

Verstärkertechnik:

Klasse A mit MOSFETs

Satelliten-Empfangstechnik:

Schüssel selbstgebaut

Meßtechnik:

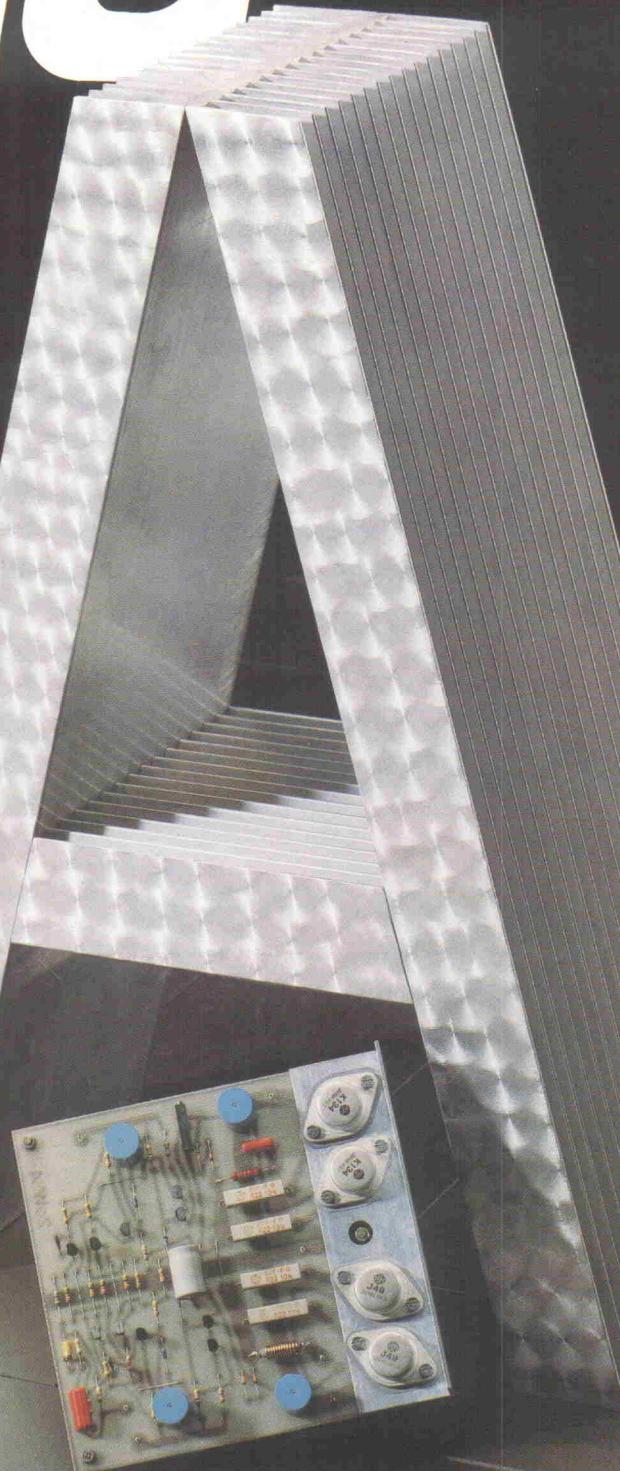
Tonburst-Generator

Energietechnik:

**Kleine Ströme
'selbstgebastelt'**

Verzögerungstaktik:

Hall Digital



HifiBoxen

selbstgemacht

- Focal 300 DB
- Celestion Vantage 120
- Peerless G 22 L
- MB-'Röhre'
- Vita Korrekt
- Eton 3
- Electro-Voice Kit 2
- Magnat Compound
- Fostex Studio-System I
- Dynaudio Axis 5
- JBL 4430 Replica
- Seas/Sipe S 80 TML
- Visaton Mini
- scan-speak Bjørn II
- I.E.M. 140
- HIGH-END plus PLUS



Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlagsunion
Zeitschriftenvertrieb
Postfach 1147**

6200 Wiesbaden

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

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-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

1985

zur Lieferung ab

Heft _____ 1985

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

1985

an Firma _____

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

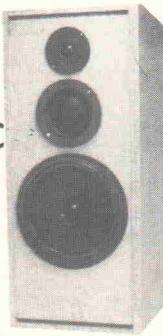
Abgesandt am

1985

an Firma _____

Bestellt/angefordert

**klein
aber
fein**



Vivace – der Lautsprecher aus der ELEKTOR X-L Serie

Dieser Lautsprecherbausatz mit seinen sensationellen Klangeigenschaften sorgt für ein unschlagbares Preis-/Leistungsverhältnis.

Belastbarkeit: 150/250 W, Frequenzgang: 30-24000 Hz
Prinzip: 3-Weg TL-Resonator
Lautsprecher: Vifa M 25 WO 48,
D 75 MX 10, DT 25 G-5
Bausatz mit Dämmaterial und Anschlußklemme
passendes Fertiggehäuse in Echtholz m. Ausschn.

398,-
278,-

Musik

statt

Mystik!

vifa

Vifa – Korrekt

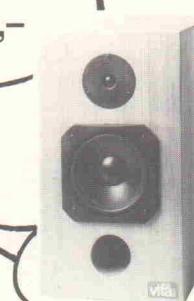
Dieser Bausatz schließt die Lücke zwischen Mini-Boxen englischer Herkunft und „külschränkgroßen HiFi-Monstern“ und erfüllt alle Ansprüche engagierter Musikliebhaber.

Belastbarkeit: 100/300 W
Frequenzgang: 35 - 30000 Hz
Prinzip: angeschnittener Resonator mit Polypropylen-Baß
Bestückung: 17 WP 150, H 195
Bausatz mit Dämmaterial und Weichenkit

192,-
Gehäuse **nur 98,-**

NEU!

Korrekt aktiv



Für den konsequenten HIFI-Freak gibt es ab sofort einen fertig aufgebauten Aktiv-Einschub in professioneller Ausführung mit Einschaltautomatik. Die Frequenzweiche arbeitet mit Linkwitzfiltern und neuartigem Time-Delay-Phasenausgleich. Pro Einschub stehen zwei Leistungsverstärker mit je 60 W zur Verfügung.
Fertigbaustein mit Garantie:

498,-

NEU!

Elektor-Andante

Das neue Lautsprecherprojekt von Elektor

mit spitzer Feder kalkuliert

748,-

660,-

Preis mit „normalem“ MT 130

Achtung: ab Juni liefern wir die ANDANTE auch mit Passivweiche!
(ca. 850,- DM)

ZUBEHÖR

Unser Zubehör verleiht Ihren Boxen ein professionelles Finish!

Gehäuse:

Vifa-Korrekt zum Sparpreis
Original-Gehäuse mit Aufräusungen, fertigem Bespann-Rahmen und Anschlußklemme.
Hochwertige Dekoroberfläche in Schwarz, Mahagoni oder Eiche.

pro Stück **98,-**

Dämmmaterial

PRITEX 50 mm genoppt

qm **29,-**

BAF-WADDING

1,4 m breit, 5 cm dick

lfd. m **19,50**

BAILEY-WOLLE

1 kg **27,-**

ANSCHLUSSKLEMmen

quadratische Ausführung

bis 4 mm² Kabel

1,95

LAUTSPRECHERKABEL

2 x 4 mm² durchsichtig,

top-Qualität ab 10 m

m **1,95**

EINSCHLAGMUTTERN

4 mm und 6 mm

4 mm 10 Stck. **4,30**

6 mm 10 Stck. **5,30**

Nüppie's

Bespannrahmenhalter

Männlein und Weiblein

10 Stück **6,50**

BESPANNSTOFF

hochelastisch, daher gut zu ver-

arbeiten, Breite 1,60 m

m **18,-**

Fordern Sie die Unterlagen und Preislisten gegen 2,- DM in Briefmarken an. Die aufgeführten Bausätze können in unserem Ladengeschäft probegehört werden.

Unsere Öffnungszeiten:

Mo-Fr: 10.00-13.00 Uhr/15.00-18.30 Uhr, Sa: 10.00-14.00 Uhr.

Sie finden uns direkt im Herzen Duisburgs am Hauptbahnhof.

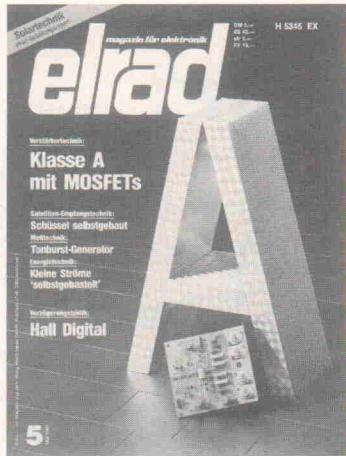
Neben unseren Bausätzen führen wir weiterhin hochwertige

HiFi-Electronik.

klein aber fein

4100 Duisburg 1, Tonhallenstr. 49, Telefon (02 03) 2 98 98.

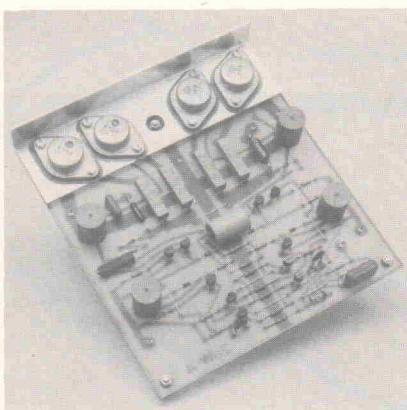
Inhaltsverzeichnis



Titelgeschichte

20 W Klasse-A-Verstärker

Jedermann kennt sie, jedermann will sie: die stromfressenden Heizöfen, mit denen der Musikgenuss zu ungeahnten Höhen aufsteigen soll. In zwar geahnten, aber unerschwinglichen Höhen liegen die Preise für Fertigeräte der Industrie. Hier ist nun die Bauanleitung, die den angestrebten Höhenflug ins Reich der Musik durch Selbstbau möglich macht.



Zwar wird mit ca. 80 W Verlustleistung je Kanal das Wohnzimmer beheizt, aber dafür erhält man eine Qualität der Musikwiedergabe, die auch dank der MOSFET-Endtransistoren stellenweise jenseits der Meßgrenzen liegt.

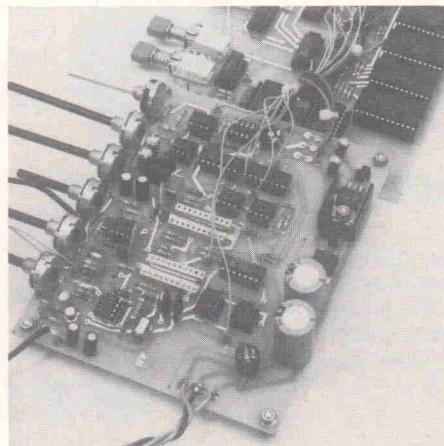
Seite 22

Bauanleitungen

Rein in den Chip, raus aus dem Chip

Hall Digital

In Form einer Bauanleitung wird hier ein Gerät vorgestellt, das hervorragend für den Einsatz im Bühnen- und Studiobereich geeignet ist. Ein NF-Signal wird in dieser Einheit digitalisiert, in einigen RAMs zwischengespeichert und anschließend in ein analoges Signal zurückgewandelt. Die Verzögerungszeit kann bis zu 1,3 s eingestellt werden. (Wem das noch nicht reicht, der kann das Hallgerät mit einer Erweiterungskarte versehen, die ebenfalls vorgestellt



wird.) Mehrere Effekte können bei diesem Hallgerät per Knopfdruck eingestellt werden, so z. B. die Funktion 'Freeze'. Das einmal eingeschriebene NF-Signal wird hierbei 'eingefroren' und kann beliebig oft ausgelesen werden.

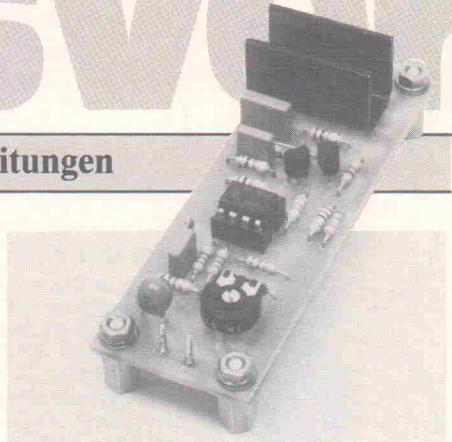
Seite 36

Bauanleitung Meßtechnik

Gittermustergenerator

Das wichtigste Meßinstrument eines Fernsehtechnikers im Außendienst ist das Multimeter, das zweitwichtigste der Gittermustergenerator, denn sehr oft wird gerade dann kein Testbild gesendet, wenn die Bildgeometrie eingestellt werden soll. Der pfiffige Techniker hat dann natürlich sein Testbild im Koffer. Wie's geht, lesen Sie auf

Seite 50



Spannung nach Wunsch

Präzisions-Netzteil

Oft werden preisgünstige und einfache, aber doch genaue Netzteile zur Versorgung verschiedener Elektronik-Geräte benötigt. In diesem Beitrag wird eine sinnvolle Alternative zu den bekannten 'Dreibeinern' vorgestellt, die auch 'krumme' Spannungswerte bei frei einstellbarer Strombegrenzung liefern kann. Alle benötigten Bauteile finden auf einem 30 x 87 mm Platinchen Platz.

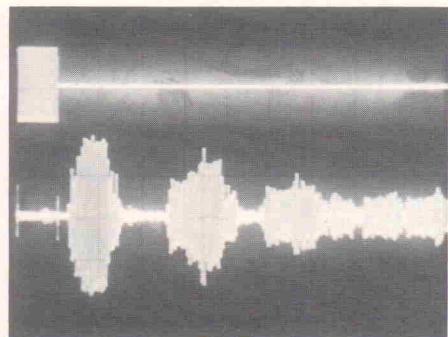
Seite 68

Sinus mit Stufe

Ton-Burst-Generator

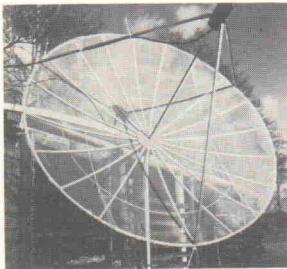
Für ausgedehnte dynamische Messungen an Audiokomponenten ist der normale Sinusgenerator unzureichend. Mit seinem konstanten Ausgangssignal können ausschließlich stationäre, d. h. Messungen im eingeschwungenen Zustand, durchgeführt werden. Um beispielsweise das Impulsverhalten eines Lautsprechers bei plötzlich einsetzenden lauten Passagen ('Dynamikspitzen') labortechnisch erfassen zu können, benötigt man ein 'dynamisches' Testsignal. Als sehr geeignet erweist sich die Verwendung sogenannter 'Ton-Bursts'.

Seite 58



Zeichnis

Bauanleitungen



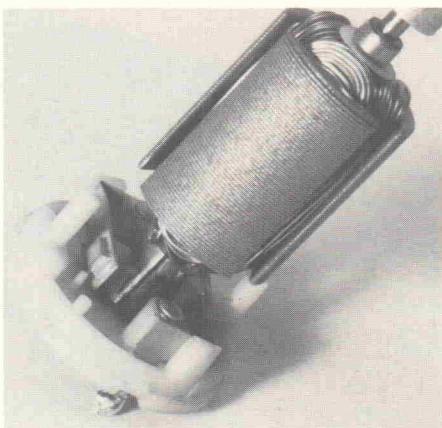
Statt Kabelanschluß im Keller:

Satelliten-Empfangstechnik

Der Empfang eines Fernsehsignals vom TV-Satelliten ist nicht mehr so einfach, wie wir das von der bisherigen Signalübertragungstechnik kannten. Statt der preiswerten Yagi-Antenne auf dem Hausdach braucht man eine teure 'Suppenschüssel' im Vorgarten. Wie eine solche Parabolantenne aus Alu-Rohren und V2A-Drahtgeflecht preiswert selbstgebaut werden kann, zeigt diese Bauanleitung. Auf den Bildern sehen Sie links das 'Labor'-Muster unserer Schüssel und in der Mitte und rechts Bildschirmfotos, die der Autor mit der Antenne vom russischen TV-Satelliten Horizont machte. Der rechts abgebildete Text bedeutet: Vergessen Sie nicht, den Fernseher auszuschalten.

Seite 28

Grundlagen aktuell



Das elektromagnetische Prinzip

Kleine Ströme selber 'basteln'? Kein Problem. Wer in der Nacht sein Stahlroß rettet, tut es: Der Fahrraddynamo ist der wohl bekannteste Generator für elektrische Energie.

Und um Generatoren geht es in diesem Grundlagen-Report; einfache Experimente mit Magneten, Spulen und kleinen Motoren (Foto) erklären das elektromagnetische Prinzip. Daß es heute gar nicht so abwegig ist, an die Eigenerzeugung elektrischer Energie zu denken, zeigt das Kapitel 'Generator im Keller'.

Seite 52

Manche mögen's heiß

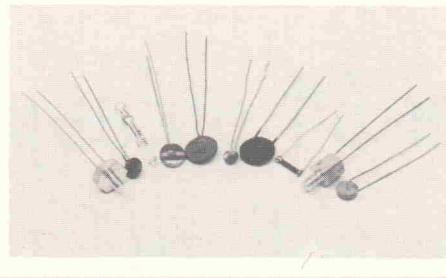
NTC-Widerstände

Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten werden überall dort eingesetzt, wo

- Transistoren thermisch kompensiert
- positive Temperaturkoeffizienten ausgeglichen
- Spannungen stabilisiert
- Temperaturen gemessen
- Gegenkopplungen stabil gehalten werden müssen.

Gründe genug, sich diese Bauelemente einmal näher anzusehen. Im vorliegenden Beitrag werden charakteristische Kenngrößen und typische Anwendungen von NTC-Widerständen erläutert, und es wird eine einfache Thermometer-Schaltung vorgestellt.

Seite 33



Gesamtübersicht 5/85

	Seite
Briefe + Berichtigungen	8
Dies & Das	10
aktuell	11
Schaltungstechnik aktuell	18

Audio

20 W Klasse-A-Verstärker	22
--------------------------------	----

Bauanleitung HF-Technik	
Parabolantenne für Direktempfang ..	28
Grundlagen	
NTC-Widerstände	33

Bühne/Studio

Hall Digital	36
--------------------	----

Schaltungsreport	
Solarenergie und Elektronik	44
Bauanleitung Meßtechnik	
Gittermustergenerator	50
elrad-Grundlagen-Report	
Das elektromagnetische Prinzip	52
Bauanleitung Meßtechnik	
Ton-Burst-Generator	58

Die elrad-Laborblätter	
Pulsgeneratoren und MMVs in CMOS	63
Bauanleitung Stromversorgung	
Präzisions-Netzteil	68

Abkürzungen	72
Englisch für Elektroniker	74
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	78
Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil	81
Impressum	81
Vorschau auf Heft 6/85	84

Briefe + Berichtigungen

Gitarrenverstärker

Ich möchte einen Gitarrenverstärker mit einer Röhrenendstufe bauen und habe mir deshalb Ihre Bauanleitung 'The Rocker' unter die Lupe genommen: Mein Kompliment!

Das einzige, was mich stört, ist die Spitztleistung von 200 Watt. Nach einigen Überlegungen bin ich zu dem Schluß gekommen, daß der Verstärker mit zwei EL 34 und einem Ausgangstrafo mit 11 kOhm Eingangsimpedanz genauso funktionieren muß. Die Spitztleistung wäre mit 100 Watt (für meinen Geschmack) vollkommen ausreichend. Mein Problem ist die Dimensionierung des Gegenkoppelungswiderstandes R6, wenn eine Ausgangswicklung mit 5,15 Ohm und 100 V vorhanden ist. Soll-

ten weitere Änderungen notwendig sein, so bitte ich Sie, mir diese mitzuteilen.

P. Frohn
7000 Stuttgart

Sie können den Gegenkopplungswiderstand beim ersten Einschalten so lassen, wie er im Heft angegeben ist. Später kann er so abgeändert werden, daß bei dem gewünschten Nennpegel am Eingang (z.B. 0,775 V oder auch 1 V) die Nenn-Ausgangsleistung erreicht wird.

Eine weitere Änderung wäre im Netzteil sinnvoll, denn die Heizwicklungen und die Anodenspannungswicklung sind bei dieser Bestückung stark überdimensioniert.

(Red.)

Speichervorsatz für Oszilloskope, elrad 3/85

In dieser Bauanleitung sind uns einige Fehler unterlaufen. (Wir danken Herrn J. P. Krause aus Halver dafür, daß er uns darauf hingewiesen hat.)

Auf Seite 25 im Schaltbild führt das obere Bein von R29 an Masse — und nicht an +5 V, wie im Heft angegeben.

Im Bestückungsplan auf Seite 26 wird R13 bis zum nächsten freien Loch nach links verschoben, der Elko C12 in der Polarität vertauscht und das untere Anschlußbein von C3 um ein Loch nach oben gerückt.

Röhrenverstärker

Mit großem Interesse las ich einen Leserbrief in der März-Ausgabe. Sie schreiben, daß eine Hifi-Variante des 'Rockers' durchaus möglich ist; ich kann das vorbehaltlos bestätigen. Ich habe mir zu diesem Zweck ein halbes Dutzend Kondensatoren mit 680 µF/450 V bestellt und eingebaut. Außerdem sollte man die Mehrkosten nicht

scheuen und alles, soweit möglich, mit abgeschirmten Leitungen aufbauen. Ich habe mir aus 5-mm-Alu ein Chassis biegen lassen; Trafo, Übertrager und Röhren bekamen dann noch getrennte Käfige aus 2-mm-Alu. Alles in allem betragen die Mehrkosten DM 300,— für drei Endstufen.

Die Werte des von Euch gebauten Prototypen übertreffe ich um 70 % (natürlich nur beim Klirrfaktor).

Ein Problem habe ich noch nicht lösen können: die richtigen Röhren! Bis jetzt hatte ich noch einen Vorrat EL 34 von Valvo, der jedoch wohl nicht mehr lange reichen wird. Was schlagen Sie vor?

W. Dobeslaw
2303 Gettorf

Wir denken, daß es die EL 34 noch etliche Jahre geben wird — und wenn sie von Valvo nicht mehr produziert wird, dann gibt es so viele Fabriken in Jugoslawien und im Fernen Osten ...

(Red.)

Siehste Heinz, ich hab's gewußt: Homecomputer-Menschen sind klüger als andere. Die haben blitzschnell gecheckt, daß INPUT 64 den Commodore 64 aufpeppt, und greifen voll zu ...



**MOSFET-PA,
elrad 8...10/81, 1...5/82**

Seit 5 Jahren bin ich ein begeisterter Leser Ihrer Zeitschrift und habe auch einige Geräte nach Ihren Bauanleitungen selbst gebaut. Im letzten Jahr war nun der MOSFET-Verstärker mit Vorverstärker dran. Ich stellte fest, daß die Qualität des Verstärkers allen meinen Erwartungen gerecht wurde.

Daraufhin kam ich auf die Idee, den Verstärker in einem renommierten Ingolstädter Hifi-Fachgeschäft testen zu lassen. Dort mußte mein Gerät gegen den neuen ***-Vorverstärker (Kostenpunkt DM 2100,—) antreten.

Das Stereobild wurde zwar etwas zusammengeschoben, was aber auf die Übersprechdämpfung zurückzuführen ist. Dies kann jedoch sehr leicht behoben werden. Ansonsten waren keine klanglichen Unterschiede festzustellen. Beim Fremdspannungsabstand unterlag der *** eindeutig.

Der Meister dieses Hifi-Geschäfts war beeindruckt und

lobte meinen Verstärker mit den Worten: 'Oh, der rauscht ja gar nicht.'

Dadurch wurde wieder einmal bewiesen, daß man auch als Hobby-Elektroniker in der Lage ist, Top-Hifi-Geräte selbst zu bauen.

P. Weis
8070 Ingolstadt

Report: Netzgeräte, elrad 1/85

Alle Achtung, das muß Ihnen erst einmal jemand nachmachen! Ich spreche von Ihrem Netzgeräte-Test im Januar-Heft. Andere Zeitschriften begnügen sich damit, Tabellen mit technischen Daten zusammenzustellen, aus denen allenfalls ein Fachmann Vorzüge und Schwächen herauslesen kann.

Sie trennen im Klartext die Spreu vom Weizen, ohne Rücksicht auf den Verlust von Inserenten. Die Angst, Anzeigenkunden zu verlieren, hält doch andere Zeitschriften davon ab, Schlechtes auch schlecht zu nennen und dort Kritik zu üben, wo sie angebracht ist.

Ein Wort zum Schluß: Ich bin seit einigen Monaten (also unabhängig von Ihrem Beitrag) Besitzer des Netzgeräts der Firma Conrad. Auch nach meiner Erfahrung ist Ihr Lob dieses extrem preisgünstigen Geräts berechtigt. Nur ein Detail ist zu beanstanden. Die Plusbuchse sollte farblich (rot) abgesetzt sein. Ich habe das nachträglich selbst getan.

D. Folger
8602 Waizendorf

... was bei dem Preis des Geräts wohl auch problemlos ist!

(Red.)

Leserbrief elrad 2/85

Bezugnehmend auf den Leserbrief von Herrn Lauer auf Seite 10 widerspreche ich Ihrer Ansicht, daß man keine theoretischen Grundlagen braucht, um einen Bausatz so zusammenzubauen, daß er auch zufriedenstellend funktioniert. Abgesehen von falschen Angaben des Herstellers (siehe Spannungswandler-Korrektur) sind verpolte Spannungsquellen oder Dioden, kalte Lötstellen, ver-

gessene Brücken, Bauteiletoleranzen und sonstige Kleinigkeiten wie Ungeduld, Zeit- und Konzentrationsmangel etc. dafür verantwortlich, daß ein Bausatz so gut wie nie auf Anhieb funktioniert.

Ohne ein Mindestmaß an 'Software' (Ohmsches Gesetz, Leistungsformel, Kirchhoffsche Gesetze und Helmholtz-Gesetze) und Hardware wie (Stromquelle, Multimeter) wird jeder Versuch, den Bausatz funktionstüchtig zu machen, zum Lotteriespiel.

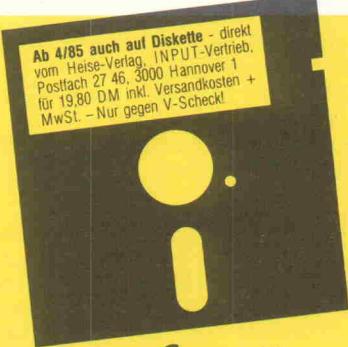
Am Ende landet dann dieser Bausatz in der Ecke, und zurück bleiben nur Frust, Minderwertigkeitskomplexe und Vertrauensverlust gegenüber dem Entwickler, was sicherlich nicht in dessen Sinne war.

Für meine Person kann ich Herrn R. Lauer als Grundlage die 'Einführung in die Elektronik' von VGS, ISBN 3 8025 1022 4, und die 'Formelsammlung für die elektronische Schaltungstechnik', Oldenburg, ISBN 3 486 23621 0, empfehlen.

B. Moravec
8730 Bad Kissingen



... voll für Sie. INPUT 64.



Das Computer-Magazin auf Computer-Cassette.

Erfolgreiche Produkte brauchen Profis. Und das INPUT-Redaktionsteam vom Heise-Verlag Hannover, das sind Profis. Schon die Januar-Nummer schlug voll ein. Die hohe Auflage wiederum ermöglicht Super-Software zum Sensations-Preis. Sie werden sich wundern, wieviel mehr Sie plötzlich am Computer können, wieviel schneller, wieviel sicherer. INPUT 64 gibt's komplett im praktischen

Vierfarbschuber mit Cassette und Broschüre. Put it in!

**Neue Ausgabe,
neue Attraktionen:**

Hires SPEED, superschnelles Grafikpaket. Denkspiel REVERSI. HARD COPIES vom Bildschirm. URLAUB nach Plan. SHORTSAFE spart Speicherplatz. 3000-MARK-CHANCE. Und vieles mehr.

April-Nummer ab 15.4. am Kiosk.
**Wo bekommen Sie sonst soviel
Qualitätssoftware für nur
12 Mark 80.**
(unverbindliche Preisempfehlung)

Dies & Das

Der Katalog für Chauvis von Chauvis

Männersache(n)?

Handelte es sich bei diesem Druckwerk um das Angebot maskuliner Bekleidung eines Herrenausstatters — man könnte den Titel akzeptieren. Warum sich jedoch eine Hagener Elektronik-Versandfirma mit ihrer Warenpalette so ausschließlich an Männer richtet, bleibt unerklärt. Sicherlich werden so nützliche und unentbehrliche Dinge wie der 330-Watt-Hifi-Stereo-Power-Booster für das Auto oder die LCD-Fußballquarzuhr Modell 708 überwiegend von Männern gekauft. Auch das Megaphon mit eingebauter Kojak-Sirene für das Kinderfahrrad ist eigentlich nur als Geschenk von einigen Vätern an ihre Söhne vorstellbar.

Warum aber verzichtet die Hagener Firma bewußt auf die eine Hälfte der Menschheit als Ansprechpartner, wenn es um so sex-neutrale Waren wie Audio- und Videocassetten, Lautsprecherboxen, Uhren, Büromaterial, Lampen oder Elektronik-Kleinsteile geht? Sollte sich die Firma darauf verlassen, daß sowieso der Alte entscheidet, was ins Haus kommt, so dürfte sie sich (hoffentlich) mit ihrem Katalog an ein



aussterbendes Publikum wenden.

Wenngleich der Katalog auf Dünndruckpapier (für Männerhände viel zu dünn) auf fast 200 Seiten ein breites, aktuelles Angebot offeriert, geht dieser Anbieter mit seinen 'Männersachen '85' trotz der Wende in diesem unserem Lande deutlich am Trend des Jahres 1985 vorbei.

Kommunikation

Großer Verein

In der März-Ausgabe berichtete elrad über optoelektronische Systeme. Der Beitrag enthielt Informationen von einschlägigen deutschen Firmen. Nach Erscheinen des Heftes kam ein Anruf eines Siemens-Mitarbeiters: Man überlege, ob der in elrad beschriebene Winkelcodierer für eine bestimmte, schwierige Meßaufgabe eingesetzt werden könne. Ob es nähere Informationen gäbe, und woher wir das hätten. Ant-

wort: 'Das ist doch von Siemens. Wieso wissen Sie das nicht?' — 'Wissen Sie, wir sind ein großer Verein ...'

Jedenfalls konnten wir helfen. Wozu doch kleine Vereine gut sein können!

Leser-Anfragen

Multiple Choice

Da kommt Freude auf in der Redaktion: Wenn man technische Anfragen per Kreuzchen machen beantworten kann. Wie so etwas aussehen könnte, zeigt das Beispiel der Zuschrift unseres Lesers T. S.:

Vor einem Jahr fragte ich Euch nach der Bauanleitung für ein professionelles Digital Delay. Eure Antwort: 'Noch in diesem Jahr.' (Also 1984.) Seitdem warte ich. Daher nun meine Fragen:

1. *Warum ist noch keine Bauanleitung erschienen?*
 - Keine Zeit!
 - Keine Lust!
 - Wir wissen nicht, wie man ein Digital Delay baut!
 - Sonstiges
2. *Falls doch noch eine Bauanleitung erscheint: der Termin?*
 - Demnächst
 - Noch vor der Jahrtausendwende
 - Morgen
3. *Soll ich Euch ein Delay entwickeln? (Ich studiere Nachrichtentechnik, aber erst im 3. Semester.)*
 - Ja, bitte!
 - Nein, bloß nicht!

Inzwischen steht der Termin fest; interessierte Leser werden die Bauanleitung in dieser Ausgabe längst entdeckt haben.

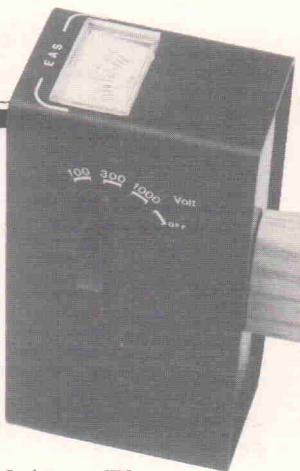
Zur letzten Nummer

EAS: Bedeutung im Wandel der Zeit

Zwei Neuheitenberichte über EAS-Produkte in der elrad-Ausgabe 4/85 scheinen von einigen Lesern nicht ganz ernst genommen worden zu sein. Davon distanzieren wir uns. Während EAS noch vor Jahresfrist für 'Elrad-April-Service' stand, handelt es sich beim 'TV-Fernbedienungs-Terminal' (Rubrik Dies & Das) und beim 'Hamervoltmeter' (Rubrik aktuell) um ausgewählte Neuzugänge der Elrad-Absurditäten-Sammlung (EAS), die so rein zufällig in die Aprilnummer gerutscht sind.

Zum Fernbedienungs-Terminal ist nachzutragen, daß leider ein nicht mehr ganz aktuelles Foto abgedruckt wurde. Die neueste Ausführung des EAS-TV-Terminals weist neben dem großen Videotext-Monitor nunmehr 5 Miniaturmonitoren auf; es können also die Programme 1—3 sowie 2-Satt (im Volksmund 'Doppelt Satt') synchron verfolgt werden. Der fünfte, mit n-Satt bezeichnete Monitor gestattet die TV-optische Bahnverfolgung aller zukünftigen Fernsehsatelliten.

Beim Hamervoltmeter, das eine wichtige Ergänzung des bekannten Zangenamperemeters darstellt, interessierten sich besonders viele Leser für dessen physikalisch-technische Funktionsweise. Inzwischen liegt von EAS eine Informationsschrift vor, aus der wir zitieren dürfen: Entsprechend der Formel



Leistung [P] = Spannung [U] x Strom [I]

ergibt sich durch einfaches Umstellen der Gleichung

$$U = \frac{P}{I} \quad (1)$$

Die Leistung P kann ausgedrückt werden als

$$P = \frac{\text{Arbeit [W]}}{\text{Zeit [t]}}, \quad (2)$$

woraus folgt:

$$U = \frac{W}{I \cdot t}. \quad (3)$$

Nun entspricht aber dem Ausdruck I · t die Ladung Q

$$Q = I \cdot t, \quad (4)$$

also

$$U = \frac{W}{Q}. \quad (5)$$

Nun weiß jeder, der zum Beispiel schon einmal in der Werkhalle eines Betriebes war, daß Arbeit [W] meist mit einem kräftigen Wumm verbunden ist. Genauso ist jedem, der schon mal einen Elko mit einer Büroklammer oder einen Autoakku mit einem Schraubenschlüssel entladen hat, bekannt, daß hiermit ein hochpegeliges Päng einhergeht.

Dieser Überlegung folge läßt sich die Spannung definieren als

$$U = \frac{\text{Wumm}}{\text{Päng}}. \quad (6)$$

Was liegt also näher, als zu einer Spannungsmessung einen Hammer einzusetzen. So einfach ist das!

Spruch des Monats

'Das Austragen eines Kindes dauert neun Monate, unabhängig davon, wie viele Frauen schwanger sind.'

Prof. C. Brooks, Computing Department of the University of North Carolina, zu der Frage, ob bestimmte Software-Probleme durch Einsatz von mehr Programmierern schneller gelöst werden können.

Meßtechnik

LCD-Scope mit DMM

Netzunabhängigen Betrieb erlaubt dieses neue Gerät von Soar, das drei Geräte in kompakter Bauweise vereint: Digitalspeicher-Oszilloskop, Transienten-Speicher, Digital-Multimeter. Die Anzeige erfolgt auf einem neuen LCD-Bildschirm mit einer Auflösung von 128 x 160 Punkten bei der Größe von 96 x 77 mm. Das zu messende Signal kann auch bei Sonnenlicht mit hervorragendem Kontrast positiv oder negativ dargestellt werden.

Die Speichertiefe liegt bei 1 K pro Kanal, die maximale Abtastrate bei 3,2 MHz, die somit eine genügende Auflösung für zu messende Signale bis weit über 250 kHz ergibt.

Vertikal sind die Emp-



findlichkeit in 9 Stufen von 10 mV/Teil bis 5 V/Teil und die Zeitbasis von 5 µs/Teil bis 5 sec/Teil einstellbar. Neben den Triggerbetriebsarten automatisch/manuell ist für die Speicherung von Transientenvorgängen ein Single-Sweep vorhanden — in jeder Betriebsart lässt sich dabei der Triggerzeitpunkt in 25 %-Schritten von -100 % bis +100 % verschieben, so daß auch die Vor- und Nachgeschichte sichtbar gemacht werden können.

Das 3½stellige Multimeter mit 27 Meßbereichen lässt sich auf automatische und manuelle Bereichswahl umschalten.

Betrieben wird diese Gerätekombination von einem NiCd-Akku oder einem externen (mitgelieferten) Netz/Ladegerät. Die kompakte Abmessung von 26 x 21 x 6 cm und das geringe Gewicht von ca. 2 kg machen das Gerät ideal als tragbares Service-Gerät. Ob der empfohlene Verkaufspreis 3495,— D-Mark zuzügl. MwSt. ebenso 'tragbar' ist, muß der Markt zeigen. Unterlagen von

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

Meßtechnik

Logic Probe > 35 MHz

Logische Schaltungen in TTL- oder CMOS-Schaltkreisen lassen sich mühe-los mit der neuen Logic Probe, Modell 3240 von Soar prüfen. Störimpulse bis zu einer max. Breite von 10 ns werden erkannt.

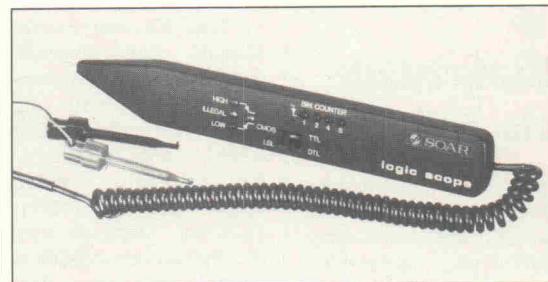
Durch 8 Leuchtdioden werden die verschiedenen Definitionen der Eingangssignale wie Einzelpuls oder Pulsgruppe, ihre logischen Pegel und

Zustände dargestellt. Der eingebaute 4stellige Zähler erlaubt dabei die Auflistung der Ereignisse.

Die Versorgungsspannung von +5 V bis +30 V kann über das 1,5 m lange flexible Spiralkabel aus der zu prüfenden Schaltung entnommen werden.

Unterlagen werden jedem Interessenten auf Anforderung zugesandt. Anschrift:

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



Werkstattpaus

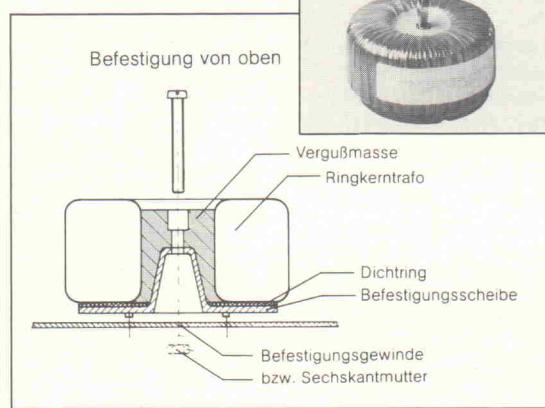
Ringkerntrafos fix montiert

'Innen ist Platz genug' mag man sich bei Polytronik gedacht haben und entwickelte eine platzsparende, sichere und einfach zu realisierende Befestigung für die aus eigener Fertigung stammenden Ringkern-Transformatoren. Aus der Skizze geht das Verfahren hervor. Die Schraube soll, wie es heißt, das Bauelement sicher auch bei Schlag, Stoß und Vibration halten. Lieferbar ist diese

Ausführung bei Trafos bis 300 VA.

Industriekunden, Wiederverkäufer wenden sich an

Polytronik, Quagliostro 6, 8000 München 90, Tel. (0 89) 6 51 40 28/29.



Bauelemente

Euro-Einbau-netzbuchse

Seit kurzem ist eine Euro-Netzbuchse für den Geräte-Einbau erhältlich, die einfach zu montieren ist. Lediglich zwei Bohrungen mit 8,5 mm und eine mit 4 mm Durchmesser sind noch nötig.

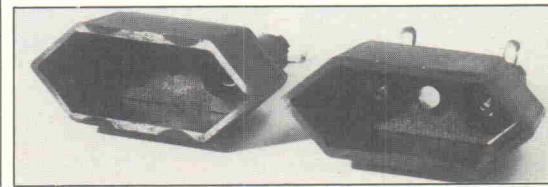
Die Buchse wurde so gestaltet, daß Berührungs-schutz, auch bei halb

herausgezogenem Stecker, in jedem Fall gewährleistet ist. Erhältlich sind zwei Ausführungen:

- mit 4 mm Plastikzapfen
- mit 4 mm Bohrung für Schraubmontage

Die Buchse dürfte um 1,50 D-Mark kosten, sie ist im einschlägigen Fachhandel erhältlich. Bezugssquellen nachweis von

resco electronic A. Reissig, Hessenbachstr. 35, 8900 Augsburg, Tel. (0 821) 52 40 33.



aktuell

Sonderliste 1/85

Programm erweitert

Kürzlich ist die neue Sonderliste 1/85 von Völkner erschienen. Sie umfaßt 180 Seiten und enthält u.a. ein erweitertes Angebot bei Platinen, Steckverbindern, Quecksilber-, Thermo- und Codierschaltern, Alarmanlagen, Computer-Zubehör, CB-Artikeln und wie immer viele Sonderangebote. Die Sonderliste kann ohne weitere Kosten mit der



grünen elrad-Kontaktkarte bestellt werden bei Völkner electronic, Postfach 5320, 3300 Braunschweig, Tel. (05 31) 8 7001.

ne Vergrößerung der einzelnen Kupferkristalle gegenüber konventionellen Kupferkabeln um mehr als den Faktor 2500! Jeder einzelne Kupferkristall erreicht damit eine Länge von bis zu 5 cm. Dadurch wird die Anzahl der kritischen Kristallübergänge drastisch reduziert. Kritisch deshalb, weil sie durch Halbleitereffekte (Bildung von Kupferoxydol — CuO₂) und Kapazitätseinflüsse (Phasenprobleme) für eine nachhaltige Klangbeeinträchtigung verantwortlich gemacht werden müssen.

Die Fotos zeigen einen Querschnitt durch ein konventionelles Kabel und ein LC-OFC-Kabel (unten) im Maßstab ca. 50 : 1.

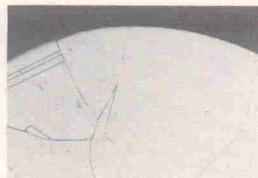
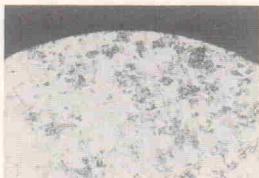
Die Hifi-Kabel von Hitachi, im Vertrieb von allakustik, werden über den Hifi-Fachhandel vertrieben.

Hifi

Einkristalle als Kabel

In letzter Zeit werden die Verbindungen zwischen den Komponenten einer Hifi-Anlage immer häufiger zum Sündenbock deklariert, sie sollen für den unbefriedigenden Klang verantwortlich sein. Hitachi Cable, Japans größter Kabelhersteller und Tochterfirma des Hitachi Konzerns, hat nun ein Kabel mit monokristallinem Aufbau geschaffen (LC OFC steht für Linear Crystal Oxygen Free Copper). Dazu heißt es in einer Informationschrift:

„Diese Technologie basiert auf extrem reinem (99,9 %), sauerstoffarmem Kupfer. Ein von Hitachi entwickeltes patentiertes Herstellungsverfahren ermöglicht ei-

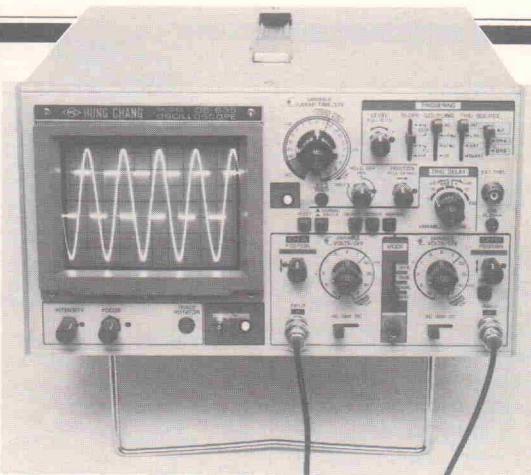


Fachhandel

106 Neuheiten aus Bremen

Der neue Monacor-Katalog '1985' bietet auf 200 A4-Seiten neben bewährten elektronischen Bauelementen und Geräten gleich 106 neue Programmfpunkte.

Im Katalogteil 'Lautsprecherchassis' findet sich u.a. ein neuer Honeycomb-Mitteltöner ('Bienenwaben-Membrane') sowie Miniatur-Baßlautsprecher, darunter das Modell SP-110 mit extra langem Schwingspulenhub für



Miniatur-Zweiwegsysteme.

Ebenfalls neu ist das 2-Kanal-Oszilloskop OS-635 (35 MHz), eine 'preiswerte Laborausführung eines hochwertigen Meß-Oszillosgra-

phen', wie es im Katalog heißt. Die unverbindliche Preisempfehlung lautet auf knapp unter 2000 D-Mark. Der Monacor-Katalog wird wie üblich nur im Elektronik-Fachhandel abgegeben.

Der Preis wird mit 1195 D-Mark je Exemplar angegeben. Zu bestaunen bei

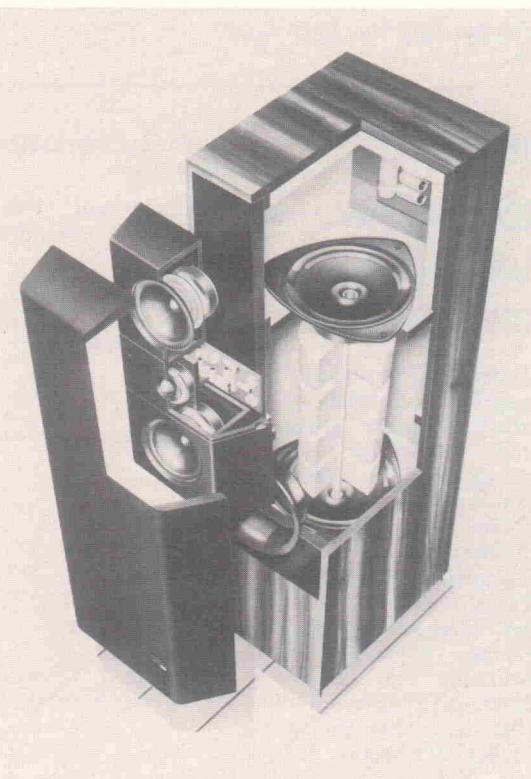
Schaulandt, Nedderfeld 98, 2000 Hamburg 20, oder Scheurenstr. 5, 4000 Düsseldorf 1.

Lautsprecher

Gegenbewegung

Eine völlig neue Lautsprecherkonstruktion zur Baßwiedergabe hat sich Kef bei dem neuen Boxenmodell 104/2 einfallen lassen: Zwei Chassis, wie in der Skizze angeordnet, sind mit einer Stange mechanisch gekoppelt. Das Ergebnis wird als 'trockener, saftiger' Baß beschrieben.

Die Tabelle gibt an, welche Kurvenform der Laststrom verschiedener Lasten bei Steuerung des Verstärkers mit Sinus- und Rechtecksignal (1. Spalte) aufweist. In der 2. und 4. Spalte ist das Ergebnis für ohmsche Lasten angegeben (8 Ω bzw. 4 Ω). Die 3. Spalte gibt den Laststrom eines 8-Ω-Lautsprechers an, und in Spalte 5 prunkt das nahezu unverfälschte Rechteck der neuen Kef-Box.



BURMEISTER-ELEKTRONIK

Postfach 1110 · 4986 Rödinghausen 2 · Tel. 052 26/1515, 9.00–16.00 Uhr

Fordern Sie ab April 84 unsere kostenlose Liste C4/84 an, die viele weitere Angebote und genaue technische Beschreibungen enthält.
Versand per Nachnahme oder Vorausrechnung. Preise inkl. MwSt.
Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung.



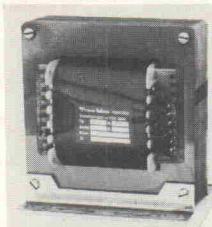
Der Katzensprung
zum
Superpreis

Qualitätstransformatoren nach VDE

Deutsches
Markenfabrikat
kompakt, streuarm,
für alle
Anwendungen

42 VA 19,90 DM

602 2x12V 2x1,8A
603 2x15V 2x1,4A
604 2x18V 2x1,2A
605 2x24V 2x0,9A



125 VA 33,80 DM

702 2x12V 2x3,2A
703 2x15V 2x2,6A
704 2x18V 2x2,2A
705 2x24V 2x1,6A

190 VA 46,20 DM

901 2x12V 2x8,0A
902 2x20V 2x4,8A
903 2x24V 2x4,0A
904 2x30V 2x3,2A

250 VA 55,60 DM

951 2x12V 2x11,0A
952 2x20V 2x5,7A
953 2x28V 2x4,5A
954 2x36V 2x3,5A

Netz-Trenn-Trafos nach VDE 0550

940 150VA DM 42,30 primär: 220V
990 260VA DM 57,60 sek: 190/205/
1240 600VA DM 84,40 220/235/
1640 1000VA DM 127,00 250V

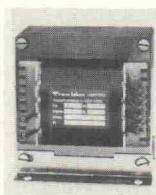
Programmerweiterung

1040 400VA DM 72,90
1740 1300VA DM 169,50
1840 1900VA DM 249,00

NEU · NEU · NEU · NEU · NEU · NEU		
2150 150VA DM 43,50	primär: 110/	220V
2250 260VA DM 58,90		
2400 400VA DM 73,90		
2600 600VA DM 86,20	sek.: 110/	220V
3000 1000VA DM 128,50		

Trafo-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz
speziellen Trafo maßge-
schneidert. Trafos aller
angegebenen Leistungs-
klassen erhalten Sie zum
absoluten Tiefpreis mit
Spannungen nach Ihrer
Wahl. Die Lieferzeit
beträgt 2-3 Wochen.



Bestellbeispiel:

gewünschte Spannung: 2x21V 2x2,5A

Rechnung: 21x2,5 + 21x2,5 = 105VA

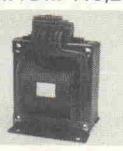
passender Trafo: Typ 850

Typ 500_V_A 24VA DM 21,40
Typ 600_V_A 42VA DM 24,90
Typ 700_V_A 76VA DM 34,30
Typ 850_V_A 125VA DM 39,80
Typ 900_V_A 190VA DM 53,70
Typ 950_V_A 250VA DM 63,10
Typ 1140_V_A 400VA DM 92,60
Typ 1350_V_A 700VA DM 129,10
Typ 1400_V_A 900VA DM 159,50

Programmerweiterung

Typ 1500_V_A 1300VA DM 198,70
Typ 1600_V_A 1900VA DM 278,00
Typ 1700_V_A 2400VA DM 339,50
Typ 1950_V_A 3200VA DM 419,20

Im angegebenen Preis
sind zwei Ausgangs-
spannungen enthalten.
Jede weitere Wicklung
oder Anzapfung wird
mit 1,80 DM berechnet.
Die maximal mögliche
Spannung ist 1.000V.
Die Typen 1500-1950 werden ohne Aufpreis im-
prägniert und ofengetrocknet geliefert. Anschluß-
klemmen entsprechen Industrie-Ausführung.

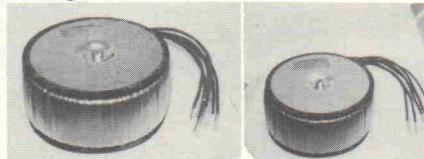


Ringkern-Transformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat/
Industriequalität

Sie verschenken Ihr Geld, wenn Sie
Ringkern-Transformatoren teurer einkaufen
als bei uns! Vergleichen Sie die Preise!

Die zukunftsweisende Trafo-Bauform:
Sehr geringes Streufeld. Hohe Leistung.
Geringes Gewicht.



**R 80 80VA
nur 39,70 DM**

8012 2x12V 2x3,4A
8015 2x15V 2x2,7A
8020 2x20V 2x2,0A
8024 2x24V 2x1,7A

77x46 mm, 0,80 kg

**R 120 120VA
nur 48,90 DM**

12015 2x15V 2x4,0A
12020 2x20V 2x3,0A
12024 2x24V 2x2,5A
12030 2x30V 2x2,0A

95x48 mm, 1,30 kg

**R 170 170VA
nur 54,50 DM**

17015 2x15V 2x5,7A
17020 2x20V 2x4,3A
17024 2x24V 2x3,6A
17030 2x30V 2x2,9A

98x50 mm, 1,60 kg

**R 250 250VA
nur 62,40 DM**

25018 2x18V 2x7,0A
25024 2x24V 2x5,2A
25030 2x30V 2x4,2A
25036 2x36V 2x3,5A

115x54 mm, 2,40 kg

R 340 340VA nur 69,90 DM

34018 2x18V 2x9,5A
34024 2x24V 2x7,1A
34030 2x30V 2x5,7A
34036 2x36V 2x4,7A

**R 700 700VA
nur 117,- DM**

50030 2x30V 2x8,3A
50036 2x36V 2x7,0A
50042 2x42V 2x6,0A

134x64 mm, 3,7 kg

70030 2x30V 2x12,0A
70036 2x36V 2x10,0A
70042 2x42V 2x 8,3A

139x68 mm, 4,1 kg

Programmerweiterung

50048 2x48V 2x5,2A 70048 2x48V 2x7,3A

50054 2x54V 2x4,6A 70054 2x54V 2x6,5A

50060 2x60V 2x4,2A 70060 2x60V 2x5,8A

Ringkerntransformatoren aller Leistungsklassen von R 170 bis R 700 sind auch mit Spannungen Ihrer Wahl lieferbar!

Mögliche Eingangsspannungen:

110V; 220V; 110/220V

Mögliche Ausgangsspannungen: Eine Einzelspannung oder eine Doppelspannung von 8V bis 100V (z.B. 2x37,5V).

Der Preis dafür beträgt: Grundpreis für den Serientrafo gleicher Leistung plus 12,- DM.

Zusätzliche Hilfsspannung zwischen 8V und 50V von 0,1A bis 0,8A 5,- DM.

Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundär-Wicklung 4,- DM.

Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2-3 Wochen.

Wechselrichter (Spannungswandler)

220V 50Hz Wechselspannung aus der
12V= oder 24V= Batterie!

Außer den aufgeföhrten Typen enthält
unsere Liste C 4 weitere interessante
Angebote.

FA-Wechselrichter

Für hohe Ansprüche und universellen Einsatz
220V~ aus der Batterie, kurzzeitig hoch
überlastbar

verpolungsgeschützt

Fernsteueranschluß

Frequenz konstant

50Hz ± 0,5%

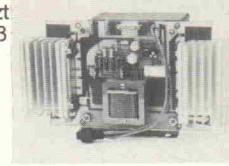
Wirkungsgrad

über 93%

sehr geringer

Leerlaufstrom

12V oder 24V zum gleichen Preis lieferbar.



Betriebsbereiter offener Baustein

ohne Gehäuse:

FA 5 F 200VA 194,40 DM

FA 7 F 400VA 269,70 DM

FA 9 F 600VA 339,00 DM

Betriebsbereites komplettes Gerät im
formschönen Stahlblechgehäuse:

FA 5 G 200VA 244,00 DM

FA 7 G 400VA 329,00 DM

FA 9 G 600VA 398,00 DM

NEUHEITEN ● NEUHEITEN

UWS - Sinus - Wechselrichter

zum sensationellen Preis

Ausgangsspannung

220 V ± 3%, sinus-

förmig, Frequenz

konstant 50 Hz,

Wirkungsgrad

80-85%, geringer

Leerlaufstrom, kurz-

schlüß- und ver-

polungsgeschützt,

thermischer Über-

lastschutz, form-

schöne und stabiles Stahlblechgehäuse.



UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem
technischen Prinzip, welches den niedrigen
Wirkungsgrad und die starke Wärmeentwick-
lung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien
vergessen lässt.

Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich
alle 220 V-Verbraucher (mit entsprechender
Leistungsaufnahme) betrieben werden.

Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:

Hochfrequenz-Geräte

Meß- und Prüfgeräte

EDV-Anlagen

HiFi- und Video-Anlagen

Genaue technische Daten und Informationen
enthalt „Datenblatt UWS“.

UWS 12/250 12V/250VA 895,- DM

UWS 24/300 24V/300VA 895,- DM

UWS 12/500 12V/500VA 1185,- DM

UWS 24/600 24V/600VA 1185,- DM

NEUHEITEN ● NEUHEITEN ● NEUHEITEN ● NEUHEITEN ● NEUHEITEN ● NEUHEITEN

Batterieladegerät der Spitzenklasse

automatische Ladespannungsüberwachung durch IC-Steuerung ● spezielle Transformator-Drossel-Kombination für optimale Ladestromregelung ● dauerkurzschlußfest ● Ladestrom-

regelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladezustand der Batterie und der versorgenden Netzspannung ● minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleichrichterdioden ● zwei schaltbare Ladestromstufen: 2/20 A bzw. 5/50 A ● optische Ladestandsanzeige.

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

UWL 12-20 12V/20A 369,- DM **Batteriekabel**, 3 m Länge, mit

UWL 24-20 24V/20A 498,- DM **Klemmen**, passend für:

UWL 12-50 12V/50A 569,- DM **UWL 12-20 u. 24-20** 15,- DM

UWL 24-50 24V/50A 798,- DM **UWL 12-50 u. 24-50** 23,- DM

Elektronik-Bausätze

Aus deutschen Ländern

Seit Februar 1985 vertreibt die Firma RGB-Electronic Bausätze verschiedener deutscher Hersteller. Das Programm enthält über 300 Bausätze und Baugruppen mit den Themen Solarenergie, Autoelektronik, Hifi-Technik, Modellelektronik und Leistungselektronik. Weiterhin befinden sich im Programm: Funkgeräte der neuen Generation (CB- und Amateurfunk), Scanner, Funktelefone und Anrufbeantworter.

Für Hobbyelektroniker besteht die Möglichkeit, Einzel- und Musterplatten nach Vorlage herstellen zu lassen. Auch für kommerzielle Anwender — nach eigener Aussage — ist die Fa. RGB-Electronic interessant, da sie in der Lage ist, auch Kleinserien von gedruckten Schaltungen komplett anzufertigen. Im hauseigenen Elektro-niklabor entstehen eigenentwickelte Baugruppen wie Heizungssteuerungssysteme für Energieeinsparung, automatisch arbeitendes Batterieladegerät für Kfz, Netzteile für Walkman, Taschenrechner und Minibohrmaschinen.

Interessierte Leser erhalten durch Einsenden der grünen elrad-Kontaktkarte kostenlose Kataloge und Unterlagen über das gesamte Lieferprogramm. Anschrift:

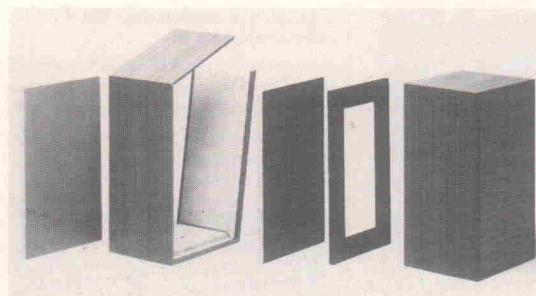
RGB-Electronic, Monika Reinbold, Brandelweg 28, 7830 Emmendingen, Telefon (0 76 41) 4 83 02.

