
Die Kündigung ist jederzeit mit Wirkung zur jeweils übernächsten Ausgabe möglich.

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen, Jahresabonnement 12 Ausgaben
BRD/DDR: DM 71,40; Ausland: DM 74,60
ab Ausgabe: _____
bis auf Widerruf.
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahrs schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

HIFI VISION, Jahresabonnement 12 Ausgaben
BRD/DDR: DM 78,60; Ausland: DM 85,80
Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahrs schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

Bitte Rechnung abwarten. (Zahlung ist auf ein Verlagskonto der DDR möglich.)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift

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

Datum/Unterschrift

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



Bitte senden Sie den Coupon an:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7, 3000 Hannover 61

In Gurtverpackung

Die von der Firma BKL-Electronic, 5880 Lüdenscheid, vertriebenen Steckverbinder können auf Kundenwunsch in Gurtverpackung bezogen werden. Jeder Steckverbinder ist einzeln verpackt und kann durch die Perforation leicht vom Gurt getrennt werden. Ein Halbautomat verpackt endlos jede Stückzahl. Die wichtigsten Steckverbinder werden für den Ladenverkauf in einem praktischen Verkaufsständen angeboten.

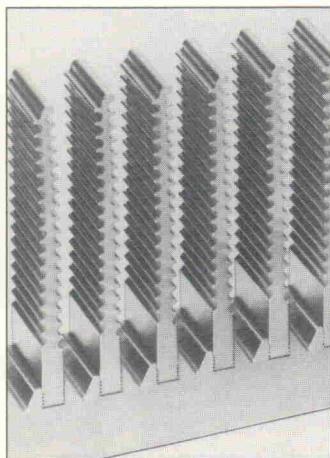
Zusätzlich bietet BKL folgenden Service an: Elektronik-



Bauteile, die nicht aus eigener Fertigung kommen und vom Kunden gestellt werden, können kostengünstig verpackt werden.

Eingesetzte Rippen

Mit zunehmender Leistungsfähigkeit von Halbleiter-Bauelementen wie Dioden, Transistoren und Thyristoren werden auch an die zur Abfuhr der Verlustleistung eingesetzten Kühl-



körper höhere Anforderungen gestellt. Die Firma Fischer Elektronik aus 5880 Lüdenscheid hat dieses Problem erkannt und bietet als Lösung spezielle Hochleistungskühlkörper mit eingesetzten Rippen an, die bei freier Konvektion ähnliche Wärmeabfuhrwerte erreichen, wie sie bislang nur durch Zwangslüftung oder durch Wasserkühlung erzielt wurden.

Die überdurchschnittlich hohe Wärmeableitung ist Folge eines relativ großen Rippenverhältnisses. Mit der stark gewellten Oberfläche vergrößert sich die Fläche, die die Wärme an das Medium Luft abgibt. Das Rippenverhältnis der eingesetzten Rippen beträgt 12:1; im Gegensatz dazu erlaubt die konventionelle Strangpreßtechnik lediglich ein Verhältnis von 8:1.

Entstördrosseln für Netzteile

Eine neue Serie Drosselspulen vertreibt die Firma Toko, 4000 Düsseldorf 1. Die Induktivität liegt im Bereich 1 μ H... 1000 μ H mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ für Werte über 10 μ H und $\pm 20\%$ für niedrigere Werte. Die Güte der Spulen bewegt sich – je nach Ausführung – zwischen 20 und 50. Dank der geringen ohmschen Widerstände ist ein Einsatz auch bei Strömen bis über 8 A möglich, beispielsweise in Netzteilen. Die Bauhöhe der



Spulen beträgt 10 mm beziehungsweise 13 mm bei einem Durchmesser von 8,5 mm; somit finden die Drosseln auch auf engbestückten Platinen Platz. Sonderausführungen der Drosseln für automatische Be- stückung sind laut Toko in Vorbereitung.

Präzise Wickelgüter

Der Bedarf an hochpräzisen Wickelgütern wie beispielsweise freitragenden Spulen weist in vielen Bereichen (Optik, Medizintechnik, Rundfunktechnik) eine zunehmende Tendenz auf. Die Firma T. T. K., Technologie-Transfer G. Karls, aus 8000 München 82 hat mit ihren Wickelgütern und Sonderwickelgütern in offener und vergossener Bauweise einen hohen Qualitäts-Standard erreicht. Hochspannungswickelgüter für Ablenkspulen oder



auch freitragende Feindrahtwicklungen für Herzschrittmacher-Spulen sind nur als Beispiel anzusehen. Für individuelle Problemlösungen können von der Firma T. T. K. nähre, detaillierte Informationen angefordert werden.

Wasserdichte Buccaneer-Steckverbinder



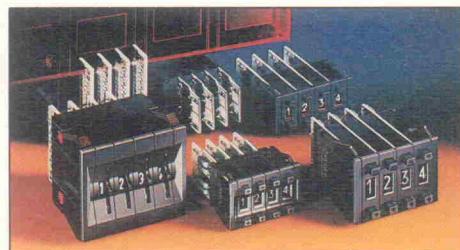
Die Kabelsteckverbinder der Buccaneer-Reihe von Firma Bulgin, 7201 Tuningen, sind neuerdings auch in der Schutzklasse IP 68 erhältlich, was vollen Schutz gegen Wasser und Staub bedeutet. Der Betriebstemperaturbereich dieser modular aufgebauten Steckverbinder-Reihe beträgt -20°C ... $+70^{\circ}\text{C}$. Buccaneer-Steckverbindungen sind laut Aussage des Herstellers in 2-, 3-, 4-, 6-, 7- und 9poligen Ausführungen sowie in BNC-Form für Kabeldurchmesser von 5 mm bis 9 mm lieferbar. Die Stecker sind je nach Polzahl bis zu 10 A / 250 V belastbar. Auf Anfrage sind von Firma Bulgin weitere Informationen erhältlich.

Kelvin-Varley- Spannungsteiler

Die Firma Cherry Mikroschalter GmbH, 8572 Auerbach/Opf., bietet Kelvin-Varley-Teiler an, die die zugeführte Spannung über Widerstände in Kaskaden-Anordnung teilen. In jedem Schalter sind die Anschlüsse zwar mechanisch miteinander gekoppelt, elektrisch jedoch isoliert, so daß eine schrittweise Wahl der Widerstandsssegmente möglich ist. Bei den Spannungsteilern ist der Ausgang der jeweils vorhergehenden Dekade mit dem Eingang der folgenden Dekade verbunden. So wird im Kelvin-Varley-

zehn 1-V-Stufen und so weiter. Die Gesamtanzahl der Dekaden richtet sich dabei nach der gewünschten Auflösung.

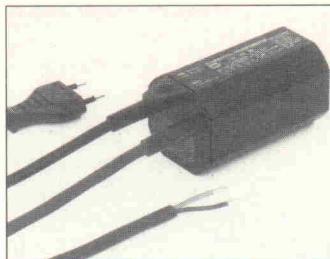
Die Spannungsteiler werden in zwei Bestückungsarten angeboten: als werkseitig ausgerüstete Chip-Netzwerke sowie als Einzelwiderstände für individuelle Widerstandswerte zur freien Belegung. In beiden Ausführungen sind die Kontakte und Leiterbahnen vergoldet, um gleichbleibend niedrige Übergangswiderstände zu erreichen. Wahlweise stehen Daumenrad- oder Tastkodierschalter mit unterschiedlichen Abmessungen zur Verfügung.



Halogenlampen-Trafos en bloc

Die in 2810 Verden ansässige Firma Block stellt unter anderem spezielle Transformatoren für Halogenleuchten her. Als Beispiel sei die HS-Serie genannt: Die gießharzgekapsel-

ten, kurzschlußfesten Trafos zeichnen sich durch eine schlanke Bauform aus (Einbau-Durchmesser 60 mm). Die ausgangsseitige Anschlußleitung besteht aus wärmebeständigem Material, so daß ein direkter Anschluß an die Halogenlampen möglich ist. Durch die optimale Spannungsanpassung, so



der Hersteller, wird eine längere Lebensdauer der Halogenlampen erreicht. Angeboten werden die HS-Trafos für Lampenleistungen von 20, 40, 50 und 60 W. Bei den Gehäusefarben hat man die Wahl zwischen Schwarz und Weiß. Auf Anfrage sind vom Hersteller ausführliche Unterlagen erhältlich.



Ein Audio-Analyzer, unglaublich

Der RE201, 2-Kanal-Audio-Analyzer, sieht nicht nur aus wie kein anderer Audio-Analyzer sondern arbeitet auch wie kein anderer. Der RE201 hat seine Leistungsfähigkeit in verschiedenen Bereichen unter Beweis gestellt, so z.B. beim Test von CD Plattenspielern, bei der Qualitätskontrolle in der Radioindustrie, und darüber hinaus unterstützt er die Rundfunkanstalten, den erforderlichen Ansprüchen zu genügen.

Wie ist diese Leistung möglich?

Durch Kombination der besten Analog- und Digitalmeßtechnik mit einem Betriebsmodus, der bis zu 100 komplette Testreihen durch Betätigung einiger Tasten abrufen kann. Mittels einer Auswahl verschiedener Optionen kann das Gerät leicht Ihren individuellen Anforderungen angepaßt werden.

Dieses einzelne Gerät ersetzt ein vollständiges Audiotestsystem. Sie sparen Platz und Meßzeit ohne Eingeständnisse an die Leistung.

Klirrfaktor < 0.001% und einzelne Harmonische bis zu 0.0006% sind garantierte Daten.

Der RE201 mißt:

- Mittelwert, DC, Peak, Quasi-Peak, RMS und RMS selektiv
- S/N, bewertet und unbewertet
- Klirrfaktor
- SINAD
- Differenztonverzerrung
- Intermodulationsverzerrung
- Transientintermodulationsverzerrung
- Frequenz und Drift
- Phase
- Kanaltrennung und Übersprechen
- Rumble
- Wow und Flutter

Ein vollständiges Audiotestsystem in einem Gerät. Benachrichtigen Sie uns heute noch, und wir werden Ihnen zeigen, warum alle Audio-Analyzer wie der RE201 aussehen sollten.

RE • INSTRUMENTS

re

Electronics for Test and Communication

RE INSTRUMENTS GmbH
Dürener Strasse 19, D5170 Jülich, Postfach 1425
Telefon 02461/4147 Telefax 02461/56831 Telex 833609

*Messen und Verarbeiten
elektrischer und
nichtelektrischer Größen*



4. Kongreßmesse
für industrielle
Meßtechnik

17. - 19. September 1990
Rhein-Main-Halle
Wiesbaden

Die Messe für die Meßtechnik

und nur für die Meßtechnik. Für nichtelektrische Größen: von der Meßwert-Erfassung über die Aufbereitung, Kodierung, Speicherung, Übertragung, Formatierung bis zur Verarbeitung und Darstellung im Computer. Für elektrische Größen (Labor-, Fertigungs- und Kommunikationsmeßtechnik): von Multimetern über Digitaloszilloskope bis zum PC-gestützten Labormeßplatz.

Die Ausstellung

Eine vollständige Marktübersicht meßtechnischer Produkte für den professionellen Meßtechniker aus Forschung, Entwicklung, Versuch und Überwachung.

Der Kongreß

Hier erfahren Sie, wie Ihre Kollegen meßtechnische Probleme meistern und wie sich die Hersteller eine zeitgemäße Lösung Ihrer Meßprobleme vorstellen.

Fordern Sie kostenlose Unterlagen an – senden Sie einfach den Coupon zurück oder rufen Sie uns an: Telefon (050 33) 70 57.



Bitte senden an:

Ich bin interessiert als

- Kongreßteilnehmer
- Fachbesucher
- Aussteller



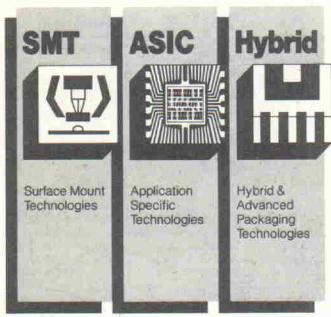
Bitte senden Sie mir die entsprechenden Informationen zu.

Name _____ Position _____

Firma/Institution _____

Adresse _____

Telefon _____ Telex _____ Telefax _____



Sieht nicht nur gut aus

Alle Lötarbeiten an SMT-Platinen in den Bereichen Labor, Kleinserienfertigung und Service sind mit dem SMD-Kompaktgerät DBL-01 der Martin GmbH, 8031 Weßling, zu erledigen. Die Lötstation kann individuell mit Einschüben für die jeweiligen speziellen Ansprüche ausgerüstet werden.

Der Baugruppenträger beherbergt zugleich das Grundmodul, es stellt Druck und Unterdruck bereit, ist für die Stromversorgung zuständig und besitzt eine Anzeige, auf der der

Status des angewählten Zusatzmoduls abgelesen werden kann.

Das Auftragen von Kleber oder Lötspalte steuert das Dosiermodul. Einstellbar ist das Doservolumen (0,02 mm³...2 mm³), die Viskozahl zur Anpassung der Klebstoffkonsistenz sowie Dosierdruck und -zeit.

Pick and Place und Absaugen von Altlot beherrscht das Bestück-/Entlötmittel. Der Luftstrom dieser Baugruppe ist von 0,4...10 l/min einstellbar.

Beim Heißluft-Löt-/Entlötmittel ist der Luftdurchsatz von 0,4...10 l/min und die Temperatur zwischen 150 und 400 °C einzustellen.

Vorwärmen von Leiterplatten und Bauelementen sowie Erhitzen von Lötstellen kann man mit der Lötprogrammbaugruppe erledigen. In jeweils drei Programmabereichen (140 °C, 180 °C, 220 °C) können sieben Lötprogramme für unterschiedliche Bauelementtypen aufgerufen werden. Zusätzlich ist die Eingabe eines Zeitfaktors zur Anpassung an unterschiedliche Wärmekapazitäten und -leitfähigkeiten des Basismaterials möglich.

Mit dem Schutzgasmittel kann jederzeit zwischen Luft und Stickstoff für die Lötmodule umgeschaltet werden.

aktuell



Entlötpinzette

Speziell für Reparaturarbeiten an SMD-Schaltungen bietet Ersa, 6980 Wertheim, die Entlötpinzette SMD 1500 an. Sie besteht aus der Elektronikstation mit Ablageständer und einer extrem leichten, elektrisch beheizten Entlötpinzette. Der Temperaturbereich der SMD 1500 ist zwischen 70 °C und 400 °C stufenlos einstellbar. Entlötbare Gehäuseformen sind: MELF, CHIP und MINI MOLD CHIP bis zu SO-8-Gehäusen.



BOARD MAKER LAYOUT

Nie wieder kleben
BOARDMAKER erleben.

- Einfaches Editieren durch WYSIWYG-Display, Rubberbanding
- High-Speed Auto-Pan & Zoom mit Block-Funktion
- Moderne Pop-Up-Menüs mit Look-Up-Table
- Maus- und/oder Tastaturoberfläche
- CGA, EGA und VGA-Unterstützung, Hercules-Treiber mit Grauwerten
- Sicherer Design-Rule-Check
- Genügend Kapazität für komplexe Boards: 35.000 Datenelemente, bis 2.000 Teile pro Board
- Umfangreiche Symbolbibliothek
- Grafischer Symbol- und Macro-Editor
- 128 versch. Track- und Pad-Größen
- Multilayer- und SMD-Support
- Automatischer Sicherheits-Backup
- Leiterbahnen können Kreissegmente enthalten (HF-Technik)
- Drucken mit Matrix oder Laser-Drucker
- HP-GL, DM-PL Schnittstelle
- CAM: GERBER-Photoplot, EXCELLON-Bohrdaten

& Schaltplan-Entwurf

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

KOMPLETPREIS:

DM 910,-

(798,25 + 14 % MwSt)

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

LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUS-
FÜHRLICHEM BEGLEITHFETT
ANFORDERN! (SOLANGE
VORRAT REICHT!)

CALL: 0721/
37 70 44

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

Rüppurrer Straße 33
7500 Karlsruhe 1
Tel.: 0721/37 70 44
Fax: 0721/37 72 41

ONLY THE SKY
YOUR LIMIT IS



CD 90 Compact Dish
prime focus
40.6 dB (11 GHz)

Für ASTRA, Kopernikus und Eutelsat
mit unseren Compact-Dish's.

Fordern Sie ausführliches Prospektmaterial an.

MWC

Ihr kompetenter Partner für Satelliten-Empfang seit 1986

Micro Wave Components GmbH · Brunnenstr. 33
5305 Alfter-Oedekoven · West-Germany
Telefon (0228) 645061 · Telefax (0228) 645063
Telex 889688 mwcbn d

Ihr Blick ins All.

NEU! Jetzt auch bei:

Fa. H. Pfüller, Kernweg 26, DDR 8101 Medingen
Fa. K.-H. Förster, Aug.-Bebel-Str. 13, DDR 8705 Ebersbach

Meßtechnik

Universalprüfgerät

Für die Überprüfung von elektrischen Verbrauchern hinsichtlich der Vorschriften der VDE 0701 Teil 1 hat Gossen, 8520 Erlangen, den Tester PG 0701 N entwickelt. Das tragbare Prüfgerät beherrscht den angeführten VDE-Test inklusive Funktionsprüfung und Leistungsmessung. Zu den Ausstattungsmerkmalen gehören weiterhin ein Interface zur Verbindung des Gerätes mit einem PC oder einer PC-Peripherie, zum Beispiel einem

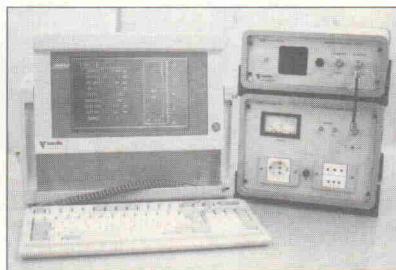
aktuell



Protokolldrucker, und ein integriertes Universalmultimeter. Alle angebotenen Meßfunktionen, darunter auch Dioden- und Kapazitätsmessung, wurden speziell auf den Betrieb im Service abgestimmt. So kann das PG 0701 N mit einem hochgenauen Temperaturmeßbereich aufwarten.

EMV-Meßsystem

Das EMV-Meßsystem PMM 8010 des italienischen Produzenten Vianello ist eine kompakte Gerätekombination zur



Bestimmung leitungsgebundener Störspannungen. Für die Messungen stehen diverse ein- und dreiphasige Netznachbildungen zur Verfügung. Zum Lieferumfang gehören der Meßempfänger 8010, eine Schnittstellenkarte für PC/XT/AT-Rechner sowie die Steuer- und Auswertesoftware. Das System wird von der nbn Elektronik GmbH, 8036 Herrsching, vertrieben.



DMMs für die 90er

Die Digitalen Handmultimeter der DM-90-Serie (DM 93, DM 95, DM 97) von Beckmann Industrial, 8000 München 46, verfügen alle über eine dreidreiviertelstellige, 14 mm hohe Anzeige, eine Bargraf Analoganzeige, Auto Range sowie über

eine Ausschaltautomatik, die eine Stunde nach der letzten Messung anspricht. Besonderheiten der einzelnen Geräte: Logiktest (DM 95), Kapazitätsmessung und Data Hold (DM 95, 97). Frequenzmessung, Min/Max-Speicher, Peak Hold (DM 97).

Mobile Meßwerterfassung

Vier Analogeingangskanäle mit einer Auflösung von 12 Bit stehen dem Anwender beim Kleindatenlogger DL 20 K zur Verfügung. Da die Sensoren direkt mit dem Gerät verbunden sind, werden keine zusätzlichen Adapter oder Umsetzer benötigt. Das Betriebsprogramm erlaubt die Programmierung von Meßbeginn, -ende und Intervallzeit von bis zu 9 unterschiedlichen Meßreihen. Der Benutzer kann zwischen Einzelmessungen, Langzeitmessungen über mehrere Monate hinweg und Schnellmessungen mit 15...240 Messungen pro Sekunde wählen. Die Meßwerte erscheinen kontinuierlich auf dem Display und werden zu den vorprogrammierten Zeitpunkten gespeist.



chert. Im Speicher haben 20 000 Meßwerte Platz. Eine V.24-Schnittstelle ermöglicht die Ausgabe beziehungsweise Übertragung der gesammelten Daten an Drucker oder andere Rechner.

Die Dialoge des Anwenders mit dem Kleindatenlogger können wahlweise in deutsch, englisch oder französisch abgewickelt werden. Das Gerät wurde von der Firma Rotronik, 6000 Frankfurt 61, entwickelt.

Meßtechnik kommt zum Kunden

Philips kommt auf Anforderung mit seinem gesamten Programm an Test- und Meßgeräten zum Kunden. In unmittelbarer Arbeitsplatznähe oder sogar auf dem eigenen Werksgelände kann sich der Interessent dann über alle technischen Details und die Anwendungsmöglichkeiten aus dem Philips/Fluke-Lieferprogramm informieren. Die mobile Geräteausstellung ist in einem Großraumbus installiert und ermöglicht auch eine praktische Vorführung der Geräte. Für die Beantwortung spezieller Fragen stehen Fachingenieure Rede und Antwort. Interessenten, die diese fah-

rende Meßgeräteausstellung zu sich kommen lassen möchten, wenden sich an die zuständige Philips-Vertriebsfiliale.

Meßcomputer

Mit dem GTU 0535 von ABB Metrawatt ist die Überwachung von 16 Analogeingängen (0...20 mA) möglich. Alle Eingänge können skaliert und über eine integrierte Folientastatur angewählt werden. Ein 4stelliges Digitaldisplay zeigt den aktuellen Meßwert an. Minimal-, Maximal- und Mittelwerte können mit Datum und Uhrzeit abgespeichert werden. Die Speicherrate lässt sich für jeden Kanal konfigurieren. Bei bis zu 8 Kanälen ist darüber hinaus

die Überwachung auf Grenzwerte möglich. Der Speicherinhalt lässt sich über eine RS-232-Schnittstelle auslesen. Über die gleiche Schnittstelle kann das GTU 0535 auch programmiert werden. Für die Auswertung der Daten mit Standard-PCs steht ein Software-Paket zur Verfügung.



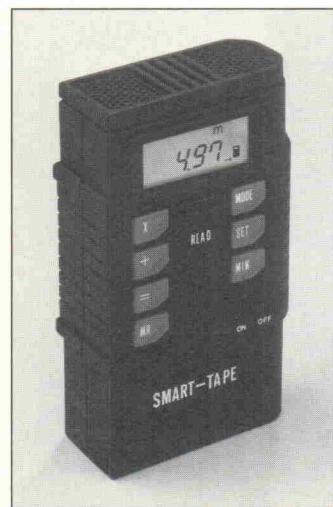
Intelligentes Maßband

Mit einer Auflösung von einem Zentimeter und einer Abweichung von kleiner 0,5% misst das Smart Tape der Arax Liebermann Limited, Hong Kong, Entferungen. Meßprinzip ist die Laufzeitmessung eines Ultraschallechos. Der Meßwert wird auf einem 5stöckigen LC-Display angezeigt.

Smart wird das Tape allerdings erst durch seine Zusatzfunktionen: So können die Meßergebnisse wahlweise metrisch oder angelsächsisch dargestellt werden. Um exakte Wandzu-

Wand-Messungen durchführen zu können, wird die Gehäuselänge auf Knopfdruck der gemessenen Entfernung hinzugezählt. Eine Memory-Funktion und drei Grundrechenarten erlauben es, abgespeicherte Werte mit aktuellen Meßwerten zu addieren, zu subtrahieren und zu multiplizieren. So können Flächen und Volumina schnell ermittelt werden.

Smart Tapes werden in der Bundesrepublik derzeit noch nicht ausgeliefert, da noch keine Distribution geschaffen wurde. Interessierte Vertriebsfirmen können Kontakt aufnehmen.



Video Stecksystem 75 Ω



LEMO
Steckverbindungen



Für die Video-Regietisch-Technik sind alle wichtigen mechanischen Bauformen ab Lager lieferbar:

- Klinken mit oder ohne Pegelausgang
- Adapter von LEMO auf BNC mit mehreren Mikroschaltern
- Einbaubuchsen mit Schaltkontakte usw.
- Die Serie 4 A nach IP 56 ist in allen Kombinationen, insbesondere für den Video-Kamerabereich erhältlich
- Fordern Sie bitte unseren Katalog an

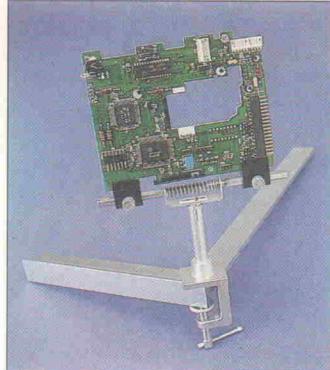
LEMO SA Gmbh

Stahlgruberring 7 · Postf. 820 529
D-8000 München 82
Tel. (0 89) 42 30 85 - 88 · Tx 5 216 610
Telefax (0 89) 42 7192

Multi-Funktions-Station

Diese Station verfügt über die meisten der zum Bestücken von Platinen benötigten Werkzeuge. Im einzelnen sind das: ein temperaturgeregelter 80-W-Löt Kolben und ein ebenfalls geregelter 80-W-Entlötkolben. Beide Kolben lassen sich im Temperaturbereich von 200...400 °C stufenlos einstellen. Zum weiteren Umfang gehören eine 8-W-Löt nadel und eine Kleinbohrmaschine sowie drei Ablagen für die Kolben.

Im Hauptgehäuse befinden sich neben den galvanisch getrennten Versorgungen für die zuvor genannten Werkzeuge die einstellbare Vakuumpumpe mit Manometer. Die Anschlüsse für Druckluft und Vakuum sind getrennt herausgeführt. Die Preise der von der Duderstedter Firma Peter Post Werkzeuge gefertigten Stationen betragen, je nach Ausstattung, 785 bis 952 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.



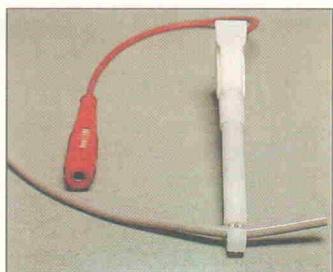
Platinenhalter

Einen neuen Aluminium-Platinenhalter stellt die aus 8354 Metten stammende Donau-Elektronik GmbH vor. Die zu bearbeitenden Platinen werden mittels Schrauben in die beiden Halterungen befestigt; danach lassen sich die Platinen um 360° drehen und in zwölf 30°-Schritten schwenken. Der empfohlene Verkaufspreis beträgt 22,50 DM.



SMD-Vakuumpumpe

Zur manuellen Bestückung von SMD-Bauteilen entwickelte die Bernstein-Werkzeugfabrik die neue Vakuumpumpe SMD »vac« 9-550. Laut Hersteller kennzeichnet sich die Pumpe durch einen geräusch- und vibrationsarmen Lauf aus. Die Vakuumpipette hat im unteren Bereich ein Fingerloch, das zur Bauteilansaugung mit dem Zeigefinger geschlossen wird.



Mit der Nadel gecheckt

Eine einfache Möglichkeit, Messungen an Kabeln durchzuführen, bieten die Nadelkontaktierer 'Check-Point' der Hagenauer Firma Walter Rose GmbH. Das Prinzip des Werkzeugs ist recht einfach: das Kabel wird zunächst im vorderen Bereich des Kontaktierers eingeklemmt, danach durchstößt die gehärtete Kontaktier nadel die Isolation des Kabels. Aufgrund der sehr feinen Nadel und der elastischen Rückbildung der Isolation schließt sich diese nach Abnehmen der Spitz e wieder.

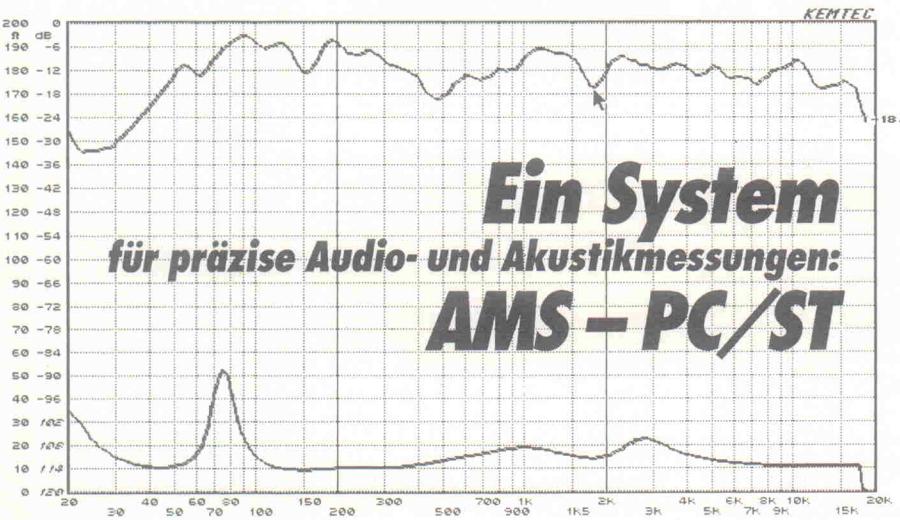
Die Durchmesser der Kabel dürfen im Bereich 0,4...4 mm liegen, die maximale Prüfspannung beträgt 65 V. Ein Check-Point-Set, bestehend aus zwei Nadelkontaktierern, ist zum Preis von etwa 30 DM erhältlich.

Zu den technischen Daten: Die Ausgangsleistung der Pumpe beträgt 5,0 l/min, das Vakuum erreicht 160 mbar. Das 210 × 150 × 100 mm kleine Gerät verbraucht maximal 0,5 A Netzstrom. Der Preis liegt bei 400 DM.

Information + Wissen



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



- Pegelfrequenzgänge
- Impedanzfrequenzgänge
- Hallzeiten
- Thiele-Small-Parameter

Hard- und Software für ATARI ST und IBM (kompatible) PCs

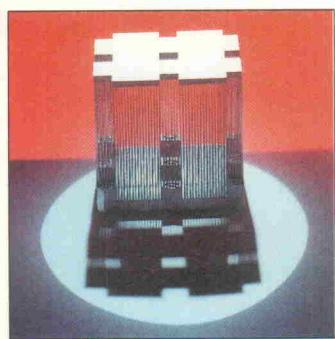
- Hardware für Burstmessungen und Signalanalysen
- Meßmikrofone
- Körperschallsensor
- **ams-quality:** ATARI-Software für die automatische Qualitätskontrolle von Lautsprechern und Filterbaugruppen

KEMTEC

Klaus Baumotte · Teutoburger Str. 37 · D - 4800 Bielefeld 1 · Tel.: 0521/175314

Wohltemperierte Elektronik

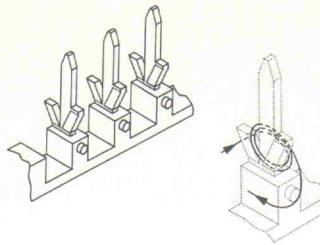
Vor kurzem wurde die Firma Behr Industrietechnik in 7000 Stuttgart 30 als Tochterunternehmen des Behr-Stammhauses gegründet. Ziel des neuen Unternehmens ist die Entwicklung und Produktion von Elementen und Aggregaten für die Hochleistungs-Wärmeübertragung zum Kühlen, Beheizen oder Temperieren von beispielsweise elektronischen Bauteilen, Steuerungen, elektrischen Werkzeugen, Hausgeräten und



Büromaschinen. Kühlkörper für Mikroprozessoren gehören ebenso zum Programm des Unternehmens wie Hochleistungs-Kühlelemente, PTC-Heizgeräte, Schaltschrank-Kühl- und Klimageräte sowie eine breite Palette von Luft-, Wasser- und Kältemittel-Wärmetauschern. Das Foto zeigt beispielsweise einen Hochleistungs-Aluminium-Kühlkörper mit überdurchschnittlich großer Oberfläche und Luftdurchlässigkeit. Auf individuelle Kundenwünsche reagiert die Firma nach eigener Aussage flexibel.

Lötfrei kontaktieren

Die Firma Norwe, 5275 Bergneustadt-Pernze, stellte vor kurzem ihren neuen Scherenlötfest s43z für lötfreie Kontaktierungen vor. An den Lötfest kann sowohl manuell als auch vollautomatisch mit numerisch gesteuerten Wickelmaschinen angewendet werden. Die Kontaktierung erfolgt direkt bei der Anwicklung in den Anwickschalen, ohne daß nachträgliche Verlötzungen oder Arbeitsvorgänge durchgeführt werden müssen, wodurch erhebliche



Kosten- und Fertigungsvorteile entstehen. Der Scherenlötfest s43z ist bis maximal 0,4 mm Drahtdurchmesser geeignet.

Weitere Ausführungen für andere Drahtdurchmesser, andere Anwickeltechniken sowie winkelförmige Scherenstifte befinden sich laut Aussage des Herstellers in Vorbereitung.

Mini-Koaxsteckverbinder

Die Teldix GmbH in 6900 Heidelberg hat unter der Bezeichnung Nanomin einen neuen Ultraminiatur-Koaxsteckverbinder auf den Markt gebracht. Der französische Hersteller ATI Electronique entwickelte mit Nanomin eine neue Serie extrem kleiner Koaxsteckverbinder mit lediglich einem Achtel

der Größe eines Miniatursteckverbinder der Baureihe KMX. Nanomin weist folgende elektrische und mechanische Kennwerte auf: Impedanz 50 Ω; maximale Betriebsfrequenz 4 GHz; Betriebstemperatur -50 °C bis +125 °C; Steckkraft 4 N...10 N; Ausziehkraft 5 N...12 N.

Die Nanomin-Steckverbinder rasten beim Kuppeln ein. Alle flexiblen Koaxkabel mit einem Durchmesser zwischen 0,5 mm und 2,5 mm sowie halbstarre Leitungen mit einem Außen-durchmesser von 0,5 mm bis 1,3 mm können mit Nanomin verbunden werden. Die Steckverbinder stehen laut Anbieter in insgesamt 28 verschiedenen Bauformen zur Verfügung, von denen im Foto nur einige abgebildet sind. Als Größenvergleich dient ein herkömmlicher BNC-Stecker.



LÖTKOLBEN



Problemloses Löten mit JBC.
Ihr Händler berät Sie gerne.



Löt- und Entlöt-Technik

JBC Werkzeuge für Elektronik GmbH

Merianstr. 23 · D-6050 OFFENBACH · Telefon 0 69 / 84 20 63 · Fax 0 69 / 84 20 70

GUT LÖTBARE GEHÄUSE
aus 0,5 mm Weißblech

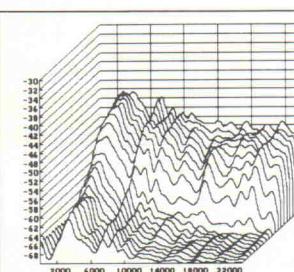
HF-dicht!
NEU: Jetzt auch in Messing!

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

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

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

Andy's Funkladen
Admiralstraße 119, Abteilung D19, 2800 Bremen 1
Telefax: 0421/372714, Telefon 0421/353060



Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (0231) 16863

electronic
Dipl.-Ing.
Leo Kirchner
Wendenstr. 53
3300 Braunschweig
Tel.: 0531/46412

NEU!
**Audio Meßgerät ATM 1.0
als PC-Board ATB 1.0**

erweitert auf:
6 symmetrische Eingänge
64 k Datenspeicher
Präzisions Sinus Generator
KM-C Signal für FFT
symmetrischer Ausgangsverstärker.

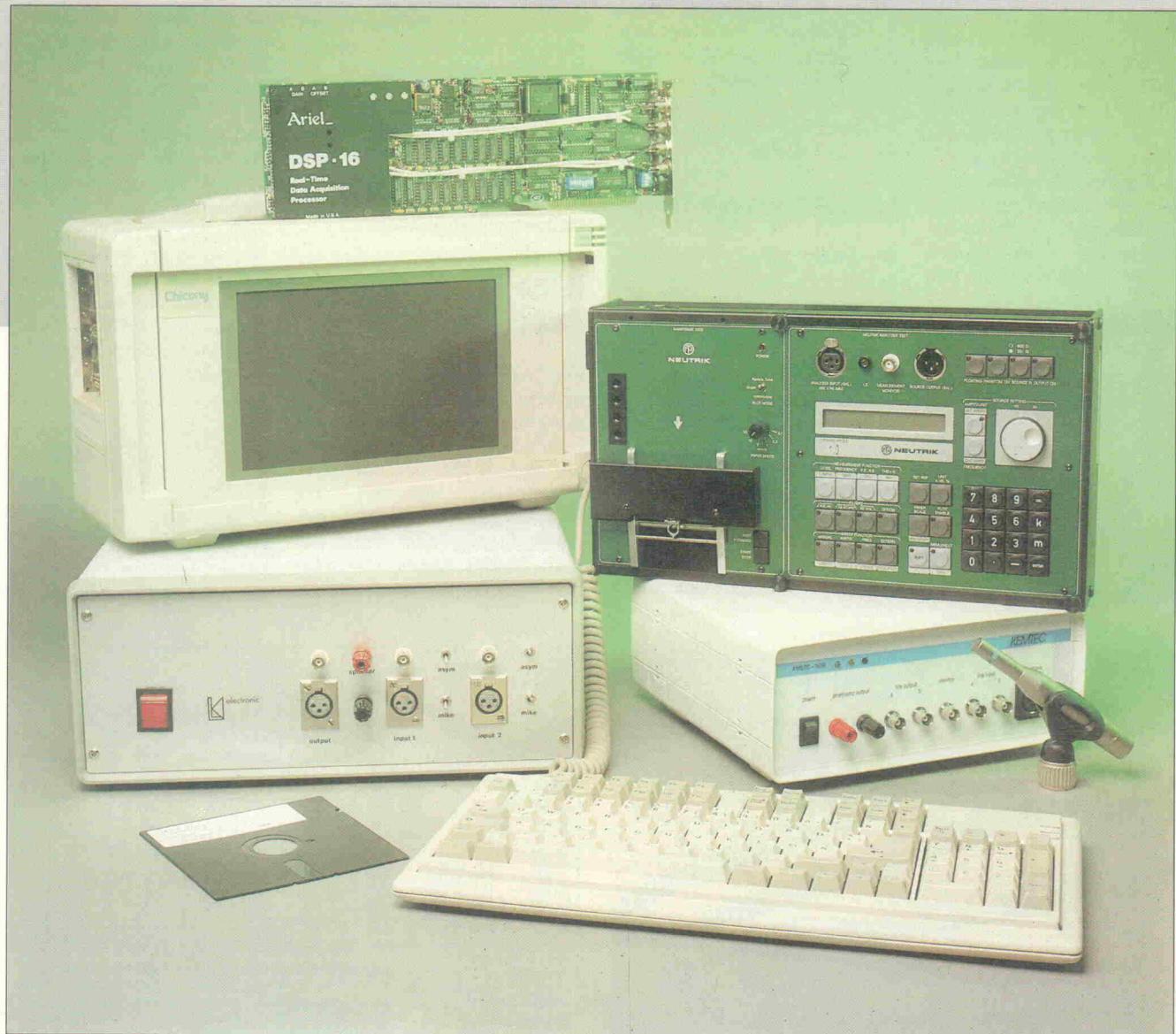
Die umfangreiche Software wurde überarbeitet und erweitert.

4 380,— DM + MwSt.

Test: Audio-Meßsysteme

Erfreuliche Ergebnisse auch im unteren Preisbereich

Test



Dieter Michel

Waren noch vor einigen Jahren Pegelschreiber, Oszilloskop, NF-Millivolt- beziehungsweise Multimeter, NF-Generator und Frequenzzähler in Form von Einzelgeräten fester und zwingender Bestandteil eines Audio-Meßlabors, so hat sich dies mit dem zunehmenden Einsatz des Computers in der Meßtechnik speziell in den letzten Jahren deutlich geändert.

Bisher war der Einsatz computergesteuerter Meßgeräte eher den aufwendig ausgestatteten Labors von Industrie und Forschung vorbehalten. Typischerweise fand man hier die oben genannten Meßgeräte ebenfalls in Form von Einzelgeräten vor, die meist über eine IEEE-488- (beziehungsweise IEC-625-) Schnittstelle mit dem Rechner verbunden waren, der zum einen die Steuerung der einzelnen Meßgeräte, zum anderen die Erfassung, Speicherung und Weiterverarbeitung der Meßdaten übernahm. Bei einem solchen Aufbau des Audio-Meßplatzes muß nicht nur der Rechner, sondern auch jedes einzelne Meßgerät mit einem IEC-Bus oder einem vergleichbaren Rechnerinterface ausgestattet sein. Ein Aufwand, der meist nur bei Meßgeräten der mittleren und oberen Preis-kategorie getrieben wird.

Von dem zunehmenden Einsatz rechnergestützter Verfahren ist auch die Audio-Meßtechnik nicht verschont geblieben. Eine

Entwicklung, die vor einer Reihe von Jahren unter anderem mit dem IQS-System für den Apple II+, das heute fast schon wieder veraltet erscheint, eingesetzt hat, wird heute mit PC-Meßkarten und rechnergesteuerten Meßsystemen fortgesetzt und hat ihr Ende sicher noch nicht gefunden. Allenfalls ist ein Trend zu beobachten, die eigentliche Funktionalität des Meßsystems in die Software zu verlagern und die Hardware so flexibel wie möglich zu gestalten, um so durch Software-Updates nach Möglichkeit immer auf dem Stand der Technik bleiben zu können.

Die Auswahlkriterien

Für den folgenden Beitrag haben wir eine Reihe am Markt befindlicher Meßsysteme untersucht, die speziell auf die Bedürfnisse der Audio-Meßtechnik abgestimmt sind. Dabei werden auf der einen Seite solche Systeme erfaßt, die in einem preislichen Rahmen liegen und für Anwendungen

mittleren und kleinen Umfangs interessant sind. Auf der anderen Seite werden auch die Systeme berücksichtigt, die international in der Audiobranche von solcher Bedeutung sind, daß sie in einer Übersicht nicht ausgelassen werden sollten.

Die Preisobergrenze der Testgeräte liegt bei etwa 10 000 DM. Dies ist ein Betrag, den ernsthaft an der Entwicklung von Audiosystemen interessierte Firmen oder Personen durchaus investieren. Preislich oberhalb dieser Summe sind ebenfalls eine Reihe von Meßsystemen angesiedelt, die aber meist erst dann in die nähere Auswahl kommen, wenn die Ansprüche an die Meßgenauigkeit oder Vielseitigkeit der Geräte besonders hoch liegen.

Sicher stellt die Auswahl der Testgeräte keine vollständige Marktübersicht in dieser Preiskategorie dar, erfaßt aber die zur Zeit gängigsten Audio-Meßsysteme.

Die folgenden Geräte standen uns zur Verfügung:

- Audio Precision System One
- Techron TEF 12+
- Neutrik Analyzer 3337 incl. Schreibermodul 3302
- DRA MLSSA (Maximum Length Sequence System Analyzer)
- Ariel SysId
- Kemtec AMS 16
- Kirchner ATM 1.0

Ein Blick auf die Richtpreise nach Herstellerangaben in der Tabelle zeigt, daß sowohl das System One von Audio Precision als auch der Techron TEF 12+ Analyzer den eben noch definierten Preisrahmen sprengen. Der Grund dafür, sie trotzdem mit zu berücksichtigen, ist bei beiden Systemen ihre weite Verbreitung in den Meßlaboren der Audiobranche, die es verbietet, diese Geräte bei diesem Vergleichstest zu ignorieren. Zudem kündigt die Firma Crown International für den Herbst dieses Jahres das neue TEF 20 System an, das mit einem Preis von etwa

4500 US-Dollar wieder innerhalb des genannten Preisrahmens liegt.

Das Audio Precision System One ist allerdings mit einem Preis von über 20 000 D-Mark deutlich teurer. Es erfüllt aber bereits hohe Anforderungen an die Meßgenauigkeit und kann daher bei Bedarf als Referenz herangezogen werden.

Nur wenige Gemeinsamkeiten

Ein weiterer Blick auf das Testfeld zeigt auch die Verschiedenartigkeit der angebotenen Systeme, speziell bei einem Vergleich beispielsweise mit dem Testfeld der PC-Meßkarten aus Elrad 5/90. Während sich bei PC-Multifunktionskarten der Aufbau eigentlich relativ einheitlich darstellt, unterscheiden sich die verschiedenen Audio-Meßsysteme hinsichtlich Meßverfahren, mechanischem Aufbau, Bedienungskonzept sowie Art und Umfang der durchführbaren Messungen.

	Audio Precision System One	Neutrik Analyzer 3337 mit Mainframe 3302	Ariel SysId	Techron TEF 12+	DRA MLSSA	Kemtec AMS	Kirchner ATM 1.0
Meßverfahren	Sweep, FFT	Sweep	Chirp	TDS	Maximalfolgen	Sweep	Sweep, FFT
Meßgröße/ Darstellung:							
Überbertr.fkt.							
– Betrag	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
– Phase	ja	nein	ja	ja	ja	i. V.	ja
– Nyquist	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein
Impulsantw.	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein
– ETC	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein
Impedanz	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
– Thiele/Small	ja	nein	nein	nein	ja	ja	nein
Distortion							
– THD (+N)	ja	ja	ja	ja	ja	i. V.	ja
– IMD	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja
STI (RASTI)	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein
RT60	nein	nein	nein	ja	ja	i. V.	nein
Waterfall	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja
Ergebnisse speicherbar:	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Kanalzahl							
Eing./Ausg.	1/1–2	1/1	2/2	1/1	2/1	2/2	2/1
Meßverst.							
– var. Gain	Software	Software	Trimmer	Software	Software	Software	Software
– Autorange	ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein
Bauform:	19"-ext.	Modul	AT-Karte	tragbares Komplettsystem	AT-Karte	extern	extern
Erforderliche Hardware	PC/AT	Schreibermodul	PC/AT	–	PC/AT	Atari/PC	PC/AT
Preis (DM zzgl. MwSt.)	> 20 000,-	9540,-	3950 US-\$	> 20 000,-	6250,-	2096,-	8500,-

Gemeinsam ist allen Meßsystemen, daß die Messungen rechnergestützt erfolgen. Bei fast allen Geräten wird ein im Labor oft schon vorhandener Rechner in das Meßsystem mit einbezogen, wodurch es sich natürlich verbilligt. Die Systeme MLSSA oder Ariel SysId sind als Steckkarten für einen PC/AT ausgeführt. Das System One und die Geräte von KempTec und Kirchner werden über eine Datenleitung mit einem (Host-)Rechner verbunden.

In beiden Fällen übernimmt der Rechner die Steuerung des Meßablaufs und die Weiterverarbeitung und Speicherung der Meßdaten. Eine Ausnahme bildet hier nur der Neutrik Analyzer 3337, der ähnlich wie ein Pegelschreiber mit stark erweiterten Fähigkeiten zwar auch mit Hilfe einer Mikroprozessosteuerung, aber im Prinzip eigenständig arbeitet. Aus diesem Grund benötigt der 3337 auch ein eigenes Ausgabemedium in Form eines Schreibermoduls, während die restlichen Meßsysteme auf die Ausgabemöglichkeiten des Hostrechners zurückgreifen.

Ein Leistungsvergleich ist fast unmöglich

Vor der detaillierten Beschreibung der einzelnen Meßsysteme soll an dieser Stelle noch auf die Rahmenbedingungen des Tests eingegangen werden. Durch die große Unterschiedlichkeit der Testkandidaten, was Preis und Umfang der Meßmöglichkeiten, aber auch Anwendungsschwerpunkte angeht, wird ein direkter Leistungsvergleich fast unmöglich. Ziel des vorliegenden Tests ist es daher, festzustellen, ob ein System für seinen Preis im Vergleich mit den anderen Geräten angemessene Leistung bietet und für welche Meßaufgaben es besonders geeignet erscheint.

Trotz dieser Schwierigkeiten werden, soweit sinnvoll, mit allen Testkandidaten möglichst einheitliche Messungen durchgeführt. Diese sind im einzelnen: die Bestimmung der Übertragungsfunktion eines relativ steilflankigen Filters mit einer Dynamik von circa 70 dB, eine Impedanzmessung an einem passiven Netzwerk beziehungsweise Lautsprecher, eine Verzerrungsmessung (THD beziehungsweise THD+N) an einem

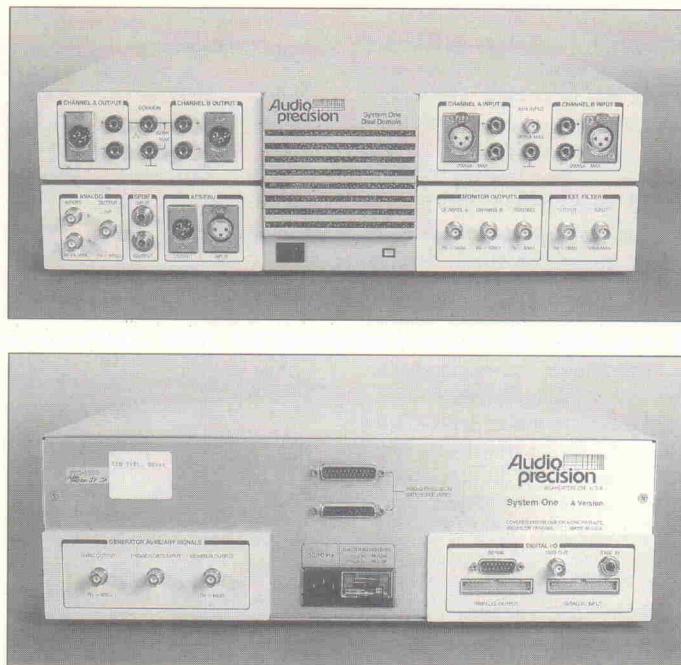


Bild 1: Das Audio Precision System One Dual Domain, Front oben, Rückseite unten.

sehr verzerrungssachen Mikrofonvorverstärker sowie Messungen an Lautsprechern in Räumen, die auch für akustische Messungen konzipiert sind.

Audio Precision System One

Das System One von Audio Precision basiert auf einer 3 HE hohen Systemeinheit im 19"-Format (Bild 1), die über einen systemeigenen schnellen Parallelbus mit einer Einsteckkarte im Rechner verbunden ist. Als Hostrechner kommt gewöhnlich ein PC/AT zum Einsatz, bei Bedarf ist jedoch auch eine Systemversion mit IEEE-Bus für spezielle Anwendungen lieferbar. Die Systemeinheit stellt die Grundlage für ein modulares Meßsystem dar, das nach Bedarf konfiguriert und erweitert werden kann. In der Regel wird das System mindestens mit einem Generator- und einem Analysatormodul bestückt und kann um ein Phasenmeßmodul, ein Modul zur präzisen Gleichspannungsmessung, zusätzliche Filter und ein Signalprozessormodul erweitert werden, auf das später noch ausführlich eingegangen wird.

Das Generatormodul verfügt über zwei trafosymmetrierte Ausgänge, die auf jeweils einen XLR-Steckverbinder und ein Bananenbuchsenpaar auf der

Frontplatte aufgelegt sind. Jeder der beiden Ausgänge kann softwaregesteuert ein- und aus- sowie von erdfrei symmetrischen auf unsymmetrischen Betrieb umgeschaltet werden.

Auf der Rückseite der Systemeinheit findet man Synchron- und Monitorausgänge sowie einen Triggereingang des Generatormoduls in Form von drei BNC-Buchsen (Bild 1 unten).

Das Analysatormodul verfügt über zwei elektronisch symmetrierte Eingangskanäle sowie über einen zusätzlichen Eingang (AUX) in Form einer BNC-Buchse. Unterhalb der Analysatoreingänge findet man drei Monitorausgänge, die es zum Beispiel erlauben, mit einem Oszilloskop die an Kanal A, Kanal B und am Eingang der eigentlichen Meßeinheit (Reading) anliegenden Signale zu überwachen. Daneben finden sich zwei weitere BNC-Buchsen, über die zusätzlich zu

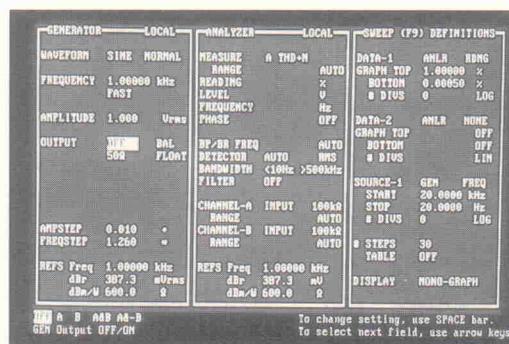


Bild 2: Softpanels des Audio Precision System One, Default-Einstellung: Generator-, Analysator- und Sweep-Definition-Panel.

den internen Filtermodulen externe Filter eingeschleift werden können.

Außer dem Netzschalter ist auf der gesamten Frontplatte kein Bedienungselement zu finden, da der Rechner das System One komplett fernsteuert. Die Software – insgesamt vier Disketten – liegt dem Gerät bei. Die Installation bereitet keine Probleme, da nur ein einziges Programm mit einigen Konfigurationsfiles die Steuerung übernimmt. Der Rest des Lieferumfangs besteht im wesentlichen aus Konfigurations- und Datenfiles für vordefinierte Setups und Prozeduren. Diese erlauben dem Anwender, die Leistungsfähigkeit des Systems zu überprüfen, und geben ihm fertige Systemkonfigurationen für typische Meßaufgaben an die Hand.

Bedienung auch über Maus möglich

Innerhalb des Steuerprogramms erfolgt die Bedienung des System One menügesteuert, wobei zur Anwahl der Menüpunkte auch eine Maus benutzt werden kann. Die Menüpunkte, die zunächst am häufigsten benutzt werden, sind 'Panel', 'Run' sowie 'Load' und 'Save'. Unter dem Menüpunkt 'Panel' kann das System One für eine Messung konfiguriert werden. Dabei werden alle 'Bedienungselemente' des Gerätes, wie die Bezeichnung schon vermuten läßt, auf dem Bildschirm auf einem virtuellen Bedienfeld (SoftPanel) dargestellt. Da es bei einem voll ausgebauten System One mehr Parameter gibt, als sich sinnvoll auf einer Bildschirmseite darstellen lassen, liegen mehrere Panelebenen übereinander und können nach Bedarf an die Oberfläche geholt werden.

In der Defaultkonfiguration liegen die wohl meist benutzten Panels für die Einstellung des Generators und des Analysators

sowie der Sweep-Definition an der Oberfläche (Bild 2). Jedes Panel auf dem Bildschirm zeigt die aktuelle Konfiguration des zugehörigen Moduls sowie, zum Beispiel beim Analysatorpanel, kontinuierlich die gerade ermittelten Meßwerte an. Um Einstellungen zu verändern, wird der entsprechende Parameter mit Hilfe der Maus oder der Cursortasten angefahren. Am unteren Bildschirmrand erscheint eine Liste der jeweils wählbaren Optionen, die durch Drücken der Space-Taste aktiviert und mit einem Return in die Einstellung übernommen werden kann.

Dabei kann unterschieden werden zwischen Parametern, die eine Veränderung der Einstellung des jeweiligen Moduls bewirken, und solchen, die lediglich das Anzeigeformat beeinflussen. Im ersten Fall kann es sich um die Auswahl des Anregungssignals handeln, das das Generatormodul erzeugt, während im zweiten Fall zum Beispiel die Einheit für die Anzeige der dargestellten Größe gewählt wird.

In letzterem Fall würde man auswählen können, ob der Generatorpegel in V, dBu oder auch in W, bezogen auf eine einstellbare Impedanz, eingestellt wird. Bei Wechsel der Anzeigeeinheit wird dann lediglich der eingestellte Wert in die neue Einheit umgerechnet. Der Generatorpegel selbst verändert sich dadurch nicht. Diese Eigenschaft dient zuletzt dazu, eine Überlastung des Meßobjekts durch Überspannungen zu verhindern.

Für den Fall einer plötzlich auftretenden Überlastung, zum Beispiel bei Fehleinstellung des Generators, besitzt die Funktionstaste F1 eine 'Not-Aus'-Funktion, die den Generator sofort komplett abschaltet.

Typischerweise wird das System One in seiner Grundkonfiguration ähnlich wie ein Pegelschreiber mit stark erweiterter Funktionalität betrieben. Das Generatormodul erzeugt ein Testsignal – zum Beispiel einen Sinus –, das dem Testobjekt zugeführt wird. Das Analysatormodul ermittelt aus dem Ausgangssignal des Testobjektes, eventuell unter Zwischenschaltung von Filtern, den gewünschten Meßwert (Pegel, Phase, Klirrfaktor etc.) und bringt ihn auf dem Panel zur

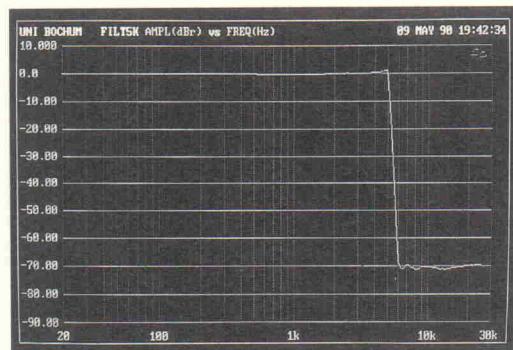


Bild 3: Messung des Amplitudenfrequenzgangs eines steilflankigen Tiefpaßfilters ($f_g = 5 \text{ kHz}$).

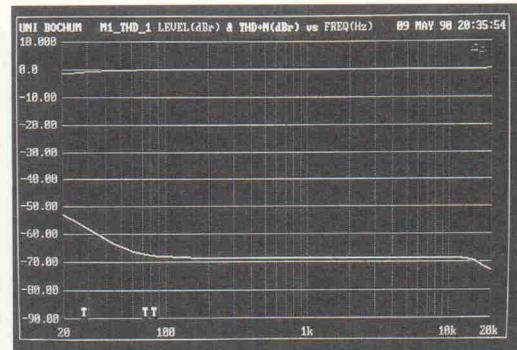


Bild 4: Messung des Amplitudenfrequenzgangs und der harmonischen Verzerrungen an einem hochwertigen Mikrofonvorverstärker.

Anzeige. Dabei enthält das Analysatormodul vier unabhängige Meßgeräte für die Größen Pegel, Frequenz und Phase sowie eine weitere, freier wählbare Größe, THD in % oder ähnliche. Diese Messungen laufen zeitgleich ab.

Die Digitalisierung der Meßgröße übernimmt intern ein 16-Bit-A/D-Wandler. Dieser begrenzt zunächst die nutzbare Dynamik des Systems auf circa 90 dB. Dem A/D-Wandler ist zusätzlich ein Meßverstärker vorgeschaltet, der die Verstärkung automatisch so wählt, daß der Wandler optimal ausgesteuert ist, es sei denn, der Meßbereich wird via Panel fest ange wählt. Diese Vorgehensweise erweitert bei guter Qualität des Meßverstärkers den Dynamikbereich des Meßsystems erheblich (ca. 170 dB). Systemintern muß nur dafür gesorgt werden, daß die eigentliche Messung erst dann gestartet wird, wenn der Autoranging-Prozeß beendet ist.

Individuelle Sweep-Messungen sind möglich

Um die gewünschte Meßgröße in Abhängigkeit eines Parameters des Eingangssignals zu messen, muß ein sogenannter Sweep definiert werden. In der vom klassischen Pegelschreiber bekannten Form wird beispielsweise der Ausgangspegel des Testobjektes als Funktion der Frequenz des Anregungssignals ermittelt. Zu diesem Zweck wird dem System One im Sweep-Definition-Panel (Bild 2) mitgeteilt, welches der zu verändernde Parameter des vom Generator erzeugten Testsignals sein soll sowie in wel-

cher Form und welchen Grenzen er variiert werden soll.

Die Sweepvariable wird bei einer Messung nicht kontinuierlich, sondern in diskreten Schritten variiert. Das System One erzeugt bei jedem Schritt zunächst das Testsignal für den neuen Wert der Sweepvariablen und nimmt anschließend eine Messung vor. Im Sweep-Definition-Panel können sowohl die Anzahl der Schritte als auch die Grenzen des Sweep angegeben werden.

Alternativ besteht die Möglichkeit, einen sogenannten Tabelle-Sweep durchzuführen, bei dem der Wert der Sweepvariablen einer vorher erzeugten Tabelle entnommen wird. Ein Tabelle-Sweep ist dann von Nutzen, wenn die Schrittweite für die Sweepvariable während des Sweep variiert werden soll. Dies ist zum Beispiel für die Messung der Übertragungsfunktion eines sehr steilflankigen Filters von Nutzen, um in der Umgebung der Eckfrequenz die Dichte der Meßpunkte zu erhöhen. Als Meßergebnis erhält man eine höhere Auflösung der Filterflanke. Bei jedem Sweep können maximal zwei abhängige Variablen beziehungsweise Meßgrößen gemessen und in einem Diagramm gegen die unabhängige Variable aufgetragen werden.

Die Bestimmung eines jeden Meßwertes wird über einen speziellen Bewertungsalgorithmus ermittelt. Dann untersucht man, ob die Standardabweichung dieser Proben die gewählte Meßgenauigkeit nicht überschreitet. Ist das der Fall, wird weitergemessen, bis die oben genannten Bedingungen erfüllt sind. Den Meßwert betrachtet man dann als gültig

und geht zum nächsten Meßpunkt über.

Bei stark schwankenden Signalen, zum Beispiel bei Messungen im Bereich sehr tiefer Frequenzen, kann eine hohe Meßgenauigkeit nur durch extrem lange Mittelungszeiten erreicht werden. In diesem Fall gibt es nach einer vorgegebenen Zeit einen Timeout. Der aktuell ermittelte Wert wird dann zwar ausgegeben, im Diagramm aber mit einem 'T' markiert, um hervorzuheben, daß dieser Meßwert nicht nach den entsprechenden Vorgaben für die Meßgenauigkeit ermittelt worden ist.

Der Befehl 'SAVE/TEST' dient nach Beendigung des Sweep dazu, die gemessenen Daten inklusive des kompletten Setups des Meßsystems für die spätere Auswertung abzuspeichern.

Beispielsoftware mit Standardkonfigurationen

An dieser Stelle ist interessant, daß neben der Betriebssoftware auch eine Reihe von Beispieldaten mit beiliegen, die eine umfangreiche Bibliothek von Standardkonfigurationen bereitstellen und so Fehler bei der Einstellung des Systems verhindern helfen.

Mit dem uns zur Verfügung gestellten System wurden Messungen an einem steilflankigen Anti-Aliasing-Filter sowie an einem hochwertigen Mikrofonvorverstärker durchgeführt (Bild 3). Die Ergebnisse der Messung des Filterfrequenzgangs zeigen, daß dem System One sowohl die hohe Dynamik des Amplitudenfrequenzgangs als auch die Auflösung der rela-

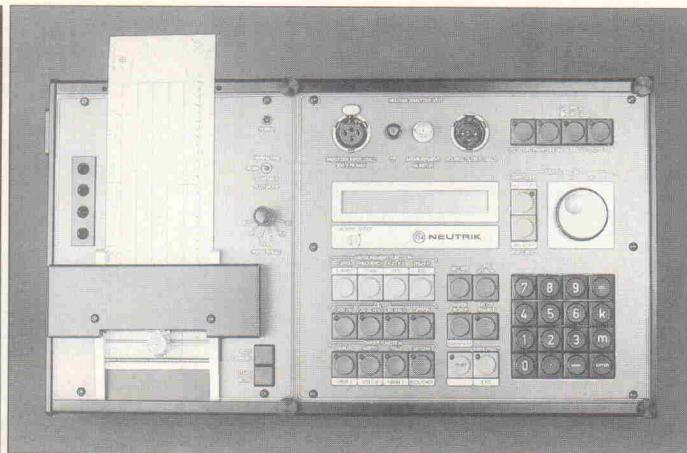


Bild 5: Neutrik Analyzer 3337 mit Mainframe 3302.

tiv steilen Filterflanke keine Probleme bereitet. Auch die mit durchschnittlich -70 dB – bezogen auf den Grundton – sehr geringen Verzerrungswerte (THD+N) des Mikrofonvorverstärkers können noch angemessen werden (Bild 4).

Neben den im Rahmen dieses Tests durchgeführten, relativ einfachen Messungen bietet das System One eine Vielzahl weiterer Meßmöglichkeiten, die an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden können. Zum Beispiel besteht die Möglichkeit, in einer Metasprache Prozeduren zu schreiben, die komplexe Meßabläufe definieren, um automatisierte Meßreihen durchzuführen. Diese Prozeduren können auch im Rahmen einer Trainingsphase definiert werden, in der das System einfach eine Sequenz von Bedienungsoperationen speichert und als Prozedurdefinition abspeichert.

Digitales-Signal-Prozessor-Modul

Eine der interessantesten Erweiterungen des Audio Precision System One ist das sogenannte DSP-Modul. Dieses Modul enthält je nach Ausführung zwei oder drei Signalprozessoren der Motorola-56 000er-Serie sowie 16-Bit-A/D- und D/A-Wandler, um auch analoge Signale verarbeiten zu können. Die eigentliche Flexibilität des DSP-Moduls beruht aber auf der zusätzlichen Verfügbarkeit von digitalen Ein- und Ausgängen. Zum einen stehen die Standard-AES/EBU- sowie SPDIF-(Sony Philips Digital Interface) Digitalein- und Ausgänge zur Verfügung, die es erlauben,

DAT-Recorder, PCM-Adapter und professionelle Digitalmaschinen anzuschließen. Zum anderen verfügt das DSP-Modul über parallele und serielle Mehrzweck-Ein- und -Ausgänge, die es erlauben, die meisten gängigen A/D- und D/A-Wandler, auch neuere Typen mit serieller Datenübertragung, direkt an das System One anzuschließen.

Diese vielfältigen Anschlußmöglichkeiten ermöglichen die verschiedensten Messungen. Zum Beispiel ist man bei der Aufnahme von Meßwerten nicht auf rein analoge Signale angewiesen; es sind ebenso alle Mischformen denkbar wie beim Ausmessen der Anti-Aliasing-Filter in einem DAT-Recorder, also eines Testobjektes mit analogem Ein- und digitalem Ausgang, oder eines Digitalfilters mit rein digitalen Ein- und Ausgängen.

Diese Fähigkeiten zur Messung sowohl im Digital- als auch im Analogbereich haben dem neuen Audio Precision System One die Typenbezeichnung Dual Domain eingebracht und sind in dieser Form noch einzigartig auf dem Meßgerätemarkt.

Die Meßmöglichkeiten mit dem DSP-Modul selbst hängen praktisch ausschließlich von den Programmen ab, die in den Signalprozessor geladen werden. Derzeit stehen Programme zur FFT-Analyse und harmonischen Analyse sowie spezielle Software für die Entwicklung von und Fehlersuche in digitalen Audioschaltungen zur Verfügung, auf die an dieser Stelle nicht im Detail eingegangen werden kann.

Grundsätzlich steht einer Erweiterung der Meßmöglichkeiten wenig im Wege, solange das vorhandene Hardwarekonzept dafür ausreicht. Dies dürfte allerdings für die Mehrzahl der heute bekannten Audio-Meßverfahren zutreffen, so daß die Verfügbarkeit weiterer Software vermutlich eher von der Nachfrage des Marktes abhängt.

Neutrik Analyzer 3337

Obwohl der äußerliche Eindruck durchaus verschieden ist, ähneln sich der Neutrik Analyzer 3337 und das Audio Precision System One mehr, als man auf den ersten Blick annimmt [1].

Zunächst einmal ist der Analyzer 3337 Bestandteil des bekannten modularen Pegelschreibersystems von Neutrik und stellt somit a priori für all diejenigen eine interessante Erweiterung dar, die das Pegelschreibermodul ohnehin schon besitzen. Ohne dieses Schreibermodul, aus dem er auch seine Stromversorgung bezieht, ist der Analyzer nicht betriebsfähig und verfügt insbesondere über keine Ausgabemöglichkeit für Meßdaten. Jedoch bildet der Analyzer zusammen mit dem Schreibermodul eine kompakte, kleine Einheit, die speziell denjenigen entgegenkommt, die ohnehin lieber mit einem Pegelschreiber arbeiten (Bild 5).

Die Bedienungselemente und Anschlußbuchsen des Analyzers sind übersichtlich angeordnet. Der Ausgang des Generatorteils und der Eingang des Meßverstärkers sind jeweils auf XLR-Verbinder gelegt. Zusätzlich gibt es einen Monitorausgang für den Generator in Form einer BNC-Buchse, an den man beispielsweise ein Oszilloskop anschließen kann.

Der Analyzer 3337 verfügt über ein eingebautes LC-Display mit einem Anzeigenformat von 2×24 alphanumerischen Zeichen. Die Umschaltung des Displays in die Bargraph-Betriebsart erlaubt es, für Übersichtsmessungen die ungefähre Größe des Meßwertes abzulesen, ohne Schreiberpapier zu verschwenden. Der genaue Wert der gerade gewählten Meßgröße wird zudem im Display angezeigt, so daß beispielsweise Eckfrequenzen von Filtern sehr genau von Hand angefahren und gemessen werden können.

Ein Softwheel sorgt für eine komfortable Bedienung

Die manuelle Einstellung von Parametern erfolgt beim Neutrik Analyzer 3337 entweder durch direkte numerische Eingabe des Wertes über das numerische Tastenfeld oder aber mit Hilfe des sogenannten Softwheels. Diese Art der Parametereingabe erfreut sich bei digital gesteuerten Geräten aller Art zunehmender Beliebtheit. Es handelt sich dabei um ein Rad – oft mit einer angekoppelten Schwungmasse –, das einen Inkrementalgeber betreibt. Dieser besitzt keinen Anschlag und kann daher über beliebig viele Umdrehungen betätigt werden.

Die nachgeschaltete Auswertelektronik zählt nicht nur die eingehenden Impulse und wer-

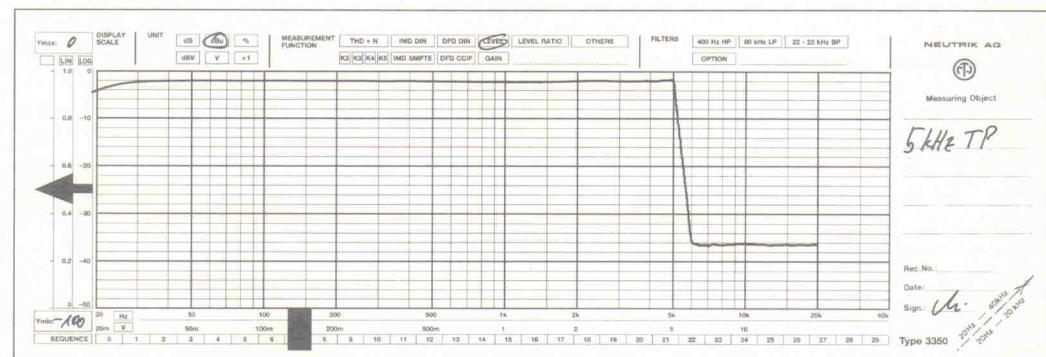


Bild 6: Typischer Neutrik-Pegelschrieb am Beispiel eines steilflankigen Tiefpaßfilters.

tet die Drehrichtung aus, sondern arbeitet oft ähnlich wie moderne dynamische Maustreiber, die auch die Drehgeschwindigkeit mit in die Auswertung einbeziehen. Wird das Rad schnell gedreht oder sogar angeworfen, ändert sich der einzustellende Parameter überproportional stark. Dieses Verfahren erlaubt es, mit einem einzigen Bedienungselement einen Parameter sowohl über einen weiten Bereich als auch mit großer Präzision einzustellen. Mit einer Reihe von Tasten, die zum Teil auch doppelt belegt sind, kann der Parameter ausgewählt werden, der über das Tastenfeld oder mit dem Softwheel eingestellt werden soll.

Ein weiteres Tastenfeld dient zur Anwahl des Meßmodus, in dem der 3337 arbeiten soll. Direkt angewählt werden hier die Funktionen Pegel, Frequenz, zweite bis fünfte Harmonische, THD+N, Pegelverhältnis, Gain, Differenztonverzerrungen nach DIN und CCIR sowie Intermodulationsverzerrungen nach DIN und SMPTE. Mit weiteren Tasten kann die Art des gewünschten Sweep sowie die Einschleifung von Filtern in den Signalweg angewählt werden. Neben Bandbegrenzungstief- und -hochpässen kann hier auch ein als externes Modul erhältlicher Mitlauffilter eingeschleift werden. An Standard-Sweeps stehen neben manueller und dem normalen Frequenz-Sweep auch ein Amplituden- und ein extern gesteuerter Sweep zur Auswahl.

Dazu können insgesamt drei benutzerdefinierte Sweeps auf weitere Funktionstasten gelegt und bei Bedarf schnell abgerufen werden. Die Definition von Sweeps sowie die Einstellung einer Reihe von Systemparametern erfolgt durch Aufruf der menügestützten Bedienung des Analyzers. Die Interaktion mit dem Benutzer erfolgt über das eingebaute LC-Display. Dabei ist das Handbuch eine große Hilfe, da auf dem Display nicht mehr als vier Menüpunkte Platz finden und die Menühierarchie entsprechend komplex ist.

Der Neutrik Analyzer 3337 bietet neben den Funktionen eines konventionellen Pegelschreibers (Bild 6) die Möglichkeit der Verzerrungsmessung sowie der Durchführung von Amplituden- und Tabellen-Sweep. Dabei geht das Gerät in ähnli-

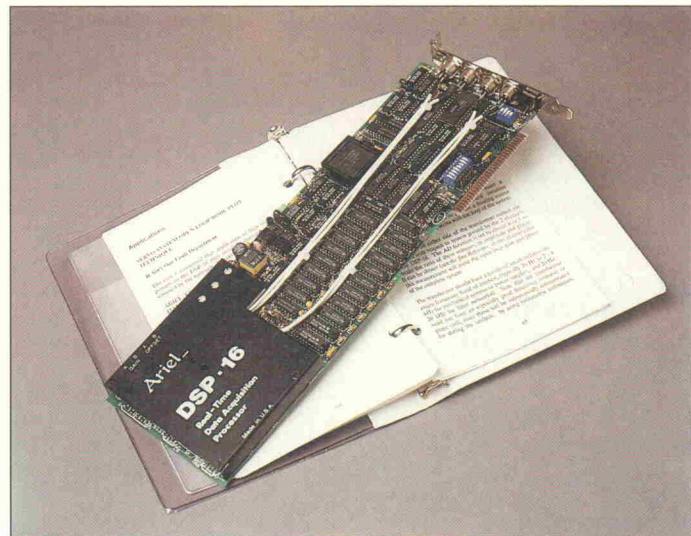


Bild 7: Ariel-DSP-16 + -Signalprozessor- und Wandlertkarte für das SysId-System.

cher Weise vor wie das System One von Audio Precision. Der Generatorteil des Analyzers kann verschiedene Formen von Testsignalen, in der Regel Sinustöne oder Sinusbursts, erzeugen und abhängig von der Sweep-Definition deren Frequenz, Amplitude oder andere Parameter variieren.

100 dB Meßdynamik

Der Analysatorteil des Gerätes stellt zunächst in einem Autoranging-Prozeß die Empfindlichkeit des Meßverstärkers optimal ein, mißt dann die gewünschte Größe am Ausgang des Testobjektes und stellt diese mit Hilfe des Schreibermoduls grafisch dar.

