

magazin für elektronik

elrad

Rauschunterdrückung

Recorder-Hardware

Autopilot

Modell-Flightware

Am Bildschirm kleben

Layout-Software



HiFiBoxen

selbstgemacht

SS 215,-

AUDAX
PRO TPX 21
VOLT Concept 25 A
NIMBUS Yellow

MIVOC
Subwoofer 150 +
Satelliten 200

PROCUS Intus

KEF Slim-Line

ETON 100 hex

CELESTION
Trigon 10

FOCAL Kit 200

PEERLESS Profi I

VIFA MCS-1

McENTIRE Expo
'Hybrid'

SIPE S 100

MAGNAT
Minnesota II

ELECTRO-VOICE
Kit 4

VISATON Monitor
TL 473-D

CORAL Twin Set

IEM
Argon HR 1

FOSTEX KWO 1

**Im
Verlag
erhältlich!**

Verlag Heinz Heise GmbH
Bissendorfer Str. 8
3000 Hannover 61
Tel. (0511) 53 52-0

elrad
extra 4
HEISE



Schwarze Kunst?

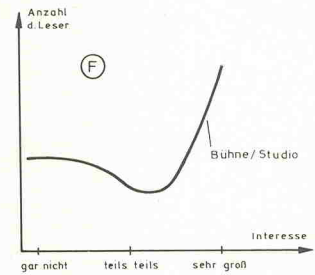
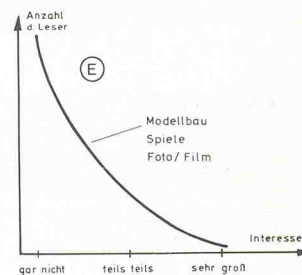
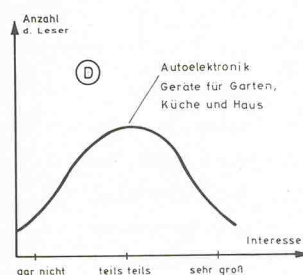
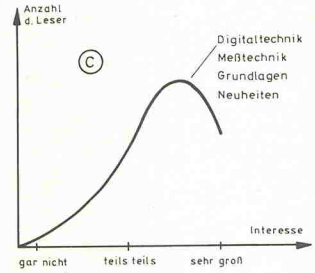
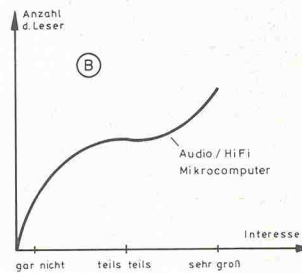
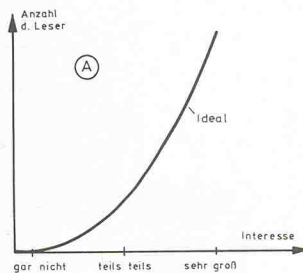
Ein runder Tisch mit Manuskripten. Ringsum Redakteure, elrad-Redaktionskonferenz. Eine Sekretärin bringt die perlenbesetzte, goldglänzende Schatulle mit der geheimnisvollen Inschrift. Der Chefredakteur öffnet sie feierlich und nimmt die Wünschelrute langsam heraus. Alle, bis auf die Sekretärin, legen ihre Augenbinde an. Das Fieber steigt: Was wird die nächste elrad bringen?

„Fünfzehn Artikel“, meldet sich die Sekretärin, die alle Rutenschläge registriert hat. „Drei zuviel.“ Gestrichen werden der achte parametrische Equalizer, der siebzehnte Strandtimer und eine Laborblätter-Folge zum Thema 'Standard-Toleranzfeldgrenzen von axialen Braunkohleschicht-Widerständen'. „Ein gutes Heft, für alle was drin“ meint einer, mit liebevollem Blick auf die wieder geschlossene Schatulle.

Das neue Heft. Der elrad-Leser, nach der großen elrad-Leserumfrage vom letzten Jahr durchschnittlich 29 Jahre alt und zu 99,1 % männlich, blättert: „Kann ich schon wieder alles brauchen! Wie die Jungs das bloß immer machen?“ Jetzt, nachdem er elrad seit durchschnittlich fünf Jahren liest, erscheint ihm die Themenauswahl fast schon als schwarze Kunst.

Schön wär's. Tatsächlich sind elrad-Redaktionssitzungen natürlich frei von Spiritismus und Okkultismus. Lediglich Exorzismus wird gelegentlich zelebriert, um einem Kollegen, der mit seinem Spezialgebiet das ganze Heft beglücken will, solchen Umtrieb auszutreiben.

Und auch den elrad-Leser gibt es nur in der Imagination, nur als statistischen Zahlenkoloß. Doch selbst dieser interessiert sich, wie die Auswertung



der letzten Leserumfrage gezeigt hat, nicht gleichmäßig stark für alle elektronischen Sachgebiete. In den Antworten auf Frage 15 wird dies besonders deutlich.

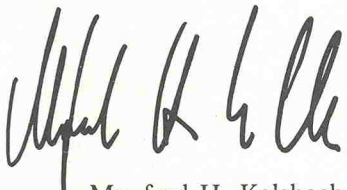
Ideal wäre eine Verteilung nach Kurve A: Alle Leser interessieren sich sehr stark für alle Themen. Diesem Ideal kommen die Ergebnisse für die Gebiete Audio/HiFi und Mikrocomputer — Kurven des Typs B — und für die Gebiete Digitaltechnik, Meßtechnik, Grundlagen und Neuheiten am nächsten — Kurven vom Typ C. Mittelstark oder mittelmäßig, wie man angesichts der Kurve D besser sagen könnte, ist das Interesse an Autoelektronik und Geräten 'für Garten, Küche und Haus', wie die Frage formuliert war. Schwach ist die Fieberkurve E der Modellbauer, Spieler und Fotografen. Bei Bühne/Studio — Kurve F — scheiden sich die Geister: 'hurra' auf der einen Seite, 'ohne mich' auf der anderen.

Allerdings: Mit dem kürzlich erschienenen Sonderheft 'Remix' bietet die elrad-Redaktion den Musikelektronikern ein komplettes Studio im Selbstbau, ohne den Bereich Bühne/Studio in der Zeitschrift zu überlasten. Und die Kurvenlagen E wurden schon vermutet, die betreffenden Sachgebiete in jüngerer Zeit nur dann berücksichtigt, wenn der Stoff extra gut schien. Ein

bißchen Vorhersehung ist ja noch keine schwarze Magie.

'Weiter so, elrad' — so kann die Parole nach der großen Abstimmung trotzdem nicht lauten. Wenn jedoch demnächst neue thematische Akzente gesetzt werden, dann behutsam: Selbst von professionellen Meinungsforschern ist bekannt, daß sie gern falsche Fragen stellen, oft falsche Antworten bekommen oder ihre Ergebnisse vorzugsweise falsch interpretieren.

Freilich enthebt kein Umfrage-Ergebnis eine Redaktion von der Notwendigkeit, Trends zu erkennen und öfter mal Trendsetter zu sein. Dabei ist fast alles Try und recht viel Error. Dafür gibt's kein Rezept und keine Formel. Wenn elrad derzeit im Markt der einschlägigen Zeitschriften dennoch Pluspunkte bucht, sollte es vielleicht doch...? Nein nein. Schwarze Kunst gehört ins Reich der Träume.


Manfred H. Kalsbach



Titelgeschichte

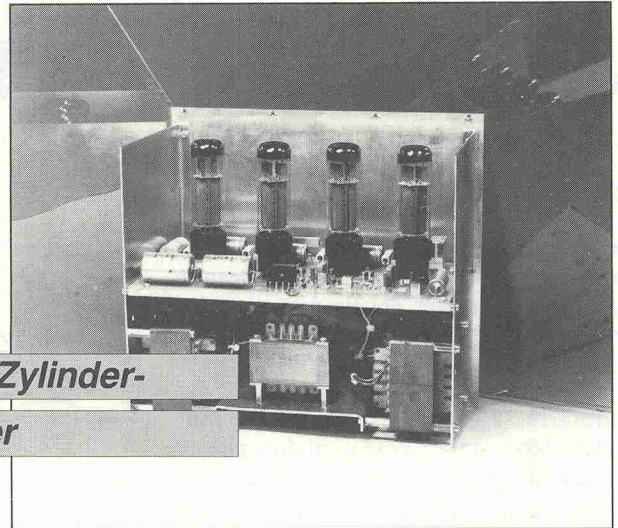
Am Bildschirm kleben

Der Begriff 'Layout-Software' geistert schon seit längerem durch die Elektronik- und Computerszene. Irgendwo hat fast jeder darüber gelesen, gehört oder vielleicht sogar schon einmal ein solches System live erlebt. Die Vorstellung, ein Programm nebst Computer könnte dermaleinst die mühselige Entflechtungstüftelei erledigen, während man selbst entspannt danebensitzt und via Monitor dem Rechner bei der Arbeit zuschaut, läßt die Herzen vieler Klebensmüder höher schlagen. Ganz so einfach wird es zwar trotz cleverer Software nicht werden, trotzdem geben die von uns getesteten Programmpakete Anlaß zur Hoffnung: Das Ende des klebenden Zeitalters ist in Sicht.

Seite 20

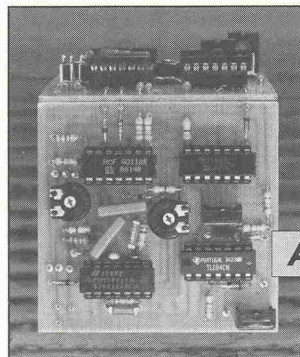
Auge um Auge, Bahn um Bahn

Vier-Zylinder- Boxer



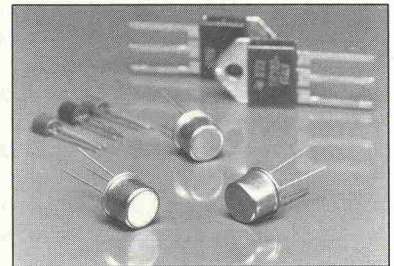
Die 2 x 60 W-Röhrenendstufe fehlte noch in unserer Sammlung sanft glimmender Wohnzimmer-Heizungen. Passend zur Experience-Bühnenelektronik, aber auch Hifi-tauglich ...

Seite 64



Autopilot

Steuern muß (und kann) der Modellpilot noch selber, so 'auto' ist unsere Elektronik denn doch noch nicht. Aber — und das ist das Schöne daran —



Faust-Formeln

Transistorschaltungen sind oft preiswerter als OpAmps — wenn nicht dauernd diese üble Rechnerei wäre! elrad liefert die Faustformeln dazu ...

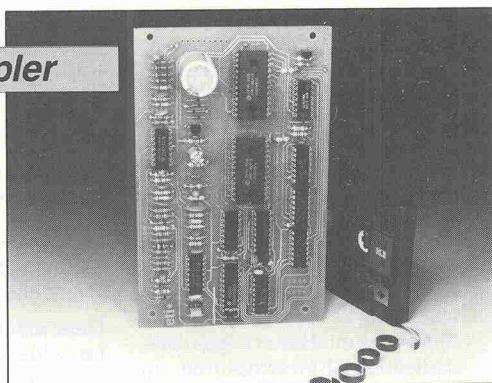
Seite 53

unser Zusatzgerät kann die Fliegerei erheblich erleichtern!

Seite 26

Digital-Sampler

Das Verfahren des Digital-Samplings wird mehr und mehr gerade im U-Musikbereich eingesetzt. Hierbei werden kurze Nf-Sequenzen zunächst digitalisiert, zwischengespeichert und anschließend beliebig oft über einen D/A-Wandler ausgelesen. Genau das ist die Arbeitsweise unseres Digital-Samplers.

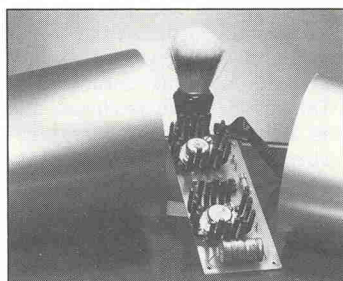


Im ersten Teil des Beitrags wird zunächst der theoretische Hintergrund des Sampling-Verfahrens beleuchtet. Es geht los auf

Seite 36

Relais? Relais!

Schaltstufen galvanisch trennen? Analogsignale fernschalten? Relais! Elektromagnetisch oder lupenrein



Bart ab

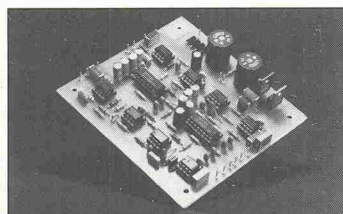
Naßrasur im Auto ist nicht jedermanns Sache. Mit diesem Rasierkonverter läuft der gute, alte 220-Volt-Mäher auch fernab der Steckdose.

Seite 62

elrad 1987, Heft 3

elektronisch. Die elrad-Laborblätter mit Bauelemente-Grundlagen.

Seite 57



DNR-System

Durch den Einsatz der Kompanderbausteine NE572 wird das Rauschen Ihres Tapedecks — insbesondere während leiser Aufnahme-passagen — um etliche dB verringert. Wie, steht auf

Seite 30

Gesamtübersicht

	Seite
Briefe	6
Dies & Das	10
aktuell	12
Schaltungstechnik aktuell	16
Layout-Software	
An der Glotze kleben	20
Modellbau	
Autopilot	26
Gegen Rauschen	
DNR-System	30
Für Nf — Nf — Nf — Nf — Nf — Nf — Nf — Nf — Nf — Nf —	
Digital-Sampler	36
Zum Heulen	
Sweep-Generator	48
Grundlagen	
Entwurf von Transistor-Schaltungen	53
Die elrad-Laborblätter	
Relais, Reed-Relais, Elektronische Schalter, Optokoppler	57
Bart ab	
Rasierkonverter	62
Stage-Hifi	
60-W-PA mit Röhren .	64
Die Buchkritik	70
Englisch für Elektroniker	72
Layouts zu den Bauanleitungen	75
Elektronik-Einkaufsverzeichnis ..	80
Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil	84
Impressum	84
Vorschau	86

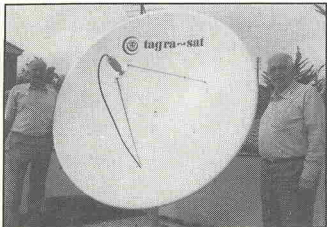
Wo gibt's den Plattenspieler-Motor?

In Heft 7-8/86 brachten wir eine Bauanleitung für einen Plattenspieler. Als Motor war ein Direktläufer der Firma Papst-Motoren GmbH vorgesehen, der allerdings nicht mehr im aktuellen Fertigungsprogramm geführt wird.

Zunächst einmal möchte ich mich für die hervorragend gemachten Hefte bedanken, weiter so. Der eigentliche Grund für mein Schreiben ist aber folgender: Im Heft 7-8/86 haben Sie einen Plattenspieler als Bauanleitung gebracht. Nun ist dort ein Motor von der Fa. Papst angegeben worden, den ich aber leider noch nicht bekommen habe. Da ich den Plattenspieler aber fertigstellen will, möchte ich Sie bitten, ein paar Tips über Bezugsquellen in einem der nächsten Hefte zu bringen.

S. R. Jordan
7500 Karlsruhe

Der Motor ist noch unter der Bezeichnung GSE6212 zum Preis von 150 DM bei Papst-Motoren GmbH, 7742 St. Georgen, Postfach 1435, erhältlich.



elSat in Spanien

Unsere Bauanleitung für einen Satelliten-Empfänger stand in den Heften 1...6/86.

Inzwischen habe ich den Sat-Empfänger hier fertiggestellt und möchte einen Bericht dazu geben.

Auf einer Dachterrasse wurde ein Fundament gemacht und der Spiegel darauf installiert. Spiegel (Größe 1,80 m) von der Firma Tagra aus Barcelona komplett mit Feedhorn. Der Mikrowellen-Empfangskonverter ist von der Firma Neveling (Fabrikat aus Ostasien ohne FTZ-Nr. mit 1,8 dB). Der Empfänger wurde nach Ihren Veröffentlichungen unter Berücksichtigung der Verbesserungen laut Heft 10/86 gebaut. Die Platinen sind selbstgemacht und handgezeichnet. Da hier besonders die Programme Sat 1

und Teleclub interessant sind, wurden für diese Sender programmierbare Tasten eingebaut. Ebenfalls ist die Tonfrequenz für diese Tasten von vorn regulierbar. Beim ersten Probetrieb war zunächst nur das große Rauschen zu sehen. Eine Spannungszuführung innerhalb eines Abschirmkastens war vergessen worden. Nach Herstellung der fehlenden Verbindung waren sofort Bild und Ton da. Der Abgleich der Video-PLL und der Ton-PLL mußte korrigiert werden. Verwendet wurde der neue Tuner UT07B mit eingebautem SAW-Filter. Leider arbeitet dieser Tuner nur bis 11,450 GHz. Die Frequenz von Sat 1 liegt aber bei 11,507 GHz. So konnte Sat 1 nicht empfangen werden. Teleclub und alle anderen im Empfangsbereich liegenden Sender kommen rauschfrei. Leider konnte der Oszillator im Konverter nicht verändert werden, da das Gehäuse nicht problemlos geöffnet werden konnte. Sehen kann ich ebenfalls RTL und Sat 3. Hier ist der Ton einwandfrei, aber das Bild veräuscht. Da diese Programme im Ostbeam abgestrahlt werden, ist ein Empfang hier nur mit sehr großen Spiegeln möglich. Die Geräte zu bauen, hat mir sehr viel Freude gemacht. Da ich zunächst nur einen Konverter habe, sehe ich z. Zt. nur Teleclub und manchmal RTL. Aber selbst ein Programm in deutscher Sprache ist hier im Ausland schon eine schöne Sache.

Jetzt die Mängel an meinem Gerät: Wenn das Gerät eine kleine Weile läuft, bleibt die Einstellung von Bild und Ton stabil. Man kann also einen kompletten Film in Ruhe ansehen. Bei Programmvorschau aber z. B. habe ich bei jedem Bildwechsel starkes Brummen und Veränderung in der Abstimmung von Bild und Ton, die Schrift flimmert zum Teil unleserlich, und bei sehr hellen Bildern ist ein leichtes Helligkeitsflackern zu sehen.

H. Brinkmann
Creixell/Tarragona

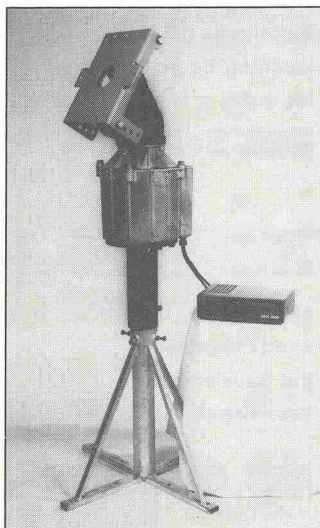
Die von Ihnen aufgezählten Schwierigkeiten sind auf die nicht ganz optimale Video-PLL zurückzuführen.

(Red.)

Deutsche Polar-Mounts

Im Artikel „Großer Bär und kleine Winkel“ (Heft 1/87) berichteten wir über Polar-Mount-Befestigungen für Satellitenantennen.

Wir finden Ihren Artikel sehr gewissenhaft und exakt wiedergegeben. Die Problematik wird genau erklärt und gut vermittelt. In einem Punkt müssen wir Ihnen jedoch widersprechen: Es gibt auf dem deutschen Markt einige Firmen, die Polar-Mount-Halterungen einschließlich Linearmotoren in diversen Ausführungen und Steuergeräte hierzu mit der Programmiermöglichkeit von bis zu 81 Satellitenpositionen anbieten.



Warum sich die „renommierten“ Schüsselhersteller“, wie Sie so schön schreiben, nicht oder nur sehr zögernd auf Druck ihrer Mitbewerber hin mit dem Kapitel Polar-Mount befassen, ist unserer Ansicht nach schnell erklärt:

Die Industrie ist zur Zeit am Nachrichtensatellitenmarkt (sprich ECS, Intelsat West, Ost usw.) kaum interessiert. Sie hat diese Geräte z. Zt. nur im Programm, weil diese der Mitbewerber halt auch hat.

Dazu kommt, daß Polar-Mount-Anlagen — wie Sie schön schreiben — halt nicht ganz ideal sind und eventuell mal nach Jahren nachgestellt werden müssen.

Da aber der „normale“ Rundfunk-Fernsehhandel hiermit to-

tal überfordert sein dürfte, da ihm in der Regel die Erfahrung und die nötige Übung durch andauernde Arbeit mit dem Medium fehlen, würde der Hersteller bzw. Lieferkundendienst laufend in Anspruch genommen werden.

Weiter wird von der Industrie die mangelnde Nachfrage nach Drehanlagen ins Feld geführt.

Dem möchten wir ebenfalls total widersprechen. Unsere Erfahrung mit der von uns erst einmal aufgeklärten Kundschaft zeigte nämlich, daß keiner mehr eine AZ/EL-Halterung (Normalausführung) haben wollte.

Alle von uns montierten Nachrichten-Satellitenanlagen sind zum Leidwesen der DBP ausnahmslos drehbar und gestatten den Empfang von ca. 25 Fernsehprogrammen von diversen Satelliten.

Wir können nur jedem empfehlen, sein Glück mit einer Polar-Mount-Halterung — sei sie gekauft oder selbstgebaut — zu versuchen. Nach dem Motto: Man nehme viel Zeit, am besten ein ganzes Wochenende, schönes Wetter und viel, viel Geduld beim ersten Mal!

Und für alle, die es erst gar nicht selbst versuchen wollen, gibt es den in Ihrem Beitrag erwähnten zweiachsigen gesteuerten Einsteller. Das Gerät für Perfektionisten: Die Eingabe der örtlichen Koordinaten des Spiegelstandortes sowie eine relativ genaue Nordausrichtung sind für das Gerät ausreichend, alle in seinem EPROM bereits gespeicherten Satellitenpositionsdaten der europäischen Satelliten automatisch auf Knopfdruck anzufahren; 32 Positionen sind abspeicherbar, sicherlich für die nächsten Jahre ausreichend.

Der Parabolspiegel wird lediglich direkt oder mittels eines Adapterstücks auf dem Drehkopf des Rotors montiert. Dieser schafft noch Antennen bis 3 m Durchmesser!

Was einen Enthusiasten vielleicht jetzt noch abhält, ist „nur“ der Preis (ca. 3000,— DM).

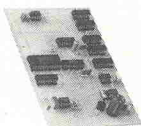
Klaus-P. Kerwer
5350 Euskirchen

elrad 1987, Heft 3

Experience-Stereoendstufe 2x60 W	678,00
Digital-Sampler incl. Netztrafo	149,90
Sweep-Generator incl. Netzteil	112,50
Rasierkonverter incl. Gehäuse, Stecker, Dose	47,90
Auto-Pilot	18,20

Aktuell

Oszi-Speichervorsatz inkl. Gehäuse	129,90
Glühkerzenwandler inkl. Gehäuse	48,50
Tonschachtel inkl. Gehäuse	29,90
Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur (inkl. Polypropylen-Kondensator)	95,00

**Bausatz — Instrumenten — Verstärker — System**

Grundrahmen MPAS-1 R in Rackversion	1591,00
Kombination 1 (elrad-Version) inkl. folgender Baugruppen: Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 1-B, D 1-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, REVERB, Gehäuse HEAD G	2829,00
Kombination 2 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 2-B, D 2-B, ACTIVE INSERT, CHORUS, Gehäuse HEAD H	2628,00
Kombination 3 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 5-B, D 3, ACTIVE INSERT, Gehäuse HEAD H	2448,00
Aufpreis für Gehäuse HEAD G (wird mit REVERB benötigt)	45,00



Kombination 4 Grundrahmen MPAS-1 N, Röhrenendstufe 120 W, C 1-B, D 1-B, AKTIVE INSERT, CHORUS, COMBOGEHÄUSE C mit Celestionlautsprecher	2975,00
Fußschalter 9-fach	389,00
FLANGER	149,50
PHASER	128,50

Alle Module einzeln sowie als Bausätze
erhältlich. Fordern Sie die Sonderliste
EXPERIENCE gg. DM 1,60 in Bfm. und
Rückumschlag an.

Händlerkontakte über Fa. Dieselhorst Elektronik.
Vertriebspartner für das In- und Ausland gesucht.



Tel. 05 71/5 75 14

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

Ab sofort Vertrieb für Österreich:
Fa. Ingeborg Weiser
Versandhandel mit elektronischen
Bausätzen aus elrad
Schembergasse 1 D,
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

Parametr. Equalizer, 1 Kanal	79,90
Geh. 19" m. Frontfolie f. 2 Kanäle	99,00
Netzteil f. 2 Kanäle	25,00
Digital-Hygmrometer inkl. Eprom/Geh.	133,50
Lineares C-Meter inkl. Quarzbasis/Geh.	107,00
Intercom 1 Station inkl. Geh.	35,50
Intercom 2 Station inkl. Ringkerntrafo	69,90
Ultralinear-Röhrenendstufe 2 x 30 W Stereo inkl. Gehäuse	989,00
Impulsgenerator inkl. Gehäuse	114,20
Dämmungsschalter inkl. Gehäuse	49,90
Flurlichtautomat inkl. Gehäuse	24,80
Digital Delay aus elrad 7-8/86	220,00
Flurlichtdimmer inkl. Gehäuse	88,00
Röhrenvorverstärker inkl. Geh.	99,00
Gehäuse 19" mit Frontfolie stereo	99,00

Wir liefern Spez.-Frontfolien zu den verschiedenen elrad-Projekten.

Digitaler Schlagzeug ★ Plane inkl. Ringkerntrafo	149,90
Digitaler Schlagzeug ★ Voice o. Eproms	69,90
Sound Eproms, Typen 2716... 27128, je Instr.	25,00
Speicher-Timer ★ Fotolimer-Steuerung	96,80
Speicher-Timer ★ Fotolimer-Netzteil	35,80
Temperaturstabilisierte 1ppm/°C Spannung	42,50
Flurlichtdimmer inkl. Gehäuse	35,50
Röhrenvorverstärker inkl. Geh.	420,00
Mini-Max-Tester mit Gehäuse/Buchsen usw.	185,00

Satelliten-TV

elSat 1 ZF-Teil o. Tuner	50,30
UHF-Tuner UD-1 Ersatztyp	35,90
Tuner UT 106B — 1550 MHz	175,00
elSat 2 PLL/Video inkl. Gehäuse	110,80
elSat 3 Ton-Decoder inkl. Gehäuse	72,90
elSat 4 LNC mit präzise vorgefertigten Mechanikteilen u. Flanschen	550,00
elSat 5 UHF-Verstärker	68,80
Zubehörteile — Feethörner	ab 68,00
Fertige LNCs mit FTZ-Zulassung	ab 950,00
elSat 7 Polarmount m. Motorsteuerung	950,00

Sonderliste: SAT-TV mit Bausätzen/Antennen/Kompletanlagen/
Receiver/Zubehör usw. gegen DM 1,80 in Briefmarken und
Rückumschlag.

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

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

Bauteilelisten gegen DM 1,80 in Bfm. Bausatz-Übersichtsliste anfordern (Rückporto). Gehäuse-Sonderliste
gegen DM 1,80 in Bfm. Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie
grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schalt-
plan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: DM 7,50 Nachnahme Postgiro
Hannover 121 007-305 DM 5,00 Vorkasse, Anfragebeantwortung gegen Rückporto.

Multiboard (1 Kanal inkl. High-Com-Modul)	199,00
Multiboard Netzteil inkl. Ringkerntrafo	56,90
Multiboard 19" Gehäuse mit Frontfolie (2 Kanal)	99,00
Netzgerät 260 V/2 A inkl. Gehäuse/Messwerke	530,00
Digital-Einbauminstrument	69,90
Frequenz-Normal inkl. Gehäuse	34,90
CD-Kompressor inkl. Gehäuse	77,90
4,75 cm/sec.-Meßgerät	99,90
Digitaler Sinusgenerator inkl. Eprom/Prog.	499,90
Digitalvoltmeter-Modul	69,90
LED-Analoguhr mit selekt. LEDs und Gehäuse	196,90
LED-Analoguhr — Wecker-Zusatz	58,80
LED-Analoguhr — Kalender-Zusatz	44,60
Programmierbarer Signalform-Generator	177,80
Powerdimmer mit TIC 263M	79,90
Sinusgenerator: 0,001 %	148,40

Hall-Digital mit 9 x 6116 (RAM) Kompl.	435,10
passendes Gehäuse VERO-KMT	48,70
Hall-Digital ★ Speichererweiterung	186,50

Parametrischer Equalizer

1-Kanal m. Knöpfe	54,90
Netzteil	18,20
Gehäuse 19" 1HE	60,82
Gehäuse 19" bedruckt und gebohrt	87,20



Ersatzschaltung mit Platine für SN 16880 per Kanal	9,10
Präzisions-Funktionsgenerator: Basis	133,50
Endstufe	18,90
Netzteil	49,90
Power-Netzteil 0...50 V/10 A inkl. Messwerke	515,00
Power-Netzteil: Einschaltverzögerung	27,80
Spannungswandler 12/220 V 120 VA	122,50
Tremolo/Leslie o. VCA-Modul	25,90
VCA-Modul	19,90

**Modularer
Vorverstärker**

Bausatz komplett in Stereo mit Gehäuse/Cinch-Gold	1740,00
Platinenset	348,00
Einzelbaugruppen auf Anfrage.	

ÜBERTRAGER • NETZTRAFOS • SPEZIALTRAFOS

Stereo-Röhrenendstufe 2x60W Fertigbaustein geprüft	MPAS-18181 DM 678,—
Ausgangsübertrager für EXPERIENCE 2x60W Stereoendstufe	A-234 DM 98,50
Ausgangsübertrager für EXPERIENCE 120W Röhrenendstufe (4x EL 34)	A-434 DM 129,50

Sonderanfertigung von Trafos und Übertragern in Spitzenqualität zu günstigen Preisen. Abdeckhauben für
Trafos, kostenlos Liste T3.87 mit adressierten und frankierten Rückumschlag (A5, DM 1,10) anfordern.

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

Netztrafo für Röhrenverstärker mit EL 84 (230 V/250 V/0,6 A, 2 x 6,3 V/4,5 A, 20 V/100 mA)	NTR-6F DM 89,50
Netztrafo für Röhrenverstärker mit EL 34 (360 V/0,6 A, 50 V/20 mA, 6,3 V/6,5 A, 6,3 V/2 A, 2 x 17 V/1 A)	NTR-1F DM 99,50
Netzdrössel bis 0,6 A (alter Typ D-1066)	neuer Typ D-0866 DM 49,80

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

**AUSGEWÄHLTE
SPITZENTECHNIK**
... zusammengefaßt in einem Katalog

Lautsprecher-Selbstbau-
Systeme, „vom Feinsten“
bis zum preiswerten und
klangstarken Chassis.

Wir wissen,
was wir verkaufen:

elektroakustik stode

Bremervörder Str. 5 • 2160 Stade • Tel. (0 41 41) 8 44 42

Den
Katalog
'87 gibt es
kostenlos
bei uns!

Ehrensache, . . .

daß wir Beiträge und Bauanleitungen
aus inzwischen vergriffenen
elrad-Ausgaben für Sie fotokopie-
ren.

Wir müssen jedoch eine Gebühr
von DM 5,— je abgelichteten Bei-
trag erheben — ganz gleich wie
lang der Artikel ist. Legen Sie der
Bestellung den Betrag bitte **nur** in
Briefmarken bei — das spart die
Kosten für Zahlschein oder Nach-
nahme. Und: Ihren Absen-
der nicht vergessen.

Folgende elrad-Ausgaben sind
vergriffen: 11/77, 1—12/78,
1—12/79, 1—12/80, 1—12/81,
1—12/82, 1/83, 5/83, 12/83,
1—3/84, 8—10/84, 3—5/85,
1/86. elrad-Special 1, 2, 3 und 4.
elrad-Extra 1 und 2.

elrad - Magazin für Elektronik,
Verlag Heinz Heise GmbH
Postfach 610407,
3000 Hannover 61

HEISE

AB LAGER LIEFERBAR

KATALOG ANFORDERN
C-MOS, TTL-74—, 74LS—, 74HC—
LINIARE-ICs, SPANNUNGSGEGLER
DIODEN-HF-LEISTUNGSGRÜBER
TRANSISTOREN-NF-HF-FETs-LEIST.
GLEICHRICHTER-RUND-BRÜCKEN-PLACH
THYRISTOREN, TRIACS, DIACS
QUARZE, QUARZOSZILLATOREN
FESTINDUKTIVITÄTSDRÖSSELN, FILTER
ENTSTÖRDRÖSSELN, DÄMPFUNGSPERLEN
MINI-KIPPSCHEITER, DREHSCHALTER
DRUCKSCHALTER, SCHIEBESCHALTER
TASTER, TASTENSÄTZE, LEUCHTTASTER
WIMA-SIEMENS-KONDENSATOREN
ELEKTROLYT-KONDENSATOREN-bis 450V
KOHLSCHICHT-WIDERSTÄNDE bis 1 W
METALLSCHICHT-WIDERSTÄNDE
HOCHLEISTUNGSGS-DRAHTWIDERSTÄNDE
EUROPA-RÖHREN, MARKEN-RÖHREN
PRÄZ.-IC-FASSUNGEN, IC-FASSUNGEN
TRANSFORMATOREN-PRINT-FÜHRUNG
TRIMMKONDENSATOREN, ÜBERTRAGER
POTENTIOMETER, SPINDELTRIMMER
EINSTELLREGLER, TEMPERATURSENSOR-
LÖTKOLBEN, LÖTLINN, LÖTZUBEHÖR-
EPOXYD-PERTINAX-PLATINEN, KABEL-
FLACHBANDLITZE, NF-STECKVERBINDER
HF-STECKVERBINDER, REED-RELAIS
RELAIS, EINBAU-MEßINSTRUMENTE
SORTIMENTE, BAUSÄTZE, BAUSTEINE
OPTO-BAUELEMENTE, SICHERUNGEN
SMD-BAUELEMENTE, GEHÄUSE-SERIES
KLEIN-ELEKTRONIK • PF.1507
Inh. Tonis Klein
TANNENBERGSTRASSE 14
5960 OLPE TEL.02761/3915

Die sieben Sekunden...

Bauanleitungen „Programmierbarer Signalform-Generator“ aus Heft 6/86 und „Frequenz-Normal“ aus Heft 12/86.

Ich habe bei o. g. Bauanleitungen Schwierigkeiten und wäre Ihnen für ein paar Ratschläge dankbar.

● Programmierbarer Signalform-Generator

Bei der Überprüfung der Versorgungsspannungen stellte ich folgendes fest: Die +5-V-Spannung ist in Ordnung, bei der +12-V- und -12-V-Versorgungsspannung tritt jedoch folgendes Phänomen auf:

Nach Anlegen der Wechselspannung (30 V) sind hinter den Spannungsreglern für ca. 7 sec. +12 V und -12 V zu messen. Nach diesen 7 sec. geht die +Spannung von +12 V auf +7,5 V zurück, und die -Spannung steigt auf -16,5 V. Beide Spannungen bleiben dann auf diesen Werten stehen.

Ich frage Sie, wie ist so etwas möglich und wo könnte der Fehler liegen?

Die Spannungsregler habe ich schon gewechselt, jedoch ergibt sich das gleiche Verhalten. Auch die getrennte Überprüfung der Spannungsregler ergab keinen Fehler.

● Frequenz-Normal

Bei dieser Bauanleitung hätte ich einige Fragen zu der Aufnehmerspule. Nach Anfertigung der von Ihnen beschriebenen Spule erhalte ich zwar ein Signal — meßbar allerdings nur mittels Oszilloskop, nicht aber mit dem Analog-Multimeter. Auch nach Anschluß an das Gerät erhalte ich keine Signalanzeige. Ich habe dann einmal den Eingangskondensator von 47 pF auf 4,7 nF geändert, dann leuchtet die Signalanzeigediode. Ist aber jetzt die Filterwirkung der RC-Kombination C1/R1 noch gegeben? Wäre es Ihnen möglich, mir ein paar nähere Angaben zur Ausführung der Aufnehmerspule zu machen? Welcher Draht-Spulendurchmesser und welche Spannungsgröße müßten mit dem Oszilloskop und dem Analog-Multimeter zu messen sein? Ich wäre Ihnen sehr verbunden, wenn Sie mir ein paar Tips geben könnten, wie ich

diese Fehlfunktionen beheben kann.

M. Lindauer
6535 Gau-Algesheim

Zum Signalform-Generator (elrad 6/86): Leider wurde im Bestückungsplan (Bild 7) der Spannungsregler IC22 (7812) verkehrt herum eingezeichnet. Wird er um 180 Grad gedreht, arbeitet das Netzteil ordnungsgemäß.

Zum Frequenz-Normal (elrad 12/86): Die Aufnehmer-Spule sollte möglichst über die angegebene RC-Kombination (1M Ω , 47p) angekoppelt werden; die Grenzfrequenz dieses Hochpasses beträgt ca. 3,4 kHz.

Wenn das Eingangssignal zu schwach ist, sollte die Windungszahl der Aufnehmerspule erhöht werden. Zehn bis fünfzehn Windungen mit einem Durchmesser von etwa 10 cm müßten aber in jedem Fall ausreichen, um ein Eingangssignal zu erhalten, das deutlich über der Basis-Emitterspannung des Transistors T1 (0,7 V) liegt. Ein Spulenende wird an die Buchse Bu1 angeschlossen, das andere sollte mit der Schaltungsmasse verbunden werden.

(Red.)

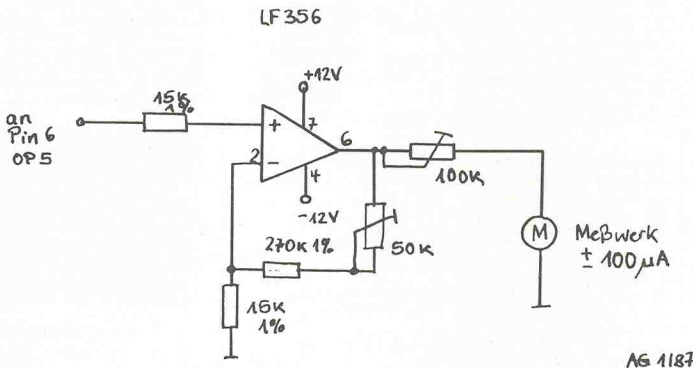
Bandgeschwindigkeits-Meßgerät umgestrickt auf 3,15 kHz!

In Heft 12/86 veröffentlichten wir die Bauanleitung eines Meßgerätes für die Bandgeschwindigkeit von Cassettenrecordern.

In den Leserbriefen 1/87 wurde über den Sinn bzw. Unsinn des verwendeten Meßverfahrens diskutiert.

Zunächst möchte ich auf das Leserecho des o. g. Beitrages eingehen:

Wie die Herren Beckmann und Kohlhaas schreiben, sehen sie auch einfachere Möglichkeiten, die Bandgeschwindigkeit zu messen. Ersterer möchte dies mit 1 kHz, der zweite mit einem elektronischen Stimmgerät tun. Beides mag vielleicht klappen, aber man sollte sich doch einmal daran erinnern, daß in der Audiotechnik Bandgeschwindigkeiten von Recorders mit einem 3,15-kHz(!)-Meßton eingestellt werden. Und für gerade eben diese Frequenz gibt es sogenannte Bezugscassetten mit eben diesem genauen Meßton zu kaufen! Nimmt man näm-



lich mit seinem ja eventuell zu schnell laufenden Recorder eine Cassette mit irgendeiner Frequenz selbst auf und justiert einen anderen Recorder mit dieser Frequenz, dann wird dieser ebenfalls zu schnell laufen! Also ist diese Methode wohl falsch oder?

Der Autor des Beitrages hat im Ansatz gut gedacht:

- Kontrolle des Eingangsspegels
- Bandpaß
- Abweichungsanzeige in %

Was allerdings wirklich überflüssig ist, wäre meiner Meinung nach die Digitalanzeige, da auf dieser Tendenzen nur schwer zu erkennen bzw. zu verarbeiten sind.

Ich habe daher folgende Änderungen an Ihrer Bauanleitung vorgenommen:

- Änderung der Bandpaßmittelfrequenz auf 3150 Hz: Dazu sind die Widerstände R4, R6 in 56 k Ω und die Widerstände R5, R7 in 5,6 k Ω zu ändern.
- Zeitkonstantenumstellung am LM331: Dazu ist Widerstand R14 in 8,2 k Ω , R15 in 10-k Ω -Spindeltrimmer, R16 in 56 k Ω und C5 in 10 nF abzuändern.
- Komparatorspannung auf 3,15 V am invertierenden Eingang erhöhen, dazu Widerstand R22 auf 3,9 k Ω verkleinern.
- Ab R25 entfallen alle weiteren Bauteile des DVMs ersatzlos!
- Anstelle der DVM-Schaltung wird ein analoges Meßwerk von $\pm 100 \mu A$ verwendet, das die Abweichung von der

Bezugsfrequenz in ± 100 Hz (entsprechend $\pm 3\%$) anzeigt. Dazu wird der gezeigte kleine Meßverstärker zusätzlich benötigt, der aber ohne weitere Hilfsspannungen ebenfalls mit ± 12 V gespeist wird.

Der Abgleich wird dann so vorgenommen, daß nach Überprüfung der Betriebsspannungen und ohne Eingangssignal das Meßwerk mit dem 100-k Ω -Poti auf -100 eingestellt wird.

- Mit R23 die Referenzspannung auf 3,15 V (± 10 mVmax),
- 3150 Hz Referenzsignal aus Sinusgenerator (!) ca. 1 V_{eff} anlegen und R15 so einstellen, daß die Ausgangsspannung des OP5, Pin 6 0 Volt wird (evtl. mit R23 minimieren),
- Referenzfrequenz um 100 Hz erhöhen und mit R20 die Ausgangsspannung des OP5 auf +0,447 V einstellen,
- mit dem 50-k Ω -Poti auf der Zusatzplatine das Meßwerk auf +100 μA einstellen.

Die Einstellungen sind bei 3050 Hz zu kontrollieren (Anzeige dann -100). Es empfiehlt sich, für die Anzeigeverstärker, Referenzeinstellung und Frequenz-Spannungswandler nur 1%-Widerstände zu verwenden. Die kleine Zusatzschaltung wurde direkt am Meßwerk angelötet. Versuche, die Verstärkung direkt am Differenzverstärker zu ändern, wurden aus Stabilitätsgründen wieder verworfen.

Dies so abgeänderte und der Audiotechnik entsprechende Gerät hat sich im Zusammentestspiel mit einer Philips Testcassette hervorragend bewährt.

A. Gerfer
5068 Odenthal 2
elrad 1987, Heft 3

FUNKTIONIERT Ihre (Eigenbau-) SATELLITENEMPFANGSANLAGE oder fehlen wesentliche dBs?

Wir haben sie für SIE!

Konverter mit FTZ/DBP Nr. von verschiedenen Herstellern.
Rauschzahlen zwischen 1,8 dB—2,3 dB

Antenne PF 4006, 1,8 m/45 dB, zerlegbar

Antennenerreger (Rillenhorn)

Hohlleiterstrahler mit 3-Beinhalter (manuell drehbar)

Polarotor (Chaparral)

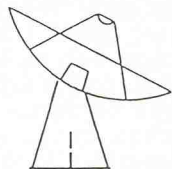
Polarmountantrieb Z 500, Steuergerät, FB, Antriebsarm

Az/Elantrieb mit Bediengerät

sowie viele verschiedene Empfängermodelle

Keine Wartezeit, alle Geräte sofort ab Lager lieferbar!
Oder besuchen Sie uns nach Terminabsprache und überzeugen Sie sich von der guten Qualität unserer Life-Sat-Bilder und stöbern Sie in unserer Fundgrube und nehmen gleich das Gewünschte mit.

MWC – Micro Wave Components GmbH



Büro Bonn, Brunnenstr. 33
5305 Alfter Oedekoven
Tel.: (02 28) 64 50 61 / 64 95 05

Telex: 889688 mwcbn d

TOPP

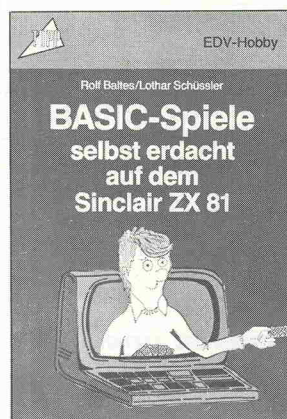
Buchreihe Elektronik



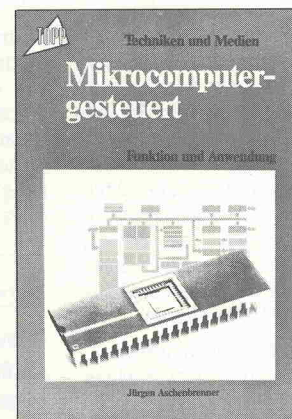
Best.-Nr. 498 DM 20,80



Best.-Nr. 420 DM 20,80



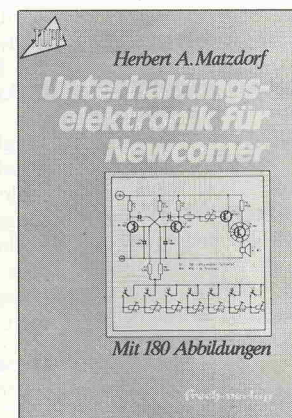
Best.-Nr. 392 DM 25,60



Best.-Nr. 371 DM 25,60



Best.-Nr. 448 DM 25,60



Best.-Nr. 412 DM 25,60

TOPP-Buchreihe Elektronik
erhalten Sie im Buchhandel
und im Elektronik-Fachgeschäft

frech-verlag

7000 Stuttgart 31 · Turbinenstraße 7

SORTIMENTE

R-1	1000 R 1/8—1/2 W. je Wert einz. verp.	6,—
R-2	100 R 1—5 Watt. Schicht & Draht	4,—
R-3	200 R Toleranz max. 2%	4,—
	Kohle & Metallschicht	4,—
R-4	1000 R vorgeformt	4,—
R-5	50 R 1 bis 25 W. 0,068 bis max. 10 Ohm	6,—
C-1	100 C MKT.MKS FKZ Raster 5 bis 15 mm bis 1 µF	6,—
C-2	200 C wie C-1, zzgl. axiale Bauform	9,—
C-3	30 C MKT.FKZ.MP 1 bis 4 µF, für Frequenzweichen	10,—
C-4	30 C bipolare Tonfrequenzkondensatoren bis 100 µF	10,—
C-5	100 C Keramik Scheiben, EDPU, Z-SU, NPO usw.	5,—
C-6	100 C ELKO, radiale Printauf. bis 4700 µF	7,—
C-8	10 C Bechereleko bis 4700 µF, mind. 35 V	10,—
C-9	100 C TANTAL ax. & rad. bis 470 µF	8,—
A-1	50 IC, TTL, MOS, lin. Comp. LSL usw.	8,—
A-2	100 Transistoren, Kleinsignal bis Power	8,—
A-3	100 Z Dioden, 0,2 bis 10 Watt	8,—
A-4	100 Dioden 1A48 bis 3 A Powertypen	6,—
A-5	30 C MOS Serie 40... 445...	6,—
A-6	30 TTL & LSL	6,—
A-8	10 Spannungsregler, fest & einstellbar	10,—
A-9	3 LM-317 K & Datenblatt	10,—
R-10	8 LM-317 LZ & Datenblatt	10,—
L-1	5 Transformatoren (220 V) & Übertrager	6,—
S-1	10 Tastensätze für 220 V	6,—
S-2	20 Druck- und Schiebeschalter	6,—
M-1	ca. 500 Schrauben & Muttern M-2,5 bis M-6	5,—
M-2	ca. 200 Schrauben und Muttern bis M-2,6	5,—

PRÄZISIONSVOLLHARTMETALLBOHRER

Schaft 1/8" (3,17 mm) zum Bohren von Leiterplatten. Gesamtlänge 38 mm. Durchmesser 0,6 bis 2,5 mm in 0,1 mm Staffelfung und 3,2 mm. Neue Ware aus laufender Fertigung. TOP EWG Produkt. Stück: 4,40, 10 Stk. 38,—, dito gebraucht, Schneiden einwandfrei, Schaft 3 mm, Länge 30 mm, Durchmesser 1,05 mm. 10 Stk. DM 15,—.

Alle Bauteile neu und original gestempelt, kein Schrott oder Ausbau.

VERSAND sofort ab Scheune per NN. zzgl. DM 8,— Postgeb. Inland, 15,— Postgeb. Ausland. Bohrer versand zzgl. DM 2,— je 10 Bohrer für Spezialverpackung + DM 6,— für Postgebühren. Telefonservice bis 20 Uhr. Liste (soweit vorhanden) kostenlos.

ELEKTRONIK VOM BAUERNHOF

Eva Späth, Ostertalstraße 15
8851 Holzheim
Ruf: 0 8276-18 18, FS 5 3865

LAUT-SPRECHER-BOXEN UND -BAUSÄTZE DIREKT VOM HERSTELLER

100% TITAN

FÜR NUR 29,—

19 mm TITAN-Hochtöner-Kehle MIVOC HFT 100. Extrem schnell + impulsfähig durch ultraleichte, reines TITAN-Kehle + Impulsstärker. Unvergleichlich spritzgeblasene Segmente! Weltreize mit 100-25000 Hz. 4 oder 8 Ohm! 92 dB. 80 x 85 x 28 mm. 1 Jahr Vollgarantie. Natürlich zum unübertroffenen MIVOC-Preis: DM 29,—/Stück. Bestelladresse + Studi: MIVOC, Konrad-Adenauer-Str. 11, 5090 Sittgen t. tel. 0212/61 60 14, Telex 851470 mwk d Studio: 4800 Dortmund, Hamburger Str. 67, Tel. 0231/328417

MIVOC

elrad-Leserbefragung

Handels-Embargo verhindert Stimmabgabe

Besser spät als nie. So oder ähnlich muß der Leser gedacht haben, der uns pünktlich zu Weihnachten das vermutlich letzte Exemplar unseres Fragebogens (Einsendeschluß 31. 8.) zuschickte. Seine Begründung dokumentiert in erschütternder Weise ein Schlaglicht aus dem Alltag glücklich verheirateter Hobbyelektroniker:

Sehr geehrte Herren und Damen (unsere Redaktion besteht leider nur aus ersteren), Sie erhalten meinen ausgefüllten Schein erst heute, und vielleicht können Sie ihn noch verwerten. Schuld daran war meine Frau, die in der irrigen Meinung, dies sei wieder eine größere Bestellung, den Brief versteckt hielt, bis ich ihn heute zufällig fand. Viele Grüße

Falls Sie elrad abonnieren wollen (60 D-Mark pro Jahr) — Ihre Frau erfährt davon nichts...

Auf-gelesen

Wohl bekomm's

Haben die Kabelverkäufer des Herrn Schwarz-Schilling bei ihrer ständigen Suche nach Anschluß schon wieder einen Kunden besoffen geredet? Es sieht fast so aus, als hätten sie dabei einen Redakteur der Funkschau erwischt. In Nr. 2/87 heißt es:

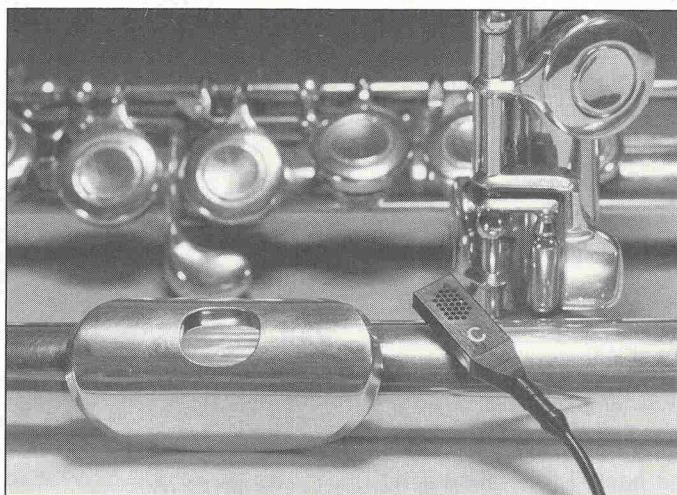
„...me sollen nach dem Abschluß ihres Haushalts an das Kabelnetz nicht auf den Empfang dieser Programme verzichten müssen. Die Oberprostdirektion Saarbrücken empfiehlt deshalb ihren Kunden in einer Pressemeldung kurzerhand eine Antenne...

Merke: Wer Sauerbier anpreist, muß auch einen Kater verkraften. Na denn Prost.

Mikrofone

Ein Fall für Hall

Das kürzlich erschienene elrad-Sonderheft 'Remix' — Tonstudio im Selbstbau — enthält auch die Bauanleitung für eine Hallplatte, ein Gerät mit rund zwei Quadratmetern Fläche, einschließlich der Halterung. Winzig, ja winzig dagegen ist das Mikro-



fon: Das 'Countryman', im Fachhandel für rund 350 bundesdeutscher Rechnungseinheiten zu haben, ist 'ne Art musikalische Wanze; sie kriecht in die Schalltrichter von Trompete und Sax und verharrt an den Schallöffnungen von Geige und aku-

stischer Gitarre wie vor einem Schlupfloch. In der erwähnten Bauanleitung lauscht 'der' Countryman dem Platten-Hall.

Unser Foto — Mikrofon mit Querflöte — unterstreicht die geringen Abmessungen.

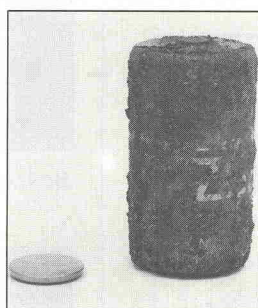
Umwelt

Knopfzellen und Artikulationsprobleme

Bereits seit einigen Jahren werden quecksilberhaltige Knopfzellen über beim Fachhandel aufgestellte Sammelboxen von der Batterieindustrie zurückgenommen, da sich das Recycling lohnt. Möglicherweise wurden inzwischen weitere rentable Wiederaufbereitungsverfahren entwickelt, denn die Industrie will in Zukunft alle Knopfzellen zurücknehmen.

Dieser 'Vorschlag der Batterieindustrie wird zur Zeit', wie der ZVEI mitteilt, 'von den Fachleuten des Bundesumweltministeriums geprüft'. Wieso ein solcher Beitrag zum Umweltschutz großartig geprüft werden muß, bleibt unklar.

Ein — so steht es wörtlich in der ZVEI-Mitteilung — 'zweites Kern-



stück des Angebots' der Batterieindustrie an das Ministerium 'ist die Zusage der Reduzierung des Quecksilbergehaltes in Haushaltsbatterien von heute 0,8 bis 1 Prozent des Batteriegewichtes auf 0,15 Prozent bis zum Jahre 1990.'

Was denn nun: Angebot oder Zusage? Übrigens handelt es sich bei den 'Haushaltsbatterien' mit dem hohen Quecksilberanteil um jährlich rund 400 Millionen stinknormale Zink-Kohle-Batterien, die auf stinknormalen Mülldeponien landen. Umweltminister Wallmann — so freut sich der ZVEI — habe wiederholt 'die Bereitschaft der Bundesregierung zu kooperativen Lösungen' erklärt. Der Minister hätte besser daran getan, der Batterieindustrie klare Vorgaben zu machen. Zur Strafe muß er jetzt mit Zusage-Angeboten fertig werden. Oder sind es gar nur Angebots-Zusagen?

Spruch des Monats

„Ich habe doch den Stecker aber ganz schnell wieder hineingesteckt!“

Wutschrei einer Datentypistin, nachdem sie festgestellt hatte, daß ein herausgerutschter Stecker des Computers ihre Tagesarbeit zunichte gemacht hatte. Schnelle Speicher sind eben auch schnell leer.

elrad intern

Keine Fehlanzeige

Eine an den Verlag Heise adressierte Anzeigenrechnung ließ unsere zur Perfektion tendierenden Kolleginnen im zentralen Sekretariat stutzig werden. Der Verlag habe, so ging aus der Rechnung hervor, in der Hannoverischen Allgemeinen Zeitung eine Kleinanzeige mit dem Text: 'HALLO HOBBY ME' veröffentlicht.

Ein neues Wort für ein altes Ansinnen? Fraglos ein Irrtum. Trotzdem — wer perfekt sein will, läßt nichts unversucht, fahndet nach Ursachen und vor allem Urheber(inne)n und beginnt bei den Abteilungsleiter(inne)n des Hauses. In der elrad-Redaktion angekommen (wir bildeten das unverdächtige Schlußlicht der in Frage kommenden Tatorte) offenbarte ein der ominösen Rechnung beigefügter Laufzettel bereits eine hochinteressante Reihenfolge mutmaßlicher Hobbyist(innen).

Und ausgerechnet bei uns löste sich das Rätsel: Per Kleinanzeige, die mit 'Hallo, Hobbymechaniker' anhub, hatten wir einen handwerklich begabten Aushilfskollegen gesucht, der gelegentlich die eine oder andere Schaltung in ein besonders schönes Gehäuse einbauen soll. Die Anzeigenrechnung enthielt zur Identifikation des Inserats lediglich nur die ersten 14 Zeichen des Textes.

Der Vollständigkeit halber sei gesagt, daß unsere Bemühungen Erfolg hatten. Mit Herbert Brykczynsky (intern liebevoll *Der Unaussprechliche* genannt) gehen viele schmucke Frontplatten der letzten elrad-Ausgaben auf das Konto eines leibhaftigen Diplom-Designers.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 2/87

Aktive Frequenzweiche (40° + 50° + 60°)	So DM 79,50
Tonschachtel	DM 14,90
Osz-Speichervorsatz	DM 99,70
Glühkerzenwandler	DM 38,60
Stereo Simulator	DM 27,80

Heft 1/87

Digital Hygrometer (EPROM programmiert)	So DM 99,70
Stage-Intercom mit Netzteil	DM 64,90
Lineares C-Meter mit Netz + Quarzzeitbasis	DM 89,50
Parametrischer Equalizer	DM 89,60

Heft 12/86

MultiBoard (1 Kanal) mit High-Com-Modul	So DM 137,60
MultiBoard-Netzteil mit Ringkerntrafo	DM 74,90
Netzgerät 0...260 V/2 A o. Tr. 1 + 2	So DM 179,80
Frequenznormal	DM 19,70
CD-Kompressor mit Netzteil	DM 49,50
4,75 cm/sec.-Meßgerät	DM 109,90

Heft 11/86

Ultralinear-Röhrendstufe mit 30 Watt	So DM 239,80
Ausgangsleistung o. Tr. (RÖH2)	DM 69,80
Impulsgenerator	DM 45,40
Dämmungsschalter	DM 15,60

Heft 10/86

HiFi Röhren-Vorverstärker o. Tr.	So DM 237,90
Fototimer: Steuerung	DM 74,60
Fototimer: Netzteil	DM 38,20
Temperaturstabile Spannung	DM 39,90
Digitales Schlagzeug: VOICE o. EPROM	DM 65,40
Digitales Schlagzeug: PLANE mit Trafo	So DM 169,30

Heft 9/86

Digitale Sinusgenerator (o. Modul)	SSo DM 399,40
Wecker-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86	DM 59,80
Kalender-Zusatz zur Uhr aus Heft 3/86	DM 44,90
Experience 5: Active Insert	DM 23,70

Heft 7-8/86

Delta-Delay (inkl. Lizenzgebühr)	So DM 146,90
Mini-Max-Tester	DM 99,20
Experience 4: Vorverstärker C1-B	DM 72,50
Experience 4: Chorus	DM 89,70
Experience 4: Reverb (o. Hallsp.)	DM 39,60

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

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

Heft 6/86

Programmierbarer Signalform-Generator	DM 198,70
Experience 3: Control Main Board	DM 64,30
Experience 3: D1-B-Vorverstärker	So DM 99,60

Heft 5/86

elSat 5: UHF-Verstärker	DM 54,90
Power-Dimmer (mit Spez.-Drossel) 20 A	DM 98,50

Heft 4/86

Sinussgenerator	DM 124,40
elSat 4: LNC mit Spannungsversorgung	So DM 518,90

Heft 3/86

LED-Analoguhr mit Printrafo	DM 186,80
elSat 3: Ton-Decoder mit Netzteil + Ringkerntrafo	So DM 122,90
Endstufe 150 W-MOSFET o. Tr. m. Kühlk.	DM 136,00

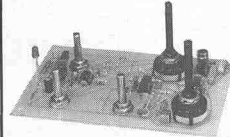
Heft 2/86

elSat TV 2: PLL/Video	DM 76,20
Noise Gate	DM 58,30
Kraftpaket 0...50 V/10 A incl. Einschaltverzögerung	So DM 514,00

Heft 1/86

elSat TV 1: ZF-Teil + Tuner	DM 79,50
Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 1) Bauteilesatz	3/84 So DM 119,60
Elektron. Heizungssteuerung (zu Platine 2a/2b 2c) und 5) zusammen	3/84 DM 148,40
Labornetzgerät 0...40 V/0...5 A	12/83 So DM 225,80
Farbbalkengenerator	7/83 DM 178,40
Klirrfaktor-Meßgerät inkl. Spez.-Polis + Meßwerk	6/83 DM 179,80

Aktuell März 1987 zu diesem Heft



Sweep Generator incl. Netz	DM 114,00
Digital-Sampler ohne Netz	DM 99,70
Experience: Endstufe 2 x 60 W ohne Netz	So DM 299,60
Rasierkonverter	DM 36,80
Autopilot	DM 16,50
Delta Delay (Heft 7-8/86)	So DM 146,90

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

HECK-ELECTRONICS

Inh.: Hartung Heck

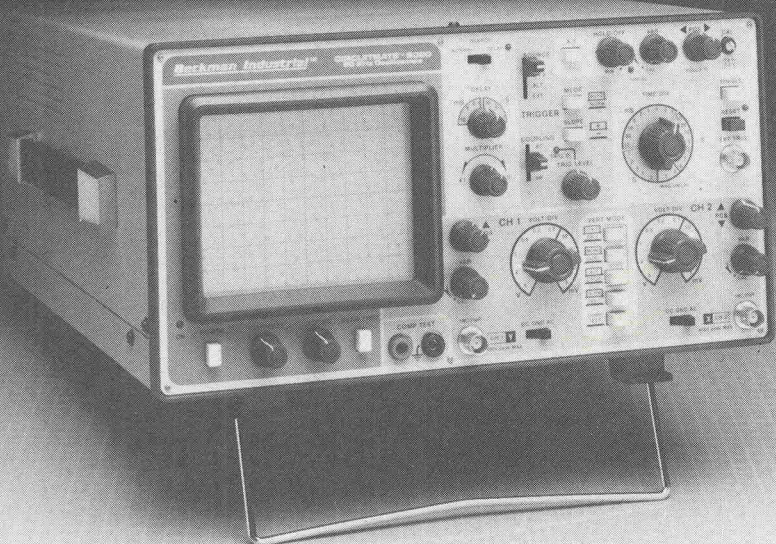
Waldstraße 13 · 5531 Oberbettingen · Telefon 0 65 93/10 49

Beckman IndustrialTM präsentiert

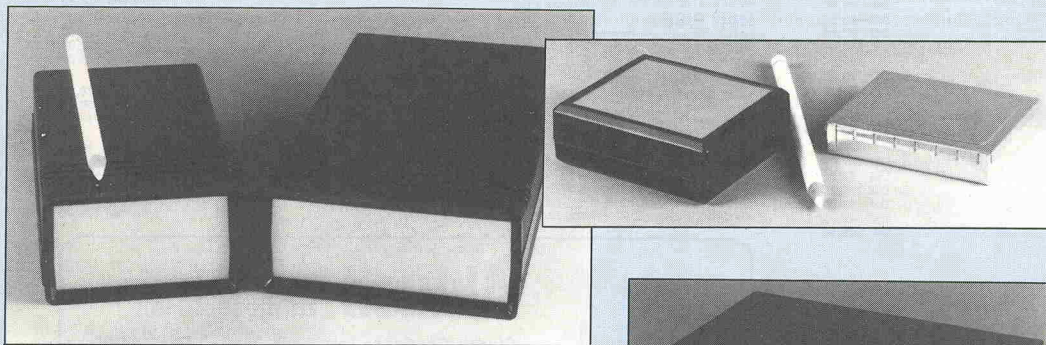
Das 9020 Oszilloskop für den Service

- 20 MHz Bandbreite
- 2 Kanäle
- Zeitverzögerung
- "Hold-off"-Zeit
- Bauteiletester
- Strahlsucher
- X-Y Darstellung
- 0,1 mV/div Empfindlichkeit
- inkl. 2 Tastköpfe x1/x10
- 12 Monate Garantie

QUALITÄT von:



Beckman Industrial Components GmbH,
Frankfurter Ring 115, 8 München 40, Tel.: 089-3887-208/213/239



In Italien gestylt

Neue Gehäuse für Hobby und Kleinserien

Längst vorbei sind die Zeiten, da Omas Nähkästchen zerlegt, zersägt und als Gehäuse für ein Selbstbaugerät neu zusammengeleimt wurde. Überholt ist auch die (Alu-) Blechschneiderei in den eigenen vier Wänden, die selbst zu ihrer Blütezeit nur ganz selten Produkte hervorgebracht hat, die das Licht der Öffentlichkeit nicht zu scheuen brauchten.