Lautsprecher-Selbstbau

Faltbox im 'New Look'

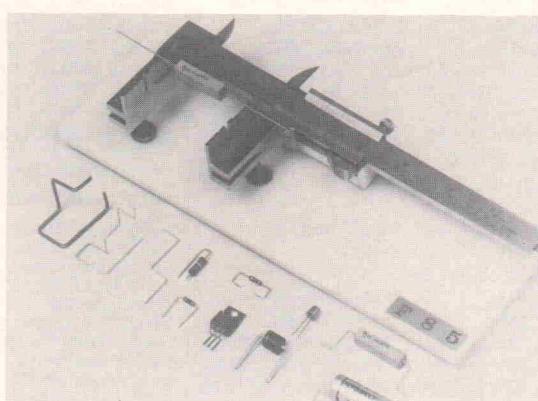
Das Selbermachen von Lautsprecherboxen wird immer beliebter. Darauf weist auch Gehäusehersteller Hados hin. Die in Bruchsal ansässige Möbelfabrik hat deshalb den bewährten Faltboxen ein moderneres Design verpaßt.

Neben Nußbaum und Esche-schwarz sind die



Gehäuse auch in Eiche-rustikal lieferbar. 'Die umlaufenden Kanten sind gerundet und passen sich somit den heutigen Wünschen an', heißt es ergänzend. Unterlagen von

Hados Möbelfabrik, Postfach 1649, 7520 Bruchsal, Tel. (0 7251) 10 30 41.



Werkstattpraxis

Universelle Biegelehre

Dieses neue Werkzeug von Bauer kann zusammen mit einer vorhandenen Schieblehre eingesetzt werden. Die beiden Biegebacken werden aufgeklemmt und mit Rändelmuttern fixiert. Eine Grundplatte mit Magnethalterung sorgt für den festen Sitz des Werkzeugs.

Anschlußdrähte von Bauteilen, Drahtstücke oder isolierte Massivleiter lassen sich in die unterschiedlich angeordneten Auskerbungen der Biegebacken einlegen und im rechten Winkel abbiegen. Ist das Werk-

zeug aus seiner Halterung entnommen, kann über die Innenmeß-Spitze auch der Lochabstand auf der Leiterplatte direkt abgegriffen werden.

Das universelle Gerät eignet sich für verschiedene Biegevariationen und kann auch zum exakten Ablängen von Drahtbrücken, Anschlüssen usw. mit Hilfe eines Seitenschneiders eingesetzt werden. Ein Kombi-Instrument also für den Hobbybereich, für Labors oder Kleinserien.

Der Preis für das Modell TP4 wird mit 44 D-Mark + MwSt. angegeben. Bezug von

Werner Bauer, Postfach 14 28, 7100 Heilbronn, Tel. (0 71 31) 7 13 30.

Hobby-tronic & Computer-Schau Dortmund '85

Gut besucht

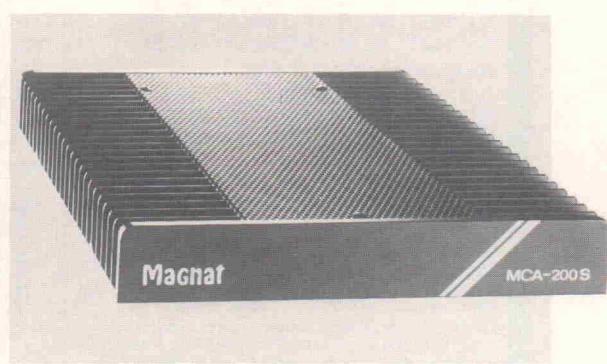
An der Dortmunder 'Zwillings-Ausstellung Hobby-tronic & Computer-Schau' im März beteiligten sich 158 Aussteller. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies einen Zuwachs von über 15 %. 84 Aussteller entfielen dabei auf die Computer-Schau, während auf der Hobbytronic 74 Anbieter vertreten waren.

Mit über 74 000 Besuchern verzeichnete die kombinierte Ausstellung fast 10 % mehr Besucher als im Vorjahr.

Der unverbindlich empfohlene Verkaufspreis wird mit 598 D-Mark angegeben. Bezugsnachweis von Magnat-Electronik, Postfach 50 16 06, 5000 Köln 50, Tel. (0 2236) 6 40 51.

Als 'superflaches Kraftbündel' bezeichnet Magnat seinen neuen MCA-200S aus dem Car-Stereo-Programm. Die Kölner Lautsprecherspezialisten geben für ihren Flachmann folgende Daten an:

Musikleistung:	DIN 45500 an 13,6 V	2 x 100 Watt/4 Ohm
Nennleistung:	DIN 45500	2 x 65 Watt/4 Ohm
	DIN 45324/3.2	2 x 80 Watt/4 Ohm
Frequenzgang:	5 Hz—50 000 Hz	
Klirrfaktor:	1 kHz/60 W < 0,02 %	1 kHz/1 W < 0,005 %
Eingangsempfindlichkeit	regelbar von	100 mV—6 V
Eingangsimpedanz	schaltbar	66 Ohm u. 10 kOhm
Abmessungen:	(B x H x T)	20 x 3,2 x 24,5 cm

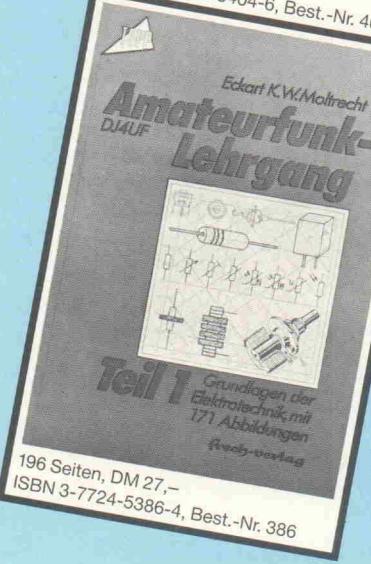




Buchreihe Elektronik



Herbert Everts
112 Seiten, DM 15,60
ISBN 3-7724-5404-6, Best.-Nr. 404



Eckart K.W. Moltracht
DJ4UF
196 Seiten, DM 27,-
ISBN 3-7724-5386-4, Best.-Nr. 386



H. Gillich
257 Seiten, DM 37,-
ISBN 3-7724-5385-6, Best.-Nr. 385

Teil 2
Baugruppen und Grundschaltungen der Elektronik,
mit 115 Abbildungen
frech-verlag

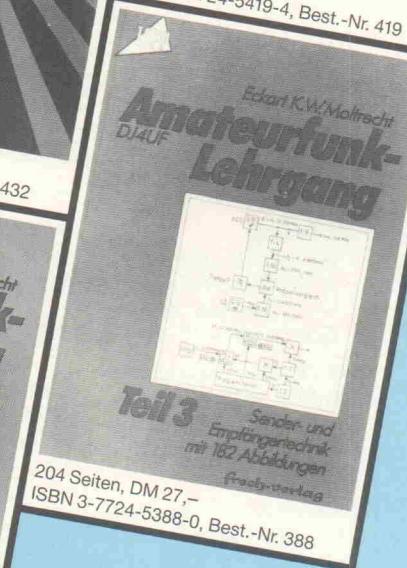
148 Seiten, DM 20,80
ISBN 3-7724-5387-2, Best.-Nr. 387



Herbert A. Matzdorf
200 Seiten, DM 25,60
ISBN 3-7724-5412-7, Best.-Nr. 412



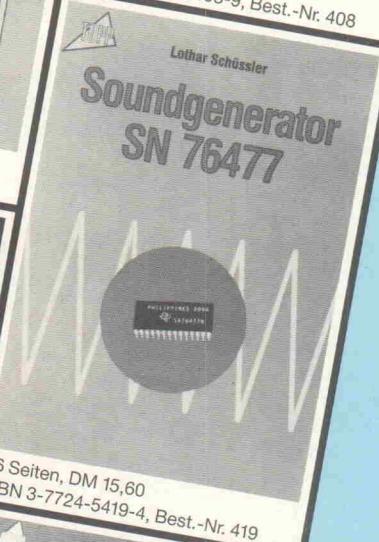
T. J. Venema
152 Seiten, DM 20,80
ISBN 3-7724-5432-1, Best.-Nr. 432



Eckart K.W. Moltracht
DJ4UF
204 Seiten, DM 27,-
ISBN 3-7724-5388-0, Best.-Nr. 388



Hans Rohrbacher
Theodore Cohen, George Jacobs
178 Seiten, DM 27,-
ISBN 3-7724-5408-9, Best.-Nr. 408



Lothar Schüssler
96 Seiten, DM 15,60
ISBN 3-7724-5419-4, Best.-Nr. 419

frech-verlag

7000 Stuttgart 31 · Turbinenstraße 7

Fordern Sie unseren
Gesamtkatalog
Buchreihe Elektronik an!

Audio + Video

Alles, was dazugehört

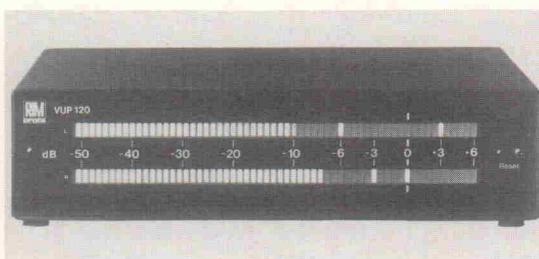
Kopfhörer, Mikrofone, Mischpulte, Audio-Schaltpulte, Mikrofon-Zubehör, Netzteile, Videostative und -leuchten, Videokoffer und -taschen, Video-Mischpult, Video-Enhancer, Videoschaltpulte, drahtlose und drahtgebundene Wechselsprechanlagen, Auto-Equalizer, Einbaulautsprecher, Krad-Stereo-System und Aufbaulautsprecher finden sich im neuen Vivanco-Katalog '85. Das umfangreiche Kabelprogramm steht in einem gesonderten Prospekt. Bezug der Produkte nur über den Fachhandel. Unterlagen ebenfalls im Handel oder direkt von de Vivanco & Co, Postfach 13 20, 2070 Ahrensburg, Tel.: 041 02/5 18-0.

Meßtechnik

NF-Pegel fest im Griff

Mit dem VUP 120 stellt Rim ein Aussteuerungs(meß-)gerät vor, das simultan

- VU-Wert
- Spitzen-Wert und
- Spitzen-Memory-Wert anzeigt, und zwar für zwei Kanäle. Die Licht-



balken zeigen die Lautstärke (VU), die darauf folgenden Lichtpunkte die Signalspitzen und die rechten Lichtpunkte die gespeicherten Maximalwerte der Spitzen an. Mit einem Blick ist der Betrachter über alle Zustände informiert.

Die wichtigsten technischen Daten:

Eingänge:

je zwei Cinch- und DIN-Buchsen, doppelt für Durchschleifmöglichkeit

Empfindlichkeit:
250 mV...30 V für
0-dB-Anzeige.

Eingangsimpedanz:
47 kΩ unsymmetrisch.

Bandbreite:
20 Hz...25 kHz.

Integration:
ca. 10 ms/1,5 s für
20-dB-Sprung.

Meßfehler:
max. ±1 dB und ±1 Schritt (28 Hz...20 kHz/ab —40 dB).

Speicherfehler:
max. 1 Schritt relativ zur Momentananzeige.

Skalenlänge:
—50 dB...+6 dB,
150 mm.

Auflösung:
60 Schritte pro Kanal,
1,27 dB pro Schritt bis
—12 dB, 0,6 dB pro Schritt ab —12 dB.

Die Preise: Kompletter Bausatz 549 D-Mark, Baumappe 20 D-Mark, Fertigerät 699 D-Mark. Bezug von

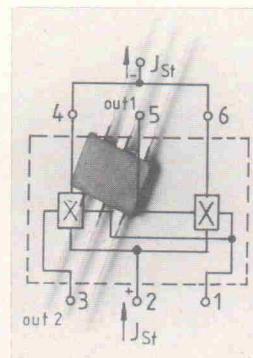
Radio-Rim, Bayerstr.
25, 8000 München 2,
Tel. (0 89) 55 72 21.

Sensoren

Hall-Differentialsonde

Mit einem Hallgenerator auf der Basis von Galliumarsenid (GaAs) lassen sich Magnetfelder als Kriterium für die räumliche Lage eines Körpers erfassen. Einen derartigen Sensor hat Siemens unter der Bezeichnung KSY 10 im Programm. Jetzt kommt eine Hallgenerator-Differentialsonde (KSY 20) hinzu: Das Bauelement liefert nur bei Differenzsteuerung ein Ausgangssignal, bei Gleichfeldsteuerung heben sich die Einzelhallspannungen gegenseitig auf.

Die neue Differentialsonde KSY 20 besteht aus zwei antiparallelen GaAs-Hallgeneratorchips. Unmaßgebliche Gleichfelder eliminieren sich in



Markt

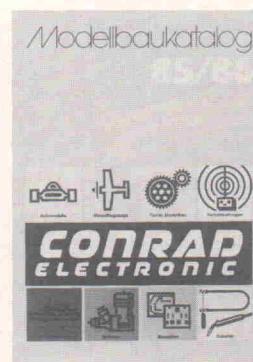
Dr. Böhm erweitert Aktivitäten

Die aus dem Bereich 'Musikelektronik' bestens bekannte Fa. Dr. Böhm, Minden ('Böhm-Heimorgeln'), liefert nun auch Meß- und andere Geräte als Bausatz. Dazu heißt es aus Minden:

'Böhm — Heim + Motor' ist ein neuer Zweig unseres Unternehmens. Der erste Bausatz, der sich nicht mit der Musik-Elektronik befaßt hat — das Ende '84 auf den Markt gebrachte EPROM-Programmiergerät — war ein sensationeller Erfolg. Deshalb wollen wir diese Linie konsequent ausbauen..., denn unsere Erfahrungen mit präzisen Bauanleitungen, Mikroelektronik und günstigen Preisen müssen nicht auf den Sektor der Musikinstrumente beschränkt bleiben. Von Befragungen wissen wir, daß sich auch unsere bisherigen Kunden sehr für den Selbstbauspaß im Heim- und Motorbereich interessieren, schon deshalb, weil sie dann Ärger mit Service und Wartung einschränken.

Als derzeitige Bausatzangebote werden u. a. genannt: Abgasmeßgerät, Wetterwarte, Universelles Netzteil, Frequenzzähler, Sinusgenerator, Lötstation.

Nähere Informationen über das Heim + Motor-Telefon (05 71) 58 05 53 oder mit der grünen elrad-Kontaktkarte von Dr. Böhm, Kuhlenstraße 130—132, 4950 Minden.



Der 'Modellbaukatalog 85/86' kann gegen 3 D-Mark (Briefmarken oder Scheck) angefordert werden bei Conrad electronic, Postfach, 8452 Hirschau, Tel. (096 22) 3 01 11.

PREISKÜLLER!



Ultrasonic-Alarmanlage.
Eine funktionssich. Diebstahlsicherung u. Raumüberwachung f. Haus u. Auto. Mit 1 Anlage können ca. 35 qm überwacht werden. Die Alarmanlage reagiert auf jede Bewegung im Raum u. löst den Alarm aus. Betriebsspann. 9–18 V; 7–40 mA; inkl. zwei Ultraschallwandlern. Bausatz Best.-Nr. 12-513-6 DM 39,95



TV-Stereo-Simulator

Alle Fernsehsendungen hören Sie nun mit diesem Gerät über Ihre Stereoanlage in einer Stereoton-Simulation. Mit eingebautem Geräuscheliminator und Störunterdrückung. Kein Eingriff ins Fernsehgerät notwendig! Komplettes Kabelsetz. Best.-Nr. 23-268-6 DM 49,95



Universal-Frequenzähler
Dieser Qualitätsbausatz verfügt über 6 verschiedene Meßmöglichkeiten: Perioden-Zeitintervall und Frequenzverhältnismessung. Frequenzähler u. Oszillatorenfrequenz. Betriebsspann.: 6–9 V; Stromaufnahme: 100 mA; Periodenmessung: 0,5 μSek. – 10 Sek.; Ereigniszählung: 99 999 999; Frequenzmessung: 0–10 MHz; Zeitintervall: bis 10 Sek. Best.-Nr. 12-422-6 DM 109,–



Auto-Antennen-Vorstärker
Elektronischer Auto-Antennen-Vorstärker, für entschieden bessere Empfangsleistung Ihres Autoradios. Der Vorstärker wird einfach zwischen das Antennenkabel gesteckt, daher keine Montageprobleme. Von 4–15 Volt. Best.-Nr. 22-116-6 DM 24,50



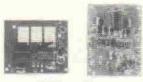
Fernsteuerung. Mit Hilfe dieser einkanaligen Fernsteuerungen können Sie alle 220-V-Geräte (bis 500 W) steuern. Von der Steuerung Ihres Garagentores bis zum Fernseher ist alles möglich. Durch spezielle Frequenzaufbereitung ist ein unbefugtes Benutzen z. B. durch CB-Störungen unmöglich. Sender und Empfänger sind speziell aufeinander abgestimmt. Reichweite bis zu 100 m. Stromversorgung: Sender 9 V; Empfänger über 220 V. Betrieb in BRD nicht erlaubt! Best.-Nr. 24-005-6 DM 54,50
Komplette Anlage mit zusätzlichem Sender. Best.-Nr. 24-006-6 DM 76,50



Digital-Meßgeräte-Bausatz
Zur äußerst exakten Messung von Gleichspannung u. Gleichstrom; übertrifft jedes Zeigerinstrument in der Genaugkeit. 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! Betr.-Sp. 5 V bei Vorw. bis 56 V. Meßmöglichk.: 1 mV bis 999 V u. 0,999 A bis 9,99 A. Bausatz Best.-Nr. 12-442-6 DM 24,95

Profi-Labornetzgerät

Dieses Labornetzgerät besticht durch seine universellen Einsatzmöglichkeiten. Ausgangsspannung 0–30 V Gleichsp., u. Ausgangsstrom 80 mA–3 A sind stufenlos regelbar. Dauerkurzschlußfest. Ein zusätzlich eingebautes Zweit-Netzteil liefert die wichtige, hochkonstante, kurzschlußfeste 5 V/1,0 A TTL-IC-Spannung. Die Konstantspannungs-Wechselstromausgänge f. 6, 12, 24, 33 V/3 A machen dieses Labornetzgerät unentbehrlich. Weitere Qualitätsmerkmale: Restbrummi kleiner als 0,8 mV; kurzschlußfest; Verpolungsschutz; HF-Sicher. Der Komplettbausatz enthält alle elektronischen u. mechanischen Teile bis z. letzten Schraube, sowie gestanztes und bedrucktes Metall-Gehäuse, Meßgeräte und Kabel. Kpl.-Bausatz Best.-Nr. 12-389-6 nur DM 198,—



Digital-Kapazitäts- und Induktivitätsmeßgerät

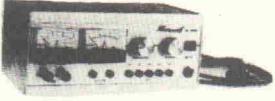
Zuverlässig und genau können Sie mit diesem Meßgerät die Werte von Kondensatoren und Spulen ermitteln. Die Anzeige erfolgt auf einer 3stelligen, 13 mm hohen 7-Segmentanzeige. Betr.-Sp. 15 V und 5 V; Meßbereiche: C: 0–999 pF / 9,99 nF / 99,9 nF / 999 nF / 9,99 μF / 99,9 μF; L: 0–99,9 μH / 999 μH / 9,99 mH / 99,9 mH / 999 mH / 9,99 H. Bausatz Best.-Nr. 12-416-6 DM 46,85



Labor-Doppelnetzteil
Mit diesem kurzschlußfesten Doppelnetzteil 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 Einbausteinen. Der Strom ist stufenlos von 1 mA bis 3,0 A regelbar. Spannungsstabilität 0,05 %. Restwelligkeit bei 3 A 4 mV_{eff}. Kompl. mit Gehäuse und allen elektronischen und mechanischen Teilen. Kpl. Bausatz Best.-Nr. 12-319-6 DM 198,—

Weil Qualität und Preis entscheiden.

Ein Gerät — viele Möglichkeiten
LABORNETZGERÄT



zu 100 m. Stromversorgung: Sender 9 V; Empfänger über 220 V. Betrieb in BRD nicht erlaubt! Best.-Nr. 24-005-6 DM 54,50
Komplette Anlage mit zusätzlichem Sender. Best.-Nr. 24-006-6 DM 76,50



Universal-Radio-Entstörfilter
Elektronischer Spezialfilter, der sämtliche Störungen beiseitigt, die durch die elektrische Anlage entstehen, wie z. B. Zündung, Maschine, Lichtmaschine usw. Einfache Montage. Zwischenschaltung im Stromfließenden Kabel des Radios, deshalb von jedem selbst einzubauen. Komplett mit ausführlicher Montageanleitung.

Gleichstrom-Modell
Best.-Nr. 61-005-6 DM 29,95
Drehstrom-Modell
Best.-Nr. 61-006-6 DM 29,95

PH-Instrument
Dieses Gerät zeigt Ihnen sofort den PH-Wert in Wasser und Erde an. Besonders interessant für Gärtner usw. Komplett mit Sonde und Kabel. Keine Stromversorgung notwendig. Best.-Nr. 21-305-6 DM 26,95

Lautsprecher-Set 3-Weg/160 Watt
Komplett mit Hochleistungs-Frequenz-Weiche. Set bestehend aus 1 Baß 300 mm, 1 Mitteltöner 130 mm, 1 Hochtonkalotte 97 mm u. Weiche. Imped. 4–8 Ω. Frequenzbereich 20–25000 Hz. Best.-Nr. 27-711-6 DM 79,50



Videoskop
Ihr Fernsehgerät als hochwertiges Oszilloskop! Mit Hilfe dieses Bausatzes können Sie Ihren Fernseher als Oszilloskop verwenden. Die Helligkeit des Grundrasters sowie des angezeigten Signals ist getrennt stufenlos einstellbar. Eingangsempfindlichkeiten 10 mV/100 mV / 1 V/10 V je Teilstrich. Y-Position frei verschiebbar. Mit Eingangsempfindlichkeitssteinstellung, AC/DC-Schalter, automatischer/manualer Synchronisation und Eingangsverstärker. Nachträgliche programmlose Erweiterung auf 2 Kanäle möglich. Wenn am Fernseher kein Video-Eingang vorhanden ist, so ist ein UHF/VHF-Modulator vorzuschalten. Betriebsspannung ± 15 V; max. 500 mA. Bausatz Best.-Nr. 12-432-6 DM 98,75
2 Kanal-Kanalset Best.-Nr. 12-433-6 DM 19,95
pass. UHF/VHF-Modulator
Best.-Nr. 12-855-6 DM 17,50

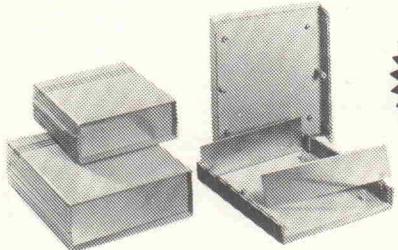
SALHÖFER ELEKTRONIK

Jean-Paul-Straße 19 — D-9850 KULMBACH
Telefon (0 92 21) 2036

Versand p. Nachnahme. Den Katalog 1985 (400 Seiten) Schein wirkt gegen Voreinsendung von Scheck oder
Schein im Wert von DM 5,— zugleich!

TEKO Gehäuse

Um Ihr Gerät preiswert luxuriös aussehen zu lassen



NEU

Der neue Katalog 1985 steht Ihnen kostenfrei zur Verfügung!

Generalvertretung:

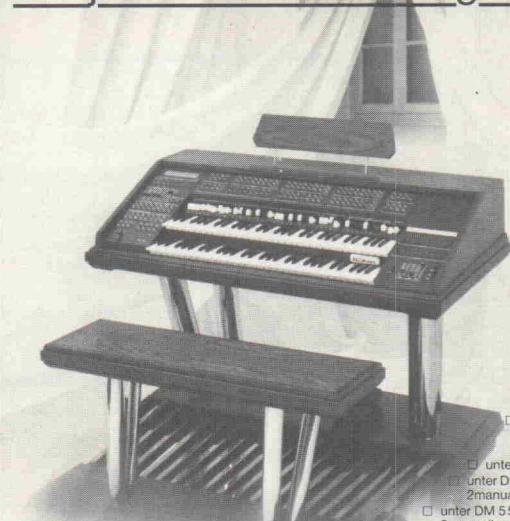
Erwin Scheicher Nachf. Boehm KG

Kurzhuberstr. 12
8000 München 82



Tel. 089/42 30 33-34
Telex: 5 23 151 scheid

Böhm — der Selbstbauspäß, den jeder kann — mit Wertgarantie



Musica Digital 1030
das wirkliche Klangwunder

Böhm-Wertgarantie:

Ihr Musikinstrument bleibt modern, ohne daß Sie jedes Jahr das neueste Modell kaufen, über das Böhm-Selbstbausystem — Ergänzung von Bauteilen entsprechend dem technischen Fortschritt. Überzeugen Sie sich selbst in unseren Niederlassungen oder über Prospekte.



Niederlassungen und Vertretungen*

DEUTSCHLAND 4994 Kitzingen 1000 Bamberg 1000 Berlin 1000 Bielefeld 1000 Bonn 1000 Bochum 1000 Braunschweig 1000 Bremen 1000 Düsseldorf 1000 Frankfurt 1000 Freiburg 1000 Hamburg 1000 Hanau 1000 Heidelberg 1000 Ingolstadt 1000 Innsbruck 1000 Karlsruhe 1000 Kassel 1000 Kiel 1000 Leipzig 1000 Lübeck 1000 Münster 1000 Nürnberg 1000 Paderborn 1000 Regensburg 1000 Stuttgart 1000 Trier 1000 Ulm 1000 Wiesbaden 1000 Würzburg 1000 Zwickau 1000 Zürich 1000

ZENTRALLE: Kuhlenstraße 120–122, 9770 Kitzingen 0934/76 6049-0

1710 Schwerin 0913/32 3221, 0913/32 3222, 0913/32 3223, 0913/32 3224

7800 Göttingen 0510/20 0000, 0510/20 0001

8000 Münchberg 0800/31 0000, 0800/31 0001

8000 Münich 089/5 0000, 089/5 0001

8000 Nürnberg 0911/31 0000, 0911/31 0001

8000 Regensburg 0911/31 0000, 0911/31 0001

8000 Stuttgart 0711/31 0000, 0711/31 0001

8000 Ulm 0731/31 0000, 0731/31 0001

8000 Wiesbaden 0610/31 0000, 0610/31 0001

8000 Würzburg 0931/31 0000, 0931/31 0001

8000 Zwickau 0371/31 0000, 0371/31 0001

7010 Graz 0316/31 0000, 0316/31 0001

7020 Linz 0222/31 0000, 0222/31 0001

7030 Salzburg 0662/31 0000, 0662/31 0001

7040 Klagenfurt 0463/31 0000, 0463/31 0001

7050 Innsbruck 0512/31 0000, 0512/31 0001

7060 Klagenfurt 0463/31 0000, 0463/31 0001

7070 Klagenfurt 0463/31 0000, 0463/31 0001

7080 Villach 0462/31 0000, 0462/31 0001

7090 Klagenfurt 0463/31 0000, 0463/31 0001

Für den Aufbau von Alarmanlagen, speziell für Einbruch-Meldesysteme, und für die berührungslose Temperaturnutzung bietet Murata-Erie eine Serie hochempfindlicher Infrarot-Strahlungsempfänger an. Die Empfindlichkeit der neuen Elemente ist lt. Hersteller so hoch, daß bereits die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers ein elektrisches Signal erzeugt, mit dem über eine geeignete Verstärkerschaltung ein Alarm zuverlässig ausgelöst werden kann.

Technologie, Aufbau, Wirkungsweise

Die pyroelektrischen IR-Sensoren der Serie IRA von Murata verwenden als strahlungsempfindliches Element eine ferroelektrische Keramik. Das Material, ein 'modifiziertes Blei-Zirkon-Titanat', wie in den Unterragen steht, bietet hervorragende Eigenschaften, die denen von Einkristallen wie TGS oder LiTaO₃ nicht nachstehen sollen. Die IRA-Sensoren benötigen keine Kühlung und können bei Raumtemperatur betrieben werden.

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau. Die IR-Strahlung trifft auf die geschwärzte Vorderseite des Elementes und wird dort in Wärme umgesetzt. Dabei erhöht sich die Temperatur. Als Folge der Temperaturerhöhung tritt zwischen den Elektroden eine elektrische Ladung auf. Über einen Widerstand R_g, der im Sensor integriert zwischen den Elektroden liegt, erfolgt der Ladungsausgleich; der dabei fließende Strom erzeugt an R_g die Signalspannung. Alle Sensoren der

Körperstrahlung wird sicher detektiert

Hochempfindliche IR-Empfänger

IRA-Reihe enthalten einen integrierten Feldeffekttransistor, der als Sourcefolger geschaltet ist. Daher steht das Signal niedrigerohmig zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Einfache und 'Dual Type'-Sensoren

Bild 2 zeigt, wie das pyroelektrische Element auf einen Strahlungsimpuls reagiert. Im Ruhezustand, also bei konstanter Bestrahlungsintensität, liegt zwischen der Source des integrierten FETs und dem Gatewiderstand R_g (Anschluß E) eine Gleichspannung, die vom Strom I_D (Drain-Strom) des FETs erzeugt wird. Das Strahlungereignis — hier ist eine impulsförmige Zunahme der

den auf den ursprünglichen Wert zurück.

Die strahlungsempfindliche Fläche ist bei Einzelement-Sensoren kreisförmig mit einem Durchmesser von 2 mm. Neben solchen Sensoren steht auch eine Doppellelement-Ausführung zur Verfügung. Aus Bild 3 geht hervor, daß die beiden Empfängerflächen nebeneinander angeordnet sind; Abmessungen der Flächen 2 x (2 mm x 1 mm), Abstand 1 mm. Aus Bild 4 ist der interne Schaltungstechnische Aufbau zu erkennen. Die beiden Elemente sind antiseriell geschaltet. Der integrierte Widerstand bildet den Gatewiderstand R_g des FETs. Anschluß E ist mit dem Metallgehäuse des Sensors verbunden, gleichzeitig aber auch als drittes Bein herausgeführt.

Dieses Aufbauprinzip, jedoch mit nur einem Element, trifft auch auf die einfachen IRA-Sensoren zu; lediglich ist bei einigen Typen ein zweiter Widerstand zwischen den Anschlüssen S und E integriert.

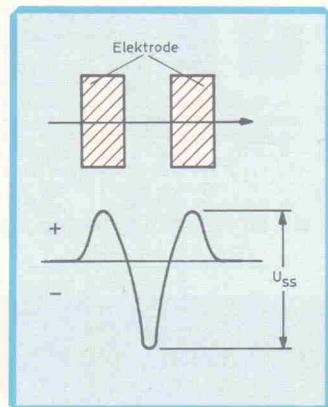


Bild 5. Reaktion des Doppellelement-Sensors auf einen quer bewegten IR-Strahl.

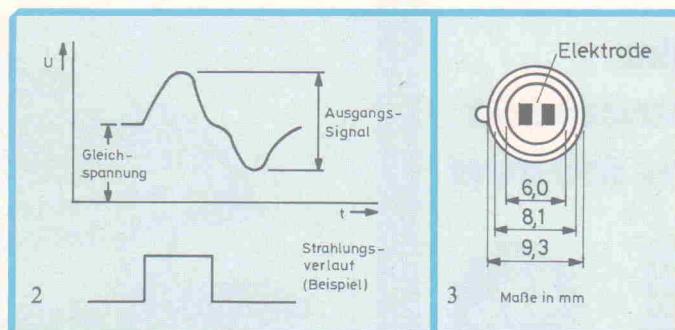


Bild 2. Reaktion des Einzelement-Sensors auf ein IR-Strahlungereignis.
Bild 3. Lage der Empfängerflächen beim Doppellelement-Sensor. Weitere Maßangaben siehe Text.

Strahlung angenommen — bewirkt einen vorübergehenden Anstieg der Ausgangsspannung. Nach einigen -zig Millisekunden hat sich das Element auf die neue Strahlungsintensität eingestellt, am Ausgang steht wieder die ursprüngliche Gleichspannung. Endet das Strahlungereignis, dann nimmt die Ausgangsspannung zunächst ab, sie geht dann innerhalb einiger -zig Millisekun-

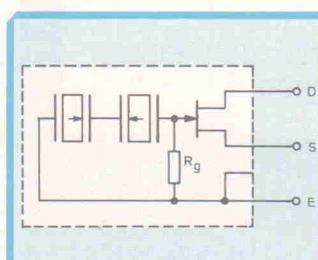


Bild 4. Schaltung im Inneren des Doppelsensors.

Bild 1. Schematischer Aufbau des pyroelektrischen Elementes.

Preisknüller!



LCD-Digi-Multimeter »DM-8600«

Robust und technisch ausgereift, 10 MΩm-Eingangswiderstand! Praktischer Aufstellbügel, 3½-stellige Anzeige (13 mm) mit Batterieüberwachung, autom. Polaritätsanzeige, Überlastschutz bis mindestens 250 V in allen Bereichen, im Amperebereich mit handelsüblicher 5 × 20 Feinsicherung, versenkte 4 mm Buchsen (Berührungsschutz), seitlicher 8fach-Tastensatz: Volt/Ampere/Ohm und 5 Tasten für die abgestuften Bereiche V =: 0-200 mV/2/20/200/1000 V ± 0,5 bzw. 0,8% V~: 0-200/1000 V ± 1,2% A: 0-200 μA/2/20/200 mA/10 A (Buchse) ± 1,2% Ohm: 0-2/20/200 KΩm/2 MΩm ± 1% zusätzlich: Diodentest.

Lieferung mit Meßkabeln, Ersatzsicherung und 9 V Batterie sowie Anleitung (engl.) 94,50



Ladengeschäfte in: Braunschweig
Hannover · Bielefeld · Bremen · Köln

Weitere interessante Angebote in unserem ELECTRONIC-KATALOG 85 und den vierteljährlichen SONDERLISTEN, kostenlos, bitte anfordern!

Original elrad-Bausätze



Verstärker	
300 W PA	
Bausatz o. Kühlk./Trafo	DM 125,80
Modul, betriebsbereit	DM 215,00
Bausatz incl. Kühlk.	DM 144,80
Pass. Ringkerntrafo	
500 VA, 2x47V/2x15V	DM 120,00

Verstärker

300 2 PA Bausatz lt. Stückliste incl. Sonstiges	DM 144,80
Brückenmodul f. 300 2 W PA	DM 16,80
100 PA MOS-FET	Bausatz ohne Kühlk./Trafo
Compakt 81 Verstärker	einschl. Geh./Trafo/Lautsprecherschutzschaltung
Jumbo-Verstärker	inkl. Lautsprecher 6/82
Mos-FET	
Pre-Ampl. Hauptplatine	4/82
Moving-Magnat	3/82
Moving-Coll.	3/83
60 dB-VU Pegelmesser	1/82
Slim-Line Equaliser	Stereo
Musik-Processor	6/82
Nachhall	
Gitarrenverstärker	8/80
Drum-Synthesizer	
1 Kanal + Netzteil	
Kommunikationsverstärker	
ohne Trafos/Endstufe	
Ausgangstrafo	
Gitarren Übungsverstärker	
Klirrfaktormeßgerät	
Farbbalkengenerator	
Aku. Mikro-Schalter	
Tube Box	incl. Gehäuse
Korrelationsgradmesser	(einschl. Gehäuse)
	DM 84,50
	DM 105,80
	DM 171,00
	DM 162,90
	DM 22,10
	DM 32,50
	DM 35,00

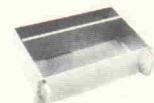
Bausätze ab Heft 1 auf Anfrage

Röhrenverstärker f. MC-Systeme	DM 189,90
Terz-Analyser	DM 609,00
Haupt/Anzeige Platine	DM 182,10
Gleichrichterplatine	auf Anfrage
Terzfrequenzplatine	
Gitarrenverstärker	DM 55,78
MOS Fet Verst. 500 Spezialbauteile auf Anfrage	

Speicherzusatz Osz.	DM 67,80
50 kHz Version	DM 75,60
200 kHz Version	DM 34,70
Schreiberausgang	DM 22,40
Übersteuerungsanzeige	DM 10,80
Universeller Vorverstärker	DM 41,80
MC-Vorverstärker	DM 49,60
Rauschgenerator (Terz-Ana.)	

AKTUELL

elrad Bausätze	
Netzteil incl. Meßwerke	DM 189,80
Netztrafo (alle Wicklungen)	DM 73,80
Kompressor (Begrenzer)	DM 58,60
Lautsprecher Sicherung	DM 27,50
Symmetrischer Mikrofonverstärker	DM 31,30
NC-Ladeautomatik	DM 65,03
60-W-NDFL-Verstärker mit Metallfilmwiderständen	DM 78,50
und Poly. Kondensa.	DM 68,20
Netzteil	DM 109,80
VU-Meter mit Zubehör für Gehäuse	DM 255,90
1/3 Oktav-EQUALISER	DM 125,00
19 Zoll Gehäuse f. 1/3 oktav	DM 548,00
140 Watt Röhrenverst. incl. Gehäuse	DM 28,80
Parametrischer EQUALISER	
EIMX-Eingangszeitzug	DM 160,00
EIMX-Subsumme	DM 125,00
EIMX-Hauptsumme	DM 127,00
Frontplatte f. EIMX einzeln	DM 68,00
Heizungssteuerung	auf Anfrage



19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494

für Equalizer/Verstärker usw. Frontplatte 4 mm Alu natur oder schwarz, stabile Rahmenkonstruktion. Durch Abdecklochblech gute Belüftung. Tiefe 265 mm.

DM 52,00

DM 61,00

DM 74,80

DM 85,50

DM 94,80

DM 99,10

Höhe: 1 HE 44 mm

Höhe: 2 HE 88 mm

Höhe: 3 HE 132,5 mm

Höhe: 4 HE 177 mm

Höhe: 5 HE 221,5 mm

Höhe: 6 HE 266 mm

Transformatoren

Röhrenverstärker Ausgangstrafo Tr. 1 DM 142,10

140 W PA Netztrafo Tr. 2 DM 113,80

Röhren-Kopfhörer Verst. incl. Trafo DM 248,00

Trio Netzteil incl. Ringkerntrafo DM 82,50

Ringkern-Transformatoren Incl. Befestigungsmaterial

80 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36 DM 46,00

120 VA 2x12, 2x15, 2x20, 2x24, 2x30, 2x36 DM 54,20

170 VA 2x12, 2x15, 2x20, .../24/30/36/40/45 DM 59,80

250 VA 2x15, 2x18, 2x24, 2x30, .../30/36/45/48/54 DM 68,30

340 VA 2x18, 2x24, 2x30, .../36/48/54/60/72 DM 76,40

500 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50 DM 105,00

700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50 DM 134,70

Sondertyp für 150 PA RK 3403615

2x36 V/2x15 V 340 VA DM 92,00

Sondertyp 700 VA 2x50/60 W DM 142,60

Alle Bausätze incl. Platinen

Bausätze aus diesem Heft auf Anfrage

Weitere Halbleiter-ICs siehe Anzeige in Heft 11/82. Versand per NN — Preise incl. MwSt. — Katalog '83 gegen DM 5,— (Schein oder Briefmarken), elrad-Platinen zu Verlagspreisen. Beachten Sie bitte auch unsere vorherigen Anzeigen.



EFFEKTE
EFFEKTE
EFFEKTE



Die neue Effekt-Geräte-Serie
in Stereo-Ausführung für den
professionellen Einsatz!



MONACOR®

POSTFACH 448747 · 2800 BREMEN 44

zum Aufbau von Einbrecher-Warnsystemen geeignet sein.

Spektralbereich

Die neuen pyroelektrischen Sensoren sind im Bereich $0,2 \mu\text{m} \dots 20 \mu\text{m}$ empfindlich. Spezielles Filterglas als Fenstermaterial sensibilisiert die Elemente für einen bestimmten Ausschnitt des Spektralbereiches. So ist der Doppellelement-Sensor mit seinem $7 \mu\text{m} \dots 15 \mu\text{m}$ -Fenster speziell für 'Body Detection' präpariert.

Schaltungsbeispiele

Die Bilder 6 und 7 zeigen typische Verstärker mit Schaltausgang für IRA-Sensoren. In Bild 6 wird ein Einfachelement-Sensor dazu benutzt, nach einem Strahlungsereignis ein zeitlich begrenztes, akustisches Alarmsignal zu erzeugen. Für ein auf menschliche Körper ansprechendes Alarmsystem ist ein Doppellelement-Sensor mit der in Bild 7 angegebenen Schaltung geeignet. Über weitere Maßnahmen zur Leistungssteigerung, wie Einsatz eines

Choppers oder eines Facetten-Spiegels, können ggf. Informationen bei Murata eingeholt werden.

Weitere Anwendungen

Neben Alarm- und Sicherheitssystemen sind folgende Anwendungen der pyroelektrischen Elemente denkbar: automatische Lichtschalter, intelligentes Spielzeug, Unfallverhütung, Automatik-Türen, Temperaturmessung, Spektralanalyse, Laser-Leistungsmessung.

Bei einem Preis von rund 20 D-Mark für den Doppelsensor kann auch durchaus an anspruchsvolle Anwendungen im Hobbybereich gedacht werden.

Vorverstärker

In Kürze wird Murata einen speziellen Vorverstärker in Dickschicht-Technologie für den Doppellelement-Sensor E002SX4 herausbringen, der nach Bild 8 zu beschalten ist. Bild 9 zeigt einen Fensterkomparator, der ein Schaltsignal erzeugt, wenn das vom Vorver-

stärker kommende Signal einen oberen oder unteren Grenzwert überschreitet.

Unterlagen von

Murata Erie elektronik GmbH,
Kreuzsteinstr. 1A, 8500 Nürnberg 52, Tel. (09 11) 6 68 70.

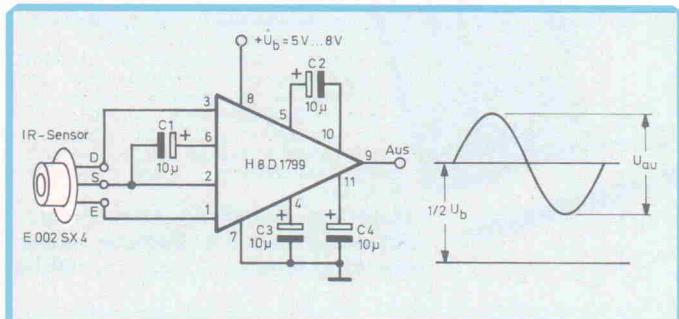


Bild 8. Doppelsensor mit dem Spezialvorverstärker H8D1799.

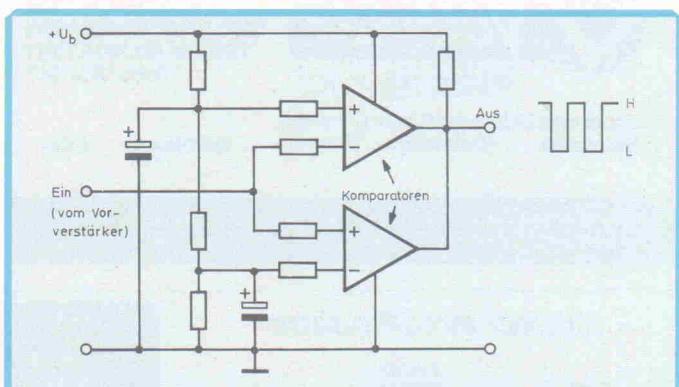


Bild 9. Fensterkomparator als Grenzwertmelder.

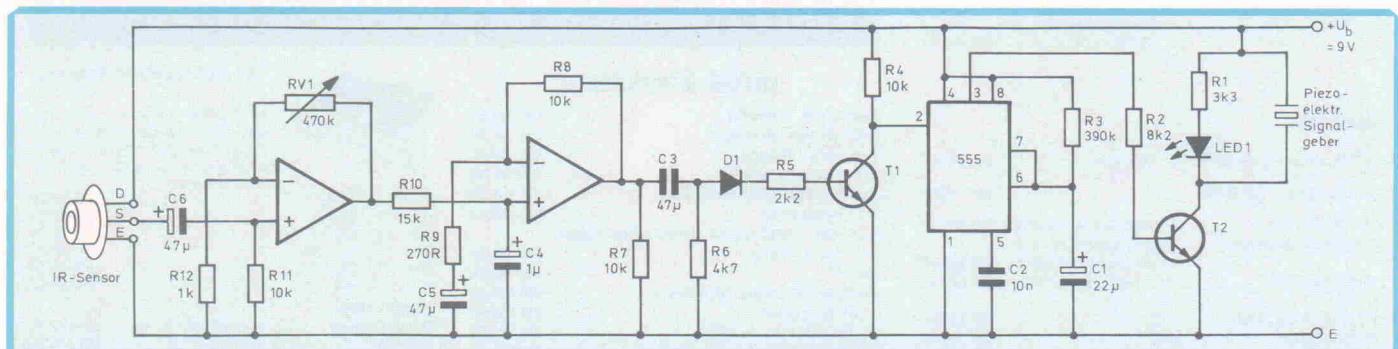


Bild 6. Schaltungsbeispiel für Einfach-Sensoren: akustischer Alarmgeber mit vorgegebener Einschaltzeitdauer.

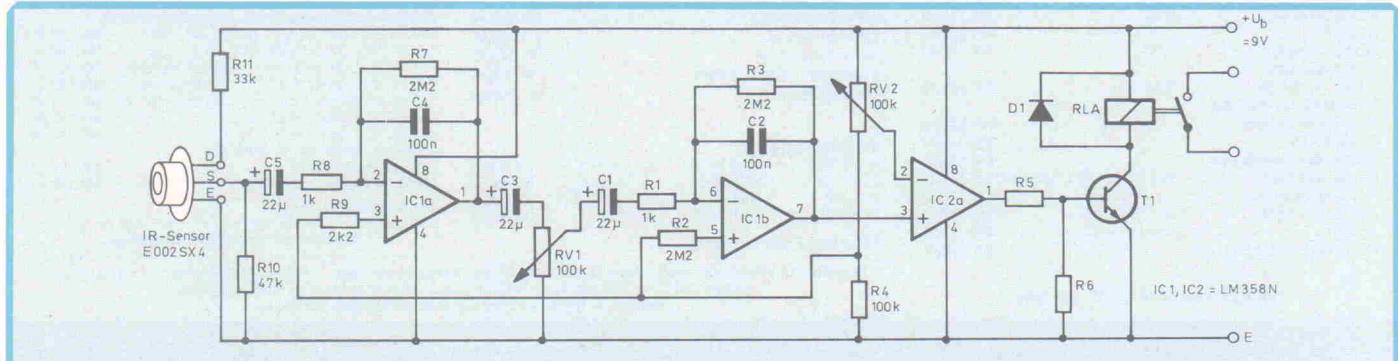


Bild 7. Schaltung für den Doppellelement-Sensor E002SX4 in einem Einbrecher-Warnsystem.

SUPER-SOUND ZUM WAHNSINNSPREIS

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



SAKAI HX 707, 300 W

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
(648,— unser Preis bisher)

Marantz CD 54	Spurpreis auf Anfrage
Marantz CD 84	Spurpreis auf Anfrage
Marantz Verstärker, Esotec-Bauweise, 2 x 100 Watt (DIN)	350,—
Spitzengüte, CD-Eingang, 3 Jahre Garantie (498,—)	350,—
Marantz TT 525, Tangentialarm, Stroboskop, Vollautomat (548,—) nur noch	350,—



SAKAI HX 606, 200 W

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
(448,— unser Preis bisher)



SAKAI HX 505, 130 W

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
(248,— unser Preis bisher)

Alle Artikel originalverp. mit voller Garantie. Preis inklusive 14 % MwSt., unfrei per Nachnahme.

Hi-Fi STUDIO „K“

Postfach 10 06 34, Weserstr. 36, 4970 Bad Oeynhausen
9–13 + 14–17 Uhr, Tel. 05731/27795

MOS fidelity

Das Schaltungskonzept, welches klanglich und technisch neue Maßstäbe setzt. Unsere neuen Endstufenmodule in MOS-Technik mit integriert. Lautsprecherschalteinheit (Einschaltverzögerung, +DC-Schutz, Leistungsbegrenzung, Sofortabfall) haben sich in allen Anwendungsbereichen bestens bewährt. Höchste Betriebssicherheit und ein dynamisches, transparentes Klangbild machen sie zur idealen Endstufe für Hi-End-, Studio- u. PA-Betrieb. Höropturen und -vergleiche in unserem Tonstudio an versch. Lautsprechern und Endstufen überzeugen selbst die kritischsten Hörer, denn erst der Vergleich beweist unsere Qualität.

Wußten Sie schon, daß wir Produkte der ALPS ELECTRIC verarbeiten? Kurzdaten: Slew rate: 420 V/μs (ohne Filter); 155 V/μs (mit Filter); 87 V/μs (8 Ωmf); 71 V/μs (4 Ωmf); S/N >113 dB; Klirr <0,0015%; TIM nicht meßbar; Eingang 20 kΩ/775 mV für 240 W an 4 Ω; Leistungsbandbreite 3 Hz–225 kHz

MOS 100N 112 W sin: Ub + – 45 V DM 119,— (106,— o. Kühl.)

MOS 200N 223 W sin: Ub + – 52 V DM 157,— (142,— o. Kühl.)

MOS 300N 309 W sin: Ub + – 58 V DM 188,— (168,— o. Kühl.)

MOS 600N-Brücke 715 W sin: Ub + – 58 V DM 385,— (340,— o. K.)

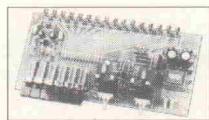
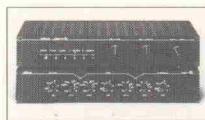
LS-3 Lautsprecherschalteinheit 1,4 Lautsprecher; Netzteil f. 220 V; anschlußfertiges Modul 100 x 70 mm; DM 44,50

CLASSIC MC-1 Moving Coil Vorverst.; Fertigerät im Geh., DM 59,—

Die High-End-Alternative mit hörbar besserem Klang. Wir fordern auf zum Hörvergleich – testen Sie uns!

NEUE PRODUKTE FÜR AKTIVISTEN:

UWE-6 Akt. Universal-Weichenmodul in 3-Weg-mono/2-Weg-stereo; jetzt 6-12-18 und 24 dB wählweise; IC-Steckmodultechnik; spgs.stabil. ± 30–80 V; 4 Pegelregler; Fertigmodul 100 x 70 mm 58,—, VAR-7 Voll variable 2/3-Weg-Weiche; verbesserte VAR-5; Umschaltbar: 2/3-Weg/6-12 dB – mit/ohne phasenstarr – Subsonic 18 dB/20 Hz – Subbaßanhebung mit 2/4/6 dB (30/60/90/120 Hz) – Eingangsimp. in Ω 10/100/1 k/10 k – sym./unsym. Eingang; doppelt kupferkaschierte Epoxylplatine; 3 Pegel/4 Frequenzpotis (0,2–2–20 kHz); 4 vergoldete Cinchbuchsen; Frontplatte mit geprägter Skala in dB u. Hz; stab. Netzteil 220 V; anschlußfertig. Modul 290 x 140 mm 169,—.



PAM-5 Stereo Vorverst. m. akt./pass. RIAA-Vorst. u. 4 Zeitkonst.; 5 Eng. ü. Tasten gesch. (PH-TU-AUX-TP 1-TP 2-COPY); Hinterbandkontr.; Lauts. u. Balance; Lineaverst. m. 4fach-Pegelsteller (–12 bis + 6 dB); 16 vergoldete Cinchbuchsen; stab. Netzteil 220 V m. Einschalterv.; anschlußf. Modul 290 x 140 mm; DM 198,—

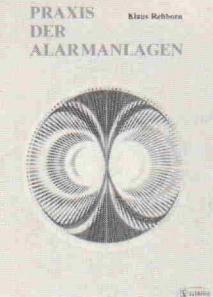
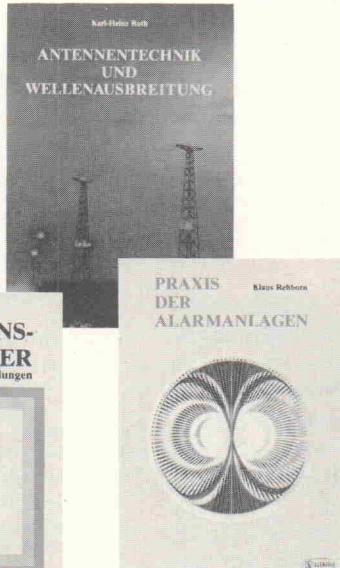
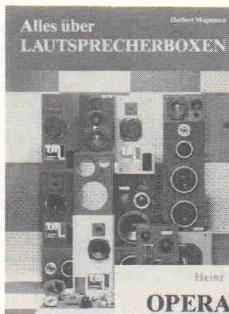
Mit ALPS-High Grade-Potis (Gleichlauf < 1 dB bis –70 dB DM 249,— Gehäusesätze aus 1,5 mm-Stahlblech; schwarz einklammern, bedr. und vollst. geborht; kpl. Einbauzubeh. für PAM-5 DM 125,40; für VAR-5 DM 119,70; für MOS 100-300 DM 142,50; 10 mm-Acrylglaßgehäuse f. PAM-5 DM 197,—

Kpl. Netzteile von 10 000 μF/63 V (DM 36,—) bis 140 000 μF/63 V (DM 225,—) und 100 000 μF/80 V (DM 208,—) m. Schraub-/Lötklos

Fertigung '85; in allen Gr. lieferb. Ringkerntrafo: vakuumenträkt; DE-Schutzwicklung für Mono- u. Stereo 150 VA DM 67,—; 280 VA DM 79,—; 400 VA DM 89,—; 750 VA DM 129,—; 1200 VA DM 239,—

Für Spezialnetzteile auch Ringkerntrafo mit 120VA (VA 239,—) und schaltfeste Elkos mit 40 000 μF/80 V (78,—).

Ausführliche Infos gratis – Techn. Änderungen vorbehalten – Nur gegen Nachnahme oder Vorauskasse albs-altronnic G. Schmidt Postf. 1130, 7136 Ötisheim, Tel. 070 41/27 47, Telex 7263 738 albs



Soeben erschienen:

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

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

Operationsverstärker Grundlagen und Anwendungen, 139 S., 135 Abb. DM 26,—

Alles über Lautsprecherboxen 122 S., 58 Abb. DM 16,—

Weitere lieferbare Bücher:

Netzgeräte für Hobby-Elektroniker 90 S., 70 Abb. DM 14,80

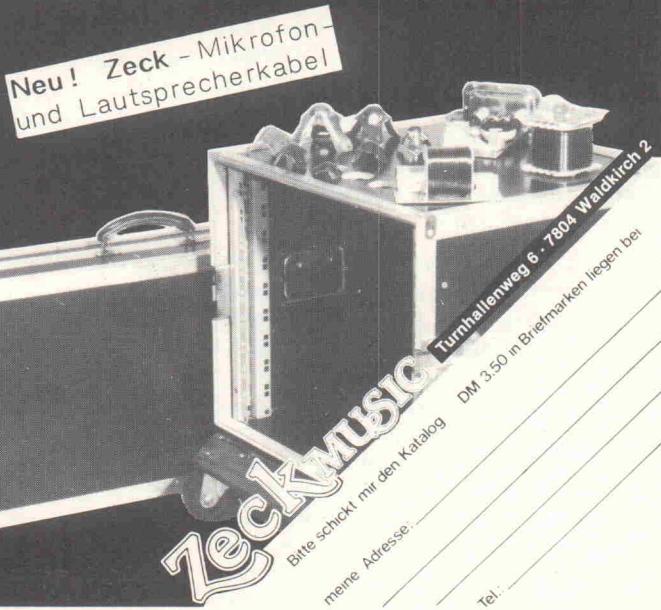
Netztransformatoren einfach berechnet 110 S., 60 Abb. DM 14,80

Alles über Mikrofone 140 S., 104 Abb. DM 19,80

So werde ich Funkamateure 198 S., 120 Abb. DM 22,—

Boxen und Cases selbstbauen mit Zeck-Bauteilen und Frequenzweichen

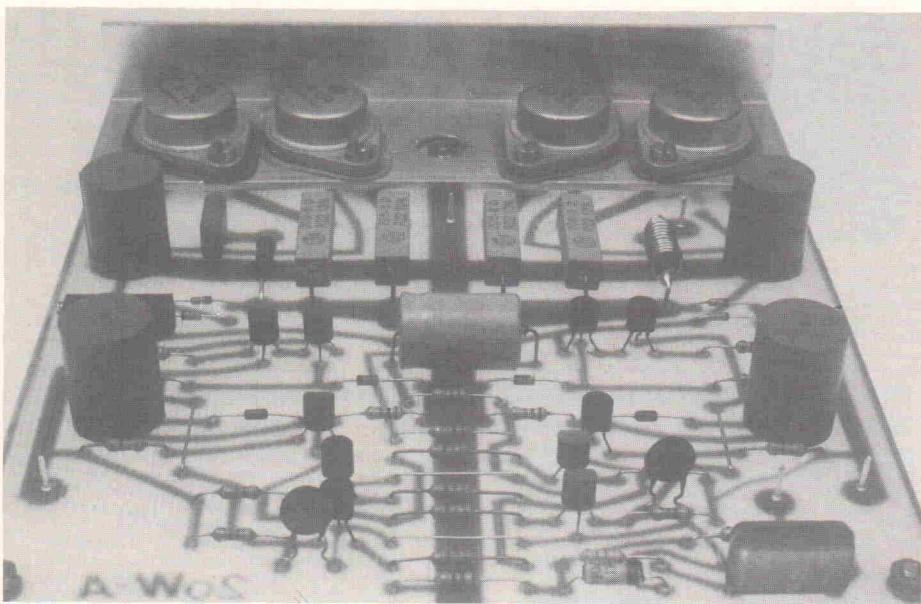
Wir haben alles, was man zum Eigenbau von Boxen und Flight-cases braucht. Von der kleinsten Ecke bis zum großen 18" Speaker. Außerdem original „Zeck“-Frequenzweichen für alle Übergangsfrequenzen, Flankensteilheiten und jede Leistung. Über 20 Seiten Bauteile in unserem Katalog!



ELEKTRA VERLAG GmbH

(vormals Karamanolis Verlag)

Nibelungenstr. 14, 8014 Neubiberg bei München, Tel. (089) 6 01 13 56



20 Watt Klasse-A-Verstärker

Erklärtes Ziel dieser Bauanleitung ist es, ohne Kompromisse und mit einem vertretbaren Aufwand einen Verstärker zu entwerfen, der höchsten Ansprüchen genügt. Um das zu erreichen, müssen einige Vorbedingungen erfüllt sein. Das Schaltungskonzept und die Bauteileauswahl müssen von vornherein auf diesen Gesichtspunkt ausgerichtet werden. Die Schaltung muß bereits ohne Über-Alles-Gegenkopplung niedrige Klirrwerte aufweisen, so daß auf übermäßig starke Gegenkopplung, die wiederum Stabilitätsprobleme und zunehmende Verzerrungen bei transienten Vorgängen bringt, verzichtet werden kann. Die einzelnen Stufen müssen deshalb mit nur geringer örtlicher Gegenkopplung bereits gute Ergebnisse liefern, um mit wenigen solcher Stufen eine hohe Leerlaufverstärkung zu erreichen.

Für die Endstufenschaltung eignen sich hierfür besonders FETs in Klasse-A-Einstellung. Ihre ab einem geringen Sourcestrom annähernd lineare Kennlinie läßt den Vorteil des Klasse-A-Verstärkers — mit fallender Aussteuerung gegen Null gehender Klirrfaktor — gut zur Geltung kommen. Zusätzlich sind sie wegen des theoretisch unendlichen Eingangswiderstandes einfach und problemlos anzusteueren, was die Schaltung gegenüber bipolaren Transistoren mit ihrem recht hohen Bedarf an Steuerstrom wesentlich vereinfacht.

K. Lang

Weitere Vorteile von FETs sind der fehlende 'Secondary Breakdown' und der positive Temperaturkoeffizient. Beides zusammen bedingt eine hohe Betriebssicherheit ohne zusätzliche Schaltungsmaßnahmen wie Strombegrenzung oder Temperaturkompensation und problemlose Parallelschaltung zur Erhöhung der Gesamt-Strombelastbarkeit.