Der eigentliche Meßvorgang wird wie gewohnt mit der Start-Taste am Schreibermodul ausgelöst. Der Verlauf des Sweep ist zunächst ein wenig ungewohnt, da der Analyzer 3337 ähnlich wie der des Audio Precision System One erst eine Messung komplett – eventuell auch inklusive Autoranging – durchführt, ehe die nächste Messung gestartet wird. Dies kann, besonders bei stark schwankenden Meßwerten, zu einem ungleichmäßig schnellen Papiervorschub kommen. Das Ergebnis der Messung wird dadurch natürlich nicht beeinflußt.

Sollte der Wertebereich der Meßgröße ungünstig über die Papierbreite verteilt sein, so kann der Skalenbereich des Schreibers entsprechend angepaßt werden, ohne daß bei-

spielsweise die Verstärkung des Meßverstärkers geändert werden muß. Der Neutrik Analyzer 3337 weist übrigens einen maximalen Skalenumfang von stattlichen 100 dB auf, der nur dank der Autoranging-Fähigkeit des Meßverstärkers voll genutzt werden kann.

Ariel SysId

Das Ariel-SysId-System benutzt ein ähnlich flexibles Hardware-Konzept wie das Audio-Precision-DSP-Modul. Hardwareseitig besteht SysId aus einem Ariel-DSP-16+ -Signalprozessorboard in Form einer langen 8-Bit-Steckkarte, die für den Betrieb in einem AT-Steckplatz vorgesehen ist (Bild 7).

Dieses Board wird nicht als Bestandteil eines Meßsystems gefertigt, sondern gehört zum Standardprogramm der Firma Ariel, die Signalprozessorboards für verschiedene (auch OEM-)Anwendungen anbietet. Kernstück des DSP-16+ -Boards ist ein TMS-320-C-25-Signalprozessor mit eigenem schnellem Programmspeicher, in den vom Hostrechner Programme geladen und vom Signalprozessor unabhängig von der Host-CPU ausgeführt werden.

Analogseitig ist das DSP-16+ -Board komplett zweikanalig ausgelegt. Es stehen zwei symmetrische Eingänge und zwei unsymmetrische Ausgänge zur Verfügung, die auf Mini-XLR-Verbinder auf dem Montageblech der Steckkarte gelegt sind. Die A/D- und D/A-Wand-

lung wird auf der Karte mit jeweils 16 Bit Genauigkeit durchgeführt, wobei pro Kanal Abtastraten bis zu 50 kHz möglich sind. Die Anti-Aliasing-Filter auf der Karte sind für diese maximale Abtastfrequenz ausgelegt, so daß sich eine Meßbandbreite von etwas über 20 kHz ergibt. Soll mit anderen Abtastfrequenzen gearbeitet werden, so muß der Benutzer selbst für die notwendige Bandbegrenzung des Eingangssignals sorgen. Reicht die Qualität der eingebauten Filter nicht aus, so ist ein Satz höherwertiger Filter als Option beziehungsweise Upgrade von Ariel erhältlich.

Die Verstärkung der beiden Eingangskanäle ist auch im eingebauten Zustand mit Hilfe von Trimmern einstellbar. Leider läßt sie sich nicht wie bei den obigen Systemen softwaremäßig verändern oder umschalten. Auf der Seite des Host-Rechners, also einem PC/AT, ist an Hardware neben mindestens 448 KByte Speicherplatz ein 80x87 oder kompatibler Coprozessor für den Betrieb von SysId notwendig.

Zum Audio-Meßsystem wird dieses System aber erst durch die passende Software. Diese wird von Ariel in Form des Programm Paketes SysId (System Identification) mitgeliefert. Diese Software versetzt den Benutzer in die Lage, Impulsantworten, Übertragungsfunktionen, harmonische Verzerrungen, Intermodulationsverzerrungen und Geräuschmessungen an verschiedenen Systemen durchzuführen.

Hinzu kommt ein entsprechendes Dateiformat für die Sicherung von Meßdaten. Damit ist auch eine Schnittstelle zu dem bekannten Programm Paket MatLab geschaffen, mit dem Meßdaten in der vom Benutzer gewünschten Weise weiterverarbeitet werden können, falls die von SysId gebotenen Möglichkeiten nicht ausreichen sollten. Für diese Anwendungen sind einige Demoprogramme bereits im Lieferumfang enthalten, so daß hier der Einstieg leicht fällt. Das Programm Paket MatLab muß natürlich separat erworben werden.

Spezialstecker gehören zum Lieferumfang

Zusammen mit der Betriebssoftware und der Prozessorkar-

te wird ein Handbuch geliefert, das die Installation der Signalprozessorkarte und der Betriebsssoftware sowie die Überprüfung der korrekten Funktion aller Komponenten beschreibt. Es ist herstellerseitig auch daran gedacht worden, einige Mini-XLR-Stecker sowie ein kurzes Kabel für die Verbindung der Ein- und Ausgänge im Rahmen des Funktionstests beizulegen, da diese im normalen Elektronikfachhandel eher selten angeboten werden.

SysId selbst ist, wie der Name schon sagt, ein Programm zur Systemidentifizierung, das ursprünglich bei AT&T Bell Laboratories entwickelt wurde und von Ariel für den Betrieb auf dem DSP-16+-Signalprozessorboard in Lizenz vertrieben wird. Das Meßverfahren, das von SysId verwendet wird, um die Übertragungsfunktion des Systems zu bestimmen, ist vom Prinzip her relativ einfach:

Der Signalprozessor erzeugt ein breitbandiges Testsignal in Form eines kurzen Sinuswurfs, einen sogenannten Chirp. Dieser Chirp hat gegenüber anderen breitbandigen Signalen wie Impulsen oder Rauschen einen sehr geringen Crest-Faktor, ist also wenig impulsartig. Bei gegebenen Aussteuerungsgrenzen der Wandler sowie des zu messenden Systems kann so das Testsignal maximale Energie enthalten und mithin den Abstand zur Energie von Störsignalen, Lärm et cetera vergrößern.

Dieses Testsignal wird vom Meßsystem periodisch ausgegeben, wobei eine Analyse immer genau über die Länge des Testsignals durchgeführt wird. Dies stellt sicher, daß bei jeder Messung das Testobjekt auch wirklich mit allen Frequenzen angeregt wird. In der ersten Analyseperiode wird das Testsignal mit maximaler Amplitude erzeugt. Die nächste Analyseperiode dient als Wartezeit, um sicherzustellen, daß sich das Testsystem im eingeschwungenen Zustand befindet.

Danach beginnt der Signalprozessor, das Ausgangssignal des Testsystems aufzunehmen und über eine vorgebbare Anzahl von Analyseperioden zu mitteln. Diese Mittelung findet im Zeitbereich statt und muß immer synchron zum Testsignal über ganze Analyseperioden erfolgen. Da der Signalprozessor A/D- und D/A-Wandler kon-

trollieren kann, ist diese Bedingung erfüllt. Dann ergibt sich eine theoretische Verbesserung des Signal/Rauschabstandes um 3 dB pro Verdopplung der Anzahl gemittelter Meßperioden, wenn es sich beim Störgeräusch um unkorreliertes Rauschen handelt.

DSP erlaubt eine schnelle Arbeitsweise

Der große Vorteil des Ariel-Systems liegt nun darin, daß der eigentliche Mittelungsprozeß durch die schnelle Arbeitsweise des Signalprozessors nur außerordentlich wenig Zeit in Anspruch nimmt. Die Dauer einer Messung ergibt sich im wesentlichen aus der Länge der Analyseperiode und der Anzahl der Mittelungen. Auf diese Weise kann man durchaus auch im Standardbetrieb mit 100 Mittelungen arbeiten, ohne daß sich untragbar lange Meßzeiten ergeben. Als Default sind aller-

dings 20 Mittelungen eingestellt.

Nach Abschluß der eigentlichen Messung wird eine Fouriertransformation sowohl auf die gemittelten Daten im Speicher als auch auf die bekannte Anregungsfunktion, den Chirp, angewandt und der Quotient der Ergebnisse gebildet. Das Ergebnis dieser Division ist die komplexe Übertragungsfunktion des Testsystems.

Sowohl die schnellen Fouriertransformationen (FFTs) als auch die anschließenden Berechnungen werden nach Übertragung der Rohdaten in den Hostrechner dort unter Zuhilfenahme des Coprozessors durchgeführt. Die Übertragungsfunktion des Testsystems kann nach Betrag und Phase wahlweise auf linearen oder logarithmischen Skalen aufgetragen werden. Als Default-Einstellung wird die doppelt-logarithmische Darstellung für den Betrag der Übertragungsfunktion benutzt (Bild 8).

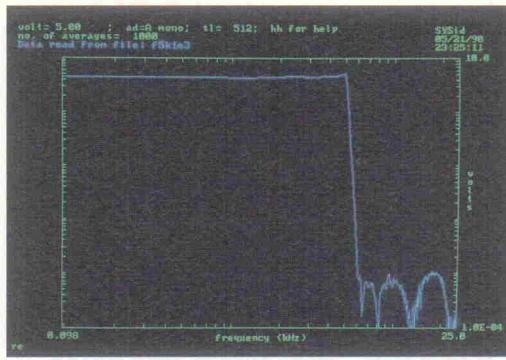


Bild 8:
Ariel SysId:
Ergebnis der
Messung
einer
Tiefpaßüber-
tragungs-
funktion.
Dynamik-
umfang der
Anzeige:
100 dB.

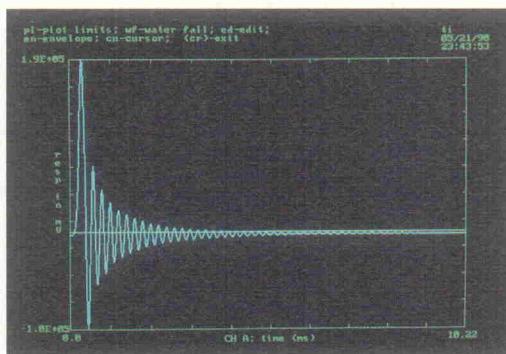


Bild 9:
Ariel SysId:
Impuls-
antwort des
Tiefpaß-
filters aus
derselben
Messung.

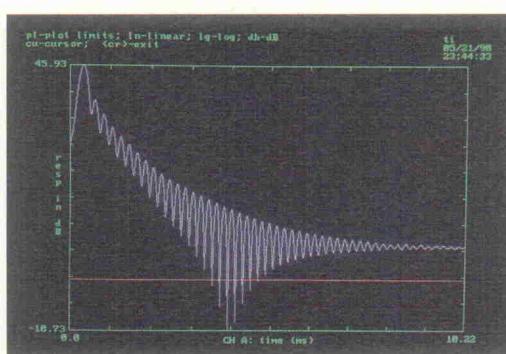


Bild 10:
Ariel SysId:
Aus der
Impuls-
antwort
berechnete
ETC des
Tiefpaß-
filters.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Meßergebnisse in Drittelnoktaven (Terzen) zusammenzufassen. Die Analyse ähnelt dann der Messung mit einem Terzanalyseator. SysId kompensiert in dieser Betriebsart den Pegelanstieg des Anregungssignals von 3 dB/Oktave. Da es sich beim Ariel-System um ein zweikanaliges System handelt, können auch Summe und Differenz der beiden Eingangskanäle gebildet werden.

Der Phasengang des Testsystems wird normalerweise direkt aufgetragen. Bei der Darstellung als 'unwrapped' Phase entfallen die bei einer Skala von -180° bis $+180^\circ$ entstehenden scheinbaren Phasensprünge. In der Grafikausgabe wird der Phasengang dann stetig dargestellt und kann auch über Vielfache von 360° variieren, ohne Mehrdeutigkeiten in der Darstellung zu erzeugen.

Ist man mehr am Zeitverhalten des Systems interessiert, so erlaubt die Fourier-Rücktransformation die Berechnung und Darstellung der Impulsantwort des Systems (Bild 9) aus der komplexen Übertragungsfunktion. SysId erlaubt eine Weiterverarbeitung dieser Impulsantwort zum Beispiel in Form der sogenannten ETC (Energy Time Curve), die bei akustischen Messungen oft leichter interpretierbare Ergebnisse liefert (Bild 10). Die Benutzung der ETC geht von der Überlegung aus, daß man mit einem Mikrofon nur Schalldrücke und mithin nur den Druckanteil der Impulsantwort beispielsweise eines Lautsprechers messen kann.

Berechnung der ETC von akustischen Ereignissen

In einer Schallwelle wird Energie aber nicht nur als potentielle Energie in Form einer Kompression des Mediums transportiert, sondern auch in Form von kinetischer Energie. Sie hängt mit der Schallteilchenschnelle zusammen. Glücklicherweise gehorcht die Umwandlung von potentieller in kinetische Energie in einer Schallwelle bestimmten physikalischen Gesetzmäßigkeiten, vorausgesetzt, das Testsystem und das Medium verhalten sich kausal. Da dies bei realen Systemen praktisch immer der Fall ist, kann der unbekannte Imaginärteil der

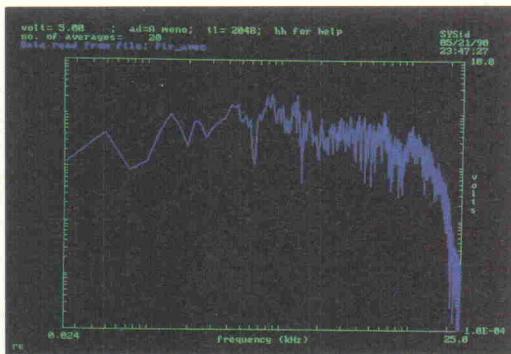


Bild 11:
Ariel SysId:
Messung
einer
akustischen
Übertra-
gungs-
strecke mit
Boden-
reflexion.

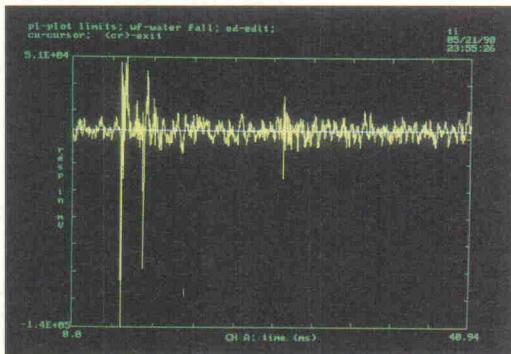


Bild 12:
Ariel SysId:
Impuls-
antwort,
berechnet
aus der
Messung
einer
akustischen
Übertra-
gungs-
strecke.

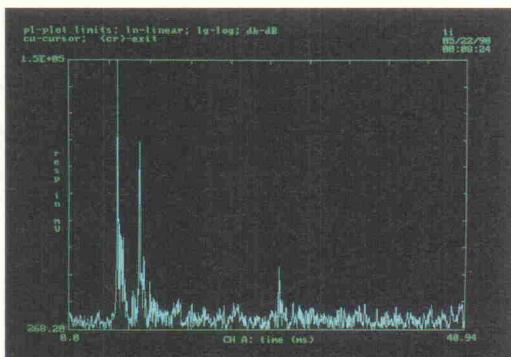


Bild 13:
Linear
skalierte
ETC der
akustischen
Übertra-
gungs-
strecke mit
unbedämpf-
ter Boden-
reflexion.

Impulsantwort mit Hilfe der Hilberttransformation auf recht einfache Weise bestimmt werden. Die ETC ergibt sich dann aus dem Betrag beziehungsweise der Hüllkurve des so berechneten sogenannten analytischen Signals.

Im Zusammenhang mit der Im-

pulsantwort des Testsystems muß eine wichtige Randbedingung erwähnt werden, die bei der Benutzung von SysId beachtet werden muß. Die maximale Länge einer Impulsantwort, die von SysId gemessen beziehungsweise verarbeitet werden kann, ergibt sich aus der Abtastrate des A/D-

Wandlers und der maximalen Analysezeit der zur Berechnung benutzten FFT. Beim gegenwärtigen Release von SysId beträgt die maximale Länge einer FFT 4096 Punkte. Analysiert man das System mit der maximalen Abtastrate von 50 kHz, so ergibt sich die maximale Länge der Impulsantwort zu:

$$(4096 - 1) / 50 \text{ kHz} = 81,9 \text{ ms}$$

Sollte die Impulsantwort des Testsystems länger sein, so werden sich die Systemantworten bei der Messung überlappen. Es entsteht ein Meßfehler, der um so größer ist, je mehr Energie in der Impulsantwort nach der oben berechneten Zeit noch enthalten ist. Man spricht hier vom Effekt des sogenannten Time-Aliasing.

Diese Begrenzung hat jedoch Auswirkungen auf die Art der Systeme, die mit SysId analysiert werden können. Bei elektronischen Systemen, wie zum Beispiel Filterschaltungen, und auch bei Lautsprechern ist im Audiofrequenzbereich in der Regel nicht mit längeren Impulsantworten zu rechnen. Eine Ausnahme bilden nur Systeme mit extrem hoher Güte.

Für raumakustische Untersuchungen gilt das nicht. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall verglichen mit der von elektrischen Wellen geradezu lächerlich klein ist, können bei der Messung von Impulsantworten in Räumen ohne weiteres Längen im Sekundenbereich auftreten. Ein recht gutes Maß dafür bietet die Nachhallzeit des Raumes, die bei dem üblicherweise untersuchten Pegelumfang von 60 dB der Länge der Impulsantwort entspricht.

Ein noch verhältnismäßig trockener Raum hat eine Nachhallzeit von etwa 0,7 s. Bei größeren Räumen, Konzertsälen und Mehrzweckhallen liegt die Nachhallzeit frequenzabhängig im Bereich 1,5...4 s. Solche Räume können mit SysId nicht mehr mit der vollen Bandbreite untersucht werden.

Eine Begrenzung der Bandbreite auf etwa 3 kHz, die für die Beurteilung von Sprachverständlichkeit besonders wichtige Frequenzbereiche noch erfaßt, ergäbe eine Verlängerung der Meßdauer auf 682,5 ms. Dies würde für eine Untersuchung eher trockener Räume, zum Beispiel Abhörräume von Studios, gerade noch ausreichen. Der Benutzer muß dann allerdings selbst für eine der veränderten Abtastrate an gemessenen Filterung des Eingangssignals Sorge tragen.

Die Hardware des Signalprozessorboards erlaubt im Prinzip eine Analysezeit von 32 768 Punkten. Auf diese Weise ist eine Verlängerung der Analysezeit auf 655,34 ms bei maximaler Abtastrate und auf 5,46 s bei 3 kHz Signalbandbreite möglich. Räume mit einer Nachhallzeit von bis zu 2 s könnte man dann immer noch mit einer nutzbaren Bandbreite von etwa 8 kHz untersuchen, was praktisch den gesamten Frequenzbereich abdeckt, der üblicherweise im Rahmen bau- und raumakustischer Messungen untersucht wird.

Zu diesem Zweck müßte die maximal mögliche Ordnung für eine FFT von 12 auf 15 heraufgesetzt werden, was im Rahmen eines Software-Updates durchaus denkbar wäre und angesichts der Erweiterung der

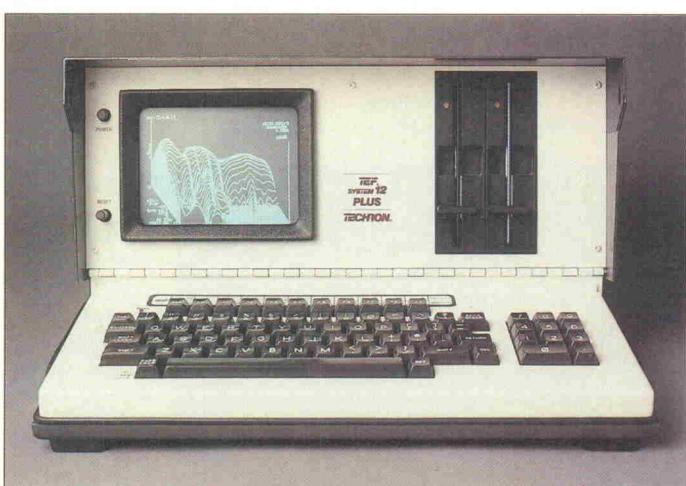


Bild 14a: Der Techron TEF 12+.

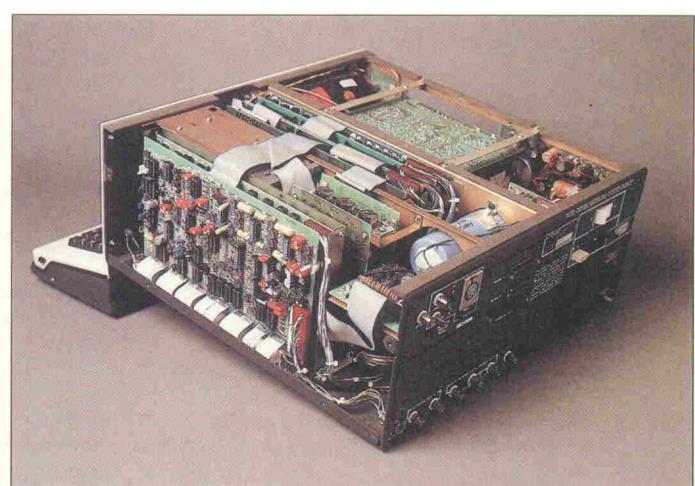


Bild 14b: Das Innenleben des Techron Tef 12+.

Einsatzmöglichkeiten empfehlenswert erscheint.

Für den Einsatz in der Lautsprecherentwicklung ist die Analysedauer sicher ausreichend. Nützlich für diesen Anwendungsbereich ist darüber hinaus die Möglichkeit, Impulsantworten nach der Messung zu editieren, beziehungsweise Teile herauszuschneiden. Wird der Lautsprecher beispielsweise in einen Raum gebracht, der nicht reflexionsarm ausgekleidet ist, wird die gemessene Impulsantwort nicht nur den Lautsprecher selbst beschreiben, sondern auch Reflexionen an den Raumwänden enthalten.

Vorausgesetzt, daß kein Time-Aliasing auftritt, der Raum also späte Reflexionen, die nach Ablauf der Analysedauer eintreffen, noch hinreichend dämpft, können die frühen Reflexionen durch Editieren der Impulsantwort entfernt werden. Für die Berechnung der Systemübertragungsfunktion aus der editierten Impulsantwort fällt dann effektiv nur noch die Impulsantwort des Lautsprechers ins Gewicht. Eine solche Messung entspricht dann einer Messung in reflexionsarmer Umgebung.

Technon TEF 12+

Der TEF 12+ der Firma Technon beziehungsweise Crown ist ein Meßgerät, über das schon viel geschrieben wurde und das sich speziell für akustische Messungen zunehmender Beliebtheit erfreut. Der einzige Grund, der einen verbreiteten Einsatz bisher verhindert hat, ist der immer noch recht hohe Preis des Systems.

Bei dem TEF 12+ handelt es sich um einen kompletten tragbaren Rechner mit eingebauter Meßelektronik (Bild 14), der in der aktuell erhältlichen Ausführung preislich in der Gegend eines gut ausgebauten Audio Precision System One liegt und somit eigentlich aus den Preisgrenzen dieses Tests herausfällt. Für den Herbst dieses Jahres ist aber ein Nachfolgemodell, der TEF 20, angekündigt, der etwa für ein Drittel des gegenwärtigen Preises zu haben sein wird.

Beim TEF 20 ist das Gerätekonzept komplett überarbeitet worden. Es handelt sich hier um eine 1 HE hohe 19"-Einheit, die für den Anschluß an einen PC/AT oder einen Apple

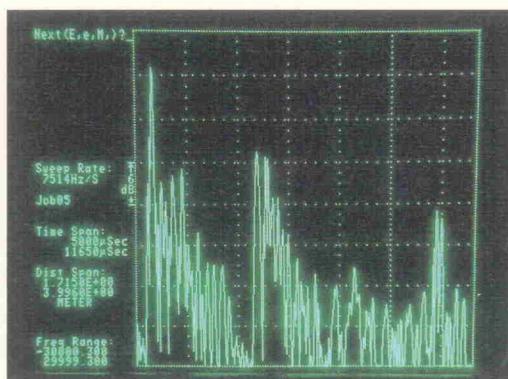


Bild 15:
TEF 12+ :
Typische
ETC-
Darstellung;
links Direkt-
schall, in
Bildmitte
erste
Reflexion
vom Boden.

Macintosh vorgesehen ist. Das Meßverfahren bleibt gleich, während die Meßelektronik komplett überarbeitet worden ist, um in dem kleinen Gehäuse Platz zu finden.

Softwareseitig ist zu hoffen, daß nicht nur die Programme für die grundlegenden Meßverfahren portiert werden, sondern auch die zahlreichen Utilities, die für den TEF 12 zur Verfügung stehen sowie im Laufe vieler Jahre von TEF-Benutzern beigesteuert worden sind. Bei dem Meßverfahren, das im TEF 12+ realisiert ist, handelt es sich um die sogenannte Time Delay Spectrometry, die von dem mittlerweile leider verstorbenen Richard Heyser entwickelt wurde.

Die Time Delay Spectrometry

basiert auf einer umfangreichen Theorie, die aus Platzgründen an dieser Stelle nicht abgehandelt werden kann. Es existiert aber bereits umfangreiche Literatur zu diesem Thema. Von der Audio Engineering Society ist beispielsweise eine Sammlung der im Journal der AES erschienenen Artikel herausgegeben worden [2]. Eine zusammenfassende Kurzbeschreibung der Time Delay Spectrometry kann in [3] nachgelesen werden. Es handelt sich bei der TDS um ein Schmalbandmeßverfahren, weshalb schon prinzipiell die Unterdrückung von Störgeräuschen besser ist als bei breitbandig arbeitenden Verfahren.

Zusätzlich wird für die Messung ein frequenzlinearer Sweep benutzt. Durch diese lineare Beziehung zwischen Momentanfrequenz des Generators und Zeitablauf seit dem Beginn des Sweep werden Verzögerungszeiten linear auf Frequenzverschiebungen abgebildet. Auf diese Weise kann mit

einem Mitlauffilter variabler Bandbreite und wählbarem Versatz der Bandmittenfrequenz zur Generatorfrequenz ein gewünschter Zeitbereich für die Analyse herausgefiltert werden.

Die Linearität dieser Abbildung ist notwendig, damit Transformationen bei der Weiterverarbeitung der Meßdaten möglich werden. Sie führt allerdings indirekt auch zu einer linearen Teilung der Frequenzachse, wie dies auch von herkömmlichen FFT-Analysatoren bekannt ist. Normalerweise bevorzugt man bei Messungen im Audiobereich logarithmische Frequenzskalen, da diese dem Tonhöhenempfinden des menschlichen Ohres angemessen sind. Für eine Reihe von Untersuchungen, wie zum Beispiel von Kammfiltereffekten in der Raumakustik, erweisen sich lineare Frequenzskalen als günstiger, da die oben genannten Effekte periodische und mithin gut erkennbare Strukturen auf einer linearen Skala erzeugen.

Selbstverständlich ist auch beim TEF die Darstellung der Frequenzskala linear und logarithmisch wählbar. Bei logarithmischer Darstellung sind lediglich die Meßwerte ungleichmäßig über den Frequenzbereich verteilt.

Die Bedienung

des TEF 12+ erfolgt programmgesteuert über die Rechnerta-

statur, so daß keinerlei herkömmliche Bedienelemente zu finden sind. In der eigentlichen interaktiven Steueroberfläche für die TDS-Messungen gibt es eine ganze Reihe veränderbarer Parameter, die direkt Einfluß auf die Genauigkeit beziehungsweise Validität des Meßergebnisses nehmen können. Deutlicher: Man muß sich schon ein wenig mit der grundlegenden Theorie der TDS beschäftigt haben, um sinnvolle Messungen durchzuführen oder die Bedeutung der verschiedenen Parameter erkennen zu können.

Dies gilt natürlich für andere Meßverfahren auch. Andersherum ist es aber gerade diese Variabilität, die die TDS zu einem so nützlichen Meßverfahren macht. Um Bedienproblemen aus dem Weg zu gehen, liefert Technon ein sehr ausführliches Benutzerhandbuch sowie bei Bedarf eine spezielle Software namens EasyTEF.

Dabei handelt es sich um eine Version der Steueroberfläche für gängige Standardmessungen, bei der bestimmte Parameter automatisch vom Programm gewählt werden. Dies schränkt zwar die Variabilität des Verfahrens ein, hilft dem Benutzer aber vor allem in der Anfangsphase, ein Gefühl für sinnvolle Parameterkombinationen zu erwerben, da die relevanten Parameter vom Programm angezeigt werden.

Typischerweise wird die Time Delay Spectrometry für akustische Messungen eingesetzt, zum Beispiel im Rahmen der Lautsprecherentwicklung oder der Analyse von akustischen Raum-eigenschaften. Die Vorgehensweise bei solchen Messungen ist eng mit dem Begriff der Energy Time Curve (ETC) verknüpft, die bereits bei der Beschreibung des Ariel-Systems vorgestellt wurde. In der Tat hat die ETC in der Audio-Meßtech-

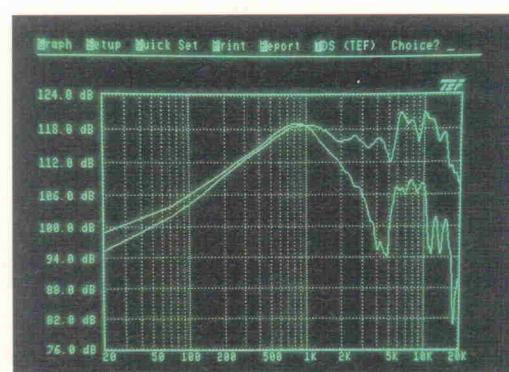


Bild 16:
TEF 12+ :
Anmessen
des Spek-
trums einer
Bodenrefle-
xion; obere
Kurve: ohne
Absorptions-
material,
untere
Kurve: mit
Absorptions-
material.

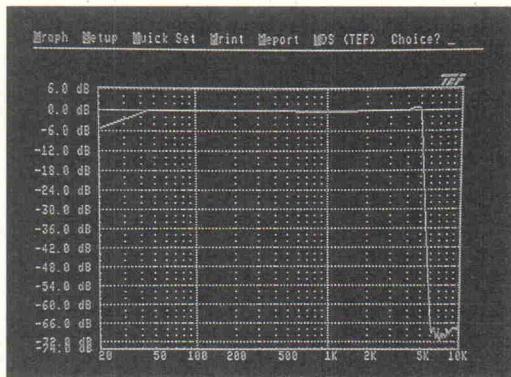


Bild 17: TEF 12+: Amplitudengang eines steilflankigen Tiefpaßfilters.

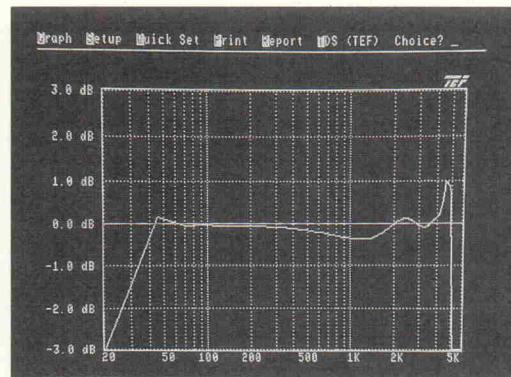


Bild 18: TEF 12+: Ausschnittvergrößerung einer Tiefpaßübertragungsfunktion zur Untersuchung des Ripples im Durchlaßband.

nik erst größere Bedeutung erlangt, seit mit der Entwicklung der TDS Methoden zu ihrer problemlosen Messung zur Verfügung stehen.

Wie bei vielen anderen Meßverfahren gibt es auch bei der Messung der ETC eine Beziehung zwischen der Bandbreite und der Dauer der Messung. Das bedeutet, daß auch hier ein langes Zeitfenster, beispielsweise für die Messung von Raumimpulsantworten, mit einer eingeschränkten Meßbandbreite erkauft werden muß. Der Meßfrequenzbereich muß jedoch bei gegebener Bandbreite, anders beispielsweise als bei dem Ariel-System, nicht unbedingt bei 0 Hz beginnen, sondern kann vom Benutzer nach Bedarf verschoben werden.

Bei Messungen an Lautsprechersystemen, auch in nicht reflexionsarmen Räumen, wird üblicherweise mit der Messung der ETC begonnen. Diese liefert, wie bereits oben beschrieben, den Energie-Zeit-Verlauf am Ort des Mikrofons. Der erste Peak in der ETC entspricht dem Eintreffen des Direktschalls am Mikrofon. Aus dem Abstand dieses Peaks zur y-Achse kann die Laufzeit des Schalls vom Lautsprecher zum Mikrofon bestimmt werden (Bild 15).

Ist man nun beispielsweise an einer Messung des Lautsprecherfrequenzgangs interessiert, so definiert man durch geeignete Einstellung der Sweep-Geschwindigkeit und der Parameter des Mitlauffilters ein Zeitfenster, innerhalb dessen nur der vom Lautsprecher abgestrahlte Direktschall das Mikrofon erreicht. Die nachfolgende Messung wird dann unter quasi-reflexionsarmen Bedin-

gungen durchgeführt, sofern der Raum groß genug ist, um die ersten Reflexionen erst nach Abklingen der Lautsprecherimpulsantwort eintreffen zu lassen.

Mit einer entsprechend veränderten Einstellung kann man allerdings auch die vom Boden herrührende Reflexion ausmessen (Bild 16). Das ist dann von großem Interesse, wenn man den Reflexionsfaktor des Bodenmaterials winkelabhängig ausmessen will, was besonders bei tiefen Frequenzen mit den konventionellen Verfahren nur sehr aufwendig oder gar nicht durchführbar ist.

Als Nebenprodukt der ETC-Messung fallen bei raumakustischen Messungen Daten an, die auch für die raumakustische Beurteilung eines Raumes von Interesse sind. So kann man durch Rückwärtsintegration (Schroeder-Integration) der ETC die Nachhallzeit des Raumes bestimmen.

Speziell für raumakustische Untersuchungen

geschriebene Softwarepakete für den TEF 12 erlauben eine weit umfangreichere Analyse des Raumes. So kann man für die Beurteilung der Sprachverständlichkeit in Räumen mit Beschallungsanlagen den sogenannten Speech Transmission Index (STI), den Rapid Speech Transmission Index (RASTI) beziehungsweise den Artikulationsverlust von Konsonanten (Articulation Loss of Consonants, % ALcons) bestimmen und eine ungefähre Beurteilung der Sprachverständlichkeit abgeben. Die Messung des STI an verschiedenen Hörpositionen

weiten Grenzen einstellbaren Verstärkung der Meßverstärker und des schmalbandigen Mitlauffilters können auch detaillierte Messungen im Sperrbereich des Filters durchgeführt werden (Bild 19).

Eine weitere Spezialität des TEF-Systems ist die frequenzabhängige Darstellung des Energie-Zeit-Verlaufs, die als Frequency-Time-Curve bezeichnet wird. Hier stehen im TEF 12+ verschiedene Formen der Darstellung zur Verfügung. Am bekanntesten ist sicherlich das sogenannte Wasserfalldiagramm. Es steht allerdings auch ein Programm zur Verfügung, das quasi von oben auf die Energie-Frequenz-Zeit-Verteilung schaut und eine Höhenliniendarstellung erzeugt. Mittlerweile existiert eine umfangreiche Softwarebibliothek für den TEF 12, die zu beschreiben an dieser Stelle leider der Platz fehlt.

MLSSA

Obwohl die Messung von Impulsantworten mit sogenannten Maximalfolgen (Maximum Length Sequences) für wissenschaftliche Anwendungen schon

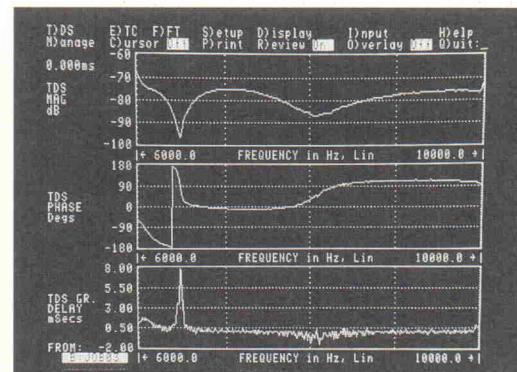


Bild 19:
TEF 12+:
Hochauflö-
sende Mes-
lung von
Amplituden-
und Phasen-
gang sowie
Gruppen-
laufzeit im
Sperrband
eines Tief-
paßfilters.

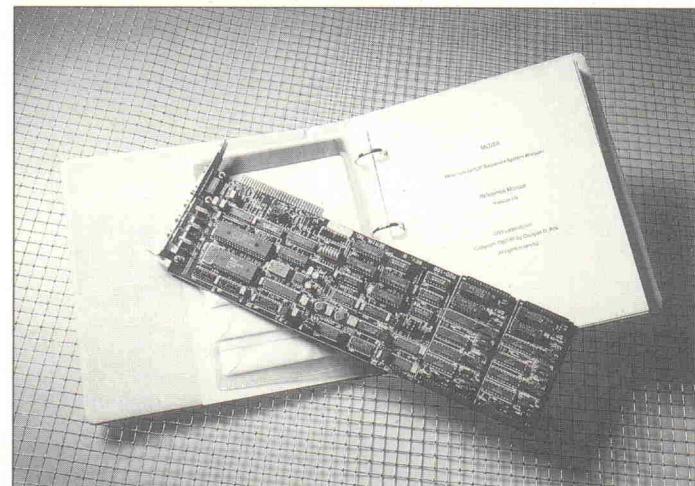


Bild 20: DRA-MLSSA-Steckkarte mit Maximalfolgengenerator und Wandler.

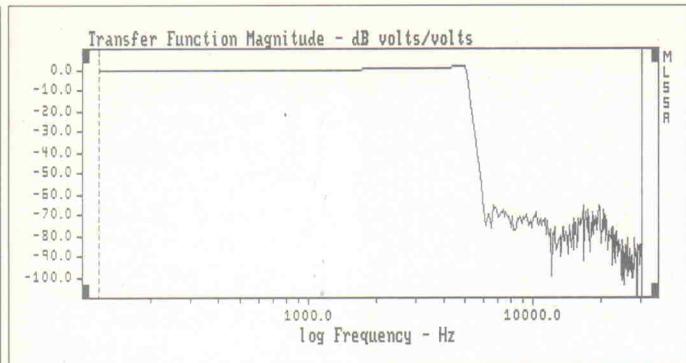


Bild 21: MLSSA: Messung an einem steilen Tiefpaßfilter ($f_g = 5 \text{ kHz}$).

länger bekannt ist, ist MLSSA (Maximum Length Sequence System Analyzer, das Maximalfolgenmeßsystem von DRA) das erste System dieser Art, das im Audiobereich kommerzielle Bedeutung erlangt hat [4].

Das diesem System zugrundeliegende Meßverfahren ist recht einfach. Das Meßsystem erzeugt als Anregungssignal eine sogenannte Maximalfolge. Dabei handelt es sich um ein Signal, das nur zwei diskrete Zustände annehmen kann. Bezeichnet man diese beiden Zustände mit 0 und 1, so kann man eine solche Folge von Zuständen mit einem rückgekoppelten Schieberegister erzeugen, wie dies auch in digitalen Rauschgeneratoren geschieht. Bei bestimmter Konfiguration der Rückkopplungszweige erzeugt das Schieberegister eine Maximalfolge.

Die besondere Eigenschaft von Maximalfolgen, die sie für die Meßtechnik besonders interessant macht, ist die Tatsache,

daß die Autokorrelation einer idealen Maximalfolge die Delta-Funktion ergibt.

Das Meßprinzip

Speist man ein beliebiges Testsignal in ein unbekanntes System und bildet die Kreuzkorrelationsfunktion zwischen Eingangs- und Ausgangssignal, so ist das Ergebnis das Faltungsprodukt von Autokorrelationsfunktion des Testsignals und der Impulsantwort des unbekannten Systems. Da die Autokorrelationsfunktion einer Maximalfolge die Delta-Funktion und die Faltung einer Funktion mit der Delta-Funktion wieder die ursprüngliche Funktion ergibt, liefert die oben genannte Kreuzkorrelationsoperation direkt die Impulsantwort des unbekannten Systems, wenn eine Maximalfolge als Anregungssignal gewählt wird.

Auf diese Weise können nicht nur problemlos auch sehr lange Impulsantworten ($> 64\text{-KByte-Punkte}$) gemessen werden, sondern es kann auch auf einfache Weise der Störabstand der Messung vergrößert werden. Da es sich bei der Maximalfolge im Gegensatz zu echtem Rauschen um ein deterministisches Signal

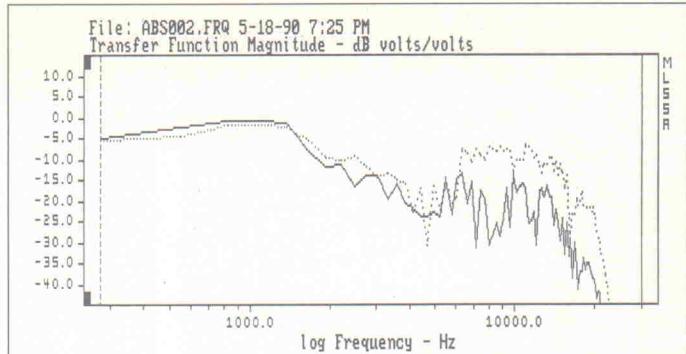


Bild 22: MLSSA: Darstellung eines Nyquist-Diagramms.

MLSSA: Anmessen des Spektrums einer Bodenreflexion; punktierte Kurve: ohne Absorptionsmaterial, durchgezogene Kurve: mit Absorptionsmaterial.

handelt, kann dazu ähnlich wie bei dem Meßverfahren des Ariel-Systems eine Mittelung im Zeitbereich angewandt werden. Ist die Impulsantwort des unbekannten Systems einmal bekannt, so läßt sich über die Fouriertransformation die komplexe Übertragungsfunktion des Systems bestimmen.

Die für die eben beschriebene Messung benötigte Hardware findet bei MLSSA auf einer langen AT-Steckkarte Platz (Bild 20). Neben dem programmierbaren Generator zur Erzeugung der Maximalfolge befinden sich auf der Karte die notwendigen Anti-Aliasing-Filter, ein Vorverstärker mit softwaremäßig umschaltbarer Verstärkung sowie ein 12-Bit-A/D-Wandler zur Datenerfassung. Das MLSSA-System arbeitet einkanalig.

Zum Test wurde uns die MLSSA-Hardware eingebaut in einen tragbaren PC/AT, also als mobiles Meßsystem, geliefert. Dabei besteht die Möglichkeit, die Daten vor Ort mit MLSSA zu erfassen und später weiterzuverarbeiten. Die dafür benötigte Software läuft angenehmerweise auch ohne die MLSSA-Hardware, lediglich ein Coprozessor ist erforderlich. Die Auswertung kann daher auch auf einem anderen Rechner erfolgen, während das Meßsystem selbst schon wieder neue Daten erfaßt.

Umfangreiche Software

Die zum MLSSA-System gelieferte Software ist außerordent-

lich umfangreich. Der Programmumfang ist seit Einführung des Systems erheblich erweitert worden. Die derzeitige Version der Betriebssoftware deckt bereits einen Großteil der Anwendungen ab. Insbesondere der Bereich der Sprachverständlichkeitsmessungen ist in den neuen Releases bearbeitet worden, so daß sich mit der aktuellen Version auch der komplette Speech Transmission Index berechnen läßt.

Auch das MLSSA-System ist, wie der TEF 12+, besonders für akustische Messungen geeignet. Die maximale Länge einer mit MLSSA messbaren Impulsantwort beträgt 32 767 Punkte und wird durch die maximale Länge einer vom Generator erzeugbaren Maximalfolge begrenzt. Auch für raumakustische Messungen ist dieser Wert, abgesehen von extremen Fällen, sicherlich geeignet. Ist die zu messende Impulsantwort länger, tritt Time-Aliasing auf.

Durch das Meßverfahren bedingt, bestimmt MLSSA zunächst die Impulsantwort des Systems. Die Parameter dieser Messung, wie zum Beispiel die Länge der Maximalfolge, sind vom Programm aus einstellbar.

Für normale Meßbedingungen kann jedoch problemlos die Defaultkonfiguration des Systems benutzt werden. Die Benutzeroberfläche und die Art der Befehlseingabe sind übrigens an das Textverarbeitungsprogramm Word der Firma Microsoft angelehnt worden, um Einsteigern die Handhabung zu erleichtern.

Aus dem 'Time Domain Menü', in dem man sich nach Abschluß der Messung befindet, kann man über eine Fouriertransformation in das 'Frequency Domain'-Menü gelangen. Dabei werden die im Zeitbereich markierten Daten fouriertransformiert, wobei interessanterweise die Länge der

Fouriertransformation frei wählbar ist. Da eine FFT immer eine Anzahl von Punkten benötigt, die einer Zweierpotenz entspricht, führt das System bei davon abweichenden Längen eine Chirp-z-DFT (Discrete Fourier Transformation) durch, deren Berechnung allerdings geringfügig länger dauert als eine FFT.

Wurde im Zeitbereich die Impulsantwort beispielsweise eines Lautsprechers selektiert, so ergibt die Fouriertransformation die komplexe Übertragungsfunktion des Lautsprechers. Diese kann nach Betrag und Phase, aber auch, wie beim TEF 12+, als Nyquist-Diagramm dargestellt werden (Bild 22).

Ebenso wie beim TEF 12+ ist es aber auch denkbar, im Zeitbereich oder in der ETC-Darstellung eine Wand- oder Bodenreflexion zu selektieren (Bild 21). Damit kann durch Fouriertransformation das Spektrum dieser Reflexion und mithin der Reflexionsgrad des Wandmaterials bestimmt werden. Ebenso wie bei TEF 12+ und SysId können Lautsprechermessungen unter quasi-reflexionsarmen Bedingungen durchgeführt werden, wobei auch hier die bereits erwähnten Bedingungen für die Raumgröße zu beachten sind.

Auch die MLSSA-Software bietet die Darstellung der Meßgrößen als Funktion von Zeit und Frequenz. Zur Auswahl stehen hier das sogenannte Zerfallsspektrum, bei dem das Fenster der Fouriertransformation über die gemessene Impulsantwort verschoben wird, die frequenzabhängige Darstellung des Energie-Zeit-Verlaufs sowie die sogenannte Wigner-Verteilung.

Zu letzterer muß allerdings angemerkt werden, daß es zwar hochinteressant ist, daß diese Form der Auswertung von Meßdaten in der Standardsoftware enthalten ist, die Wigner-Verteilung aber nur sehr schwer interpretierbar ist, da es sich nicht um eine lineare Transformation handelt.

Kemtec AMS ST

Das in Deutschland hergestellte computergesteuerte Meßsystem Kemtec AMS ist eine Kombination der Meßhardware in Form eines externen Gerätes

und der dazugehörigen Steuersoftware, die für die weitverbreiteten Rechnersysteme Atari ST und PC/AT lieferbar ist (Bild 23). Zum Test stand uns die Version für den Atari ST zur Verfügung.

Die komplette Meßelektronik befindet sich in einem recht kompakten Kunststoffgehäuse, das außer dem Netzteil die Funktionsmodule beherbergt. Neben der Grundausrüstung, die das System in die Lage versetzt, Testsignale zu generieren und Pegelmessungen durchzuführen, kann zusätzlich eine Filterkarte mit einem terzbreiten Mitlauffilter erworben werden, das in der Lage ist, das System wesentlich unempfindlicher gegenüber Störgeräuschen zu machen. Auf diese Weise werden auch valide Messungen in lärmfüllter Umgebung möglich.

Der Generator verfügt durch eine eingebaute Endstufe neben dem normalen auch über einen Leistungsausgang, der auch niederohmige Lautsprecher direkt treiben kann. Für Impedanzmessungen an Lautsprechern kann angenehmerweise rechnergesteuert per Relais ein Meßwiderstand in Serie zu dem zu messenden Lautsprecher geschaltet werden. Das erspart umständliches Umstecken und das Anfertigen von Spezialkabeln.

Die oben erwähnte Filterkarte enthält zusätzlich einen Rausch- und einen Burstgenerator. Letzterer erlaubt beispielsweise die Untersuchung des Einschwingverhaltens von Lautsprechern oder des An sprechverhaltens von Limitern. Der Generatorausgang kann softwaremäßig auf zwei Line-Ausgänge sowie auf den Leistungsausgang geschaltet werden.

Das Kemtec-Meßsystem verfügt über zwei Line-Eingänge sowie einen Mikrofoneingang mit zuschaltbarer Phantomspeisung, der allerdings etwas empfindlicher sein könnte. Die Eingänge sind ebenfalls softwaremäßig umschaltbar.

Komfortable Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche der Kemtec-Software entspricht dem Erscheinungsbild üblicher ST-Programme, arbeitet also recht komfortabel mit Pull-down-Menüs für die Auswahl



Bild 23: Kemtec AMS PC-1656 Meßsystem mit Kemtec-Meßmikrofon.

und Konfiguration von Ein- und Ausgangskanälen (Bild 24). Dadurch wirkt der Bildschirm recht aufgeräumt, und es steht mehr Platz für die Darstellung der Meßdaten zur Verfügung. Zudem ist der Bildschirm übersichtlich in ein Generator- und ein Meßfeld aufgeteilt, was Fehlbedienungen vermeiden hilft.

Eine Check-Funktion unterstützt bei der Einstellung des Generatorpegels und der Empfindlichkeit der Meßeingänge, um den Dynamikumfang des Systems von etwa 48 dB optimal nutzen zu können. Dies kann vom Programm aus einfach durch Verschieben des Meßfensters auf dem Bildschirm mit Hilfe der Maus erfolgen.

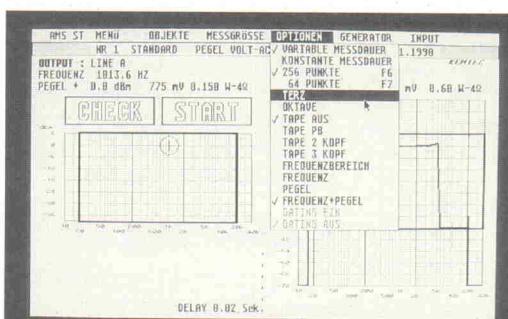


Bild 24: Kemtec AMS: Anwahl von Systemparametern mittels Pulldown-Menüs.

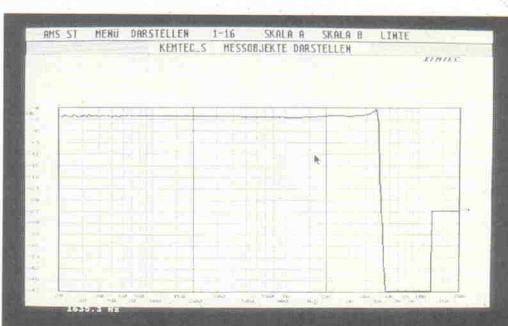


Bild 25: Kemtec AMS: Meßmenü mit Darstellung eines Tiefpaßfrequenzganges.

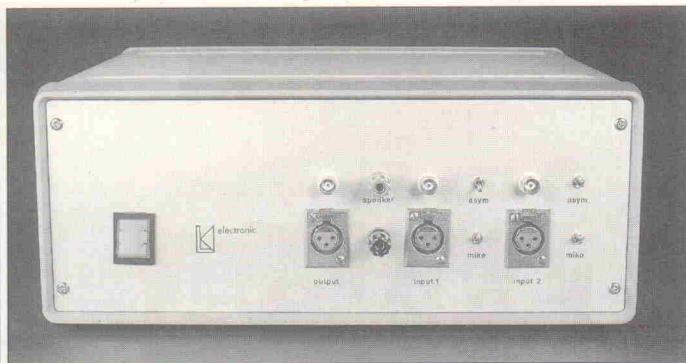


Bild 26: Kirchner ATM 1.0: Systemeinheit.

lich das Vergrößern von Details.

Neben dem konventionellen Pegelschreiberbetrieb verfügt das Kemtec-Meßsystem über weitere nützliche Betriebsarten, speziell wenn das System mit der Filterkarte 16 277 P ausgerüstet ist.

Wie schon bei der Beschreibung des Generatorteils erwähnt, ist das System für die Messung von Lautsprecherimpedanzgängen vorbereitet. In dieser Betriebsart wird das Meßergebnis auf einer linearen Skala, in Ohm skaliert, ausgegeben.

Die Messung des Impedanzverlaufs ist aber nicht nur für die Abstimmung einer Lautsprecher-Box-Kombination interessant. Sie kann auch, ähnlich wie beim MLSSA Speaker Parameter Interface, zur Bestimmung beziehungsweise Überprüfung der Thiele-Small-Parameter eines Chassis herangezogen werden, die sich häufig nach einer gewissen Betriebszeit deutlich von den Herstellerspezifikationen unterscheiden können. Die Messung der Thiele-Small-Parameter wird von der Software durch ein dialoggeführt Meßverfahren unterstützt, das direkt Zahlenwerte für die gesuchten Lautsprecherparameter liefert.

Das Kemtec-Meßsystem kann zusätzlich für raumakustische Untersuchungen verwendet werden. Beispielsweise ist es bereits mit der Grundversion des Gerätes möglich, Nachhallzeiten in Terzen oder Oktaven zu messen. Dabei wird die eigentlich normgerechte Anregung des Raumes mit bandpaßgefiltertem Rauschen durch die Anregung mit frequenzmodulierten Sinussignalen ersetzt. Die eigentliche Nachhallzeit-

stem das zweite System in diesem Test, das von einer deutschen Firma angeboten wird. Es besteht aus der eigentlichen Meßelektronik, die auf mehreren Einschubkarten in einem stabilen Metallgehäuse untergebracht ist (Bild 26).

Das System verfügt über zwei Eingangskanäle, die jeweils auf einen XLR-Steckverbinder und eine BNC-Buchse gelegt sind. Dasselbe gilt auch für den Generatorausgang, hier steht zusätzlich ein Leistungsausgang zum direkten Anschluß von niederohmigen Meßobjekten wie Lautsprechern zur Verfügung. Die Eingänge sind wahlweise symmetrisch/unsymmetrisch, die Eingangsempfindlichkeit ist von Line- auf Mikrofonpegel schaltbar.

Die Meßelektronik ist über eine Interfacekarte mit dem Rechner verbunden. Beim Testgerät konnte diese Karte mangels Halteblech nicht mit dem Rechnergehäuse verschraubt werden und neigte dazu, sich bei dem Versuch, das Anschlußkabel aufzustecken, aus dem Slot zu lösen. Dieser Punkt kann allerdings vom Hersteller problemlos verbessert werden.

Das Konzept des ATM-1.0-Systems besteht nach Angaben des Herstellers darin, möglichst viele Meßgeräte, die in einem Audiolabor benötigt werden, in einem Gerät zu vereinen. Dies ist am besten mit einer möglichst flexiblen, wenig anwendungsspezifischen Hardware möglich, die von einer Treiber-software entsprechend gesteuert wird. So besteht das ATM-1.0-System aus einer Kombination von A/D- und D/A-Wandlern samt dazugehörigen Filtern und Meßverstärkern, die in einem vom Rechner getrennten Gehäuse untergebracht sind.

Durch geeignete Steuersoftware kann das Gerät als Pegelschreiber, FFT-Analyzer, Speicher-Oszilloskop, Funktionsgenera-

tor und NF-Voltmeter eingesetzt werden. Ein ähnliches Konzept ist, allerdings in aufwendigerer Weise, auch im System One von Audio Precision in der Dual-Domain-Version mit DSP-Modul realisiert.

Anpassung des Meßsystems an den Rechner

Die mitgelieferte Software ist lauffähig auf Rechnern vom Typ PC/AT, einfach zu installieren und kann die gängigen Videomodi bedienen. Die Bedienung des Systems erfolgt aus dem zentralen Steuerprogramm über Pulldown-Menüs, die mit Hilfe der Funktions- und Cursor-tasten erreicht werden. Eine Mausbedienung wird vom Programm direkt nicht unterstützt. Da der Takt für die Meßhardware vom Prozessortakt abgeleitet wird, muß vor Beginn der ersten Messung die Software auf den Systemtakt kalibriert werden, da sonst alle Periodendauer- und Frequenzmessungen falsche Werte liefern. Diese Prozedur muß für jedes Rechnersystem nur einmal durchgeführt werden, da die ermittelten Werte abgespeichert werden können.

Ist die Kalibrierung des Meßsystems abgeschlossen, können drei verschiedene Funktionen des Gerätes genutzt werden. In der Betriebsart Oszilloskop gleicht das System einem Speicheröszilloskop, wobei der eingebaute Generator als vielseitiger Funktionsgenerator für acht verschiedene Kurvenformen zur Verfügung steht.

In der Betriebsart Frequenzgang arbeitet das System wie ein herkömmlicher Pegelschreiber (Bild 27). Der Generator erzeugt in diesem Fall einen Sine-Sweep. Die Grenzfrequenzen dieses Sweep sind per Pull-down-Menü einstellbar, ebenso die Anzahl der Meßpunkte pro Sweep. Die Gesamtdauer der Messung hängt ähnlich wie beim Neutrik Analyzer oder dem Audio Precision von der Dauer der Einzelmessung ab und kann nicht direkt beeinflußt werden. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, Meßkurven, die starke Schwankungen aufweisen, nachträglich mit einstellbarem Glättungsparameter zu glätten.

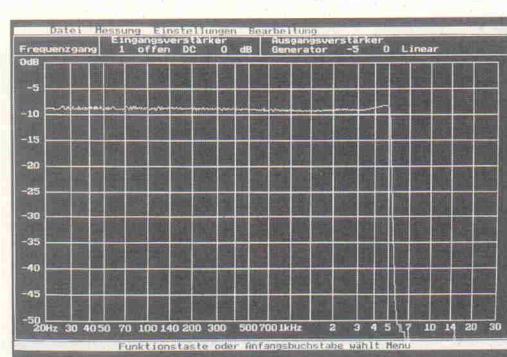


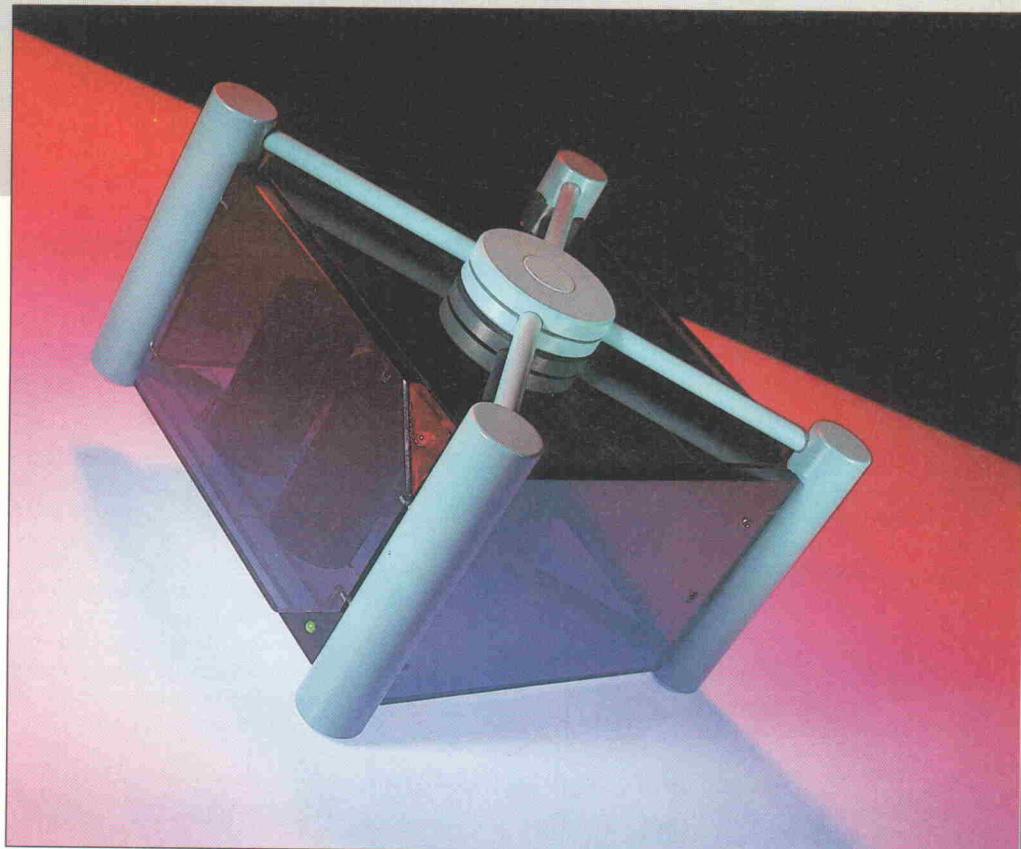
Bild 27: Kirchner ATM 1.0: Messung des Frequenz- ganges eines steil- flankigen Tiefpaß- filters.

Fortsetzung auf Seite 53

MOSFET-Monoblock

im Designer-Gehäuse

Der eine schwört auf Bipolar, der andere auf Röhren. Und für MOSFET-Fans nun nach langer Pause eine neue Audio-Endstufe, die in wesentlichen Punkten gegenüber der Bauanleitung von 1981 verbessert wurde. Einige von diesen Verbesserungen findet der geneigte Leser im Schaltbild; eine andere ist im nebenstehenden Foto zu sehen: Ein Designerteam hat ein recht ungewöhnliches, aber trotzdem nachbaubares Gehäuse entworfen, das es sozusagen 'von der Stange' nirgendwo zu kaufen gibt.



Audio

Das muß nicht zwangsläufig ein Nachteil sein, wenn man die Schutzhülle um seine Elektronikgeräte nicht ausschließlich von der Funktion her sieht, sondern ihnen auch solche Eigenschaften wie 'schön', 'Blickfang' oder sogar 'Kunst' zubilligt. Und einen Nicht-Elektroniker kann man nun einmal eher mit einem hübschen Gehäuse beeindrucken als mit einer symmetrischen Stromquelle in den Treiberstufen.

Wir sind daher bei dieser Bauanleitung über den sonst üblichen Hinweis, daß die Platine in ein Gehäuse einzubauen sei, hinausgegangen und bringen recht ausführliche Gehäusezeichnungen. Das auf den ersten Blick noch einfach aus-

schauende Konzept unseres Gehäuses sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß beim Zusammenbau ein gehöriges Maß an Fingerfertigkeit und mechanischer Erfahrung benötigt wird.

Doch zunächst einmal zu den elektronischen Qualitäten unseres Verstärkers.

Er bietet extrem niedrige Verzerrungen auch bei hohen Ausgangsleistungen (siehe die Datentabelle) und ist unter dem Eindruck der zunehmenden Verbreitung von CDs entwickelt worden. Das hat unser Augenmerk ganz besonders auf Anstiegszeiten, dynamische Verzerrungen und die Leistungsreserve des Verstärkers

gerichtet. Er liefert beispielsweise eine Impulsleistung von sauberen 180 W an 8 Ohm und massive 200 W an 4 Ohm.

Wir haben aber auch die mit elektronischen Projekten verbundenen praktischen Aspekte nicht vergessen. Der Entwurf eines Verstärkers mit exzellenten Eigenschaften ist dann sinnlos, wenn die Nachbauten eine Neigung zum Schwingen aufweisen oder die Ausgangstransistoren ständig 'durchknallen'.

Um unserer neuen Endstufe eine 'sanfte Geburt' auf Ihrem Werktafel zu sichern, sind wir in Schritten vorgegangen, die die genannten Probleme minimieren sollen und Komplikationen 'nach der Geburt' vermeiden.

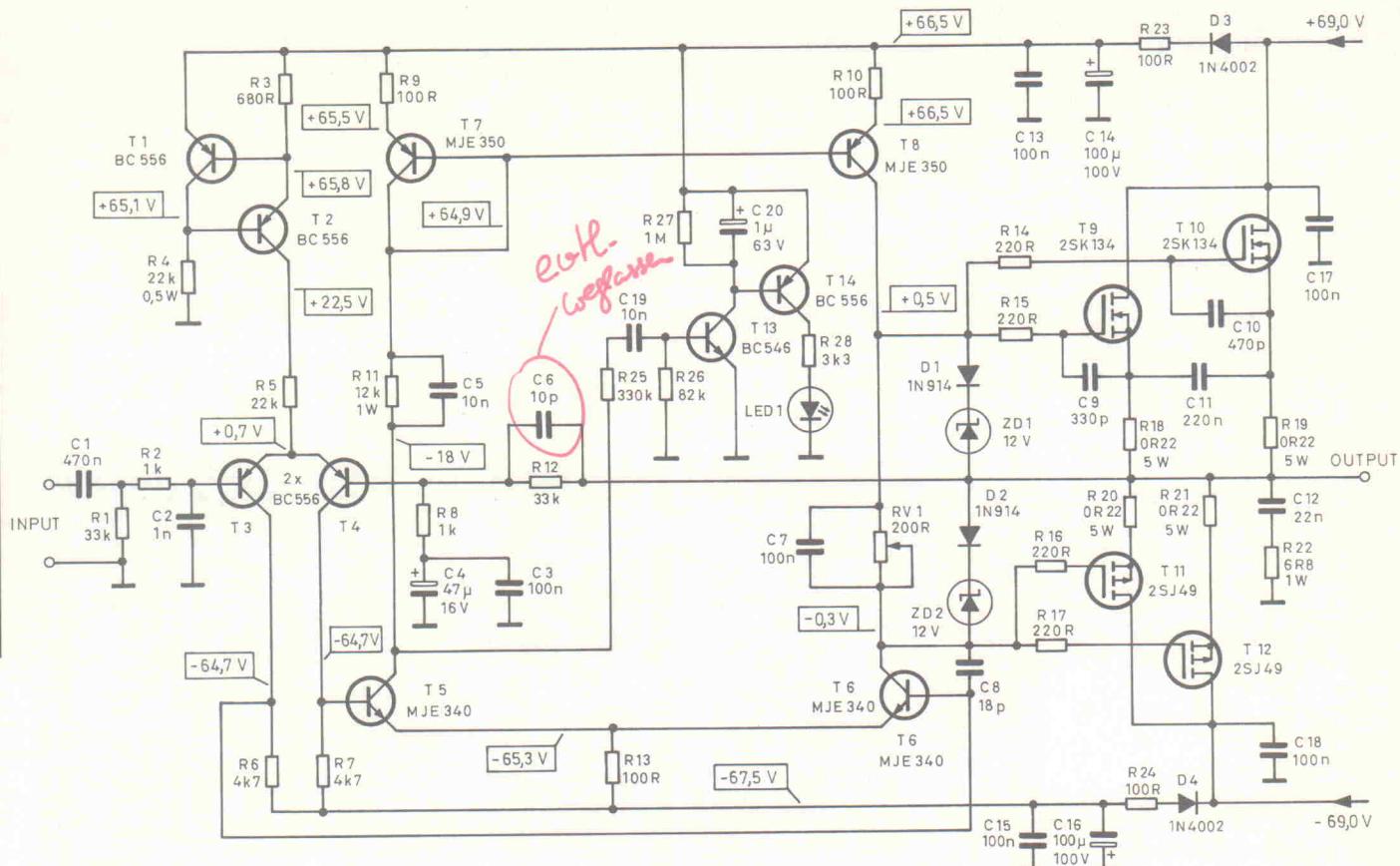


Bild 1. Das Schaltbild zeigt im mittleren Teil um T 13/T 14 herum eine raffinierte Übersteuerungsanzeige.

blemlos, weil eine einfache einseitige Leiterplatine verwendet wird und nur ein Trimpotentiometer einzustellen ist.

Mit all unserer Vorplanung sollte es keine Schwierigkeiten bereiten, diese neue MOSFET-PA so gut aufzubauen, daß sie sich mit den Prototypen messen kann.

Auf die vorangehenden Treiberstufen wirkt sie im wesentlichen als kleine Kapazität (weniger als 1000 pF). Daher kann die Aussteuerung der MOSFETs mit einem Klasse-A-Verstärker niedriger Leistung erfolgen, der dann aufgrund der hohen Eingangsimpedanz der Ausgangsstufe mit sehr großer Linearität arbeiten kann.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der im wesentlichen kapazitiv wirkende Gate-Eingang von MOSFETs seine Bandbreite auf mindestens 3 MHz ausweitet. Das trägt zu einer Ausgangsstufe bei, deren Frequenzgang und Anstiegs geschwindigkeit unbeeinflußt von Bauteileigenschaften sind. Allerdings sind hohe Eingangsim-

Ausgangstransistoren

Das Ziel dieses Entwurfes ist ein Verstärker mit höchstmöglicher Qualität, die eine Ausgangsbelastung von deutlich mehr als 100 W pro Kanal (an 8 Ohm) ermöglicht, und eine Schaltungsanordnung, die leicht nachzubauen und extrem zuverlässig ist.

Da die Ausgangsstufe eines Verstärkers ganz wesentlichen Einfluß auf seine endgültigen Eigenschaften, seine Stabilität und Zuverlässigkeit besitzt, führten unsere Anforderungen an den Verstärker ganz logisch auf die weit verbreiteten MOSFET-Leistungstransistoren. Diese Bauteile besitzen gegenüber ihren bipolaren Gegenstücken einige wesentliche Vorteile.

Der erste wichtige Vorteil eines MOSFETs besteht in seiner sehr hohen Eingangsimpedanz.

den helfen. Klar gesagt ist das Resultat der sorgfältigen Entwicklung von Schaltung und Leiterplatine ein Verstärker, der unter allen Bedingungen stabil ist – sogar bei Verwendung nicht erstklassiger passiver Bauelemente. Auch eine mit 'Wald- und Wiesenbauteilen' bestückte Platine arbeitete auf Anhieb fehlerfrei.

Das Potential für Schwierigkeiten liegt hier darin, daß viele Kondensatoren dubioser Herkunft ein schlechtes HF-Verhalten und eine höhere als die normale Selbstinduktivität besitzen. Auch die 5-W-Drahtwiderstände können aufgrund unvorhergesehener kapazitiver und induktiver Effekte Probleme bereiten.

Aufbau und Abgleich sind pro-

Technische Daten

Ausgangsleistung	141 W an 8 Ohm 189 W an 4 Ohm
Klirrfaktor k_{ges}	0,005 % bei 100 W, 8 Ohm 0,007 % bei 140 W, 8 Ohm 0,008 % bei 200 W, 4 Ohm
Intermodulationsverzerrungen	0,005 % bei 100 W, 8 Ohm
4:1-Verhältnis von 50 Hz und 7 kHz	
Frequenzgang	10 Hz...100 kHz (-3 dB)
Rauschabstand (unbewertet)	> 100 dB
bezogen auf Nennleistung	
Empfindlichkeit	0,83 V für 100 W/8 Ohm
Übersteuerungsanzeige	Einschaltpunkt bei $k_{\text{ges}} = 0,05 \%$, lastunabhängig
Eingangsimpedanz	33 k
Slew-Rate	60 V/μs
Dämpfungsfaktor	> 50

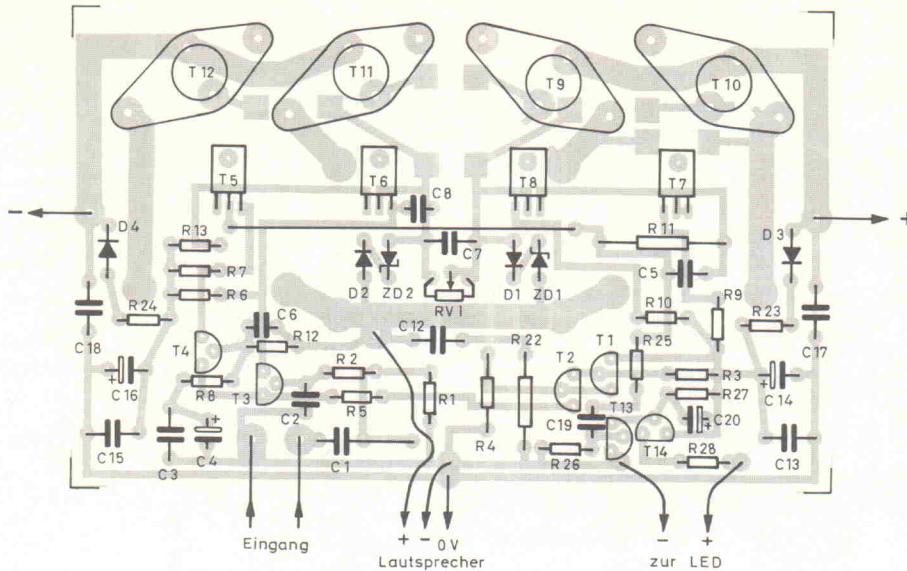


Bild 2. Der Bestückungsplan. Die Bohrungen auf dem Kühlwinkel lassen sich am einfachsten mit einer unbestückten Platine anreißen.

ren Entwürfen, in denen die Leistungstransistoren der Ausgangsstufe nicht mit der Schnelligkeit der vorangehenden Stufen mithalten können. Das Resultat ist die unerwünschte Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeit, die zu inakzeptablen transienten Intermodulationsverzerrungen (TIM)

weisen sie im Gegensatz zu bipolaren Entwürfen keine 'Second Breakdown'-Effekte auf. MOSFETs besitzen bei Drain/Source-Strömen von mehr als 100 mA einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC), hervorgerufen durch eine Zunahme des Drain/Source-Widerstandes bei steigender

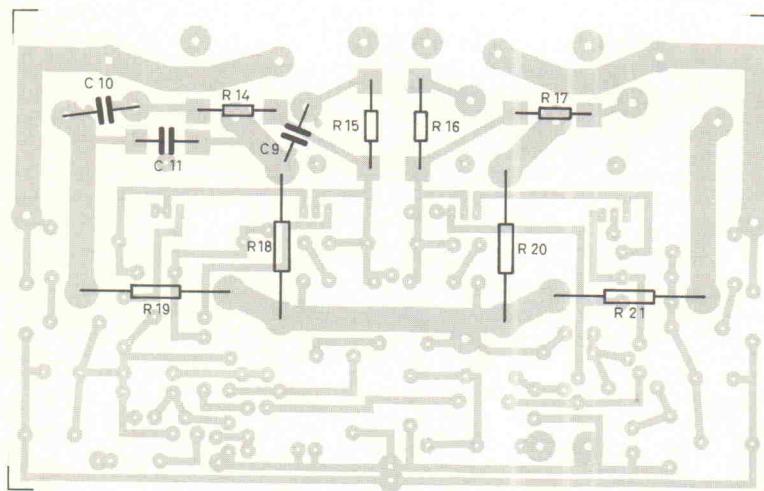


Bild 3. Die hier gezeigten Bauteile werden auf der Lötseite der Platine angebracht.

pedanz, große Bandbreite und hohe Anstiegsgeschwindigkeit gute Voraussetzungen für das Entstehen unerwünschter, wilder Schwingungen.

Glücklicherweise kann das Übertragungsverhalten von MOSFETs geähmt werden, wenn einfach ein zusätzlicher Gate-'Stopper'-Widerstand hinzugefügt wird, der in Kombination mit der Gatekapazität ein einfaches Tiefpassfilter bildet.

Die dynamischen Eigenschaften von MOSFETs erlauben es, eine Ausgangsstufe zu entwerfen, die mindestens so schnell ist wie die Treiberstufe. Das ist eine wesentliche Verbesserung gegenüber äquivalenten bipola-

ren. In unserem Fall wird die maximale Anstiegsgeschwindigkeit lediglich durch ein passives Eingangsfilter festgelegt, dessen Eckfrequenz auf circa 100 kHz und damit weit oberhalb der höchsten Audiofrequenz liegt. Dank der verwendeten MOSFETs besitzt die vorliegende Verstärkerschaltung selbst eine Bandbreite von etwa 1 MHz und eine Anstiegsgeschwindigkeit von mehr als 60 V/μs. Diese Eigenschaften wirken sich in extrem niedrigen TIM-Pegeln und einem elektronisch sehr stabilen Verhalten aus.