Moderne Fertiggehäuse aus Kunststoff oder Metall sind zwar nicht maßgeschneidert, stehen aber in unübersehbarer Formen- und Größenvielfalt zur Verfügung. Ihr Einsatz spart Zeit und Geld, und das Ergebnis kann sich sehen lassen. Denn die Gehäusehersteller teilen an der Optik, was die Designer-Kreativität hergibt.

Beispiele für sehr gelungene Konstruktionen finden sich auch im neuen Teko-Katalog. Daß das eine oder andere Modell eher nach Schönheitssalon denn nach Gehäusefabrik aussieht, ist kein Wunder: Das Styling der Elektronik-Karosserien stammt aus Italien. Die bevorzugten Objekte der der südländischen Modemacher sind naturgemäß Kunststoffgehäuse, weil dieses Material sich jeden Trend gefallen läßt. Doch der neue Teko-Katalog räumt mit dem alten Teko (Kunststoff-) Image gründlich auf: Mehrere Serien aus feuerverzinktem Blech, mehrere Alu-Schalen-Serien, eine Alu-SlimLine-Serie und gar eine 19"-Rack-Serie finden sich auf den 24 Katalogseiten, die neben

schon länger bekannten, offenbar bewährten Modellen auch zahlreiche Neuheiten präsentieren.

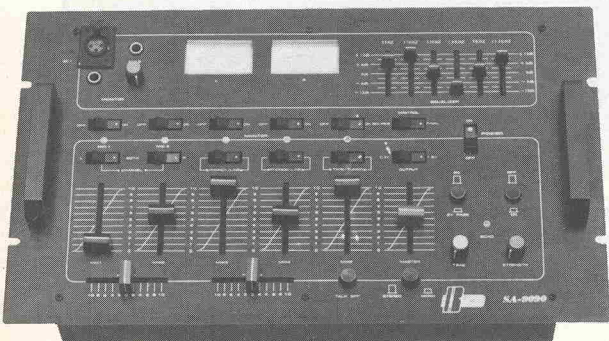
Daß die italienischen Stylisten würdige Nachfahren von Leonardo Da Vinci sind, der ja Künstler und fortschrittlicher Konstrukteur zugleich war, beweist die durchdachte Innenarchitektur etlicher Gehäuse, die wichtige Hilfen für die Befestigung von Platinen und Montageplatten bietet.

Unsere Fotos zeigen Beispiele der neuen Modellserien: zwei Exemplare aus der Serie 'Designer', ein feuerverzinktes HF-Gehäuse aus der Serie 'Low Modular', daneben ein 'Enclos' für elektronische Taschengegeräte und ein Modell aus der Serie 'Dissipator', das mit zwei Inbus-Schlüsseln geliefert wird. Dieses Modul-Gehäuse, das seitlich Kühlprofile mit Gleitmuttern aufweist, ist nämlich ein gut durchdachter Gehäusebausatz. Dazu schreibt der Katalog im italienischen Teil: 'Contenitori modulari dalla linea moderna con finiture molto accurate', was wohl heißen soll: Modular-Gehäuse mit moderner Linie und äußerst akkuratem Finish. Dagegen meint der deutsche Text: 'Moderne, modulare und gepflegt ausgearbeitete Behälter.' Übersetzung nix molto accurate.

Teko, E. Scheicher Nachf. Boehm KG, Postfach 82 06 44, 8000 München 82, Tel. (0 89) 42 30 33/34.

Heim-Disco Mixer mit Extras

Unter der Bezeichnung SA 9090 hat Conrad Electronic einen Multifunktions-Stereomixer



zum Preis von 398 D-Mark auf den Markt gebracht, der semiprofessionellen Anforderungen genügt. Mit dem eingebauten Sechsfach-Equalizer und dem integrierten Digital-Echosystem lassen sich interessante Effekte erzielen.

An diesen, für Konsoleneinbau vorgesehenen Mixer lassen sich bis zu 12 Tonsignalquellen an-

schließen, von denen jeweils sechs über Schieberegler Einsteller mischbar sind. Ein Überblendvorhörer und Mithörmonitor zählen zur universellen Ausstattung des Gerätes und erlauben das sogenannte 'Vorhören' aller Kanäle über Kopfhörer, während am Ausgang das gemischte Signal zu Verfügung steht. Eine XLR-Buchse auf der Frontplatte ermöglicht es, ein

Fachhandel

Neue Bausätze

Das Bausatzprogramm der Firma Oppermann wurde um neue Typen mit Schwerpunkten in den Bereichen 'Auto' und 'Haus, Hof und Garten' erweitert. Zu den Neuheiten zählen eine Einbruchalarmanlage fürs Auto und ein Autoradio-Klualarm.

Das Komplettprogramm ist im neuen Oppermann-Katalog enthalten, der zum Ladenpreis von 6 D-Mark erhältlich ist bzw. auf dem Postweg zuzüglich 3 D-Mark Vorkasse oder 4,70 D-Mark Nachnahme bezogen werden kann.

Oppermann electronic, Postfach, 3051 Sachsenhagen, Tel. (0 57 25) 10 84.

Katalog 87

OPPERMANN electronic

Schwanenhalsmikrofon direkt aufzustecken.

Damit das Mischpult wirklich universell verwendbar wird, ist der Ausgangspegel: 0,3 V für Heimanlagen, 1,5 V für Studioanlagen. Außer den üblichen Cinch-Eingangsbuchsen findet man für 'Tape' auch eine DIN-Buchse.

Conrad Electronic, Postfach, 8452 Hirschau, Tel. (0 96 22) 3 01 11.

Gehäuse

Ungenormtes im Quadrat

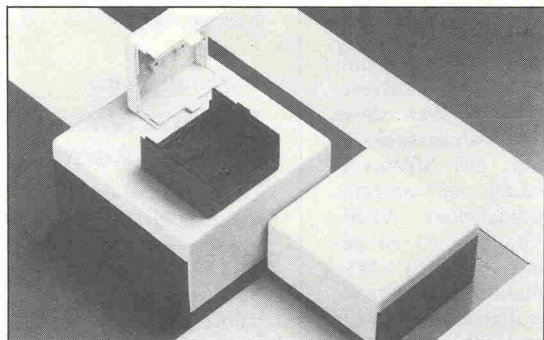
Obwohl es manchmal so scheinen mag: Nicht alles, was sich in der Welt der Elektronik an Modulen und Platinen tummelt, hat den klassischen Europakarten-Zuschnitt von 100×160 mm. Im Gegenteil: Der Trend zu immer kompakteren Bauweisen hat dazu geführt, daß in wachsendem Maße ungenormte Platinengrößen ein Zuhause, sprich ein Gehäuse suchen.

Speziell für deren Aufnahme sowie den Einbau von anderen elektrotechnischen Bauelementen

hat bopla ein Universal-Kunststoffgehäuse im quadratischen Baukastensystem konzipiert. Das Gehäuse ist mit einem neuartigen Automatik-Schnappverschluß ausgerüstet und kann daher schnell montiert werden. Für den Leiterplatteneinbau sind Nocken vorhanden; selbstschneidende Schrauben und Gewindebuchsen sind auf Wunsch erhältlich.

Die Gehäuse bestehen aus Polystyrol und sind daher widerstandsfähig gegen Seewasser sowie Säuren und Laugen.

Bündoplast bopla Gehäuse-systeme GmbH, Uhlendiekstr. 134-140, 4980 Bünde, Tel. (0 52 23) 6 93-0



Meßtechnik

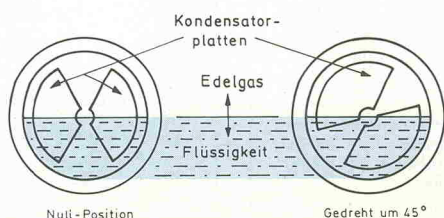
Bei Neigung Kapazitätsänderung

Das Inklinometer (Herstellerbezeichnung) Modell EKN 451 von TWK ist ein kapazitiv arbeitendes Neigungsmeßgerät. Im Ruhezustand befinden sich die Platten von zwei Kondensatoren genau zur Hälfte in einem flüssigen Dielektrikum. Beim Neigen des Gehäuses ergibt sich eine winkelproportionale Kapazitätsänderung.

Der Hersteller gibt folgende Daten an:

- Meßbereich $\pm 45^\circ$
- Auflösung und Ansprechschwelle 0,001°
- Reproduzierbarkeit 0,05°
- Fehler (bis 10°) $\pm 0,1^\circ$; (bis 45°) $\pm 1\%$, bezogen auf den Meßwert
- Ansprechzeit 1 s
- Gewicht 110 g

TWK-Elektronik, Postfach 8040, 4000 Düsseldorf 1, Tel. (02 11) 63 20 67



Meßtechnik

Fehlbedienung ausgeschlossen

Ein neues, μ P-gesteuertes Kapazitätsmeßgerät von Mira-Electronic bestimmt automatisch den Wert des angeschlossenen Kondensators. Es können Exemplare von $0,1 \text{ p} \dots 9999 \mu$ gemessen werden. Nach dem Anschließen des Kondensators erscheint innerhalb einer Sekunde (im Bereich 9999μ innerhalb von zwei

Sekunden) der Meßwert auf einer vierstelligen Ziffernanzeige. Die Anzeige der Maßeinheit p, n oder μ erfolgt in der fünften Stelle.

Nach dem Einschalten des Gerätes wird automatisch ein Nullabgleich durchgeführt, der die Kapazität eines Meßadapters (Anschlußklemmen) eliminiert. Dieser Abgleich läßt sich auch zwischenzeitlich über einen Taster auslösen.

Der zu messende Kondensator wird

aus einer automatisch umschaltenden Quelle geladen. Zwei Komparatoren werten den Ladevorgang aus und melden das Ergebnis einem Mikroprozessor, der den gesamten Meßvorgang steuert sowie den Kapazitätswert berechnet und zur Anzeige bringt. 'Fehlbedienung ausgeschlossen' bemerkt der Hersteller zu dem Meßgerät.

Die Meßspannung liegt unter 2,5 V. Für die Auflösung werden Werte zwischen $0,1 \text{ p}$ (niedrigster Meßbereich) und 1μ (höchster Meßbereich) angegeben. Der Preis beträgt 350 D-Mark + MwSt.

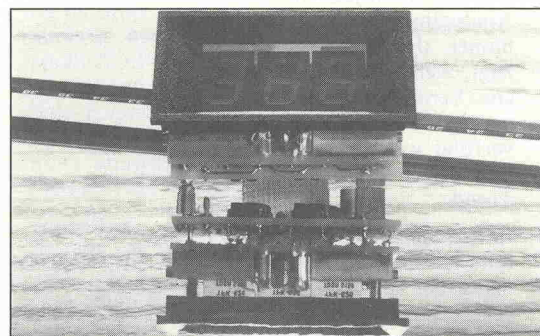
Mira-Electronic, K. Sauerbeck, Beckschlagergasse 9, 8500 Nürnberg 1, Tel. (09 11) 55 59 19.

Meßtechnik

V und A, nachrüstbar

Ein dreistelliges Einbaumeßmodul mit 13-mm-LEDs bietet die Fa. Knechtges als Bausatz und als Fertiggerät an. Dazu heißt es: 'Das Meßmodul besitzt äußerst kleine Abmessungen und ist damit auch zum nachträglichen Einbau in Netzgeräte usw. bestens geeignet.'

Das Gerät hat einschließlich Frontrahmen die Maße (B \times H \times T) $59 \times 32 \times 19$ mm und kann mit folgenden Standard-Meßbereichen geliefert werden: 999 mV, 9,99 V, 99,9 V, 999 V (max. 500 V), 999 mA, 9,99 A (mit Shunt). Mit einem zusätzlichen Präzisions-AC/DC-Wandler, der hinter der Hauptplatine montiert wird, stehen die



genannten Meßbereiche auch für Wechselspannung bzw. -strom zur Verfügung. Der Temperaturzusatz 1 erlaubt die Temperaturmessung im Bereich $-9,9^\circ \text{C} \dots 100^\circ \text{C}$ mit $0,1^\circ \text{C}$ Auflösung und 1% Fehler. In Vorbereitung ist ebenfalls ein Temperaturzusatz $0^\circ \text{C} \dots 700^\circ \text{C}$ mit 1°C Auflösung und 1% Fehler.

Allgemeine technische Daten:

- Versorgung: 5 V/100 mA

- Eingang: massebezogen, Eingangswiderstand $\geq 10 \text{ M}\Omega$

- Meßrate: ca. 3/s

Die Preise: Standardgerät fertig 43,50 D-Mark, Bausatz 33,50 D-Mark; AC/DC-Wandler fertig 20,80 D-Mark, Bausatz 16,20 D-Mark; Frontrahmen mit Scheibe 4,05 D-Mark; Shunt 5,40 D-Mark.

Peter Knechtges Nachrichtentechnik, Postfach 1204, 5222 Morsbach, Tel. (0 22 94) 87 88.

Zeitgeist oder das endgültige DMM?

Digitale Meßwertverarbeitung, aber analoge Anzeige: Neue Soar-Multimeter lösen das Trend-Problem radikal.

Meßwertspeicher, Maximalwertspeicher: Solche 'Features' moderner Digital-Multimeter sind jetzt auch in analog zu haben. Genauer: in quasi-analog.

Auf die hohe Meßgenauigkeit, den hohen Eingangswiderstand und weitere Vorzüge moderner Digital-Multimeter will heute niemand mehr verzichten. In der Labor- und Service-Praxis werden jedoch Analoginstrumente immer dann bevorzugt, wenn die zeitliche Veränderung einer Größe messend verfolgt werden soll: Der Zeiger weist den Trend.

In den letzten Jahren unternahmen etliche Hersteller den Versuch, digitale Multimeter trendtauglich zu machen, zum Beispiel mit einem in die Ziffernanzeige integrierten 'Trendbalken', dessen Länge den Ausschlag eines Zeigers repräsentiert. Diese Kompromißlösung konnte sich bisher, wie es scheint, nicht recht durchsetzen.

Soar hat jetzt bei dem neuen 'Bar Graph Multimeter' Typ 3610 (Grundgenauigkeit 2%) bzw. 3620 (1%) auf die



den aktuellen, um den gleichen Faktor gespreizten Skalenbereich ersetzt (siehe Skizze).

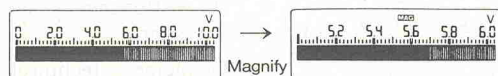
Prinzipiell ist die Anzeige natürlich nach wie vor digital, da sie in endlich kleinen Schritten erfolgt. In der Betriebsart 'Mag' ist die Auflösung jedoch besser als bei (realen) Zeigerinstrumenten, so daß man das Modell 3620 in der Praxis wie ein Meßgerät mit Analoganzeige betrachten kann. Treffend wäre wohl die Bezeichnung 'quasi-analog'.

Da die Elektronik je Sekunde zehn Meßwerte erfaßt, verarbeitet und zur Anzeige bringt und auch das LC-Display schnell genug ist, sind auch starke Trends ebenso gut wie bei Zeigerinstrumenten ablesbar.

Beide neuen Geräte weisen, so der Hersteller, gegenüber Zeigerinstrumenten

Ziffernanzeige ganz verzichtet. Die Balkenanzeige besteht aus 105 LED-Segmenten; der aktuelle Meßwert kann an einer linearen, dezimal geteilten LCD-Skala abgelesen werden, im 100-mV-Bereich sind es zum Beispiel die Meßwerte von 0,00 mV bis 1,04 mV.

Diese Auflösung wird aber der Grundgenauigkeit des Modells 3620 nicht ganz gerecht. Deshalb verfügt dieser Typ über den Schalter 'Mag', wobei diese Bezeichnung nicht etwa für 'magisch' steht, sondern für 'magnify': In dieser Betriebsart wird die Auflösung um den Faktor 10 (in einigen Meßbereichen um den Faktor 5) erhöht und die Normalskala durch



Die elektronische Skalen-Lupe — lupenreine Digitaltechnik macht's möglich.

— deren Genauigkeit auf den Zeiger-Vollausschlag spezifiziert ist — die Genauigkeit über die gesamte Skala auf; außerdem werden Ablesefehler durch Parallaxe und Meßwerkschäden durch starke Stöße vermieden. Sonderfunktionen wie bei digitalen Multimetern sind vorhanden, wie zum Beispiel Diodenprüfung, Durchgangstest mit Summer und Anzeige, Datenspeicher sowie Maximalwertspeicher. Der Stromverbrauch der von Soar entwickelten VLSI-Schaltung ist so gering, daß 2 (3) 1,5-V-Mignon-Batterien eine Betriebsdauer bis zu 1500 Stunden ermöglichen.

Ob sich 'die neue Art, analog zu messen', wie der Hersteller formuliert, durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Der Preis der beiden neuen DMMs steht einem Erfolg dieser Meßgerätetechnik jedenfalls nicht im Wege: 98 D-Mark für das Modell 3610 bzw. 179 D-Mark für das 3620, jeweils zuzüglich MwSt. 'liegt im normalen Analog-Angebot', wie Soar zutreffend feststellt.

Genau technische Unterlagen werden jedem Interessenten auf Anfrage zugesandt.

Soar Europa GmbH, Otto-Hahn-Straße 28-30, 8012 Ottobrunn, Tel. (0 89) 6 09 70 94.

Boxen-Selbstbau

Klingende Namen

Im neuen LSV-Katalog '87 für den Lautsprecher-Selbstbau geben sich wohlklingende Namen ein Stelldichein: JBL, Magnat, Electro-Voice, Multicel, Dynaudio, Goodmans präsentieren Einzelchassis und komplette Bausätze für Hifi-, Musiker- und Disco-Boxen. Ergänzt wird das Programm durch ein umfangreiches Gehäuse- und Zubehörangebot.

Der Katalog kann mit der gelben elrad-Kontaktkarte kostenlos angefordert werden.

LSV Hamburg, Lautsprecher Spezial Versand, Stückenstraße 74, 2000 Hamburg 76, Tel. (0 40) 29 17 49.

Werkstatt/Labor

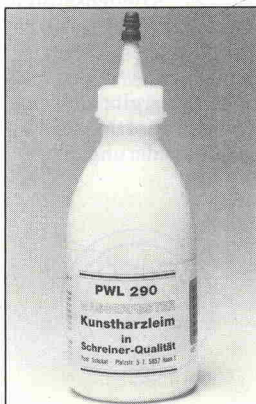
Selbstzwingender Leim

Lautsprecherhersteller Visaton bietet jetzt den wasserfesten Kunstharzleim PWL 290 an. Dieses Produkt ist, wie es dazu heißt, in Qualität und Festigkeit mit handelsüblichen Leimen nicht zu vergleichen.

Zur Verarbeitung sind keine Schraubzwinge erforderlich. Nach zehn Minuten wird eine Festigkeit von 1360 kg/cm² erreicht.

Bezugh nur über den Fachhandel. Bezugsquellennachweis von:

Visaton-Lautsprecher, Pfalzstraße 5-7, 5657 Haan 1, Tel. (0 21 29) 5 52-0.



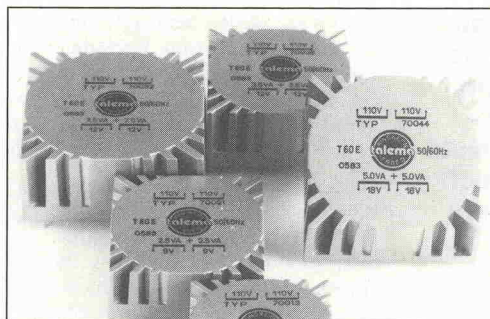
On Card

Spannungserzeugung direkt beim Verbraucher

Der Stromverbrauch elektronischer Schaltungen nimmt weiter ab. Viele neue Netzteilebauelemente passen auf die Platine.

Seit Jahren reduziert sich die Stromaufnahme elektronischer Bausteine und Schaltungen. Das hat Auswirkungen auf deren Stromversorgung: Sie wird kleiner und leichter. Oft ist auf der Platine der zu speisenden Schaltung Platz; den Printrafo gibt es nicht erst seit gestern. Dieser Prozeß ist jedoch keineswegs abgeschlossen; hier zwei Beispiele für neue Stromversorgungsbausteine, die 'On Card' montiert werden.

Bicc-Vero bringt 'Power-Module' mit einem Eingangsspan-



nungsbereich von 2:1. Diese DC/DC-Wandler für Leiterplattenmontage erzeugen die benötigte Gleichspannung direkt beim Verbraucher. Sie sind u.a. für Telekommunikation und besonders für batteriebetriebene

Anlagen geeignet, in denen die Betriebsspannung starken Schwankungen unterworfen sein kann.

Die Eingangsspannungsbereiche lauten: 9...18 V, 18...36 V und 36...72 V. Es sind

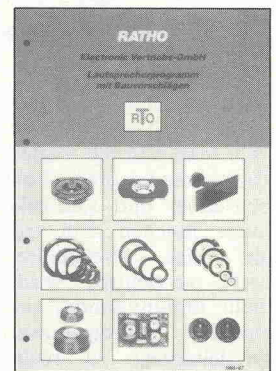
Ausführungen zwischen 2,5 W und 55 W mit bis zu drei Ausgängen lieferbar. Die Lastregelung aller Geräte beträgt 1%, die Regelzeit bei einem 25%-Sprung wird mit unter 500 µs angegeben.

Die auf Ringkerntransformatoren spezialisierte Firma Talema bietet diese Trafos jetzt auch als extrem flache Print-Bauform an, die auch für Steckkartensysteme geeignet ist. Die Standardserie bietet 6 Festwerte im Ausgangsleistungsbe- reich 1,6...15 VA, es stehen 6 Spannungen von 2x7 V bis 2x22 V zur Wahl.

Die quadratischen Trafo-Gehäuse mit integrierten Kühlrippen sorgen für geringe thermische Belastung der Platine und haben auf der Unterseite Lötstifte sowie ein Zentralgewinde M4.

Bicc-Vero Electronics, Carsten-Dressler-Straße 10, 2800 Bremen, Tel. (04 21) 8 28 18.

Talema Elektronik, Postfach 25 23, 8034 Germering, Tel. (0 89) 84 10 00.



fi-Chassis sind übersichtlich zusammengestellt. Auch Zubehör wie Zierringe, Frequenzweichen, Luftspulen, Pegelsteller, Klemmen und anderes mehr enthält der Katalog — inklusive einiger Bauvorschlüsse für Lautsprecherboxen.

Ratho beliefert ausschließlich den Fachhandel, jedoch kann der Katalog kostenlos aus Hamburg angefordert werden.

Ratho Electronic Vertriebs GmbH, Burchardstraße 6, 2000 Hamburg 1, Tel. (0 40) 33 86 41, 32 66 62, 33 67 96.

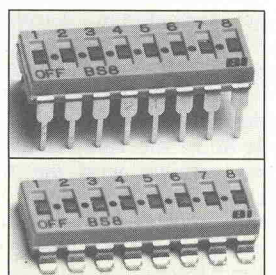
Bauelemente

DIP-Schalter in SMD

Nicht kleiner als herkömmliche DIP-Schalter, aber oberflächenmontierbar sind die neuen Typen der Serie BS von Beckman. Die Bauelemente sind 2...8-polig ausgeführt und anreihbar.

Der Übergangswiderstand beträgt 20 MΩ, der Schaltstrom wird mit 100 mA angegeben. Die Kontakte sind vergoldet und unternickelt.

Beckman Industrial Components, Frankfurter Ring 115, 8000 München 40, Tel. (0 89) 3 88 72 04.



Meßtechnik

(Fast) alles aus einer Hand

Die Peter Walter OHG in Hagen ist im Januar nach Schwerte umgezogen. Gleichzeitig wurde die Firma in 'Pewa Meßtechnik' umbenannt.

Der neue Pewa-Übersichtskatalog enthält ein breites Spektrum von Analog- und Digital-Multimetern, Oszilloskopen, Frequenzzählern, Funktionsgeneratoren, RLC- und Lichtleitermeßgeräten, R- und C-Dekaden, Stromzangen, Geräten für die E-



Technik, Zubehör sowie Preisangaben. Unter anderen sind folgende Fabrikate erhältlich: Metrix, Metrawatt, Gossen, Hartmann & Braun, Siemens, Soar, Chauvin Arnoux, Fluke, B + K Precision, Good Will Instruments, Ham- meg, Trio, Tektronix, Avo, Leader.

Der Katalog kann mit der gelben elrad-Kontaktkarte kostenlos angefordert werden.

Pewa Meßtechnik, Weidenweg 21, 5840 Schwerte 3, Tel. (0 23 04) 69 27.

Lautsprecher-Selbstbau

Von Auto bis Zierring

Von Auto-Hifi über passive Bauelemente, Meßgeräte und Stecker bis zum Zubehör für Computer reicht das Programm der Hamburger Elektronik-Vertriebs-GmbH Ratho. Ein Spezial-Katalog, der kostenlos bezogen werden kann, enthält das Lautsprecher-Sortiment mit Chassis für alle Einsatzbereiche — beginnend bei Kleinstlautsprechern mit 0,1 W. Die Thiele-Small-Parameter der Hi-

Will man sich die Vorteile von Drehstrommotoren (hohe Lebensdauer und Laufruhe) zunutze machen und trotzdem auf eine Drehzahlregelung nicht verzichten, wird man nicht umhinkönnen, sich sein eigenes, frequenzvariables Dreileiternetz zu realisieren, denn an normaler 50 Hz-Wechselspannung liegt die Drehzahl des Motors leider unumstößlich fest.

Zur Erzeugung dieser Dreiphasenspannung ist ein Frequenzumrichter erforderlich, der die Netzwechselspannung siebt und sie mit Hilfe einer Ansteuerschaltung und dreier Leistungshalbbrücken wieder in eine Wechselspannung anderer (variierbarer) Frequenz umwandelt.

Um hohe Verluste zu vermeiden, arbeiten die Endstufen im Schaltbetrieb und werden von Rechteckimpulsen gesteuert, bei denen der Mittelwert aller Einschaltzeitflächen (annähernd) eine Sinusform ergibt. (Bild 1). Da die Motorinduktivität als Energiespeicher wirkt, ist auch der Stromfluß annähernd sinusförmig. Die Rechtecksignale erzeugt der SLE 4520 abhängig vom Status eines 8-Bit-Datenwortes. In Verbindung mit einem Mikrocontroller (Siemens verweist hier auf den SAB 8051) und der entsprechenden Software können mit diesem Baustein die Ansteuersignale für Wechselrichter, Umrichter (dreiphasig) mit fast beliebiger Kurvenmodulation (Sinus, Dreieck) und die Phasenbeziehung gebildet werden.

Wie die Sinussyntese zustande kommt, wurde bereits in elrad 7-8/86 erläutert und ist hier noch einmal in Bild 1 zu sehen. Das Sinussignal besteht aus einer bestimmten Anzahl von Stützstellen, sprich: Rechtecken mit Impulsbreiten, die dem Momentanwert der zu bildenden Sinuswelle entsprechen. Je höher die Taktfrequenz, desto geringer wird die Abweichung von der echten Sinusform und damit die Geräuschentwicklung des angetriebenen Motors.

Auf allgemeinen Wunsch

SLE4520 — die Zweite!

Seit der Veröffentlichung des Artikels 'SLE 4520 — für hausgemachten Drehstrom' erreichten die Redaktion zahlreiche Anfragen zu diesem IC, so daß es angebracht erscheint, sich an dieser Stelle noch einmal mit besagtem Siemens Baustein zu beschäftigen.

Wie die digitale Sinussyntese durch Pulsweitenmodulation abläuft, zeigen die Bilder 2 und 3. Minimal werden ein Mikrocomputer mit Timer und ein Rückwärtszähler benötigt, ferner ein Register zum Vorladen eines Anfangszählwertes sowie ein Vorteiler, um die Zährefrequenz in Stufen anpassen zu können.

Und so läuft der Wandlungsvorgang ab: Vom Mikrocontroller wird der Anfangszählwert des Rückwärtszählers in ein Register geladen. Der Rückwärtszähler zählt nun mit der vorgeteilten Clock-Frequenz

(Zähltakt) bis Null. Nach Ablauf einer im Timer des Mikrocontrollers festgelegten Zeit startet ein Übernahmeimpuls den Abwärtszählvorgang von vorn. Die Pulsweite am Ausgang A (Bild 2) hängt davon ab, welcher neue Anfangszählwert vom Controller zwischenzeitlich in das Register geschrieben wurde.

Die Pulsweitenmodulation für eine Sinuskurve zeigt Bild 3. Die Sinuskurve wird aus einer Anzahl von Stützstellen gebildet; zu jeder gehört ein Amplitudenwert, der einer bestimmten Impulsweite entspricht. Eine Impulsweite von 50 % bedeutet ein Spannungsmittel von Null, bei 100 % wird der positivste und bei 0 % der negativste Spannungswert erreicht. Die Schaltfrequenz bleibt dabei im allgemeinen konstant, es variiert ausschließlich die Impulsweite zwischen den Stützstellen.

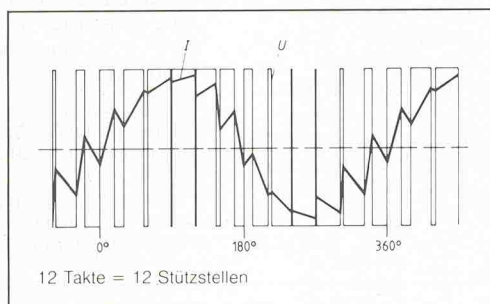
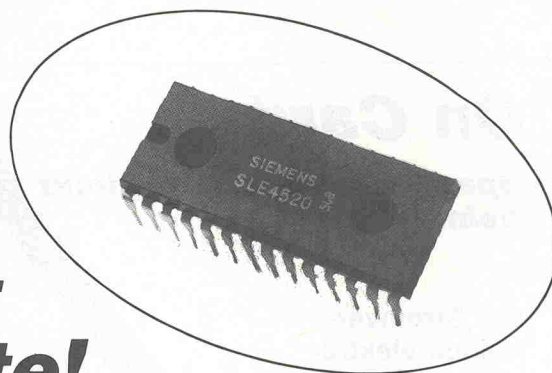


Bild 1. Ein pulsweitenmoduliertes Rechtecksignal mit 12 Stützstellen erzeugt noch eine recht grobe Annäherung an den tatsächlichen Sinusverlauf.

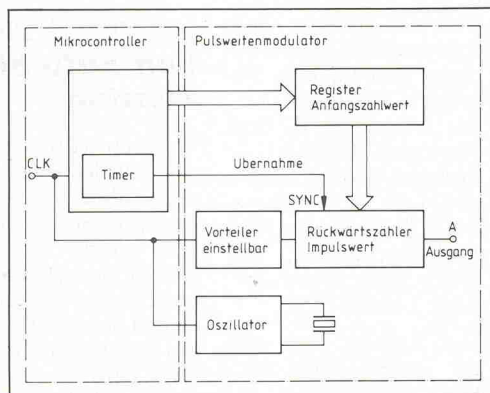


Bild 2. Prinzipschaltung: SLE 4520 mit vorgeschaltetem Mikrocontroller.

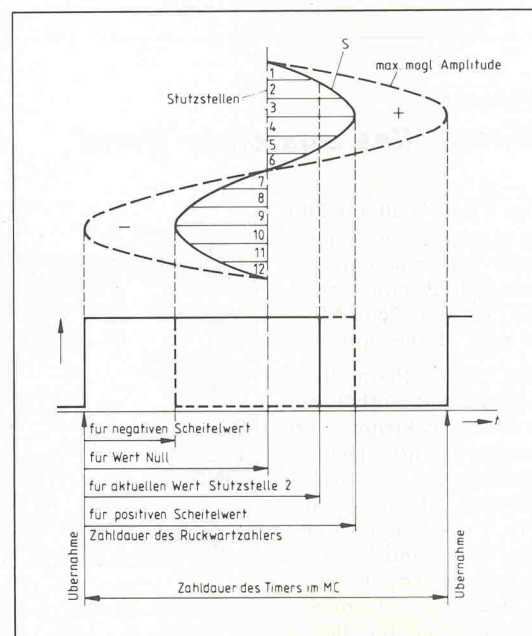
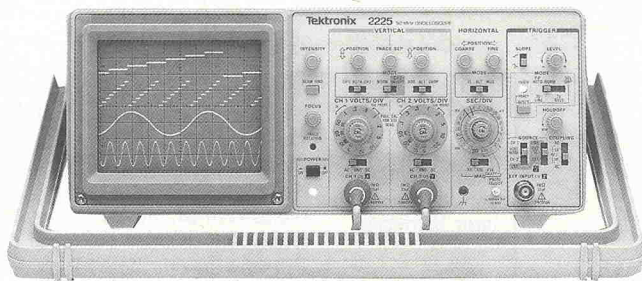


Bild 3. Graphische Darstellung der Pulsweitenmodulation einer Sinusspannung.

DM 2.257,-



Warum nicht gleich Tektronix!

Professionelles Arbeiten ist keine Frage des Preises mehr. Mit dem Tektronix Euro-Scope erwerben Sie ein 50-MHz-Zweikanal-Universal-Oszilloskop mit erstaunlichen Leistungsmerkmalen:

- alternierende Horizontal-Vergrößerung
- Empfindlichkeit: 500 μ V/Teil
- Spitze-Spitze Auto-Triggerung und Trigger-Hold-Off
- HF-/NF-Triggerfilter
- TV-Triggerung (TV-Zeile, TV-Bild)
- Leicht, handlich, robust und einfach zu bedienen
- Auch als Digitalspeicher und mit RGB-Videoausgang lieferbar (Aufpreis)

Warum also nicht gleich Tektronix!

Tektronix GmbH
Sedanstr. 13-17
5000 Köln 1

Informationen zum Ortstarif
Tel.: 0130-4115

Geschäftsstellen in:
Berlin, Tel. (030) 3177 01-05
Hamburg, Tel. (040) 54 83-0
Köln, Tel. (02 21) 37 98-0
Karlsruhe, Tel. (07 21) 82 00-0
München, Tel. (089) 14 85-0
Nürnberg, Tel. (09 11) 3 48 91



Tektronix®
COMMITTED TO EXCELLENCE

HiFi individuell - selbstgebaut mit VISATON®

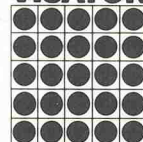


Pyramidenbox*

Sehr elegante Standbox mit außergewöhnlich guter Tiefbaßwiedergabe. Der Klang ist ausgewogen, mit leicht „englischer“ Charakteristik.

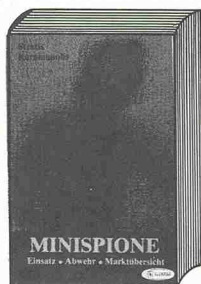
*auch als Fertiggehäuse lieferbar.

VISATON®

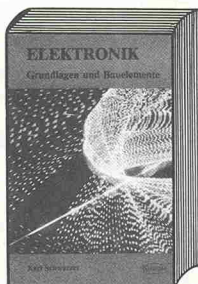


Ausführliche Informationen und Fachhändlernachweis durch:
VISATON · Peter Schukat
Pfalzstr. 5-7 · 5657 Haan

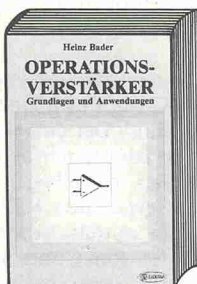
Auslandsvertretungen: Österreich,
Schweiz, Niederlande



Minispione
Einsatz · Abwehr · Marktübersicht
140 S., 88 Abb., DM 29,80



Elektronik
Eine Einführung
198 S., 177 Abb., DM 29,80



Operationsverstärker
Grundlagen u. Anwendungen
139 S., 135 Abb., DM 26,-



Lade- und Netzgeräte
mit zahlreichen Bauanleitungen
110 S., 88 Abb., DM 24,-



Praxis der Alarmanlagen
153 S., 64 Abb., DM 26,-



Antennentechnik und Wellenausbreitung
156 S., 124 Abb., DM 28,-



Elektra-Verlags-GmbH
Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg
b. München, Telefon (089) 6011356

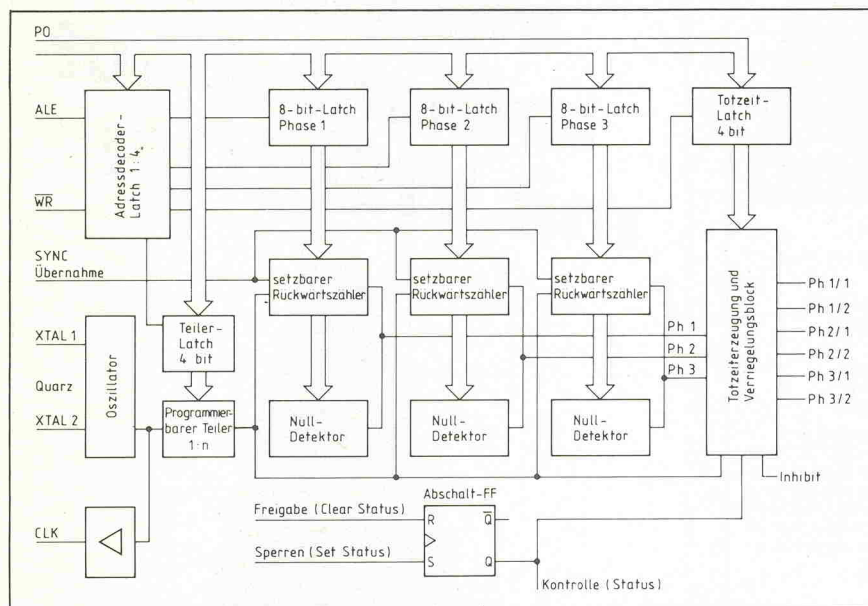


Bild 4. Blockschaltbild des SLE 4520. Auch der Controller wird am internen Quarzoszillator betrieben.

Mit Hilfe der Verriegelungslogik lassen sich über die Inhibit-Leitung alle sechs Ausgänge gemeinsam sperren; sie ist damit der zentrale Ausschaltpunkt im Gefahrenfall, in kritischen Betriebsphasen oder während der Einschwingzeit des Mikrocontrollers.

Einen kompletten Umrichter für Drehstrommotoren zeigt Bild 5, einen besonders betrachtenswerten Ausschnitt daraus bildet Bild 6.

Die Transistorhalbrücke ist mit FREDFETs vom Typ BUZ 211 aufgebaut; diese speziellen Transistoren erfüllen in nahezu idealer Weise die Anforderungen hinsichtlich Spannungsfestigkeit und der Fähigkeit, hohe Taktfrequenzen an die Motorinduktivität abgeben zu können. Im einzelnen sind gefordert:

len. Wichtig ist dabei, daß die Anzahl der Stützstellen pro Sinusvollwelle ein Vielfaches von 6 beträgt, um der Drehstrom-

Phasenverschiebung von 120° zu entsprechen. Die Änderung der Ausgangsfrequenz — und damit der Mo-

tordrehzahl — wird durch entsprechendes Verändern der Schaltfrequenzperiode, also der Timerzeit, erreicht. Für die Frequenz der synthetisierten Sinuswelle gibt es nach unten praktisch keine Einschränkungen, nach oben ist sie auf rund 2600 Hz begrenzt.

Bild 4 zeigt das Innenleben des SLE 4520 in Form eines Blockschaltbilds. Der eingebaute Oszillator kann auch den Mikrocontroller betreiben. Man erkennt ferner den 8-Bit-Datenbus, der mittels Adreßdecoder die Daten vom Controller in die Phasenregister schreibt. Zu erklären sind noch die Totzeit- und der Verriegelungsblock.

Die Totzeit ist eine Verzögerungszeit, die notwendig ist, wenn die Halbrückentransistoren eine zu hohe Schaltzeitverzögerung aufweisen. Diese muß durch verkürzte Steuerimpulse ausgeglichen werden. Dabei ist wichtig, daß sich die EIN-Zeiten der oberen und unteren Transistoren nicht überlappen und einen Kurzschluß verursachen können. Um diesen Effekt zu verhindern, hat der SLE 4520 zwei Ausgänge pro Phase zur getrennten Ansteuerung der Halbrückentransistoren sowie eine programmierbare Totzeit zur Verzögerung der Ausgangsimpulse.

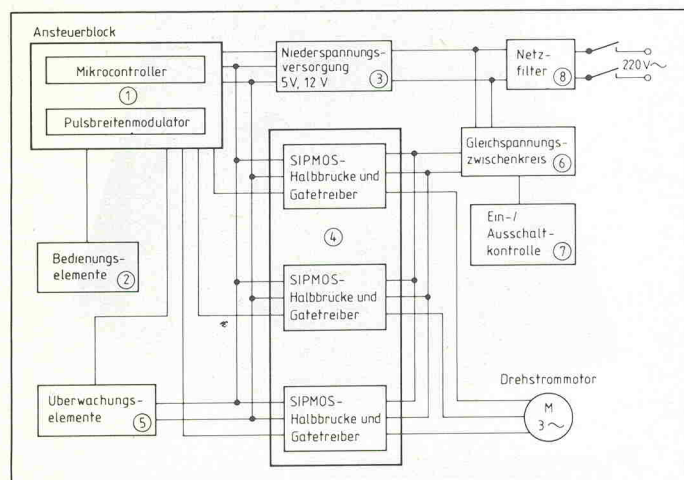


Bild 5. Frequenzumrichter für Drehstrommotoren.

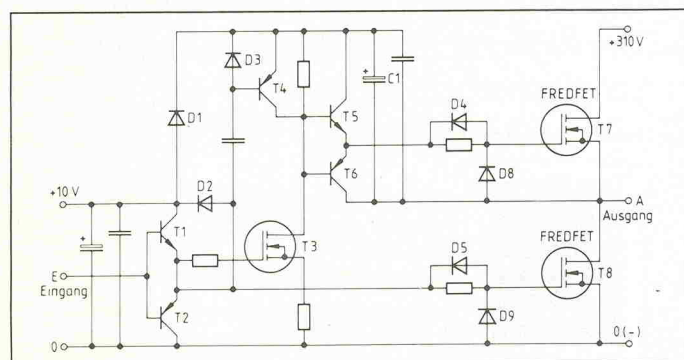


Bild 6. Transistorhalbrücke mit FREDFET, einem SIPMOS-Transistor mit hoher Grenzfrequenz Spannungsfestigkeit.

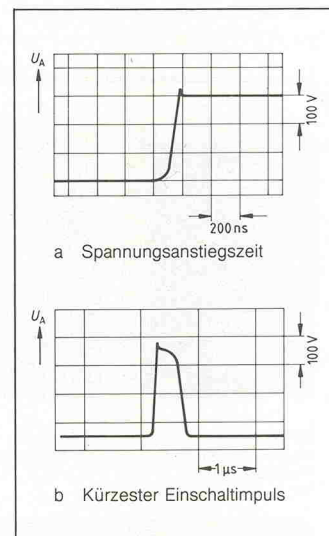


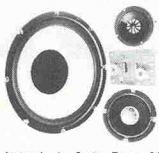
Bild 7. Impulsverarbeitung in einer Transistorhalbrücke mit FREDFET.

- Hohe Schaltgeschwindigkeit; die minimale Impulsbreite beträgt weniger als $1 \mu s$.
- Geringer Restwiderstand, da der Motorstrom über alle Transistoren fließt.
- Volle Inverstauglichkeit, was bedeutet, daß der umgepolte Strom in beiden Richtungen ungehindert und ohne Sperrverzögerung durch den leitenden Transistor fließen muß.

70-Watt-Breitband-Lautsprecher

Universeller Breitbandlautsprecher mit ausgezeichnete Breitband-Wiedergabe in hervorragender Qualität für Musikbelastungen bis zu 70 Watt. Impedanz: 8 Ohm. Frequenzbereich: 50–18 000 Hz. Korbdurchmesser: 200 mm. Musikleistung: 70 Watt.

Best.-Nr.: 27-750-6 **DM 18,90**



Lautsprecher-Set 3-Weg/160 Watt

Komplett mit Hochleistungs-Frequenz-Weiche. Set bestehend aus 1 Baß 300 mm, 1 Mitteltoner 130 mm, 1 Hochtonkalotte 97 mm u. Weiche.

Imped. 4–8 Ω. Freq. 20–25000 Hz.
Best.-Nr. 27-711-6 **DM 79,50**



Universal-Frequenzzähler

Dieser Qualitätsbausatz verfügt über 6 verschiedene Meßmöglichkeiten: Perioden-Zeitintervall und Frequenzverhältnismessung. Frequenzzähler und Oszillatorfrequenz. Periodenmessung: 0,5 µl/Sek. — 10 Sek.; Ereigniszählung: 99 999 999; Frequenzmessung: 0–10 MHz; Zeitintervall: bis 10 Sek. Betriebsspg.: 6–9 V, + Stromaufn. 100 mA.

Best.-Nr. 12-422-6 **DM 109,—**

PREISKNÜLLER!



Digital-Meßgeräte-Bausatz

Zur äußerst exakten Messung von Gleichspannung u. Gleichstrom;

übertrifft jedes Zeigerinstrument in der Genauigkeit. Ideal zum Aufbau eines Digital-Meßgerätes u. zur Strom- u. Spg.-Anzeige in Netzgeräten. Anzeige über drei 7-Segment-Anzeigen. Der zuletzt angezeigte Wert kann abgespeichert werden! Meßmöglichk.: 1 mV bis 999 V u. 0,999 A bis 9,99 A. Betr.-Spg. 5 V= bei Vorw. bis 56 V, 100 mA.

Bausatz Best.-Nr. 12-442-6 **DM 24,95**

SALHÖFER-ELEKTRONIK

Jean-Paul-Straße 19 — D-8650 KULMBACH
Telefon (0 92 21) 20 36

Digital-Multimeter

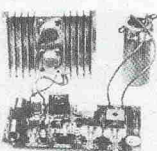


Modernes Präzisions-Digital-Multimeter mit umfangreichen Meßmöglichkeiten.
V=: 200 mV/2/20/200/2000 V
V=: 200 mV/2/20/200/700 V
A=: 20/200 µA/2/20/200 mA/
10 A—30 Sek. 20 A
A=: 200 µA/2/20/200 mA/2/
10 A—30 Sek. 20 A
Ω: 200 Ohm/2/20/200 Köhm
2/20 MÖhm
Durchgangsprüfer: mit akustischem und optischem Signal.

Transistorlest: H_{FE} Diodentest: mit 1 mA Konstantstrom Genauigkeit: 0,5 % Polaritätsanzeige: automatisch Eingangswiderstand: 10 Möhm Anzeige: 13 mm LCD, 3 1/2-stellig
Dieses Multimeter überzeugt auch durch seine Sicherheit: Überlastschutz in allen Bereichen, Sicherheitsbuchsen und hochflexible Sicherheitsmeßkabel. Inklusiv Batterie, Gerätetasche und ausführlicher Bedienungsanleitung.

Best.-Nr. 21-318-6 **DM 169,—**

Hochleistungs-Netzteil 0–18 V/10 A



Für alle, die einen hohen Strom benötigen. Dieses IC-geregelte Netzteil ist in professioneller Schaltungstechnik aufgebaut und überzeugt durch seine konstante Ausgangsspannung. Der Ausgangsstrom ist von 1–10 A und die Ausgangsspannung von 0–18 V stufenlos regelbar. Mit Wahlschalter für manuelle bzw. automatische Strombegrenzung. Mit Überlastanzeige per LED. Lieferung incl. Kühlkörper!

Bausatz Best.-Nr. 12-370-6 **DM 65,80**
pass. Trafo Best.-Nr. 45-302-6 **DM 99,—**



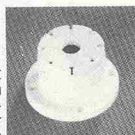
Labor-Doppelnetzteil

Mit diesem kurzschlußfesten Doppel-

netzteil können Sie sämtliche ±-Spannungen erzeugen, die man bei Verstärkern, Endstufen, Mikroprozessoren usw. benötigt. Es enthält zwei 0–35 V, 0–3,0 A Netzteile mit vier Einbauminstrumenten. Der Strom ist stufenlos von 1 mA bis 3,0 A regelbar. Spannungsstabilität 0,05 %. Restwertigkeit bei 3 A 4 mV_{eff}. Kompl. mit Gehäuse und allen elektronischen und mechanischen Teilen.

Kpl. Bausatz Best.-Nr. 12-319-6 **DM 198,—**

Amerikanische Polizeisirene



Extrem lautstarke Sirene mit dem Klang der amerikanischen Polizeisirene. Ideal als Warnsignal für Alarmanlagen oder ähnliche Zwecke. Im stabilen und wetterfestem Kunststoffgehäuse. Betr.-Spg.: 7,5–15 V/300 mA. Abm.: 85 mm Ø, H = 42 mm. Schalldruck: 105–110 dB.

Best.-Nr.: 23-005-6 **DM 19,95**

Digitales Kapazitäts- und Induktivitätsmeßgerät

Zuverlässig und genau können Sie mit diesem Meßgerät die Werte von Kondensatoren und Spulen ermitteln. Die Anzeige erfolgt auf einer 3-stelligen, 13 mm hohen 7-Segmentanzeige.

Betr.-Spg. 5 + 15 V; Meßbereiche: C: 0–999 pF / 9,99 nF / 99,9 nF / 999 nF / 9,99 µF; L: 0–99,9 µH / 999 µH / 9,99 mH / 99,9 mH / 999 mH.
Bausatz Best.-Nr. 12-416-6 **DM 46,85**



Multi-Akku-Lader

Interessant und preiswert mit vielen Vorteilen:
● Sie können alles von der Knopfzelle bis zum 9 V Akku laden
● mit grüner Funktionsanzeige
● mit roter Kontrollleuchte für jedes Ladefach
● Sie sehen sofort an der Ladeanzeige und dem Batteriemeßgerät den Zustand Ihrer Akkus.
● bis zu 4 Akkus können Sie gleichzeitig laden.
Ein erstklassiger Akku-Lader, der sich schon vielfach bewährt hat!

Best.-Nr.: 25-044-6 **DM 36,95**

Auto-Fön

In wenigen Minuten trockene Haare — jetzt sind Sie auch unterwegs immer gut frisiert. Ideal für Reise und Camping! Mit 12 V = Zigarettenanzünderstecker.



Best.-Nr.: 61-013-6 **DM 19,95**

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 1060

Die Lackkraft, die Dauerversiegelung schafft

Machen Sie Ihre empfindlichen elektronischen Bauteile widerstandsfähig. Mit Urethan-Spray 71 von Kontakt Chemie.

Dieser hochbelastbare Einkomponenten-Schutzlack ist ideal für die Anwendung an gedruckten Schaltungen und Wicklungen von Elektromotoren. Er ist absolut durchschlagsfest und hat einen hohen Oberflächen- und Durchgangswiderstand. Störende Einflüsse durch Feuchtigkeit sind ausgeschaltet.

Profi-Sprays von Kontakt Chemie. Wirtschaftliche Problemlöser von Europas führendem Hersteller. Fordern Sie weitere Informationen an. Postkarte genügt.

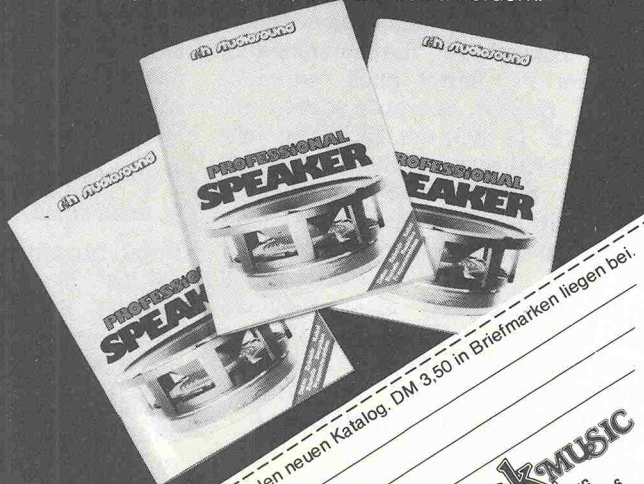


KONTAKT CHEMIE

KONTAKT CHEMIE GmbH • 7550 Rastatt • W-Germany
Postf. 1609 • Tel. 07222 / 35091 • Telex 786 682 konta d

Professionelle Boxen und Cases selbstbauen

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



Schickt mir den neuen Katalog. DM 3,50 in Briefmarken liegen bei.
Name _____ Straße _____ PLZ/Ort _____
Zeckmusic
Beck KG
Turmhofweg 6
7800 Waldkirch 2

Ohne viel Rubbeln

An der Glotze kleben

Eckart Steffens

Eigentlich ja nichts Neues; die meisten Computerbenutzer kleben schon seit langem am Bildschirm.

Trotzdem Abwechslung:

Statt Rennwagenfahren und UFOs-Abschießen steht Ernsthaftes auf dem Programm — Software fürs Platinenlayout.

Ziel der Aufgabe: Arbeitsteilung. Der Autor macht den Schaltplan, das Gerät, die Platine. Das Software-Paket, das dem Ziel am nächsten kommt, heißt 'EE-Designer' (EE = Electronic Engineer), kostet knapp tausend Dollar (\$ 985) und läuft auf einem IBM PC oder kompatiblen Rechner, der ja auch bereits zum Homecomputer 'avanciert' ist. Layouterstellung auf dem PC leistet auch 'smART-WORK' (\$ 895), es wurde soeben mit 'HIWIRE' (\$ 895) um die bisher fehlende Schaltplanerstellung ergänzt. Für das elektronische Konstruieren von Schaltungen am Bildschirm gab es bisher 'Schema' (\$ 495). Damit war aber eine Entflechtung (=Layouterstellung) nicht möglich. Das erledigt für 'Schema'-Besitzer jetzt 'Tango PCB' (\$ 495), das ebenfalls die mit 'OrCAD' (\$ 495) entwickelten Schaltungen routen kann.

Der erste und zugleich heftigste Frust überkommt den Computerfreund beim ersten Versuch, ein Schaltbild auf dem Bildschirm in gewohnter Weise zu erstellen: Da ein Transistor hin, der Arbeitswiderstand gegen die positive Versorgungsspannung (irgendwo oben in der Luft) und an die Basis zusätzlich eine Diode — die binden wir einfach mit einem Punkt an — fertig! Sie können sicher sein, daß diese Schaltung, sofern wir sie überhaupt auf den Schirm bekommen,

1. nicht angenommen wird und
2. auch nicht läuft.

Bitter für ein paar tausend Mark? In der Tat. Doch hier gilt:

●Jedes Bauteil hat individuell bezeichnete Anschlüsse, nur diese können miteinander verbunden werden.

●Eine Linie ist nur dann eine Verbindung, wenn diese von Anschlußpunkt zu Anschlußpunkt geht.

●Ein Verbindungspunkt ist nur ein optisches Symbol, er hat keine elektrische Wirkung.

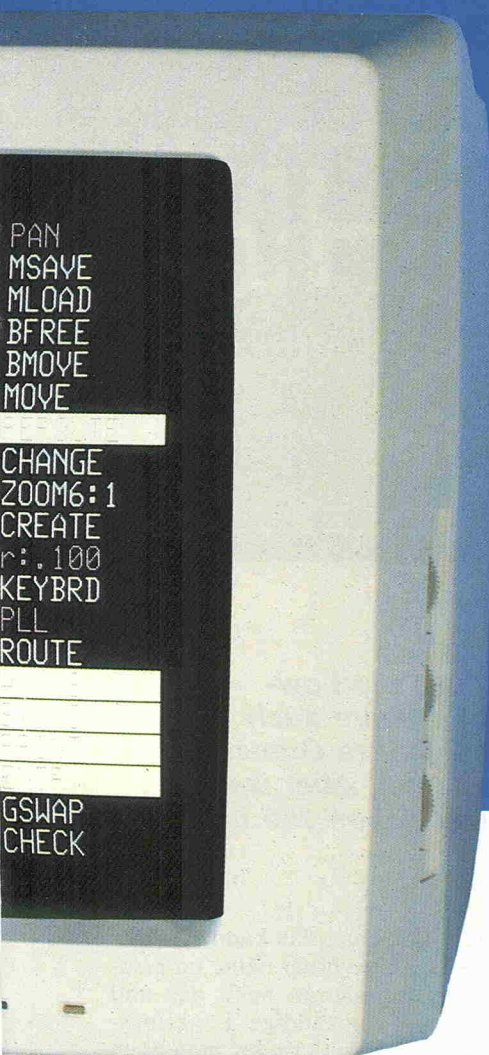
●Eine Linie ist nur dann eine Verbindung, wenn diese von Anschlußpunkt zu Anschlußpunkt geht.

●Ein Verbindungspunkt ist nur ein optisches Symbol, er hat keine elektrische Wirkung.

●Bauteile, die nicht in der vorhandenen Bibliothek gespeichert sind, können nicht benutzt und müssen gegebenenfalls vorher definiert werden.

Die besondere Umstellung besteht also vor allem darin, *alle* Punkte einer Schaltung stets ausführlich zu benennen und Verbindungen, wenn's sein muß, doppelt oder mehrfach an die richtigen Anschlußpunkte zu führen. Als Lohn für diesen Streß erhält man später:





- eine Bauteileliste
- eine Verbindungsliste
- wenn gewünscht, eine Preiszusammenstellung
- eine automatische Prüfung auf offensichtlich falsche oder fehlende Verbindungen
- eine Fehlerliste
- einen sauber ausgedruckten Schaltplan
- ein Datenfile, das von der Layoutsoftware weiterverarbeitet werden kann.

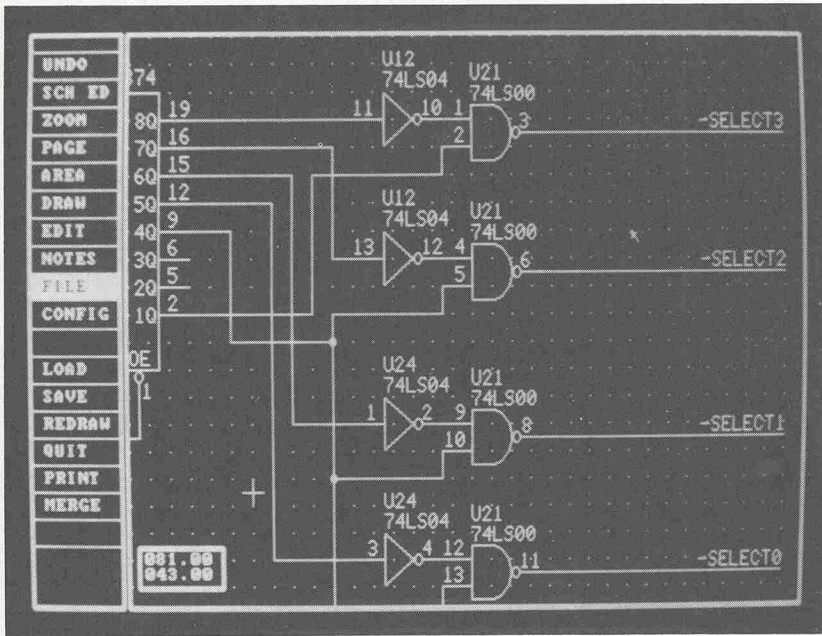
Bevor es aber nun an irgendwelche Leiterbahnen geht, kommt der nächste Hammer für Amateure: Die Schaltungsbausteine müssen 'verpackt' wer-

den. Genaugenommen sind sie das natürlich schon, nur weiß der Dummback von Computer ja nicht, ob wir ihm einen μA 741 im DIL 14-, DIP 8- oder TO-99-Gehäuse anbieten. Dasselbe gilt für alle passiven Bauteile: Widerstände und Kondensatoren sind zu vermaßen, neben den Rastermaßen stehen auch die Außenabmessungen zur Debatte, denn die Bauteile sollen ja später nicht ineinanderliegen. Soweit das, z.B. für Mehrfachgatter-Logikbausteine, noch nicht erfolgt ist, steht also zunächst das 'Packing' an, d.h. jedes Bauteil bekommt sein Gehäuse und Anschlußbild zugewiesen. Auch hier steht eine umfangreiche Bibliothek zur Verfügung, die man sich in vielen Fällen aber selbst ergänzen muß: Jeder benutzt (aus Beschaffungsgründen, aus Bequemlichkeit oder einfach nur so) meistens unbewußt einen Privatpark von Lieblingsbauteilen — achten Sie einmal darauf!

Ist alles verpackt, kann's losgehen und die Maschine verteilt zunächst die Bauteile auf die zugestandene Platinenfläche. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der versucht, möglichst viele

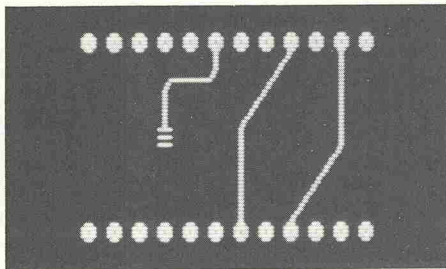
Bevor irgendwelche Leiterbahnen verlegt werden können, muß man die Bauteile verpacken, damit der Computer 'weiß', wie so ein IC, ein Kondensator oder ein Widerstand eigentlich aussieht.

kurze Verbindungen einzurichten. Das nennt sich 'Ratsnesting'. Kreuz und quer sind jetzt alle im Schaltbild angeschlossenen Bauteilepunkte miteinander verbunden. Es kommt der Zeitpunkt, Vorgaben einzubringen: Dieses Bauteil soll hierhin, der Anschluß muß da sitzen. Dazu müssen einige andere Elemente verschoben werden, die man mit der Maus (meist an Pin 1) 'anfassen' und verschieben kann. Am neuen Lagepunkt werden sie dann wieder 'losgelassen'.