Bei FETs finden keine Ladungsspeicherungen in den PN-Übergängen statt; sie sind deshalb wesentlich schneller als bipolare Transistoren zu schalten, was eine höhere Grenzfrequenz bedeutet. Aus dem gleichen Grunde haben sie nach einer Übersteuerung eine kürzere 'Recovery Time', was sich besonders bei kurzen Überbeanspruchungen positiv auf das Übertragungsverhalten auswirkt.

Gegen eine Klasse-A-Endstufe sprechen die immens hohe Verlustleistung, der schlechte Wirkungsgrad und ein im Vergleich zu anderen Endstufenschaltungen schlechtes Verhältnis von Preis und Ausgangsleistung. Dies röhrt hauptsächlich von den relativ hohen Kosten für die erforderlichen Kühlkörper und Netzteile her. All dies wird jedoch keinen echten Klasse-A-Fan von seiner Philosophie und dem Nachbau

dieser Schaltung abringen, denn ein guter Klang ist für ihn das Wichtigste. Zudem ist gerade bei hochwertigen Endstufen die Preissparnis gegenüber Fertigeräten besonders groß, vergleichbare A-Verstärker kosten nämlich im Handel etwa das 5- bis 10fache!



Netzzeile

Da die Kaskodenschaltung der Vorstufen eine recht hohe Versorgungsspannung benötigt, andererseits die Versorgungsspannung der Endstufe wegen der Verlustleistung möglichst klein gehalten werden soll, sind hier zwei Versorgungsspannungen vorgesehen. Der Mehraufwand dient gleichzeitig einer höheren Schwingsicherheit und einem verbesserten Übersprechen.

Für die Vor- und Treiberstufen wird ein Standard-Doppelnetzteil verwendet, wie es in elrad bereits mehrfach veröffentlicht wurde (z. B. elrad 10/82 oder elrad Special 3). Der Strombedarf ist minimal; er beträgt etwa 12 mA je Kanal.

Das Endstufen-Netzteil ist ungeregelt und — absichtlich — ohne Strombegrenzung, um die Klangeigenschaften des Verstärkers nicht zu verschlechtern. Die Spannung beträgt ± 20 Volt, der Strombedarf mindestens 3,6 A pro Kanal. Zum Schutz der robusten FETs

Technische Daten

Sinusdauerleistung an 4 Ohm	20 Watt
Leistungsbandbreite	
20 Hz — 20 kHz	+ 0 — 0,5 dB
10 Hz — 60 kHz	+ 0 — 3 dB
Eingangsspegel für Vollaussteuerung	0,775 V = 0 dB
Spannungsverstärkung	12,6fach = 22 dB
Eingangsimpedanz	40 kOhm
Fremdspannungsabstand (bezogen auf 100 mW an 4 Ohm)	
unbewertet	-66 dB
'A'-bewertet	-90 dB
Klirrabstand bei Vollaussteuerung	-84 dB
bei 5 Watt an 4 Ohm	-100 dB
Intermodulationsabstand (Sinus 19 kHz + 20 kHz; 1:1; Vollaussteuerung)	-79 dB
TIM-Abstand (Rechteck 3,18 kHz + Sinus 15 kHz; 4:1; Vollaussteuerung)	-80 dB
Maximale Verlustleistung (ohne Aussteuerung)	80 Watt je Kanal
Ruhestrom	2 A je Kanal

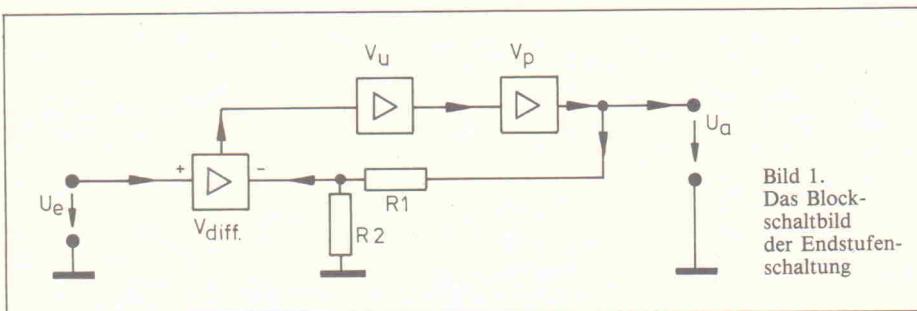


Bild 1.
Das Blockschaltbild
der Endstufenschaltung

genügen einfache Schmelzsicherungen für den Kurzschlußfall bzw. bei Unterimpedanz. Die Schaltung des Netzteils zeigt Bild 3.

Aufbau und Abgleich

Vor dem eigentlichen Bestücken der Platine sollten noch einige Vorarbeiten geleistet werden. Dazu gehört zu allererst das Bohren der Löcher in den Montagewinkel und in den Kühlkörper. Man spannt dazu den Kühlwinkel auf die noch unbestückte Platine und bohrt die für die FETs benötigten Löcher gemeinsam. Dies garantiert später einen problemlosen Zusammenbau von Platine und Kühlwinkel. Anschließend spannt man den Kühlwinkel auf den eigentlichen Kühlkörper und bohrt auch hier die Befestigungslöcher vor. Die Spule L1 wird angefertigt, indem man 15 Windungen Kupfer/Lackdraht über den Widerstand R29wickelt und dann direkt am Widerstandsgehäuse mit dessen Anschlußdraht verlötet.

Die beiden benötigten Netzteile sollten ebenfalls vorher aufgebaut und getestet werden. Zwei Netzteile sind übrigens die Minimallösung; zu empfehlen sind getrennte Netzteile für jeden Kanal, also vier. Der Aufbau des stabilisierten Doppelnetzteils nach einer der zahlreichen Standardschaltungen ist einfach, Schwierigkeiten könnte es aber beim Besorgen des Trafos für das Endstufennetzteil geben. Für Stereobetrieb muß dieser immerhin 7–8 A abgeben können, für Mono immer noch mindestens 3,6 A.

Jetzt geht es an das Einlöten der Bauteile der Verstärkerplatine. In bekannter Reihenfolge werden Widerstände, Kondensatoren, Dioden und Transistoren eingelötet. Dabei werden die Gatewiderstände der FETs und die Keramik-Siebkondensatoren auf der Lötseite der Platine angelötet, um die Leitungslänge zwischen diesen Bauelementen und den FETs möglichst klein zu halten. Die MOSFETs selbst werden mit Glimmerscheiben, Isoliernip-

peln und viel Wärmeleitpaste in die Löcher auf dem Kühlwinkel eingepaßt, Winkel und FETs mit der Platine verschraubt und dann (!) erst verlötet. Die Montageanordnung zeigt Bild 4.

Nach einer optischen Überprüfung der Platine auf Richtigkeit der Bestückung (Polarität), Kurzschlüsse und Unterbrechungen kommen wir zum Abgleich. Dieser beschränkt sich auf das Einstellen des Ruhestroms der Endstufe. Zuerst wird mit dem Ohmmeter überprüft, ob der Widerstand über den beiden Anschlußpunkten des 10-Gang-Potentiometers P3 0 Ohm beträgt, ansonsten wird P3 entsprechend verstellt.

dann im B- bzw. im AB-Bereich betrieben. Sie hat dann einen höheren Wirkungsgrad, klingt jedoch auch schlechter als im reinen A-Betrieb.

Bevor man die Endstufe in Betrieb nimmt, sollte man dann noch den Ausgang mit dem Voltmeter auf Spannungsfreiheit prüfen. Die Ausgangsgleichspannung sollte 20 mV nicht überschreiten.

Zum Einbau in ein Gehäuse bietet es sich an, die Kühlkörper direkt als Seitenteile zu verwenden, mit Profilschienen zu verbinden und sich passende Bleche für Unter- und Oberteil, Vorder- und Rückwand zuzuschneiden. In den freien Raum in der Mitte passen dann die Netzteile. Die Gleichträger werden direkt auf das Bodenblech montiert, Ein- und Ausgangsbuchsen sowie die drei Einbau-Sicherungshalter gehören auf die Rückwand.

Fazit

Die Bauanleitung zeigt, daß sich mit verhältnismäßig geringem Bauteilaufwand ein hervorragender Klasse-A-Verstärker für audiophile Anwendun-

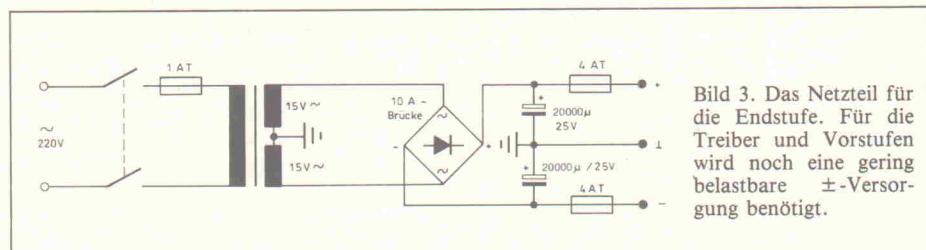


Bild 3. Das Netzteil für die Endstufe. Für die Treiber und Vorstufen wird noch eine gering belastbare \pm -Versorgung benötigt.

Anschließend können die Netzteile angeschlossen und (ohne Boxen) die Betriebsspannung eingeschaltet werden. Wenn vorhanden, kann man dazu beim ersten Mal zwei Netzteile mit Strombegrenzung verwenden, um größeren Schaden im Fehlerfall auszuschließen. Ansonsten geht's auch ohne, die FETs sind, wie bereits erwähnt, sehr robust und nicht so leicht zu zerstören. Geht das ohne Rauchzeichen vor sich, ist die Endstufe bereits betriebsbereit — im Klasse-B-Betrieb. Nach dem Einschleifen eines Ampereimeters in eine Versorgungsleitung der Endstufe wird jetzt durch Verdrehen von P3 der Ruhestrom auf 2 A eingestellt. Da sich die FETs und der Kühlkörper jetzt stark erwärmen (bis zu 90 Grad Celsius), wird der Ruhestrom nach etwa 10 Minuten nachgeregelt; er sollte zwischenzeitlich auf etwa 1–1,5 A gefallen sein. Die Endstufe ist auch mit jedem anderen Ruhestrom zwischen 0 und 2 A einsatzfähig und wird

gen bauen läßt. Die Hochwertigkeit des Verstärkers ist dabei keineswegs auf irgendwelche schaltungstechnischen 'Geniestreich' zurückzuführen, sondern lediglich auf die konsequente

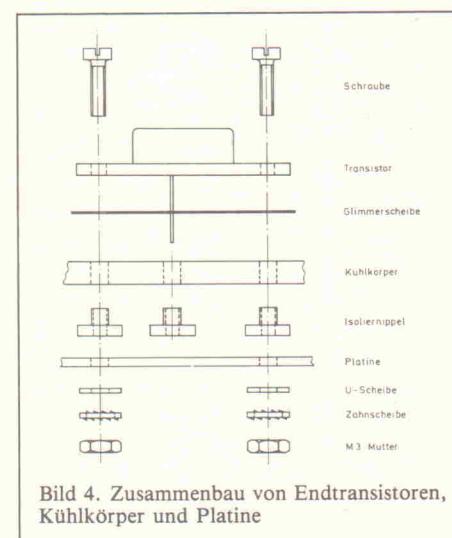
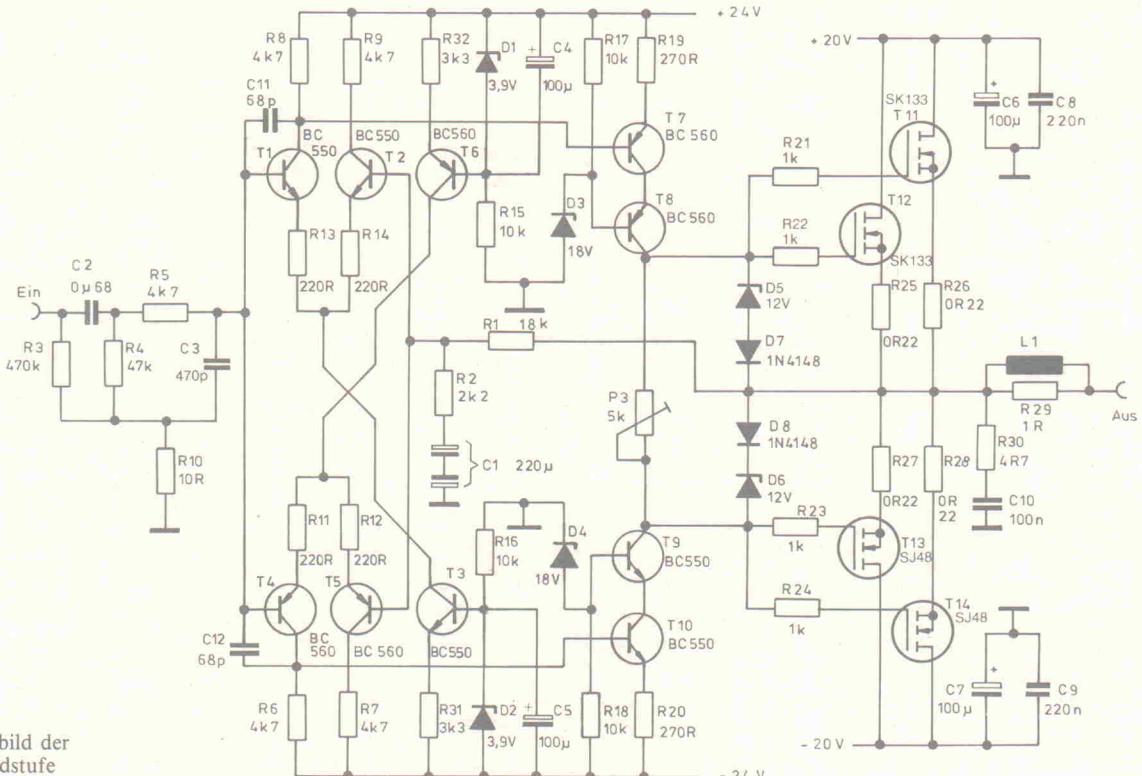


Bild 4. Zusammenbau von Endtransistoren, Kühlkörper und Platine



Das Schaltbild der 20W-A-Endstufe

Beachtung einfacher Konstruktionsmaßnahmen wie maßvolle, aber richtige Gegenkopplung, Vermeidung von TIM durch rein passive Bandbegrenzung usw. Die hervorragenden Meßwerte sind jedoch immer noch kein Maß dafür, wie gut ein solcher Verstärker 'klingt'. Beim subjektiven Hörempfinden müssen heute noch unbekannte Kriterien eine Rolle spielen, die meßtechnisch immer noch nicht zu erfassen sind. Nach dem heutigen Erkenntnisstand jedoch erzeugen schnell-

le Klasse-A-Verstärker am ehesten ein dem Zuhörer gefälliges Klangbild. Abschließend wäre vielleicht noch zu bemerken, daß der beste Klasse-A-Verstärker nur so gut klingt wie die Boxen, die er ansteuert. Es sollten also qualitativ hochwertige, wegen der relativ geringen Ausgangsleistung schalldruckstarke Boxen, z. B. Hörner, verwendet werden. Erst dann kann ein A-Verstärker seine Überlegenheit unter Beweis stellen. Charlie Antolini läßt schön grüßen.

Wie funktioniert's?

Das Blockschaltbild des Verstärkers zeigt Bild 1. Darin sind die drei vorhandenen Verstärkerstufen (Differenzverstärker, Spannungs- und Leistungsverstärker) enthalten. Für eine hohe Open Loop-Verstärkung ($V_{ol} > > 100$) läßt sich die Closed Loop-Verstärkung V_{cl} näherungsweise bestimmen.

$$V_{cl} = \frac{U_a}{U_e} \approx \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Die Gesamtkonzipierung wird durch diese einfache Beziehung wesentlich vereinfacht, und umfangreiche Berechnungen zur Bestimmung der Gesamtverstärkung werden überflüssig.

Auffallend an der Schaltung ist vor allem der vollständig symmetrische Aufbau, der zur Verringerung der Verzerrungen erheblich beiträgt. Die Eingangsstufe ist ein Differenzver-

stärker, eine bereits ohne besondere Maßnahmen verzerrungssame Schaltung. Deshalb kann die Gegenkopplung durch die Emitterwiderstände $R_{11}-R_{14}$ relativ gering ausfallen und damit eine hohe Leerlaufverstärkung erreicht werden. Der Differenzverstärker bietet den weiteren Vorteil, daß die Über-Alles-Gegenkopplung einfach durch Rückführung des Signals über einen Spannungsteiler auf den zweiten Eingang des Differenzverstärkers erfolgen kann.

Die zwei Differenzverstärker arbeiten auf zwei Konstantstromquellen ($R_{31,32}$, $C_{4,5}$, $T_{3,6}$, $D_{1,2}$); damit werden die Arbeitspunkte festgelegt und von der Betriebsspannung entkoppelt.

Der symmetrische Aufbau dient hier außerdem zur gegenseitigen Basisstromversorgung der Transistoren. Das Basisruhpotential liegt über R_2

einerseits und über $R_{4,5,10}$ andererseits auf Masse und damit auf null Volt, da hier im Ruhezustand kein Strom fließt.

Die Konstantstromquellen sind durch $R_{31,32}$ auf etwa 1 mA eingestellt. Dies ist ein guter Mittelwert zwischen dem mit dem Strom zunehmenden Rauschen der Transistoren und den Verzerrungen, die die einseitige Belastung der Differenzverstärker durch den Strombedarf der Treibertransistoren hervorruft.

Die Treiberschaltung selbst ist eine bipolare Gegentakt-Kaskoden-Schaltung, bestehend aus den Transistoren T_7-T_{10} . In diesen Schaltungsteil wurde die meiste Entwicklungsarbeit gesteckt. Nach umfangreichen Erprobungen und Messungen von sechs (!) verschiedenen Treiberschaltungen wurde die bipolare Kaskode ausgewählt. Schlechter schnitten beispielsweise einfache Gegentakt-Schaltungen, Gegentakt-Darlingtons oder VMOS-Treiber ab.

Die Kaskoden erhalten ihre Vorspannung aus den Konstantspannungsquellen aus $R_{17,18}$ und $D_{3,4}$. Ihre Steuerung erfolgt direkt mit dem Spannungsabfall über den Kollektorschichten der Differenzverstärker.

Der Ruhestrom durch die Kaskoden wird ebenfalls durch diese Spannung eingestellt und ist damit vom Ruhestrom der Differenzverstärker abhängig. Im Ruhestromkreis der Kaskoden liegen noch das Poti P_3 und die Emitterwiderstände $R_{19,20}$, die

für eine leichte Gegenkopplung der ebenfalls sehr verzerrungssamen Kaskoden sorgen.

Der Ruhestrom durch die Kaskoden liegt bei etwa 10 mA, um auch bei hohen Frequenzen den Strombedarf (!) der FETs aufgrund ihrer Kanalkapazitäten decken zu können.

Der Treiberruhestrom stellt mit dem Spannungsabfall über P3 die Vorspannung der FETs und damit den Ruhestrom der Endstufe ein. Dies ist problemlos im Bereich von 0 bis etwa 4 A möglich.

Die Schaltung der Endstufe ist recht einfach. Die Sourcewiderstände R25–R28 sorgen für eine geringe Gegenkopplung und gleichen Exemplarstreuungen der FETs aus. Die Widerstände R21–R24 und die Kondensatoren C6–C9 beugen der Schwingneigung der Endstufe vor und sollen möglichst nahe an den FETs montiert werden. Auch die ausgangsseitigen RL- bzw. RC-Glieder aus R29,30, C10 und L1, die eine kapazitive oder induktive Belastung der Endstufe durch die Lautsprecher mindern, beugen dieser Schwingneigung vor. Die Dioden D5–D8 sind Schutzdioden, die ein Ansteigen der Gate-Source-Spannung auf unzulässige Werte bei Übersteuerung oder ausgangsseitigem Kurzschluß verhindern.

Der Arbeitspunkt und die Versorgungsspannung der Endstufe berechnen sich folgendermaßen:

$$P_{\text{aus}} = 20 \text{ W} \Rightarrow$$

$$U_{\text{aus}} = \sqrt{P_{\text{aus}} \cdot R_L} = 8,94 \text{ V}_{\text{eff}}$$

$$\Rightarrow U_{\text{aus}} = \sqrt{2} \cdot 8,94 \text{ V}_{\text{eff}} \\ = 12,65 \text{ V}_{\text{ss}}$$

$$I_{\text{AUSs}} = U_{\text{ausss}} \cdot \frac{1}{R_L} = 3,16 \text{ A}$$

$\triangleq 1,58 \text{ A}$ je Endstufenzweig

Gewählter Ruhestrom: 2 A

$$I_{\text{DS MAX}} = 2 \text{ A} + 1,58 \text{ A} \approx 3,6 \text{ A}$$

Der Ruhestrom wurde so hoch gewählt, damit die FETs auch beim minimalen Strom von 0,4 A noch im linearen Bereich arbeiten.

Die Mindest-Betriebsspannung ergibt sich aus der maximalen Ausgangsspannung zuzüglich des Spannungsabfalls an den FET-Bahnwiderständen im durchgesteuerten Zustand (R_{on}).

$$U_b = U_{\text{ausss}} + I_{\text{DS MAX}} \cdot R_{\text{DS on}} \\ \approx 18,7 \text{ V}$$

Die Betriebsspannung wird mit $\pm 20 \text{ V}$ gewählt.

Aus der Betriebsspannung und dem Ruhestrom lässt sich nun die maximale Verlustleistung berechnen.

$$P_{\text{V MAX}} = 2 \times 20 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 80 \text{ W}$$

Dies erscheint zwar als recht viel, ist jedoch bei einer (echten) Klasse-A-Endstufe unvermeidlich. Außerdem verringert (!) sich die Verlustleistung bei Aussteuerung der Endstufe erheblich, was ja der Normalfall ist.

Die letzten noch nicht beschriebenen Schaltungsteile sind das EingangsfILTER und der Rückkopplungszweig. Das EingangsfILTER aus R3,4,5 und C2,3 ist ein Bandpaß mit einer Bandbreite von 5 Hz bis 60 kHz. Damit wird die Bandbreite der Gesamtschaltung sowohl nach oben als auch nach unten nur von passiven Bauelementen begrenzt.

Dies ist nötig, um eine Bandbegrenzung durch den (aktiven) Hochpaß des Gegenkopplungs-Netzwerkes, bestehend aus R1,2 und C2, zu vermeiden. Eine solche Bandbegrenzung im Gegenkopplungs-Netzwerk ist immer problematisch und führt leicht zu Instabilitäten.

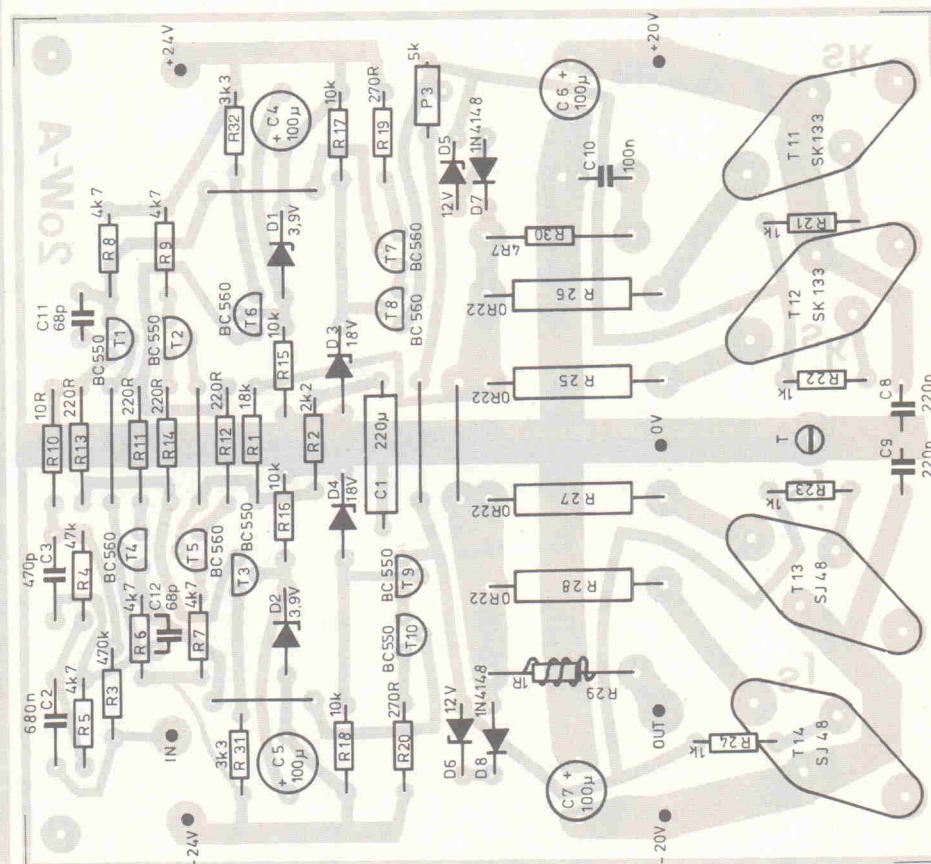
Die obere Grenzfrequenz des passiven Eingangsfilters liegt mit 60 kHz deutlich unter den Grenzfrequenzen

der aktiven Stufen, wodurch die gefürchteten TIM-Verzerrungen ausgeschlossen werden.

Das gesamte EingangsfILTER liegt nicht direkt, sondern über den niedrigen R10 an Masse, was die Gefahr von Masseschleifen und Brummen verringert.

Das Gegenkopplungs-Netzwerk bestimmt, wie bereits beschrieben, bei ausreichend hoher Leerlaufverstärkung allein die Gesamtverstärkung. Mit den angegebenen Widerständen wird sie auf etwa 13fach eingestellt, sie ist jedoch bei Bedarf leicht durch entsprechenden Widerstandtausch zu ändern, z.B. zur Änderung der Eingangsempfindlichkeit.

In diesem Zweig sorgt der Kondensator C1 für zunehmende Gegenkopplung bei niedrigen Frequenzen und theoretisch für unendliche Gegenkopplung bei Gleichspannungen — also Verstärkung Null. Dadurch liegt der Ausgang auf dem gleichen Spannungspotential wie der Eingang, nämlich auf Massepotential.



Der Bestückungsplan für den 20W-A-Verstärker

Literaturhinweise:

U. Tietze, Ch. Schenk: Halbleiterschaltungstechnik, 5. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 1980.

Dimensionierung von Halbleiterschaltungen, Hrsg. v. H. Sarkowski, 3. Auflage, VDE-Verlag, Berlin 1974.

Valvo Handbuch, Ausg. 79/80, Transistoren für Verstärkeranwendungen, Boysen & Maasch, Hamburg 1979.

The Power MOSFET Data Book, Hitachi, o.O., o.J.

Power MOSFETs: Technologie und Schaltungstechnik, elrad 7/82, Heise, Hannover.

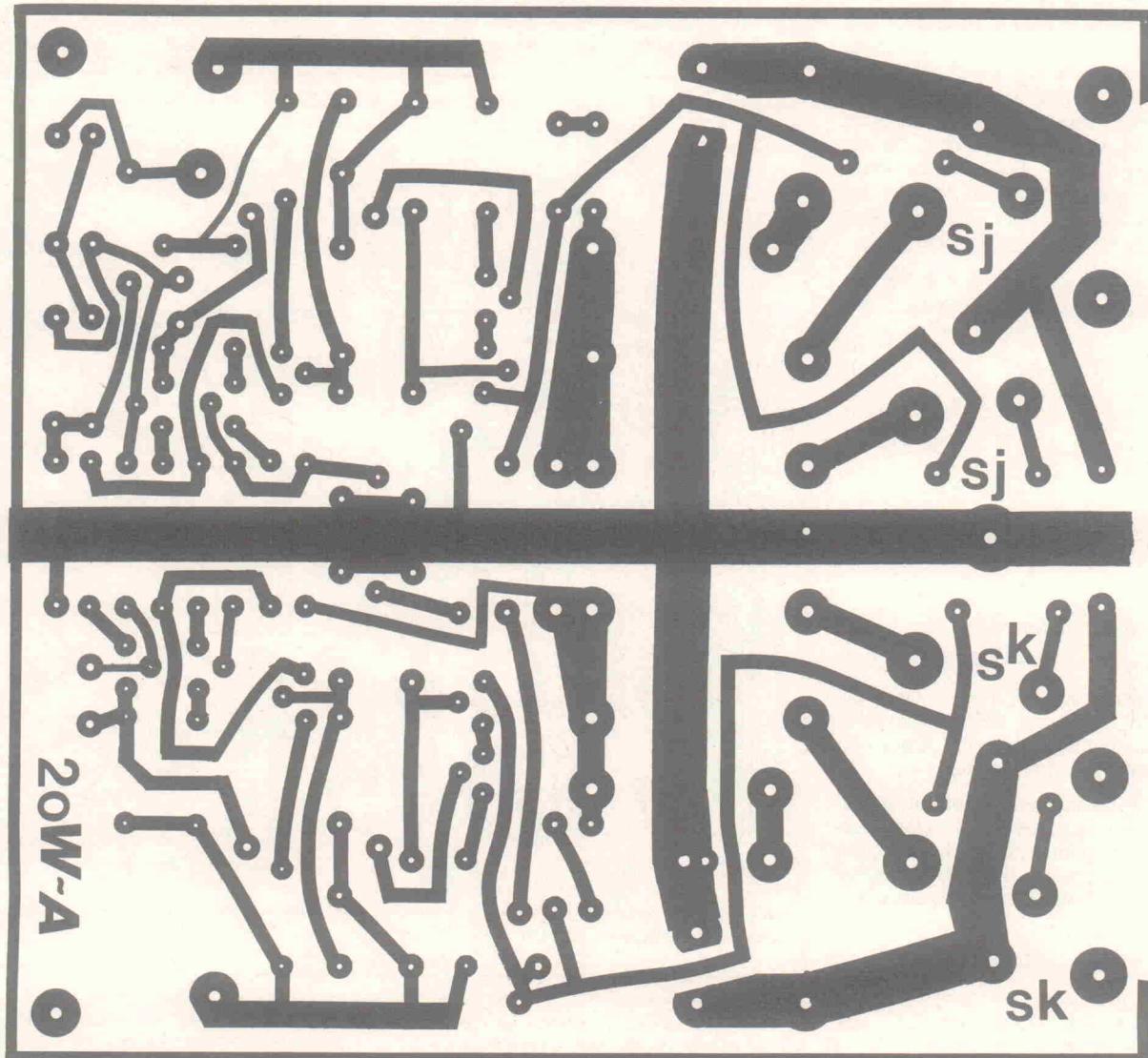
Bauanleitung: 20 W A-Endstufe

Stückliste

Widerstände 5 %, 1/4 W	
R1	18k
R2	2k2
R3	470k
R4	47k
R5,6,7,8,9	4k7
R10	10R
R11,12,13,14	220R
R15,16,17,18	10k
R19,20	270R
R21,22,23,24	1k
R25,26,27,28	0R22 5 W
R29	1R 1 W
R30	4R7 1 W
R31,32	3k3
P3	5k 10-Gang-Trimmer
Halbleiter	
D1,2	ZPD 3,9 V
D3,4	ZPD 18 V

D5,6	ZPD 12 V
D7,8	1N4148
T1,2,3	BC 550
T4,5,6	BC 560
T7,8	BC 560
T9,10	BC 550
T11,12	2 SK 133
T13,14	2 SJ 48
Kondensatoren	
C1	220 μ F Elko, bipolar, 12 V
C2	0,68 μ F
C3	470p
C4,5,6,7	100 μ F Elko, stehend, 25 V
C8,9	220 nF, ker.
C10	100n
C11,12	68p
Verschiedenes	
L1	12—15 Wdg. CuL- Draht, 1 mm Durch-

Platine	messer, auf R29 ge- wickelt = 2 μ H
Kühlkörper	thermischer Wider- stand kleiner als 0,4 K/W, z. B. SK 91 oder SK 56, jeweils 150 mm lang siehe Bohrplan, 4 mm dick
Kühlwinkel	
Netzteil	
Transformator	2 x 15 V, mindestens 3,6 A je Kanal
Gleichrichter	10 A Brücken- gleichrichter, Metallausführung
Siebelkos	2 x 20 000 μ F, 25 V
Sicherungshalter, Sicherungen, Netz- schalter	Sicherungen, Netz- schalter
Steckernetzteil	± 24 V/50 mA



Das Platinen-Layout für den 20W-A-Verstärker

Statt Rabatt- Lautsprechern: Klangvolle Boxen selber bauen

Focal »Florian«

2-weg mit 17 cm Ø Neoflex Tieftöner und Audax HD 12x9 Hochtonkalotte incl. Frequenzweichenkit Stck. nur DM 148,-

Audax »Compact«

2-weg mit MHD 17 Bextrene Tieftöner und HD 12x9 Hochtonkalotte incl. Frequenzweiche und Variovent Stck. nur DM 189,-

Kef »CS 3«

2-weg mit 20 cm Ø Bextrene Tieftöner und neuer 25 cm Ø mm Gewebekalotte incl. Original-Frequenzweiche Stck. nur DM 198,-

Dynaudio »DAK 2-120«

2-weg mit 24 cm Ø MSP Tieftöner und 28 mm Ø Kalottenhochtöner, Frequenzweichenkit und Variovent Stck. nur DM 248,-

Focal »Kit 280«

Doppelschwingspulen Tieftöner mit leichter Neoflex-Membrane und Spezial-Hochtonkalotte von Eton mit 1-lagiger Schwingspulenwicklung incl. Frequenzweiche Stck. nur DM 268,-

Passender Gehäusebausatz in Eiche Furnier mit Nut und Feder Stck. nur DM 118,-

Peerless »Balance«

Klassische 3-weg Bassreflexbox mit 120 Watt Sinusbelastbarkeit, Konusmitteltöner mit Gußtopf und Hochtonkalotte incl. Originalfrequenzweiche Stck. nur DM 298,-

Lautsprecher-Jahrbuch '85

- umfangreiche Datensammlung
- Berechnungsgrundlagen aller wichtigen Gehäuseprinzipien
- erweitertes Bausatzprogramm
- Aktiv-Frequenzweichen und Bausätze
- über 330 Seiten Gesamtwerk gegen 20,- DM-Schein oder Überweisung auf das Postgirokonto 162 217-461 Dortmund.

Preisliste kostenlos! Versand ab 200,- DM frei. 3 % Skonto bei Vorkasse durch Scheck oder Überweisung.

hifisound
lautsprechervertrieb
saerbeck + morava
4400 münster · jüdefelderstraße 35 · tel. 0251/47828

heho
elektronik biberach
Versand und Abholager für elektronische Markenbauteile

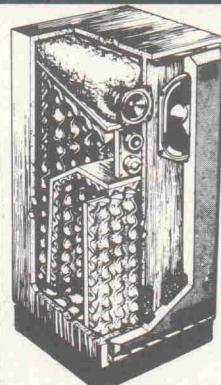
neuer hauptkatalog.

kommt sofort kostenlos.

gleich anfordern.

795 Biberach
Hermann-Volz-Str. 42
Tel. (07351) 28676

UNSERE LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE SIND SPITZEN



AKUSTISCHE LECKERBISSEN

Vom kleinen PUNKTSTRAHLER, bis zur großen TRANSMISSION-LINE. Extrem günstig durch Eigenbau!

IMF · KEF
FOCAL
CELESTION
VIFA · AUDAX
SEAS u.a.

Neuheiten und Sonderangebote siehe Preisliste 1/85 (DM 1,80 Bfm).

Detaillierte Info gg. Bfm.
DM 1.80 (o.S. 20.- sfr. 2.-)

LAUTSPRECHER-VERTRIEB OBERHAUSEN

Pf 1562 Perchast 11a D-8130 Starnberg
in Österreich: I.E.K.-AKUSTIK
Bruckner Str. 2 A-4490 St. Florian/Linz

KATALOG DM 5,- (Bfm)

Fostex
sagt mehr als tausend Worte



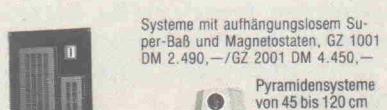
Professionelle Einzel-Lautsprecher für Hi-Fi- und Studio-monitore



Radial-Holzhörner für verfärbungsfreie Mitteltonwiedergabe bei Hornkonstruktionen ab DM 190,-



Magneto-tostaten ab 150 Hz, 800 Hz und 3,5 kHz für luppenreine Auflösung im Mittel- und Hochtonbereich



Systeme mit aufhängungsfreiem Super-Baß und Magneto-tostaten, GZ 1001 DM 2.490,- / GZ 2001 DM 4.450,-



Pyramiden-systeme von 45 bis 120 cm Höhe, auch Einzelgehäuse lieferbar ab DM 120,-



Exponentielle-Hornsysteme mit beeindruckender Dynamik über den gesamten Frequenzbereich

Exclusiv bei
ACR

Ob Fertig-Lautsprecher oder Bausatz-System – wenn Sie Qualität schätzen und das Besondere lieben, werden Sie diese Systeme in die engere Wahl ziehen müssen! Gelegenheit dazu haben Sie bei einer Hörprobe in einem unserer Spezial-Lautsprecher-Shops:

D-2900 OLDENBURG, Ziegelhofstr. 97, Tel. 0441/776220
D-4000 DÜSSELDORF 1, Steinstraße 28, Tel. 0211/328170
D-5000 KÖLN 1, Unter Goldschmidt 6, Tel. 0221/2402088
D-6000 FRANKFURT/M. 1, Gr. Friedbergerstr. 40-42, Tel. 0611/284972
D-6600 SAARBRÜCKEN, Nauwieserstr. 22, Tel. 0681/398834
D-8000 MÜNCHEN 40, Ammillerstr. 2, Tel. 089/336530

CH-1227 GENF-CAROUGE, 8 Rue du Pont-Neuf, Tel. 022/425353
CH-4057 BASEL, Feldbergstr. 2, Tel. 061/266171
CH-8005 ZÜRICH, Heinrichstr. 248, Tel. 01/421222
CH-8621 WETZIKON, Zürcherstr. 30, Tel. 01/3228573

Generalvertrieb für den deutschsprachigen Raum:
ACR AG., Heinrichstr. 248, CH-8005 Zürich,
Tel. 01/421222, Telex 58310 acr ch

Infos nur gegen DM 3,- in Briefmarken.

open Air

Rentzelstraße 34 · 2000 Hamburg 13
Tel. 445810 · Nähe TV-Turm

LAUTSPRECHERBAUSÄTZE für jedes Ohr u. jeden Hörn-Hörer
Vorführrbereile
Geldbeutel
Geldbeutel
Sears
Sears
Audio-Visaton
MB
InterTechnik
Electro-Voice
Audax-Magnat
Beyma
Lowther
Horn
JBL
Harman/Kardon
Isophon
eton
Bitte Katalog gegen DM 5,- anfordern

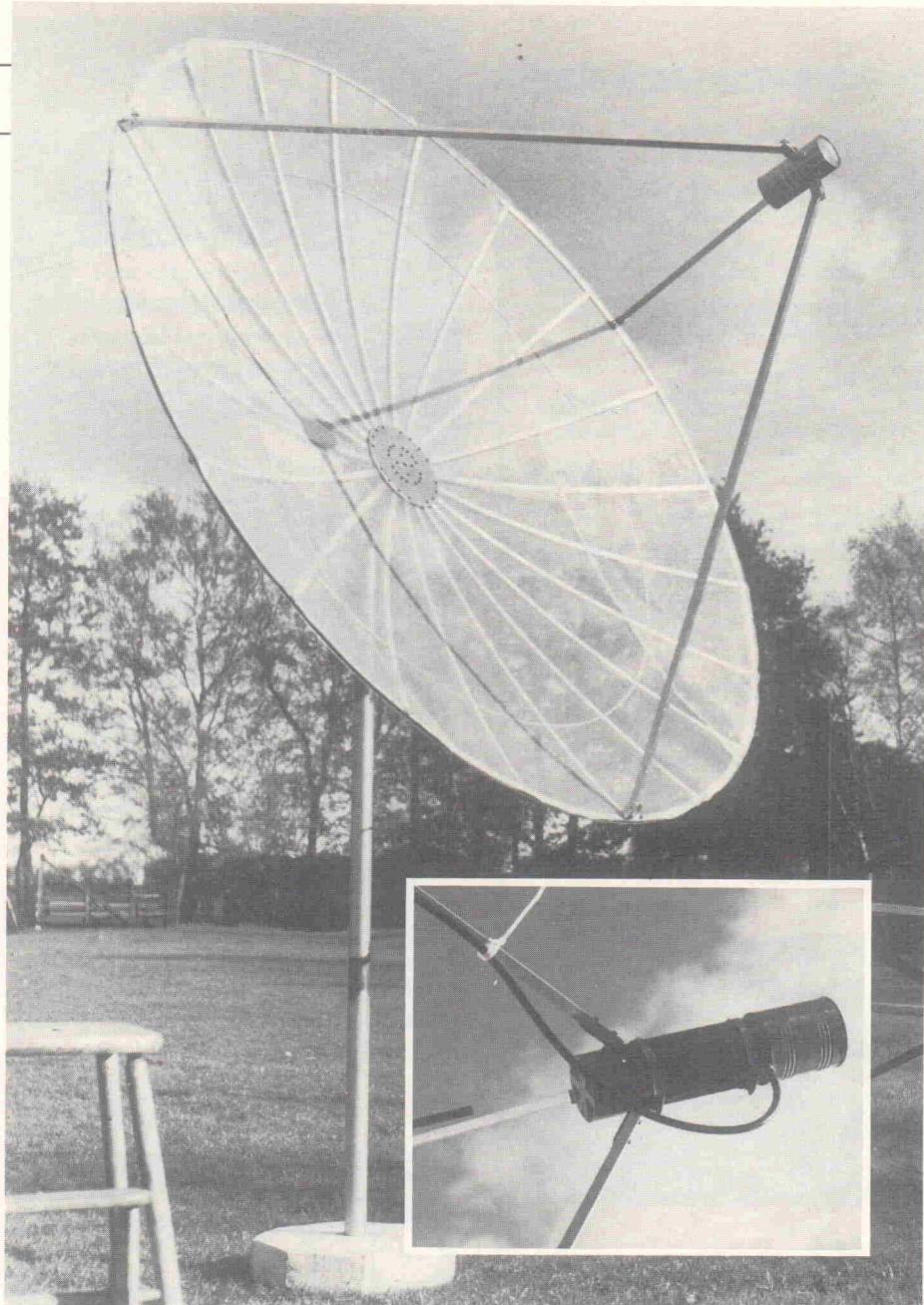
GÜNSTIGER
da eigene Anfertigung!

L. Foreman, PA0VT

Wie wir schon in unserer Einführung in die Mikrowellentechnik im Heft 3/85 festgestellt haben, ist im Gigahertz-Bereich alles ganz anders. Dies drückt sich am deutlichsten in der Antennenform aus. Das bekannte Bild einer Yagi-Antenne möglichst hoch oben auf dem Hausdach wird ersetzt durch eine 'Suppenschüssel' im Vorgarten.

In den dreißiger Jahren warb die Rundfunkindustrie mit dem Slogan: 'Für guten Empfang genügt eine Stricknadel!' (Philips). Später kamen Ferritantennen auf, die in besseren Geräten sogar drehbar angebracht waren, und mit Beginn der FM-Technik beim Fernsehen dann mehr oder weniger komplexe Antennenkonstruktionen auf $\lambda/2$ -Basis sowie Richtantennen (Beam-Antennen), die optimalen Empfang gewährleisteten; heute gibt es bereits tragbare Fernsehgeräte, bei denen eine etwas stärkere 'Stricknadel' dennoch für einen recht guten Empfang sorgen kann.

Beim Satellitenfernsehen sieht die Sache durch den benutzten Frequenzbereich jedoch ganz anders aus: Die halbe Wellenlänge ($\lambda/2$) liegt in einer Größenordnung von 1—4 cm, und dies erfordert eine spezielle Technik, um ein brauchbares Signal zu empfangen. Mit Hilfe der Anleitung im folgenden Artikel kann sich jeder seine eigene Parabolantenne bauen.



Satelliten-Empfangstechnik

Parabolantenne für Direktempfang

Genau betrachtet, ist die Parabolantenne gar keine Antenne, sondern ein Spiegel, und die eigentliche, meist jedoch unsichtbare Antenne befindet sich im sogenannten Brennpunkt dieses Spiegels. Der Antennengewinn (auch Verstärkung genannt) eines solchen parabolförmigen Spiegels hängt einerseits von der Oberfläche und andererseits davon ab, wie gut diese Oberfläche durch den Strahler ausgeleuchtet wird.

Dabei werden an die Form des Parabolspiegels bestimmte physikalische Anforderungen gestellt: Die Krüm-

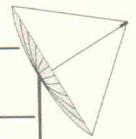
mung des Parabolspiegels muß bis auf wenige Prozent genau mit der mathematischen Funktion eines Paraboloids übereinstimmen; daher auch der Name Parabolantenne.

Etwas Theorie

Es gibt ein bestimmtes Verhältnis von Brennpunktabstand und Durchmesser, das davon abhängig ist, ob ein flacher oder ein eher tiefer Paraboloid verwendet wird. Ein häufig auftretender Wert für dieses Verhältnis (F/D) ist 0,5. Für einen guten Empfang der schwachen

Satellitensignale ist eine gewisse Mindestverstärkung unbedingt notwendig, um hinlänglich rauschfreie Bilder auf dem Fernsehschirm zu haben.

Die Verstärkung kann durch zwei Faktoren beeinflußt werden, und zwar durch die Antenne und den Vorverstärker des LNAs (Low Noise Amplifier). Ein kleinerer Parabolspiegel und ein sehr guter LNA können also dasselbe Ergebnis wie ein größerer Parabolspiegel mit einem mittelmäßigen LNA liefern. Sehr gute LNAs sind jedoch immer noch eine kostspielige Angelegenheit, und außerdem kann beim



Selbstbau eines LNAs so manches schiefgehen. Den auf 4 GHz sendenden russischen Fernsehsatelliten Horizon, der mit einem 40-W-Sender ausgestattet ist und ein kräftiges Signal liefert, kann man durchaus mit einer kleinen Parabolantenne von beispielsweise 1 m Durchmesser empfangen. Kleine Parabolantennen haben jedoch auch bestimmte technische Nachteile.

Für den Bau einer solchen Parabolantenne gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Eine massive Schale aus Aluminiumblech; diese Bauweise ist jedoch professionellen Herstellern wie Aluminium- und Stahlindustrie ASE, Tratec, Hirschmann oder Fuba vorbehalten. Ein solcher Parabolspiegel aus Aluminium wiegt bei einem Durchmesser von 3,7 m ungefähr 500 kg (Bosch und Blaupunkt).
- Eine aus Aluminiumsegmenten zusammengesetzte Schale; dies ist für Durchmesser bis ca. 1,2 m eine relativ unkomplizierte Bauweise. Jedoch kann man bei den höheren Frequenzen von 11–12 GHz keine allzu hohen Ansprüche an solche Antennen stellen, denn die Form ist ja besonders an der Außenseite relativ eckig.
- Eine Schale aus glasfaserverstärktem Polyester als Träger für den Reflektor aus Metall, der z. B. durch Aufspritzen einer metallhaltigen Farbe entsteht. Die Herstellung einer Parabolantenne nach diesem Verfahren lohnt sich jedoch nur für die Fertigung mehrerer Exemplare: Die zum Anfertigen der Polyester-schale notwendige Gießform kann ja mehrere Male benutzt werden.

- Ein Parabolspiegel aus Streben oder Rippen, der mit Drahtgeflecht als Reflektor versehen wird.

Die in Punkt a) und b) beschriebenen Konstruktionen haben vor allem bei etwas größeren Durchmessern eine enorme Windlast, so daß auch das Fundament berechnet werden muß. Die Bauform d) scheint für den Selbstbau besonders gut geeignet zu sein.

Überlegungen zum Entwurf

Um dieselbe Parabolantenne sowohl für 4 GHz als auch für den Bereich von 11–12 GHz einsetzen zu können und angesichts der Tatsache, daß die 11 GHz-Satellitensignale momentan von schwachen Sendern kommen, der entsprechende LNA jedoch preislich innerhalb vernünftiger Grenzen bleiben soll, wird ein Spiegeldurchmesser von ca. 2 m gewählt. Ausgangspunkt ist auch hier die erste Regel der Nachrichtentechnik: Je stärker das Signal, desto kleiner die Probleme! Wenn man für den 11-GHz-LNA etwas mehr Geld anlegen will, tut's freilich auch ein kleinerer Spiegeldurchmesser.

Einen solchen Parabolspiegel kann man zwar mit acht Streben herstellen; um jedoch schließlich die genaue Form des Paraboloiden so gut wie möglich einhalten zu können, ist eine größere Anzahl von Streben, z. B. 20, viel besser. Professionelle Parabolspiegel bestehen aus 24 bis 48 Streben!

Das Konstruktionsprinzip mit acht Streben von 20 x 20 mm wurde im Juni 1984 in der Zeitschrift Electron von D. Kooijstra, PAØDKO, veröffentlicht, wobei der Autor auch ein einfaches Hilfsmittel auf der Basis einer professionellen Rohrbiegevorrichtung vorstellt, mit dem sich die Aluminiumstreben in die entsprechende Formbiegen lassen. Aufgrund der größeren An-

	Spiegeldurchmesser 1,50 m	2,00 m
y	x	x
10 cm	0,33 cm	0,25 cm
20 cm	1,3 cm	1,00 cm
30 cm	3,0 cm	2,55 cm
40 cm	5,3 cm	4,00 cm
50 cm	8,33 cm	6,25 cm
60 cm	12,00 cm	9,00 cm
70 cm	16,33 cm	12,25 cm
80 cm	21,00 cm	16,00 cm
90 cm	—	20,25 cm
100 cm	—	25,00 cm

Tabelle 1. Berechnung von x für F/D = 0,5, wobei $x = y^2/4 \cdot F$. Der etwas handlichere Spiegeldurchmesser von 1,50 m sollte bei Verwendung eines LNAs mit den neuesten GaAs-FETs für den Amateur ausreichend sein, der keine professionellen Anforderungen stellt.

zahl von Streben werden für den hier beschriebenen Entwurf Vierkanthrore von 15 x 15 mm verwendet. Diese Rohre mit einer Wanddicke von 1,5 mm sind im Metallhandel in Längen von 6 m erhältlich; aus den Rohren werden 20 Streben von 1 m Länge zurechtgesägt.

Die Formel für die Krümmung eines Paraboloiden lautet $y^2 = 4 \cdot F \cdot x$. Für den Abstand F des Brennpunktes wird 1 m gewählt, so daß sich F/D = 0,5 ergibt. Ein größerer Wert hätte einen flacheren Spiegel zur Folge, während ein kleinerer Wert einen tieferen Spiegel ergäbe. Im ersten Fall wird jedoch der Abstand des Strahlers vom Spiegel stets größer, was aber auch Probleme schafft (Stabilität!); eine tiefere Paraboloidform wird schneller zu Abweichungen in der Konstruktion führen. Ein Verhältnis F/D von 0,5 ist ein guter und häufig angewandter Kompromiß. Aus $x = y^2/4 \cdot F$ folgt, daß die Krümmung gemäß Tabelle 1 verlaufen muß. Für eine genaue Form

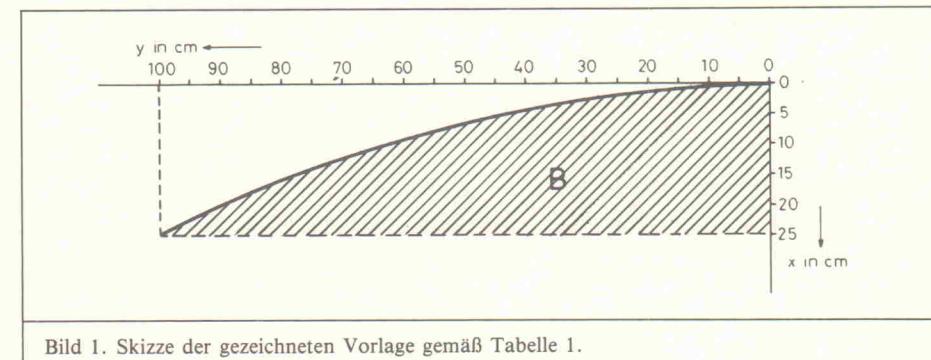


Bild 1. Skizze der gezeichneten Vorlage gemäß Tabelle 1.

Bauanleitung: Parabolantenne

ist es ratsam, auch viele zwischen den angegebenen Werten liegende Punkte zu berechnen. Hiernach wird auf ein Stück Millimeterpapier eine möglichst fließende Linie gezeichnet, so daß Bild 1 als Vorlage für eine Biegeschablone dienen kann.

... und nun die Praxis!

Mit Hilfe der beiden Hilfsvorrichtungen gemäß Bild 2, die man sich eventuell bei einem Schlosser zusammenschweißen lassen muß, können nun die Vierkant-Aluminiumrohre in die passende Form gebogen werden (Bild 3). Wenn aus Versehen ein wenig zu weit gebogen wurde, dreht man das Rohr einfach um und biegt es wieder zurück.

Das Mittelstück unserer 'Schüssel' besteht aus einem kreisförmigen Aluminiumblech von 10 mm Dicke (Bilder 4 und 5). Ein ausgesägtes Acht- oder Zwölfeck gemäß der Strichlinie in Bild 4 kann ebenfalls verwendet werden. An den in der Zeichnung angegebenen Stellen werden Löcher mit 4,8 mm

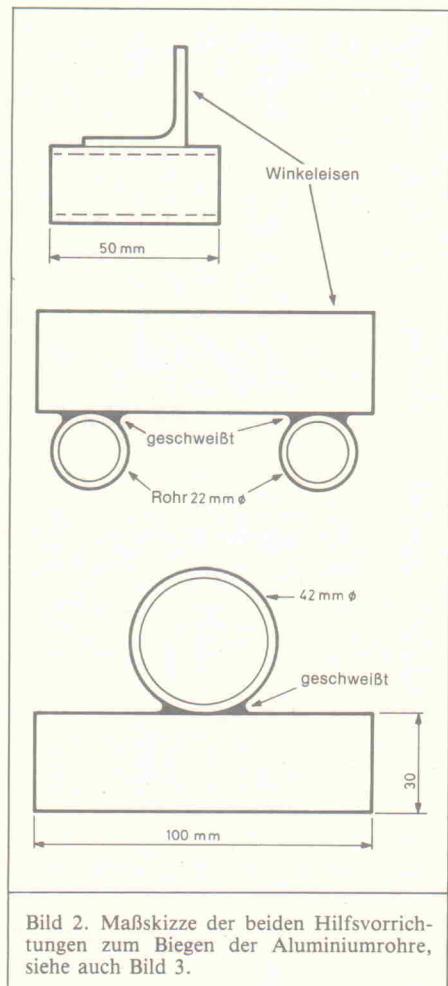


Bild 2. Maßskizze der beiden Hilfsvorrichtungen zum Biegen der Aluminiumrohre, siehe auch Bild 3.

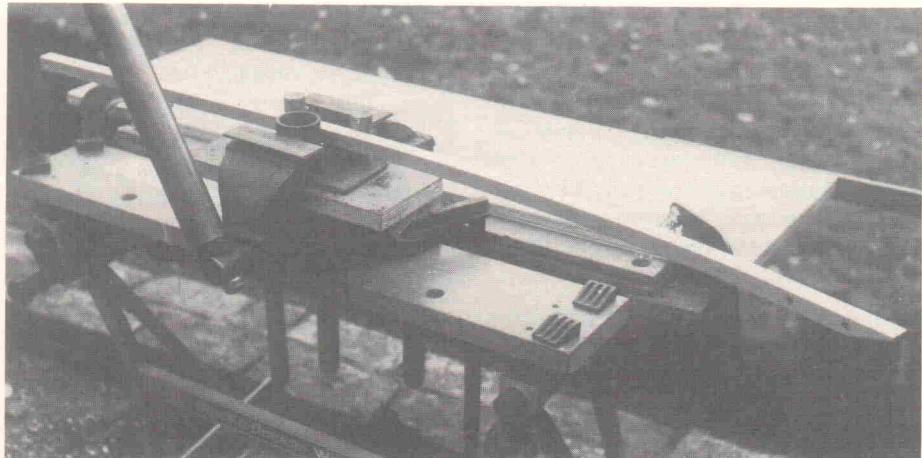


Bild 3. Der Aufbau des Schraubstocks mit den Hilfsvorrichtungen auf der für diese Art von Arbeiten beinahe unverzichtbaren B & D Workmate. Der Knebel des Schraubstocks ist verlängert worden, die Hilfsvorrichtungen werden mit einem Brettchen auf der richtigen Höhe gehalten.

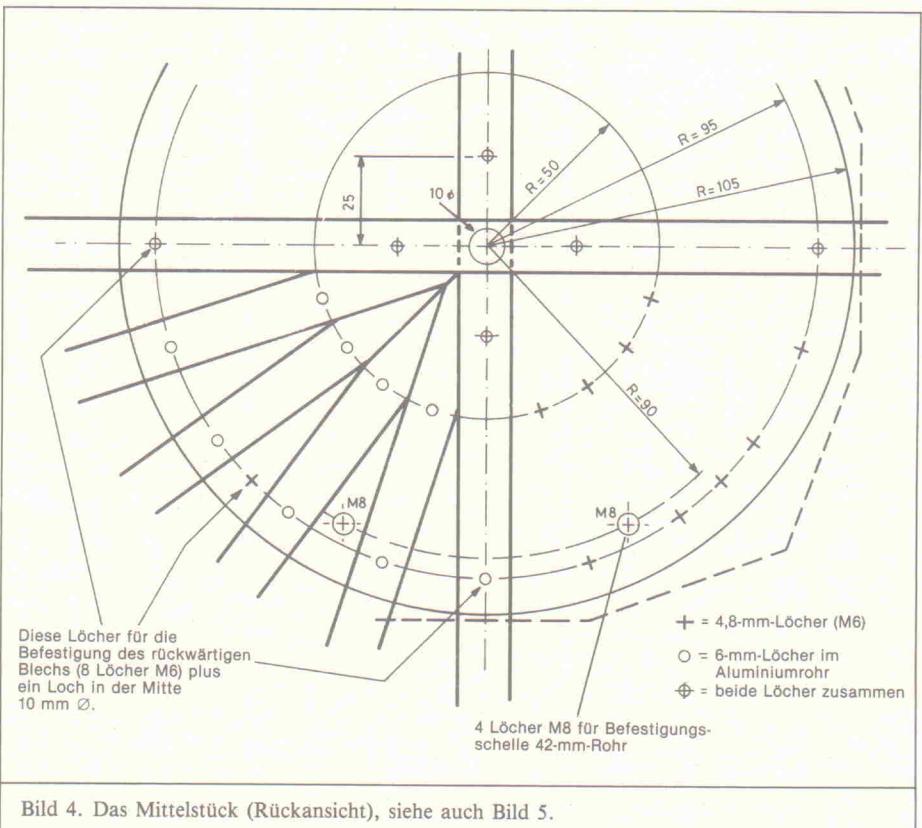


Bild 4. Das Mittelstück (Rückansicht), siehe auch Bild 5.

Durchmesser gebohrt, in die M6-Gewinde eingeschnitten werden müssen. In der Mitte kann man die Rohre gerade absägen oder auch schräg zuschneiden, wenn man die Geduld und die Vorrichtungen dazu hat (Bild 4). So dann wird in die äußeren Enden der Rohre ein Aufnahmeschlitz mit der lichten Weite 10 mm eingearbeitet und senkrecht zur Schlitzrichtung ein 4-mm-Befestigungsloch für den Außenreifen gebohrt. An diesen Stellen

wird mittels nichtrostender Schrauben M4 x 20 ein Reifen aus Aluminiumrohr von 10 mm Durchmesser eingelasen und als Außenrand festgeschraubt. Hierfür darf auf keinen Fall rechteckiges Material verwendet werden!