Ein weiterer bedeutsamer Vorteil von MOSFETs ist ihre Temperaturstabilität. Außerdem

Chip-Temperatur. Ein abnehmender Drain/Source-Strom wirkt sich schaltungsstabilisierend aus.

Der gleiche Effekt ist auch in Mikro-Strukturen auf dem Chip zu beobachten. Jede Heißstellenentwicklung auf der Chip-Oberfläche (das ist die Quelle des 'Second Breakdowns' in bipolaren Elementen) verursacht in MOSFETs einen lokal erhöhten Widerstand und damit einen lokal kleineren Strom. Das führt zu einer Stromverteilung mit gleichmäßiger Erwärmung der Chip-Oberfläche.

MOSFETs neigen zu einer relativ niedrigen Vorwärts-Transfer-Admittanz. Einfach gesagt

Stückliste

Widerstände:

R1,12	33k
R2,8	1k
R3	680R
R4,5	22k
R6,7	4k7
R9,10,13	100R
R11	12k/1W
R14,15,16,17	220R
R18,19,20,21	0R22/5W induktionsarm
R22	6R8/1W
R23,24	100R
R25	330k
R26	82k
R27	1M
R28	3k3
RV1	220R

Kondensatoren:

C1	470n MKT
C2	1n MKT
C3,7,13,15,17,18	100n MKT
C4	47μ/16V Elko
C5,19	10n MKT
C6	10p ker
C8	18p ker
C9	330p ker
C10	470p ker
C11	220n MKT
C12	22n MKT
C14,16	100μ/100V Elko
C20	1μ/63V Elko
C21,22	8000μ/63 V

Halbleiter:

T1,2,3,4,14	BC 556
T5,6	MJE 340
T7,8	MJE 350
T9,10	2SK 134
T11,12	2SJ 49
T13	BC 546
LED 1	5 mm rot
D1,2	1N914
ZD1,2	Zener 12 V
D3,4	1N 4002

Verschiedenes:

Trafo 220 V/2 × 45 V/160 VA
Brückengleichrichter 25 A/100 V
Netzschalter, Sicherungshalter,
Lautsprecherbuchsen,
Cinchbuchse, Netzkabel

besitzt der MOSFET einen relativ hohen 'ON-Widerstand' (im Vergleich zu einem äquivalenten bipolaren Bauelement), der seinerseits den an der Last verfügbaren maximalen Amplitudenhub begrenzt. Dieser Effekt verursacht ein etwas geringeres Leistungsvolumen von MOSFET-Schaltungen, wirkt sich aber im Übersteuerungsfall auch ohne zusätzliche Widerstände in der Emitter/Source-Leitung selbstbegrenzend und daher positiv aus. Dieser Effekt zusammen mit der NTC-Kennlinie von MOSFETs er-

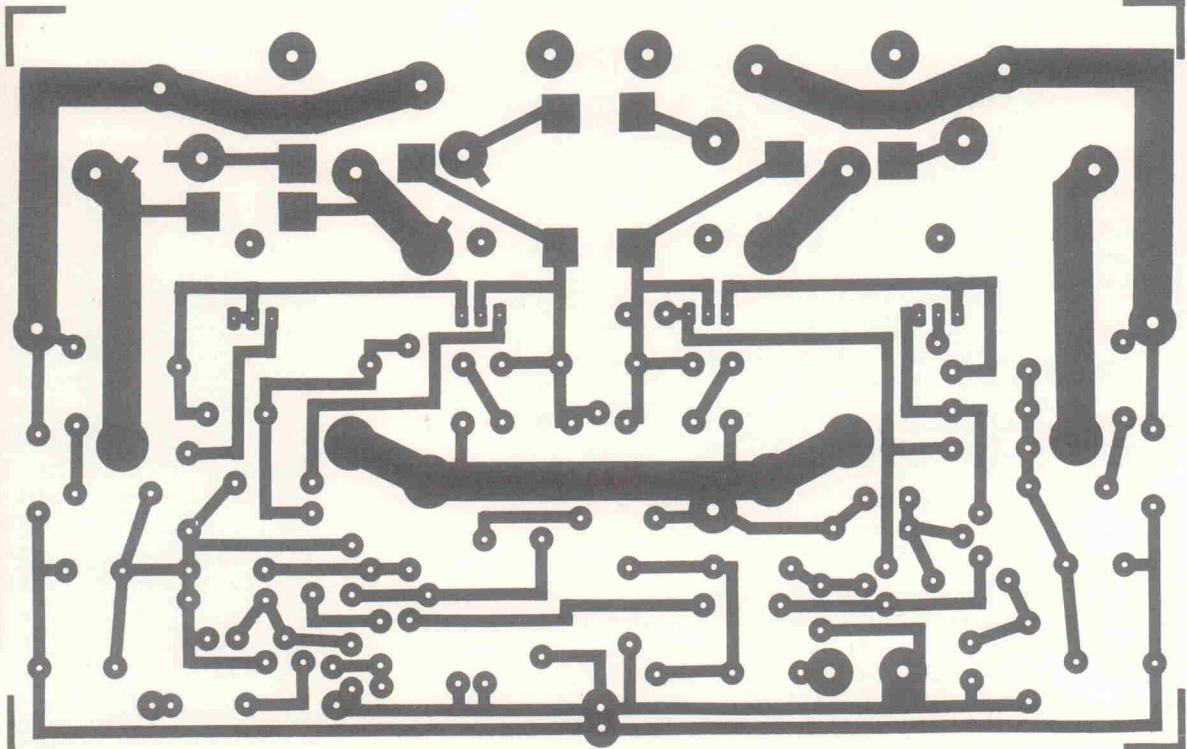


Bild 4. Das Platinenlayout. Die Lötaugen ohne Mittelloch erhalten keine Bohrung, weil sie zum Befestigen von Teilen auf der Lötseite dienen.

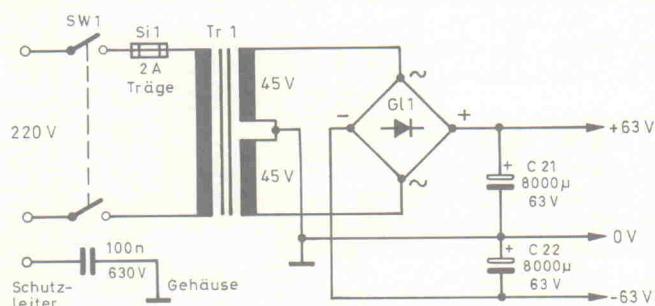


Bild 5. Das Netzteil. Zur Verdrahtung auf der Sekundärseite sollten Drähte mit mehr als 1 mm Durchmesser verwendet werden.

schwindigkeit (das bedeutet niedrige TIM) zu tun hat.

Treiberstufen

Nach einigen Experimenten wurde sehr schnell deutlich, daß eine gut entworfene MOSFET-Ausgangsstufe sehr transparent auf die Treiberschaltung wirkt. Vorausgesetzt, daß der

Verstärker eine ausreichende Gegenkopplung besitzt, wird seine endgültige Qualität im wesentlichen durch die Eingangsstufen bestimmt. Unter Beachtung dieser Verhältnisse haben wir uns Mühe gegeben, einen extrem 'sauberen' Treiberverstärker, der zu den guten Eigenschaften von MOSFET-Stufen paßt, zu entwerfen. Unsere ersten Versuche machten wir mit einer relativ einfachen Schaltung, die als Applikation von Hitachi veröffentlicht wurde. Obwohl die Ergebnisse sehr ermutigend waren, beschäftigten wir uns auf der Suche nach noch besseren Resultaten auch mit aufwendigeren Schaltungen. Wir stellten fest, daß Schaltungen, die eine Anzahl von hintereinander liegenden Stufen mit niedriger Verstärkung (unter Verwendung lokaler und 'über-Alles-wirken-der' Gegenkopplung) beinhalten, und solche mit mehreren, völlig symmetrisch ausgeführten Treiberstufen nur zu einer geringfügigen Verbesserung der

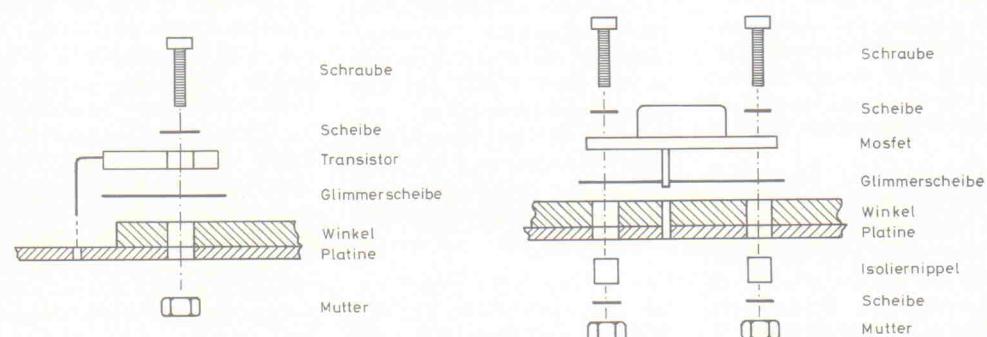
Eigenschaften führten. Es scheint so, daß die Summe der von den einzelnen Stufen erzeugten Verzerrungen den Gesamtverzerrungen der einfachen Schaltung entspricht. Das ist im wesentlichen auf die Nichtlinearitäten der Basis-Emittersperrschichten in den Stufen mit geringerer Verstärkung zurückzuführen, wenn sie mit größeren Eingangssignalen beaufschlagt werden. Hinzu kommt, daß die komplexeren Schaltungen bei geringer Verbesserung der endgültigen Verstärkereigenschaften größere Stabilitätsprobleme aufweisen. Außerdem erfordern umfangreichere Schaltungen eine größere Leiterplatte und zusätzliche Bauelemente. Das führte uns, allerdings unter Verwendung neuer Techniken zur Verbesserung der Stabilität von Treiberstufen, auf die anfangs erwähnte einfachere Schaltung zurück.

Von nun an war klar, daß eine überarbeitete Version der ur-

möglich den Aufbau sehr robuster Ausgangsstufen. Alles in allem bieten also MOSFET-Schaltungen entscheidende Vorteile, wenn einmal vom etwas geringeren Leistungsvolumen abgesehen wird.

MOSFETs sind allerdings etwas teurer als vergleichbare bipolare Bauteile, aber die höhere Investition lohnt sich aufgrund der oben beschriebenen Vorteile. Daneben tendieren MOSFET-Schaltungen letzten Endes im Zusammenwirken mit der restlichen elektronischen Kette zu einem besseren Klang, was sicherlich etwas mit der harmonischen Struktur der verbleibenden Verzerrungen und der hohen Anstiegsge-

Bild 6. Montageplan für TO 3- und TO 126-Gehäuse.



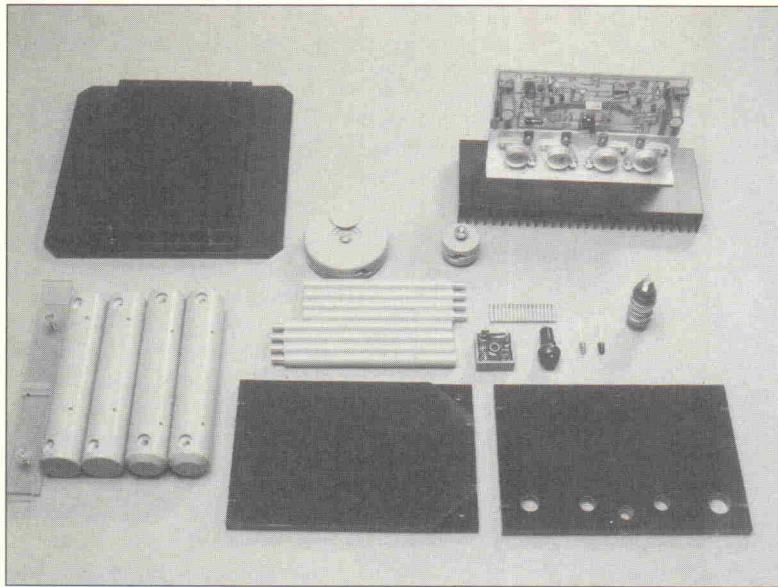


Bild 7. Alle Teile für einen Monoblock vor dem Zusammenbau.

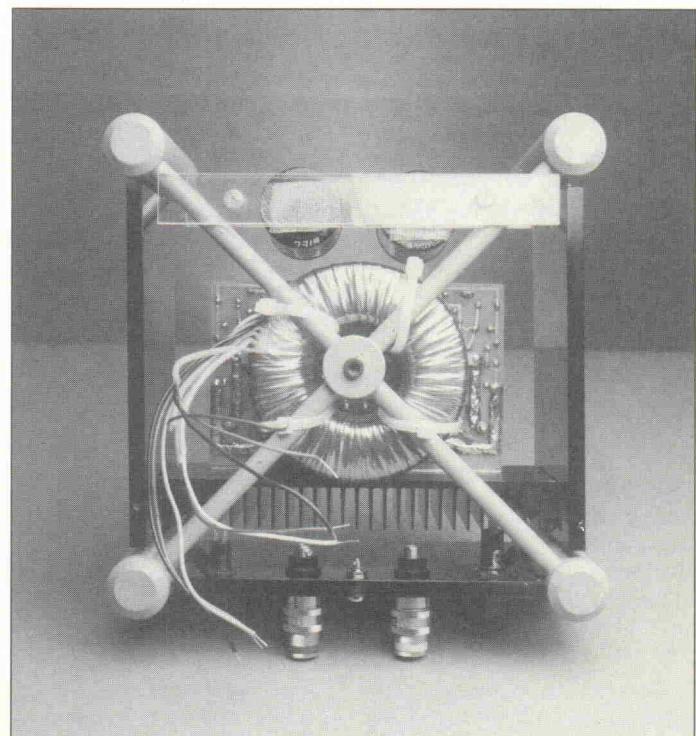
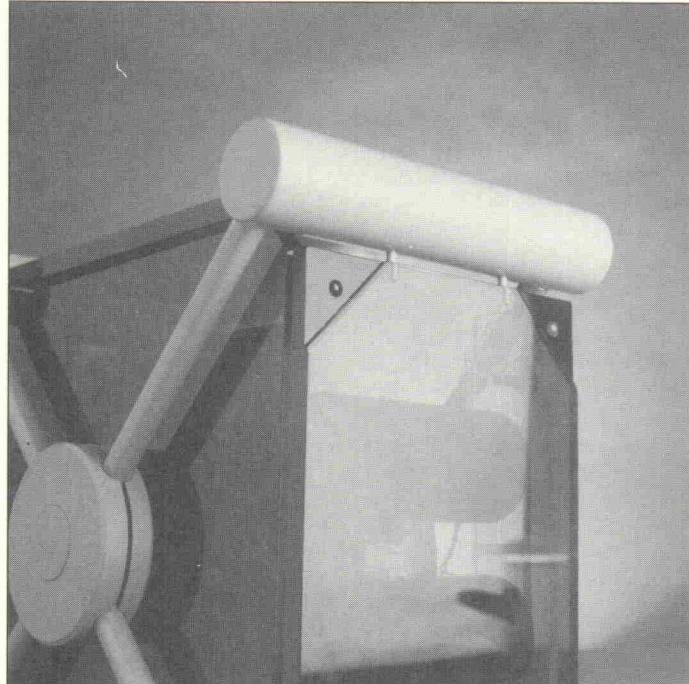
Das Eingangssignal gelangt über das aus C 1, R 1, R 2 und C 2 bestehende Eingangsnetswerk auf die Differenzverstärkerstufe T 3 und T 4. R 1 und C 1 bilden ein Hochpaßfilter, das im Frequenzgang des Verstärkers eine untere Eckfrequenz (-3 dB -Punkt) von 10 Hz erzeugt. Ganz entsprechend wird das Übertragungsverhalten zu hohen Frequenzen durch das aus R 2 und C 2 gebildete Tiefpaßfilter mit einer Eckfrequenz von circa 100 kHz beschränkt. Das Tiefpaßfilter begrenzt die maximalen Anstiegsgeschwindigkeiten im Eingangssignal auf realistische Werte und vermindert damit die Möglichkeiten von Verzerrungen durch undefiniertes Anstiegsverhalten.

sprünglichen Grundschaltung in der Lage ist, wirklich exzellente Ergebnisse zu liefern. Durch Verwendung einiger weniger zusätzlicher Bauteile und unter Berücksichtigung eines Platinenentwurfes mit günstiger Leiterbahnführung entstand eine Treiberschaltung, deren Eigenschaften besser sind als die der zuvor erwähnten komplexen Anordnungen.

Die Schaltung

Ein flüchtiger Blick auf das aktuelle Schaltbild wird nichts speziell Neuartiges entdecken. Das ist kaum überraschend, weil die hervorragenden Verstärkereigenschaften im wesentlichen mit dem Platinenentwurf und der Bauteileanordnung zu tun haben. Grob umrissen besteht die Schaltung einfach aus einem Eingangs-Differenzverstärkerpaar (T 3, T 4), das den hochverstärkenden und auf einem weiteren Differenzverstärkerpaar (T 5, T 6) basierenden Spannungsverstärker ansteuert. Dieser liefert wiederum die Steuersignale für die parallelgeschalteten Sets komplementärer MOSFET-Ausgangselemente (T 9, T 10 und T 11, T 12). Sie werden

Bild 8. So sieht eine fertige Eckverbindung aus.



vielleicht feststellen, daß die Grundschaltung (bis hin zu den MOSFETs) der internen Schaltung eines qualitativ hochwertigen bipolaren Operationsverstärkers merklich ähnelt. Das ist kein Zufall, da ein Teil der Stromquellen- und Symmetriertechniken aus der OP-Praxis entliehen sind. Wie ein Operationsverstärker guter Qualität bietet auch dieser Leistungsverstärker Differenzeingänge, hohe Leerlaufverstärkung und Bandbreite, niedrige Ausgangsimpedanz und hohe Ausstiegs geschwindigkeit. Dennoch lohnt es sich, die Schaltung etwas genauer zu analysieren, weil ihre Funktion doch nicht so einfach ist, wie der erste Blick erwarten läßt.

Bild 9. Der Kühlkörper wird rechts und links mit den Acrylseitenteilen verschraubt, während der Trafo mit Kunststoff-Kabelbindern am unteren Kreuz 'festgezurrt' wird.

Der um T 3 und T 4 angeordnete Eingangs-Differenzverstärker vergleicht im wesentlichen das Eingangs-Ausgangs-(Rückkopplungs-)Signal. Daraus bildet er eine Fehlerspannung, mit der die folgende Spannungsverstärkerstufe angesteuert wird.

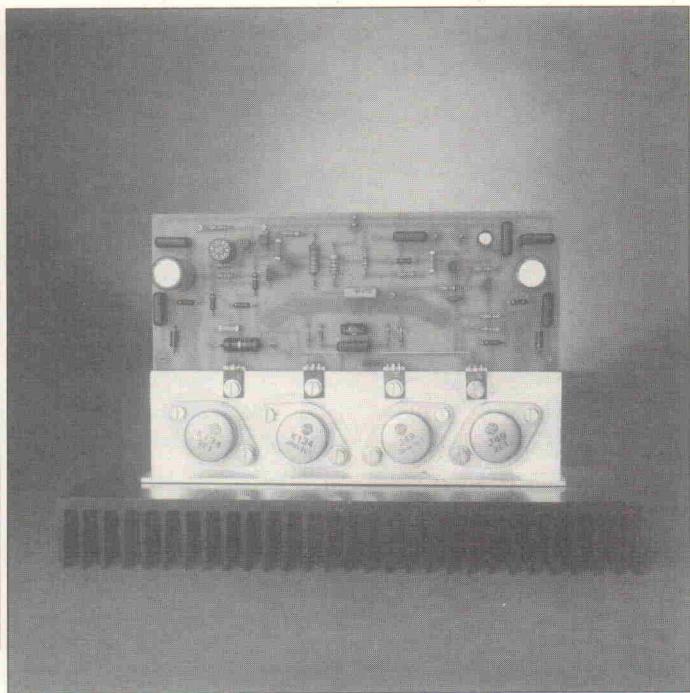


Bild 10. Zwei M3-Schrauben rechts und links im Kühlkörper halten später die ganze Platine im Gehäuse.

Die Eigenschaften der Differenzverstärkerstufe werden verbessert und Störungen auf der Versorgungsspannung besser unterdrückt, indem eine Konstantstromspeisung in den gemeinsamen Emitterverbindungs punkt erfolgt. Die Konstantstromquelle besteht aus den Elementen T 1, T 2, R 3 und R 4.

Wird die Konstantstromquelle eingeschaltet, fließt zunächst ein Strom über R 3, die Emitter-Basisstrecke von T 2 und über R 4 gegen Masse. Das setzt sich fort, bis die Spannung über R 3 circa 0,7 V erreicht. Dann beginnt T 1 zu leiten und übernimmt Basisstrom von T 2. Der dadurch reduzierte Emitterstrom von T 2 verhindert dann tendenziell den Spannungsabfall an R 3. Die Schaltung erreicht einen Gleichgewichtszustand, indem der Spannungsabfall über der Basis-Emitterstrecke von T 1 unabhängig vom Widerstandswert R 3 circa 0,7 Volt annimmt. Da diese Spannung konstant ist, wird der Strom durch T 2 (und das Differenzverstärkerpaar T 3 und T 4) durch die Größe von R 3 bestimmt. Beträgt sein Wert 680 Ohm, dann tritt ein Konstantstrom von circa 1 mA auf.

Auf den Eingangsdifferenzverstärker folgt die Spannungsverstärkerstufe. Sie ist um das Differenzpaar T 5 und T 6 angeordnet und wird durch eine mit T 7 und T 8 arbeitende Stromspiegelschaltung symmetriert. Dieser Schaltungsteil erzeugt nahezu die gesamte Spannungsverstärkung der Schaltung und weist ein streng lineares Ausgangssignal auf, dessen Amplitudenhüpfen in den Bereich der Versorgungsspannungen reichen kann.

Der Stromspiegel (T 7 und T 8) arbeitet als Kollektorlast für T 5 und T 6 mit einem anteiligen Ruhestrom von etwa 20 mA. Er wird mit R 13 und den Kollektorwiderständen von T 3 und T 4 (R 6 beziehungsweise R 7) festgelegt. Der Stromspiegel selbst ist nichts anderes als eine programmierbare Konstantstromquelle, die eine Beeinflussung des Stromes durch T 8, das ist die Kollektorlast von T 6, mit dem Strom durch T 7 und R 9 ermöglicht. Wenn also ein Eingangssignal versucht, T 5 durchzusteuern und T 6 zu sperren, dann spannt der zunehmende Strom durch T 7 und R 9 T 8 ein wenig stärker vor. Wird T 6 gesteuert, dann unterstützt T 8 (seine Kollektorlast) demnach diesen Vorgang, indem er seine Impedanz vermindert. Aufgrund dieser aktiven Kollektorlast weist die Stufe ein extrem lineares Ausgangssignal und eine sehr hohe Spannungsverstärkung auf. Die Leistungsaufnahmen und Arbeitspunkte von T 5 und T 6

werden mit R 11 in der Kollektorleitung von T 5 symmetriert. C 5 überbrückt dessen Wirkung für höhere Frequenzen. Außerdem vermindert C 7 bei sehr hohen Frequenzen die Stufenverstärkung. Damit wird die Phasendrehung 'über Alles' in Grenzen gehalten, so daß sich die Schaltungsstabilität erhöht. Die Spannungspotentiale der Stufenausgänge an den Kollektoren von T 6 und T 8 unterscheiden sich um eine feste, mit RV 1 einstellbare Spannung. Damit werden die Gate/Source-Vorspannungen festgelegt, die wiederum den Drain-Ruhestrom bestimmen.

Die Ausgangsstufe enthält die komplementären MOSFET-Sets T 9 bis T 12 mit ihren entsprechenden Gegenkopplungswiderständen R 18 bis R 21 und den Gate-'Stopper'-Widerständen R 14 bis R 17. MOSFETs können bis zur Zerstörung gesteuert werden, wenn ihre Gate-Steuerungsspannung die zulässigen Grenzen überschreitet. Dieser Fall ist beispielsweise dann möglich, wenn die Gegenkopplung bei einer ausgangsseitigen Überlastung zu stark kompensiert. Daher wird die Gate/Source-Spannung mit den Dioden D 1, ZD 1, D 2 und ZD 2 auf 12 V begrenzt. Die Kondensatoren C 8 und C 9 erhöhen die wirksame Gate/Source-Kapazität von T 9 und T 10 ungefähr auf den Wert des Transistorpaars T 11 und T 12. Auf diese Weise wird der vorangehenden Treiberstufe eine besser symmetrierte Last im hohen Frequenzbereich angeboten. Damit verbessert sich das Hochfrequenzverhalten des Gesamtverstärkers und seine Stabilität.

Die Kapazität C 11 zwischen den Source-Anschlüssen von T 9 und T 10 stellt für hohe Frequenzen einen Pfad mit niedriger Impedanz dar. Er vermeidet, daß induktive Effekte der drahtgewickelten Widerstände R 18 und R 19 zu Instabilitäten führen. Sie werden auch feststellen, daß sich die Werte von C 9 und C 10 etwas unterscheiden (330 pF und 390 pF). So wird eine symmetrische Beschaltung der Source-Anschlüsse von T 9 und T 10 vermieden, die bei Betrieb des Verstärkers an komplexen Lasten die Schwingneigung erhöhen könnte. Ein weiterer Beitrag zur Schaltungsstabilität ist das aus C 12 und R 22 bestehende Netzwerk. Es stellt si-

cher, daß der Ausgang bei hohen Frequenzen stets belastet wird.

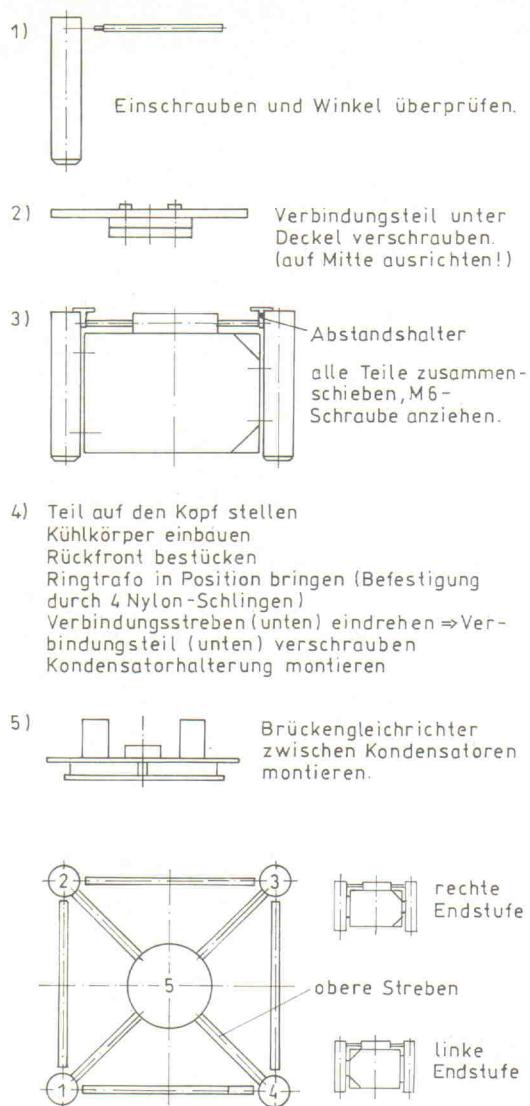
Die Gesamtverstärkung des gegengekoppelten Verstärkers wird durch den Spannungsteiler aus R 12, R 8, C 3 und C 4 bestimmt. Wie bei einer entsprechenden OP-Anordnung wird der invertierende Eingang des Verstärkers über dieses Netzwerk gespeist, während der nicht-invertierende Eingang für die Signaleinspeisung vorgesehen ist. Im Audiofrequenzbereich wird die Schaltungsverstärkung durch das Verhältnis von R 12 und R 8 auf 34 festgelegt, weil R 8 über C 3 und C 4 auf Masse liegt.

Bei sehr niedrigen Frequenzen nimmt die Impedanz dieser Kondensatoren zu, so daß die Gegenkopplung stärker wird und die Schaltungsverstärkung abnimmt. Auf ähnliche Weise wird die Verstärkung zu hohen Frequenzen durch die überbrückende Wirkung von C 6 auf R 12 vermindert. Die Parallelschaltung von C 3 und C 4 gewährleistet auch bei hohen Frequenzen einen Massepfad mit niedriger Impedanz, obwohl viele Elektrolytkondensatoren in diesem Frequenzbereich schlechtere Eigenschaften besitzen. Zur weiteren Schaltungsentkopplung von der Stromversorgung werden die Versorgungsleitungen der Treiberstaltung unter Verwendung von D 3, D 4, R 23, R 24 und der Kondensatoren C 13 bis C 16 massiv abgeblockt. Dadurch werden die guten Eigenschaften der vorangehenden Stufen selbst dann gewährleistet, wenn die Ausgangselemente hohe Stromimpulse liefern müssen.

Die Stromversorgung ist konventionell aufgebaut und verwendet einen 160-VA-Ringkerntransformator mit zwei 45-V-Sekundärwicklungen, die auf einen Hochleistungs-Brücken-Gleichrichter arbeiten. Die zwei so entstehenden und zueinander symmetrischen Versorgungsspannungen werden mit 8000- μ F/63-V-Kondensatoren gefiltert.

Um die Impedanz zwischen den Stromversorgungsleitungen und den MOSFETs so niedrig wie möglich zu halten, haben wir keine Sicherungen direkt in den Drain-Leitungen der MOSFETs vorgesehen. Das ist zwar etwas unkonventionell, aber wir haben festgestellt, daß diese di-

Zusammenbau:



Fertige Industriegehäuse sind zwar einfacher zusammenzubauen, aber lange nicht so dekorativ wie diese Version ...

rekten Verbindungen eine deutliche Verbesserung der Schaltungseigenschaften bewirken. Hinzu kommt, daß Experimente eine extreme Zuverlässigkeit und gute Selbstschutzeigenschaften der MOSFETs zeigen. Katastrophale Zustände (z. B. ein kompletter Kurzschluß über den Versorgungsleitungen) treten im Vergleich zu bipolaren Entwürfen extrem selten auf. Der Über-Alles-Schutz unserer Schaltung besteht einfach aus einer trügen 2-A-Schmelzsicherung FS 1, die den Netzan-

schluß im Falle einer zu großen Überbelastung auftrennt. Wer mit dieser Maßnahme nicht zufrieden ist, kann zusätzlich flinke Sicherungen in Serie mit dem Verstärkerausgang schalten. In der Tat bietet eine Schmelzsicherung im Stromversorgungssteil nur wenig Schutz für den Lautsprecher, wenn der Verstärker aufgrund eines Defektes an seinem Ausgang einen großen Gleichspannungsoffset aufweist.

Als zusätzliche Komponente haben wir auch einen neuartigen Überlastdetektor vorgesehen, der mit den Transistoren T 13 und T 14 aufgebaut ist. Obwohl der Detektor sehr einfach ist, nutzt er einen komplexen Effekt aus, der im Verstärker unter Überlastbedingungen auftritt. Die Schaltung aktiviert LED 1, wenn die Verzerrungen des Verstärkers über etwa 0,05 % steigen. Die Schaltung detektiert prinzipiell transiente Wechselspannungssignale, wei-

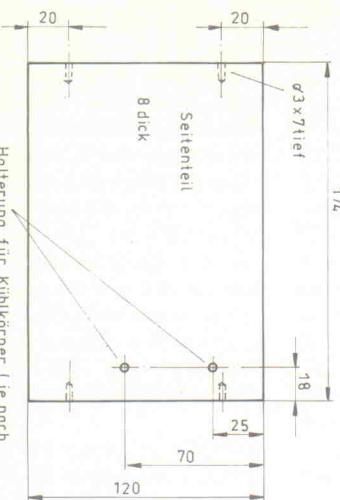
tet deren Pulslänge auf und aktiviert die LED für diesen Zeitraum. Das am Kollektor von T 5 auftretende Signal wird mit Hilfe von C 19 und R 25 (diese Elemente erhöhen die Eingangsimpedanz der Detektorschaltung) wechselspannungsmäßig auf die Basis von T 13 geführt. Wenn genügend Energie auftritt, um T 13 momentan durchzusteuern, fällt seine Kollektorspannung ab und C 20 lädt sich auf. Diese gespeicherte Spannung hält T 14 für eine längere Periode leitend, bis sich C 20 über R 27 und den Basisstrom des Transistors wieder entladen hat. Während dieser Zeit nimmt der Kollektor von T 14 volles Versorgungsspannungspotential an und aktiviert LED 1 über den strombegrenzenden Widerstand R 28.

Wenn nun das am Kollektor von T 6 auftretende Signal die korrigierte Ausgangsspannung repräsentiert (das bedeutet, die Verzerrungsamplituden sind vermindert) und T 5 und T 6 als idealer Differenzverstärker arbeiten, dann können wir die Signaldifferenz am Kollektor von T 5 erwarten. Dabei handelt es sich ausschließlich um Verzerrungsamplituden, die aufgrund der Schaltungsgegenkopplung vom Verstärkerausgang ferngehalten werden.

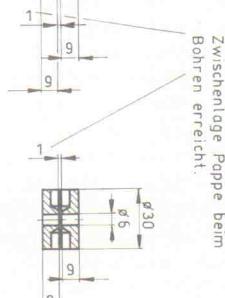
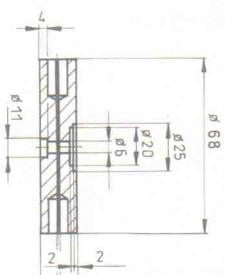
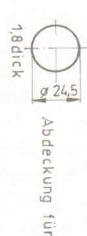
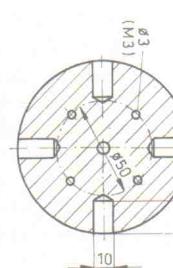
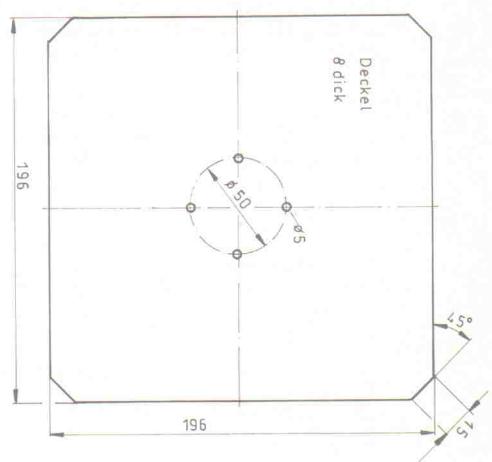
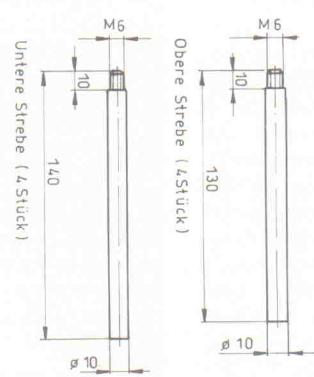
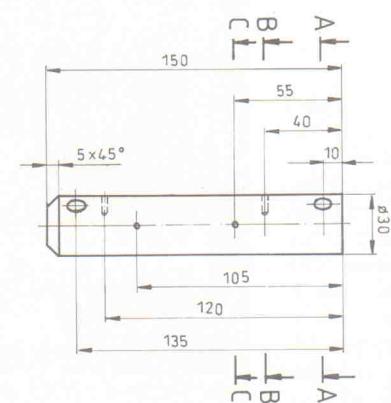
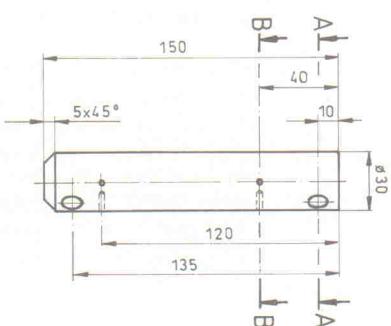
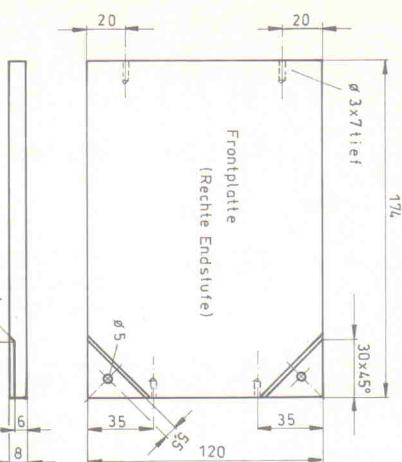
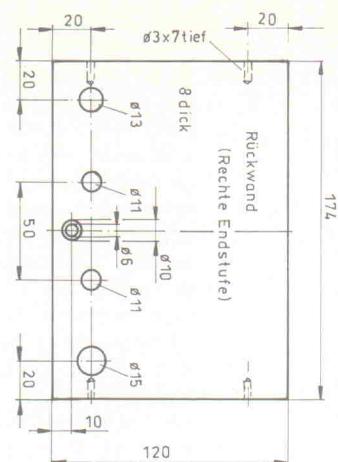
Das Signal am Kollektor von T 5 repräsentiert die gesamte Fehler- beziehungsweise Korrekturspannung des Verstärkers. Sie tritt dann auf, wenn die andere Hälfte der Differenzverstärkerstufe (T 6) volle Ausgangsamplitude erzeugt.

Zeck®

Keine Kompromisse beim Selbstbau



Halterung für Kühlkörper (je nach Schraubengröße versenken)
(Links - Rechts beachten!)



Klemmung wird durch eine Zwischenlage Pappe beim Bohren erreicht.

Sowohl vom Materialaufwand her als auch von der Arbeitszeit ist dieses Gehäuse nur Elektronikern mit mechanischer Erfahrung zum Nachbau zu empfehlen: Dann aber kann es ein richtiges Schmuckstück werden.

Im Gegensatz zu konventionellen Überlast-Indikatoren, die einfach den Amplitudenhub am Ausgang kontrollieren, warnt diese einfache Schaltung den Benutzer vor jeder unzulässigen (und gefährlichen) Verzerrungskomponente. Hinzu kommt, daß ihre korrekte Funktion unter allen Lastbedingungen und bei allen Versorgungsspannungen gewährleistet ist.

Der Aufbau der Platine erfolgt nach den bekannten Regeln. Zu beachten ist lediglich, daß eine Reihe von Bauteilen auf der Lötseite montiert werden und daß man sich beim Bestücken des Kühlwinkels sehr genau an

die in der Zeichnung gemachten Angaben zu halten hat. Nach dem provisorischen Anschrauben des Kühlkörpers an den Winkel ist die Platine einschaltbereit. Dazu sollte das Netzteil mit $+/- 63$ V schon getestet zur Verfügung stehen. Die Betriebsspannungen werden über 10-Ohm-Widerstände an die Platine angeschlossen; Eingang und Ausgang bleiben offen; das Ruhestrompoti ist im Gegenuhzeigersinn an den Anschlag zu drehen. Falls nach dem Einschalten keine Rauchwolken aufsteigen, werden nun noch einmal die Betriebsspannungen kontrolliert ($+63$ V, -63 V), dann die Gleichspan-

nung am Lautsprecherausgang gemessen ($+/- 30$ mV) und schließlich der Ruhestrom mit RV 1 eingestellt. Dazu mißt man den Spannungsabfall an einem der 10-Ohm-Widerstände in der Betriebsspannungs-Zuleitung und stellt ihn mit RV 1 auf etwa 800 mV ein.

Nun kann man (so man hat Lastwiderstand, Tongenerator und Oszilloskop anschließen und die Platine unter Last durchtesten. Wenn der Kühlkörper richtig gut warmgeworden ist, sollte das Eingangssignal auf Null gedreht und der Verlauf des Ruhestroms beobachtet werden. Er muß sich mit

sinkender Kühlkörpertemperatur zu kleineren Werten hin verändern – auch wenn die ursprünglich einmal eingestellten 80 mA nicht mehr ganz erreicht werden. Dem endgültigen Einbau der so getesteten Verstärkerplatine ins Gehäuse steht nun nichts mehr im Wege. Unseren mechanisch versierten Lesern brauchen wir sicherlich nicht zu erklären, wie das Designer-Gehäuse gebaut und montiert wird – aus den Zeichnungen sind alle Details zu entnehmen. Und diejenigen, die mit Drehbank und Polierscheibe auf Kriegsfuß stehen, dürfen natürlich auch auf schlachtere Modelle zurückgreifen ...

Halogenlicht-Transformatoren

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



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

Ausführung ohne Temperaturschutz

LTB 10	50 VA	81x39mm	0,7 kg	47,20 DM
LTB 20	100 VA	104x44mm	1,4 kg	60,50 DM
LTB 30	200 VA	125x33mm	2,6 kg	78,90 DM
LTB 40	300 VA	125x56mm	3,2 kg	92,60 DM
LTB 50	450 VA	147x55mm	4,3 kg	135,50 DM

Ausführung mit Temperaturschutz

LTB 10	50 VA	81x39mm	0,7 kg	57,20 DM
LTB 22	100 VA	104x44mm	1,4 kg	69,90 DM
LTB 33	200 VA	125x33mm	2,6 kg	88,90 DM
LTB 44	300 VA	125x56mm	3,2 kg	102,50 DM
LTB 55	450 VA	147x55mm	4,3 kg	148,20 DM

Ringkern-Lichttransformatoren

Ausführung **LTH**, vergossenes Mittelholz mit Zentralbohrung, Litzen primär und sekundär, durchschlagsfeste Abdeckbandage

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

Mantelkern-Lichttransformatoren

Ausführung **LTM**, gekapselte Wicklung, primär Litzen – sekundär: 6,3 mm-Flachstecker, tauchprägt und ofengetrocknet

LTM 51	50 VA	74x80x65 mm	1,5 kg	37,60 DM
LTM 52	100 VA	85x91x64 mm	2,5 kg	50,90 DM
LTM 53	200 VA	114x123x74 mm	3,8 kg	66,80 DM
LTM 54	300 VA	114x123x91 mm	5,2 kg	83,90 DM

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

UWG Rechteck-Wechselrichter

Neu verbesserte Version der bewährten FA-Reihe
Ausgangsspannung 220V rechteck-
förmig ●

Frequenz konstant
50 Hz ●
Wirkungsgrad ca.
90% ● geringer
Leeraufstrom ●
hoch überlastbar

Jetzt mit elektronischer Kurzschlußsicherung und Unterspannungsabschaltung

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Verbraucher mit erhöhter Anlaufleistung wie z.B. Beleuchtung, Bohrmaschinen, Fernseher, Kaffeemasch.

Weitere technische Angaben siehe Liste
Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit Steckdose, Polklemmen und Schalter:

UWG 5 G 12V oder 24V- 200VA ... 327,20 DM
UWG 7 G 12V oder 24V- 400VA ... 435,80 DM
UWG 9 G 12V oder 24V- 600VA ... 528,10 DM
UWG 10 G 12V oder 24V-1000VA ... 840,50 DM

Gewünschte Batteriespannung angeben!



UWS-Sinus-Wechselrichter

Ausgangsspannung 220V $\pm 3\%$, sinus-
förmig ● Frequenz
50 Hz quartzgest. ●

Wirkungsgrad
80-85% ● geringer
Leeraufstrom ●
kurzschluß- u. ver-
polungsschutz ●

Überlastschutz ● stabiles Stahlblechgehäuse.

UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuem technischen Prinzip, welches den niedrigen Wirkungsgrad und die starke Wärmeentwicklung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien vergessen läßt.

Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich alle 220V-Verbraucher betrieben werden.

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

Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/250 12V/250VA ... 985,- DM

UWS 24/300 24V/300VA ... 985,- DM

UWS 12/500 12V/500VA ... 1290,- DM

UWS 24/600 24V/600VA ... 1290,- DM

Preisliste für Einschaltautomatik ...

Preisliste und Farbrospektus auf Anfrage.

Trapez-Wechselrichter

Hochleistungswechselrichter von Victron-Energie
Industrieausführung nach IEC 146 und
IEC 255-4-5 in Prä-
Qualität ● Ausgangs-
spannung 220V $\pm 5\%$,
Frequenz 50Hz ●

extrem hoch über-
lastbar ● Schutz
gegen Kurzschluß,
Verpolung u. Über-
temperatur ● stabi-
lisierte Ausgangsspan-
nung. Einschaltautomatik

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

Atlas 12 ... 600 12V ... 600VA ... maximal 1200VA

Atlas 12/1500 12V/1500VA ... maximal 2500VA

Atlas 24 ... 600 24V ... 600VA ... maximal 1800VA

Atlas 24/1200 24V/1200VA ... maximal 3200VA

Atlas 24/2000 24V/2000VA ... maximal 5000VA

Atlas 24/3000 24V/3000VA ... maximal 7000VA

Wechselrichter wie oben, umschaltbar als
leistungsstarkes Batterieladegerät

Atlas-Combil 12 ... 450 12V ... 450VA ... 700VA

Atlas-Combil 12/1500 12V/1500VA ... 2500VA

Preisliste und Farbrospektus auf Anfrage.

UWL 12-20 12V/20A ... 387,50 DM

UWL 24-20 24V/20A ... 522,90 DM

UWL 12-50 12V/50A ... 597,50 DM

UWL 24-50 24V/50A ... 837,90 DM

Batteriekabel, 3 m Länge, mit
Klemmen, passend für:

UWL 12-20 ... 12V ... 15 ... DM

UWL 12-50 ... 12V ... 23 ... DM

Batteriekabel, 3 m Länge, mit
Klemmen, passend für:

UWL 24-20 ... 24V ... 15 ... DM

UWL 24-50 ... 24V ... 23 ... DM

Preisliste und Farbrospektus auf Anfrage.

BURMEISTER-ELEKTRONIK

Inh. Christoph Burmeister

Postfach 1236 · 4986 Rödinghausen · Telefon 05226 / 1515

Versand per NN oder V-Rechn., zzgl. Porto u. Verp.; Lieferungen ins Ausland nur gegen V-Rechn. ab 100,- DM

Bestellwert. Fordern Sie kostenlos unsere Liste mit weiteren Angeboten und genauen Beschreibungen an.

Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung

sinkender Kühlkörpertemperatur zu kleineren Werten hin ver-

ändern – auch wenn die ursprünglich einmal eingestellten 80 mA nicht mehr ganz erreicht werden. Dem endgültigen Einbau der so getesteten Verstärkerplatine ins Gehäuse steht nun nichts mehr im Wege. Unseren mechanisch versierten

Lesern brauchen wir sicherlich nicht zu erklären, wie das Designer-Gehäuse gebaut und montiert wird – aus den Zeichnungen sind alle Details zu entnehmen.

Und diejenigen, die mit Drehbank und Polierscheibe auf Kriegsfuß stehen, dürfen natürlich auch auf schlachtere Modelle zurückgreifen ...

Qualitätstransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat – Industriequalität

kompat, stromarm, für alle Anwendungen

42 VA ... 59,20 DM 76 VA ... 33,80 DM

601 2x 6V 2x3,5A ... 702 2x12V 2x3,2A

602 2x12V 2x1,8A ... 703 2x15V 2x2,6A

603 2x15V 2x1,4A ... 704 2x18V 2x2,2A

604 2x18V 2x1,2A ... 705 2x24V 2x1,6A

125 VA ... 38,90 DM 190 VA ... 53,30 DM

901 2x12V 2x8,0A ... 951 2x12V 2x11,0A

902 2x20V 2x4,8A ... 952 2x20V 2x5,7A

903 2x24V 2x4,0A ... 953 2x28V 2x 4,5A

904 2x24V 2x2,6A ... 954 2x36V 2x 3,5A

250 VA ... 54,30 DM

120 VA 45,90 DM

R 8012 2x12V 2x3,4A

R 8015 2x15V 2x2,7A

R 8020 2x20V 2x2,0A

R 8024 2x24V 2x1,7A

170 VA 62,50 DM

R 17012 2x12V 2x4,2A

R 17015 2x15V 2x5,7A

R 17020 2x20V 2x4,0A

R 17024 2x24V 2x3,6A

R 17030 2x30V 2x2,9A

230 VA 72,20 DM

R 23012 2x12V 2x10,4A

R 23018 2x18V 2x9,5A

R 23024 2x24V 2x7,1A

R 23030 2x30V 2x4,2A

R 23036 2x36V 2x 3,5A

250 VA 72,20 DM

R 25012 2x12V 2x10,4A

R 25018 2x18V 2x9,0A

R 25024 2x24V 2x7,2A

R 25030 2x30V 2x4,2A

R 25036 2x36V 2x 3,5A

270 VA 72,20 DM

R 27012 2x12V 2x4,2A

R 27015 2x15V 2x5,7A

R 27020 2x20V 2x4,0A

R 27024 2x24V 2x3,6A

R 27030 2x30V 2x2,9A

R 27036 2x36V 2x 2,8A

290 VA 72,20 DM

R 29012 2x12V 2x4,2A

R 29015 2x15V 2x5,7A

R 29020 2x20V 2x4,0A

R 29024 2x24V 2x3,6A

R 29030 2x30V 2x2,9A

R 29036 2x36V 2x 2,8A

310 VA 72,20 DM

R 31012 2x12V 2x4,2A

R 31015 2x15V 2x5,7A

R 31020 2x20V 2x4,0A

R 31024 2x24V 2x3,6A

R 31030 2x30V 2x2,9A

R 31036 2x36V 2x 2,8A

330 VA 72,20 DM

R 33012 2x12V 2x4,2A

R 33015 2x15V 2x5,7A

R 33020 2x20V 2x4,0A

R 33024 2x24V 2x3,6A

R 33030 2x30V 2x2,9A

R 33036 2x36V 2x 2,8A

350 VA 72,20 DM

R 35012 2x12V 2x4,2A

R 35015 2x15V 2x5,7A

R 35020 2x20V 2x4,0A

R 35024 2x24V 2x3,6A

R 35030 2x30V 2x2,9A

R 35036 2x36V 2x 2,8A

370 VA 72,20 DM



MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN

BC BC

TRANSISTOREN

BD BD

TRANSISTOREN

BF BUX

UA 78..

107A	0.28	416A	0.18	242B	0.69	901	1.10	857	0.93	10	5.15	7805	0.55	5080	DIL	1.151	35C2	15.80	550	0.67	1516Q	7.95	3780	11.50		
107B	0.29	416B	0.15	242C	0.73	902	1.10	858	0.97	11	7.60	7805K	2.40	5081	DIL	63.25	611T	2.30	1517N	8.10	3800	20.25				
108A	0.30	416C	0.19	243	0.70	905	0.95	859	0.97	12	7.50	7806	0.56	5090	DIL	9.55	630S	3.65	1519N	9.00	3803A	15.50				
108B	0.29	516	0.24	243A	0.80	906	0.94	869	0.54	20	17.80	7807	0.95	5105	DIP	9.30	761A	1.45	1520A	9.75	3810	6.15				
108C	0.30	517	0.27	243B	0.79	907	0.98	870	0.54	21	15.20	7808	0.56	5118	DIL	23.05	765A	1.55	1521	9.50	3825	3.45				
109B	0.31	546A	0.07	243C	0.69	908	1.00	871	0.53	22	18.90	7808K	2.50	5119	DIL	45.70	861A	1.60	1522	3.40	3950A	6.50				
109C	0.30	546A	0.07	244	0.82	909	1.10	872	0.54	24	19.05	7809	0.59	5120	DIL	29.60	2761A	2.05	1534	125.00	4092	14.49				
140-6	0.55	546C	0.10	244A	0.63	910	1.05	900	1.30	37	5.50	7810	0.66	5125	DIP	11.25	4761A	3.55	1535N	61.60	4180	4.80				
140-10	0.43	547A	0.06	244B	0.66	911	1.10	926	0.63	39	6.10	7812	0.56	5126	DIP	16.20	4765A	3.75	1541A	57.30	4190	7.40				
140-16	0.44	547B	0.07	244C	0.69	912	1.15	936	0.67	40	5.20	7812K	2.40	5130	DIP	5.70	5230	DIP	5.70	1542	15.30	4260	4.10			
141-6	0.58	547C	0.07	245	1.70			939	0.73	41	4.50	7815	0.59	5132	DIP	2.30	5232A	DIL	6.45	1543N	10.50	4290	5.70			
141-10	0.43	548A	0.07	245A	1.70			959	0.62	42	4.90	7815K	2.40	5133	DIL	4.50	231A	1.75	1579	6.90	4432	5.10				
141-16	0.44	548B	0.07	245B	1.70			960	0.88	46	4.15	7818	0.56	5134	DIP	1.60	5119	0.91	1596	6.70	4433	4.40				
159C	0.40	548C	0.07	245C	1.70	115	0.78	961	0.90	47	3.55	7818K	2.65	5135	DIL	13.55	440C	3.80	1598V	7.95	4440	4.60				
160-6	0.57	549B	0.06	246	1.65	117	0.83	963	3.60	48	4.40	7820	0.57	5136	DIL	13.05	440N	3.80	1670A	4.90	4450	7.00				
160-10	0.45	549C	0.07	246A	1.70	167	0.81	964	1.30	48A	4.70	7824	0.56	5137	DIL	20.65	510	4.30	1701	9.05	4500	15.20				
160-16	0.44	550B	0.10	246B	1.80	173	0.91	966	1.20	48B	7.00	7824K	2.45	5138	DIL	6.70	520	2.80	1770A	6.00	4502	19.60				
161-6	0.58	550C	0.10	246C	1.70	177	0.85	967	0.94	48C	7.85	78H05	23.10	5139	DIL	6.25	530	2.50	1904	2.00	4505	22.35				
161-10	0.44	556A	0.07	249	2.15	178	0.78	970	0.88	80	3.55	78H12	28.50	5140	DIL	13.75	540	3.30	1905	2.60	4510	9.15				
161-16	0.44	556B	0.07	249B	2.35	179A	0.93	979	1.00	81	5.45	78H15	29.00	5141	DIL	19.75	540	3.30	1908	3.00	4555	17.15				
167A	0.16	557A	0.07	249C	2.35	180	0.75	980	1.30	82	3.20	78L02	0.62	5142	DIL	2.30	5560	DIL	6.75	560C	3.10	1908	3.00			
167B	0.15	557B	0.07	249D	2.35	184	0.77	981	0.91	83	3.45	78L02	0.62	5143	DIL	7.15	5561	DIP	4.10	570Q	6.00	1910	9.55			
168A	0.15	558A	0.07	250B	2.35	185	0.77	982	1.40	84	1.55	78L04	0.78	5144	DIL	2.35	5145	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
168B	0.15	558B	0.07	250C	2.25	198	0.18			85	1.85	78L05	0.54	5146	DIL	2.30	5147	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
168C	0.15	558C	0.07	262	2.95	199	0.18			86	1.40	78L06	0.52	5148	DIL	10.60	5149	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
169B	0.16	559A	0.08	301	1.30	200	1.50	34	27.80	87	1.35	78L07	0.62	5150	DIL	7.25	5151	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
169C	0.16	559B	0.08	302	1.40	224	0.20	69	4.50	98	10.45	78L08	0.54	5151	DIL	2.10	5152	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
170A	0.17	559C	0.08	303	1.40	225	1.65			98A	13.35	78L09	0.55	5153	DIL	2.10	5154	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
170B	0.17	560A	0.10	304	1.40	237	0.48			50	6.35	78L10	0.57	5155	DIL	2.10	5156	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
170C	0.17	560B	0.10	311	2.50	238	0.48			69A	3.65	78L12	0.54	5157	DIL	2.10	5158	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
173C	0.23	560D	0.10	312	2.50	240	0.17	34A	1.70					5159	DIL	2.10	5160	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
177A	0.30	617	0.58	313	2.70	241	0.18	38	1.75					5161	DIL	2.10	5162	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
177B	0.30	618	0.63	314	2.70	244A	0.84	54	1.50					5163	DIL	2.10	5164	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
178A	0.29	635	0.31	315	2.90	244B	0.84	64	31.20	10	1.70	78L24	0.62	5165	DIL	2.10	5166	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
178B	0.30	636	0.31	316	2.80	244C	0.85	90	1.20	10A	1.35	78S05	0.97	5167	DIL	2.10	5168	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
179A	0.24	637	0.32	317	3.15	245A	0.63	91	1.30	11	3.20	78S075	1.15	5169	DIL	2.10	5170	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
179B	0.30	638	0.27	318	3.15	245B	0.63	94	30.55	11A	2.70	78S09	0.97	5171	DIL	2.10	5172	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
182A	0.09	639	0.31	375	0.48	245C	0.63	96	1.75	20	3.40	78S10	0.97	5173	DIL	2.10	5174	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
182B	0.09	640	0.31	376	0.51	246A	0.83			21	2.80	78S12	1.00				5175	DIL	2.10	5176	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55
183A	0.09	875	0.71	377	0.51	246B	0.82			21	2.80	78S15	1.00				5176	DIL	2.10	5177	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55
183B	0.09	876	0.71	378	0.52	246C	0.82			21	2.80	78S18	1.00				5178	DIL	2.10	5179	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55
183C	0.09	877	0.72	379	0.53	247A	0.80	10	2.00	20	3.40	78S24	1.05	5180	DIL	2.10	5181	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
184B	0.08	878	0.73	380	0.53	247B	0.81	11	2.00	20	3.40	78S25	1.05	5182	DIL	2.10	5183	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
192	0.95	880	0.73	433	0.58	254	0.18			21	3.00	78S27	0.58	5184	DIL	2.10	5185	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
212A	0.09			434	0.57	255	0.18			20	3.15	78S28	0.58	5186	DIL	2.10	5187	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
212B	0.09			435	0.59	256A	0.64	92	1.20	20	4.20	78S29	0.58	5188	DIL	2.10	5189	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
213A	0.09			436	0.59	256B	0.64	93	1.20	20	4.20	78S30	0.58	5190	DIL	2.10	5191	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
213B	0.09			115	0.79	437	0.59	256C	0.64	20	4.20	7907	1.25	5192	DIL	2.10	5193	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
213C	0.09			127	0.88	438	0.60	257	0.69	20	4.20	7908	1.25	5194	DIL	2.10	5195	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
214B	0.10			128	1.10	439	0.61	258	0.68	20	4.20	7909	1.20	5196	DIL	2.10	5197	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55			
214C	0.10			129	1.20	440	0.61	259	0.68	20	4.20	7910	1.20	5198	DIL	2.10	5199	DIL	2.10	920	4.95	1910	9.55</			

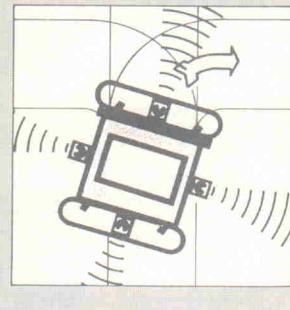
INTEGRIERTE TLC	
251	DIP 3.90
252	DIP 6.25
254	DIL 10.10
271	DIP 1.20
272	DIP 1.90
274	DIL 3.40
277	DIP 5.75
279	DIL 6.50
339	DIL 2.70
372	DIP 1.85
374	DIL 2.75
393	DIP 2.15
555	DIP 1.05
556	DIL 2.15

SCHALTUNGEN	
C-MOS	74LS..
4000	0.35 00
4001	0.31 01
4002	0.35 02
4006	0.69 03
4007	0.35 04
4008	0.73 05
4009	0.47 06
4010	0.47 07
4011	0.31 08
4012	0.35 09
4013	0.47 10
4014	0.69 11
4015	0.73 12
4016	0.47 13
4017	0.66 14

INTEGRIERTE SCHALTUNGEN	
74LS..	74LS..
258	0.57 00
259	0.56 02
260	0.34 03
261	2.65 04
273	0.32 273
279	0.56 14
280	0.59 20
283	0.57 21
290	0.64 27
295	0.58 295
296	0.58 295
297	0.58 295
298	0.58 295
299	0.58 295
300	3.66 295
303	0.31 295
306	0.36 295
307	0.36 295
308	0.36 295
309	0.36 295
310	0.36 295
311	0.37 295
312	0.37 295
313	0.37 295
314	0.37 295
315	0.37 295
316	0.37 295
317	0.37 295
318	0.37 295
319	0.37 295
320	0.37 295
321	0.37 295
322	0.37 295
323	0.37 295
324	0.37 295
325	0.37 295
326	0.37 295
327	0.37 295
328	0.37 295
329	0.37 295
330	0.37 295
331	0.37 295
332	0.37 295
333	0.37 295
334	0.37 295
335	0.37 295
336	0.37 295
337	0.37 295
338	0.37 295
339	0.37 295
340	0.37 295
341	0.37 295
342	0.37 295
343	0.37 295
344	0.37 295
345	0.37 295
346	0.37 295
347	0.37 295
348	0.37 295
349	0.37 295
350	0.37 295
351	0.37 295
352	0.37 295
353	0.37 295
354	0.37 295
355	0.37 295
356	0.37 295
357	0.37 295
358	0.37 295
359	0.37 295
360	0.37 295
361	0.37 295
362	0.37 295
363	0.37 295
364	0.37 295
365	0.37 295
366	0.37 295
367	0.37 295
368	0.37 295
369	0.37 295
370	0.37 295
371	0.37 295
372	0.37 295
373	0.37 295
374	0.37 295
375	0.37 295
376	0.37 295
377	0.37 295
378	0.37 295
379	0.37 295
380	0.37 295
381	0.37 295
382	0.37 295
383	0.37 295
384	0.37 295
385	0.37 295
386	0.37 295
387	0.37 295
388	0.37 295
389	0.37 295
390	0.37 295
391	0.37 295
392	0.37 295
393	0.37 295
394	0.37 295
395	0.37 295
396	0.37 295
397	0.37 295
398	0.37 295
399	0.37 295
400	0.37 295
401	0.37 295
402	0.37 295
403	0.37 295
404	0.37 295
405	0.37 295
406	0.37 295
407	0.37 295
408	0.37 295
409	0.37 295
410	0.37 295
411	0.37 295
412	0.37 295
413	0.37 295
414	0.37 295
415	0.37 295
416	0.37 295
417	0.37 295
418	0.37 295
419	0.37 295
420	0.37 295
421	0.37 295
422	0.37 295
423	0.37 295
424	0.37 295
425	0.37 295
426	0.37 295
427	0.37 295
428	0.37 295
429	0.37 295
430	0.37 295
431	0.37 295
432	0.37 295
433	0.37 295
434	0.37 295
435	0.37 295
436	0.37 295
437	0.37 295
438	0.37 295
439	0.37 295
440	0.37 295
441	0.37 295
442	0.37 295
443	0.37 295
444	0.37 295
445	0.37 295
446	0.37 295
447	0.37 295
448	0.37 295
449	0.37 295
450	0.37 295
451	0.37 295
452	0.37 295
453	0.37 295
454	0.37 295
455	0.37 295
456	0.37 295
457	0.37 295
458	0.37 295
459	0.37 295
460	0.37 295
461	0.37 295
462	0.37 295
463	0.37 295
464	0.37 295
465	0.37 295
466	0.37 295
467	0.37 295
468	0.37 295
469	0.37 295
470	0.37 295
471	0.37 295
472	0.37 295
473	0.37 295
474	0.37 295
475	0.37 295
476	0.37 295
477	0.37 295
478	0.37 295
479	0.37 295
480	0.37 295
481	0.37 295
482	0.37 295
483	0.37 295
484	0.37 295
485	0.37 295
486	0.37 295
487	0.37 295
488	0.37 295
489	0.37 295
490	0.37 295
491	0.37 295
492	0.37 295
493	0.37 295
494	0.37 295
495	0.37 295
496	0.37 295
497	0.37 295
498	0.37 295
499	0.37 295
500	0.37 295
501	0.37 295
502	0.37 295
503	0.37 295
504	0.37 295
505	0.37 295
506	0.37 295
507	0.37 295
508	0.37 295
509	0.37 295
510	0.37 295
511	0.37 295
512	0.37 295
513	0.37 295
514	0.37 295
515	0.37 295
516	0.37 295
517	0.37 295
518	0.37 295
519	0.37 295
520	0.37 295
521	0.37 295
522	0.37 295
523	0.37 295
524	0.37 295
525	0.37 295
526	0.37 295
527	0.37 295
528	0.37 295
529	0.37 295
530	0.37 295
531	0.37 295
532	0.37 295
533	0.37 295
534	0.37 295
535	0.37 295
536	0.37 295
537	0.37 295
538	0.37 295
539	0.37 295
540	0.37 295
541	0.37 295
542	0.37 295
543	0.37 295
544	0.37 295
545	0.37 295
546	0.37 295
547	0.37 295
548	0.37 295
549	0.37 295
550	0.37 295
551	0.37 295
552	0.37 295
553	0.37 295
554	0.37 295
555	0.37 295
556	0.37 295
557	0.37 295
558	0.37 295
559	0.37 295
560	0.37 295
561	0.37 295
562	0.37 295
563	0.37 295
564	0.37 295
565	0.37 295
566	0.37 295
567	0.37 295
568	0.37 295
569	0.37 295
570	0.37 295
571	0.37 295
572	0.37 295
573	0.37 295
574	0.37 295
575	0.37 295
576	0.37 295
577	0.37 295
578	0.37 295
579	0.37 295
580	0.37 295
581	0.37 295
582	0.37 295
583	0.37 295
584	0.37 295
585	0.37 295
586	0.37 295
587	0.37 295
588	0.37 295
589	0.37 295
590	0.37 295
591	0.37 295
592	0.37 295
593	0.37 295
594	0.37 295
595	0.37 295
596	0.37 295
597	0.37 295
598	0.37 295
599	0.37 295
600	0.37 295
601	0.37 295
602	0.37 295
603	0.37 295
604	0.37 295
605	0.37 295
606	0.37 295
607	0.37 295
608	0.37 295
609	0.37 295
610	0.37 295
611	0.37 295
612	0.37 295
613	0.37 295
614	0.37 295
615	0.37 295
616	0.37 295
617	0.37 295
618	0.37 295
619	0.37 295
620	0.37 295
621	0.37 295
622	0.37 295
623	0.37 295
624	0.37 295
625	0.37 295
626	0.37 295
627	0.37 295
628	0.37 295
629	0.37 295
630	0.37 295
631	0.37 295
632	0.37 295
633	0.37 295
634	0.37 295
635	0.37 295
636	0.37 295
637	0.37 295
638	0.37 295
639	0.37 295
640	0.37 295
641	0.37 295
642	0.37 295
643	0.37 295
644	0.37 295
645	0.37 295
646	0.37 295
647	0.37 295
648	0.37 295
649	0.37 295
650	0.37 295
651	0.37 295
652	0.37 295
653	0.37 295
654	0.37 295
655	0.37 295
656	0.37 295
657	0.37 295
658	0.37 295
659	0.37 295
660	0.37 295
661	0.37 295
662	0.37 295
663	0.37 295
664	0.37 295
665	0.37 295
666	0.37 295
667	0.37 295
668	0.37 295
669	0.37 295
670	0.37 295
671	0.37 295
672	0.37 295
673	0.37 295
674	0.37 295
675	0.37 295
676	0.37 295
677	0.37 295
678	0.37 295

Positionssensoren für rotative und translatorische Bewegungen

Zehn verschiedene Technologien und ihre Anwendungen



Henri Hencke

Weg- und Positionssensoren für rotative und translatorische Bewegungen spielen in der Automatisierungstechnik eine Schlüsselrolle.

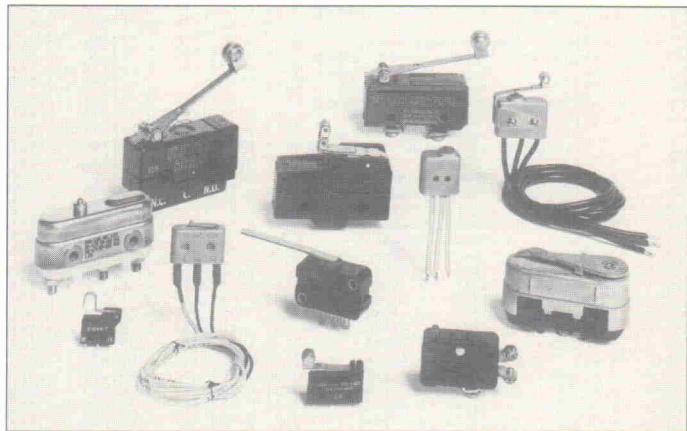
Der vorliegende Beitrag macht mit zehn bewährten Technologien sowie einigen interessanten Neuentwicklungen vertraut und erleichtert die Wahl des für einen Anwendungsfall bestgeeigneten Sensorprinzips. Tabelle 1 gibt einen Überblick der verschiedenen Sensortypen. Aufgeschlüsselt werden Anwendungsbereiche mit den entsprechenden Meßbereichen sowie die Vorteile und Nachteile der Sensorprinzipien. Über die Messung der Position hinaus können auch abgeleitete Größen wie Geschwindigkeit, Drehzahl oder Winkelbeschleunigung, aber auch wegproportionale mechanische Größen bestimmt werden.

Elektromechanische Positionssensoren

Der älteste Positionssensor ist der 1932 von Honeywell Micro

Switch entwickelte Mikroschalter mit Schnappmechanismus. Bild 1 zeigt einige Ausführungsformen. Der Mikroschalter, der auch in ein Grenztastergehäuse eingebaut sein kann, wird durch einen Stößel, Rollenstößel, Federhe-

bel, Rollenhebel oder Schwenkhebel betätigt. Der elektrische Kontakt öffnet und schließt dabei in einer ganz bestimmten, bis auf $\pm 2 \mu\text{m}$ genauen Position. Diese preiswerten Sensoren können bis zu 25 A Gleich- oder Wechselstrom direkt



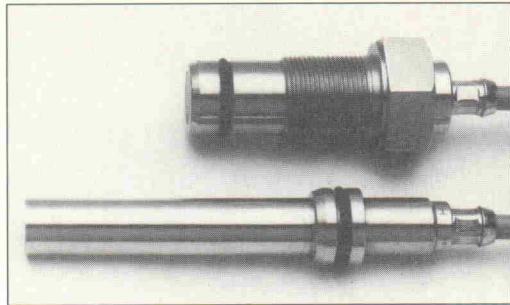
Alle Fotos: Werkbilder Honeywell

Bild 1. Für alle Fälle ... gibt es den optimalen Mikroschalter mit passendem Betätigter.

Sensorprinzip	Elektromechanisch	Induktiv (Wirkelstrom)	Elektromagnetisch	Fotoelektrisch	Halleffekt	Magnetoressistiv (Permalloy)	Ultraschall	Ladungsgekoppelt (CCD)	Potentiometer	Differentialtransformator
Winkel α	0 ... 360°	0 ... 360°	–	0 ... 360°	0 ... 360°	0 ... 360°	–	–	0 ... 3600°	–45 ... +45°
Drehzahl n [min $^{-1}$]	0 ... 300	0 ... 50.000	50 ... 10.000	0 ... 10 6	0 ... 10 6	0 ... 10 6	–	–	–	–
Weg s [mm]	0 ... 10 6	0 ... 40	–	0 ... 760.000	0 ... 300	0 ... 30	0 ... 2000	0 ... 2000	0 ... 750	–100 ... +100
Analogausgang [V]	–	1 ... 9	0 ... 10	0 ... 5 (bis 3 Meter)	0 ... 6	–	0 ... 10	0 ... 10	0 ... 10	–10 ... +10
Digitalausgang	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–
Vorteile	Sehr preisgünstig, präziser Schaltpunkt, Schaltvermögen bis 25 A, –65 ... +550°C, geringe Baugröße, hohe Schutztart, reiche Auswahl.	Sehr preisgünstig, zahlreich, geringe Hysterese, Logikkompatibel, hohe Lebensdauer, hohes Schaltvermögen, rückwirkungsfrei, druckfest bis 500 bar, Wegsensoren 0 ... 10 mm.	Sehr preisgünstig, verschleißfrei, hoher Temperaturbereich, robust.	Sehr preisgünstig, 0 ... 100kHz, TTL- und CMOS-kompatibel.	Äußerst preisgünstig, 0 ... 100kHz, hohe Präzision, TTL und CMOS-kompatibel, rückwirkungsfrei, unbegrenzte Lebensdauer, duldet Staub und Feuchtigkeit, –40 ... +100 °C, rückwirkungsfrei, Reichweite bis 760 m, faseroptische Varianten für engen Raum, Selbstdiagnose, Multiplexbetrieb. Preiswerte Füllstandsensoren.	Sehr preisgünstig, 0 ... 100kHz, omnipolar, hohe magnetische Empfindlichkeit, großer Schaltabstand, preiswerte Kleinstmagnete verwendbar, –20 ... +85 °C, unbegrenzte Lebensdauer, duldet Feuchtigkeit, –55 ... +150 °C, neuer Zahnradsensor 0,01 ... 100kHz.	Sehr preisgünstig, 0 ... 2 m, Auflösung 1 mm, Schaltpunkte beliebig einstellbar, erfasst alle Werkstoffe, temperaturkompensiert, Trägerfrequenz 220kHz immun gegen Fabriklärm.	Hochgenaue Messung von Breiten, Mitten und bis zu 20 Kantenlagen, Breiten- und Mittenlage-messung zwischen beliebigen Kanten, Intelligenter Sensor mit Schnittstellen RS 232 C oder RS 422, Strom-, Spannungs-, Schaltausgänge, Genauigkeit 1:1000, bis 5000 Messungen/Minute.	Preisgünstig, einfache Be- schaltung und Auswertung, großer Drehwinkel und Wegmeßbereich, hohe Präzision möglich (0,025%), einfache Linearisierung, –55 ... +125 °C.	Großer Temperaturbereich –250 ... +600 °C, hohe Meßgenauigkeit, lange Lebensdauer.
Nachteile	Kleine Drehzahlen, begrenzte Lebensdauer, Kontaktprellern.	Erfaßt nur Metalle, begrenzter Temperaturbereich –40 ... +110 °C (Halbleiter)	Nur für mittlere Drehzahlen, Phasenlage und Amplitude drehzahlabhängig.	Staub- und feuchteempfindlich, begrenzte Lebensdauer der LED, Alterung.	Schaltpunkte bedingt temperaturabhängig, Schaltvermögen $\leq 20 \text{ mA}$ (40 mA).	Begrenzter Temperaturbereich –20 ... +85 °C (Zahnradsensor 0 ... 70 °C) Schaltvermögen $\leq 20 \text{ mA}$ (7mA).	Begrenzter Temperaturbereich 0 ... +70 °C, empfindlich gegen Nässe.	Begrenzter Temperaturbereich 0 ... +50 °C, Meßgenauigkeit erfordert Einhaltung eines konstanten Arbeitsabstands.	Kleiner Ausgangsstrom, Spannungssprünge bei Drahtwiderständen, Schleiferauschen, Verschleiß, Reibung.	Kleiner Meßbereich, Signalaufbereitung erforderlich.

Tabelle 1. Winkel und Wege: Zehn Sensortechnologien im Überblick.

Bild 2.
Induktive Näherungsschalter können auch unter Druck arbeiten; diese bis zu 500 bar.



schalten. Die Schaltfrequenz ist auf maximal 100...300 Schaltspiele pro Minute, die mechanische Lebensdauer auf $10^6 \dots 3 \cdot 10^7$ begrenzt. Der Temperaturbereich umfasst $-65 \dots +550$ °C.