Schaltplanerstellung mit 'Schema'. Die Symbole werden namentlich aus der Schaltzeichen-Bibliothek aufgerufen. Freie Leitungen müssen benannt werden (hier: select), andernfalls werden sie vom System 'bemängelt'.

Das eigentliche Routing, das Verlegen der Leiterbahnen, ist Fleißarbeit. Die Bahnen sind ja schon da, sie müssen nur noch verlegt werden: hier herum, da ein Knick, dort unterdurch. Bahnen, die auf der einen Seite miteinander kollidieren, verfrachtet man ganz oder teilweise per Knopfdruck und CHANGE-Befehl auf die andere Seite.

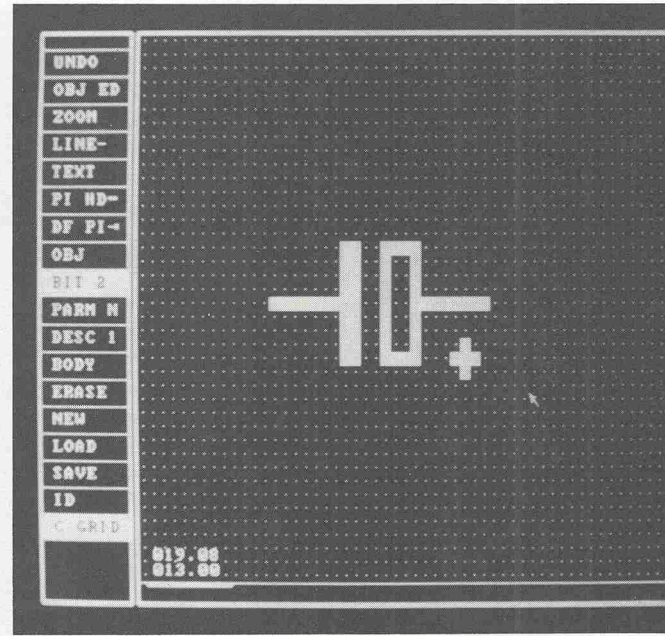


Leiterbahnrouting mit smARTWORK. Rechts zwei Autoroutings mit Rechts- bzw. Linksknick (je nach Reihenfolge der 'angeklickten' Verbindungspunkte), links eine halbfertige, manuell gezogene Bahn.

Die erforderlichen Bohrungen mit Durchkontaktierung richtet der PC selbst ein. Klar, daß auch die stupide Verlegearbeit von der Maschine gemacht werden kann: Sofern die Software nicht bereits autoroutingfähig ist, kann man diese Eigenschaft für ein paar Märker hinzukaufen.

Gern gesehen sind stets die Leiterplatten, bei denen nach Fertigstellung hier eine Bahn durchtrennt wird, um dort angebunden zu werden, und an anderer Stelle ein Stück Draht das ergänzt, was hätte Kupfer auf Epoxyd sein sollen. Keine Chance mit dem Rechner. Solange nicht alles nach der Schaltbildvorgabe verbunden ist: Gemecker. Wenn sich Leiterbahnen kreuzen: Gemecker. Wenn Bahnen, Bahnen, Augen, oder Augen, Augen oder Bahnen (alles klar?) zu nahe kommen: Gemecker. Das Gerät ist sogar so dreist, die Fehler deutlich zu markieren und aufzuschreiben, was da nicht stimmt.

Flüchtigkeitsfehler, fehlende Bahnen und vertauschte Anschlüsse werden bedingungslos korrigiert. Ein offensichtlicher Nachteil bleibt: *Bewußte* Änderungen im Layout gegenüber dem Schaltbild sind problematisch. Doch auch diese kann das Programm berücksichtigen; aus dem Layout wird dann ein neues Stammdatenfile ermittelt, und daraus werden Stückliste und Basisdatei für das Schaltbild (das bei Bedarf natürlich ebenfalls ergänzt werden muß) neu abgeleitet. 'Back-Annotation', Rückwärts-Zuweisung nennt man dies Verfahren.



Klar, daß die Low-Cost-Software auch irgendwo ihre Grenzen haben muß. Aber wer braucht schon 255 Layer?

Logikteile im Schaltplan kann der 'EE-Designer' bereits vorher näher untersuchen. Logiksimulation heißt das und bewirkt eine vollständige Funktions- und Timingprüfung, zu der man auch bestimmte Bitmuster eingeben kann. Mit Zusatzsoftware lassen sich dementsprechend auch Analog-Schaltungen checken. 'OrCAD'-Anwender können ihre Datenfiles beispielsweise in ein Format konvertieren, das von 'PSPice' gelesen werden kann. Dieses Programm simuliert unter anderem Spannungsverläufe und stellt diese wie auf einem Oszilloskop auch auf dem Bildschirm dar. Laboraufbau ade?

Obwohl Bauelemente, Bezeichnungen, Lötaugen und alle Leiterverbindungen auf dem Bildschirm sichtbar sind, bleiben sie für den Rechner völlig getrennt; sie werden in sich einander überlagernden, getrennten Ebenen ('Masken') angeordnet. Jede Maske kann einzeln ausgegeben werden: Aus den Bauelementeumrandungen und

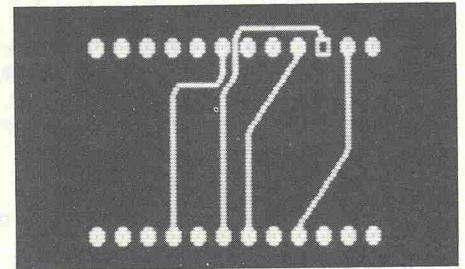
Was an Schaltsymbolen in der Bibliothek nicht oder nur in der amerikanischen Darstellungsweise zu finden ist, kann der Anwender selbst definieren.

Weise aber auch auf einfachste Weise Multilayer-Platinen entwerfen: Bis zu 8 Ebenen unterstützen alle modernen Pakete klaglos.

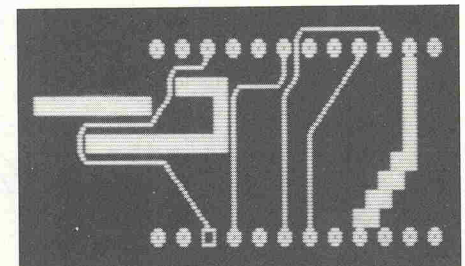
Bisher steckt unsere Platine aber noch immer im Silizium der Rechner-Chips, oder sie findet sich als magnetische Information im Eisenoxyd der Diskette. Da nützt sie uns wenig. Um erst einmal einen visuellen Eindruck vom Gesamtwerk zu bekommen, kann man einen Testausdruck auf einem simplen Matrixdrucker erstellen. Dieser liefert zwar absolut nicht die erwartete Qualität, genügt aber zur optischen Prüfung, ob alle Entwurfsvorgaben erfüllt sind. Bessere Ergebnisse liefert ein simulierter, vergrößerter 'Plot' auf dem Drucker, bei dem eine vergrößerte Darstellung so oft überdruckt wird, bis die Bahnen auch wirklich schwarz sind. Das kann man schon verfilmen, denn es ist im Gegensatz zum Testaus-

druck auch maßstabsgetreu. Optimale Qualität liefert aber nur ein Plotter, der mit Filz- oder Tuschestiften zeichnet. Natürlich muß die Software in der Lage sein, einen Plotter zu bedienen. Er benötigt andere Befehle als ein Drucker; die Standard-Sprache für Plotter heißt HP-GL (Hewlett Packard Graphic Language).

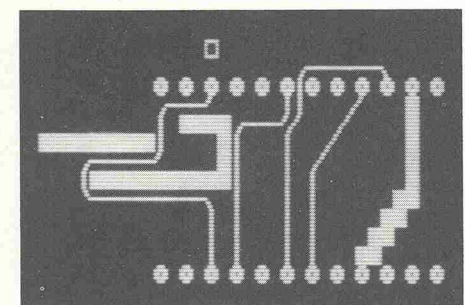
Wer darüber hinaus Ausgabefiles im Gerber-Format (Plottersprache für



Wo ein Wille ist, da ist auch ein Weg. Die Routing-Automatik findet ihn...



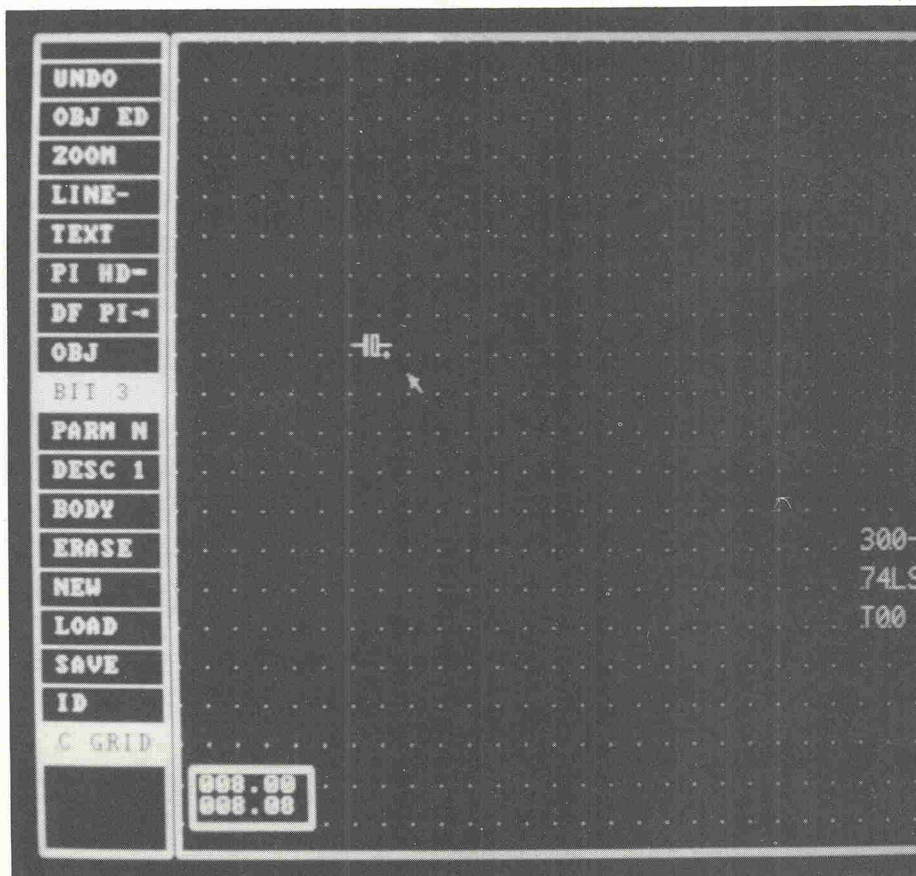
...wenn auch einen nicht ganz so eleganten...



...wie man ihn selbst finden würde. Manuelles Routing um ein Hindernis herum.

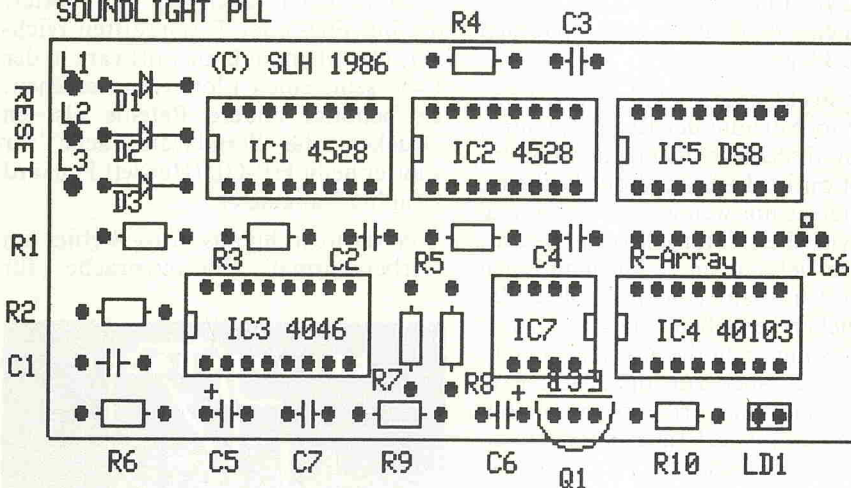
Bezeichnungen wird der Bestückungsdruck, aus den Löttaugen-Eingabern die Lötstopmmaske und Leiterseite, und das Monitorbild der Platine ergibt sich aus der Kombination der Eingabe mit der jeweiligen Leiter-Maske. Wenn auch für viele Anwender nicht interessant, so lassen sich auf diese

Anschließend wird das neue Symbol maßstabgerecht verkleinert.

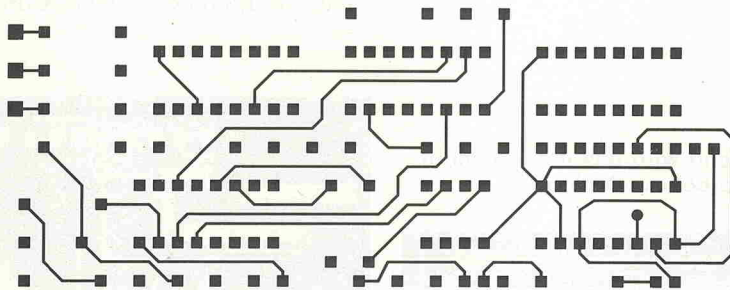


8207B DimmerPack

SOUNDLIGHT PLL



Zur schnellen Überprüfung: Hardcopy mit dem Matrixdrucker.

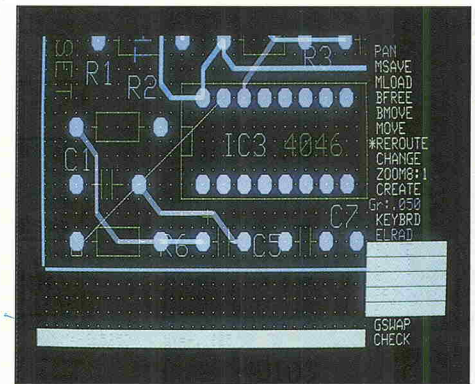


Belichtungsreifer Plotterausdruck.

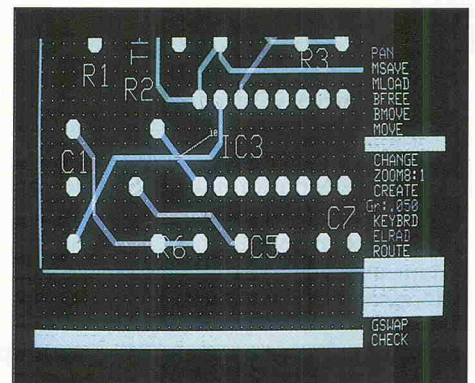
Gerber-Fotoplotter) erstellen kann, kann diese per Diskette oder Modem auch einer Leiterplattenfirma schicken; einige Firmen können bereits derart empfangene Daten in Platinen umwandeln. Lästiger Verfilmungsaufwand, Versandprobleme mit geknickten und gebügelten Layouts gehören der Vergangenheit an.

Die intuitiv-vorausschauende Verlegearbeit macht der geübte Layouter zwar optisch besser — schneller und konsequenter ist jedoch der Rechner.

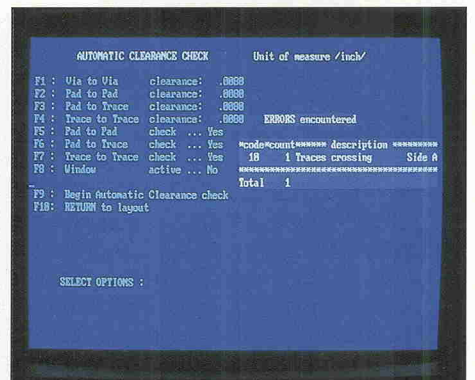
Es ist klar, daß diese Low-Cost-Software natürlich auch irgendwelche Einschränkungen haben muß. Nicht völlig umsonst liegen 'Profi'-Pakete wie CADCOM, Neuhaus MG-86, AutoCad, CADDY, RedCAD, FutureNet und andere preislich in einem Bereich von 15000 bis über 25000 D-Mark, auch diese Programme sind auf einem PC lauffähig. Einige davon stammen sogar aus deutscher Entwicklung und brauchen sich keineswegs hinter der internationalen Konkurrenz zu verstecken — im Gegenteil. Doch welcher Kleinanwender benötigt 255 Layer? Ein Vergleich zeigt: Die modernen kleinen Pakete mit Plotter- und Gerber-Ausgabe stehen weder in Leistung noch in der Bedienung (Schematic Layout, Rubberbanding, Multilayer, Zoom, Design Check, Simulation, Back-Annotation) hinter den 'Großen'



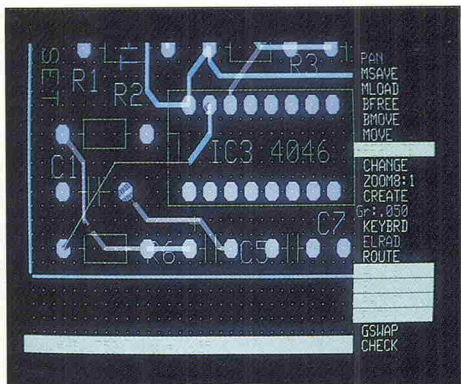
Beim manuellen Verlegen der Leiterbahnen wird zunächst eine gerade Linie zwischen den Lötunkten hergestellt...



Absichtlich manuell eingebauter Layoutfehler. Die dünne gelbe Linie weist zart darauf hin.



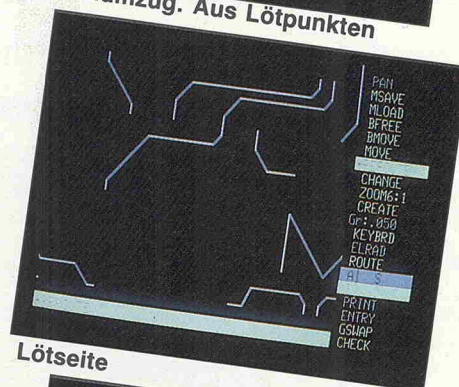
Die Check-Liste bemängelt daraufhin prompt einen Fehler des Typs '10'.



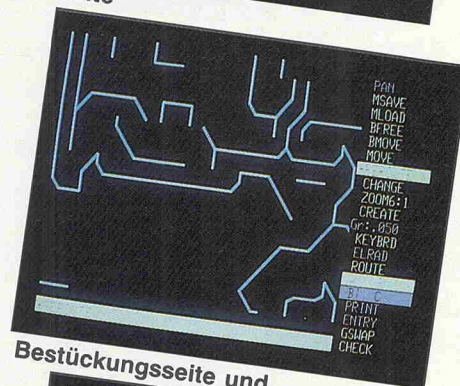
... und anschließend mit der 'Maus' um die auftretenden Hindernisse gebogen.



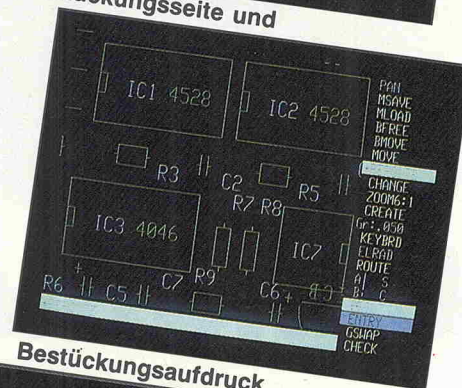
Maskenumzug. Aus Lötunkten



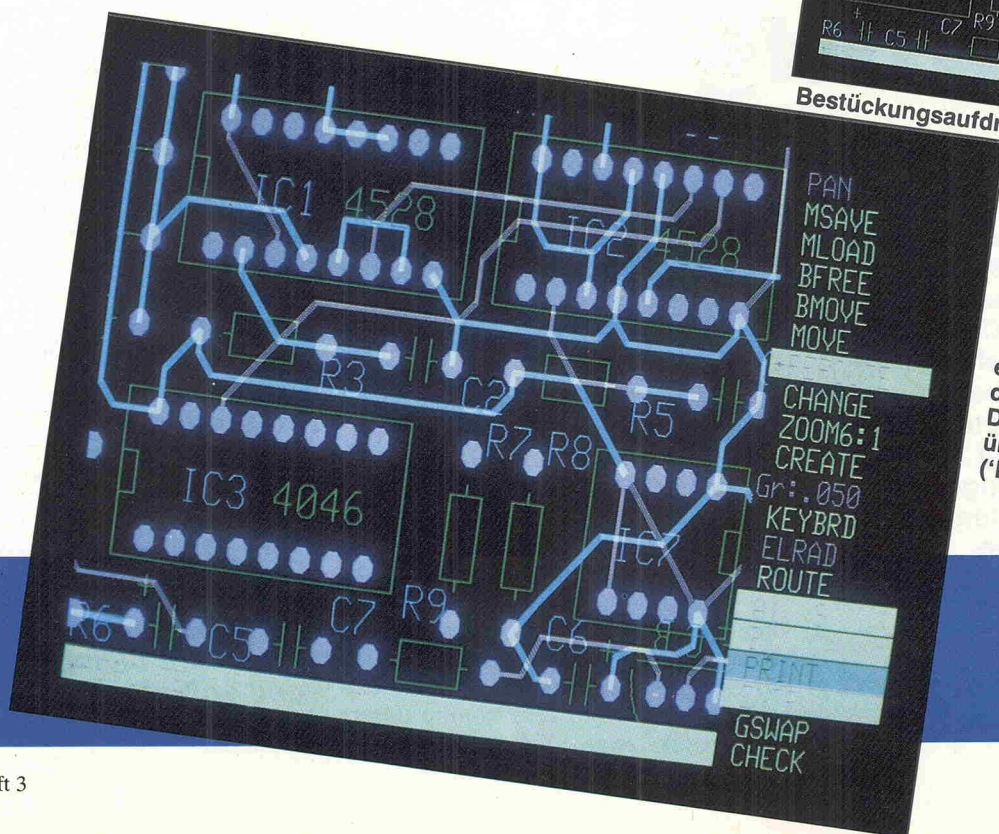
Lötseite



Bestückungsseite und



Bestückungsaufdruck

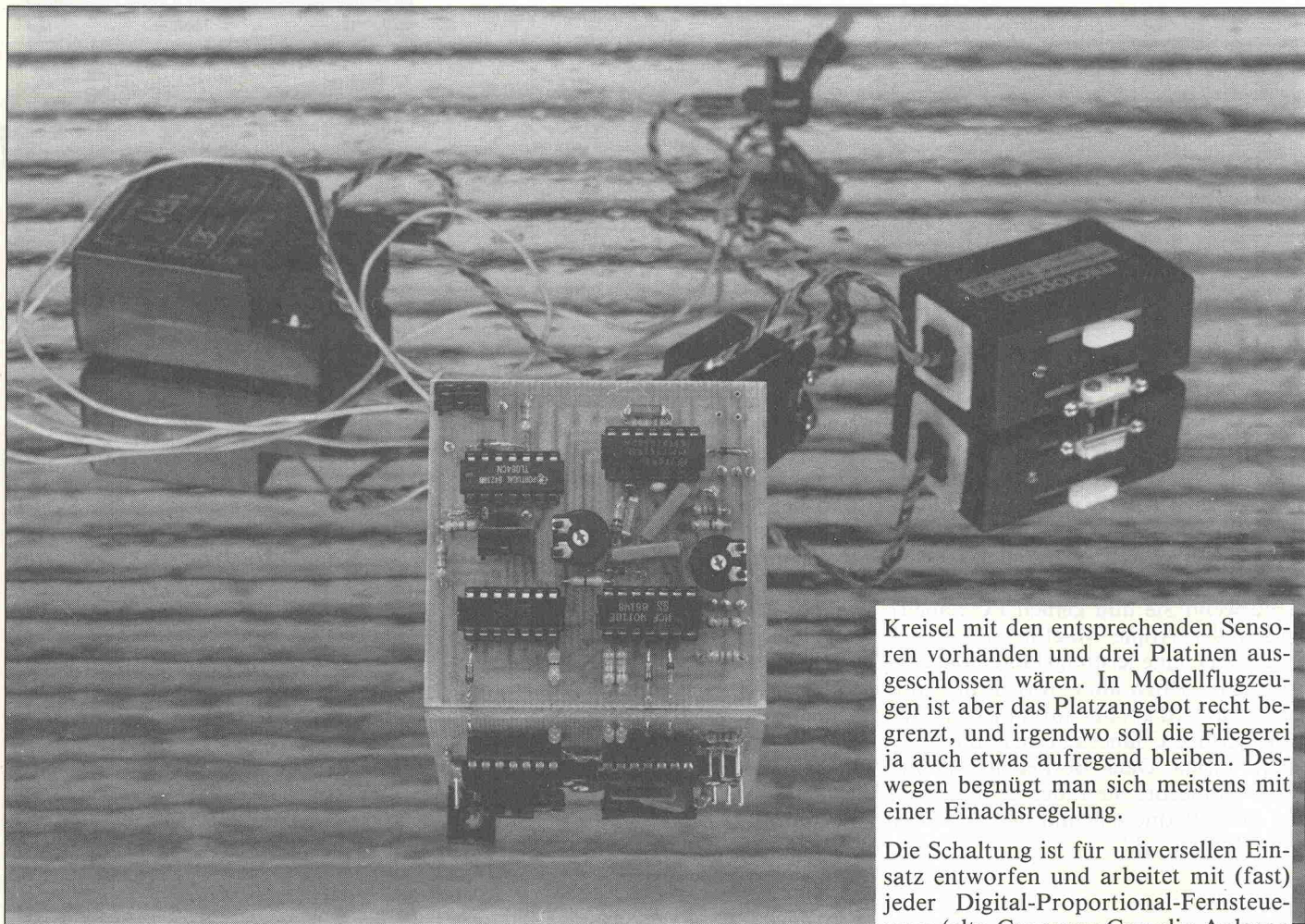


entsteht das fertige Layout. Die Farbzweisung ist übrigens frei wählbar ('EE-Designer').

zurück und das zu einem Bruchteil des Preises. Für Viel-Layer und Kleinfirmen lohnt sich heute die Anschaffung allemal, man bedenke auch die leichte Modifizierbarkeit vorhandener Platinen und die Ersparnis an Layoutvorlagen und Klebematerial.

Und wenn Sie nun keinen PC haben? Auch der Apple Macintosh hat mit 'McCAD' eine leistungsfähige Layoutsoftware. Doch alles, was nicht Industriestandard ist, hat auf diesem Sektor nur geringe Chancen. Einzig die deutsche Firma Data Becker unterstützt zwei Homecomputer: den Commodore 64 mit 'Platine 64' und den Atari ST mit 'Platine ST'.

Platinen auf dem Computer zu layouten ist erschwinglich geworden. Die Pakete haben eine Leistungsfähigkeit erreicht, mit der man arbeiten kann, und liefern professionelle Ergebnisse. Die vorausschauend-intuitiv richtige Verlegung kritischer Schaltungsteile macht sicherlich der geübte Profi-Layer besser. Schneller und konsequenter hingegen ist die Maschine, die dabei zugleich ein optisch immer gleiches Erscheinungsbild liefert. Einer der größten Vorteile ist die nachträglich leichte Editierbarkeit 'fertiger' Entwürfe. Mit 4000 D-Mark Investition, je zur Hälfte für Hardware und Software, läßt sich heute der Abschied vom klebenden Zeitalter einleiten.



Kreisel mit den entsprechenden Sensoren vorhanden und drei Platinen ausgeschlossen wären. In Modellflugzeugen ist aber das Platzangebot recht begrenzt, und irgendwo soll die Fliegerei ja auch etwas aufregend bleiben. Deswegen begnügt man sich meistens mit einer Einachsregelung.

Die Schaltung ist für universellen Einsatz entworfen und arbeitet mit (fast) jeder Digital-Proportional-Fernsteuerung (alte Graupner-Grundig-Anlagen bilden natürlich wieder die Ausnahme). Die Stromversorgung der Schaltung kann direkt aus dem Fernsteuerakku erfolgen; der Stromverbrauch hält sich sehr in Grenzen (CMOS). Es ist kein Eingriff in das Fernsteuersystem nötig, die Schaltung wird einfach zwischen Empfänger und Servo gesteckt. Außerdem kamen nur leicht und preisgünstig zu beschaffende Standardbauteile zur Anwendung.

Blindflug

Klaus Bartl

In der 'großen Fliegerei' wird der Autopilot immer dann eingeschaltet, wenn Kurs, Höhe und Geschwindigkeit auf Sollwert liegen — im Cockpit also eigentlich nicht mehr viel zu tun ist und die Besatzung sich ihrem Kaffee zuwenden kann. Die Elektronik sorgt dann dafür, daß Abweichungen von den Sollwerten automatisch ausgeregelt werden.

Ein Autopilot im Modellflugzeug hat natürlich weniger gewichtige Aufgaben: 'Nervöse' Modelle neigen dazu, jeden 'Heber' in der Luft in unkontrollierte Fluglagen umzusetzen, und diese ungewollte Eigenbewegung wird durch unsere Schaltung in gewissen Grenzen gedämpft. Noch ein Unterschied zu 'großen' Fliegern sollte erwähnt werden; ein richtiger Autopilot gestattet die Regelung der Fluglage um alle drei Raumachsen: rauf-runter (um die Querachse), rechts-links (um die Hochachse) und Querlage (um die Längsachse). Dazu braucht man natürlich einen kardanisch aufgehängten Kreisel, der die Abweichungen in den drei Raumachsen erkennt und in Steuerbefehle umsetzt. Das könnte unsere Elektronik zwar auch — wenn ein

Ein Sensor im Flugmodell stellt die ungewollte Lageveränderung fest und liefert eine analoge Gleichspannung für die Elektronik. Dort wird ein Korrekturimpuls gebildet, der dieser Lageveränderung entgegenwirkt. Trotzdem bleibt das Modell voll steuerbar.

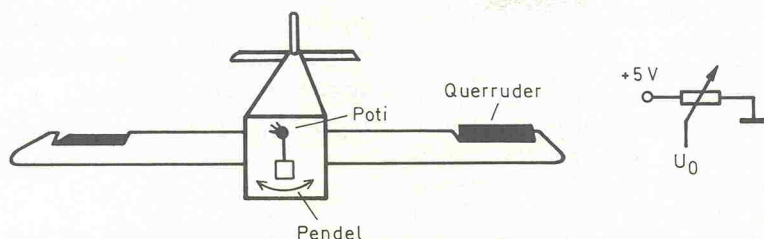


Bild 1. Die Stellung des Pendels beeinflusst das Querruder-Servo.

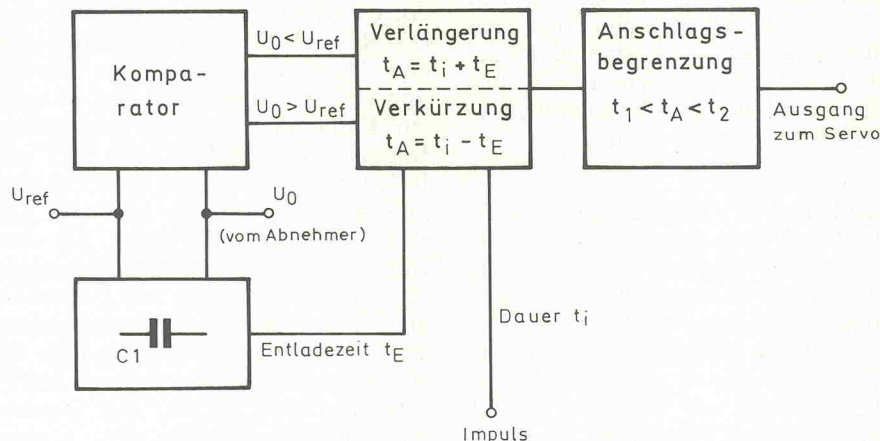


Bild 2. Blockschaftbild des Autopiloten.

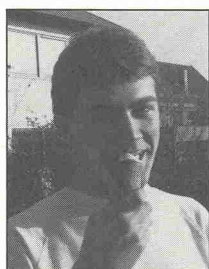
ger versierter Modellpilot den Sender bedient).

Vom Empfänger wird bekanntlich ca. alle 20 ms ein Impuls geliefert, dessen Dauer t_i je nach Stellung des entsprechenden Steuerknüppels zwischen 1 ms und 2 ms variiert. Diese Dauer wird nun abhängig von der Eingangsspannung U_0 verändert. Dazu wird Kondensator C1 auf die Differenz $U_0 - U_{Ref}$ aufgeladen. Die Zeit t_E , die nötig ist, diesen Kondensator zu entladen, ist abhängig von der Eingangsspannung und wird zu t_i addiert bzw. von t_i subtrahiert.

(Da die Entladung in der Schaltung einfach über einen Widerstand erfolgt, ist der Zusammenhang zwischen U_0 und t_E nichtlinear, was aber in der Praxis kaum eine Rolle spielt.)

Eine Anschlagbegrenzung für das Servo ist zwingend erforderlich, weil sonst die Strombelastung für den Akku zu groß werden würde.

Der Autor



Geboren 1967 in Eschenbach (Oberpfalz/ Bayern), Besuch der dortigen Grundschule — ebenso des Gymnasiums. Abitur 1986 (die Zensur wurde uns leider nicht mitgeteilt!); der Autopilot wurde als Facharbeit für das

Abitur entwickelt. Seit Mitte 86 hat der Autor einen 15-monatigen 'Abenteuerurlaub' in ziemlich olivgrüner Umgebung angetreten. Den Hobbies-Digital- und Musikelektronik/ Computer/ Schlagzeug/ Ski-Enduro- und Eindradsfahren — kann er wegen seiner Auslastung mit oberflächenveredelter Tätigkeit an Panzern nicht im gewünschten Rahmen nachgehen.

Ein je nach Anwendungsfall zu konstruierender Abnehmer im Modell registriert unerwünschte (Lage-) Veränderungen. Die Stellung des Abnehmers wird in eine dazu proportionale Spannung umgewandelt (dies bereitet in der Regel die geringsten Schwierigkeiten — daher universelle Einsatzmöglichkeiten). Diese Spannung gelangt nun an den Eingang des Autopilotensystems, das seinerseits das Servosignal vom Empfänger derart verändert, daß der Änderung gegengesteuert wird. (Hierbei ist zu erwähnen, daß das betreffende Servo weiterhin vom Sender aus gesteuert werden kann).

Ein einfaches Anwendungsbeispiel: Als Abnehmer wird ein um die Längsachse des Flugzeugs drehbares Pendel verwendet. Das Pendel ist mit einem als Spannungsteiler geschalteten Potentiometer verbunden, das die Steuerung für den Autopiloten liefert. Der Autopilot nimmt Einfluß auf das Querruderservo (siehe Bild 1).

Kommt es zu einer unerwünschten Drehung um die Längsachse (z.B. durch Böen oder unsauber geflogene Kurven), so wird dieser gegengesteuert. Das Flugbild wird dadurch bedeutend ruhiger (besonders wenn ein weni-

Über eine Anschlagbegrenzungsstufe, die dafür sorgt, daß die Impulsdauer zwischen 1 ms und 2 ms liegt, gelangt der Ausgangsimpuls schließlich zum Servo.

Die Anschlagbegrenzung ist übrigens unbedingt erforderlich, denn ein auf Anschlag gelaufener Servomotor kommt einem Kurzschluß gleich, und dann werden bei dem niedrigen Innenwiderstand der meist verwendeten NC-Akkus Strom und Spannung bald Mangelware in luftiger Höhe. Es bleibt dann nur noch zu hoffen, daß sich das Modell nicht ausgerechnet Straßen, Dächer, gefrorene Maulwurfshügel oder ähnliches zum 'Landen' aussucht (da packt man doch lieber den Spaten aus ...).

Von RV1 wird eine Referenzspannung U_{Ref} geliefert, die mit IC1a gepuffert ist. Am Pluseingang von IC1c liegt $U_{Ref} + 0,3 V$, am Minuseingang von IC1d $U_{Ref} - 0,3 V$. Über IC1b gelangt die Eingangsspannung U_0 vom Abnehmer zur Schaltung. Die Schaltung ab IC4b ist die Anschlagbegrenzung. Auf sie wird später eingegangen.

Zu Anfang liegt am Impuls-Eingang

logisch 0, der Ausgang von IC3c ist auf '1', Schalter 2a geschlossen. C1 kann sich daher auf $U_0 - U_{Ref}$ aufladen.

Es müssen 3 Fälle unterschieden werden:

$$U_{Ref} - 0,3 \text{ V} < U_0 < U_{Ref} + 0,3 \text{ V}, \quad \text{d.h.} \\ U_0 \approx U_{Ref}$$

Die Ausgänge der Komparatoren IC1c und IC1d sind beide auf '1'. IC3a und IC3b liefern also '0'. IC2b ist geöffnet. Liegt kein Impuls an, so ist auch Schalter 2d geöffnet, und beide Eingänge von IC4b (NAND-Gatter) sind auf '1', der Ausgang liegt also auf logisch 0. Ein positiver Eingangsimpuls hat nun zur Folge, daß IC2d für die Dauer des Impulses schließt, der obere Eingang von IC4b also auf '0' und der Ausgang auf '1' geht, d.h. der Ausgang von IC4b liefert den unveränderten Eingangsimpuls. Über den Anschlagsbegrenzer gelangt dieser zum Servo.

$$U_0 < U_{Ref} - 0,3 \text{ V}$$

IC3a liefert weiterhin eine '0', IC3b geht jedoch auf '1', d.h. Schalter 2b ist geschlossen. Ein Eingangsimpuls der Länge t_i bewirkt nun, daß der Ausgang von IC3c für ca. $t_i + 1,5 \text{ ms}$ auf '0' geht. Während dieser Zeit ist Schalter 2a geöffnet, C1 also von U_0 getrennt. Über IC2b wird auch der un-

tere Eingang von IC4b auf '0' gezogen, der Ausgang geht auf '1'. Nach Ablauf der Impulsdauer t_i sind beide Eingänge des Oder-Gatters D4/D5/R4 auf '0'. Der Ausgang von IC4a geht daher auf '1' und schließt über D6 den Schalter 2c. C1 kann sich über RV2 entladen. Dabei ist die Entladezeit abhängig von der Differenz $U_0 - U_{Ref}$ und der Einstellung von RV2. Ist C1 nach der Entladezeit t_E auf 0,3 V entladen (dann liegt am Meßpunkt MP1 eine Spannung von $U_{Ref} - 0,3 \text{ V}$), so geht IC3b auf '0', Schalter 2b öffnet, und beide Eingänge von IC4b sind wieder auf '1', der Ausgang geht auf '0'. Insgesamt fand also eine Impulsverlängerung um t_E statt: $t = t_i + t_E$.

$$U_0 > U_{Ref} + 0,3 \text{ V}$$

IC3b liefert '0', Schalter 2b ist geöffnet; IC3a liefert eine '1', die über D7 IC2c schließt. Ein Impuls am Eingang bewirkt, daß IC2a öffnet und C1 sich entlädt. Weiterhin wird IC2d geschlossen, an beide Eingänge von IC4b gelangt jedoch eine '1', so daß der Ausgang weiterhin auf '0' bleibt, bis C1 nach t_E auf 0,3 V entladen ist. Dann liefert IC3a eine '0', so daß der Ausgang von IC4b auf '1' geht. Geht der Impulseingang wieder auf '0', so öffnet IC2d, und der Ausgang von IC4b

Zum Verständnis der Impulsfolge müssen drei Betriebsfälle unterschieden werden:

$$U_0 = U_{Ref}, \\ U_0 > U_{Ref} \text{ und } U_0 < U_{Ref}.$$

geht zurück auf '0'. Es fand also eine Verkürzung der Impulszeit um die Entladezeit von C1 statt: $t = t_i - t_E$.

Anschlagsbegrenzung: Mit Hilfe von C3, R9 und RV3 wird der Impuls auf eine Höchstlänge von 2 ms begrenzt und von IC3d invertiert. (R8 ist nötig zur Entladung von C3.) Aus diesem Impuls wird mit R10, C5, R11 und IC3e ein sehr kurzer (ca. 0,025 ms) Impuls gewonnen, der die Stufe D8, C6, R12, RV4 und IC3f triggert. Am Ausgang von IC3f liegt damit ein (negativer) Impuls der Länge 1 ms (unabhängig von der Dauer des Eingangsimpulses). Der Ausgang von IC4c geht auf '1', wenn einer seiner Eingänge auf '0' geht, d.h. wenn der (auf 2 ms begrenzte) Originalimpuls oder der 1 ms-Impuls von IC3f vorhanden ist. C4 dient der Vermeidung von Störungen und ist unbedingt erforderlich.

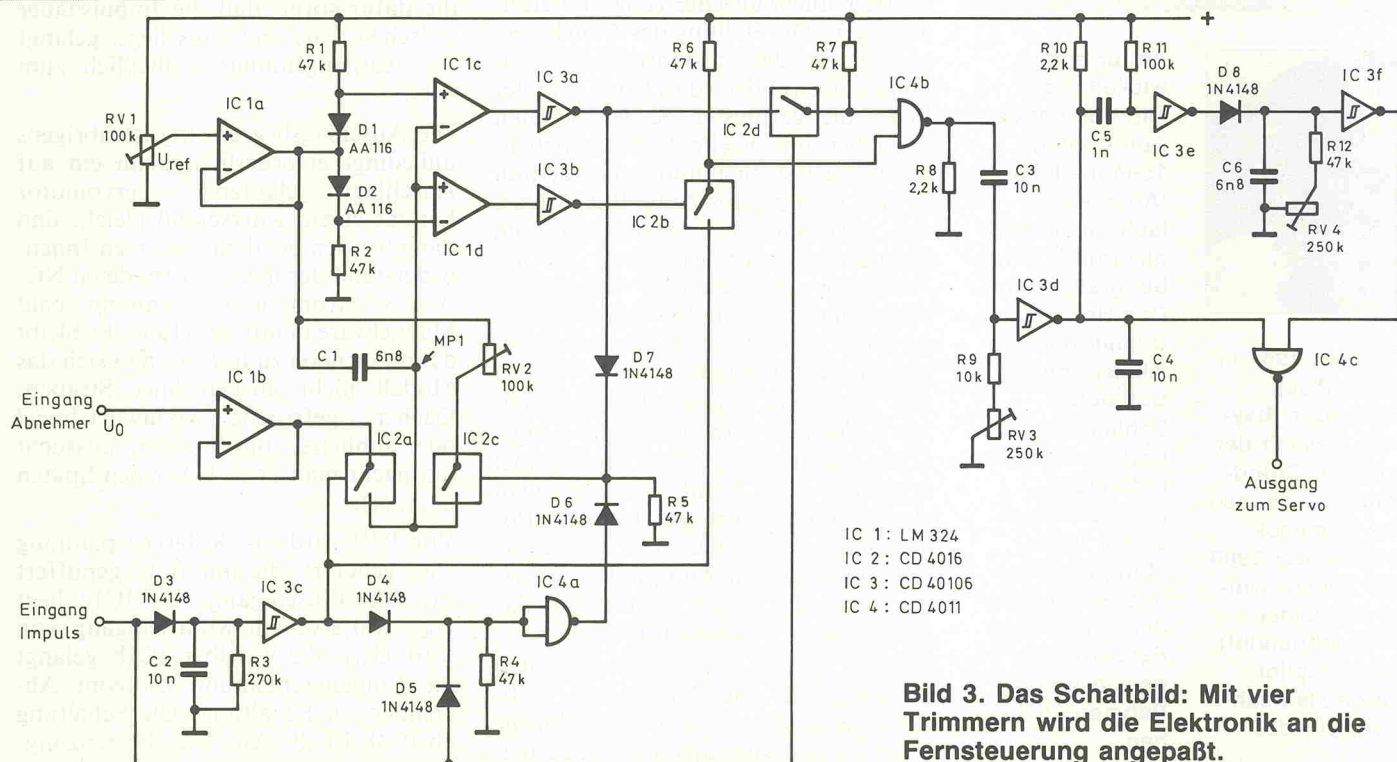


Bild 3. Das Schaltbild: Mit vier Trimmern wird die Elektronik an die Fernsteuerung angepaßt.

Auf der Platine geht's zwar etwas eng zu (die Schaltung soll ja nicht nur in Jumbo-Jets passen), die Leiterbahnen sind aber nicht allzu eng beieinander, so daß die Platinenherstellung eigentlich auch dem weniger Geübten gelingen müßte.

Für RV1 und RV2 haben wir gekapselte Trimpotis genommen. RV2 ist nur mit 2 'Füßen' angeschlossen, der dritte wurde einfach abgezwickt.

Der Abgleich ist problemlos: Mit Hilfe von RV3 und RV4 wird die Anschlagsbegrenzung eingestellt. Mit RV1 kann die Neutrallage des Sensors (bei der der Autopilot nicht auf das Servo einwirkt) eingestellt werden.

RV2 dient der Einstellung der Dämpfung, d.h. in welchem Maße das Servo auf Veränderungen reagieren soll. Für die ersten Flüge sollte man die Intensität lieber zu klein als zu groß wählen. Die Schaltung wurde in Verbindung mit einer Brandt-microprop-Anlage getestet. Für andere Fernsteuerungen müssen die Werte von R9, RV3, R12 und RV4 eventuell geringfügig geändert werden.

Bei der Anwendung muß beachtet werden, daß die Eingangsspannung nicht unter 1 V sinken darf. Dies kann z.B. bei Verwendung eines Potis als Abnehmer durch Vorschalten eines Widerstandes gewährleistet werden:

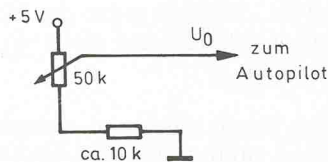


Bild 4. Die Sensorspannung U_0 darf nicht kleiner als 1 V werden.

Natürlich ist nicht zu verheimlichen, daß ein im Flugzeug montiertes Pendel mit daran befestigtem Poti nicht der 'letzte Schrei' auf der Sensorszene ist, birgt es doch allerlei mechanische Unsicherheiten. Aber eine mechanisch ausgefeilte (oder vielmehr gedrehte) Lösung mit einer einachsigen kardanischen Aufhängung eines hochdrehenden Elektromotors mit angeflanschter Masse ist nicht die Sache eines jeden Elektronikers.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten:

1. Stabilisation um die Querachse (z.B. für Nur-Flügler)

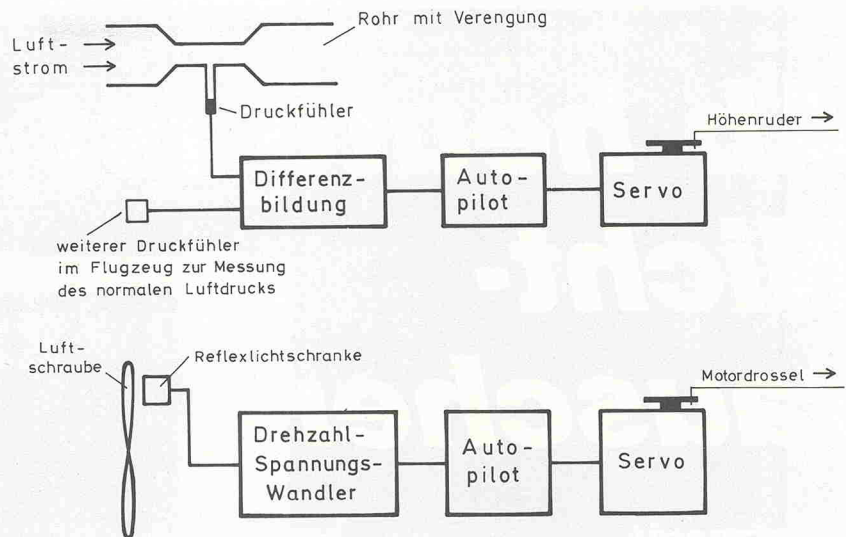


Bild 5. Mögliche Variationen zum Thema Autopilot: Nachregelung auf konstante Geschwindigkeit (oben) und Nachregelung auf konstante Motordrehzahl (unten).

2. Konstante Geschwindigkeit (für Laminarprofile, die zwar bessere Flugleistungen bringen, deren Geschwindigkeitsbereich jedoch eng begrenzt ist):

Es sind sicher noch viele andere Anwendungen (z.B. auch in Schiffsmodellen) denkbar.

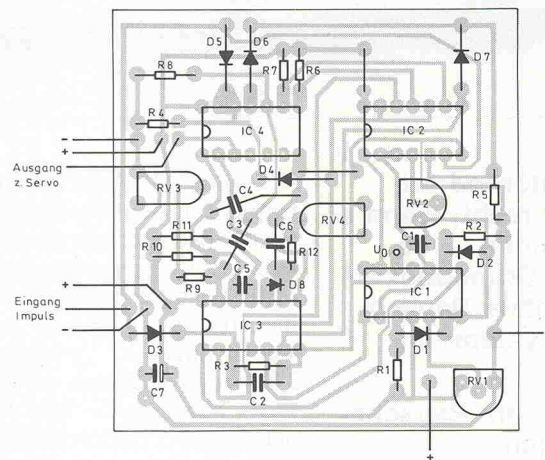


Bild 6. Bestückungsplan. Einige Bauteile müssen 'hochkant' eingesetzt werden.

Stückliste

Widerstände 1/8 W, 5 %

R1,2	47k
R3	270k
R4...7	47k
R8	2k2
R9	10k
R10	2k2
R11	100k
R12	47k
RV1,2	100k Trimmer
RV3,4	250k Trimmer

Kondensatoren

C1	6n8 MKH
C2,3,4	10n MKH

C5	1n MKH
C6	6n8 MKH
C7	47µ/10 V Elko

Halbleiter

IC1	LM324
IC2	CD4016
IC3	CD40106
IC4	CD4011
D1,2	Germaniumdioden
	z. B. AA116
D3...8	1N4148

Sonstiges

Platine ca. 70 mm x 70 mm
Anschlußstecker, Buchse für die entsprechende Fernsteuerung

Ab heute ist er Nicht- rauscher

**Zusatzgerät
für'n Cassettenrecorder**



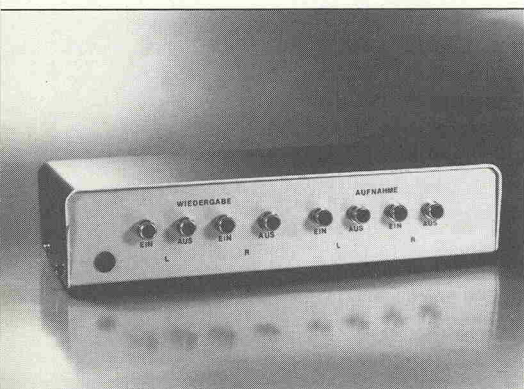
Rauschen wird störend oft empfunden, erst recht, wenn's mit Musik verbunden — so könnte man das Grundübel eines Tapedecks ohne Rauschunterdrückungssystem umschreiben.

Aber jetzt gehts dem Rauschbart an den Kragen.

(Cassetten-)Tonbandgeräte sind sehr bequem in der Handhabung, besitzen aber teilweise einige gravierende Nachteile. Gängige Bandgeräte weisen ein recht geringes Signal/Rausch-Verhältnis von ca. 55 dB auf und erzeugen Verzerrungen zwischen 1 und 3 Prozent. Dadurch wird die Aufnahme-, Wiedergabe- und Löschqualität nennenswert beeinträchtigt. Elektronische Systeme zur Rauschverminderung, die in modernen Bandgeräten bereits integriert sind, können die Gerätequalität ganz erheblich verbessern. Besitzen Sie ein Bandgerät älterer Bauart ohne Rauschverminderung, dann können Sie es mit dem hier beschriebenen System modernisieren. Das hier vorgestellte System zur Rauschverminderung kann das Signal/Rausch-Verhältnis Ihres Bandgerätes ohne jede Höhenabschwächung um bis zu 18 dB vergrößern. Diese Vergrößerung des Dynamikbereichs ermöglicht dann praktisch nahezu ohne Qualitätseinbußen auch die Aufnahme von CDs. Davon abhängig, wie dieses System einge-

setzt wird, können sogar die Verzerrungen des Bandgeräts etwas vermindert werden.

Das bei Bandaufnahmen entstehende Rauschen muß relativ zur Größe des Nf-Signals betrachtet werden. Am deutlichsten ist es während leiser Musikpassagen als überlagertes Zischen wahrnehmbar. Zur Verringerung des Bandrauschens kann die Musik mit einem höheren Signalpegel aufgenommen werden; auf diese Weise erhöht sich bei gleichbleibendem Rauschpegel das Signal/Rausch-Verhältnis. Dem sind jedoch enge Grenzen gesetzt, weil das Bandmaterial bei zu hoher Aussteuerung schnell in die Sättigung gerät. Dadurch werden zusätzliche Verzerrungen erzeugt, und in Fällen sehr starker Übersteuerung kann das Signal manchmal sogar vollständig verschwinden. Dieser Effekt rührt von den Partikeln des Bandmaterials her, die keine zu starke Magnetisierung übertragen können. Kehren wir daher zu kleinen Signalpegeln zurück.



Das am deutlichsten wahrnehmbare hochfrequente Zischen läßt sich auf einfache Weise durch geeignete Einstellungen des Höhenstellers an Ihrem HiFi-Verstärker vermindern. Damit schneiden Sie aber gleichzeitig auch alle höherfrequenten Komponenten Ihres Nutzsignals ab. Von einem guten System zur Rauschverminderung muß daher gefordert werden, daß es hochfrequentes Zischen deutlich vermindert, aber die hochfrequenten Anteile Ihres Nutzsignals ohne Beeinträchtigung überträgt. Eine Methode besteht darin, die hochfrequenten Signalanteile vor der Aufnahme zu verstärken und sie bei der Wiedergabe im gleichen Maß abzuschwächen.

Hinter dieser Methode stehen folgende Überlegungen: In Nf-Signalen wie Sprache und Musik besitzen die tieffrequenten Signalanteile die meiste Energie. Im Gegensatz dazu ist das Rauschen im hochfrequenten Bereich, also dort, wo Audiosignale relativ schwach werden, sehr energiereich. Daher kann durch Anhebung der höherfrequenten Nutzsignalkomponenten eine bessere Überdeckung des nach wie vor existierenden Bandrauschens erreicht werden. Bei der Wiedergabe werden hochfrequente Signalanteile und das Rauschen gleichermaßen reduziert, so daß zum einen das ursprüngliche Nutzsignal rekonstruiert wird, zum anderen das störende Rauschen vermindert wird.

Diese Art der Rauschverminderung ist als Preemphasis/Deemphasis-Methode bekannt; sie wird zum Beispiel — allerdings auch aus anderen Gründen — im FM-Rundfunk angewendet. Eine graphische Darstellung der Vorgänge zeigt Bild 2.

Durch die Preemphasis wird einerseits das Audiosignal so weit verstärkt, daß es störendes Rauschen besser überdeckt, andererseits werden aber auch die Anforderungen an den Dynamikbereich des Bandmaterials wesentlich erhöht. Die zusätzliche Pegelanhebung hochfrequenter Nutzsignalanteile kann 20 dB erreichen. Wird nun beispielsweise eine Aufnahme von einer Compact-Disc angefertigt, deren Dynamik ca. 90 dB beträgt, kann Ihr Bandgerät mit einer üblichen Dynamik von ca. 60 dB ohne weitere elektronische Maßnahmen nicht eine Gesamtdynamik von 110 dB verarbeiten. Daher muß zusätzlich eine Signalkompression vor der Aufnahme und eine ent-

sprechende Expansion vor der Wiedergabe erfolgen.

Das Blockschaltbild eines Systems zur dynamischen Rauschverminderung enthält dementsprechend folgende Komponenten: Preemphasis des Eingangssignals, Kompression vor der Bandaufnahme, Expansion des wiedergegebenen Signals und abschließend eine Deemphasis. Das Blockdiagramm ist im Bild 3 dargestellt.

Das hier beschriebene System zur dynamischen Rauschverminderung verstärkt Signalanteile oberhalb 1,6 kHz um bis zu 20 dB (Preemphasis). Das Gesamtsignal wird dann im Verhältnis 2:1 komprimiert, so daß sich die Signaldynamik von beispielsweise 110 dB auf 55 dB verringert. Die Dynamik des wiedergegebenen Signals muß dann im Verhältnis 1:2 expandiert werden. Darauf folgt das Deemphasisfilter, mit dem Signalkomponenten oberhalb 1,6 kHz abgeschwächt werden (Bild 4 zeigt die Charakteristika der Filterstufen).

Da die zur Pre- und Deemphasis verwendeten frequenzbestimmenden Baugruppen Filter 1. Ordnung sind, die die gleiche Eckfrequenz besitzen, sollte das hier beschriebene System keinerlei Klangverfärbungen erzeugen — doch das ist der Idealfall. In der Praxis besitzen die beiden Filter jedoch leicht unterschiedliche Eckfrequenzen und voneinander abweichende Frequenzgänge. Zur Vermeidung unzulässig großer Unterschiede ist es empfehlenswert, die Eckfrequenzen mit Widerständen festzulegen, die eine maximale Toleranz von 1% aufweisen. Bei Höhenanhebungswerten größer als 10 dB dürfen zwischen den Frequenzgängen des Pre- und Deemphasisfilters Abweichungen von 2 dB toleriert werden.

In der gleichen Größenordnung liegen nämlich auch einige Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang des Magnetbands selbst.

Die Pre- und Deemphasis kann durch Filter 1. Ordnung oder durch aktive Filter erzeugt werden. Die verwendeten rauscharmen Operationsverstärker vom Typ NE 5534 stellen sicher, daß das System selbst nur sehr wenig zusätzliches Rauschen erzeugt. Das Audiosignal wird in einem programmierbaren Compander-Baustein vom Typ NE 572 über ein Schaltungselement mit variabler Verstärkung sowie einen Pegeldetektor komprimiert bzw. ex-

Durch die Preemphasis werden Signalanteile oberhalb 1,6 kHz um bis zu 20 dB verstärkt.

Anschließend erfolgt eine Signal-Kompression im Verhältnis 2:1. Das so bearbeitete Signal wird dann der Aufnahmebuchse des Cassetten-Recorders zugeführt. Bei der Wiedergabe wird das Signal spiegelbildlich bearbeitet.

pandiert. Der vom NE 572 gelieferte Ausgangsstrom wird mit einem externen rauscharmen Operationsverstärker in eine Spannung umgesetzt. Der NE 572 besitzt ein sehr geringes Eigenrauschen (typ. 6 μ V), einen großen Dynamikbereich (110 dB), und er erzeugt relativ geringe Verzerrungen (typ. 0,05%).

Bezogen auf ein Frequenzsignal von 1 kHz mit einem Effektivwert von 0,7 V erzeugt das hier beschriebene Rauschverminderungssystem ein zusätzliches Brummen von -86 dB und ein zusätzliches Rauschen von -92 dB. Die vom System bei gleichen Eingangsbedingungen erzeugten Verzerrungen betragen ca. 0,1%; sie können daher gegenüber den Verzerrungen des Bandgeräts vernachlässigt werden. In Kombination mit einem Bandgerät ist dieses System in der Lage, das Rauschen um ca. 16 dB zu reduzieren. Die Signaldynamik erhöht sich also von angenommenen 58 dB (ohne Rauschverminderung) auf 74 dB.

Das hier beschriebene Gerät verringert unerwünschtes Rauschen ohne merkliche Beeinflussung des Nutzsignals. Es muß jedoch beachtet werden, daß Signale, die unter Verwendung dieses Systems auf Band gespeichert werden (codierte Signale), nur mit Hilfe dieses Rauschverminderungssystems auch wieder korrekt wiedergegeben werden können (decodierte Signale). Wird ein codiertes Signal ohne anschließende Decodierung wiedergegeben, besitzt es nur eine sehr geringe Dynamik und enthält zuviel Höhen. Andererseits erzeugt die Decodierung einer normalen Aufnahme (ohne Preemphasis) ein Signal mit zu großer Dynamik und zu wenig Höhen.

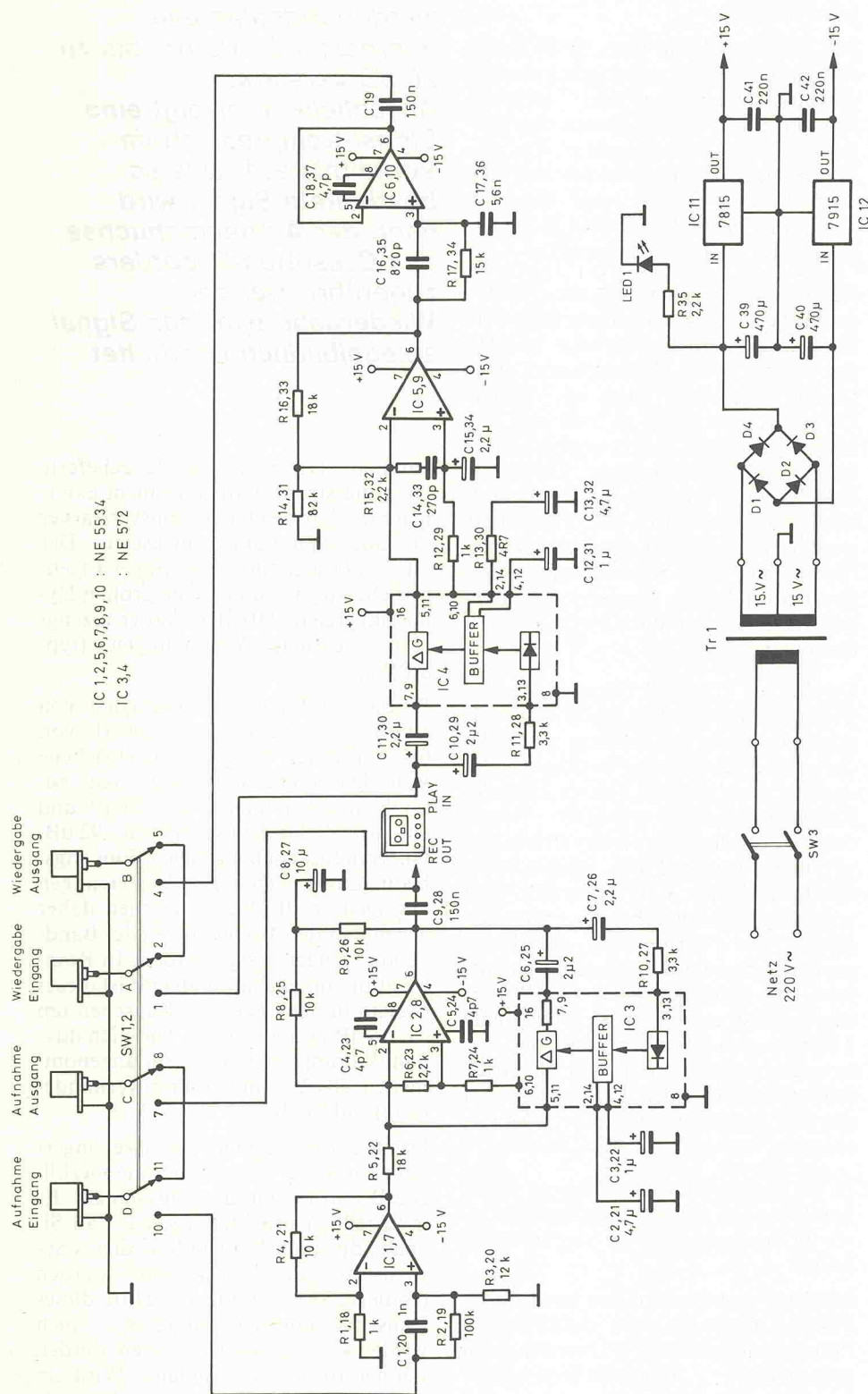


Bild 1. Durch die Schalter SW1,2 kann zwischen 'Aktiv' und 'Bypass' umgeschaltet werden.