Auch dieser Reifen kann mit Hilfe eines Schraubstocks und zweier Tische (als Auflage) in die richtige Form gebogen werden.

Nach Fertigstellung der zentralen Befestigungs-

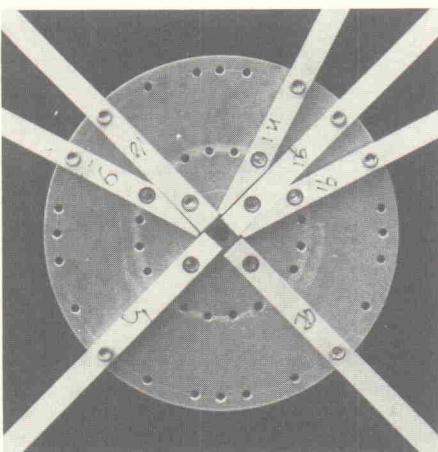
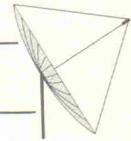


Bild 5. Provisorische Montage einzelner Streben auf dem Mittelstück. Vor dem Biegen müssen alle Streben vom Mittelpunkt ausgehend dieselbe Länge haben. Mit dem Biegen beginnt man 11 cm vom Mittelpunkt entfernt.

stigungsscheibe werden die Rohre angeschraubt, und ein zweites Aluminiumblech von 4–5 mm Dicke wird deckungsgleich über dem 10-mm-Blech angebracht; somit werden die festgeschraubten und gebogenen Vierkantrohre von beiden Seiten fixiert.

Der Zusammenbau

Der zweckmäßige Arbeitsablauf ist also folgender: Das 10-mm-Aluminiumblech anreißen und die Löcher (soweit möglich) zusammen mit denen des zweiten Blechs bohren. Die Löcher für die Befestigungsbügel der Antenne am Standrohr ebenfalls vorbohren und danach alle M6-Gewinde bzw. alle M8-Gewinde für die Bügel in das 10-mm-Blech schneiden.

Dann nehmen wir uns die Rohrschnitte vor. Als erstes werden die Löcher zur Befestigung (mit der Zentralplatte) angerissen. Dabei muß gegebenenfalls die zugeschnittene Schräge berücksichtigt werden. Nun werden die 6-mm-Löcher gebohrt und an einer Seite — der späteren Rückseite des Spiegels — auf 10 mm mit Ausnahme jener vier Löcher in den Streben aufgebohrt, durch die auch die rückwärtige Platte befestigt wird. Alle Streben sind mit nichtrostenden Inbusschrauben M6 x 15 provisorisch zu befestigen.

Jetzt werden alle Streben auf gleiche Länge angerissen, einzeln numeriert und auf Maß abgesägt. In diesem Stadium sollten auch schon die Außenschlitzte zur Aufnahme des Randreifens

eingearbeitet und die Löcher (4 mm) zur Befestigung des Reifens gebohrt werden. Danach werden die Rohrstreben auf die endgültige Form gebogen. Zum Schluß wird der Randreifen aus 10-mm-Rundrohr gebogen und montiert.

Man sollte unbedingt versuchen, nicht mehr als $\frac{1}{10} \lambda$ (ca. 2 mm) von der Paraboloidform abzuweichen. Eine sehr genaue Überprüfung ist möglich, indem man die auf Millimeterpapier gezeichnete Vorlage zur Strebenkrümmung auf eine Holzplatte aufklebt (verzugsfrei natürlich!), die Holzplatte entsprechend der Krümmung zersägt und diese Schablone als Richtmaß beim Biegen der Einzelstreben verwendet. Jede Abweichung macht sich dann unbarmherzig bemerkbar! Den zeitlichen Aufwand für den Bau des Parabolspiegels sollte man auf 40 bis 50 Stunden veranschlagen.

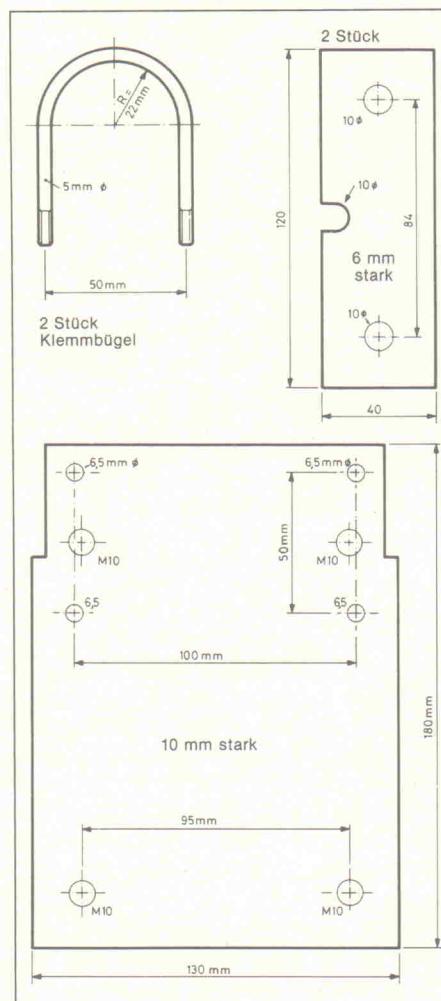


Bild 6. Befestigungsblech, Ausgleichsstücke und Bügel für die Elevationsvorrichtung, siehe auch Bild 7.

Elevationsvorrichtung

Zur Befestigung des Parabolspiegels und für die Elevationseinstellung werden ein Aluminiumblech (10 mm stark) mit vier Mastschellen und ein Stück Rohr von 42 mm Durchmesser verwendet (Bilder 6 und 7). Zwei kleine Platten von 120 x 40 x 6 mm zwischen den Rohrschellen auf der Schüsselrückseite und der hinteren Zentralbefestigungsplatte gleichen die Stärke der Klemmbügel aus, so daß die Schüssel in der Vertikalebene frei bewegt werden kann.

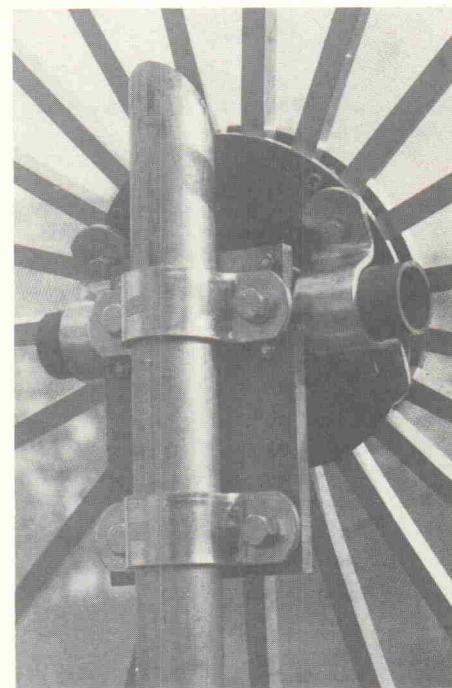


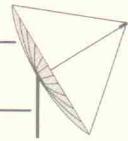
Bild 7. Befestigung des Parabolspiegels und der Elevationsvorrichtung auf der Rückseite.

Reflektormaterial

Auch für das Reflektormaterial gilt als maximale Maschenweite $\frac{1}{10} \lambda$. Für die 4-GHz-Ausführung sollten 8 mm deshalb ausreichend sein. Damit die Parabolantenne aber auch im Bereich von 11–12 GHz einsetzbar ist, entscheiden wir uns folglich für <2 mm. Nichtrostendes Drahtgeflecht (V2A) dieser Maschenweite ist gut erhältlich, billiger ist jedoch Aluminiumdrahtgeflecht mit einer Maschenweite von 1,18 mm und einer Drahdicke von 0,28 mm. Leider ist dieses Alugeflecht jedoch nicht überall erhältlich.

Das Aluminiumdrahtgeflecht wird mit Nylonangelschnur von vorn auf die Streben geknotet. Normale Knoten an

Bauanleitung: Parabolantenne



mehreren Stellen erwiesen sich als die beste Lösung (dreifacher Knoten, Bild 8). Das ist zwar eine langweilige und zeitraubende Arbeit, aber das Endresultat versöhnt dann wieder, wie das Foto am Anfang des Artikels verheißt. Vielleicht gibt es dünnen, nichtrostenden Draht oder solchen aus Aluminium, mit dem sich schneller arbeiten läßt.

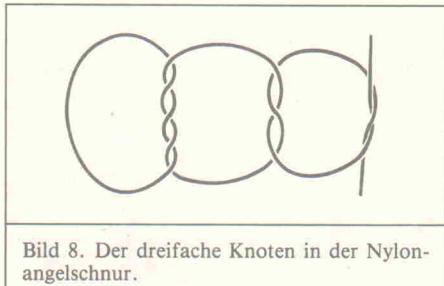


Bild 8. Der dreifache Knoten in der Nylonangelschnur.

Die einfachste Bespannungsmethode ist wohl die, daß man für jedes Kreissegment einen Abschnitt Drahtgeflecht zuschneidet und per 'Knotentechnik' mit den Streben verbindet. Dabei ergibt sich jedoch recht viel Verschnitt.

Eine andere Methode ist diese: Eine Bahn (1 m Breite) wird in Querrichtung angebracht und an einer Seite bis zur Mitte eingeschnitten, wie man dies schon aus der Zeit selbstgebauter Lautsprechermembranen kennt. Damit wird eine fast ausreichende Krümmung erreicht, leichtes Spannen besorgt den Rest. Die beiden 50 cm breiten Außenbahnen werden etwas beigeschnitten (siehe Bild 9). Zur Unterstützung des

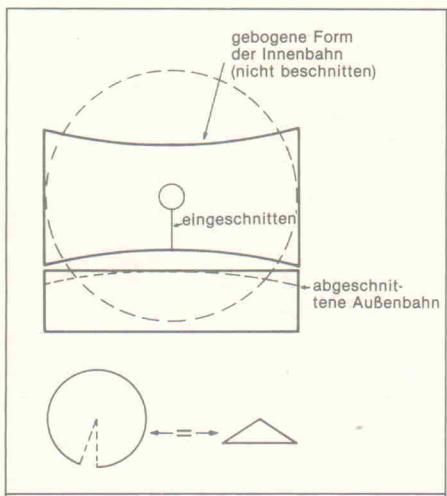


Bild 9. Skizze der Bahnen aus Aluminiumdrahtgeflecht. Die mittlere Bahn (nicht beschnitten!) bildet durch die Krümmung des Parabolospiegels einen 'Hohlkörper'. Die beiden äußeren Bahnen sind daran angepaßt.

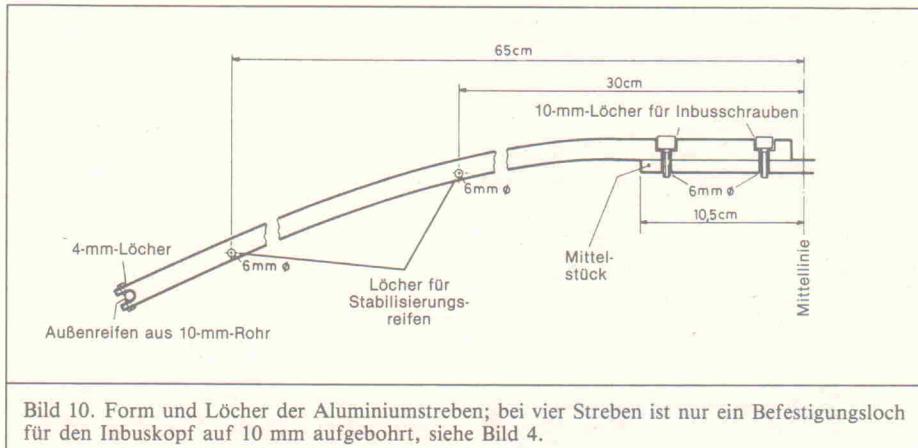


Bild 10. Form und Löcher der Aluminiumstreben; bei vier Streben ist nur ein Befestigungsloch für den Inbuskopf auf 10 mm aufgebohrt, siehe Bild 4.

Drahtgeflechts können ein oder zwei Reifen aus Aluminiumstab mit 6 mm Durchmesser angebracht werden; unbedingt notwendig sind sie aber nicht. Die Löcher müssen dann so nahe wie möglich am Innenrand der Streben gebohrt werden (Bild 10).

Der LNA

Zur Befestigung des LNAs im Brennpunkt des Spiegels kann kein Rezept angeboten werden, da es zu viele unterschiedliche Bau- und Gehäuseformen gibt. Als Experimentalaufnahme hat sich jedoch die 3-Bein-Befestigung am Spiegelrand bewährt (siehe Bild am Anfang dieses Artikels).

Die drei Stützbeine halten im Brennpunkt der Schüssel ein Plastikrohr (\varnothing ca. 100 mm), in dem der LNA durch Schrauben festgeklemmt wird. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß unterschiedliche LNAs bequem ausprobiert und justiert werden können.

Schlußbetrachtung

Will man zwischen drei Satelliten wählen, wird man auch eine fernbedienbare Dreh- und Elevationsvorrichtung anbringen müssen. Hierbei ist erwähnenswert, daß sie in Amerika mit einer Art Zahnstange und einem Scheibenwischermotor anstelle eines (naheliegenderen) Antennenrotors ausgerüstet wird.

Der Vorteil unseres leichten Parabolospiegels liegt darin, daß man von Hand bequem ein Himmelssegment absuchen kann. Das Festziehen auf die richtige Höhe (bis auf 1° genau!) ist jedoch nicht ganz leicht. Vor dem endgültigen Festschrauben der Schüssel ist es darum besser, den Fußpunkt des Standrohrs mit dem tiefsten Punkt

am Außenrand des Parabolospiegels durch eine Gewindestange zu verbinden. Hierfür M16 verwenden, M10 ist zu schwach! Mit Hilfe dieser Einstellvorrichtung kann die Elevation äußerst genau eingestellt werden, wenn man einmal ungefähr den richtigen Punkt am Himmel gefunden hat. □

Stückliste

Aluminium, halbhart oder hart
1 Platte, 10 mm stark, 21 x 21 cm
1 Platte, 10 mm stark, 13 x 18 cm
1 Platte, 5 mm stark, 21 x 21 cm
2 Platten, 6 mm stark, 4 x 12 cm

Streben:

Vierkantrohr, 15 x 15 x 1,5 mm: Für einen Spiegeldurchmesser von 1,5 m werden 18 m benötigt.

Für 2 m Spiegeldurchmesser werden 24 m benötigt.

Außenreifen:

Alurohr, 10 mm \varnothing : Für 1,5 m Spiegeldurchmesser werden 5 m benötigt, für 2 m Durchmesser 6,5 m.

Stabilisierungsreifen:

Alurohr 6 mm \varnothing ; für 1,5 m und 2 m Durchmesser jeweils 6 m, siehe Text.

Schrauben und Muttern, alle nichtrostend:

36 M6 x 15 oder 20 Inbusschrauben
8 M6 x 35 Inbusschrauben
22 M4 x 20 Zylinderkopfschrauben mit Muttern
4 M10 x 25
4 M8 x 45
4 Scheiben \varnothing 10 mm
4 Scheiben \varnothing 8 mm

Verschiedenes

2 U-förmige Klemmbügel für 42-mm-Rohr
2 Mastschellen für 42 mm
2 Mastschellen für 48 mm
25 cm Rohr \varnothing 42 mm
1,5 m Rohr \varnothing 48 mm (Standrohr)

NTC-Widerstände

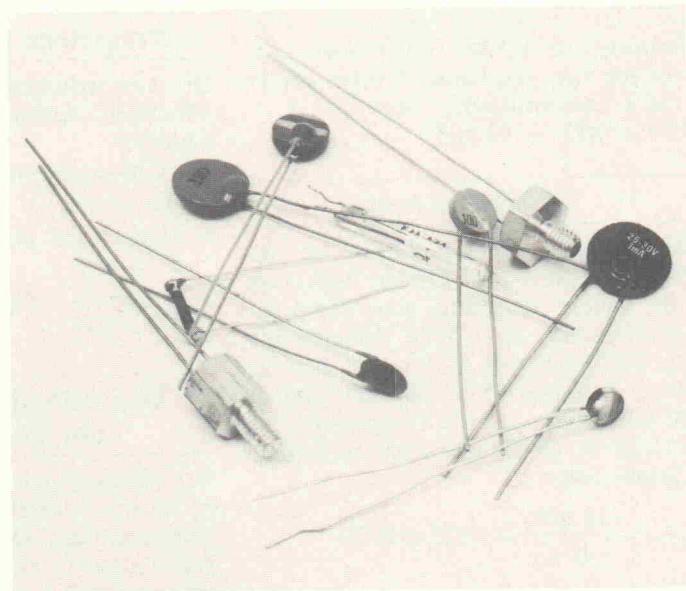
Weniger bekannte Halbleiter — näher betrachtet

L. Boullart

Widerstände mit negativen Temperaturkoeffizienten, manchmal auch Thermistoren genannt, werden aus Halbleiteroxiden gefertigt. Ihr Widerstand vermindert sich in Abhängigkeit von ihrer Temperatur, wenn diese infolge der am Widerstand in Wärme umgesetzten Leistung zunimmt.

Dies steht im Gegensatz zum positiven Koeffizienten der herkömmlichen Widerstände (z. B. Glühlampen), die im kalten Zustand einen relativ geringen Widerstand aufweisen.

Einige der zahlreichen Möglichkeiten, NTC-Widerstände in elektrischen Geräten anzuwenden, werden in diesem Artikel beschrieben.



NTC-Widerstände werden heutzutage in vielfältigen Ausführungen gefertigt: Scheiben-, Miniaturscheiben-, Stäb-

Ausführungen

chen, Kunststoffblöcke mit Schraubbefestigung und Miniaturperlen in luftleeren Glaskolben. Diese verschiedenen Formen können äußerst wichtige Unterschiede in ihren Eigenschaften aufweisen.

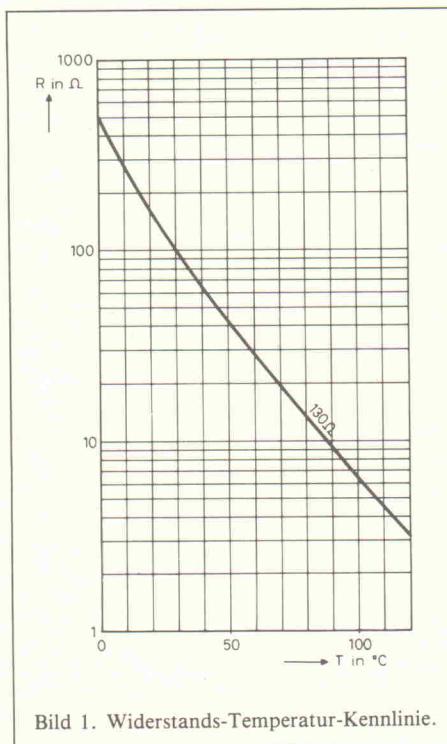


Bild 1. Widerstands-Temperatur-Kennlinie.

Eigenschaften

Eine wichtige Größe ist natürlich der Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem Widerstandswert. Bild 1 zeigt die Kennlinie eines NTC-Widerstands (Scheibentyp) mit einem Nennwert von $130\ \Omega$ bei Zimmertemperatur ($T_0 = 25\text{ }^\circ\text{C}$). Aus dieser Kurve geht hervor, daß der Temperaturkoeffizient für steigende Temperaturen abnimmt. Der Temperaturkoeffizient beträgt in der Nähe des Nominalwertes:

$$a_n = \frac{dR}{dT} = \frac{75-130}{35-25} = \\ = -5,5\ \Omega/\text{°C} = -4,2\ \%/^\circ\text{C}$$

Im gesamten Temperaturbereich variiert der Widerstand zwischen 130 und $3,5\ \Omega$, was einem Verhältnis von $37:1$ entspricht. Der mittlere Temperaturkoeffizient ergibt sich aus:

$$a = \frac{dR}{dT} = \frac{3,5-130}{120-25} = \\ = -1,3\ \Omega/\text{°C} = -1\ \%/^\circ\text{C}$$

Weitere interessante Eigenschaften lassen sich der Strom-Spannungs-Kennlinie in Bild 2 entnehmen. Aus dieser Kurve läßt sich der Zusammenhang zwischen U , I und R direkt ablesen. Die größte Empfindlichkeit wird im Punkt A erreicht, für den gilt: $U = 12,1\text{ V}$, $I = 0,83\text{ mA}$ und $R = 14,5\ \Omega$.

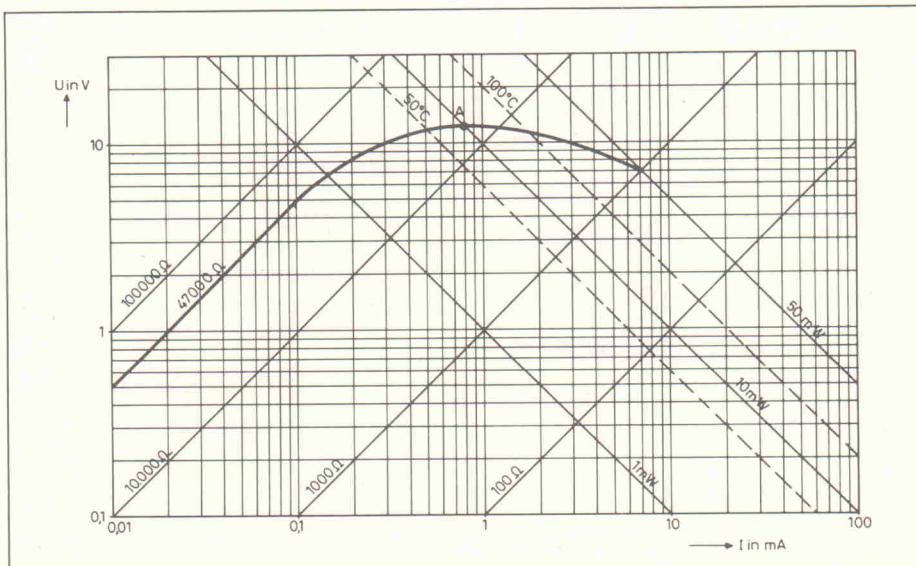


Bild 2. Strom-Spannungs-Kennlinie eines NTC-Widerstands mit einem Nennwert von $47\text{ k}\Omega$.

Grundlagen

$k\Omega$. Der Punkt A liegt auf dem Schnittpunkt mit der 10-mW-Geraden, was mit den gegebenen Werten für U und I übereinstimmt, denn $U \times I = 12,1 \times 0,83 = 10 \text{ mW}$.

Wärmeleitwert

Eine weitere wichtige Größe ist der Wärmeleitwert G_{th} . Dieser Wert sagt aus, welche Belastung eine Temperaturhöhung des NTC-Widerstands um 1 K hervorruft. In Punkt A beträgt die Temperatur 65 °C. Es sind folglich 10 mW nötig, um die Temperatur um $65 - 25 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ansteigen zu lassen. Daraus folgt:

$$G_{th} = \frac{10 \text{ mW}}{40 \text{ K}} = 0,25 \text{ mW/K}$$

Als Formel gilt:

$$P_v = G_{th} (T - T_0)$$

In der Praxis liegt der Wärmeleitwert größtenteils zwischen 25 mW/K für einen Typ von $\frac{1}{4} \text{ W}$ mit Schraubbefestigung (Philips 2322 642 2) und 0,025 mW/K für eine Miniaturperle im luftleeren Glaskolben (ITT RA53).

Bild 3 zeigt den Unterschied zwischen zwei Typen mit einem jeweiligen G_{th} von 18 bzw. 0,025 mW/K.

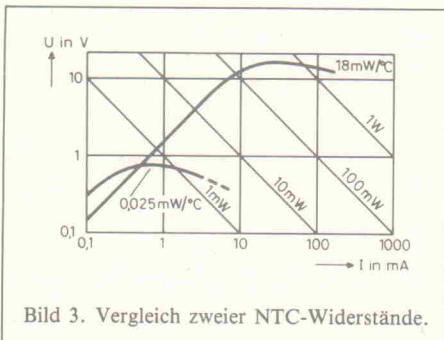


Bild 3. Vergleich zweier NTC-Widerstände.

Thermische Zeitkonstante

Die letzte hier behandelte Größe ist die thermische Zeitkonstante τ_{th} . Sie beschreibt die Zeit, während der sich die mittlere Temperatur des NTC-Widerstands bei Nullast um 63,2 % der Differenz zwischen Anfangs- und Endwert ändert.

$$\tau_{th} = \frac{C_{th}}{G_{th}}$$

C_{th} ist die Wärmekapazität in mJ/K . In der Praxis liegt diese Zeitkonstante zwischen 6 und 240 Sekunden.

Praktische Anwendungen

Die Anwendungsgebiete von NTC-Widerständen lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Widerstand als Funktion der Temperatur, $R = f(T)$.
2. Widerstand als Funktion der Zeit, $R = f(t)$.
3. Negativer Temperaturkoeffizient, $U = f(I)$.

Widerstand als Funktion der Temperatur

Der naheliegende Anwendungsbereich ist selbstverständlich das Messen von Temperaturen. Dazu wird der NTC-Widerstand in eine Brückenschaltung aufgenommen (Bild 4). Ist die Brücke für eine bestimmte Temperatur im Gleichgewicht, so wird das Meßgerät die Widerstandsänderungen infolge von Temperaturschwankungen anzeigen.

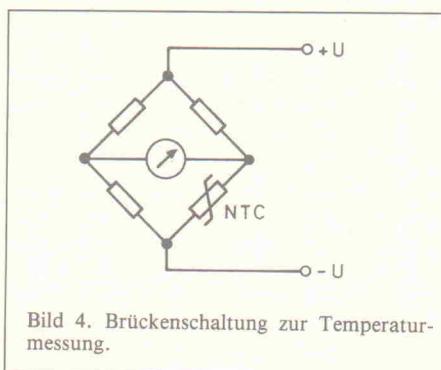


Bild 4. Brückenschaltung zur Temperaturmessung.

Dieses Prinzip wird auch zur Bestimmung der Kühlwassertemperatur im Auto verwendet.

NTC-Widerstände finden auch in automatischen Temperaturregeln (Thermostate) Verwendung. Im Vergleich zu Bimetallreglern sind NTC-Widerstände genauer und zuverlässiger. Dabei wird die Spannungsdifferenz an der Brückenschaltung über einen Verstärker auf ein Relais gegeben (Bild 5).

Thermische Kompensation

Spannungsstabilisierung

Wenn die Ausgangsspannung eines Generators temperaturabhängig ist, kann diese, je nachdem, ob sie mit steigender Temperatur zu- oder abnimmt, durch eine der beiden Schaltungen nach Bild 6 stabilisiert werden.

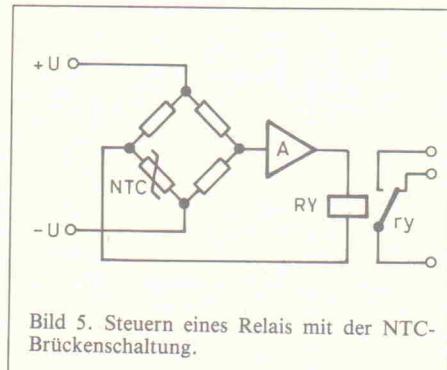


Bild 5. Steuern eines Relais mit der NTC-Brückenschaltung.

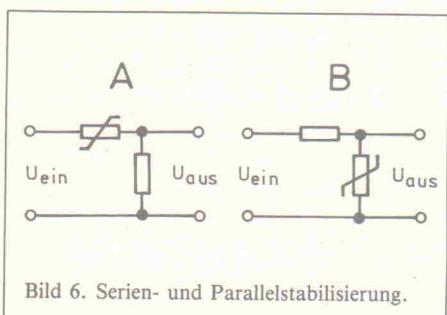


Bild 6. Serien- und Parallelstabilisierung.

Thermische Kompensation von Transistoren

In diesem Anwendungsfall wird der Ruhestrom von Leistungstransistoren in einer Endstufe geregelt. Als Beispiel wurde ein Autoradio-Verstärker gewählt, dessen Endstufe mit den Transistoren BD433 und BD434 eine Leistung von 6 W an den Lautsprecher abgibt. Der NTC-Widerstand ist mit dem gemeinsamen Kühlkörper der Endstufentransistoren thermisch gekoppelt. Wenn sich der NTC-Widerstand infolge der Verlustleistung in den Endstufentransistoren erwärmt, verringert sich sein Widerstand, so daß der Ruhestrom des BC328 am NTC-

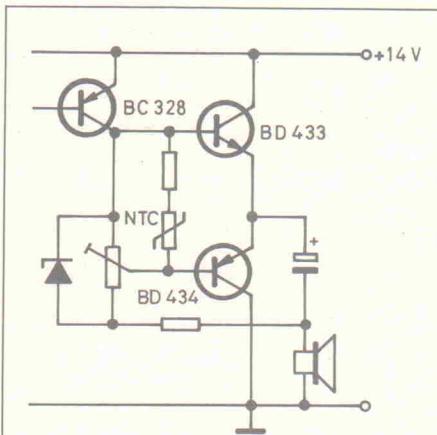


Bild 7. Thermische Kompensation von Endtransistoren.

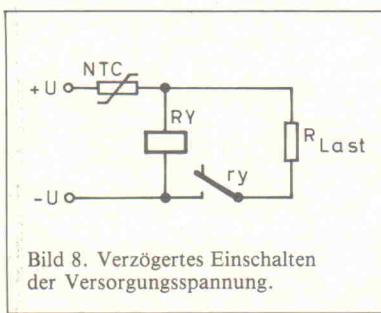


Bild 8. Verzögertes Einschalten der Versorgungsspannung.

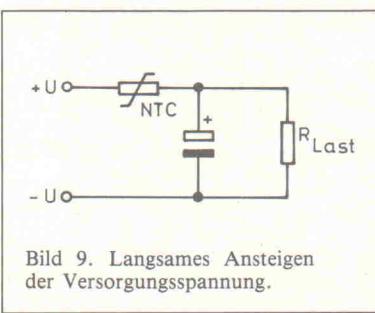


Bild 9. Langsames Ansteigen der Versorgungsspannung.

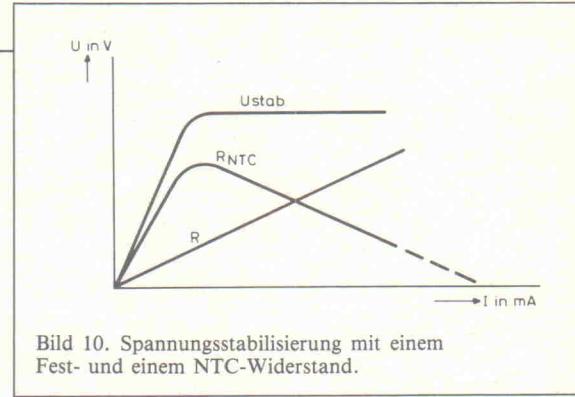


Bild 10. Spannungsstabilisierung mit einem Fest- und einem NTC-Widerstand.

Widerstand einen geringeren Spannungsabfall verursacht. Durch diese Maßnahme wird der Ruhestrom durch die Endstufentransistoren weitgehend konstant gehalten.

Widerstand als Funktion der Zeit

Bei bestimmten Anwendungen muß die Versorgungsspannung verzögert eingeschaltet werden. Hierbei kann das in Bild 8 gezeigte Schema angewendet werden.

Einige Schaltungen dürfen nur an eine langsam ansteigende Spannung angelegt werden. Eine Lösung ist in Bild 9 zu finden.

Negativer Wert des Temperaturkoeffizienten

Kompensation eines positiven Temperaturkoeffizienten

Zu diesem Zweck werden NTC-Widerstände in den Ablenkspulen von Fernsehbildröhren verwendet. Unter dem Einfluß der im Gerät entstehenden Wärme nimmt der Widerstand der Ablenkspulen zu, was zu einer Verkleinerung der Rasterfläche führen würde. Darum wird in den Ablenkspulen ein NTC-Widerstand untergebracht, der den Ablenkstrom korrigiert.

Spannungsstabilisierung

Durch die Kombination eines Festwiderstandes mit einem NTC-Widerstand läßt sich eine einfache Spannungsstabilisierung innerhalb eines bestimmten Strombereichs erreichen (Bild 10). Der Wert des Festwiderstandes hängt selbstverständlich von der gewählten Stromstärke ab.

Stabilisierung der Gegenkopplung von RC-Oszillatoren

Um das 'Festlaufen' eines Oszillators zu verhindern, wird häufig ein NTC-

Widerstand in die Gegenkopplung geschaltet (Bild 11).

Dabei wird der NTC-Widerstand im Punkt A der Kennlinie (Bild 2) betrieben. Es kommen nur sehr empfindliche Typen (Miniturperlen in luftleeren Glaskolben) in Frage, da der Wärmeleitwert äußerst gering sein muß, damit sie nicht von der Umgebungstemperatur beeinflußt werden.

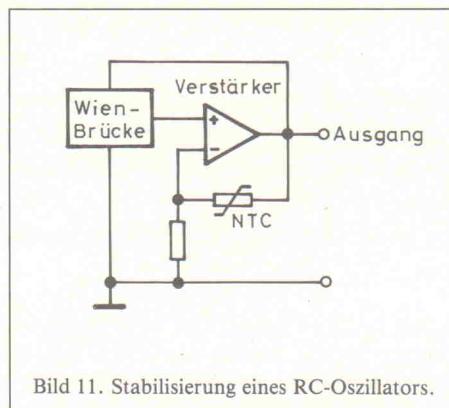


Bild 11. Stabilisierung eines RC-Oszillators.

Skala muß daher durch Vergleichsmessungen selbst angefertigt werden.

Die Eichung erfolgt mit R₂ (Anfangstemperatur) und R₇ (Endtemperatur). Dabei können die Temperaturen von Eiswasser und von kochendem Wasser als Bezugspunkte gewählt werden. Als Zwischenwert kann die sehr konstante Temperatur des eigenen Körpers (37 °C) dienen. Mit diesen drei Werten läßt sich eine grobe Eichkurve aufnehmen, die auf die Skala übertragen werden kann.

Literatur

Résistances CTN (MBLE-Publikation Nr. 888 von 1958).

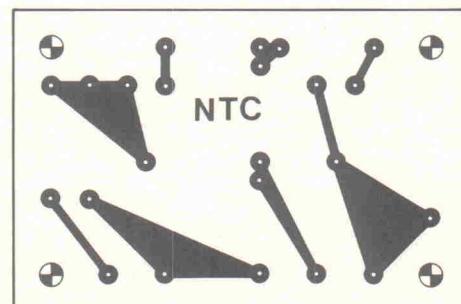


Bild 13. Platinenlayout, Maßstab 1:1.

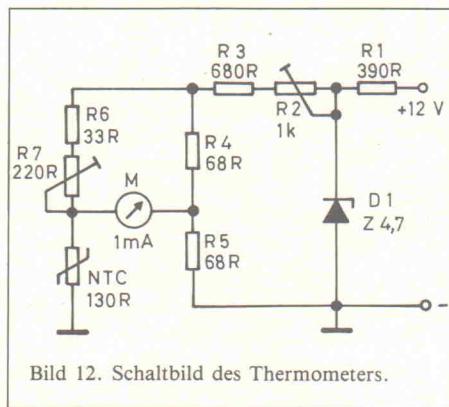


Bild 12. Schaltbild des Thermometers.

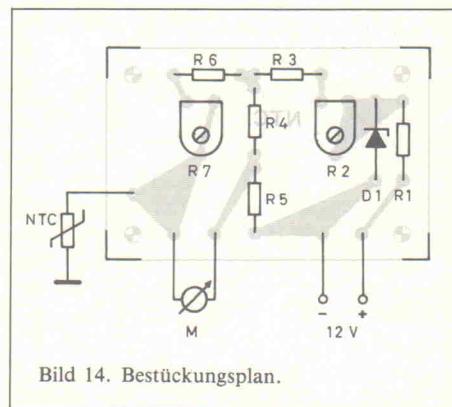


Bild 14. Bestückungsplan.



Foto: Bavaria

— Eine vielseitig verwendbare Schaltung zur Signalverzögerung bis in den Sekundenbereich —

Die Entwicklung der hier beschriebenen Verzögerungsleitung basiert auf zwei Forderungen, und zwar der guten Qualität bei gleichzeitiger Preisgünstigkeit.

Das Ergebnis ist eine Einheit, die sowohl den ambitionierten Musiker als auch den Tontechniker in ihrer Qualität zufriedenstellt.

In den Digital/Analog-Umsetzerstufen werden einige neuartige Bausteine mit erweiterten Möglichkeiten verwendet.

Das Gerät hat bei günstigem Preis Eigenschaften, die selbst kommerzielle Einheiten der unteren Preisklasse nicht bieten. Dazu gehören Schlagzeugeffekte, Signalspeicherung und Ausnutzung der maximalen Verzögerungszeit im gesamten Frequenzbereich.

Ein Wort zum anderen

Das Eingangssignal wird in 9-Bit-Datenwörter umgesetzt. Damit läßt sich eine ausreichend hohe Signaldynamik erreichen, ohne daß auf Kompressionsmaßnahmen mit störenden Nebeneffekten wie 'Pumpen' oder 'Atmen' zurückgegriffen werden muß.

Für die hier beschriebenen Anwendungen ist eine Speichertiefe von mindestens 4 K erforderlich. Das läßt sich mit 2 Bausteinen realisieren, hält also die Kosten gering. Mit dieser minimalen Speichertiefe lassen sich nutzbare Verzögerungszeiten im Bereich einiger hundert Millisekunden und Chorus- sowie Flanging-Effekte erzielen. Der Grundentwurf der Leiterplatine ermöglicht eine Erweiterung des Speichers um weitere 13 KByte, so daß selbst bei voller Band-

breite von ca. 16,5 kHz Verzögerungszeiten von 350 ms und (bei 5 kHz Bandbreite) von 1,3 s möglich werden.

Auf einer weiteren Platine kann der Speicher nochmals erweitert werden, so daß insgesamt 36 KByte zur Verfügung stehen. Damit lassen sich die oben angegebenen Zeiten noch verdoppeln.

Effekte

Die Einheit erzeugt eine Reihe interessanter und nützlicher Effekte wie Chorus, Flanging, Vibrato, (Pseudo-)Nachhall, Slapback, lange Echos, einzelne oder wiederholte Echos, die über viele Sekunden abklingen, Scrambling, Double tracking usw. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, irgendein Signal digital zu speichern und es in Art einer Tonbandschleife durch externe oder interne Triggerung abzurufen. Die externe Steuerung kann beispielsweise durch einen Sequenzer oder einen Paukenkontakt erfolgen. Auch hierfür gibt es viele Modifikationsmöglichkeiten.

Wenn Sie ein Oszilloskop besitzen, dann können Sie auf ihm mit Hilfe dieses Ge-

rätes gespeicherte NF-Signale darstellen — ein komfortables digitales Speicher- oszilloskop!

Eingänge

Die Einheit besitzt einen hohen Eingangswiderstand, so daß nahezu alle Signalquellen, wie z. B. elektrische Gitarre, Synthesizer, dynamisches Mikrofon, HiFi-Tonbandgerät und vieles mehr angeschlossen werden können.

Eingangsspannungen bis 2,5 V_{SS} sind zulässig.

Der Frequenzgang der Vorverzerrung ist so ausgelegt, daß nur zwischen den Anschlägen der tiefenfrequenten Saiten einer E-Gitarre Quantisierungsverzerrungen wahrnehmbar sind, während normale Signale, z. B. von einem HiFi-Bandgerät, praktisch unverzerrt wiedergegeben werden, vorausgesetzt, die volle Bandbreite der Einheit wird ausgenutzt (dazu später mehr). Durch Betätigen eines zusätzlichen Schalters kann die Nenn-Abtastrate verdoppelt werden. Damit lassen sich Spezialeffekte erzeugen, und die Klangqualität kann bei verringerter Verzögerungszeit verbessert werden.

Die Vorverzerrung

In typischen Musik- und Stimmensignalen treten bei tiefen Frequenzen die größten Amplituden auf, obwohl die meiste Information im mittelfrequenten Bereich übertragen wird. Das läßt sich grundsätzlich so sagen, obwohl die Leistungsdichtespektren heutiger Audiosignale sehr unterschiedlich aussehen können. Im Fall der elektrischen Gitarre müssen die mechanischen Schwingungen der Saiten in elektrische Signale umgewandelt werden. Das gelingt bei den dicken, tiefenfrequenten Saiten besser als bei den dünnen, so daß der starke Anschlag einer dicken Saite sehr schnell zur Übersteuerung der Eingangsstufe führen könnte, während der gleiche Anschlag einer dünnen Saite ein sehr viel geringeres Signal zur Folge hätte.

Die Amplituden der von E-Gitarren gelieferten Signale nehmen zeitlich schnell ab, so daß mit einem sehr großen Dynamikbereich gerechnet werden muß — es sei denn, es werden Halte- und Kompressionsschaltungen zur gezielten Signalverzerrung eingesetzt.

Das Problem wird insbesondere dann bedeutsam, wenn nach der Eingangsstufe eine A/D-Umsetzung mit relativ

geringer Anzahl von Quantisierungsstufen folgt. Gute digitale Plattenspieler arbeiten beispielsweise mit 16-Bit-Wörtern, um einen ausreichenden Dynamikbereich sicherzustellen.

Warum wird dann im hier beschriebenen Gerät nur eine 9-Bit-A/D-Umsetzung durchgeführt? Das hängt mit dem Preis der A/D-Konverter zusammen. Er nimmt mit steigender Wortlänge extrem zu. Um mit einem kostengünstigen A/D-Umsetzer arbeiten zu können, werden die spektralen Amplituden der mittel- und hochfrequenten Signalkomponenten angehoben, bevor die A/D-Umsetzung erfolgt. Die in dem hier vorgestellten Gerät verwendete Vorverzerrung wurde experimentell mit Hilfe vieler unterschiedlicher Audiosignale ermittelt.

Die Quantisierung

Ein weiterer Vorteil der Vorverzerrung liegt in der Verringerung des Quantisierungsrauschen. Quantisierungsrauschen entsteht dadurch, daß ein Eingangssignal bei der A/D-Umsetzung nur durch eine begrenzte Anzahl (2^n , n = Wortlänge) von Spannungsniveaus beschrieben werden kann. Jeder wahre Amplitudenwert des Eingangssignals wird dem nächstgelegenen, durch einen digitalen Code definierten Spannungswert zugeordnet. Wird dann das digitalisierte Abbild des Eingangssignals in einem Digital/Analog-Umsetzer zurückgewandelt, dann treten die in Bild 1 dargestellten, im Originalsignal nicht vorhandenen Spannungssprünge auf.

Diese dem wirklichen Signalverlauf überlagerten Fehler klingen im akustischen Bereich wie Rauschen. Da die Spannungssprünge steile Flanken besitzen, ist das Rauschen sehr breitband-

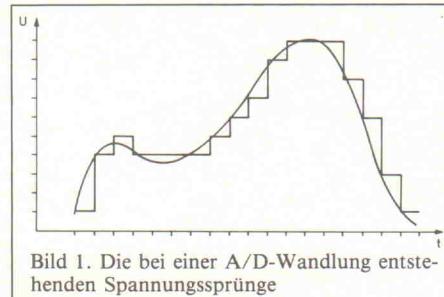


Bild 1. Die bei einer A/D-Wandlung entstehenden Spannungssprünge

dig (das ergibt sich aus den Gesetzmäßigkeiten der Fourieranalyse). Es ist als störendes Hintergrundzischen besonders dann wahrnehmbar, wenn das eigentliche Signal tonal und tiefrequent ist.

Wenn vor der A/D-Umsetzung eine Vorverzerrung stattfindet, wird nach

der D/A-Umsetzung eine Entzerrung notwendig. Dabei erfolgt eine Absenkung der spektralen Amplituden hoch-

Rauschfrei!

frequenter Signalkomponenten. Diese 'Filterung' reduziert natürlich auch die höherfrequenten Komponenten des Quantisierungsrauschen.

Abtastprobleme

Bei der digitalen Abtastung eines Signals muß das sogenannte Nyquist- oder Abtasttheorem (nach Shannon-Whittaker) eingehalten werden. Es besagt, daß die Rekonstruktion des Signals aus zeitdiskreten Amplitudewerten nur dann korrekt erfolgen kann, wenn es zuvor mit einer Frequenz abgetastet wurde, die mindestens zweimal so hoch ist wie die höchste im Signal selbst auftretende Frequenz. Wenn diese Bedingung nicht eingehalten wird, dann treten sogenannte Aliasing-Effekte auf. Ein Beispiel dafür ist in Bild 2 dargestellt. Ob-

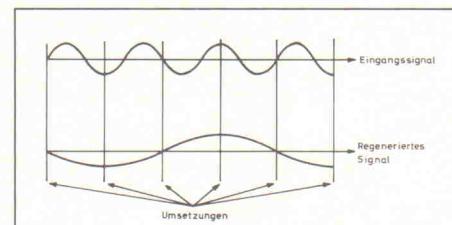


Bild 2. Durch zu niedrige Abtastraten werden Aliasfrequenzen erzeugt

wohl in dieser Darstellung andere störende Effekte unberücksichtigt bleiben (z. B. wird das rekonstruierte Signal keinen sauberen sinusförmigen Verlauf haben), macht sie doch deutlich, was frequenzmäßig passiert: Ist die Frequenz des abgetasteten Signals größer als die halbe Abtastfrequenz, dann entsteht bei der Rekonstruktion ein Signal, dessen Frequenz niedriger liegt als die halbe Abtastfrequenz. Solche Frequenzen werden als Alias- oder Spiegelfrequenzen bezeichnet. Handelt es sich um Audiosignale, dann machen sich die beschriebenen Abtastfehler als 'Glucksen' oder 'Gurgeln' bemerkbar. Zur Vermeidung solcher Probleme muß das Eingangssignal in geeigneter Weise tiefpaßgefiltert werden.

Im hier beschriebenen Gerät sind Eckfrequenz der Tiefpaßfilterung und Abtastrate fest über einen gemeinsamen Taktgenerator gekoppelt. Wird die Abtastfrequenz geändert, ändert sich automatisch auch die Eckfrequenz des Tiefpaßfilters. Es handelt sich dabei um ein Filter 6. Ordnung. Filter mit

Bauanleitung: Digital-Hall

unendlich großer Flankensteilheit lassen sich nicht realisieren, so daß in der Praxis immer gewisse Alias-Effekte auftreten. Sie werden aber meist durch andere Fehler und Störungen, z. B. durch das Quantisierungsrauschen, überdeckt.

Das Schaltungskonzept

Das Blockschaltbild des Gerätes ist in Bild 5 dargestellt. Die Vorverzerrung und die Antialiasingfilter sind bereits erläutert worden. Um die weitere Signalverarbeitung zu vereinfachen, wird aus dem ursprünglichen Wechselsignal ein Signal mit gleichbleibendem Vorzeichen gemacht. Die Vorzeichen werden detektiert und in Bit 9 (beziehungsweise D8) übertragen. Das scheint auf den ersten Blick ein ziemlich großer Aufwand zu sein; ohne diesen Schaltungsteil müßte aber statt des 8-Bit-A/D-Umsetzers ein 9-Bit-Wandler verwendet werden (das gilt auch für die D/A-Umsetzung), und das wäre mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

Die letzte analoge Stufe vor der A/D-Umsetzung ist die Sample and Hold-Schaltung. Sie hat die Aufgabe, dem A/D-Umsetzer im Moment der Digitalisierung einen konstanten Spannungswert zu liefern. Dadurch werden Wandlungsfehler reduziert.

Die nächste Stufe im Signalweg ist der A/D-Umsetzer selbst. Er arbeitet nach dem Prinzip der kontinuierlichen Approximation. Das heißt, er sucht vom höchsten Bit (MSB) bis zum niedrigsten Bit (LSB) diejenige Bitkombination aus, die dem anliegenden analogen Spannungswert entspricht. Die Konversion eines Abtastwertes dauert ca. 10 µs. Das konvertierte Signal wird in einen statischen Speicher geschrieben. Der Adressenzähler steht immer auf dem Speicherplatz, der gerade belegt wird, so daß er im normalen Betrieb ständig bis zum letzten vorgewählten Speicherplatz aufwärts zählt. Der belegbare Speicherbereich wird durch Schalter im Block 'Vergleich' festgelegt. Es ist klar, daß Sie nicht mehr Speicherplätze vorwählen sollten, als überhaupt im Gerät eingebaut sind.

Im 'percussion'-Modus zählt der Adressenzähler einmal aufwärts und

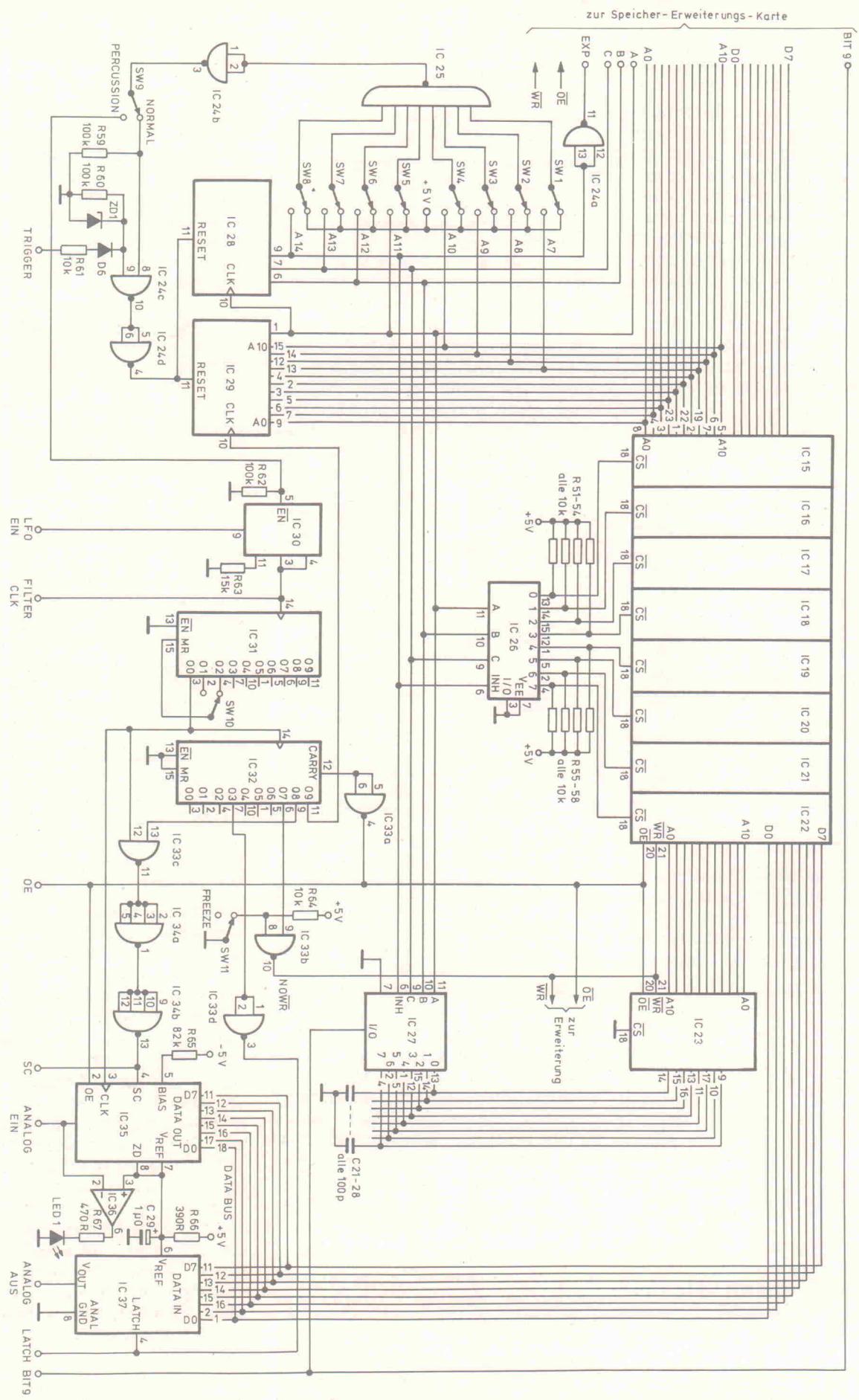


Bild 3. Schaltbild des Digital-Teils

Bauanleitung: Digital-Hall

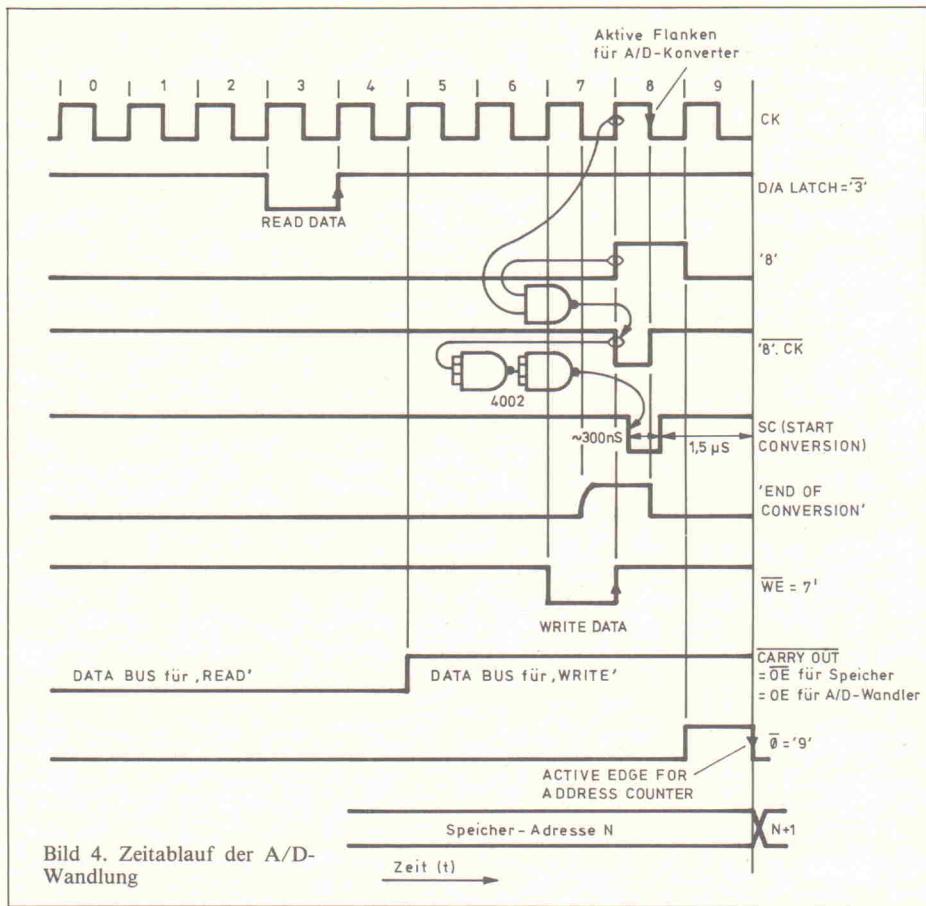


Bild 4. Zeitalblauf der A/D-Wandlung

stoppt dann, bis ein neues Triggersignal auftritt. Auf diese Weise kann ein Signalausschnitt digital gespeichert und auf Wunsch ausgelesen werden. Um mit dem ausgelesenen Speicherinhalt etwas anfangen zu können, muß er mit einem D/A-Umsetzer wieder zu einem analogen Signal konvertiert werden. Auf die D/A-Einheit folgt ein einfaches passives Tiefpaßfilter mit anschließendem Impedanzwandler, um die starken hochfrequenten, durch die

Konversion erzeugten Störkomponenten aus dem Signal herauszufiltern. Die Wiederherstellung der negativen Signalamplituden (also des Wechselsignals) erfolgt mit der in Bit 9 übertragenen Vorzeicheninformation. Das Taktfilter unterdrückt die Taktimpulse im rekonstruierten Audiosignal. Dafür wird ebenfalls ein Filterbaustein mit geschalteten Kapazitäten verwendet, weil er ebenso wie auch das Antialiasing-Filter mit dem Takt der A/D-Um-

setzung gesteuert werden kann. Das Antialiasing-Filter unterdrückt alle Frequenzkomponenten des Eingangssignals, die oberhalb der halben Abtastfrequenz liegen. Signale mit Frequenzen, die oberhalb dieser Grenze liegen und auf den Eingang des Taktfilters gelangen, stören und werden deshalb unterdrückt.

Die letzten Stufen der Audiokette entzerrern das Signal und führen es über einen Impedanzwandler dem Ausgang zu.

Nun sollen die Einstellmöglichkeiten erläutert werden. Am 'Repeat'-Potentiometer (Wiederholung) wird der Anteil des verzögerten Signals eingestellt, der zum Eingang des Systems zurückgeführt wird. Am 'Mix'-Potentiometer wird das Mischungsverhältnis von verzögertem zu unverzögertem Signal eingestellt. Der Fernbedienungsanschluß ermöglicht die Unterdrückung des gesamten verzögerten Signals. Die zeitliche Steuerung der Einheit erfolgt über den Zeitgeber- und Steuerbaustein (Timing generator and control).

Die Steuerfrequenz wird vom variablen Frequenzoszillator (VFO) bestimmt. Er kann über das Bandbreiten/Verzögerungs-Potentiometer eingestellt werden, aber zusätzlich auch durch einen niederfrequent arbeitenden Oszillator (LFO) moduliert werden. Dadurch lassen sich unterschiedliche Klangeffekte erzielen.