Induktive Näherungsschalter

Die in der Industrie am häufigsten eingesetzten Sensoren zur Positionierung und Drehzahlüberwachung sind induktive Näherungsschalter, die für bestimmte Anwendungen

Der Autor



nik. Für Legrand in Antibes/Südfrankreich war er als Verbindungsingenieur zu AEG/Telefunken in Hameln tätig, später als Gruppenleiter für Meßgeräte und automatische Meßsysteme bei Rohde & Schwarz in Paris. Seit 1978 ist er bei Honeywell Sensorik in Offenbach für Dokumentation und Werbung zuständig. Fremdsprachen und Reisen sind die wichtigsten Hobbys von Henri Hencke. 'Savoir-vivre' lautet der passende Wahlspruch.

Wenn man im flämischen Brügge/Belgien geboren ist, die Familie jedoch französisch spricht, wenn man dann in Deutschland zur Schule geht und später noch Englisch und Italienisch dazulernen, dann darf man als Europäer gelten. Dipl.-Ing. Henri Hencke ist Europäer aus Überzeugung. Er studierte in Darmstadt Hochfrequenz- und Übertragungstechnik.

mit besonderen Features ausgestattet sein können. Bild 2 zeigt zwei Ausführungen, die statischen Drücken bis 500 bar widerstehen. Bei der Abtastung von Zahnrädern sind Näherungsschalter mit hoher Schaltfrequenz und zumeist kleiner Baugröße erforderlich.

Die meisten induktiven Näherungsschalter haben ein Kunststoff- oder ein verchromtes Messinggehäuse und arbeiten bei $-40 \dots +85$ °C. Der eingebaute Oszillator erzeugt ein elektromagnetisches Wechselfeld, das an der Stirnfläche austritt und in angrenzenden Metallteilen Wirbelströme induziert (Bild 3). Dadurch wird der Oszillator bedämpft, seine Schwingungsamplitude ändert sich. Der Demodulator wandelt die Amplitudenänderung in ein Gleichspannungssignal um, das den Trigger auslöst. Die nachfolgende Halbleiterendstufe erzeugt ein Schaltsignal.

Bild 4 zeigt zwei gleichspannungsgespeiste Ausführungen mit NPN- beziehungsweise PNP-Endstufe mit offenem Kollektorausgang, der auch direkt Logikschaltungen, Frequenzzähler und Drehzahlwächter steuern kann. Bei 2-Draht-Wechselspannungstypen mit Schließer- oder Öffnerfunktion besteht der Schaltausgang aus einem Thyristor.

Induktive Näherungsschalter nach dem Wirbelstromprinzip reagieren auf alle Metalle. Der Nennschaltabstand ist für ein

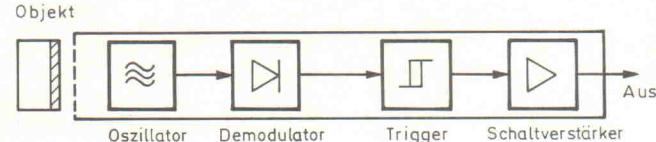


Bild 3. Induktive Näherungsschalter nach dem Wirbelstromprinzip sprechen auf alle Metalle an.

bestimmtes Metall, zum Beispiel Weicheisen St37, angegeben. Für andere Metalle ist ein materialabhängiger Korrekturfaktor zu berücksichtigen, siehe Tabelle 2.

Drehzahlwächter nach dem Prinzip des induktiven Näherungsschalters können für Unter- und Überdrehzahl programmiert und mit einem Potentiometer exakt eingestellt werden. Auf dem Markt gibt es solche Geräte zum Beispiel für Drehzahlen von $3 \dots 600$ min $^{-1}$, $300 \dots 6000$ min $^{-1}$ oder $3000 \dots 60000$ min $^{-1}$. Eine wichtige Variante stellen die von einer metallischen Rotorblende bedämpften Schlitzsonden dar.

Elektromagnetische Impulsgeber

Die elektromagnetischen Impulsgeber wandeln die Schwingungen des magnetischen Flusses in sägezahnförmige Wechselspannungsimpulse um. Bei sich näherndem Zahn nimmt die magnetische Flussdichte zu, bei Zahnlücke entsprechend ab (Bild 5). Die Impulsfrequenz ist zur Anzahl der Zähne und zur Drehzahl proportional, die induzierte Spannung

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

ist zur Windungszahl und zur Drehzahl direkt, zur Luftspaltweite jedoch umgekehrt proportional. Im Gegensatz zu induktiven Näherungsschaltern, die Positionen und kleinste Drehzahlen messen können, ar-

beiten die induktiven Impulsgeber erst ab einer gewissen Mindestdrehzahl. So ermöglicht ein Zahnrad mit 60 Zähnen einen Meßbereich $50 \dots 500$ min $^{-1}$, eines mit 15 Zähnen einen Bereich $500 \dots 10000$ min $^{-1}$.

Fotoelektrische Positionssensoren

In der Industrie haben fotoelektrische Sensoren als Reflexions- und Einweg-Lichtschranken sowie als Lichttaster einen festen Platz eingenommen. Sie zeichnen sich durch hohe Reichweite bis zu vielen hundert Metern und rückwirkungsfreie Betätigung aus. Faseroptische Ausführungen eignen sich vor allem bei engem Raumangebot, hohen Temperaturen und starker Schwingbeanspruchung.

Werkstoff	Korrekturfaktor
Mumetal	1,20
Gußeisen	1,10
Weicheisen St37	1,00
Aluminiumfolie 0,05 mm	0,90
Rostfreier Stahl	0,70
Messing MS63F38	0,40
Aluminium ALMG3F23	0,35
Kupfer CCUF30	0,30

Tabelle 2. Korrekturfaktoren für Nennschaltabstände bei induktiven Näherungsschaltern.

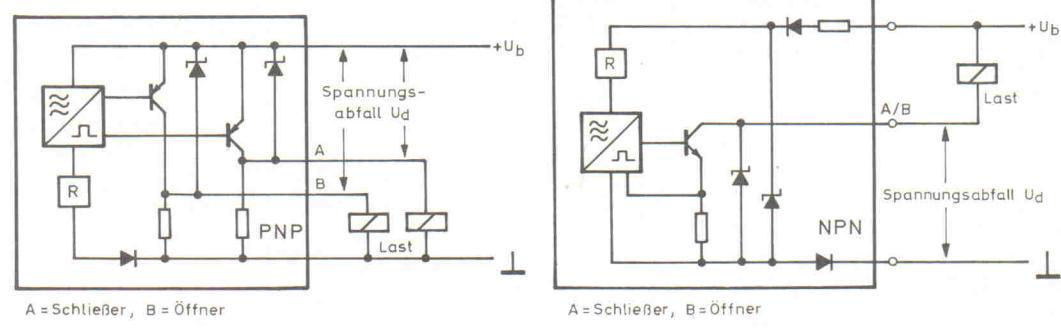


Bild 4. Zwei Beispiele für den funktionellen Aufbau und die externe Beschaltung induktiver Näherungsschalter. Man unterscheidet PNP- und NPN-Endstufen.

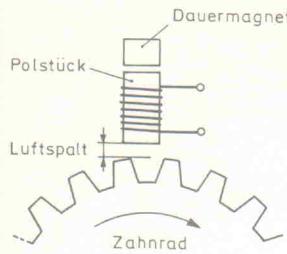


Bild 5. Prinzip eines elektromagnetischen Drehzahlgebers.

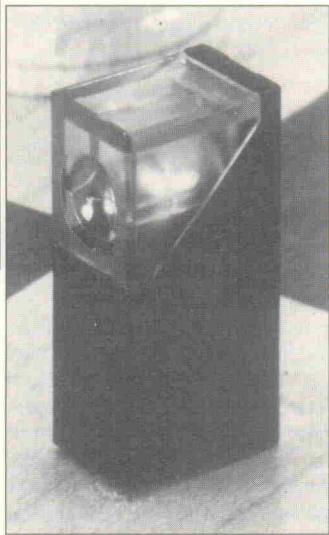


Bild 6. Sehr kleine Lichtschranke für den industriellen Einsatz. Maße: 22 x 11 x 8 mm.

Ausführungen mit eingebauter Selbstdiagnose warnen bei Verschmutzung der Linse rechtzeitig über eine blinkende LED und einen Kontrollausgang vor kritischen Betriebsbedingungen.

Für den gleichzeitigen Betrieb mehrerer preiswerter Lichtschrankensensoren sorgen spezielle Multiplex-Schaltverstärker. Infrarot-Dreibereichs-Abstandssensoren mit einstellbarer Nah- und Ferngrenze sowie hochgenaue optische Nahbereichssensoren übertreffen die Leistungsfähigkeit herkömmlicher Lichtschranken. Unfallschutz-Lichtschranken schützen Menschen und Anlagen.

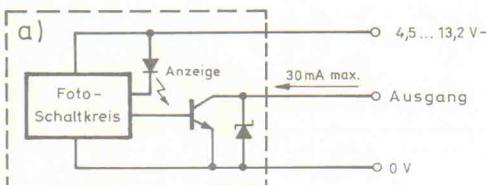


Bild 7. Kleinstlichtschranken nach Bild 6 verfügen über eine eingebaute LED als Justierhilfe.

Gabellichtschranken ermöglichen mit entsprechenden Kodierscheiben eine optoelektrische Winkelmessung. Sie bestehen vielfach aus einer infrarotstrahlenden GaAs-LED und einem Fotoempfänger, einem Opto-Schmitt-Trigger. Dieser setzt sich aus Konstantspannungsregler für die Betriebsspannung, Differenzverstärker, Schmitt-Trigger und Schaltverstärker zusammen. Der Empfänger verarbeitet Schaltfrequenzen bis beispielsweise 100 kHz und liefert ein digitales TTL-, LSTTL- und CMOS-kompatibles Ausgangssignal. Die Winkelposition ergibt sich durch die Anzahl der gezählten Impulse, wobei die geforderte Auflösung die Anzahl der Schlitzlöcher auf der Kodierscheibe bestimmt.

Bild 6 zeigt eine moderne Miniatur-Lichtschranke für den industriellen Einsatz, Bild 7 ihr elektronisches Innenleben.

Halleffektsensoren

Man unterscheidet analoge und digitale Halleffektsensoren. Die Bauelemente sind preiswert und äußerst vielseitig. Bild 8 zeigt verschiedene Typen. In Bild 9 ist das Prinzip des Halleffektes dargestellt.

Der 'Linear Output Hall Effect Transducer' (LOHET) ist ein moderner, analoger Hallsensor; auf einem Siliziumchip sind hier Hallgenerator, Spannungsregler und Meßverstärker integriert. Der Sensor ist für die Messung magnetischer Flussdichten B im Bereich $-40...+40$ mT ausgelegt. Nach der Methode der ein- oder zweipoligen magnetischen Annäherung lassen sich Abstände im Bereich 2...30 mm, bei seitlicher Annäherung eines Stabmagneten Abstände im Bereich 0...300 mm messen (Bild 10). Mit Hilfe eines 4- bis 60poligen Ringmagneten kann man große oder kleine Drehwinkel mit einer Auflösung bis zu 0,2 Winkelgraden messen. Bild 11 zeigt eine typische Be-

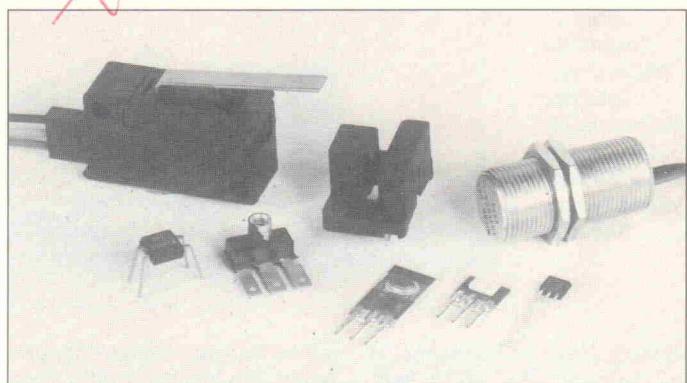


Bild 8. Verschiedene Ausführungen analoger und digitaler Halleffektsensoren.

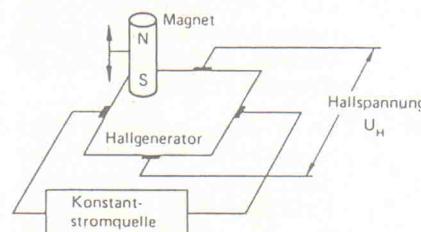


Bild 9. Prinzip des Halleffektes und Erzeugung der Hallspannung.

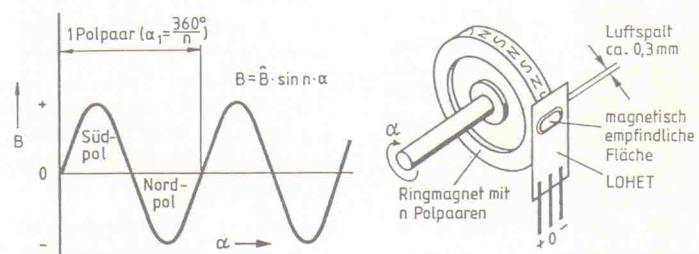
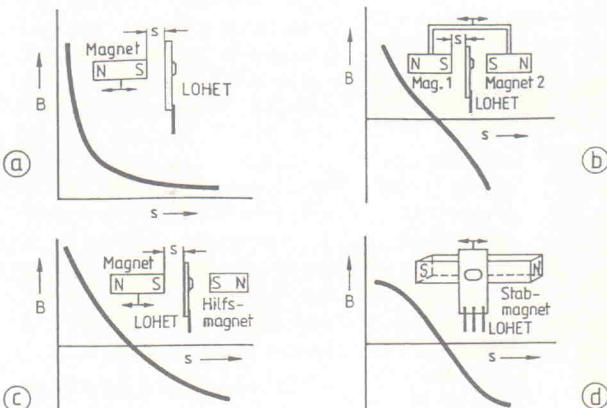
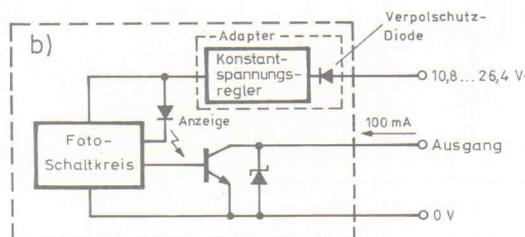


Bild 10. Wegmessung (oben) und Winkelmessung mit einem analogen Halleffektsensor (LOHET, siehe Text).

schaltung für diesen Sensor mit Nullpunkt- und Skalenabgleich. Digitale Halleffektsensoren ermöglichen die Erfassung und Steuerung von Positionen, Winkelschritten und Drehzahlen. Zur Drehrichtungserkennung ist ein zweiter, phasenversetzt angeordneter Hallsensor erforderlich.

Auch bei diesen Sensoren gibt es anwendungsspezifische Ausführungen. Seit 1978 werden Hall-IC-Magnetschranken mit eingebautem Dauermagnet in benzinsparenden Automobil-Zündverteilern eingesetzt;



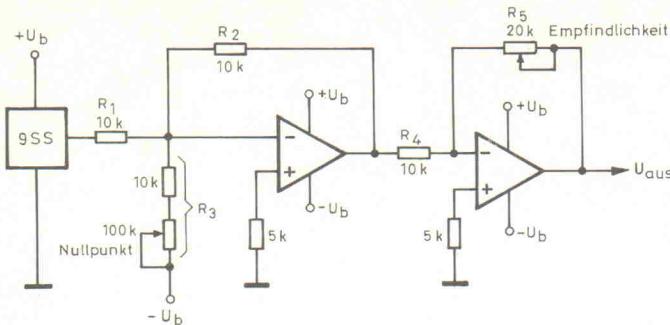


Bild 11. Typische Beschaltung eines analogen Halleffektsensors mit Nullpunkt- und Meßbereichsabgleich.

dabei ist im Luftspalt eine ferromagnetische Rotorblende angeordnet. Ein weiteres Beispiel: Ein neuer, magnetisch vorgespannter Zahnradsensor mit der Bezeichnung GT01 erfaßt Zahrfrequenzen im Bereich 0,01...100 kHz.

Wie bei allen digitalen Hallsensoren ist das Ausgangssignal CMOS- und TTL-kompatibel und – im Gegensatz zu kapazitiven und induktiven Sensoren – unverzögert und formstabil. Hallsensoren verarbeiten Schaltfrequenzen im Bereich 0...100 kHz bei Temperaturen von –55 bis +150 °C und Betriebsspannungen zwischen 4,5 und 24 V. Da sie verschleißfrei arbeiten, besitzen sie eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer.

Permalloy-Positionssensoren

Permalloysensoren sind bezüglich hoher Schaltfrequenz, kleiner Baugröße und des günstigen Preises mit Hallsensoren vergleichbar. Sie unterscheiden sich jedoch durch ihre omnipolare und parallel zur Sensorfläche gerichtete magnetische Betätigung. Dank ihrer höheren Ansprechempfindlichkeit von typisch 1,5 mT ermöglichen sie

größere Schaltabstände oder die Verwendung schwächerer Magnete. Ein neuartiger Permalloy-Zahnradsensor des Typs SR7P ermöglicht die Abtastung kleinsten Zahne im Frequenzbereich von 0...12 kHz.

Die Betriebsspannung der magnetoresistiven Permalloysensoren beträgt wahlweise 4,5...5,5 V oder 6...24 V. Der Ausgang ist mit maximal 20 mA belastbar. Der Betriebstemperaturbereich reicht von –20 °C bis +85 °C. Die Sensoren besitzen eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer und dulden Feuchte und Staub.

Ultraschall-Abstandssensoren

Moderne Ultraschall-Abstandssensoren erfassen beliebige Objekte im Entfernungsbereich 0...1500 mm; sie werden in verschiedenen Ausführungen mit Digital-, Schalt- oder mit Standard-Analogausgang 0...10 V beziehungsweise 4...20 mA angeboten. Die abgestrahlte Schallkeule kann mit Hilfe eines fokussierenden Reflektors auf 4° Öffnungswinkel gebündelt werden. Die hohe Trägerfrequenz von 220 kHz

macht die Geräte gegen Industriellärm immun.

Mit einer Taktfrequenz von 30...360 Hz werden speziell kodierte Ultraschallsignale gesendet, die nach Reflexion am Meßobjekt empfangen und dekodiert werden. Bei temperaturkompensierter Messung der Echolaufzeit läßt sich der Objektabstand mit bis zu 1 mm Genauigkeit ermitteln. Schaltpunkt und Hysterese sind anwendungsspezifisch einstellbar. Zu den wichtigsten Anwendungen zählen Höhen-, Füllstands-, Breiten- und Abstandsmessung, Bandspannungsregelung (über Messung des Durchhangs) und Rollenstop (über Messung der Wickeldicke) bei vielen industriellen Fertigungsprozessen sowie Kollisionsschutz bei fahrerlosen Transportsystemen.

Luftdruck, Feuchtigkeit, Luftverschmutzung sowie Form, Farbe und Material des Objektes haben fast keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Daher sind Ultraschallverfahren bei vielen Anwendungen Lichttastern und Näherungsschaltern überlegen.

CCD-Zeilenkameras

Hochgeschwindigkeits-Zeilenkameras, wie in Bild 13 zu sehen, werden als dezentrales Sensorsystem zur berührungslosen Kontrolle und Messung von Teilen im On-line-Betrieb eingesetzt. Das Kernstück bildet ein CCD-Zeilensensor mit zum Beispiel 256 lichtempfindlichen Bildpunkten oder Pixeln; ihnen können bis zu 256 verschiedene Helligkeitsstufen zugeordnet werden.

Ein intelligenter Sensor des Typs HVS 256/270 (im Bild nicht dargestellt) zählt und mißt



Bild 12. Analoge und digitale Ultraschall-Abstandssensoren weisen eine sehr hohe Meßgenauigkeit auf.

bis zu 20 verschiedene Kanten innerhalb des Blickfelds, dessen Breite von Linsenbrennweite und Meßabstand bestimmt wird. Eine 'Multiple-Criteria-State'-Funktion sorgt für die exakte Berechnung von Breiten und Mittenlagen zwischen beliebigen Kanten. Die Meßdaten werden mit einer Meßrate von bis zu 5000 min⁻¹ über eine Schnittstelle RS-232 oder RS-422/RS-485 oder als Analogsignal 0...5 V, 0...10 V, –5...+5 V oder 4...20 mA ausgegeben. Bei der Maßkontrolle mit eingegebenem Toleranzbereich geben die Schaltausgänge mit offenem Kollektor Aufschluß über Einhaltung, Unter- oder Überschreitung des Sollmaßes.

WELÜ-ELECTRONIC – AUDIOPRODUKTE – INH. Werner Lückemeier

NEUHEIT — MC-GEE-AUDIOMODULE: Mosfet Modul — Baumappe gegen Schutzgebühr 10,- DM (wird vergütet)	— Betriebsspannung auf Hochleistungskühlkörper — Optimal für PA und Hilfsbetrieb — Ex. Daten durch Powermosfet — Bereits zig-tausendfach bewährt in MC-Gee
LS-Schutz für Stereoanwendung u. Softstart! Lautsprecher-Schutzschaltung mit Protect, Softstart, DC-Schutz, Therm. Überwachung, Steckbar an PA 100, PA 200, HIFI 150, HIFI 250 Eigene Stromvers. 220 V, daher auch für Fremdg. und Nachrustg. Gepr. Modul	PA-500 Mosfetmodul incl. LS-Schutz DAS ARBEITSPFERD!!! Sym. Eing. Softstart, DC-Schutz, Protect, Clip, Therm. Überwachung 500 Watt Sin 4 Ohm 360 Watt Sin 8 Ohm Gepr. Modul

98,- DM

PA-100 Mosfetmodul 110 W sin 4 Ohm—8 Ohm Sym. Eing. Clip. Anzeige Klirrf. 0,01 Gepr. Modul	178,- DM
PA-200 Mosfetmodul 220 W sin 4 Ohm Sym. Eing. Clip. Anzeige Klirrf. 0,001 F-50 kHz Gepr. Modul	198,- DM
Elkos Becher	17,- DM

Mosfet Hitachi: SK 134/35 und SJ 49/50 je Stck. 9,80 DM	
Trafos	
Ringkern n VOE 550 225 VA 2 x 27 V.....	61,- DM
300 VA 2 x 44 V.....	69,- DM
500 VA 2 x 47 V.....	91,- DM
625 VA 2 x 56 V.....	108,- DM
1000 VA 2 x 65 V.....	128,- DM
160 VA 2 x 30 V.....	49,- DM
160 VA 2 x 22 V.....	45,- DM
Lüfter: 80 x 80 30 V 80 x 80 220 V.....	14,- DM
92 x 92 220 V.....	19,- DM
120 x 120 220 V.....	21,- DM
120 x 120 220 V.....	24,50 DM
UAA 1003/1.....	15,- DM
TDA 1524 A.....	5,50 DM
TL 072.....	0,75 DM
TL 074.....	0,95 DM
TL 062.....	0,75 DM
LM 358.....	0,45 DM
IC 7815.....	0,55 DM
IC 7812.....	0,55 DM
IC 7805.....	0,55 DM
UA 7812.....	0,95 DM
TL 074.....	0,65 DM
IC 7915.....	0,65 DM
UAA 1003/1.....	15,- DM
BD 249 C.....	1,95 DM
BD 250 C.....	1,95 DM
BD 137.....	0,40 DM
BD 138.....	0,40 DM
BD 244.....	0,70 DM
B80 C 1500.....	0,75 DM
B40 C 25 A.....	0,75 DM
B 200 C 25 A.....	0,75 DM
B 400 C 35 A.....	0,55 DM
Germ. Dioden 10 Stck.....	2,- DM
Toko-Filter für UKW-Pilot.....	29,90 DM
170 BLR-3107 N.....	4 HE
BD 249 C.....	1 HE
BD 250 C.....	2 HE
BD 138.....	3 HE
BD 244.....	4 HE

Mosfet SJ 100 und SK 344 je 12,50 DM Mosfet 2 SK 176 und 2 SJ 56 je 19,90 DM Sonderliste anfordern!
Welü-Elektronik-Audio-Produkte, Inh. Werner Lückemeier · Villenstr. 10 · 6730 Neustadt/Wstr. · Tel. 0 63 21/3 36 94 · Fax 0 63 21/8 63 73

Die Auflösung beträgt 1/4000, die Kantenmeßgenauigkeit 1/1000 des Blickfelds. Im 'Multidrop'- oder 'Partyline'-Betrieb können bis zu zehn Zeilenkameras gleichzeitig arbeiten. Die Inbetriebnahme des Sensors ist sehr einfach, da er über eine LED-Leuchzeile und einen projizierten Lichtstrahl verfügt, der in Größe und Richtung mit dem Blickfeld übereinstimmt.

Neben der Erfassung translativer Bewegungen sind auch Rundlauf- und Hubmessungen an rotierenden Wellen möglich.

Potentiometrische Positionssensoren

Zur Messung von Drehwinkeln eignen sich lineare Drehpotentiometer mit kreis- oder spiralförmigem Widerstandselement für Winkel unter oder weit über 360° (Bild 14). Wege von 0...10 mm bis 0...750 mm lassen sich recht gut mit geradlinigen Potentiometern messen. Die Potentiometer besitzen drei Anschlüsse: Anfang (A), Ende (E) und Schleifer (S), an dem der winkel- oder wegproportionale Widerstand

$$R_\alpha = R_N \cdot \frac{\alpha}{\alpha_{\max}}$$

$$R_s = R_N \cdot \frac{s}{s_{\max}}$$

abgreifbar ist.

Speist man das Potentiometer mit einer Konstantspannung U_N , so entsteht zwischen den Anschlüssen S und A die Meßspannung

$$U_\alpha = U_N \cdot \frac{\alpha}{\alpha_{\max}}$$

$$U_s = U_N \cdot \frac{s}{s_{\max}}$$

Die relativ hohe winkel- oder wegproportionale Ausgangsspannung kann über ein hochohmiges Meßgerät, dessen Eingangswiderstand mindestens dem 100fachen Nennwiderstand R_N des Potentiometers entsprechen sollte, direkt ausgewertet werden. Bei höherer Belastung ist ein Impedanzwandler vorzusehen. Der Linearitätsfehler beträgt in der Regel weniger als 1 % vom Endwert, bei Hochpräzisionsausführungen lassen sich sogar

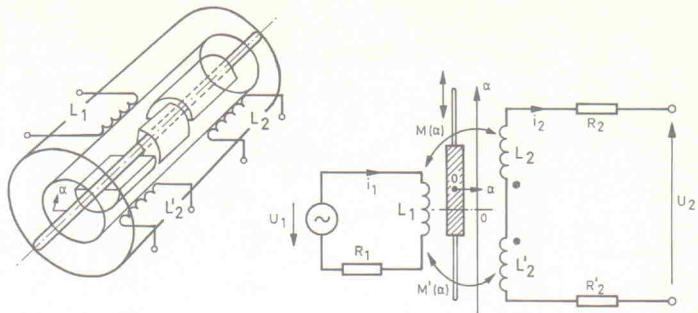


Bild 15. Mit Differentialtransformatoren lassen sich Drehwinkel im Bereich $-45^\circ \dots +45^\circ$ und Wege von 0...1 mm bis 0...500 mm messen.

0,01 % erreichen. Der Betriebstemperaturbereich umfaßt zumeist $-55 \dots +125^\circ\text{C}$.

Die Potentiometer werden in Drahtwiderstand-, Leitplastikfilm- und Hybridtechnologie gefertigt. Drahtwiderstandspotentiometer zeichnen sich durch niedrigen Kontaktübergangswiderstand und Temperaturkoeffizienten aus. Sie bestehen im wesentlichen aus den Legierungen Nickel-Chrom, Nickel-Kupfer, Nickel-Chrom-Eisen oder Silber-Palladium. Durch das Abgreifen der einzelnen Windungen der Drahtwicklung mit dem Schleifer ergibt sich ein treppenförmiger Verlauf der Ausgangsspannung. Die Zahl dieser kleinen Spannungssprünge beträgt bei n Windungen genau $2n-1$, da der Schleifer auf n Einzelwindungen und $n-1$ Zwischenpositionen stehen kann. Die zu erwartende Lebensdauer liegt bei 10^6 Zyklen.

Potentiometer in Leitplastikfilmtechnik sind stufenlos einstellbar und überleben bis zu 10^8 Zyklen. Der Temperaturkoeffizient von circa $-3 \cdot 10^{-4}/\text{K}$ ist jedoch vergleichsweise ungünstig. Die neu entwickelte Hybridtechnologie, bei der der Drahtwiderstand mit Leitplastik beschichtet wird, kombiniert alle Vorteile der beiden obengenannten Technologien.

$U_1 = 1 \dots 50 \text{ V}$ mit einer Frequenz von $0,05 \dots 25 \text{ kHz}$ gespeist. Die beiden symmetrisch angeordneten Sekundärspulen L_2 und L_2' sind gegeneinander geschaltet und bilden in Mittelstellung zwei gleich große Gegeninduktivitäten M und M' , so daß die Ausgangsspannung $U_2 = 0$ ist. In bezug auf den Drehwinkel α (und entsprechend in bezug auf den Weg s) gilt der Zusammenhang

$$U = f(\alpha) = \frac{j\omega [M'(\alpha) - M(\alpha)]}{R_1 + j\omega L_1} \cdot U_1$$

Die Gegeninduktivitäten setzen sich aus dem Anfangswert M_0 und einer winkel- oder wegproportionalen Induktivität zusammen:

$$M(\alpha) = M_0 + k \cdot \alpha \text{ bzw.}$$

$$M'(\alpha) = M_0 - k \cdot \alpha$$

Folglich gilt:

$$M'(\alpha) - M(\alpha) = -2k \cdot \alpha$$

und somit:

$$U_2 = \frac{-2j\omega k \cdot U_1 \cdot \alpha}{R_1 + j\omega L_1}$$

Die Ausgangsspannung ist also dem Drehwinkel α proportional und beträgt in der Praxis $1 \dots 10 \text{ mV}$ pro Drehwinkelgrad. Mit einem nachgeschalteten Meßverstärker, gegebenenfalls auch mit eingebautem Phasenschieber und Synchrondetektor, wird ein Ausgangsspannungsbereich $0 \dots 10 \text{ V}$ realisiert. Der Meßfehler liegt bei $0,1 \dots 0,2 \%$, und der Temperaturbereich läßt sich für tiefe Temperaturen bis -250°C oder hohe Temperaturen bis $+600^\circ\text{C}$ auslegen. Das Gehäuse ist gegen elektrische und elektromagnetische Störfelder geschützt.



Bild 13. Mit CCD-Zeilenkameras, CCD-Abstandssensoren und sogenannten Dreibereichssensoren lassen sich Positionen auf bis zu $5 \mu\text{m}$ genau erfassen.

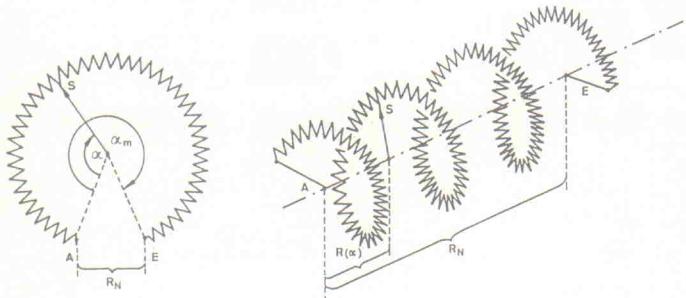


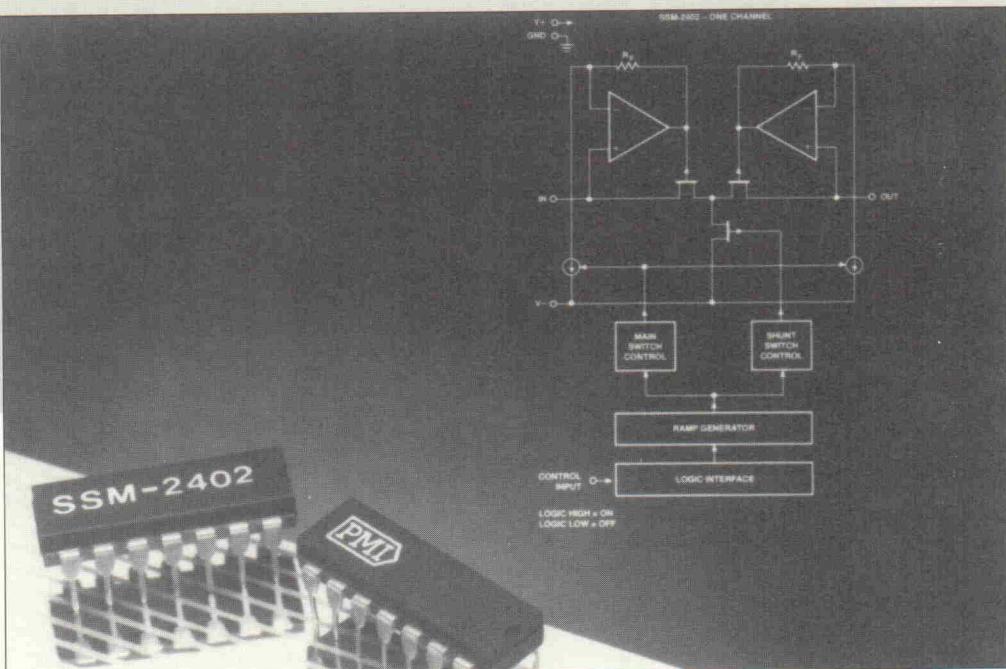
Bild 14. Lineare Drehpotentiometer mit kreis- und spiralförmigem Widerstandselement.

Anologschalter

für hochwertige Audioanwendungen

Michael Oberesch

Der Wunsch nach Bedienungskomfort, Gehäusedesign und Fernbedienbarkeit hat inzwischen dazu geführt, daß mechanische Dreh- und Tastenschalter nahezu vollständig von den Frontplatten moderner Audio- und Videogeräte verschwunden sind. Analogschalter, gesteuert über Tippstufen mit elektronischer Verriegelung oder mit ausgeklügelten Logikschaltungen, haben diese Funktionen weitgehend ersetzt. Die neuen Analogschalter SSM 2402 und SSM 2412 sind speziell für derartige Audioanwendungen vorgesehen.



Der Einsatz von Analogschaltern anstelle mechanischer Schaltelementen bietet unbestreitbare Vorteile hinsichtlich des möglichen Bedienungskomforts. Umfassender Schutz vor Fehlbedienungen und uneingeschränkte Fernbedienbarkeit aller Gerätefunktionen wird allein durch die Verwendung von Analogschaltern mit vertretbarem Aufwand auch im Bereich der Unterhaltungselektronik ermöglicht.

Dennoch verzichten auch heute noch einige HiFi-Puristen unter den Herstellern und Kunden lieber auf jeglichen Bedienungskomfort, als sich mit der Anwesenheit von Analogschaltern im Signalweg ihrer sorgsam umhegten Musikimpulse anzufreunden. Die Zweifel bestehen nicht ganz ohne Grund: Die 'Schaltkontakte' eines elektronischen Analogschalters werden aus Halbleiterfunktionen gebildet, somit aus nichtlinearen Zweipolen. Im Signalweg liegen damit also zusätzliche Elemente, die ihrerseits ein Rauschen hervorrufen, nichtlineare Verzerrungen einbringen und weitere halbleitertypische Unzulänglichkeiten aufweisen.

Die meisten marktgängigen

Analogschalterbausteine – ohnehin nicht exklusiv für den Audiobereich gefertigt – zeigen in der Tat solche hörbaren und meßbaren Nachteile, wenn sie in hochwertigen Studio- und Stereoanlagen die mechanischen Schalter ersetzen sollen. Speziell für solche Anwendungen wurden deshalb die 2fach-Analogschalter SSM 2402/2412 von PMI/Bourns entwickelt, deren Kenndaten zukünftig die Entscheidung zwischen Drehschalter und Fernbedienung erleichtern können:

- Klirrfaktor 0,003 %
- Rauschen 1 nV/√Hz
- AUS-Dämpfung 120 dB
- EIN-Widerstand 60 Ω

Diese Daten gelten für den gesamten Audiobereich von 20 Hz bis 20 kHz, ebenso wie der zulässige Signalpegel von 10 V_{eff} (bei ±18 V Versorgungsspannung).

Knackfreies Schalten

Hervorragende Übertragungsdaten allein reichen noch nicht aus, um einen Analogschalter für den Audioeinsatz geeignet erscheinen zu lassen. Wichtig

sind gleichermaßen saubere Schaltvorgänge ohne jegliche Knackgeräusche, die nicht nur akustisch störend wären, sondern darüber hinaus auch zur Beschädigung von Lautsprechern führen könnten. Bei den neuen PMI-Bausteinen wird ein derartiger Schaltknack mit Hilfe einer aufwendigen Steueralogik vermieden.

Bild 1 zeigt die Innenschaltung für einen Kanal, die sich in drei Funktionseinheiten gliedert. Den eigentlichen Analogschalter bilden drei T-förmig angeordnete JFETs. S₁ und S₂ trennen oder schließen den Signalweg, S₃ bildet einen zusätzlichen Shunt, der dabei die AUS-Dämpfung erheblich erhöht.

Alle drei JFETs werden vom Control Input über eine Logikschaltung gesteuert. Die erste Stufe dieser Schaltung dient der TTL- beziehungsweise CMOS-Anpassung, so daß das IC – unabhängig von seiner Betriebsspannung – mit diesen Standardpegeln geschaltet werden kann. Als nächste Stufe folgt ein Rampengenerator, der aus den Ein- und Ausschaltflanken des Control-Signals jeweils

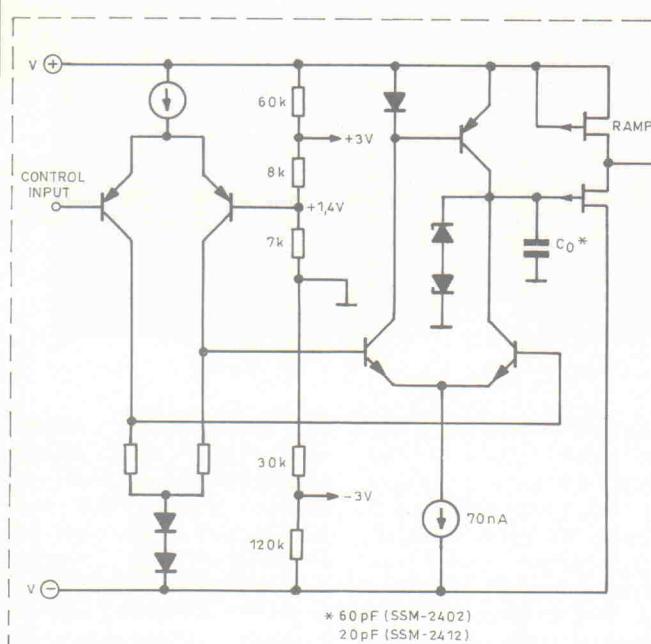
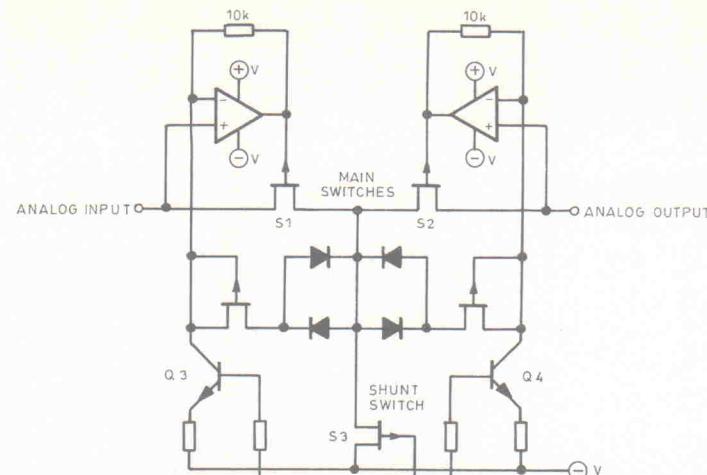
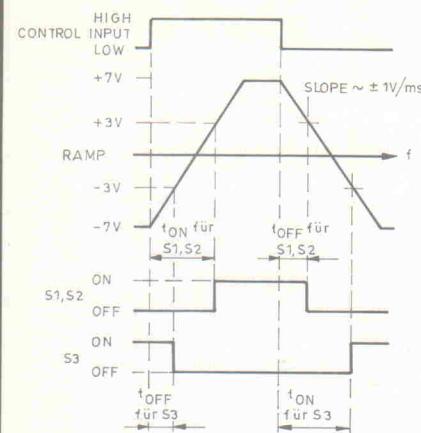


Bild 1. Die Interna der SSM 2402/2412.

Bild 2. Oben links. Timing und Schwellenspannungen eines Schaltvorganges.

eine ansteigende und abfallende Rampe erzeugt, die mit 1 V/ms den Spannungsbereich zwischen +7 V und -7 V durchläuft (Bild 2).

Das Rampensignal gelangt anschließend auf die beiden Stufen 'Main Switch Control' und 'Shunt Switch Control', die die beiden FETs S₁ und S₂ sowie den Shunt S₃ nach einer festgelegten Schaltfolge steuern. Bild 2 zeigt diesen Vor-

gang beim Einschalten und anschließenden Wiederausschalten einer Signalquelle: Mit dem Übergang des Control-Signals von Low auf High startet die ansteigende Rampe. Erreicht ihr Spannungswert den Pegel -3 V, so öffnet zunächst der Shunt-FET. Wird danach der +3-V-Pegel durchlaufen, werden die Längs-FETs durchgeschaltet. Beim Ausschalten des Signals erfolgt der umgekehrte Vorgang.

Diese aufwendige, zeitverzögerte Schaltungsweise sorgt zum einen für die beim Audioeinsatz geforderte Knackfreiheit, zum anderen sorgt sie dafür, daß beim parallelen Zusammenspiel mehrerer Schaltbausteine gewährleistet ist, daß in jedem Fall zuerst der eine Schalter geöffnet wird, bevor ein anderer schließt: break-before-make! Der gesamte Ein-

beziehungsweise Ausschaltvorgang dauert beim SSM 2402 etwa 10 ms. Der SSM 2412 schaltet dagegen in nur circa 3,5 ms und ist damit auch für Studioanwendungen geeignet. In allen anderen Funktionen sind beide ICs identisch.

Anwendungen

Bild 3 zeigt die Pinbelegung der Schalter-ICs in beiden lieferbaren Versionen. Die mit N.C. bezeichneten Pins weisen zwar keine interne Verbindung mit dem Chip auf, sie sollten aber dennoch auf Masse gelegt werden, da sich damit die AUS-Dämpfung zwischen Signalein-

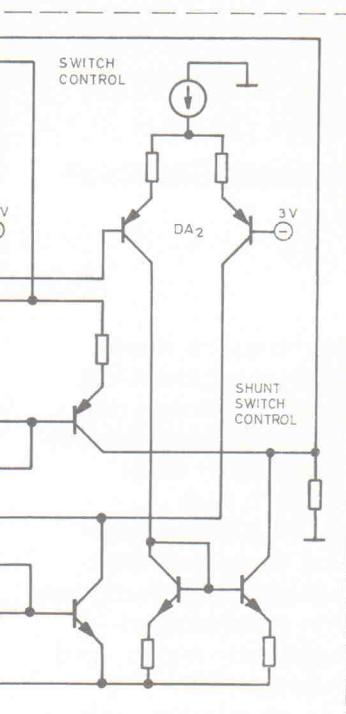


Bild 3. Die Analogschalter werden in zwei Bauformen, kenntlich durch die Zusätze P und S, hergestellt.

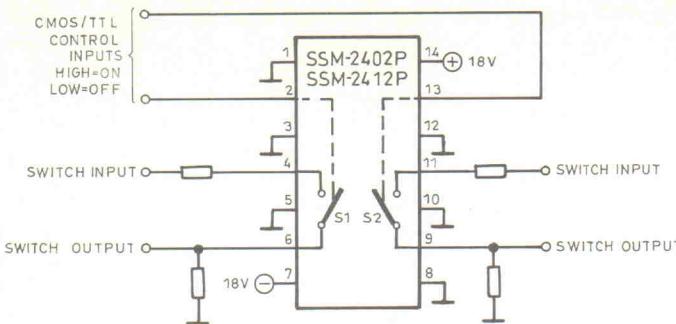
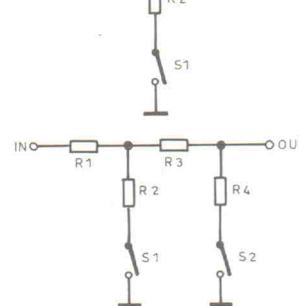
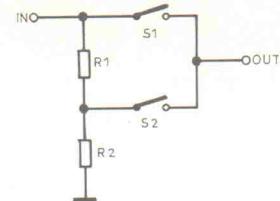


Bild 4. Standardbeschaltung der Analogschalter.

und -ausgang verbessert sowie die Abschirmung zwischen Schalt- und Analogsignal.

Bild 4 zeigt das IC in seiner üblichen Beschaltung.

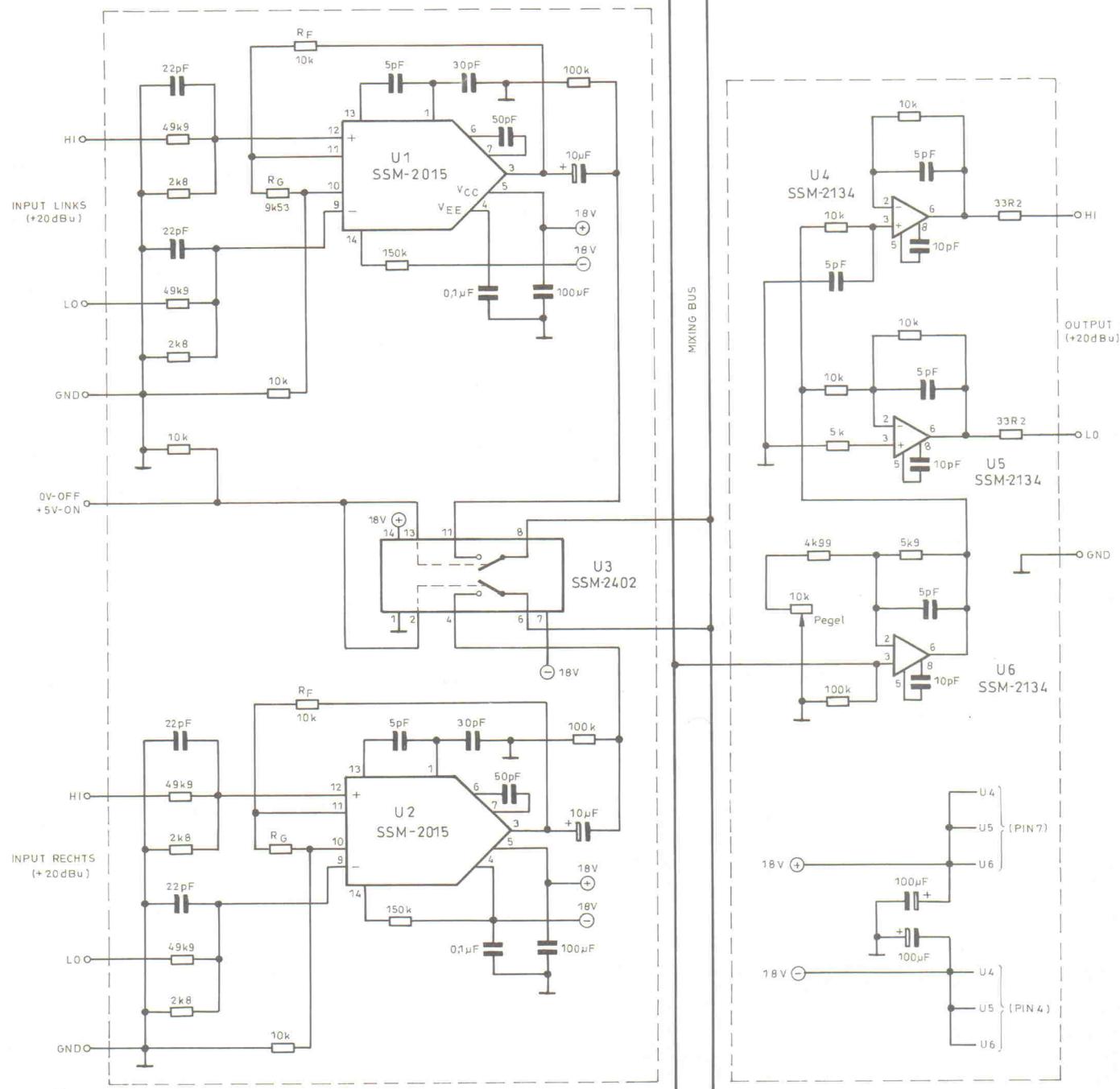
Praktische Anwendungen für den SSM 2402/12 sind zum Beispiel einfache Abschwächer, wie sie in den Bildern 5 und 6 dargestellt sind. Die Version nach Bild 5 hat den Nachteil, daß während des Umschaltens



Bilder 5, 6, 7 (von oben). Schalteranordnungen für Abschwächeranwendungen.

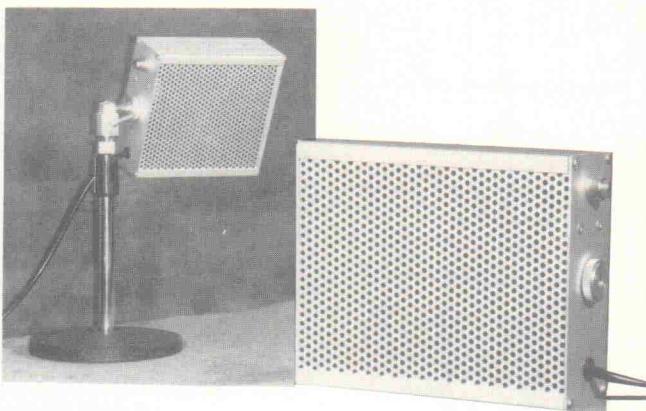
zwischen S1 und S2 das Ausgangssignal für wenige Millisekunden unterbrochen wird. Die Schaltung nach Bild 6 vermeidet diesen Nachteil und kommt zudem mit nur einem Schalter aus. Bild 7 zeigt einen Abschwächer, der bereits in vier Stufen geschaltet werden kann. Diese Schaltung ist beliebig erweiterbar. Werden die Längs- und Querwiderstände dabei als

Bild 8. Eingangsverstärker mit Sammelschienenzuschaltung und Ausgangsverstärker.



Lötdampf-Absorber

Ihrer Gesundheit zuliebe
Sollte an keinem Arbeitsplatz fehlen



Beim Lötvorgang werden gefährliche Rauche, Gase und Aerosole freigesetzt. Durch den Einsatz unserer Lötdampf-Absorber mit Aktiv-Kohle-Filter werden diese Schadstoffe gleich am Entstehungsort abgesaugt.

Durch die handliche Größe (15 x 14 x 5,5 cm) stört er nicht am Arbeitsplatz.

Lötdampfabsorber: DM 129,— incl. MwSt.
 Tischstativ: DM 59,— incl. MwSt.
 Ersatzfilter 6 Stk.: DM 24.85 incl. MwSt.

Distelkamp-Electronic

Postfach 23 69, 6750 Kaiserslautern-27
Tel.: 06 31/7 83 19, Fax: 06 31/7 83 99



Kurzschlußfestes Labor-Netzgerät, Eing. 220 V, Ausgang stufenlos 0–15 V, Strombegrenzung stufenlos 200 mA–2 A, Restwelligkeit weniger als 10 mV, großes Anzeigegerät, für Spannung und $\times 125$ mm **EUR 69,50**



Neues, erheblich verbessertes Parabol-Richtmikrofon. Ideal für akustische Beobachtungen aus großen Entfernungen (Tierbeobachtungen, Reportagen usw.), selbst Flüster-Pegel von ab 60 dB können aus über 100 m bei guten Bedingungen, z. B. nachts, aus mehr als 1 km

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



Kamera-Electret-Richtmikrofon mit Adapter für Kamerabschienen und Stative, mischempfindlichkeit u. hohe Richtwinkel, Impedanz 600 Ω , max. 2 k Ω DM 69,-



UKW-Fernsteuerung, zuverlässig und preiswert, mit mehr als 100 Codiermöglichkeiten, für Garagentoröffner, Alarmanlagen, Maschinen usw., Sender 9 V, Empf. 220 V



254 x 124 mm	Kopfhörer, 300	Bitt
	nur DM 58.-	Nr. Ben bar
	Digitalmeßgerät 3½stellig, V = 20/200 V, V~ 500 V, A = 10 A, Wid.-Messung 2000 Ω /2000 k, Di- odenstest, 150 x 74 x 35 mm	nur DM 39.50

Großer Elektronik-Katalog
mit umfangreichem Halbleiterprogramm
(über 2000 Typen)
160 Seiten – kostenlos – gleich anford.!

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

ALBERT MEYER

Elektronik GmbH

Nachnahmeschnellversand: 7570 Baden-Baden 11, Postfach 110168, Telefon (07223) 52055
Ladenverkauf: Baden-Baden, Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon (07221) 26123
Ladenverkauf: Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15 (gegenüber Rath., Tel. (02361) 26326
Ladenverkauf: Karlsruhe, Kaiserstr. 51 (gegenüber Universitäts-Haupteingang), Tel. (0711) 377171

R/2R-Netzwerk ausgelegt, so ergibt sich eine Abschwächung in konstanten dB-Schritten.

In konstanten dB-Schritten. Eine aufwendigere Schaltung zeigen die Bilder 8 und 9. Es handelt sich um eine studio-taugliche 16-Kanal-Kreuzschiene für Stereobetrieb. In Bild 8 ist einer der 16 identischen Eingangsverstärker dargestellt sowie der gemeinsame Ausgangsverstärker. Eingänge und Ausgang sind symmetrisch aus-

gelegt und für die 600-Ohm-Technik geeignet. Bild 9 zeigt die Verbindung aller 16 Kanäle. Die Steuerspannungen werden im vorliegenden Beispiel von mechanischen Schaltern erzeugt, an deren Stelle sich jedoch auch jede TTL- oder CMOS-Logik einsetzen lässt. Auf diese Weise lässt sich die Audio-Kreuzschiene problemlos von jedem Rechner oder Mikroprozessor steuern.

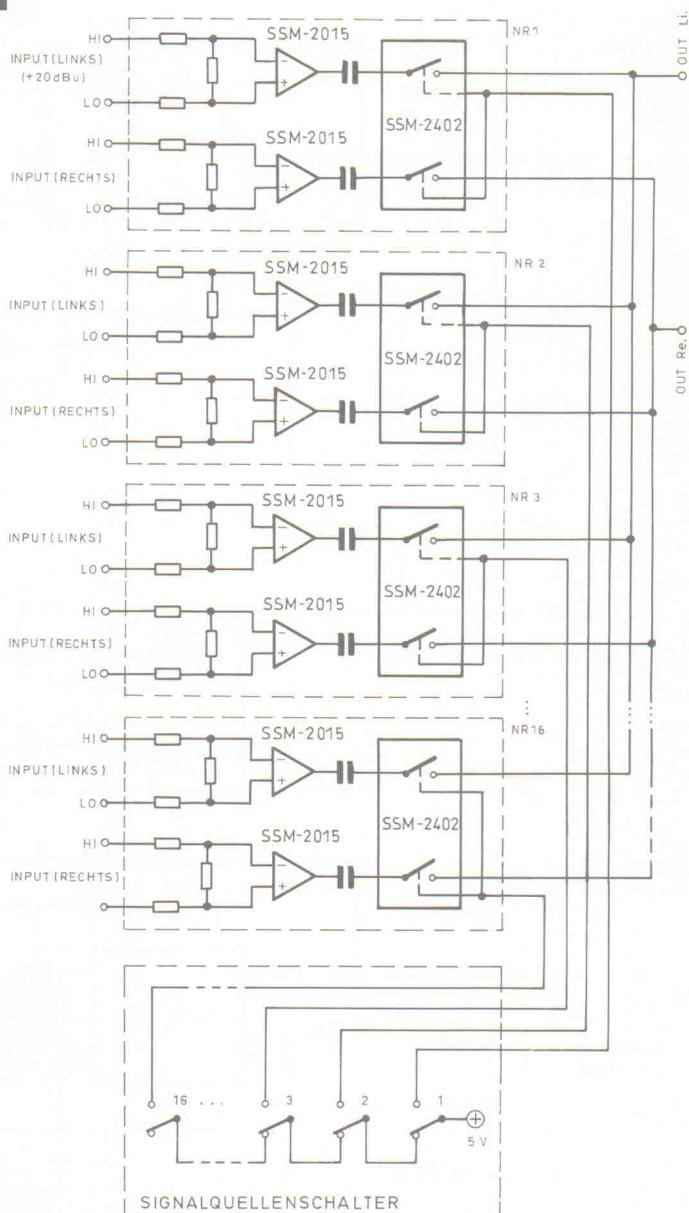


Bild 9. Die Aufschaltung von 16 Kanälen der in Bild 8 gezeigten Stereostufe an eine Sammelschiene.

Darüber hinaus bietet das ATM 1.0 die Möglichkeit der Spektralanalyse mit Hilfe einer FFT sowie die Darstellung von zeit- und frequenzabhängigen Vorgängen als Wasserfalldiagramm. Für diese Analysen müssen zunächst im Zeitbereich Meßdaten erfaßt werden. Dies geschieht in der Betriebsart Oszilloskop. Durch Einstellung der Transformationslänge der FFT sowie die Anzahl der zu erfassenden Meßwerte kann bestimmt werden, wie viele Fourierspektren im Verlauf der Messung gemittelt werden sollen, um die gewünschte Meßgenauigkeit zu erreichen.

Speziell für die FFT-Analyse steht neben den normalen Generatorsignalen ein spezielles Signal zur Verfügung, das deterministischen Charakter hat und den Vorteil bietet, daß seine spektralen Eigenschaften im vorhinein bekannt sind (Bild 28). Ähnlich wie bei der Maximalfolgenmethode kann dadurch eine separate Analyse des Eingangssignals entfallen und mithin die Gesamtmeßzeit verkürzt werden.

Das im Oszilloskop-Modus erfaßte Zeitsignal läßt sich entweder zur späteren Analyse abspeichern oder direkt der FFT-Analyse oder der Wasserfall-Darstellung zuführen. Beide können auch als separates Programm aufgerufen werden.

Neben der FFT-Analyse bietet das ATM 1.0 die Möglichkeit zur Berechnung von sogenannten Zerfallspektren und ihrer Darstellung in Form eines Wasserfalldiagramms, beispielsweise zur Analyse des Impulsverhaltens von Lautsprechern. Beim ATM 1.0 erzeugt der Generator in diesem Fall eine einzelne Periode des Anregungssignals, während wie bei der FFT-Analyse der Wandler im Oszilloskop-Modus das vom Lautsprecher abgestrahlte Signal aufzeichnet.

Die so erfaßten Daten werden innerhalb eines Fensters fourieranalysiert, das sich mit einstellbarer Schrittweite über den kompletten Datensatz verschieben läßt. Die so entstehende Folge von FFT-Spektren ergibt, auf dem Bildschirm angezeigt, eine 3-D-Darstellung.

Bei der uns zum Test zur Verfügung gestellten Betriebssoft-

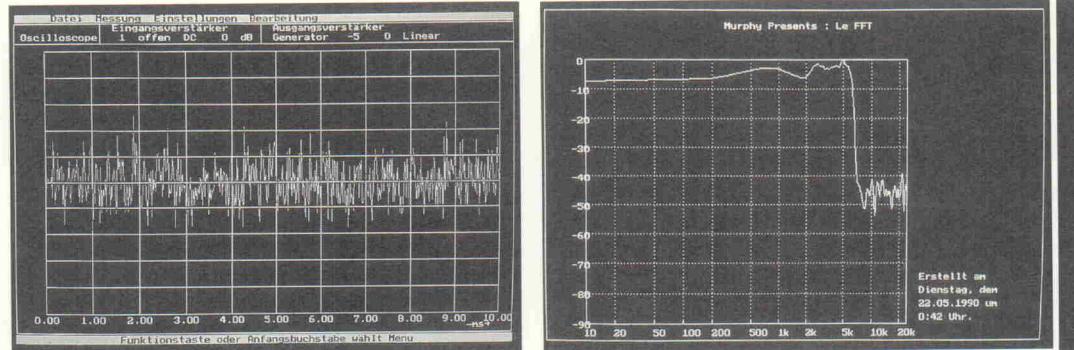


Bild 28: Kirchner ATM 1.0: Anregungssignal für die FFT-Analyse (links); Ergebnis einer FFT-Analyse (rechts).

ware handelt es sich nach Auskunft des Herstellers um eine Vorabversion, bei der im Test noch vereinzelt Probleme auftraten. Diese sollen jedoch in der Serienversion beseitigt sein. Zudem besteht, da es sich um eine in Deutschland ansässige Firma handelt, seitens des Nutzers die Möglichkeit, direkt beim Hersteller Wünsche für die Erweiterung der Software zu äußern.

Zusammenfassung

Die in dem vorliegenden Test untersuchten Meßsysteme unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der verwendeten Meßverfahren, sondern auch hinsichtlich typischer Einsatzbereiche und nicht zuletzt auch ganz erheblich im Preis.

Man kann innerhalb des Testfeldes Systeme ausmachen, deren Einsatzschwerpunkte eher bei elektrischen Messungen an Verstärkern, anderen NF-Geräten und Bandmaschinen liegen, obwohl auch akustische Messungen beispielsweise in Form von Pegelschrieben möglich sind. Zu diesen Systemen gehören das Audio Precision System One oder der Neutrik Analyzer 3337.

Auf der anderen Seite gibt es Meßsysteme, die auf Grund des gewählten Meßverfahrens für allgemeine und recht spezialisierte Meßaufgaben in der akustischen Meßtechnik zugeschnitten und für rein elektrische Messungen zum Beispiel an Bandmaschinen oder Studioequipment weniger geeignet sind.

Solche Systeme sind der TEF 12+ und das MLSSA-System, aber auch SysId von Ariel kann zu diesen Systemen gezählt werden. Der Preis der ein-

zelnen Systeme ist auf den ersten Blick recht unterschiedlich. Bei näherer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, daß so etwas wie ein preisliches Mittelfeld existiert, das etwa bei knapp 10 000 D-Mark liegt. Es entsteht dadurch, daß zwar die Mehrzahl der Systeme in Verbindung mit einem bereits vorhandenen PC/AT genutzt werden können, man den Preis für diesen Rechner und die oft notwendige zusätzliche Ausrüstung mit einem Coprozessor strenggenommen für die Beurteilung der Kosten eines kompletten Meßsystems hinzurechnen muß. Wird ein portables Meßsystem gewünscht, so müssen natürlich die höheren Preise für einen Laptop gleicher Leistungsfähigkeit berücksichtigt werden.

Bei dieser Betrachtungsweise werden die Preise des Neutrik Analyzer plus Schreibermodul, des Ariel-Systems, von MLSSA und, wenn man ihn schon dazu rechnen darf, des TEF 20, durchaus vergleichbar. Die Wahl fällt also wieder schwer, zumal auch das Preis/Leistungsverhältnis dieser Systeme als durchweg gut bezeichnet werden kann. Sie sollte daher erst nach gründlicher Erforschung des Meßbedarfs gefällt werden.

Deutlich teurer als diese Systeme sind das Audio Precision System One sowie der TEF 12+ von Techron. Diese Systeme kommen eigentlich erst dann in Betracht, wenn an Meßgenauigkeit und Flexibilität besondere Anforderungen gestellt werden. Man darf allerdings gespannt sein, ob der TEF 20 dem 12+ beizeiten das Leben schwer machen wird. Dies wird vor allen Dingen von der lieferbaren Software abhängen, die für den

TEF 12+ derzeit in großem Umfang zur Verfügung steht.

Besonders erfreulich ist der Umstand, daß sich auch deutsche Hersteller an das umfochte Marktsegment Audio-Meßtechnik wagen. Mit dem ATM 1.0 von Kirchner steht ein Meßsystem zur Verfügung, das vom Konzept her sehr flexibel ist und die Eigenschaften vieler Audio-Meßgeräte in sich vereinigen kann. Durch Updates der Betriebssoftware können die Einsatzmöglichkeiten jederzeit erweitert werden.

Als ebenso erfreulich ist das Ergebnis im unteren Preisbereich zu bezeichnen. Das Kemtec-Meßsystem kann hier Pluspunkte sammeln. Die Meßmöglichkeiten sind umfangreich, und die Qualität und Bedienerfreundlichkeit kann als sehr gut bezeichnet werden. Ein System wie das Kemtec AMS muß natürlich knapper kalkuliert werden als teurere Geräte. Die sich daraus notwendig ergebenden Beschränkungen sind vom Hersteller aber in kluger Weise umgesetzt worden, so daß die Leistungseinbußen bei den typischen Anwendungen kaum zu bemerken sein werden.

[1] A. Klumpp, 'Neutriks Analyzer', *electro acoustic*, 1989, S. 62

[2] M. Kesselheim, 'Aspekte der Studioakustik', *electro acoustic*, 1989, S. 13

[3] 'Time Delay Spectrometry – An anthology of the works of Richard C. Heyser on measurement, analysis and perception', *Audio Engineering Society*, 1988

[4] D. D. Rife, 'Transfer-Funktion Measurement with Maximum-Length Sequences', *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 37, No. 6, S. 419, 1989



Operationsverstärker

Im Mittelpunkt dieses Buches – mittlerweile ist es die sechste, überarbeitete Auflage – stehen Verstärker-Grundschaltungen und deren Optimierung für spezielle Anwendungen. An zahlreichen Beispielen werden Dimensionierungshilfen und Rechenformeln vorgestellt. Dieses Franzis-Arbeitsbuch ist ein nützliches Werk für Praktiker in Industrie, Entwicklung und Hochschule, aber auch für den Amateurelektroniker mit soliden Grundkenntnissen.

Das Buch enthält bewußt keine Bauanleitungen, sondern gibt dem Praktiker Hilfsmittel an die Hand, um seine Operationsverstärker-Schaltungen selbstständig entwickeln zu können.

Neben den angeführten Verstärkeranwendungen gibt der Autor gute Einblicke in die linearen und nichtlinearen Anwendungen, in die aktive Filtertechnik und den digitalen Einsatz dieser Bauelemente.



Sensoren in der Praxis

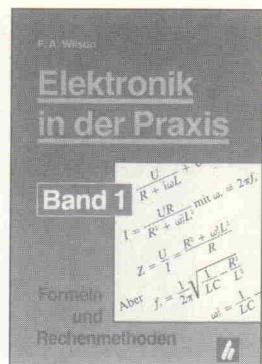
Praxisorientierung ist der Anspruch dieses Bandes einer neuen Buchreihe des Franzis Verlags. Wie die Titelgestaltung ausweist, handelt es sich zum größten Teil um Beiträge, die im gleichnamigen Fachblatt des Verlags erschienen sind, von den jeweiligen Autoren allerdings auf den neuesten Stand gebracht wurden. 'Sensoren in der Praxis' gibt einen guten Überblick über den Stand der Technik und Technologien der elektrischen Messung jedweder physikalischer Größen. Wertvoller Bestandteil des Buchs ist der Anhang mit einem Hersteller- und Lieferantenverzeichnis.



Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs

Mit dem Einsatz von IBM PCs für technische Anwendungen beschäftigt sich die Neuerrscheinung in der typischen Ringordner-Aufmachung aus dem Hause Interest. Behandelt werden die Bereiche: PC-System, Hardwarekomponenten zur Meßwert erfassung, Signalerfassung, -verarbeitung und -darstellung, Signalprozessoren, Bussysteme, Steuerungstechnik, speicherprogrammierbare Steuerungen, Schützsteuerungen und Regelungstechnik. Regelmäßige Erweiterungsausgaben halten den Leser auch für die Zukunft auf dem laufenden. Im vorliegenden Grundwerk werden ausführlich die Hardware-Komponenten zur Meßwerterfassung und die Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen behandelt. Den anderen Themenbereichen sind fürs erste zumeist Einführungen gewidmet. Ein Logik- und ein SPS-Simulationsprogramm werden auf Diskette mitgeliefert.

H. Maier, A. Piotrowski
Messen, Steuern, Regeln mit IBM-kompatiblen PCs
 Kissing 1990
 Interest-Verlag
 ca. 680 Seiten,
 incl. Diskette 5 1/4"
 DM 98,-
 Ergänzungen:
 alle 2...3 Monate,
 ca. 130 Seiten,
 incl. Diskette
 DM 59,-
 ISBN 3-922705-40-5
 (Bd.1)
 ISBN 3-922705-41-3
 (Bd.2)

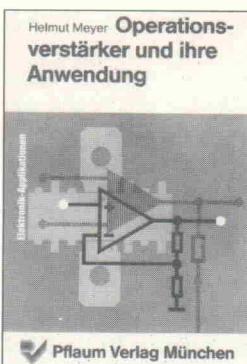


Elektronik in der Praxis, Formeln und Rechenmethoden

'Basics' der in der Elektrotechnik und Elektronik vorkommenden Rechenprobleme behandelt in zwei Bänden die deutsche Übersetzung des englischsprachigen Standardwerks von F. A. Wilson. Erklärtes Ziel der Herausgeber ist es, die Lücke zwischen 'drauflos'-Methoden und komplizierten technischen Theorieabhandlungen beim praktischen Einsatz im Elektroniker-Alltag zu schließen.

Themen des ersten Bandes sind: Einheiten und Konstanten, Gleich- und Wechselstromkreise, passive Bauelemente, Netzwerke und Messungen. Band zwei behandelt unter anderem: Elektromagnetismus, Verstärker, die Erzeugung und Verarbeitung von Signalen, Funkanlagen, digitale Logik und Netzteile.

F. A. Wilson
Elektronik in der Praxis, Bd. 1 und 2
 Hannover 1990
 Heise-Verlag
 DM 32,-
 DM 39,80
 ISBN 3-922705-40-5
 (Bd.1)
 ISBN 3-922705-41-3
 (Bd.2)



Operationsverstärker und ihre Anwendungen

Der Autor verzichtet in diesem Buch auf lange theoretische Abhandlungen und Formelgebirge und kommt gleich zur Sache. Er beschreibt, welcher Typ OP für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet ist und welche Besonderheiten zu beachten sind. Viele praxisgerechte Schaltungen geben Anregungen für eigene Entwicklungen oder können von Amateurelektronikern als Nachbauanleitungen verwendet werden.

Im einzelnen stellt der Autor die allgemeine Verstärkertechnik, NF-Kleinleistungsverstärkerschaltungen, Meßschaltungen, Oszillatorschaltungen, Begrenzer, Zeitgeber, elektronische Schalter, Rechenschaltungen und aktive Filter mit Operationsverstärkern vor.

Die Applikationen verwenden gebräuchliche OP-Typen wie TL08x, 741, LF 355/356 und LM 318.

Dieter Hirschmann
Operationsverstärker
 München 1990
 Franzis Verlag
 258 Seiten
 DM 34,-
 ISBN 3-7723-6252-4

Helmut Lemme
Sensoren in der Praxis
 München 1990
 Franzis Verlag
 423 Seiten
 DM 68,-
 ISBN 3-7723-6182-X

Helmut Meyer
Operationsverstärker und ihre Anwendungen
 München 1990
 Pflaum-Verlag
 144 Seiten
 DM 36,-
 ISBN 3-7905-0572-2

Top!

SOFTWARE

Händleranfragen willkommen

SPEED.FAKTURA setzt neue Maßstäbe im Preis/Leistungsverhältnis bei kaufmännischer Software. Was selbst teure Programme nicht leisten, wird hier realisiert:

Kunden: Über 32 000 Kunden / Karteikarte mit über 10 000 Zeichen Text, der dynamisch verwaltet wird / Automatisches Speichern kundenpezifischer Artikelpreise / Export, Import von Daten.

Artikel: Über 32000 Artikel / Zugriff über Matchcode oder Artikelnummer / Artikelbeschreibung mit über 10000 Zeichen Text, der dynamisch verwaltet wird / Lagerbestelliste.

Angebote, Rechnungen, Mahnwesen: Alle Angebote, Lieferscheine, Auftragsbestätigungen können jederzeit verändert und ausgedruckt werden / Rabattierung und Skonto / Offene-Posten-Liste / Rechnungsausgangsbuch / Mahnwesen mit bis zu 5 Mahnstufen.

Briefe: Bedienung über Pulldown-Menüs oder WordStar-Befehle / Adressen können aus der Datenbank übernommen werden / Serienbriefschreibung.

Sonstiges: Rechner (Formel-interpret) / F1 bringt jederzeit aktuelle Hilfen / Umleitung der Druckausgaben / Nach Stromausfall können die Dateien wieder instandgesetzt werden / Funktionstasten frei mit Text belegbar /

Die **SPEED.FAKTURA** basiert auf einem relationalen Datenbanksystem, sämtliche Werte, wie Lagerbestand, Kundenumsets sind daher stets aktuell. Für alle IBM-kompatiblen Rechner mit Festplatte und mindestens 420 KByte freiem Arbeitsspeicher, DOS ab 2.11

DM 148,-/öS 1317,-/sfr 148,-
unverbindliche Preisempfehlung
Best.-Nr. 51824

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich 824/2.2



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

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Ehrensache, . . .

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

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

Folgende Elrad-Ausgaben sind vergriffen:

11/77 bis 6/89. Elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.

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

Voll Hart Metall

Bohrer zum Bohren von Leiterplatten

Schaft: 1/8" = 3,2 mm

Länge: 1 1/2" = 38 mm

Schneidlegeometrie: 130Grad

rechtsschneidend

Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm

1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

4.40 10 St. 36.--

Versand: NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Goof**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der besten Computerwelt

ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth
Osterfeldstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon: 08276 - 1818 Fax: 08276 - 1508

WIDERSTANDS-SORTIMENTE

sortiert und zusätzlich ohmwerbeschichtet.

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

Metallwiderstands-Sortimente, 1/4W, 1%, Reihe E24, Typ 0207
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 10 Stück DM 47,95
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 25 Stück DM 114,00
121 Werte v. 10Ω - 1MΩ, à 100 Stück DM 342,00
Packung à 100 Stück/Wert DM 3,05 (E24 v. 4,7Ω - 4,3MΩ)

Dioden 1N4148 100 St. DM 2,22 500 St. DM 9,99
100 St. IC-Sockel-Sortiment DM 19,95
50 St. Sortiment-IC-Präzisionsfassungen DM 29,95

N.N.-Versand ab DM 15,- (+PV), Ausl. DM 200,- (+PV)

Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei, oder für DM 5,- (BfM.) anfordern. Aktuelle Infoliste gratis.