Bevor Sie die Bauteile in die Platine einlöten, sollte diese auf ungewollte Unterbrechungen und Verbindungen von Leiterbahnen untersucht werden. Zunächst werden die fünf Drahtbrücken eingelötet, dann folgen die Widerstände. Viele von ihnen sind 1%-Typen; achten Sie darauf, daß sie an die vorgesehenen Stellen kommen. Die Farbcodierung von 1%-Widerständen kann Verwirrungen hervorrufen, so daß vor dem Einlöten eine zusätzliche Feststellung ihrer Werte mit einem Vielfachinstrument zu empfehlen ist.

Anschließend werden die Kondensatoren eingelötet; achten Sie auf korrekte Polung der Elektrolytkondensatoren.

Jetzt können die rauscharmen Operationsverstärker (IC1,2,5...10) bzw. deren Fassungen eingelötet werden. Überprüfen Sie vorher anhand des Bestückungsplanes ihre Orientierung. Sie ist für alle OPs identisch. Die 16-poligen Compander-Bausteine (IC3,4) sind nicht ganz billig und sollten daher unbedingt über IC-Sockel mit der Platine verbunden werden. Sie müssen die gleiche Orientierung besitzen wie Operationsverstärker. Zum Schluß werden die Dioden und die Spannungsregler (IC11,12) eingelötet.

Es folgt der Einbau des Transformators, des Netzanschlusses, des Schalters und des Sicherungshalters in das Gehäuse. Das Netzkabel sollte mit einer Kabelklemme an der Gehäuserückwand befestigt werden. Die Adern des Netzkabels sind folgendermaßen anzuschließen: Die Phase (schwarz) zum Sicherungshalter und vom Sicherungshalter zum Schalter SW3; der Nulleiter (blau) direkt zum Schalter; der Schutzleiter (gelb-grün) wird am Transformator festgeschraubt. Bei Verwendung eines kunststoffvergossenen Printtrafos sollte dieser durch ein Eisenblech magnetisch abgeschirmt werden, wobei das Schirmblech mit dem Schutzleiter verbunden wird. Die hier gewählte Masseverbindung erfolgt nicht nur aus Sicherheitsgründen, sie vermindert auch den Einfluß des elektromagnetischen Transformatorfelds auf die signalführenden Schaltungsteile. Phase und Nulleiter werden dann hinter dem Ein/Aus-Schalter mit dem Transformator verbunden. Aus Sicherheitsgründen sollten Sie auch die Lötunkte der Verbindungen Transformator-Sicherungshalter-Schalter mit Schrumpfschlauch oder Isolierband abdecken.

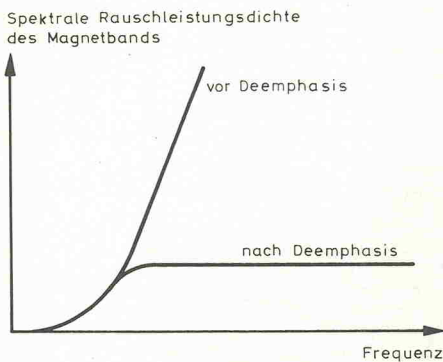


Bild 2. Der frequenzabhängige Einfluß der Deemphasis auf die Rauschleistung.

Nun werden die Ein- und Ausgangsbuchsen mit den Überbrückungsschaltern SW1,2 über zwei kurze Stücke vieradrig abgeschirmten Kabels verbunden. Diese Schalter können mechanisch durch Positionierung eines Ringes um den Schalterschaft auf unterschiedliche Anschläge programmiert werden. Für unsere Anwendung reicht ein vierpoliger Schalter mit zwei Raststellungen aus. Der Einstellring besitzt auf seinem Umfang eine Nase, die in das Loch greifen muß, dem die gewünschte Anzahl von Raststellungen zugeordnet ist.

Anschließend können die Schalter über einige Stückchen abgeschirmten Kabels mit der Platine verbunden werden. Die Abschirmungen dieser Leitungen werden an die Platine gelötet. Jetzt können Sie den Transformator mit der Leiterplatine verbinden und die LED mit 'fliegenden' Drähten anschließen.

Vor dem Einschalten der Stromversorgung untersuchen Sie die Platine sorgfältig auf kalte Lötstellen und ungewollte Brücken aus Lötzinn. Nachdem Sie eine 250-mA-Sicherung in den Si-

cherungshalter eingebaut haben, können Sie einschalten. Die Versorgungsspannungen sollten nicht um mehr als 150 mV von 15 V abweichen. Ist das nicht der Fall, dann müssen Sie die Platine noch einmal auf Kurzschlüsse untersuchen. Wenn soweit alles in Ordnung ist, verbinden Sie die Aufnahme-Ausgänge des Rauschverminderungssystems mit den Aufnahme-Eingängen Ihres Tonbandgerätes; die Wiedergabe-Eingänge des Systems werden mit den Wiedergabe-Ausgängen des Bandgeräts verbunden. Die Aufnahme-Eingänge und die Wiedergabe-Ausgänge des Rauschverminderungssystems werden nun stets als solche benutzt, gleichgültig, ob mit dem System gearbeitet wird oder ob es auf Durchgang (Bypass) geschaltet wird.

Das hier vorgestellte dynamische Rauschverminderungssystem kann auch in Kombination mit Vielspurmaschinen betrieben werden; Sie müssen dann allerdings sorgfältig darauf achten, daß keine Übersteuerungen auftreten.

Benötigen Sie die Rauschverminderung für ein Vierspurgerät, bauen Sie einfach zwei der hier beschriebenen Platinen auf. Auf der zweiten Platine lassen Sie jedoch alle Bauteile des Stromversorgungsteils weg (speziell: C39,40, R35, LED1, IC11,12). Dann verbinden Sie die $\pm 15V$ - und Masseleitungen beider Platinen. Die Platinen können problemlos in ein Gehäuse eingebaut werden. Die Überbrückungsschalter sollten dann mit '1' bis '4' anstatt mit 'LINKS' und 'RECHTS' bezeichnet werden.

Zur Funktionsprüfung des Rauschverminderungssystems nehmen Sie am besten ein Musikstück auf, das sowohl leise als auch stark dynamische Partien enthält. Der linke Drehschalter soll dabei in Position 'Bypass', der rechte in Position 'Aktiv' stehen. Anschließend spielen sie das Musikstück ab und hören sich abwechselnd den linken und rechten Kanal an. Besonders während der leisen Partien sollte der Kanal mit zugeschalteter Rauschverminderung hörbar weniger Rauschen aufweisen.

Das DNR-System kann dank des Bypass-Schalters ständig in der Aufnahme/Wiedergabe-Kette des Recorders verbleiben.

Treten in diesem Kanal stärkere Verzerrungen auf, dann achten Sie auf den gewählten Aufnahmepegel und reduzieren ihn bei zukünftigen Aufnahmen.

Wenn Sie kein Signal auf dem Band speichern können, sollte die Verdrahtung zwischen den Drehschaltern, Ein- und Ausgangsbuchsen sowie der Platine überprüft werden. Stellen Sie auch fest, ob Sie das Rauschverminderungssystem korrekt mit dem Bandgerät verbunden haben. Da das System die Signale des linken und rechten Kanals in getrennten Stufen sowohl codiert als auch decodiert, lassen sich die entsprechenden Teilschaltungen getrennt auf Fehler untersuchen. Die Codierung

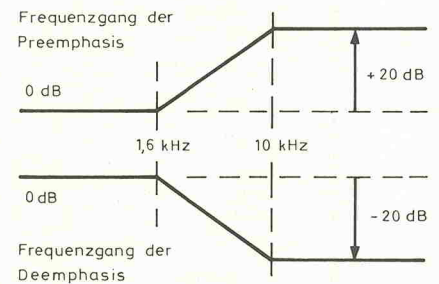
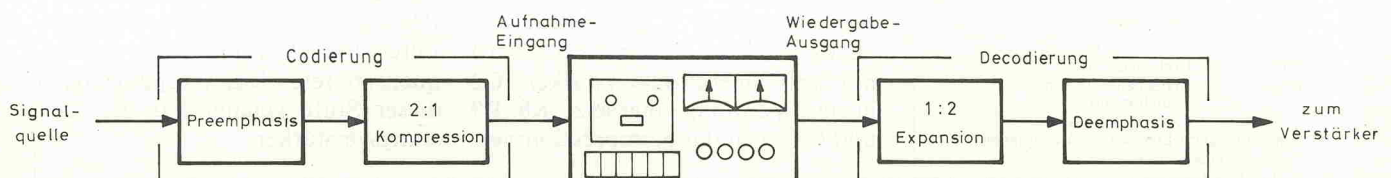
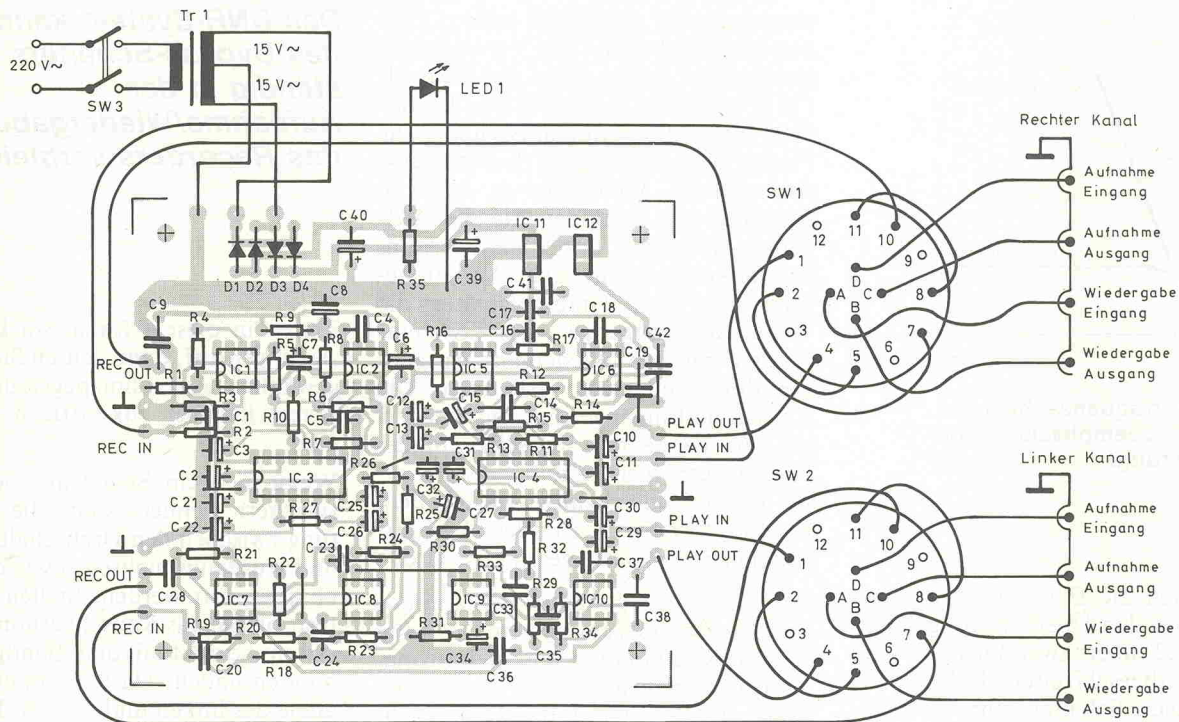


Bild 4. Die Deemphasis arbeitet spiegelbildlich zur Preemphasis.

Bild 3. Das DNR-System bildet mit dem Tape-Deck eine Signalbearbeitungskette.





Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W)

R1,7,12,	1k0 1%
18,24,29	1k0 1%
R2,19	100k 1%
R3,20	12k 1%
R4,8,9,	10k 1%
21,25,26	10k 1%
R5,16,	18k
22,33	18k
R6,15,23,	2k2
32,35	2k2
R10,11,	3k3
27,28	4R7
R13,30	82k
R14,31	15k 1%
R17,34	15k 1%

Kondensatoren

C1,20	1n0 RM5
C2,13,	4µ7/16V Elko
21,32	4µ7/16V Elko
C3,12,	1µ0/16V Elko
22,31	1µ0/16V Elko
C4,5,18,	4p7 ker.
23,24,37	4p7 ker.
C6,7,10,11,	2µ2/16V Elko
15,25,26,	10µ/16V Elko
29,30,34	2µ2/16V Elko
C8,27	10µ/16V Elko
C9,19,	150n RM10
28,38	270p ker.
C14,33	820p ker.
C16,35	5n6 RM5
C17,36	470µ/25V Elko
C39,40	220n
C41,42	220n

Halbleiter

D1...4	1 N 4004
LED1	LED, rot, 5 mm
IC1,2,	NE 5534
5...10	NE 572
IC3,4	7815
IC11	7915
IC12	7915

Sonstiges

SW1,2	Drehgeber 4x3
SW3	Netzschalter 2xEin
Tr1	Transformator
	2x15 V, 4,5 VA

8 Cinch-Einbaubuchsen (oder 2 DIN-Einbaubuchsen, 5-polig)
1 Platine 96x107

Wie funktioniert's?

Da diese Schaltung zwei Kanäle enthält, besitzt jedes Schaltungselement zwei Bezifferungen. Für die folgende Beschreibung des Geräts soll die jeweils niedrigere Zahl gelten.

IC1 erzeugt eine Preemphasis von 20 dB für das Eingangssignal. Die Verstärkung wird durch die Widerstände R1 und R4 festgelegt; C1 und R3 legen die untere Eckfrequenz des Preemphasis-Filters (siehe auch Bild 4) fest, während R2 und C1 die obere Eckfrequenz bestimmen.

Das Ausgangssignal der Preemphasis-Stufe gelangt auf die Kompressorstufe, die aus IC2 und IC3 besteht. Anschluß 7 von IC3 ist der Eingang des integrierten Elementes mit variabler Verstärkung, Pin 3 ist der Eingang des Effektivwertdetektors. Dieser und die Zelle mit variabler Verstärkung arbeiten so zusammen, daß der Dynamikbereich des Signals komprimiert wird. Der von IC3, Anschluß 5 gelieferte Ausgangsstrom des Kompressors wird mit dem Operationsverstärker IC2 in eine Spannung umgesetzt. R8, R9 und C8 legen das Kompressionsver-

hältnis auf 2:1 fest. Die Ansprechzeit des Kompressors (40 ms) wird mit C3 bestimmt, die Rückstellzeit (200 ms) mit C2. Das Ausgangssignal dieser Stufe gelangt zur Aufnahme-Buchse.

Das vom Band wiedergegebene Signal wird mit IC4 und IC5 im Verhältnis 1:2 expandiert. Der Widerstand R16 bestimmt das Expansionsverhältnis. Anschluß 7 von IC4 ist der Signaleingang des Expanders, Pin 3 der Eingang des Effektivwertdetektors. Das von IC4 an Anschluß 5 gelieferte Ausgangs(strom)signal wird mit einem Operationsverstärker (IC5) in eine Spannung umgesetzt. Der Kondensator C12 legt die Anstiegszeit fest, C13 die Rückstellzeit. Die Zeitkonstanten stimmen mit denen der Kompressorstufe überein. Das Deemphasis-Filter besteht aus den Bauelementen IC6, C16,17 und R17. Das Filter kompensiert die im Preemphasis-Filter erzeugte Signalverstärkung um 20 dB. C16,17 und R17 legen die mit dem Preemphasis-Filter übereinstimmenden Eckfrequenzen fest. Das Ausgangssignal dieser Stufe gelangt auf den Leistungsverstärker.

elrad-Bausatz
Digital-Sampler,
kompletter Bauteilesatz
ohne Platine und
Netzteil..... 99,95 DM

Steckernetzteil
9 V/200 mA..... 13,50 DM
Platine lieferbar

spezielle Bauteile
Digital-Sampler
ADC-0820 Stück..... 39,80 DM
ZN-429 E Stück..... 9,30 DM
HM-6116 Stück..... 5,60 DM

elrad-Bausatz Rasierkonverter
kompletter Bauteilesatz..... 29,90 DM
Platine..... 8,75 DM

elrad-Bausatz Sweep-Generator
kompletter Bauteilesatz..... 99,80 DM
Platine 1 (97 x 157)..... 13,70 DM
Platine 2 (69 x 130)..... 8,70 DM

Spezielle Bauteile
MAT 02 Stück..... 33,80 DM
CA 3140 Stück..... 1,95 DM

CA 3100 E Stück..... 5,45 DM
BAV 10 Stück..... 0,10 DM
Netztrafo 2 x 18 V/2x220 mA..... 9,75 DM
Styroflex Kond. 4,7 nF..... 0,79 DM
Styroflex Kond. 470 pF..... 0,79 DM

elrad-Bausatz Auto-Pilot
kompletter Bauteilesatz..... 11,90 DM
Platine..... 7,50 DM

elrad-Bausatz
Parametrischer
Equalizer
kompletter
Bauteilesatz..... 38,95 DM
Platine..... 29,60 DM
Passendes Netzteil..... 14,95 DM

elrad-Bausatz Hygrometer
kompletter Bauteilesatz..... 52,05 DM
Platine..... 10,80 DM
programmiertes EPROM..... 24,50 DM

elrad-Bausatz Stage Intercom
kompletter Bauteilesatz..... 17,50 DM
Platine..... 6,20 DM

Immer noch
aktuell
ca. 500
verkaufte
Bausätze
beweisen es.
elrad-Bausatz Delta-Delay
kompletter Bauteilesatz..... 148,10 DM
Platinensatz..... 30,40 DM

Lieferprogramm — Auszug
Metallfilm-Widerstände 1/2 Watt 1% Tol., komplette
E-24 Reihe lieferbar.
1 Stück..... 0,14 DM
10 Stück..... 0,11 DM
50 Stück..... 0,08 DM
100 Stück..... 0,05 DM
1000 Stück..... 0,04 DM

LED/LED/LED
lieferbar in 3 und 5 mm in den Farben Rot, Grün, Gelb.
1. Wahl
1 Stück..... 0,22 DM
10 Stück..... 0,19 DM
50 Stück..... 0,16 DM
100 Stück..... 0,14 DM

Mos-Fet Transistoren
SK 135 Stück..... 15,95 DM
SJ50 Stück..... 15,95 DM

Durch Lagerauflösung bieten wir Ihnen Kohleschicht-
widerstände 1/2 Watt 5% Toleranz. Folgende Werte so-
lange Vorrat
1,2/1,8/2,2/2,7/3,3/3,6/4,7/5,6/6,8/8,2/10/12/15/18/20/
27/30/33/36/39/43/47/51/56/62/68/75/82/91/100/110/120/130/150/180/200/220/240/270/300/330/360/390/430/470/510/560/620/
680/75/82/91/100/110/120/130/150/180/200/220/240/270/300/330/360/390/430/470/510/560/620/
680/820 kOhm.
1,2/1,6/1,8/2,2/2,7/3,3/3,6/4,7/5,6 MOhm.

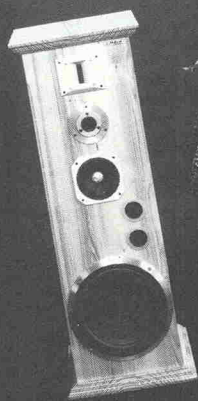
1 Stück..... 0,08 DM
10 Stück..... 0,06 DM
50 Stück..... 0,04 DM
100 Stück..... 0,03 DM
1000 Stück..... 0,02 DM

Die Platinen, die wir zu elrad-Bausätzen liefern, sind
aus Epoxid und fertig gebohrt. Diese Platinen werden
in unserem Betrieb gefertigt.

Fordern Sie unsere Bauteile-Liste an. Lieferung sofern
nicht anders vereinbart per Nachnahme.

Service-Center Heinz Eggemann, Jiwittsweg 13, 4553 Neuenkirchen 2, Telefon: 054 67/241

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



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

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

LECH-TECHNICS

Gesellschaft zur Herstellung und
Vertrieb von elektrischen Geräten
und Microcomputern mbH

Heerstraße 96
5014 Kerpen-Türnich
West-Germany

Telefon: 022 37/81 71 u. 17 09
Telex: 889103 wer d

**SATELLITEN-
EMPFANGS-
ANLAGEN:**



PARABOLSPIEGEL 180 cm, BSQ-180E, mit Feedhorn,
Elevation-Azimut Halterung und Mast..... 2200,— DM
FEEDHORN mit Polarisationsumschalter PS-75ET..... 598,— DM
LOW-NOISE-BLOCK-DOWN CONVERTER SCE-770-2.5.. 948,— DM
SATELLITEN-Empfänger SRE-80R m. Fernbedienung .. 1298,— DM
KOMPLETTANLAGE aus zuvor genannten Einzelgeräten
mit Kabel und Anschlußstecker, betriebsbereit,
alle Geräte mit FTZ-Nummer..... 4498,— DM

PARABOLSPIEGEL 180 cm, mit Halterung u. Mast.... 1198,— DM
FEEDHORN mit Polarisationsumschalter..... 248,— DM
LOW-NOISE-BLOCK-DOWN CONVERTER..... 648,— DM
SATELLITEN-Empfänger, manuelle Abstimmung..... 498,— DM
KOMPLETTANLAGE aus zuvor genannten Einzelgeräten
mit Kabel und Stecker, betriebsbereit..... 2498,— DM

Ausführliche Informationen und Preise gegen
DIN-A5-Freiumschlag mit 1,30 DM Rückporto.
Endpreise zzgl. Porto und Verpackung.
Technische Änderungen vorbehalten.
Besuchen Sie uns auf der Hannover-Messe
1987 „CeBIT“ vom 4. bis 11. März 1987.

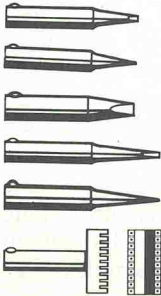
IBM PC/XT und AT kompatibel Microcomputer.

ATLAS 16 IBM PC/XT kompatibel ab 1299,— DM
ATLAS AT IBM AT kompatibel ab 2999,— DM

Fordern Sie Informationsmaterial an.

ERSA MS 6000

**Leistungsfähige Elektronik-
Lötstation**



Breites Einsatzsspektrum durch leicht aus-
wechselbare ERSADUR-Dauerlötspitzen und
Auslöteinsätze

Leistungsstarkes keramisches PTC-Heiz-
element (60W/350°C)

Stufenlose Temperaturwahl von 150 ... 450°C
Potentialausgleichsbuchse



Nennen Sie mir den
nächsten Fachhändler ☐
Senden Sie mir aus-
führliche Unterlagen ☐
Senden Sie mir die
kostenlose ERS-
Lötibel ☐

ERSA®

Löttechnik

ERSA Ernst Sachs KG,
GmbH & Co.
Postfach 12 61 15
D-6980 Wertheim
Tel. (09342) 800-0

Die Nf ist im RAM — RAM — RAM. . .

Zwischenspeicher für Analogsignale

Disco-Sound: Kurze Musikpassagen werden wiederholt—holt—holt. Aber die Platte hat keinen Sprung — der Effekt kommt dadurch zustande, daß der betreffende Musikpart digital abgespeichert wird und ein paarmal schnell hintereinander ausgelesen wird. Genau das kann mit dem hier vorgestellten Digital-Sampler realisiert werden.

Seit kurzem geistert ein neues Schlagwort durch die Muckerszene: Digital Sampling. Der Effekt des Samplings ist nahezu allgegenwärtig, sowohl bei Top-Hits als auch bei der Fernsehwerbung. Professionelle Sample-Geräte gibt es in der Variante des tastaturorientierten Typs, wie etwa das australische Fairlight-Instrument, bis zur einfachen Grundversion mit einem kleinen Speicher, die in der Lage ist, ein einzelnes, kurzes Stückchen 'Klang' aufzunehmen und wiederzugeben.

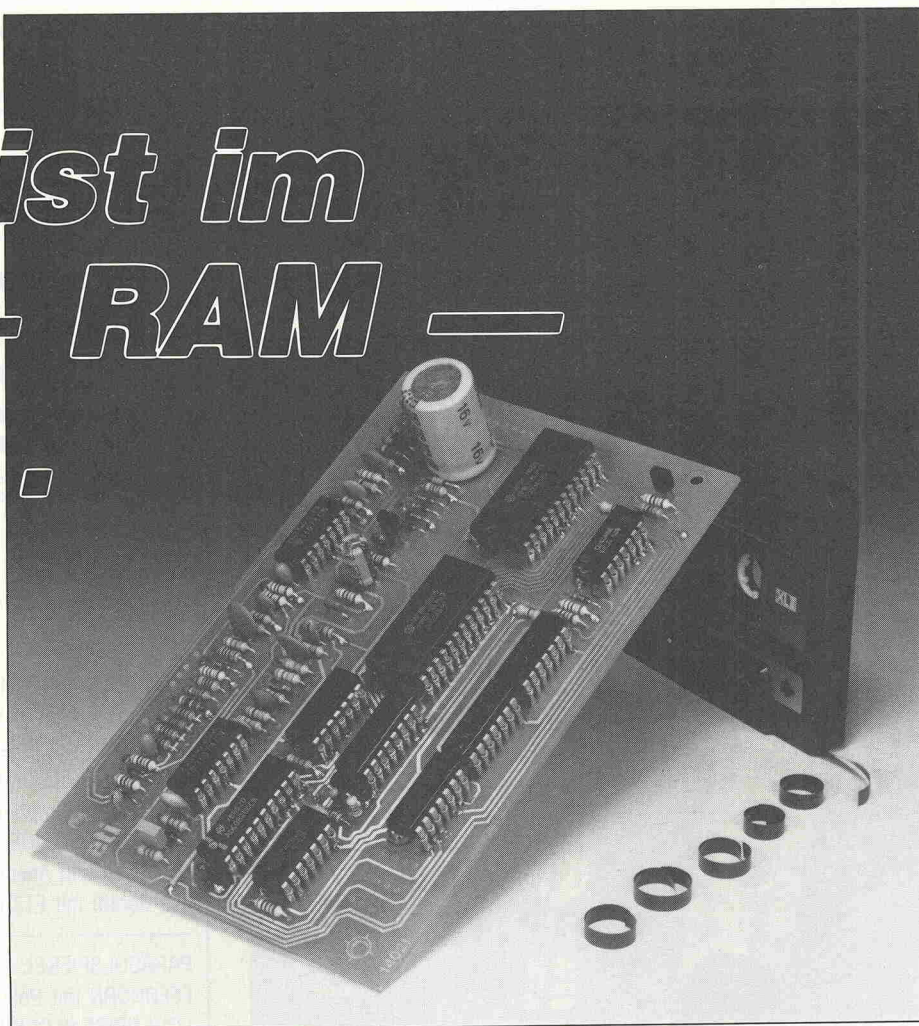
Die Möglichkeit, ein Stück 'real life sound' einzuschreiben und für einen späteren Gebrauch aufzubewahren, wird auf dem Musikgerätemarkt als

der letzte Schrei angepriesen. Aber wie alle Dinge dieser Welt hat auch das Sampling seine Grenzen. Die Kunst, das 'richtige' Klangstück auszuwählen, es aufzuzeichnen und es damit in den verfügbaren Speicher zu bannen, spielt eine erhebliche Rolle dabei, wie nützlich das Verfahren des Samplings sein kann.

Der erste Teil unserer Bauanleitung beleuchtet zunächst die Theorie, die hinter dem digitalen Sound-Sampling steht, und wendet sich dann der dazugehörigen elektronischen Praxis zu. Unsere Betrachtungsweise ist dabei allgemeinverständlich gehalten; die mathematischen Zusammenhänge werden darum vernachlässigt, ohne jedoch die

grundlegenden Gesetzmäßigkeiten ungebührlich zu vereinfachen. Ein großer Teil von dem, was im folgenden erläutert wird, ist nicht nur für das Sampling-Verfahren wichtig, sondern ist darüber hinaus allgemein bei der digitalen Signalerfassung und -verarbeitung gültig. Natürlich verfolgen wir mit unserem theoretischen Bemühen ein konkretes Ziel: den Bau eines digitalen Samplers.

Grundsätzlich besteht ein Sampler aus einem 'Analog-zu-digital-zu-analog-Umformer' mit einem Speicher zwischendrin. Die Wiedergabe des gespeicherten Signals kann auf mehrere Arten ausgelöst werden. Das Triggersignal kann zum Beispiel ein Computer liefern, ein Synthesizer oder irgendein Tonaufnehmer — unseren Prototypen haben wir zum Abspeichern von Schlagzeugklängen eingesetzt. Die Wiedergabe wurde dabei über eine Gummimembran mit angeschlossenem Tonaufnehmer durch Trommelstöcke ausgelöst.



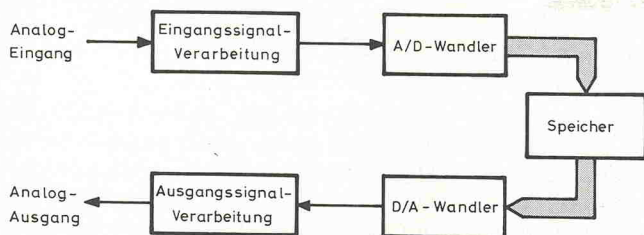


Bild 1. Das vereinfachte Blockdiagramm eines Sampling-Systems enthält fünf Funktionseinheiten.

Die Aufzeichnung des Klangstücks kann entweder manuell (Handtriggung) oder durch das Klangereignis selbst gesteuert werden. Die einmal gespeicherten Klänge bleiben auch nach dem Abschalten des Geräts im Speicher erhalten. Auf diese Weise wird ein mobiler Einsatz ermöglicht, der unbedingt erforderlich ist, wenn das Gerät bei verschiedenen Aufführungen eingesetzt werden soll.

Die Wiedergabe des gespeicherten Klangstücks mit einer in bezug auf die Aufnahme veränderten Auslesegeschwindigkeit ergibt interessante Ton(höhen)effekte. Als besonderes Bonbon kann das Gerätchen auch für einen Nachhalleffekt oder als digitales Echo (Delay) eingesetzt werden. Was will man von einer Europakarte mehr verlangen?

Im letzten Teil der Bauanleitung werden die verschiedenen Wege der Klangaufzeichnung beschrieben und deren Besonderheiten aufgezeigt. Hier soll dann über praktische Erfahrungen beim Umgang mit dem Digital-Sampler berichtet werden.

Einem beliebigen Analogsignal werden kleine Proben entnommen, die digitalisiert werden. Das Digitalsignal wird abgespeichert und in die analoge Form zurückgewandelt.

Unter dem Begriff Sampling versteht man den Prozeß der Umwandlung eines kontinuierlichen Analogsignals in eine digitale Form, die anschließend bearbeitet, übertragen oder — wie in unserem Fall — gespeichert wird. Zum besseren Verständnis der Umwandlungsschritte kann der Sampler in einzelne Blöcke eingeteilt werden, die in Bild 1 wiedergegeben sind.

Im Blockschaltbild sind fünf Funktionseinheiten zu erkennen. In der ersten Stufe wird das anliegende Eingangssignal derart bearbeitet, daß es ohne Probleme dem Analog/Digital-Wandler zugeführt werden kann. Dieser formt daraus ein Digitalsignal, das in den Speicher übernommen und daraus jederzeit wieder abgerufen werden kann. Wenn das in digitale Portionen eingeteilte Signal wiedergegeben wird, hat der Digital/Analog-Wandler das digitale Signal in die analoge Form zurückzuwandeln. Das vom D/A-Wandler gelieferte Signal wird abschließend einer Nachbehandlung unterzogen, bei der hörbare Störgeräusche entfernt werden — zum Beispiel Taktfrequenzkomponenten, die sich bei der Signalumformung zwangsläufig einstellen. Wenn alles korrekt arbeitet, ist das Ausgangssignal ein fast naturgetreues Abbild des Eingangssignals.

Bild 2 zeigt ein stetiges, fortlaufendes, analoges Signal und dazu seine Sampling-Form — einzelne, in bestimmten Zeitabständen entnommene Proben. In dieser Form können die einzelnen Signalproben leicht in digitale Werte

umgesetzt, gespeichert und in die analoge Form zurückgewandelt werden. Es bleibt dann nur noch das Problem zu lösen, das Originalsignal aus der Samplingform zurückzugewinnen.

Auf den ersten Blick gibt es wenig Verwandtschaft zwischen den beiden Signalformen, wenn sie im Zeitmaßstab dargestellt werden. Wenn man aber das Problem im Bereich der Frequenzen angeht, wie wir es tun, wird die Lösung leichter. Technisch könnte man es so ausdrücken: Statt eines Oszilloskops wird ein Spektrum-Analysator angeschlossen.

Nehmen wir einmal an, wir hätten eine Originalsignalform mit einem Amplitudenverlauf, wie er in Bild 3a wiedergegeben ist. Die höchste vorkommende Frequenz sei f_m . Nehmen wir weiter an, die Sampling-Frequenz f_s (die Zahl

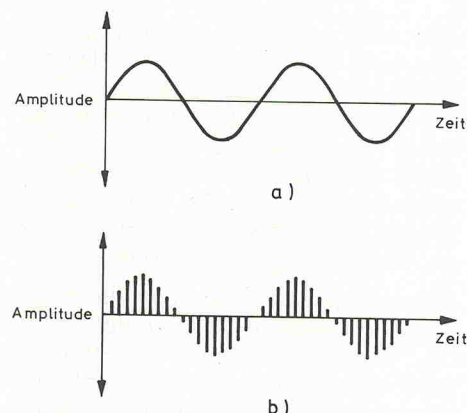


Bild 2. Ein analoges Signal (a) und seine Sampling-Form (b).

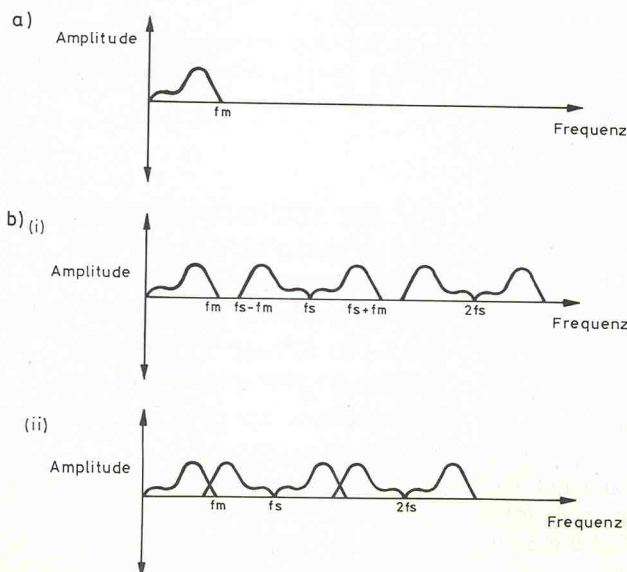


Bild 3. Das Frequenzspektrum eines angenommenen Signals (a) und die resultierenden Spektren bei einer Samplingfrequenz größer als $2 \times f_m$ (b,i) bzw. kleiner als $2 \times f_m$ (b,ii).

der Signal-Häppchen, die pro Sekunde genommen werden) sei mehr als doppelt so hoch wie f_m , dann erhalten wir ein Amplitudenspektrum laut Bild 3b(i). Es ist zu erkennen, daß das Spektrum im Bereich zwischen 0 und f_m exakt dasselbe Aussehen hat wie das Original. Wenn also ein Tiefpaßfilter eingesetzt wird, dessen Eckfrequenz bei f_m liegt, könnten alle höherfrequenten Anteile entfernt werden, und man hätte die Originalform wiedergewonnen. So weit, so gut.

Zwei wichtige Voraussetzungen wurden bei unserer Annahme eingehalten: Erstens wurde der Signalinhalt des Originals auf die Obergrenze f_m begrenzt, und zweitens war die Samplingfrequenz größer oder gleich $2f_m$. In der Fachsprache bilden diese beiden Kriterien den wesentlichen Inhalt des Nyquist-Theorems, wobei die kleinste Samplingfrequenz als Nyquist-Frequenz bezeichnet wird.

Was kann passieren, wenn diese Regeln nicht eingehalten werden? Die resultierende Überlappung der Frequenzspektren (Bild 3b(ii)) wird dadurch verursacht, daß jeder Frequenzanteil oberhalb von $f_s/2$ in den Frequenzbereich unterhalb von $f_s/2$ gespiegelt wird. Als Folge davon wird das Ausgangssignal verfälscht.

Wir wissen nun, wie hoch die Sampling-Frequenz gewählt werden muß, um das Originalsignal unverfälscht wiederzugewinnen. Die zweite wichtige Kenngröße ist die Zeitspanne, die für eine fehlerfreie Probenentnahme zur Verfügung steht — die Samplingzeit. Analog zum Fotografieren eines bewegten Objekts kann man sich veranschaulichen, daß nur ein unscharfes, verschwommenes Foto aufgenommen wird, wenn der Kameraverschluß so lange offen bleibt, daß sich das Objekt während der Aufnahmezeit spürbar fortbewegt. Das gleiche passiert, wenn dem Nf-Signal eine zu lange Probe entnommen wird, bei der es sich stark genug ändert und darum eine fehlerhafte digitale Umsetzung geliefert wird. Die Maximalzeit, die für ein fehlerloses Umsetzungsergebnis in Anspruch genommen werden darf, wird durch die Samplingzeit des Systems bestimmt. Formal läßt sich dies durch eine Funktion in Abhängigkeit von der Auflösung ausdrücken. Wenn das Digitalsystem n Bits benutzt und die maximale Frequenz f Hz beträgt, wird die Samplingzeit wie folgt definiert:

$$T_{sa} = 1 / ((2^n - 1) \times 2 \times \pi \times f)$$

Soviel zur Theorie. Wenden wir uns nun wieder der elektronischen Realisierung im Blockschaltbild (Bild 1) zu.

Erstaunlicherweise ist die Aufbereitung des Eingangssignals der komplizierteste und darum zumeist vernachlässigte Abschnitt eines Sampling-Systems, obwohl die Zielsetzung klar ist: Das Eingangssignal muß dem A/D-Wandler in einer solchen Form angeboten werden, daß die Fähigkeiten des Wandlers optimal genutzt werden und gleichzeitig keine Fehler in den Umwandlungsprozeß eingebracht werden. Für ein optimales Ergebnis muß der volle Dynamikbereich des Wandlers ausgenutzt werden. Der Dynamikbereich ist hierbei als das Verhältnis zwischen dem größten und dem

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{max. A/D-Wandler-Signal}}{\text{max. Eingangssignal}} \\ &= 5 \text{ V} / 100 \text{ mV} \\ &= 50 \end{aligned}$$

Grundsätzlich gilt, daß mit jeder Umwandlung eines Analogsignals in ein Digitalsignal ein Fehler verbunden ist. Das wird in Bild 5 verdeutlicht. Die dort gezeigten Differenzbereiche zwischen den beiden Signalformen sind die Fehler, die in einem Sampling-Prozeß entstehen. Als Ergebnis dieser zufallsbedingten, signalabhängigen Quantisierungsfehler stellt sich im Ausgangssignal Rauschen und Zischen ein. Wichtig ist, daß diese Störungen nur dann vorhanden sind, wenn ein Signal umgesetzt wird; wenn kein Signal ansteht, wird auch kein Quantisierungsrauschen erzeugt.

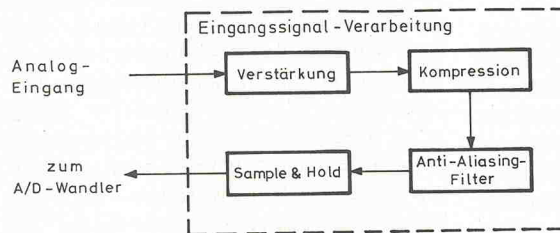


Bild 4. Die Aufbereitung des Eingangssignals kann in vier Stufen erfolgen.

kleinsten umsetzbaren Signalpegel definiert. Bei einer Digitalumsetzung bedeutet dies, daß die größte vorkommende Eingangssignalamplitude in den höchstmöglichen Digitalwert umgesetzt werden sollte. Um das zu gewährleisten, muß das Eingangssignal im allgemeinen verstärkt werden. Wenn zum Beispiel ein Mikrofon mit einer höchsten Ausgangsamplitude von 100 mV angeschlossen ist und dem A/D-Wandler maximal 5 V zugeführt werden dürfen, beträgt die erforderliche Verstärkung

Vor der Digitalisierung muß das Analogsignal an den Wandlungsbereich des A/D-Wandlers angepaßt werden. Zu kleine Eingangsspannungen erhöhen das Rauschen, zu große führen zu Verzerrungen.

Es gibt zwei Wege, den Quantisierungsfehler klein zu halten. Der erste besteht darin, die Zahl der digitalen Schritte zu erhöhen, in die der A/D-Wandler das Analogsignal umsetzt. So kann zum Beispiel ein 8-bit-A/D-Wandler $2^8 = 256$ verschiedene Digitalwerte abgeben, während ein 12-bit-Wandler das Signal in $2^{12} = 4096$ Stufen quantisieren kann. Logischerweise ist der Fehler, der mit einem 12-bit-System erreicht wird, entsprechend geringer, und damit wird das Quantisierungsrauschen in gleicher Weise verkleinert.

Die zweite Methode der Störgeräuschverringerung ist die Anwendung einer ungleichmäßigen Umsetzung. Dabei wird die Tatsache genutzt, daß das störende Rauschen nur dann bemerkt wird, wenn das Verhältnis von Rauschen zu Nutzsignal relativ groß ist. Wenn das Nutzsignal eine große Amplitude aufweist, kann das Rauschen auch größer sein, ohne daß es störend wahrgenommen wird, weil es vom Nutzsignal überdeckt wird. Für Signale mit relativ kleiner Amplitude nimmt der Rauschanteil eine größere Bedeutung an. In Bild 6 wird der Unter-

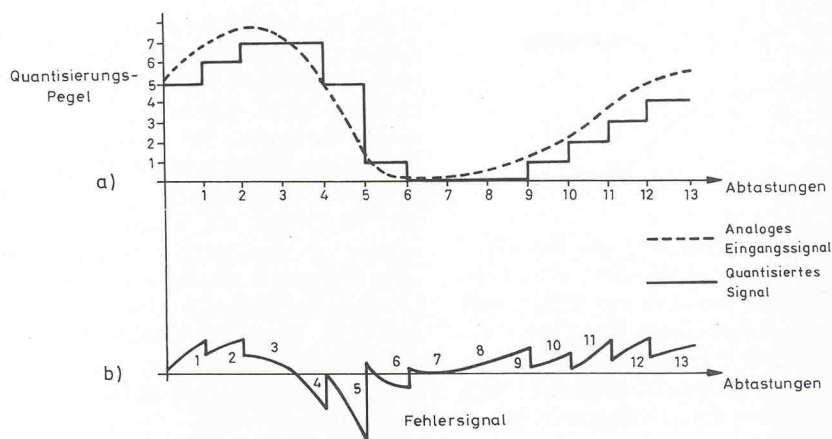


Bild 5. Die Differenz zwischen dem Analogsignal und seiner digitalisierten Form (a) ergibt das Fehlersignal (b).

sichtlich seiner Frequenz nicht sauber begrenzt wird. Um das Signal bei f_m zu begrenzen, ist der Einsatz eines Filters in Form eines Tiefpasses notwendig. Ein idealer Tiefpaß läßt alle Frequenzen unterhalb von f_m passieren, oberhalb der Eckfrequenz werden alle Frequenzen unendlich abgeschwächt. In der Praxis wird solch ein Filterverhalten jedoch nie erreicht, weil keine Methode bekannt ist, ein Filter mit dieser idealen Durchlaßkurve zu realisieren. Es können aber Filter mit recht

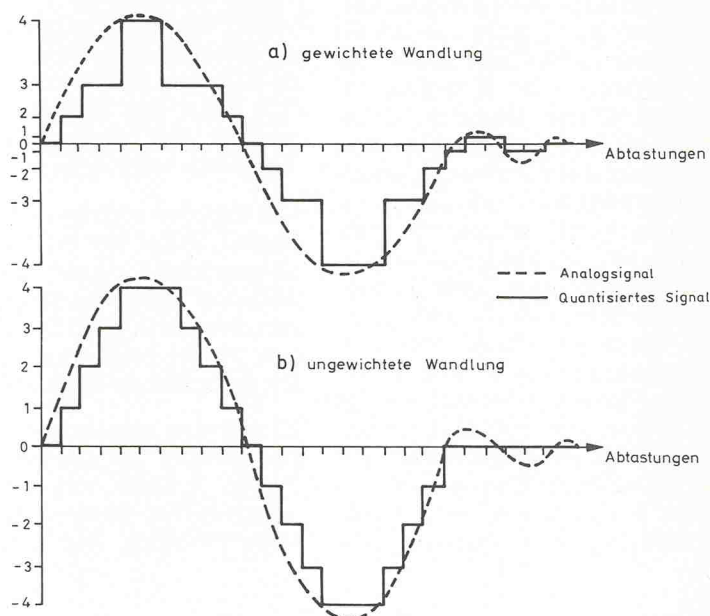


Bild 6. Hier wird der Unterschied zwischen gewichteter und ungewichteter Digitalisierung deutlich: Bei relativ kleinen Signalamplituden geht die Signalinformation bei ungewichteter Wandlung verloren.

schied zwischen den beiden Methoden grafisch sichtbar gemacht.

Wie zu erkennen ist, werden dort feinere Quantisierungsstufen eingesetzt, wo sie notwendig sind — bei niedrigen Signalpegeln. Weil das Quantisierungsrauschen von der Höhe der Digitalisierungsstufen abhängt, wird das Rauschen bei einer gewichteten Wandlung vermindert.

Eine ungleichmäßige, gewichtete Umsetzung kann man durch eine Dynamikkompression des Eingangssignals

erreichen. Anschließend wird das komprimierte Analogsignal einem gleichmäßig arbeitenden A/D-Wandler zugeleitet. Am Ausgang des D/A-Wandlers wird das Signal dann wieder expandiert.

Heutzutage sind aber auch schon ungleichmäßig umsetzende A/D-Wandler und die dazugehörigen D/A-Wandler verfügbar. Durch Einsatz dieser Bauteile wird das Rauschen vermieden, das von der oben beschriebenen Kompressor/Expander-Kombination ins System gebracht wird. Außerdem ist ein erheblich kleinerer Schaltungsaufwand notwendig.

Der nächste Abschnitt in der Eingangssignalaufbereitung ist das Spiegelsignalfilter. Wie bereits weiter oben bei der Frequenzspiegelung erklärt, erscheint am Ausgang ein verfälschtes Signal, wenn das Eingangssignal hin-

Das A und O eines guten Samplers ist die korrekte Bandbegrenzung des Eingangssignals. Hier sollte man schon Filter höherer Ordnung einsetzen, um Spiegelfrequenz-Effekte wirkungsvoll zu unterdrücken. In unserem Sampler wird ein Filter 4. Ordnung eingesetzt.

steilflankigen Kurvenverläufen hergestellt werden. Ein einfaches passives RC-Filter hat eine Durchlaßkurve, wie sie in Bild 7 gezeigt wird. Die Frequenzkurve fällt für Frequenzen oberhalb von f_m mit 6 dB/Oktave ab. Diese RC-Kombination ist die einfachste Filterkonstruktion, die man sich vorstellen kann. Sie wird als Filter 1. Ordnung bezeichnet.

Durch den Einsatz von Widerständen und Kondensatoren im Rückkopplungszweig von Operationsverstärkern können Filter höherer Ordnung realisiert werden. Ein Filter 4. Ordnung schwächt zum Beispiel die Signalanteile oberhalb der Grenzfrequenz mit $4 \times 6 \text{ dB/Oktave} = 24 \text{ dB/Oktave}$ ab. Je höher die Ordnungszahl des Filters ist, desto mehr nähert es sich der idealen Durchlaßkurve. In unserem Digital-Sampler wird zur wirksamen Bandbegrenzung des Eingangssignals ein Filter höherer Ordnung eingesetzt.

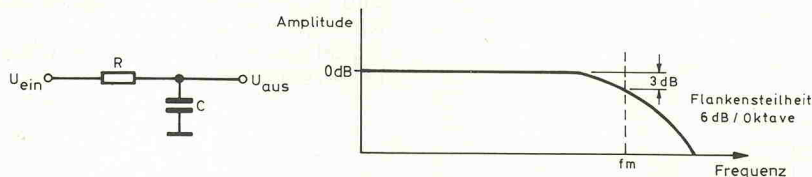


Bild 7. Tiefpaß 1. Ordnung mit dazugehörigem Amplitudenverlauf.

Eine Sample-and-Hold-Stufe wird bei einem Sampler immer dann benötigt, wenn der A/D-Wandler das Eingangssignal nicht in der Samplingzeit T_{sa} (oder schneller) umwandeln kann — viele gebräuchliche A/D-Wandler schaffen das nicht. Die Umwandlung eines sinusförmigen 2-kHz-Signals zum Beispiel mit einer 8-bit-Auflösung erfordert eine Samplingzeit T_{sa} von etwa $0,3 \mu s$. Beim Einsatz eines gebräuchlichen 8-bit-A/D-Wandlers mit einer Wandlungszeit von $10 \mu s$ bekommen wir schon erhebliche Probleme. Wenn dieser A/D-Wandler tatsächlich eingesetzt werden würde, stiege die Samplingzeit T_{sa} auf eben $10 \mu s$ an. Nach der T_{sa} -Gleichung würde sich in diesem Fall eine andere Variable ändern müssen — die Auflösung. Die tatsächliche Auflösung des Wandlers wäre auf etwa 3 Bit gesunken — nicht gerade Hifi-tauglich!

Der Einsatz eines schnelleren (und damit auch teureren) A/D-Wandlers kann umgangen werden, wenn eine Sample-and-Hold-Stufe im System vorgesehen wird. Diese entnimmt dem Signal schnell genug eine Probe und hält die Signalprobe für den relativ langsamen A/D-Wandler lang genug analog gespeichert.

Der A/D-Wandler hat die Aufgabe, das an seinem Eingang anstehende Signal in digitaler Form an seinem Ausgang zu liefern. In Abhängigkeit von der geforderten Bandbreite des Systems kann für die Umformung von Audiosignalen die Wandlungszeit irgendwo im Bereich zwischen 15 und $100 \mu s$ liegen.

Drei Verfahren sind beim Digitalisieren von Audio-Signalen gebräuchlich: die Binär-Wandlung, die Delta-Wandlung und die anpassende (adaptive) Delta-Wandlung.

Die Binär-Wandlung ist die gebräuchlichste traditionelle Technik. Am Ausgang des Wandlers erhält man einen

Binärwert, der dem analogen Signalpegel am Eingang entspricht. Für einen 8-bit-Wandler hat dies zur Folge, daß man beim Abspeichern eines jeden digitalen Werts 8 Speicherzellen opfern muß — ein nicht gerade effektiver Weg zum Speichern der gewünschten Information.

Die Delta-Wandlung ist da schon wesentlich wirksamer. Bei diesem Verfahren wird stets nur geprüft, ob die Signalamplitude größer oder kleiner als bei der vorhergehenden Wandlung ist. Mit anderen Worten: Durch die Delta-Wandlung wird ein 1-bit-Code erzeugt, der sich immer auf die vorausgegangene Signalamplitude bezieht. Scheinbar bringt dieses Verfahren eine Speichereinsparung um den Faktor 8 bei gleicher abzuspeichernder Information. Es zeigt sich aber, daß für eine naturgetreue Wiederherstellung eines großen Spannungssprungs — auch bei einem schmalbandigen System — eine höhere Samplingrate gewählt werden muß, damit der Delta-Konverter der starken Spannungsänderung auch folgen kann. Ein einfaches Delta-Wandler-System ist in Bild 8 wiedergegeben.

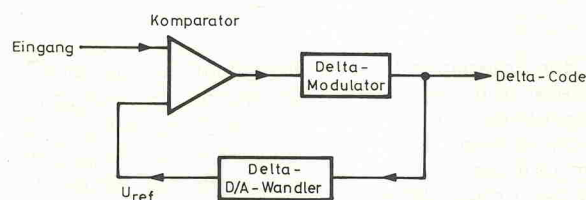


Bild 8. Blockschaltbild eines Delta-A/D-Wandlers.

Es ist zu erkennen, wie das Ausgangssignal des Delta-D/A-Wandlers aus der vorausgegangenen Delta-Code-Information gebildet wird. Der Delta-D/A-Wandler 'speichert' durch Aufsummieren der vorausgegangenen Signalinformationen alle Wandlungsergebnisse.

Die anpassende (= adaptive) Delta-Wandlung wurde entwickelt, um die Samplingrate gegenüber der Standard-Delta-Methode zu senken. Sie ähnelt

etwas der ungleichmäßigen bzw. der Kompressions-Methode, die weiter oben besprochen wurde. Erst vor kurzem entwickelt, gibt es bereits verschiedene Varianten des ursprünglichen Delta-Umwandlungsalgorithmus:

Wenn ein Eingangssignal anliegt, gibt der Vergleicher ein Signal an den Codierer, ob das jetzige Signal größer oder kleiner ist als das vorausgegangene, das vom Delta-D/A-Wandler geliefert wird. Wenn der Codierer den gleichen Wert hintereinander ausgibt, reagiert der Delta-D/A-Wandler mit einer Verdopplung des Quantisierungsschrittes. Wenn der Wandler zwei Werte abgibt, die entgegengesetzt gerichtet sind, halbiert der D/A-Wandler seinen Quantisierungsschritt. So wird die Reaktionszeit des anpassenden Delta-Wandlers stark verkürzt, und folglich kann die Samplingrate gesenkt werden. Ein Vergleich dieser beiden Techniken wird in Bild 9 gezeigt.

Der Speicher wird benötigt, um alle digitalen Werte für die Rückwandlung abzuspeichern. Wenn man ein Signal nach der Sampling-Methode umwandelt, muß es in einen Speicher geschrieben werden, der dann logischerweise ein Schreib-Lese-Speicher sein muß.

Es gibt drei gebräuchliche Medien zur Speicherung der digitalen Sampling-Werte: Erstens mit Silizium-RAMs verschiedener Bauart, die den Vorteil eines schnellen Zugriffs haben. Die

Kosten für eine mittlere oder große Datenmenge sind allerdings (noch) unerschwinglich. Zweitens gibt es Magnetblasenspeicher, die zwar langsamer, aber immer noch angemessen schnell für Systeme mit eingeschränkter Bandbreite sind. Sie haben den Vorzug, mittlere Datenmengen aufnehmen zu können; zudem sind sie nichtflüchtig. Drittens: die Disketten-Speicher. Diese sind für Digital-Sampler meistens viel zu langsam. Deshalb werden sie, wenn überhaupt, nur zusammen mit Silizium-RAMs eingesetzt: Die Klangereignisse werden dauerhaft auf Diskette gespeichert; bei Be-

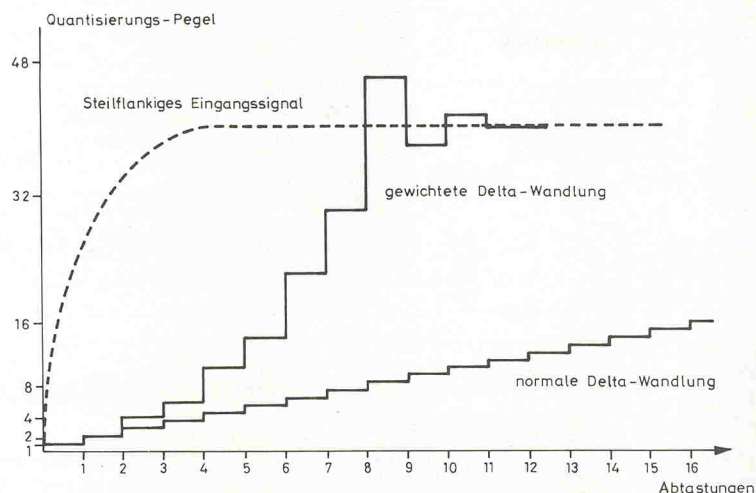


Bild 9. Die adaptive (anpassende) Delta-Wandlung reagiert auf Spannungssprünge wesentlich schneller als die einfache Delta-Wandlung.

darf — wenn sie für eine Wiedergabe benötigt werden — werden sie ins RAM geladen. Auf diese Weise kann man große Klang-Bibliotheken anlegen, und der Sampler ist dann nicht an seine interne Speichergröße gebunden.

Die einzige Anforderung an den in einem Samplingsystem eingesetzten D/A-Wandler ist, daß er eine gute Linearität aufweist, um die Verzerrungen des Signals klein zu halten.

Die Aufbereitung des vom D/A-Wandlers gelieferten Ausgangssignals umfaßt die Ausfilterung des Taktsignals, die Anpassung des Ausgangspegels und die Anpassung der Ausgangsimpedanz. Die beiden letztgenannten Parameter sind davon abhängig, wie und wo der Sampler eingesetzt werden soll. Die Ausgangsfilterung muß jedoch immer durchgeführt werden.

Das Filter muß höherer Ordnung sein, um alle unerwünschten Taktsignal-Störungen zu entfernen, die im Sampling-Prozeß unvermeidlich auftreten. Wenn in einem sich ändernden Signal — etwa einer Stimme — ein gleichbleibender Störton vorhanden ist, dann ist er sehr deutlich wahrnehmbar. Die Ordnungszahl des Filters sollte mindestens vier (oder höher) betragen. Wenn die Samplingfrequenz über der Hörgrenze (um 20 kHz) liegt, läßt das Ohr 'automatisch' schon eine ganze Menge dieser Störungen nicht durch. Aber für Systeme mit relativ geringer Bandbreite gibt es keine andere Möglichkeit als

die des Filterns. Ein Filter 4. Ordnung bringt dann (beispielsweise) 24 dB Abschwächung. Wenn das Sampling oberhalb der Nyquist-Frequenz vorgenommen wird — dieses ist zumeist der Fall —, wird die abschwächende Wirkung des Filters erhöht.

Zum Glück vereinfachen sich viele Spezifikationen durch die vorgesehene Anwendung des Geräts. Wir brauchen eher eins mit einer passablen Speicherzeit als eins mit einer großen Bandbreite oder Auflösung.

Nach Abwägen des Kosten/Nutzenverhältnisses wurde eine nutzbare Speicherzeit von etwa einer halben Sekunde gewählt — bei einer Bandbreite von 4 kHz und einer Auflösung von 8 Bit. Dies sollte genug sein für die Aufzeichnung und Wiedergabe von Schlag(zeug)klängen, sprich Drumsounds.

Um herauszufinden, wieviel Speicherplatz benötigt wird, bemühen wir nochmals das Sampling-Theorem. Eine Signalbandbreite von 4 kHz erfordert eine minimale Samplingrate von 8 kHz, mit anderen Worten 8000 Meßproben pro Sekunde. Um eine halbe Sekunde eines Klangstücks zu speichern, brauchen wir also Speicherplatz für 4000 Werte, das heißt etwa 4 KByte RAM-Speicher.

Nochmals ein bißchen Mathe: Weil wir 8 Bit Auflösung und eine Bandbreite von 4 kHz verlangen, ergibt sich daraus die Samplingzeit von etwa 160 Nanosekunden. Glücklicherweise können wir den unumgänglichen Sample-and-Hold-Verstärker vergessen, weil wir einen hochschnellen A/D-Wandler mit eingebauter Sample-and-Hold-Schaltung verwenden.

Obwohl die echte Umsetzungszeit 2 Mikrosekunden beträgt, hat der A/D-Wandler eine effektive Sampling-Zeit von 100 Nanosekunden.

Wenn auch die Kosten eine Reduzierung der Eigenschaften bewirkten, so wurde doch nicht am Filterentwurf gespart. Das Eingangsfiler (Spiegelsignalfiler) wurde in 4. Ordnung ausgelegt, was gut 24 dB Abschwächung bei der Nyquist-Frequenz bringt. Entsprechend wurde ein Filter 6. Ordnung am Ausgang vorgesehen, um die sehr störende Taktfrequenz, die mit Systemen dieser Art verbunden ist, fast vollständig zu entfernen. Dies ergibt etwa 36 dB Signalabschwächung bei der Nyquist-Taktfrequenz.

Unser Sampler kann entweder durch ein digitales Schaltsignal oder durch das Nf-Signal selbst getriggert werden.

Eine Besonderheit unseres Samplers sind seine Triggermöglichkeiten. Zusätzlich zur internen Triggermöglichkeit wurden hoch- und niederpegelige Auslöse-Eingänge realisiert. Der Hochpegeleingang akzeptiert entweder einen Ein/Aus-Schalter oder jeden irgendwie gearteten Spannungssprung. Der Niederpegeleingang ermöglicht die Auslösung durch das Eingangssignal selbst. Das ist ideal für die Aufzeichnung unwiederholbarer Klänge — wenn zum Beispiel Ihr Lieblingskristallglas auf den Fliesen zerspringt. Für jene, die es aggressiver lieben, ermöglicht der Niederpegeleingang auch den Einsatz eines Drumpads.

Um den Klang des kostbaren Kristalls beim Ausschalten des Samplers nicht zu verlieren, verfügt das Gerät über eine Stützbatterieversorgung, die mehrere Monate lang die Speicherfunktion aufrechterhält. Obendrein sorgt ein großer Stützkondensator dafür, daß alle gespeicherten Klänge erhalten bleiben, auch wenn die Batterie gewechselt werden muß.

Neben dem normalen Sampling ermöglicht ein netter Schaltungstrick Verzögerung oder Echo und Halleffekte.

Damit wäre der theoretische Teil abgeschlossen. In der nächsten Ausgabe geht's dann in die Schaltungseinzelheiten, und der Bau kann beginnen. □

SUPER-SOUND ZUM WAHNSINNSPREIS

Spitzen-Hi-Fi-Lautsprecherboxen zum absoluten Superpreis durch Einkauf direkt ab Werk



SAKAI TS 3000, 300 Watt

180 W sinus, 20–30 000 Hz, 8 Ohm,
4 Wege, 5 Systeme, Baßreflex,
Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT,
1 x 210 mm TT, 1 x 125 mm MT,
2 x 100 mm HT mit Alukalotte,
Gehäuse schwarz, 800 x 360 x 310 mm,
abnehmbare Frontbespannung.

5 Jahre Garantie!

Spitzenqualität aus Dänemark.

Spitzenpreis nur **299,90**



SAKAI TS 2000, 200 Watt

120 W sinus, 20–25 000 Hz,
8 Ohm, 3 Wege, 4 Systeme, Baßreflex,
Bestückung: CD-fest, 1 x 280 mm TT,
1 x 125 mm MT, 2 x 100 mm HT mit
Alukalotte,
Gehäuse schwarz, 550 x 310 x 240 mm,
abnehmbare Frontbespannung

5 Jahre Garantie!

Spitzenqualität aus Dänemark.

Superpreis nur **199,90**



SAKAI TS 1300, 130 Watt

85 W sinus, 25–25 000 Hz, 3 Wege,
Baßreflex, 8 Ohm,
Bestückung: CD-fest, 1 x 210 mm TT,
1 x 130 mm MT, 1 x 100 mm HT,
Gehäuse schwarz, 520 x 300 x 210 mm,
abnehmbare Frontbespannung.