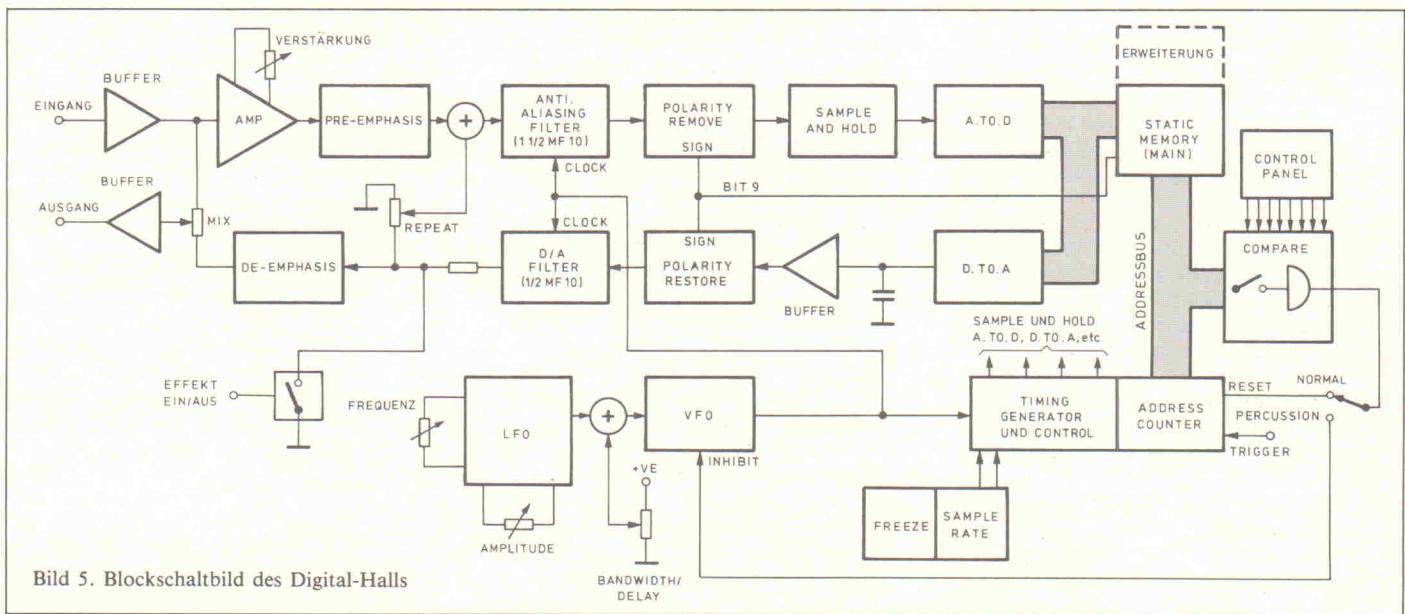


Bild 5. Blockschaltbild des Digital-Halls

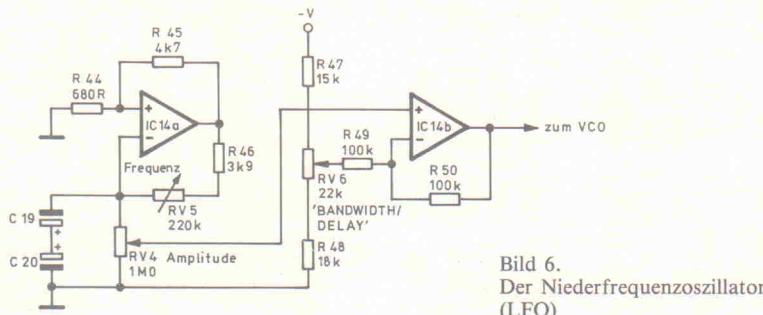


Bild 6.
Der Niederfrequenzoszillator
(LFO)

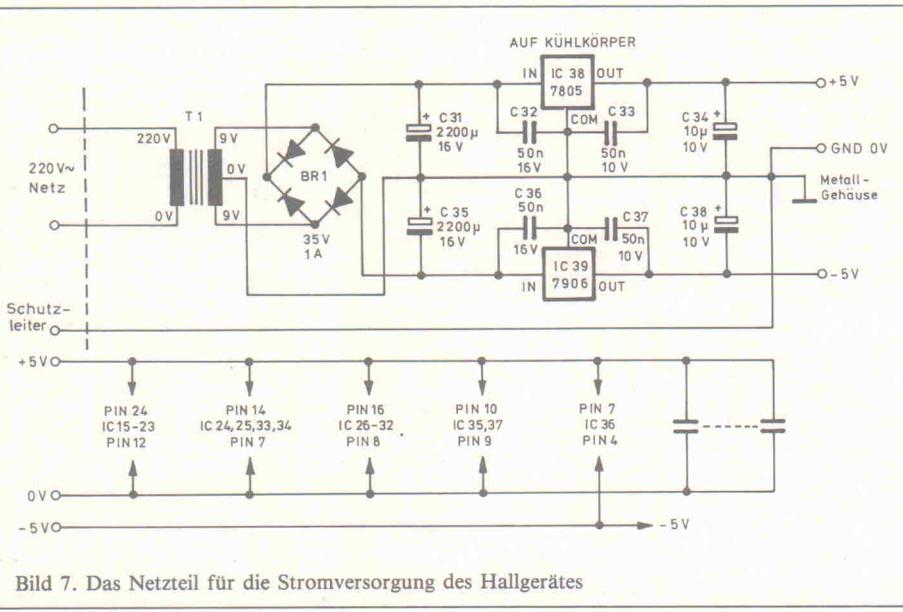


Bild 7. Das Netzteil für die Stromversorgung des Hallgerätes

Wie funktioniert's?

Digital-Teil

Aus der Frequenz des spannungssteuerten Oszillators, der rund um den VCO des PLL-Bausteins 4046 (IC30) aufgebaut ist, wird die gesamte zeitliche Steuerung der Einheit abgeleitet.

Ohne externen Kondensator zwischen den Anschlüssen 6 und 7 arbeitet der VCO auf ca. 1 MHz; das ist bei 5 V-Versorgungsspannung die höchste erreichbare Frequenz. Normalerweise wird Anschluß 5 durch R62 auf niedrigem Potential gehalten, damit der VCO aktiv ist (siehe unten). Der Haupttakt CLK wird direkt an den Filterstufen (mit geschalteten Kapazitäten) auf der Analogplatine weitergeleitet, um deren Eckfrequenz steuern zu können. Für diesen Zweck ist das Puls/Pausen-Verhältnis des Taktes gleich eins. Die CLK-Frequenz wird in Abhängigkeit von der Stellung des Schalters SW10 durch 1 oder 2 dividiert, bevor sie auf den Dekadenzähler IC32 gelangt. Auf diese Weise kann das Verhältnis von Abtastfrequenz zu Filtereckfrequenz zu 2,5:1 oder

5:1 gewählt werden. IC32 ist ein 5stufiger Johnson-Dekadenzähler. Er erzeugt die meisten Steuersignale, die zum Auslesen und Beschreiben des Speichers und für den A/D- und den D/A-Umsetzer benötigt werden (siehe dazu auch den Zeitablaufplan in Bild 4).

Der komplette Steuerzyklus umfaßt 10 CLK-Zyklen. Nehmen wir an, daß der Steuerzyklus mit Q6 auf logisch '1' beginnt. Die Adresse der momentan belegten Speicherzelle wird durch die Ausgänge der (nicht synchronen) Zähler IC28, 29 festgelegt. Nehmen wir weiterhin an, daß zu Beginn des Zyklus die Adresse des Zählers gleich n ist. Mit Auftreten der nächsten ansteigenden CLK-Flanke wird der Dekadenzähler IC32 auf '7' vorrücken. Unter der Voraussetzung, daß der Schalter SW11 offen ist, liegt Anschluß 8 von IC33 auf logisch '1', und der Anschluß 10 des ICs geht auf logisch '0', so daß das Ergebnis der letzten A/D-Umsetzung in den Speicherplatz eingeschrieben werden kann (vorausgesetzt, daß zu dieser Zeit ein Wert zu Verfügung steht). Ist SW11 geschlossen, kann IC33 nicht aktiv werden, so daß der alte Inhalt des

Speichers nicht überschrieben werden kann.

Nun muß die nächste A/D-Umsetzung eingeleitet werden. Die Spezifikation des ZN427 besagt, daß die aktive negative Flanke des SC-Steuersignals mindestens 200 ns später kommen muß als die negative Flanke des CLK-Taktes. Mit Auftreten der nächsten CLK-Flanke wird IC32 weitergetaktet, so daß an Q8 eine logische '1' auftritt. Zusammen mit dem CLK-Signal wird das Q8-Signal über IC33c geleitet, um in der ersten Hälfte des CLK-Zyklus einen negativen Impuls zu erzeugen. Wird dieser Impuls durch zwei invertierende CMOS-NOR-Gatter (mit 4 Eingängen) geleitet, ist er aufgrund der langen Laufzeiten im 4002 mindestens um 200 ns verzögert worden. Das SC-Signal gelangt auf den 'start conversion'-Eingang des A/D-Umsetzers. Die nächste Flanke des CLK-Taktes setzt Q9 auf logisch '1'. Zum gleichen Zeitpunkt bestimmt der auf der Basis sukzessiver Approximation arbeitende A/D-Umsetzer den MSB-Wert dieser Umsetzung.

Mit der nächsten CLK-Flanke geht Q0 auf logisch '1' und Q9 auf logisch '0'. Dadurch wird der Adresszähler auf n+1 gesetzt. Der Ausgang von Q3 wird mit IC32d invertiert. Geht der Ausgang Q3 auf logisch '1', wird die Übernahme des Datenbus-Wortes in das Register des D/A-Umsetzers eingeleitet. Der CY-Ausgang von IC32 (Anschluß 12) legt nach Inversion durch IC33a die Übertragungsrichtung des Datenbusses fest (der CY-Ausgang von IC32 liegt auf logisch '1', solange Q0 bis Q4 auf logisch '1' sind, und er geht auf logisch '0', wenn die Ausgänge Q5 bis Q9 auf '1' liegen). Erzeugt das OE-Signal den Tri-state-Status, dann stellen die Datenbus-Ausgänge des A/D-Umsetzers eine relativ hohe Impedanz dar, während die RAM-Ausgänge durchgeschaltet sind.

Die zyklische Arbeitsweise kann folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- Auslösung der A/D-Umsetzung
- Adresse erhöhen
- Übertragung des Speicherinhalts des angewählten Speicherplatzes zum D/A-Umsetzer
- abwarten, bis die A/D-Umsetzung abgeschlossen ist
- Einschreiben neuer Daten in den adressierten Speicherplatz
- Auslösung der A/D-Umsetzung
- Adresse erhöhen
- usw.

Im ZN427-A/D-Umsetzer ist eine genaue band-gap-Spannungsrefe-

Bauanleitung: Digital-Hall

renzdiode integriert. Sie wird als Referenz für die A/D- und D/A-Umsetzung und als Spitzenpegel-Indikator verwendet. Bei der A/D-Umsetzung wird für den ordnungsgemäßen Betrieb der internen Transistoren ein kleiner negativer Ruhestrom benötigt. Er wird über Anschluß 5 zugeführt. Die analoge Platine liefert positive Spannungsstufen auf den Eingang V_{in} . Wenn der Referenzspannungswert überschritten wird, geht der Ausgang des Komparators IC36 auf 'High'-Potential, und LED 1 leuchtet auf.

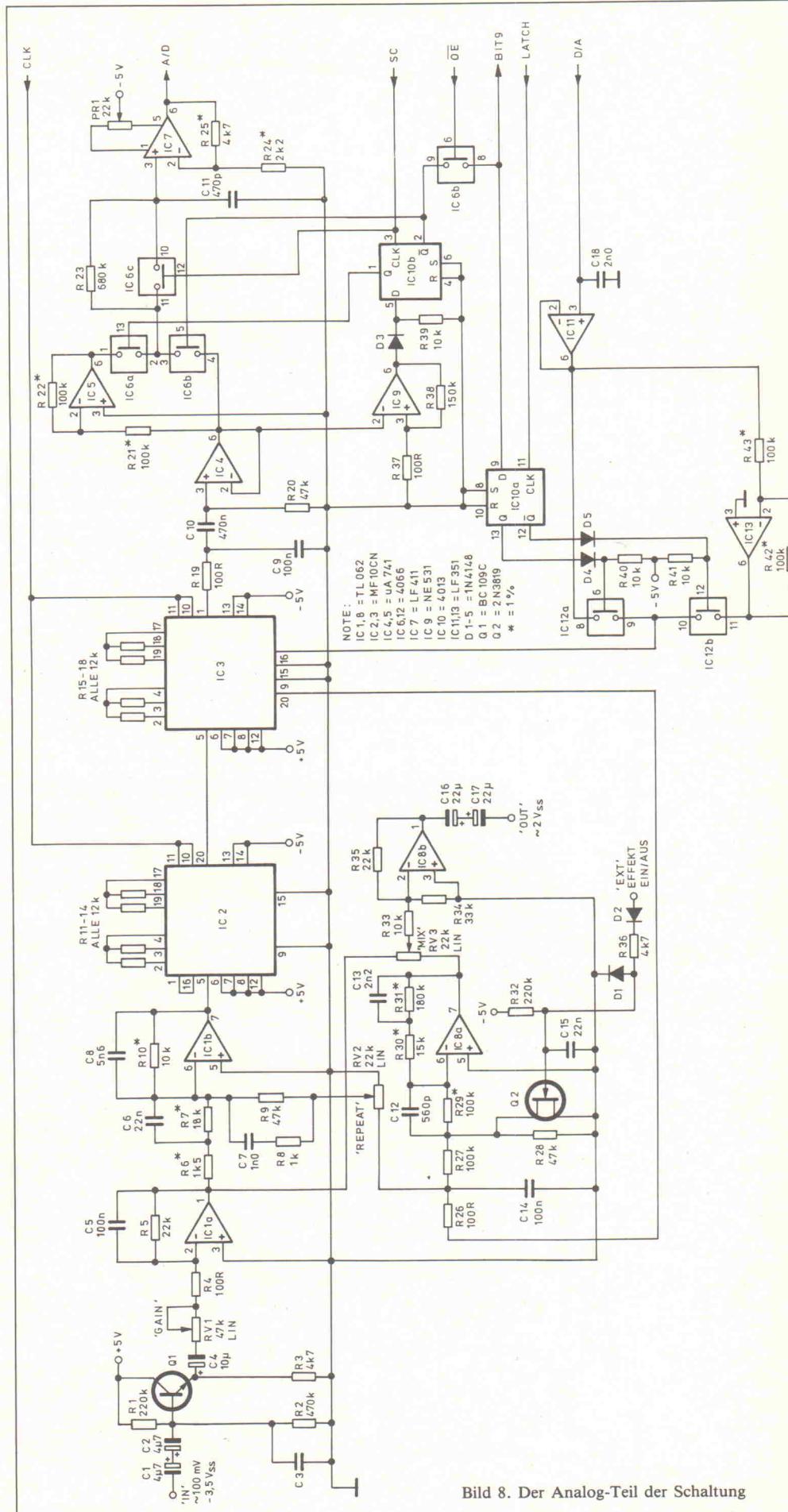
Bedenken Sie, daß der Spitzenwertdetektor sehr einfach aufgebaut ist und eine gewisse Frequenzabhängigkeit aufweist, die vom Bandbreiten-Verstärkungsprodukt des ICs 36 abhängig ist. Durch Verwendung eines OPs höherer Qualität wird die Übersteuerungsanzeige genauer.

Mit den Schaltern SW1...8 wird die höchste mögliche Adresse im Adressenzähler bestimmt. Wird Sie überschritten, erfolgt über IC25 das Rücksetzen von IC28 und IC29 auf Null. Mit den Schaltern wird also der belegbare Speicherplatz vorge wählt. Aus diesem Grund muß als Minimalausstattung lediglich eines der ICs 15...22 vorhanden sein, damit die Einheit arbeiten kann, allerdings mit begrenzten Möglichkeiten der Signalverzögerung.

Der maximal wähl- und nutzbare Speicherumfang entspricht der zweifachen auf der Platine vorhandenen Speicherkapazität. Eine Zusatzplatine zur Erweiterung des vorhandenen Speicherplatzes wird später beschrieben.

Die 4 wichtigsten Adressenleitungen werden zur Anwahl der Speicherbausteine benötigt. Das geschieht mit Hilfe von IC26, einem 1-aus-8-Multiplexer, dessen gemeinsamer Eingang auf Masse liegt.

Immer, wenn A14 auf logisch '1' liegt, ist der Speicher auf der Platine nicht anwählbar, und seine Ausgänge sind im hochohmigen Tri-state-Modus. In diesem Fall geht Anschluß 11 von IC24d auf logisch '0', um die Anwahl des Erweiterungsspeichers (soweit vorhanden!) zu ermöglichen. Die Adressenzählung wird immer dann auf Null zurückgesetzt, wenn Anschluß 10 von IC24c auf logisch '0' geht. Das passiert dann, wenn alle Eingänge von IC25



auf logisch '1' liegen. Diese Situation tritt entweder im Normalbetrieb auf oder wenn ein Triggersignal auf den Triggereingang gegeben wird. Ein Reset kann also jederzeit extern überschrieben werden.

In der Betriebsart 'percussion' (wenn SW9 mit dem EN-Eingang von IC30 verbunden ist) wird die Adressenzählung fortgesetzt, bis die an den Delay-Schaltern gewählte Adresse erreicht ist, bei der alle Aktivitäten eingestellt werden, weil der Oszillatorbetrieb unterbrochen wird. Die Schaltung kann durch externe Triggerung über den Triggereingang oder durch Umschalten von SW9 auf 'Normal' wieder aktiviert werden. Auf diese Weise ist die Auslösung eines einmaligen Vorganges möglich. Beachten Sie, daß der Speicherinhalt während dieser Zeit erhalten bleibt, weil ein statischer, auf Flip-Flops basierender Speicher verwendet wird.

Die Bauteile ZD1, D6 und R61 schützen den NOR-Eingang.

Bit 9 wird unabhängig von den anderen Bits in einem 6116-Speicher gespeichert, die dazugehörigen 8-Bit-Wörter werden in 8 Einzelbit-Zellen

gemultiplext abgespeichert. Die keramischen Kondensatoren sorgen für eine zeitlich begrenzte Ladungsspeicherung während der Lese- und

Schreibzyklen, die für alle 8 Bits gleich sind. Auf diese Weise werden Verfälschungen der Daten vermieden.

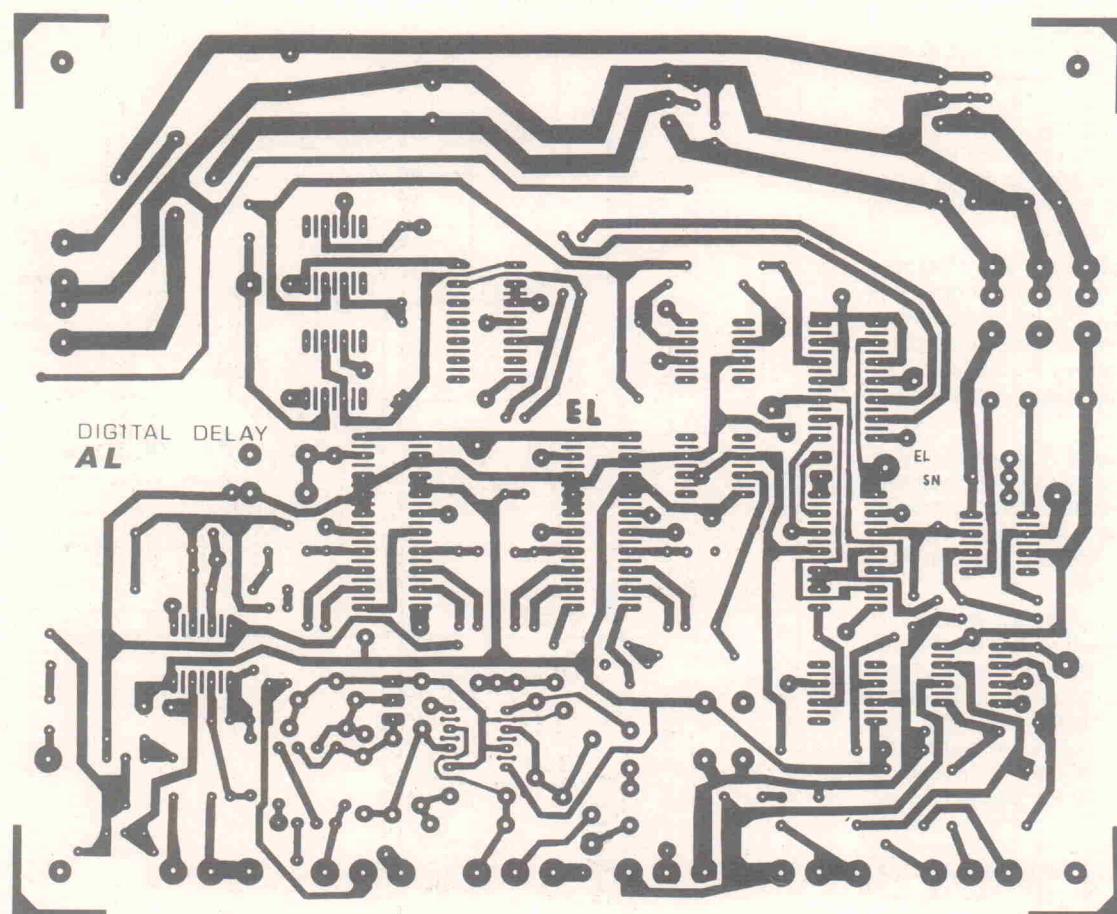
Wie funktioniert's?

Niederfrequenzoszillator

Das IC14a bildet mit seiner Beschaltung einen langsam laufenden astablen Multivibrator. Die Hysterese der Umschaltpunkte wird durch das Verhältnis von R44/R45 festgelegt. Weil das Verhältnis einen sehr kleinen Wert besitzt, werden C19 und C20 nur sehr wenig auf ihrer exponentiellen Lade- bzw. Entladekennlinie umgeladen, bevor der Ausgang von IC14a sein Ausgangspotential sprunghaft ändert. Daher entsteht am invertierenden Eingang ein nahezu dreieckförmiger Signalverlauf.

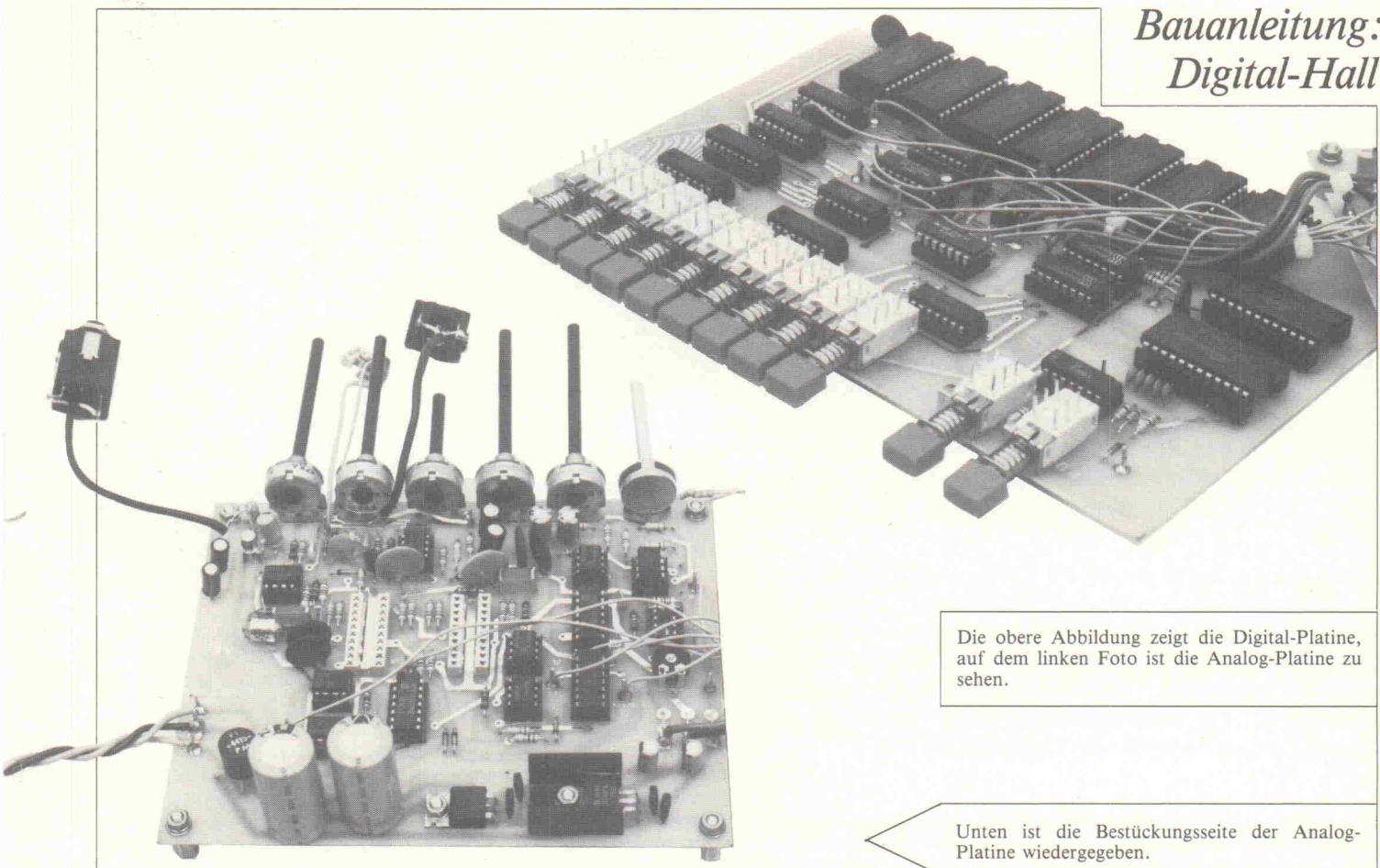
Die Zeitkonstante der Umladung und damit auch die Frequenz der astabilen Schaltung werden durch RV5 und R46 bestimmt. Es lassen sich Werte zwischen ungefähr

0,15 Hz und 8 Hz einstellen. C19 und C20 bilden aufgrund ihrer Schaltung einen ungepolten Kondensator. RV4 belastet die Kondensatoren etwas und schwächt daher die dreieckförmige Signalform geringfügig ab, bevor sie auf den hochohmigen Eingang der nichtinvertierenden Verstärkerstufe mit IC14b gelangt. R47, RV6 und R48 bilden einen Spannungsteiler, so daß das Potential am Schleifer von RV6 in einem begrenzten Bereich einstellbar ist. Diese negative Spannung wird dem invertierenden Eingang von IC14b zugeführt und mit einer Verstärkung von -1 invertiert. Die Ausgangsspannung von IC14b besteht daher aus einem positiven Konstantanteil, der durch das Signal am nichtinvertierenden Eingang moduliert wird. Die Amplitude des dreieckförmigen Wechselanteils wird an RV4 eingestellt.



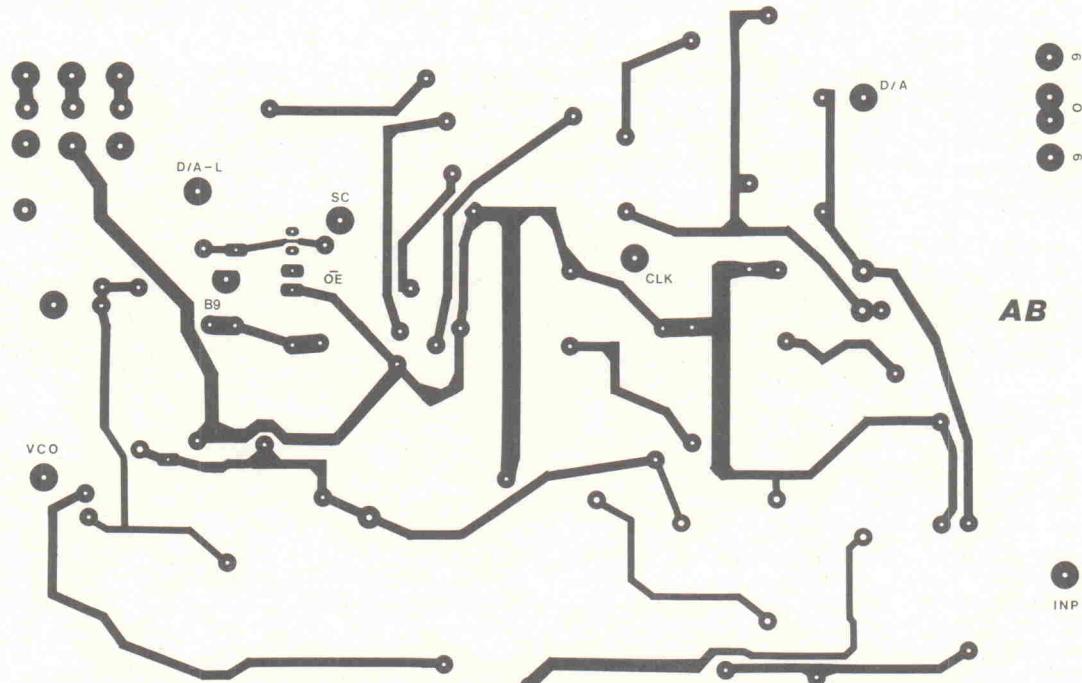
Die Leiterbahnseite der Analog-Platine. Auch die Stromversorgung für das komplette Gerät befindet sich auf dieser Leiterplatte.

Bauanleitung: Digital-Hall



Die obere Abbildung zeigt die Digital-Platine, auf dem linken Foto ist die Analog-Platine zu sehen.

Unten ist die Bestückungsseite der Analog-Platine wiedergegeben.



(wird fortgesetzt)

Solarenergie und Elektronik

Auf der Sonnenseite der Energietechnik scheint es recht ruhig zu sein. Nur selten findet man noch eine Meldung über neue Solarzellen oder Paneele, nur vereinzelt wird das Thema von der Presse aufgegriffen. Es ist, als ob man auf den Tag X wartet, an dem der Preis für das Watt Solarzelle endlich ins Rutschen gerät.

Der Schein trügt. Überall im Lande sind Pioniere aktiv. Nicht heimlich, aber still und leise wie Solarkraftwerke sind Einzelkämpfer, kleine Gruppen und kleine Firmen dabei, kleine Anlagen zu entwickeln, zu testen und zu optimieren. Der Elektronik kommt dabei die Aufgabe zu, die Wirtschaftlichkeit zu verbessern und einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Auf 'rund 500 Liter Heizölersparnis pro Jahr' beziffert der Besitzer eines 10-m²-Solarkollektorpansels den Nutzen seines Aggregates. Ein positiver Posten in der Jahresbilanz eines deutschen Normalhaushalts gewiß, aber nicht die Welt. 'Und wann haben sich die Investitionen amortisiert?' wollten wir wissen. 'Sie können sich die Anlage fix und fertig für 10 000 D-Mark hinstellen lassen, aber lohnend ist nur Selbermachen.' Die Bausätze sollen ab 2000 D-Mark zu haben sein. Aber Wirtschaftlichkeit ist nicht der einzige Gesichtspunkt. Bei der Solarfirma Büttcher erfährt man, daß wohl etliche Kunden das übergeordnete Prinzip unserer Zivilisation, das Geld, schlichtweg ignorieren: 'Viele sind ökologische Idealisten.'

Die 'Sonnenanbeter', wie die Solarbastler von großtechnologisch geprägten Energieconsumenten oft genannt werden, setzen derzeit eher auf Wärme von der Sonne, weniger auf Elektrizität. Denn mit der Verbesserung des Wirkungsgrads von Solarzellen kommen die Hersteller nur schleppend voran, und vom Preisverfall ist nur wenig zu bemerken. Allerdings darf man hoffen: Erst kürzlich hat das BMFT 375 weitere Forschungsmillionen bewilligt, da es 'sowohl in der Wirkungs-

gradsteigerung als auch in der industriellen Produktion von photovoltaischen Zellen noch ein erhebliches Innovationspotential' gibt.

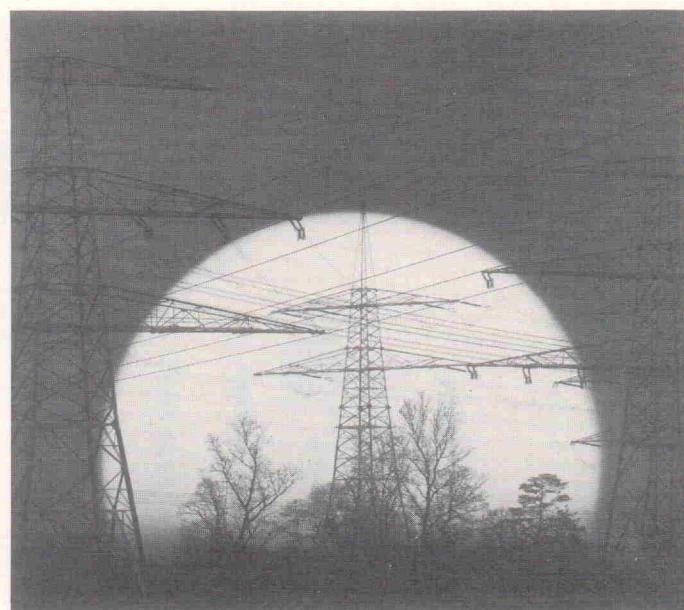


Foto: Bavaria / W. H. G. Müller

Gut Ding will Weile haben. Und so wird vorerst der Einsatz von Solarzellen im wesentlichen auf den typischen Fall beschränkt bleiben, nämlich auf die Stromversorgung an Orten, wohin die Zuführung des öffentlichen Netzes nicht möglich oder teurer als die photovoltaische Insellösung ist.

Um so wichtiger ist gerade in der heutigen Situation die optimale Nutzung der Solaranlage.

Bei Solarbatterien (Solarzellen, die einen Akku laden), kommt es z. B. auf einen geringen Eigenverbrauch der Ladeschaltung an. Kein Geringerer als Siemens hat sich mit diesem Problem intensiv beschäftigt. Weitere Solarschaltungen, die in diesem Beitrag vorgestellt werden, sind eine automatische Sonnennachlaufsteuerung und eine Temperaturdifferenzregelung für Solarheizsysteme.

Laderegler für Solarbatterien

Eine Stromversorgung auf Solarzellen-Basis, die zu jeder Zeit elektrische Energie bereitstellt, benötigt einen Energiespeicher, um die Tage mit geringer Sonneneinstrahlung und die Nachtstunden zu überbrücken.

Hersteller bieten für diese unübliche Art von Energiesicherung Spezialakkus an. Diese Akkus besitzen unter normalen Umständen eine Lebensdauer von ca. 15 Jahren, wenn gute Laderegler verwendet werden.

Eine derartige Laderegelung muß den folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Überlastungsschutz für den Akku
2. Laderegelung für konstante Spannung
3. Geringe Leistungsverluste über dem Regeltransistor
4. Sehr geringe Leistungsaufnahme des Laderegels
5. Großer Betriebstemperaturbereich
6. Hohe Betriebssicherheit

7. Schutz gegen Zurückfließen des Stroms bei geringer Sonneneinstrahlung auf die Solarpaneel
8. Schutz gegen falsches Anschließen

Im folgenden werden drei Laderegelungen besprochen, die den gestellten Anforderungen genügen. Infolge der Verwendung von SIPMOS-Transistoren und der PNP-OpAmps TAE 2453A oder TAE 4453A (alle Bauelemente: Siemens) beträgt die Leistungsaufnahme nur 40 mW. Die Schaltungen sind für 12-V-Systeme ausgelegt und beziehen sich auf ein Paneel mit 36 Si-Solarzellen mit einem Kurzschlußstrom von 2,1 A bei einer Sonneneinstrahlung von 100 mW/cm².

Die Schaltungen verwenden einen Serienregler. Um zu verhindern, daß der Akku sich bei

Regelprinzip

verminderter Sonneneinstrahlung über das Solarpaneel entlädt, wird in der einfachsten Version (Schaltung Bild 1) eine Sperr- bzw. Blockierdiode eingesetzt. In den beiden anderen Schaltungen ist die Diode durch einen SIPMOS-Transistor ersetzt, womit die von Solarpaneel gelieferte Energie besser genutzt wird.

Um die Lebensdauer des Akkus zu verlängern, wird die Zellenspannung des zu ladenden Akkus auf maximal 2,23 V begrenzt, also auf 13,38 V für den gesamten 12-V-Akku. Solange die Zellenspannungen niedriger sind, wird der Akku mit dem maximalen Strom geladen, den das Solarpaneel liefern kann. Das Paneel fungiert in dieser

Situation als Konstantstromquelle.

Eine konstante Ladespannung wird geliefert, sobald die eingestellte maximale Klemmspannung des Akkus erreicht ist. In dieser Situation liefert der Laderegler nur so viel Strom, daß die Akkuladung erhalten bleibt.

In allen drei Schaltungen wird der SIPMOS-Transistor BUZ11 als Regler verwendet, ein Transistor mit einem extrem geringen Durchlaß-Widerstand: R_{ds} beträgt $40 \text{ m}\Omega$, d. h., es geht hier praktisch keine Solarenergie verloren. Die Leistungsverstärkung dieses SIPMOS-Transistors ist extrem hoch — dies ist wichtig, weil hierdurch die übrige Regelung wenig Steuerleistung liefern muß und folglich auch wenig verbraucht.

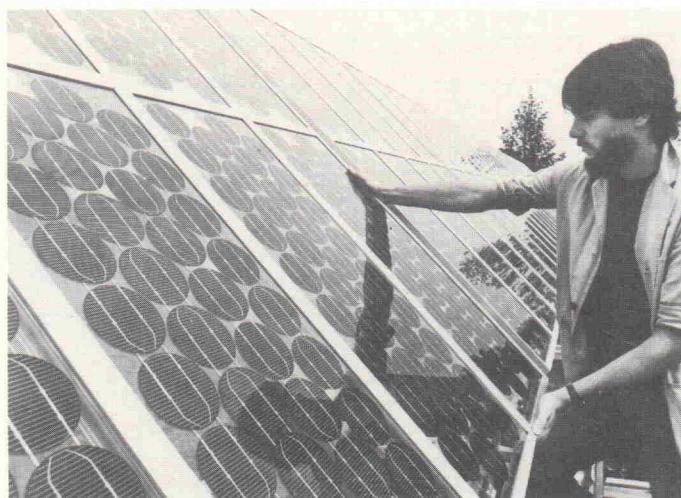
Laderegler mit Sperrdiode in der Ladestromschaltung

In der Schaltung Bild 1 wird eine Sperrdiode D2 verwendet. Diese ist erforderlich, weil beim Regeltransistor T3 zwischen Drain und Source ein Strom in entgegengesetzter Richtung fließen kann. Dank D2 kann also das Solarpaneel nicht in der Nacht heimlich den Akku entladen.

Bei einem maximalen Strom von ca. 2 A, der von dem Solarpaneel geliefert wird, beträgt die Verlustleistung von T3 0,16 W; sie kann im Hinblick auf die Leistungsaufnahme von 1,8 W der Sperrdiode vernachlässigt werden.

Laderegelung bei konstanter Spannung

IC1a dient als Regelverstärker. Hat der Akku die Klemmspannung von 13,38 V erreicht, wird der Ladestrom von T3 heruntergeregt. IC1a vergleicht die Akkuspannung mit der Referenzspannung von D3 und steuert T3 über R8, R9 und T2. Bei Verringerung des Ladestroms von 2 A auf Null ändert sich die Akkusspannung nur um 10 mV. In diesem kleinen Spannungsbereich ist die Regelung stabil und zeigt keine Schwingneigung. Mit P1 wird der Einsatzzpunkt der Stromregelung — Akkusspannung 13,38 V — eingestellt.



Großes Solaraggregat, das aus Paneelen mit je 36 Solarzellen zusammengesetzt ist. Auf ein solches 36er-Paneel beziehen sich die hier besprochenen Laderegler-Schaltungen (Foto: Siemens).

Besondere schaltungs-technische Maßnahmen

Die üblichen Zenerdioden besitzen nicht die für diese Anwendung nötige Temperaturstabilität, darum wird eine 1N823A verwendet. Ihre Spannungsänderung im Temperaturbereich von -25°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ liegt unter 70 mV. Darüber hinaus benötigt diese Diode einen Arbeitsstrom von nur 2 mA.

Ein Schutz des Ladereglers gegen falsche Polung des Akkus oder des Solarpaneels an Ein- und Ausgängen wird durch den Transistor T1 und die Dioden D1 und D4 erreicht.

Um den Zustand der Schaltung anzugeben, kann IC1b, die zweite Einheit des TAE 2453A,

verwendet werden. Dieser OpAmp ist als Vergleicher geschaltet, er steuert die Leuchtdiode D5, wenn die Klemmspannung des Akkus erreicht ist.

Ein 36er-Paneel mit 2,1 A Kurzschlußstrom bei 25°C Umgebungstemperatur erreicht bei 0°C auch unter Vollast (2 A) noch eine Klemmspannung von 19 V. Hieraus ergibt sich die maximale Leistungsaufnahme des Regeltransistors. Die Spannung über dem Transistor beträgt $19\text{ V} - 13,38\text{ V} = 5,62\text{ V}$. Die maximale Verlustleistung beträgt also $5,62\text{ V} \cdot 2\text{ A} = 11,24\text{ W}$. Diese Wärmeleitung muß über ein Kühlblech abgeführt werden (R_{th} des Kühlblechs 8 K/W).

Durch die Verwendung einer Sperrdiode D2 in der Schaltung

in Bild 1 kommt es zu dem erwähnten beträchtlichen Leistungsverlust von 1,8 W im

Blockieren mit SIPMOS-Transistor

Vollastbetrieb. In Bild 2 ist diese Diode durch einen zweiten SIPMOS-Transistor T4 ersetzt; die Verluste sind jetzt deutlich verringert, und die verfügbare Solarenergie wird besser genutzt.

Gate und Source beider Transistoren sind miteinander verbunden. Der 'falsch geschaltete' Drain-Source-Übergang von T4 ist bei nicht gesteuertem Gate gesperrt, er kann also die Blockierfunktion übernehmen.

Beim Laden werden die Gates angesteuert; T3 und T4 sind dann durchgeschaltet. Der Gesamtwiderstand der beiden durchgeschalteten Transistoren beträgt $2 \cdot 0,04\Omega$, die Verluste betragen demzufolge nur 0,32 W bei einem maximalen Ladestrom von 2 A.

IC1a ist als Vergleicher geschaltet und ermittelt die Spannungspolarität zwischen den Drain-Anschlüssen der beiden Transistoren. Wird die vom Solarpaneel abgegebene Spannung geringer als die Akku-

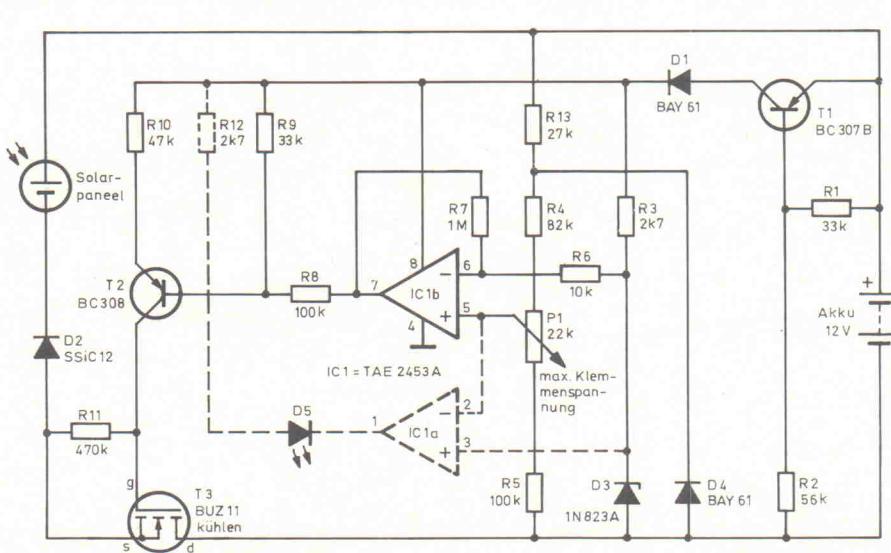


Bild 1. Laderegler für Solarpaneel mit SIPMOS-Transistor (T3) und Blockierdiode (D2).

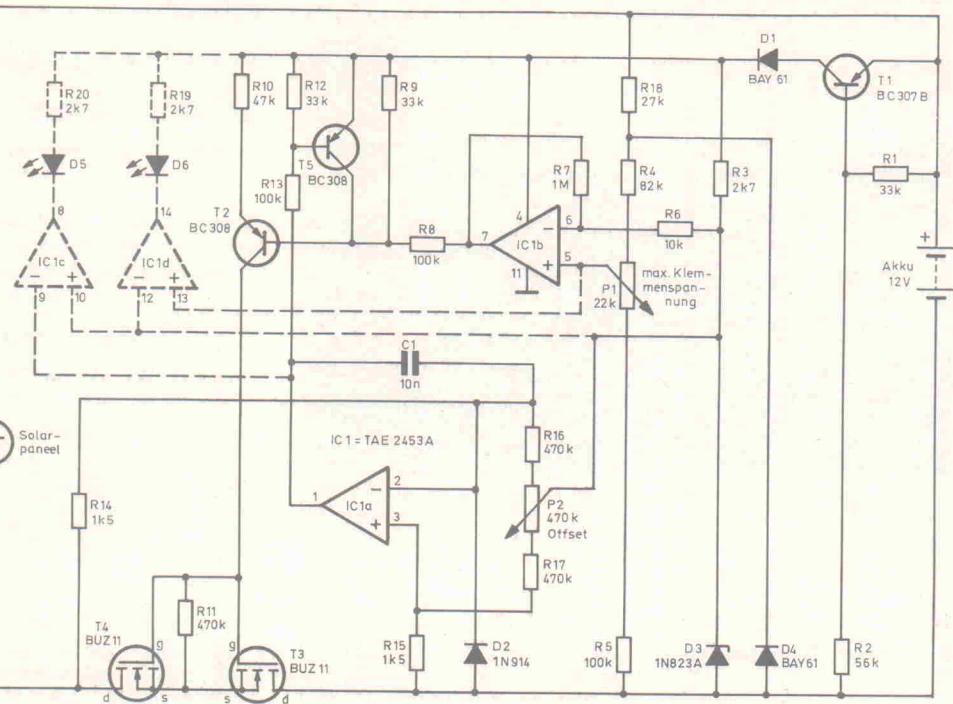


Bild 2. Laderegler mit geringeren Verlusten: SIPMOS-Transistor statt Blockierdiode.

spannung, dann steuert IC1a den Transistor T5 in den Leit-zustand; T2 und die beiden SIPMOS sperren.

Einstellen der Offsetspannung

Der sehr geringe Widerstand eines SIPMOS-Kanals in Durchlaßrichtung bedeutet, daß die Offsetspannung des OpAmps kompensiert werden muß. Bei einer Offsetspannung von -5 mV z. B. fließt bei Unter-spannung des Paneels bereits ein Strom von $5 \text{ mV} : 0,08 \Omega = 62,5 \text{ mA}$ zurück, ohne daß IC1a 'reagiert'. Die Kompensa-tion der Offsetspannung ge-schieht mit Hilfe von P2. Die Einstellung muß so vorgenom-men werden, daß beim Kurz-schließen der Transistoren T3 und T4 (Drain—Drain) der Ausgang von IC1a den Zustand 'low' annimmt.

Zustandsanzeige

Um den Zustand der Schaltung anzuzeigen, können die beiden noch freien OpAmps im TAE 4453A verwendet werden. LED D5 zeigt an, daß ein Lade-strom fließt; LED D6 leuchtet auf, wenn die Klemmenspan-nung des Akkus erreicht ist.

Die Ladeschaltung in Bild 3 be-nötigt keine Offsetkompensa-

tion. Beim Laden werden die Transistoren T3 und T4 mit

Verbesserte Ausführung

Hilfe des CMOS-Clockgenera-tors (N3 und N4 von IC2) in re-

gelmäßigen Abständen von 14 s für jeweils 15 ms gesperrt. In gesperrtem Zustand ermittelt der Vergleicher IC1a die Polari-tät des Potentials über den Transistoren T3 und T4. Zeigt sich, daß die Leerlaufspannung des Solarpaneels geringer als

die Akkuspannung ist, nimmt der Vergleicher den Zustand 'low' an, und die Transistoren bleiben über die nachgeschalte-ten NOR-Gatter N1, N2 sowie über T5 in ihrem gesperrten Zustand. Dieser wird wieder aufgehoben, sobald die Span-nung des Solarpaneels größer als die des Akkus ist. Der Aus-gang von IC1a wird dann 'high', und der Ladevorgang setzt ein.

Durch das extrem geringe Tast-verhältnis von 1:1000 (Impuls-breite zu Periodendauer) geht bei den kurzen Unterbrechun-gen während des Ladens praktisch keine Energie verloren. Diese Schaltung kann wieder-um durch eine Zustandsanzeige wie in Bild 3 erweitert werden.

Erhöhen der Ladekapazität

Mehrere Solarpaneale mit indi-viduellem Laderegler können problemlos denselben Akku aufladen. Unter Berücksichti-gung einiger Grenzdaten kön-nen zur Leistungssteigerung auch mehrere Solarpaneale par-allelgeschaltet und an einen ge-meinsamen Laderegler ange-schlossen werden. Dies gilt für alle drei beschriebenen Schal-tungen.

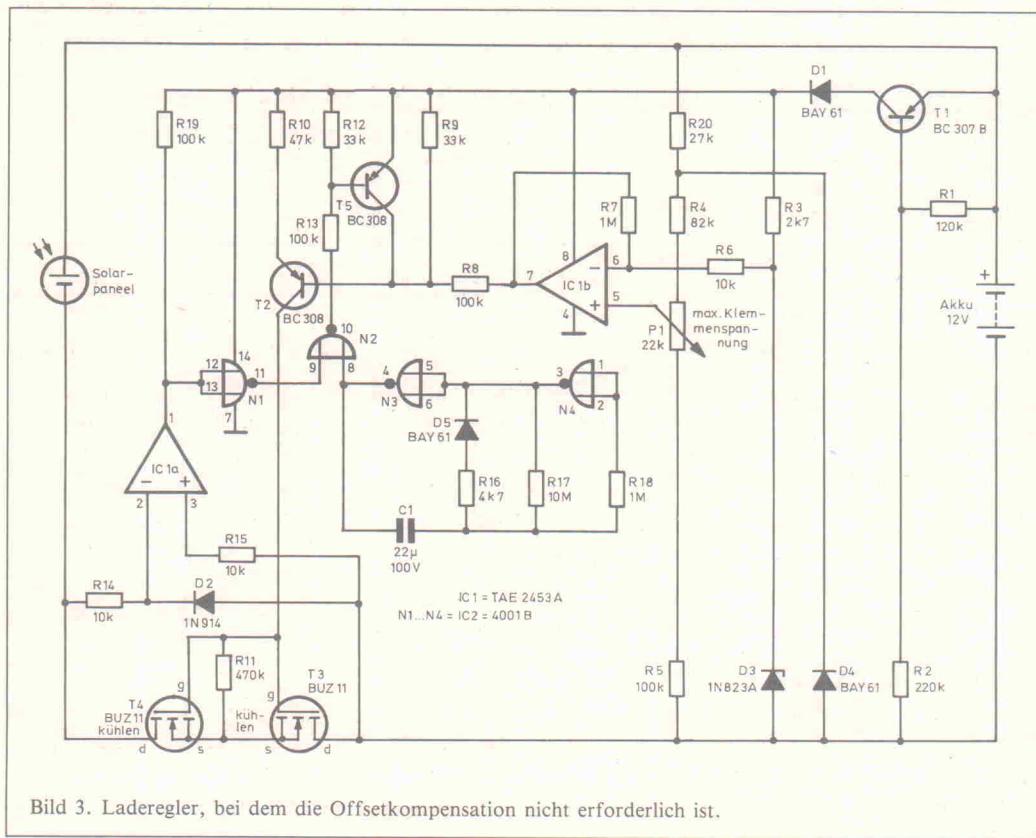
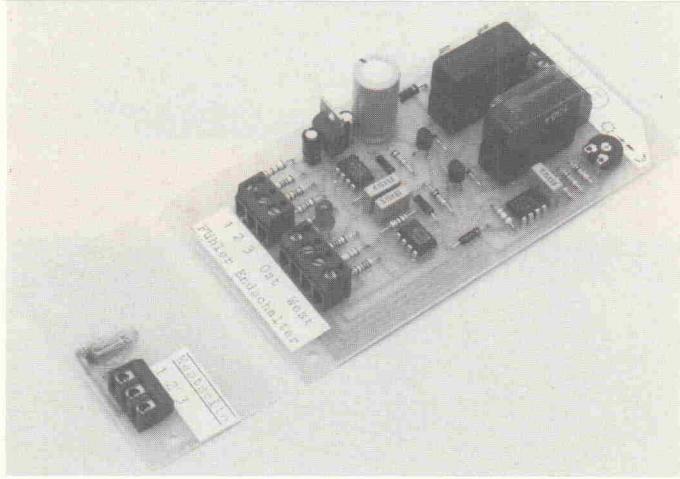


Bild 3. Laderegler, bei dem die Offsetkompensation nicht erforderlich ist.

Die Anlage ins rechte Licht gerückt

Sonnen-Nachlaufsteuerung

Mit einer Sonnen-Nachlaufsteuerung werden Sonnenkollektoren, Solarzellen, Parabolspiegel usw. im Tagesverlauf stetig auf die Sonne oder das diffuse Sonnenlicht ausgerichtet.



Fertig bestückte Platine mit Sonnenfühler.

'Dadurch wird der Energiegewinn gegenüber einer feststehenden Anlage wesentlich verbessert', heißt es in den Unterlagen der Solarfirma Büttcher. Daß ein stets optimal ausgerichteter Solarenergieempfänger mehr 'bringt', steht außer Zweifel. Allerdings dürfte der Energiegewinn stark von der Art des Empfängers und seiner

Geometrie abhängen. Wird, wie im Fall des Parabolspiegels, eine optische Strahlenbündelung vorgesehen, dann ist eine Nachlaufsteuerung natürlich unverzichtbar.

In allen Fällen kommt auf den Anwender eine Menge Arbeit zu. Denn mit der Nachlaufelektronik allein ist es ja nicht ge-

tan: Der Empfänger muß in mindestens einer Ebene dreh- oder schwenkbar sein. Was das an Mechanik bedeutet, wenn z. B. ein 10-m²-Kollektorpaneel wind- und witterfest beweglich installiert werden soll, mag sich jeder selbst aus- oder aufmaßen. Ökonomen sollten daher sehr genau prüfen, ob Zeit und Geld nicht besser in eine zusätzliche Empfängerfläche eines unbeweglichen Systems investiert werden. Für die Nachlaufsteuerung spricht die Tatsache, daß sie in den industriellen Solar-Versuchsanlagen durchweg realisiert ist.

Die hier vorgestellte Schaltung wird als Bausatz für 79,90 D-Mark angeboten.

Motor und Stromversorgung

Dieser Preis gilt für die Schaltung 'SG', die mit 10 V...16 V Gleichspannung betrieben wird und einen 12-V-Gleichstrommotor steuert. 16 D-Mark teurer ist die 220-V-Version, die einen 220-V-Wechselstrommotor (z. B. Heizungsmotor) antreibt. Für kleine oder experimentelle Anlagen erinnert die Fa. Büttcher an Modellbaugetriebe und Scheibenwischermotoren. Die Elektronik steuert den Motor in beiden Drehrichtungen.

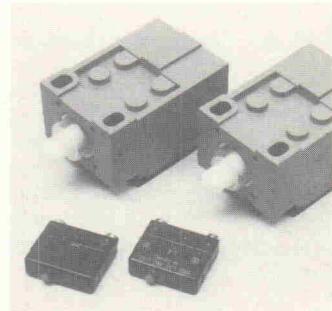
Der Sonnenfühler ist in ein

**elrad-Schaltungsreport
Solartechnik**

wasserfestes Gehäuse mit transparenter Abdeckung einzubauen und auf dem Solarempfänger rechtwinklig zu montieren. Ost- und Westseite

Licht und Schatten

sind gekennzeichnet und dürfen nicht vertauscht werden. Der Fühler besteht aus zwei optisch gegeneinander abgeschirmten LDRs, die in ihrer Empfindlichkeit paarweise aufeinander abgestimmt sind. In 'Zielstellung' des Empfängers werden die LDRs gleich stark



Einfache Endschalter (vorn) und die robuste, wasserfeste Ausführung.

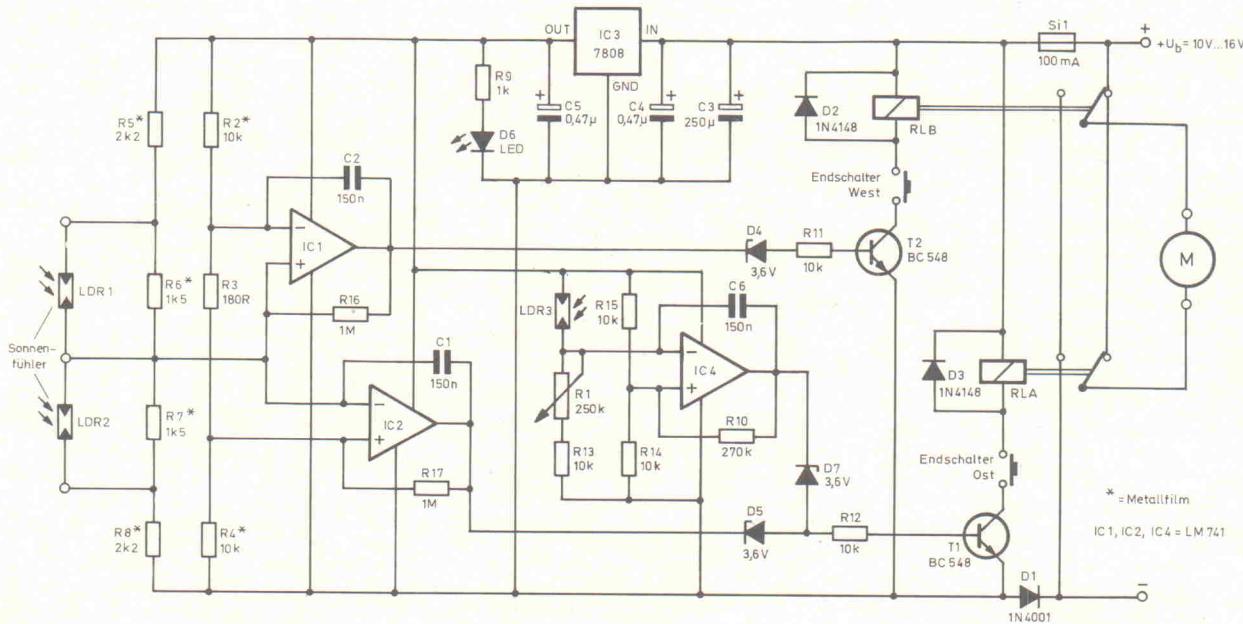
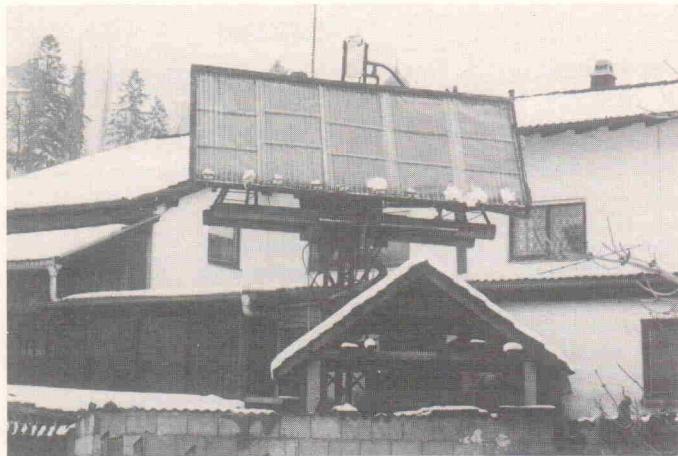


Bild 4. Schaltung einer Sonnen-Nachlaufsteuerung.



beleuchtet, der Motor ist ausgeschaltet. Verändert sich aufgrund der Erdrehung das Beleuchtungsgleichgewicht, schaltet die Steuerelektronik den Motor ein, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist.

Soll der Sonne vom Aufgang bis zum Untergang genau gefolgt werden, werden je eine horizontale und vertikale Sonnenachführung erforderlich. Zwei Sonnenachlaufsteuerungen mit jeweils einem Motor ermöglichen die konsequente Ausrichtung der Anlage auf die Sonne.

Solaranlage im Schnee. Besitzer ist Ferdinand Gruber, Griesbach.

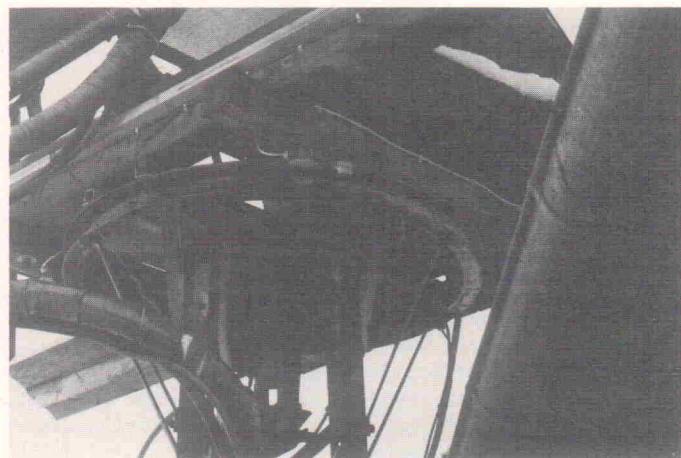
Der mechanische Aufwand für eine Nachlaufsteuerung ist höher als der elektronische (Fotos: F. Gruber).

Tag und Nacht

Zwei Endschalter werden an der Sonnenenergieanlage so angebracht, daß ein Betrieb nur über dem Himmelsabschnitt möglich ist, der von der Sonne durchlaufen werden kann. Die Endschalter verhindern somit ein Rundumlaufen der Anlage.