LEHMANN-electronic

Inh.: Günter Lehmann
Tel./Btx: 06 21/89 67 80
Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

Schuro Elektronik

GmbH
Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königstr. 46A — 3500 Kassel

Ihr preiswerter Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

- Schnelle termingerechte Lieferungen
- Bauelemente führender Spitzenhersteller wie z.B. Tfk, Kemet, Piher, Vitrohm, Beyschlag, Fagor, Siemens, Motorola, Harris, IR, LTC, NSC, TI, Intersil ...
- Lieferbar Aktiv, Passiv, Mechanik und SMD-Bauelemente
- Lieferung schon ab 50,00 DM Warenwert
- Computerunterstützte Auftragsbearbeitung — sofortige Preis- und Lieferzeitangabe
- Katalog mit 5 Preistaftafeln und ständigen UPDATES

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

Transistoren	CA 3162 E	9,59	2N 2646	1,72*	TDA 2005 M	4,48	
BC 140/10/11-10	0,48*	2N 3280 E	2,81	2N 3055 STM	1,32*	TDA 2030V	3,89
BC 160/10/11-10	0,48*	2N 3280 E	4,06	2N 3280 E	12,34	TDA 2030V	3,89
BC 264A	0,75*	IC 7106/7107/706	8,36	10-252 STOK	0,98	LT 1017/1717/21/81	0,74*
BC 303/73/36-25	10,90*	IC 7106/7107/706	11,84	2 SK 135	11,71	LT 074/84	0,98*
BC 518	0,28*	IC 7117/26	7,99	10-24 STOK	10,43	TLC 271 CP	1,14*
BC 517	0,26*	IC 7660 SCPA	3,75	4001/11/12/23/25	0,33*	TLC 272 CP	1,14*
BC 548B/48C/56B	6,69%	ICM 7217 IPI	21,45	4013/27/30/49/50	0,43*	TLA 20300/2004	0,62
BC 550C/560C	7,92%	ICM 7226 PIBL	67,76	4015/28/30/50/53	0,43*	TLA 20300/2004	0,62
BC 564/578/58C	0,59*	ICM 7555 IPA	0,01*	4020/26/28/30	0,44*	U2 723 OIL	1,25
BD 136-140-10	0,33*	ICM 7555 IPA	12,79	4017/20/21/22/43	0,62*	U2 733 CN	2,30
BD 422	0,29*	ICM 7555 IPA	10,94	4024/28/42/106	0,63*	U4 741 DIP	0,37*
BF 487/81/1672	0,53*	ICM 7557/336Z-2,5	2,01	4040/41/60/63/94	0,71*	U4 7805/12/15	0,55*
BF 489/707/172	0,51*	ICM 7557/338/933	0,41*	4059/60/61/62/63	0,65*	U4 7905/12/15	0,60*
BF 494/495	0,17*	IMC 394 CH	8,25	4059/60/70/71/72/73	0,59*	U4 7905/12/15	0,60*
BS 170	0,54*	IMC 833 N	2,68	4059/60/70/71/72/73	0,52*	U4 7905/12/15	0,60*
BS 250	0,76*	IMC 12CLK-T03	60,19	4073/75/77/81/82	0,33*	U4 7905/12/15	0,58*
BP 245 A/B	0,18*	IMC 12CLK-T03	60,19	4073/75/77/81/82	0,33*	U4 7905/12/15	0,58*
BP 245 A/B/C	0,60*	IM 311 N-8	0,48*	4510	0,80*	XR 2206 CP	8,69
BP 255A	0,62*	IM 317 T	0,95*	4518/20/38/41/56	0,70*	XR 8038 CP	6,78
BP 256Z/256C	0,59*	IM 324 N	0,41*	745 00/04/06/32/	0,28*	ZNA 234/240	3,12*
BT 422	0,29*	IM 325	13,05	745 02/05/06/20/	0,28*	ZNA 426-5	10,23
BT 422/423/424	0,25*	IM 326/327/336Z-2,5	0,51*	745 07/14/32/	0,42*	ZN 426-5	5,61
BT 423/424	0,25*	IM 327/338/933	0,41*	745 21/30	0,33*	ZN 427-8	21,81
BT 424/425	0,17*	IM 344 CH	8,25	745 83/85/157	0,59*	ZN 428-8	12,31
BT 425	0,54*	IM 833 N	2,68	745 138/139	0,52*	ZN 436-8	3,17
BT 426	0,76*	IM 3914/3915	8,33	745 152	1,45*	Gleichrichter + Dioden	
BT 427	0,85*	LT 1028 CNB	15,83	745 152	0,80*	XR 2206 CP	8,69
BTU 10	1,85*	LT 1028 CNB	15,83	745 240/41/44/45	0,74*	880C/1500d	25-49
BUZ 10	2,65*	LT 1028 CNB	15,83	745 240/41/44/45	1,00*	820C/1500d-25A	45,54*
BUZ 71	1,85*	MAX 232 CPE	6,77	745 247	1,00*	2700 09/75V 0,5W	6,25%
BUZ 72	1,85*	MC 1452P	0,41*	745 257/283/390	0,55*	1N4418	2,49%
BUZ 73	1,85*	MC 14520P	4,71	745 37/374	0,74*	1N4001	5,32%
BUZ 74	1,85*	MC 145207 P	5,59	745 37/374	1,00*	1N4007	6,50%
IRF 520	1,85*	OP 27/37 GP	0,16	745 40/04/08/32	0,41*	P6008 (10-24)	
IRF 530	2,89*	OP 27/37 GP	1,71*	745 74/12/14/17/18	0,59*	Thyristoren + Triac's	
IRF 540	3,57*	NE 533 N	1,45*	74HC 138/139	0,64*	TIC 106 M	1,16*
IRF 820	1,97*	NE 532 N	0,54*	74HC 244/37/374	0,92*	TIC 107 M	1,16*
IRF 830	2,72*	NE 555 DIP-8	0,34*	74HC 4017	1,11*	TIC 108 M	1,03*
MJ 2501	2,61*	OP 27/37 GP	10,35	74HC 4017/04/08/32	0,41*	TIC 225 M	1,42*
MJ 3001	2,53*	OP 27/37 GP	14,19	74HC 42/151/174	0,96*	BT 138/500	1,83*
MJ 3001	2,53*	OP 27/37 GP	18,36	74HC 73/157/158	0,87*	Optobaulemente	
MJ 15003 MOTOROLA	7,99*	OPA 27/37 GP	4,44	74HC 74/138/139	0,68*	D 200 PA/PK (19-24)	1,93
MJ 15004 MOTOROLA	8,49*	RC 4136	1,45*	74HC 79/240	1,03*	D 350 PA/PK (19-24)	1,51
TIP 140/141/145	1,99*	RC 4558 P	0,73*	74HC 123/393	1,08*	LCD 3,5 st. VALVO	7,99*
TIP 140/141/145	1,99*	SDA 100	0,58*	74HC 123/393	1,08*	LED 3/5 rot Valvo	11,88%
AD 536 A/D	5,24	SDA 4212	4,56	74HC 244/37/374/375	1,03*	6N136	2,63
AD 636 JH	28,70	SD 42 P	4,44	74HC 245/377	1,28*	Spieldrahtbaumente	
AD 7574 KN	27,65	TCA 785	7,25	74HC 541/573/574	1,50*	D 200-100 7M 1	19,79*
ADC 604 LCN	8,27	TDA 1524 A	5,81	74HC 4060	2,44*	41256-100 256K-4	6,08*
ADC 604 LCN	4,03	TDA 1524 A	4,54*	TDA 2002/2003 V	1,74*	41256-80 512K-4	19,79*
CA 310	2,18*	2N 1613	0,55*			SiP-M 1M-9-70ns	21,67
CA 3140	1,29*	2N 2219A	0,45*			27256-150ns	6,31
CA 3161 E	2,23*	2N 2222A/2N 2907A	0,34*				

LIEFERPROGRAMM MIT ERWEITERTEM SMD-BAUELEMENTE-ANGEBOT NUR GEGEN 3,00 DM SCHUTZGEBÜHR
IN BRIEFMARKEN (ÜBER 200 SEITEN ANGEBOTE IM SCHNELLHEFTER)

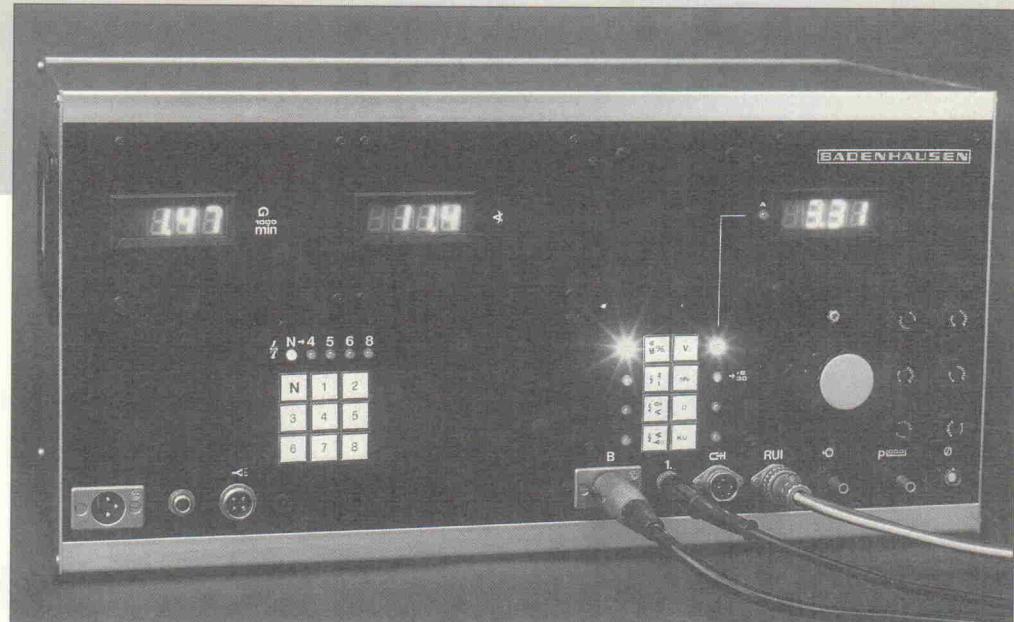
0561 / 16415

AutoCheck

Professionelles Motordiagnose-Meßgerät (3)

Rolf Badenhausen

Mit dem vorliegenden Beitrag geht unsere Reihe 'Kfz-Meßtechnik' nun in die sechste Runde. Den Beschreibungen der noch fehlenden Schaltungen zum AutoCheck, dem Modul zur Zylinder-einzelabschaltung sowie der Versorgungseinheit folgen, wie bereits vom AutoScope her gewohnt, Aufbau- und Abgleichhinweise.



Die an Kl.1 der Zündspule auftretende Induktionsspannung eilt dem tatsächlichen Zündzeitpunkt in Form des Hochspannungsüberschlags an den Zündkerzen bei Transistor- und Unterbrecherzündanlagen um mindestens 10 μ s voraus.

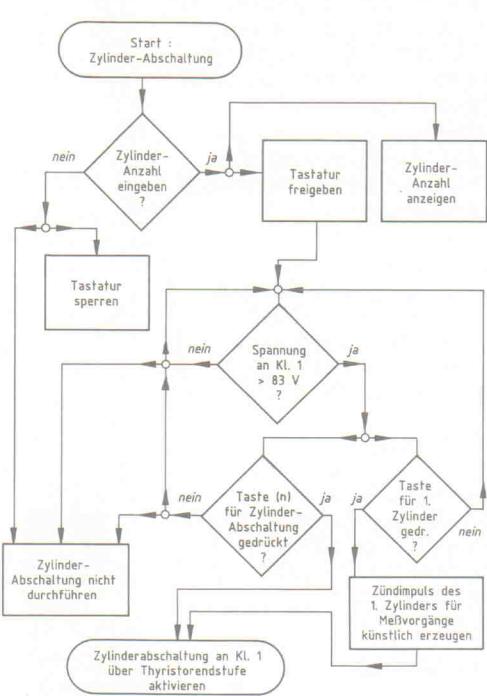
Dadurch besteht die Möglichkeit, über die Motorzündfolge die im Zündauslösebeginn in der Primärwicklung der Zündspule aufgebaute Spannung (LC-Ausgleichsvorgang mit geringer Dämpfung) auszuwerten und dann unmittelbar mit einer geeigneten Schaltung so weit zu reduzieren, daß die auf der Sekundärseite der Zündspule aufgebaute Hochspannung für Funkenüberschläge an den Zündelektroden mit Sicherheit nicht mehr ausreicht.

Wird mit entsprechend ausgelegter Schaltungstechnik noch die Möglichkeit geschaffen, auch wahlweise jeden beliebigen Zylinder des Motors abzuschalten, können anhand der Bewertungen der Drehzahlabfälle praktisch sofort nicht oder

nur teilweise vorhandene Zylinderarbeitsfunktionen lokalisiert werden. Wesentlich umständlichere mechanische Kompre-

onstests, bei denen bekanntlich zunächst sämtliche Zündkerzen am Motor herausgeschraubt und wieder neu eingesetzt wer-

Bild 35. Ein Flußdiagramm erläutert die Bedienung des [A]bschalt-modules.



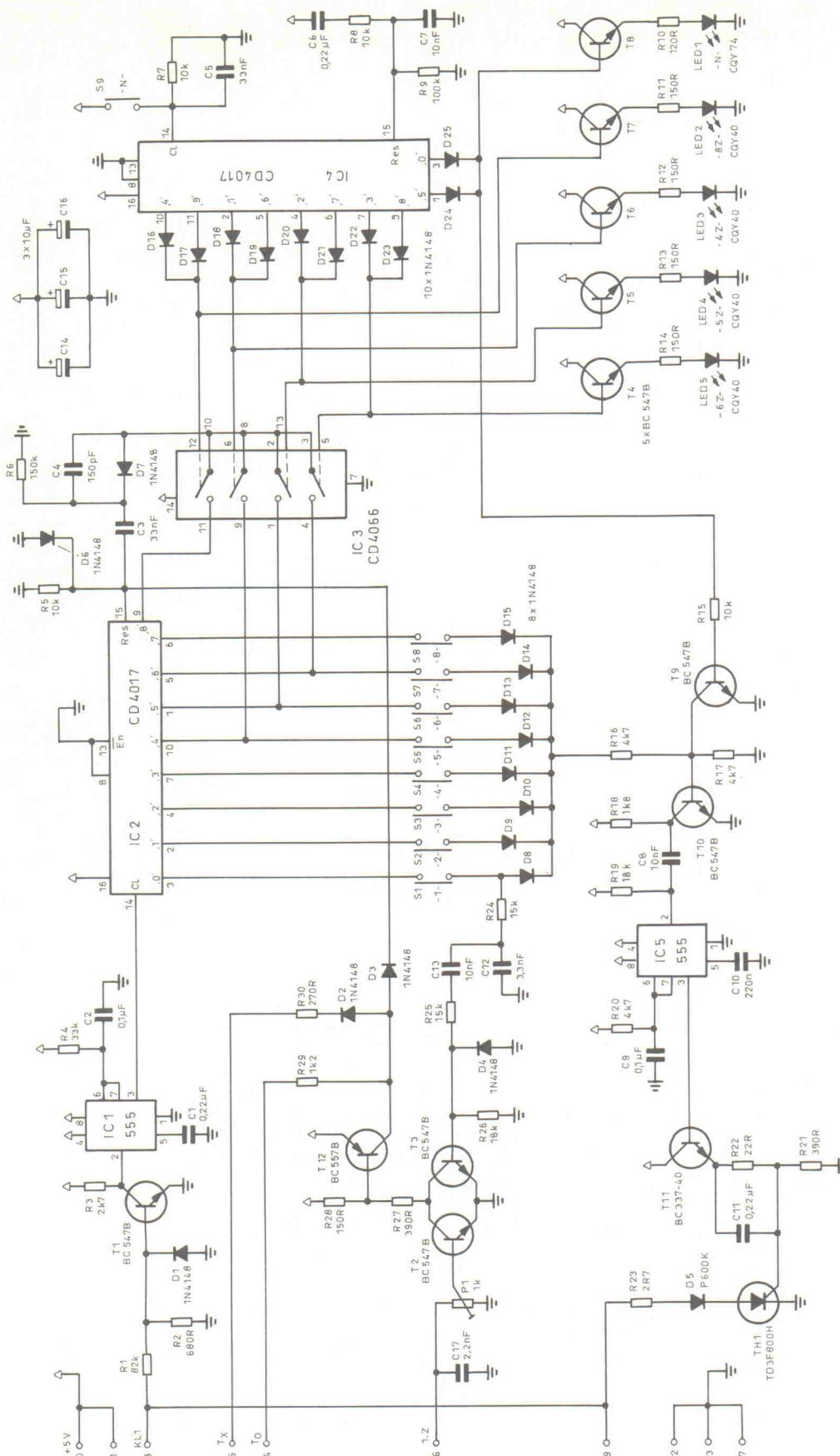


Bild 36. Die Eingabe der Zylinderzahl ist nur für die Aktivierung der Zylinderabschaltung erforderlich.

den müssen, können insbesondere dann entfallen, falls nach vorangegangener Prüfung Fehler im Hochspannungssteil der Zündanlage und in der Gemischaufbereitung und -zuteilung ausgeschlossen werden können.

Die selektive Zylinderabschaltung ist im übrigen im Motorleerauf besonders aussagekräftig, denn für einen solchen Betriebszustand liegt bei vergleichsweise hohem Saugrohrunterdruck (also geringe Zylinderfüllung) und damit bestehendem ungünstigen Motorwirkungsgrad eine nahezu optimale Voraussetzung vor.

In diesem Zusammenhang ist auch die Frage zu stellen, inwieweit Katalysator-Fahrzeuge mit einem solchen Verfahren gemessen werden dürfen. Inländische Automobilhersteller beantworten diese überwiegend mit 'grundsätzlich nicht'; hin gegen gibt die Betriebsanleitung eines professionellen Motortestgerätes aus den USA – dem Land also, in welchem die Ausstattung mit geregelten Katalysatoren für Fahrzeuge zu lassungen bereits zwingend vorgeschrieben war, als hierzulande zur Orthographie dieses Entgiftungsverfahrens noch Unklarheiten bestanden – wohl auch aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen mit dieser Materie in etwas differenzierterer Form Auskunft:

'Make this test as quickly as possible, as the catalytic converter may overheat', lautet der Originaltext. Immerhin beinhaltet diese Aussage, daß ungezündetes Kraftstoffluftgemisch im Auspufftrakt als Folgereaktion eine unzulässige Aufheizung des Katalysators bewirken könnte. Indes haben nicht nur inländische Fachbetriebe in bezug auf die wichtigen Langzeitentgiftungsfunktionen recht gute Erfahrungen mit der Durchführung einer solchen Messung noch vor Ablauf der Warmlaufphasen der Katalysator-Motoren gesammelt.

Das Flußdiagramm einer für den professionellen Einsatz geeigneten Schaltung zeigt Bild 35; das zugehörige, in Bild 36 angegebene Schaltbild weist als optimierte Lösung den Verzicht auf eine Mikroprozessoranwendung aus.

Zur Zylinderabschaltung wird dem Zündsystem über den Thyristor TH1 Energie entzogen. Die acht beschalteten Ausgänge des Zähler-ICs IC2 nehmen synchron zu dem ursprünglich zur Zündung vorgesehenen Zylinder (1...8) positives Potential an. Über die Tasten S1...8 ist der Zündzeitpunkt des Thyristors wählbar: Er kann so immer im richtigen Moment gezündet werden und den Aufbau der Hochspannung verhindern.

Um diesen Kurzschluß über Klemme 1 zu synchronisieren, erhält der Zähler IC2 seine Clock-Impulse von KL. 1 und

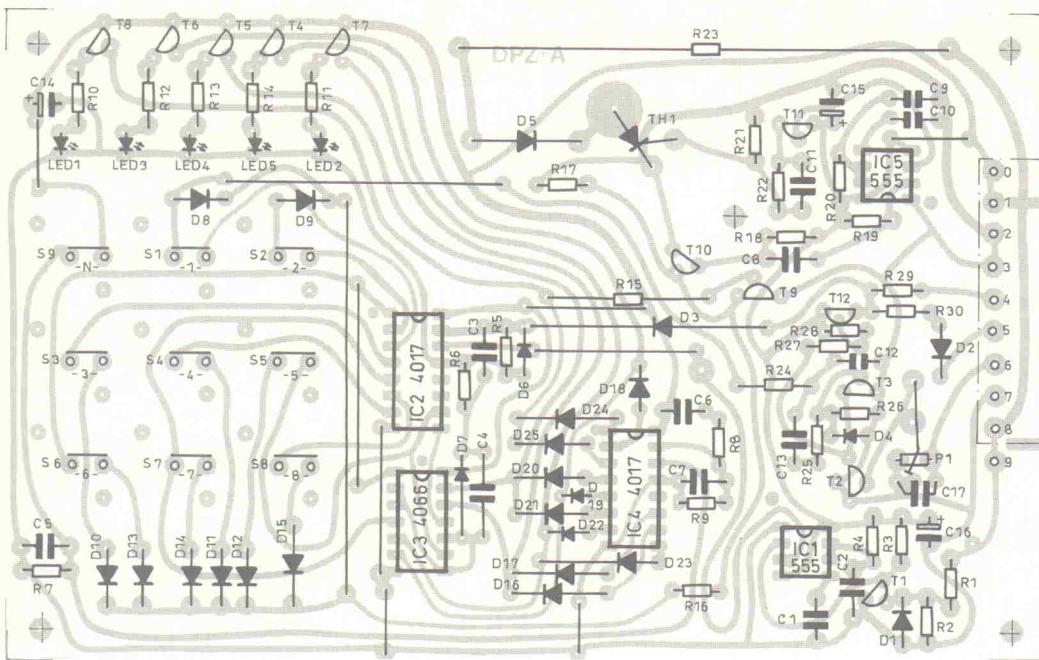


Bild 37. Dank der geringen Bestückungshöhe können auch die Taster dieser Einheit auf der Platine eingelötet werden

Die beschriebene Schaltung gerät jedoch bei der Überprüfung des ersten Zylinders 'außer Tritt', da hierbei die benötigten Reset-Impulse, die bisher vom ersten Zylinder gewonnen werden müssen, ausbleiben.

Abhilfe schafft die um IC3 und IC4 aufgebaute Erzeugung des System-Resets. Zunächst ist der Ausgang '0' von IC4 aktiv. Da der Transistor T9 leitend ist, bleibt eine Betätigung der Tasten S1...8 ohne Wirkung; das Abschaltmodul ist gesperrt. Die Leuchtdiode LD1 informiert den Benutzer über den Zustand der Schaltung. Zur Synchroni-

sation erforderliche Zündzeitpunkt-Impulse für den ersten Zylinder – sofern dieser angeschalten ist – werden mit der Strecke S1-T3-T12-D3 erzeugt. IC3 und IC4 sorgen für ein korrektes Timing der Zündpulsfolgen über den System-Reset von 4-, 5-, 6- und 8-Zylinder-Motoren mit Einkreis-Zündanlagen.

Verschiedentlich werden in einigen Motortestsystemen die von der Zylinderabschaltung bewirkten Drehzahlabfälle noch mit speziellen Programmen zu 'aussagefähigen' Motorzustandsprotokollen und -grafiken weiterverarbeitet. Der damit

die Reset-Impulse von Zylinder 1. Soweit ist gewährleistet, daß die Ausgänge von IC2 zeitgleich mit dem jeweils zu zündenden Zylinder 'high' sind.

Stückliste

A-Modul

Widerstände:

R1	82k
R2	680R
R3	2k7
R4	33k
R5,7,8,15	10k
R6	150k
R9	100k
R10	120R
R11...14,28	150R
R16,17,20	4k7
R18	1k8
R19,26	18k
R21,27	390R
R22	22R
R23	2R7,17W
R24,25	15k
R29	1k2
R30	270R
P1	1k Trimmer

Kondensatoren:

C1,6,10,11	220n MKS
C2,9	100n MKS
C3,5	33n MKS
C4	150p Ker.
C7,8,13	10n MKS
C12	3n3
C14...16	10 μ
C17	2n2 Ker.

Halbleiter:

D1...4,6...25	1N 4148
D5	P 600 K
LD1	CQY 74
LD2...5	CQY 40
T1...10	BC 547 B
T11	BC 337-40
TH1	TD 3 F 800 H
IC1,5	555
IC2,4	CD 4017
IC3	CD 4066

Sonstiges:

S1...9 Tippstufen M.6403.0220

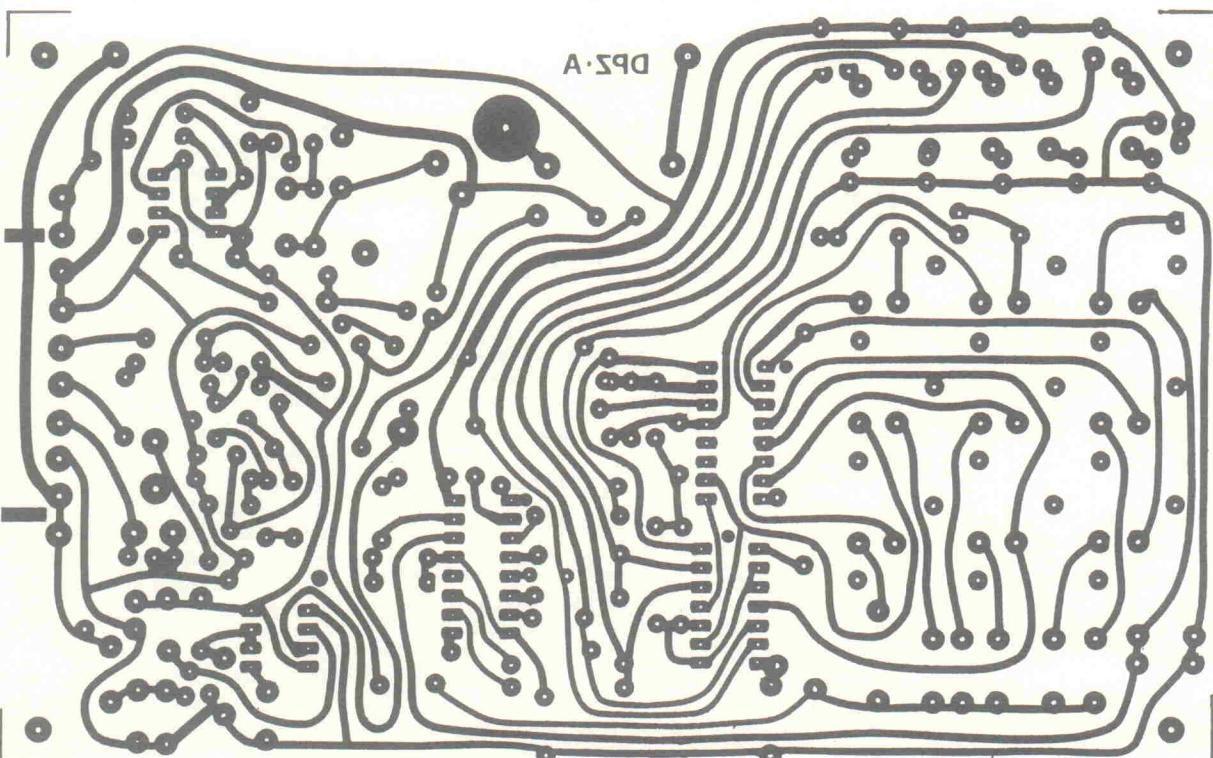


Bild 38. Das Layout des A-Moduls.

vorgenommene zusätzliche Schaltungsaufwand erscheint jedoch kaum gerechtfertigt, denn die ohne Abschaltung vorliegenden Bezugs- beziehungsweise Leerlaufdrehzahlen können auch mit Motorzuständen aufgebaut sein, die insgesamt das heißt nach Mittelwertbildung über sämtliche Zylinder als nicht mehr tragfähig zu be-

zeichnen wären – beispielsweise durch verschiedene Defekte an mehreren Zylindern. Zu ähnlichen Schlußfolgerungen gelangt man auch bei einem Verfahren, welches die Stromaufnahme des Anlassers beim Startvorgang des Motors zylinderselektiv auswertet. Da in diesem Fall – das sofortige Anspringen des Motors muß oft

mit geeigneten Mitteln unterbunden werden – ein nicht unbeträchtlicher Anteil an elektrischer Energie gleichzeitig für den Antrieb der Kurbelwelle und damit aller übrigen noch zu bewegenden Motorteile aufgewendet werden muß, besitzt auch dieses System eine weitestgehend relative Aussagekraft.

Für die Bedienung des in Bild 36 angegebenen A-Moduls ist zu berücksichtigen, daß zunächst mit der Taste $-N$ (S9) die über LED 1...5 angezeigte Zylinderanzahl – bezogen auf Einkreiszündanlagen – einzugeben ist. Die Taste '1' schaltet stets die Zündung des ersten Zylinders ab, die Taste '2' jedoch den nach der Zünd-

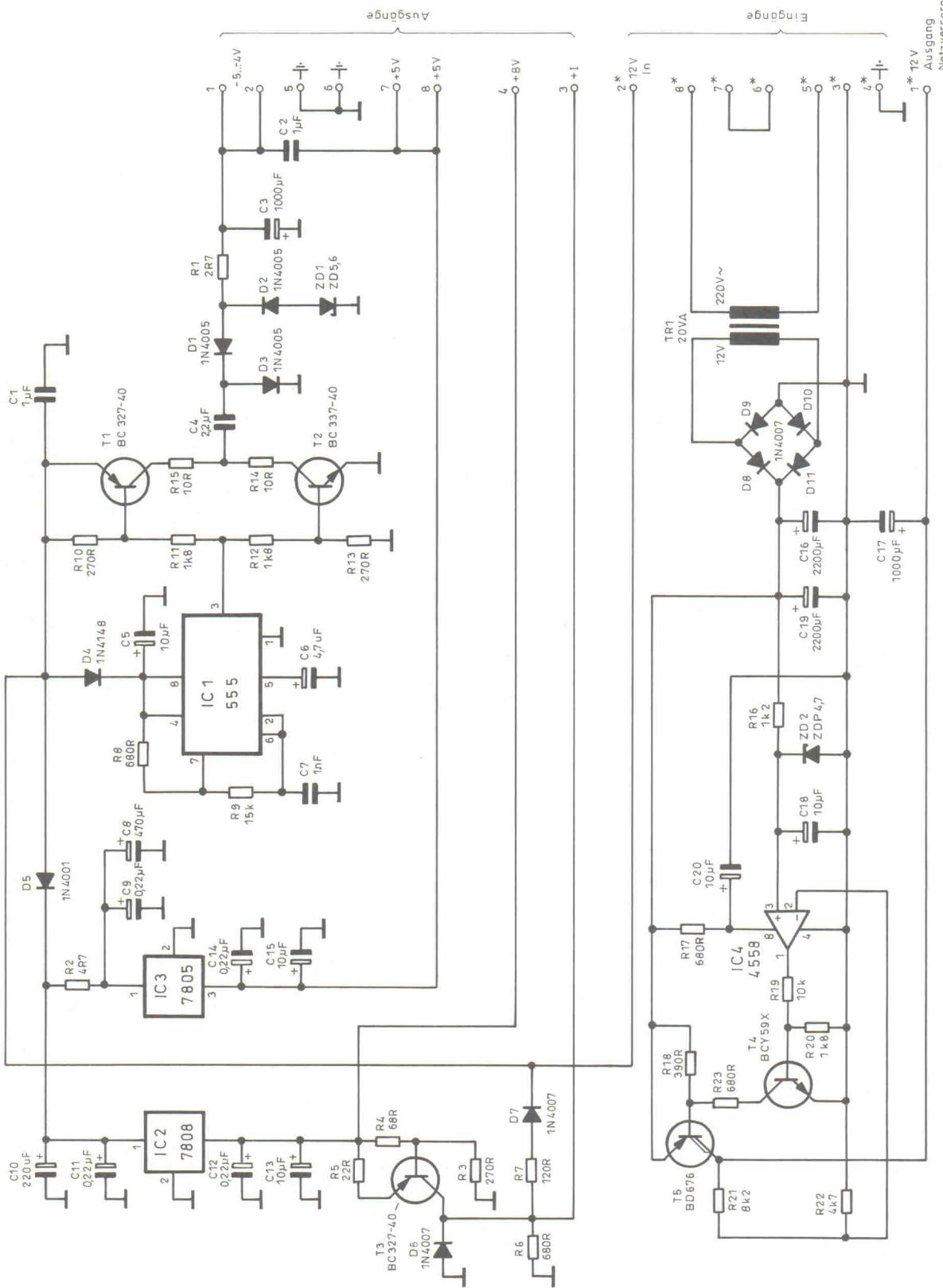
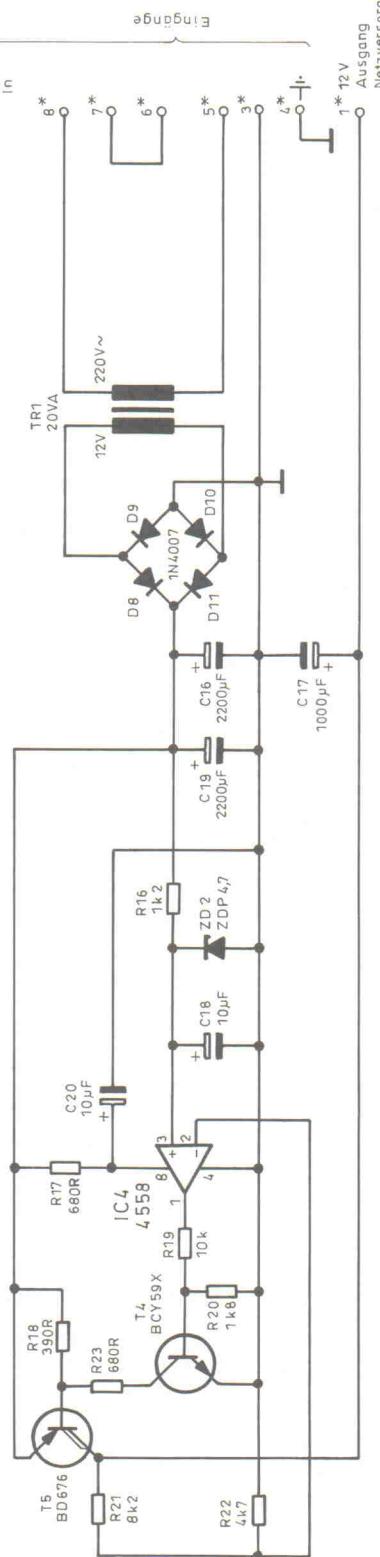


Bild 39. Die Taktfrequenz der negativen Versorgung beträgt etwa 50 kHz.



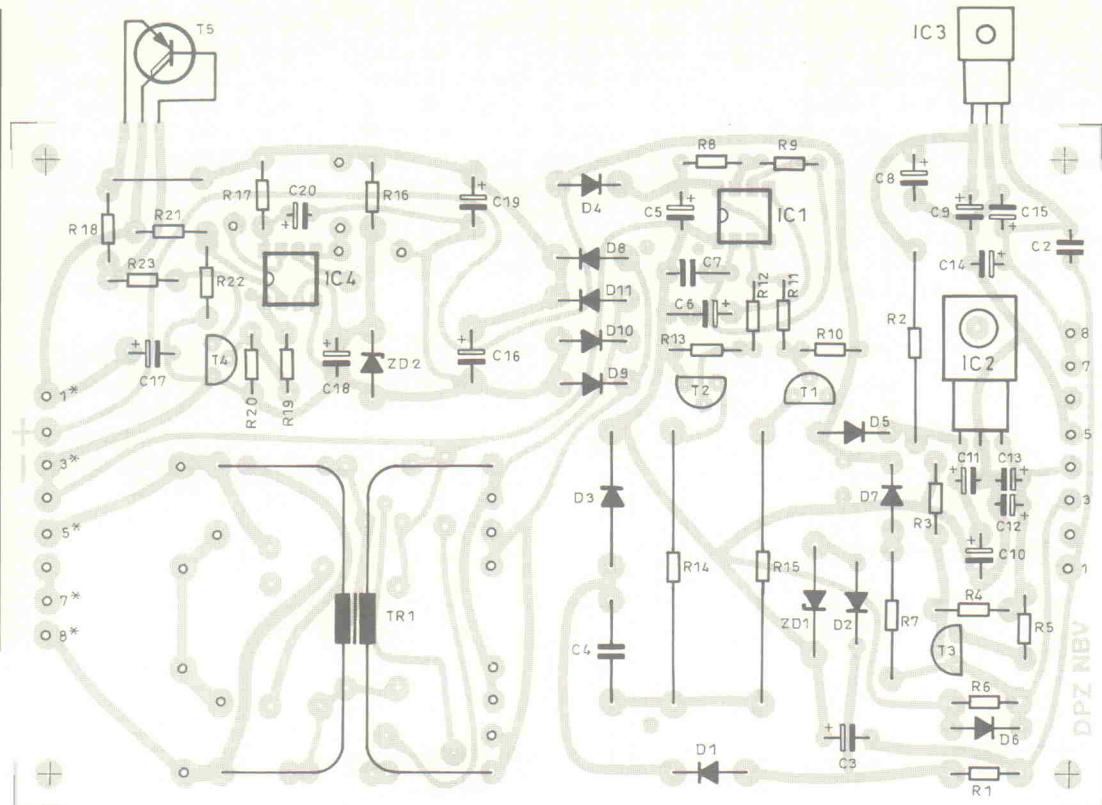


Bild 40. Die Halbleiter
T5 und IC3 sind zwecks
Kühlung isoliert am
Chassis zu befestigen.

Stückliste

NBV-Modul

Widerstände:

R1	2R7
R2	4 R7 5W
R3,10,13	270 R
R4	68 R
R5	22 R
R6,8,17,23	680 R
R7	120 R 1W
R8	15k
R11,12,20	1k8
R14,15	10 R 5W
R16	1k2
R18	390 R
R21	8k2
R22	4k7

Kondensatoren, Trafo:

C1,2	1 μ MKS
C3,17	1000 μ
C4	2,2 μ ,63V MKS
C5,13,15,18,20	10 μ
C6	4,7 μ
C7	1n MKS
C8	470 μ
C9,11,12,14	220n
C10	220 μ
C16,19	2200 μ
TR1	220V/12V 20VA

Halbleiter:

D1...3	1 N 4005
D4	1 N 4148
D5	1 N 4001
D6...11	1 N 4007
ZD1	ZD 5,6
ZD2	ZDP4,7
T1,3	BC 327-40
T2	BC 337-40
T4	BCY 59 IX (BC 547 B)
T5	BD 676
IC1	NE 555
IC2	7808
IC3	7805
IC4	RC 4558

folge des Motors darauffolgenden Zylinder und so weiter. Hierzu ein Beispiel:

Die Zündfolge eines 6-Zylinder-Motors lautet:

1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4

Für das Tastenfeld gilt:
 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Die durch die Tastatur vorgegebene maximale Bestückungshöhe von 10 mm ist problemlos einzuhalten, denn TH 1 bedarf keiner Fremdkühlung. Die Triggerzange für das Hochspannungskabel von Zylinder 1 kann auch unmittelbar an die Schaltung angeschlossen werden. Der Kondensator C17 entfällt jedoch, falls – was sehr für den professionellen Einsatz zu empfehlen ist – am Anschlußkontakt 6 der Ausgang der Piegelregelung für diese Triggerung angeschlossen wird (P1 wird in diesem Fall in seine Mittenstellung gebracht).

Versorgung und Gesamtverdrahtung

Sämtliche Schaltungen werden von dem in Bild 39 abgebildeten Modul mit Betriebsspannungen versorgt. T5 und IC 3 bedürfen einer ausreichenden Kühlung von je 25 K/W. Die mit IC 1, T1 und T2 aufgebaute negative Spannungsversorgung gewährleistet auch bei einer Versorgung mit der 12-V-Fahrzeughbatterie einen problemlosen Betrieb.

sen Betrieb. Eine automatische Netz-Akku-Umschaltung zeigt Bild 42.

Der Gesamtverdrahtungsplan ist Bild 43 zu entnehmen. Die Anbringung von P3(P) wurde als Alternativlösung eingezeichnet. Die mit 'OUT' bezeichneten Buchsen dienen zur Impulsversorgung (Triggerung) eines gegebenenfalls mitzubetreibenden Oszilloskops. Praktische Erfahrungen rechtfertigen die Anordnung der sechs Schmelzsicherungen an der Frontplatte des Gerätes.

Verschiedentlich müssen auch abgeschirmte Leitungen verlegt werden; dabei müssen die Kl.1-Potential-führenden Anschlußpunkte mit Leitungen von circa 600 Vss Spannungsverträglichkeit verschaltet werden. Der optimalste Schaltungsaufbau des Gerätes führt zu der in Bild 44 a angegebenen Be- maßung der Frontplatte und den übrigen, in Bild 44 b dargestellten Gehäuseteilen. Die 'OUT'-Buchsen sind zwar nicht in Bild 44 a eingezzeichnet, die übrigen Anschluß- und Anbauteile können jedoch an- hand des Verdrahtungsplans leicht lokalisiert beziehungs- weise zugeordnet werden. Es empfiehlt sich, das in Elrad 6/90 beschriebene Modul 'PRI' unterhalb des N-Moduls links- seitig an der Frontplatte zu be- festigen. Über eine zusätzliche Gehäusebohrung mit Stopfen

ist die Pegelregelung über den zugehörigen Trimmer P1 für die Anpassung der Triggeranzage praktisch durchführbar.

Aufbau- und Einsatzhinweise

Aufgrund der uneingeschränkten Spannungsversorgung des Gerätes durch die Fahrzeubatterie liegt der Anschluß 'COM' – geschützt durch eine Schmelzsicherung – stets auf Massepotential. Bei Spannungsmessungen am Fahrzeug ist daher die über den XLR-Anschluß K1.30/K1.1/Masse hergestellte Masseverbindung nicht mehr erforderlich.

Die Unterdruckanschlußverbindungen können aus aufgebohrten Gehäusesicherungshaltern, circa 55 mm langen 6-mm-Aluminium-Rundhülsen und geeignetem Zweikomponentenkleber angefertigt werden. Es ist auch sehr zweckmäßig, sich für die etwa 3,5 m lange Meßleitung zum Kurbelwellen-Positionsgeber nach Fahrzeugtyp und Referenzbezugswinkel verschiedene kurze Adapter-Kupplungen anzufertigen, in denen die Kontaktanschlüsse '35°' und 'ß' entweder unbeschaltet bleiben ($-20,0^\circ$) oder miteinander verbunden werden ($-35,0^\circ$).

Die Kontaktierung an der Fahrzeug-Diagnosebuchse kann ent-

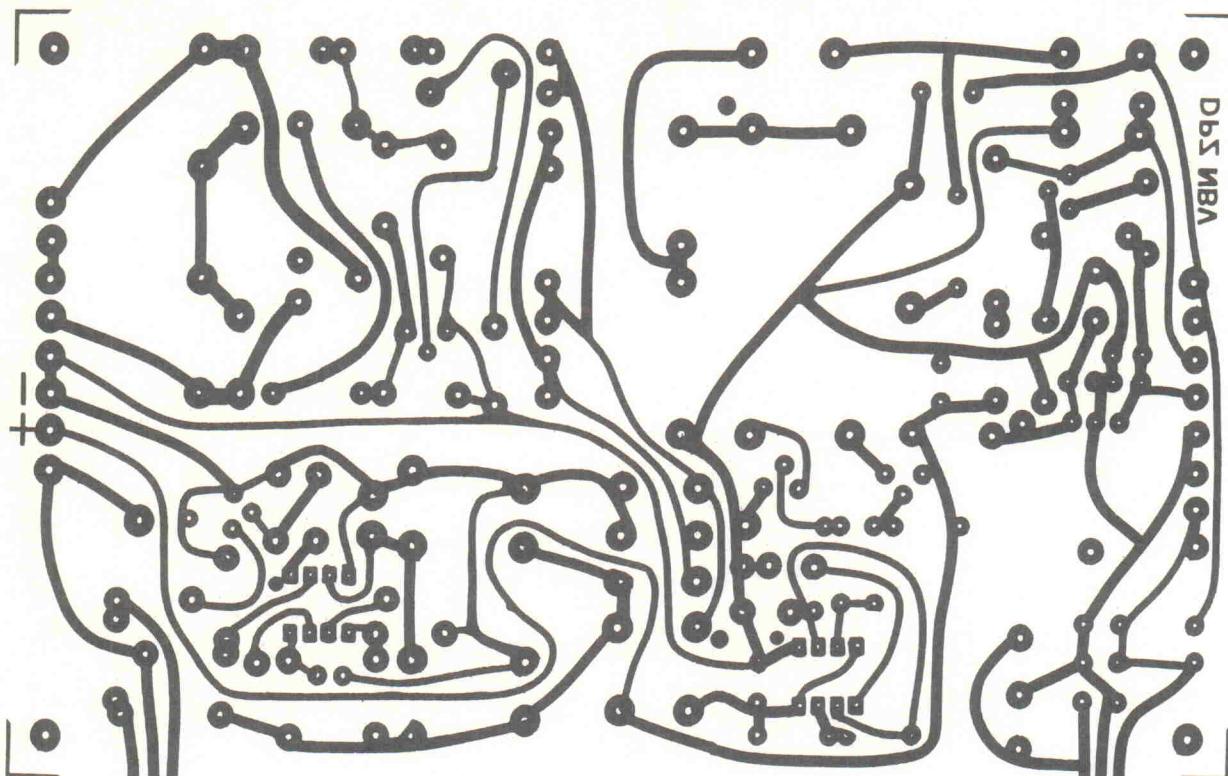


Bild 41. Das Layout der Versorgung erlaubt die Verwendung von 2×6 V- oder 2×12 V-Trafos.

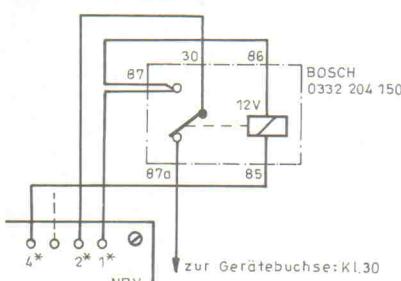


Bild 42. Die automatische Versorgungs-umschaltung ist noch mit dem NBV-Modul zu verbinden.

weder über angepaßte, selbstgedrehte Messingstifte oder – nach entsprechenden Modifikationen – mit im Handel angebotenen Miniatur-Klinkensteckerverbindungen erfolgen. Für die Anschlußklemmen 'Kl.1' und 'Kl.30' sind nur vollisolierte Ausführungen zu verwenden! An dieser Stelle sei der bereits beim AutoScope gegebene Hinweis nochmals wiederholt: Das An- und Abklemmen sämtlicher Meßleitungen sollte grundsätzlich nur bei abgeschalteter Zündung erfolgen. Das zufällige Berühren einer schadhaften oder losen Hochspannungsverbindung, beispielsweise durch Anlegen der Triggerzange, sowie ein zufälliger Hautkontakt mit Kl.1 der Zündspule können durch Elektrisierung Reflexbewegungen in Richtung Keilriemenscheibe, Ventilatorflügel oder heißem Auspuffkrümmer hervorrufen – die Praxis lehrt, daß in solchen Fällen oft schlimme Verletzungen auftreten können!

Verletzungsgefahr besteht aber auch, wenn Meßleitungen so ungünstig verlegt werden, daß

sie letztlich in den Wirkungsbereich von rotierenden Motorteilen gelangen!

Eine Abschätzung der Entwicklungstendenzen für Motordiagnosegeräte ist nicht nur im Zusammenhang mit dem noch anstrebten Integrationsgrad der im Automobilbau künftig eingesetzten Elektronik zu sehen: insbesondere müssen unterschiedliche Schaltungstechnologien der verschiedenen Automobilproduzenten berücksichtigt werden. Die daher erforderliche, speziell auf den Fahrzeughersteller zugeschnittene Auslegung von Prüfsystemen liegt im Interesse der Produzenten, ihre Fahrzeuge im Servicefall nur an ihre eigenen Vertragswerkstätten – beziehungsweise an die entsprechend ausgestatteten Testeinrichtungen – binden zu können.

Als ein Beispiel hierzu können hinsichtlich zeitgemäßer Zündwinkelauflnahme über Kurbelwellen-Positionsgeber die nach künftigem Fahrzeugproduktionsstand bereits absehbaren Wechsel der Bezugsmarke-

referenzwinkel (Bild 45) genannt werden. Die Niederlassungen verschiedener Automobilhersteller messen bereits mit speziellen, nur für ihre Fahrzeuge ausgelegten Prüfeinrichtungen – für ein auf alle Fahrzeugproduzenten zurechtgeschnittenes Motordiagnosegerät mit vergleichbarem Leistungsvermögen wären angesichts der Summe halbjährlich erfolgender Modell-Neuerscheinungen die entsprechenden Aufrüstungen (Datenspeicher, spezielle Hard- und Software) jedoch keineswegs mehr nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vertretbar.

Den oft geäußerten Ansichten, daß mit der zunehmenden Ausstattung von Mikrocomputer-Motorsteuerungen und der Pflicht zur jährlichen Abgas-sonderuntersuchung die Überprüfung der Motorbetriebsdaten in Eigenleistung an Bedeutung verliert, muß jedoch auch unter Bezugnahme auf veröffentlichte Leserzuschriften in verschiedenen Automobilmagazinen wie etwa 'Fahrzeug verbraucht nach der ASU mehr Benzin bei weniger Motorleistung' widergesprochen werden. Die Messung beziehungsweise Überprüfung von Motorleerauf und Zündzeitpunkt an Motoren mit nicht mehr nachträglich veränderbarer vollelektronischer Steuerung ist nämlich in bestimmten Zeitabständen durchaus sinnvoll, um – durch Veränderungen der für den Normalbetrieb

vorgegebenen Betriebsparameter – zum Beispiel eine defekte Kabelverbindung (statistisch belegbar häufigste Pannenursache) zu einem Temperatur- oder Saugrohrdrucksensor zu erkennen.

Eine problemlose Detektion der für die Schadstoffemission und Motorleistung besonders wichtigen Zündzeitpunktswerte über ein bereits vorgesehenes Diagnosesystem mag verschiedentlich nicht uneingeschränkte Zustimmung finden. Andererseits zählen aber auch diese spezifischen Motordaten zu der vom Kraftfahrtbundesamt erteilten Fahrzeugbetriebserlaubnis für Ottomotoren. Auch aus diesem Grund dürften die Motorenhersteller in jedem Fall zur Anbringung einer auch für mechanische Reparaturen erforderlichen OT-Markierung am Motorgehäuse gehalten sein. Damit ist wohl auch in Zukunft die Zündwinkelmessung mit dem Stroboskop sichergestellt.

Abgleich des Diagnosegerätes

- 1) Zunächst ist die in Bild 46 wiedergegebene Schaltung aufzubauen und die in dieser Abbildung angegebenen Verbindungen zur Anschlußbuchse 'Trig. 1.Zyl.' und zur Verteilerschaltung (VT) herstellen. Dazu befinden sich FF 1 und IC 1 noch nicht in der VT-Schaltung; die zugehörigen IC-Fasungen können daher zum Anschluß dienen.

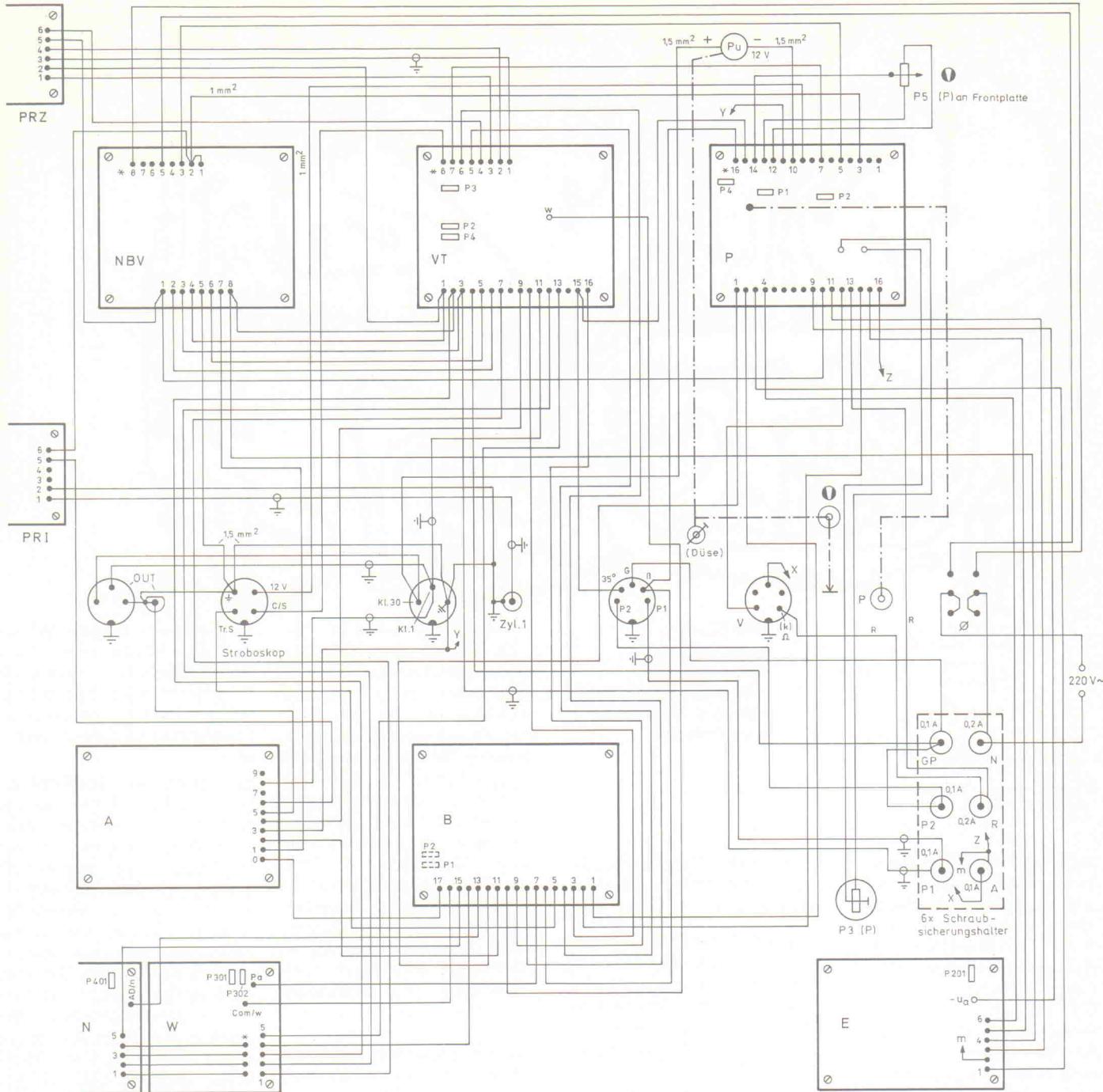


Bild 43. Über die 'Out'-Buchsen kann unter anderem das AutoScope angeschlossen werden; dadurch hält sich die Anzahl der benötigten Meßleitungen in Grenzen.

2) Bei 50 Hz Netzfrequenz auf eine Motordrehzahl von $1,19 \times 1000$ 1/min ± 1 Digit mit P 401 (N-Modul) abgleichen; erst bei nachfolgend eingeschaltetem '2 : 1'-Bereich auf $0,59 \times 1000$ 1/min ± 1 Digit mit P2 (B-Modul) abgleichen.

3) Meßklemme 'Kl.1' mit Masse verbinden; im Schließwinkelmeßbereich mit P 301 (W-Modul) auf $99,9 \pm 1$ Digit abgleichen. Dabei sollte sich eine Referenzspannung zwischen Pin 35 und Pin 36 des A/D-Wandlers von 90 mV ... 110 mV einstellen, andernfalls ist bei entsprechend zulässiger Referenzspannung (P 301) mit P2 (VT) abzugleichen.

4) Den Anschluß 'Trig. 1.Zyl.' von der Abgleichschaltung trennen; bei abgeschaltetem '2 : 1'-Bereich im aktivierte Meßbereich 'Zündwinkel über Positionsgeber' mit P 302 (W) auf den Referenzwinkel $-35,0^\circ$ abgleichen; dazu sind 'B' und '35' an der zugehörigen Geräteanschlußbuchse miteinander verbunden. Anschließend diese Verbindung aufzutrennen und mit P4 (P-Modul) auf $-20,0^\circ$ abgleichen.

5) Die Verbindung 'Trig. 1.Zyl.' wiederherstellen und mit P4 (VT) einen Zündwinkel von $52,0^\circ$ einstellen, im '2 : 1'-Bereich anschließend auf $16,0^\circ$ mit P1 (B) abgleichen.

6) Meßbereich 'Frühzündwinkel über Stroboskop' einschalten, bei abgeschaltetem '2 : 1'-Bereich einen Zündwinkel von $72,0^\circ \pm 0,2^\circ$ mit P3 (VT) einstellen.

7) Auf dem E-Modul zwischen Pin 35 und Pin 36 mit P 201 am A/D-Wandler eine Spannung von $100,0$ mV einstellen.

8) Im Spannungsmeßbereich (V) den Nullabgleich für die Anzeige mit P3 (P) herstellen, dazu die beiden zugehörigen Meßleitungen miteinander verbinden.

9) Durch die beiden vorangegangenen Abgleichvorgänge ergibt sich eine Anzeigengenauigkeit von circa 1 % für Gleich-

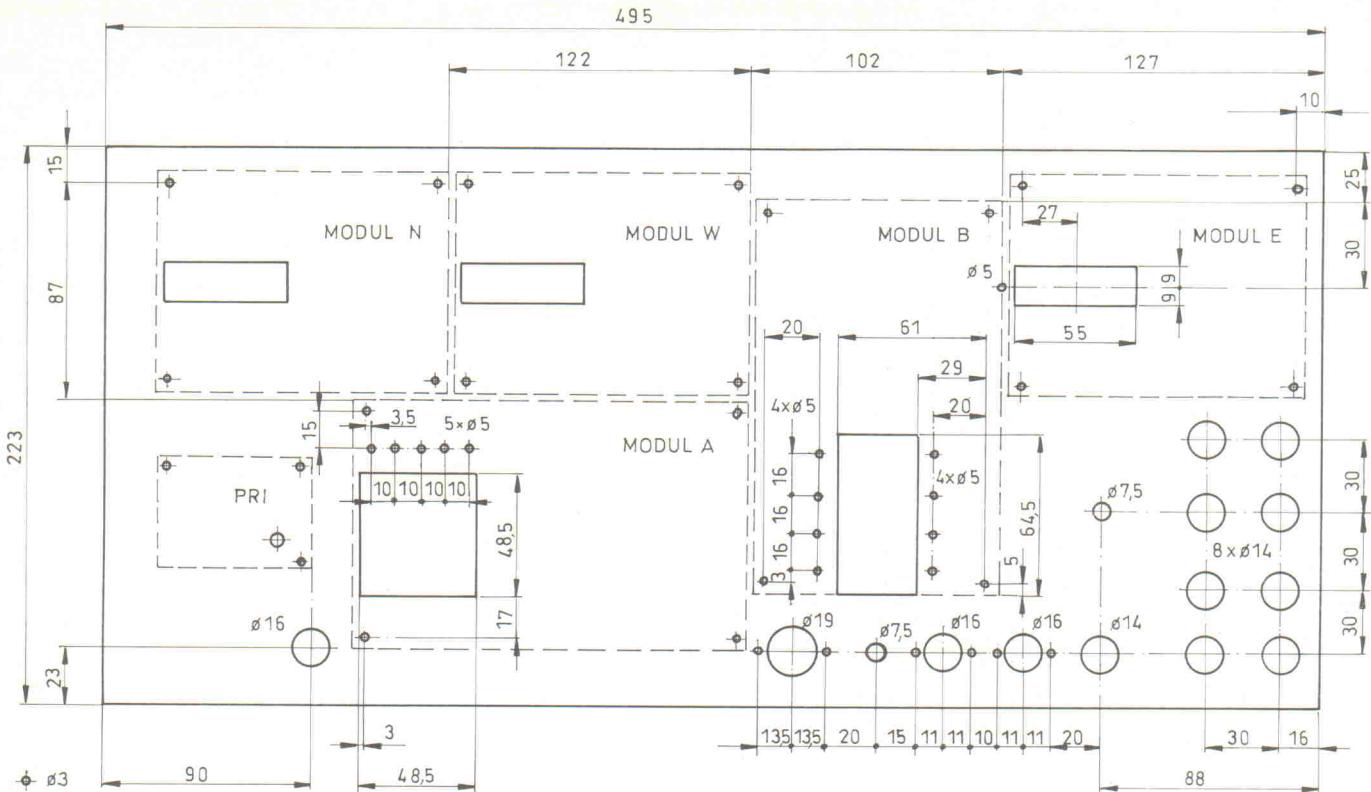


Bild 44 a, b. Bohr- und Modul-Lageplan für ein 19"-6-HE-Gehäuse. Bei Verwendung einer geschwärzten Frontplatte ergibt sich ein optimaler Kontrast für die Anzeigen.

spannungsmessungen. Die R-Meßbereiche können mit je einem $100\Omega/100\text{k}\Omega$ -Widerstand überprüft werden; durch die im Schaltbild des P-Moduls ausgewiesenen Widerstände R11, R42, R43 sind noch entsprechende Korrekturen möglich.

10 a) Eine Spannung von 7,5 V mit P2 (P) an Pin 1 von OP 1.1

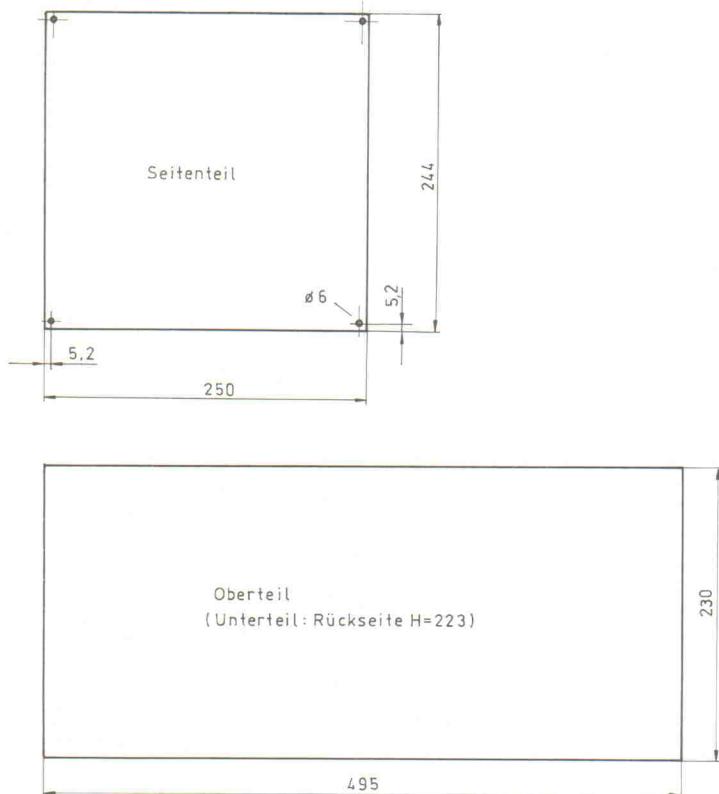
(P) einstellen; erforderlichenfalls mit P1 (P) die Nullage-Korrektur vornehmen.

10 b) Mit einem durchsichtigen Kunststoffschlauch ($d_{\text{innen}} = 4 \text{ mm}$, etwa 2,5 m lang) ein Flüssigkeitsmanometer nach Bild 47 aufbauen und mit Wasser blasenfrei bis etwa zum Niveau 'A' auffüllen. Das Schlauchstück 'S' ist erst nach luftdichtem Verschließen des Eingangs E (zum Beispiel mit passendem 5-mm-Bohrerschaft) an der Stelle 'T' abzutrennen.

10 c) Auf dem mit Wasser befüllten Abschnitt darf mit Ausnahme der erforderlichen 180°-

Biegung der Schlauchmantel keine Deformationen (beispielsweise durch seine Fixierungen) aufweisen,

Den Anschluß 'E' mit dem Meßeingang des Gerätes verbinden und die Höhendifferenz beider Wasserspiegel am Manometer (Bereiche um 'A' und 'T') ausmessen; dabei darf die Wassersäule nicht abfallen, andernfalls liegt eine Undichtigkeit in der Meßeinrichtung vor. Eine Differenz von 100 cm Wassersäule entspricht 98 hPa = 98 mbar, also bedeutet 1 cm = 0,98 hPa, damit kann über P_2 (P) die vom Schlauch-Innendurchmesser unabhängige Kalibrierung vorgenommen



Wichtige Mitteilung

Die Kalibrierung für die Hochspannungsabnahme in der Beitragsreihe AutoScope bezog sich zur Zeit der Entwicklung auf Zündleitungen von relativ hoher Eigenkapazität. Bei den gegenwärtig verwendeten Leitungsisolierstoffen werden dadurch zumeist wesentlich kleinere als tatsächlich vorliegende Hochspannungen gemessen.

Für an den Hochspannungsmeßeingang anzulegende sinusförmige Referenzspannung (u) gilt unter Bezugnahme auf ihre Effektivität:

$$u_H(kV_{ss}) = 1,7 \cdot u_{eff}(V)$$

Nach dieser Gleichung ist mit P3V einzumessen, zur optimal angepaßten Kompensation ist zusätzlich von seinem Schleiferanschluß ein Keramikkondensator (C7) von 27 pF...33 pF auf den Modulanschluß 1* zu legen (Verbindungsstelle R15/C5 verwenden).

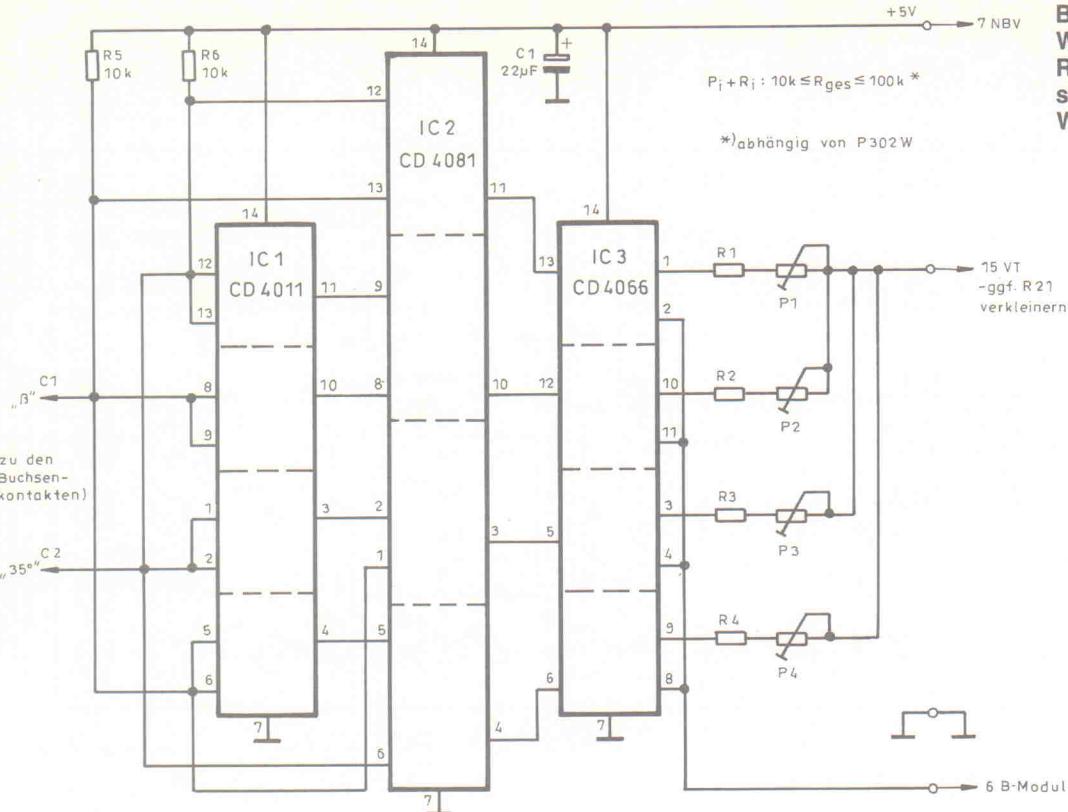


Bild 45. Die Schaltung zum Wechsel der Bezugsmarken-Referenzwinkel (es ergeben sich max. 4 verschiedene Winkel).

werden. Im übrigen entfällt durch die in Bild 47 gezeigte Anordnung eine Mitberücksichtigung der Kapillar-Aszension.

Durch sorgfältiges Vorgehen kann durchaus mit einer Genauigkeit von ± 1 hPa abgeglichen werden; das Eindringen von

Flüssigkeit in den Drucksensor ist unter allen Umständen zu vermeiden!

Für einen korrekt funktionie-

renden Drucksensor und Schaltungsaufbau ist zum Erhalt der richtigen, hier positiv gezählten Unterdruckanzeige die mit dem

Ein Buch von elrad

Neu- erscheinung



Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie“, sondern ein sущendes „Wo“ entscheidend. Der vorliegende Band fasst die in den letzten Jahren in der Zeitschrift elrad veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortregister zur Verfügung.

Festeinband, 110 Seiten
DM 34,80/ÖS 271,-/sfr 32,-
ISBN 3-922705-80-4

Bausätze für Musiker Studio und PA

Auszug aus dem Gesamtkatalog 90.4

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

PA-Verstärker mit Lüfter

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

Studio, Keyboard, PA

parametr. Equalizer, stereo 330,-DM
Vierfach NoiseGate 425,-DM
Vierfach Limiter/Kompressor 475,-DM
Kompressor mit NoiseGate, stereo 350,-DM
Elektr. Frequenzweiche 350,-DM
Mini-Mixer z.B. 12 in 2 ab: 290,-DM

Gehäuse 19" 1 HE, mit sym. Ein- und Ausgängen
Alle Bausätze sind komplett incl. Siebdruckfrontplatte, Gehäuse, Netzteil und allen Bauteilen.

Martin Ziegler, Großerzg.-Friedrich-Str. 140
6600 Saarbrücken Tel. 0681 / 61010

MASTERKEYBOARD LMK3



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

MASTERKEYBOARD LMK1V2



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

MIDI-EXPANDER SX-16

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

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

MIDI-MERGER mmG4/2

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

4 MIDI-In, 2 MIDI-Out, 2 Betriebsarten: 4-in-1 / 2 x 2-in-1, Aktiv/Mode/Power-LED, Panik

Gesamt-Info DM 2,- in Briefmarken Preise ohne Netzteil, zuzügl. Versandkosten, Versand per UPS-Nachnahme
Kein Ladenverkauf, Vorführung und Abholung nur nach Vereinbarung

DOEPFER MUSIKELEKTRONIK

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

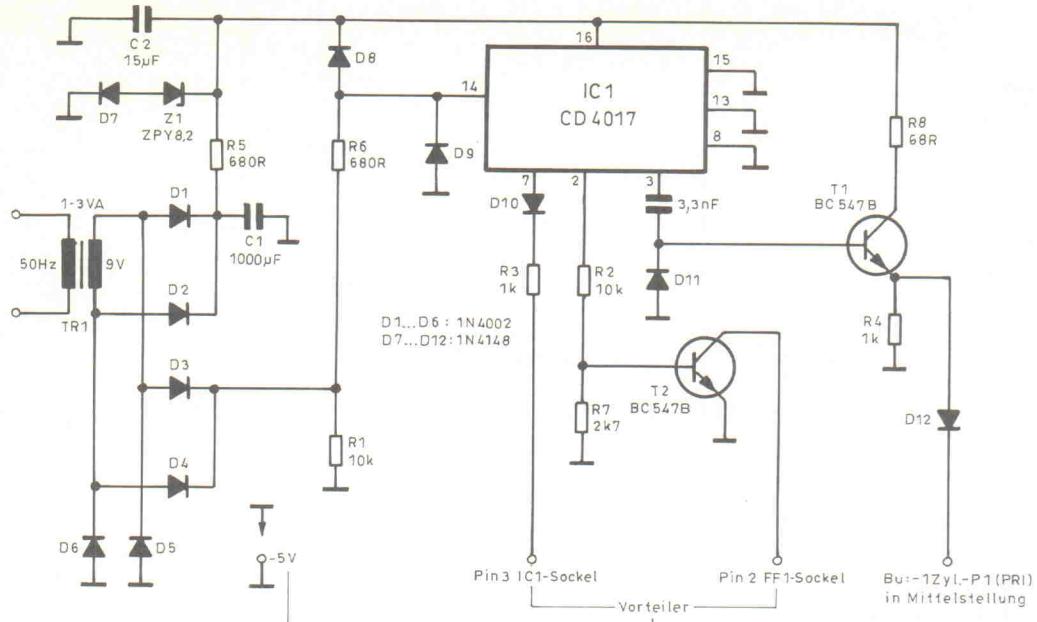


Bild 46. Die Frequenzstabilität des 220-V-Netzes ist für den Abgleich des Drehzahlmeßbereichs noch ausreichend.

Trimmer P2 (P) zuvor eingestellte Spannung am Ausgang von OP 1.1 um höchstens $\pm 30\%$ zu verändern.

Zum Abgleichen der A/D-Wandler ist ergänzend festzustellen, daß Driftfehler beider Versorgungsspannungen (± 5 V)

in den vorliegenden Ausführungen durch interne Regelungen ihrer integrierten Referenzspannungen kompensiert werden; im übrigen findet man in vergleichbaren Schaltungen daher häufig – als praktisch einzige Fehlerquelle – ungenügend dimensionierte Integrationsgliedbeziehungsweise Tiefpaßanordnungen an ihren Eingängen vor.

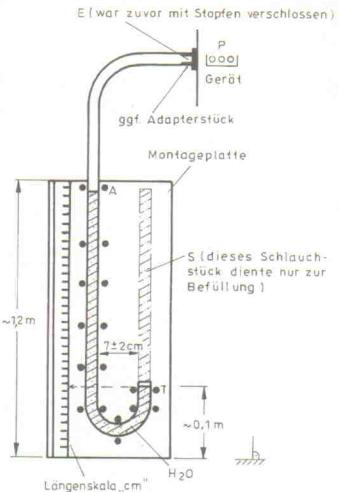


Bild 47. Ein für Elektroniker etwas ungewöhnlicher Kalibrieraufbau ermöglicht den Abgleich der Unterdruckeinheit

Funkbilder für IBM-kompatible PCs XT/AT C 64/128

Bonito

Amiga und Atari ST
Fernschreiben, Morsen und
Radio-Kurzwellen-Nachrichten.

Haben Sie schon einmal das Piessen von Ihrem Radio auf Ihren Bildschirm sichtbar gemacht? Hat es sie schon immer interessiert wie man Wetterkarten, Meteosat-Bilder, Wetter-Nachrichten, Presseagenturen, Botschaftsdienste usw. auf einem Computer sichtbar macht? Ja? -, dann lassen Sie sich eine Einsteiger-Information schicken oder bestellen sie einfach gleich. Steckfertige Karten mit eingebautem Filterkonverter: Alle gängigen Betriebsarten, selbsterklärende Auswertung und Abstimmung, Stufenlose Shiften und Baudrate, Sondereinheit für verschlüsselte Sendungen und Codeanalyse. Drucken, Speichern, automatische Aufzeichnung, Senden und Empfangen von Funkfernschreiben, Morsezeichen und Faksimile-Bilder. Aufzeichnen, Überarbeiten, Speichern und Drucken.

Unser Angebot - eine Komplett-Ausrüstung mit Anleitung, für den Einsteiger für Funkfern-schreib-, Morse- und Bilder-Empfang. Modul einstecken, mit Lautsprecheranschluß verbinden, einschalten und los geht's.