5 Jahre Garantie!

Spitzenqualität aus Dänemark.

Sensationspreis nur **99,90**

Alle Artikel originalverp. mit voller Garantie.
Unfrei per Nachnahme. Preise pro Stück.

Marantz CD-Spieler, CD 45 499,90
Marantz SD 440, Dolby B+C, DBX, Autoreverse
Digitalzählwerk (*748,—) 498,—
Marantz PM 630, 2x150 W, Digitalanzeige,
REc.Slektro (*898,—) 498,—
Marantz TT 530, Tangentialarm, Quartz,
Vollautomatik (*648,—) 350,—

Akai Equalizer, 2x10 Regler (*398,—) 248,—
Akai Verstärker, AMA 301, 2x160 Watt 398,—
Akai Recorder, HXA 201, Dolby B+C 298,—
Tensai Recorder, 3 Mot., 25–17 500 Hz, Resp. 250,—

HI-FI STUDIO „K“ GmbH & Co. KG

Rinteln — Detmold — Hameln
Bestellungen: 4970 Bad Oeynhausen, Postfach 10 06 34, Koblenzer Str. 10,
Tel. 057 31/82051

Vom kleinen
PUNKTSTRAHLER,
bis zur großen
TRANSMISSION-LINE

LAUTSPRECHER-KITS

vom Feinsten

LAUTSPRECHER · VERTRIEB · AXEL OBERHAGE
Pf. 15 62 · Perchastr. 11a, D-8130 Starnberg
Österreich: IEK AKUSTIK
Bruckner Str. 2, A-4490 St. Florian/Linz
Schweiz: OEG-Akustik
Fabrikstr., CH-9472 Grabs

Gesamtkatalog + PL87 DM 5,—
Preisliste 87 DM 1,60
(Bfm., Schein, Scheck)

SOUNDLIGHT

Bühnen-
lichtanlagen

elrad-Bausätze

Studio-
Schieberegler

Bühnenelektronik

- **LICHTANLAGEN**
Pulte und Leistungsdimmer
komplett oder als Bausatz, alle
Einzelteile lieferbar
- **SPEZIALTEILE**
Triacs, Entstörmaterial
NEU: prof. Audio-Fader
- **19" Gehäuse POWERBOX**
1 HE—4 HE, auch mit Kühlprofil

Sonderliste gegen Freiumschlag
DIN A5 (mit 1,30 DM frankiert) von:

SOUNDLIGHT Dipl.-Ing. E. Steffens
Am Lindenhofe 37b
3000 Hannover 81 · Tel. 05 11/83 24 21

ELA-Systeme

Druckkammer-
Lautsprecher

Megaphone

Hand-
mikrofone

ELA-Verstärker

MONACOR®

POSTFACH 448747 · 2800 BREMEN 44

Verlag **HEISE** GmbH
Heinz Bissendorfer Straße 8
3000 Hannover 61

Helfen Sie sich selbst!

Werner Borsbach

WordStar Tuning
Anpassen und „Frisieren“ leicht gemacht

Best.-Nr. 91273
DM 49,80

Bringen Sie WordStar bei, das zu tun,
was SIE wollen. Die nötigen Kennt-
nisse vermittelt Ihnen dieses Buch:
Umgang mit Debuggern und Instal-
lationsprogrammen, Druckeranpas-
sung, WordStar schneller machen,
ja, sogar erweitern usw.
Eine kommentierte Liste aller doku-
mentierten Labels und ihrer Adres-
sen ist das Herzstück dieser
reichen Materialsammlung.
Es werden nicht nur die Word-
Star-Versionen unter CP/M,
sondern auch für MS-DOS
berücksichtigt.

HEISE-Bücher und Software erhalten Sie bei Ihrem
Computer-, Elektronik- oder Buchhändler.

127/1.4

GARANTIE

Wir garantieren jedem Abonnenten das Recht, seine Bestellung innerhalb einer Woche nach Abschluß schriftlich zu widerrufen.

Nachbestellung(en)

von bisher erschienenen Heften bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft einschließlich der Ausgabe 6/1980 DM 3,50; 7/80 bis 12/82 DM 4,—; ab 1/83 bis 12/83 DM 4,50; 1/84 bis 12/85 DM 5,—; 2/86 bis 12/86 DM 5,50; ab 1/87 DM 6,— zuzügl. Versandkosten.

Bitte beachten Sie unsere Anzeige 'elrad-Einzelheft-Bestellung' im Anzeigenteil.

Lieferung nur gegen Vorkasse.

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen** zu in elrad angebotenen Produkten direkt bei den genannten Firmen **abrufen**;
- **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**;
- **Platinen, Folien, Bücher, elrad-Software, elrad-Specials, bereits erschienene elrad-Hefte** beim Verlag Heinz Heise GmbH, elrad-Versand, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61, **ordern**.

elrad-Platinen-Folien-Abonnement

Abrufkarte

Saubere Platinen stellen Sie mit der elrad-Klarsichtfolie her. Sie ist zum direkten Kopieren auf Platinen-Basismaterial im Positiv-Verfahren geeignet.

Einzelbestellungen siehe Anzeigenteil.

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen elrad-Ausgaben ab Monat:

(Schriftliche Kündigung 8 Wochen vor Ablauf der jeweiligen Bezugsdauer möglich.)

Das Jahresabonnement kostet DM 60,— inkl. Versandkosten u. MwSt. — DM 73,— inkl. Versand (Ausland, Normalpost) — DM 95,— inkl. Versand (Ausland, Luftpost).

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

Konto-Nr.

Geldinstitut:

☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen 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.

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/8__, Seite ____ erschienene Anzeige

☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____

☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Platinen-Folien-Abonnement

Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir für 1 Jahr die elrad-Platinen-Folie ab

Monat _____ 198__

Das Platinen-Folien-Abonnement gilt nur für 12 Monate und muß im voraus bezahlt werden. Es kostet DM 40,— inkl. Versandkosten und MwSt.

☐ Postscheck Hannover, Konto-Nr. 93 05-308;

☐ Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-0 199 68.

Bitte geben Sie unbedingt auf dem Überweisungsbeleg „Folien-Abonnement“ an.

Absender und Lieferanschrift

Bitte in jedes Feld nur einen Druckbuchstaben (ä = ae, ö = oe, ü = ue)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ

Wohnort

Datum/Unterschrift

Ich bestätige ausdrücklich, vom Recht des schriftlichen Widerrufs innerhalb von 10 Tagen nach Folienerhalt beim Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 61 04 07, 3000 Hannover 61, Kenntnis genommen zu haben.

Unterschrift

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

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlagsunion
Zeitschriftenvertrieb
Postfach 11 47**

6200 Wiesbaden

elrad-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

_____ 198__

zur Lieferung ab

Heft _____ 198__

elrad-Kontaktkarte

Anschrift der Firma, bei
der Sie bestellen bzw. von der
Sie Informationen erhalten wollen.

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

_____ 198__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

elrad-Leser-Service

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad

**Verlag Heinz Heise GmbH
Postfach 610407**

3000 Hannover 61

**elrad-Platinen-Folien-
Abonnement**

Abrufkarte

Abgesandt am

_____ 198__

zur Lieferung ab

Heft _____ 198__

Jahresbezug DM 40,—
inkl. Versandkosten und MwSt.

Auftragskarte

Nutzen Sie diese Karte, wenn Sie etwas suchen oder anzubieten haben!

Abgesandt am

_____ 198__

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis
erteilt am: _____

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen** zu in elrad angebotenen Produkten direkt bei den genannten Firmen **abrufen**;
- **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**;
- **Platinen, Folien, Bücher, elrad-Software, elrad-Specials, bereits erschienene elrad-Hefte** beim Verlag Heinz Heise GmbH, elrad-Versand, Postfach 610407, 3000 Hannover 61, **ordern**.

elrad-Kleinanzeigen

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als

☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige*) (mit @ gekennzeichnet)

DM 4,25 (7,10)	
8,50 (14,20)	
12,75 (21,30)	
17,— (28,40)	
21,25 (35,50)	
25,50 (42,60)	
29,75 (49,70)	
34,— (56,80)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume**. Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis inklusive Mehrwertsteuer können Sie so selbst ablesen. *)Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen inkl. MwSt. ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr inkl. MwSt. **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/8__, Seite ____ erschienene Anzeige

- ☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt _____
- ☐ und gebe die nachfolgende **Bestellung** unter Anerkennung Ihrer Liefer- und Zahlungsbedingungen auf:

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

**Ihre
Anforderungs-
karte**

elrad

2 0 4

Kunden-Nr.:

Familienname:

Vorname:

Beruf:

Straße u. Nr.:

Postleitzahl

u. Wohnort:

Telefon-Nr.:

Bahnstation:

Falls Lieferung auf Teilzahlung gewünscht wird, bitte Beruf und Geburtsdatum angeben.

- ☐ 25% Anzahlung, Rest in 3 Monatsraten
(keine zusätzl. Kreditkosten)
- ☐ 10% Anzahlung, Rest in 10 Monatsraten
(Kreditkosten 0,7% pro Monat, eff. Jz. 16,2%)

Geburtsdatum:

Bitte
mit
60 Pf
frankieren

Postkarte

**Völkner electronic
GmbH u. Co. KG
Postfach 5320**

3300 Braunschweig

Ihre Anforderungskarte

Redline

* ein Sound wie »Dynamit«!
* Ein High-Power-HiFi-Set, der seinesgleichen sucht!



„Redline“, Design und modernste Lautsprecher-Technologie garantieren höchste Klangqualität.

Alle Konus-Chassis der „Redline“-High-Power-Serie werden mit äußerster Präzision in Westdeutschland gefertigt. Ausgewählte Materialien, wie z.B. die luftgetrocknete Membran aus speziellem, langfaserigem Synthesepapier oder die Zentrierung aus Synthesegewebe mit Epoxybeschichtung führen zu Höchstleistungen. Die Schwingspulen werden, teilweise aus Flachdraht, auf einen hochtemperaturbeständigen Glasfaserharzkörper gewickelt. Diese Maßnahme führt zu enormer Belastbarkeit und höchster mechanischer Festigkeit.

Die Frequenzweichen für die „Redline“-Serie werden komplett als vergossene Module geliefert, kein Ärger mehr mit zerbrochenen Bauteilen! Selbstverständlich ist jedes „Redline“-Weichenmodul speziell für die jeweilige Kombination entwickelt und optimiert!

Renkforce®

**1200 Watt
unter 400,- DM**

Sie lesen richtig!

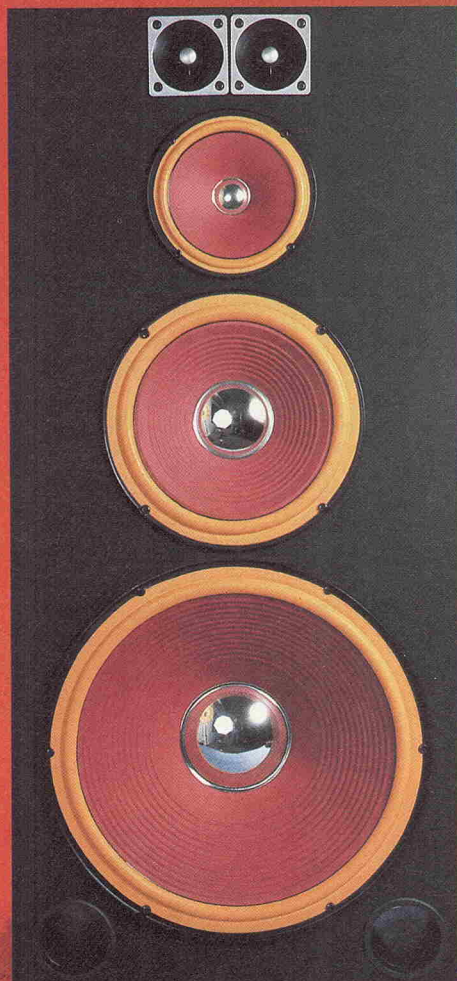
600 Watt

3-Wege-HiFi-Set „Redline 3000“:

3-Wege-Baßreflex-Kombination mit gleicher Charakteristik wie „Redline 4000“. Bestückt mit einem 250-mm-Tieftöner, einem 160-mm-Mitteltöner und einem Piezo-Supertweeter.

Daten: 600 Watt (Impuls), 350 W Musik, 200 W Sinus an 8 Ohm. Freq.-Ber. 24-40000 Hz, Gehäuse ca. 50 l netto (Baßreflex), Empfindlichkeit 96 dB/1 Wm.

Best.-Nr. 0703858 nur **198,- DM**



1200 Watt

4-Wege-HiFi-Set „Redline 4000“:

Enorme Baßwiedergabe durch 380-mm-Tieftöner! Weitere Bestückung: 250-mm-Tiefmitteltöner, 160-mm-Mitteltöner und zwei Piezo-Supertweeter. Das optimale Zusammenspiel der Komponenten wird durch das Weichenmodul garantiert. High-Power-HiFi zum low-cost-Preis!

Daten: 1200 Watt (Impuls), 700 W Musik, 500 W Sinus an 8 Ohm. Freq.-Ber. 20-40000 Hz, Gehäuse ca. 100 l netto (Baßreflex), Empfindlichkeit 96 dB/1 Wm.

Best.-Nr. 0703849 nur **398,- DM**

Die Abbildungen der Redline-Lautsprecher-Sets sind unsere Empfehlungen zum Bau von Lautsprecher-Boxen.

Piezo-Super-Hornhochtöner:

Freq.-Ber. 5-40 kHz, Klirrf. 1%, impedanzlos, Belastbarkeit 312 Watt.

Best.-Nr. 0700708 **15,90 DM**

RENKFORCE® 160-mm-Mitteltöner „Redline“:

Freq.-Ber. 800-6500 Hz, Klirrf. 1%, Imp. 8 Ohm, Impuls 400 Watt. 37-mm-Schwingspule, Kalotte: Mylar, aluminiumbedämpft.

Best.-Nr. 0703867 **39,50 DM**

RENKFORCE® 250-mm-Tieftöner „Redline“:

Freq.-Ber. 24-3000 Hz, Imp. 8 Ohm, Impuls 500 Watt, 37-mm-Schwingspule. Kalotte: Mylar, aluminiumbedämpft.

Best.-Nr. 0703876 **89,50 DM**

Für HiFi-Fans, die sich ihre Lautsprecher-Sets lieber nach ganz persönlichen Kriterien zusammenstellen.

RENKFORCE® 3-Wege-Frequenzweiche „Redline“:

Belastbarkeit max. 600 Watt, Übernahmefrequenzen 800, 7000 Hz, vergossenes Modul. Imp. 8 Ohm.

Best.-Nr. 0703885 **69,- DM**

RENKFORCE® 4-Wege-Frequenzweiche „Redline“:

Belastbarkeit max. 1200 Watt, Übernahmefrequenzen 250, 800, 7000 Hz, vergossenes Modul, Imp. 8 Ohm.

Best.-Nr. 0703894 **98,- DM**

RENKFORCE® 380-mm-Power-Tieftöner „Redline“:

Freq.-Ber. 20-1500 Hz, Imp. 8 Ohm, Impuls 1000 Watt, Schwingspule 76 mm. Empf. 96 dB/1 Wm.

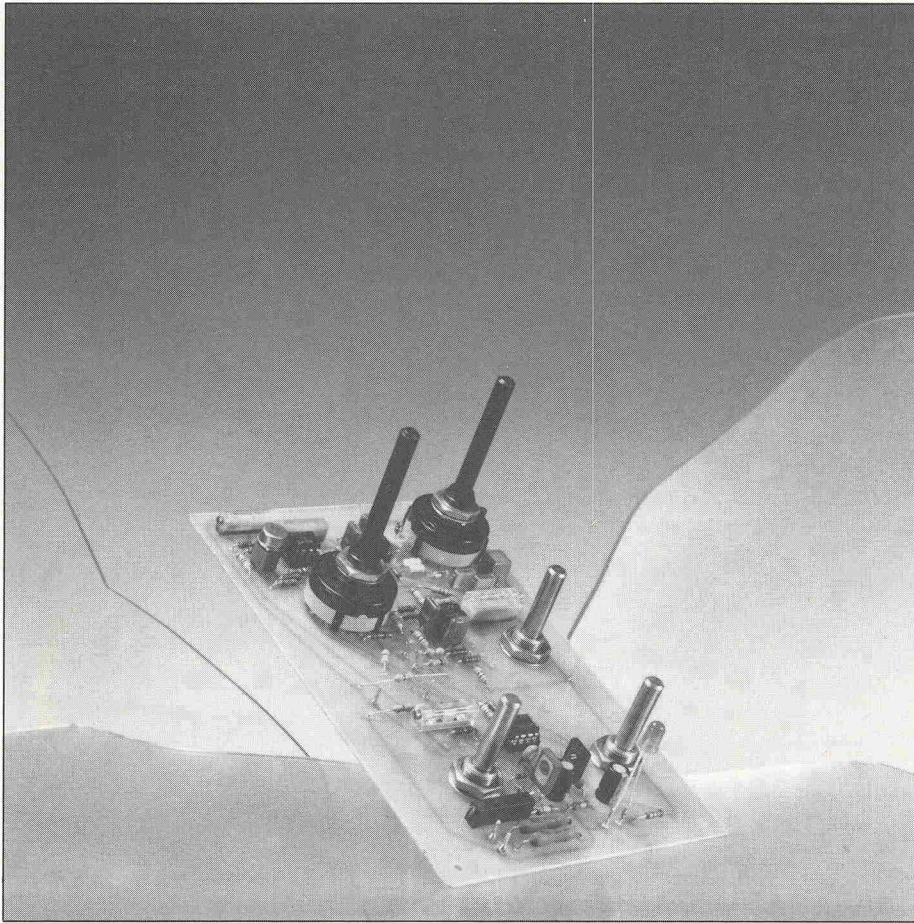
Best.-Nr. 0703901 **199,50 DM**

RENKFORCE® Baßreflex-Rohr „Redline“:

185x70 mm Ø, schwarz.

Best.-Nr. 0703910 **3,50 DM**

Alle Chassis der „Redline-Serie“ sind selbstverständlich auch einzeln lieferbar.



Zum Heulen

In 6 Bereichen von 2 MHz bis 2 kHz

J. D'Ecosse

Die Ausgangsfrequenz eines Funktionsgenerators wird zumeist manuell durch Betätigen eines Frequenzbereichschalters und durch Drehen eines 'Fein'-Potis eingestellt. Damit 'steht' die Ausgangsfrequenz auf ihrem Sollwert. Sollen jedoch komplette Frequenzbereiche in einer Messung 'durchfahren' werden, ist diese Hand-Methode ziemlich zeitaufwendig. Falls der verwendete Funktionsgenerator allerdings mit einem externen Sweep-Anschluß ausgestattet ist, kann an diese Klemmen der hier beschriebene Sweep-Generator angeschlossen werden, der den Funktionsgenerator zum Durchwobeln des gewünschten Frequenzgebiets veranlaßt.

Da das Frequenzspektrum des Sweep-Generators im niederfrequenten Bereich sehr groß ist, kann ein Gerät wie dieses sehr vielseitig eingesetzt werden. Dank der relativ hohen Ausgangsspannung und der geringen Abschlußimpedanz kann dieses Gerät nicht nur zum Ansteuern eines Funktionsgenerators benutzt werden, sondern auch als eigenständiges Gerät zum Testen elektronischer Schaltungen — beispielsweise beim Modellbau, für einfache Steuer- und Regelaufgaben, zum Aufstellen von Schwingungsdiagrammen und so weiter. Die Kombination 'Sweep-Generator mit Funktionsgenerator' bietet allerhand neue Meßmöglichkeiten. Man denke zum Beispiel ans Nachmessen der Verstärkerleistung in Abhängigkeit von der Frequenz, an das Durchmessen des Frequenzgangs von Filtern, Servoschleifen und so weiter.

Der hier beschriebene Sweep-Generator kann vier verschiedene Signalformen erzeugen: Dreieck, Sägezahn, Logarithmus und Gleichspannung. Die Ausgangsspannung beträgt 10 V Spitze-Spitze für die drei erstgenannten Signalformen, mit dem DC-SHIFT-Poti kann der Bezugspegel zwischen -10 V und +10 V eingestellt werden. Dabei kann man die Ausgangssignale entweder hübsch symmetrisch um die Nullachse gruppieren, aber auch alle Zwischenwerte einstellen, ohne dabei der Betriebsspannung zu nahe zu kommen. Dadurch erspart man sich das ständige Untersuchen des Ausgangssignals mit einem Oszilloskop auf Clipping-Verformungen hin.

Es können sehr tieffrequente Signale generiert werden, die man mit einem Meßinstrument optisch ganz leicht verfolgen kann. Das ist für den Elektroniker sehr hilfreich, vor allem beim Abgleich des Geräts.

In Bild 1 sieht man das Schaltbild des Sweep-Generators. Der Baustein IC1 ist mit den frequenzbestimmenden Kondensatoren C1...6 als Integrator geschaltet. Auffallend ist die relativ geringe Kapazität dieser Kondensatoren. Für die tiefen Frequenzbereiche werden keine Elkos mit ihren großen Toleranzen und Abmessungen eingesetzt.

Am Ausgang von IC1 liegt der Komparator IC3, dessen Eingang mit einem (durch den Trimmer R24) einstellbaren Netzwerk beschaltet ist. Die Rückkopplungsschleife zwischen dem Aus-

Den angeschlossenen Funktionsgenerator kann man mit vier verschiedenen Signalformen ansteuern. Zum Messen von Frequenzgängen wählt man z. B. die Logarithmus-Funktion.

gang von IC3 und dem invertierenden Eingang von IC1 sorgt dafür, daß die Schwingbedingung für die Schaltung erfüllt wird. Die Rückkopplung kann mit den Widerständen R1...3, dem Schalter S2b und den Dioden D1 und D2 beeinflusst werden, so daß es möglich ist, symmetrische (Dreieck-) und unsymmetrische (Sägezahn-) Signale einzustellen. Im letzten Fall verdoppelt sich allerdings die Frequenz. Die Schwingungsfrequenz läßt sich mit dem Spannungsteiler R4...7 fein einstellen; der Spannungsteiler ist so di-

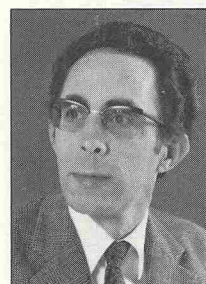
mensioniert, daß der mit dem Schalter S1 eingestellte Bereich um den Faktor 0,9...11 variiert werden kann. Das bedeutet eine beiderseitige Frequenzüberlappung von etwa 10%.

In Stellung 3 des Schalters S2 wird das Sägezahnsignal über einen Logarithmus-Wandler geleitet. Die Umsetzung erfolgt durch das logarithmische Verhalten des Transistor-Paares T1a/T1b (MAT 02) im Gegenkopplungs-zweig von IC2. Dieses selektierte Transistor-paar bildet die Logarithmus-Funktion besonders genau nach ($r_{BE} \approx 0,3 \Omega$). Durch den Einfluß von IC2 ist allerdings doch noch eine kleine Korrektur notwendig. Sie wird durch den Trimmer R10 vorgenommen, der die Signalamplitude für IC2 bestimmt. Mit dem Trimmer R14 wird die Offset-Spannung auf einen solchen Pegel gebracht, daß das logarithmische Signal — bezogen auf die Nullachse — symmetrisch wird.

Die Signale gehen danach über das Ab-

schwächer-Netzwerk R21/R30 an einen breitbandigen Endverstärker (Bandbreite ≥ 3 MHz). Eine große Bandbreite ist nötig, damit die Signalspitzen einwandfrei verarbeitet werden können. Da der Spannungsteiler R21/R30 durch die Toleranz von R30 beeinflusst wird, wurde die Verstärkung durch den Trimmer R40 einstellbar gemacht — durch Kalibrieren erhält man eine genau definierte Aus-

Der Autor



selbstgebauten Geräte war ein 1-Röhren-Empfänger mit der historischen A404.

Nach dem Studium gab es auch beruflichen Kontakt zur Elektronik. In einem internationalen Elektronik-Konzern nahm d'Ecosse wechselnde Aufgaben wahr und wurde schließlich Direktor der französischen Niederlassung.

Seit seiner Pensionierung kann sich der Autor mit seiner alten Liebe, der Elektronik, auch wieder praktisch beschäftigen. Neben der Entwicklung und Dokumentation von elektronischen Geräten widmet sich d'Ecosse der französischen Sprache und Literatur sowie ... der Kochkunst.

Nomen est omen: Für Jan d'Ecosse, Holländer mit französisch klingendem Namen, geboren 1926 in Bergen op Zoom, hat La France eine große Anziehungskraft.

D'Ecosse begann seine berufliche Laufbahn mit einem wirtschaftswissenschaftlichen Studium an der Akademie Rotterdam. War's zu trocken? Jedenfalls hat er schon früh die Elektronik parallelgeschaltet: Eines der ersten

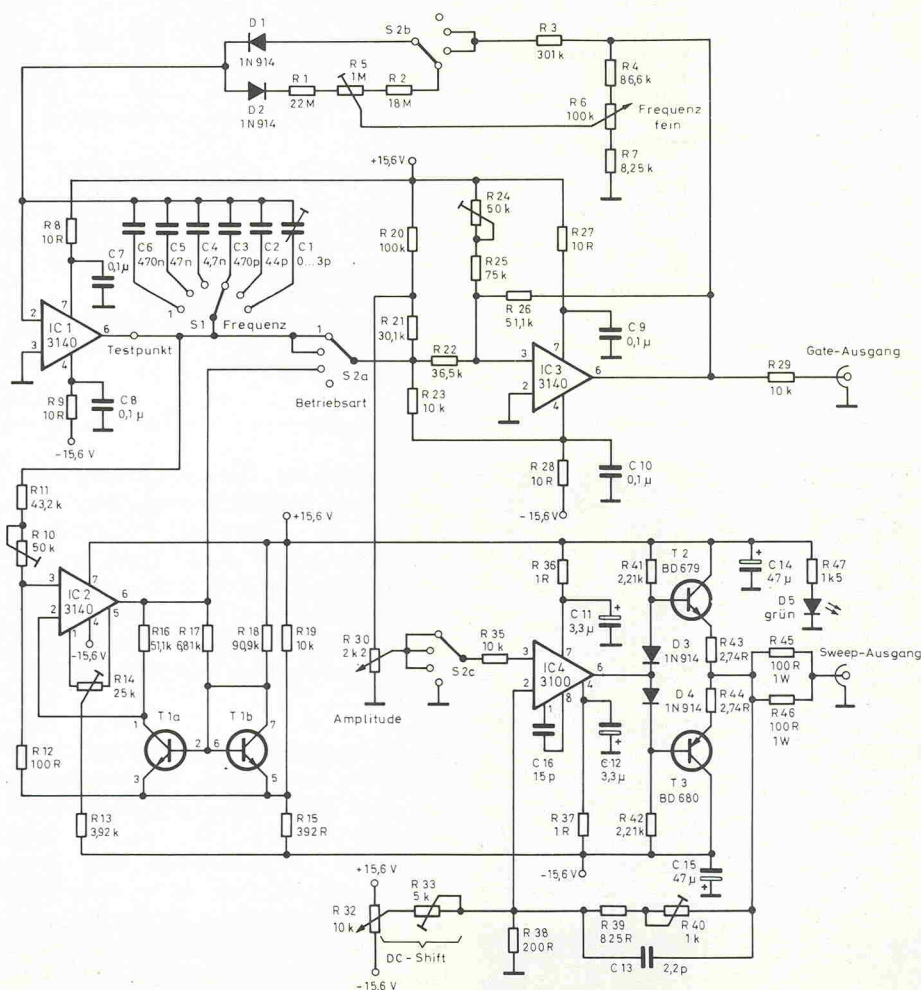


Bild 1. Gesamtschaltbild des Sweep-Generators.

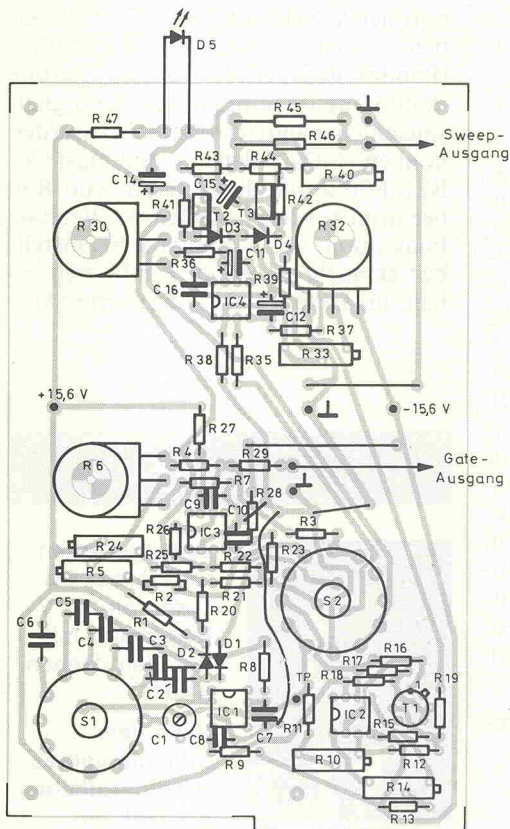


Bild 2. Der Kondensator C13 wird auf der Unterseite der Platine eingelötet.

Stückliste

(Die Bauteile für das Netzteil werden ab Bauteilnummer 50 aufgeführt!)

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

R1	22M 5%
R2	18M 5%
R3	301k
R4	86k6
R5	Wendeltrimmer 1M0
R6	Poti 100k lin.
R7	8k25
R8,9,27,28	10R 5%
R10,24	Wendeltrimmer 50k
R11	43k2
R12	100R
R13	3k92
R14	Wendeltrimmer 25k
R15	392R
R16,26	51k1
R17	6k81
R18	90k9
R19,23,35	10k
R20	100k
R21	30k1
R22	36k5
R25	75k
R29	10k 5%
R30	Poti 2k2 lin.
R31,34	entfällt
R32	Poti 10k lin.
R33	Wendeltrimmer 5k
R36,37	1R0 5%
R38	200R
R39	825R
R40	Wendeltrimmer 1k
R41,42	2k21
R43,44	2R74
R45,46	100R 5% 1 W
R47	1k5 5%
R50,53	1k0
R51,52	Wendeltrimmer 200R

Kondensatoren

C1	Trimmer 3p
----	------------

C2	44p (2 × 22p parallel) Styroflex
C3	470p Styroflex
C4	4n7 MKT
C5	47n MKT
C6	470n MKT
C7...10	100n ker.
C11,12	3µ3/35V Tantal
C13	2p2
C14,15	47µ/35V Elko
C16	15p
C50,51	1000µ/40V Elko
C52	entfällt
C53	330n MKT
C54	2µ2 MKT RM15
C55,56	22µ/6V Tantal
C57,58	100n MKT
C59,60	47µ/35V Elko

Halbleiter

T1	MAT 02 (Precision Monolithics)
T2	BD 679
T3	BD 680
IC1...3	CA 3140
IC4	CA 3100
IC50	7815
IC51	7915
D1...4	1 N 4148
D5	LED grün
D51...54	BAV 10
Gl1	B 80 C 800

Verschiedenes

S1	Print-Stufenschalter 1 × 12
S2	Print-Stufenschalter 3 × 4
S3	Netzschalter 2 × Ein
Tr1	Printtrafo 7,5 VA 2 × 18 V/2 × 200 mA
2 Kühlbleche für IC50,51	
1 Einbau-Sicherungshalter	
1 Feinsicherung 315 mA träge	
1 Platine 97 × 157	
1 Platine 69 × 130	

Technische Daten

Bereiche: 2 mHz...20 mHz,
20 mHz...200 mHz,
200 mHz...2 Hz, 2 Hz...20 Hz,
20 Hz...200 Hz und 200 Hz...2 kHz.
Für Logarithmus und Sägezahn gilt:
 $f \times 2$.

Frequenz-Einstellung: mit einem sechspoligen Bereichsumschalter und einer Feinregelung von 1 bis 10 mit Überlappung von $\pm 10\%$.

Aufwärmzeit: minimal 15 Minuten.

Kurzzeitdrift: $\leq 0,25\%$ bei 200 Hz und Zimmertemperatur.

Verzerrungen der Signalform: $\leq 1\%$.

Überschwingen: $\leq 1\%$, bei 2 kHz maximal 2,75%.

Signalformen: Dreieck, Sägezahn, Logarithmus und DC am Sweep-Ausgang; Rechteck oder Nadelimpuls am Gate-Ausgang.

Ausgangs impedanz: am Sweep-Ausgang 50 Ohm, am Gate-Ausgang 10 kOhm.

Ausgangsspannung: Sweep-Ausgang einstellbar von 0...10 V_{ss}, bei 50 Ohm von 0...5 V_{ss}, am Gate-Ausgang 28 V_{ss}.

DC-Shift: -5...+5 V

Signalverschiebung: -100...+100%

gangsspannung. Der Gleichspannungspegel muß ebenfalls einstellbar sein, damit die DC-SHIFT-Einstellung möglichst genau wird. Dazu ist der Spannungsteiler R33/R38 vorgesehen. Der Widerstand R35 verhindert, daß der Pegel von DC-SHIFT durch die zufällige Stellung von Poti R30 bestimmt wird.

Die Ausgangsspannung wurde bewußt auf 10 V_{ss} beschränkt, weil zusammen mit dem einstellbaren DC-SHIFT-Pegel von -5,15 V bis +5,15 V eine komplette Verschiebung des Ausgangssignals möglich ist — ohne Risiko einer Begrenzung durch eine der beiden Betriebsspannungen. Die parallelgeschalteten Widerstände R45/R46 bestimmen die Ausgangsimpedanz zu 50Ω. Der Ausgang ist kurzschlußfest.

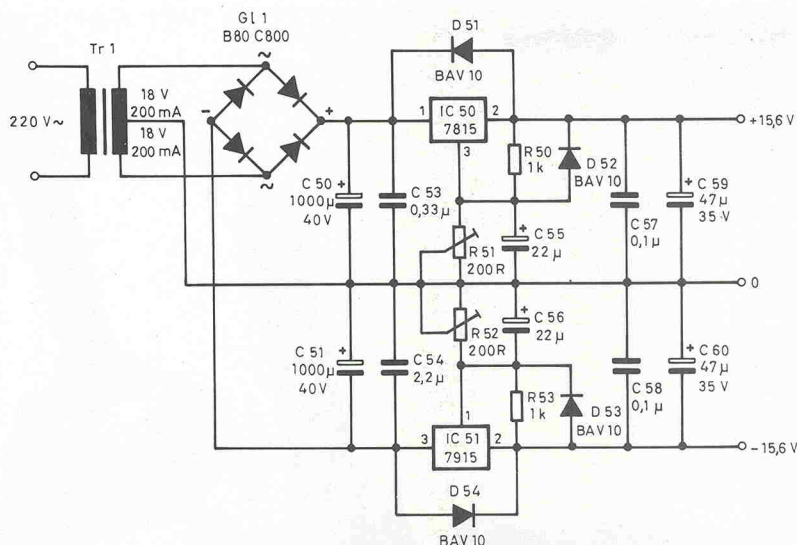


Bild 3. Das Netzteil liefert stabilisierte Betriebsspannungen in Höhe von $\pm 15,6$ V.

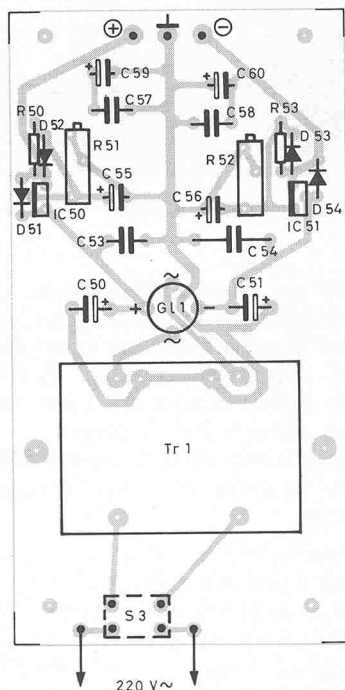


Bild 4. Die Zuleitungen zum Netzschalter S3 können auch frei verdrahtet werden.

Anschluß 6 von IC3 liefert ein synchrones Triggersignal mit einer Impedanz von 10k, zum Beispiel zum Ansteuern eines Oszilloskops. In Schalterstellung 1 des Schalters S2 ist dieses Signal rechteckförmig, in den Stellungen 2 und 3 nadelförmig.

Die ICs 7815 und 7915 des Netzteils (Bild 3) stabilisieren zwar im allgemeinen recht gut die Speisespannungen, haben aber für unsere Zwecke eine zu

große Toleranz. Das Netzteil wurde daher einstellbar ausgeführt; so kann man auch integrierte Spannungsstabilisatoren mit relativ großen Spannungsabweichungen einsetzen, da ein Feinabgleich in jedem Fall durchgeführt wird.

Für den Schalter S1 setzt man am besten eine Kunststoffs Ausführung ein,

um eine geringe Eigenkapazität des Schalters sicherzustellen. Vor dem Zusammenbau stellt man die Potis folgendermaßen ein: R51, R52 und R30 auf 0 Ω , R33 auf 3k4, R10 auf 23k4, die anderen in Mittelstellung. Am Trimmkondensator C1 werden zwei Drahtstückchen von 12 mm Länge in einem gleichbleibenden Abstand von 6 mm als Parallelkapazität angebracht. Durch Verbiegen der Drähte wird eine gute Feineinstellung für C1 erreicht.

Durch die Toleranz von R6 kann die gewünschte Frequenz-Überschneidung in Höhe von 10% beim Feinabgleich manchmal auch nicht erreicht werden: Ist sie zu klein, wird R4 um ca. 5k verkleinert, ist sie zu groß, wird R4 um ca. 5k vergrößert. Wer über eine RC-Brücke oder über ein Kapazitätsmeter verfügt, kann Kondensatoren mit einer Toleranz von 1% (C4, C5 und C6) selbst herstellen. Dazu fehlt man die Oberseite des nächsthöheren Kondensatorwertes vorsichtig ab, bis der richtige Wert erreicht ist. Am besten eignen sich hierzu MKT-Kondensatoren.

Alle Bauteile sind im gut sortierten Fachhandel erhältlich, auch das Transistorpaar MAT 02, das von der Firma Precision Monolithics hergestellt wird.

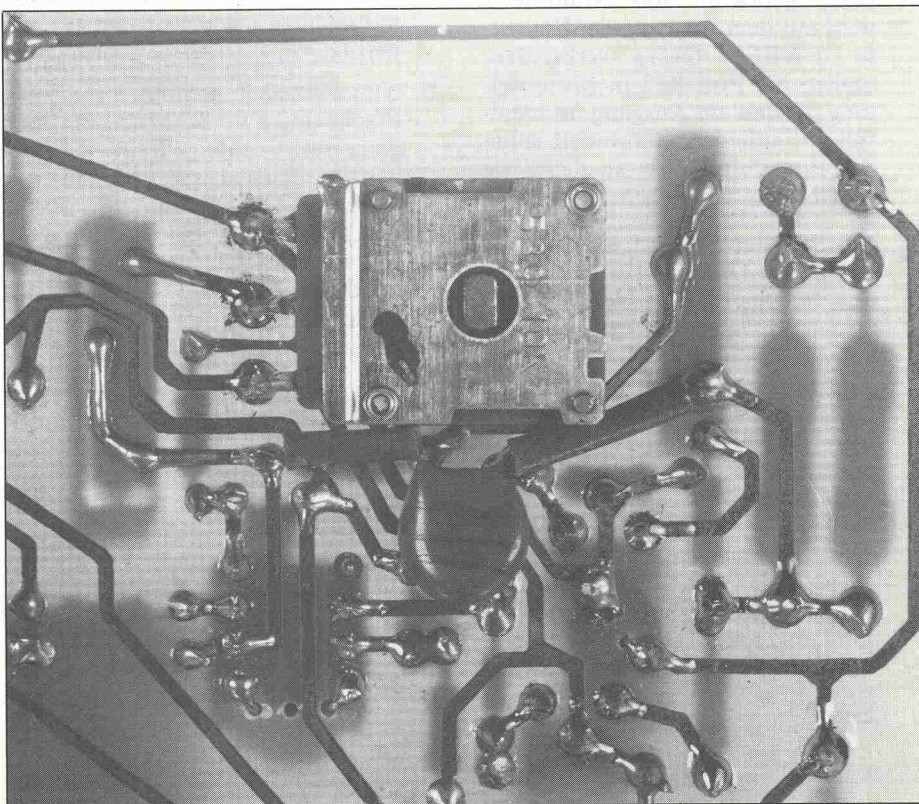


Bild 5. Die Anschlußdrähte des Kondensators C13 sollten isoliert werden.

Obwohl insgesamt acht einstellbare Widerstände in dieser Schaltung eingebaut sind, ist der Abgleich nicht schwierig, wenn man sich genau an die vorgegebenen Abgleichschritte hält:

1. Bevor man die Netzteilplatine mit der eigentlichen Generatorplatine verbindet, stellt man die beiden Betriebsspannungen mit R51 und R52 auf $\pm 15,6$ V ein. Verbinden Sie danach beide Platinen und 'heizen' Sie das Gerät etwa 15 Minuten vor. Die absoluten Betriebsspannungen werden dabei etwas fallen. Sie werden daher nach der Vorwärmzeit neu eingestellt.
2. Die Schalter S1 und S2 kommen nun beide in Stellung 1, und Poti R6 wird ganz nach links gedreht. Dann legt man ein Digital-Multimeter (Meßbereich 20 V) zwischen die 0-V-Leitung aus dem Netzteil und den Testpunkt TP. Da hier sehr niedrige Frequenzen auftreten, kann man den Verlauf der Dreiecksspannung optisch bequem verfolgen. Nun wird R24 so abgeglichen, daß die negative Spitze der Dreiecksspannung $-14,6$ V beträgt.
3. Der Schalter S2 wird in Stellung 4 (DC) gebracht, das Multimeter wird mit dem Ausgang der Endstufe (SWEEP OUT) verbunden. Stellen Sie Poti R32 in Mittelstellung, so daß am Ausgang im Idealfall 0 V anliegen. Zumindest sollte der eingestellte Wert so dicht wie möglich bei 0 V liegen.
4. Der Schalter S2 wird jetzt zurück in Stellung Dreieck gebracht (Position 1). Das Poti R6 bleibt in Mittelstellung, Schalter S1 in Stellung 1. Verfolgen Sie mit dem Digital-Multimeter den Verlauf der Dreiecksspannung am Ausgang. Jetzt wird der Trimmer R5 so eingestellt, daß die positive und die negative Spitze des Dreiecks gleich sind. (Die absoluten Werte sind nicht entscheidend, nur gleich müssen sie sein.) Zur Kontrolle kann ein Oszilloskop an den Ausgang angeschlossen werden. Wenn R5 richtig eingestellt ist, muß das Dreieck symmetrisch sein. Eventuell muß neu abgeglichen werden.
5. Belassen Sie alle Einstellelemente, so wie sie stehen, und verbinden Sie das Multimeter mit dem SWEEP-Ausgang. Gleichen Sie

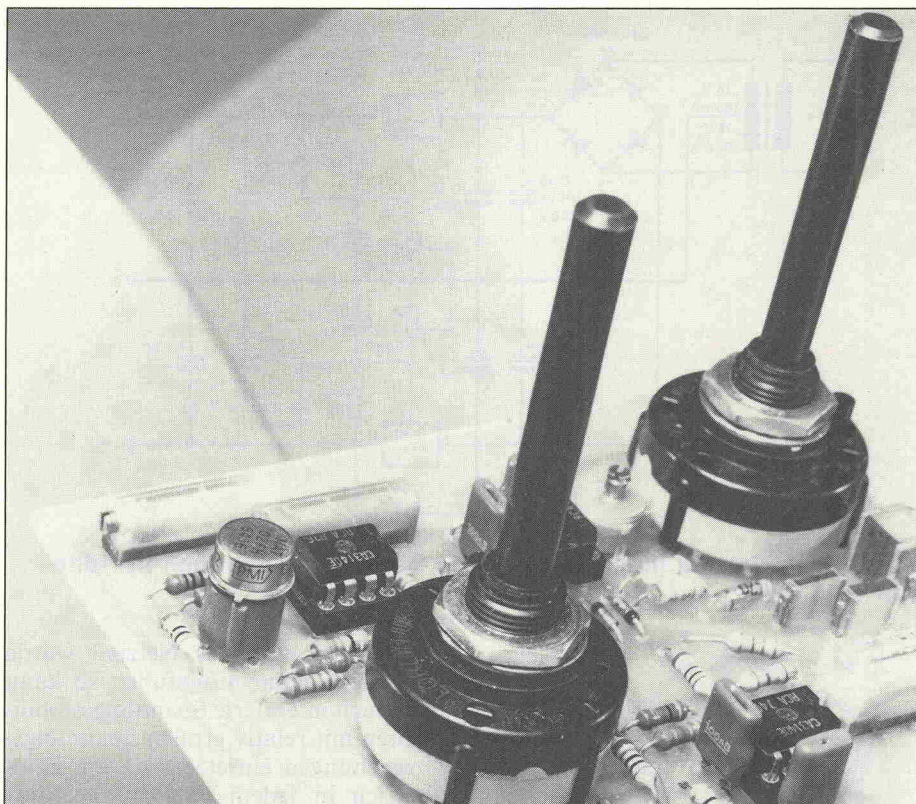
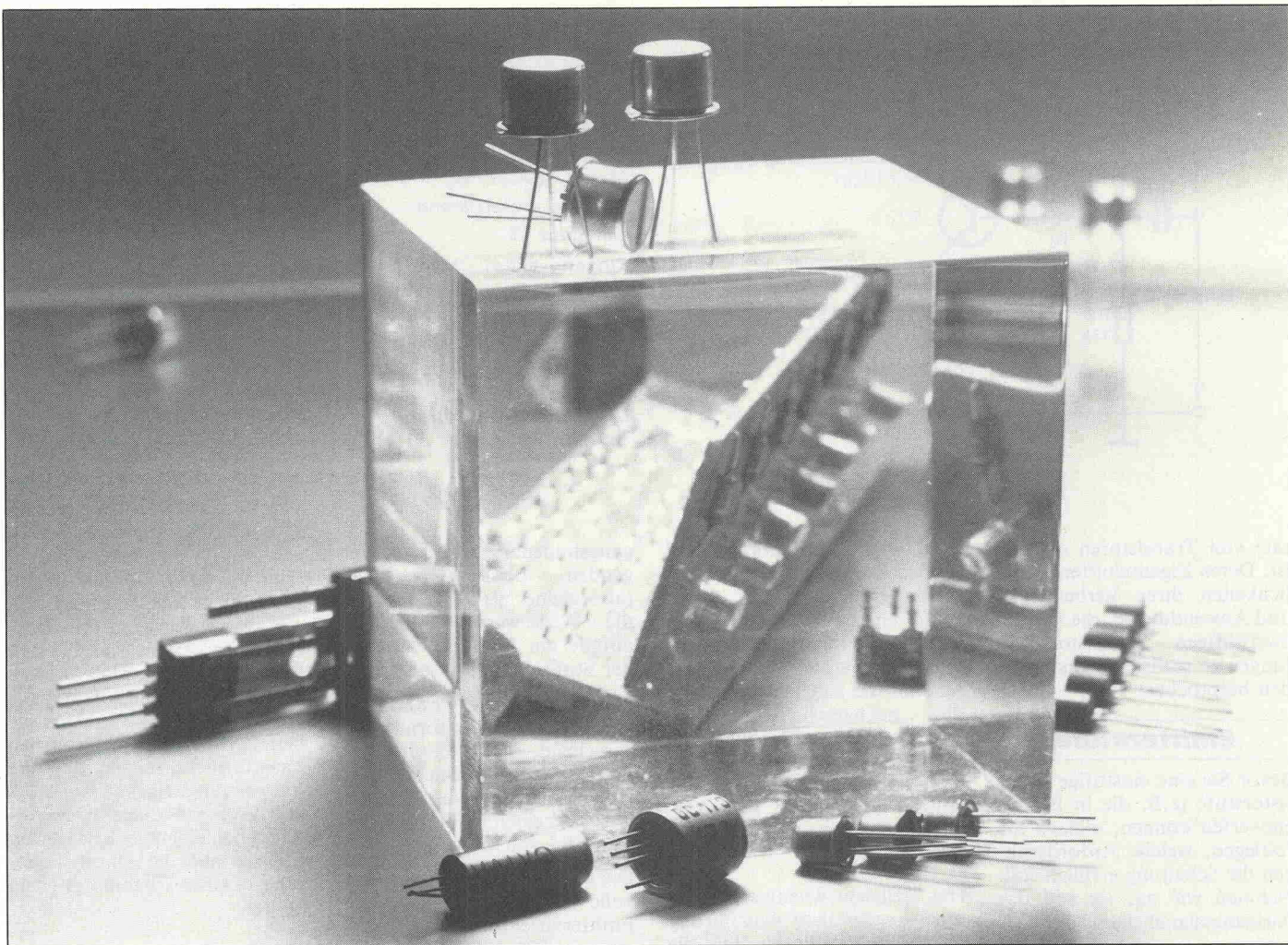


Bild 6. Als Logarithmierer wird der Doppeltransistor MAT02 eingesetzt.

- R40 so ab, daß die positive Spannungsspitze am Ausgang 5 V beträgt.
6. Nun wird S2 in Stellung 4 (DC) gebracht und Poti R32 (DC-SHIFT) ganz nach rechts gedreht. Danach wird durch Betätigen von R33 eine Ausgangs-Gleichspannung von $+5,15$ V eingestellt. Die Punkte 5 und 6 werden wiederholt; anschließend wird durch Poti R32 die Gleichspannung am Ausgang wieder auf 0 V gebracht.
7. Nun bringt man die Schalter S1 in Position 1 und S2 in Position 3 (Logarithmus). Dann wird R14 so eingestellt, daß die positive und die negative Amplitude des logarithmischen Signals gleich sind. Das kann man mit einem Multimeter am Ausgang messen — dort müssen annähernd ± 5 V anliegen.
8. Wenn man über keinen Meßgeräte-Park verfügt, läßt man Poti R10 in der Widerstands-Stellung 23k4. Die logarithmische Form des Ausgangssignals wird dann hinreichend genau sein. Besitzen Sie aber einen Funktionsgenerator mit linearem Sweep-Eingang, können Sie

R10 ein wenig nachjustieren. Die Frequenz des Funktionsgenerators muß linear mit der Zeit zunehmen. Im niederfrequentesten Bereich des Sweep-Generators kann man dies optisch gut verfolgen — jedenfalls mit einem Frequenzzähler am Ausgang des Funktionsgenerators.

9. Bringen Sie Schalter S1 in Stellung 5 und S2 in Position 1 (Dreieck). Schließen Sie einen Frequenzzähler an den SWEEP-Ausgang an. Tragen Sie nun die Skalierung von 1 bis 10 mit einem Bleistift am Knopf von R6 ab. (Dieser Schritt kann auch später ausgeführt werden.)
10. Bleibt zum Schluß noch der Abgleich von C1. Schließen Sie den Frequenzzähler an den SWEEP-Ausgang an, und stellen Sie S1 in Position 6, S2 in Stellung 1 und R6 auf '10'. Gleichen Sie mit C1 auf 2000 Hz ab, und benutzen Sie dabei auch die Feinabgleichmöglichkeit mit den beiden Drähtchen (Parallelkapazität). Achten Sie bitte darauf, daß R32 dabei in Stellung 0 V und S2 auf Dreieck (Position 1) steht. □



Faust-Formeln

Berechnung von Transistorstufen

Der Entwurf von elektronischen Schaltungen ist in den letzten Jahren durch den Einsatz von Operationsverstärkern mit nahezu idealen Eigenschaften sehr vereinfacht worden. Trotzdem ist der gute alte Transistor noch nicht 'out'.

Ein Operationsverstärker besitzt stets eine hohe Eingangs-impedanz, niedrige Ausgangs-impedanz und eine nahezu unendlich große Leerlaufverstärkung. Ein OpAmp ist in der Regel leichter aufzubauen und arbeitet sicherer als eine hastig entworfene Transistorstufe.

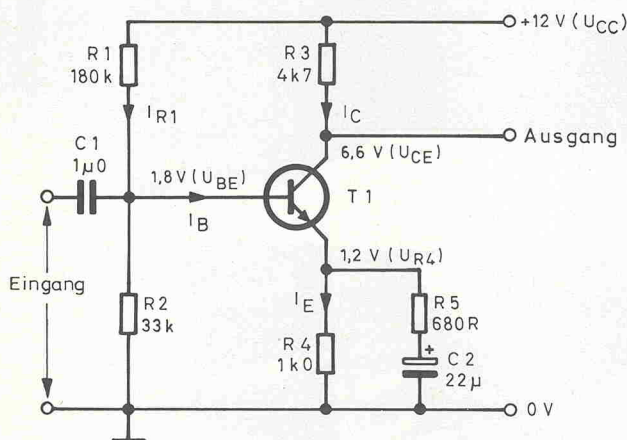
Operationsverstärker werden für viele Zwecke eingesetzt; einiges davon geht weit über die Möglichkeiten einer einfachen, diskret aufgebauten Transistorstufe hinaus. Es gibt aber auch viele Anwendungen, in denen eine mit ein oder zwei Transistoren aufgebaute Verstärker-

schaltung besser arbeitet und preisgünstiger ist. Ein IC-Operationsverstärker besteht im wesentlichen aus einer Anhäufung von Transistoren, die bei der Entwicklung üblicherweise so zusammengefaßt werden, daß mit diesem Funktionsblock möglichst viele unterschiedliche Aufgaben erfüllt werden können. Daher werden beim Entwurf von integrierten Schaltkreisen häufig auch Kompromisse geschlossen. In folgenden Punkten kann der Einsatz von Operationsverstärkern nachteilig sein.

1. Sehr rauscharme Verstärkung (selbst heute sind Verstärker mit niedrigstem Rauschen noch diskret aufgebaut).

2. Hochfrequenzverstärkung (Operationsverstärker sind so mit Transistoren 'vollgestopft', daß ihr Impulsverhalten leidet).
3. Verzerrungen (Die meisten Operationsverstärker haben Ausgangsstufen mit B-Arbeitspunkt und erzeugen daher unerwünschte Übernahmeverzerrungen; das gilt besonders für Kleinsignal-Vorverstärker).
4. Leistungsverstärker (Verstärker mit Ausgangsleistungen über 20 W sind im allgemeinen diskret aufgebaut).

Dieser Artikel hat das Ziel, einige Verstärkerschaltungen vorzustellen, in denen der Ein-



Verstärkung (V) :
Wechsel (AC) : 10
Gleich (DC) : 4,2
Ausgang : invertierend
Impedanz Z :
Eingang mittel...hoch
Ausgang mittel...niedrig
T 1 : BC 237 B

Bild 1.
Die Emitter-Standard-
Schaltung.

satz von Transistoren sinnvoll ist. Deren Eigenschaften, Möglichkeiten ihrer Verbesserung und Anwendungen, die nur mit zweistufigen Transistorschaltungen zu realisieren sind, werden besprochen.

Emitterstufe

Bevor Sie eine einstufige Transistorstufe (z.B. die in Bild 1) entwerfen können, müssen Sie festlegen, welche Anforderungen die Schaltung erfüllen soll. Nehmen wir an, sie soll das Ausgangssignal eines Tonbandgerätes so verstärken, daß damit ein Leistungsverstärker angesteuert werden kann. Das Bandgerät liefert 100 mV_{eff} mit einer Ausgangsimpedanz von 1 k Ohm. Der Leistungsverstärker benötigt eine Eingangsspannung von 1 V_{eff} und besitzt eine Eingangsimpedanz von 50 k Ohm. Ist die Entscheidung für eine Emittierstufe entsprechend Bild 1 gefallen, dann muß zunächst der Wert des Kollektorwiderstandes R₃ bestimmt werden, an dem das Ausgangssignal auftritt. R₃ geht in die Berechnung aller anderen Bauteilwerte ein. Bei der Festlegung des Kollektorwiderstandes sind einige Dinge zu berücksichtigen.

Wenn die Schaltung aus einer Batterie gespeist wird, sollte R3 recht groß sein, um die Batterie zu schonen. Wird dagegen ein Netzteil verwendet, dann verbessert ein kleinerer Widerstandswert die Schaltungseigenschaften.

Theoretisch gesehen ist für ma-

ximale Leistungsübertragung eine Anpassung der Ein- und Ausgangsimpedanzen dieser Stufe einerseits an die Ausgangsimpedanz des vorgeschalteten Bandgerätes und andererseits an die Eingangsimpedanz des nachgeschalteten Leistungsverstärkers notwendig. In diesem Fall sollte die Eingangsimpedanz der Verstärkerstufe $1\text{ k}\Omega$ und ihre Ausgangsimpedanz $50\text{ k}\Omega$ betragen.

Das vielleicht wichtigste Argument gegen diese Ausführung in unserem Fall ist, daß die Schaltungsverzerrungen berücksichtigt werden müssen. Transistoren sind aktive Bauelemente mit nichtlinearer Strom-Spannungskennlinie. Um die Verzerrungen klein zu halten, sollte die Schaltung daher mit möglichst starker Gegenkopplung betrieben werden. Da wir eine Spannungsverstärkung von 10 realisieren wollen, müssen wir darauf achten, daß keine zu großen Spannungsabfälle am Ein- und Ausgang dieser Stufe auftreten; anderenfalls müßten diese Verluste durch eine noch höhere Schaltungsverstärkung ausgeglichen werden. Mit den zwei folgenden Faustregeln gehen wir diesen Schwierigkeiten aus dem Weg. Zum einen sollte die Eingangsimpedanz der Stufe ungefähr zehnmal größer sein als die Ausgangsimpedanz der Signalquelle (in diesem Fall größer als 10 k Ohm), zum anderen soll die Ausgangsimpedanz unserer Schaltung um einen Faktor von ca. 10 niedriger sein als die Ein-

gangsimpedanz des nachfolgenden Leistungsverstärkers (also kleiner als 5 k Ohm). Auf diese Weise werden Spannungsabfälle am Ein- und Ausgang der Stufe niedrig gehalten.

Nun zurück zur Bestimmung von R3. Der Faustformel entsprechend ergibt die Division der Eingangsimpedanz des Leistungsverstärkers von 50 k Ω durch 10 einen Kollektorwiderstand R3 von 4,7 k Ω .

Die nächste für die Praxis sinnvolle Regel besagt, daß am Emitteranschluß des Transistors ca. 10% der Versorgungsspannung liegen sollen. So wird für eine große Anzahl von Betriebsbedingungen die Gleichspannungsstabilität der Schaltung sichergestellt.

Damit die Stufe maximal große Ausgangsamplituden erzeugen kann, sollte das Ausgangs-Ruhepotential mittig zwischen Emitter- und positiver Versorgungsspannung liegen. Bei Verwendung einer 12 V-Versorgung gilt:

$$U_{CE} = \frac{(U_{CC} + U_{R4})}{2} = 6,6 \text{ V.}$$

Damit rechnen wir den Kollektorruhestrom aus, den wir neben U_{CC} zur Auswahl eines geeigneten Transistors benötigen:

$$I_C = \frac{(U_{CC} - U_{CE})}{R_3} = 1,14 \text{ mA.}$$

Das Emitterpotential ist bereits auf 1,2 V festgelegt, so daß R4 bestimmt werden kann:

$$R_4 = \frac{1,2}{(1,14 \cdot 10^{-3})} \approx 1k$$

R1 und R2 gewährleisten, daß in die Basis des Transistors immer genügend Strom eingespeist wird, um das Kollektoruhepotential zu halten. Daraus ergibt sich eine weitere Faustformel: Durch den Basisspannungsteiler R1, R2 sollte ein Strom fließen, der um den Faktor 10 größer ist als der Basisstrom I_B .

Zur Festlegung des Basisstromes müssen wir in einem Transistor-Datenbuch (z.B. eines Herstellers) den vielleicht wichtigsten h-Parameter des Transistors h_{fe} suchen. Es handelt sich dabei um die Gleichstromverstärkung in Emitterschaltung. Für einen Transistor vom Typ BC 237B liegt h_{fe} zwischen 250 und 500.

Die Streuung ist auf Fertigungstoleranzen zurückzuführen. Wenn wir vom schlechtesten Wert (250) ausgehen, stellen wir sicher, daß unsere Schaltung mit jedem Transistor vom Typ BC 237B korrekt arbeitet. Die bisher angegebenen Faustformeln zeigen, daß die Verwendung eines Transistors mit größerer Gleichstromverstärkung keinen nennenswerten Einfluß auf die Dimensionierung des Basisspannungsteilers besitzt.

Zur Bestimmung des Basisstromes wird der Kollektorstrom durch die Gleichstromverstärkung dividiert:

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} = \frac{1,14 \cdot 10^{-3}}{250} \approx 4,5 \mu A$$

Der Strom durch den Basis-
spannungsteiler R1, R2 sollte
demnach ca. $50 \mu\text{A}$ betragen.

Da ein Kollektorstrom durch den Transistor fließen soll, muß das Basispotential ca. 0,6 V über dem Emittorpotential liegen ($1,2 \text{ V} + 0,6 \text{ V} = 1,8 \text{ V}$). Dann fällt über R1 eine Spannung $U_{CC} = 10,2 \text{ V}$ ab. Da durch R1 ein Strom von $50 \mu\text{A}$ fließen soll, ergibt sich ein Widerstandswert von $10,2 / (5 \cdot 10^{-5}) = 204 \text{ k}\Omega$. Denken Sie daran, daß in diesem Fall Abrunden besser als Aufrunden ist, weil ein höherer Teilerstrom die Schaltungseigenschaften verbessert. Aus diesem Grunde wird R1 auf

180 k Ohm festgelegt. Um Fehler durch ungünstiges Runden zu vermeiden, sollte I_{R1} mit dem gewählten Widerstandswert noch einmal berechnet werden. Dann ergibt sich ein Strom von 56,67 μA .

Durch R2 fließt ein Strom, der dem durch R1 entspricht, vermindert um den Basisstrom selbst. Jetzt können wir R2 berechnen:

$$R2 = 1,8 / ((56,6 - 4,5) \cdot 10^{-6}) = 34,5 \cdot 10^3 \text{ Ohm.}$$

Wir wählen den nächsten Standardwert von 33 k Ohm.

Jetzt ist die Verstärkerstufe gleichspannungsmäßig festgelegt; sie arbeitet im linearen Kennlinienbereich und kann verstärken. Die Spannungsverstärkung ergibt sich aus dem Quotienten der an Kollektor und Emitter auftretenden Impedanzen.

Die Impedanz am Kollektor entspricht der Parallelschaltung von R3, der Last und der transistoreigenen Ausgangsimpedanz. In den meisten Fällen ist die Ausgangsimpedanz des Transistors gegenüber dem wirksamen Kollektorwiderstand so groß, daß sie außer acht gelassen werden kann. In Bild 1 ergibt sich daher aus der Parallelschaltung von 4,7 k Ohm und 50 k Ohm ein wirksamer Kollektorwiderstand von 4,3 k Ohm. Die Berechnung der Emitterimpedanz des Transistors geht von den mathematischen Beziehungen zur Beschreibung der Basis-Emitterdiode aus und erfolgt näherungsweise nach $25R/I_e(\text{mA})$.