Ein auf der Platine der Steuerelektronik angebrachter dritter LDR läßt bei Dämmerungseinbruch automatisch den angeschlossenen Motor so laufen, daß sich die Sonnenenergieanlage in Richtung Osten bis zum Endanschlag dreht. Dort bleibt der Empfänger bis zum nächsten Morgen in Wartestellung. Der Dämmerungsschaltpunkt läßt sich mit einem Trimpot in Bereich 50...150 W/m² (Intensität der Sonnenstrahlung) einstellen.

Alle Zubehörteile wie wasserdichte Kunststoffgehäuse mit transparentem Deckel, wasserdichte Endschalter usw. sind ebenfalls lieferbar.



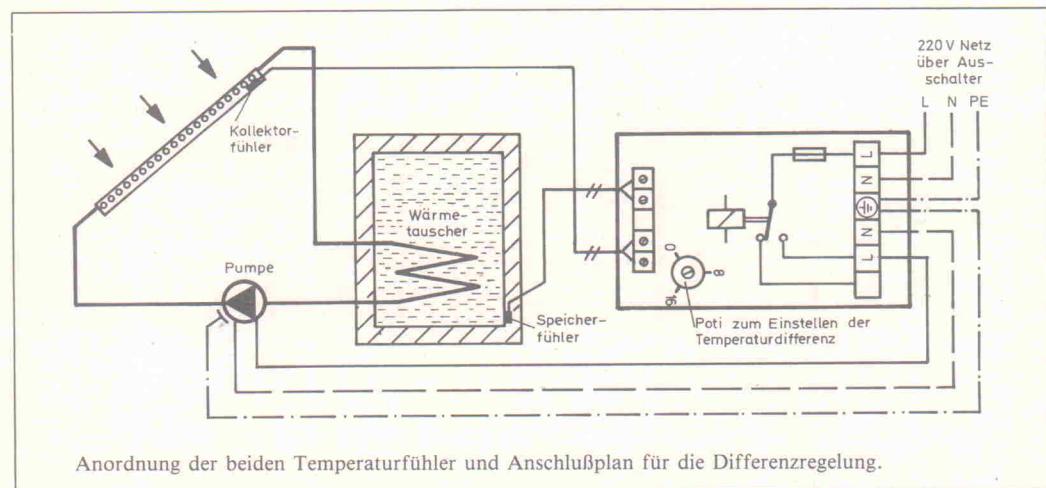
Temperatur-Differenzregelung

Die von Solarkollektoren aufgenommene Wärme wird einem Wärmespeicher zugeführt. Die elektrisch getriebene Flüssigkeitspumpe soll nur bei ausreichendem Energieangebot laufen.

Damit eine Solaranlage mit einem äußerst günstigen Wirkungsgrad arbeitet, ist eine

elektronische Temperatur-Differenzregelung zwingend erforderlich. Bei der von Büttcher

angebotenen Regelung werden zwei Anlegefühler jeweils rückseitig am Auslauf der Absorberplatte im Kollektor und am unteren Bereich des Wärmespeichers angebracht. Eine Wärmeleitungspaste begünstigt die Wärmeübertragung zu den Fühlern. Die Fühlerzuleitungen



**Anschriften Solartechnik
(Auswahl)**

Ruth Büttcher
Elektronische Baugruppen
Am Schelprieth 6
3101 Lachendorf

Sanfte Energie GmbH
Am Elmenbruch
3257 Springe-Eldagsen

Jäger Solartechnik
Eisenbüttelerstraße 13
3300 Braunschweig

Wagner & Co GmbH
Solarenergiertechnik
Afföllerstr. 3
3550 Marburg

Robert Pfennig
Gut Schwaige 97
8130 Leutstetten

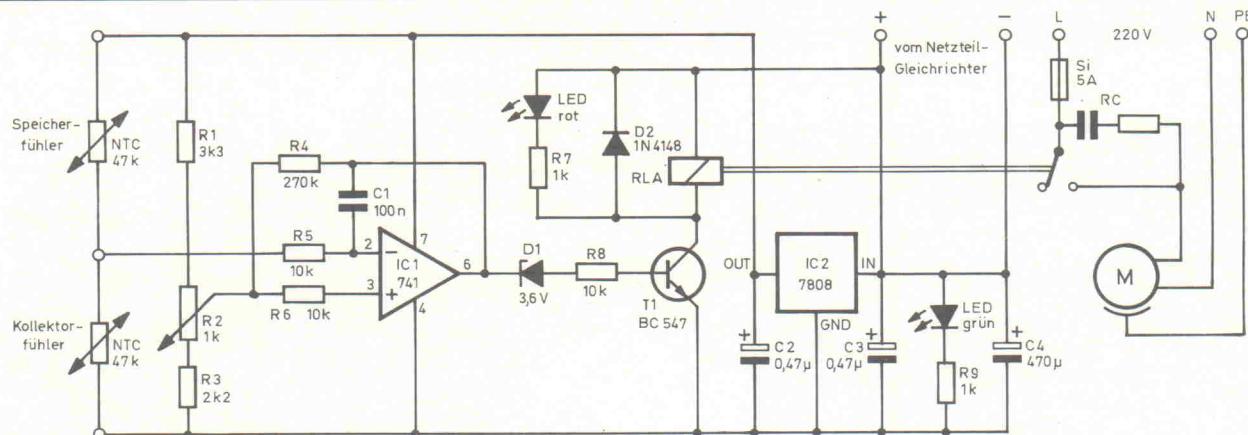


Bild 5. Schaltung für eine Temperatur-Differenzregelung.

werden mit zweiadrigen Leitungen hergestellt und lassen sich beliebig verlängern.

Über die beiden Sensoren vergleicht die Temperatur-Differenzregelung (Bild 5) die Temperatur des Sonnenkollektors mit der Temperatur im Speicher. Die Umlözpumpe wird

von der Regelung dann eingeschaltet, wenn die Kollektortemperatur zwischen 0 °C – 16 °C (per Trimpot einstellbar) größer als die Temperatur im Speicher ist. Bei Unterschreiten der eingestellten Differenztemperatur um ca. 2 °C wird die angeschlossene Pumpe ausgeschaltet.

Die Schaltung ist auch für Heizsysteme verwendbar, bei denen durch Temperaturdifferenzen Schaltvorgänge ausgelöst werden sollen, z. B. Wärmeleitung—Heizkessel, Kaminfeuerungsanlage—Heizkessel, Heizkessel mit Öl oder Gasbrenner—Heizkessel für feste Brennstoffe. Die Regelung ist

mit einem Relais-Umschaltkontakt ausgerüstet und somit auch für Ein-, Aus- und Umschaltzwecke bei Über- und Unterschreiten der eingestellten Differenztemperatur geeignet. Die vollständige Schaltung wird als Bausatz für 39,90 D-Mark angeboten.

Kleines solartechnisches Lexikon *)

Absorber: Schwarz oder selektiv beschichtete Fläche, die Sonnenstrahlen absorbiert, in Wärme umwandelt und diese auf das Arbeitsmedium überträgt.

Arbeitsmedium: Flüssigkeit oder Gas – meist Wasser mit Zusätzen (Frostschutzmittel, Korrosionsschutz) oder Luft – die zum Wärmetransport zwischen Kollektor und Speicher oder Speicher und Verbraucher dienen.

Globalstrahlung: Die Summe aus direkter, auf die Erdoberfläche treffende Sonneneinstrahlung, wie sie bei klarem Himmel gegeben ist und indirekter oder diffuser Strahlung, die bei Bewölkung oder Dunst durch Streulicht entsteht. Die Globalstrahlung schwankt bei uns von 50 Watt/m² bei nebligem Wetter im Winter bis zu 1000 Watt/m² und mehr bei klarem Himmel im Sommer.

Kaskadenspeicher: Mehrere Wärmespeicher werden so miteinander verbunden, daß sie nach dem Überlauf- oder Kaskadenprinzip nacheinander aufgeladen und entladen werden können. Dadurch lassen sich unterschiedliche Temperaturen aus den Kollektoren besser nutzen und auch die Verbraucher mit gleichmäßigeren Temperaturen versorgen. Ähnlich arbeiten auch Mehrzonen speicher, welche die natürliche Temperaturschichtung ausnutzen.

Kollektor: Einrichtung, um Sonnenstrahlen „einzufangen“ und in Wärme umzuwandeln. Flachkollektoren sammeln die Sonnenstrahlen breitflächig, konzentrierende Kollektoren bündeln sie, meist mit Spiegeln, die dem Sonnengang mechanisch nachgeführt werden.

Kollektorkirkungsgrad: Derjenige Prozentsatz der Globalstrahlung, den der optimal installierte und zur Strahlungsrichtung angeordnete Kollektor bei bestimmten Bedingungen (Außentemperatur, Wind) und in Abhängigkeit von der Arbeitstemperatur in nutzbare Wärme umwandelt. Normale Flachkollektoren haben gute Wirkungsgrade bis etwa 60 °C. Bei höheren Temperaturen über 100 °C haben konzentrierende Kollektoren bessere Wirkungsgrade.

Latentspeicher: In Entwicklung befindliches Wärmespeichersystem mit Zukunft, bei dem die Schmelzwärme von Salzen ausgenutzt wird. Wärmezuführung und -abgabe können in einem großen Bereich ohne wesentliche Veränderung des Temperaturniveaus erfolgen ähnlich wie z. B. beim Schmelzen von Eis bzw. beim Gefrieren von Wasser.

Leerlauftemperatur: Temperatur, auf die sich ein Absorber erhitzt, wenn bei intensivster Sonneneinstrahlung keine Wärme abgeführt wird.

Platine: Plattenartiger Absorber eines Flachkollektors. Eine Rollbondplatine ist ein für Großserienherstellung geeigneter Absorber aus Aluminium.

Selektive Beschichtung: Mit besonderen Verfahren auf Absorber oder Abdeckscheibe gebrachte Schichten, die Sonnenstrahlen gut absorbieren bzw. hindrücken, aber die Rückstrahlung und damit Wärmeverluste verringern. Sie bringen viel, vor allem im Winter, sind aber noch teuer.

Solarspeicher: Für die besonderen Bedingungen der Sonnenenergenutzung konstruierter und betriebener Wärmespeicher.

Strahlungsintensität: Die Strahlungsleistung der Sonne, in Watt/m² gemessen.

Wärmetauscher: Überträgt ähnlich wie ein Autokühler oder Heizkörper Wärme zwischen Flüssigkeiten und/oder Gasen, ohne daß diese in direktem Kontakt miteinander stehen und sich vermischen. Es gibt plattenartige und röhrenförmige Wärmetauscher, bei denen die Oberfläche oft durch Rippen vergrößert wird, um den Wärmeübergang zu verbessern.

*) Quelle: top agrar extra „Sonnenenergie“, erschienen im Landwirtschaftsverlag, Postfach 48 02 49, 4400 Münster-Hiltrup. Das Heft gibt einen umfassenden Überblick und kann gegen 8 D-Mark bei der angegebenen Anschrift bezogen werden.

Gittermustergenerator

Th. Westendorff

Manch ein Fernsehtechniker im Außendienst hat sich bestimmt schon gewünscht, mal eben die Bildgeometrie eines Fernsehers überprüfen oder neu einzustellen zu können, auch wenn ein Testbild gerade nicht gesendet wird. Ein Gittermustergenerator — aus der Tasche gezaubert — täte hier nützliche Dienste. Die folgende Bauanleitung beschreibt einen solchen Generator, der zusammengebaut einschließlich Batterie in eine Zigarettenzschachtel passt.

Die Funktion ist ausgesprochen einfach: In fünf integrierten Schaltkreisen werden alle für die Produktion des Video- und des Synchronsignals notwendigen Impulse erzeugt. Für den HF-Generator, der das Gittermuster-Videosignal an den HF-Eingang eines Fernsehgerätes anpaßt, genügt ein Transistor.

Die Grundfrequenz zur Erzeugung der Impulse wird mit Hilfe des 4-MHz-Quarzes in einem als Inverter geschalteten EXOR-Gatter (IC1) hergestellt. Das anschließende NAND-Gatter dient als Inverter lediglich der Verstärkung der 4-MHz-Impulse. Es macht die Flanken etwas stabiler.

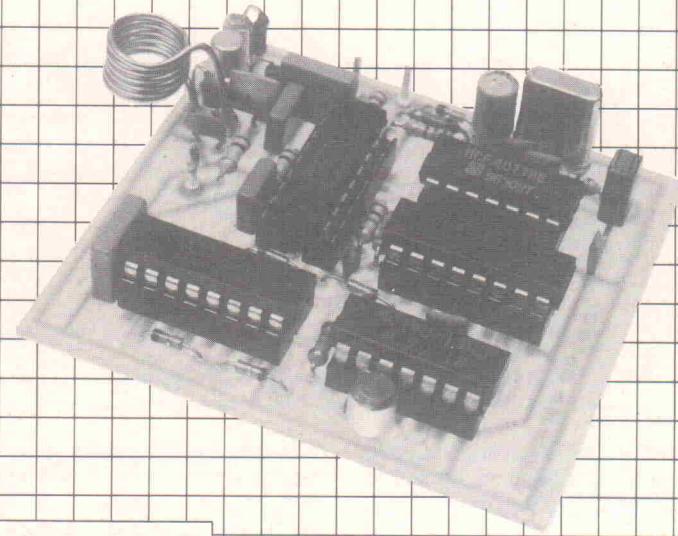
Die eigentlichen Bild- und Synchronfrequenzen werden in den Zählern IC3 und IC4 erzeugt. So liefert der Ausgang 13 von IC3 $4 \text{ MHz} \div (2^8 = 256) = 15,625 \text{ kHz}$, was bekanntlich der Zeilenfrequenz entspricht. Die in Europa von der CCIR geforderte Impulsbreite von $12 \mu\text{s}$ für den horizontalen Synchronimpuls wird in einem der beiden Monoflops von IC5 mit Hilfe des 680-pF-Kondensators und des 12-kOhm-Widerstandes geformt. Am Ausgang 5 (IC3) des ersten Zählers er-

scheint ein 250-kHz-Rechtecksignal, das mit dem nachfolgenden Inverter und dem anschließenden RC-Glied 56 pF/4,7 kOhm in die Impulse umgewandelt wird, die die Strichbreite des Gitters ausmachen und die in einem Abstand von $\frac{1}{250} \text{ kHz} = 4 \mu\text{s}$ aufeinanderfolgen. Auf die Bildfläche umgerechnet, ergeben sie die vertikalen Linien des Gitters.

Am Eingang des zweiten Zählers (IC4) liegt ein Signal mit 62 500 Hz zur Weiterverarbeitung an.

Das vertikale Synchronsignal von 50 Hz wird aus mehreren Ausgangsfrequenzen dieses Zählers gewonnen. Zu diesem Zweck bilden 5 Dioden ein UND-Gatter, dessen Ausgang nach 20 ms den Rücksetzimpuls für Pin 11 des Zählers IC4 freigibt. Ausgang 15 desselben Zählers stellt das Rechtecksignal für das zweite Monoflop in IC5 zur Verfügung, das mit Hilfe des RC-Glieds 4,7 nF/100 kOhm einen annähernd $160 \mu\text{s}$ breiten vertikalen Synchronimpuls erzeugt. Beide Synchronimpulse werden in dem auf das Monoflop folgende EXOR-Glied zum vollständigen Synchronsignal gemischt.

Am Anschluß 4 des Zählers IC4 stehen unter Berücksichtigung der vorzeitigen Rücksetzung dieses Zählers 500 Hz zur Verfügung. Diese Frequenz wird dazu benutzt, in der nachfolgenden Inver-



ter-RC-Kette die horizontalen Linien des Gitters zu erzeugen. Diese werden im vierten UND-Gatter mit den vertikalen Linien vereint und bilden so das Videosignal.

Die folgenden Widerstände dienen dazu, Video- und Synchronsignal annähernd auf die Normpegel zu setzen. Diese sind ja bekanntlich 0,7-V-Video- und 0,3-V-Synchronpegel. Das Gemisch aus beiden wird zuletzt noch mit einer Hochfrequenz moduliert, die bei den angegebenen Werten dem Fernsehkanal 8 entspricht.

In Bild 2 ist der Platinenvordruck für die Schaltung dargestellt.

Pfiffige Bastler können das überzählige UND-Gatter für die umschaltbare Herstellung eines Schachbrettelmusters verwenden, indem sie die den Gittersignalen jeweils vorangehenden Zählerausgänge auf das Gatter schalten. Der Zähler IC3 liefert auch die für die Erstellung eines Farbbalken-Testbildes erforderlichen RGB-Rechtecksignale 15 625 Hz (G), 31 250 Hz (R) und 62 500 Hz (B). Diese müssen lediglich einem Farbmodulator zugeführt werden, wie er zum Beispiel in der Bauanleitung des Terz-Analysers beschrieben ist. □

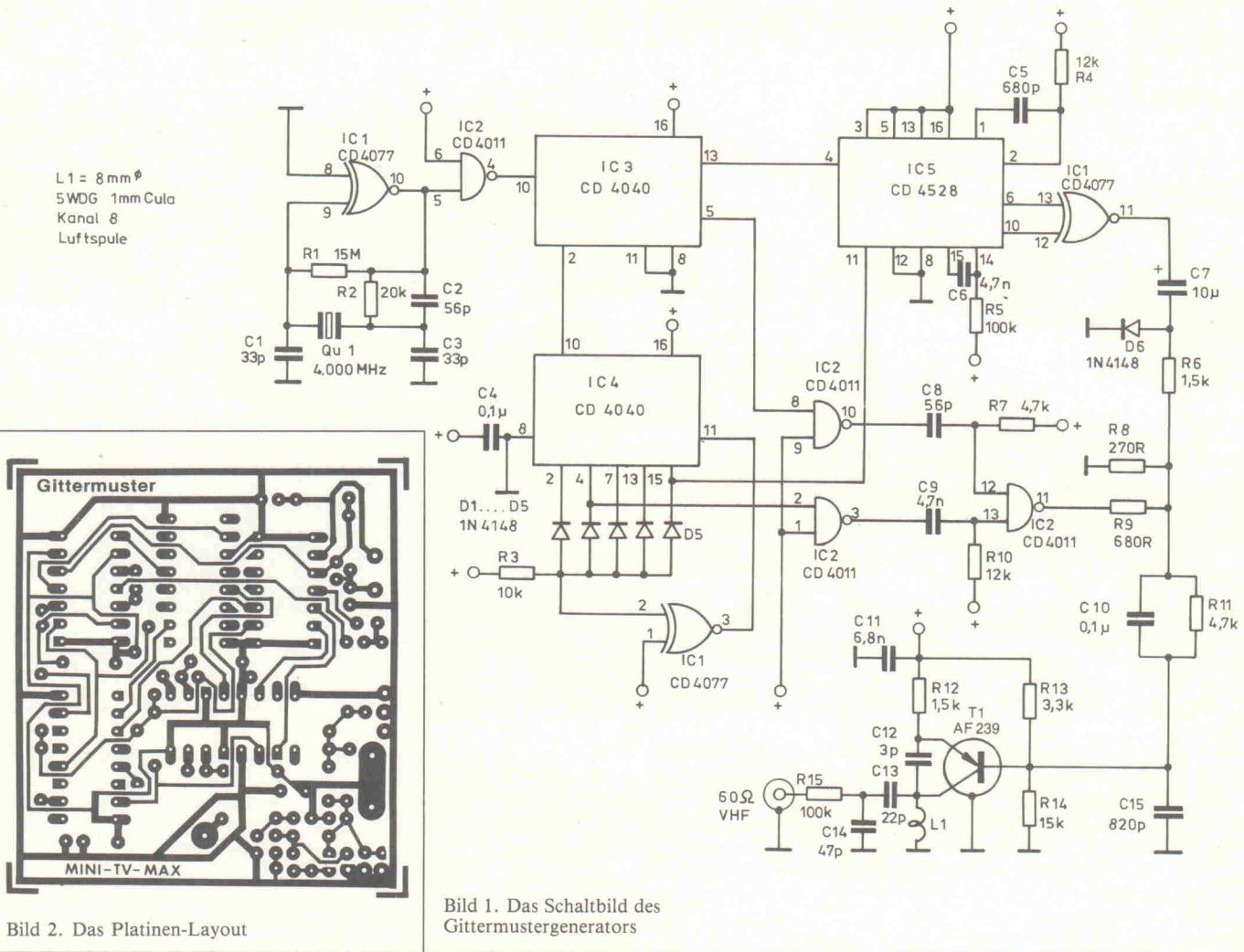


Bild 1. Das Schaltbild des Gittermustergenerators

Bild 2. Das Platinen-Layout

Stückliste

Widerstände 1/8 W, 5 %	
R1	15M
R2	20k
R3	10k
R4	12k
R5	100k
R6	1k5
R7	4k7
R8	270R
R9	680R
R10	12k
R11	4k7
R12	1k5
R13	3k3
R14	15k
R15	100k
Halbleiter	
IC1	4077
IC2	4011
IC3,4	4040
IC5	4528
T1	AF 239
D1...D6	1N4148
Kondensatoren	
C1	33p
C2	56p
C3	33p
C4	0μ1
C5	680p
C6	4n7
C7	10μ/16 V
C8	56p
C9	4n7
C10	0μ1
C11	6n8
C12	3p3
C13	22p
C14	47p
C15	820p
Verschiedenes	
Quarz	4 MHz
L1	Luftspule 8 mm Ø, 5 Wdg., Draht-Ø: 1 mm CuL

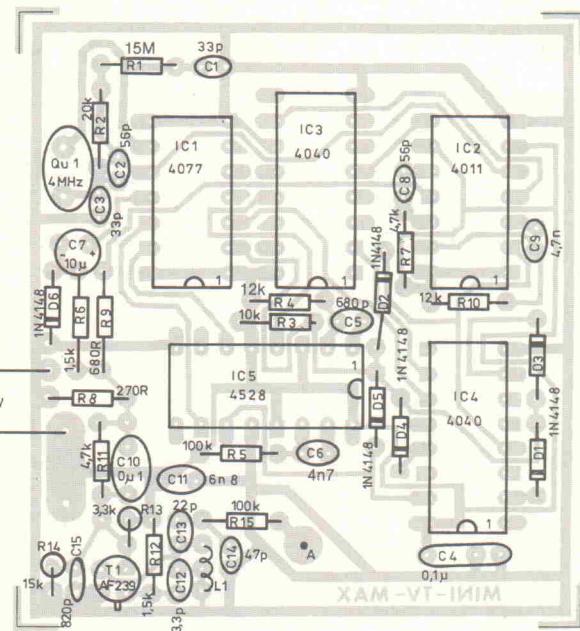


Bild 3. Bestückungsplan

Das elektromagnetische Prinzip

Kleine Ströme 'selbstgebastelt'

P. Röbke

Dem Elektrizitätswerk ein Schnippchen schlagen und den Saft selbst produzieren — wer möchte das nicht? Statt 'Atomkraft — nein danke!' ein fortschrittliches 'E-Werk — nein danke!' aufs Auto kleben und — vielleicht anlässlich der nächsten Strompreiserhöhung — die ganze Wohnung feierlich auf Inselbetrieb schalten zu können — faszinierende Gedanken.

Ansätze, sich aus dem allgegenwärtigen Netz zu befreien, werden heute vielerorts gemacht. Sieht man von Solargeneratoren und der Gewinnung elektrischer Energie aus chemischen Reaktionen ab, so ist immer ein Generator im Spiel. Seine Funktion beruht auf dem elektrodynamischen Prinzip, das hier in Grundlagen und Experimenten vermittelt werden soll.

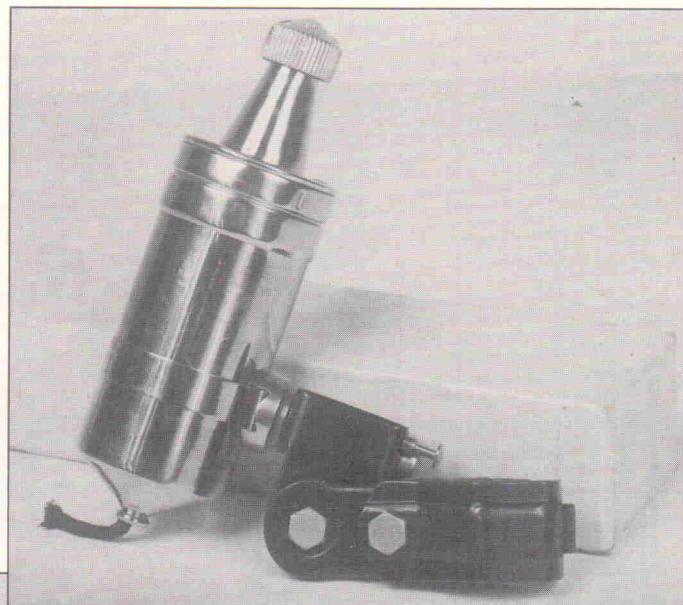


Foto: Bosch-Archiv, Fahrrad-Dynamo Modell 1923.

Wenn das Wort Kraftwerk fällt, denkt jeder an großtechnische Anlagen, riesige Generatoren, vielleicht auch mit Grauen an Harrisburg. Daß aber in fast allen Haushalten mehrere Miniaturkraftwerke zu finden sind, fällt nur wenigen ein: Mikrofon und Tonabnehmer beim Plattenspieler z. B. funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie unser E-Werk.

Experiment: Strom selbstgemacht

Machen Sie doch einmal folgenden Versuch: Wickeln Sie 10 m ... 15 m Kupferlackdraht zu einer Spule auf. (Als Wickelkörper eignet sich eine leere Bierflasche hervorragend.) Nehmen Sie die Spule ab und umwickeln Sie sie mit etwas Klebeband, so daß sie nicht gleich auseinanderfällt. Nun schließen Sie an die beiden freien Spulenenden ein Vielfachmeßinstrument im ca. 1-mA-Gleichstrombereich an (Bild 1). Nehmen Sie jetzt einen Magneten in die Hand, stecken Sie ihn in eine der beiden Öffnungen der Spule hinein und ziehen Sie ihn dann wieder heraus. Den Vorgang wiederholen Sie öfters. Dabei werden Sie am In-

strument Ausschläge in positiver und negativer Richtung feststellen können. Die Stärke der Ausschläge hängt von der Stärke und der Polarisierungsrichtung des Magneten, der Anzahl der Drahtwindungen und der Bewegungsgeschwindigkeit des Magneten ab.

Sie haben also Strom erzeugt, wie die Ausschläge am Meßinstrument eindeutig belegen. Dabei wurden die Basislemente Magnetfeld, Leiter (Spule) und Bewegung so kombiniert, daß ein Stromfluß entstand (Altmeister Siemens wäre stolz

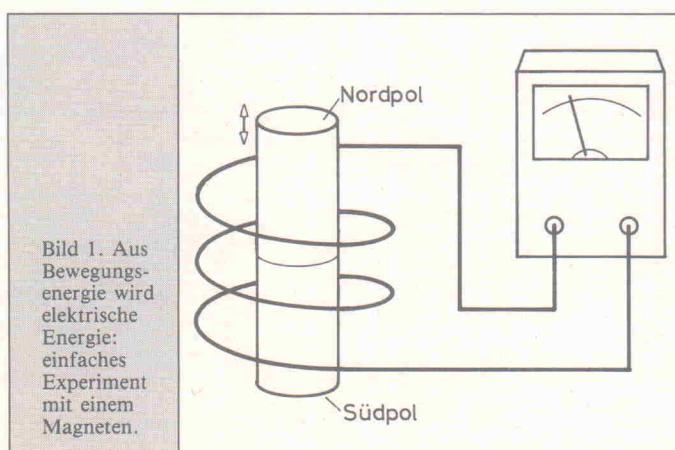
auf Sie!). Das ganze Verfahren läßt sich im übrigen auch umkehren: Wenn Sie einen freibeweglichen Magneten, z. B. eine Kompaßnadel, vor die Spule stellen und dann eine 9-V-Batterie an die Spule anschließen, wird die Nadel in eine bestimmte Richtung abgelenkt, d. h. auf sie wird eine Kraft ausgeübt.

Ein weiteres typisches Beispiel für den Zusammenhang von Magnetfeld, Leiterschleife, Kraft und Strom ist das dynamische Mikrofon. Starr mit der Membrane verbunden ist eine Leiterschleife (Tauchspule), die

sich im Feld (genauer: im Luftsput) eines Magneten befindet. Wenn eine Kraft auf die Membrane einwirkt (Schallwellen), bewegt sich die Leiterschleife im Magnetfeld hin und her. Damit sind die klassischen Generatorbedingungen erfüllt, und aus der Leiterschleife kann ein Strom entnommen werden. Dieser wird anschließend verstärkt und als Schall über die Lautsprecher abgegeben.

Umgekehrt kann auch das dynamische Mikrofon an den Lautsprecherausgang eines Radios angeschlossen werden. Dann fließt ein Strom durch die Spule und erzeugt eine Kraft, die über die Membran als Schall abgegeben wird. Drehen Sie die Lautstärke aber nicht zu weit auf — sonst hat Ihr Mikrofon bald nur noch Erinnerungswert. Wir sehen also, daß zur Wandlung der Energieform 'Kraft' (genauer: kinetische Energie) in die Energieform 'Elektrizität' oder umgekehrt vier Dinge beteiligt sind:

1. Ein Stromleiter (Spule) im weitesten Sinne.
2. Ein Magnetfeld (Permanentmagnet oder Elektromagnet).



- Eine Bewegung, die durch eine mechanische Krafteinwirkung entsteht. Dabei ist es gleichgültig, ob z. B. der Magnet bewegt wird und die Spule feststeht oder ob der Magnet feststeht und die Spule bewegt wird.
- Ein Strom. Dieser ist beim Generatorbetrieb die Wirkung oder im Motorbetrieb die Ursache der mechanischen Kraft.

Nach diesem theoretischen Höhenflug wieder in die Gefilde der Praxis.

Gleichstrommaschinen

Betrachten wir das Prinzip eines Gleichstromgenerators, Bild 2. Dabei befindet sich eine Leiterschleife, die in diesem Fall aus nur einer Drahtwindung besteht, im Magnetfeld eines Permanentmagneten. Die

werden senkrecht geschnitten, es wird eine Spannung in die Leiterschleife 'induziert'. Übrigens: Diese Feldlinien eines Magneten lassen sich zwar wunderschön berechnen und auch anschaulich, z. B. mit Eisenspänen, darstellen, aber ohne Hilfsmittel oder Meßinstrumente kann man sie weder spüren noch anfassen.

Das Wesen oder die eigentliche Ursache des Magnetismus ist bis heute ein Geheimnis geblieben. Selbst Genies wie Einstein haben sich an einer allgemeinen Theorie über den Magnetismus die Zähne ausgebissen.

Doch nun zurück zu unserer Leiterschleife, die sich im Magnetfeld weiterdreht. Inzwischen ist sie über den Punkt der maximalen Felddichte in der Mitte des Magneten hinausgedreht und kommt in den Bereich, wo die Feldstärke des

Wenn diese Pol-Wende-Schaltung nicht vorhanden wäre, würde die induzierte Spannung in die umgekehrte Richtung ansteigen, und wir hätten einen Wechselstromgenerator vor uns.

Erinnern Sie sich an den ersten Versuch mit der Drahtspule: Wenn Sie den Magneten auf die Spule zubewegen, ergibt sich ein festgelegter Zeigerausschlag — positiv oder negativ, je nachdem, wie Spule, Meßgeräte und Magnet angeordnet sind. Wenn der Magnet aber von der Spule weg bewegt wird, ergibt sich — unter sonst gleichen Versuchsbedingungen — ein umgekehrter Ausschlag des Instruments. Man benötigt also diesen Polwender, damit immer die sich in Richtung Nordpol bewegende Hälfte der Leiterschleife mit Plus und die andere Hälfte mit Minus verbunden sind. Mit diesem Generatormodell lässt sich also ein Strom erzeugen, der von Null auf einen positiven Höchstwert ansteigt, dann wieder auf Null abfällt und erneut auf einen positiven Höchstwert ansteigt. Aus der Drehbewegung leitet sich ein sinusförmiger Verlauf der induzierten Spannung ab, bei dem die (untere) negative Hälfte 'nach oben geklappt' wurde.

Dieser Spannungsverlauf ist natürlich längst aus Netzeilen mit Einweg-Gleichrichtung bekannt. Die Bezeichnung lautet pulsierende Gleichspannung. Weder Fisch noch Fleisch — sprich: weder Gleichstrom noch Wechselstrom. Mit diesem Generator ist natürlich kein Staat zu machen. Man muß sich also etwas einfallen lassen, um sich einer idealen Kurvenform anzunähern. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, mehrere voneinander getrennte Leiterschleifen auf dem Rotor (Läufer) anzubringen und die Anschlüsse an getrennten Kommutator-Segmenten festzulöten. Damit erreicht man, daß sich immer eine Leiterschleife im Bereich des maximalen Magnetfeldes befindet und demnach auch maximale

Spannung liefert. Sobald diese Schleife den Bereich des maximalen Feldes verläßt, wird die nächste Schleife mit den Büsten verbunden. Je mehr Rotorwicklungen ein Generator hat, desto 'glatter' ist also auch die Gleichspannung, die er liefert. Diese Generator-'Konstruktion' kommt den existierenden Modellen schon recht nahe.

Recht lehrreich ist noch folgender Versuch: Verbinden Sie zwei möglichst gleiche Gleichstrommotoren an ihren Wellenenden, z. B. mit einem Achsverlängerungsstück, und befestigen Sie die Motoren auf dem Arbeitstisch. An den einen schließen Sie ein stabilisiertes Netzteil an (Ein entsprechender Akkusatz tut es auch.) und an den anderen Motor einen Lastwiderstand — z. B. in Form von Glühlämpchen (Bild 3). Die eine Maschine betreiben wir nun als Motor und die andere als Generator. Wenn wir die Last am Generator — durch Zuschalten zusätzlicher Glühlämpchen — verändern, so passt dreierlei: Einmal nimmt der Krafterzeuger (Motor) mehr Strom auf, da ihm mehr Leistung ($P = U \cdot I$) entnommen wird, und zum anderen sinken die Drehzahl und die erzeugte Spannung. Um die Zusammenhänge genau zu erfassen, müßte man alle Eingangsdaten (Strom, Spannung, Drehzahl, magnetischer Fluß) und alle Ausgangsdaten über die Lastbedingungen in Diagrammen aufzeichnen. Das wollen wir aber lieber den Elektrotechnik-Studenten an den Universitäten überlassen. Hier ist nur wichtig, daß eine Laständerung eine Drehzahländerung und eine Spannungsänderung zur Folge hat.

Eigentlich könnten wir an diesem Punkt zu den Wechselstrommaschinen übergehen, weil das Folgende für beide Maschinentypen gilt, aber der Gleichstrom dürfte für den Einsteiger in dieses Gebiet einfacher zu durchschauen sein.

Eine wichtige Forderung an ein

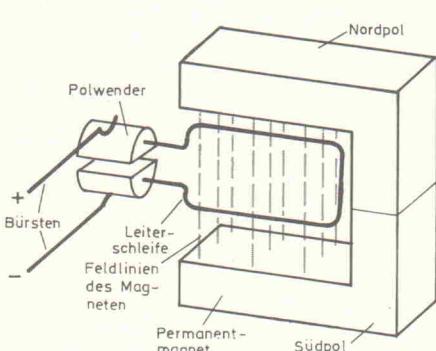


Bild 2. Prinzip des Gleichstromgenerators.

Spulenanschlüsse sind mit einem sogenannten Polwender oder Kommutator verbunden. Auf diesen drücken Schleifkontakte oder sogenannte 'Bürsten', über die der erzeugte Strom abgenommen wird. Die beiden Hälften des Polwenders sind voneinander isoliert. Da der Polwender fest mit der Spule verbunden ist, bewegt er sich mit der Leiterschleife; die Bürsten hingegen sind von außen fest montiert und verändern ihre Position nicht. Wenn jetzt die Leiterschleife von einer von außen einwirkenden Kraft gedreht wird, so taucht sie in das Kraftfeld des Magneten ein. Bei einer andauernden Drehbewegung sind wieder die klassischen Generatorbedingungen erfüllt: Magnetfeld, Bewegung und Leiterschleife sind vorhanden. Damit kann über die Bürsten ein Strom entnommen werden. Der Fachmann sagt, die Feldlinien des Magneten

Magneten nicht mehr so stark ist. Damit nimmt auch die induzierte Spannung ab. Das geht bis zu dem Punkt, an dem die Schleife die Richtung der Feldlinien erreicht. Diese werden also nicht mehr geschnitten. Damit sind die Generatorbedingungen nicht mehr erfüllt, und die induzierte Spannung sinkt auf Null. In diesem Moment wechselt die Kontaktfläche unter der Bürste, und der nun auf den Nordpol zulaufende Leiterteil ist wieder mit der Plus-Bürste verbunden. Damit beginnt das Spiel von neuem.

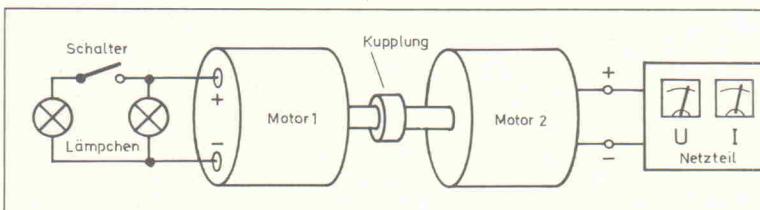


Bild 3. Experiment: Motor als Generator.

Das elektromagnetische Prinzip

Stromversorgungsnetz ist die Spannungskonstanz, da alle elektrischen Verbraucher für

Das Magnetfeld

eine bestimmte Betriebsspannung konstruiert sind. Wie wir aus unserem letzten Versuch gesehen haben, ändert sich aber die Ausgangsspannung eines Generators bei unterschiedlicher Belastung. Die Ursache ist der innere Widerstand des Generators. Dieser Widerstand besteht aus dem Drahtwiderstand der Rotorwicklung, dem Übergangswiderstand zwischen Polwender und Kohlebürsten u.a.

Um diese Spannungsänderung bei einer Laständerung auszugleichen, müssen wir eine der Größen verändern, die am Generatorprinzip beteiligt sind. Die Drehzahl soll konstant bleiben (damit wir bei den folgenden Erklärungen über den Wechselstromgenerator nicht Schiffbruch erleiden, denn dessen Frequenz muß 'stehen'), die Windungszahl des Rotors kann nicht verändert werden, aber der Strom muß sich ändern können, damit der Forderung nach wechselnder Last Genüge getan wird. Die einzige Größe, die jetzt noch übrigbleibt, ist das magnetische Feld. Bei unseren bisherigen Generatormodellen wurde das Magnetfeld von einem Permanentmagneten erzeugt. Es gibt aber die Möglichkeit, dieses Feld mit einem Elektromagneten zu erzeugen, und zwar dadurch, daß wir durch eine Drahtspule Strom fließen lassen.

Zunächst sei vermerkt, daß jeder Strom, der durch einen Draht fließt, ein Magnetfeld erzeugt (auch wenn der Leiter aus einer Zuleitung zu einer Nachttischlampe besteht!). Dieses ist jedoch normalerweise recht schwach, so daß es nur mit empfindlichen Meßgeräten nachgewiesen werden kann. Dadurch, daß man den Leiter zu einer Spule aufwickelt, konzentriert man das Magnetfeld im Inneren der Spule. Der in dem Bild des Elektromagneten angedeutete Eisenkern — der selbst nicht magnetisch ist — dient ebenfalls dazu, die ma-

Gleichstromgenerator eine konstante Spannung zu erzeugen: Man braucht nämlich nur mit einem veränderlichen Widerstand den Stromfluß im

in der Feldspule überhaupt erst einmal ein Magnetfeld zu erzeugen. Unser 'Krafterzeuger' dreht zwar die Leiterschleife, aber da der Permanentmagnet durch einen Elektromagneten ersetzt wurde, gibt es auch kein Magnetfeld und somit auch keinen Strom. Strom brauchen wir aber, um in unserem Elektromagneten — oder in unserer Feldspule — einen 'primären' Magnetismus erzeugen zu können. Nun, die Väter der E-Technik werden sich wohl manchmal mit Batterien beholfen haben (chemische Stromerzeugung), wir aber können das eleganter lösen.

Wir treiben mit dem Krafterzeuger einfach zwei Generatoren an. Der eine erzeugt Gleichstrom mit Hilfe von Permanentmagneten (Diese Maschine heißt dann Erregermaschine) und mit dem so erzeugten Strom speisen wir die Feldwicklung unseres Hauptgenerators. Damit sind wir beim heute allgemein üblichen Prinzip der Netz-Stromerzeugung angelangt, bei dem mit einer Erregermaschine der Strom für die Feldspule erzeugt wird.

Wir sehen also, am Anfang der technischen Stromerzeugung steht immer irgendwo ein Per-

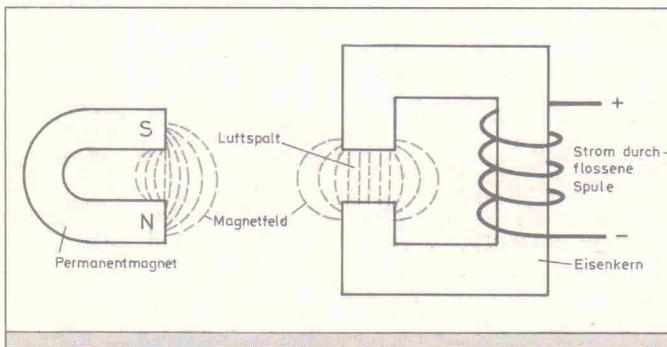


Bild 4. Elektromagnet. Der Eisenkern leitet die Feldlinien dorthin, wo sie gebraucht werden: zum Luftspalt.

gnetischen Feldlinien zu konzentrieren und sie an die Stelle zu leiten, wo sie gebraucht werden: den Luftspalt (Bild 4).

Die Stärke des im Luftspalt wirksamen Magnetfeldes ist abhängig vom Strom in der Spule und von der Anzahl der Windungen: Je mehr Strom und je mehr Windungen, desto 'mehr' Magnetfeld wird erzeugt.

So, nun können wir den Elektromagneten in unseren Gleichstromgenerator einbauen. Da-

Elektromagneten den veränderlichen Lastbedingungen des Generators anzupassen, und schon 'steht' die Spannung. Bei starker Last wird das Magnetfeld verstärkt, indem man den Steuerwiderstand verringert und umgekehrt. Die fixen Denker werden aber gleich einen Einwand haben: Wie war denn das für die Pioniere der Elektrotechnik oder für einen Generator im 'Inselbetrieb'? In diesen Fällen stand oder steht kein Strom zur Verfügung, um

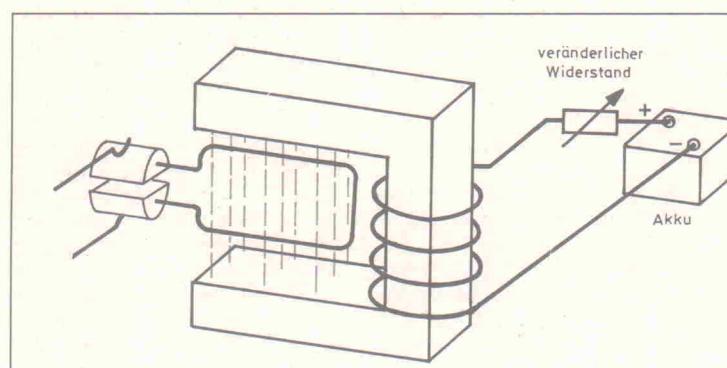


Bild 5. Generator mit Elektromagnet. Die Magnetfeldstärke hängt von der Stromstärke ab ... und ist somit leicht zu beeinflussen.

zu verwandeln wir den Permanentmagneten in einen ganz gewöhnlichen Eisenkern, auf dem wir an geeigneter Stelle die Erregerspule anbringen (Bild 5).

Wenn diese Erregerspule von einem Gleichstrom durchflossen wird, erzeugen wir ein Magnetfeld zwischen den Polen, das dem des Permanentmagneten entspricht. Der entscheidende Unterschied ist jedoch, daß die Stärke des Magnetfeldes von der Stärke des Stroms abhängig ist, der in der Spule fließt. Damit ist eine elegante und einfache Steuermöglichkeit geschaffen, um bei einem

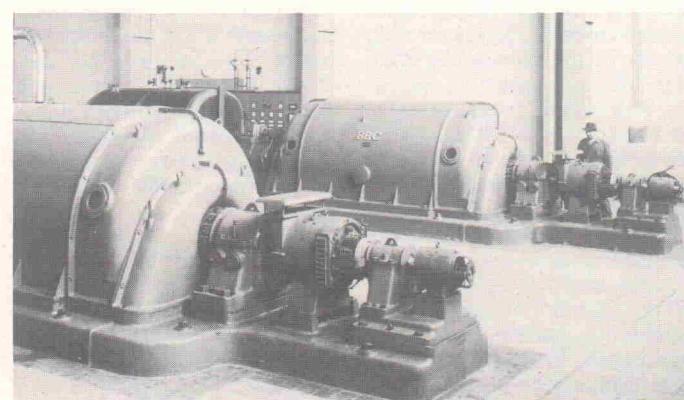


Bild 6. Generator mit großem Haupt- und kleinem Nebenerreger (Foto: BBC/Preußen Elektra).

manentmagnet, ganz so, wie wir es bei unserem ersten Versuch mit der Drahtspule festgestellt hatten.

Unser jetziges Modell — Erregermaschine versorgt Generatormaschine — weist aber noch einige Unbequemlichkeiten auf. So muß ständig jemand in der Nähe des Erregerstromreglers sein, der diesen bei Bedarf, d. h. bei Lastschwankungen, wieder so nachstellt, daß eine konstante Netzspannung erzeugt wird. Das ist nicht nur unbequem, sondern auch ungenau. Diese Aufgabe kann sehr sinnvoll von einem elektrischen oder elektronischen Regelkreis übernommen werden. Dazu wird aus der Netzspannung eine Steuerspannung abgeleitet, die sich mit der Netzspannung ändert (Bild 7). Diese Steuerspannung wird mit einer vorgegebenen Referenzspannung verglichen. Nehmen wir an, daß beim 'Hochfahren' der Maschine von Null auf die Nenndrehzahl die Steuerspannung ansteigt. Dabei gibt der Spannungsvergleicher am Ausgang ein 'H'-Signal ab. Damit ist das Relais angezogen, ein relativ kleiner Widerstand (R_1/R_2) in die Erregerleitung geschaltet, und es kann ein großer Erregerstrom fließen. Wenn die Netzspannung und damit auch die Steuerspannung einen bestimmten Wert übersteigt, schaltet der Komparator auf 'L', und das Relais fällt ab. Damit liegt nur noch R_1 in der Erregerleitung, und es fließt ein kleinerer Erregerstrom. Damit sinkt auch die Netzspannung, bis sie wieder den Wert unterschreitet, bei dem die Steuer-

spannung kleiner als die Referenzspannung ist. Dann schaltet der Komparator wieder auf 'H', und der Vorgang wiederholt sich. Mit dieser Schaltung erreichen wir, daß die Ausgangsspannung zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert hin- und herpendelt. Diese Zwei-Punkt-Regelungen sind einfach aufzubauen und hinreichend genau, um Netzspannungen auf $\pm 10\%$ konstant zu halten.

Das Regelprinzip, das wir eben elektronisch erklärt haben, wurde früher mit elektromechanisch arbeitenden Reglern realisiert. An einem dieser Meisterwerke der Feinmechanikerkunst hat der Autor als Betriebselektriker eines Inselkraftwerkes einige Tage verbracht, nachdem es von unkundiger Hand 'bearbeitet' worden war. Es gab viele Einstellräder, -schrauben, -federn und -öldämpfer; seitdem hat er echten Respekt vor den Vätern der Elektrotechnik, die mit mechanischen Mitteln Regelkreise aufgebaut haben, von denen sich auch die zeitgenössische Elektronik noch manche Scheibe abschneiden kann.

Wechselstrom

Nachdem wir die Gleichstromgeneratoren in allen wesentlichen Teilen erklärt haben, müssen wir uns den schwieriger zu verstehenden Wechselstromgeneratoren zuwenden. Gleichzeitig erfolgt damit ein Schritt von der Theorie zur Praxis, denn Gleichstromnetze gibt es heute nicht mehr.

Der entscheidende Unterschied

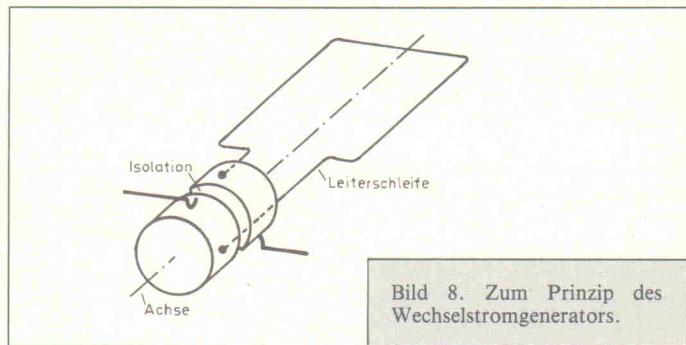


Bild 8. Zum Prinzip des Wechselstromgenerators.

zwischen Gleich- und Wechselstromgeneratoren besteht darin, daß beim Wechselstromgenerator der Polwender fehlt. Schauen wir uns noch einmal unser ursprüngliches Generatormodell an und ersetzen in Gedanken den Polwender durch zwei voneinander isolierte Schleifringe, die jeweils mit dem Anfang und dem Ende der Leiterschleife verbunden sind (Bild 8). Wenn wir diesen Rotor in unseren permanentmagnetisch erregten Generator einbauen, passiert folgendes:

Sobald die Drahtschleife die Feldlinien schneidet, wird eine Spannung erzeugt, die ihren Maximalwert dann hat, wenn das Feld am stärksten ist, wenn also die Feldlinien im rechten Winkel geschnitten werden. Das ist in dem Moment der Fall, wenn die Schleife senkrecht steht. Sobald die Schleife diesen Punkt überschritten hat, werden die Feldlinien nicht mehr rechtwinklig geschnitten, sondern in einem größeren Winkel. Im Extremfall, wenn die Schleife waagerecht steht, bewegt sich die Schleife in der gleichen Richtung wie die Feldlinien. Damit werden keine Feldlinien mehr geschnitten, und die Spannung des Generators ist Null. Nun bewegt sich die Leiterschleife aber weiter und läuft auf einen weiteren Maximalwert zu; nur sieht sie diesmal ein 'umgekehrtes' Magnetfeld. Damit muß auch die Spannung auf einen 'umgekehrten' Maximalwert anwachsen — den negativen Maximalwert.

Wer's nicht glaubt, nehme nochmals den Magneten und die Spule mit einem Vielfachmeßgerät in die Hand. Halten Sie den Magneten so, daß sich ein positiver Ausschlag ergibt, wenn er von der Spule weg bewegt wird. Drehen Sie jetzt den Magneten um 180 Grad und machen Sie mit ihm die gleiche Bewegung. Dabei ergibt sich

ein negativer Ausschlag (was zu beweisen war!).

Bei einer gleichmäßigen Drehbewegung des Generators wird die sinusförmige Wechselspannung erzeugt, die für unser technisches Stromnetz so charakteristisch ist. Je schneller die Drehbewegung der Schleife ist, desto schneller wechseln auch die Minimum- und Maximumdurchgänge der Spannung — man sagt, desto höher ist ihre Frequenz.

Für unsere Breitengrade hat man sich auf eine Frequenz von 50 Hz festgelegt, d. h., daß die Spannung in einer Sekunde fünfzigmal sowohl den positiven als auch den negativen Maximalwert erreicht. Diese Frequenz 'steht' so genau, daß die Drehzahl von vielen Platten Spielern, Tonbandgeräten oder sogar von Uhren damit gesteuert werden kann.

Im praktischen Betrieb tritt auch hier die Erscheinung auf, daß am Generator bei Belastung, d. h., wenn Strom verbraucht wird, die Spannung und die Drehzahl abnehmen. Die Nachregelung der Spannung geschieht genau so wie bei der Gleichstrommaschine über die Nachregulierung des Erregerstroms. Die Korrektur der Drehzahlabweichung kann nur an den kraftzeugenden Maschinen erfolgen: Das Dieselmotoraggregat bekommt mehr Gas, bzw. der Wasserzufluß zur Turbine wird etwas weiter geöffnet, bis die Drehzahl wieder 'stimmt'.

Ein Unterschied zwischen unserem Generatormodell und den real existierenden Ausführungen besteht jedoch in der Anordnung von Rotor und Stator. Bei unserem Modell 'steht' die Feldwicklung fest (daher Stator), und die eigentliche stromerzeugende Wicklung rotiert (daher Rotor). Bei 'richtigen' Generatoren ist das aber gerade umgekehrt. Bei diesen rotiert

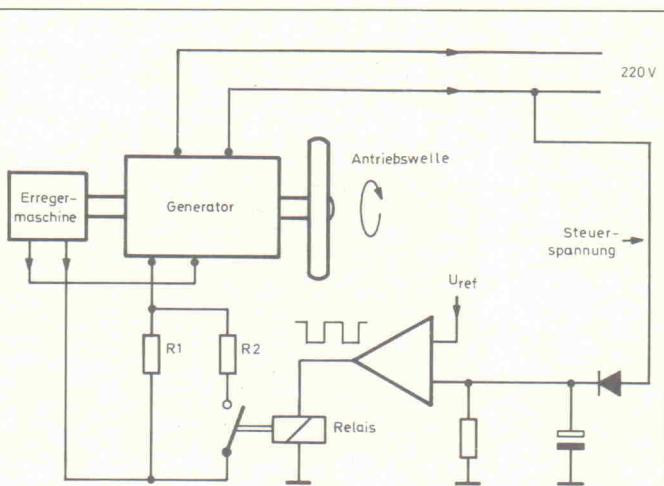


Bild 7. Regelschaltung zur Konstanthaltung der erzeugten Spannung.

Das elektromagnetische Prinzip

das Magnetfeld, und die stromerzeugenden Spulen sind auf die Statorpole aufgewickelt. Der Vorteil liegt auf der Hand: Bei großen Generatoren müßte der Laststrom über Schleifringe und Bürsten geführt werden, und das ist schon bei Strömen von 'nur' 100 A ein recht aufwendiges und störanfälliges Unternehmen.

Bevor wir uns mit zwei zukunftssträchtigen Entwicklungen befassen, sollten wir uns aber noch Gedanken darüber machen, wie man zwei und mehr Wechselstromgeneratoren zusammenschaltet. Bislang galt stillschweigend die Voraussetzung, daß der Generator auf einer Insel steht. Dort könnten wir Netzfrequenz und Spannung in gewissen Grenzen frei wählen, ohne normierte Verbraucher wie Glühlampen oder Rasierapparate zu gefährden. Wenn jedoch zwei Generatoren so zusammengeschaltet werden sollen, daß beide gemeinsam unser Netz versorgen, müssen mehrere strenge Bedingungen erfüllt sein.

Erstens müssen die Generatorspannungen auf wenige Promille übereinstimmen. Schon Spannungsdifferenzen von einigen Volt würden im Moment des Zusammenschaltens gigantische Ausgleichsströme zwischen den Generatoren fließen lassen. Zweitens muß nicht nur die Frequenz der Generatoren übereinstimmen, sondern sogar die Phasenlage dieser Frequenzen. Zur Erklärung schauen wir uns einige charakteristische Punkte des Phasendiagramms an (Bild 9). Dabei sei angenommen, daß wir die Frequenz (und damit die Drehzahl) auf exakt 50 Hz bei beiden Generatoren eingestellt haben, jedoch mit einem geringen Zeitversatz zwischen den beiden Nulldurchgängen (Phasenverschiebung). Nun sehen wir, daß der Generator 1 seinen positiven Maximalwert erreicht, während Generator 2 sich noch auf der positiven, ansteigenden Flanke befindet. Im Moment des Nulldurchgangs der Spannung von Generator 1 hat Generator 2 gerade den Maximalwert überschritten und bewegt sich auf der positiven, absteigenden Flanke auf den Nulldurchgang

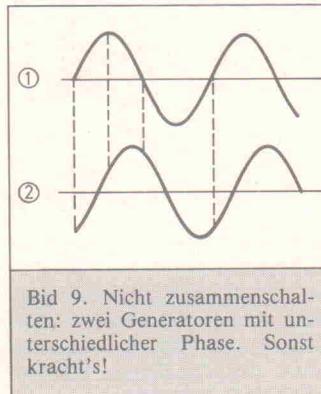


Bild 9. Nicht zusammenschalten: zwei Generatoren mit unterschiedlicher Phase. Sonst kracht's!

zu. Der Zeitversatz bleibt konstant. Würden wir in diesem Moment die Generatoren zusammenschalten, so könnten wir ein echtes 'Feuerwerk' beobachten: In den Generator 1 würde ein Strom hineinfliessen, der von dem Momentanwert der Generatorspannung 2 und dem Innenwiderstand der Generatorenspulen bestimmt würde. Die Folge wäre, daß G1 ruckartig abgebremst würde. So ruckartig geht das aber nicht, da in der Praxis immer einige hundert oder tausend Kilogramm Masse am Rotieren sind; diese wollen erst einmal abgebremst sein. Durch die Rüttelbremse ist aber G1 bald auf eine Drehzahl unterhalb der Phasengleichheit abgebremst worden und läuft nun G2 hinterher. Dadurch wird G2 abgebremst, und das ganze System ist außer 'Tritt' (außer Synchronisation). Mit diesem Ver-

fahren lassen sich übrigens tonnenschwere Generatoren aus ihrer Verankerung lösen! Die Abhilfe? Ganz einfach: Keine komplizierten Meßgeräte wie Mehrkanal-Oszilloskopen usw., sondern eine einfache Glühbirne verwenden, um eine Phasensynchronisation herzustellen. Diese wird zwischen die zu messenden Generatorleitungen geschaltet. Sie zeigt die momentanen Spannungsdifferenzen zwischen den beiden Generatoren an. Nur unter der einzigen Bedingung, daß die momentane Spannungsdifferenz Null ist, verlöscht diese Lampe. In diesem Moment können beide Generatoren gefahrlos parallelgeschaltet werden.

Praktisch sieht das so aus, daß die beiden Maschinen auf gleiche Drehzahl und gleiche Spannung gebracht werden. Nun wird die Synchronlampe beobachtet. Bei einer vorhandenen Phasenverschiebung wird sie entsprechend flackern. Durch kurzezeitiges 'Gasgeben' des einen Generators muß nun erreicht werden, daß der Wechsel von hell auf dunkel möglichst lang ist. In dem Moment, wo die Lampe erlischt, ist Phasensynchronität gegeben, und der Schalter kann betätigt werden.

In Zukunft wieder Gleichstrom?

Wenn man unseren technischen Wechselstrom (50 Hz) über längere Strecken fließen lassen will, tritt ein Problem auf, das uns aus der Nachrichtentechnik bekannt ist: der Schwingkreis.

Jeder Leiter, also auch ein

Hochspannungskabel, hat eine Induktivität und eine Kapazität. Wenn diese Leitung lang genug ist, summieren sich die beiden Werte zu einer Größe, die einen Schwingkreis für 50 Hz entstehen lassen kann. Im Resonanzfall treten stehende Wellen, Reflexionen und andere Erscheinungen auf, die uns aus der Hochfrequenztechnik bekannt sind. Das hätte aber katastrophale Folgen für die Stromverbraucher, da nicht mehr an jedem Punkt der Leitung die gleiche Spannung vorhanden ist. Die kritische Leitungslänge für diese Effekte liegt zwischen 1500 km und 2000 km je nach Leitungsanordnung.

Diese oder größere Entfernungen sind aber erforderlich, um z. B. mit Solarkraftwerken in der Sahara Strom erzeugen zu können, der in Westeuropa verbraucht wird. Die Lösung des Problems heißt Gleichspannung. Am Erzeugerort wird sie mit etwa 500 kV auf die Reise geschickt und am Verbrauchsort über sogenannte Wechselrichter in Wechselspannung umgeformt.