Super-Sonder-Angebot
Bitte Info-Nr. 23 anfordern bei:

BONITO-Supercom ab 248.00 DM

Bonito, Peter Walter
Gerichtsweg 3, 3102 Hermannsburg, Telefon 050 52/60 52

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

Laser-
probleme?
Wir lösen sie!
Laser von 0,5-40 mW

Einzelkomponenten und Zubehör.
Ablenkungssysteme & Computerscanning, Optische Bank-Steuerungen
Individualberatung -  - Systemlösung

Individualberatung —  — Systemlösung
Service und Kulanz
Ihr Partner für Laserfragen. Demnächst mit großem Laser-Show-Room.
Aus unserem Atelier: ►►►

Aus unserem Angebot, z. B.:	
Qualitäts Laserröhre: 2 mW polarisiert	DM 97,50
QJH-100S 40 mW TEM 01, 11, 22	DM 1000,00
HeNe Lasengerät 40 mW pol. TEM00	DM 4900,00

U. Silzner Int. Electronics
Im Lindenbosch 37 · 7570 Baden-Baden 22
Tel. 0 7223/589 15 · FAX 0 7223/589 16

Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

- Ständig beste Preise und neue Ideen.
 - Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders Xaruba und Metex.
 - Laufend Programmergebnisse und aktuelle Neuheiten, wie z.B. Tischmultimeter X-7130, Handmultimeter X-3487 D 3 3/4stellig, beide mit serieller Schnittstelle und vieles mehr.
 - Umfangreiches Bauteilesortiment, z. B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigengeräte, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile, Alarmanlagen.
 - Neu erschienen: unser Industrie-Katalog IK für Anwender in Industrie und Labor.

Postfach 22 01 56 · 4000 Düsseldorf
Tel.: 02 11/200 02-33 · Telex 8586829 pope
Fax: 02 11/200 02 54

C

OMPUTERTECHNIK—
EIN BUCH MIT SIEBEN SIEGELN?

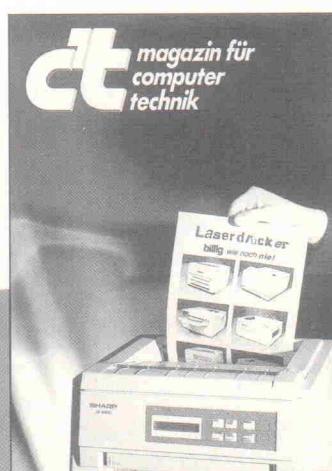


BEHAUPTET DAS GEGENTEIL.



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
3000 Hannover 61

*ct magazin für computertechnik.
Dazulernen werden Sie immer.*



Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Abonnement**Abrufkarte**

Abgesandt am _____

199_____

zur Lieferung ab

Heft _____ 199_____

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 6104 07**

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in
der nächsterreichbaren Ausgabe von **ELRAD**. Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.

Kontonr.: _____

BLZ: _____

Bank: _____

 Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,

Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover,

Kontonr. 000-019 968

 Scheck liegt bei.Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)**ELRAD-Kontaktkarte**

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name _____

Beruf _____

Straße/Nr. _____

PLZ Ort _____

Telefon Vorwahl/Rufnummer _____

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Kleinanzeige**Auftragskarte****ELRAD**-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10



**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 6104 07**

3000 Hannover 61**Postkarte**

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD-Kontaktkarte

Abgesandt am _____

199_____

an Firma _____

Bestellt/angefordert _____

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____

ELRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.**

ELRAD -

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* ____/9____, Seite ____ erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____

und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

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 und technische Rechneranwendungen

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* ____/9____ Seite ____ erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____
 - und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Absender nicht vergessen!

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

FIRAD-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.**

FIRAD-

PCW Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in *ELRAD* — /9— Seite — erschienene Anzeige

- und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____
 - und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Absender nicht vergessen!

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

ELRAD - Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD - Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bestellt/angefordert

ELRAD - Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD - Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bestellt/angefordert

ELRAD - Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

ELRAD - Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Bestellt/angefordert

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 6/90

Bild 61 zeigt eine Schaltung, bei der der Oszillator rund um I_1 schmale H-Impulse mit einer Folgefrequenz von etwa 100 kHz erzeugt, die ein modifiziertes Monoflop starten, dessen H-Impulsbreite mit dem 220-k Ω -Potentiometer eingestellt wird. Auch hier läßt sich der Ausgang auf konstant L stellen (Poti auf Minimum), jedoch nicht auf konstant H – für etwa 10 % der Periodendauer verbleibt das Ausgangssignal auf L (t1), wenn am Poti der maximale Widerstand ein-

gestellt wird. Der aktive Variationsbereich beträgt in dieser Schaltung maximal 50.

Die Schaltung nach Bild 62 arbeitet mit dem gleichen Taktgeber wie in Bild 61, doch steuert dieser hier den VMOS-Transistor BS 170 an, der einen 150-pF-Kondensator periodisch entlädt. Während der Entladezeiten führt das PWM-Ausgangssignal H-Potential. In den Impulspausen wird der zuvor entladene Kondensator über das 220-k Ω -Poti und über den 150- Ω -Schutzwiderstand geladen. Nach

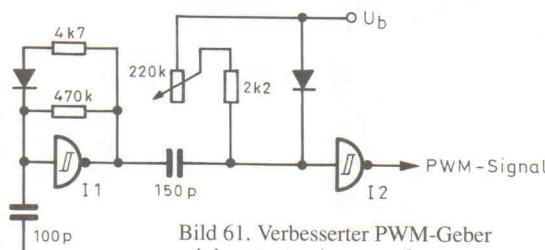


Bild 61. Verbesserter PWM-geber mit konstanter Ausgangsfrequenz.

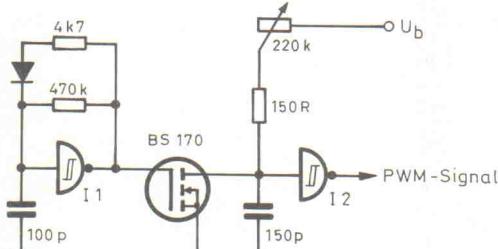


Bild 62. PWM-Geber mit relativ großem Variationsbereich.

dem Überschreiten der oberen Triggerschwelle des Inverters I2 geht dessen Ausgang auf L. Mit dieser Schaltung ist eine Veränderung des aktiven Impuls/Pausen-Verhältnisses um den Faktor 100...200 möglich. Bedingt durch den VMOS-Transistor arbeitet diese Schaltung am besten mit Betriebsspannungen von 8 V...15 V.

Binärwortgeber

Der einfachste Binärwortgeber besteht aus einer Reihe von DIP-Schaltern, allgemein als 'Mäuseklavier' bekannt. Die DIP-Schalter werden entsprechend Bild 63 geschaltet und direkt an die Adresseingänge der EAS-Drehschalter angeschlossen. Derartige Binärwortgeber sind zumeist jedoch nur für Testzwecke praktikabel. In der in Bild 64 gezeigten Schaltung hingegen werden zwei Bausteine des Typs 4029 als Auf-/

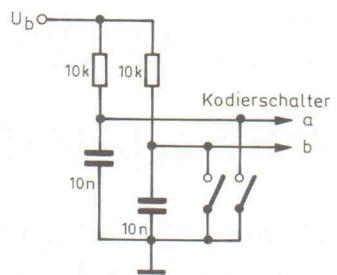


Bild 65. Ein mechanischer Kodierschalter mit 2-Bit-Gray-Kodierung kann die Up- und Down-Oszillatoren in Bild 64 ersetzen.

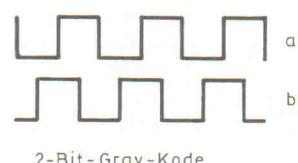


Bild 66. Verlauf zweier Signale mit Gray-Kode.

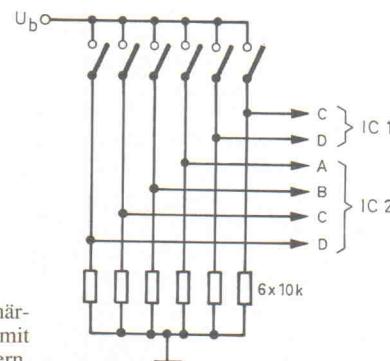


Bild 63. Binärwortgeber mit DIP-Schaltern

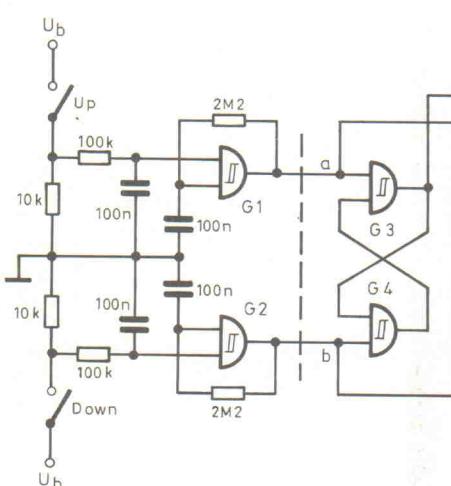
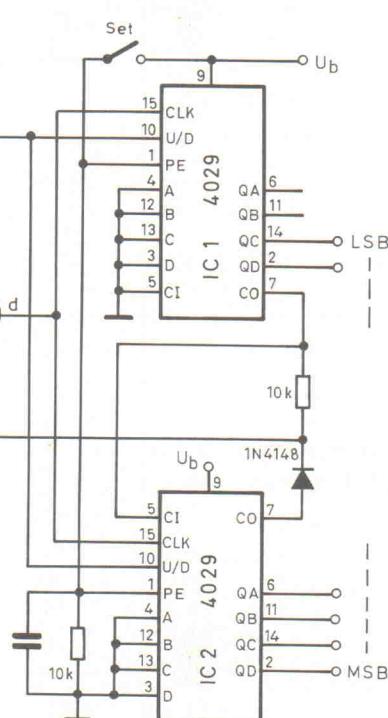


Bild 64. Binärwortgeber mit Vor-/Rückwärts-Zählern und mit Set-Möglichkeit



Abwärts-Zähler (Up/Down) eingesetzt, die von den Oszillatoren G1 (Up) und G2 (Down) durch Betätigen des entsprechenden Tasters mit etwa 3 Hz angesteuert werden. Durch Betätigen des Set-Tasters werden die Ausgänge auf den Stand '000000' gesetzt.

Werden die Programmier-Eingänge von IC1 und IC2 (Pins 4, 12, 13 und 3) anstatt nach Masse an den Binärwortgeber aus Bild 63 geschaltet, nehmen die 4029-Ausgänge bei Betätigen des Set-Tasters den mit dem 'Mäuseklavier' vorgewählten Wert an. Somit kann zum Beispiel bei einem Lautstärkesteller eine individuell definierbare Standard-Einstellung gesetzt werden.

Wird anstelle der beiden Oszillatoren ein Kodier-Drehschalter mit 2-Bit-Gray-Code entsprechend Bild 65 an den Punkten a und b angeschlossen, so läßt sich mit diesem der Zählerstand aufwärts und abwärts 'drehen'. Bild 66 zeigt den 90°-Versatz, den die Drehschalterkontakte und somit auch die Signale im Gray-Kode aufweisen. Die Drehrichtungsinformation wird aus der zeitlichen Folge der beiden Steuersignale a und b gewonnen.

Quarze und Frequenzreferenzen

Quarze, Stimmgabel-Oszillatoren, Oberflächenwellen-Resonatoren

In der Elektronik werden sehr oft Wechselssignale mit sehr stabiler Frequenz benötigt, beispielsweise für

- Oszillatoren oder Taktgeneratoren in Chronometern,
- Referenzfrequenz-Generatoren zur Frequenzsynthese,
- lokale Festfrequenzoszillatoren in Überlagerungsempfänger-Schaltungen,
- Taktfrequenzgeber in Mikroprozessorsystemen,
- Zeitbasis-Generatoren in Oszilloskopen.

Überwiegend verwendet man hierfür Quarzoszillatoren und -generatoren; Quarze sind gängige und recht preiswerte Bauelemente. Obwohl diese Kristalle als elektronisches Bauelement schon recht belegt sind, nimmt ihre Bedeutung für die Elektronik immer noch zu.

Außer dem traditionellen Quarz sind heute noch andere Bauelemente für die Erzeugung sehr frequenzstabiler Signale verfügbar. Folgende Übersicht gibt auch Aufschluß über die Frequenzbereiche der verschiedenen Referenzelemente:

- Quarz: einige MHz bis circa 200 MHz
- Stimmgabel-Oszillatoren: 10 kHz...100 MHz
- Oberflächenwellen-Resonatoren (OFW): bis mehrere 100 MHz

Der piezoelektrische Effekt

Bestimmte Stoffe, so auch Quarz, zeigen den piezoelektrischen Effekt: Setzt man derartiges Material mechanischem Druck oder Zug aus, so entsteht an seiner Oberfläche eine elektrische Spannung. Der Effekt ist umkehrbar: Legt man eine Spannung an, dehnt sich das Material aus beziehungsweise zieht sich zusammen.

Eine an den Kristall angelegte Wechselspannung erzeugt eine pe-

riodische Bewegung mit Expansions- und Kontraktions-Phasen. Dabei zeigt das Material jedoch ein Resonanzverhalten; seine Resonanzfrequenz hängt von bestimmten Materialkonstanten und insbesondere auch von der Dicke des gewählten Körpers (Plättchen) ab. Umgekehrt ist es möglich, einen piezoelektrischen Körper zum Erzeugen einer Wechselspannung mit einer charakteristischen, konstanten Frequenz einzusetzen. Dazu wird das Element in einer Oszillatorschaltung betrieben, in der es mit seiner Resonanzfrequenz schwingen kann. In dieser Anwendung haben die mechanische und die elektrische Schwingung jeweils maximale Amplitude und natürlich dieselbe Frequenz.

Der piezoelektrische Effekt wurde 1880 von Jacques und Pierre Curie entdeckt und zuerst 1921 von W. Gady in einem elektronischen Oszillatoren genutzt. Etwa 3000 Mineralien weisen piezoelektrische Eigenschaften auf, allerdings sind die meisten aufgrund von Verunreinigungen und anderen Unregelmäßigkeiten in ihrer natürlichen Ausgangsform nicht brauchbar.

Für die Herstellung von Quarzen für die Elektronik diente zunächst brasilianischer Naturquarz, der unter hohem Druck geschmolzen wurde und dann kristallisierte. Dabei entstanden große, hexagonale Kristalle mit der in Bild 1 gezeigten typischen Form. Heute benutzt man synthetische Kristalle, die weniger verunreinigt sind und weniger Gitterfehler aufweisen.

Schnitte und Temperaturverhalten

Aus einem großen Rohkristall lassen sich mehrere tausend dünne Plättchen schneiden (sägen), die den 'Chip' des Bauelements bilden. Dabei hat neben der Dicke des Plättchens, von der die Resonanzfrequenz abhängt, der Schnittwinkel einen entscheidenden Einfluß

auf die Bauelement-Eigenschaften, da er den Temperaturgang der Resonanzfrequenz bestimmt. Bild 2 zeigt schematisch die beiden wichtigsten Kristallschnitte:

– Der AT-Schnitt bildet einen Winkel von circa 35 Grad mit der optischen (Längs-)Achse des Rohkristalls. Die Resonanzfrequenz liegt im Bereich 1 MHz...250 MHz. Ein

AT-geschnittener, 1 mm dicker Quarz hat eine Resonanzfrequenz von etwa 1,675 MHz.

– Beim Y-Schnitt entstehen Quarze, die zur Temperaturmessung geeignet sind. Typisch für diesen Schnitt ist nämlich ein linearer Temperaturkoeffizient der Resonanzfrequenz; so weist ein 10-MHz-Kristall mit Y-Schnitt beispielsweise einen Temperaturgang von 800 Hz/°C auf, der innerhalb eines weiten Temperaturbereichs konstant ist. Y-geschnittene Quarze sind demzufolge als Frequenz-Referenzelemente nicht geeignet.

– Die sonstigen Schnitte des Typs BT, CT und DT dienen hauptsächlich zur Herstellung von Quarzen mit niedriger Resonanzfrequenz; der Temperaturkoeffizient ist relativ groß (Bild 3).

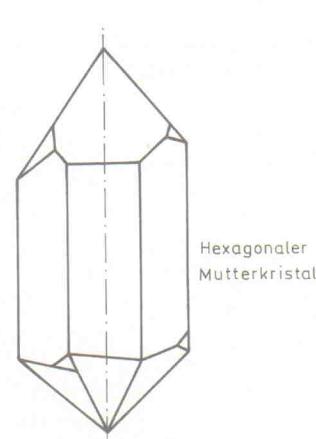


Bild 1. Mutterkristall mit der typischen hexagonalen Form.

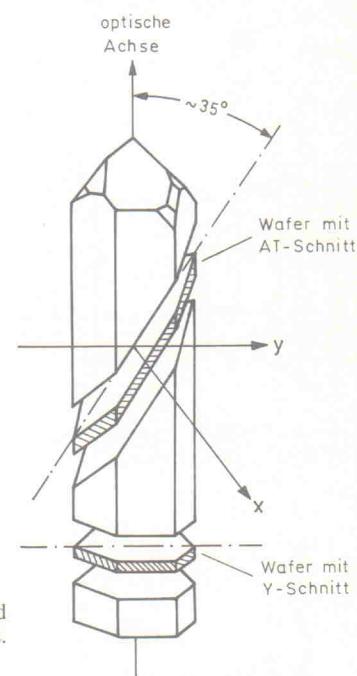


Bild 2. Geometrie des Y- und des AT-Schnitts.

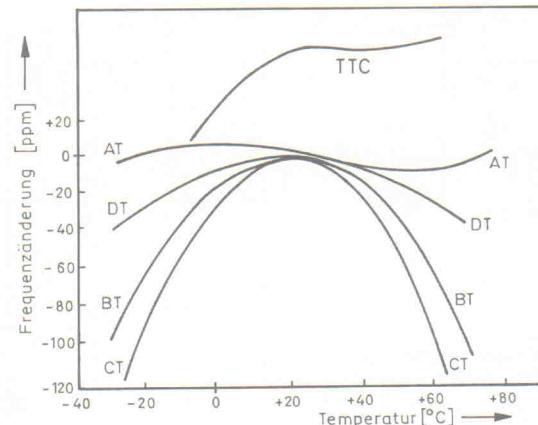


Bild 3. Temperaturkoeffizient verschiedener Quarzschnitte.

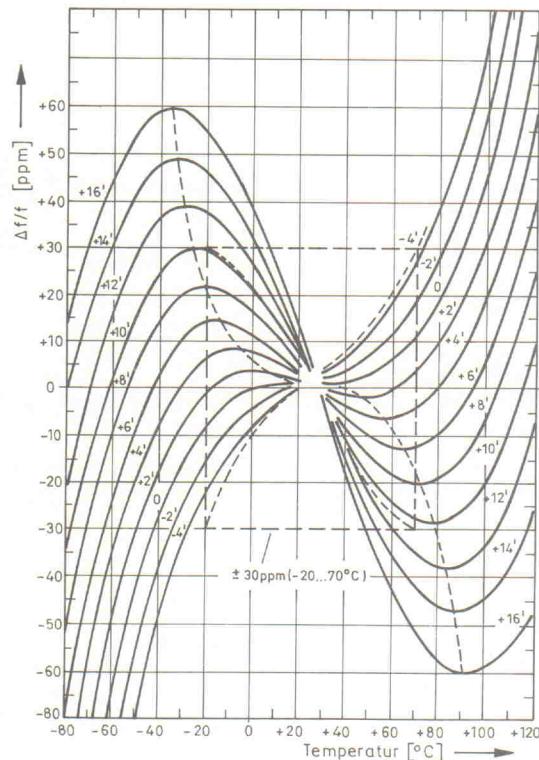


Bild 4. Der Einfluß kleiner Abweichungen des Schnittwinkels auf den Temperaturkoeffizienten beim AT-Schnitt.

– Der TTC-Schnitt liefert einen Quarz des Typs 'Thermal Transient Compensated'. Im unteren Temperaturbereich weist die Temperaturdrift vergleichsweise große Werte auf, im oberen hingegen relativ kleine. TTC-Quarze sind folglich besonders für den Einsatz in kritischen, temperaturgeregelten Referenzoszillatoren geeignet; in solchen Schaltungen sorgt ein elektronisch geregelter Thermostat für eine konstant hohe Kristalltemperatur.

Da der AT-Schnitt in der Praxis die mit Abstand größte Bedeutung erlangt hat, beziehen sich die folgenden Abschnitte auf Quarze dieses Zuschnitts.

Bild 4 zeigt den Einfluß von Schnittwinkel-Abweichungen auf den Temperaturgang der Resonanzfrequenz. Bei den an den Kurven eingetragenen Zahlen handelt es sich um Winkelabweichungen in Bogenminuten! In der Fabrikation können Schnittwinkel mit einer Toleranz von etwa 2 Bogenminuten eingehalten werden. Damit ist klar, daß Quarze auch dann ein unterschiedliches Temperaturverhalten zeigen, wenn es sich um Exemplare desselben Typs handelt.

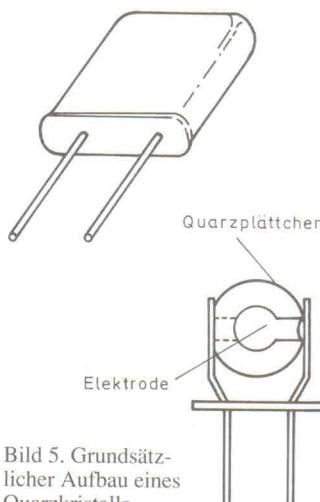


Bild 5. Grundsätzlicher Aufbau eines Quarzkristalls.

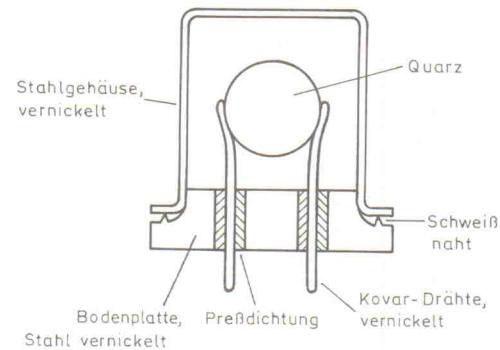


Bild 6. Quarz in einem Metallgehäuse.

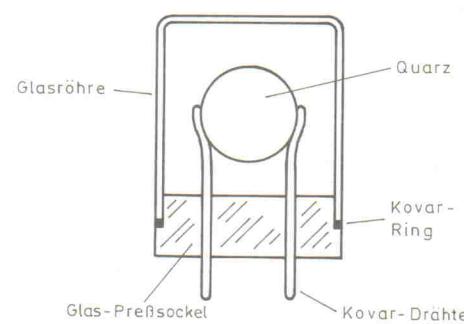


Bild 7. Quarz in einem Glasgehäuse.

Auf den Zusammenhang zwischen der Dicke des Quarzplättchens und seiner Resonanzfrequenz wurde bereits hingewiesen. Erwartungsgemäß nimmt die Resonanzfrequenz mit zunehmender Dicke des Chips ab.

Quarz ist ein hartes, schwierig zu bearbeitendes Material. Zwar werden die Plättchen nach dem Sägen geschliffen, der Kristall hat jedoch auch dann noch eine quasi beschädigte Oberfläche, so daß eine weitere Nachbehandlung – Polieren oder Ätzen – erforderlich ist. Die Vielzahl der erforderlichen Nacharbeiten läßt eine exakte Vorhersage der sich letztendlich ergebenden Plättchendicke nicht zu. Deswegen produziert man gezielt Chips mit etwas zu geringer Dicke und dampft anschließend einen dünnen Goldfilm auf. Pro Atomschicht Gold nimmt die Resonanzfrequenz um 2 ppm ab.

Die fertigen Quarz-Chips werden in ein Metall- oder Glasgehäuse eingebaut. Wie Bild 5 zeigt, fixieren zwei Elektroden den Kristall; die Elektroden sind auf zwei Stütz- oder Haltefäden geschweißt, die durch die Bodenplatte des Gehäuses nach außen geführt sind. Die Bodenplatte bildet zusammen mit einem Glas- oder Metallbecher das Gehäuse. Eigenschaften und Qualität des Bauelementes hängen in starkem Maß vom Gehäusematerial ab.

Metallgehäuse

Wie in Bild 6 gezeigt, bestehen Metallgehäuse für Quarze aus einer Bodenplatte, an der eine vernickelte Stahlkappe befestigt wird. Eventuelle Probleme mit Kurzschlüssen zwischen der Bodenplatte und den Anschlüssen werden durch eine sorgfältige Einzelkontrolle vermieden. Das Gehäuse wird hermetisch geschlossen und vollständig ver-

zinnt, um Korrosions- und Lötprobleme zu verhindern.

Der wichtigste Vorteil eines Metallgehäuses sind die niedrigen Kosten. Außerdem lassen sich Quarze mit Gehäusen in dieser Bauform problemlos von automatischen Lötmaschinen verarbeiten. Der Nachteil ist jedoch, daß sich im Laufe der Zeit aus der Metallkappe Stoffe lösen und auf dem Quarzkristall niederschlagen können. Diesen Prozeß bezeichnet man als das Altern des Quarzkristalls. Die Folge ist, daß die Frequenz des Quarzes mit der Zeit wegdriftet, was die Eigenschaften und Qualität einer Schaltung negativ beeinflussen kann.

Glasgehäuse

Die in Bild 7 gezeigte, hermetisch geschlossene Glasgehäuseform wurde im Laufe der Jahre zunehmend perfektioniert. Beim Einbau des Quarzes wird ein Kovar-Ring in eine Nut der gläsernen Grundplatte gefügt. Dann wird der Glaskörper mit einem Hf-Generator erhitzt, wodurch die Einzelteile untrennbar miteinander verschweißt werden.

Obwohl das Unterbringen des Kristalls in einem Glaskörpchen viel teurer ist als in einem Metallgehäuse, hat diese Konstruktion doch Vorteile:

– Glas ist chemisch gesehen träge und scheidet keine Stoffe aus, die den Kristall oder die Anschlüsse angreifen könnten.

– Der Glaskörper kann bei Temperaturen bis 500°C und einem hohen Vakuum fast völlig entleert werden.

– Glas hat eine geringere Durchdringung als Metall, wodurch der hermetische Abschluß perfekt wird, da keine Gase an den Kristall gelangen können.

Gehäuse-Typ	HC-6	HC-13	HC-18	HC-25	HC-33
Maßbild	Bild 8	Bild 9	Bild 10	Bild 11	Bild 12
IEC-Code	AA	AB	BC	CX	BF
Englischer Code	Style D	unbekannt	Style J	Style K	unbekannt
Pinabstand	12,3 mm	12,3 mm	4,88 mm	4,88 mm	12,3 mm
Schnitte	AT/CT/DT	BT/CT	AT	AT	AT
Frequenzbereich [MHz]	0,2...100	0,09...1	2...180	2...180	0,8...180

Basisdaten von Quarzen mit HC-Gehäuse.

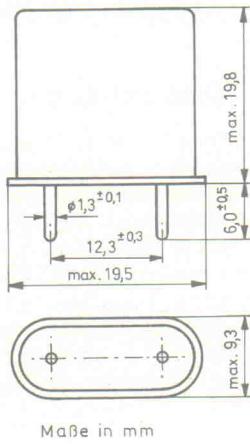


Bild 8. Abmessungen eines Quarzgehäuses des Typs HC-6.

Glaskörper können noch bei Temperaturen bis 300°C eingesetzt werden.

Quarze mit Metallgehäuse werden in fünf genormten Gehäusetypen angeboten, die zumeist nach der amerikanischen HC-x-Kodierung bezeichnet werden. Die Zahl x bestimmt dabei die Abmessungen des Gehäuses. In den Bildern 8 bis 12 sind die Grundabmessungen der HC-Gehäuse wiedergegeben.

Obwohl es grundsätzlich möglich ist, Quarze direkt auf die Platine zu

löten, wird der Einsatz spezieller Fassungen empfohlen, die von verschiedenen Herstellern angeboten werden. In Bild 13 sind zwei dieser Fassungen dargestellt, wie sie für HC-6- und HC-18-Gehäuse Anwendung finden. Wenn diese Sockel auf die Platine gelötet werden, kann der Quarz wie ein IC eingesteckt werden.

Resonanzfrequenzen

Prinzipiell kann man Quarzkristalle für jede gewünschte Frequenz herstellen. Es existiert daher auch keine genormte Reihe, wie es beispielsweise für Widerstandswerte der Fall ist. In der Praxis wird man jedoch einige Standardwerte zwischen 3 MHz und 20 MHz antreffen. In Bild 14 sind die Standardfrequenzen tabellarisch aufgelistet.

Wie im folgenden Abschnitt noch erläutert wird, haben alle Quarzkristalle zwei Resonanzfrequenzen, die dicht nebeneinander liegen. Beim Kauf eines Quarzes sollte man daher darauf achten, ob die Serien- oder Parallel-Resonanzfrequenz angegeben wird. In den meisten Fällen handelt es sich bei der auf dem Bauteil vermerkten Frequenz um die Parallel-Resonanzfrequenz.

Hinweis: Fortsetzung in Heft 8/90.

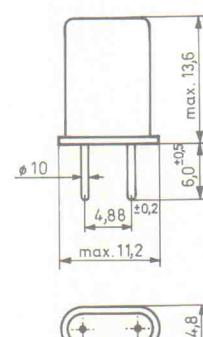


Bild 11. Abmessungen eines Quarzgehäuses des Typs HC-25.

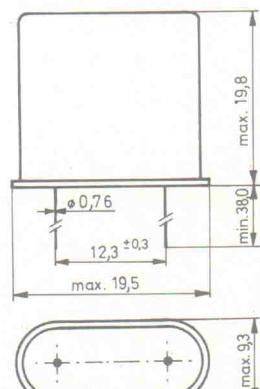


Bild 12. Abmessungen eines Quarzgehäuses des Typs HC-33.

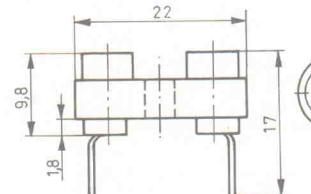
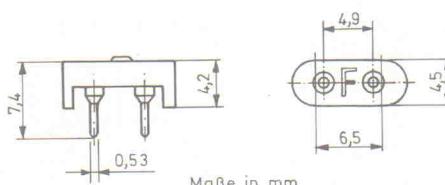


Bild 13. Abmessungen der Fassungen für Quarze des Typs HC-6 und HC-18.



Maße in mm

Nr.	Frequenz (MHz)	Nr.	Frequenz (MHz)
1	3,000 000	25	5,990 400
2	3,072 000	26	5,994 000
3	3,276 800	27	6,000 000
4	3,575 611	28	6,144 000
5	3,579 545	29	6,220 000
6	3,585 056	30	6,250 000
7	3,809 523	31	6,400 000
8	3,932 160	32	6,553 600
9	4,000 000	33	7,164 113
10	4,096 000	34	8,000 000
11	4,146 660	35	8,867 238
12	4,194 304	36	10,000 000
13	4,194 812	37	10,245 000
14	4,433 6197	38	10,700 000
15	4,586 000	39	11,000 000
16	4,608 000	40	12,000 000
17	4,782 720	41	14,318 180
18	4,905 021	42	15,000 000
19	4,915 200	43	16,000 000
20	5,000 000	44	17,144 000
21	5,068 880	45	17,734 475
22	5,120 000	46	18,000 000
23	5,185 000	47	18,432 000
24	5,250 000	48	20,000 000

Bild 14. Gebräuchliche Frequenzen von Quarzen mit AT-Schnitt.

ELRAD 6/1990

	Bs.	Pl.
Auto-Motordiagnose, Bedien-Modul	39,90	32,00
Auto-Motordiagnose, PRI-Modul	12,50	8,75
Auto-Motordiagnose, E-Modul	41,50	18,90
Auto-Motordiagnose, P-Modul	149,00	29,90
Halogen-Light Organ., Controll. inkl. Eprom	229,90	45,40
Halogen-Light Organ., Lichtstation	119,00	58,60
20 Kanal-Audio-Analyser, 1x Filter oh. Geh.	76,90	29,20
20 Kanal-Audio-Analyser, 1x Zellentreiber	16,50	8,75
20 Kanal-Audio-Analyser, Led-Matrix	48,00	34,50
20 Kanal-Audio-Analyser, Netzteil	23,90	14,30
TV-Tuner, Videoverstärker oh. Tuner	59,90	32,00

ELRAD 3 + 4/1990

	Bs.	Pl.
2x 600 W PA, Symmetrierteile (1 Kanal)	10,50	4,50
2x 600 W PA, Endstufe (1 Kanal)	320,00	26,00
2x 600 W PA, Kontrollteile (1 Kanal)	29,90	30,00
2x 600 W PA, Netzteil/Ausgang 2x 60V/10A	630,00	16,00
2x 600 W PA, Kühlkörper SK 88/350 AL	38,90	—
2x 600 W PA, LED-Peak-Meter	38,90	15,00
Denoliser inkl. Potknöpfe	349,00	68,00
Eprom-Simulator für PCs	135,00	68,00

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus Elrad, elektor und Elio die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!
Fordern Sie unsere Liste Nr.: E7/90 gegen frankierten Rückumschlag an!

ELRAD 5/1990

	Bs.	Pl.
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, VT-Modul	33,50	28,00
PRZ-Modul inkl. Platine	13,50	7,90
N-Modul (Drehzahlanzeige)	38,90	22,00
W-Modul (Winkelanzeige)	44,90	22,00
100W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk.	95,50	18,50
80W-Endstufe (bipolar) inkl. Kühlk.	59,50	18,50
Ringkerntrofa 2x28V 80 VA	48,50	—
Ringkerntrofa 2x35V 170 VA	62,50	—
6A-Diodenbrücke (11371)	7,05	—
Elko 10000 μ F/100 V	39,90	—
TV-Antennenvorverstärker	42,80	9,90

**Dieselhorst
Elektronik
Vertriebs GmbH**
Lübcker Straße 12
4950 Minden

Tel. 05 71/5 7514
FAX: 05 71/5 80 06 33
Btx: 05 71/5 80 01 08

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

Vertrieb für Österreich:
Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen
Bausätzen aus Elrad
Schembergasse 1 D,
1230 Wien, Tel. 022/8863 29

Alle Elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden!
Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 8,50 ★ Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 ★ Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag (DM 1,00). Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

P L A T I N E N A T I V E N I E R E N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „o“ 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	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	Platine	Preis Best.-Nr. DM	
Atomuhr (Satz)	065-421	60,50	NDFL-Mono-Netzteil	098-667	27,00	Noise-Gate Basisplatine	079-733	25,00
Atomuhr Eeprom 2716	065-421/1	25,00	2m-Empfänger	098-668	20,00	C 64 Relaisplatine	079-734	20,00
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	E.M.-M.A.-IEC-Bus	098-669	16,00	C 64 Überwachung	079-735	15,00
Keyboard-Interface/Steuer.	105-447/1	87,90	LCD-Panelerl (ds.)	098-670	13,00	SMD-Melwertgeber (ds.)	079-736 oB	20,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Makrovision-Killer	098-671	15,00	HEX-Display	079-737	15,00
Doppelstereo 30 V	115-450	33,00	Saftadler	098-672	26,00	Universelles Klein-Netzteil	079-738	15,00
LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00	SMD-DC/DC (ds.)	098-673	13,00	Röhren Verstärker	079-739	45,00
LED-Analoguhr/Wecker- und Kalenderzusatz			MIDI-PC-Wandler	098-674	16,00	Ausgangs- Line u.	079-739	45,00
— Tastatur	096-499	3,70	VFO-Zentrale f. 2m Empfänger	108-675	15,00	Kopfhörer Verstärker (ds.)	079-739	45,00
— Anzeige	096-500	7,50	(Satz aus 2 Platinen)	108-676	25,00	Geleitverstärker (ds.)	079-740	30,00
— Kalender	096-501	12,30	SMD-Balancemeter	108-677	5,00	Oberleitungsumheizung	079-741	30,00
— Wecker	096-502	15,20	E.M.-M.A.-C64-Brücke	108-678	30,00	Hochspannungsplatine	079-742	30,00
Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	FBSAS-RGB-Wandler	108-679	35,00	Fernstarter	079-743	30,00
Midi to Drum Eeprom			Türöffner	118-680	20,00	24V Versorgungs-Relaisplatine	079-744	15,00
Dämmungsschalter	116-521	12,90	Batterietester	118-681	15,00	Relaisplatine	079-745	45,00
CD-Kompressor	126-528	21,10	C64-Sampler	118-682	12,00	Display	079-746	23,00
Hydro Eeprom			EVU-Modem	118-683	35,00	Spaltentrenner (ds.)	099-747	33,00
— Pegelschreiber-Generator-Karte	097-586	38,50	Maßnahmen-Hauptplatine	128-684	48,00	Zeilentreiber (ds.)	099-747	33,00
Midi-V-Box	097-587	18,20	— 3er Karte	128-685	35,00	Matrixplatine (ds.)	099-753	70,00
250 W Röhren-Verstärker Netzteil	107-591	44,50	Schrittmotormotor	128-686	65,00	SMD-Pulsföhler	099-749	13,00
250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	107-592	66,00	— ST-Steuerkarte	128-687 oB	65,00	Bi-Zero-Schalter	099-751	32,00
— Pegelschreiber AD Wandler	107-593	38,50	100W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00	Data-Rekorder	099-752	10,00
Byteformer (ds., dk.)	86-10146	39,00	Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00	Ausgangsplatine (ds.)	109-754	129,00
Byte-Brenner (Eepromer)	018-616	30,00	TV-Modulator	128-691	7,00	RAM-Platine (ds.)	109-755	32,00
Gitarren-Stimmgitter	018-617	14,00	Universelle getaktete	128-692	15,00	— Hauptplatine	109-756	62,00
— Pegelschreiber-Ausgangsverstärker	018-618	40,00	DC-Motosteuerung	128-693	15,00	Autoscop II	079-757	129,00
Schrittmotormotor			SMD-Loktestgerät	129-694	3,00	— Verteiler	040-818	16,00
Handsteuer-Interface	018-619	15,60	Schwellplatine	129-695	35,00	Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00
— Mini-Paddel	018-620	7,50	IEEE488-PC inkl. GAL	129-696	73,00	AUTOCHECK I		
SMD-Kontaktstromquelle	018-621	4,00	Halogens-Dimmer	129-697	10,00	— VT-Modul	050-820	32,00
Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	Spannungswächter	129-698	10,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00
RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	ELISE-(Satz) mit 5 Platinen	129-699	19,00	— N-Modul	050-822	23,00
Geiger-Müller-Zähler	028-624	9,50	ELISE-Trenn-/Treiber einzeln	129-700	25,00	— W-Modul	050-823	23,00
Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	Hybrid-Simulationsgenerator	129-700	16,00	— Modul	050-824	18,00
Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	16,50	Black-Devil-Brücke	129-701	12,00	Autoscop III		
E.M.M.A. Hauptplatine	028-627	59,00	Spannungswächter	129-702	7,00	— Verteiler	040-818	16,00
Netzgerät 0—16 V/20 A	038-628	33,00	RAM-Modul	129-703	3,00	Relais-Zusatz (VT)	040-819	7,00
Vorgesetzter (VVF, „Black Devil“)	038-629	38,00	Frequenz-Synthesizer (ds.)	129-704	30,00	AUTOCHECK II		
E.M.M.A.-Tastaturplatine	038-631	18,00	Audio-Cockpit → HP	129-705	69,00	— VT-Modul	050-820	32,00
Schrittmotortreuerung ds. dk.	038-632	19,00	4/4-stelliges Panelmeter (ds.)	129-707	40,00	— PRZ-Modul	050-821	6,00
DCF 77-Empfänger II	048-638	9,50	DSP-Systemkarte 3210	130-708	64,00	— N-Modul	050-822	23,00
7-Segment-BCD-Decoder	048-639	7,00	SMD-Platine (ds.)	130-709	64,00	— W-Modul	050-823	23,00
Anpälvorstärker	048-640	36,50	Autotuning Multimeter	049-710	16,00	— Modul	050-824	18,00
Studio-Mixer			Breitbandverstärker	049-711	64,00	— E-Modul	060-829	22,00
— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00	Einbauversion	049-712	6,00	— PRI-Modul	060-830	7,00
— Mikrofon-Vorverstärker	REM-643	8,00	— Tastkopfversion	049-713	6,00	— B-Modul	060-831	32,00
— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00	Antennen-Verteiler	049-714	11,00	20-KANAL-AUDIO-ANALYSER		
— Overload	REM-645	3,00	Metronom	049-715	26,00	— Netzteil	060-832	13,50
— Klangfilter	REM-646	10,00	DSP-Speicherplatine	049-716	64,00	— Filter	060-833	30,00
— Pan-Pot	REM-647	4,00	— AD-DA-Wandlerkarte	049-717	64,00	— Zeilentreiber (2-Plat.-Satz)	060-834	13,00
— Summe mit Limiter	REM-648	9,00	— Erweiterungskarte	049-718	64,00	— Matrix (ds.)	060-835	34,00
MIDI-Modul			Universelle Melverstärker	049-719	64,00	— HAL.L.O.		
— Hauptplatine	058-649	35,00	Kontrollzettel	049-720	9,00	— Lichtschaltung	060-836	78,00
— Tastaturplatine	058-650	18,00	Sicherung	049-721	10,00	— Controller	060-837	46,00
Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00	Spannungsplatine	049-722	38,00			
SMD-VU-Meter	058-652	3,00	— Netzteil	049-723	38,00			
E.M.M.A.-V24-Interface	058-653	6,00	— Schalterplatine (ds.)	049-724	24,00			
Schallverzögerung			— Schalterplatine (ds.)	049-725	33,00			
— Digitaleil	068-654	35,00	PAL-Alarm	059-724	10,00			
— Filterteil	068-655	35,00	Energie Messer (2 Platinen)	069-725	15,00			
Markisensteuerung	068-656	18,00	Szintillations-Detektor	069-726	33,00			
Milli-Ohm-Meter	068-657	24,00	— Hauptplatine (ds.)	069-727 oB	34,00			
x/i-Schreiber ds.	078-658	98,00	— DC/DC-Wandler	069-728	16,00			
Drum-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00	Audio-Cockpit	069-729	22,00			
— Empfänger	078-660	22,00	— Cargo	069-730	18,00			
— Sender	078-661	22,00	Antenne	069-731	40,00			
Universal-Netzgerät			DSP-Backplane (10 Plätze)	8805132 MBE	138,00			
— Netzteil	078-662	45,00	DSP-Backplane (5 Plätze)	8805133 MBE	88,00			
DVM-Platine	078-663	30,00	Audio Cockpit	079-731	40,00			
Dig. Temperatur-Meßsystem ds.	078-664	35,00	— 5 x LED Anzeige	079-731	40,00			
IR-Taster ds.	078-665	42,00	— Noise-Gate-Frontplatine	079-732	20,00			
NDFL-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00						

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

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

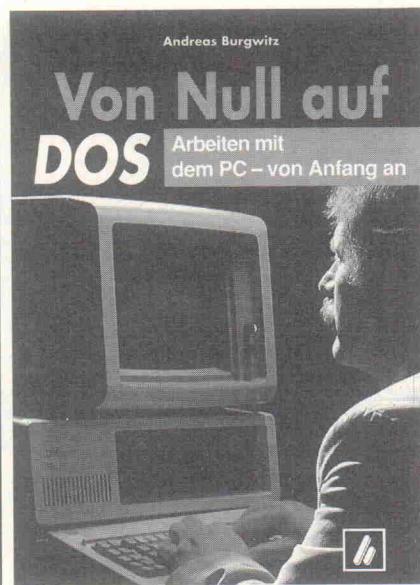
eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61

Markensteuerung 058-656 18,00 Kühlschrank-Thermostat 069-721 13,00 DATENLOGGERS 058-657 98,00

Ausküpfung nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/52 95 1000 2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000 5500 6000 6500 7000 7500 8000 8500 9000 9500 10000 10500 11000 11500 12000 12500 13000 13500 14000 14500 15000 15500 16000 16500 17000 17500 18000 18500 19000 19500 20000 20500 21000 21

Neu '90

COMPUTERBUCH



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

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

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

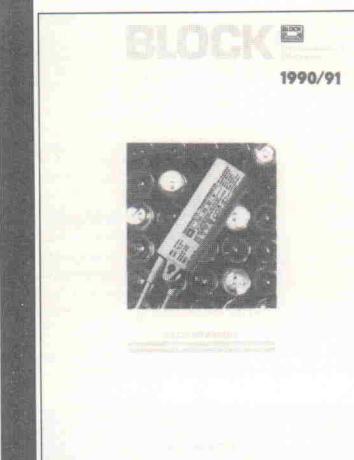
Im Buchhandel oder beim Verlag erhältlich 824/2.2



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

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

Firmenschriften und Kataloge



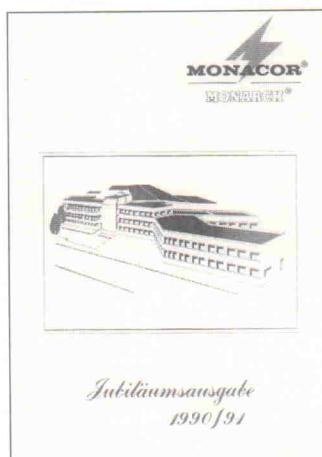
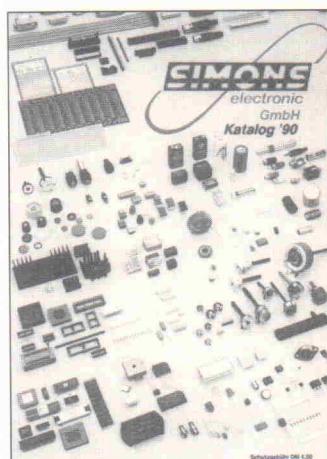
aktuell

Transformatoren

jeder Art sind seit über 50 Jahren das Metier der Firma Block, 2810 Verden/Aller, und beanspruchen deshalb den größten Raum im 90/91er Katalog. Das weitere Programm umfasst: DC/DC-Wandler, Gleichstromversorgungen und Labornetzgeräte.

Alles für die Elektronik

Eine erste Adresse, wenn es um die Beschaffung von Halbleiterbauelementen geht, ist die Simons electronic GmbH, 5012 Bedburg. Gut die Hälfte des 350seitigen Gesamtkatalogs ist dieser Warengruppe eingeräumt worden. Interessant sind die sehr zahlreich vertretenen Bauteile japanischen Ursprungs und die Angebote aus dem Bereich Mikroprozessortechnik. Simons verschickt seinen Katalog gegen eine Schutzgebühr von 4,50 DM.



Jubiläumsausgabe
1990/91

Eine Jubiläumsausgabe

des Monacor-Kataloges ist anlässlich des 25jährigen Bestehens der Vertriebsfirma Inter-Mercador, 2800 Bremen 44, erschienen. Das Programm der bisher 3000 Artikel ist um etwa 400 Angebote aus den Bereichen Bühne/Studio, Alarmtechnik und Autoelektronik aufgestockt worden. Weiterhin gehören Videokamera-Hochleistungsakkus und ein erweitertes Gehäuseprogramm zu den Neuheiten. Der 500-Seiten-Katalog wird gegen eine Schutzgebühr von 15 DM abgegeben, eine Zusammenstellung der neuen Produkte gibt es kostenlos.

Hauptkatalog

Für 5 DM in Briefmarken, die bei einer Bestellung verrechnet werden, erhält man den neuen Hauptkatalog von Lehmann electronic, 6800 Mannheim 81. Neben einem breiten Angebot an Halbleitern, passiven und elektromechanischen Bauelementen ist das Spektrum an Computer-Zubehör für C64, Atari, Amiga und PC herauszuheben.

LEHMANN electronic

Vertrieb elektronischer Bauelemente

Hauptkatalog

Halbleiter
Passivbauteile
Elektromechanik
Zuliefererartikel
Hilfsteile
Montage
Montagezubehör
Computer-Zubehör
Bürozubehör

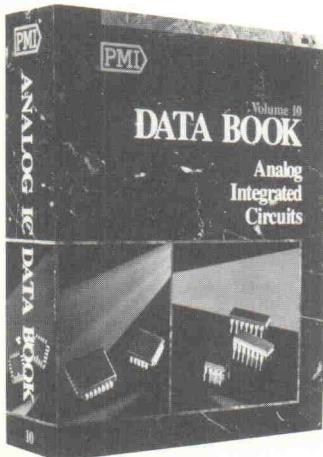
LEHMANN-electronic Tel. 0621/896780
Bruchsaler Straße 8 6800 Mannheim 81
Foto: Ingelsby Det. 5



Der Lieferant für Meßtechnik
in Industrie und Labor

Labormeßtechnik

In ihrem neuerschienenen Industriekatalog präsentiert die Pop electronic GmbH, 4000 Düsseldorf 12, eine breite Palette von Meßgeräten und Generatoren für den Laboreinsatz. Einen Schwerpunkt bilden die digitalen Handmultimeter der Hersteller Xaruba und Metex, die sich für den gebotenen Leistungsumfang durch eine auffallende Preiswürdigkeit auszeichnen.

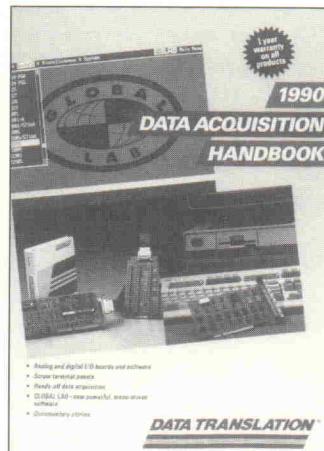


Auf 1800 Seiten

angewachsen ist die zehnte Ausgabe des PMI-Datenbuchs. Es enthält die kompletten Daten aller Bauteile für die Bereiche Instrumentation, Datenerfassung, Prozeßsteuerung, Telekommunikation und Audio. Neben Applikationen enthält dieses Datenbuch PSPICE-Modelle und eine Crossreference-Liste für die Produkte von Zweitherstellern. Ein eigener Abschnitt ist den Audio-ICs für Filteranwendungen, VCAs, Pegeldektoren und Logarithmieverstärkern eingeräumt worden. Das PMI-Datenbuch gibt es kostenlos bei der Bourns GmbH, 7000 Stuttgart 1.

Datenerfassungs- handbuch

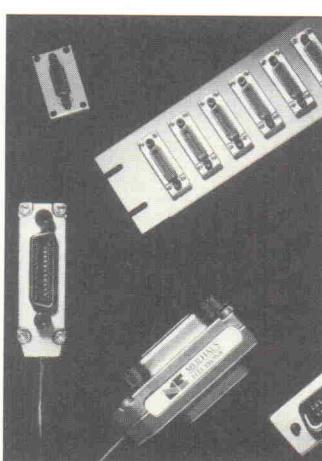
Im 1990er Data Acquisition Handbook hat Data Translation, 7120 Bietigheim-Bissingen, ihr gesamtes Angebot an Hard- und Software für die Meßdatenerfassung zusammengestellt.



Unterstützte Zielrechner sind IBM PC, XT, AT und PS/2-Modelle, Apple McIntosh II, MicroVAX und Sun. Neuheiten sind 'Hands Off'-Boards für ATs, die vollkommen softwaregesteuert kalibriert und konfiguriert werden können, und Global Lab, ein Softwarepaket für die Meßdatenerfassung und Analyse.

Zubehörteile für den IEEE-488-Bus

hat Meilhaus Electronic, 8039 Puchheim, in dem Katalog 'IEEE488-Bus' zusammenge stellt. Neben Buskabeln in vielen Längen sind Adapter, die IEC 625 mit IEEE 488 verbinden und sich für den Frontplat teneinbau eignen, im Angebot. Der Katalog kann kostenlos angefordert werden.





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 uns unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Projekt	Datenträger/Inhalt	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editerin, String suchen, Gem-Oberfläche)
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen)
S007-586S	„Propaganda“-Schreiber	9/87	Diskette/Atari + Dokumentation
S117-598S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Atari + Dokumentation
S126-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Mediabettnerfassung)
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari mit Update aus 1/90
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari
S039-780M	Kurzer Prozeß	3/89	Diskette/MS-DOS/DOS-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source), DSP-Filterprogr. (Source)
S099-746A	Display-Treiber	9/89	Diskette/Atari
S109-754A	Data-Rekorder	10/89	Diskette/Atari Erfassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-BASIC SS)
S119-768M	U/F-D/A Wanderteller	11/89	Diskette/MS-DOS/Mes Wertelerfassung (Source)
S129-773T	DCF-77-Echzeituhr	12/89	Diskette/Atari
S129-772C	UMA - C64	12/89	Diskette/C64
S010-782A	SESAM	1/90	Diskette/Atari (Entwicklungsysteem)
S040-816M	EPROM-Simulator	4/90	Diskette/MS-DOS, Betriebss. software (Source)

ELRAD-Programmierte Bausteine

		Preis
5x7-Punkt-Matrix	5/89	25,- DM
Atomuhrr	11/89	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	12/89	25,- DM
Digitales Schlagzeug	3/90	25,- DM
-TOM1		25,- DM
-TOM2		25,- DM
-TOM3		25,- DM
-TOM4		25,- DM
SIMMONS HITOM		25,- DM
SIMMONS MIDTOM		25,- DM
SIMMONS LOTOM		25,- DM
BASSDRUM		25,- DM
BASSDRUM MID		25,- DM
BASSDRUM HIGH		25,- DM
BASSDRUM HEAVY		25,- DM
BASSDRUM GATED		25,- DM
CONGA		25,- DM
TIMBALE		25,- DM
SNARE HIGH1		25,- DM
SNARE HIGH2		25,- DM
SNARE HIGH3		25,- DM
SNARE HIGH4		25,- DM
SNARE HIGH5		25,- DM
RIMSHOT		25,- DM
RIMSHOT VOL2		25,- DM
SNARE REGGAE		25,- DM
SNARE GATED		25,- DM
SNARE HEAVY		25,- DM
SNARE LUTZ M.		25,- DM
SNARE MEDIUM		25,- DM
CLAP RX		25,- DM
CLAP		25,- DM
HIHAT OPEN VOL1		25,- DM
HIHAT OPEN		25,- DM
HIHAT CLOSED		25,- DM
GLAS		25,- DM
COWBELL		25,- DM
CRASH		25,- DM
PAUKE		25,- DM
RIDE		25,- DM
Hygrometer		25,- DM
MIDI-TO-DRUM		25,- DM
D.A.M.E.		25,- DM
µPegelschreiber	9/87	25,- DM
E.M.M.A.	3/88	25,- DM
E.M.M.A.		25,- DM
MIDI-Monitor	4/88	25,- DM
Frequenz-Shifter	5/88	25,- DM
Printerface	5/88	25,- DM
E.M.M.A.	7/88	25,- DM
ELISE	9/88	25,- DM
DSP	3/89	25,- DM
Grafisches Display	1/89	25,- DM
Grafisches Display	9/89	25,- DM
Midi Master/Controller	10/89	35,- DM
Leuchtaufschrift	11/89	35,- DM
SESAM	12/89	25,- DM
HAL.L.O.	1/90	25,- DM
HAL.L.O.	6/90	25,- DM
HAL.L.O.	6/90	25,- DM
-Betriebssystem, Mini-Editor,		
Bedienungsanleitung		
DCF-Uhr		25,- DM
Betriebssoftware		25,- DM
Sin/Cos-Generator		25,- DM
Bedienungssoftware		25,- DM
IEC-Konverter		25,- DM
Betriebssystem mit Update aus 1/90		
Controller		25,- DM
PROM Typ 1 (kleine Ausf.)		25,- DM
PROM Typ 2 (große Ausf.)		35,- DM
siehe Paketangebot, Platinenanzeige		
Betriebssoftware		
Bootprogramm		
Sender		
Empfänger		

So können Sie bestellen:

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

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

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Ausgleichsvorgänge

Bisher wurden die Funktionen nach Klassen getrennt vorgestellt und angewendet. Obwohl damit bereits viele technische Vorgänge mathematisch darstellbar sind, reicht das zur Beschreibung relativ komplizierter elektrischer Ausgleichs- oder Einschwingvorgänge aber nicht aus; für diese Fälle benutzt man zusammengesetzte Funktionen.

Bei den in dieser Reihe bislang vorgestellten Funktionen handelt es sich ausschließlich um Funktionen mit reellen Variablen (sogenannte reelle Funktionen) mit jeweils nur einer unabhängigen Veränderlichen. Wie in der Übersicht in Bild 1 zu sehen ist, lassen sich die Funktionen in verschiedene Klassen einteilen: Zu den reellen Funktionen gehören einerseits die rationalen Funktionen mit Geraden-, quadratischen und Polynom-Funktionen, andererseits die gebrochen rationalen Funktionen, bei denen man zwischen echt und unecht gebrochen unterscheidet, sowie schließlich die nichtrationalen Funktionen, die die algebraisch irrationalen Funktionen und die transzendent irrationalen Funktionen beinhalten.

Alle diese Funktionen wurden in den letzten Beiträgen besprochen. Nachfolgend sollen zwei Beispiele die Anwendung zusammengesetzter Funktionen verdeutlichen.

Als erstes Beispiel soll eine RC-Reihenschaltung nach Bild 2 dienen. Für die bisherigen Berechnungen wurden solche Schaltungen lediglich an eine Gleichspannung angeschlossen. In diesem Fall kann die Funktion der Kondensatorspannung oder des Stroms durch den Widerstand R mit Hilfe des einfachen Ansatzes für Einspeicherprobleme (siehe Folge 13) berechnet werden.

Wird die Schaltung aus Bild 2 hingegen an eine sinusförmige Wechselspannung angeschlossen, reicht dieser einfache Ansatz zur Beschreibung des Funktionsverlaufes nicht mehr aus. Das ist einleuchtend, wenn man bedenkt, daß der Kondensator kurz nach dem Einschalten zunächst nach einer Eulerschen Funktion geladen wird. Da die anliegende Spannung jedoch kontinuierlich ihren Betrag und ihre Polarität entsprechend einer Sinusfunktion ändert, müßte diese Sinusfunktion ebenfalls in der gesuchten Funktion – wenn auch vielleicht in Form einer sinusverwandten Schwingung – auftauchen. Um zur gesuchten Funktion zu gelangen, muß eine Differentialgleichung gelöst werden. Der dafür notwendige mathematische Aufwand ist beträchtlich und kann an dieser Stelle noch nicht dargestellt werden. Es soll deshalb vorläufig ausreichen, anhand einiger Beispiele darzustellen, wie sich zusammengesetzte Funktionen verhalten und wie sie zu interpretieren sind.

Die Interpretation von Funktionsgleichungen ist in der Praxis überaus hilfreich. Bei genügender Übung ist es möglich, einen gegebenen Funktionsverlauf durch Ausprobieren verschiedener Konstellationen der bekannten, klassifizierten Funktionen mathematisch zu beschreiben beziehungsweise für eine gegebene Funktion den zu erwartenden Kurvenverlauf abzuschätzen. Im Fall von Bild 2 stellt sich die gesuchte Lösung in allgemeiner Form wie folgt dar:

$$f(t) = u_c(t) = \frac{\hat{u} \cdot \omega \cdot \tau}{1 + (\omega \cdot \tau)^2} \cdot \left[e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\omega \tau} \cdot \sin \omega t - \cos \omega t \right]$$

Dabei bedeuten

\hat{u} : Scheitelwert der angelegten Wechselspannung
 ω : Kreisfrequenz ($\omega = 2\pi f$)
 τ : Zeitkonstante ($\tau = R \cdot C$)

Die Funktion enthält drei unterschiedliche Komponenten; es handelt sich also um eine zusammengesetzte Funktion. Dies wird deutlich, wenn der Term

$$\frac{\hat{u} \cdot \omega \cdot \tau}{1 + (\omega \cdot \tau)^2}$$

in die Klammer hineinmultipliziert wird:

$$u_c(t) = \underbrace{\frac{\hat{u}}{1 + \omega \tau} e^{-\frac{t}{\tau}}}_{1} + \underbrace{\frac{\hat{u}}{1 + (\omega \cdot \tau)^2} \sin \omega t}_{2} - \underbrace{\frac{\hat{u}}{1 + \omega \tau} \cos \omega t}_{3}$$

1 2 3

Die erste Komponente (erster Term) ist ein Gleichspannungsanteil; die zweite Komponente ist eine Sinusschwingung, die dritte Komponente eine Cosinusschwingung. Bemerkenswert ist, daß die Amplitude der Sinusschwingung kleiner ist als die der beiden anderen Komponenten, da der Term

$$\frac{\hat{u}}{1 + (\omega \tau)^2}$$

nur bei der Sinusschwingung im Nenner in der zweiten Potenz auftritt. Der Gleichspannungsanteil klingt nach einer Eulerschen Funktion allmählich ab, da der Term im Exponenten ein negatives Vorzeichen aufweist. Nach genügend langer Zeit bleibt also nur noch die Differenz aus einer Sinus- und einer Cosinusschwingung übrig.

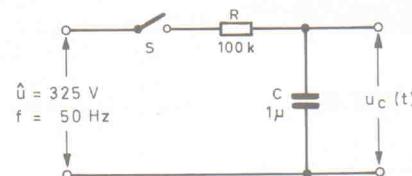


Bild 2. Die mathematische Untersuchung des Einschaltvorgangs für diese Schaltung führt zu einer zusammengesetzten Funktion.

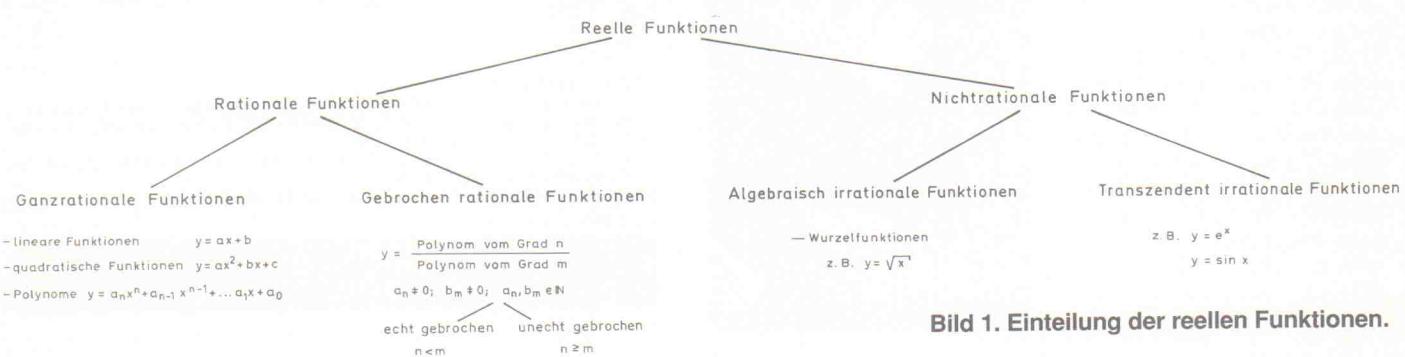


Bild 1. Einteilung der reellen Funktionen.

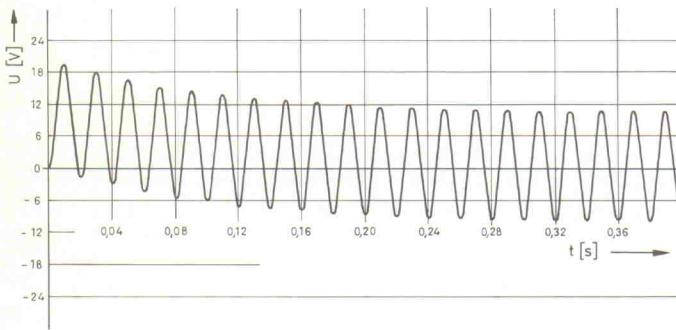


Bild 3. Funktionsverlauf $U_c = f(t)$ für die Schaltung aus Bild 2 kurz nach dem Einschalten.

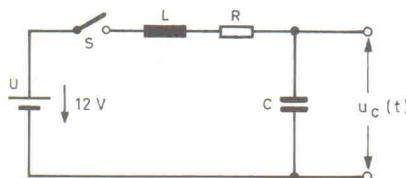


Bild 4. Diese Schaltung enthält zwei Energiespeicher (Spule und Kondensator). Nach dem Einschalten der Gleichspannung entsteht ein Einschwingvorgang, der sich nur mit einer zusammengesetzten Funktion praktisch verwertbar beschreiben lässt.

Allgemein gilt, daß Summen oder Differenzen sinusförmiger Schwingungen wiederum sinusförmige Schwingungen ergeben. Die Kondensatorspannung müßte sich also zunächst als eine sinusverwandte Schwingung mit überlagertem Gleichanteil darstellen, wobei der Gleichanteil allmählich abnimmt, so daß nach Ablauf einer genügend langen Zeit nur die sinusförmige Schwingung übrigbleibt. Werden die Werte aus Bild 2 in die Funktionsgleichung eingesetzt, erhält man:

$$u_c(t) = 10,3346 \text{ V} \cdot \left[e^{-\frac{t}{0,1 \text{ s}}} + 0,031831 \sin(314,159 \cdot t) - \cos(314,159 \cdot t) \right]$$

beziehungsweise nach Vereinfachung mit dem Programm aus Folge 1:

$$u_c(t) = 10 \frac{85}{254} \text{ V} \cdot \left[e^{-\frac{10t}{s}} + \frac{5}{157} \sin\left(314 \frac{31}{195} \cdot t\right) - \cos\left(314 \frac{31}{195} \cdot t\right) \right]$$

Der zugehörige grafische Verlauf ist für den Definitionsbereich $0 \leq t \leq 0,4 \text{ s}$ in Bild 3 wiedergegeben. Dabei ist der Startpunkt der Betrachtung identisch mit dem Zeitpunkt des Schließen von Schalter S. Diesem Startpunkt ist die Zeit $t = 0$ zugeordnet. In Bild 3 ist der vorhergesagte Funktionsverlauf eindeutig zu erkennen. In der Elektrotechnik wird ein Ereignis mit einem derartigen Verlauf allgemein als *Ausgleichsvorgang* bezeichnet.

Das Schaltbild zum zweiten Beispiel ist in Bild 4 zu sehen. Der Kondensator C wird über Widerstand R und über Spule L auf die Gleichspannung U_0 geladen. Will man für diese Schaltung die allgemeine Lösung errechnen, muß auch hier eine Differentialgleichung gelöst werden. An dieser Stelle soll es jedoch wieder ausreichen, die Lösungen der Differentialgleichung direkt anzugeben. Man erhält drei unterschiedliche, von der Dimensionierung der Bauteile abhängige Fälle. Der erste Fall gilt für die Bedingung

$$\delta > \omega_0$$

Dabei bedeuten:

$$\delta = \frac{R}{2L} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Dieser Fall wird *starke Dämpfung* oder auch *Kriechfall* genannt. Die zugehörige Funktionsgleichung $U_c = f(t)$ lautet

$$u_c(t) = U_0 + A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$$

mit den Parametern

$$A_1 = \frac{-U_0 \cdot (\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2})}{2 \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} \quad \lambda_1 = -\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}$$

$$A_2 = \frac{-U_0 \cdot (-\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2})}{2 \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} \quad \lambda_2 = -\delta - \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}$$

Mit den Bauteilwerten $L = 5 \text{ mH}$, $C = 470 \text{ nF}$ und $R = 560 \Omega$ folgt:

$$\delta = \frac{R}{2L} = 56000 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 20628,4 \frac{1}{\text{s}}$$

$$A_1 = \frac{-U_0 \cdot (\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2})}{2 \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} = -12,454 \text{ V}$$

$$A_2 = \frac{-U_0 \cdot (-\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2})}{2 \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} = 0,454 \text{ V}$$

$$\lambda_1 = -\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2} = -3937,8 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\lambda_2 = -\delta - \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2} = -8062,165 \frac{1}{\text{s}}$$

Die Funktionsgleichung für $u_c(t)$ lautet folglich:

$$u_c(t) = 12 \text{ V} - 12,454 \text{ V} \cdot e^{-3937,8 \frac{1}{\text{s}} \cdot t} + 0,454 \text{ V} \cdot e^{-8062,165 \frac{1}{\text{s}} \cdot t}$$

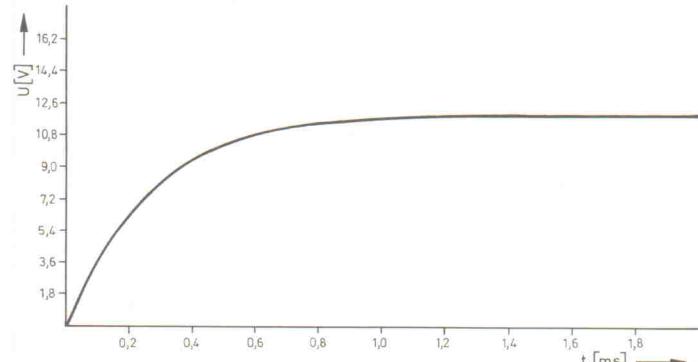


Bild 5. Funktionsverlauf für den Fall der starken Dämpfung (Kriechfall).

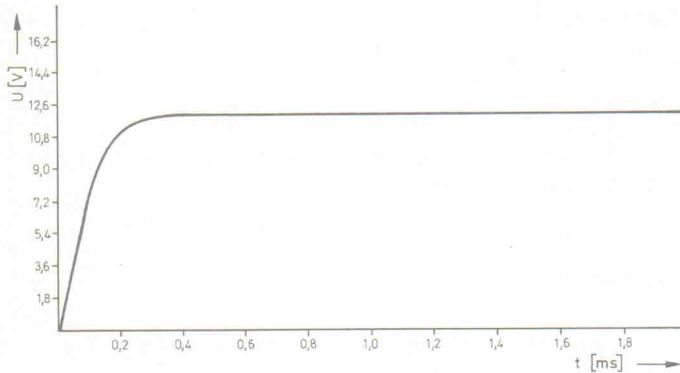


Bild 6. Funktionsverlauf für den aperiodischen Grenzfall.

Da die Werte der Koeffizienten λ_1 und λ_2 negativ sind, verbleibt nach einer genügend langen Zeit lediglich eine Gleichspannung in Höhe von 12 V.

In Bild 5 ist der entsprechende Funktionsverlauf wiedergegeben. Der Kondensator wird langsam auf die angelegte Spannung von $U_0 = 12$ V aufgeladen.

Für den zweiten Fall lautet die Bedingung:

$$\delta = \omega_0, \text{ beziehungsweise } \frac{R}{2L} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Dieser Fall wird als *aperiodischer Grenzfall* bezeichnet. Um die genannte Bedingung zu erfüllen, muß der Widerstand R – bei ansonsten gleichbleibenden Bauelement-Werten – auf 206,3 Ω verkleinert werden. Die Funktionsgleichung für diesen Fall lautet:

$$u_c(t) = U_0 - U_0 \cdot (1 + \delta t) e^{-\delta t}$$

$$\delta = \frac{R}{2L} = 20630 \frac{1}{s}$$

Nach dem Einsetzen der Werte erhält man

$$u_c(t) = 12 \text{ V} - 12 \text{ V} \cdot (1 + 20630 \frac{1}{s} \cdot t) e^{-20630 \frac{1}{s} \cdot t}$$

Der zugehörige Funktionsgraph ist in Bild 6 zu sehen. Es ist zu erkennen, daß die Kondensatorspannung sehr schnell ansteigt, ohne jedoch die Spannung U zu überschreiten.

Bis hierher reichte zur Beschreibung der Funktion $U_c = f(t)$ die Eulersche Funktion aus. Als Beispiel für eine zusammengesetzte Funktion ist der dritte Fall interessant, der *schwache Dämpfung* oder auch *Schwingfall* genannt wird. Dieser Fall gilt unter der Voraussetzung:

$$\delta < \omega_0$$

Um diese Bedingung einzuhalten, wird der Widerstand R auf beispielsweise 56 Ω verkleinert. Nun gilt für die Kondensatorspannung U_c :

$$u_c(t) = U_0 \cdot \left[1 - e^{-\delta t} \left(\cos \omega_c t + \frac{\delta}{\omega_c} \sin \omega_c t \right) \right]$$

$$\omega_c = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

Beim Betrachten der Funktionsgleichung fällt zunächst der Klammerausdruck

$$\cos \omega_c t + \frac{\delta}{\omega_c} \sin \omega_c t$$

auf. Offensichtlich handelt es sich dabei – ähnlich wie im ersten Beispiel – um eine sinusförmige Schwingung. Der Klammerausdruck bildet mit dem anhängenden Term

$$e^{-\delta t}$$

ein Produkt, aus dem hervorgeht, daß der Schwingungsanteil nach einer Eulerschen Funktion abklingt. Nach genügend langer Zeit bleibt nur noch die konstante Gleichspannung U_0 übrig – dieses Ergebnis war zu erwarten. Von besonderem Interesse ist hier, daß der aktuelle Spannungswert der sinusförmigen Schwingung zur Gleichspannung addiert wird. In diesem Fall kann – wenn auch nur für begrenzte Zeit(en) – eine höhere Spannung als U_0 am Kondensator anstehen.

Werden die Werte in die Funktionsgleichung eingesetzt, erhält man

$$\delta = \frac{R}{2L} = 5600 \frac{1}{s}$$

$$\omega_c = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - (5600 \frac{1}{s})^2} = 19853,763 \frac{1}{s}$$

$$u_c(t) = 12 \text{ V} \left[1 - e^{-5600 \frac{1}{s} t} \left(\cos(19853,763 \frac{1}{s} t) \right) \right]$$

$$+ \frac{5600 \frac{1}{s}}{19853,763 \frac{1}{s}} \sin(19853,763 \frac{1}{s} t)$$

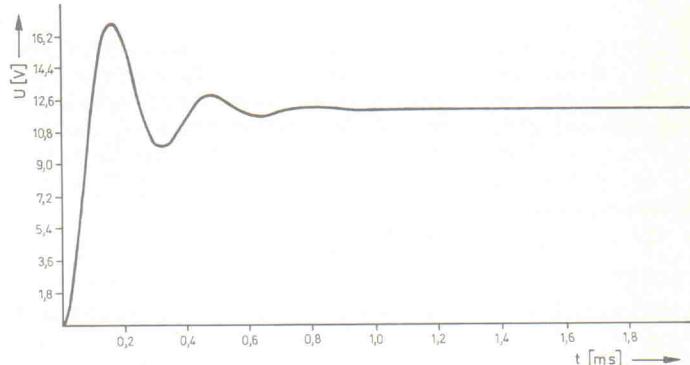


Bild 7. Funktionsverlauf für den Fall der schwachen Dämpfung (Schwingfall).