Wir haben angenommen, daß Kollektor- und Emitterstrom gleich sind. Das gilt in guter Näherung für moderne Transistoren mit h_{fe} -Werten von 200 und darüber. Die Gleichstromverstärkung einiger Transistoren überschreitet sogar den Wert 1000, so daß Kollektor- und Emitterstrom aufgrund des extrem geringen Basis-Emitterstromes als völlig identisch angesehen werden können.

Die Division von 25 durch den Emitterstrom in mA ergibt den inneren $R_e = 25/1,14 = 22 \text{ Ohm}$ (ca.). Dieser interne Widerstand liegt in Reihe mit dem äußeren Emitterwider-

stand R4, so daß sich in unserem Beispiel eine Impedanz von 1022 Ohm ergibt. Jetzt läßt sich die Spannungsverstärkung berechnen:

$$V = 4300/1022 = 4,2 \text{ (ca.)}$$

Das ist nicht der von uns angestrebte Wert von 10. Um ihn zu erreichen, muß der wirksame Emitterwiderstand ca. 430 Ohm betragen.

Komplikationen

Eine Änderung von R4 würde unsere sorgfältig berechneten Gleichspannungsverhältnisse am Transistor verändern. Daher lassen wir R4 so, wie er ist, und fügen zusätzlich R5 und C2 ein, um den Emitterwiderstand für Wechselspannungssignale zu reduzieren und damit die Wechselspannungsverstärkung zu erhöhen. C2 verhindert eine Beeinflussung der Vorspannungsverhältnisse. R4 und R5 sind wechselspannungsmäßig parallelgeschaltet.

R5 sollte so gewählt werden, daß R3 dividiert durch die Parallelschaltung von R4 und R5 einen Wert von ca. 430 Ohm ergibt. Aus

$$\frac{1}{1000} + \frac{1}{R5} = \frac{1}{(430-22)}$$

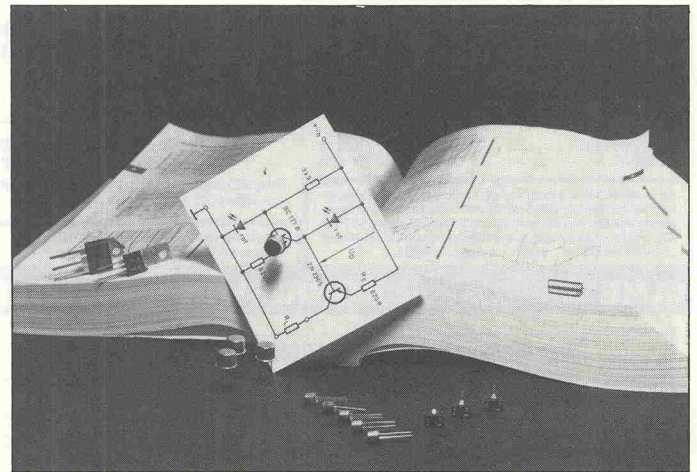
ergibt sich

$$R5 \approx 680 \text{ Ohm.}$$

R5 bestimmt die Wechselspannungsverstärkung mit und kann zur Realisierung anderer Verstärkungsfaktoren auch verändert werden. An dieser Stelle ist auch der Einsatz eines Trimpotentiometers möglich. Die Kapazität von C2 sollte so groß gewählt werden, daß auch die niederfrequentesten Audiosignale noch nicht nennenswert abgeschwächt werden. Die Wechselspannungsverstärkung fällt ganz grob betrachtet um 3 dB, wenn die Impedanz der Serienschaltung C2, R5 unter Voraussetzung eines niedrigen R_e -Wertes mit R4 übereinstimmt. Soll die untere Eckfrequenz der Verstärkerstufe bei 20 Hz liegen, dann gilt:

$$C2 = \frac{1}{(2\pi \cdot 320 \cdot 20)} = 24,8 \mu F$$

22 μF ist der nächstliegende Standardwert.



Bevor wir uns mit den Grenzen dieser Schaltung und ihrer Beseitigung beschäftigen, werfen wir noch einen Blick auf die Eingangsimpedanz. Die Eingangsimpedanz des Transistors kann aus dem h_{fe} -Wert und dem äußeren Emitterwiderstand berechnet werden:

$$R_{in} = 250 \cdot 430R = 107,5 \text{ k.}$$

Das Eingangssignal arbeitet jedoch auf die Parallelschaltung von R_{in} und R2, also eine reduzierte Eingangsimpedanz. Die wirksame Eingangsimpedanz der Schaltung ergibt sich aus der Parallelschaltung von 107 k Ohm und 33 k Ohm, also etwa 20 k Ohm. Dieser Wert ist immer noch größer, als die anfänglich gesetzte untere Grenze für die Eingangsimpedanz von 10 k Ohm.

Maximale Verstärkung

Viele Leser wird die Frage interessieren, welche Spannungsverstärkung die Transistorstufe besitzt, wenn R5 den Widerstandswert 0 annimmt und R4 wechselspannungsmäßig kurzschließt. Dieser Fall läßt sich überschlägig recht gut berechnen:

Die Verstärkung einer Emitterstufe ohne Gegenkopplungswiderstand in der Emitterleitung ist ca. 20mal so groß wie die Versorgungsspannung. Das ist vielleicht etwas überraschend, daher eine kleine Erläuterung: Behalten wir die bereits festgelegten Vereinfachungen bei und nehmen an, daß die Schaltung bei hohen Frequenzen, also mit

Datenbuch, Schaltbild und eine Handvoll Bauteile: Mehr braucht ein Entwickler nicht.

niedriger Impedanz von C2, betrieben wird, dann ergibt sich die Spannungsverstärkung der Stufe zu

$$V = \frac{R3}{\frac{R5}{R4} + R_e}$$

Unter der Annahme $R5 = 0$ reduziert sich der Ausdruck auf $V = R3/R_e$.

Nun gilt $R_e = 25 \cdot 10^{-3} / I_e$ und

$$I_e = I_c.$$

I_c läßt sich berechnen zu:

$$I_c = (U_{cc} - U_{CE}) / R3.$$

Eingesetzt in die reduzierte Verstärkungsformel ergibt sich die Verstärkung zu

$$V = (U_{cc} - U_{CE}) / 25 \cdot 10^{-3}.$$

Nehmen wir weiterhin an, daß U_{CE} mittig zwischen 0 V und der Versorgungsspannung liegt, dann können wir den Ausdruck

$$U_{cc} - U_{CE} \text{ durch}$$

$0,5 U_{cc}$ ersetzen. So vereinfacht sich die Verstärkungsrechnung auf $V = 20 \cdot U_{cc}$.

Dabei ergibt sich die maximale Verstärkung unter idealen Bedingungen und ohne Berücksichtigung der Ein- und Ausgangsbelastungen. In der Praxis erreicht die Schaltungsverstärkung ca. 50...75% des Rechenwertes. □

Relais, Reed-Relais, Elektronische Schalter, Optokoppler

Grundlagen und Übersicht steuerbarer Schalter

Ein Relais ist von der Grundfunktion her ein fernsteuerbarer Schalter, dessen Kontakte elektromagnetisch betätigt werden. Das Relais kann aber auch vollständig in Halbleitertechnik realisiert sein. Die Fernsteuerung kann dabei mit Spannungen oder Strömen, magnetischen Feldern oder optoelektronischen Hilfsmitteln erfolgen.

Die Einsatzmöglichkeiten von Relais sind sehr vielseitig. Die Bauelemente eignen sich zur Steuerung von Signalpfaden in elektronischen Geräten und Rechnern. Mit Leistungsrelais lassen sich Beleuchtungsanlagen oder Heizungen schalten. Auch die Autoelektrik ist heute ohne Relais kaum noch denkbar. Die Leistungsrelais in Drehstromanlagen werden auch als Schütze bezeichnet, die Schaltleistungen von etwa 1 kW bis zu mehreren 100 kW aufweisen.

Grundlagen der Relais-technik

Die vier bekanntesten Typen sind das elektromagnetisch betätigte Relais schlechthin, das Reed-Relais, der sogenannte Optokoppler und der CMOS-Halbleiterschalter. Die ersten beiden Typen sind elektromagnetisch betätigte Schalter, die anderen beiden rein elektronische.

In Bild 1 ist das elektromagnetisch betätigte Relais in seiner Grundbauform dargestellt. Eine auf einen Eisenkern gewickelte Spule bildet den Elektromagneten, der bei Erregung den sogenannten Anker bewegt, der einen oder mehrere Kon-

taktsätze betätigt. Die Grundidee des Relais besteht darin, mit geringen Steuerströmen hohe Leistungen schalten zu können und den Leistungsstromkreis vom Steuerstromkreis zu trennen.

Man beachte, daß dieser Relais-
typ zwei grundsätzliche Elemente enthält: Die Relaisspule und die Relaiskontakte. Beide Elemente müssen mit der richtigen Zuordnung in allen Schaltplänen angegeben sein. Die wichtigsten Daten der Spule sind die Betriebsspannung und der Innenwiderstand. In Bild 2 sind mehrere Möglichkeiten aufgezeigt, eine Relaisspule für ein 12-V-Relais mit 120 Ω Innenwiderstand darzustellen. Das in Bild 2c gezeigte Symbol ist für einen Schaltplan sicherlich das geeignetste, zumal es alle notwendigen Informationen über die Relaisspule enthält. Die Spulen von praktisch ausgeführten Relais benötigen je nach Anwendungsfall Gleichspannungen von etwa 5 V...100 V. Es gibt aber auch Wechselspannungsrelais, deren Spulen unmittelbar an 220 V Wechselspannung angeschlossen werden können.

Blick in ein Relais. Die Spule ist deutlich zu erkennen (Foto: Zettler).

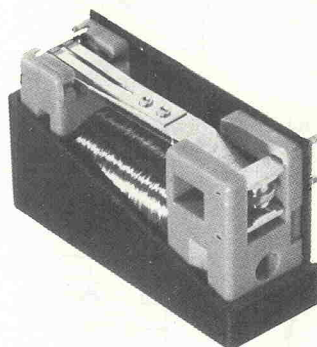


Bild 1. Grundaufbau eines Standard-Relais.

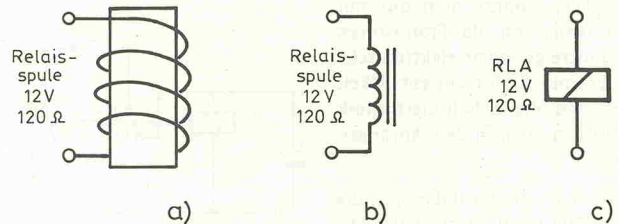


Bild 2. Unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten für eine Relaisspule mit 12 V Betriebsspannung und 120 Ω Innenwiderstand.

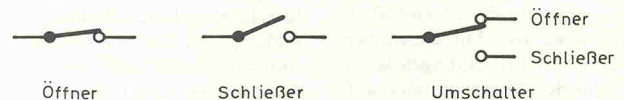


Bild 3. Die drei möglichen Kontaktanordnungen.

Die drei möglichen Kontaktanordnungen sind: Schließer (im Ruhezustand geöffnet), Öffner (im Ruhezustand geschlossen) und Umschalter, siehe Bild 3. Häufig ist mehr als ein Kontaktsatz vorhanden, aber alle Kontaktsätze sind mechanisch miteinander gekoppelt.

Für die Kontaktbezeichnungen und Anzahl der Kontakte haben sich Kurzbezeichnungen bewährt:

1 \times EIN = 1 Schließer (Arbeitskontakt), 1 \times AUS = 1 Öffner (Ruhekontakt), 1 \times UM = 1 Umschalter. Bei mehreren Kontaktpaaren könnte die Bezeichnung beispielsweise so aussehen: 3 \times EIN, 4 \times AUS, 5 \times UM. Es sind natürlich auch beliebige Kombinationen dieser Kontaktanordnungen möglich.

Die Kontakte können je nach Beschaffenheit und Ausführung bis zu mehreren 100 V oder einige 10 A schalten. Relais in der Signaltechnik, die zum Schalten geringer Spannungen benötigt werden, haben versilberte oder vergoldete Kontakte. Die Relais der Leistungstechnik dagegen besitzen häufig Kontakte mit Platinüberzug.

Die Bilder 4...9 zeigen einige Schaltungen mit Relais. In Bild 4 ist die einfachste denkbare Schal-

tung mit einem Relais dargestellt. Der Taster S1 liegt in Reihe mit der Relaisspule, so daß die Relaiskontakte schließen, wenn man den Ta-

Relais-Schaltungstechnik

ster betätigt. Wird der Drucktaster losgelassen, fällt das Relais wieder ab.

Oft wünscht man jedoch, z.B. bei Motorsteuerungen, daß das Relais nach Betätigen des Tasters eingeschaltet bleibt. Wie man ein solches Verhalten erreichen kann, zeigt Bild 5. Voraussetzung für diese Schaltung sind zwei Schließer. Ein

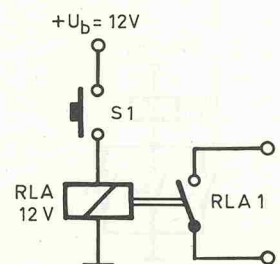


Bild 4. Relaischalter ohne Selbsthaltung.

Schließer liegt parallel zum Taster S1. Beim Betätigen des Tasters zieht das Relais an, und der Schließer RLA1 überbrückt den Tasterkontakt, so daß das Relais angezogen bleibt, auch wenn man den Taster nun losläßt. Das Relais läßt sich nur abschalten, wenn man den Stromkreis der Erregerspule kurzzeitig unterbricht.

Daß man mit Relais auch logische Schaltungen aufbauen kann, dürfte wohl klar sein; die ersten Logikschaltungen konnte man nur mit Relais realisieren, da Transistoren oder andere geeignete elektronische Bauelemente noch nicht entwickelt waren und die Schaltungstechnik mit Röhren noch in den Anfängen steckte.

In Bild 6 ist die Grundanordnung einer UND-Logik dargestellt. Die Relaispule wird nur dann erregt, wenn S1 und S2 und S3 geschlossen sind. Die in Bild 7 gezeigte ODER-Logik bewirkt ein Einschalten des Relais, wenn S1 oder S2 oder S3 geschlossen werden. Mit diesen zwei logischen Grundschaltungen lassen sich beliebige Kombinationen aufbauen.

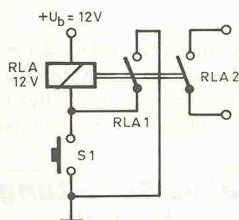


Bild 5. Relaischalter mit Selbsthaltung.

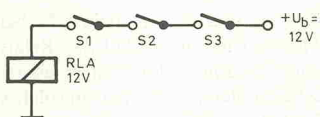


Bild 6. UND-Logik mit Relaiskontakten.

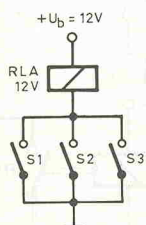


Bild 7. ODER-Logik mit Relaiskontakten.

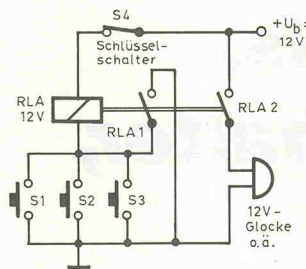


Bild 8. Einfacher Einbruchalarm.

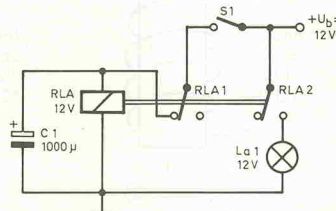


Bild 9. Blinkgeber mit Relais.

In Bild 8 sind die Schaltungen der Bilder 5 und 7 zu einer zwar sehr einfachen, aber recht wirksamen Alarmanlage kombiniert. Sobald einer der Mikroschalter S1...S3 betätigt wird, zieht das Relais an, hält sich über den Selbsthaltekontakt RLA1 und betätigt über den Kontakt RLA2 den Alarmgeber. Das Relais läßt sich durch kurzzeitiges Betätigen des Öffners S4 ausschalten. Danach ist die Anlage automatisch wieder scharf.

Bild 9 zeigt einen Blinkgeber für Lampen. Diese Schaltung nutzt die Eigenart eines Relais, daß seine Anzugsspannung höher ist als die Haltespannung. Ein Relais für 12 V Nennspannung zieht bei etwa 10 V an und fällt erst dann ab, wenn die Spannung an der Relaispule ca. 5 V unterschreitet.

Betätigt man den Schalter S1 in Bild 9, lädt sich der Kondensator C1 sehr schnell über den Kontakt RLA1 auf und das Relais zieht an. Nun öffnet aber RLA1, so daß sich C1 über die Relaispule entlädt. Das Relais hält so lange, bis die minimale Haltespannung unterschritten wird. Fällt das Relais ab, schließt jedoch der Kontakt RLA1 wieder, so daß dies Spiel von neuem beginnt. Beim Anziehen des Relais schließt gleichzeitig der Kontakt RLA2 und schaltet die Lampe La1 ein.

Die Blinkfrequenz hängt von der Betriebsspannung, von der Kapazität des Kondensators C1, dem Innenwiderstand der Relaispule und der Anzugs- und Abfallcharakteri-

stik des Relais ab. Da sowohl beim Einschalten als auch beim Abschalten des Relais an den Relaiskontakten Funken entstehen können, ist diese Blinkschaltung sehr störfreudig, und man kann damit sicher Rundfunk- und Fernsehteilnehmer an den Rand der Verzweiflung bringen.

Begrenzung der Selbstinduktionsspannung

Relaispulen weisen eine verhältnismäßig hohe Induktivität auf und können daher beim plötzlichen Abschalten hohe Selbstinduktionsspannungen erzeugen. Diese Spannung erreicht beim Abschalten eines typischen 12-V-Relais durchaus Werte bis etwa 200 V. Solche hohen unerwünschten Spannungsspitzen zerstören leicht Schalttransistoren und/oder benachbarte elektronische Bauelemente. Werden Relais in elektronischen Schaltungen eingesetzt, ist es lebensnotwendig, die

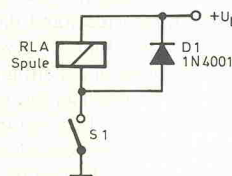


Bild 10. Schutzschaltung mit einer Diode zur Unterdrückung der Selbstinduktionsspannung.

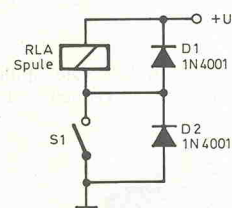


Bild 11. Zwei Dioden-Version zur Unterdrückung der Selbstinduktionsspannung.

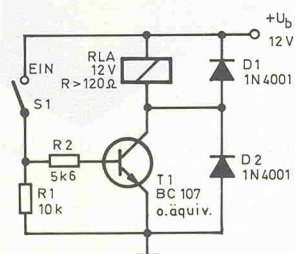


Bild 12. Transistorgesteuertes Relais mit Schutzbeschaltung.

Selbstinduktionsspannungen zu begrenzen. In den Bildern 10...12 sind wirkungsvolle Schutzmaßnahmen dargestellt.

Die Dämpfungsdioden in Bild 10 wird mit entgegengesetzter Polarität über die Relaispule gelegt. Man muß für D1 allerdings eine Diode verwenden, deren Sperrspannung einige 100 V beträgt. Im normalen Betrieb ist die Diode unwirksam. Die beim Abschalten des Relais entstehende Selbstinduktionsspannung weist nach den elektromagnetischen Gesetzen die zur Speisepannung entgegengesetzte Polarität auf, so daß die Diode die Selbstinduktionsspannung kurzschließt. Da die Diode bereits bei 600 mV zu leiten beginnt, bedeutet das praktisch Kurzschluß. Diese Schutzschaltung reicht für die meisten Anwendungsfälle bereits aus.

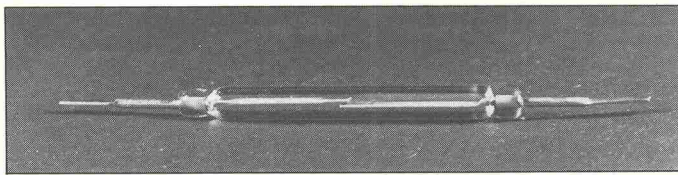
Bild 11 zeigt eine erweiterte Schutzschaltung mit zwei Dioden, die den Vorteil hat, daß die Spannung über dem Schalter S1 nie um 600 mV höher als die Betriebsspannung bzw. 600 mV negativer als null Volt werden kann. Diese Beschaltung bewirkt auch die kritischsten Anwendungen und sollte immer verwendet werden, wenn für S1 ein Transistor oder sonstiger Halbleiterschalter eingesetzt ist.

In der Schaltung nach Bild 12 dient der Transistor zur Erhöhung der 'Empfindlichkeit' der Relaispule, d.h. der über den Taster fließende Steuerstrom wird durch die Stromverstärkung des Transistors verringert. In der gezeigten Anordnung genügt ein Steuerstrom von etwa 4 mA am Eingang des Transistors, um das Relais zum Ansprechen zu bringen.

Reed-Relais

Das Reed-Relais ist ebenfalls ein elektromechanisch betätigtes Relais, arbeitet jedoch nach einem etwas anderen Prinzip. Das eigentliche Relais besteht aus einem als ferromagnetische Blattfedern ausgebildeten Kontaktpaar mit gold- oder silberveredelten Kontakten, die in einem Glasgehäuse eingebettet sind, siehe Bild 13. Um eine Oxydation der Kontakte zu verhindern, ist das Gehäuse mit Schutzgas gefüllt.

Im Ruhezustand stehen sich die beiden Kontaktfedern in geringem Abstand gegenüber, der Kontakt ist geöffnet. Bringt man das Reed-Relais jedoch in ein äußeres Magnetfeld, schließen die Kontakte. Neu ist nun, daß man zur Erzeugung



Reed-Relais, Länge des Glasgehäuses ca. 5 cm. Ausführungen mit einer Gehäuselänge von 10...15 mm sind ebenfalls verfügbar.

gung des äußeren Magnetfeldes nicht unbedingt eine Spule benötigt, sondern daß dies auch mit einem Permanentmagneten erfolgen kann, wie es in den Bildern 14 und 15 dargestellt ist. Je nach Stärke des Permanentmagneten genügt es, ihn bis auf einige Millimeter dem Reed-Relais zu nähern, um ein Anziehen der Kontakte zu bewirken.

Reed-Relais werden überwiegend als Schließer gefertigt und eingesetzt, es gibt sie jedoch auch als Umschalter, so daß auch die Öffnerfunktion zur Verfügung steht und die gleichen Kombinationen wie mit normalen Relais realisiert werden können.

Reed-Relais sind vom Prinzip her keine Leistungsschalter, sondern können bestensfalls einige 100 mA verarbeiten. Da das Reed-Relais jedoch sehr empfindlich auf äußere Magnetfelder reagiert und gegenüber dem Standardrelais einige wesentliche Vorteile aufweist, eignet

es sich für Anwendungen, die mit normalen Relais nicht zu bewältigen wären. So weisen spulenbetätigte Reed-Relais eine etwa 10mal höhere Empfindlichkeit als normale Relais auf, d.h. der Erregerstrom der Spule beträgt nur etwa 1/10 des Erregerstromes, der für normale Relais erforderlich ist.

Diese Tatsache erlaubt es, Reed-Relais mit geringen Abmessungen aufzubauen, so daß sie sich z.B. zum direkten Einbau in gedruckte Schaltungen eignen. Eine Sonderform der Reed-Relais ist in einem Standard-Dual-In-Line-Gehäuse mit 14 Anschlüssen untergebracht, so daß man diese Reed-Relais wie ein IC einbauen kann.

Das spulenbetätigte Reed-Relais läßt sich bei allen Anwendungen einsetzen, die mit normalen Relais auch auszuführen sind (Bilder 4...9). Zur Unterdrückung der Selbstinduktionsspannung bieten sich wieder die Schaltungen der Bilder 10...12 an.

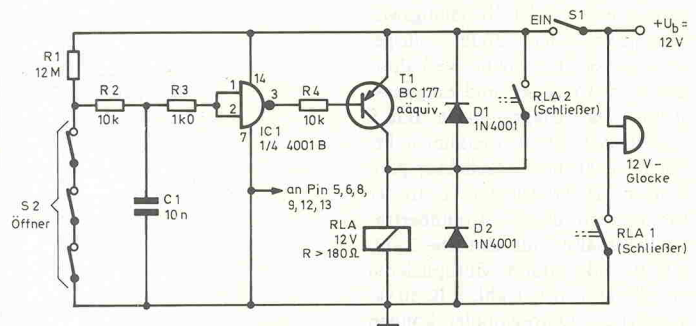


Bild 17. Einfache Einbruchalarm-Anlage mit in Reihe geschalteten Sensoren.

Reed-Kontakt-Sensoren in Reihe schalten.

Bild 17 zeigt das Prinzip einer derartigen Alarmanlage, die mit Selbsthaltung arbeitet, so daß nach Auslösen eines Sensors die Anlage eingeschaltet bleibt, bis man sie von Hand wieder ausschaltet. Durch den Einsatz eines CMOS-ICs in der vorliegenden Schaltung beträgt der Ruhestrom nur ca. 1 μ A. Die Alarmanlage arbeitet mit einer Batterie und ist damit netzunabhängig.

Wenn einer der Sensorschalter öffnet, gelangt Spannung an den Eingang des CMOS-Gatters 4001B, das als Inverter geschaltet ist und über den Transistor T1 das Relais RLA steuert. Nach dem Einschalten hält sich das Relais über den Selbsthaltekontakt RLA2 und betätigt den Alarmgeber (Glocke, Hupe oder dergleichen) über den Kontakt RLA1. Das aus R2, R3 und C1 bestehende Filter unterdrückt Störspitzen am Eingang des ICs und trägt zur Verhinderung von Fehlalarmen bei.

Opto-Koppler

Der sogenannte Opto-Koppler ist ein rein elektronisches Bauelement. Es besteht aus einer LED, die infrarotes Licht aussendet und einem lichtempfindlichen Element — meistens ein Fototransistor — der auf die Wellenlänge der LED abgestimmt ist. Beide Elemente sind in einem kleinen lichtundurchlässigen Gehäuse untergebracht. Die grundsätzliche Anordnung ist in Bild 18 dargestellt.

Solange kein Strom durch die LED fließt, ist der Fototransistor T1 gesperrt. Fließt jedoch ein gewisser Strom durch die LED (über S1 und über den Strombegrenzungswiderstand R1), leuchtet die LED und der Fototransistor wird leitend, so daß am Arbeitswiderstand R2 eine Spannung entsteht. Der Eingang (LED) und der Ausgang (Transistor) sind nur optisch gekoppelt, elektrisch jedoch voneinander isoliert.

Der wichtigste Parameter eines Op-

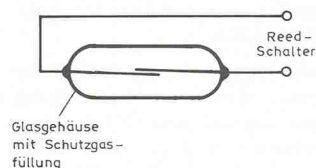


Bild 13. Aufbau eines Reed-Relais.

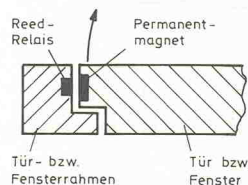


Bild 16. Reed-Relais als Sensor für eine Einbruchalarm-Schaltung.

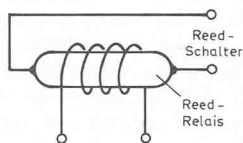


Bild 14. Spulenerregtes Reed-Relais.

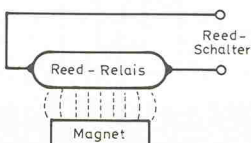
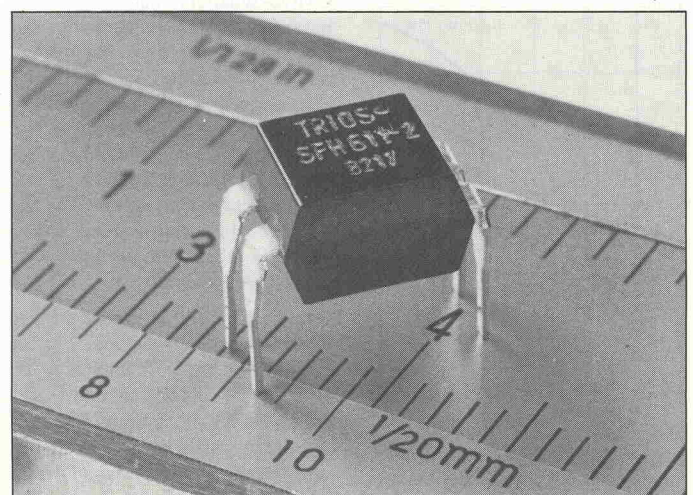


Bild 15. Permanentmagnetenerregtes Reed-Relais.

Weil das Reed-Relais auf äußere Magnetfelder reagiert, eignet es sich natürlich ausgezeichnet als Sensor in Alarmanlagen, wie es in Bild 16 angedeutet ist. Der Reed-Kontakt ist in den Rahmen einer Tür oder eines Fensters eingebaut. Der Permanentmagnet befindet sich in einem kleinen Einschnitt in der Tür oder im Fenster. Sind Tür oder Fenster geschlossen, ist der Magnet nur sehr wenig von dem Reed-Kontakt entfernt, so daß der Kontakt aktiviert, d.h. geschlossen ist. Öffnet man jedoch Tür oder Fenster, kehrt der Reed-Kontakt in seinen Ruhezustand zurück und löst den Alarm aus. Wie bereits früher erwähnt, kann man eine Anzahl



Opto-Koppler im 4-poligen DIL-Gehäuse (Foto: Siemens).

to-Kopplers ist der Kopplungswirkungsgrad oder, anders ausgedrückt, das Übertragungsverhältnis zwischen Ausgangs- und Eingangsstrom. Das Diagramm in Bild 9 zeigt drei typische Kennlinien bei unterschiedlichen Kollektorspannungen des Transistors T1. In der Praxis wird dieses Stromübertragungsverhältnis als einfache Zahl, z.B. 0,5 oder (durch Multiplizieren mit 100) als Prozentzahl, z.B. 50 %, angegeben. Opto-Koppler können Einzeltransistoren oder auch Darlington-Transistoren als Fototransistor enthalten, so daß Übertragungsverhältnisse zwischen etwa 10% und 300% möglich sind.

CMOS-Halbleiter-Schalter

Beim Einsatz von Opto-Kopplern muß man beachten, daß der Ausgang (Transistor) des Opto-Kopplers den Strom in nur einer Richtung durchläßt (vom Kollektor zum Emitter). CMOS-Halbleiterschalter dagegen leiten den Schaltstrom in beide Richtungen. In Bild 20 sind (a) die Grundschaltung

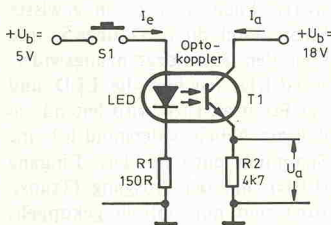


Bild 18. Grundanordnung eines Opto-Kopplers.

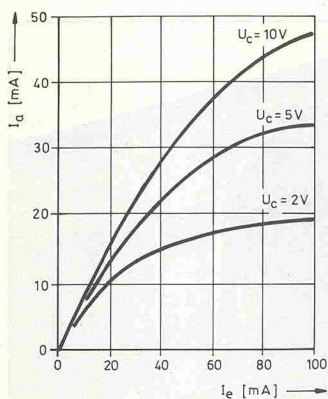


Bild 19. Typische Eingangs-Ausgangs-Charakteristik eines einfachen Opto-Kopplers bei unterschiedlichen Kollektorspannungen des Ausgangstransistors.

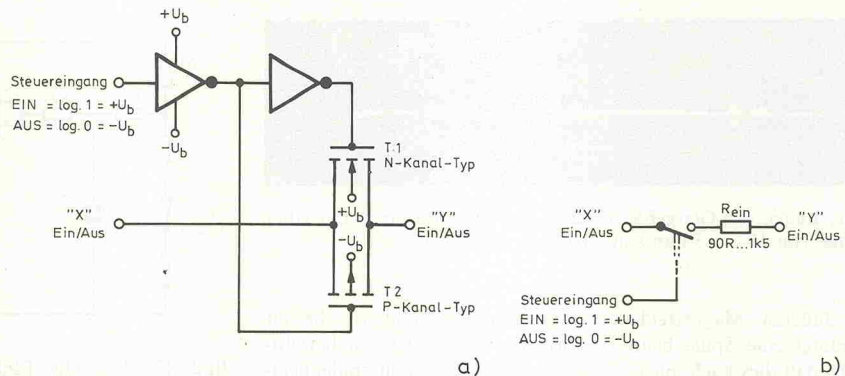


Bild 20. Grundschaltung (a) und Ersatzschaltung (b) eines einfachen CMOS-Halbleiterschalters.

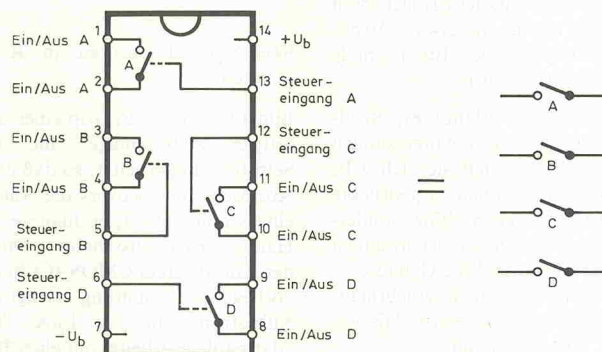


Bild 21. Das IC 4066 B wirkt wie vier unabhängige Relais mit jeweils einem Schließer.

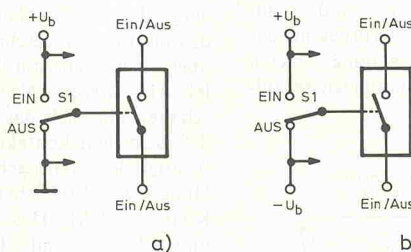


Bild 22. Stromversorgung für CMOS-Halbleiterschalter bei (a) Digital- und (b) Analoganwendungen.

und (b) die Blockschaltung eines CMOS-Schalters dargestellt. Die Ersatzschaltung verdeutlicht, daß Halbleiterschalter im allgemeinen nur einen Schließer und wegen der CMOS-Technologie einen nahezu unendlich hohen Widerstand des Steuereingangs aufweisen. Zu beachten ist, daß der hier betrachtete CMOS-Schalter als echter Analog-Schalter eingesetzt werden kann, also z.B. auch zum Schalten von Nf-Signalen geeignet ist.

Das eigentliche Schaltelement des CMOS-Halbleiterschalters in Bild 20 bilden die Transistoren T1 und T2. Sie sind als N- und P-Kanal-MOSFET-Transistor ausgebildet, die invertiert parallel geschaltet sind (Drain an Source und Source an Drain). Ihre Gates werden gemeinsam, jedoch gegenphasig ge-

steuert, so daß beide Ausgangstransistoren gleichzeitig entweder beide sperren oder beide durchgeschaltet sind.

Im Sättigungsbetrieb der beiden Transistoren T1 und T2 darf der Signalstrom in beide Richtungen fließen, vorausgesetzt, die Signalspannung übersteigt nicht die Spei-

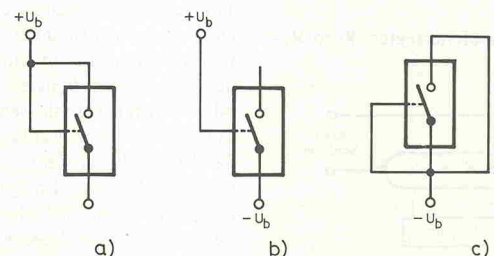
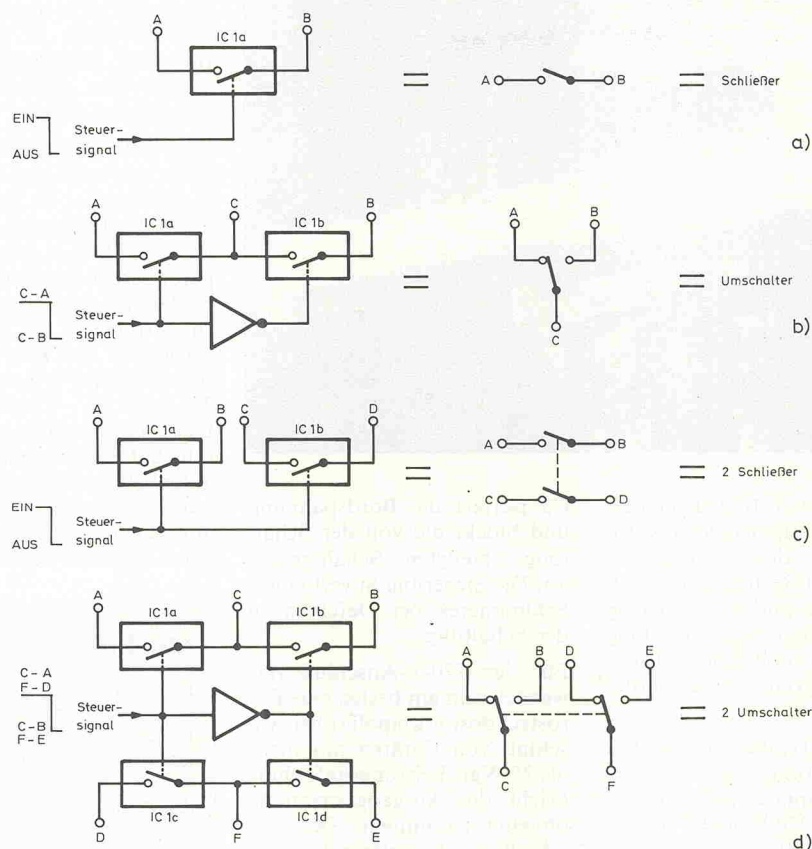


Bild 23. Unbenutzte Anschlüsse des 4066 B müssen mit einer der dargestellten Schaltungsanordnungen gesperrt werden.

sespannung. Man kann deshalb die Anschlüsse X und Y wahlweise als Eingang oder als Ausgang benutzen. Bei praktischen Anwendungen muß man jedoch berücksichtigen, daß dieser Halbleiterschalter einen definierten Innenwiderstand im eingeschalteten Zustand aufweist. Bei den ersten Typen dieser Halbleiterschalter betrug er immerhin noch etwa 1 kΩ. Bei moderneren Typen, z.B. beim 4066 B (siehe Bild 21), liegt der Schalterwiderstand bei 90 Ω.

Das IC 4066 B beinhaltet 4 identische CMOS-Schalter mit einer gemeinsamen Stromversorgung und ist deshalb als Halbleiter-Relais mit 4 Schließern anzusehen. Die Halbleiter-Schalter eignen sich für Digital- und Analoganwendungen. Bild 22 zeigt die für Digital- und Analoganwendungen typischen Anschlüsse an die Stromversorgung und Ein- und Ausgänge des eigentlichen Schalters.

Beim Einsatz als digitaler Schalter kommt man mit nur einer Speisespannung aus (Bild 22a). Bei Analogbetrieb benötigt man jedoch symmetrische Speisung (Bild 22b). Ist nur eine Speisespannung vorhanden, muß man zwei Vorspannungen von jeweils 1/2 U_b über zwei hochohmige Spannungsteiler erzeugen und jeweils eine an Ein- und Ausgang des Halbleiterschalters legen. Das Analog-Signal muß dann allerdings über Kondensatoren zu- und abgeführt werden.



Beim Einsatz des 4066 B müssen alle unbenutzten Anschlüsse des ICs gesperrt sein. Die Steuereingänge sind an die positive Speisespannung und jeweils der Schalterein- oder -ausgang an die positive oder negative Speisespannung zu legen (bzw. an null Volt bei der Digitalanwendung). Man kann auch die drei zu einem Schalter gehörenden Anschlüsse mit der negativen Speisespannung (oder null Volt) verbinden, wie es in Bild 23 angedeutet ist.

In Bild 24 ist noch gezeigt, wie sich mit Halbleiterschaltern die von den normalen Relais her gewohnten Schaltkonfigurationen realisieren lassen. Für die Umschaltfunktion (Bild 24b) benötigt man 2 ICs und einen zusätzlichen Inverter (4001 B oder 4011 B usw.) zwischen den Steuereingängen der Schalter 1a und 1b. Der Doppelumschalter (Bild 24d) ist nur eine Erweiterung der Schaltung von Bild 24b, wobei zwei weitere Halbleiterschalter hinzugefügt sind.

Bild 24. Realisierung der vier möglichen Relais-Grundschaltungen mit dem 4066 B.

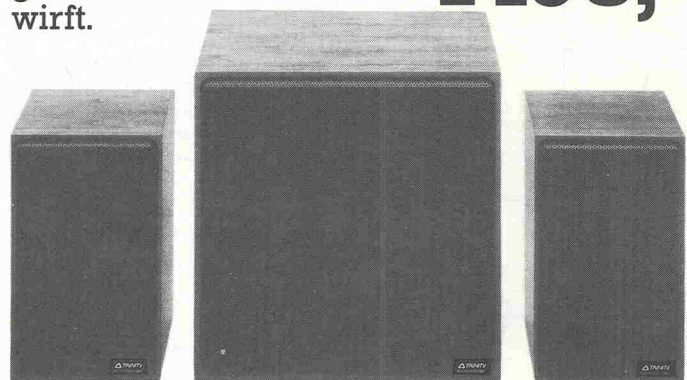
Aktive Satelliten im Umlauf

Das Satellitenzeitalter im Boxenselbstbau hat jetzt begonnen.

Zu einem Preis, der einen glatt aus der Umlaufbahn wirft.

komplett

1498,-



Dazu paßt der NAD 1130 Vorverstärker.



Klassenreferenz in Stereoplay 4/86

für

448,-

- Ein aktiver Subwafer und zwei aktive Satelliten-Systeme sorgen für brillanten Klang.
- Satter Baß, transparente Mitten und überzeugende Höhen zeichnen diesen konkurrenzlosen Bausatz aus.
- Mit einer Gesamt-Verstärkerleistung von 240 Watt Sinus (3 x 80 Watt Sinus).
- Einer komplett vormontierten und geprüften Elektronik (also kein Basteln, kein Experimentieren).
- Zeitlos schöne Gehäuse aus Esche natur (läßt sich in allen Holzfarbtönen beizen).
- Der Zusammenbau ist sehr einfach und dauert für den Ungeübten etwa 1 Stunde.

- Dieser Kit ist ein Angebot, das Maßstäbe setzt. Das hört sich nicht nur gut an, das sieht auch gut aus. Greifen Sie nach den Sternen – holen Sie sich die Satelliten. Vorführbar in unserem Studio im Hörvergleich.
- An jedem Vorverstärker und Vollverstärker anschließbar.

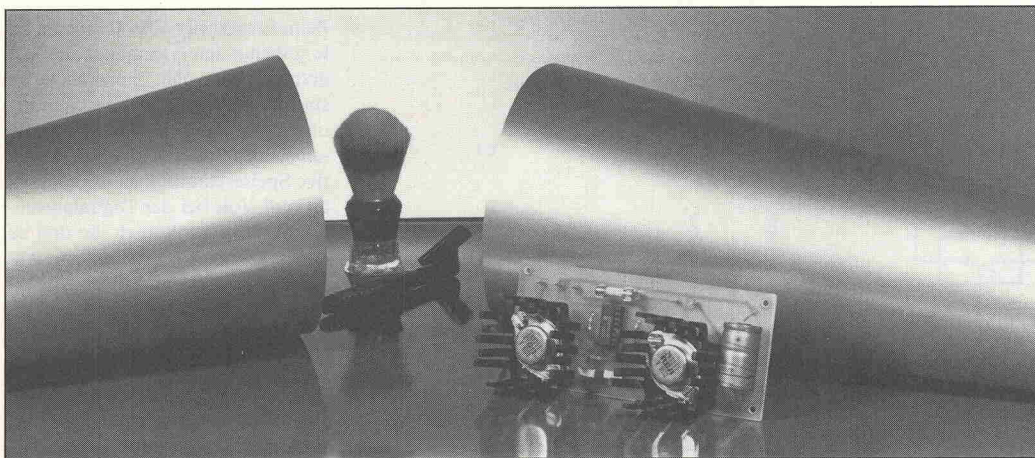
Coupon
5,- DM Schutzgebühr in Briefmarken sind beigelegt.

Schicken Sie mir den „Boxen-Planer“.

Name: _____ Adresse: _____

HIGH-TECH Lautsprecher Factory

(02 31) 52 80 91 · Bremer Straße 28-30 · 4600 Dortmund 1



Bart ab

Wolf-Dieter Roth

Der gestreßte Manager macht's zwischen-durch im Auto. Der hydrophile Urlauber macht's zuweilen im Segelboot. Oft fehlt jedoch die Spannung.

Handelsübliche Rasierapparate benötigen eine 220-Volt-Wechselspannung, die manchmal eben nicht vorhanden ist, zum Beispiel beim Camping. Während sich Radios und Fernseher oft direkt aus dem 12-Volt-Bordnetz betreiben lassen, hilft beim Rasierer auch das Umschalten auf 110 V nicht weiter. Ein Konverter muß her, der die 12-V-Gleichspannung in 220 V Wechselspannung umformt. Wichtig ist dabei das Einhalten der Netzfrequenz von 50 Hz, da der Schwinganker des Rasierers sonst nicht in Resonanz kommt, was zu mangelhafter Rasur (zu wenig Hub) führt. Daher scheiden selbstschwingende Schaltungen aus, da deren Frequenz von der Belastung abhängig ist. Auf Form und Amplitude der Wechselspannung kommt es dagegen nicht so genau an — ein einfacher Gegentakt-Umformer ohne Stabilisierung ist ausreichend.

Zwei Gatter eines CMOS-Inverter-Arrays CD 4049 (IC 1) sind hierbei mit R1, C1, R2, C2 als Multivibrator geschaltet, der die 50-Hz-Rechteckspannung erzeugt. Die restlichen

vier Gatter von IC 1 dienen als Treiber für die Schalttransistoren T1, T2, deren Basisstrom von R3 und R4 bestimmt wird. T1 und T2 sind so großzügig bemessen, daß bei Verwendung von Fingerkühlkörpern Kurzschlußfestigkeit gewährleistet ist.

Der Trafo Tr, das teuerste Teil der Schaltung, spannt die Rechteckimpulse auf die gewünschten 220 V hoch. Ob das Ganze auch funktioniert, zeigt die Glühlampe Gl an. Wird ein Typ mit eingebautem Vorwiderstand für 220-V-Betrieb verwendet, kann R5 entfallen.

C3 puffert die Bordspannung und blockt die von der Schaltung erzeugten Schaltspitzen ab. Die Sicherung Si verhindert Schlimmeres bei Defekten in der Schaltung.

Für den 220-V-Anschluß verwendet man am besten eine Eurosteckdose (zweipolig), bei Anschluß von Geräten mit mehr als 25 Watt Leistungsaufnahme bricht die Ausgangsspannung ohnehin zusammen. Der Anschluß von Kassettenrekordern oder anderen elektronischen Geräten ist wegen fehlender Stabilisierung und abweichender Kurvenform der Ausgangs-

spannung nicht anzuraten. Auf der 12-V-Seite ist ein Stecker für die Zigarettenanzünderbuchse die praktischste Anschlußmöglichkeit.

Man sollte den Konverter allerdings nur beim stehendem Auto verwenden, da sonst die zu hohe Bordspannung den Konverter und auch den Rasierapparat beschädigen könnte. Eine Entladung der Batterie ist nicht zu befürchten, da der Stromverbrauch des Converters gering ist (unter 1 A, weniger als 200 mA im Leerlauf ohne Last). Die Schaltung kann notfalls auf einer Lochrasterplatte aufgebaut werden, doch auch mit einer geätzten Platine ist sie auf jeden Fall billiger als ein neuer Batterierasierer.

Stückliste

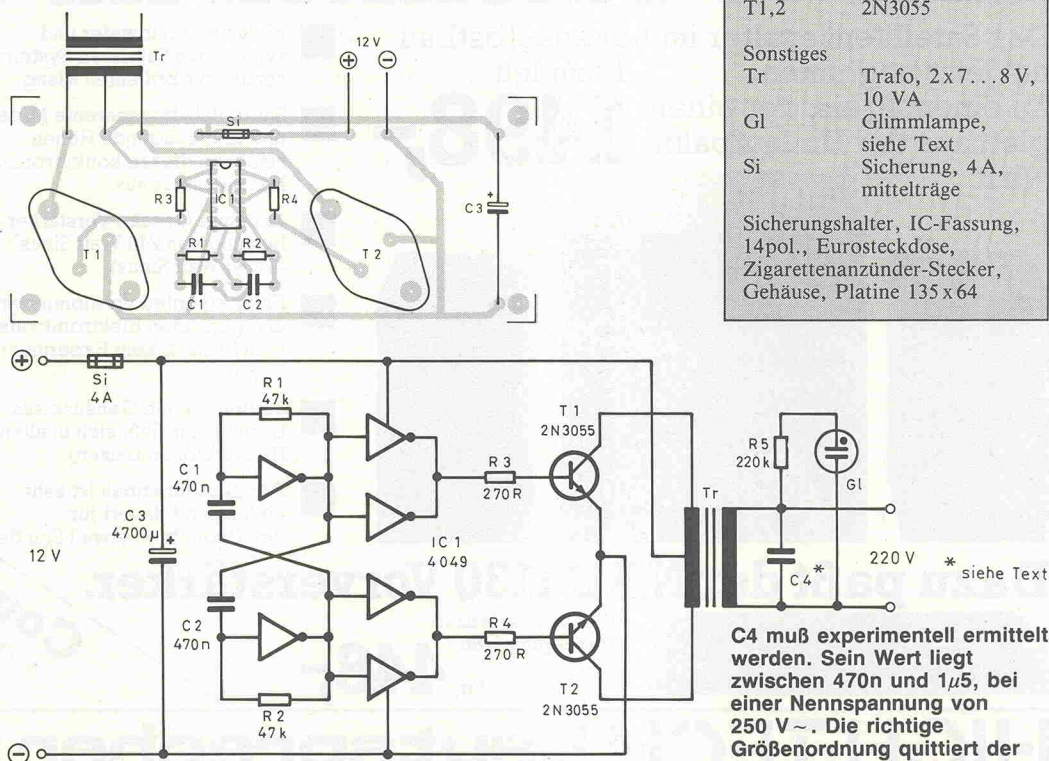
Widerstände 1/4 W, 5%
R1,2 47k
R3,4 270R
R5 220k (siehe Text)

Kondensatoren
C1,2 470n, MKT
C3 4700µ, 25 V, liegend
C4 siehe Schaltbild

Halbleiter
IC1 4049
T1,2 2N3055

Sonstiges
Tr Trafo, 2x7...8 V, 10 VA
Gl Glühlampe, siehe Text
Si Sicherung, 4 A, mittelträge

Sicherungshalter, IC-Fassung, 14pol., Eurosteckdose, Zigarettenanzünder-Stecker, Gehäuse, Platine 135 x 64



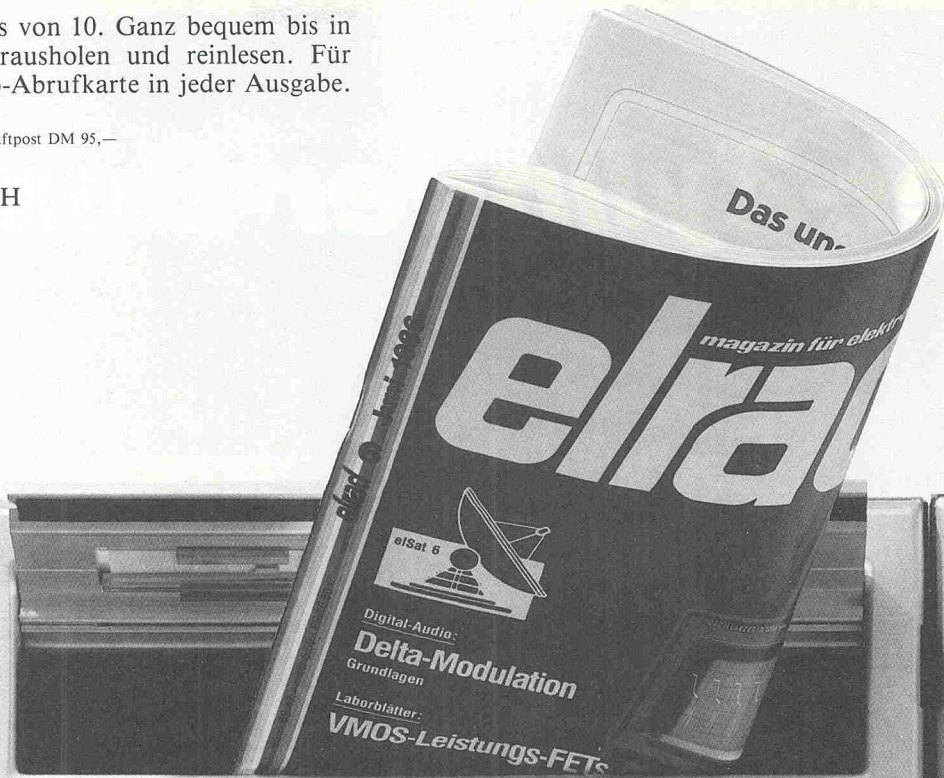
C4 muß experimentell ermittelt werden. Sein Wert liegt zwischen 470n und 1µ5, bei einer Nennspannung von 250 V~. Die richtige Größenordnung quitiert der angeschlossene Rasierer mit einem deutlichen Brumm-Maximum.

Frisch eingetroffen. Weil bestellt.

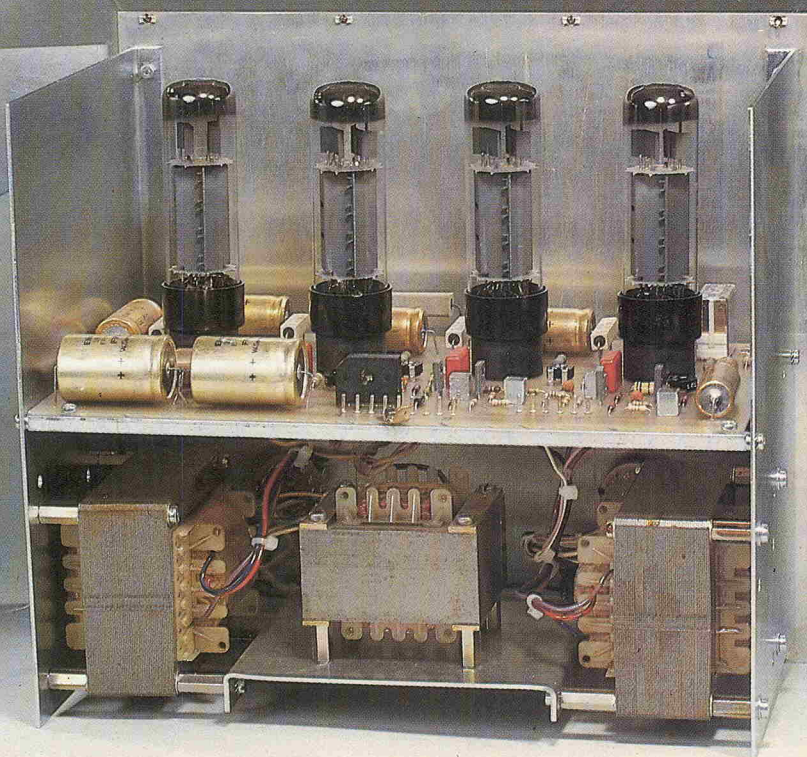
elrad. 11 Hefte zum Preis von 10. Ganz bequem bis in den Kasten. Nur noch rausholen und reinlesen. Für 60,— DM* im Jahr. Abo-Abrufkarte in jeder Ausgabe.

* = Ausland: Normalpost DM 73,—, Luftpost DM 95,—

Verlag Heinz Heise GmbH
Bissendorfer Str. 8
3000 Hannover 61
Tel. (05 11) 53 52-0



Vier-Zylinder-Boxer



G. Haas

Die Umrüst-Anleitung der Experience-Endstufe im Heft 12/86 auf 'Hifi' beendeten wir mit dem Versprechen (oder mit der Drohung — je nachdem, wie man zu Röhrenschaltungen steht), daß 'weitere Schaltungen folgen würden'.

In elrad Heft 5/86 wurde für den Experience eine Mono-Röhrenendstufe mit 120 W Ausgangsleistung vorgestellt (siehe dazu auch Heft 12/86). Da das Gerät vom Grundkonzept her ein Stereo-Instrumenten-Verstärker ist, bringen wir in diesem Heft die zur Vervollständigung fehlende Stereo-Röhrenendstufe als Bauanleitung. Wegen zahlreicher Anfragen bezüglich der Hifi-Tauglichkeit der Experience-Endstufen wird am Ende des Artikels auch darauf eingegangen.

In den erwähnten Heften wurden das Grundrezept, die Mechanik und die Netzteilschaltung bereits ausführlich

abgehandelt; deshalb soll hier nur soweit darauf eingegangen werden, wie es zum Verständnis und zum sicheren Nachbau der Schaltung nötig ist. Es werden auch gleich die seit Beginn der Artikelserie über den Experience gemachten Erfahrungen berücksichtigt. Grundsätzlich ist auch diese Endstufe für Gitarren- und Instrumentenverstärker konzipiert, aufgrund ihrer Leistungsdaten kann sie aber problemlos auch für Stereoanlagen verwendet werden.

Für beide Endstufen (Bild 1) wird ein Netzteil benutzt. Die Pins für den Ka-

Stückliste

Widerstände
(1/4 W soweit nicht anders angegeben)

R101	2,2k
R102,103,104	220k
R105,106	680k
R107	18k
R108,109	100k, 1/2 W
R110	56k, 1/2 W
R111	1k5
R112	33k

R113	10k
R114,115	47k
R116,117	220k
R118,119	10k
R120,121	10R, 1 W
R122,123	1k, 5 W
P101,102,103	25k, Piher PT 10 LV

Kondensatoren	
C101	33pF, 500 V, Keramik RM5
C102,103	0,68µF, 100 V, MKH RM7,5

C104,105	10pF, 500 V, Keramik RM5
C106	33pF, 500 V, Keramik RM5
C107	22µF, 450 V, Elko axial
C108	10pF, 500 V, Keramik RM5
C109,110	0,1µF, 400 V, MKS 4, RM15
C111	22µF, 100 V, Elko axial

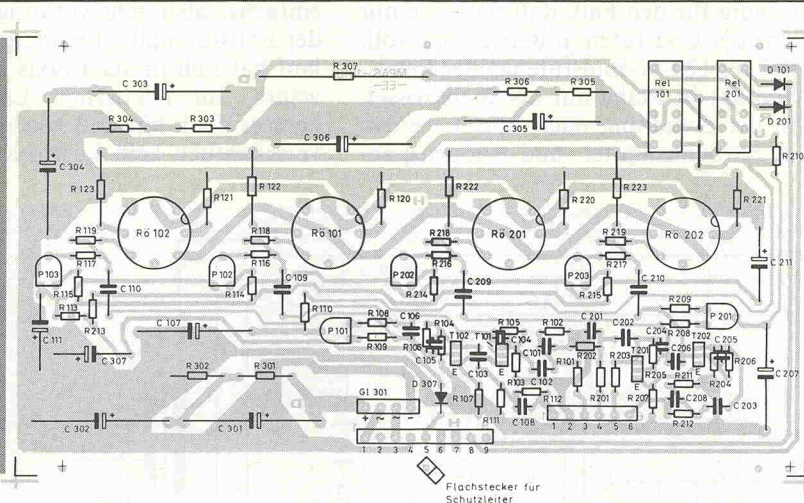
Sonstiges	
R0101,102	EL 34
T101,102	BF459
Bula, 1b	Klinkenbuchse LJ-035
S1	Stufenschalter 1 x 3
Rel	2 x UM Siemens 101
	V23037-A0002-A101
D101	IN4148
Ü101	Übertrager Typ A-234 (EXPERIENCE electronics)

2 Stück Oktalsockel für Printmontage

Netzteil

D301	1N4004
Gl301	KBU 4 J
R301,302,303,304,305,306	150kΩ, 1 W
R307	1k, 1 W
C301,302	100µF, 350 V, Elko axial
C303,304,305,306	47µF, 350 V, Elko axial
Dr301	Siebdrössel Typ D-0866 (EXPERIENCE electronics)

Bild 2. Der Bestückungsplan. Die Bauteile für den ersten Kanal beginnen mit 1 ..., die für den zweiten Kanal mit 2 ... und die Netzteilkomponenten mit 3 ...



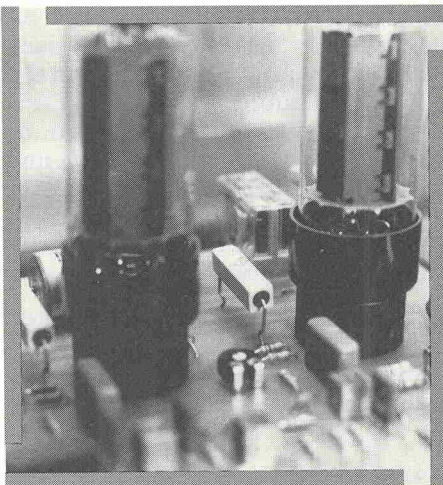


Bild 3. Die Hochlastwiderstände werden mit 'Luft' montiert.

wenigstens 70 bis 80 W ausgelegt sein müssen. Nach dem Anlegen der Betriebsspannungen ohne Anodenspannung prüft man zunächst, ob die Röhrenheizungen funktionieren. Dann steckt man in die Lautsprecherbuchsen von beiden Endstufen Klinkenkabel und prüft, ob das richtige Relais schaltet: Wird eine Lautsprecherbuchse von Endstufe 1 belegt, muß Relais 101 anziehen, bei Belegung einer Lautsprecherbuchse von Endstufe 2 muß Relais 201 anziehen. Nun prüft man, ob die Potis P102, P103, P202 und P203 auf Linksanschlag stehen; P101 und P201 müssen in Mittelstellung stehen. Während dieser Vorprüfungen haben sich die Röhren genügend aufgeheizt, so daß die weiteren Arbeiten vorgenommen werden können.

Im Schaltplan in Bild 1 ist eine Reihe von Bauteilen mit * gekennzeichnet. Für uns sind an diesem Punkt vorläufig nur die beiden Kondensatoren C106 und C206 von Bedeutung. Sie sollten den angegebenen Wert von 33 pF haben. Alle anderen mit * gekennzeichneten

neten Kondensatoren werden erst bei Bedarf bestückt, doch davon später. Am einfachsten nimmt man zunächst Endstufe 1 in Betrieb. Dazu schließt man an dem einen Lautsprecherausgang den Lastwiderstand an (Impedanzwählschalter auf den richtigen Wert einstellen!) und an den anderen das Oszilloskop. Nun wird die Anodenspannung eingeschaltet. Wer das Netzteil aus elrad, Heft 4/86 verwendet, kann die Anodenspannung über die SBY-Relais einschalten, indem die Pins 20L und 5L mit einem Prüfkabel verbunden werden. Wer den 19-Zoll-Rahmen mit dem Control-Modul besitzt, kann die Anodenspannung über die SBY-Taste einschalten.