Bei dieser Form des Energietransports treten zumindest keine physikalischen Probleme auf, sondern 'nur' technische Schwierigkeiten, an denen im Moment aber schon gearbeitet wird.

Wir werden also in absehbarer Zeit damit rechnen können, daß unsere Glühlampen durch Strom betrieben werden, der auf einem Teil seines Transportweges die Form hatte, wie ihn unsere Großväter gekannt haben.

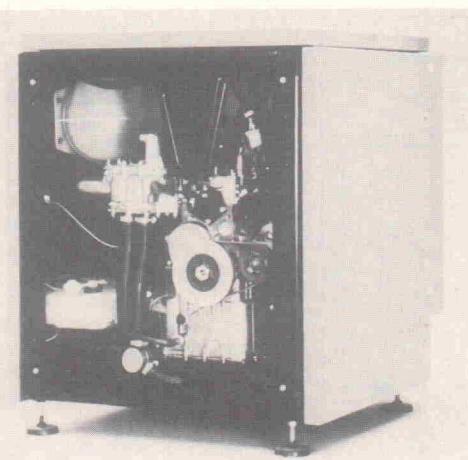


Bild 10. Das Kraft-Wärme-Kopplungsaggregat TO-TEM. Ursprünglich von Fiat entwickelt, wird es heute von der Rotec GmbH in Heilbronn-Biberach vertrieben.

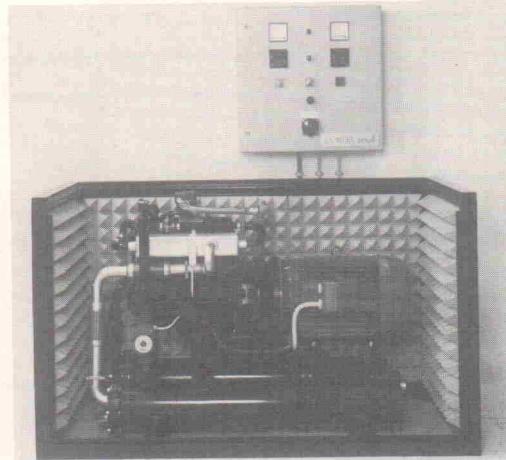


Bild 11. Das Kraft-Wärme-Aggregat von Comuna-Metall, Herford, mißt ca. 2 x 1 x 1 m und ist in ein schallgedämpftes Gehäuse eingebaut. 'Lohnend ab 8 000... 10 000 D-Mark Stromverbrauch jährlich' heißt es dazu.

Generator im Keller oder My home is my island

Der zweite Blick in die Zukunft soll einer Entwicklung gelten, mit der sich Energieversorgungs-Unternehmen und Umweltschützer ('Die Grünen' und Bürgerinitiativen) im Moment stark beschäftigen: die dezentrale Stromerzeugung.

Am Anfang dieser Entwicklung stand das Wissen um den schlechten Wirkungsgrad unse-

§ 3 der AVBELtV vom 21. Juni 1979 (BGBl. I S. 682) stellt klar, daß es dem Kunden nicht verwehrt ist, ganz oder teilweise zur Eigenerzeugung überzugehen.

Durch den Übergang zur Eigenerzeugung wird der Kunde Sonderabnehmer des EVUs (Energie-Versorgungsunternehmen) und hat Anspruch auf Reserve- und/oder Zusatzversorgung im Rahmen des § 6 Abs. 3 Satz des EnWG in Verbindung mit der 5. DVO zum EnWG, insbesondere dem neuen § 6 Abs. 1 Nr. 6, wenn die Eigenerzeugung im Wege rationeller Energieausnutzung erfolgt.

Es ist darauf zu achten, daß Sonderabnehmer mit Eigenerzeugung anderen Sonderabnehmern gleichzustellen sind. Eine Benachteiligung ist im Sinne des durch die IV. Novelle geänderten Kartellgesetzes (§ 103 Absatz 5 Satz Nr. 2 und 3) unzulässig.

rer Kraftwerke: Von 100 kg Steinkohle oder Öl, die im Feuerloch eines Kraftwerks verschwinden, erscheinen nur etwa 33 % als umgewandelte, nutzbare Energie auf der Stromleitung. Der Rest verschwindet zum größten Teil als nicht genutzte Wärme im Schornstein oder im Kühlwasser. Damit belasten wir unsere Flüsse oder unsere Luft. Die Abwärme ist nicht nutzbar, weil Großkraftwerke eben wegen dieser Umweltbelastungen nicht in direkter Nähe von Ballungsgebieten gebaut werden können. Diese Ballungsgebiete wären aber einzig und allein ein rentabler Abnehmer für die Verlustwärme.

Nun kamen einige pfiffige Leute von den 'Grünen' aber auf die Idee, das Prinzip einfach umzudrehen: Wir machen unsere Wärme da, wo sie gebraucht wird — im Haus! Dazu verbrennen wir Erdgas — aber nicht in einem Heizkessel, sondern in einem Automotor. Mit der Kraft, die dabei sozusagen als Verlust abfällt, treiben wir einen Generator an, der Strom ins Netz liefert.

Das praktische Ergebnis dieser Überlegungen ist in Berlin, Hannover und an anderen Orten zu besichtigen. Im Normalbetrieb läßt sich mit dieser Anordnung ein Wirkungsgrad von etwa 80 % erreichen. Wie wird so etwas realisiert?

Man nehme einen Motor vom Fiat 127, kopple ihn mechanisch mit einem Stromgenera-

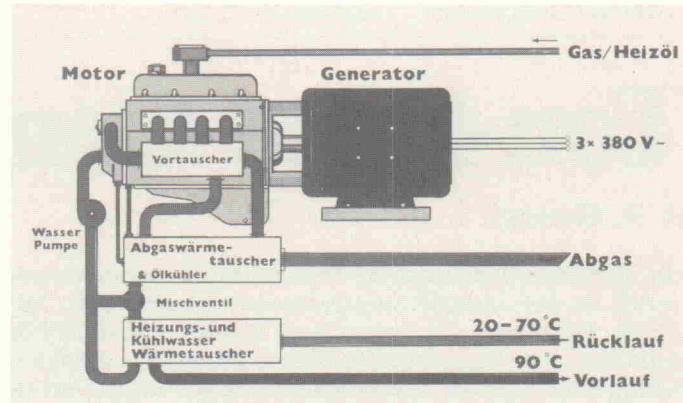


Bild 12. Funktionsschema eines Kraft-Wärme-Aggregates (Bild: Comuna-Metall).

tor, isoliere das Ganze gut gegen Lärm und damit auch gegen Wärmeverlust und schließe zu guter Letzt die Heizungsrohre an den Kühler an.

Dieses Verfahren der Wärme-Kraft-Kopplung ist natürlich nicht ganz so einfach, aber durch den hohen Gesamtwirkungsgrad für die Industrie interessant geworden. So bietet z. B. Fiat einen solchen Kraftblock unter dem Namen TOTEM an, bei dem nur noch Erdgas, Auspuff, Stromableitung und Heizungsrohre angegeschlossen werden müssen.

Probleme gibt es bei diesem Stromerzeugungsverfahren eigentlich nur bei der Frage: Wohin mit dem erzeugten Strom? Die Energieversorgungs-Unternehmen sind zwar durch ein Bundesgerichtsurteil dazu ver-

pflichtet worden, Strom aus der Wärme-Kraft-Kopplung abzunehmen, aber in dem Urteil steht nicht, welcher Preis dafür zu zahlen sei. In Hannover heißt es, daß ein Preisangebot der Stadtwerke von 9,5 Pfennigen je Kilowatt-Stunde gerade einen kostendeckenden Betrieb gewährleisten würde. Damit kann man aber niemanden reizen, sich um die Energieversorgung unseres Landes verdient zu machen. Die Schwierigkeiten, privat erzeugten Strom kostendeckend an das Stromnetz zu verkaufen, lassen sich politisch recht gut, ansonsten jedoch nur schwer verstehen, aber auch hier werden auf längere Sicht Lösungen gefunden werden müssen, da die Öl- und andere Primärenergiepreise mit Sicherheit nicht fallen werden. □

Aktuell • Preiswert • Schnell

MC-Röhrenverstärker inkl. Netzteil	155,90
Röhren-Köpförder-Verstärker	220,00
Schaltnetzteil	77,90
Variometer inkl. Gehäuse	315,00
Wetterstation inkl. Gehäuse / LCD-Display	304,50
Audio-Power-Meter inkl. Meßwerk	108,00
Digitale Dia-Überblendung	104,00
Autotester inkl. Gehäuse / Meßwerk	54,30
Wischer-Interval (Kfz)	36,90
Okolicht	53,00
1/2 Oktav-Equalizer	197,00
Gehäuse mit Frontplatte	135,00
Frequenz-Analysator	155,90
elrad-Jumbo	105,10
Musik-Prozessor	99,70
Echo/Nachhall-Gerät	98,20
Gitarren-Phaser	25,90
Sound-Bender	39,50
Sustain-Fuzz	47,20
Tube-Box	18,40
Kompressor/Begrenzer	43,00
Lautsprechersicherung bis 1500 W	25,00
Stereo-Basisverbreiterung	19,00
Sonderliste: „ElMix-Mischpult“ „IlliMix-Lichtmischer“	gegen Rückporto

elrad-Terz-Analyser

Haupt- und Anzeige inkl. Ringkerntrofo	465,00
Gleichrichter	119,90
Filterbank	399,00
Filterbank-Netzteil	43,00
Vorverstärker — 1	18,00
Vorverstärker — 2	38,50
Rauschgenerator	42,90
Rauschgenerator-Netzteil	21,10
19" Tischgehäuse	3HE Spez.
	190,00
300 W PA inkl. Kühlkörper	145,00
100 W MOSFET-PA	99,90
300 1/2 W MOSFET-PA	137,00
180 W MOSFET PA	158,00
PA-Netzteile und Ringkerntrofos	auf Anfrage
60 W NDFL-Verstärker kompl. (Stereo) Geh.	599,90

Original-elrad-Bausätze mit Garantie

Bausätze dieser Ausgabe auf Anfrage

500 W-MOSFET-PA	★ Spezialbauteile	a. A.
500 W-MOSFET-PA	★ Netzteil und Ringkerntrofo	a. A.
500 W-MOSFET-PA	★ Spez. 19" Sondergehäuse	a. A.
Motorregler bis 750 VA inkl. Gehäuse		39,00
Audio-Design ★ Universeller Vorverstärker		5,50
Audio-Design ★ MC-Vorverstärker		18,50
Speichervorsatz für Oszilloskop ★ Basis		158,00
Zusatzschaltung ★ Steuerungsanzeige		8,90
Zusatzschaltung ★ Schreiberausgang		17,50
Zusatzschaltung ★ 50-kHz-Version		34,50
Zusatzschaltung ★ 200-kHz-Version		a. A.
Hi-Hat/Becken-Synthesizer		47,20
Kapazitätsmeßgerät ★ Direktanzelge		47,00
Tonabnehmer-Vorverstärker inkl. Gehäuse		32,90
Video-Überspielverstärker inkl. Gehäuse		42,00
Treppenricht. ★ Zeitschaltung ohne Taster		29,90
Mini-Mischpult		69,90
Spannungswandler inkl. Meßwerk, 120 VA		122,50
FM-Meßsender		44,20
Einbaufrequenzmesser		119,06
Gitarrenverstärker		34,00

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

Bauteillisten 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, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: DM 7,50 Nachnahme Postscheck Hannover 121 007-305 DM 5,00 Vorkasse, Anfragebeantwortung gegen Rückporto.



Diesselhorst
Elektronik
Blemker Straße 17
4950 Minden

Ton-Burst-Generator

H. J. Heckert

Für ausgedehnte dynamische Messungen an Audiokomponenten ist der normale Sinusgenerator unzureichend. Mit seinem konstanten Ausgangssignal können ausschließlich stationäre, d. h. Messungen im eingeschwungenen Zustand, durchgeführt werden. Um beispielsweise das Impulsverhalten eines Lautsprechers bei plötzlich einsetzenden lauten Passagen ('Dynamikspitzen') labortechnisch erfassen zu können, benötigt man ein 'dynamisches' Testsignal. Als sehr geeignet erweist sich die Verwendung sogenannter 'Ton-Bursts'.

In diesem Beitrag werden wir uns ein wenig mit dieser Meßmethode befassen und ein in jahrelanger Praxis bewährtes Konzept eines passenden Meßsignalgebers beschreiben. Obwohl der Materialaufwand erstaunlich gering ausfällt, zeigt sich das Gerät kompromißlos in der Bedienung: Alle wesentlichen Parameter können stufenlos und unabhängig voneinander eingestellt werden. Als 'Nebenprodukt' fällt hierbei ein ganz 'normaler' Sinusgenerator an, der mit einem einzigen Potentiometer über den gesamten Tonbereich abgestimmt werden kann.

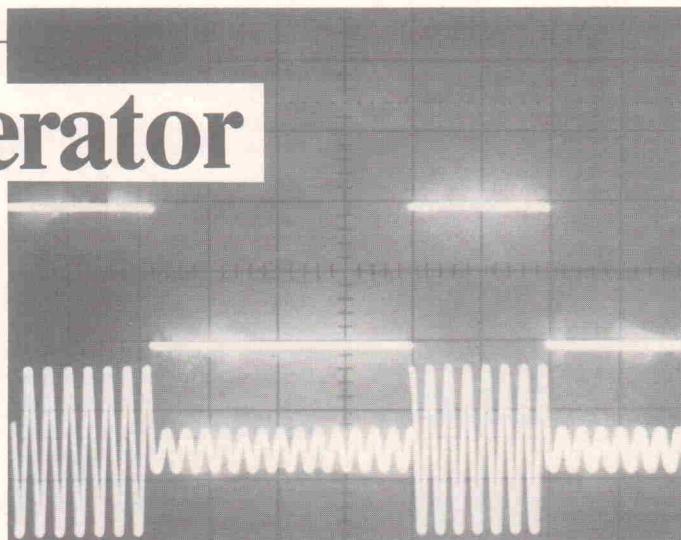
Im Unterschied zum üblichen Tongenerator wird beim Ton-Burst-Generator der Pegel der Sinusschwingung periodisch zwischen einem festen Maximalwert ('Burst') und einem variablen Minimalwert ('Pause') ständig hin- und hergeschaltet. Der Pausenpegel ist im Bereich von 0 bis 100 % des Burst-Pegels kontinuierlich einstellbar, so daß alle Werte zwischen den beiden Extremen 'geschalteter Sinus' und 'Sinusdauernton' möglich sind. Das aber ist genau das, was wir brauchen: Der Pegelsprung zwischen Burst und Pause stellt nichts anderes als einen Dynamiksprung dar, wobei der Burst die Dynamikspitze, die Pause einen Grundpegel simulieren. Mit dem 'Step'-Regler (P4) können Dynamiksprünge zwischen 0 dB (Sinusdauernton) und 60 dB (maximal geschalteter Sinus) realisiert werden.

Ursprünglich war der Ton-Burst-Generator ausschließlich zum Testen von Kompanedern des Typs NE 570 entworfen worden. In der Zwischenzeit haben sich zahlreiche, nicht gleich auf der Hand liegende, recht interessante Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Die

folgende Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie sollte eher als Anregung verstanden werden. Es bleibt der Findigkeit des einzelnen überlassen, noch ganz andere Einsatzmöglichkeiten zu entdecken.

Typische Anwendungsbereiche

- Einstschwingverhalten von Lautsprechern:
Das Impulsverhalten eines Lautsprechers zeigt sich, wenn man Bursts von wenigen ms Dauer bei minimalem Pausenpegel anlegt. Insbesondere der Einfluß der Boxendämpfung oder auch der Dimensionierung der Reflexöffnung auf das Ein/Ausschwingverhalten tritt deutlich zutage.
- Einschwingverhalten von Filtern, Equalizern etc.:
Insbesondere schmalbandige Filter (Terzequalizer, parametrische Filter mit hohem Q-Wert) zeigen auf der Resonanzfrequenz ausgeprägte Ein- und Ausschwingeffekte.
- Dynamisches Verhalten von Pegelmanipulatoren:
Schwächen dieser Systeme (Kompressoren, Expander, Limiter, Aussteuerungsautomatiken) zeigen sich vor allem in kurzzeitigen Verzerrungen unmittelbar nach dem Ton-Einsatz.
- Ansprechverhalten von Spitzenspannungsanzeigen:
Ausgehend von einer 0-dB-Einpegeleitung mit 100 ms langen Ton-Bursts verringert man die Burst-Länge so weit, bis sich ein Anzeigerückgang von beispielsweise 3 dB ergibt. Die eingestellte Burst-Dauer ist ein direktes Maß für die Ansprechzeit ('attack time') der Anzeige.
- Musikspitzenleistungen von Verstärkern:
Man muß jetzt nicht mehr glauben, man kann sie selbst messen: Bei kurzen Ton-Bursts, gefolgt von langen Pausen, liefern die im zeitlichen Mittel kaum belasteten Netzteile praktisch die volle Leerlauf-Versorgungsspannung und damit entsprechende Spitzenleistungen (Pegelmessung mit Oszilloskop bei Nennabschluß).
- Leistungsmessung an Verstärkern ohne Kühlung:
Einplatinen-Endstufen mit Wärmekopplerkonzepten können vor dem Einbau nach derselben Methode auf ihre Ausgangsleistung gemessen werden, denn die mittlere thermische Belastung beträgt bei 10-ms-Bursts und 1-s-Pausen nur noch 1 % der bei Sinusdauernton anstehenden Verlustleistung.
- Laufzeitmessungen an elektronischen Verzögerungsgeräten:
Echo-, Hallgeräte, Flanger, Harmonizer lassen sich mit 2-Strahl-Oszilloskopen oder auch mit Einstrahlern über externe Triggerung darstellen.
- Laufzeitmessungen in Räumen:
Insbesondere die Laufzeit der ersten Reflexion und der Hallzeiten sind in Verbindung mit einem Meßmikrofon möglich.
- Phasendrehungen in Übertragungsanlagen:
Indem das Ton-Burst-Signal stets mit dem positiven Maximum startet, läßt sich mit dem Oszilloskop die Phasenlage des Ausgangssignals eindeutig bestimmen.



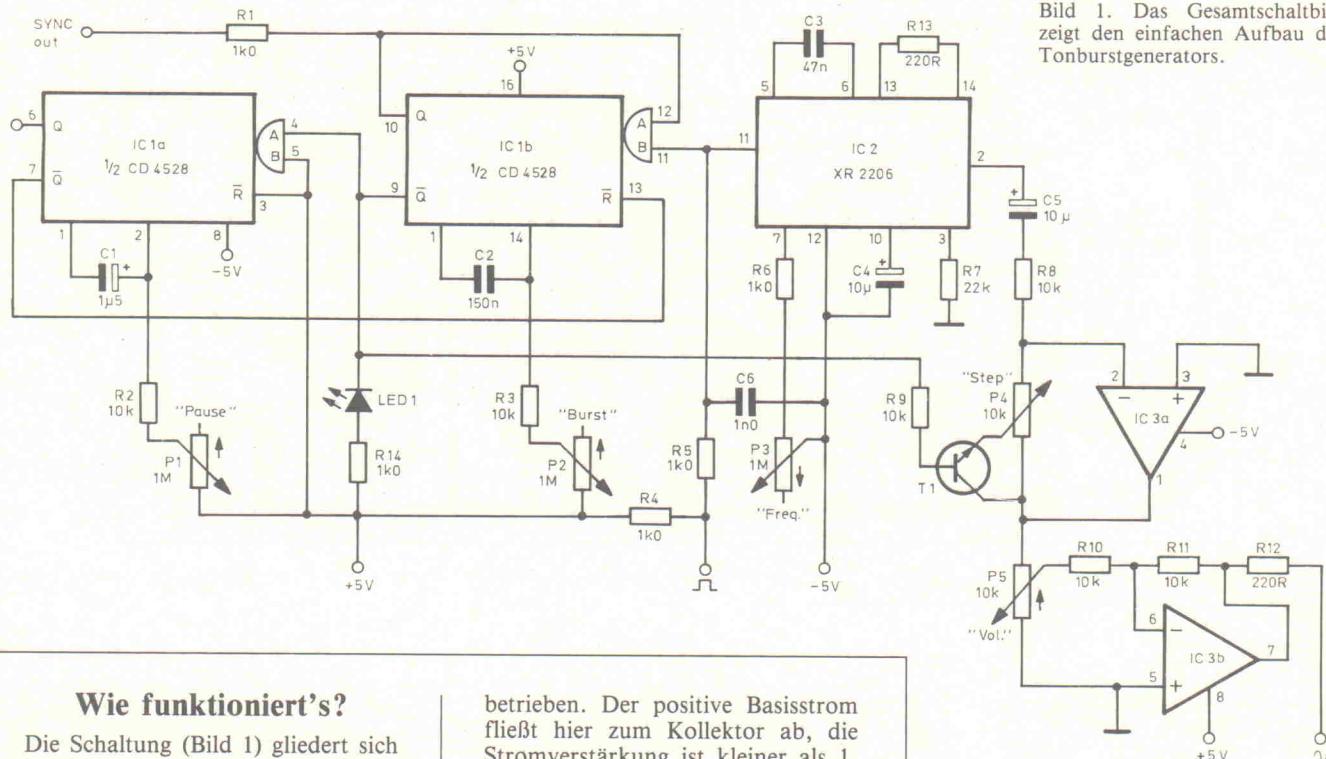
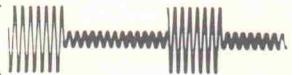


Bild 1. Das Gesamtschaltbild zeigt den einfachen Aufbau des Tonburstgenerators.

Wie funktioniert's?

Die Schaltung (Bild 1) gliedert sich in die drei Funktionseinheiten Sinusgenerator, Analogschalter mit Ausgangsverstärker und Zeitgeber. Beginnen wir mit dem Sinusgenerator.

Um den Schaltungsaufwand möglichst niedrig zu halten, wurde auf den bewährten integrierten Funktionsgenerator XR 2206 zurückgegriffen. Dieses IC benötigt nur wenige externe Bauteile und zeichnet sich durch eine hohe Amplitudenkonstanz im gesamten Frequenzbereich aus. Mit dem Potentiometer P3 wird ohne Umschaltung der gesamte Audiofrequenzbereich überstrichen. Im Gegensatz zu den üblichen Schaltungsaapplikationen wird der XR 2206 hier mit symmetrischer Versorgungsspannung (± 5 V) betrieben. Am Ausgang (Pin 2) steht dann die Sinusschwingung mit einer Amplitude von ca. ± 3 V.

Der Analogschalter besteht aus T1 in Verbindung mit P4 und IC3a. In der Burst-Phase sperrt T1, und IC3a verstärkt mit $V = P4/R8 = 1$. Während der 'Pause' arbeitet T1 als Kurzschließer und 'verkürzt' das Potentiometer P4 mehr oder weniger (je nach Schleiferstellung). Dies führt natürlich zu einer entsprechend verringerten Verstärkung von IC3a. Die auf den ersten Blick unverdächtige Schaltung um T1 verblüfft bei näherer Betrachtung: Kollektor und Emitter von T1 sind vertauscht! Tatsächlich wird T1 'invers'

betrieben. Der positive Basisstrom fließt hier zum Kollektor ab, die Stromverstärkung ist kleiner als 1. Der durchgeschaltete Transistor verhält sich wie ein Widerstand von nur wenigen Ohm und liegt damit um etwa 2 Größenordnungen niedriger als bei vergleichbaren FET- oder MOS-Schaltern. Im Gegensatz zur Vorwärtsschaltung können im Inversbetrieb echte Wechselströme verarbeitet werden.

Trotz solch offensichtlicher Vorteile ist diese Schaltungsvariante heutzutage praktisch in Vergessenheit geraten. Geschichtlich lässt sie bis ins auslaufende Prä-ICicum verfolgen (gegen 1960), als invers geschaltete Transistoren als Chopper für hochempfindliche DC-Verstärker Verwendung fanden.

Der nachfolgende Verstärker IC3b invertiert das Signal und dient als Leistungstreiber.

Der Zeitgeber besteht aus den beiden Monoflops IC1A für die Pause und IC1B für den Burst. Damit auf dem Oszilloskop stehende Bilder zu stehen kommen, muß der Burst mit dem Sinussignal synchronisiert werden. In diesem Falle startet der Burst stets bei $+90^\circ$, d. h. mit dem positiven Maximum der Sinusschwingung, unabhängig von der eingestellten Frequenz. Ein erneuter Burst wird immer erst gestartet, nachdem die Pause abgelaufen ist (Erst dann wird der Reset in IC1B aufgehoben.) und die nächste negative Flanke aus

dem Synchro-Ausgang des Funktionsgenerators (Pin 11) das Monoflop IC1B triggern kann. Die Verbindung von Q (Pin 10) auf den Eingang A (Pin 4) IC1A. Damit beginnt die Pause, \bar{Q} (Pin 7) wird aktiv 'Low' und hält über \bar{R} (Pin 13) den Bursttimer in der Ruhestellung fest. Nach Ablauf der Pause beginnt erneut die bereits am Anfang beschriebene Prozedur.

Mit dem Ende der Burst-Phase kippt IC1B zurück in den Ruhestand und startet über den Eingang A (Pin 4) IC1A. Damit beginnt die Pause, \bar{Q} (Pin 7) wird aktiv 'Low' und hält über \bar{R} (Pin 13) den Bursttimer in der Ruhestellung fest. Nach Ablauf der Pause beginnt erneut die bereits am Anfang beschriebene Prozedur.

Zur optischen Kontrolle dient die Indikator-LED (LD 1). Sie wird von IC1B angesteuert und zeigt jeweils die Zeitspanne des Ton-Bursts an.

Technische Daten

Frequenzbereich	30 Hz — 20 kHz
Burstdauer	1 ms — 100 ms
Pausendauer	10 ms — 1 s
max. Ausgangspegel	$6 V_{ss}$
max. Dynamiksprung	mind. 60 dB

Bauanleitung: Meßtechnik

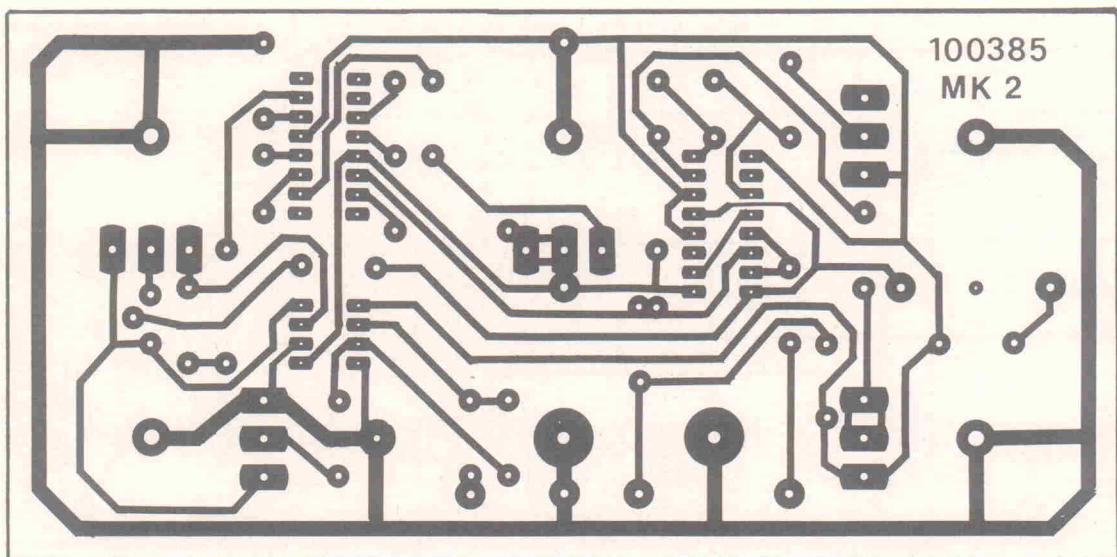
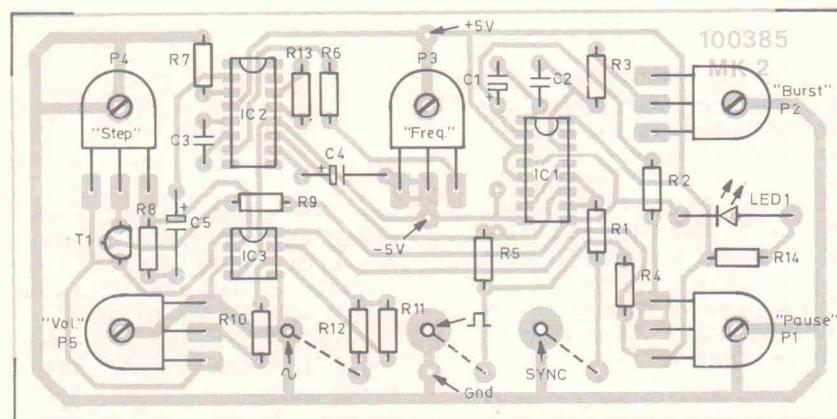


Bild 2. Die Platine des Tonburstgenerators dient gleichzeitig als Frontplatte. Die Bauelemente werden auf die Leiterbahnseite gelötet. Dieser ungewöhnliche Aufbau ergibt ein sehr kompaktes Gerät.



Stückliste

Widerstände, $\frac{1}{8}$ W, 5 %
R1,4...6,14 1k
R2,3,8...11 10k
R7 22k
R12,13 220R

Kondensatoren

C1 $1\mu\text{F}/25\text{ V}$ Tantal oder MKT/63 V
C2 150n
C3 47n, MKT
C4,5 $10\mu\text{/63 V}$, Elko axial
C6 1n, MKT

Potentiometer, 4-mm-Achse, Print
P1,2 1M, lin.
P3 1M, log.
P4,5 10k, lin.
Halbleiter
T1 BC 547
LED 1 LED, 3 mm
IC1 4528
IC2 XR 2206
IC3 4558
Sonstiges
2 BNC-Buchsen, 1 Cinch-Buchse,
5 Drehknöpfe, Platine, Gehäuse
Verobox 075-01239K

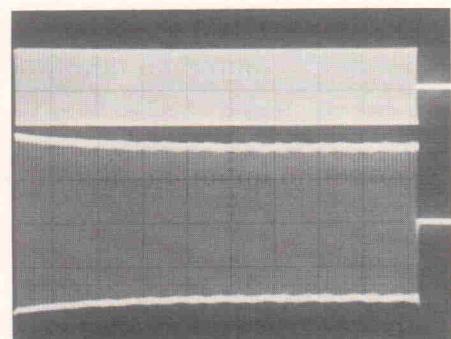
Darüber hinaus lässt sich der Ton-Burst-Generator ohne Einschränkung als normaler Sinusgenerator betreiben ('Step' = 100 %), wobei mit einem einzigen Potentiometer der gesamte Tonfrequenzbereich überstrichen wird.

und paßt daher in das gleiche Gehäuse. Alle Bauteile werden direkt mit kurzen Anschlußdrähten auf die Leiterbahnseite gelötet, die Bestückungsseite wird zur Frontwand. (Die Platinen werden mit aufgedruckter Frontwandbeschriftung geliefert!) Auf diese Weise entfällt jegliche Verdrahtung der Bedienelemente. Lediglich die Ausgangsbuchsen sind über kurze Drahtstücke mit den zugehörigen Leiterbahnpunkten zu verbinden.

Einige Messungen in der Praxis

Bestimmung der Musikspitzenleistung eines Verstärkers

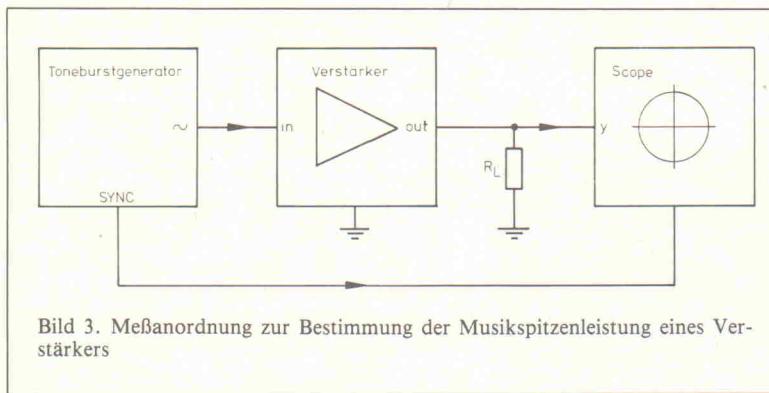
Der Trigger-Level wird so eingestellt, daß der Burst links auf dem Bildschirm beginnt. Mit dem Vol-Regler wird der Verstärker gerade so weit angesteuert, daß die erste Sinusschwingung noch



Oszillogramm bei der Messung der Musikspitzenleistung

Der Zusammenbau

Das Konzept der Platine dürfte den Lesern der Zeitschrift c't irgendwie bekannt vorkommen... Die Platine hat nämlich dieselben Maße wie der in c't 5/84 beschriebene Scope-Extender



Grundeinstellung:

Burst	100 msec (max.)	1-Kanal-Oszilloskop
Pause:	1 s (max.)	Trigg.: ext., pos.,
Frequenz:	1 kHz	Y: 20 V/cm
Step:	0 % (min.)	X: 10 ms/cm
VOL:	s. Text	

nicht 'clippt'. Bei 1 Sekunde Pausendauer haben die Netzteil-Elkos genügend Zeit, um sich nach dem Burst unter Vollast wieder voll aufzuladen. Auf diese Weise ergibt sich im Moment des Toneinsatzes eine Maximalaussteuerbarkeit, wie sie der real erreichbaren Musikspitzenleistung (Dynamikspitze) entspricht. Darüber hinaus zeigt das Oszillogramm die Hüllkurve der dynamischen Aussteuergrenze: links im Bild der Musikspitzenpegel, dann allmähliches Abnehmen infolge nachlassender Elkoreserve bis hin zum niedrigeren Endwert gemäß der Sinusdauerleistung am Ende des Bursts. Die Musikspitzenleistung errechnet sich aus dem maximal gemessenen totalen Spannungshub U_A (in V_{ss}) zu:

$$P_{\text{Musik}} = U_A^2 / 8 \times R_L \quad (R_L \text{ in Ohm})$$

Gemessen wurde ein Transistor-Gitarrenverstärker; es ergaben sich 100 Watt Musikleistung bei ca. 76 Watt Sinusdauerleistung.

Messungen an Hallspiralen

Hallspiralen stellen elektromechanische Verzögerungsstrecken dar und sind auch heute noch im Bereich der Musikelektronik weit verbreitet. Wer schon einmal versucht hat, eine Hallspiralen durchzumessen, hat bestimmt eine herbe Enttäuschung erlebt: Der Frequenzgang ist eine unglaubliche Berg- und Talfahrt, benachbarte Maxima liegen oft nur wenige Hertz auseinander. Die dazwischenliegenden Pegelsprünge erreichen leicht Werte von 20 dB. Diese 'Kammfilterkurve' hat ihre Ursache in stehenden Wellen, die sich bei Sinusdauertonanregung konstruktionsbedingt längs der Hallspiralen ausbilden. Hierbei handelt es sich um einen eingeschwungenen ('stationären') Zustand. Da Audiosignale alles andere, bloß keine Sinusdauertöne ent-

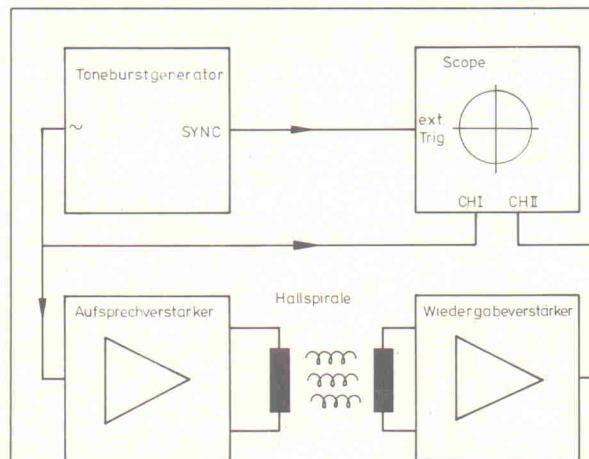


Bild 4. Aufbau zur Messung an Hallspiralen

Grundeinstellung:

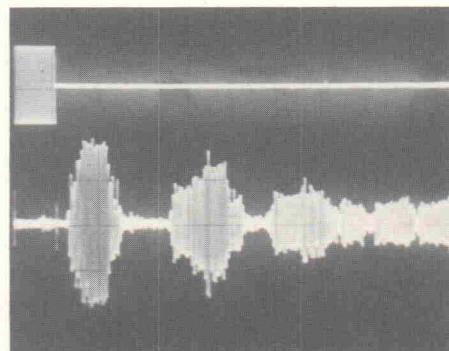
Burst	20 ms
Pause:	1 s
Frequenz:	1 kHz
Step:	0 %

2-Kanal-Oszilloskop
Trigger: ext., positiv
X-Achse: 20 ms/cm

halten, liegt es auf der Hand, daß der 'stationäre' Frequenzgang keine Beurteilung des Klanges zuläßt. Wesentlich aussagekräftiger ist die Aufnahme eines 'dynamischen' Frequenzganges mit Ton-Bursts, wobei außerdem die Durchlaufverzögerungszeiten sowie das Abklingverhalten ermittelt werden können.

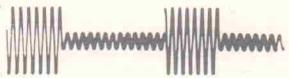
Bei einer Zeitablenkung von 20 ms/cm lassen sich der dynamische Frequenzgang und die Durchlaufverzögerung messen. Das erste Oszillogramm ① wurde bei 1 kHz Grundfrequenz aufgenommen, Kanal I zeigt das Eingangs-, Kanal II das Ausgangssignal. Deutlich erkennbar ist der Zeitversatz von Kanal II, der Toneinsatz ist um 30 msec verschoben. Indem man zwei der insgesamt drei Spiralfedern mit der Hand abdämpft, läßt sich sogar jede Spirale einzeln messen. Hierbei zeigen sich leicht unterschiedliche Durchlaufzeiten, was der Diffusität des Hallklanges zugute kommt.

Die erwähnten Kammfiltereffekte tre-



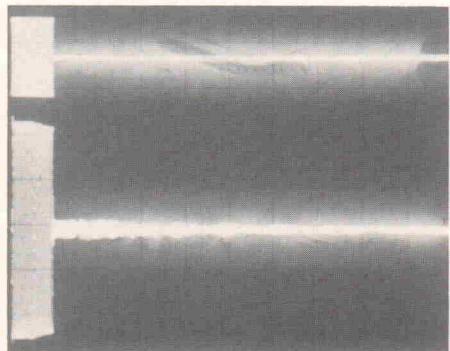
① oben: Eingangssignal mit Grundfrequenz 1 kHz
unten: Ausgangssignal der Hallspiralen

ten jetzt nicht mehr auf, der Frequenzgang ist ziemlich linear bis 5 kHz. Bei 9,5 kHz zeigt sich ein interessanter Effekt: Einseitig ist das Hallsignal fast verschwunden, andererseits zeigt sich ein mit wachsender Frequenz zunehmender Burst, und zwar zum gleichen Zeitpunkt, in dem das Ausgangssignal auftritt ②. Aus der Tatsache, daß das Ausgangssignal unverzögert erscheint,

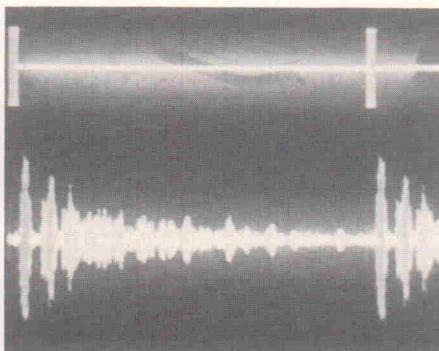


folgt messerscharf, daß es sich hierbei nur um ein Übersprechen handeln kann. Auf diese Weise hat man also

die Möglichkeit, das unerwünschte Übersprechsignal getrennt vom Hall-(Nutz-)Signal darzustellen!



(B) Bei 9,5 kHz ist der Hallanteil im Ausgangssignal fast vollständig verschwunden.

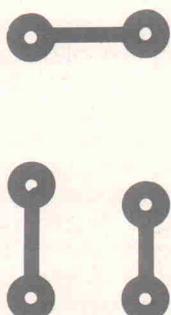
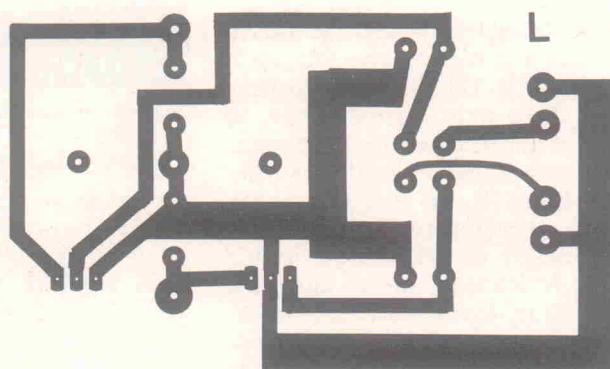
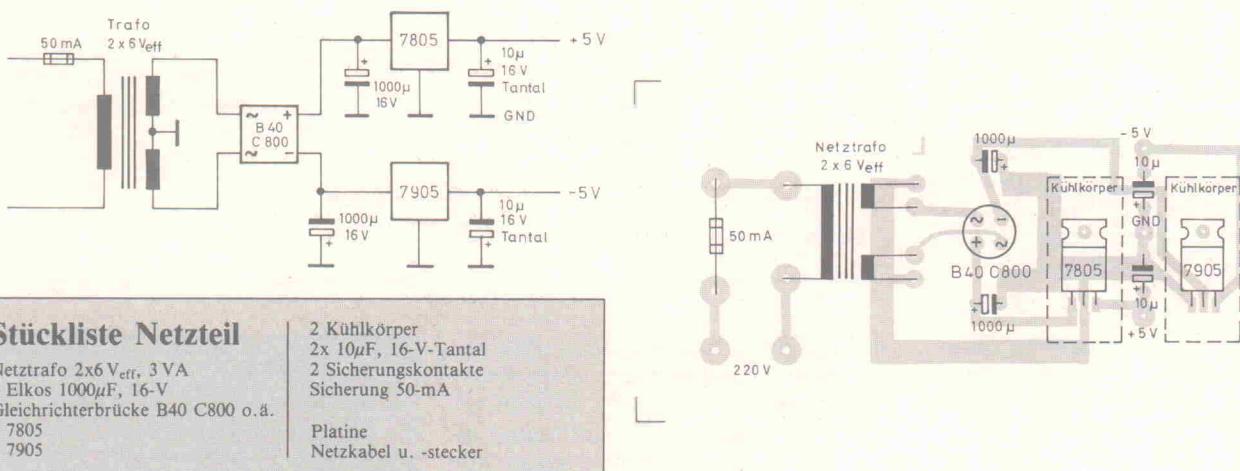


(C) Das Oszillosrogramm zeigt das Verhalten eines Bursts während fast einer Sekunde

Jetzt gehen wir wieder auf 1 kHz Grundfrequenz und schalten die Zeitablenkung um auf 100 ms/cm. Der Oszilloskop zeigt jetzt das vollständige Aushallen eines Impulses (C).

Man erkennt, daß anfangs noch Einzelechoes auftreten (sog. 'Shutter'), die dann immer mehr verschmelzen. Aus der Hüllkurve läßt sich die Hallzeit ermitteln. Diese ist definiert als die Zeit, in der das Signal auf 60 dB seines Anfangswertes abgefallen ist. Näherungsweise kann man auch den Abfall auf 30 dB bestimmen und erhält dann die halbe Hallzeit. Falls bei größeren Hallzeiten 1 sec Pausendauer nicht mehr ausreicht, läßt sich durch Vergrößern von C1 auch eine entsprechende Verlängerung erreichen. □

Bild 5. Die Schaltung benötigt eine symmetrische Versorgungsspannung von ± 5 V.



Pulsgeneratoren und MMVs in CMOS

Grundschaltungen mit verschiedenen ICs

Schaltungsentwickler stehen häufig vor der Aufgabe, innerhalb einer Schaltung Impulse der unterschiedlichsten Form und Dauer zu erzeugen.

Flankendetektor und drei Typen von Monoflops

Manchmal wird eine Triggerschaltung benötigt, die auf die ansteigende oder abfallende Flanke eines wie auch immer gearteten Eingangsimpulses reagiert und einen Rechteckimpuls bereitstellt, wobei nur gefordert ist, daß die Impulsdauer in etwa konstant ist. Eine Schaltung, die dies bewerkstelligt, heißt 'Flankendetektor'. Das Impulsdigramm nach Bild 1 verdeutlicht die Arbeitsweise.

In anderen Fällen wird gefordert, daß beim Eintreffen eines Triggerimpulses ein Ausgangsimpuls von exakt definierter Dauer entsteht. Hier hilft dann ein 'monostabiler Multivibrator', auch 'monostabiles Flipflop', 'Monovibrator' oder kurz 'Monoflop' genannt.

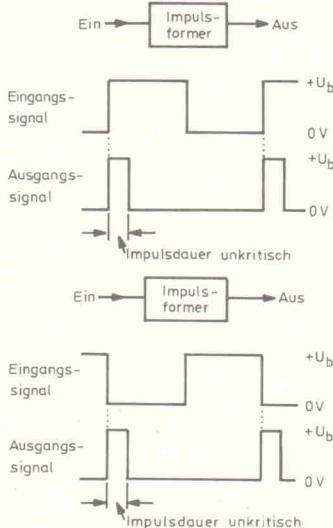


Bild 1. Eine Impulsfilterschaltung kann so ausgelegt werden, daß sie auf die ansteigende oder abfallende Flanke (Vorder- oder Rückflanke) eines Eingangssignals reagiert.

Bei einem Standard-Monoflop löst das Eintreffen eines Triggersignals einen internen Zeitzyklus aus, wobei der Monoflop-Ausgang beim Beginn des Zeitzyklus seinen logischen Zustand ändert und bei dessen Ende wieder in die Ruhelage zurückkippt. Die Reaktion des Monoflops verdeutlicht Bild 2.

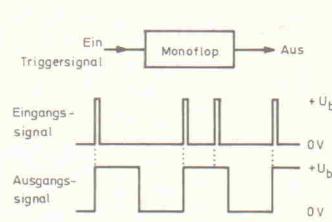


Bild 2. Ein Standard-Monoflop erzeugt beim Eintreffen eines Triggersignals einen Ausgangsimpuls definierter Länge.

Der dritte Monoflop-Typ ist das 'retriggerbare' Monoflop. Trifft hier während des Ablaufs des internen Zeitzyklus ein neuer Triggerimpuls ein, wird das Monoflop genaugenommen zurückgesetzt, und nach einer sehr kurzen Verzögerung startet ein neuer Zeitzyklus. Wie Bild 4 zeigt, startet jeder Triggerimpuls den Ablauf eines vollständigen Zeitzyklus selbst dann, wenn der Triggerimpuls in der Mitte des gerade ablaufenden Zyklus eintrifft.

Der Schaltungsentwickler hat dank des unterschiedlichen Verhaltens der drei Monoflop-Typen somit die Möglichkeit, das für seinen Zweck optimale Monoflop einzusetzen. Die Auswahl des ICs zum Aufbau eines Impulsgenerators wird im allgemeinen von der Eignung, der Beschaffbarkeit und dem Preis diktiert. Benötigt der Schaltungsentwickler ein Standard-CMOS-Monoflop mit mittleren Genauigkeitsanforderungen, bieten sich die CMOS-Gatter-Bausteine 4001B oder 4011B an, die zudem noch sehr preiswert sind. Etwas teurer ist der CMOS-Timer 7555 oder ein spezielles Monoflop-IC wie z. B. das 4047B. Im folgenden werden Schaltungen vorgestellt, die ausschließlich mit CMOS-ICs arbeiten.

praktischen Anwendungen ist die absolute Dauer des Ausgangsimpulses von untergeordneter Bedeutung.

Die Grundidee zur Realisierung eines Flankendetektors besteht im Einsatz eines RC-Differenziergliedes mit sehr kurzer Zeitkonstante, das bei Anlegen eines Rechtecksignals eine steile Anstiegsflanke und eine exponentiell abklingende Abfallflanke liefert. Da das Differenzierglied bei der ansteigenden Flanke des Rechteck-Eingangssignals einen positiven und bei der abfallenden Flanke einen negativen Impuls liefert, sollte der Impuls mit der unerwünschten Polarität mittels einer Begrenzerdiode unterdrückt werden. Der verbleibende sehr kurze Impuls wird dann mit einem Schmitt-Trigger in einen sauberen Rechteckimpuls umgeformt. Der Schmitt-Trigger kann ein invertierender oder nichtinvertierender Typ sein, je nach gewünschter Polarität des Ausgangsimpulses.

CMOS-Schmitt-Trigger-ICs sind an allen Eingängen mit Schutzdioden beschaltet, die die vorher beschriebene Begrenzerfunktion übernehmen können. Es sei darauf hingewiesen, daß jedes Gatter des bekannten 4093B (vier Schmitt-Träger mit je zwei Eingängen) als invertierender Schmitt-Trigger betrieben werden kann, indem man einen der zwei Eingänge an die positive Betriebsspannung legt und den differenzierten Eingangsimpuls an den anderen (vgl. Bild 5). Einen nichtinvertierenden Schmitt-Trigger erhält man durch Reihenschaltung zweier invertierender Schmitt-

Flankengetriggerte Schaltungen

Sie reagieren nur auf die ansteigende oder abfallende Flanke eines Triggersignals, nicht auf statische Eingangssignale. Bei den meisten

Eine Eigenart des Standard-Monoflops muß bei seinem Einsatz unbedingt beachtet werden: Während des Ablaufs des internen Zeitzyklus reagiert das Monoflop auf keine Triggerimpulse! Erst nach dem Zurückkippen in den Ruhezustand wird das Monoflop wieder freigegeben und triggert dann auf den ersten eintreffenden Impuls.

Dieser Monoflop-Typ läßt sich durch Hinzufügen eines Rücksetz-einganges (RESET) modifizieren, wie in Bild 3 dargestellt. Mit einem geeigneten Steuersignal läßt sich der Monoflop-Ausgangsimpuls zu jeder beliebigen Zeit beenden oder ganz unterdrücken.

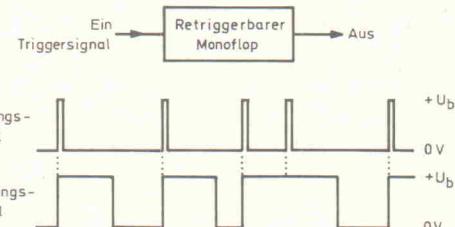


Bild 4. Das retrigerbare Monoflop startet beim Eintreffen eines Triggersignals einen kompletten neuen Zeitzyklus.

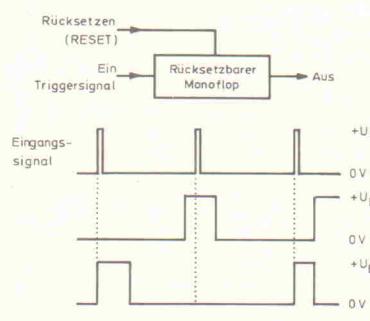


Bild 3. Der Ausgangsimpuls eines rücksetzbaren Monoflops läßt sich jederzeit durch einen Rücksetzimpuls beenden.

Trigger. Bild 6 zeigt die Anordnung.

In Bild 7 sind zwei Flankendetektoren dargestellt, die auf die ansteigende Flanke eines Triggersignals reagieren. Hier liegen die Eingänge der Schmitt-Trigger über die Widerstände R an null Volt. Die Zeitkonstante $R \cdot C$ ist wesentlich kleiner als die Periodendauer des Triggersignals. Dessen ansteigende Flanke wird in einen scharfen posi-

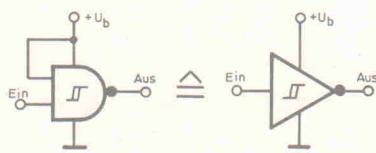


Bild 5. Der NOR-Schmitt-Trigger 4093B lässt sich als einfacher invertierender Schmitt-Trigger verwenden, wenn man einen Eingang an die Betriebsspannung legt.

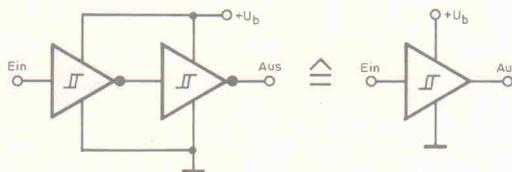


Bild 6. Aus zwei in Reihe geschalteten invertierenden Schmitt-Triggern erhält man einen nichtinvertierenden.

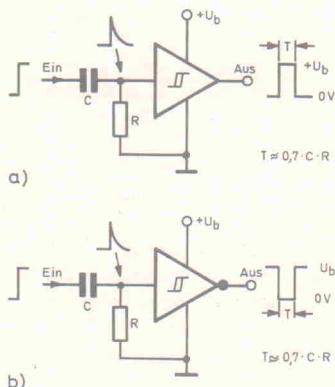


Bild 7. Der auf die ansteigende Flanke reagierende Impulsformer liefert entweder einen 'positiven' (a) oder 'negativen' (b) Ausgangsimpuls.

tiven Impuls umgeformt und an den Eingang des Schmitt-Triggers gelegt, der daraus einen sauberen Rechteckimpuls macht. Man erhält einen positiven Ausgangsimpuls, wenn ein nichtinvertierender Schmitt-Trigger (Bild 7a), und einen 'negativen' (von $+U_b$ nach null Volt), wenn ein invertierender Schmitt-Trigger verwendet wird (Bild 7b). In beiden Fällen beträgt die Dauer des Ausgangsimpulses etwa $0,7 \text{ RC}$.

In Bild 8 sind Flankendetektoren aufgezeigt, die auf die fallende Flanke des Triggersignals ansprechen. Hier liegt der Schmitt-Trigger-Eingang über den Widerstand R an der positiven Betriebsspannung. Die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist wiederum kurz gegenüber der Periodendauer des Triggersignals. Die Schaltung erzeugt einen positiven Impuls bei Einsatz eines invertierenden Schmitt-Triggers (Bild 8a) und einen 'negativen' bei Einsatz eines nichtinvertierenden

den. Die Dauer des Ausgangsimpulses beträgt wieder etwa $0,7 \text{ RC}$.

Entprellen und POWER-ON RESET

Zwei sehr brauchbare Varianten des Flankendetektors sind in den Bildern 9 und 10 dargestellt. Die Schaltung nach Bild 9 dient zur Entprellung eines Drucktasters. Beim Betätigen mechanischer Schalter entstehen während des Schaltvorganges undefinierte Übergangszustände, die zu unsauberen Flanken des geschalteten Signals führen (Kontaktprellen). Durch den Einsatz der Schaltung nach Bild 9 werden diese Nachteile beseitigt. Man erhält einen sauberen Ausgangsimpuls.

Die Schaltung nach Bild 10 liefert beim Einschalten der Betriebsspannung einen Ausgangsimpuls. Derartige Schaltungen werden benötigt, um in komplexen elektronischen Schaltungen einen definier-

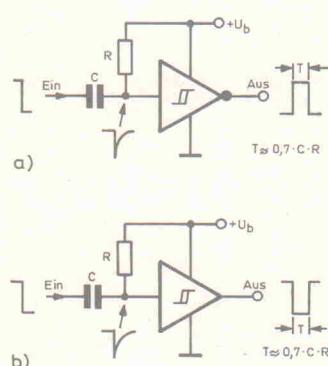


Bild 8. Der auf die abfallende Flanke reagierende Impulsformer liefert entweder einen 'positiven' (a) oder 'negativen' (b) Ausgangsimpuls.

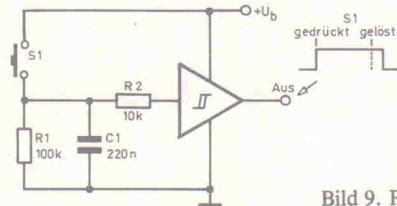


Bild 9. Prellfreier Drucktaster.

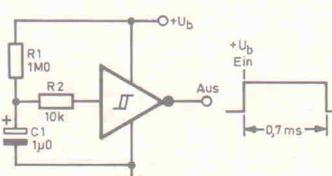


Bild 10. POWER-ON RESET: Die Schaltung liefert beim Anlegen der Betriebsspannung einen Impuls.

NOR-Gatter mit je zwei Eingängen, das 4011B besteht aus vier

Monoflops mit den ICs 4001B und 4011B

NAND-Gattern mit je zwei Eingängen. Bei diesen Monoflops ist die Ausgangsimpulsdauer in hohem Maße von den Daten des jeweiligen ICs und der Betriebsspannung abhängig, so daß die Konstanz der Ausgangsimpulsdauer nicht beruhend ist. Diese Schaltungen sollten nur dann eingesetzt werden, wenn es hierauf nicht unbedingt ankommt.

Die beiden ICs sind in den Schaltungen der Bilder 11...14 vorgesehen. Die Bilder 11 und 12 zeigen Schaltungen, in denen jeweils zwei der insgesamt vier Gatter einen Schmitt-Trigger nachbilden. Die Ausgangsimpulsdauer wird von der Zeitkonstanten $R_1 - C_1$ bestimmt und entspricht etwa $0,7 \cdot R_1 \cdot C_1$. Bringt der Wert für R_1 $1,5 \text{ M}\Omega$, entspricht die Impulsdauer etwa einer Sekunde je Mikrofarad für den Kondensator C1. Der Kapazitätsbereich für C1 liegt zwischen 100 pF und einigen tausend Mikrofarad. R1 kann Werte zwischen $4,7 \text{ k}\Omega$ und $10 \text{ M}\Omega$ annehmen.

Die Schaltung nach Bild 10 erzeugt einen 700 ms dauernden Ausgangsimpuls beim Einschalten der Betriebsspannung. Hier kommt ein invertierender Schmitt-Trigger zum Einsatz. Beim Anlegen der Betriebsspannung ist C1 entladen und zieht den Schmitt-Trigger-Eingang auf null Volt. Dadurch springt der Ausgang auf logisch 1. C1 lädt sich dann über R1 auf. Wenn die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers erreicht ist, springt der Ausgang wieder auf logisch 0 zurück und bleibt in diesem Zustand. Mit den angegebenen Bauelementen ist der Ausgangsimpuls etwa 700 ms lang.

Mit diesen beiden CMOS-ICs lassen sich leicht Standard-Monoflops aufbauen. Das 4001B enthält vier

Ein großer Vorteil dieser Schaltungen ist der gleichspannungsgekoppelte Triggereingang. Die Dauer des Triggerimpulses hat auf die Dauer des Ausgangsimpulses nur einen sehr geringen Einfluß. In der NOR-Gatter-Version dieser Schaltung (Bild 11) liegt der Ausgang im Ruhezustand auf logisch 0. Die Triggerung erfolgt mit 'positiven' Impulsen (Sprung von null Volt auf $+U_b$). Der Ausgang der NAND-Version (Bild 12) liegt im Ruhezustand auf logisch 1. Die Schaltung

Schaltungen

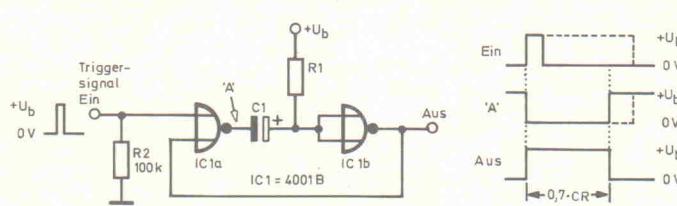


Bild 11. Das aus zwei NOR-Gattern bestehende Monoflop reagiert auf die ansteigende Flanke eines Triggersignals und liefert einen 'positiven' Ausgangsimpuls.