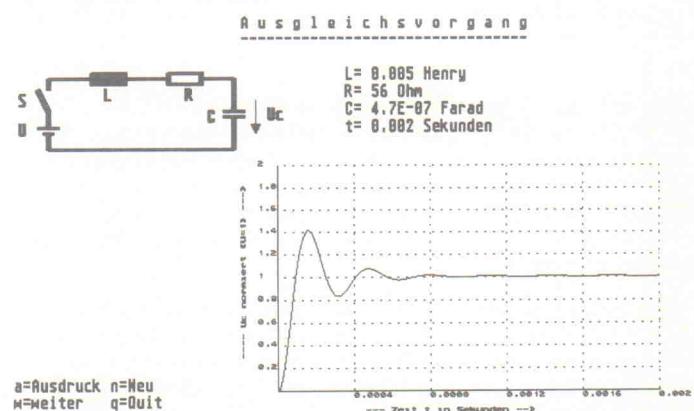


Bild 8. Diesen Ausdruck liefert das GFA-BASIC-Programm zur Berechnung von Ausgleichsvorgängen, wenn aus dem im Text behandelten Beispiel die Bauteilwerte für schwache Dämpfung eingegeben werden.

$$u_c(t) = 12 \text{ V} \left[1 - e^{-5600 \frac{t}{s}} (\cos(19853,763 \frac{t}{s})) \right]$$

$$+ \frac{11}{39} \sin(19853,763 \frac{t}{s}) \right]$$

Der zugehörige, in Bild 7 dargestellte Funktionsgraph bestätigt die vor ausgegangenen Überlegungen. Die Kondensatorspannung pendelt sich nach einigen Schwankungen auf den Wert der angelegten Gleichspannung ein. Diese beiden Beispiele sollen verdeutlichen, daß mit zusammengesetzten Funktionen recht komplexe Verhaltensweisen mathematisch exakt beschreibbar sind. Wie diese Funktionen durch Lösen von Differentialgleichungen zustande kommen, wird in einem späteren Bei-

trag erläutert. In der Praxis ist es jedoch ohne weiteres möglich, die geeignete mathematische Beziehung durch Ausprobieren herauszufinden. Dazu müssen natürlich die Verhaltensweisen der einzelnen, in Bild 1 dargestellten Funktionen umfassend bekannt sein.

Da Ausgleichsvorgänge des öfteren zu beachten sind, ist nachfolgend ein Programmlisting abgedruckt, das die soeben betrachteten drei Fälle der Schaltung in Bild 4 berechnet und den Funktionsverlauf angibt. Das Programm ist in GFA-BASIC 2.0 geschrieben. Zunächst werden die Werte der Bauelemente (Spule, Widerstand, Kondensator) vom Programm abgefragt. Die Eingangsspannung ist im Programm auf den Wert 1 normiert, so daß das Ergebnis relativ einfach auf beliebige Spannungen umgerechnet werden kann. Für den Start ist der Zeitpunkt $t = 0$ definiert. Als letztes erfolgt die Eingabe derjenigen Zeitspanne, nach deren Ablauf die Rechnung abgebrochen werden soll – damit wird gleichzeitig der anzuzeigende Bildausschnitt festgelegt. Für den oben behandelten Schwingfall produziert das Programm den in Bild 8 dargestellten Ausdruck.

```

DATA
40,60,80,60,110,60,150,60,180,60,210,60,210,60,21
0,90,210,95,210,125,40,125,210,125,40,125,40,110,
40,105,40,90,40,60,40,70,40,90,30,70,80,114,111,
103,114,97,109,109,32,122,117,114,32,66,101,114,
101,99,104,110,117,110,103,32,118,111,110,32,32,100
DATA
65,117,115,103,108,101,105,99,104,115,118,111,
114,103,132,110,103,101,110,118,111,110,32,70,46,
45,80,46,32,90,97,110,116,105,115,65,108,115,100,
111,114,102,44,32,105,109,32,83,101,112,116,101,
109,98,101,114,32,49,57,56,57,84,97,115,116,101,
32,100
DATA 114,154,99,107,101,110,33,0
i%1
DO
  READ a%
  EXIT IF a%0
  IF i%>40 AND i%<88
    PRINT AT(i%-38,5);CHR$(a%)
  ENDIF
  IF i%>87 AND i%<104
    PRINT AT(i%-85,6);CHR$(a%)
  ENDIF
  IF i%>103 AND i%<130
    PRINT AT(i%-101,7);CHR$(a%)
  ENDIF
  IF i%>129
    PRINT AT(i%-127,10);CHR$(a%)
  ENDIF
  i%=i+1
LOOP
a%=INP(2)
CLS
DO
  HDEM
  GOSUB wertausgabe
  y0=0
  y1=2
  x0=0
  x1=1
  p1x=250
  p2x=600
  p1y=140
  p2y=350
  GOSUB koordinatensystem
  DEFTEXT 1,1,0,4
  TEXT 330,370,0,"--- Zeit t in Sekunden -->"
  DEFTEXT 1,1,900,4
  TEXT 220,320,0,"--- Uc normiert (U=1) --->"
  FOR i%=1 TO 15
    SOUND 1,i%,1,5,2
  NEXT i%
  SOUND 1,0,1,i,2
  GOSUB dateneingabe
  GOSUB datenaendern
  GOSUB koordinatensystem
  GOSUB falluntersuchung
  GOSUB funktion_zeichnen
  FOR i%=1 TO 15
    SOUND 1,i%,1,5,2
  NEXT i%
  SOUND 1,0,1,i,2
  GOSUB steuern

```

```

LOOP
PROCEDURE steuern
REPEAT
  PRINT AT(2,22); "a=Ausdruck n=Neu"
  PRINT AT(2,23); "w=weiter q=Quit"
  u$=INKEY$
  PRINT AT(2,22); "
  PRINT AT(2,23); "
UNTIL u$="a" OR u$="n" OR u$="w" OR u$="q"
IF u$="a"
  PRINT AT(2,22); "
  PRINT AT(2,23); "
  HARDCOPY
  GOSUB steuern
ELSE
ENDIF
IF u$="q"
  QUIT
ENDIF
IF u$="n"
  RUN
ENDIF
RETURN
PROCEDURE falluntersuchung
  wo=1/SQR(1*c)
  d=r/(2*x)
  wahl=2
  IF d>wo
    wahl=1
    we=SQR(d^2-wo^2)
  ENDIF
  IF d<wo
    wahl=3
    we=SQR(wo^2-d^2)
  ENDIF
  RETURN
PROCEDURE funktion_zeichnen
  dx=(x1-x0)/(p2x-p1x)
  x=x0
  pyalt=-1
  FOR ip1x TO p2x
    ON wahl GOSUB kriechfall, grenzfall, schwingfall
    py=0y-(p2y-p1y)/(y1-y0)*y
    IF py>p1y AND py<p2y
      DRAW i,py
      IF pyalt<p2y AND pyalt>p1y
        DRAW TO i-1,pyalt
      ENDIF
      pyalt=py
      x=x+dx
    NEXT i
  RETURN
PROCEDURE kriechfall
  a1=-1*(d+we)/(2*we)
  a2=-1*(-d+we)/(2*we)
  lamda1=-d+we
  lamda2=-d-we
  y=1+a1*EXP(lamda1*x)+a2*EXP(lamda2*x)
  RETURN
PROCEDURE grenzfall
  y=1-1*(1+d*x)*EXP(-d*x)
  RETURN
PROCEDURE schwingfall

```

```

  y=1*(1-EXP(-d*x))*(COS(we*x)+d*SIN(we*x)/we))
RETURN
PROCEDURE dateneingabe
REPEAT
  PRINT AT(1,21)
  INPUT " L in Henry ";
  UNTIL l>0
  GOSUB wertausgabe
REPEAT
  PRINT AT(1,21)
  INPUT " R in Ohm ";
  UNTIL r>0
  GOSUB wertausgabe
REPEAT
  PRINT AT(1,21)
  INPUT " C in Farad ";
  UNTIL c>0
  GOSUB wertausgabe
REPEAT
  PRINT AT(1,21)
  INPUT " t in Sekunden ";
  UNTIL t>0
  GOSUB wertausgabe
  PRINT AT(1,22);
RETURN
PROCEDURE datenaendern
  PRINT AT(1,21)
  INPUT " Änderung ";
  u$="JA" OR u$="ja"
  GOSUB dateneingabe
ENDIF
PRINT AT(1,22);
PRINT AT(1,23);
RETURN
PROCEDURE wertausgabe
  GOSUB loeschen(300,40,460,120)
  PRINT AT(40,4); "L= ";l;" Henry"
  PRINT AT(40,5); "R= ";r;" Ohm"
  PRINT AT(40,6); "C= ";c;" Farad"
  PRINT AT(40,7); "t= ";t;" Sekunden"
  GOSUB schaltbild
RETURN
PROCEDURE loeschen(p1x%,p1y%,p2x%,p2y%)
  COLOR 0
  FOR j%=p1y% TO p2y%
    DRAW p1x%,j% TO p2x%,j%
  NEXT j%
  COLOR 1
RETURN
PROCEDURE schaltbild
  PRINT AT(28,1); "Ausgleichsvorgang"
  PRINT AT(28,2); "-----"
  DEFLINE 1,3,0
  RESTORE
  FOR n%=1 TO 10
    READ a%,b%,c%,d%
    DRAW a%,b% TO c%,d%
  NEXT n%
  GOSUB rwaagerecht(80,60)
  GOSUB rwaagerecht(150,60)
  GOSUB csenkrecht(210,90)
  GOSUB battsenkrecht(40,105)
  DEFFILL 1,2,8
  FILL 85,60

```

```

DEFTEXT 1,1,0,13
TEXT 12,85,0,"S"
TEXT 12,112,0,"U"
TEXT 90,80,0,"L"
TEXT 165,80,0,"R"
TEXT 185,100,0,"C"
TEXT 240,98,0,"Uc"
DEFLINE 1,2,0,1
LINE 230,80,230,110
DEFLINE 1,1,0,0
RETURN
PROCEDURE battsenkrech(x,y)
  DRAW x-10,y TO x+10,y
  DRAW x-5,y+5 TO x+5,y+5
RETURN
PROCEDURE csenkrech(x,y)
  DRAW x-10,y TO x+10,y
  DRAW x-10,y+5 TO x+10,y+5
RETURN
PROCEDURE rwaagerecht(x,y)
  BOX x,y-5,x+30,y+5
RETURN
PROCEDURE koordinatensystem
  p0x=p1x+(p2x-p1x)/(x1-x0)*(-x0)
  p0y=p2y-(p2y-p1y)/(y1-y0)*(-y0)
  p0x=p0x
  p0y=p0y
  IF p0x<p1x
    p0x=p1x
  ENDIF
  IF p0x>p2x
    p0x=p2x
  ENDIF
  IF p0y<p1y
    p0y=p1y
  ENDIF

```

```

  IF p0y>p2y
    p0y=p2y
  ENDIF
  DEFTEXT 1,0,0,4
  DEFNUM 3
  DEFLINE 3,1,0,0
  d=(x1-x0)/5
  IF pox=p2x
    x=x1
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR i=pox TO plx STEP -(p2x-p1x)/5
    DRAW i,p0y TO i,p2y
    IF i<pox
      TEXT i,p0y+6,(0),x
    ENDIF
    x=x-d
  NEXT i
  IF pox=plx
    x=x0
  ELSE
    x=0
  ENDIF
  FOR i=pox TO p2x STEP (p2x-plx)/5
    DRAW i,p0y TO i,p2y
    IF i>pox
      TEXT i,p0y+6,(0),x
    ENDIF
    x=x+d
  NEXT i
  d=(y0-y1)/10
  IF pox=p2y
    y=y0
  ELSE
    y=0
  ENDIF

```

```

  ENDIF
  FOR i=poy TO poy STEP -(p2y-p1y)/10
    DRAW plx,i TO p2x,i
    IF i<poy
      TEXT pox-18,i,(0),y
    ENDIF
    y=y-d
  NEXT i
  IF pox=p1y
    y=y1
  ELSE
    y=0
  ENDIF
  FOR i=poy TO p2y STEP (p2y-p1y)/10
    DRAW plx,i TO p2x,i
    IF i>poy
      TEXT pox-18,i,(0),y
    ENDIF
    y=y+d
  NEXT i
  DEFNUM 5
  GOSUB kreuz
RETURN
PROCEDURE kreuz
  DEFLINE 1,1,0,0
  IF p0y>=p1y AND p0y<=p2y
    DRAW plx,p0y TO p2x,p0y
  ENDIF
  IF p0x>=p1x AND p0x<=p2x
    DRAW p0x,p0y TO p0x,p2y
  ENDIF
RETURN

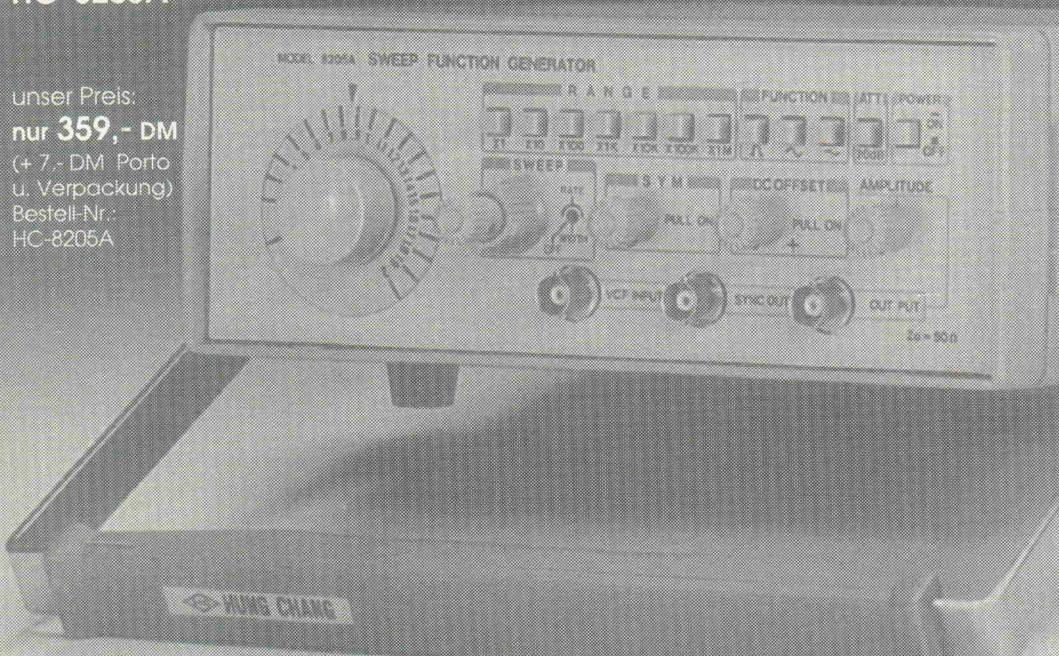
```

GFA-BASIC-Programm zur Berechnung von Ausgleichsvorgängen.

Hier ist der neue Wobbel-Funktionsgenerator!

Das ideale Gerät, mit dem Sie immer die richtige Frequenz erhalten, - egal ob im mHz-Bereich oder bis zu 2 MHz. Kein Problem für unseren HC-8205A.

unser Preis:
 nur 359,- DM
 (+ 7,- DM Porto u. Verpackung)
 Bestell-Nr.:
 HC-8205A



Für ganze 359,- DM können Sie jetzt nach Herzenslust Ihre Frequenz erzeugen - und das wahlweise als SINUS, DREIECK oder RECHTECK. Benötigen Sie eine variable Symmetrie? Nur ein Knöpfchen ziehen und einstellen... Sie erhalten so SLEW-SINUS, RAMPE oder PULS. Selbst eine Gleichspannung lässt sich von -10V bis +10V überlagern.

Die weiteren Merkmale:

- Frequenzbereich 0,02 Hz bis 2 MHz, Stabilität 0,1 %
- Wobbelbetrieb: Wobbelrate von 0,5 Hz bis 50 Hz variabel einstellbar, Wobbelhub von 1:1 bis 1:100 variabel einstellbar
- Ausgang: 20 Vss o.c., 10 Vss an 50 Ohm Synchronisationsausgang TTL
- Abschwächer: Kontinuierlich variabel und 20 dB Schalter
- VCF-Eingang zur externen Synchronisierung

Mitgeliefert werden:
 1 BNC-BNC Kabel, Netzkabel, Handbuch und Schaltbild.

Kabel: In Stereo und Farbe (2)

Zum Bild gehört ein guter Ton



Karl-Heinz Dahlmann

Im ersten Teil dieses Projekts wurden der Tuner-Baustein sowie die Videoverstärker-Platine ausführlich beschrieben. Hier zunächst eine Testschaltung zum Betrieb des Videoverstärkers zusammen mit dem Tuner, damit die Bilder laufen lernen. Die Stereodecoder-Platine setzt die Ton-Zwischenfrequenz in den Mono-, Stereo- oder Zweikanal um.

Nachdem der Tuner-Baustein getestet und der Videoverstärker aufgebaut ist, können nun beide Komponenten zusammen nach Bild 10 verdrahtet werden, um erste Bilder auf den Monitor zu zaubern. Die Massen der Einzelspannungen werden zentral miteinander verbunden. Der Schirm des Abstimmspannungskabel wird am Netzteil an GND (Masse) angeschlossen. Die andere Seite des Schirms am Tuner bleibt unbeschaltet, andernfalls würden sich Masseschleifen bilden. Die Masseverbindung des Tuners (Pin 18) wird am zentralen Massepunkt des Netzteils angeschlossen.

Die Drahtverbindung von Pin 41 und Pin 11 des Tuners sollte so kurz wie möglich ausgeführt werden, braucht aber nicht unbedingt abgeschirmt zu werden. Durch diese Verbindung werden die HF-Vorver-

stärker des Tuners an der Re gelspannung des Videodemodulators angeschlossen. Die Videoverbindung vom TV-Tuner zum Videoverstärker wird ebenfalls mit abgeschirmtem Kabel ausgeführt. Der Schirm wird am Tuner an Pin 7 angeschlossen (GND). Am Videoverstärker wird der Schirm nicht angeschlossen. Die restlichen Verbindungen (VCR und Tastimpuls) können als normale Drahtverbindungen ausgeführt werden. Der VCR-Ein-/Ausgang des Videoverstärkers kann direkt an ein VCR-Gerät angeschlossen werden. Üblich sind zum Beispiel AV-Buchsen, die als 6polige DIN-Buchsen eingesetzt werden. Die typische Belegung ist folgendermaßen:

- Pin 3 => GND
- Pin 2 => Videosignal (FBAS)

Die Verbindung zum Monitor kann durch übliche Cinch-

Buchsen hergestellt werden. Wenn die Schaltung nach Bild 10 fertiggestellt ist, folgt ein letzter Abgleich. Dazu muß man sich als erstes einen klar und deutlich zu empfangenden Sender aussuchen. Bevorzugt sollte man den Abgleich während der frühen Abendstunden vornehmen, da dann fast alle Sender ein Programm ausstrahlen. Tabelle 3 gibt die Zuordnung von Empfangsbereich, Kanal, Frequenzbereich des Kanals, der Bildträger-, Oszillator- und der PLL-Frequenz. Unter Frequenzbereich ist der vom entsprechenden Kanal genutzte Frequenzbereich angegeben. Er beträgt in den Bereichen Band I, USB, Band III und OSB 7 MHz (VHF) und im Band IV/V 8 MHz (UHF).

Die Bildträgerfrequenz ist die Frequenz, auf der sich der Bildträger des entsprechenden Kanals befindet. Er wird vom Sen-

der nicht unterdrückt. Da die Videofrequenzen bis auf fast 0 Hz runtergehen, eine Zweiseitenbandmodulation jedoch zu viel Platz im Frequenzbereich wegnehmen würde, bedient man sich bei der Fernsehübertragung der Restseitenbandmodulation. Aus diesem Grunde liegt die Bildträgerfrequenz immer um 1,25 MHz höher als der Anfang des zugehörigen Frequenzbereiches. Die Oszillatorkennfrequenz liegt um 38,9 MHz höher als die Bildträgerfrequenz. In den Mischstufen entsteht die Zwischenfrequenz, die aus der Oszillatorkennfrequenz minus Bildträgerfrequenz gebildet wird. Deshalb muß die Oszillatorkennfrequenz um den Betrag der Zwischenfrequenz höher als die Bildträgerfrequenz sein. Die Frequenz, die der Tuner nach außen weitergibt, ist jedoch die Teilerfrequenz (PLL-Frequenz). Sie beträgt immer 1/64 der Oszillatorkennfrequenz.

Die Formeln zur Berechnung sind an dieser Stelle zusammengefaßt:

$$\begin{aligned} f_u &= BA + KA \cdot (N_x - N_a) \\ f_o &= BA + KA \cdot (1 + N_x - N_a) \\ f_{bt} &= f_u + 1,25 \text{ MHz} \\ f_{osz} &= f_{bt} + 38,9 \text{ MHz} \\ f_t &= f_{osz} / 64 \end{aligned}$$

f_u : untere Kanalgrenze in MHz
 f_o : obere Kanalgrenze in MHz
BA: Bereichsanfang in MHz
KA: Kanalabstand in MHz
(VHF => 7 MHz, UHF => 8 MHz)

Bereich	Kanal	Frequenzbereich	Bildträgerfrequenz	Oszillatorkennfrequenz	PLL-Frequenz
Band I	2	47...54 MHz	48,25 MHz	87,15 MHz	1,36 MHz
	3	54...61 MHz	55,25 MHz	94,15 MHz	1,47 MHz
	4	61...68 MHz	62,25 MHz	101,15 MHz	1,59 MHz
USB	S 1	104...111 MHz	105,25 MHz	144,15 MHz	2,25 MHz
	S 2	111...118 MHz	112,25 MHz	151,15 MHz	2,36 MHz
	S 9	160...167 MHz	161,25 MHz	200,15 MHz	3,12 MHz
Band III	S 10	167...174 MHz	168,25 MHz	207,15 MHz	3,24 MHz
	5	174...181 MHz	175,25 MHz	214,15 MHz	3,35 MHz
	6	181...188 MHz	182,25 MHz	221,15 MHz	3,46 MHz
	11	216...223 MHz	217,25 MHz	256,15 MHz	4,00 MHz
OSB	12	223...300 MHz	224,25 MHz	263,15 MHz	4,13 MHz
	S 11	230...237 MHz	231,25 MHz	270,15 MHz	4,22 MHz
	S 12	237...244 MHz	238,25 MHz	277,15 MHz	4,33 MHz
	S 19	286...293 MHz	287,25 MHz	326,15 MHz	5,10 MHz
Band IV / Band V	S 20	293...300 MHz	294,25 MHz	333,15 MHz	5,21 MHz
	21	470...478 MHz	471,25 MHz	510,15 MHz	7,97 MHz
	22	478...486 MHz	479,25 MHz	518,15 MHz	8,10 MHz
	68	846...854 MHz	847,25 MHz	886,15 MHz	13,85 MHz
	69	854...862 MHz	855,25 MHz	894,15 MHz	13,97 MHz

Tabelle 3: Frequenzzuordnung der Kanäle.

N_x : Nummer des zu berechnenden Kanals

N_a : Nummer des Anfangskanals des zugehörigen Bereichs

f_{bt} : Bildträgerfrequenz in MHz

f_{osz} : Oszillatorkennfrequenz in MHz

f_t : Teiler-Frequenz in MHz

Als die Bilder laufen lernten

Man sollte sich nun einen gut zu empfangenden Sender aus-

suchen und anhand der Oszillatorkennfrequenz einzustellen. Falls man keinen bestimmten Kanal kennt, geben Fernsehwerkstätten, aber auch einige Programmzeitschriften bereitwillig Auskunft. Die Teilerfrequenz wird mit einem Frequenzzähler so genau wie möglich eingestellt. An J4 (AV-Buchse) wird ein Videorecorder angeschlossen. Er wird auf Wiedergabe gestellt und das VCR-Signal auf +12 V gelegt. Mit dem Trimmer R18 wird das Signal so eingestellt, daß es am Emitter von T6 einen Pegel von 3 V_{ss} hat (mit Oszilloskop kontrollieren).

Als nächstes wird eine Pegelanpassung zwischen VCR-Gerät und TV-Tuner vorgenommen. Dazu wird das VCR-Signal mit 0 V verbunden und der Trimmer R4 so eingestellt, daß am Emitter von T6 derselbe Pegel von 3 V_{ss} gemessen werden kann. Dabei darf R18 nicht mehr verändert werden! Diese Pegelanpassung ist erforderlich, um beim Umschalten zwischen TV-Tuner und VCR-Gerät keine unterschiedlichen Pegel am Ausgang (J3) zu bekommen, da ansonsten die Helligkeits- und Kontrastregler des Monitors korrigiert werden müßten. Wenn an J3 ein Monitor angeschlossen wird, wird der Ausgangspegel des Video-

verstärkers nur durch R28 eingestellt!

Der Ton macht die Musik

Die dritte Baugruppe zu dem Tuner ist der Stereodecoder. Er besteht ähnlich wie der Videoverstärker aus mehreren Funktionsblöcken, die im Blockschaltbild (Bild 11) dargestellt sind. Die grundsätzliche Aufgabe des Decoders ist die Umsetzung der vom Tuner gelieferten Ton-Zwischenfrequenzen in den NF-Stereoton. Das an kommende ZF-Signalgemisch wird zunächst vom Tuner entkoppelt und verstärkt und anschließend mit Hilfe von schmalbandigen Keramikfiltern in Zwei-Ton-Zwischenfrequenzen aufgeteilt:

- 1. Ton-ZF 5,5 MHz (Tonträger I)
- 2. Ton-ZF 5,74 MHz (Tonträger II)

Die erste Ton-ZF wird in einem Frequenzdemodulator – dem guten alten TBA 120 – in das NF-Signal umgewandelt. Dieses enthält die Information des rechten und des linken Kanals und wird in Mono-Fernsehern direkt an den Lautsprecher weitergegeben. In unserer Schaltung gelangt es jedoch erst noch in eine besondere Matrixschaltung.

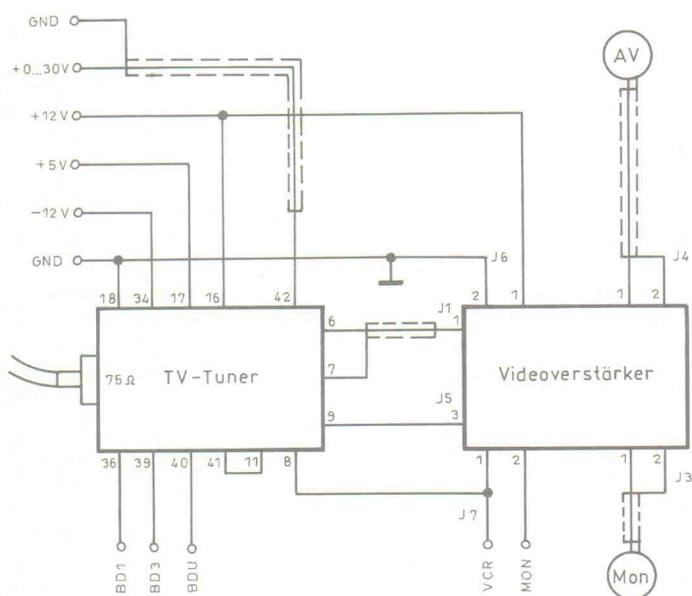


Bild 10: Mit Hilfe dieser Verdrahtung kann der Tuner zusammen mit dem Videoverstärker getestet werden.

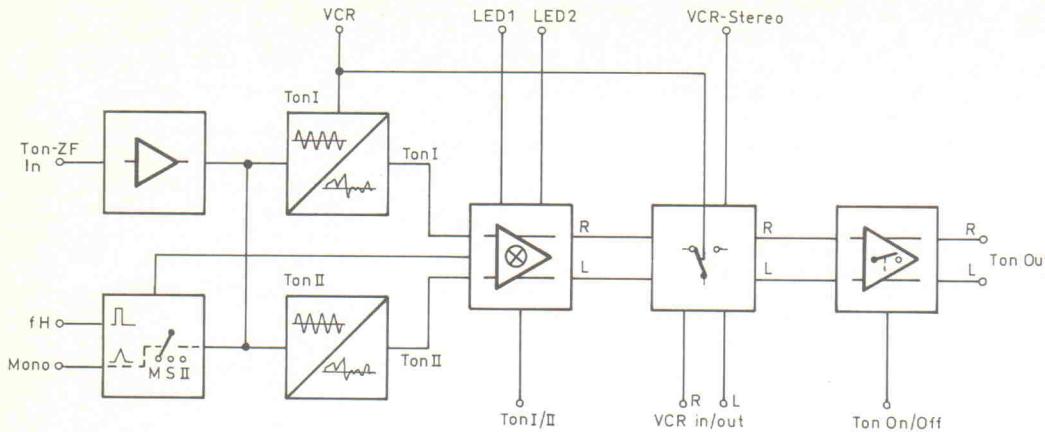


Bild 11: Die Decoder-Platine übernimmt neben der Demodulation zahlreiche Schaltfunktionen.

Die zweite Ton-ZF wird ebenfalls in einem Frequenzdemodulator in ein NF-Signal umgewandelt. Hier kommt jedoch ein speziell für TV-Stereo-Anwendungen konzipiertes IC mit der Bezeichnung TDA 4940 zum Zuge. Es bietet neben der Erzeugung des zweiten NF-Signals aus der ZF des zweiten Tonträgers noch die Auswertung des Pilottonträgers, der eine mögliche Stereo- oder Zwei-Kanalton-Sendung anzeigen. Dieses IC benötigt allerdings das Horizontal-Synchronsignal, um die Auswertung des Pilottonträgers vornehmen zu können. Man hat weiterhin die Möglichkeit, ein zwangsweises Mono einzustellen, um bei leicht verrauschem Empfang eine annehmbare Tonqualität zu erhalten.

Das zweite NF-Signal gelangt auch auf die Matrixschaltung, die in einem Artverwandten des TDA 4940 sitzt, nämlich in dem TDA 4941. Diesem gelingt es durch geschicktes Verknüpfen der beiden Tonsignale, ein Stereo- beziehungsweise Zwei-Kanalton-Signal zu erzeugen. Oder notfalls auch Mono-Empfang zu ermöglichen. Die Information, was zur Zeit gewünscht beziehungsweise möglich ist, bekommt er von seinem Kollegen, dem TDA 4940. Über die beiden Leuchtdioden LED1 und LED2 zeigt er dies auch in optischer Form an. Bei Zwei-Kanalton hat man dann auch noch die Qual der Wahl, nämlich Ton I oder Ton II.

Gegenüber Videogeräten ist der TDA 4941 sehr aufgeschlossen, denn er bietet Ihnen das gerade gewählte Ton-Signal via AV- oder SCART-Buchse zur weite-

ren Verarbeitung an. Ebenso ist die Ton-Wiedergabe von einem VCR-Gerät möglich. Die entsprechend gewählten Wiedergabe-Zustände wandelt das IC selbsttätig in ein brauchbares NF-Signal um (Kanal rechts und Kanal links). Beide Signale werden durch einen weiteren Verstärker vom IC entkoppelt und niederohmig von Transistoren angeboten. Niederohmig allerdings nur im Sinne von einigen hundert Ohm (nominal 680 Ω).

Dasselbe gilt für die VCR-Ausgänge. Mit einem Schaltsignal läßt sich der Ton dann auch abschalten. Außerdem kann der Controller bei Senderausfall oder Sendeschluß den Ton 'abwürgen' (keine Belästigung durch starkes Rauschen).

Hier noch einmal die Vorteile des Stereodecoders kurz aufgelistet:

- Stereo- oder Zwei-Kanalton-Empfang
- zwangsweise auch Mono-Empfang
- saubere Trennung der Kanäle durch Keramikfilter
- klare Erkennung von Stereo- oder Zwei-Kanalton-Empfang durch PLL-Schaltkreis
- Integration von VCR-Geräten
- optische Anzeige des Empfangs durch LEDs
- Abschaltung des Ton-Signals bei z. B. schlechten Empfangsbedingungen

Der komplette Stromlaufplan des Stereodecoders wird durch Bild 12 wiedergegeben. Über J3 wird die Versorgungsspannung von 12 V zugeführt. Die Ton-Zwischenfrequenz des Tuners wird an J1 geführt. C1 trennt die Gleichspannungspo-

tentiale von Tunerausgang und Eingangsverstärker. Dieser wird durch R1...R3 und T1 gebildet und stellt die klassische Kollektorschaltung dar, die lediglich eine Stromverstärkung der ZF bewirkt. Dies ist unbedingt erforderlich, weil die Keramikfilter F1 und F3 niederohmig sind und die Signalquelle mehr oder weniger stark belasten. Die Spule L1 bewirkt mit den Kondensatoren C3 und C4 eine Entkopplung von den anderen Baugruppen auf der Platine.

Da der Signalpegel der ZF mit einigen mV sehr niedrig ist, sollte der Transistor T1 halbwegs rauscharm sein. C2 gibt den verstärkten Signalpegel an die Filter weiter. Hierbei bewirken die Widerstände R4 und R9 eine Entkopplung der Filter sowie eine Anpassung auf deren Eingangswiderstand. Dieser beträgt für den Keramikfilter SFE 5,5 MC (F1) 600 Ω . Die Mittenfrequenz dieses Filters beträgt 5,5 MHz, die 3-dB-Bandbreite typischerweise ± 85 kHz und die 20-dB-Bandbreite typischerweise 365 kHz. Die Durchgangsdämpfung für das Signal beträgt 3,7 dB und die Ausgangsimpedanz wieder 600 Ω .

Das so gefilterte Signal gelangt dann auf den Demodulator TBA 120 T (IC1). Die T-Ausführung dieses altbekannten 'Chips' ist speziell auf den Einsatz von Keramikfiltern abgestimmt. Das ZF-Eingangssignal wird über Pin 14 einem achtstufigen ZF-Verstärker zugeführt, der die ZF bei ausreichendem Pegel auf einen Wert von circa 250 mV_{ss} begrenzt. Das Signal liegt zwischen Pin 10 und Pin 6 an, wird durch den Keramik-

Diskriminator F2 gefiltert und gelangt dann auf den Koinzidenzdemodulator.

Dieser gewinnt aus der ZF das NF-Signal und stellt es an Pin 12 ungeregelt und an Pin 8 geregt mit einem Pegel von circa 900 mV zur Verfügung. Da bei der Modulation des Tonträgers eine Preemphase von 50 μ s für die Signalübertragung benutzt wird, muß das NF-Signal erst noch eine Deemphasis-Schaltung durchlaufen. Diese wird durch eine einfache RC-Kombination von 1,1 k Ω und 47 nF gebildet. Hierbei ist der Widerstand von 1,1 k Ω bereits in die Ausgangsstufen des ICs integriert worden, so daß nur noch je ein 47-nF-Kondensator (C10 und C12) an Pin 8 und Pin 12 gegen Masse geschaltet werden muß. Der Sinn dieses Verfahrens ist es, während der Übertragung den Pegel der weniger energiereichen höheren Frequenzen etwas anzuheben und somit das Rauschen in der Übertragungskette zu vermindern.

Da eine Laustärkeregelung für das NF-Signal des TBA 120 T nicht benötigt wird, konnte Pin 4 direkt mit Pin 5 verbunden und auf ein Widerstandsnetzwerk zwischen diesen Anschlüssen verzichtet werden. Über Pin 11 erhält das IC die Versorgungsspannung von 12 V; das RC-Glied R5, C5, C6 beseitigt Störungen auf derselben. Über die Diode D1 und den Widerstand R7 wird auf Pin 13 die VCR-Schaltspannung zugeführt. Legt man an die Diode eine Spannung von 12 V, so trennt das IC den NF-Ausgang vom Demodulator und schaltet die NF-Ausgänge auf den Pin 3. Dieser kann als VCR-Eingang benutzt werden, ist jedoch in dieser Schaltung über ein RC-Glied nach Masse geschaltet, um Störungen zu vermeiden. Das VCR-Signal wird in dem Stereodecoder an anderer Stelle angeschlossen. Das in seinem Pegel stabilisierte NF-Signal wird an Pin 8 herausgeführt und über C33 an die Matrixschaltung TDA 4941 weitergegeben.

Die Demodulation des zweiten Tonträgers

Damit hat der TBA 120 T auch seine Aufgabe in dieser Schaltung erfüllt. Etwas mehr an Aufgaben muß dafür der

TDA 4940 erfüllen. Er bekommt die Zwischenfrequenz des zweiten Tonträgers über den Keramikfilter SFE 5,74 MC (F3), der dieselben elektrischen Eigenschaften hat wie der SFE 5,5 MC, nur mit einer

Mittenfrequenz von 5,74 MHz. Der ZF-Teil des ICs ist wie beim TBA 120 ausgeführt. Das mit einem Koinzidenzdemodulator erzeugte NF-Signal wird verstärkt und an Pin 18 zur Verfügung gestellt. Die Ausgangs-

stufe ist durch einen einfachen Emitterfolger realisiert und stellt das NF-Signal mit einem Pegel von circa 0,3 V_{ss} und einem Gleichspannungsanteil von 6 V zur Verfügung. Mit dem 5,6-kΩ-Widerstand R15

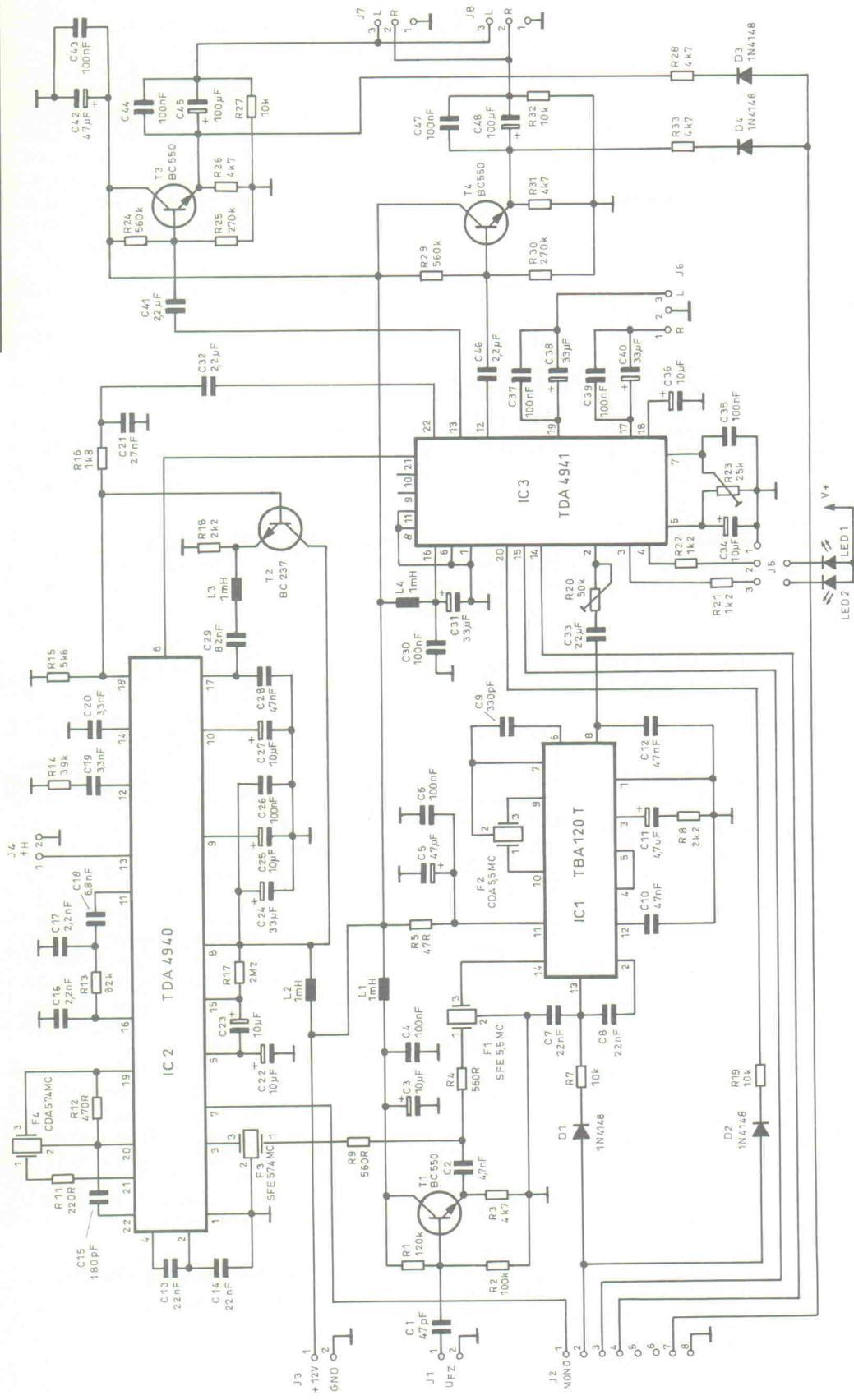
wird der Emitterfolger niederohmig gemacht, um Verzerrungen durch die Belastung des Emitterfolgers gering zu halten.

Dieses Signal muß genauso wie das 5,5-MHz-Tonsignal noch einer Deemphasisschaltung unterzogen werden. In diesem Fall wird sie durch die RC-Kombination R16, C21 gebildet und hat eine Deemphase von circa 50 µs. Anschließend gelangt das NF-Signal durch C32 auf das Matrix-IC TDA 4941. Um eine Feststellung der Sendebetriebsart im Empfänger zu ermöglichen, wird dem NF-Signal des Tonträgers II (5,74 MHz) noch ein Kennungssignal beigemischt, das weitläufig Pilottonträger genannt wird.

Dieses hat eine festgelegte Frequenz von 54,68 kHz und wird mit einem Kennton amplitudemoduliert. Anschließend wird es dem NF-Signal beigemischt und die Tonträgerfrequenz 5,742 MHz mit diesem Gemisch frequenzmoduliert. Dieser Pilottonträger ist demnach in dem NF-Signal an Pin 18 mitenthalten. Er ist mit seiner Frequenz von 54,68 kHz jedoch nicht hörbar und wird außerdem noch durch das Deemphasismfilter weitgehend unterdrückt. Es wird allerdings über den Emitterfolger T2 und den Schwingkreis L3, C29 an dem Anschluß 17 wieder eingespeist.

Dieser ist der Eingang für den Pilotton-Demodulator. T2 dient dabei der Entkopplung des relativ niederohmigen Bandpasses L3, C29. Bei direktem Anschluß des Filters an Pin 18 würden an dem Emitterfolger Verzerrungen auftreten, und die Kenntöne von 117 beziehungsweise 274 Hz könnten in dem NF-Signal hörbar werden. Ebenso sollte die Güte des Filters nicht beliebig groß sein, um T2 nicht zu stark zu beladen. Bei einer Dimensionierung des Bandfilters auf eine Mittenfrequenz von 54,68 kHz sorgt dieses übrigens auch für eine Absenkung des NF-Signals und verhindert so eine Übersteuerung des Demodulators.

Der Pegel an Pin 17 sollte etwa 150 mV_{ss} betragen. Der Demodulator erhält die entsprechende Vergleichsfrequenz von einem PLL-Regelkreis, der mit der Horizontalfrequenz synchronisiert wird. Diese wird der Videoverstärker-Platine an Pin 1



von J5 abgenommen und über Pin 1 von J4 an Pin 13 des ICs geführt. Die Schaltschwelle liegt bei circa +2 V. Der PLL-Synthesizer erzeugt aus den 15,625 kHz die Pilotton-Trägerfrequenz von:

$$3,5 \cdot 15,625 \text{ kHz} = 54,68 \text{ kHz}$$

sowie die Kenntöne

$$117 \text{ Hz} (15,625 \text{ kHz} / 133)$$

und

$$274 \text{ Hz} (15,625 \text{ kHz} / 57).$$

Die 54,68 kHz gelangen intern als Rechteckspannung auf den Demodulator. Die Phasendifferenz der Signale wird noch über eine Regelschaltung ausgeregt (internes Monoflop und Kondensator am Anschluß 14). Der Demodulatorausgang ist Pin 16. Hier werden die Kenntöne – 117 Hz und 274 Hz – mit einem Pegel von circa 120 mV_{ss} über eine externe Filterschaltung mit R13, C16...C18 an Pin 11 wieder eingespeist.

Dort erfolgt dann auch die Auswertung über einen frequenzselektiven Effektivwertgleichrichter und einen nachfolgenden Komparator. Dabei entspricht 117 Hz Stereobetrieb, 274 Hz Zweikanaltonbetrieb und 0 Hz Monobetrieb. Im Multiplexbetrieb werden die Zustände abgefragt und über den Tri-State-Ausgang (Pin 6) ausgegeben und gelangen auf das Matrix-IC TDA 4941 (IC3).

Über Pin 7 von IC2 läßt sich mit einer Spannung von 12 V auch zum Beispiel bei schlechtem oder verrauschem Empfang zwangswise Monobetrieb einstellen. Der Ausgang (Pin 6) hat insgesamt drei Zustände (Tri-State):

- 0 V => Zweikanalton
- 6 V => Mono
- 12 V => Stereo

Eine Schaltmatrix sorgt für die richtige Verknüpfung der NF-Signale

An Pin 5 sollte eine Referenzspannung von 6 V erscheinen. Pin 8 ist der Versorgungsspannungseingang. Das IC hat eine Stromaufnahme von circa 30 mA bei 12 V Betriebsspannung. Die demodulierten Signale müssen nun noch in einer geeigneten Weise miteinander verknüpft werden, um die Betriebsarten Mono, Stereo und Zweikanalton einzustellen.

Betriebsart	Tonträger I	Tonträger II
Mono	Mono	Mono
Stereo	(L + R) / 2 (Mono)	R
Zweiton	Ton I	Ton II

Tabelle 4: Je nach Sendebetriebsart ändert sich der Signalthalt der Einzeltonträger.

Diese Aufgabe übernimmt das IC3 TDA 4941. Als Artgenosse des TDA 4940 ist er eine ideale Ergänzung für die Ton-Auswertung. So enthält er eine umschaltbare Matrix mit diversen Analogschaltern, einen NF-Ausgang mit Balanceregelung, LED-Treiber sowie einen Kopfhörerverstärker mit Lautstärke und Balanceregelung, der in dieser Baugruppenanordnung jedoch nicht benutzt wird.

Das IC wird auch mit 12 V betrieben und hat dabei eine Stromaufnahme von circa 20 mA. Die beiden demodulierten NF-Signale werden an Pin 2 (Ton I) und Pin 22 (Ton II) zugeführt. Die Kondensatoren C32 und C33 dienen dabei der Entkopplung der NF-Treiber von IC1 und IC2 zu den Eingangsstufen von IC3.

Die beiden NF-Pegel sind jedoch unterschiedlich (Ton I = 900 mV, Ton II = 300 mV), und folglich muß der Pegel von Ton I (IC1, TBA 120 T) noch entsprechend abgesenkt werden, um beide Pegel auf den gleichen Wert zu bekommen. Dies geschieht mit dem Trimmer R20 (50 kΩ) und dem internen Eingangswiderstand von 15 kΩ von IC3 (TDA 4941). Der Trimmer wird nacher so abgeglichen, daß beide Pegel an Pin 2 und 22 etwa gleich sind.

Die beiden Tonträger enthalten in den verschiedenen Betriebsarten die in Tabelle 4 aufge-

führten Informationen. Bei Mono- und Zweiton-Betrieb schaltet das IC einfach die NF-Signale der Tonträger I und II entsprechend der Stellung der Analogschalter an die Ausgänge L und R durch. Bei Stereo-Betrieb ist die Information 'rechter Kanal' (R) direkt vorhanden (Tonträger II). Die Information 'linker Kanal' wird durch Subtraktion der Signale L + R (Tonträger I) und R (Tonträger II) erreicht:

$$2 \cdot [(L + R) / 2] - R = L$$

Die so erhaltenen Signale werden dann an die Ausgänge R und L weitergegeben. Über Pin 21 bekommt der TDA 4941 vom TDA 4940 die Information über den Empfangsstatus. Pin 3 und Pin 4 sind zwei Stromsenken, an die LEDs angeschlossen werden können, die den momentanen Empfangsstatus anzeigen. Sie sind über die Widerstände R21 und R22 mit Pin 2 und 3 von J5 verbunden. Die Leuchtdioden werden von dort an positive Betriebsspannung gelegt.

Die Anschlüsse 6, 8 und 11 haben die Funktion für die Umschaltung von Ton I und II, die Balanceregelung und die Lautstärkeregulation für den Kopfhörerausgang (Pin 9 und Pin 10). Da dieser nicht benutzt wird, sind die Steuersignale gegen GND geschaltet.

Der Elko an Pin 18 dient der Abblockung der internen Speisespannung. An Pin 7 wird die

Balance des NF-Ausgangs mit einer Gleichspannung eingestellt. Diese wird mit dem Trimmer R23 erzeugt, der aus der Referenzspannung (Pin 5 des ICs) von 4,8 V gespeist wird. An den Pins 14, 15 und 20 werden die Schaltspannungen für die möglichen Empfangsebenen zugeführt (siehe Tabelle 5). Weitere Informationen über die Funktionen des Stereo-Decoders sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Pin 17 und 19 sind die VCR-Ein- und Ausgänge 'links/Ton I' (Pin 17) und 'rechts/Ton II' (Pin 19), die die Ton-Schnittstelle zu dem Videorecorder herstellen (AV-Buchse). Die Ausgänge für die NF-Signale sind Pin 12 (rechter Kanal) und Pin 13 (linker Kanal). Die Ausgangsspannung beträgt circa 300 mV auf jedem Kanal.

Die Signale R und L werden durch die Kollektorstufen T3 und T4 noch verstärkt. Diese können dann den Pegel an einer Last von 600 Ω liefern. Weiterhin lassen sich die Ausgangsstufen durch ein +12-V-Signal an Pin 7 der Stiftleiste J2 abschalten.

Eine enge Bestückung erlaubt kleine Abmessungen

Der Bestückungsplan wird in Bild 13 wiedergegeben. Damit die Platine relativ kleine Abmessungen erhalten konnte, wurden die Bauteile recht eng bestückt. Alle Bauteile müssen daher besonders kleine Abmessungen haben. Das gilt besonders für die Kondensatoren! Ansonsten ist die Bestückung weitgehend problemlos.

Der gesamte Stereodecoder hat eine Stromaufnahme von knapp 90 mA. Zur Funktionsüberprüfung wird der Stereodecoder an die Tunertestbeschaltung des Videoverstärkers mit angeklemmt. Dazu wird an J1 die Ton-ZF des Tuners angeschlossen. Dann wird der Tuner auf einen Sender abgestimmt. Dieser muß mit einem 10-Gang-Trimmer fein eingestellt werden. Eventuell ist nach einigen Minuten eine Korrektur der Einstellung vorzunehmen. An den Ausgängen der Schaltung wird ein Verstärker angeschlossen. Als erstes sollte Mono-Empfang ausprobiert werden.

Dabei muß an dem Mono-Eingang (Pin 1 von J2) eine Span-

Schalter-Funktion	Belegung am TDA4941	Belegung an Stiftleiste J2
Ton-I/II-Umschalter NF-Ausgang	Pin 14	Pin 4
VCR-Stereo-Schalter	Pin 15	Pin 3
VCR-Aufnahme/ Wiedergabe-Schalter	Pin 20	Pin 2

Tabelle 5: Die vom Bediener erreichbaren Schaltfunktionen.

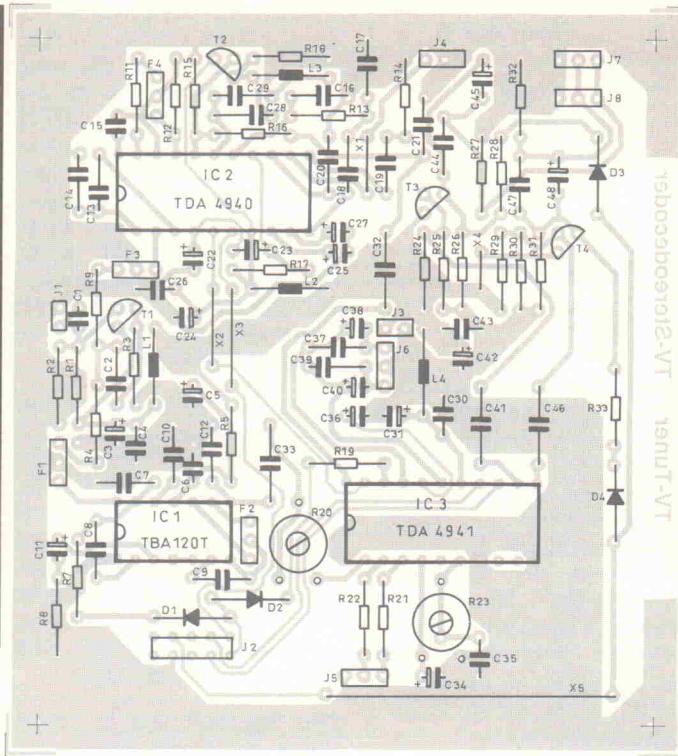
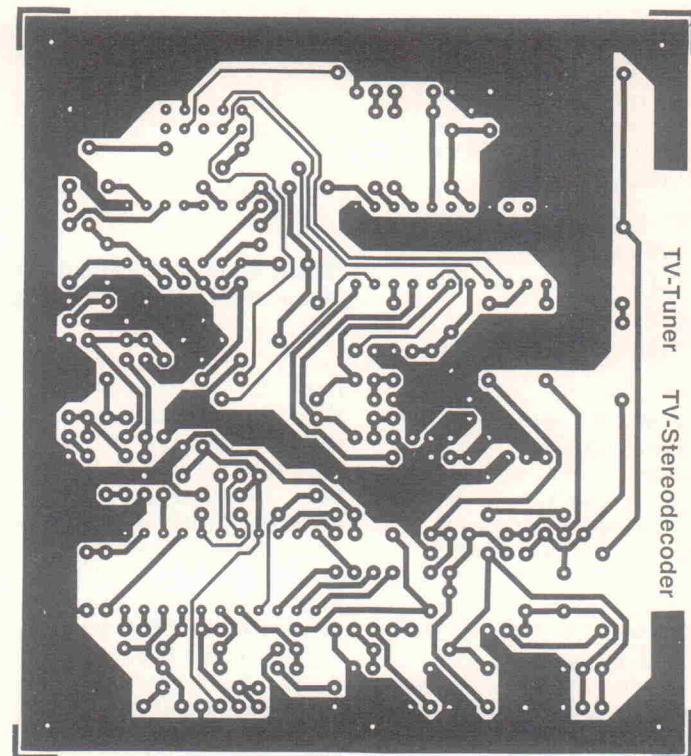


Bild 13: Trotz der hohen Bauteildichte wurde ein einseitiges Layout realisiert.



Stückliste

TV-Stereodecoder

Widerstände
(1% Toleranz, 1/4 W, Metallfilm):

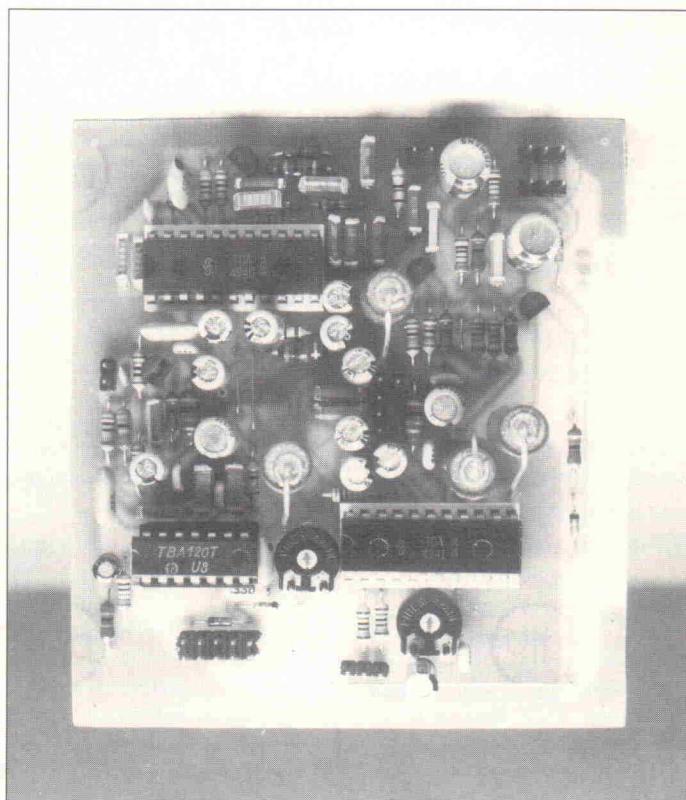
R5	47	C10,12,28	47nF, MKT, RM7,5
R11	220	C37,39,44,47	100nF, MKT, RM7,5
R12	470	C32,33,41,46	2,2uF, MKT, RM10
R4,9	560	C11	4,7uF/16V, Elko, RM2,5
R21,22	1,2k	C3,22,23,25,27,34,36	10uF/16V, Elko, RM2,5
R16	1,8k	C24,31,38,40	33uF/16V, Elko, RM2,5
R6,8,10,18	2,2k	C5,42	47uF/16V, Elko, RM2,5
R3,26,28,31,33	4,7k	C45,48	100uF/16V, Elko, RM5
R15	5,6k		
R7,19,27,32	10k	Induktivitäten:	
R14	39k	L1,L2,L3,L4	1mH, Festinduktivität, RM10
R13	82k		
R2	100k	Halbleiter:	
R1	120k	D1,D2,D3,D4	1N4148
R25,30	270k	T1,T3,T4	BC550
R24,29	560k	T2	BC237
R17	2,2M	IC1	TBA120T
R23	25k, Trimmer, lin., liegend	IC2	TDA4940
R20	50k, Trimmer, lin., liegende	IC3	TDA4941

Kondensatoren:

C1	47pF, ker., RM2,5	F1	SFE5,5MC
C15	180pF, ker., RM2,5	F2	CDA5,5MC
C4,6,26,30,35,43	100nF, ker., RM5	F3	SFE5,74MC
C9	330pF, MKT, RM7,5	F4	CDA5,74MC
C16,17	2,2nF, Styroflex, RM7,5	Sonstiges:	
C19,20	3,3nF, MKT, RM7,5	1 Platinen 90 x 100, einseitig	
C2	4,7nF, MKT, RM7,5	1 IC-Sockel 14pol.	
C18	6,8nF, MKT, RM7,5	2 IC-Sockel 22pol.	
C29	8,2nF, MKT, RM7,5	3 Stiftleisten, 1 x 2pol.	
C7,8,13,14	22nF, MKT, RM7,5	4 Stiftleisten, 1 x 3pol.	
C21	27nF, MKT, RM7,5	1 Stiftleiste, 2 x 5pol.	

nung von +12 V und an dem VCR-Eingang und dem Ton-On/Off-Eingang (Pin 7 von J3) GND angeschlossen werden. Wenn der eingestellte Sender dann tatsächlich die Ton-Information ausstrahlt, muß das NF-Signal an Pin 8 des TBA 120 T erscheinen (hochohmig) und, wenn die Matrixschaltung rich-

tig funktioniert, auch an Pin 12 und Pin 13 und damit an J7 und J8. Sollte das funktionieren, ist als nächstes die Sendebetriebsart-Erkennung des TDA 4940 zu testen. Dazu erhält der Mono-Eingang ebenfalls GND-Potential. Nun müßte der Decoder die Sendebetriebsart (Mono/Stereo/2-Kanal-Ton) erken-



Es ist denkbar, einen Farbfernseher mit dieser Platine nachzurüsten; aber Vorsicht mit der Hochspannung!

nen können. Angezeigt wird das durch die beiden LEDs LED1 und LED2 (siehe auch Tabelle 6).

Werbespots als Testsendung

Zur sicheren Überprüfung sollte man entsprechend Sendungen heraussuchen, die in Stereo oder Zwei-Kanal-Ton angekündigt werden. In den Programmen ARD und ZDF wird in der Regel auch das Werbefernsehen in Stereo ausgestrahlt. Endlich ein Grund, sich die Spots anzusehen, ohne daß man ein schlechtes Gewissen haben muß. – Falls die Leuchtdioden den Empfang nicht richtig anzeigen, sollte man in jedem Fall auch noch den Pegel an Pin 6 vom TDA 4940 auf die oben angegebenen Werte überprüfen.

Auch sind gute Empfangsbedingungen und eine saubere Einstellung des Senders sehr wichtig. Der VCR-Empfang sollte auch getestet werden. Wer keinen Videorecorder mit VCR-Schnittstelle besitzt, kann diesen zum Beispiel auch mit einem Magnettonbandgerät

Funktion	VCR	VCR Stereo	Ton I/II	Ton On/Off	Mono	VCR In/Out	Kanal R	Kanal L	LED1	LED2
Mono	L	X	X	L	H	TonOut	R+L	R+L	Aus	Aus
Stereo*	L	X	X	L	L	TonOut	R	L	Ein	Ein
2-Kanal* Ton I	L	X	H	L	L	TonOut	TonI	TonI	Ein	Aus
2-Kanal* Ton II	L	X	L	L	L	TonOut	TonII	TonII	Aus	Ein
VCR Stereo	H	H	X	L	X	VCR-In	VCRR	VCRL	Aus	Aus
VCR Kanal1	H	L	H	L	X	VCR-In	VCRR	VCRR	Ein	Aus
VCR Kanal2	H	L	L	L	X	VCR-In	VCRL	VCRL	Aus	Ein
Ton-Aus	L	X	L,H	H	L,H	TonOut	-	-	X	X
Ton-Aus	H	L,H	L,H	H	X	VCR-In	-	-	X	X

oder ähnlichem simulieren. Magnetbandgeräte bieten sich hier besonders an, da man mit ihnen wiedergeben und aufnehmen kann. Die VCR-Schnittstelle kann damit in beiden Richtungen getestet werden.

Der Trimmer R20 sollte so ein-

gestellt werden, daß die Pegel an Pin 2 und Pin 22 in etwa gleich sind (bei Stereo oder Zwei-Kanal-Ton-Empfang). Er kann aber auch pauschal einfach in Mittelstellung gedreht werden. Ein Feinabgleich kann dann bei einer 2-Kanal-Ton-Sendung auf akustischem Wege

vorgenommen werden. Mit dem Trimmer R23 wird die Balance (rechts/links) eingestellt. Zum Anschluß kann noch das Abschalten der NF-Signale an J7/J8 ausprobiert werden, indem an den Eingang Ton ON/OFF ein 12-V-Signal angelegt wird.

Tabelle 6.

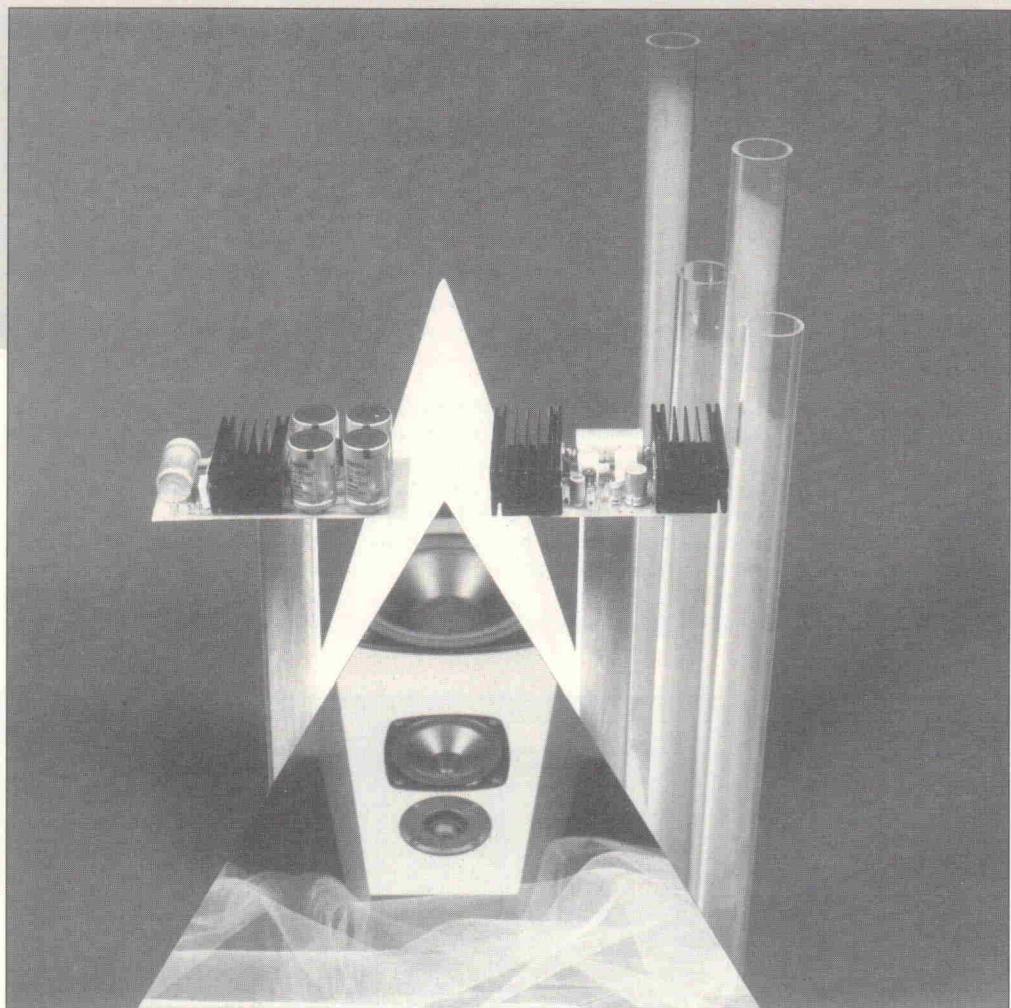
Endstufen unter der Lupe

Schaltungstechnik von Audio-Endstufen (3)

Audio

John Linsley Hood

In diesem dritten und letzten Teil unserer Serie beschäftigt sich der Autor mit diversen Verstärkungsprinzipien, Stromversorgungen und Testmethoden. Außerdem wirft er einen kritischen Blick auf das leidige Thema 'Technische Daten'.



Da es wünschenswert ist, einen Verstärker mit sehr linearem Übertragungsverhalten auch ohne Verwendung starker Gegenkopplungen aufzubauen, haben die Schaltungsentwickler besonderes Augenmerk auf die Verstärkerstufen gelegt, in denen der größte Anteil der gesamten Spannungsverstärkung produziert wird.

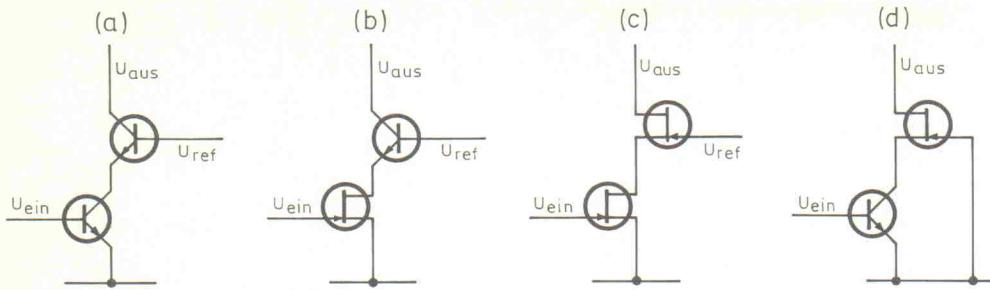
Entwurf der Spannungsverstärkerstufen

Die Linearität von Verstärkerstufen kann durch Verwendung von Differenzverstärkern verbessert werden, weil sie tendenziell weniger Verzerrungskomponenten geradzahliger Ord-

nung erzeugen. Auch die Kaskodeverbindung von Bauteilen, so wie sie in unterschiedlicher Ausführung in Bild 1 dargestellt ist, erhöht die Linearität, weil das spannungsverstärkende Element vom Ausgang gut entkoppelt ist. Auch die Verwendung symmetrischer Treiberstufen trägt zur Verbesserung der Schaltunglinearität bei, weil dann die Begrenzung der Anstiegsgeschwindigkeiten nicht so stark ist. Alle diese Methoden werden in unterschiedlicher Kombination in neueren Schaltungsentwürfen verwendet.

Hohe Verstärkung mit großer Bandbreite kann praktisch sehr einfach durch Kaskodierung einer Reihe von Verstärkerstu-

fen erreicht werden. In einem recht frühen Schaltungsentwurf von Lohstroh und Otala (1), der in Bild 2 gezeigt ist, wird diese Technik verwendet. Allerdings addieren sich die Phasenfehler der aufeinanderfolgenden Stufen und verschlechtern dadurch die Schleifenstabilität der Gesamtschaltung. Nichtsdestotrotz werden derartige Schaltungen kommerziell verwendet: Die in Bild 3 schematisch dargestellte Schaltung des Leistungsverstärkers M-90 von Pioneer zeigt starke Ähnlichkeiten mit dem Entwurf von Lohstroh/Otala. Dieser Schaltungsentwurf zeigt außerdem einen Trend auf, der sich zunehmend in Japan durchsetzt. Er besteht in der Verwendung von Eingangsstufen mit monolithischen Dual-



Junction-FETs in Kaskodeschaltung, weil es einfach ist, die Gleichspannungsoffsetcharakteristika eines monolithischen Paars einander anzugeleichen und weil die Eingangslinearität von FETs im Vergleich mit bipolaren Transistoren größer ist. Wenn die bipolaren Kaskodeelemente Tr_2 und Tr_4 hohe Spannungsfestigkeit besitzen, so dürfen die FETs aus den (preiswerten) Niederspannungsreihen stammen und müssen nicht an die meist relativ hohe Betriebsspannung angepaßt sein.

Die Verwendung spannungsfixer Kleinsignal-MOSFETs anstatt isolierter Junction-FETs in Kaskodeschaltung als Eingangselemente, wie anhand des Entwurfes (2) in Bild 4 dargestellt, ermöglicht einen einfacheren Aufbau ohne Verschlechterung der Schaltungseigenschaften. Es sind jedoch einige anfängliche Abgleicharbeiten durchzuführen, um mögliche Vorspannungsdifferenzen zwischen den beiden Eingangselementen zu kompensieren.

Die Eigenschaften des Spannungsverstärkers können durch eine Treiberstufe in Kaskodeschaltung (zur Aussteuerung der Ausgangsmitterfolger)

verbessert werden, wie in den Bildern 5 und 6 mit Schaltungsentwürfen von Borbely (3, 4) gezeigt. Von dieser Stufe wird erwartet, daß sie große Signalausgangsamplituden verarbeiten kann. Die Kaskodeschaltung verbessert in diesem Fall die wirksame Linearität des Eingangstransistors. Das gilt besonders hinsichtlich der Kollektorspannungsmodulation der Stromverstärkung (Early Effekt). Außerdem vermeidet die Kaskodeschaltung unerwünschte Wirkungen der Kollektor-Basis-Rückwärts-Kapazität. Bild 7 zeigt die Ausarbeitung dieses Schaltungsprinzips, so wie es im Technics-Verstärker SE-A 100 verwendet wird.

Darin wird die Kombination der Emitterfolgergruppe Tr_8 , 9 mit dem aus Tr_{10} , 11, 15 gebildeten Stromspiegel verwendet, um ein symmetrisch arbeitendes Treibersystem aus einer weniger komplexen, auf Masse bezogenen Eingangsstufe zu erhalten. So kann der Ruhestrom in der Ausgangsstufe besser kontrolliert werden als mit einer völlig symmetrischen Treiberschaltung, obwohl diese vom rein theoretischen Standpunkt vorzuziehen wäre.

Die Verfügbarkeit von Bauelementen mit hohen Arbeitsspan-

ungen führt zum vermehrten Einsatz linearer ICs in Treiberstufen. Allerdings ist festzustellen, daß die qualitativ hochwertigen Geräte nahezu ohne Ausnahme mit diskreten Bauteilen aufgebaut sind. Eine Ausnahme bildet die Verwendung von IC-Operationsverstärkern als DC-Komparatoren in den Quad-Verstärkern 405, 510, 520 und 606 nach Bild 8. Damit wird sichergestellt, daß der ohne Aussteuerung an den Lautsprecheranschlüssen des Verstärkers auftretende Gleichspannungsrest stets nahe dem gewünschten Nullpotential der Schaltung

Stromversorgungen

Genaugenommen gibt es keinen gleichwertigen Ersatz für ein elektronisch stabilisiertes Stromversorgungsteil zur Speisung des Leistungsverstärkers. Nur damit können Speisespannungen genau eingestellt und präzise gehalten werden. Außerdem sind solche Netzteile weitgehend frei von Rauschen und Brummen, und sie weisen eine niedrige Quellimpedanz auf. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß die verfügbare Ausgangsleistung des Verstärkers genau spezifiziert werden kann, weil sie durch kurzzeitige Änderungen der Netzspannung nicht beeinflußt wird. In geregelten Netzteilen ist es außerdem möglich, die Versorgungsleistung im Falle abnormaler Lautsprecherströme oder bei einem DC-Offsetfehler an den Ausgangsanschlüssen kurzzeitig zu vermindern oder sie auf Null zu schalten.

Die vielen Vorteile stabilisierter Stromversorgungen wirken sich auch qualitätsverbessernd auf den Klang des Leistungsverstärkers aus, obwohl diese Tatsache auf den ersten Blick meistens verwirrend wirkt. Das gilt nämlich dann, wenn getrennte Versorgungen für die Ausgangstransistoren und die vorgehenden Treiberstufen verwendet werden und beruht auf der sehr niedrigen Quellenimpedanz der Versorgungsleitungen. Die Verbesserung äußert sich in einem besonders 'soliden' Bass und in einem genaue-

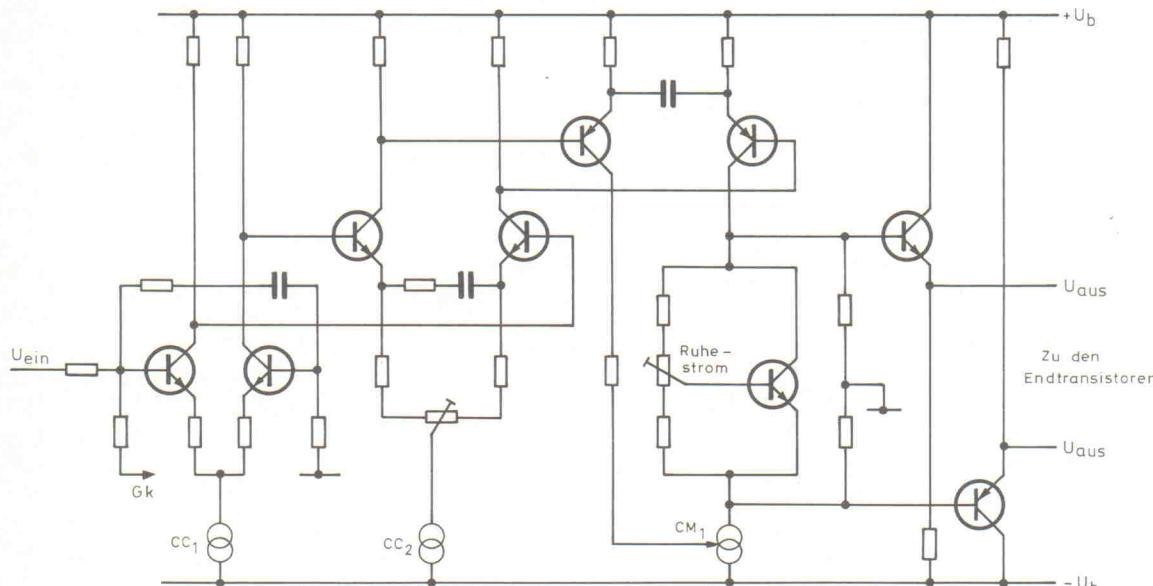


Bild 2.
Schaltungskonzept eines hochwertigen Verstärkers von Lohstroh und Otala mit hoher Verstärkung und Bandbreite.