Ist die Anodenspannung eingeschaltet, sollte auf dem Oszilloskop nichts Besonderes sichtbar sein. Ist ein tieffrequentes Signal mit hoher Amplitude sichtbar und auch akustisch wahrnehmbar, sind die Anodenanschlüsse des Ausgangsübertragers vertauscht. Wenn die Anodenanschlüsse richtig liegen, stellt man mit den Trimpotentiometern P102 und P103 die Ruhestrome der Röhren ein. An den dazugehörigen Kathodenwiderständen R120 und R121 müssen jeweils 0,4 V anliegen; dann beträgt der Kathodenstrom

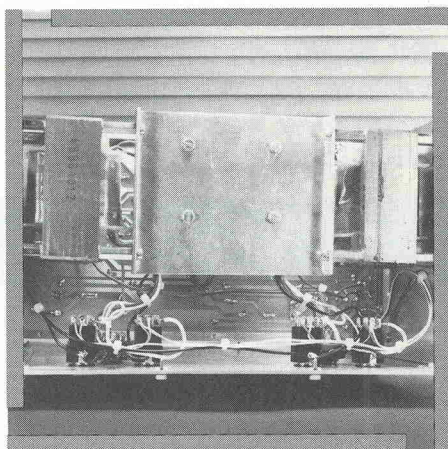


Bild 4. Ausgangstrafos und Impedanz-Umschalter.

danken es aber durch Kontakt- und Betriebssicherheit und lange Lebensdauer.

Zur Inbetriebnahme werden Sinusgenerator, Oszilloskop und zwei Lastwiderstände mit 4, 8 oder 16 Ω benötigt, die für eine Dauerbelastbarkeit von

Die Anodenspannung wird erst eingeschaltet, wenn ein Lautsprecherstecker in die Klinkenbuchse eingesteckt wird.

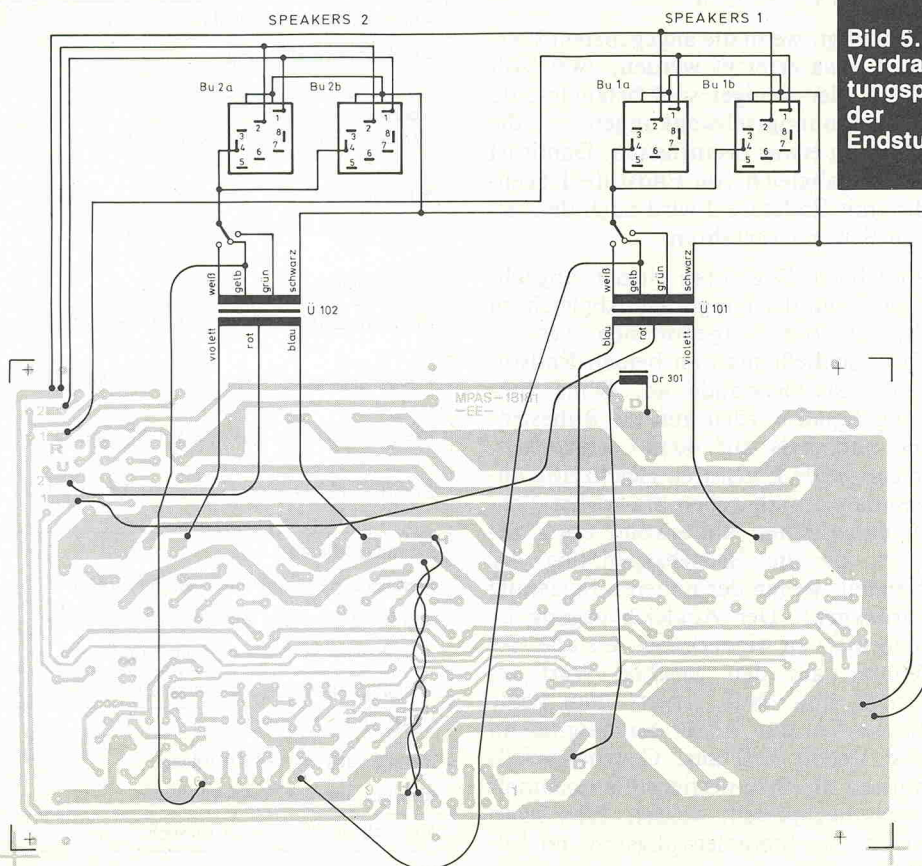


Bild 5. Der Verdrahtungsplan der Endstufe.

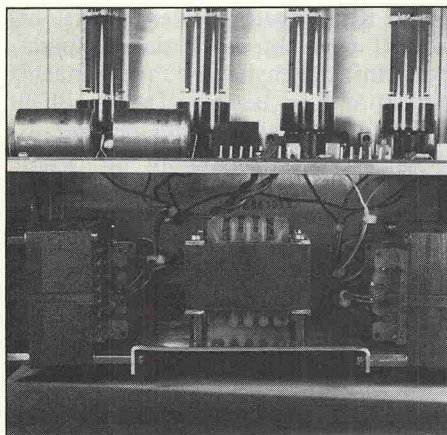


Bild 6. Montage der Drossel zwischen den Ausgangstrafos.

genden Meßwerten durchgeführt werden.

(Die Spannungsangaben sind wieder Spitze-Spitze-Werte, also mit dem Oszilloskop gemessen.)

$$4 \Omega: 44 V_{ss} = 60 W$$

$$8 \Omega: 62 V_{ss} = 60 W$$

$$16 \Omega: 88 V_{ss} = 60 W$$

Beide Endstufen läßt man nun etwa eine halbe Stunde mit Vollaussteuerung laufen, die Röhren werden dadurch eingebrannt und in den Daten stabiler. Zum Schluß führt man noch einmal den ganzen Abgleichvorgang sorgfältig durch. Die Ausgangssignale sollten zum Schluß bei verschiedenen Aussteuerungen kritisch mit dem Oszilloskop betrachtet werden. Es kann sein, daß bei manchen Signalpegeln hoch-

frequente Schwingungen auf einer Sinushalbwellen oder auch auf beiden Halbwellen auftreten. Dann werden die Kondensatoren C104 und C105 bzw. C204 und C205 eingesetzt. In hartnäckigen Fällen müssen C108 und C208 eingesetzt werden. Die im Schaltplan Bild 1 angegebenen Werte gelten als erprobte Richtwerte, müssen aber gegebenenfalls geändert werden.

In der Tabelle sind die Leistungsdaten zusammengestellt. Bei einem korrekten und sorgfältigen Aufbau dürfte es kaum Schwierigkeiten bereiten, diese

40 mA. Nun gibt man ein Signal von 1 kHz auf den Eingang und erhöht es so lange, bis die Sinushalbwellen anfangen abzukappen. Mit P101 wird auf symmetrisches Abkappen eingestellt. An dieser Stelle kann der erste Leistungstest erfolgen. Je nach Lastwiderstand müssen mit dem Oszilloskop etwa folgende Werte zu messen sein:

(Achtung: Die Spannungsangaben sind Spitze-Spitze mit einem Oszilloskop gemessen!)

$$4 \Omega: 49 V_{ss} = 75 W$$

$$8 \Omega: 69 V_{ss} = 75 W$$

$$16 \Omega: 98 V_{ss} = 75 W$$

Es genügt, wenn die angegebenen Werte in etwa erreicht werden, zwei Volt mehr oder weniger sind belanglos, da Netzspannungsschwankungen die Messung etwas beeinflussen. Damit ist der Vorabgleich von Endstufe 1 beendet, mit Endstufe 2 wird nach demselben Schema verfahren.

Sind beide Endstufen einzeln abgeglichen, muß der endgültige Abgleich im Stereobetrieb vorgenommen werden. Dazu schließt man an beiden Endstufen Lastwiderstände an. Ohne Eingangssignal werden nun die Ruhestrome nochmals auf 40 mA eingestellt. Wenn beide Endstufen gleichzeitig angeschaltet sind, gehen die vorher richtig eingestellten Ruhestrome etwas zurück, da die Betriebsspannung des Netzteils wegen der höheren Belastung zurückgeht. Der Abgleichvorgang ist mehrmals zu wiederholen, bis alle vier Röhren auf den gleichen Wert gebracht sind. Nun steuert man beide Endstufen mit 1 kHz Sinussignal an und steuert voll aus. Gegebenenfalls müssen die Symmetrierpotis nochmals etwas nachgestellt werden. Hier kann bereits der Stereoleistungstest mit fol-

Geräusch- und Fremdspannungen sind im Absolutmaß dBV angegeben. Die Relativ-Werte in dB ergeben natürlich eine wesentlich bessere 'Optik'.

Tabelle 2 x 60 W Endstufe

Alle Daten beziehen sich auf 1 kHz und Stereobetrieb (sofern nichts anderes angegeben). Bei mit # gekennzeichneten Angaben bitte auch den Text beachten.	
Kathodenstrom pro Röhre	40 mA
Leerlaufverlustleistung	120 W (einschließlich Heizleistung)
Sinusleistung an 4, 8 und 16 Ω nur eine Endstufe eingeschaltet #	75 W \pm 0,5 W (Monobetrieb)
Musikleistung	115 W
Stereo beide Endstufen eingeschaltet #	2 x 62,3 W \pm 0,5 W (Stereobetrieb)
Musikleistung	2 x 85 W
Frequenzgang bei Pa = 2 x 50 W an 8 Ω	40 Hz ... 24 kHz (\pm 1 dB)
Frequenzgang bei Pa = 2 x 10 W an 8 Ω	23 Hz ... 25 kHz (\pm 1 dB)
Frequenzgang bei Pa = 2 x 1 W an 8 Ω	22 Hz ... 25 kHz (\pm 1 dB)
Frequenzgang bei Pa = 2 x 0,1 W an 8 Ω	21 Hz ... 30 kHz (\pm 1 dB)
Fremdspannung	-62 dBV
Geräuschspannung Filter dB(A) effektiv	-74 dBV
Geräuschspannung Filter CCIR-468 Spitze	-62 dBV
jeweils gemessen bei offenen Eingängen	
Eingangsspannung für Vollaussteuerung #	2 dBV \pm 1,25 V _{eff}
Verstärkung am 4- Ω -Ausgang	22 dB
Verstärkung am 8- Ω -Ausgang	25 dB
Verstärkung am 16- Ω -Ausgang	28 dB
Klirrfaktor im linearen Bereich	< 0,1 %

Bild 7. Ansicht des kompletten Moduls von oben ...

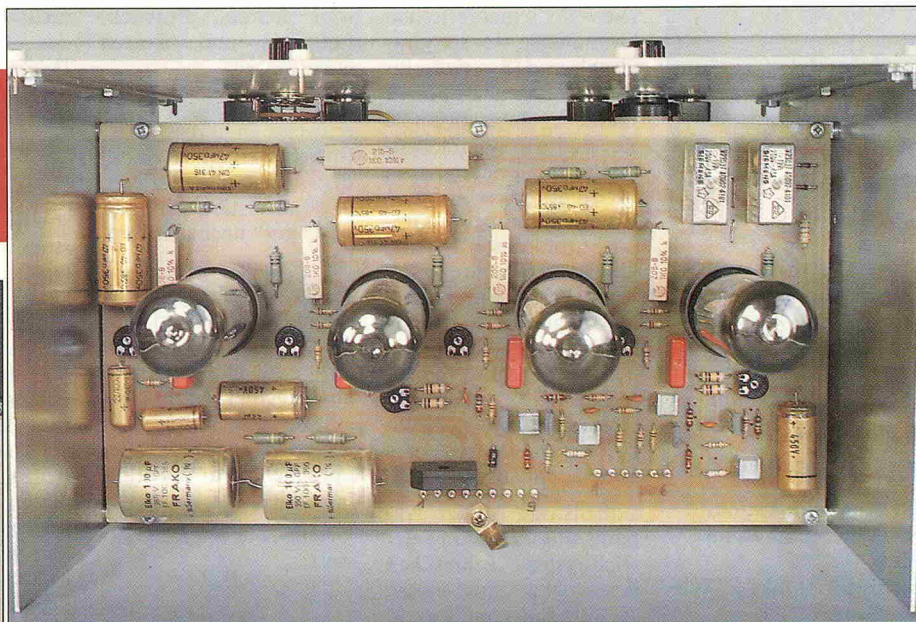
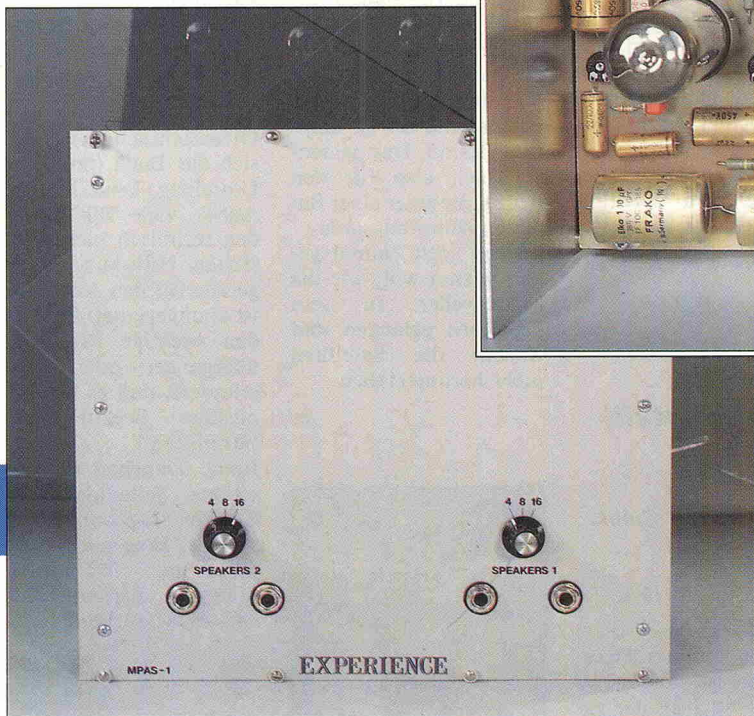


Bild 8. ... und von der Frontplatte her.



Leistungsdaten zu erreichen, vor allem wenn die in der Stückliste angegebenen Trafos verwendet werden. An dieser Stelle sei auch die Hifi-Tauglichkeit der Endstufe erwähnt. Wer sich an dem Frequenzgang bei 50 W stört, vor allem an der unteren Grenzfrequenz, dem sei der Artikel 'Daten auf dem Prüfstand' im elrad-Sonderheft 'Remix' zum genauen Studium empfohlen. 40 Hz als untere Grenzfrequenz sind auch in den Studionormen festgehalten. Außerdem sollte man bedenken, daß 2 x 100 mW durchschnittliche Ausgangsleistung schon mehr als Zimmerlautstärke ist (gute Boxen vorausgesetzt). Dieser Frequenzgang (siehe Tabelle) ist dann mehr als ausreichend. Die Frequenzgangabweichungen von ± 1 dB beziehen sich mehr auf die Bandgrenzen, dazwischen kann durchschnittlich mit einer Amplitudenabweichung von $\pm 0,5$ dB gerechnet werden, was vollauf genügt.

Um für die Hifi-Fans auch die richtigen Vergleichswerte zur Verfügung zu stellen, noch folgende Anmerkungen

zur Geräuschspannung: In der Heimstudioteknik werden Geräuschspannungen mit dem dB(A)-Filter bewertet, in den meisten Prospekten steht nichts darüber, da das stillschweigend vorausgesetzt wird. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind auf den Ausgangspegel von $1 V_{eff}$ bezogen = 0 dBV. Der Wert - 74 dBV ist also ein auf 0 dBV bezogener Wert, die Geräuschspannung am Ausgang der Endstufe ist demnach also rund $0,2 mV_{eff}$. Wer den auf den Eingang bezogenen Geräuschspannungsabstand wissen will, muß zu den Geräuschspannungsangaben die entsprechende Verstärkung addieren, das ergibt bei 8Ω also -99 dB. Gegebenenfalls müssen die Ruhestrome leicht erhöht werden, falls der Sinus bei höherer Aussteuerung noch Verbiegungen in den Nulldurchgängen aufweist. 45 bis maximal 50 mA müßten vollauf genügen, um auch die restlichen Übernahmeverzerrungen zu beseitigen. Die Widerstände R112 und R212 können auch noch abgeändert werden, wenn höhere Eingangsempfindlichkeit ge-

wünscht wird. Die angegebene Dimensionierung ist optimal auf die Anwendung im Experience zugeschnitten (siehe auch elrad-Heft 5/86).

Zum Schluß sei noch eine weitere Aufbau-Variante der Endstufe erwähnt. Wenn es für die Bühne genügt, eine Mono-Endstufe zu betreiben, kann ohne Probleme auf die Bestückung der zweiten Endstufe verzichtet werden. Die Drossel wird dann statt des zweiten Übertragers an den freien Platz am Seitenblech montiert. Die Kathodenströme stellt man, wie bereits beschrieben, auf 40 mA ein. Wie schon aus der Tabelle ersichtlich, steigt dann die Ausgangsleistung auf rund 75 W im Monobetrieb an. Der Hauptgrund ist der, daß die Betriebsspannung wegen der geringeren Belastung des Netzteils im Monobetrieb weniger 'einbricht' als bei Stereobetrieb. Wenn bei Stereobetrieb nur eine Endstufe vorübergehend in Betrieb ist, sind ebenfalls ca. 75 W zu erreichen. Die Ruhestrome der Röhren steigen dann auf etwa 40 bis 50 mA an, was jedoch belanglos ist. Der stereomäßige Abgleich braucht nicht verändert zu werden.

Für den Experience stehen nun drei Endstufenvarianten zur Verfügung, die jedem Anwendungsfall gerecht werden dürften: Mono 75 W, Stereo 2 x 60 W und Mono 120 W.



H. Dodel, M. Baumgart

Satellitensysteme

für Kommunikation,
Fernsehen und Rundfunk

Theorie und Technologie

Heidelberg 1986
Dr. Alfred Hüthig Verlag
213 Seiten
DM 56,—
ISBN 3-7785-1163-7

Anfang der sechziger Jahre kristallisierte sich heraus, daß sich die im Orbit befindlichen Satelliten für viele Anwendungen nutzen lassen. Aufgrund des technologischen Fortschritts sowohl bei den Satelliten als auch bei den Erdfunkstationen ging man von der rein militärischen Anwendung dazu über, die Satelliten kommerziell und im regionalen Nachrichtenaustausch einzusetzen. Die weitere Entwicklung, die heutzutage immer mehr in den häuslichen Bereich hineinreicht, läßt sich kaum abschätzen.

Das vorliegende Buch berichtet über den neuesten Stand der Technik in der Satellitenkommunikation. Es verschafft Fachleuten in Behörden und Industrie sowie Studenten der Nachrichten- und Raumfahrttechnik Verständnis für die Probleme und Möglichkeiten der Satellitensysteme. Zugleich vermittelt es einen umfassenden Überblick über das gesamte Themengebiet.

Die theoretischen Grundlagen werden praxisnah und in verständlicher Form dargeboten: Bahnen, Internationale Regelungen, Vielfachzugriffs-, Erstzugriffs-, Modulationsverfahren, Kompondierung, Klipping und Interleaving, Codierverfahren, Wellenausbreitung und meteorologische Einflüsse, Systemauslegung, Satelliten-, Erdfunkstellentechnologie, Fernseh-Heimempfang, Nachrichtensatellitensysteme und deren Entwicklung.

Lobenswert ist der Anhang mit Erklärung der wichtigsten technischen Ausdrücke, mit einem Abkürzungs- und Literaturverzeichnis sowie mit einem ausführlichen Sachregister. Insgesamt läßt sich sagen, daß mit diesem Werk ein interessantes und hochaktuelles Fachbuch vorliegt.

ls



Schaltungspraxis

Digital- und Logikschaltungen

Sonderheft Nr. 232
Franzis-Verlag
München 1986
116 Seiten
DM 19,50
ISSN 0170-0898

Dieses Sonderheft enthält nichtalltägliche Schaltungen aus der Praxis. Die Auswahl ist breitbandig und soll dem Ingenieur, Elektronik-Techniker und Schaltungsentwickler Denkansätze vermitteln, die

ihm helfen, Entwicklungszeit und Kosten einzusparen.

Die Schaltungen sind teilweise in ihrer Struktur recht komplex, durch den Einsatz spezieller ICs aber überschaubar und gut nachzuvollziehbar.

Einige Vorschläge bieten elegante Lösungen aus der PLL-, Mikrocomputer- und Datenübertragungstechnik an. Die Wiedergabe von in EPROMs gespeicherter Sprache wird ebenfalls behandelt.

Urteil: Sehr empfehlenswert.

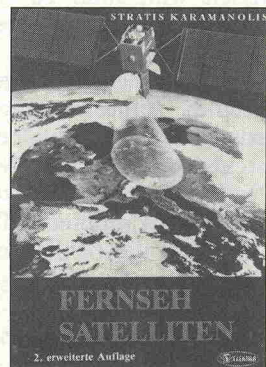
at

S. Karamanolis

Fernsehsatelliten

Neubiberg 1986
Elektra Verlags-GmbH
102 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-922238-16-5

Obwohl dieses Buch schon im Sommer '86 erschienen ist, bleibt es doch — auch in der extrem schnellebigen Satellitenszene — hochaktuell. Es bringt dem Leser in der von Karamanolis gewohnten leichtverständlichen Form ein breitgefächertes Hintergrundwissen zum Thema Fernsehsatelliten. Allerdings beschränkt sich der Autor ganz bewußt auf die theoretischen Grundlagen; praktische Bauanleitungen wird der Leser vergeblich suchen, sie würden auch den (gar



nicht so engen) Rahmen des Buches sprengen. Dafür findet man eine Menge Rechenbeispiele und Erklärungen zum Thema Bahnhöhe und 'Geschwindigkeit' von geostationären Satelliten sowie über die Leistungsbilanz von Satelliten-Sendern — gut nachzuvollziehende Erläuterungen darüber, warum beispielsweise die ECS-Satelliten nicht mit einer 60-cm-Schüssel zu empfangen sind. Das passende Buch also für den stolzen Besitzer einer Satelliten-Empfangsanlage, der jetzt einmal genau wissen will, wie die Mikrowellen in sein Feedhorn gelangen und warum die Satelliten nicht herunterfallen.

pr



P. Pfeleiderer

HiFi + Akustik

München 1983
Pflaum Verlag
144 Seiten
DM 34,—
ISBN 3-7905-0386-X

Wer die zuweilen etwas abstrusen Akustiktheorien des Herrn Pfeleiderer bereits aus den Werbeschriften seiner Firma kennt, wird dieses Buch sicherlich mit schlimmen Erwartungen aufschlagen — und er wird eine Werbeschrift vorfinden. Kaum ein Wort taucht im gesamten Buch so oft auf wie der Name 'Pfleid' als Präfix für die Theorien des Herrn Pfeleiderer. So kommt der Leser dann bereits

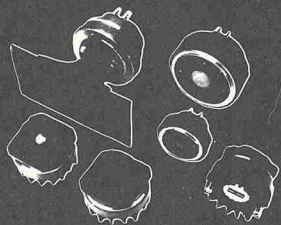
auf den ersten Seiten über Pfleid-Prinzip und Pfleid-Recording schnell zum Pfleid-Trauma. Doch nicht nur hausgemachte Akustik-Philosophien weiß der Autor gut zu vermarkten. Kommt er an einer längst bekannten physikalischen Tatsache nicht vorbei, so wird selbst diese dargestellt, als sei sie eigenem Genius entsprungen.

Offensichtlich wendet sich das Buch (poppiger Umschlag, keine Mathematik, viele Bilder) an den technisch nicht versierten HiFi-Fan. Doch gerade für den Anfänger ist es ungeeignet: Es werden wichtige Probleme übergangen oder nicht erläutert, und es werden obskure Begriffe wie 'Streifschall' (?) eingeführt. Daneben werden schöne Seitenhiebe an Konkurrenzprodukte verteilt. Eine aufwendig gemachte Werbeschüre — allerdings mit 34,— DM zu bezahlen.

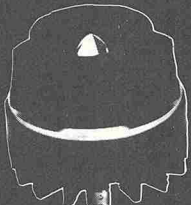
jh/hmo

McENTIRE

professional audio equipment



Informationen gegen 5,— DM in Briefmarken



Dipl.-Ing. Peter Goldt 3000 Hannover 1
Bödekerstr. 43 05 11/33 26 15



Es ist schade um Ihre Zeit
... wenn Sie beim Boxen-Selbstbau keine Spitzen-Lautsprecher verwenden. Höchste Qualität erzielen Sie nur mit Qualitäts-Lautsprechern. Bestehen Sie also beim Kauf auf PEERLESS-Speaker. Denn Qualität zahlt sich aus.

PEERLESS PROFESSIONAL HIFI SPEAKER

Das neue, attraktive leistungsstarke Lautsprecher-Programm '87 für HiFi und Auto.

Dazu die informativen neuen Prospekte mit Fotos, Skizzen, Daten und Kurven. Eine neue Lautsprecher-Generation für Anspruchsvolle. Kostenlose Unterlagen und Depot-Händler-Verzeichnis von:



PEERLESS Elektronik GmbH
Postf. 26 01 15, 4000 Düsseldorf 1
Telefon (02 11) 30 53 44

MIRA Chip-, SMD-, Miniatur-Bauteile

Hf-Teile, HF-Litze, Modul-Gehäuse, Mini-Lautsprecher, Chip-Sortimente, SMD-Bausätze, lötbare Gehäuse u. v. a.
für Hobby, Handel und Industrie. Katalog M16 verlangen.

MIRA-Electronic, Konrad Sauerbeck
Beckschlagergasse 9, 8500 Nürnberg, Tel. 09 11/55 59 19

FUNKTIONSGENERATOR 1. KLASSE

Ein Spitzengerät aus deutscher Fertigung zum günstigen Preis. Volle Garantie, ausführliche Bedienungsanleitung.



Techn. Daten: Frequenzbereich 0,2 Hz—200 KHz (6 Bereiche), Sinus, Dreieck, Rechteck, TTL, Impuls. **Ausgangsspannung max. 20 V_{ss}**, Einstellbarer Offset $\pm 10V$, externer VCO Eingang, formschönes LUX-Gehäuse mit versenkbaren Schrägstellern. Funktionsgenerator FG 7 komplett, betriebsbereit 266,— DM. Versand per NN, Gesamtprogramm gegen 3,— DM Briefmarken.

HEDIG-Elektronik, Inh. Siegfried Heuser, Postfach 17 62, 7550 Rastatt, Tel. 07 22/2 16 88.

Auszug aus unserer Preisliste!

DAF91... 2,96	ECC88... 4,56	EL95... 3,53	PCF80... 2,97	PL84... 3,53	PY82... 2,22
DAF96... 3,25	ECC808... 6,62	EL504... 5,87	PCF82... 2,97	PL95... 5,81	PY88... 3,19
DF91... 3,20	ECH42... 7,30	EL508... 16,53	PCF86... 9,46	PL504... 5,87	PY500A... 9,86
DF96... 3,31	ECH81... 2,91	EL519... 22,23	PCF200... 7,92	PL508... 8,32	6L6GB/GC... 8,78
DK91... 4,34	ECL82... 3,42	ELL80/E... 43,32	PCF802... 3,53	PL519... 22,23	6V6GT... 5,36
DL96... 4,39	ECL84... 4,45	EM80... 4,39	PL802... 2,143	6550A... 61,56	
DM70... 22,23	ECL86... 3,71	EM84... 2,74	PCL82... 2,85	PL805/E... 18,64	7025... 7,92
DY802... 3,31	ECL805... 3,99	EMM803... 11,97	PCL84... 3,31	Röhren-Fassungen für Schraubbefestigung	
EAA91... 2,28	EF41... 12,54	EY51... 3,76	PCL85... 3,88	Miniatur Preßstoff... 0,68	
EABC80... 2,96	EF80... 2,45	EY86... 2,85	PCL86... 3,65	Miniatur Keramik... 1,43	
EAF42... 6,84	EF85... 3,19	EY500A... 10,49	PCL800... 8,21	Novial Preßstoff... 0,68	
EBC41... 9,75	EF89... 2,57	EZ80... 3,25	PCL805... 3,88	Novial Pertinax... 1,14	
EBF80... 3,19	EF93... 3,76	EZ81... 4,90	PD510... 30,10	Oktal Pertinax... 2,85	
EBF89... 3,19	EF183... 3,25	GY501... 7,01	PFL200... 5,70	Magnoval Pertinax... 3,08	
ECC81... 5,02	EF184... 3,25	PABC80... 2,85	PL36... 4,68	für gedruckte Schaltung	
ECC82... 2,74	EL34... 9,29	PC86... 3,53	PL81... 5,59	Miniatur Pertinax... 1,43	
ECC83... 4,22	EL36... 5,07	PC900... 4,91	PL82... 3,03	Dekal Pertinax... 1,14	
ECC85... 2,74	EL84... 3,76	PC88... 4,56	PL83... 2,85		

Spezial-Röhren auf Anfrage!

Auch weitere Röhren-Typen preiswert lieferbar!

Lieferung per Nachnahme ab Lager Nürnberg. Inlands-Bestellungen über DM 150,— porto- und spesenfrei. Zwischenverkauf vorbehalten. Bitte fordern Sie unsere kostenlose PREISLISTE an!

ELEKTRONIK-VERTRIEBS GMBH

Dallingerstraße 27, Postfach 45 02 55, 8500 NÜRNBERG 40,
Telefon (09 11) 45 91 11, Telex 623 668 btbnd d
Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 8—13 u. 14—17 Uhr. Nach Geschäftsschluß: Automatischer Anrufbeantworter



Nehmen Sie nur das Beste für Ihre Frequenzweiche:

I.T. Polypropylen-Kondensatoren MKP

Baureihe 2163

C-Wert 1,0 bis 100 μF

C-Toleranz $\pm 5\%$

Spannungsfestigkeit 250 V =

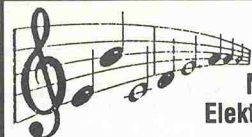
Verlustfaktor

(tan δ) = $< 10 \cdot 10^{-4}$ bei 20 °C



I.T. Electronic GmbH
Am Gewerbehof 1, 5014 Kerpen
Tel. (02 27 3) 530 96, Tx. 888 018

Bitte
Händlernachweis
anfordern

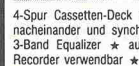


Musik Elektronik

Vesta MR-30

Unser Tiefstpreis:

DM 625,—



4-Spur Cassetten-Deck mit Dolby-B * Kann 4 Spuren nacheinander und synchron aufzeichnen * Eingebaute 3-Band Equalizer * auch als normaler HiFi-Cassetten-Recorder verwendbar * 10-fach LED-Kette *

VESTA MIDI-1

Unser Tiefstpreis:

DM 299,—



MIDI-to-CV/Gate Interface, um monophone Synthesizer wie z. B. Mini-Moog, SH-101, Formant etc. von MIDI Synthesizern aus anzusteuern * Schaltbare Trigger Polarität * MIDI Poly-Mode *

Casio MT-700

Unser Tiefstpreis:

DM 795,—



Programmierbarer Synthesizer (ähnlich CZ-Serie) sowie programmierbare Begleitautomatik mit Digital-Drums in einem Gerät * MIDI Multi-Mode * Key-Split * Speichererweiterung über Cartridge * LCD Display * Größe 690 x 240 * 4 Oktaven *



EM-3 Digital-Delay

Unser Tiefstpreis:

DM 448,—

Digitales Echo im 19" Format * 1024 ms bei 16 kHz * 12-Bit * Modulationsgenerator für Chorus und Flanger * Mikrofon und Line Eingang * äußerst rauscharm * 5-fach LED-Kette * 220 V *



KORG MP-100

Unser Tiefstpreis:

DM 159,—

Programmierbarer monophoner MIDI-Sequencer * Speicher 512 Noten in „Step-by-Step“ Aufnahme * Großes LCD-Display mit Noten-Eingabe * Eingebauter Kontroll-Soundgenerator mit Kopfhöreranschluss * Editiermöglichkeit * Tempo/Takt-Anzeige *



KORG DDM-220

Unser Tiefstpreis:

DM 198,—

Programmierbares Percussiongerät mit 9 digital abgespeicherten Instrumenten wie Timbale, Low/High Conga, Holzblock, Tambourine, Low/High Agogo, Cabasa sowie Kuhl-glocke * 32 Takte sowie 6 Songs Speicherkapazität * Cassetten-Interface * Sync und Trigger Ausgang * Mono/Stereo-Ausgang * Real-Time und Step Programmierung *



ROLAND CMU-800

Unser Tiefstpreis:

DM 198,—

In Verbindung mit einem Apple II oder C-64 Computer lassen sich 5 Pianoklänge, 1 Baßsynth. sowie 7 Rhythmusklänge (Bass/Snare Drum, Tom, Hi/Hat, Becken) ansteuern * Speicherkapazität 8500 Noten * zusätzlich 8 programmierbare Trigger und CV Ausgänge zur Steuerung monophoner Synthesizer * Komplet mit Interface und Software (Bitte Computertyp angeben) *

Roland Jupiter-6

polyphoner MIDI-Synthesizer der Spitzenklasse * 2 VCO, 2 Env. 24 dB-Filter, Splitter, Arpeggiator, 2 LFOs etc.
Unser Tiefstpreis: DM 2690,—

Roland PR-800

polyphoner Einspur-MIDI-Sequencer * speichert 6000 Noten, MIDI-Clock, großes LED-Display.
Unser Tiefstpreis: DM 298,—

Roland JSQ-60

polyphoner Digital Sequencer für Juno-60, speichert 6000 Noten, Sync-Anschluß, mit DC8-Kabel.
Unser Tiefstpreis: DM 198,—

Amdak GEK-100

10 Band Equalizer mit 220 V Netzteil, Schnellbausatz.
Unser Tiefstpreis: DM 120,—

Begrenzte Stückzahlen * Schnellversand per Post, Nachnahme * Alle Geräte originalverpackt m. Garantie * Ausführliches Informationsmaterial gegen DM 2 in Briefmarken.

AUDIO ELECTRIC
Inh. Daniel Hertkorn * 7777 SALEM
Postfach 1145 * Tel.: 075 53/6 65

Transformers — indispensable for power supply units

Transformatoren — unentbehrlich für Stromversorgungsgeräte

An important principle: induction
Turns of wire placed adjacent to each other form a coil.

The individual magnetic fields of all turns combine and form one common magnetic field round the whole coil (see Fig. 1).

The magnetic lines are cut by a conductor which is moved through the coil (see Fig. 2).

This causes a current flow in the conductor.

The phenomenon is called induction and was first discovered by the English scientist Maxwell.

An a.c. source which is connected across the coil creates a magnetic field that builds up and collapses 50 times a second with the current flowing through the coil.

A stationary conductor inside the coil will be cut by the magnetic lines each time the field builds up and collapses (see Fig. 3).

So, when using a.c., a current can be induced in an stationary conductor inside a stationary coil.

Ein wichtiges Prinzip: Induktion

Nebeneinandergereihte Drahtwindungen bilden eine Spule.

Die individuellen Magnetfelder aller Windungen vereinigen sich und bilden ein gemeinsames Magnetfeld um die gesamte Spule (siehe Abb. 1).

Die Kraftlinien werden von einem Leiter geschnitten, der durch die Spule geführt ist (siehe Abb. 2).

Dies bewirkt einen Stromfluß im Leiter.

Die Erscheinung wird Induktion genannt und wurde zuerst vom englischen Wissenschaftler Maxwell entdeckt.

Eine an die Spule angelegte Wechselstromquelle erzeugt ein Magnetfeld, das sich 50mal in der Sekunde mit dem durch die Spule fließenden Strom auf- und abbaut.

Ein stationärer Leiter im Inneren der Spule wird jedesmal, wenn sich das Feld auf- und abbaut, von den Kraftlinien geschnitten (siehe Abb. 3).

Bei Anwendung von Wechselstrom kann deshalb in einem stationären Leiter, der sich in einer stationären Spule befindet, ein Strom induziert werden.

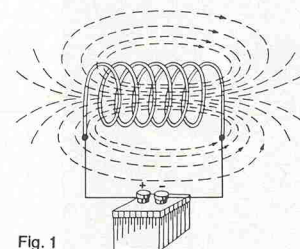


Fig. 1

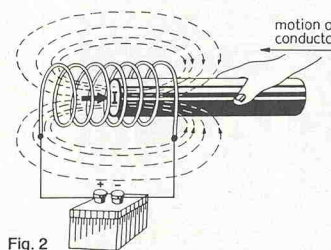


Fig. 2

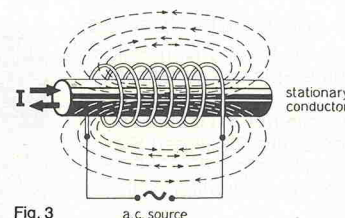


Fig. 3

Notes Anmerkungen

Note these similar expressions (*beachten Sie diese ähnlichen Ausdrücke*):

principle/principal
principle ['prinsəpl] Prinzip, Grundregel
in principle im Prinzip
on principle aus Prinzip, grundsätzlich

principal ['prinsəpl] 1. Haupt...
2. Chef (Prinzipal)

principal parts Haupt(bestand)teile
principally hauptsächlich

Further important terms (*weitere wichtige Ausdrücke*):

phenomenon [fi'nominən] Phänomen, Erscheinung
plural: **phenomena**
phenomenal phänomenal

to collapse [kə'læps] in sich zusammenfallen, einstürzen, (körperlich od. seelisch) zusammenbrechen
the collapse der Einsturz, Zusammenbruch
collapse of prices Preissturz
collapsible auseinandernehmbar, zusammenklappbar
collapsible chair Klappstuhl

Don't mistake (*verwechseln Sie nicht*) the English term '**winding**' with the German term 'Windung'. Remember (*merken Sie sich*):

winding Wicklung
turn Windung / **number of turns** Windungszahl

turn sonst auch: Umdrehung, Wendung
to turn drehen, sich wenden
turning point Wendepunkt

Types of transformer cores Transformatorkern-Arten

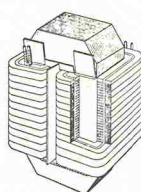


Fig. 4 — Core-type transformer
Kerntransformator

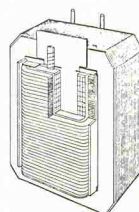


Fig. 5 — Shell-type transformer
Manteltransformator

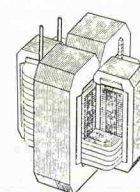


Fig. 6 — Cross-core-type transformer
Kreuzkerntransformator

How does a transformer work?

The principle of induction is used in a transformer for changing a voltage from a low value to a high value or vice versa. A transformer consists generally of two separate windings embracing a laminated iron core.

If one of the windings, called the primary, is connected to a voltage source, the resulting current produces a self-induced e.m.f. in the winding. The alternating flux in the core cuts the other winding, called the secondary, and induces an e.m.f. therein. This voltage is practically equal to the ratio of secondary to primary turns.

The core of a transformer can be constructed in various ways. A core-type transformer is one in which the windings are partly external to the core (Fig. 4). A shell-type transformer is one in which the core completely surrounds the windings (Fig. 5). Another type is the cross-core type (Fig. 6). The core type is the most common.

for changing zur Änderung
from a low value to ... ['væljʊx] von einem niedrigen Wert auf ...
vice versa ['vaisi'vɜ:sə] umgekehrt
consists generally of ... besteht im allgemeinen aus ...
embracing a laminated iron core die einen lamellierten Eisenkern umschließen

called the primary ['praɪməri] die als primär bezeichnet wird
is connected to a voltage source mit einer Spannungsquelle verbunden wird / resulting sich ergebende (result Ergebnis)
self-induced e.m.f. (= electro-motive force) selbstinduzierte elektromotorische Kraft (EMK)
alternating flux Wechselfluß
practically equal to ... ['ɪkwəl] praktisch gleich(wertig) zu ...
ratio ['reɪʃiʊ] Verhältnis

be constructed in various ways ['vɛəriəs] in verschiedener Weise ausgeführt werden (to construct auch: bauen, errichten)
core-type transformer Kerntransformator
are partly external to the core (sich) teilweise außerhalb des Kerns befinden
shell-type transformer Manteltransformator
completely surrounds the windings die Wicklungen vollkommen umschließt / cross-core type Kreuzkerntyp
the most common der üblichste

Summary of transformer terms Zusammenfassung von Transformatorausdrücken

Single-phase transformer	Einphasen-Transformator
three-phase (triple-phase) transformer	Dreiphasen-Transformator
supply (mains) transformer	Netztransformator
autotransformer	Spartransformator
ring-core (toroidal) transformer	Ringkerntransformator
step-down transformer	Transformator für Spannungssenkung
step-up transformer	Transformator für Spannungserhöhung
air-cooled transformer	luftgekühlter Transformator
oil-cooled transformer	ölgekühlter Transformator
primary/secondary winding	Primär/Sekundärwicklung
number of turns	Windungszahl
ratio	Übersetzungsverhältnis
throughput	Durchgangsleistung
tappings	Anzapfungen
tapchanger	Stufenschalter
laminated iron core	lamellierter Eisenkern
core plates (see Fig. 7)	Kernbleche (siehe Abb. 7)
yoke	Joch
limb	Schenkel
iron losses	Eisenverluste

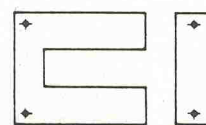
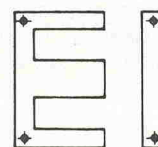
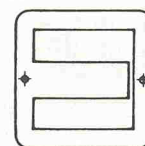


Fig. 7 — Shapes of core plates
Kernblechformen

Original-elrad-Bausätze

500 PA MOS-FET inkl. Platine	DM 388,10
300 PA bipolar inkl. Platine	DM 165,80
150 PA MOS-FET inkl. Platine	DM 155,80
100 W MOS-FET HIR	DM 105,00
20 W Class A	DM 148,60
60 W NDFL	DM 55,10
140 W Röhrenverstärker	DM 598,00
Kompressor/Begrenzer	DM 46,80
Ak. Lautsprecher Sicherung	DM 28,50
Einschaltstrombegrenzer	DM 26,50
Korrektionsgradmesser	DM 25,00
Param.-Equalizer 12/85 inkl. Platine	DM 189,90
19" Geh. Param.-Equal. 12/85	DM 85,00
Noise Gate	DM 59,70
19" Geh. Noise Gate (st.)	DM 85,00
Combo I	DM 47,83
Combo II	DM 59,90
Digital Hall	DM 596,00
Digital Hall-Erweiterung	DM 254,00
Digital Schlagzeug, Plane	DM 178,00
Digital Schlagzeug, Voice inkl. Platine	DM 95,50

Modular-Vorverstärker / ILLU-Mix / ELMIX / SAT-TV
BAUTEILE-LISTEN gegen Rückporto

Bauelemente

2 SK 134 hitac	DM 17,90	MJ 802	DM 10,30
2 SK 135 hitac	DM 17,90	MJ 4502	DM 10,30
2 SJ 49 hitac	DM 17,90	MJ 15003	DM 15,00
2 SJ 50 hitac	DM 17,90	MJ 15004	DM 15,80
Elko-Becher 10 000 µF/80 V (Schraubanschluß)	DM 27,00		
SK 85/100 se 0,48 /C°/W Kühlkörper	DM 32,80		
SK 53/200 al Kühlkörper f. 550 PA	DM 32,50		
MultiBoard 1 Kanal	DM 226,00		
CD-Kompressor	DM 54,20		
High-Com-Modul	DM 66,00		
Inter-Com-Station ohne Gehäuse/Platine	DM 60,90		
Digital-Sampler	DM 199,00		
Sweep-Generator	DM 98,75		
Ringkern-Transformatoren incl. Befestigungsmaterial			
80 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 54,00		
120 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 58,20		
170 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36	DM 64,80		
250 VA 2x15, 2x18, 2x24, 2x30, 2x36/45/48/54	DM 74,60		
340 VA 2x18, 2x24, 2x30, 2x36/45/48/54/60/72	DM 81,20		
500 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x54	DM 123,00		
700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x60	DM 148,00		

Aktuell



19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494
für Verstärker/Equalizer usw. Frontplatte 4 mm
natur oder schwarz, stabile Konstruktion, ge-
schlossene Ausführung, Belüftungsbleche gegen
Aufpreis.

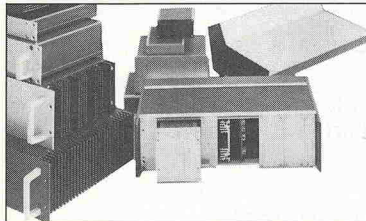
Höhe: 1 HE 44 mm	DM 52,00	Höhe: 4 HE 177 mm	DM 85,50
Höhe: 2 HE 88 mm	DM 61,00	Höhe: 5 HE 221,5 mm	DM 94,80
Höhe: 3 HE 132,5 mm	DM 74,80	Höhe: 6 HE 266 mm	DM 99,10

9 1/2" 1HE *** neu ***	DM 42,60
Oszil-Speichervorsatz mit Platine	DM 130,90
Aktive Frequenzweiche mit Phasenkorrektur (ohne Platine)	DM 95,40
Röhren-Kopfhörerverstärker 6/84	DM 248,00
Röhren-Kopfhörerverstärker 11/85	DM 282,00
MC-Röhrenvorverstärker	DM 158,00
Röhrenverstärker 10/86 inkl. Gehäuse	DM 478,00
1/3 Oktav-Equalizer	DM 238,60
Gehäuse f. 1/3 Oktav-Equalizer	DM 150,90
RÖH 2 inkl. Gehäuse	DM 966,00
Ausgangsbühnen	DM 117,00
Netztrafo	DM 79,00

Versand per NN. Bausätze lt. Stückliste plus IC-Fassung. Nicht enthalten Platine/Gehäuse/Bau-
anleitung. Beachten Sie bitte auch unsere vorherigen Anzeigen. Keine Original-elrad-Platinen.

KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN

Oppenwehe 131 · Telefon 057 73/16 63 · 4995 Stemwede 3



GEHÄUSE MIT SYSTEM

Ausführlicher Katalog gegen DM 3,— in Briefmarken.
ELCAL-SYSTEMS
Inh.: Rosamaria Amann
Tiefental 3, 7453 Burladingen 1
Tel. 074 75/17 07, Tx. 767223

Haro
electronic

Inh.: Waltraud Haug

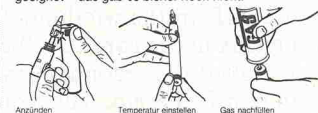
- Funkgeräte
- Empfänger
- Telefone
- Antennen
- Zubehör

8871 Bubesheim-Günzburg
Industriestraße 9
Tel. 0 82 21/3 10 47
Telex 5 31 600

Gaslötstift

Jetzt gibt es den ZEVA Gaslötstift
PORTASOL

Ein Lötgerät - netzunabhängig, ohne offene Flamme,
dabei klein und handlich, und doch für Dauereinsatz
geeignet - das gab es bisher noch nicht.



Fordern Sie kostenlose Preislisten an! Katalog gegen DM 5,—
in bar oder Briefmarken!

kostenlos!

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)
gleich anfordern bei:
Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand
Postfach 11 01 68, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 072 23/5 20 55
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.
Baden-Baden Stadtmitte, Lichtentaler Straße 55, Telefon (072 21) 2 61 23
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (023 61) 2 63 26
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang),
Telefon (07 21) 37 71 71

Leiterplattenherstellung

einseitig, doppelseitig durchkontaktiert, verzinkt, elektronisch ge-
prüft, Lötstop- und Positionsdruck, Layout nach Schaltplan, Be-
stückung. Frontplatten Alu CNC gefräst und bedruckt.

Horst Medinger Electronic
Leiterplattentechnik

5300 Bonn 3, Königswintererstr. 116, Tel. 02 28/46 50 10

elrad studio 1

REMIX
Tonstudio im Selbstbau

Jetzt am Kiosk.

CM-2000
Digital - Kapazitäts - Meßgerät

nur
99,—

(Vorkasse +
2,50 Porto = 101,50 /
NN-Versand +
7,50 Porto = 106,50)

3 1/2-stellig, LCD-Anzeige (13 mm) 1 pF-1999 µF in 8 Druck-
tastenbereichen, mit Nullpunkt-(Kabel)-Korrekturmöglichkeit.
Anschlüsse über kapazitätsarme Steckfahnen (RM 7,5-RM
27,5) oder kurze Prüfschüre, mit Aufstellbügel.
Meßbereiche: 0-200 pF/2/20/200 nF/2/20/200/2000 µF
Genauigkeit: ±0,5%, 200 pF-200 µF; ±1%, 2000 µF-Bereich
Stromversorgung: 9-V-Transistorbatterie ca. 3,5 mA, ca.
200 Stunden Betriebsdauer
Maße: B 90 x H 180 x T 38 mm
Fordern Sie unseren HF-Bauteile-Katalog (gegen DM 2,50 in
Briefmarken) an!

Andy's Funkladen

Inh.: Andreas Fleischer
Admiralstraße 119, 2800 Bremen 1
Tel. (04 21) 35 30 60

KOSTENLOS

erhalten Sie unseren
200 Seiten starken Katalog
mit über 10 000 Artikeln

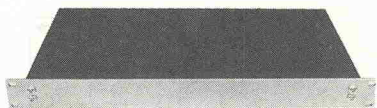
SCHUBERTH
electronic - Versand

8660 Münchberg
Wiesenstr. 9
Telefon
092 51/60 38

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

Katalog-Gutschein L

gegen Einsendung dieses Gutschein-
Coupons erhalten Sie kostenlos unseren
neuen Schubert electronic Katalog 86/87
(bitte auf Postkarte kleben, an oben-
stehende Adresse einsenden)



Stabile Stahlblechsausführung, 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	49,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	57,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 350 mm	Typ ST023	69,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	69,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 350 mm	Typ ST033	82,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	77,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 350 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	96,— DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,— DM
Chassisblech	Tiefe 350 mm	Typ CA035	15,— DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

19"-Gehäuse

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

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER,
komplett bedruckt und gebohrt **79,— DM**

19"-Gehäuse für Parametrischen EQ
(Heft 12), bedruckt + gebohrt **79,— DM**

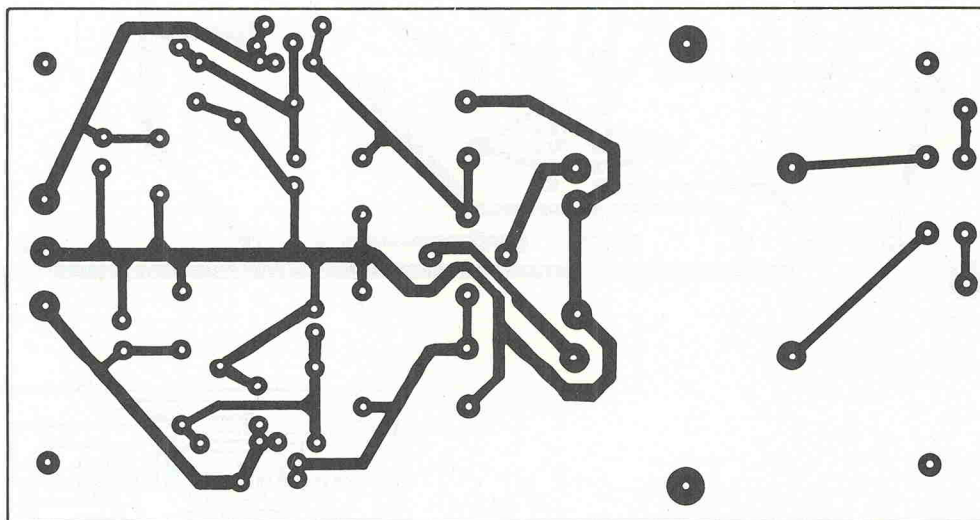
Alle Frontplatten auch einzeln lieferbar.

Gesamtkatalog mit Lautsprecherboxen und Zubehör für den Profi-Bedarf
gegen 3,— DM in Briefmarken.

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

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

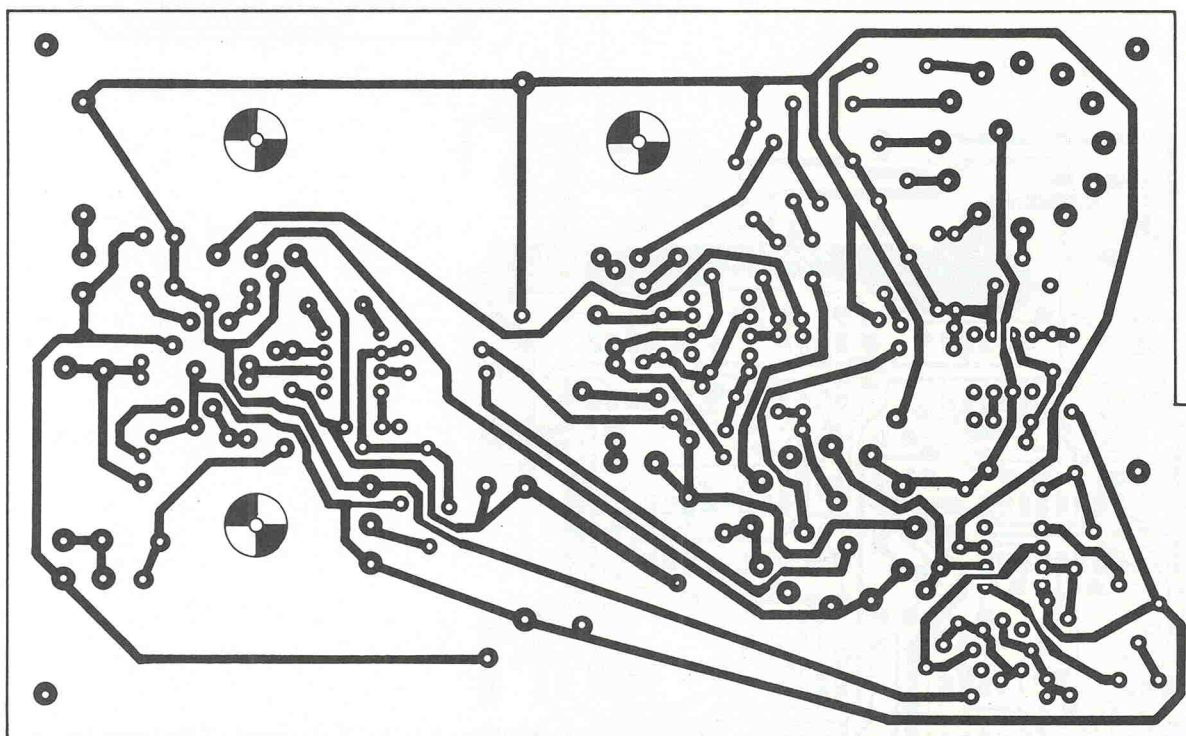
Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15
Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d

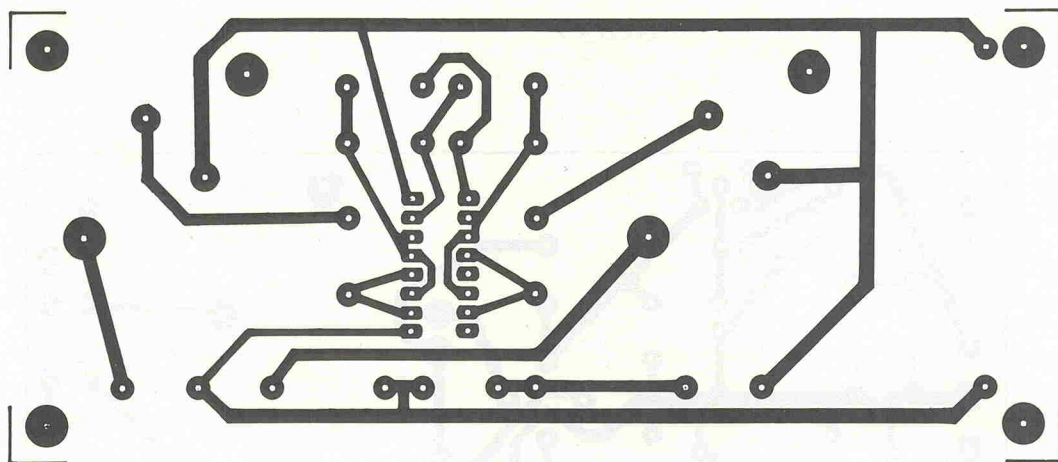


▲ Netzteil

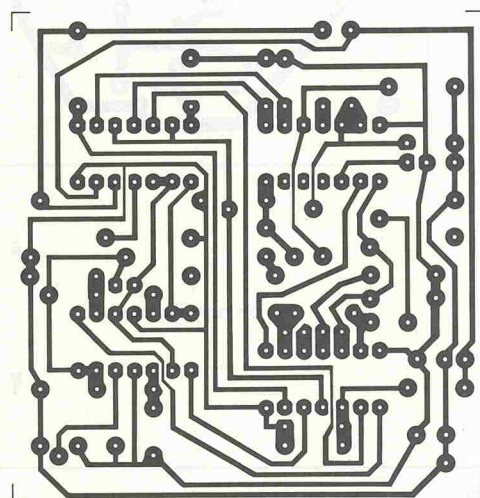
Sweep-Generator

▼ Hauptplatine



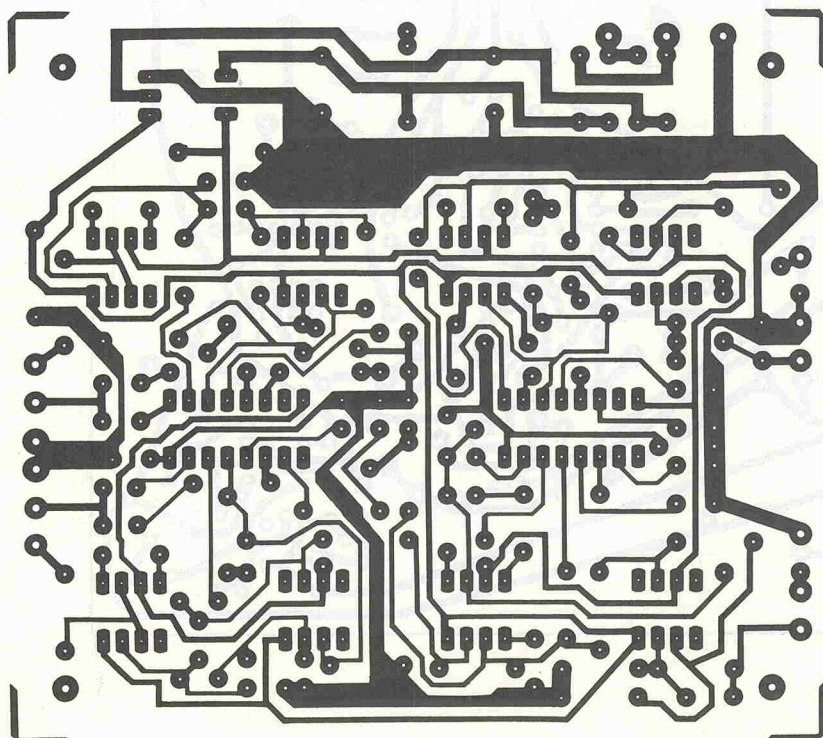


▲ Rasierkonverter

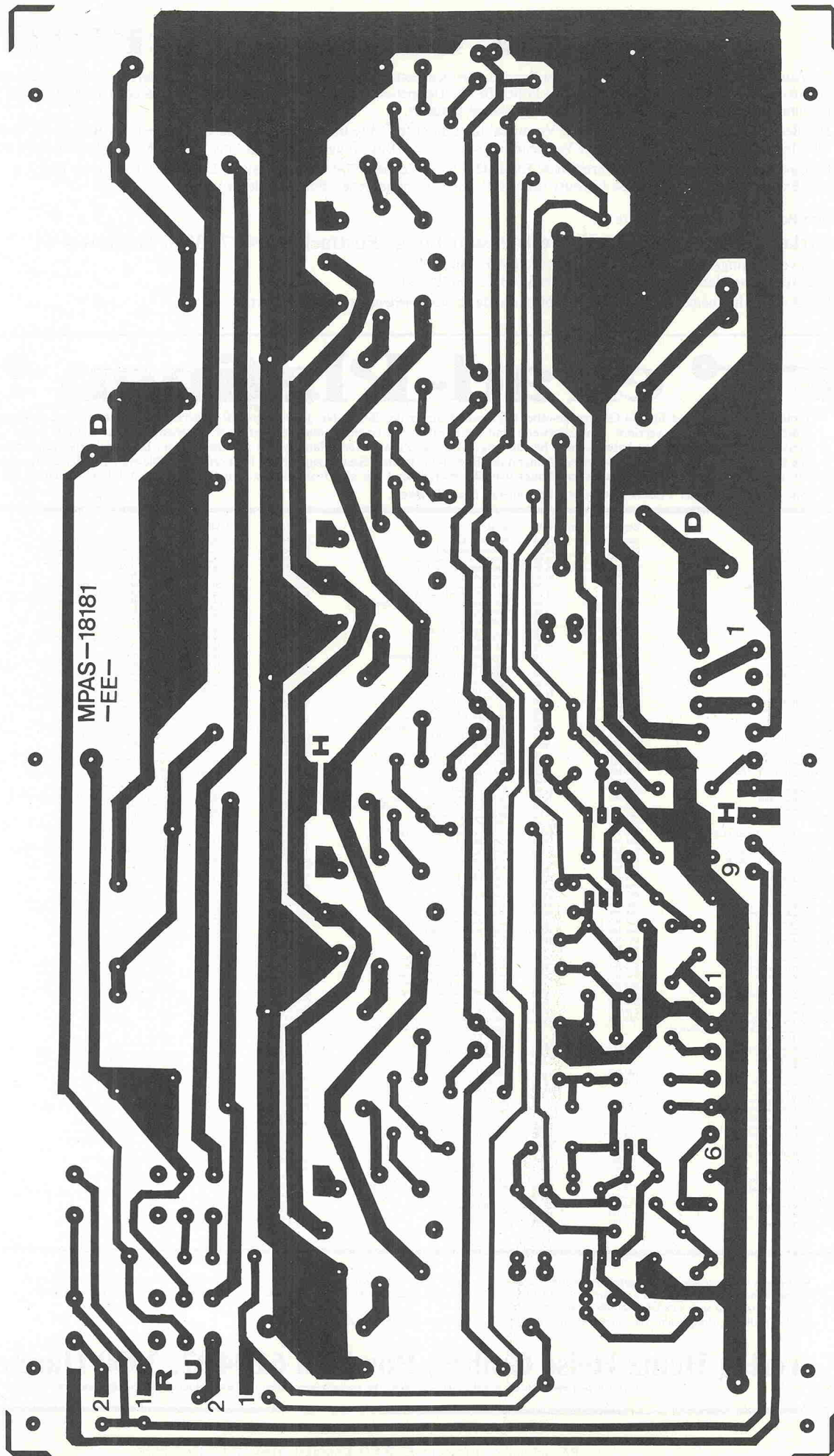


Autopilot ▶

▼ DNR-System



Experience Endstufe 2x60 W



elrad-Folien-Service

Ab Ausgabe 10/80 gibt es den elrad-Folien-Service. Für den Betrag von DM 4,— erhalten Sie eine Klarsichtfolie, auf der sämtliche Platinenlayouts aus einem Heft abgebildet sind (die Folien für die Doppel-Ausgaben 8-9/84, 7-8/85 und 7-8/86 kosten DM 8,— pro Heft). Diese Folie ist zum direkten Kopieren auf Platinen-Basismaterial geeignet.

Die Bestellung von Folien ist nur gegen Vorauszahlung möglich. Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten oder legen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. (Bitte fügen Sie Beträge bis zu DM 8,— in Briefmarken bei.)