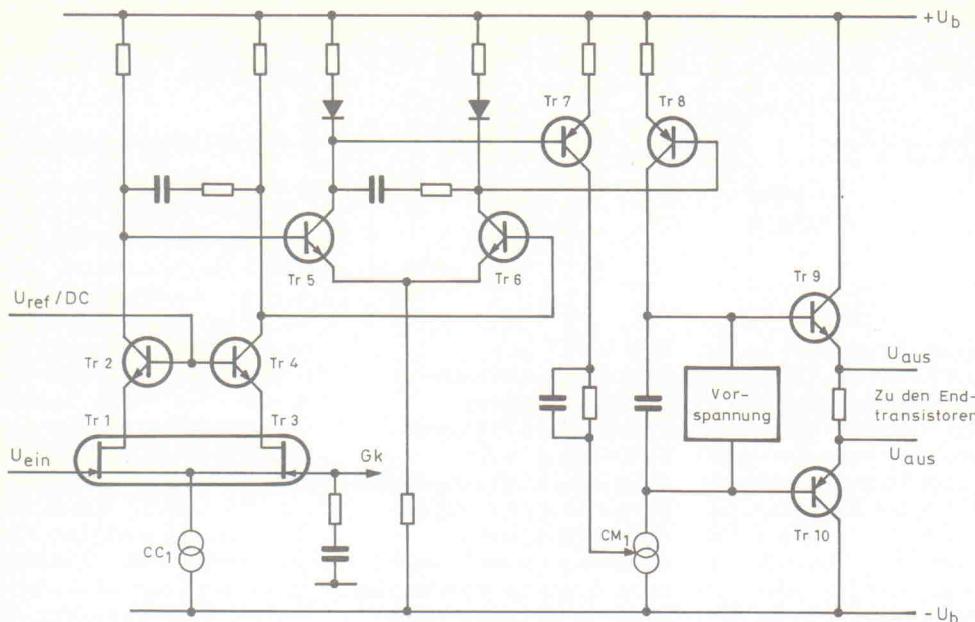


Bild 3. Pioneers M-90, eine kommerzielle Entwicklung, die auf der Schaltung von Bild 2 basiert.

ren Stereoeindruck. Geeignete Schaltungen tendieren jedoch zur Komplexität. Das zeigt sich auch an einer vom Autor veröffentlichten Schaltung eines Doppelversorgungsteiles (5).

Zur Speisung von Niederspannungsverstärkern werden in zunehmendem Maße IC-Spannungsregler eingesetzt, aber im Falle von Leistungsverstärkern ist eine harte Stabilisierung der Vorverstärkerspeisung aus Sicht des Anwenders nicht erforderlich. Der Grund dafür ist, daß ein wesentlicher Anteil der am Markt verkauften Geräte zur Wiedergabe von Rock- oder ähnlicher Musik verwendet wird. Darin sind momentane Pegelspitzen ein wesentlicher Bestandteil des Musikgenusses. In solchen Fällen werden die Geräte mit so hohen Ausgangspegeln betrieben, wie es die

Umstände erlauben; dann ist es von Vorteil, wenn der Verstärker 'weich' und daher nahezu unbemerkt in die Begrenzung geht. Da Leistungsspitzen in der Regel recht kurzfristig auftreten, kann ein unstabilisiertes Versorgungsteil mit hohen Leerlaufspeisespannungen und großen Speicher kondensatoren einen Verstärker deutlich 'lauter' klingen lassen als eine Stromversorgung mit festen und daher kleineren Versorgungsspannungen. Das ist ein Aspekt, den nur wenige Hersteller ignorieren können.

Bild 9 zeigt eine typische, moderne Stromversorgung mit vollständig getrennten Wicklungen für jeden Kanal und sehr großen Speicher kondensatoren. Natürlich kann der Ausgangstrom einer solchen Versorgung zerstörerisch auf das Lautsprechersystem wirken, wenn ein Bauteiledefekt im Verstärker auftritt. Aus diesem Grunde werden verschiedene Schutzsysteme verwendet, die von einfachen Schmelzsiche-

rungen in den Ausgangsleitungen bis zu aufwendigen Relais-Schutzsystemen reichen. Eines davon ist in Bild 10 dargestellt.

... Test one two

Eigentlich sollte es einige verständliche und allgemein akzeptierte Standards geben, anhand derer die Eigenschaften eines Verstärkers oder auch jeder anderen Komponente in der elektroakustischen Kette festgelegt werden können. Einige Entwurfsfehler, die in den früheren Tagen der Transistorverstärker entstanden, enthüllten Unzulänglichkeiten der verwendeten Testmethoden. Leider sind wir auch 30 Jahre später noch nicht so weit, daß wir genau sagen können, welche technischen Spezifikationen angestrebt werden sollten oder welche akustische Bedeutung die bekannten Restfehler besitzen.

Ein Teil dieses Problems röhrt her vom unterschiedlichen Verhalten des Verstärkers bei der

Verwendung durch Klassik-Liebhaber, Rockmusik-Fans und die recht indifferenten Gelegenheitshörer. Sollen die Klänge rein akustischer Instrumente wiedergegeben werden, wie sie in der klassischen Musik und im traditionellen Jazz Verwendung finden, dann ist ein direkter Vergleich des Originalklanges mit dem der elektroakustischen Reproduktion möglich. In diesem Fall lassen sich residuale Wiedergabeschwächen, soweit sie identifizierbar sind, auch quantifizieren.

In einigen der frühen öffentlichen Demonstrationen von Livemusik und ihrer elektroakustischen Reproduktion, die von G. A. Briggs (Wharfedale) und P. J. Walker (Quad) durchgeführt wurden, zeigte sich, daß die Klangunterschiede bereits zu jener Zeit überraschend klein gehalten werden konnten. So verstärkte sich der Glaube, daß die verwendeten Testmethoden eine sichere Information über den akustischen Eindruck der eingesetzten Geräte geben.

Für den 'normal' hörenden Käufer von Audioausrüstung liegen die wichtigen technischen Eigenschaften im Aussehen der Geräte, in der Anzahl ihrer unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten, ihrem Preis und ihren in Zahlenwerten angegebenen Spezifikationen wie Ausgangsleistung, Bandbreite sowie die harmonischen Verzerrungen bei zeitstationärer Aussteuerung und den Intermodulationsverzerrungen. Der Umstand, daß Leistungsverstärker mit sehr guten Spezifikationen nicht besser klingen müssen und vielleicht sogar schlechter abschneiden als weniger gut spezifizierte, hat aber doch Zweifel daran aufkommen lassen, ob die verwendeten Testmethoden eine ausreichende Qualitätsbeschreibung gestatten. Diese Zweifel wurden verstärkt durch die steigende Verwendung von elektronischen oder elektronisch unterstützten Instrumenten. Auch die menschliche Stimme ist einzubeziehen, wenn sie über Mikrofon und Verstärker im Pegel angehoben und dann direkt auf Band gespeichert wird.

Diese Musik wird meist noch während des Aufnahmevergangen 'bearbeitet', so daß der Klang erst bei der Wiedergabe des Bandes wahrgenommen werden kann. Das Urteil der

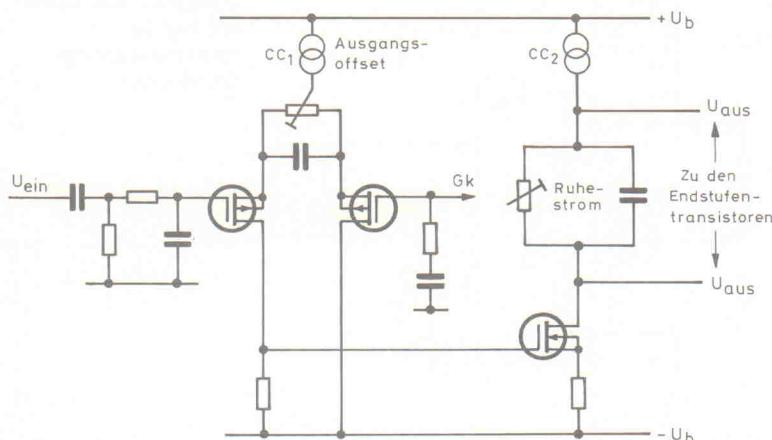


Bild 4. MOSFETs mit hoher Sperrspannung ermöglichen einfachere Schaltungskonzepte.

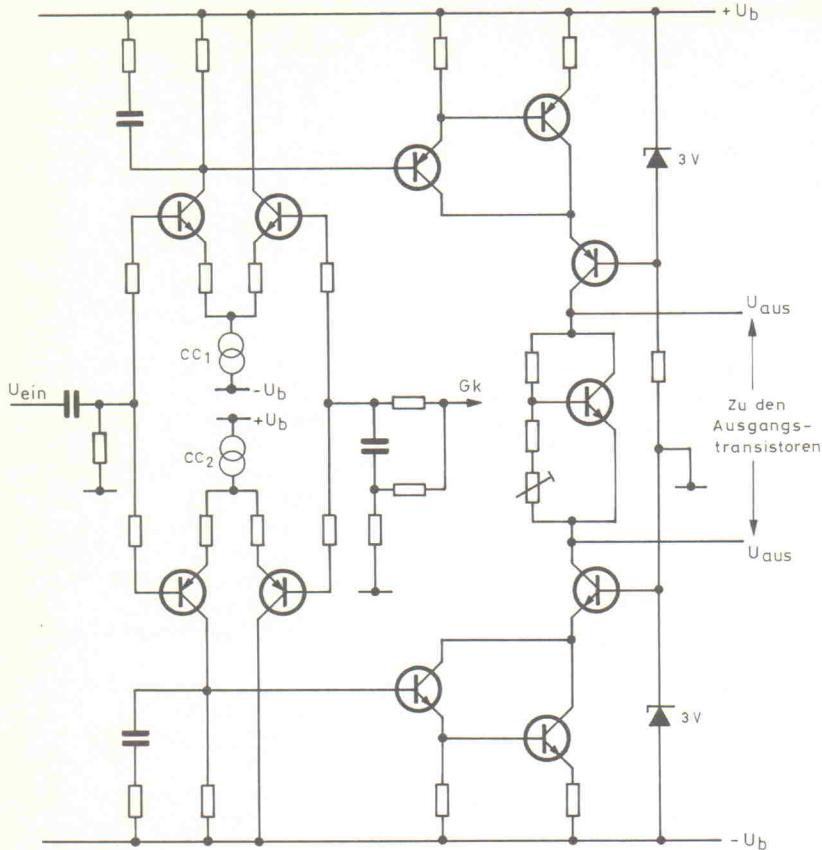


Bild 5. Lineare Spannungsverstärkerstufe nach Borbely in symmetrischer Ausführung.

hörenden Person basiert daher weniger darauf, ob der Klang genau reproduziert wird, sondern darauf, ob er angenehm im Ohr klingt.

Ob es nun stimmt oder nicht, der richtige HiFi-Fan beharrt auf der Meinung, daß beispielsweise zwischen den verschiedenen zur Verfügung stehenden Verstärkern wahrnehmbare Unterschiede bestehen, die nicht durch Messung einer der üblicherweise verwendeten Qualitätsparameter beschrieben werden können. Die vielen HiFi-Zeitschriften unterstreichen die Notwendigkeit verbesserter oder auch anderer Beurteilungskriterien und verstärken außerdem auch den Glauben daran, daß die Qualitätsmerkmale von Geräten unterschiedlicher Herkunft nur durch vergleichende Hörversuche mit (ihren eigenen) kundigen und erfahrenen Testredakteuren ermittelt werden können.

Natürlich ist das Fehlen gültiger mathematischer oder meßtechnischer Standards zur Festlegung der subjektiven Verstärkereigenschaften ein viel diskutiertes Thema, und viele Versuche wurden unternommen, die Situation zu klären. Zur Berücksichtigung des Gehörs in den qualitätsbeschreibenden Angaben haben Colloms (6) und Baxandall (7) nahezu gleichzeitig vorgeschla-

gen, den zu prüfenden Verstärker durch eine (phasenkorrigierte) Direktverbindung, wie

sie in Bild 11 dargestellt ist, zu ersetzen. Die Ergebnisse der beiden Autoren weichen jedoch

untereinander ab. Colloms sagt aus, daß mit dieser Methode deutliche Unterschiede festgestellt werden können, während Baxandall angibt, daß alle richtig dimensionierten Geräte innerhalb ihrer Grenzen identisch klingen.

Eine frühzeitige Feststellung von HiFi-Fans war die, daß Röhrenverstärker trotz ihrer im allgemeinen schlechteren Eigenschaften 'besser' klingen als Transistorverstärker. Das ist sicherlich auf das im Vergleich zu Transistorenwürfen 'weichere' Übersteuerungsverhalten von Röhrengerechten zurückzuführen. Hinzu kommt, daß die meisten Halbleiterverstärker eine Schutzschaltung in der Ausgangsstufe besitzen, die eine harte Begrenzung auf den maximal zulässigen Ausgangsstrom im Kurzschlußfall oder bei zu niedriger Lastimpedanz verursacht. Röhrenverstärker weisen diese Art von Begrenzung des Ausgangsstromes nicht auf und können daher bedeutend 'lauter' klingen als zahlenmäßig leistungsstärkere Transistorgeräte. Die Acoustical Manufacturing Company

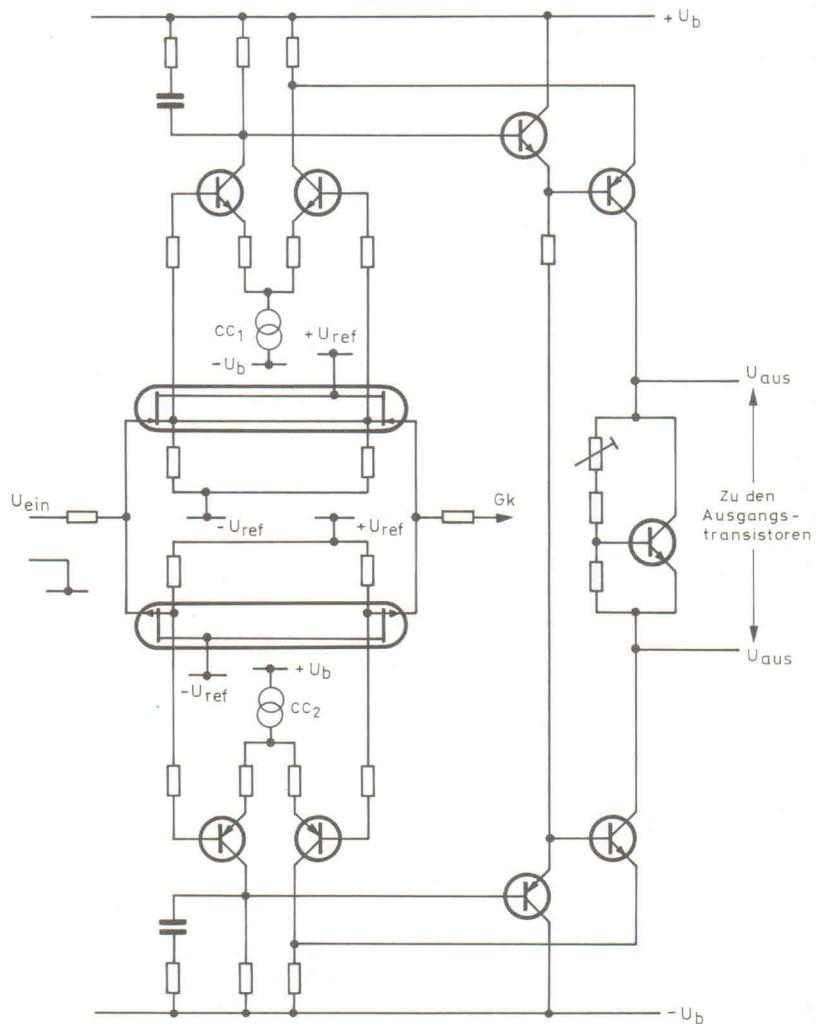


Bild 6. Eine weitere Kaskoden-Schaltung von Borbely mit Emitterfolgern.

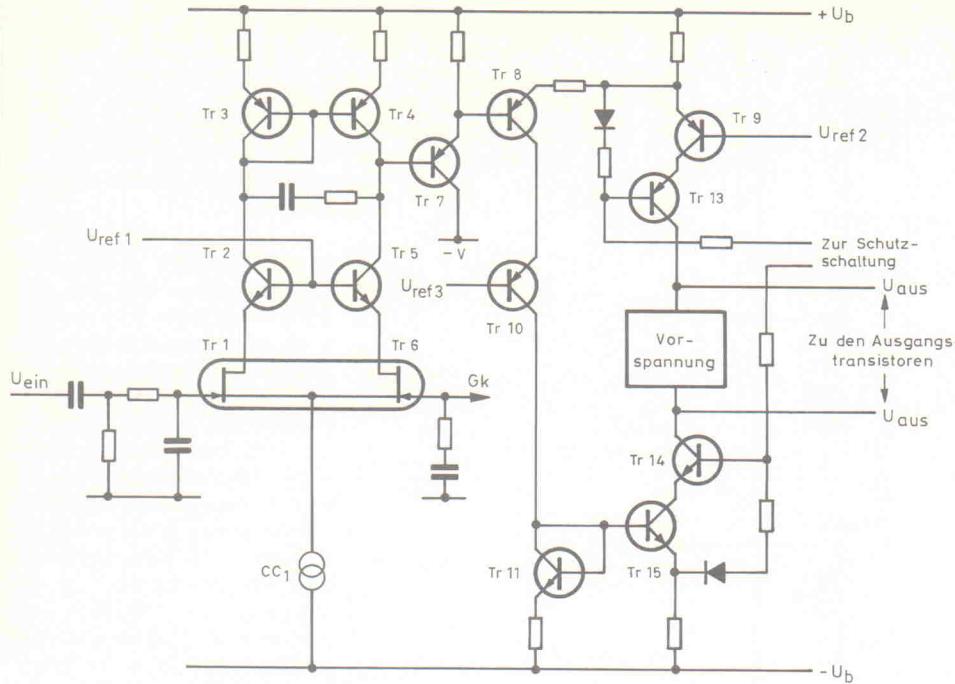


Bild 7.
Kaskodeneingangsschaltung
von Technics.

(Quad) versuchte die Gültigkeit dieser Aussagen, daß Röhrenverstärker hörbar besser klingen, mit Hilfe zweier Gruppen von Testpersonen zu untersuchen. Die Gruppen wurden so besetzt, daß in beiden Personen vertreten waren, die ihren Glauben an deutliche Unterschiede zwischen Verstärkertypen bekundet hatten und daß Röhrenverstärker am besten klingen würden. Das Ergebnis dieses Tests zeigte aber, daß es keine statistisch signifikanten Beweise für die Hörbarkeit von Unterschieden zwischen Transistorverstärkern oder Röhrenverstärkern gibt. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß die Ausgangssignale der Verstärker mit Oszillosgraphen überwacht wurden, um auf jeden Fall eine ausgangsseitige Signalbegrenzung zu vermeiden. Als eine Erweiterung dieser Röhren-gegen-Transistor-Diskussion versuchte Hiraga (9) die genannten Klangunterschiede zwischen den zwei Verstärkertypen mit Testergebnissen der Breitband-Spektralanalyse in Verbindung zu bringen. Dabei kam heraus, daß die hörende Person nicht notwendigerweise unverzerrte Signale bevorzugt.

Ein weiterer Versuch zur Schaffung einer Testmethode, die

eine bessere Korrelation zum subjektiven Hörempfinden aufweist als die einfachen Angaben von Klirrfaktoren und Bandbreite, wurde von der BBC unternommen und von Belcher (10) beschrieben. Hier werden bewertete Pseudo-Rauschsignale verwendet, die auf ein Kammfilternetzwerk arbeiten. Das ergab eine sehr gute Korrelation mit den Hörbewertungen von unterschiedlich verursachter Beeinträchtigung der Klangqualität.

Es zeigt sich, daß Art und Linearität des Übertragungsverhaltens eines Systems sehr wichtig für die Beurteilung sind. Diese Folgerung wurde von Hirata (11) bestätigt, der eine Testmethode unter Verwendung asymmetrischer Impulsfolgen entwickelte. Er ver-

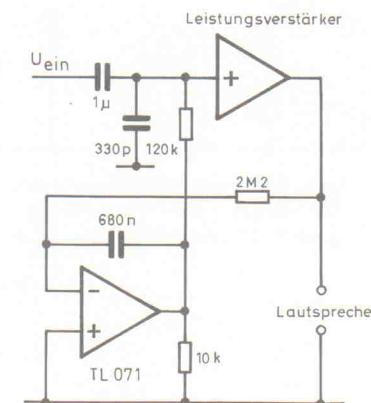


Bild 8. Quads
Korrekturschaltung,
um die
Ausgangsgleichspannung
nahe Null zu halten.

suchte damit festzustellen, warum es möglich ist, Schwächen eines Verstärkers zu hören und zu identifizieren, obwohl gleichzeitig sehr viel größere Signaldefekte durch die Unvollkommenheiten des Lautsprechers auftreten.

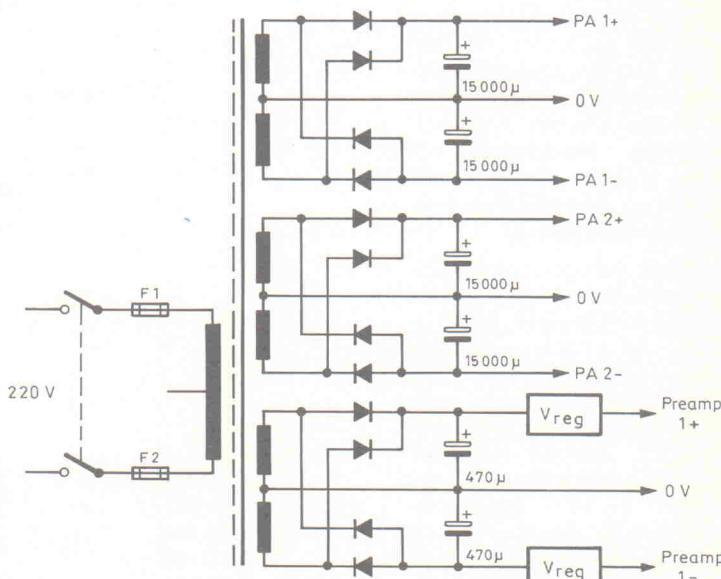


Bild 9. Solch einfache,
unstabilisierte Netzteile
werden selbst in
hochwertigen Verstärkern
verwendet.

Leider bleibt der Abgrund zwischen Ingenieuren und den subjektiv Urteilenden bestehen. Die eine Seite ist überzeugt, daß Unterschiede zwischen gut entworfenen Verstärkern verschwindend klein sind, und die andere Gruppe meint, dramatische Änderungen der Eigenschaften schon dann festzustellen, wenn das Standardnetzkabel durch ein kostspieligeres ersetzt wird. Die Absurdität einiger dieser Vorstellungen provozierte Self (12) zu einer Verteidigung der technischen Standards gegen metaphysische Beurteilungen. Wie in einem weiteren Beitrag (13) angemerkt wurde, müssen wir noch einiges lernen, was über den gesicherten und gut beschreibbaren Rahmen des zeitstationären Betriebszustandes hinausgeht.

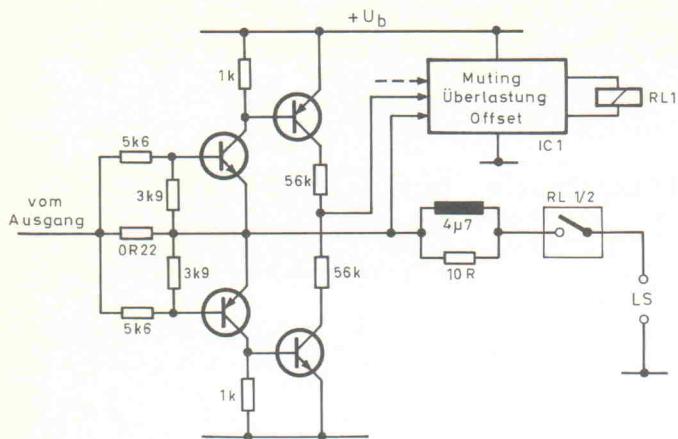
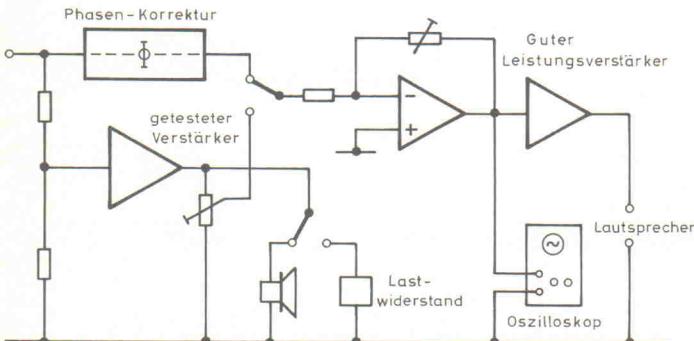


Bild 10. Typische Schutzschaltung mit Relais für Gleichspannungsoffset, Übersteuerung und Einschaltverzögerung.

eigneten Meßmethoden beschreiben zu wollen; wir können immer etwas Wesentliches übersehen. Der Autor selbst geht davon aus, daß hörbare Unterschiede zwischen Verstärkerkern mit scheinbar guten Daten besonders dann auftreten können, wenn sie auf unterschiedlichen Schaltungsprinzipien basieren. Er glaubt auch, daß einige dieser hörbaren Unterschiede in enger Verbindung mit erkennbaren und meßbaren Unterschieden in der Antwort des Verstärkers auf schnelle Spannungssprünge am Eingang stehen und daß zukünftige Forschung sich diesem Bereich zuwenden sollte.

Bild 11. Testschaltung nach Colloms und Baxandall, die interessanterweise mit der gleichen Testmethode zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen.

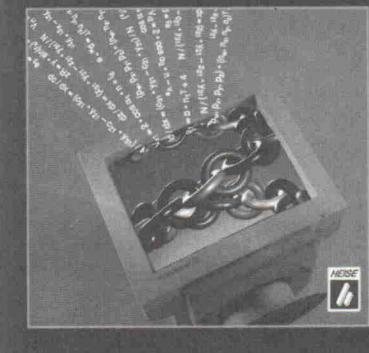


Literatur, Teil 3

- [1] Lohstroh, J., und Otala, M., AES 44th Convention, Rotterdam 1973, Ref. H6.
- [2] Linsley Hood, J. L., *Electronics and Wireless World*, März 1989, S. 261–264.
- [3] Borbely, E., *Wireless World*, März 1983, S. 69–75.
- [4] Borbely, E., *Audio Amateur*, Februar 1984, S. 13–24.
- [5] Linsley Hood, J. L., *Electronics and Wireless World*, Mai 1989, S. 524–527.
- [6] Colloms, M., *Hi-Fi News and Record Review*, Oktober 1977, S. 83–85.
- [7] Baxandall, P. J., *Wireless World*, November 1977, S. 83–85.
- [8] Moir, J., *Wireless World*, Juli 1978, S. 55–58.
- [9] Hiraga, J., *Hi-Fi News and Record Review*, März 1977, S. 41–45.
- [10] Belcher, R. A., *Wireless World*, Mai 1978, S. 36–41.
- [11] Hirata, Y., *Wireless World*, Oktober 1981, S. 49–52.
- [12] Self, D. R. G., *Electronics and Wireless World*, Juli 1988, S. 692–696.
- [13] Linsley Hood, J. L., *Electronics and Wireless World*, September 1988, S. 860–861.

Neu '90

Theo Pavlidis
Algorithmen zur Grafik und Bildverarbeitung



COMPUTERBUCH

Computergrafik und Bildverarbeitung sind die neuen Domänen des Computers. Bald wird sein Einsatz als universelles Werkzeug auf diesen Gebieten ebenso selbstverständlich sein wie bei der Textverarbeitung.

Dieses Buch ist das unentbehrliche Grundlagenwerk zur Grafik- und Bildverarbeitung. Theo Pavlidis, Mitarbeiter am Computer-Forschungszentrum der Bell-Laboratorien, liefert eine umfassende Darstellung dieses herausfordernden Arbeitsfeldes und stellt die mathematischen Werkzeuge und Algorithmen zu seiner Bearbeitung vor.

Aus dem Inhalt (Auszug):
Erscheinungsformen von Bilddaten/ Vektorgrafik und Rastergrafik/ Digitalisierung von Bildern/ Fourier- und andere Transformationen/ Meßwertaufnahme (Sampling)/ Bearbeitung von Bildern mit mehreren Graustufen/ Lineare und nicht-lineare Bildfilter/ Segmentierung/ Projektionen/ Techniken der Rekonstruktion/ Datenstrukturen/ Bildkompression/ Kontur-Abtastung/ Form-Analyse/ Ausfüllen von Umrissen/ Ausdünn-Algorithmen/ Kurvenanpassung und Kurvendarstellung/ Splines/ Flächenanpassung und Flächenendarstellung/ Mathematische Grundlagen zweidimensionaler Grafik/ Polygon-Clipping/ Mathematische Grundlagen dreidimensionaler Grafik/ Verborgene Linien und Flächen/ Erzeugung natürlich aussehender Bildschirmsdarstellungen

Beispiele und Aufgaben machen das Buch zu einem geeigneten Mittel für das Selbststudium.

Gebunden, 508 Seiten
DM 78,-/öS 608,-/sfr 71,80
ISBN 3-88229-124-9

Im Buchhandel oder beim Verlag erhältlich 824/2.2



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

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Augsburg

RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,
Sonderposten, Beratung & Service.

CORNET AUDIO

Eva Späth & Wolfgang Hänsel
Telefon 0821 - 39 830 Fax: 51 8727
Lautsprecher & Audio Zubehör,
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik
Sat. Antennen Visaton Vertragshändler
Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

Berlin

ApLIT

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



GEMEINHARDT

LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf
Telefon: 0 30/7 05 20 73



Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE · COMPUTER



Berger GmbH
Heeper Str. 184-186
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 44 90 (Computer)
Tel.: (05 21) 32 43 33 (Bauteile)
Tele: 9 38 056 alpha d
FAX: (05 21) 32 04 35

Bremen

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte;

Andy's Funkladen

Admirastraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60
Ladenöffnungszeiten: Mo. - Fr. 8.30 - 12.30, 14.30 - 17.00 Uhr.
Sa. 10.00 - 12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

Delmenhorst



V-E-T Elektronik
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/177 68
Fax 0 42 21/176 69

Dortmund



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

Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal+Versand * Tel. 02135-22064

FUNK-SHOP

Kunitzki-Elektronik GmbH
Asterlager Str. 98, 4100 Duisburg 14
Telefon 0 21 35/6 33 33 · Telefax 0 28 42/4 26 84
Bauteile · Bausätze · Funkgeräte



4100 Duisburg Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoss links
Tel. (02 03) 31 08 29

Essen



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



29 17 21

Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Hamburger Str. 127
2000 Hamburg 76
0 40/29 17 21

Frankfurt



Freiburg



Fa. Algaler + Hauger
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
Platinen und Reparaturservice
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
Tel. 0 7 61/27 47 77

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

Giessen

Armin elektronische
Bauteile
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 Tel. 0 641/25177
6300 Giessen

Hagen



5800 Hagen 1
Elberfelder Straße 89
Tel.: 0 23 31/2 14 08

Hamburg



2000 Hamburg 1
Burchardstraße 6 — Sprinkenhof —
Tel. 0 40/33 03 96

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, FAX-Nr.: 02304/45180
Ruf: 02304/44373, Tlx 8227629 as d

Information + Wissen

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



Paten gesucht!

Helfen Sie uns, die Überlebensräume des Teichrohrsängers "Vogel des Jahres 1989" zu sichern.
Übernehmen Sie eine Patenschaft!

Informationen erhalten Sie beim
 Naturschutzverband DBV
 Am Hofgarten 4, 5300 Bonn 1

SIE SUCHEN IHN – WIR HABEN IHN!

DEN OPTISCHEN LÖTSTOPPLACK AUS DER SPRAYDOSE!

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

Spraydose:
 400 ml Inhalt ohne FCKW DM 13,90

Lieferung per Nachnahme!

BAUER ELEKTRONIK
 LEITERPLATTEN UND DESIGN
 Hasenbruch 1
 6690 ST. WENDEL 06851-70366

Smartwork Leiterplattenservice

Hochwertiges Fotopositiv-beschichtetes Glasfaserepoxyd (FR4) oder Pertinax (FR2)! Wir verwenden nur Basismaterial 1. Wahl, 1,5 mm/35 µ Kupferauflage/Lichtschutzfolie. Andere Parameter auf Anfrage! Wir liefern auch CEM1 und FR3!!!

Leiterplattenfertigung: Basismaterial FR2, FR3, FR4 oder CEM1 – Lötstopmaske, Lötlack, chem. verzinkt, Heißluft verzinkt, Bestückungsdruck etc. . . Superelexpress in 10 Tagen! Normallieferung in maximal 4 Wochen! Bei Anfragen bitte genaue Angaben!!

Ab sofort: **Reproservice!** Layoutfolie von Zeitschriftenlayout? Verkleinerungen von Ihren Computerausdrucken? Layoutfolie Ihrer Vorlagen mit Anreisessymbolen? Kein Problem! Wir übernehmen alle diese Aufgaben! Fordern Sie unsere Infos dazu an!

Schreiben Sie jetzt gleich an: **Fa. Smartwork . . . Lindenring 14 . . . 8028 Taufkirchen**

Österr. Hobbyelektroniker!

Fordern Sie unsere neue kostenlose Sonderliste 2/90 mit vielen günstigen Angeboten an.
 (Gilt nur für Kunden in Österreich.)

Drau Electronic A-9503 Villach, Postfach 16
 (0 42 42) 23774, Wilhelm-Eich-Straße 2

Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen
 Einsendung dieses Coupons
 unseren neuesten

Elektronik – Spezial-KATALOG

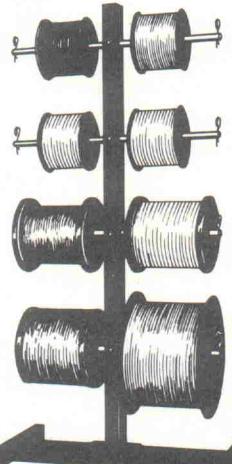
mit 260 Seiten.

SALHÖFER-Elektronik

Jean - Paul - Str. 19
 8650 Kulmbach
 C 0440

BKL
 ELECTRONIC

Kabel auf Spulen
 auch mit Verkaufshilfe,
 für den Fachhandel



GESAMT-PROGRAMM ANFORDERN

BKL-Electronic Kreimendahl GmbH
 Talstraße 91 · 5880 Lüdenscheid
 Telefon (02351) 24300
 Telefax (02351) 39142
 Telex 826963 bkl d

Ausbildung zum Fernsehtechniker

einschl. Reparatur- und Servicepraxis durch staatlich geprüften Fernlehrgang. Als Haupt- oder Nebenberuf. Komplette Serviceausrüstung wird mitgeliefert. Die niedrigen Lehrgangsgebühren sind gut angelegt und machen sich rasch bezahlt. Info-Mappe kostenlos durch

Fernschule Bremen Abt. 7 - 12
 Postfach 34 70 26 · 2800 Bremen 34
 04 21/49 00 19/10

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

Einzelheft-Bestellung

ELRAD können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 6,80 – plus Versandkosten – direkt beim Verlag nachbestellen. Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis einschließlich 6/89 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,–; 3 bis 6 Hefte DM 3,–; ab 7 Hefte DM 5,–.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
 Postfach 610407, 3000 Hannover 61



Da fliegen dir
 die Ohren
 weg!

Boxen
 selbstbauen

120-Seiten-Katalog
 kostenlos anfordern



HAMBURG
 Lautsprecher Spezial Versand

Pf. 76 08 02 / M 2000 Hamburg 76 · 040/29 17 49

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Hannover

327841 

Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD ELECTRONIC Center
Goseriede 10-12
3000 Hannover 1
0511/327841

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3-5
Tel. 0511/442607 · Fax 0511/443629

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
7100 Heilbronn

Hirschau

30-111 

Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD ELECTRONIC Center
Klaus-Conrad-Str. 1
8452 Hirschau
09622/30-111

Kaiserslautern

HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

Karlsruhe

ELECTRONIC VOLKNER
DER FACHMARKT

7500 Karlsruhe 1
Fritz-Erler-Str. 11/Kronenplatz
Tel. (0721) 377380

Kaufbeuren

JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 08341/14267
Electronic-Bauteile zu
gunstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

balü
electronic

2300 Kiel 1

Schülerbaum 23 — Kontorhaus —
0431/67 78 20

Koblenz

ELECTRONIC VOLKNER
DER FACHMARKT

5400 Koblenz
Görresplatz 11
Tel. (02 61) 40 15 37

Lippstadt

KI
ELECTRONIC HANDELS GMBH

4780 Lippstadt
Erwitter Straße 4
Tel.: 02941/17940

Lünen

KELM 
& HOMBERG

4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
Tel. 02306/61011

Mannheim

S
SCHAPPACH
ELECTRONIC
S6, 37
6800 MANNHEIM 1

Mönchengladbach

Brunenberg Elektronik KG

Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 02161/44421
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 02166/420406

Moers

NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 02841/32221

München

RIM
electronic

RADIO-RIM GmbH
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529166 rrim-d
Alles aus einem Haus

592128 

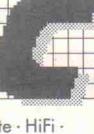
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD ELECTRONIC Center
Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/592128

Nürnberg

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 0911/469224
8500 Nürnberg

263280 

Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug · Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

CONRAD ELECTRONIC Center
Leonhardstr. 3
8500 Nürnberg 70
0911/263280

Radio - TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 224187
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
0441/82114

REICHELT
ELEKTRONIK

Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

KLEINANZEIGEN

TEKTRONIX OSCILLOSCOPE 7603 mit Einschüben 2 Stck. TA15 2x65 MHz u. 1 Stck. 7B53 100 MHz Doppelzeitbasis mit Tastköpfen u. Handbüchern 1197,— weitere Geräte auf Anfrage. Tel. 0 47 06/7 44. [G]

Tektronix 475 200 MHz DM 2600,—. T. 0 80 31/9 69 64.

Röhrenendstufe 2x 100 Watt neu; in Handarbeit gefertigt 8x EL 36 1.950,— DM. Tel. 02 11/76 41 36 28 37 79.

TEKTRONIX OSCILLOSCOPE 7603N mit Einschüben 2 Stck. TA15 u. 7B53 100 MHz Doppelzeitbasis ohne Readout mit Tastköpfen u. Handbüchern DM 1197,—. Hewlett Packard OSCILLOSCOPE 1725A 275 MHz mit TV-Trigger DM 4900,— HP 1742A 100 MHz mit Digitalmultimeter DM 3900,— weitere Meßgeräte am Lager! Liste anfordern! Tel. 0 47 06/7 44, FAX: 7 49. [G]

XT-MAINBOARD u. AT; XT/AT TASTATUR; XT-FLOPPY; FLOPPY KOMBIKONTR.; XT/AT HARD-DISKKONTR.; CGA/HERKULESKARTE; COLOR-MONITOR, TEL. 0 62 57/41 63. Trafo 2000VA, 2,20V/50A UI-150 Kern 120,— DM. 8'-Floppy BASF 6105 Slim-Line 1,6 MB max. neu m. Manual 490,—. 8'-Disketten BASF 1x (SS/SD), 1D(SS/DD), 2D(DD) je —,50. Tel. 0 72 22/8 16 35.

★ ★ ★ ★ ★ AN ALLE HIFI-PROFIS!!! ★ ★ ★ ★ ★ Akt. Subw.-Frequenzw. ALBS SUB 20 (s. z.B. ALBS-Anzeige in ELRAD 2/90, S. 83) für nur DM 417,— (Fertigerät)! Hochwertiges 50 W-HiFi-Verstärker-Modul KB-M 302 (kostenloses Daten-Info anfordern) für nur DM 69,95! Vers. per NN. T.S. TRONIX (B. Thiel), Abt. E 71, Postfach 22 44, 3550 Marburg. [G]

★ HOCHWERTIGE WELT- UND SPEZIALEMPFÄNGER ★ ZU GÜNSTIGEN PREISEN !!! ★ z.B. SONY ICF-2001 D, 150 kHz - 30 MHz, 76 - 136 MHz, 32 Speicher (Exportgerät!) für nur DM 866,—! SR-16 HN, 150 kHz - 30 MHz, 76 - 108 MHz, 9 Speicher (Exportgerät!) für nur DM 379,—! Scanner von DM 259,— bis DM 2349,—! Katalog RT 90 ggn. DM 5,— in Briefm. T.S. TRONIX (B. Thiel), Postfach 22 44, 3550 Marburg. [G]

EPROM-PROGRAMMER-Bausatz MICRO 2816 m. Schreib-Lese-Speicher 2 kByte, 16 Sp.-Ebenen zu je 128 Byte, für nur DM 125,—! Vers. per NN. Info gratis. T.S. TRONIX (B. Thiel), Abt. E 72, Postfach 22 44, 3550 Marburg. [G]

* Z80-Crossassembler für Atari ST* DM 80,— + Porto/NN. Info kostenlos. J. Klein, Süsterfeldstraße 30, 5100 Aachen. [G]

Cross-Assembler für 65(C)02 und 8048 (MS-DOS) gibt's bei: Frank Schmidt, Neckarstraße 12, 1000 Berlin 44, Preise ab DM 45,—. Infos kostenlos, Demo-Disk DM 10,—. [G]

VERK. HE-NE LASER mit Netzteil 100 DM, ATARI DISK SF314 150 DM, SF354 70 DM. 09 06/66 17.

Übernehmen Kleinserienfertigung und sonstige Bauten elektronischer Baugruppen. Von der Bestückung zur fertig verdrahteten und geprüften Baugruppe. Rossmeissl Frank, Johann-Dorn-Str. 7, 8911 Prittriching, Tel. 0 82 06/12 21 ab 17 Uhr. [G]

Isel-XYZ, Maschine mit kpl. Steuerung und Software günstig abzugeben. Ideal zum bearbeiten von Frontplatten incl. Gravur. Tel. 0 91 92/17 77.

Firma übernimmt Bestückung und Löten von Elektronik Kleinserien, auch SMD, UNIMED GmbH, 6750 Kaiserslautern, Konrad-Adenauer-Straße 90, Tel. 0 63 12/75 48. [G]

65(C)02 Cross-Assembler (MS-DOS) für DM 65,— gibt's bei: Frank Schmidt, Neckarstr. 12, 1000 Berlin 44. [G]

Verkaufe kompl. Laboreinrichtung, wie Elektronik-Bauteile, Messgeräte, Werkzeug, Fotovergrößerer, Bücher uvm. Tel.: 0 93 72/46 74.

Verk. Eepromlöschgerät für 60 DM, leicht def. Floppy 1551 für 90 DM und Löt/Entlötstacion für 220 DM; bei 5 DM VK-Anteil, Zuschr. bitte Frank Schösse, U. Regenstr. 12, 8400 Regensburg.

Bestücke ihre Platinen. Für Industrie und Hobby. Auch kleine Serien event. Materialbeschaffung. Zuschriften unter Chiffre: E90 07 01.

PC-MESSPROGRAMM: Oszilloskop, Langzeitmessung, Datenanalyse u. Ausdruck f. 99,—; 16-Kanal/12 Bit-Karte 153,— im Handel; Demo: 0 81 41/87 68. [G]

TBA120T, V-SMD - 50st - KAUF. 0 56 82/25 99 ab 17 Uhr.

★★★★★ SPEZIALELEKTRONIK ATARI ★★★★★ Alphanumerische LCD Anzeigen von 5 mm bis 12,7 mm ab 80 DM auch in Supertwist und Beleuchtung »Einplatinencomputer von 68008 bis 68070- Festplatten für Atari PROTAR/LACOM ab 990 DM. HOFFMANN ELEKTRONIK, Spinnereweg 9, 8940 Memmingen, Tel. 0 83 31/8 63 71/8 29 44. [G]

AN- UND VERKAUF von elektronischen Bau-Bauteilen 1. Wahl aus Auflösungen u. Restposten SUPERPREISE für Sortimente, Aktive u. Passive Bauteile- großes Bausatzprogramm. Liste Gratis. Bausatzkatalog 5,— DM in Brfm. DJ-Electronic, Abt. 52 13, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

Verzinnte Kupferhohlinielen zum Kontaktieren 2-seitiger Platinen. L = 2 mm, Typ: Innen Ø/Außen Ø: Typ A: 0,6/0,8 mm Typ B: 0,8/1,0 Typ C: 1,2/1,5 Typ D: 1,5/1,8 mm. 1000 Stück/Typ 25 DM. Bohrer 3,175/38 mm 0,6, 0,7, 0,8, 1,0, 1,2 mm gemischte Abnahme 5 St. = 22 DM, 10 St. = 42 DM, 20 St. = 80 DM. OSSIP GROTH ELEKTRONIK, Möllers Park 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85. [G]

E-Technik-Ing.-Büro übernimmt Schaltungsentwicklung bis zur Serienreife, CAD-Stromlaufpläne und Entflechtung. ECAD Ing.-Büro, Tel. 0 21 51/47 60 91, FAX: 0 21 51/47 23 73.

Beratung und Lieferung von kompletten CAD-Ausstattungen und anspruchsvoller Computertechnik: Workstations, Plotter, Netzwerke, Software, Schulung. ECAD Ing.-Büro, Tel. 0 21 51/47 60 91, FAX: 0 21 51/47 23 73.

Sonderangebote! HF-Verbindungskabel m. 2 BNC-Stecker, 150 cm lang, 50 Ohm- 7,80 DM, BNC-Stecker - 1,70 DM, kostenlose Preisliste anfordern, Oberhauser Elektronik, Hörzhauser Str. 4, 8899 Peutenhausen. [G]

Stereocoder quarzgesteuert, 12 V; Baustein fertig abgeglichen, DM 119,—; Fa. MHE, Pstf. 10 04 30, 4970 Bad Oeynhausen. [G]

NEU: Folienkopien (Vergr./Verkleinern möglich) je DIN A4-Kopie 2 DM. Versand VK 5 DM, NN 8 DM, Originale bitte im DIN A4-Umschlag knicksicher einsenden. OGE, Möllers Park 3, 2000 Wedel. [G]

★★★ KENNEN SIE UNSER ANGEBOT? ★★★ NEIN? DANN FORDERN SIE NOCH HEUTE UNSERE NEUESTE SONDERLISTE AN! GRATIS! VER-SANDHANDEL KLAUS GILLESSEN, POSTFACH 10 02 24, 4060 VIERSEN 1. [G]

GENERALÜBERHOLTE MESSGERÄTE Oszilloskop, Pulsger., Farbgen., Multimeter, etc. K. KROL, Tel. 0 57 31/4 01 75 ab 16.30h. [G]

TRAFO 220V/32-34V, 28A, NETZTEIL NEC 220V/24V/40V/+15V/+60V/5V STABE//SIRT VS. 02 01/62 91 61.

Bausätze, auch fertig Liste frei. Kaho Elektroversand, Pstf. 23 33, 6500 Mainz. [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. [G]

Elektroniker übernimmt Entwicklungsarbeiten. Tel. 0 40/56 47 51. [G]

PLATINEN = > ilko * Tel. 43 43 * ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlweg 20 * 6589 BRÜCKEN. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 753 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

KKSL Lautsprecher, Célestin, 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, Fertiggehäuse, Bausätze. Ümfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei.) Händleranfragen erwünscht. Tännele acoustic, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10. [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]

METALLSUCHGERÄTE der absoluten Spitzenklasse im Selbstbau!! Elektron. Bausätze ab DM 129,— HD-SICHERHEITSTECHNIK, Postfach 30 02, 3160 Lehrte 3, TELEFON 0 51 75/76 60. [G]

Baßverbesserung bei jeder HiFi-Anlage möglich. Unser SOUND-PROCESSOR löst die meisten Tieftaß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo- und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. Informationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt, Bödeckerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/3 48 18 91. [G]

41256: anfragen, EPROMs! 4164: 2,— DM, 4116 ab 0,40 DM, Computerbücher ab 1,— DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, IBM-kompatibel, Commodore, Atari, usw. Spectrum-ROM-Buch 34,70 DM, ZX-81-Bausatz 99,— DM, ULAs! MS-DOS 3.1: 70,— DM, IBM-Text 4: ab 250,— DM, SCOUT: 278,— DM, 100 Usergroup-Disketten: 200,— DM. Katalog 9/89 gegen DM 5,— in Briefmarken. Decker & Computer, PF. 10 09 23, 7000 Stgt. 10. [G]

NEU * Jetzt auch im Rhein-Siegkreis * NEU Herstellung von Arbeitsfilmen für die Leiterplattentechnik nach Ihrem Layout (kurzfristig). Bestücken u. Löten v. Elektronik-Bauteilen nach Bestückungsdruck o. Muster. Auch Großaufträge. Bruno Schmidt, Hauptstr. 172, 5210 Troisdorf 22, Tel. 0 22 41/40 11 93, auch nach 17 Uhr. [G]

+++ + + Platinenbestückung + + + + Wir bestücken Ihre Platinen schnell und preiswert. Für Industrie und Hobby. Angebot anfordern bei -AS- Elektronik, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/6 60 12, Preise auf Anfrage. [G]

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

Drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von Seas Vifa Peerless. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR. 0 99 51/67 97. [G]

Günstige generalüb.holte Meßgeräte. 0 95 45/75 23. [G]

Superpreise für 50 Verschiedene ELV Geräte. Info anfordern bei Musial Electronic System, Postfach 45 18, 7200 Tuttlingen. [G]

Probleme mit Elektronik? Wir entwickeln und fertigen für Sie. Steuerungen, NF-Technik, Leistungselektronik etc. Anfragen an Litz Elektronik GmbH, Leopoldstr. 1, 7742 St. Georgen, Tel. 0 77 24/49 73, Fax: 0 77 24/31 33. [G]

Platinenfertigung, R. Edelhauser, Im Farchet 4, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23, Fx: 0 80 41/88 24. [G]

Anzeigenschluß
für
ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
9/90 ist am
19. Juli 1990
und für
10/90 am
16. August 1990

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Regensburg

(09 41) 40 05 68
Jodlbauer Elektronik
 Regensburg, Instr. 23
 ... immer ein guter Kontakt!

Stuttgart

2232873 
Conrad
 ELECTRONIC
 Center
 Eichstraße 9
 7000 Stuttgart 1
 0711/2369821

Elektronische Bauelemente · HiFi-Computer · Modellbau · Werkzeug
 Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Worch Elektronik GmbH

Heiner Worch Ing. grad.
 Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
 Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
 Telefon (07 11) 2815 46 · Telex 721429 penny

Witten


KELM electronic
& HOMBERG

5810 Witten, Bahnhofstraße 71
 Tel. 02302/55331

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
 MARKTSTRASSE 101 — 103
 2940 WILHELMSHAVEN 1
 Telefon (0 44 21) 2 63 81
 Telefax (0 44 21) 2 78 88

Wuppertal


ELECTRONIC HANDELS GMBH

5600 Wuppertal-Barmen
 Höhne 33 · Rölingswert 11
 Tel.: 02 02/59 94 29

Platinen / Bausätze / aktive und passive Bauteile

Platinenangebot	ELRAD Bauteilesätze	Bauelemente der Elektronik	Bauelemente der Elektronik	Bauelemente der Elektronik
Platinen 600 Watt PA 6 Stück	Bauteiles. 600 Watt PA kompl. ohne Geh. 74,- DM 62,- DM	CA 3130 1,95 DM CA 3130 1,95 DM NE 555 0,38 DM NE 555 0,38 DM TL 061 0,69 DM TL 061 0,69 DM TL 071 0,66 DM TL 071 0,66 DM TL 072 0,70 DM	SP 8860 10,60 DM MJ 15022 9,99 DM TL 074 0,89 DM TL 074 0,89 DM TL 08 0,88 DM	SL 1454 29,80 DM 9,99 DM 9,99 DM 9,99 DM 16pol 0,15 DM 14pol 0,18 DM 16pol 0,20 DM
Platinen 800 Watt PA (Soundprozessor)	Bauteiles. Baf-Vorstärk. ohne Geh. 74,- DM 62,- DM	CA 3130 1,95 DM CA 3130 1,95 DM NE 558 1,20 DM NE 558 1,20 DM TL 062 0,69 DM TL 062 0,69 DM TL 072 0,70 DM	SP 8860 10,60 DM MJ 15022 9,99 DM TL 074 0,89 DM TL 074 0,89 DM TL 08 0,88 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Eeprommodulator	Bauteiles. Rauschverminderer 288,- 50 DM	CA 3240 2,85 DM CA 3280 7,45 DM NE 5050 12,90 DM NE 5532 1,60 DM	SP 8860 10,60 DM MJ 15022 9,99 DM TL 074 0,89 DM TL 08 0,88 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Lade-Center 5 STK	Bauteiles. Eeprom-Simulator 120,00 DM	DD-510 58,90 DM dd-2150 20,80 DM NE 5534 1,50 DM	7805 0,54 DM 7808 0,54 DM 7810 0,54 DM 7910 0,70 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Limiter-Compress.	Bauteiles. Audio Cockpit 98,50 DM	OP 27 12,35 DM OP 77 6,25 DM OP 90 10,60 DM	7805 0,54 DM 7808 0,54 DM 7810 0,55 DM 7912 0,55 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Röhrenklangeninst.	Bauteiles. Eeprom-Brenner 63,70 DM	LM 324 0,48 DM LM 358 0,50 DM LM 518 8,90 DM	7812 0,55 DM 7915 0,55 DM 7915 0,55 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Delta-Delay	Bauteiles. Eeprom-Simulator 17,50 DM	LM 565 2,40 DM LF 411 2,40 DM U 2400 4,99 DM	7815 0,57 DM 7912 0,55 DM 7924 0,55 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Rauschverminderer	Bauteiles. Stereo IR-Sender 48,30 DM	LM 566 2,25 DM LM 591 5,99 DM LM 3915 6,99 DM	7824 0,55 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Platinen Basstufe Bipolar	Bauteiles. Stereo IR-Empfänger 93,60 DM	TEA 2025 4,65 DM	7903 0,57 DM	16pol 0,23 DM 20pol 0,25 DM 24pol 0,30 DM
Ausführliche Platinenliste von ELRAD-Bausätzen ab 1978 kostenlos.	Ausführliche ELRAD-Bausatzliste kostenlos (15 Seiten).		Ausführliche Top-Halbleiterliste mit ca. 1800 Halbleitern kostenlos.	Ausführlicher Bauteilekatalog gegen 5,00 DM in Briefmarken.

Service-Center H. Eggemann
 4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13

Telefon: 0 54 67/2 41
 Telefax: 0 54 67/12 83
 BTX: 0 54 67/2 41

Versand per Nachnahme, Vor-
 kasse oder per Abbuchung.
 Kein Mindestbestellwert.

SORTIMENTE
 Aus Ersatzteillager
 Räumung u. Inventur:

ROMAN ELECTRONIC
 1 Schützenstr. 7, 5468 St. Katharinen
 02645/4992 od. 02241/203708
 Di-Fr: 13-18 Uhr Sa: 9-14 Uhr

Widerstände
 Metallwiderstände 1-24 Toleranz
 ca. 1.200 Stück gegen 30 Vende
 Werte (Stückpreis 3 Pf)
 nur DM 36,-

Transistoren
 Transistorangebot mit diversen
 diversen NF u. HF Typen,
 Mos-Fet, Klein u. Leistungstransistoren
 20 Stck. DM 5,-
 50 Stck. DM 11,-
 100 Stck. DM 20,-

Dioden
 Diese Bilden und Gitterdiode
 wie Gleichrichter, Diode
 100 Stck. DM 7,-

Elkos (Hochvolt)

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

IC's
 IC Sortiment mit diversen
 TTL, CMOS, OP-Amp, Eeproms,
 Speicher, Rdf-TV IC's

50 Stück DM 25,-
 100 Stück DM 45,-

Elkos
 Verschiedene Print und
 Becherelkos für Löt o.
 Schraubenschluss

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM 22,00

15000 uF/100V DM 29,00

100 Stück DM 25,-

Siemens Becherelkos

4700 uF/350V DM 29,00

10000 uF/40V DM 9,00

10000 uF/100V DM

MONACOR
MONARCH
89
Gesamtkatalog
90

Electronic von A-Z
Katalog anfordern (Schutzgebühr 10,- DM)

ELECTRONIC-ANDERSCH
Auf der Höhe 4, 2334 Fleckeby

Lautsprecher-Bausätze und hochwertiges Zubehör

im Schnellversand

Fordern Sie unseren aktuellen, kostenlosen Gesamtkatalog an. Postkarte genügt!

Aktuell: Lautsprecher-Jahrbuch 89/90 gegen 25,- DM (V-Scheck)

Super: Aktiv-Frequenzweichen und -Subwoofer, Endstufen im Bausatz-Set

hifisound
Lautsprechervertrieb

Jüdefelderstr. 52
4400 Münster
Tel. 0251-47828

AD-DA-PC-XT/AT

AD/DA-Slotkarte für PC-XT/AT mit 1 Eingang und 1 Ausgang zum Messen und Ausgeben von analogen Spannungen wie z. B. Tonsignalen. AD-Wandelerate: 0 bis 500 kHz, DA-Wandelerate 0 bis 1 MHz. Per DIP-Schalter **uni- und bipolar** Spannungsbereiche einstellbar. Mit einfacher, genauer Anleitung + Beispielsoftw. zum Einlesen-Ausgeben, Disksteichern + graph. Darstellen von Kurven. **DM 149,-**

— wie oben, jedoch 8 AD-Kanäle, 1 DA-Kanal, Spannungsbereiche per Software schaltbar **DM 189,-**

— wie oben, jedoch 8 AD- + 2 DA-Kanäle, Spannungsbereiche per Software, extern triggerbar **DM 239,-**

— Digital-I/O-Karte, 24 Bit **DM 95,-**

— 12 Bit-AD, 9 µs, 110 kHz **DM 249,-**

Gratis-Informationen anfordern!

Bitzer Digitaltechnik
Postfach 1133, 7060 Schorndorf
Telefon: 07181/62748

TELECOMSYSTEME

Hausteleszentralen, Nebenstellenanlagen (nur für Export), Türsprechanlagen, Telefone und Zubehör. — Katalog anfordern!

KEIL
ELEKTRONIK

8011 Grasbrunn
Bretonischer Ring 15
Tel.: (089) 46 50 57
Fax: (089) 46 81 62

Die Inserenten

Agster, Berlin	8	Funktechnik Umbach, Göttingen	8	POP, Erkrath	65
albs-Alltronic, Ötisheim	8	Funlight, Dr. Baur, Mössingen	64	Reichelt, Wilhelmshaven	42, 43
Andersch Electronic, Fleckeby	101	gn electronics, Weissach-Flacht	8	Reinhardt, Diessen	7
Andy's Funkladen, Bremen	19	gsh-Systemtechnik, München	104	RE-INSTRUMENTS, Jülich	13
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	97	Hifi Manufaktur, Braunschweig	19	Roman Electronic, Steinhardt	100
Bauer-Elektronik, St. Wendel	97	hifisound, Münster	101	Salhöfer, Kulmbach	97
Bitzer, Schorndorf	101	Hoschar Systemelektr., Karlsruhe	15	Silzner, Baden-Baden	65
BKL Electronic, Lüdenscheid	97	Isert, Eiterfeld	103	Simons, Bedburg	89, 100
Bonito, Hermannsburg	65	iSYSTEM, Dachau	2	Sintron Europe, Baden-Baden	7
Braun-btv, Hannover	8	JBC, Offenbach	19	Smartwork Computer, Taufkirchen	97
Brenner, Wittibreut	82	KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn	101	Späth, Holzheim	55
Burmeister, Rödinghausen	41	KEMTEC, Gütersloh	18	Schomandl, Grassau	6
Diesselhorst, Minden	75	LEHMANN-electronic, Mannheim	55	Schuro, Kassel	55
Distelkamp, Kaisersl.-Morlautern	52	LEMOZA, München	17	Tennert, Weinstadt-Endersbach	8
Doepfer, Gräfelfing	64	LSV, Hamburg	97	WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	47
DRAU Electronic, Villach	97	Meyer, Baden-Baden	52	Zeck-Music, Waldkirch	39
DVS-Datentechnik, Germerring	8	MWC, Alfter	16	Ziegler, Saarbrücken	64
Eggemann, Neuenkirchen	100	NETWORK, Hagenburg	14		
Electronic am Wall, Dortmund	19				
elpro, Ober-Ramstadt	6				
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	100				
Fernschule Bremen	97				

Impressum

ELRAD

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/5352-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00-12.30 und 13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder Fax (0511) 5 47 47-33

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

Herausgeber: Christian Heise
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röbke-Doerr; Hartmut Rogge, Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionsekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Korrektur und Satz: Wolfgang Otto (verantwortl.), Angelika Ballath, Hella Franke, Martina Fredrich, Edith Tötsches
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.), Ben Dietrich Berlin, Dirk Wollschläger
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29
Telex: 9 23 173 heise d

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen
Objektleitung: Wolfgang Penseker
Anzeigeleitung: Irmgard Dittgen (verantwortlich)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind
Disposition: Gabi Helms, Michael Hanke, Kirsten Rohrberg
Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990
Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreuter
Herstellung: Heiner Niens
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19
3250 Hameln 1, Ruf (0 51 51) 2 00-0
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 6,80 (6S 58,-/sfr 6,80)
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,- + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,- + Versandkosten DM 24,60); Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 65,40 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 24,60). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abzahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655 304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Kunden-Konto in der DDR

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Konto-Nr.: 3272-39-2640
Stadtsparkasse Magdeburg

Versand und Abonnementverwaltung:
SAZ marketing services
Gutenbergstraße 1-5, 3008 Garbsen,
Tel. 0 51 37/13 01 25

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsun Pabel Moewig KG
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 2 66-00

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

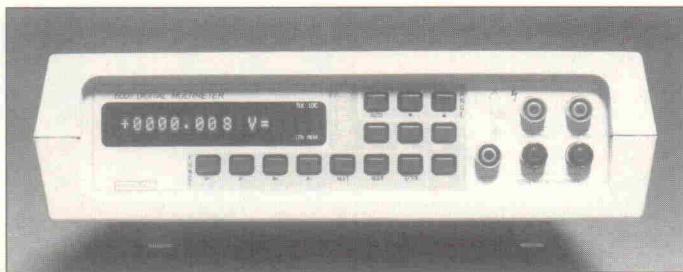
Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

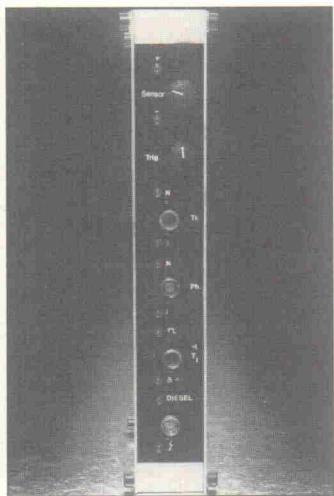
© Copyright 1990 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



Test: Labormultimeter

Wer in der Entwicklung arbeitet und die Produkte von morgen entwirft, muß oft präzise aber auch komplexe Messungen durchführen. Für diese Anwendungen kommt nur noch Meßequipment hoher Qualität und Auflösung in Frage. Nach dem Test der Handmultimeter in Elrad 1/90 werden nun deren großen Brüder, die Labormultimeter, unter die Lupe genommen. Eine repräsentative Geräteschau mit entsprechenden Untersuchungsergebnissen der Probanden wird es in der nächsten Elrad-Ausgabe geben.



Diesel Injektion Analyzer (DIA)

Beim Studium der vorliegenden Elrad-Ausgabe wird nicht nur der Freund der Reihe 'Kfz-Meßtechnik' bemerkt haben, daß nunmehr auch die Beschreibung des zweiten Großgerätes vollständig ist. Pech für Besitzers eines dieselschen Selbstzünders, könnte man meinen, denn alle zeitkritischen Messungen beziehen sich auf den Zündfunken am ersten Zylinder. Was tun, wenn man keine Zündkerzen sein Eigen nennt? DIA schafft Abhilfe: Mit diesem Zusatzmodul wird der Kraftstoffförderbeginn detektiert.

Zuverlässigkeit

MTBF (Mean Time Between Failure) heißt das Zauberwort aus dem Bereich Qualitätssicherung, das nicht nur dann eine Rolle spielt, wenn es um die Zuverlässigkeit von Herz-Lungen-Maschinen oder Raum

Beigeordneter

Wer den Vorgesetzten aus 3/88 nachgebaut hat, der kennt auch die Schwächen dieses ansonsten hochwertigen Vorverstärkers: Es fehlten ein Aufnahmeausgang für den Kassettenrecorder und ein Plattenspieler-eingang mit RIAA-Entzerrung. Außerdem wären eigentlich noch einige zusätzliche AUX-Eingänge wünschenswert gewesen. Alles dies hat der Beigeordnete auf einer Platine zusammengefaßt, die über, unter oder neben dem Vorgesetzten montiert werden kann und die aus dem schon vorhandenen Netzteil versorgt wird. Als besondere Zugabe hat der Entwickler für den Entzerrer Teil einen Moving-Coil-Transistor vorgesehen, der von der tontechnischen Qualität her keine Wünsche mehr offen läßt.

Dies & Das

Multitasking-Löt-Workstation

Damit der Zug der Zeit nicht am Elrad-Leser vorübergeht, hier die neueste Entwicklung zum Thema Löten und Lötbetriebssysteme:

Die Lötstation – besser 'Löt-Stäisch' – besitzt eine prozessorgestützte, komfortable menügeführte Bedienoberfläche, derer man allerdings erst nach Eingabe eines Passwords – einer Zugangsberechtigung – teilhaftig wird.

Solcherart an die Hand genommen, gelingt es, bis zu 16 Löt-Stations zur zentralen Steuerung an einem Hostrechner – vorzugsweise einer Workstation – zu betreiben. Wo auch sonst? Zu diesem Behufe kann am Löt-Terminal eine logische Adresse gewählt werden, um den Netzlötknoten zu aktivieren.

Alle einmal eingestellten – besser: programmierten – Betriebsparameter sind nach dem Shutdown des Lötgerätes natürlich nicht vergessen, sie werden abgelegt. Und das nicht irgendwo, sondern in einem internen Speicher.

Sollte der Löt-Informatiker am Keypad kurzfristig die Übersicht verloren haben, kein Problem: Er geht als erstes in den Stand-by-Modus, um dann durch Wahl der Betriebsart INIT alle bis dato gespeicherten Sollwerte und Einstellungen in eine Grundeinstellung rückzuüberführen.

Dieser kurze Einblick in die Features der Ersa-Lötstation CPS 60.1 macht deutlich: Wer DOS, TOS oder Unix beherrscht, der kann auch löten. Einzige Abweichung von Gebräuchlichem: 'Help' wird von der Lötstation angefordert, und der User muß sich etwas einfalten lassen.



Änderungen vorbehalten

isel-Eprom-UV-Löschergerät 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
- Löschschlitz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschezeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschen von max. 5 Eproms

**isel-Eprom-UV-Löscher. 2 (o. 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 Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschen von max. 48 Eproms

isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- | | |
|--|----------|
| 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 27.80 |
| 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 36.60 |
| 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert | DM 48.80 |
| 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 48.80 |
| 19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 56.80 |
| 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert | DM 62.- |
| 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert | DM 69.- |

**isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium**

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seiten-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche, oder Lochblech, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüßen

**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56.80**

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 4 verstellbaren 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-Flux- und Trocknungsanlage DM 396.-**

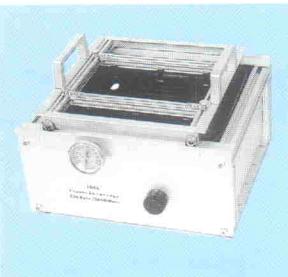
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumfixer, Flüssigmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Flüssigmittelaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Wagen für Platinen bis 180 x 180 mm

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

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Verzinnungs- und Lötanlage DM 340.-

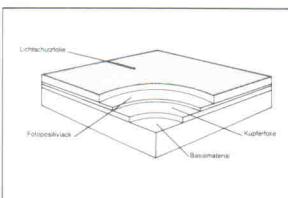
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwagen, teflonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigermesser, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm

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

für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. gativ. 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 2.95 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

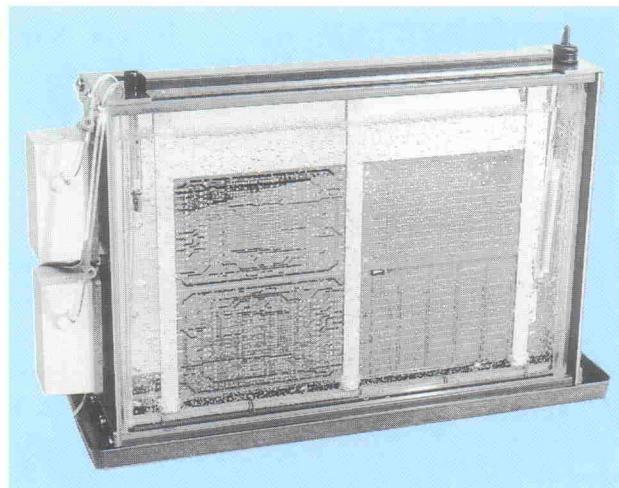
Epoxyd 160 x 233 DM 8.25 Epoxyd 300 x 400 DM 28.55

10 St. 10 %, 50 St. 30 %, 100 St. 35 % Rabatt

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 DM 180.-

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Kuvettentrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Lufteintrittsrahmen

- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm

**DM 180.-****isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 DM 225.-**

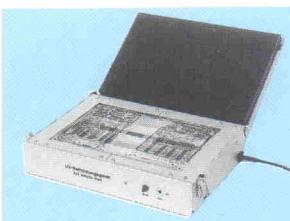
- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Kuvettentrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit DoppelLuftverteilrahmen

- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

„Isert“-electronic, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, (0 66 72) 7031, Telex 493150
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,- DM

isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 215.-

- Eloxiertes 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-Leuchstofflampen, 6 W/220 V
- 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-Leuchstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung DM 1138.-

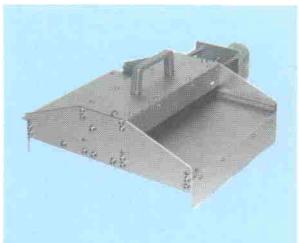
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Seitenverschluß und Schnellbelüftung
- Aufzugs- und Hebevorrichtung mit Zwißhaken
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchstofflampen, 15 W/220 V
- Anschluß 220 V/0,25 A, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinstellung 9-90 Sek. und 1-15 Min.

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898.-**

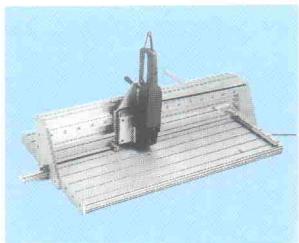
für einseitige Belichtung DM 898.-

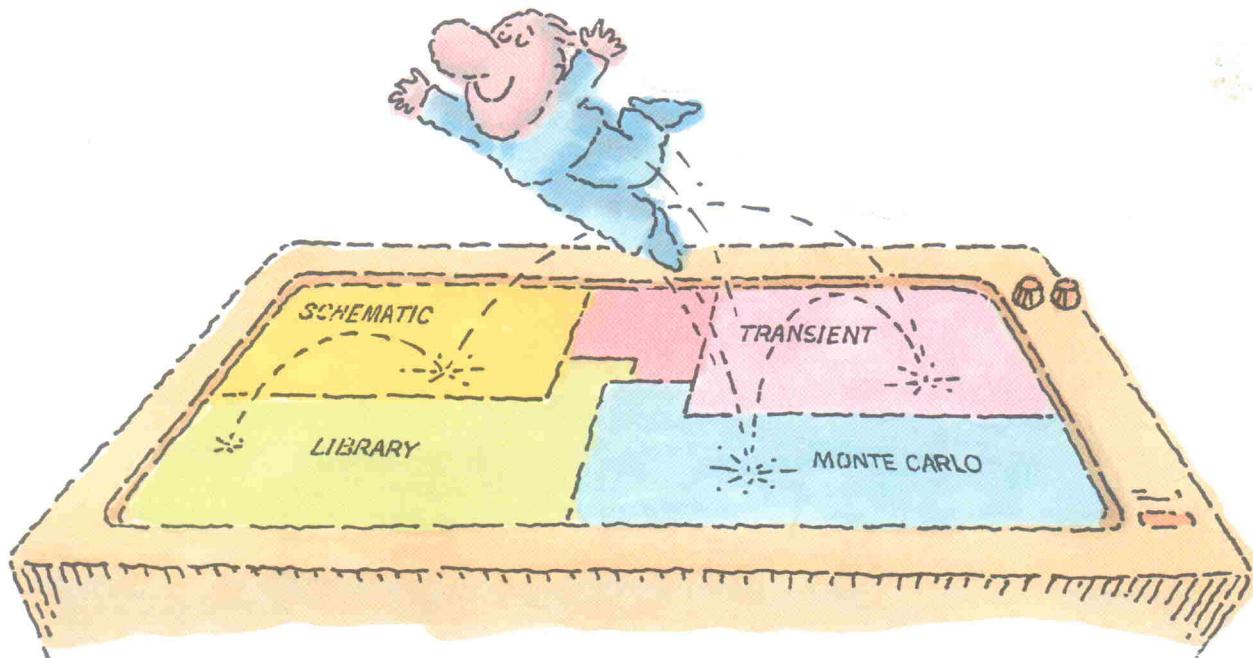
isel-Walzen-Verzinnungsaufzatz für Verzinnungs- u. Lötanlage DM 498.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinn-Auftragswalze, -Ø 40, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor, - Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg

**isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980.-**

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 800 x 500 mm
- Verlängerungsvorrichtung mit isel-Linieanführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 12 V mit 20 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000—20000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extreme hohe Rundlaufgenauigkeit

**Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 340.-**
Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 112.-



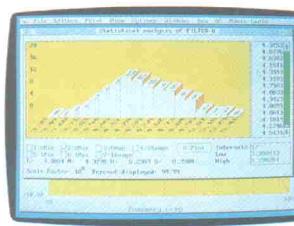
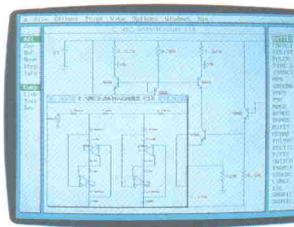
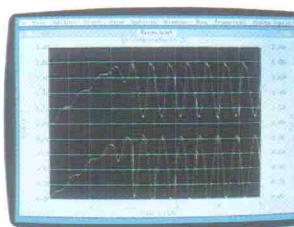
MICRO-CAP III 3.0TM

NOCH SCHNELLER ANS ZIEL

Micro-Cap III - das bewährte CAE-Programm zur integrierten Erstellung und Simulation gemischt digital-analoger Schaltkreise. Jetzt in der neuesten Version noch schneller und leistungsfähiger. Das bedeutet mehr Kapazität zur Simulation noch größerer Schaltungen.

Die moderne Window-Technik gestattet interaktives Arbeiten zwischen Schaltungserstellung und Simulation. Ihre Ergebnisse sehen Sie sofort. Ob in AC-, DC-, Transienten- oder Fourier-Analyse, Sie kommen schneller ans Ziel.

Makros mit Parameterübergabe werden voll unterstützt, ebenso wie schrittweises Verändern einzelner Komponenten. Umfangreiche mathematische Funktionen und Analog-



Behavioral-Modeling runden das Paket ab.

Und der Preis? Das Grundpaket mit eingeschränktem Leistungsumfang (10 Knoten in der Transientenanalyse) kostet DM 285,00 und wird beim Kauf der Komplettversion (DM 2.736,00) voll angerechnet.

Fordern Sie noch heute Ihre kostenlose Demodiskette an. Anruf genügt.

Authorisierter Distributor:

gsh
gsh - Systemtechnik
Software & Hardware
Postfach 60 05 11, 8000 München 60
Tel. 0 89/8 34 30 47, Fax 0 89/8 34 04 48

CAT Stuttgart, Messlab Sindelfingen