Folgende Sonderfolien sind z. Zt. erhältlich: Elmix DM 6,—, Vocoder DM 7,—, Polysynth DM 22,50, Composer DM 3,—, Cobold DM 3,— und Experience DM 3,—. Diese Layouts sind nicht auf den monatlichen Folien enthalten.

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung, Postfach 610407, 3000 Hannover 61

Bankverbindungen: Postgiroamt Hannover, Kt.-Nr. 9305-308

Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Für Folien-Abonnements verwenden Sie bitte die dafür vorgesehene gelbe Bestellkarte.



elrad-Platinen

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
300 W-PA	100-157	16,90	Aktiv-Weiche	ee2-389/2	30,90	Präzisions-Fktns-Generator/Basis	125-456/1	27,00
Compact-81-Verstärker	041-191	23,20	Frequenzmesser HP	124-390/1	10,30	Präzisions-Fktns-Generator/±15 V-NT	125-456/2	1,60
60dB-Pegelmess	012-225	22,60	Frequenzmesser Anzeige	124-390/2	11,35	Präzisions-Fktns-Generator/Endstufe	125-456/3	11,20
MM-Eingang	032-236	10,20	Frequenzmesser Tieffrequenz	124-390/3	12,70	Combo-Verstärker	016-458	14,90
MC-Eingang	032-237	10,20	Schaltmetzteil	124-391	17,60	Batterie-Checker	016-459	6,00
VV-Mosfet-Hauptplatine	042-239	47,20	Gitarrenverzerrer	124-392*	20,70	LED-Lamp / Leistungseinheit	016-460/1	7,40
300/2 W-PA	092-256	18,40	MC-Röhrenverstärker (VV)	124-393/1	14,20	LED-Lamp / Nullspannungseinheit	016-460/2	6,00
Stecker-Netzteil A	102-261	4,40	MC-Röhrenverstärker (VV) Netzteil	124-393/2	11,40	ZF-Verstärker f. ElSat (doppelseitig)	016-461	28,60
Stecker-Netzteil B	102-262	4,40	Spannungswandler	015-394	12,70	Combo-Verstärker 2	026-462	22,20
Cobold/Bassplat.	043-324	36,50	Minimix (Satz)	015-395	23,70	Noise Gate	026-463	22,60
Cobold/TD	043-325	35,10	Dig. Rauschgenerator	015-396	13,50	Kraftpaket 0-50 V/10 A	026-464/1	33,60
Cobold/CIM	043-326	64,90	DVM-Modul	015-397	9,55	Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-464/2	12,00
Labornetzgerät	123-329	27,20	FM-Meißender	015-398	20,90	elSat 2 PLL/Video	026-465	41,30
5 x 7 Punktmatrix (Satz)	014-330*	49,00	Universelle aktive Frequenzweiche	015-399	38,90	Kfz-Gelblase-Automatik	026-466	13,40
Impulsgenerator	014-331*	13,00	Kapazitätsmeßgerät	025-400	11,95	Kfz-Nachtleuchte	026-467	8,10
NC-Ladeautomatik	014-332*	13,40	Piezo-Vorverstärker	025-401	10,50	Kfz-Warnlicht f. Anhänger	026-468	23,30
Bitz-Sequenz	014-333*	5,20	Video-Überspielverstärker	025-402	12,05	LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00
NDFL-Verstärker	024-334	22,50	Treppentisch	025-403	16,60	elSat 3 Ton-Decoder	036-470	17,40
Kühlkörperplatine (NDFL)	024-335	3,30	VV 1 (Terzanalyzer)	025-404	9,25	elSat 3 Netzteil	036-471	14,40
Stereo-Basis-Verbreiterung	024-336*	4,30	VV 2 (Terzanalyzer)	025-405	12,20	Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-472	16,50
Trigger-Einheit	024-337*	5,10	MOSFET-PA Hauptplatine	025-405/1	56,00	IC-Adapter 16880	046-473	3,50
IR-Sender	024-338*	2,20	Speichervorsatz für Oszilloskope			Clipping-Detektor	046-474	4,90
LCD-Panel-Meter	024-339	12,20	Hauptplatine (SVFO)	035-406	49,50	elSat 4 Stromversorgung	046-475	4,00
NDFL-VU	034-340*	6,60	Becken-Synthesizer	035-407	21,40	elSat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75
ZX-81 Sound Board	034-341*	6,20	Terz-Analyser (Filter-Platine)	035-408	153,80	Sinusgenerator	046-478	34,00
Heizungsregelung NT Uhr	034-342	11,70	MOSFET-PA Steuerplatine	035-409	20,40	Foto-Belichtungsmesser	056-480	5,50
Heizungsregelung CPU-Platine	034-343*	11,20	Motorregler	045-410	25,30	Power-Dimmer	056-481	26,90
Heizungsregelung Eingabe/Anz.	034-344	16,60	Moving-Coil-VV III	045-411	14,10	Nerzblitz	056-482	14,30
Elmix Eingangskanal	034-345	41,00	Audio-Verstärker	045-412	11,10	elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10
Elmix Summenkanal	044-346	43,50	MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	40,70	Programmierbarer Signalform-Generator	066-487	69,00
HF-Vorverstärker	044-347	2,50	MOSFET-PA Ansteuerung	045-413/2	12,30	Drehzahlsteller	076-495	7,20
Elektrische Sicherung	044-348*	3,70	SVFO Schreiberausgang	045-414/1	18,20	Mini-Max (Satz)	076-496	59,90
HiFi-NT	044-349	16,90	SVFO 50-kHz-Vorsatz	045-414/2	13,10	Delay — Hauptplatine	076-497	56,50
Heizungsregelung NT Relaisreiber	044-350	16,00	SVFO Übersteuerungsanzeige	045-414/3	12,40	Delay — Anzeige-Modul	076-498	6,50
Heizungsregelung	044-351	5,00	SVFO 200-kHz-Vorsatz	055-415	13,80	LED-Analoguhr/Wecker- und Kalenderzusatz		
Heizungssteuerung Therm. A	054-352	11,30	20 W CLASS-A-Verstärker	055-416	9,90	— Tastatur	096-499	3,70
Heizungssteuerung Therm. B	054-353	13,90	NTC-Thermometer	055-417	4,20	— Anzeige	096-500	7,50
Photo-Leuchte	054-354	6,30	Präzisions-NT	055-418	73,30	— Kalender	096-501	12,50
Equalizer (paramet.)	054-355	12,20	Hall-Digital I	055-419	35,30	— Wecker	096-502	15,20
LCD-Thermometer	054-356	11,40	Ton-Burst-Generator (Satz)	055-420	60,50	Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40
Wischer-Intervall	054-357	13,10	Atomuhr (Satz)	065-421/1	25,00	Digitaler Sinusgenerator — Busplatine	096-504	34,80
Trio-Netzteil	064-358	10,50	Atomuhr Eprom 2716	065-421/2	98,10	Digitaler Sinusgenerator — Bedienteil	096-505	68,00
Röhren-Kopfhörer-Verstärker	064-359	88,00	Hall-Digital II	065-422	12,70	Digitaler Sinusgenerator — PLL	096-506	61,10
LED-Panelmeter	064-360/1	16,10	Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	26,80	Röhrenverstärker	106-509	74,80
LED-Panelmeter	064-360/2	19,20	Camping-Kühlschrank	065-424	15,50	Spannungsreferenz	106-510	9,20
Sinusgenerator	064-361	14,60	De-Voice	065-425	11,30	Schlagzeug — Mutter	106-511	80,00
Autotester	064-362	4,60	Lineares Ohmmeter	075-427/1	41,60	Schlagzeug — Voice	106-512	25,80
Heizungsregelung Pl. 4	064-363	14,80	Audio-Millivoltmeter Mutter	075-427/2	16,70	Digitaler Sinusgenerator — Auswert- u. Filter	106-513	29,90
Audio-Leistungsmesser (Satz)	074-364	14,50	Verzerrungs-Meßgerät (Satz)	075-429	18,50	Digitaler Sinusgenerator — NT	106-514	25,60
Wetterstation (Satz)	074-365	21,90	Computer-Schaltuhr Mutter	075-430/1	53,90	Digitaler Sinusgenerator — DC-Offset u. Spgs.-Anz.	106-515	24,00
Lichtautomat	074-366	7,30	DCF 77-Empfänger	075-430/2	21,00	Digitaler Sinusgenerator — Frequ.-Anz.	106-516	5,10
Berührungs- und Annäherungsschalter	074-367	9,80	Schnellader	075-431	8,80	Fortotimer — NT	106-517	26,40
VU-Peakmeter	074-368	9,45	Video Effekteffekt Eingang	075-432	20,50	Fortotimer — Tastatur	106-518	23,30
Wiedergabe-Interface	074-369	4,00	Video Effekteffekt AD/DA-Wandler	075-433/1	13,40	Fortotimer — Steuerung	106-519	26,40
mV-Meter (Meßverstärker) — Satz	084-370	23,60	Video Effekteffekt Ausgang	075-433/2	11,90	Dimmerungsschalter	116-520	7,40
mV-Meter (Impedanzwandler, doppelseitig)			Hall-Digital Erweiterung	075-433/3	27,10	Flurlichtautomat	116-521	12,90
mV-Meter (Netzteil)	084-371/1	69,50	Geiger-Müller-Zähler	075-434	89,90	Ultralineare Röhrendstufe — HP	116-522	7,80
Dia-Steuerung (Hauptplatine)	084-372*	23,30	Tweeter-Schutz	075-435	11,20	Ultralineare Röhrendstufe — NT	116-523	29,20
Netz-Interkom	084-373	11,60	Impuls-Metalldetektor	075-437	4,10	Netzgerät 260 V/2 A	116-524	29,20
Okolich	084-374	17,90	Road-Runner	095-438	18,60	Frequenznormal	126-525	19,70
Kfz-Batteriekontrolle	084-375	5,60	Sinusgenerator*	095-439	27,10	Multiboard	126-526	10,00
Ilumix-Steuerpult	084-376	108,50	Zeitmachine/Zeit-Basis	095-440	6,90	CD-Kompressor	126-527	29,90
Auto-Defekt-Simulator	084-377	7,50	Zeitmachine/Zeit-Anzeige	095-441/1	44,60	Bandgeschwindigkeits-Meßgerät (Satz)	126-528	21,10
Variometer (Aufnehmerplatine) — Satz	084-378	12,60	Computer-Schaltuhr Empf.	095-441/2	9,30	Hygrometer	126-529	39,80
Gondor-Subbaß (doppelseitig)	084-379	81,80	Computer-Schaltuhr Sender	095-442/1	12,40	C-Meter — Hauptplatine	017-530	19,80
CO-Abgastester — Satz	104-380*	12,30	Perpetuum Pendulum*	105-443/2	20,00	C-Meter — RC-Zeitbasis	017-531	13,40
Terz-Analyser — Satz	104-381	223,75	Low-Loss-Stabilisator	105-444	5,00	C-Meter — Quarz-Zeitbasis	017-532	3,30
(mit Lötstoplack)			VCA-Modul	105-445	14,50	Stage-Intercom	017-533	9,50
Soft-Schalter	104-382	5,95	VCA-Tremolo-Leslie	105-446/1	6,00	State-Variable-Equalizer	017-534	58,90
Ilumix Leistungsteil	104-384	78,25	Keyboard-Interface/Steuer	105-446/2	19,90	Limiter 16000	017-535	7,40
(doppelseitig, durchkontaktiert)			Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/1	87,90	Korrelationsgradmesser	REM-540	48,40
IR-Fernbedienungs (Satz)	114-385	78,30	Röhrenkopfhörerverst. f. Elektrostaten	105-447/2	12,00	Peakmeter	REM-541	8,90
Zeigebild (Satz)	114-386	44,70	Doppelnetzteil 50 V	115-449	114,00	Aktive Frequenzweiche m. Phasenkorrektur	REM-542	48,40
Terz-Analyser/Trafo	114-387	22,50	Mikro-Fader (o. VCA)	115-450	33,00	Oxzi-Speicher	027-543	59,90
Thermosart	114-388*	13,50	Stereo-Equalizer	125-454	86,30	Music-Box	027-544	12,10
Universal-Weiche*	ee2-389/1*	14,20	Symmetrier-Box	125-455	8,30	Glühkerzenwandler	027-545	11,20
						Stereo-Simulator	027-546	9,60

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt beim Verlag bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kt.-Nr. 9305-308, Postgiroamt Hannover · Kt.-Nr. 000-019968 Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 610407, 3000 Hannover 61

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

Preiswerte Spitzenqualität und ein enormes Preis/Leistungsverhältnis bieten alle, aber wir können es auch hörbar demonstrieren. U. a. haben wir fünf Modelle mit Görlich-Podzus-Lautsprechern vorrührrbereit. Probehören (auch mit eigenen Platten und Referenzboxen) erwünscht.

Liste der lieferbaren Bausätze und Chassis anfordern.

GDG Lautsprecherv. GmbH

Steinfurter Str. 37
4400 Münster
Tel. 02 51/27 74 48

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



Satelliten-TV:

Bausatzanlagen ab DM 728,—
Fertiganlagen ab DM 2495,—
LNC-Bausatz DM 380,—

Info gegen Rückporto.

Dipl.-Ing. Peter Neumann

6806 Viernheim, Heinkelstr. 3, Tel. 0 62 04/7 71 71

**Lupenreine
Leiterplatten
herstellen mit
Materialien und
Geräten von**

**NEUSCHÄFER
ELEKTRONIK**

Wilfried Neuschäfer

Postfach 1350 • Wolfspfad 3

D-3558 Frankenberg • Eder

Tel.: 06451 — 6484



Wir stellen aus:
Hobby-tronic
Dortmund
18. - 22. 2. 1987
Halle 5
Stand 5052

RD-ELEKTRONIK

Inh.: Rainer Degen

Ihr Lieferant für Elektronische
Baulemente

Noch heute Preisliste anfordern!!!
!!!Es lohnt sich!!!

Bruno-Werntgen-Str. 8e
5205 Sankt Augustin 2

Tel.
0 22 41/20 42 56

platinenservice

Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatten ein- und doppelseitig in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Pertinaxplatten einseitig, 1,5mm
- Folienplatten ein- und doppelseitig

- Platinenfilme
- Lötstop- und Bestückungsdruck
- Infos und Preisliste kostenlos

Paul Sandri Electronic

Postfach 1253, 5100 Aachen, Tel. 0241/513238

SymOS + PAM-10
die Testsieger in
Stereoplay 9/86
„Spitzenklasse“

albs

Die Hi-End-Alternative
mit dem hörbar besseren Klang
als bei vielen Geräten, die Sie nicht
bezahlen können.

Wir fordern auf zum Hörvergleich — testen Sie uns!

Hi-End Module für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage.

• Symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-Class-A-Kabeltreiber • 3stufiger RIAA-Entzerrervorverstärker • MOS-Fet-Leistungsendstufen von 100 bis fast 1000 Watt Sinus • Stahlblech- und Acrylglasgehäuse mit allem Zubehör • Netzteile von 10 000 μ F bis mehrere 100 000 μ F • Ringkerntransformatoren von 150 VA bis 1 200 VA • Aktive Frequenzweichen mit 6 dB bis 24 dB in 2-/3-Weg • Reichhaltiges Zubehör wie vergoldete Buchsen + Stecker, Kabel, ALPS-Potentiometer, Drehschalter u.v.a.m.

Ausf. Infos EL6 gegen DM 5.— (Rückerstattung bei Bestellung mit unserer Bestellkarte). Änderungen sind vorbehalten. Nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

albs-Alltronic B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 0 70 41/27 47 · Tx. 7 263 738 albs

Josef Tenbusch

Akustik-Werkbuch

Boxenbau-Theorie und Praxis für Einsteiger und Fortgeschrittene

100 Abbildungen, 8 Tabellen, Formelanhang und 27 Bauanleitungen mit Klangkriterien

Boxenselbstbau — Freizeit sinnvoll gestalten und dabei noch Geld sparen.

Dieses Buch gibt dazu einen umfassenden Einblick in die Gesetzmäßigkeiten der Akustik.

Diverse Bauanleitungen, von der einfachen Kompaktbox bis hin zum Horn-Lautsprecher, eröffnen für jeden Anwenderkreis ein großes Betätigungsfeld.

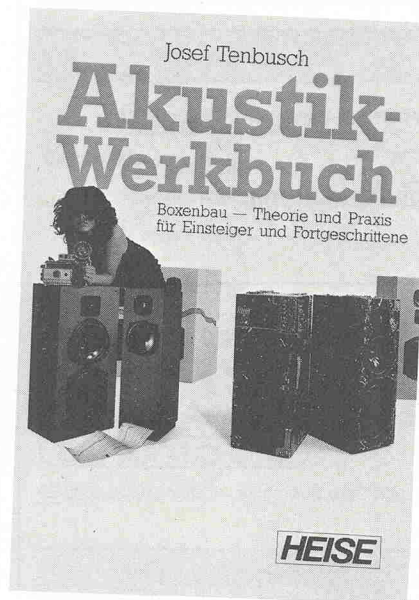
Ein bebildertes Baubeispiel verhindert handwerkliche Schwierigkeiten und ermöglicht die schnelle Einarbeitung in die Materie.

Geeignet ist dies Buch für Einsteiger und bereits Fortgeschrittene. Aber auch wer sich eine Fertigbox kaufen möchte, erhält wertvolle Tips und Entscheidungshilfen.

Erstmalig gibt es vollständig erklärte Chassis-Merkmale und Klangkriterien (Hinweise für das zu erwartende Hörergebnis) des jeweiligen Bausatzes.

Inhalt: Grundlagen der Akustik, Chassis mit Kenndaten-Merkmalen, Frequenzweichen mit Formelanhang, Boxentypen, Dämmung und Dämpfung, Raumakustik, Schutzschaltungen, Bautips, Baubeispiel, Bauanleitungen mit Klangkriterien.

Josef Tenbusch, geb. 10. 1. 54 in Oldenburg, sammelte schon vor seinem Studium im Fachbereich Dipl.-Wirtschafts-Ing. zahlreiche praktische Erfahrungen, die er jetzt ambitioniert, unterlegt mit theoretischer Fachkenntnis, in diesem Buch vorträgt.



1. Auflage 1985

DM 29,80

152 Seiten, Broschur

Format 16,8 x 24 cm

ISBN 3-922 705-30-8

Verlag Heinz **HEISE** GmbH · Postfach 6104 07 · 3000 Hannover 61

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK Rudolf Goldschalt
Bahnhofstr. 18 1/2a, 89 Augsburg
Tel. (08 21) 51 83 47
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.
Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerarraritäten.

Berlin

Arit RADIO ELEKTRONIK
1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a
Telefon 3 41 66 04

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 030/261 7059
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

segor electronic
kaiserin-augusta-allee 94 1000 Berlin 10
tel. 030/344 97 94 telex 181 268 segor d

WAB OTTO-SUHR-ALLEE 106 C
nur hier 1000 BERLIN 10
(030) 341 55 85
...IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE

alpha electronic
A. Berger GmbH & Co. KG
Heeper Str. 184
4800 Bielefeld 1
Tel.: (05 21) 32 43 33
Telex: 9 38 056 alpha d

Völkner electronic
4800 Bielefeld

Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

Braunschweig

Völkner electronic
3300 Braunschweig

Zentrale und Versand:
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0
Telex: 9 52 547
Ladengeschäft:
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

Bremen

Völkner electronic
Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Dortmund

city-elektronik
Elektronik · Computer · Fachliteratur
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1
Telefon 02 31/57 22 84

KELM electronic & HOMBERG
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

Essen

CONRAD ELECTRONIC

Telefon: 0201/238073
Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

KELM electronic & HOMBERG
4300 Essen 1, Vereinstraße 21
Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Arit Elektronische Bauteile
6000 Frankfurt/M., Münchner Str. 4-6
Telefon 06 11/23 40 91, Telex 4 14 061

Mainfunk-Elektronik
ELEKTRONISCHE BAUTEILE UND GERÄTE
Elbeistr. 11 · Frankfurt/M. 1 · Tel. 06 11/23 31 32

Freiburg

Omega electronic
Fa. Algaier + Hauger
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
Platinen und Reparaturservice
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
Tel. 07 61/27 47 77

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

Giessen

AUDIO VIDEO
ELEKTRONIK
Bleichstraße 5 · Telefon 06 41/7 49 33
6300 GIESSEN

Hagen

KI electronic
5800 Hagen 1, Elberfelder Str. 89
Telefon 0 23 31/2 14 08

Hamburg

CONRAD ELECTRONIC
Telefon: 040/29 17 21
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

Völkner electronic
2000 Hamburg
Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

Hamm

KI electronic
4700 Hamm 1, Werler Str. 61
Telefon 0 23 81/1 21 12

Hannover

HEINRICH MENZEL
Limmerstraße 3-5
3000 Hannover 91
Telefon 44 26 07

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

Heilbronn

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
7100 Heilbronn

Hirschau

CONRAD ELECTRONIC

Hauptverwaltung und Versand
8452 Hirschau · Tel. 09622/30-111
Telex 63 12 05
Europas größter
Elektronik-Spezialversender

Filialen:
2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel.: 040/291721
4300 Essen 1, Viehofer Str. 38 - 52, Tel.: 0201/238073
8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/592128
8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 0911/263280
Conrad Electronic Center GmbH & Co. in:
1000 Berlin 30, Kurturstr. 145, Tel.: 030/2617059

Kaiserslautern



fuchs elektronik gmbh
bau und vertrieb elektronischer geräte
vertrieb elektronischer bauelemente
groß- und einzelhandel
altenwoogstr. 31, tel. 444 69

HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

Kaufbeuren



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Köln



Frisesapl. 13 · 5000 Köln 1 · Tel.: (0221) 25 13 63/73



5000 Köln, Hohenstaufenring 43—45
Tel. 02 21/24 95 92

Köln



Bonner Straße 180, Telefon 02 21/37 25 95

Lebach



Elektronik-Shop
Trierer Str. 19 — Tel. 06881/2662
6610 Lebach

Funkgeräte, Antennen, elektronische Bauteile, Bausätze,
Meßgeräte, Lichtorgeln, Unterhaltungselektronik

Leverkusen



5090 Leverkusen 1
Nobelstraße 11
Telefon 02 14/4 90 40

Lünen



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

Mannheim



SCHAPPACH ELECTRONIC
S6, 37
6800 MANNHEIM 1

Moers



Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

München



Telefon: 089/592128
Schillerstraße 23 a, 8000 München 2

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



RADIO-RIM GmbH
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529166 rarim-d
Alles aus einem Haus

Neumünster

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Beethovenstraße 37, 2350 Neumünster, Tel.: 0 43 21/1 47 90

Nürnberg



Telefon: 09 11 / 26 32 80
Leonhardstraße 3, 8500 Nürnberg 70

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

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft

Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
0441/8 21 14

Wilhelmshaven

ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFT

REICHELT

ELEKTRONIK
MARKTSTRASSE 101-103
2940 WILHELMSHAVEN 1
TELEFON: 04421/2 63 81

Witten



5810 Witten, Steinstraße 17
Tel. 0 23 02/5 53 31

Zu verkaufen: Elektr.-Magazine von P.E. und Elektro, je 25 Stck. à DM 2,— sowie elrad komplett von 3/82—12/86 gegen Gebot. Karl Kaiser, Leberholzstr. 4, 7888 Rheinfelden 6.

Nachbaubare **Bauanleitungen** aus allen Bereichen der Elektronik (auch Digitaltechnik) gegen Honorar gesucht. elrad 1982—86 und c't 1984—86 gesucht. Bitte anrufen: 081 33/61 63 o. 12 02.

LAUTSPRECHER von Beyma, Peerless, Visaton, Peak. **LAUTSPRECHERREPARATUREN** aller Fabrikate. Preisliste gratis: Peiter-Elektroakustik, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Tel. 072 31/246 65.

VEB „PRAXIS“ Bauteilesortimente bringen „MEHR HOBBY FÜR'S GELD“ ZUR EINFÜHRUNG SORTIMENT R1 DM 25 (RÜCKGABERECHT) + PORTO BAUTEILEMUSTER + INFO DM 3,— (BRIEFMARKEN). VEB, 8346 SIMBACH, F. 1141.

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier, Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m., neu, gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. TRANSOMEGA-ELECTRONICS®, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalogversand.

Schallpegelmessers ADC SLM-2 NEU: 60—126 dB / A, C / slow, fast / Elektretmikro, Kugel (Methode ANSI) / Batt. 9V, ca. 110 h / Stativgew. / OUT. 1 V_{ss} f. Schreiber, Tb. / Doku. deutsch, engl. / kpl. 350,— DM zuz. NN, Doku. vorab (Verr. b. Kauf) 15,— DM zuz. NN, dazu **Meßplatte (LP) ADC** terz/pink 39,—, zuz. NN, bei Vorkasse (5%). Emberger / 67 Lu / 06 21/69 28 44.

Die beste Idee seit Erfindung der Steckdose! Steckdosenradio, nicht größer als ein Steckernetzteil, für hervorragenden UKW-Empfang nur DM 39,50 + NN, lieferbar in rot, weiß u. schwarz. Info kostenlos von: Herbert & Walter MERKL — Electronic, Postfach 8104 06, 8500 Nürnberg 81.

ELECTRO VOICE — CORAL — AUDAX — JBL — ALTEC — EATON — FOCAL Lautsprecher — Bausätze — Bauteile — Discoteken Licht + Tontechnik. LINE, Friedrich-Ebert-Str. 157, 3500 Kassel, Tel. 0561/10 47 27.

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 061 52/396 15.

elrad-Reparatur-Service! Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? **Wir helfen!** „Die Werkstatt“ für Modellbau und Elektronik. Wilhelm-Blum-Str. 39, 3000 Hannover 91, Tel. 05 11/210 49 18. Geschäftszeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00.

BOXEN & FLIGHTCASES „selber bauen“! Ecken, Griffe, Kunstleder, Aluprofile, Lautsprecher, Hörner, Stecker, Kabel, 14 Bauanleitungen für Musiker/PA-Boxen. 72seitige Broschüre gegen 5,80 DM Schutzgebühr (wird bei Kauf erstattet, Gutschrift liegt bei!). **MUSIK PRODUKTIV, Gildestraße 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 054 51/50 01-0.**

METALLSUCHGERÄTE ★ Bausatz Puls-Induktions-Prinzip nur DM 129,—! Spitzengeräte namhafter Hersteller zu Superpreisen. Vorführgeräte-Gebrauchgeräte-Markt-Inz.nahme. Ausführliche Infos gegen 4,— in Briefmarken bei: HD-Sicherheitstechnik, Dipl.-Ing. Harald Dreher, Postf. 14 31, 2350 Neumünster, Tel. 043 21/8 43 32.

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — **Sonderangebote!** Liste gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.

Intertechnik Luftspulen + Kondensatoren Toleranz ± 5% **Oehlbach** Kabelstecker **McGee** Endstufe **Quasar** 2x200 W 850,—. Info bei R. Fischer, Schleusberg 59, 2350 Neumünster, Tel. 0 43 21/4 66 36.

Parabolspiegel 1,8 u. .63 m Ø sp. Alulegierung, **Präzision wie für ESA;** uf-Entwicklungssystem mit Unterlagen; ELO 81—84; Audio 79—82; Stereoplay 81—87. Berth. Stainert, 029 31/72 60.

Electronic Bausatz-Katalog, 300 Seiten, mit Super-Neuheiten, erhalten Sie gegen DM 6,— Schutzgebühr (Briefmarken oder Schein). Lange-Electronic, Postf. 1192/EL, D-5778 Meschede, Tel. 02 91/21 12.

SMD-BAUTEILE, SMD-LUPENBRILLE, SMD-WERKZEUGE, SMD-MAGAZINE usw. AKTUELLE LISTE ANFORDERN: LAE-NORMANN, TANNENWEG 9, 5206 NEUNKIRCHEN 1.

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Industrie-Sonderposten.** Karte genügt: DJ-electronic, Obwaldstr. 5, Abt. 5213, 8130 Starnberg.

Recycling Ätzmaschine NP 4947 für 4056 DM, Bohr-u. Fräsmaschine mit stab. Netzgerät 12 V 6/8 A NP 669 für 548 DM, geeignet für Schrittmotoren, Schere für Platinen NP 504 für 413 DM, Entwicklungs-u. Spülküvette Lemmen NP 530 für 434 DM, Belichtungsgerät NP 298 für 244 DM, Abquetschrockner NP 170 für 139 DM. H. Kampa, Schlehenweg 2, 7936 Allmendingen, Tel. 0 73 91/5 33 85.

Sonderliste kostenlos! Interessantes Bauteile-Angebot, auch Restposten. Leader Meßgeräte und Oszilloskope, KB-Bausätze, Boxen, Kleinstbohrmaschinen und vieles mehr. Liste Nr. 11 + 15 Dioden **kostenlos** anfordern. **Süssen-Elektronik, Postfach 12 62, 8072 Manching.**

An dieser Stelle könnte Ihre private oder gewerbliche Kleinanzeige stehen. Exakt im gleichen Format: 8 Zeilen à 45 Anschläge einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Als priv. Hobby-Elektroniker müßten Sie dann zwar 34,00 DM, als Gewerbetreibender 56,80 DM Anzeigenkosten begleichen, doch dafür würde Ihr Angebot auch garantiert beachtet. Wie Sie sehen.

PLATINEN => ilko ★ Tel. 43 43 ★ ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlenweg 20 ★ 6589 BRÜCKEN.

NEU — NEU — NEU — MUSIK PRODUKTIV'S HANDBUCH FÜR MUSIKER '87, 276 Seiten Information u. Abbildungen aus den Bereichen: PA — Studio — Keyboards — Gitarren — Bässe — Drums — Verstärker — Cases — Fittings sowie Tips, Tests u. Meinungen. Erhältlich an guten Kiosken, Bahnhofsbuchhandlungen oder direkt bei uns gegen 6,— DM i. Briefmarken. **MUSIK PRODUKTIV, Gildestr. 60, 4530 Ibbenbüren, ☎ 054 51/50 01-0.**

Achtung Einsteiger! Widerstandssortiment mit 1000 Teilen 0,25—2 Watt nur 10,40 DM; Transistoren und Diodensortiment 200 Teile nur 12,35 DM; Zenerdiodesortiment 200 Teile nur 10,40 DM; Keramik-kondensatorsort. 500 Teile nur 6,37 DM. Versand per NN plus Geb. **Schönwald Elektronik, Sinkingerstraße 13, 7732 Niedereschach 3.**

STOP — STOP — STOP — STOP — STOP — STOP Vertrieb elektronischer Bauteile, Bausätze, Geräte und Zubehör. EPROM-Programmierung u. Kopie-rung. — C64/128 Artikel —. Katalog anfordern. **LEHMANN-ELEKTRONIK, Bruchsalter Str. 8, 6800 Mannheim 81.**

— halb geschenkt ... unglaublich, aber wahr!! NC-Universalladegerät mit Testeinrichtung zum Laden von 2—4 Mono, Baby oder Mignon Akku sowie eines 9V-Block nur DM 19,50. Emmerich-Marken-akkus: Mignon nur DM 3,50; 9V-Akku 17,95; LED-Digitalwecker mit Voice-Stop nur DM 24,95; Stecker-netzteil 3—12 V 300 mA nur DM 9,95. Walter Merkl, Postfach 8104 06, 8500 Nürnberg 81.

PEGELMESSER PM10 VERKAUFT 069/42 43 35.

PLATINEN-EXPRESS-SERVICE in EPOX + PERT geg. Vorl. ab 4 Pf/cm². G. Häder, Danziger Straße 44, 7100 Heilbronn, Tel. 0 71 31/2 43 90 + 0 70 66/85 15.

electronic-Liste-anfordern!! für 2 DM in Briefmarken. Weinholzer Electronic, Angerstr. 5, 8390 Passau.

Kroha-Verstärker der Spitzenklasse, Endstufen bis 800 Watt, auch mit Aktiv-Weichen. Tel. 071 45/72 93 bzw. 071 91/5 35 82.

Computer — Rechner — Schreibmaschinen — Drucker. Katalog gratis / 0 44 44/23 48.

OSCILLOSCOPE HEWLETT PACKERT 2*50 MHz ZU VERKAUFEN, 1000,— DM. TEL. 063 39/13 63.

EXCITER B, 480,— ★ SPX 90 1500,— ★ SIEMENS KINO-ENDSTUFEN, 1948, 2 STCK., je 250,— ★ 052 09/54 29.

Alles rund ums Telefon!!!! Katalog gratis / 0 44 44/23 48.

Suche preisw. 1xMM74C925. Angeb. an Uwe Mörig, 2361, Tensted Burade, Tel. 045 57/3 17.

Teile für **Wersiorgeln** Cosmos, Orion, Helios, ggf. auch für andere Modelle oder Fabrikate und **Orgelboxen** ges. K. Edinger, Postf. 34 13, 6750 Kaiserslautern.

Inter-Technik Spulen u. Kondensatoren für den Weichenselbstbau. Preisliste bei R. Fischer, Schleusberg 59, 2350 Neumünster, Tel.: 0 43 21/4 66 36.

SUPER CHANCE ALS ELEKTRONIK DIPL.-ING. OD. FH.-ING. SIE SIND JUNG U. UNGEBUNDEN. WIR BIETEN BESTE BEZAHLUNG: SCHICKEN SIE IHRE BEWERBUNGSUNTERLAGEN AN S.E.S. SEARCH+FIND, POSTFACH 788, A-4020 LINZ, AUSTRIA.

Achtung Bastler! Wundersack gefüllt mit Bauteilen, Platinen, Schaltern, Vielfachanzeigen, Trafos, 30-pol. Cannon-Steckverb., Kühlkörper, Taster und vieles mehr aus riesigen Lagermengen nur 19,— DM per Nn. Sie werden begeistert sein, ansonsten Rückgaberecht. R. Ambrozy-Electronic, Ulmenstr. 29C, 6963 Ravenstein. **Hochinteressanten** Elektronik-Katalog gegen 2,50 DM in Briefmarken!

DIE GELEGENHEIT FÜR ALLE SCHNELLENTSCHLOSSENEN. Totalausverkauf meines Hobbylabors! Liste kostenlos. T. WEBER, 8372 Innenried 59.

Elektronik aktuell / Bio-Elektronik. Katalog gratis / 0 44 44/23 48.

Suche Dr. Böhm 9 Oktaven **Sägezahn/Rechteck Generator** der NT Orgelbaureihe. Stefan Sieben, Viersen, 021 62/1 59 95.

ELECTRONIC FLOHMARKT Wahnsinnsliste von A. H. Roestel, Hettnerweg 11A, 1000 Berlin 20.

★ **Billig! EPROM UV-Löschgerät mit Timer 88 DM** Epromer, NC-Akkus, Ladegeräte, Bauteile, Bausätze, unbedingt kostenlose Liste anfordern! Josef Koza, Alter Postweg 115, 8900 Augsburg.

Traumhafte Oszi.-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Straße 83, 5500 Trier, ☎ 06 51/4 82 51.

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + Oszilloskope + Tastköpfe + Kabel + sofort ab Lager + + Bachmeier electronic 2804 Lilienthal + + + + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80 + + +

Selbständig machen mit einem Elektronikshop o. Elektronikversand. Wir zeigen Ihnen viel Komplett-Arbeitsmappe nur DM 98,— bar/Scheck oder Nachnahme (+ DM 5,—). Sofort bestellen b. Fachversand G. Möller, Postfach 30 52, 4992 Espelkamp.

Tel. 0201 / 277427 Katalog 10,- DM

Telefon (nur von 15.00—18.30 Uhr) 02 28/45 40 58

Vorführung und Vertrieb:
RADIO-DRÄGER, DRÄGER GMBH
Sophienstraße 21 · 7000 Stuttgart 1
Tel.: 07 11/64 3192 · Telex: 721 806
Fachinformation: H. Berger / H. Braun

ERWIN SCHEICHER NACHF. BOEHM KG,
Kurzhuberstraße 12, 8000 München 82, Postfach 82 06 44,
Telefon (0 89) 42 30 33/34 (Anrufbeantw. n. 17 Uhr), Telex 5 23 151

Borsigstr. 65 (Bosigplatz)
4600 Dortmund, Tel. (02 31) 81 12 27

**Anzeigenschluß
ist am 19. 3. 1987**

ACR-TechnoLine
TECHNIK – offen präsentiert

ELEKTRONIK-STUDIO

Norbert Weidenbach

Postfach 1212, 6143 Lorsch,
Tel. 06251/54061

PLATINEN- und Frontplatten- herstellung

Platinen 1-seit. 0,07 DM/cm²
2-seit. 0,13 DM/cm²
incl. Bohrungen
Frontplatten eloxiert
1 — 1,5 — 2 mm



SENSATIONELL PREISWERTE NEBELMASCHINEN

★ LASER ★ LIGHT-COMPUTER ★ LIGHT-MASTER
★ DIMMER-PACK ★ POWER-PACK ★ BÜHNEN-
SCHEINWERFER ★ 19"-GEHÄUSE ★ VERSTÄRKER
★ und ein weiteres, riesiges Angebot f. Bühne und
Elektronik in zwei großen Katalogen. Gegen 3,— DM
i. Briefm. f. Rückporto. Sofort anfordern von:

HAPE SCHMIDT ELECTRONIC, Inh. Hans-Peter Schmidt
BOX 15 52, D-7888 RHEINFELDEN 1



SAT-TV

20 TV-Programme mehr!

Parabol-Antennen — 11/12-GHz — Mikrowellen — Konverter — Satelliten —
Receivers JRC — Antennen — Drehsteuerungen programmierbar — Polar-Rotoren.
Sofort ab Lager lieferbar. — Katalog gegen 6 IRC's!

WIBATRONIC · CH-8105 Regensdorf/Zürich
Postfach 460 · Tel. (00411) 8405060 · Telex 825800 wrz ch

SAITEN

— EINFÜHRUNGSANGEBOT —

Ernie Ball Blinky 9,30
Dean Markley Electro 10,95
Rotosound Swingbass 44,70
Fender Electro 9,75
D'Addario Electro ab 11,25

Preise in DM
Liste gegen 0,50 DM in Briefmarken
Schnellversand

jodo-electronic

Inh.: Jochen Dornheim
Bieberer Str. 141 · 6053 Obertshausen
Tel. 0 61 04/4 41 35

Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

ACR, CH-Zürich	83	Heck, Oberbettingen	11	Neuschäfer, Frankenberg-Eder	79
albs-Alltronic, Ötishheim	79	HEDIG, Rastatt	71	Oberhage, Starnberg	42
AME-Elektronik, Bonn	56	high tech, Dortmund	61	ok electronic, Lotte	85
Andy's, Bremen	74	hifisound lautsprechervertrieb, Münster	83	Pakulla, Beckum	56
Arndt, Dortmund	83	Hifi Studio „K“, Bad Oeynhausen	42	PEERLESS, Düsseldorf	71
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	74	Hubert Lautsprecher, Bochum	85	pro audio, Bremen	85
AUDIO DESIGN, Essen	83	I. T. electronic, Kerpen	71	RD-Elektronik, St. Augustin	79
AUDIO ELECTRIC, Salem	71	jodo-electronic, Obertshausen	84	Reichelt, Wilhelmshaven	87
Beckmann, München	11	Joker Hifi-Speakers, München	56	RUBACH, Suderburg	56
blue valley Studiotechnik, Kassel	56	KERWER, Euskirchen	56	SALHÖFER, Kulmbach	19
BTB, Nürnberg	71	Klein aber Fein, Duisburg	85	Sandri, Aachen	79
Christiani, Konstanz	85	klein elektronik, Olpe	7	Soundlight, Hannover	42
Diesselhorst, Minden	7	Köhler Elektronik, Dortmund	85	Späth, Holzheim	9
Eggemann, Neuenkirchen	35	KONTAKT-CHEMIE, Rastatt	19	Scheicher, München	83, 85
Elcal-Systems, Burladingen	74	Lautsprecher & Lichtanlagen,		SCHUBERTH, Münchberg	74
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg	17	Niederkassel	83	Stippler, Bissingen	85
elektroakustik, Stade	7	LECH-TECHNICS, Kerpen-Türnich	35	Straub, Stuttgart	83
Elektronik Studio, Lorsch	84	LSV, Hamburg	35	Tektronix, Köln	17
ERSA, Wertheim	35	MC Entire, Hannover	71	Tennert, Weinstadt-Endersbach	56
EXPERIENCE electronics,		Medinger, Bonn	74	VISATON, Haan	17
Herbrechtingen	7	Meyer, Baden-Baden	74	Vodisek, Leutesdorf	56
Frech-Verlag, Stuttgart	9	MIRA, Nürnberg	71	Völkner, Braunschweig	47
GDG, Münster	79	mivoc, Solingen	9	Wibatronic, CH-Regensdorf	84
Hados, Bruchsal	56	MONACOR, Bremen	42	Zeck Music, Waldkirch	19
HAPE SCHMIDT, Rheinfelden	84	move, Leverkusen	56		
HARO, Bubesheim	74	Müller, Stemwede	74		
		MWC, Alfert	9		
		neumann, Viernheim	79		

Impressum:

elrad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

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

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

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach

Redaktion: Detlev Gröning, Johannes Knoff-Beyer,
Michael Oberesch, Peter Röbke

Ständiger Mitarbeiter: Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Assistenz: Hans-Jürgen Berndt, Marga Kellner

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,
Dirk Wollschläger

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH
Bissendorfer Straße 8
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,
Sylke Teichmann

Anzeigenpreise:
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 9 vom 1. Januar 1987

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

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

elrad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,—, öS 52,—, sfr 6,—

Das Jahresabonnement kostet DM 60,— inkl. Versandkosten
und MwSt.

DM 73,— inkl. Versand (Ausland, Normalpost)

DM 95,— inkl. Versand (Ausland, Luftpost).

Vertrieb und Abonnementsverwaltung

(auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb

Postfach 5707
D-6200 Wiesbaden
Ruf (0 61 21) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen
kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom
Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden ge-
setzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Er-
richtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangsein-
richtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmi-
gung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an
Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verla-
ges über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion er-
teilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berück-
sichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen
werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung be-
nutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1987 by Verlag Heinz Heise GmbH

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

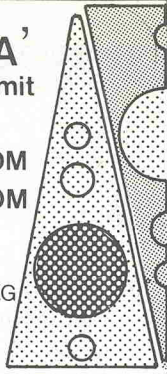
Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

Die Fa. Kling & Freitag stellte freundlicherweise die Boxen
zur Verfügung.

vifa 'DELTA'
Bausatz komplett mit
MDF o. MPX Holz -
bausatz 700,-DM
Fertig ab 800,-DM

Klein aber Fein

Audio Design GmbH & Co. KG
4100 Duisburg 1
Tonhallenstr. 49
Tel. 0203 / 29898



**LAUTSPRECHER
HUBERT**

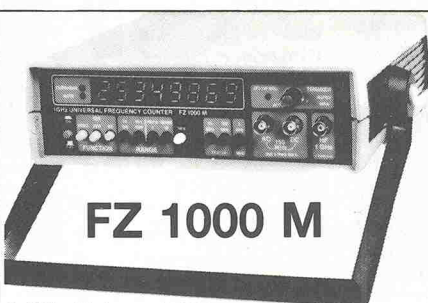
*** HiFi Boxen
selbstgemacht ***

z.B. ETON 100 hex DM 399,-

**LAUTSPRECHER
HUBERT GMBH**

Inh. O. Höfling

Wasserstr. 172, 4630 Bochum, Tel. (0234) 301166



FZ 1000 M

1-GHz-Universalzähler

- Drei Frequenzbereiche von DC bis 1,3 GHz
 - Periodendauermessungen von 0,5 µs bis 10 s, einzeln oder gemittelt bis 1000 Perioden
 - Ereigniszählung von DC bis 10 MHz
 - 10-MHz-Quarzzeitbasis, als Opt. mit Thermost. (2x10⁻⁹)
- FZ 1000 M Fertigergerät Best.-Nr. S 2500 F DM 698,-
FZ 1000 M Komplettbausatz Best.-Nr. T 2500 F DM 498,-
Aufpreis Quarzthermostat Best.-Nr. I 0190 F DM 119,-
Technische Unterlagen kostenlos.

ok-electronic gmbh

Heuers Moor 15,
4531 Lotte 1

Telefon (05 41) 12 60 90 · Telex 9 44 988 okosn

Köhler Elektronik

Inh.: Wolfgang Köhler

ab 26. 1. 87

Schwanenwall 46

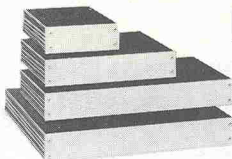
4600 Dortmund 1

Tel. 02 31/57 23 92

TEKO

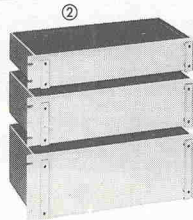
new

TEKO



**Neuheiten
1987**

- Slim-Line-Gehäuse ①
- 19"-Einschubgehäuse ②



Fordern Sie unseren
kostenlosen
Katalog 1987 an!

GENERALVERTRETUNG UND KD-ZENTRALE
ERWIN SCHEICHER NACHF. BOEHM KG,
Kurzhuberstraße 12, 8000 München 82, Postfach 82 06 44,
Telefon (0 89) 42 30 33/34 (Anrufbeantw. n. 17 Uhr), Telex 5 23 151

AUS DIESEM HEFT

Originalbauteile, Verschiedenes und Platinen

TL 084 ... 2,15	4016 ... 0,85	HM 6116 ... 4,10	79L05 ... 1,45
4011 ... 0,84	40106 ... 1,10	ZN 429 ... 7,50	CA 3100 ... 5,00
ADC 0820 ... 40,45	MAT 02 ... 42,00	BD679/680 (Paar) ... 2,45	

Kondens. Folie/MKH 5.0/7.5	Platinen:	
1.0 bis 15 nF ... 0,25 0,20	Auto-Pilot ... 5,25	
18 bis 88 nF ... 0,40 0,25	Digital-Sampler, durchkontaktiert ... 49,90	
82 bis 120 nF ... 0,50 0,35	Rasierkonverter ... 10,25	
150 bis 220 nF ... 0,70 0,55	Sweep-Gen. Plat. satz ... 28,00	
270 bis 330 nF ... 0,80 0,65	Poti Mono/6 mm-Achse ... 1,50	
390 bis 560 nF ... 1,30 0,80	Wendeltrimmer je Wert ... 1,55	
680 bis 1 µF RM ... 10,00 1,15	Drehtrimmer ... 9,75	
Steckernetzteil, 3-12 V einstellbar, max 300 mA		
Drehschalter 1x12/2x6/3x4/4x3 Print-o. Norm. mont. je		2,45

Folgende Komplettbausätze enthalten sämtliche zum erfolgreichen Bau erforderlichen Teile wie Platine, Gehäuse, Montagem., Trafo, Netz., Lötzinn, Fassungen, Ger. Knöpfe usw.

- * Auto-Pilot incl. KS-Gehäuse ohne Stecker ... 15,50
 - * Digital-Sampler incl. bedruckte Frontplatte ... 240,00
 - * Rasierkonverter incl. KS-Gehäuse, ohne Stecker ... 45,00
 - * Sweep-Generator incl. bedruckte Frontplatte ... 228,00
- Sämtliche nicht genannten Teile sind ebenfalls lieferbar. Kein Mindestbestellwert! KS- und Metallgehäuse in allen Größen lieferbar. Bei Anfr. bitte Rückporto beifügen.

STIPLER-Elektronik Inh.: Georg Stippler
Postfach 1133, 8851 Bissingen, Tel. 090 05/4 63

pro audio
HiFi-BAUSÄTZE

**LAUTSPRECHER-
BAUSÄTZE
ALLER SPITZEN-
HERSTELLER**

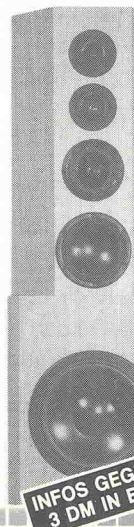
**GROSSES
VORFÜHRSTUDIO**

**PREISGÜNSTIGE
MDF-GEHÄUSE**

**BERECHNUNGEN
PER COMPUTER**

**AB 200,- DM
VERSAND FREI**

**proaudio GmbH
AM WALL 45
2800 BREMEN 1
TEL. (04 21) 148 74**



**INFOS GEGEN
3 DM IN BM**

Einführung

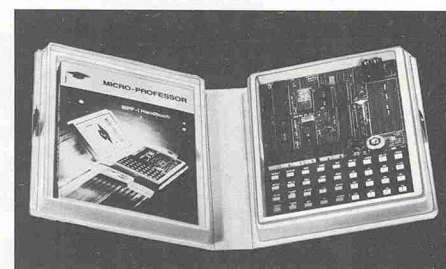
mit dem

„Micro-Professor“

Lehrgang

**Mikroprozessor-
technik**

Christiani Mikroprozessor-Lehrgänge sind seit Jahren bekannt und haben „Tausenden“ beruflich und privat den richtigen Einstieg in die Computertechnik ermöglicht.



Der Lehrgang Mikroprozessortechnik umfaßt 4 Lehrbriefe (ca. 200 Seiten DIN A4), den Lehrcomputer „Micro-Professor“, ein EPROM mit Beispielprogrammen und eine Tonbandkassette.

Mit diesem Lehrgang ist es erstmals möglich, preiswert und gründlich in die Maschinensprache des Z-80 einzusteigen und sich umfassende Kenntnisse für Beruf und Hobby anzueignen.

Lehrgang und Lehrcomputer kosten zusammen pro Lehrbrief DM 174,-.

Christiani
Fortbildung

Technisches Lehrinstitut
Postfach 35 57172 · 7750 Konstanz
in Österreich: Ferntechnikum 6901 Bregenz

Coupon auf Postkarte aufkleben oder im Umschlag einsenden.
Sie erhalten sofort **kostenlos** ausführliches Informationsmaterial über den Lehrgang Mikroprozessortechnik.

Name, Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

57 172

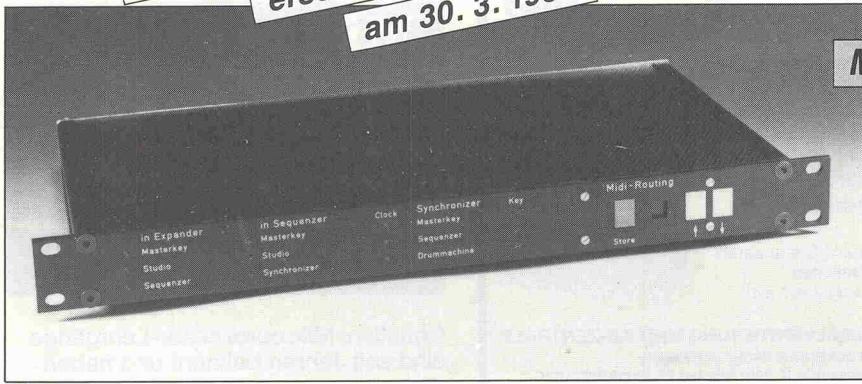
Heft 4/87

erscheint

am 30. 3. 1987

MIDI-Routing

Die unvermindert steigende Zahl MIDI-fähiger Musikanlagen hat dazu geführt, daß das ewige Umstecken der bitführenden Verbindungskabel allmählich zu nerven beginnt. Ab Heft 4 übernimmt ein programmierbares Routingsystem diesen Job.



Digital-Sampler

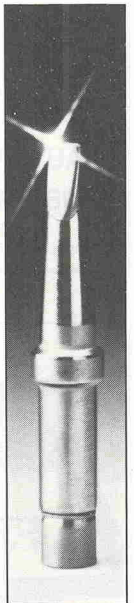
Jetzt ist es soweit: Die praktische Aufbauphase des im letzten Heft theoretisch besprochenen Digital-Samplers läuft ziemlich locker ab, da alle Bauelemente auf einer doppelseitig durchkontaktierten Europlatine Platz finden. Nach dem Verdrahten der Bedienelemente kann dann der Sampler in Betrieb genommen werden.



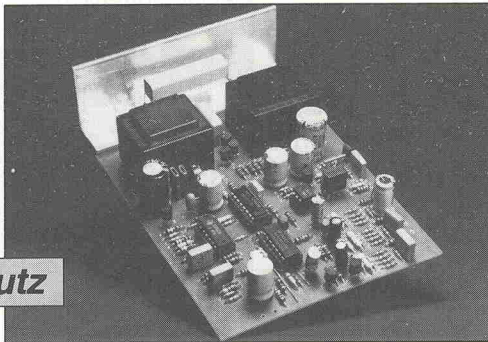
Temperaturgeregelte Lötstation

Lötfix

Eines der wichtigsten Werkzeuge für den Hobby-Elektroniker ist der LötKolben. Die preiswerten — und daher für Einsteiger interessant — Modelle sind alle für 220 V ausgelegt und nicht geregelt. Mit unserer Schaltung lassen sich solche einfachen Kolben auf 'komfortabel' umbauen.



Aktiv-Schutz



Auch Aktiv-Lautsprecherboxen müssen geschützt werden — zum Beispiel vor Einschalt-Stromstößen, vor den Einschalt-Ausgleichsvorgängen in den Lautsprecherleitungen und vor Gleichspannungen an den Ausgängen. Die im nächsten Heft beschriebene Schutzschal-

tung übernimmt alle beschriebenen Schutzaufgaben, sie ist nachträglich in nahezu jede Aktivbox einbaubar. Dank einer ausgeklügelten Logik werden jetzt Aktivboxen-Betriebsspannungen sicher vermieden. Und der Aufwand? Eine Europakarte.

c't 3/87 — jetzt am Kiosk

Grundlagen: Technologie der HC-, HCT-Chips und CMOS-Prozessoren ★ Software: Grafisches Kernsystem GKS ★ Projekte: Low cost, low drop-Netzteil, Apple IIe Speed-Up ★ Know-how: Apfelmännchen mit Arithmetik-Prozessor

c't 4/87 — ab 19. März 1987 am Kiosk

Report: Kann man ein Menschengehirn 'in Silizium' nachbauen? ★ Projekt: Preiswerter PC-Festplatten-Controller an Z80-Rechnern ★ Software-Know-how: Computer-Viren — Kleinstprogramme 'zerfressen' Datenbestände ★ Grundlagen: Mehr Speicher in PCs — EMS und Above Boards

Input 2/87 — jetzt am Kiosk

Lohnsteuer '86 — dem Finanzamt auf die Finger geschaut ★ Julia — zwei- und dreidimensionale 'Apfelmännchen' ★ Label-Tool — Unterprogramme mit Namen aufrufen ★ INPUT-CAD, Teil 4 ★ u.v.a.m.

Input 3/87 — ab 2. März am Kiosk

Assembler-Schule: 6502-Maschinensprache-Kurs mit integriertem Prozessor-Simulator, Editor und Assembler ★ Vokabel-Trainer: Verwaltung von 2000 Vokabeln im Rechner, ausgefeilte Lern-Optionen ★ BCD-Arithmetik: bis auf 250 Stellen genau ★ u.v.a.m.



Sechs moderne Textverarbeitungs-Systeme für PCs, von WordStar 3.45 bis 'T3' mußten zeigen, inwieweit sie dem Stand der Technik Rechnung tragen.

Brandneue Computer auf der CeBIT: Ataris PC und Commodores Amiga 2000, die PC-Amiga-Kombination. Weiter gibt es einen Atari Mega ST im 'PC'-Gehäuse und einen Amiga 500 'in der Tastatur'.

MARKENHALBLEITER



Integrierte Schaltungen

Sanyo

Hybrid-Verstärker STK

TL	STK	STK	STK	STK
022 DIP 2,11	0025 14,77	035 42,13	2101 22,52	443 35,12
044 DIP 3,82	0029 14,08	040 26,68	2125 25,31	457 26,68
061 DIP 1,43	0039 16,88	041 50,68	2230 28,11	459 26,68
062 DIP 1,49	0040 18,99	043 40,76	2250 39,33	460 30,90
064 DIP 2,68	0049 21,09	050 73,08	3042 18,24	461 30,21
066 DIP 2,80	0050 21,09	070 84,31	3062 19,67	463 33,75
070 DIP 3,03	0060 32,32	071 19,67	3082 22,46	465 36,45
072 DIP 1,32	0080 37,71	072 29,64	3100 30,90	466 44,98
073 DIP 1,34	0105 56,62	077 21,78	430 17,56	501 33,24
074 DIP 2,23	011 21,09	078 23,89	431 16,88	502 32,44
080 DIP 3,94	013 28,11	080 23,20	433 15,17	507 15,45
081 DIP 1,09	014 32,67	080G 29,47	435 16,88	521 19,95
082 081SD 3,03	015 19,67	082 30,90	436 18,24	523 31,92
082 DIP 1,12	016 25,31	082G 63,27	437 21,09	531 44,29
082SD 3,65	020 18,99	084 37,91	439 22,52	532 32,32
083 DIP 4,05	022 21,09	084G 54,72	441 30,90	533 45,49
084 DIP 2,00	024 37,57	086 42,13	443 35,12	541 33,06
085SD 6,10	031 42,13	STK 2028 29,53	457 26,68	542 59,85

Transistoren

Integrierte Schaltungen

BC	BD	BF	BU	Gehäuseformen	L	TL	TL
107B -40	135 -51	115 1,00	100 7,96	78S... =10 220	121 8,43	022 DIP 2,11	022 DIP 2,11
108A -40	136 -54	117 2,23	103 3,71	78L... =10 220	131 2,14	044 DIP 3,82	044 DIP 3,82
108B -40	137 -57	167 -90	108 3,71	78K... =10 220	149 4,51	061 DIP 1,43	061 DIP 1,43
108C -40	138 -57	173 1,33	109 3,37	78L... =10 3	194-5 5,99	062 DIP 1,49	062 DIP 1,49
109B -40	139 -59	177 1,70	110 4,39	78L... =10 3	194-15 5,99	064 DIP 2,68	064 DIP 2,68
109C -40	140 -59	178 1,33	111 4,13	79... =10 3	194-18 5,99	066 DIP 2,80	066 DIP 2,80
140-6	142 2,04	179A 1,26	125 3,22	78L... =10 92	200-220 2,23	070 DIP 3,03	070 DIP 3,03
140-10	163 -90	180 1,01	126 3,09	79L... =10 92	200-203 7,47	072 DIP 1,32	072 DIP 1,32
140-16	163 -90	180 1,01	126 3,09	79L... =10 92	200-203 7,47	073 DIP 1,34	073 DIP 1,34
141-6	165 -90	181 -82	180 3,71	7805 -82	201B 1,75	074 DIP 2,23	074 DIP 2,23
141-10	165 -90	181 -82	180 3,71	7805 -82	201B 1,75	080 DIP 3,94	080 DIP 3,94
141-16	165 -90	181 -82	180 3,71	7805 -82	201B 1,75	081 DIP 1,09	081 DIP 1,09
150C	169 -90	190 -24	204 3,94	7805 -82	201B 1,75	082 081SD 3,03	082 081SD 3,03
160-6	170 -90	190 -24	204 3,94	7805 -82	201B 1,75	082 DIP 1,12	082 DIP 1,12
160-10	171 -77	224 -30	208 3,40	7806 1,12	294 13,11	082SD 3,65	082SD 3,65
160-16	172 -77	225 1,66	208A 3,40	7807 1,12	296 19,33	083 DIP 4,05	083 DIP 4,05
161-6	173 -77	226 1,66	208A 3,40	7807 1,12	296 19,33	084 DIP 2,00	084 DIP 2,00
161-10	173 -77	226 1,66	208A 3,40	7807 1,12	296 19,33	085SD 6,10	085SD 6,10
161-16	173 -77	226 1,66	208A 3,40	7807 1,12	296 19,33	091 DIP 2,68	091 DIP 2,68
167A	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	601C 3,54	092 DIP 5,95	092 DIP 5,95
167B	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	602C 3,54	094 DIP 7,73	094 DIP 7,73
168A	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	603C 3,88	101A 2,80	101A 2,80
168B	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	1010A 3,97	1010A 3,97
168C	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102 102A 15,11	102 102A 15,11
168D	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168E	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168F	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168G	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168H	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168I	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168J	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168K	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168L	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168M	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168N	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168O	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168P	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168Q	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168R	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168S	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168T	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168U	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168V	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168W	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168X	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168Y	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
168Z	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169A	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169B	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169C	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169D	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169E	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169F	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169G	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169H	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169I	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169J	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169K	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169L	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169M	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169N	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169O	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169P	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169Q	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169R	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169S	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169T	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169U	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169V	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169W	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169X	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169Y	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
169Z	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170A	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170B	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170C	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170D	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170E	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170F	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170G	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170H	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170I	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170J	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170K	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170L	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170M	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170N	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170O	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170P	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170Q	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170R	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170S	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170T	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170U	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170V	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11
170W	180 -84	241 -24	310 4,51	7808 1,12	604C 3,88	102A 15,11	102A 15,11

„Akustik des Aufnahme-

und Regieraumes“

(Problemlose Herrichtung normaler Wohn- und Kellerräume für Musik- und Sprachaufnahmen.)

„Korrelation“

(Ursachen, Erkennen und Bereinigen von Phasenproblemen bei der Aufnahme. Begriffserklärung.)

„Mikrofone“

(Praxisorientiertes über Auswahl und Aufstellung von Mikrofonen für Sprach- und Instrumentalaufnahmen von Günter Zierenberg, „Musik Produktiv“, auf der Basis des Marktangebotes.)

„Daten auf dem Prüf-

stand“

(Meß- und Rechenbeispiele als Orientierungshilfe zur richtigen Beurteilung qualitätsbestimmender Daten von Audio-Komponenten; wann darf sich ein Mischpult „studio-tauglich“ nennen?)

„Kompressoren und

Limiter“

(Unterschiede und Einsatzkonsequenzen bei Aufnahme und Abmischung hinsichtlich Klirrfaktor und Geräuschspannungsabstand.)

Marktübersicht „Multi-

tracker“

(Katalogartige Übersicht über im Homerecording verwendete Aufnahmegeräte — vom 4-Spur-Cassettenrecorder bis zur 8-Spur-Bandmaschine; Entscheidungskriterien bei Einsatz und Kauf.)

„Gating“

(Neben ihren herkömmlichen Einsatzgebieten bieten Noise Gates erstaunliche Effektmöglichkeiten. Zusätzlich.)

BAUANLEITUNGEN

Mischpult „Studiomixer PM 500“

(Professionelles Mischpult in Kassettenbauweise.)

„Hallplatte“

(Klanglich hervorragender Kompromiß zwischen den eher mäßig klingenden Hallfedern, den für Hobbyisten nahezu unerschwinglichen Goldfoliensystemen (EMT) und den noch nicht als Bauanleitung existierenden digitalen Halleinrichtungen.)

„Delta Delay“

(Digitales Echo-(Verzögerungs-)Gerät auf der Basis der adaptiven Deltamodulation.)

„Limiter L 6000“

(Er darf sich „professionell“ nennen: in allen Parametern weist der L 6000 hervorragende Daten auf.)

„Noise Gate“

(Kleines, kompaktes Gerät für alle im Grundlagenbeitrag „Gating“ erwähnten Anwendungsfälle.)

„Korrelationsgradmesser“

(Einfacher, preiswert nachzuverzierender Bauvorschlag eines Gerätes mit hinreichender Genauigkeit von +1... —1)

ca. 120 Seiten, DM 16,80

Ab 26. 1. 1987 am Kiosk oder direkt ab Verlag gegen Vorauszahlung (Verrechnungsscheck beilegen).