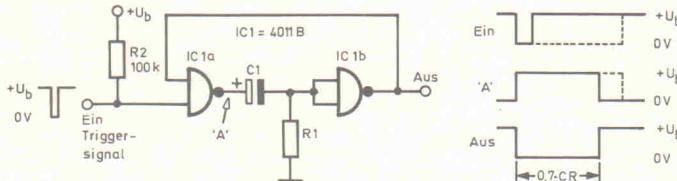


Bild 12. Das aus zwei NAND-Gattern bestehende Monoflop reagiert auf die abfallende Flanke eines Triggersignals und liefert einen 'negativen' Ausgangsimpuls.

triggert auf 'negative' Eingangsimpulse (Sprung von $+U_b$ nach null Volt).

Eine besondere Eigenschaft der beiden Schaltungen ist, daß der am Punkt 'A' erscheinende Impuls eine Periodendauer aufweist, die entweder der Dauer des Ausgangsimpulses oder der Dauer des Eingangsimpulses entspricht. Es kommt ganz darauf an, welcher der beiden Impulse länger ist. Diese Eigenschaften lassen sich beispielsweise für Impulsdauerkomparatoren und Drehzahlgrenzwertgeber nutzen.

In der Schaltung nach Bild 11 arbeitet IC1a als NOR-Gatter und IC1b als Inverter. Im Ruhezustand

liegt der Triggereingang über R2 an null Volt. Der Ausgang von IC1b liegt dann ebenfalls auf logisch 0. Da an beiden Eingängen von IC1a logisch 0 anliegt, geht der Ausgang durch die NOR-Bedingung auf logisch 1. IC1 ist dann entladen. Bei einem 'positiven' Triggerimpuls springt der Ausgang von IC1a sofort nach logisch 0, und da C1 in diesem Moment entladen ist, werden auch die Eingänge von IC1b auf logisch 0 gezogen. Durch die Inverterfunktion von IC1b springt dessen Ausgang auf logisch 1. Dieses Signal wird auf einen Eingang von IC1a zurückgekoppelt und zwingt IC1a, seinen Ausgang auf logisch 0 zu halten, egal, was am

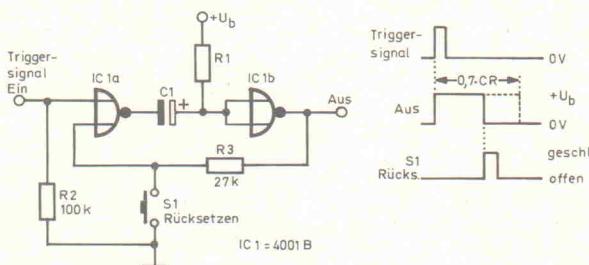


Bild 13. Rücksetzbares Monoflop vom NOR-Gatter-Typ.

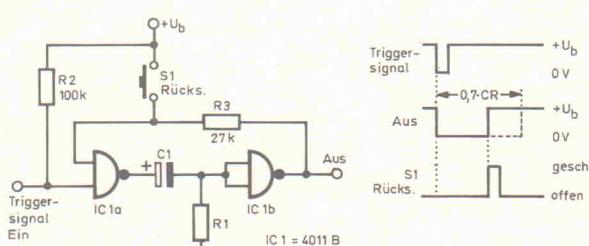


Bild 14. Rücksetzbares Monoflop vom NAND-Gatter-Typ.

Triggereingang passiert. Sobald der Ausgang von IC1a nach logisch 0 springt, lädt sich C1 über R1 auf. Nach einer bestimmten Zeit, die durch die Zeitkonstante $R1 \cdot C1$ bestimmt wird, erreicht die Eingangsspannung an IC1b den Schwellenwert, bei dem das Gatter umschaltet. Dann springt dessen Ausgang auf logisch 0 und beendet dadurch den Ausgangsimpuls. Ist zu diesem Zeitpunkt das Triggersignal auf logisch 1, wird der Ausgangsimpuls ohne Rückkopplungseffekt beendet (Punkt 'A' bleibt auf logisch 0). Liegt jedoch im Rücksetzzeitpunkt der Triggereingang auf logisch 0, tritt bei der Beendigung des Ausgangsimpulses der Rückkopplungseffekt auf (Punkt 'A' springt auf logisch 1).

Die Schaltung nach Bild 12 arbeitet sehr ähnlich, allerdings unter Verwendung von NAND-Gattern. Der Triggereingang liegt über R2 an der Betriebsspannung. Der zeitbestimmende Widerstand R1 liegt an null Volt.

In beiden Schaltungen ist der Ausgang direkt mit dem Eingang verbunden, so daß ein Triggersignal simuliert wird, wenn das echte Triggersignal verschwunden ist. Das Ergebnis ist ein Selbsthalteeffekt. Bei den Schaltungen lassen sich zu rücksetzbaren Monoflops abändern, indem man einfach gewollt diesen Rückkopplungspfad unterbricht. Beispiele hierfür zeigen die Bilder 13 und 14. In die Verbindung zwischen dem Ausgang von IC1b und einem Eingang von IC1a ist zusätzlich der Widerstand R3 eingefügt. Wenn die Schaltung getriggert wurde und der Triggerimpuls wieder nach logisch 0 gesprungen ist, kann man durch Betätigen des Tasters S1 IC1a in den Ruhezustand zwingen, so daß die gesamte Schaltung zurückgesetzt wird. S1 läßt sich natürlich auch durch einen Transistor oder einen CMOS-Schalter ersetzen. Dann kann man den Rücksetzvorgang auch mit einem geeigneten Impuls bewirken.

Monoflops mit Flipflops

Monoflops mit mittleren Anforderungen an die Konstanz der Ausgangsimpulsdauer lassen sich mit ordinären flankengetriggerten Flipflops aufbauen. Hierzu eignet sich z. B. das 'D'-Flipflop 4013B oder das 'JK'-Flipflop 4027B. Die Schaltungen sind in den Bildern 15 und 16 vorgestellt. Beide Schaltungen arbeiten nach dem gleichen Prinzip.

Das Flipflop ist als 'Teiler' geschaltet. Der Q-Ausgang ist in beiden Schaltungen über ein RC-Glied auf den Rücksetzeingang (RESET) zurückgekoppelt.

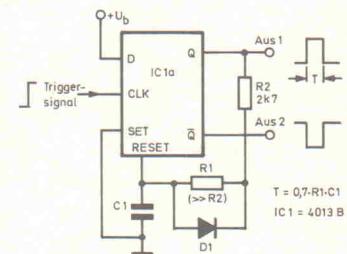


Bild 15. D-Flipflop als Monoflop geschaltet.

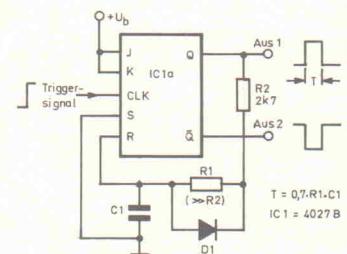


Bild 16. JK-Flipflop als Monoflop geschaltet.

Befindet sich die Schaltung im Ruhezustand, liegt Q auf logisch 0. Dann kann sich C1 über die Parallelschaltung aus R1 und D1 und den hiermit in Reihe geschalteten Widerstand R2 entladen. Beim Eintreffen eines Triggerimpulses am CLOCK-Eingang (CLK) des Flipflops springt Q auf logisch 1. C1 beginnt sich über die Reihenschaltung aus R1 und R2 aufzuladen, wobei R1 sehr viel größer als R2 ist. Erreicht die an C1 stehende Spannung die Schwellenspannung, wird das Flipflop zurückgesetzt, d. h., Q springt auf logisch 0. C1 kann nun sehr schnell über den niedrigen Innenwiderstand der jetzt leitenden Diode D1 und den Widerstand R2 entladen. Die Schaltung befindet sich wieder im Ruhezustand.

Die Ausgangsimpulsdauer für die Schaltungen nach Bild 15 und 16 beträgt ungefähr $0,7 \cdot R1 \cdot C1$. Die Rücksetzdauer entspricht etwa $R2 \cdot C1$. R2 wird eigentlich nur benötigt, um eine Verformung der Rückflanke des Ausgangsimpulses durch das Entladen von C1 zu verhindern. An den Ausgängen Q und \bar{Q} stehen gegenphasige Ausgangsimpulse an, wobei der an \bar{Q} anstehende Impuls nicht durch das RC-Glied beeinflußt ist.

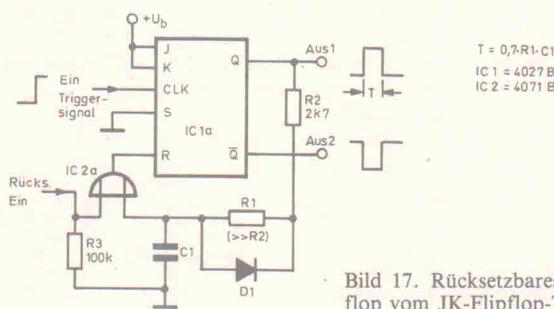


Bild 17. Rücksetzbares Monoflop vom JK-Flipflop-Typ.

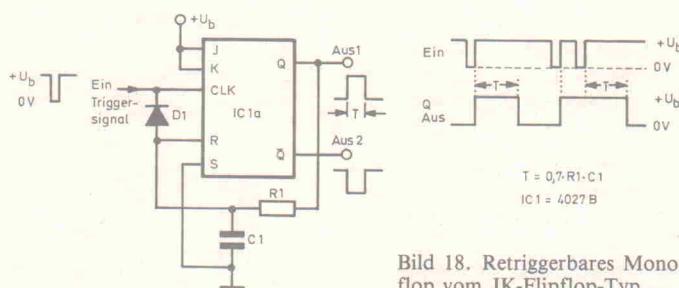


Bild 18. Retriggerbares Monoflop vom JK-Flipflop-Typ.

Beide Schaltungen lassen sich mit einem Impuls zurücksetzen, wenn man dem Rücksetzeingang ein OR-Gatter vorschaltet und den Kondensator an den einen Eingang legt. Der andere ist dann der Rücksetzeingang. In Bild 17 ist diese Erweiterung dargestellt.

Die Schaltung nach Bild 18 zeigt ein retriggerbares Monoflop. Der Vorgang zur Erzeugung des Ausgangsimpulses wird bei jedem Eintreffen eines Triggerimpulses neu gestartet. Der Triggereingang dieser Schaltung liegt im Ruhezustand auf logisch 1. Die Triggerung erfolgt mit der ansteigenden Flanke des Triggereimpulses.

Beim Start eines jeden Zeitzylkus springt der Triggereimpuls nach logisch 0 und entlädt C1 sehr schnell über D1. Nach kurzer Zeit springt der Triggereimpuls wieder auf logisch 1 zurück, lässt C1 im entladenen Zustand und steuert den Ausgang Q auf logisch 1. Unter diesen Bedingungen beginnt ein 'normaler' Zeitzylkus. C1 lädt sich über R1 auf, bis die an ihm stehende Spannung die Schwellenspannung erreicht, so daß das Flipflop zurücksetzt. Q springt dann auf logisch 0 und entlädt C1 langsam über R1. Falls ein neuer Triggereimpuls in der Mitte des gerade laufenden Zeitzylkus eintrifft (Q ist auf logisch 1, und C1 lädt sich über R1 auf), wird C1 sehr schnell über D1 entladen. Ein neuer Zeitzylkus beginnt, wenn der Triggereimpuls wie-

Umschaltschwellenspannung des jeweilig eingesetzten ICs ab. Dieser

Monoflops mit dem Timer 7555

Wert ist von IC zu IC verschieden und hängt von der Höhe der Betriebsspannung und der Temperatur ab. Die Konstanz und Reproduzierbarkeit der Ausgangsimpulse genügen daher nur geringen Ansprüchen. Soll die Ausgangsimpuls-länge exakt definiert sein, eignet sich am besten ein Timer-IC vom Typ 7555. Hierbei handelt es sich um eine CMOS-Version des bekannten 555. Er verwendet intern einen auf die Betriebsspannung bezogenen Präzisionsspannungskomparator, der das interne Flipflop steuert; der Baustein ist daher in der Lage, die Ausgangsimpulsdauer konstant zu halten, egal, ob die Betriebsspannung schwankt oder sich die Umgebungstemperatur ändert. Der Betriebsspannungsbe-reich des 7555 geht von 2 V...18 V.

In Bild 19 ist die Grundschaltung eines Monoflops mit dem 7555 dargestellt. Es arbeitet hier mit manueller Triggerung und erzeugt 'lange' Ausgangsimpulse, deren Dauer mit R1 einstellbar ist. R1 und C1 bestimmen die Ausgangsimpulsdauer. Das IC wird durch kurzzeitiges Schließen des Tasters S1 getriggert, der den Anschluß 2 an null Volt legt (an weniger als $\frac{1}{3} U_b$). Dann springt der Ausgang

(Anschluß 3) sofort auf logisch 1, und ein Zeitzylkus beginnt. C1 lädt sich jetzt über R1 auf. Nach einer Zeit, die ungefähr $1,1 \cdot R_1 \cdot C_1$ entspricht, erreicht die an C1 stehende Spannung die obere Schwellenspannung ($\frac{2}{3} U_b$) des 7555. Dann springt der Ausgang auf logisch 0, und der Zeitzylkus ist beendet. Mit Taster S2 kann man die Schaltung zu jeder beliebigen Zeit zurücksetzen.

In den meisten Anwendungsfällen soll die Schaltung durch einen Impuls getriggert werden. In diesem Fall muß das an Anschluß 2 gelegte Signal ein sauberer 'negativer' (von U_b nach null Volt gehender) Impuls sein. Seine Ruhespannung (logisch 1) muß höher als $\frac{1}{3} U_b$ sein und die aktive (logisch 0-Spannung) kleiner als $\frac{1}{3} U_b$. Die Triggerung erfolgt, wenn die Triggerspannung an Anschluß 2 den $\frac{1}{3} U_b$ -Wert unterschreitet. Die Dauer des Triggerimpulses muß größer als 100 ns, aber kleiner als die eingestellte Ausgangsimpulsdauer sein, so daß der Triggerimpuls bereits wieder abgeklungen ist, bevor der Zeitzylkus des Monoflops beendet wird.

Eine Möglichkeit, aus einem Rechteck-Eingangsimpuls einen geeigneten Triggerimpuls zu erzeugen, der voll zwischen der Betriebsspannung und null Volt schaltet, besteht darin, Anschluß 2 über ein Differenzierglied zu steuern. Je nach Polarität des Eingangsimpulses erfolgt die Triggerung mit der Vorder- oder mit der Rückflanke (Bild 20).

Der beste Weg, dem 7555 ein sauberes Triggersignal zu liefern, ist die Vorschaltung einer der besprochenen Schaltungen. Deren 'positiver' Ausgangsimpuls sollte mindestens 100 ns lang sein. Er wird dann an die Basis des Transistors T1 gelegt.

Bild 21 zeigt die entsprechende Schaltung. In dieser und in der vorherigen Schaltung dient der Kondensator C2 zur Unterdrückung von Schaltspitzen, die der Betriebsspannung überlagert sein können.

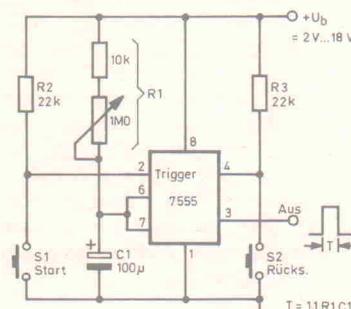


Bild 19. Manuell getriggertes, rücksetzbares Monoflop mit einer Ausgangsimpulsdauer von 1,1 s ... 100 s.

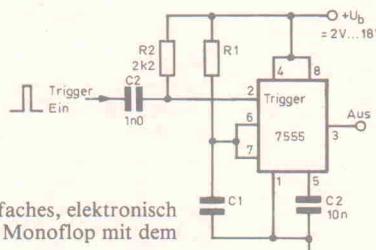
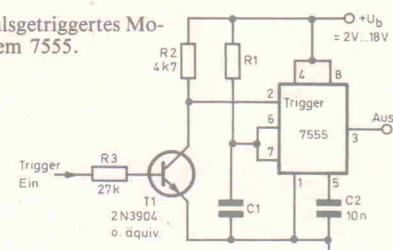


Bild 20. Einfaches, elektronisch triggerbares Monoflop mit dem Timer 7555.

Bild 21. Impulsgetriggertes Monoflop mit dem 7555.



Hinweis: Fortsetzung in der Ausgabe 6/85.

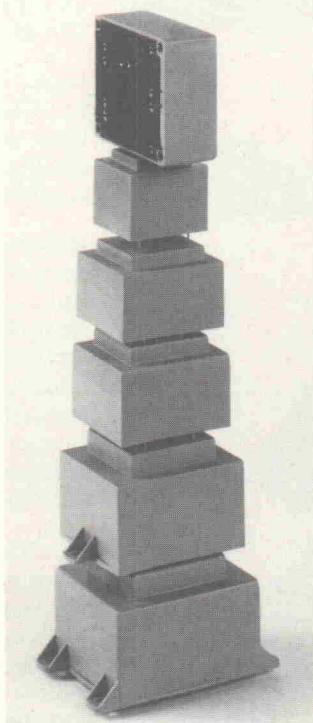
HELmut GERTH
- TRANSFORMATORENBAU -

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

**vergossene
Elektronik-
Netz-
Transformatoren**

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

Lieferung nur an
Fachhandel und
Industrie



BRAINSTORM electronic
presents:

**SENSOR BEDIENBARES
MISCHPULT -AMS III-**

Die Mischvorgänge werden bei diesem 4-Kanal-Mischpult von Sensorschaltern oder Tippstiften gesteuert. Die Mischzeiten sind von 0–20 sec. vorprogrammierbar. Techn. Daten: 20–40 kHz / Klirrf. <0,1% / S/N >80 dB / Output 0–1 V. Frequenzumfang: Trafo Sensorschalter-7-Segmentkanal-anzeige-Buchsen

Fernbedienungsanschluß vorgesehen
Eingänge: 1. TAmagn. 2. TB. 3. AUX. 4. Tuner.
In 4er Gruppen erweiterbar.
BAUSATZ -AMS III-

172,80 DM

BAUSTein (3 J. Garantie)

248,20 DM

MULTISCHNELLTESTER -SMMT XI p-

Der -SMMT XI p- besitzt die meisten Meßmöglichkeiten um Fehler im NF-Bereich zu lokalisieren, bzw. zu beheben. 1. Spannung bis 300 V. AC/DC Ri=1M Ohm. 2. Strom bis 1 A. 3. Ommeter. 4. Signaleing.: 231 kHz. 5. Signalverl. eing. Lautsprecher. 6. Durchgangsprüfung Opt/Akust. 7. Lautsprecherfest.

Halbleiterfest / Microtest / Verstärkerfest. Arbeitssektorbel. Instrument auf Tastendruck beleuchtbar.

-SMMT XI p- mit 3 Jahren Garantie 342,- DM

AKTIVBOX -PURE 100-

100 W sin. 150 W Musik. 19–28 000 Hz. 3 Endstufen. 3-Weg Aktivweiche 18 dB. Standby-Betrieb. 112 Liter 700 x 400 x 400 mm. 1 x Baß 30 cm. 2 x Mittelt. 12 cm. 1 x Hochton 85 mm. 1 x Plezoohochtoner. Gehäuse Nubbaum/Schwarz-Kiefer.

-PURE 100- 3 J. Garantie 712,30 DM

-PURE 100 b- Bausatz 598,00 DM

Alle Preise incl. Mehrwertsteuer.

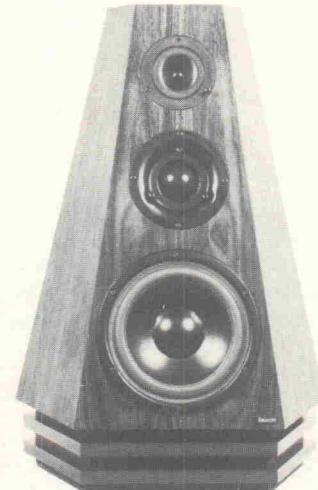
BRAINSTORM electronic JOHN

Rendsburger Straße 339
2350 NeuMünster, Tel. 0 43 21/5 15 17

DYNAUDIO®

**BAUSÄTZE
FÜR SELBST-
BEWUSSTE**

Menschen, die das Außergewöhnliche lieben, stellen zu Recht auch höchste Ansprüche an die Technik. Die zukunftsweisenden Technologien der Pentamyd 3, wie z.B. die einzigartige GroßspulenTechnologie, die unauffällige Doppelreflexventilierung oder die aktiv belüftete Flüssigkeitsdämpfung werden diesem Anspruch gerecht. Auch die auf Wunsch erhältlichen Gehäuse aus Edelholz sind Bestandteil dieses außerordentlich hohen Niveaus. Wenn Sie intelligenter Technik herkömmlichem Standard vorziehen, und wenn »viereckige Kisten« nicht Ihrem Wohnwert entsprechen, dann ist der DYNAUDIO-Händler immer Ihr richtiger Partner.



**Hifi-
Boxen Selbstbauen!**
Hifi-Disco-Musiker Lautsprecher

Geld sparen leichtgemacht durch bewährte
Komplettbausätze der führenden Fabrikate
KATALOG ANFORDERN!
gegen DM 4,- in Briefmarken



LSV-HAMBURG
Lautsprecher Spezial Versand
Postfach 76 08 02/E · 2000 Hamburg 76
Tel. 040/29 12 49

Tennert-Elektronik

AB-LAGER-LIEFERBAR
AD-/DA-WANDLER
C-MOS-ICs + 74-HC..
DIODEN + BRÖDKEN
DIP-KABELVERBINDE+KABEL
EINGABETASTEN DIGITAST++
FEINSICHERUNG, SX20+HALT.
FERNSEH-THRISTOREN
HYBRID-ID-VERSTÄRKER STK..
IC-SOCKEL + TEXTOOL
KERAMIK-FILTER
KONDENSATOREN
KOHLKÖRPER UND ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LEITUNGS-TREIBER
LINEARE-ICs
LÖTKOLBEN, LÖTSTATIONEN
LÖTSAUGER + ZINN
LÖTSEN, LÖTSTATIONE +
EINZELSTECKER DAZU
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE
PRINT-RELAYS
PRINT-TRANSFORMATOREN
QUALITÄTSQUARZE+OZILL.
SCHALTER+TÄSTEN
SCHALT-+NETZTEILE
SPANNUNGS-REGLER
SPEICHER-EPROM/PROM/RAM
STECKVERBINDER
TEMPERATUR-SENSOREN
TAST-CODIER-SCHALTER
TRANSISTOREN
TRIAC-THRISTOR-DIAC
TTL-ICs 74LS/74S/74ALS
VIDEKAMERA-ZUBEHÖR
WIDERSTÄNDE-NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN
KATALOG AUSG. 84
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN 146 SEITEN
>>> KOSTENLOS <<<

7056 Weinstadt-Endersbach
Postfach 22 22 · Burgstr. 15
Tel.: (0 71 51) 6 21 69

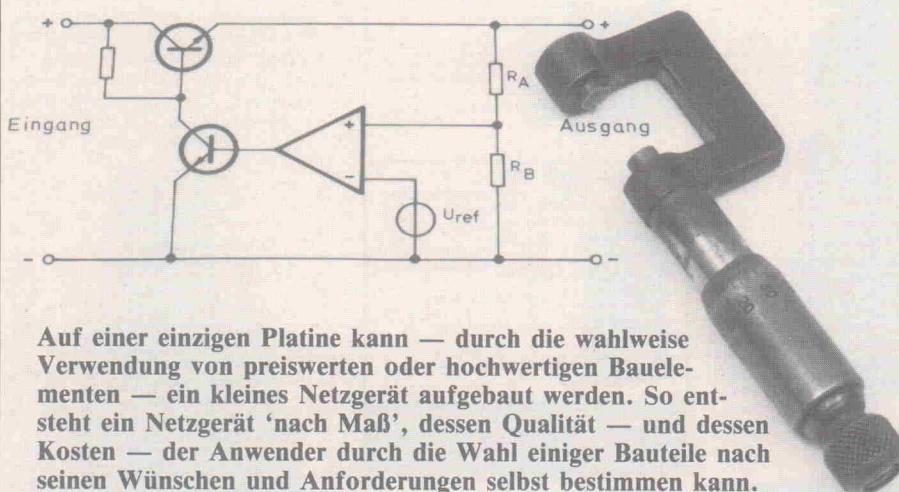
**Wir bauen dynamische
Lautsprecher**

DYNAUDIO®
TECHNOLOGY UNLIMITED

Schließt die Lücke zwischen Hochleistungs- und Steckernetzteil:

Bauanleitung

Präzisions-Netzteil



Auf einer einzigen Platine kann — durch die wahlweise Verwendung von preiswerten oder hochwertigen Bauelementen — ein kleines Netzgerät aufgebaut werden. So entsteht ein Netzgerät 'nach Maß', dessen Qualität — und dessen Kosten — der Anwender durch die Wahl einiger Bauteile nach seinen Wünschen und Anforderungen selbst bestimmen kann.

Mehr noch als hochwertige — und daher teure — Netzgeräte braucht der Hobby-Elektroniker ein preisgünstiges und einfaches Netzteil zur Versorgung der verschiedenen Versuchsaufbauten am Arbeitsplatz.

Das Konzept

Die Anforderungen an ein solches Gerät sind nicht allzu groß und daher ohne allzu großen — auch finanziellen — Aufwand zu realisieren.

Des weiteren wäre noch die Möglichkeit denkbar, die Genauigkeit — im Rahmen des technisch und preislich Sinnvollen — wesentlich zu verbessern. Dies wäre sicher für einige weitere Anwendungsfälle nützlich.

Auch auf diese Möglichkeit wurde beim Entwurf des Gerätes Rücksicht genommen. Als Ausgangsspannung wurden bei der vorgeschlagenen Dimensionierung neun Volt festgelegt. Andere Werte im Bereich zwischen drei und dreißig Volt sind ohne weiteres erreichbar.

Dabei ist darauf zu achten, daß die Eingangsspannung mindestens drei

Volt höher ist als die Ausgangsspannung, sonst kann das Spannungsregel-IC nicht mehr richtig arbeiten.

Die Eingangsspannung wird vor allem durch die Spannungsfestigkeit des Transistors T1 begrenzt. Weiter darf die Verlustleistung an T1 nicht zu groß werden. Dieser Wert ist gerade bei einem Kurzschluß an den Ausgangsbuchsen am größten.

Dadurch kann — obwohl die Schaltung durch eine Strombegrenzung geschützt ist — bei falscher Dimensionierung die 'Selbstzerstörung' nicht ausgeschlossen werden. Man sollte daher auf die richtige Dimensionierung größten Wert legen.

Da in dieser Schaltung wahlweise verschiedene Referenzbauteile mit verschieden hoher Güte Verwendung finden können, kann auch die Genauigkeit — je nach gewähltem Bauteil — verschieden groß sein.

Die Schaltung

Bezugselement für den gesamten Reglvorgang ist das Referenzelement

D2. Es liefert eine Bezugsspannung von großer Genauigkeit.

Diese Bezugsspannung wird mit dem RC-Glied R10/C2 entkoppelt und gelangt an den invertierenden Eingang des Verstärkers IC1. Dort steht die Bezugsspannung zur Verfügung.

Dies mag auf den ersten Blick verwundern, jedoch ist die nachfolgende Stufe rund um T2 invertierend. Das heißt, sie dreht das Signal um. Um dieses Invertieren — eigentlich ist es ein Vertauschen von Plus und Minus — auszugleichen, werden auch beim IC 'die Vorzeichen vertauscht', also die Referenzspannung an den Minus- statt an den Plus-Eingang gelegt.

Der IC-Ausgang steuert — wie bereits erwähnt — den Transistor T2. Dieser invertiert das Signal und steuert die Basis von T1, der seinerseits als Emitterfolger arbeitet. Er ist der Leistungsbauteil der Schaltung und muß entsprechend gut gekühlt werden.

Der Strom fließt auch durch die beiden Widerstände R6 und R7. Wird der vorgegebene Wert überschritten, so wird der Spannungsabfall so groß, daß er die Basis-Emitter-Spannung von T3 erreicht und diesen ansteuert.

T3 entzieht dann der Stufe T1 den Basisstrom, die Ausgangsspannung wird zurückgeregt.

Der Widerstand R11 versorgt das Referenzelement mit seinem Arbeitsstrom, und zwar der größeren Stabilität wegen von der Ausgangsseite her.

Falls das IC von der Eingangsseite versorgt wird, ist die Spannung auf höchstens dreißig Volt begrenzt. Liegt die Eingangsspannung über diesem Wert, so werden R2 und D1 eingebaut. Bei kleineren Eingangsspannungen entfällt D1, statt R2 wird eine Drahtbrücke eingebaut.

Alternativ dazu besteht noch die Möglichkeit, das IC von der Ausgangsspannung her zu speisen. Der Vorteil dieser Methode ist höchste Stabilität. Dies geht zwar in dieser Schaltung, aber nicht in jeder. Genauere Erklärungen sind im Kapitel 'Ablauf' nachzulesen.

Der Ablauf

Um die Vorgänge zu verstehen, betrachten wir 'in Zeitlupe' die Vorgänge im Moment des Einschaltens.

Bauanleitung:

Präzisions-Netzteil

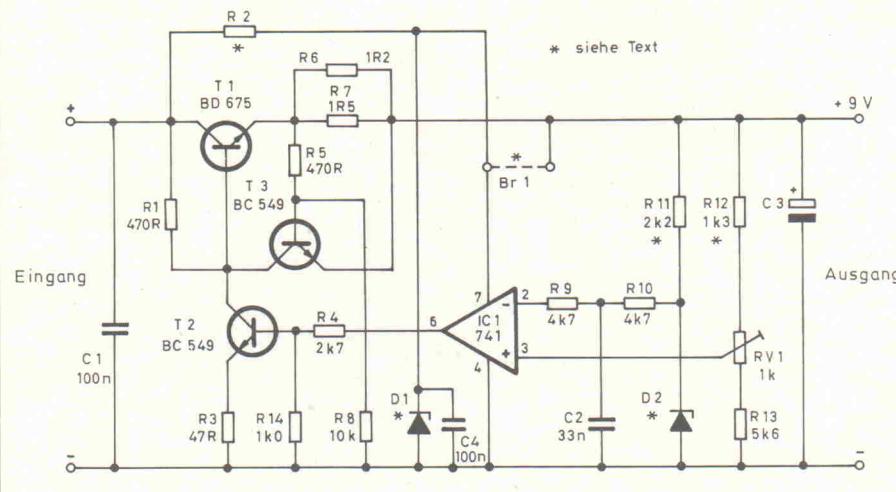


Bild 1. Die Schaltung: Die Funktion der einzelnen Bauteile wird im Text genau erklärt.

Dabei wird jene Schaltungsversion erklärt, bei welcher das IC von der Ausgangsspannung gespeist wird.

Im Moment des Einschaltens kommt die Spannung an den Kollektor von T1. Da sowohl T2 als auch T3 noch gesperrt sind, kann die Basis von T1 über R1 so viel Strom bekommen, wie sie nur braucht.

Damit beginnt (nicht vergessen, wir sehen den Vorgang in Super-Zeitlupe!) auch am Emitter von T1 die Spannung zu steigen. Diese Spannung ist aber — nach Passieren der beiden sehr kleinen

Widerstände R6 und R7 — schon die endgültige Ausgangsspannung.

Diese wird vom Teiler (R12/RV1/R13) abgegriffen. Der Teilbetrag der Spannung, welcher am Schleifer von RV1 zur Verfügung steht, wird nun mit der Referenz verglichen.

Ist er zu tief (weil die Ausgangsspannung zu tief ist), so geht auch der Ausgang nach Minus und sperrt T2. Ist der Teilbetrag zu hoch (weil auch die Ausgangsspannung zu hoch ist), so wird auch der Ausgang von IC1 gegen Plus

gesteuert, seine Ausgangsspannung wird positiver.

Damit steigt auch die Spannung am Teiler (R4/R14) und auch die Spannung an der Basis von T2. Sobald der Ausgang von IC1 einen Wert von ca. 2,4 V überschreitet, steigt der Wert an der Basis von T2 über 0,65 V. Diese Spannung ist die Grenze, oberhalb der Strom in die Basis zu fließen beginnt.

Sobald Basisstrom fließt, zieht der Transistor auch Kollektorstrom — und diesen nimmt er nun dem T1 weg. Denn beide Transistoren kriegen ihren Betriebsstrom über denselben Widerstand, nämlich R1.

Und wenn die Spannung am Kollektor von T2 geringer wird — sie ist ja zugleich auch die Basisspannung von T1 —, so muß auch die Emitterspannung von T1 mit heruntergehen.

Damit wir uns richtig verstehen: Die hier beschriebenen Schwankungen in der Ausgangsspannung gibt es in Wirklichkeit natürlich nicht in diesem Ausmaß. Sie sind nur Denkmodelle unter dem Titel 'Was wäre, wenn...', aber sie bieten eine gute Möglichkeit, die Regelvorgänge in der Schaltung anschaulich zu erklären.

Stückliste

Widerstände (alle $\frac{1}{4}$ W, 5 %)

R1,5	470R
R2,6,7,11,12	siehe Tabellen
R3	47R
R4	2k7
R8	10k
R9,10	4k7
R13	5k6
R14	1k0
RV1	Trimmer 1k0

Kondensatoren

C1,4	100n MKT
C2	33n MKT
C3	10 μ /35 V Tantal

Halbleiter

T1	BD 675
T2,3	BC 549
IC1	LM 741
D1	Z-Diode 24 V/400mW (siehe Text)
D2	LM 329 DZ (oder Z-Diode 6,8 V)

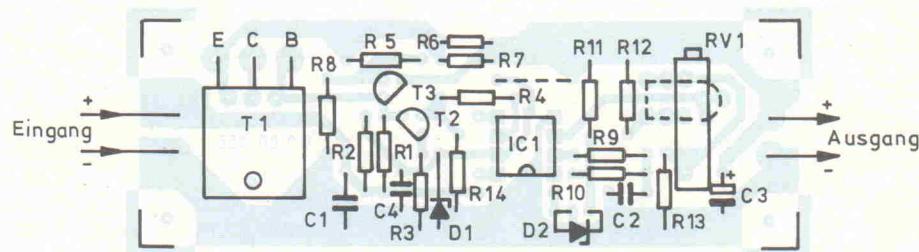


Bild 2. Die Bestückungszeichnung. Sie gibt die Lage aller Bauteile an. Zusammen mit der Stückliste ist sie alles, was zum Bestücken der Platine nötig ist.

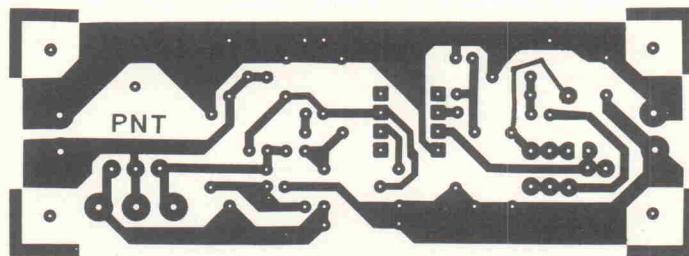


Bild 3. Das Layout der Platine im Maßstab 1:1, von der Kupferseite her gesehen.

Bauanleitung:

Präzisions-Netzteil

Der Zusammenbau

Bei der Bestückung des Prints gelten die üblichen Grundsätze: Die flachsten Teile kommen als erstes, die höchsten zum Schluß. Dabei ist bei Elkos und Dioden die Polarität zu beachten.

Das Löten erfordert eine gewisse Sorgfalt, ganz blutige Laien sollten zuerst mit einigen Widerständen und einer Lochrasterplatte praktische Erfahrung sammeln.

Das IC sollte unbedingt in einer Fassung montiert werden — wer schon einmal ICs ausgelötet hat, weiß warum.

Nach der Bestückung sollte die Lötseite peinlich genau auf 'kalte Lötstellen' und besonders auf Zinnbrücken kontrolliert werden.

Dann empfiehlt es sich, vor dem Einsetzen des ICs mit einem Ohmmeter den Plus-Anschluß der IC-Fassung gegen den Printanschluß 'Plus' sowie den Minus-Anschluß der IC-Fassung gegen den Printanschluß 'Minus' durchzumessen.

Der nächste Testpunkt ist das Referenzelement. Die Sollspannung ist von der gewählten Type abhängig, notfalls kann man auch eine normale 6,8-V-Z-

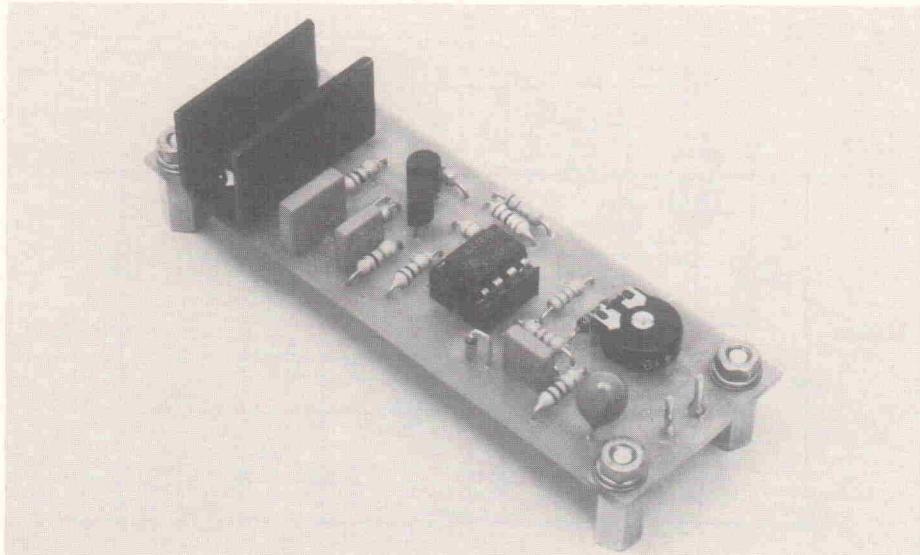


Bild 4. So sieht der fertig bestückte Print aus. Das Trimmpot kann wahlweise als liegende oder stehende Ausführung montiert werden.

Ausgangsspannung	UD2 = 6,9 V		UD2 = 2,5 V	
	R11	R12	R11	R12
3 V	—	—	620R	715R
4,5 V	—	—	2k2	4k3
6 V	—	—	3k6	8k2
7,5 V	620R	30R1	5k1	12k
9 V	2k2	1k3	6k2	15k
12 V	5k1	3k9	9k1	22k
15 V	8k2	6k49	12k	30k
18 V	11k	9k53	15k	36k
24 V	18k	15k	22k	51k
30 V	22k	20k	27k	68k

Bild 6. Um die Schaltung an verschiedene Ausgangsspannungen anzupassen zu können, muß zunächst die Elektronik auf den gewünschten Wert 'programmiert' werden. Dies geschieht durch den Wert der Widerstände R11 und R12. Diese Tabelle gibt Auskunft, welcher Wert — abhängig von der Referenz (D2) — für die gewünschte Ausgangsspannung der richtige ist.

Ausgangsstrom (max.)	R6	R7
50 mA	27 Ω	27 Ω
100 mA	6,8 Ω	—
200 mA	6,8 Ω	6,8 Ω
500 mA	2,7 Ω	2,7 Ω
1 A	1,2 Ω	1,5 Ω

Berechnungsformeln:

$$R_s[\Omega] = \frac{0,65 \text{ V}}{I_{\text{max}} [\text{A}]}$$

$$R_s = \frac{R_6 \cdot R_7}{R_6 + R_7}$$

Bild 7. Auch für die Strombegrenzung können durch Ändern von R6 und R7 verschiedene Werte eingestellt werden. Diese Tabelle gibt darüber Auskunft. Für jene, die gerne rechnen: R_s ist der Rechengesamtwiderstand für R6 || R7. Aus thermischen Gründen wurden zwei Einzelwiderstände verwendet.

Eingangsspannung [V]	R2 [Ω]	Brücke Br1	Z-Diode D1
6 V	Brücke	frei	frei
7,5 V	Brücke	frei	frei
9 V	Brücke	frei	frei
12 V	frei	Brücke	frei
15 V	frei	Brücke	frei
18 V	frei	Brücke	frei
24 V	frei	Brücke	frei
30 V	frei	Brücke	frei
35 V	1,10 kΩ	frei	24 V
40 V	1,62 kΩ	frei	24 V
50 V	2,61 kΩ	frei	24 V
60 V	3,65 kΩ	frei	24 V
80 V	5,62 kΩ	frei	24 V
100 V	7,50 kΩ	frei	24 V

$$R_2 = \frac{U_e - 24 \text{ V}}{0,01 \text{ A}}$$

Bild 5. Höhere Spannungen am Eingang sind für so manches Netzteil tödlich. Durch eine kleine Änderung der Bestückung (siehe diese Tabelle) ist die Schaltung eingesetzungssicher bis 100 V (!).

Diode einsetzen, die von Haus aus einen relativ niedrigen Temperaturkoefizienten aufweist.

Der dritte Testpunkt ist der Ausgang. Liegt die Spannung um rund zehn Pro-

zent falsch, so ist das durch Kalibrieren mit RV1 zu beheben. Grobe Fehlwerte deuten hingegen auf einen Fehler hin. □

Mit freundlicher Genehmigung von itm-Praktiker/Wien.

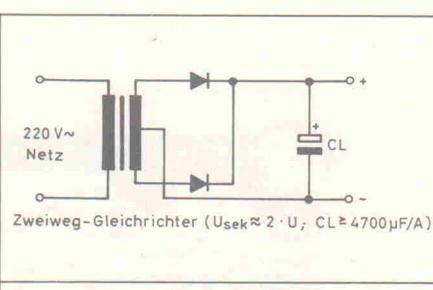


Bild 8. Diese Gleichrichterschaltung ist für Transformatoren mit Mittelanzapfung geeignet. Die Ausgangsspannung ist aus der Formel ersichtlich, ebenso die Faustformel zur Berechnung des Ladekondensators CL (Mindestwert).

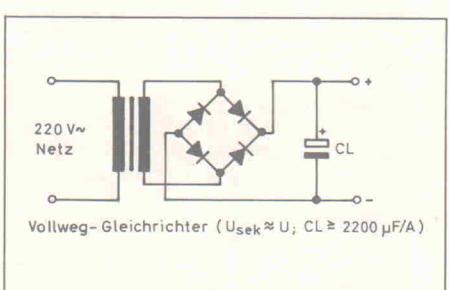
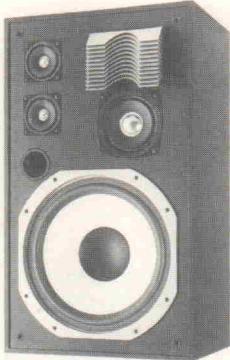


Bild 9. Diese Gleichrichterschaltung ist für alle Transformatoren geeignet. Sie ist auch unter der Bezeichnung 'Graetzgleichrichter' bekannt. Es sind ebenfalls die maßgebenden Faustformeln angegeben.



PREISSTURZ

MARANTZ Hi-Fi Lautsprecherboxen wahnsinig günstig, zum absoluten Superpreis durch Eigenimport mit voller Garantie, originalverpackt.

Marantz LS 50B — 400 Watt

20–35 000 Hz, 5 Systeme, Baßreflex, 8 Ohm
Bestückung: CD und Digitalfest, 1 x 347 mm TT (Chassis aus Alu-Dreiguß), 1 x 160 mm MT (angekoppeltes Volumen), 2 x 105 mm HT mit Alukalotte, 1 x Super HT-Horn mit Linse. Gehäuse schwarz 650 x 380 x 320 mm mit abnehmbarer Frontbespannung.

WAHNSINNSPREIS

nur noch **398,00 DM**
(798,00 DM unser Preis bisher)

Marantz LS 20 — 300 Watt

25–30 000 Hz, 4 Systeme, Baßreflex, 8 Ohm
Bestückung: CD und Digitalfest, 1 x 380 mm TT, 1 x 150 mm MT, 1 x 60 mm HT, 1 x Super HT mit Linse. Gehäuse schwarz 700 x 450 x 280 mm, abnehmbare Bespannung.

WAHNSINNSPREIS

nur noch **798,00 DM**
(1198,00 DM unser Preis bisher)

Abbildung Marantz LS 50B

HI-FI STUDIO „K“. Postfach 100634, Weserstraße 36, 4970 Bad Oeynhausen,
Tel.: 05731/27795 Mo—Fr 9—17 Uhr

LIEFERPROGRAMM		AKTUELLES									
*Transistoren, Dioden	BC 237B	0,16	21	1,36	6502P	15,96	2716–450ns				
Thyristoren, Triacs	BC 307B	0,16	22	1,11	6520P	13,36	12,00				
*TTL, TTL-LS, CMOS, IC's	BD 135	0,56	30	1,25	6522P	15,67	2764–450ns				
*Optoelektronik	BD 136	0,56	32	1,48	6809P	17,10	25,08				
*Fassungen, KuehlK.	BD 235	0,67	55	1,25	6821P	4,92	6116 LP ³				
*Widerstaende, Potis	BD 236	0,67	74	1,57	6845P	19,38	18,80				
*Kondensatoren, Elkos	BD 243B	1,14	75	1,66	6850P	5,68					
*Transformatoren	ZD 0,5W	1,15	122	2,12	Z 80 A CPU	OPTO					
*Steckverbindungen	ZD 2,4–75	0,18	132	2,25	Z 80 A P10	6,27	HD1131Arot				
*Schalter, Taster, Rel.			139	1,57		6,34					
*Knoepfe, Skalen	74 LS ..		153	1,75	8155	17,99	2,49				
*Draehte, Litzen, Kabel	00	1,10	163	2,14	8253	19,08	IL 74 1,58				
*Quarze, Sicherungen	01	0,99	173	2,36	8255	9,99	CNY17 2,61				
Mechanikteile	02	1,18	174	2,10	MC148B	2,24					
*Sprays, Leiterplatten	04/05	0,99	175	2,84	MC1489	2,24	Disketten				
Chemikalien	08	1,25	241	2,99	4164–200ns	SKYTEK					
*Loetgeraete, Loetzinn	09/10	0,99	243	2,99	11,20	5 1/4 ab10					
*Gehaeuse	13	1,77	260	0,99	41645200ns	SS/SD 4,99					
	14	1,75	393	3,45	17,50	SS/DD 5,39					
					DS/DD 6,45						
Zwischenverkauf vorbehalten											

*** Katalog anfordern * weitere Ausgaben kostenlos ***

5.00 DM +3.00 Porto * incl. Must * Staffelpreise **

Dipl.-Ing. H. Mühlbauer Tel.: 08341/16404
Frauenschuhstr. 3 8950 Kaufbeuren

Unter'm Strich...

...überzeugt nicht nur der Preis, sondern die hervorragende Qualität, die hohe Zuverlässigkeit, sowie seine vielseitigen Einsatzbereiche:

Z SOAR
Digitales Multimeter
Modell ME-540

DM 147,06 inkl. MwSt.
DM 129,- ohne MwSt.

- 3 1/2stellige Anzeige
- Automatische und manuelle Bereichswahl
- Grundgenauigkeit 0,5 %
- Gleichspannung 0,1 mV bis 1000 V
- Wechselspannung 1 mV bis 750 V
- 10 A
- Widerstand 0,1 Ω bis 20 MΩ
- Diodentest
- Durchgangsmessung
- Überlastschutz

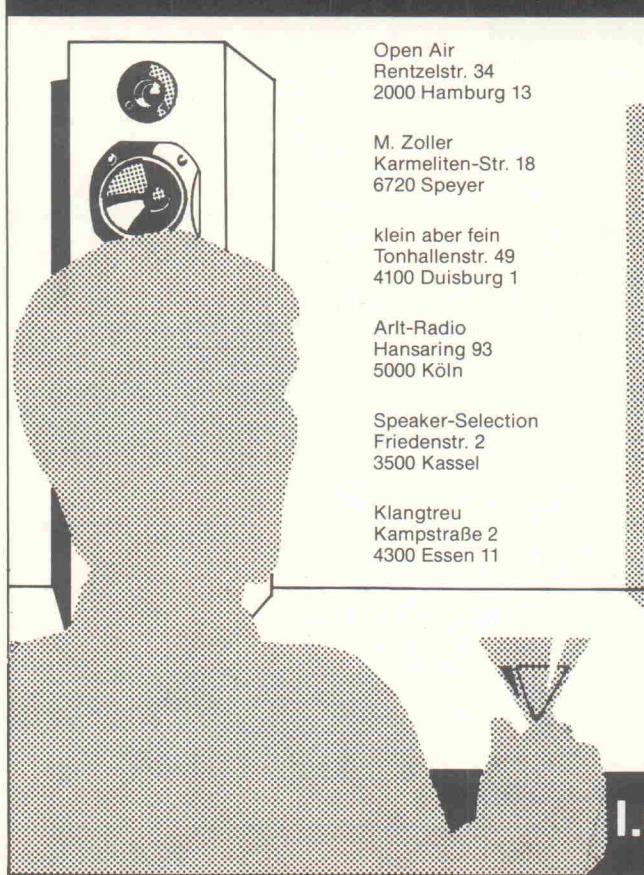
Meßbar besser,
spürbar preisgünstiger
3 Jahre Garantie!

SOAR Europa GmbH

Otto-Hahn-Str.28-30, 8012 Ottobrunn, Tel.(089)609 7094, Tx.5 214 287

vifa®

Spitzenchassis
im Selbstbau



Open Air	Arlt-Radio	Hifi-Sound
Rentzelstr. 34	Am Wehrhahn 75	Jüdefelderstr. 35
2000 Hamburg 13	4000 Düsseldorf	4400 Münster
M. Zoller	ASC	Hifi-Manufaktur
Karmeliten-Str. 18	Am Hinselgraben 9-11	Wendenstr. 53
6720 Speyer	5100 Aachen	3300 Braunschweig
klein aber fein	H. Burmeister	W. Jagusch
Tonhallenstr. 49	Untere Klarspüle 8-9	Ziegelhofstr. 97
4100 Duisburg 1	3400 Göttingen	2900 Oldenburg
Arlt-Radio	Blacksmith	Membran
Hansaring 93	Richard-Wagner-Str. 78	Silbersteinstr. 62
5000 Köln	6750 Kaiserslautern	1000 Berlin 44
Speaker-Selection	Elektroakustik Stade	NF-Laden
Friedenstr. 2	Am Hasenkamp 15	Sedanstr. 32
3500 Kassel	2160 Stade	8000 München 80
Klangtreu	Electronic Shop	A. Oberhage
Kampstraße 2	Grünbergerstr. 10	Perchastr. 11a
4300 Essen 11	6300 Gießen	8130 Starnberg

...davor sitzt ein Genießer
dahinter steht ein kluger Kopf...

I.E.V. DUISBURG

Tel. 298 99 · Telex 855 633 iev d
4100 Duisburg 1, Tonhallenstr. 49



CIEE

Computer Integrated Electronic Engineering

(Computer-integrierte Elektroniktechnik)

CIEE ist zwar eine Firmenbezeichnung, beschreibt aber gut, daß ein CIEE-System nicht nur die Ingenieursarbeit unterstützt (vgl. CAD, CAE), sondern die gesamte Ingenieursarbeit an den Arbeitsplatzcomputer (work station) verlagert.

CS

Chip Select

(Bausteinauswahl)

Das als Chip Select bezeichnete Signal ist in allen Digitalschaltungen zu finden. Es werden damit z.B. Datenwege oder Speicher freigeschaltet (adressiert).

DBS

Datenbanksystem

Datenbanksysteme gehören jetzt zur Grundausstattung jedes Arbeitsplatzcomputers. Es sind dies Softwarepakete, die in der Regel alle Datenfelder matrixförmig (auch: relational) verwalten. Eine Zeile dieser Anordnung heißt Datensatz. Typisches Beispiel: dBASE.

DMS

Dehnungsmeßstreifen

DMS dienen zur Messung von Form- und Wegänderungen, d.h. zur elektrischen Darstellung von mechanischen Meßgeräten. Draht-DMS bestehen oft aus einem mäanderförmig auf einen Polyamidträger geklebten Meßdraht (das Meßgitter). Es gibt aber auch Halbleiter-DMS.

EDIF

Electronic Design Interchange Format

(Austauschformat für Elektronikentwicklung)

EDIF bezeichnet eine Software-Standardschnittstelle, die es ermöglichen soll, alle Daten und Entwicklungsschritte der Digitalelektronik zwischen verschiedenen Stellen austauschbar zu machen.

GEM

Graphics Environment Manager

(Verwalter der Graphikumgebung)

GEM ist ein Programm von Digital Research, das unter Concurrent DOS und MS-DOS lauffähig ist und als graphische Benutzerschnittstelle anzusehen ist. Unterstützt werden Zeichnen, Beschriften, Textbearbeiten und Herstellen von Projektionsmaterial.

ITE

Information Technology Equipment

(Einrichtungen der Informationstechnik)

Allgemeine Bezeichnung für alle Einrichtungen der Informationstechnik, also für Geräte, Medien (Datenträger), Verbindungsleitungen, Netze und Systeme.

MDBS

Multi-user Data Base System

(Mehrbenutzer-Datenbanksystem)

Mehrbenutzerbetrieb ist mit den Datenbanken der Rechenzentren natürlich möglich. Bei Personalcomputern ist dies nicht so selbstverständlich. Eine unter CP/M-86 lauffähige Version heißt MDBS III.

MUMPS

Massachusetts General Hospitals' Utility Multiprogramming System

(Multiprogramm-Dienstsystem der Allgemein-Krankenhäuser von Massachusetts)

Hinter MUMPS verbirgt sich ein sehr schnelles relationales Datenbanksystem, das durch das amerikanische Normungsinstitut standardisiert wurde. Es ist auch in der Bundesrepublik erhältlich.

OC

Open Collector

(Offener Kollektor)

Bezeichnung für eine wichtige Ausgangsschaltung in Form eines Eintakt-Endverstärkers. Es lassen sich damit sog. verdrahtete UND- bzw. ODER-Anordnungen realisieren.

PPS

Produktionsplanungs- und Steuerungssystem

CAD und CAM (s. dort), also computerunterstützte Konstruktion und Fertigung, arbeiten häufig unabhängig voneinander und mit verschiedenen Datenbeständen. Integrierte CAD/CAM-Systeme verfügen über eine zentrale Datenbank. Ist auch noch ein PPS integriert, spricht man von CIM (s. dort).

TS

Tristate

(Drei Zustände)

Bezeichnung für eine wichtige Ausgangsschaltung in Form einer Gegentakt-Endstufe. Über einen sog. Enable-Eingang können dabei die beiden Ausgangstransistoren in den Sperrzustand geschaltet werden — der Ausgang wird hochohmig. Damit lassen sich viele Gatter zusammenschalten (Datenbusschaltung).

!!!!!! SONDERANGEBOTE !!!!!!

LED-Sortiment I: je 20 St. 3 u. 5 mm rt, gn, ge; zus. 120 St. nur 22,95 ★ LED-Sortiment II: je 20 St. 3 u. 5 mm rt, gn, ge; je 5 St. 8 mm rt, gn, ge; zus. 135 St. nur 38,50 ★ LED-Sortiment III: je 20 St. 3 u. 5 mm rt, gn, ge; je 10 Skalen-LED rt, gn, ge; je 10 St. 5 mm dreieckig rt, gn, ge; 5 St. 5x2 mm rt; 5 St. 5 mm Duo rt/gn; 5 St. 5 mm rt blinkend; 20 St. 1 mm gn; 25 St. 2 mm rt, zus. 240 St. nur 59,95 ★ LED 8 mm rt, gn, ge je St. 1,10 ★ NUR SOLANGE VORRAT REICHT: LD 32 (superhelle 3mm-LED orange-rot) -30 ★ COV81L (superhelle 5x5mm-LED gn) -42 ★

74LS00	1,95	74LS98	2,65	2732/450ns	19,80	BC546b	-19	LM324	1,94	CD4001	-65
74LS02	1,95	74121	3,10	2764-250ns	34,50	BC546c	-21	LM348	1,95	CD4024	2,35
74LS03	1,90	74LS193	2,75	2712B	115,-	BC547b/c	-18	MK5038B	31,50	CD4027	1,05
7406	3,50	74LS240	3,50	8255	29,50	BC557b/c	-18	MK5039	33,50	CD4040	1,95
74LS08	3,50	74LS241	3,50	1N4148	100 St. 4,95	BC327-40	-25	ICM7226B	98,-	CD4049	1,80
74LS14	2,50	74LS244	4,70	1N4007	50 St. 5,95	BC27-40	-35	TD2002	2,50	CD4051	2,05
74LS32	2,50	74LS245	4,95	1N1615	1N3890 1,95	BC141-16	-55	TD2020	6,75	CD4066	1,30
74LS47	3,25	74LS373	3,30	IN5402	-45	BC161-16	-55	U664B	19,95	CD4067	5,90
74LS74	2,35	74LS374	3,95	IN5405	-50	2N3055	-14	XR803B	12,25	CD4081	1,10
74LS90	2,60	74LS393	2,70	BY398	-45	LF357	-23	U401B	21,-	CD4099	-

Lötzinn 0,6 mm Ø: 100 g 8,50; 250 g 19,50; 500 g 34,50 ★ Lötzinn 1 mm Ø: 250 g 14,--; 500 g 23,50; 1 kg 44,90 ★ Widerstandssortiment 1370: alle E12-Werte von 1 Ω bis 22 MΩ!! (je 10 St. von 1 Ω bis 82 Ω und von 1 MΩ bis 22 MΩ, je 20 St. von 100 Ω bis 820 kΩ), zus. 1370 St. nur 34,50 ★ Schaltnetzteil + 5V/5A, -5V/0,5A, +12V/4A, -12V/0,5A mit Gehäuse 375,-

Weller-Lötstation WTCP-S (mit Potentialausgleichsbuchse) nur 165,- !!!

NEU: LCD-Tischmultimeter 4 1/2-stellig mit echter Effektivwertmessung, Grundgenauigkeit 0,03%!!, Auflösung 10 µV, 10 mΩ, 1 nA!! Einführungspreis: 998,- (Datenblatt anfordern!)

Funktionsgenerator Sinus, Dreieck, Rechteck, 0,1 Hz ... 2 MHz ab 679,-

1,5 mm fotobeschichtetes Basismaterial, 1. Wahl

0,035 mm Cu mit Lichtschutzfolie

	75 x 100	100 x 160	150 x 200	200 x 300	300 x 400
Pertinax					
FR-2 1seitig	-,70	1,30	2,50	4,90	9,80
Epoxyd FR-4					
1seitig	1,15	2,35	4,50	9,30	18,95
2seitig	1,25	2,85	5,50	10,80	21,50

Größere Formate (bis 350 x 600) auf Anfrage.

Entwickler, ergibt 3 Liter Lösung.

1,50

Reflexfilm 200 x 300 mm, zur Herstellung von Vorlagen aus Büchern und Zeitschriften, hohe Auflösung.

5,50

Entwickler und Fixierer für Reflexfilm, ergibt je 1 Liter

3,75

Feinätzkristall für 1 Liter Lösung.

3,75

Eisen-III-Chlorid für 1 Liter Lösung

3,75

Händleranfragen erwünscht (gegen Nachweis)

Alle Preise in DM einschl. MwSt. Fördern Sie unsere neue kostenlose Sonderliste an! Versand per Nachnahme zuzügl. Portokosten oder gegen Einsendung eines V-Schecks zuzügl. 3,- DM Versandspesen. (Ab 150,- DM Auftragswert entfallen Versandkosten.)

R. Rohlederer, Saarbrückener Str. 43, 8500 Nürnberg 50
Tel. 0911/48 55 61, 0911/42 54 14

19"-Gehäuse

Stabiles Stahlblech mit Kunststoffüberzug, komplett geschlossen, Frontplatte 4 mm Alu, schwarz epoxiert. Alle Gehäuse 255 mm tief.

Typ	Höhe	Preis
1HE	44 mm	47,-
2HE	88 mm	54,-
3HE	132 mm	64,-
4HE	176 mm	69,-
5HE	220 mm	79,-
6HE	264 mm	87,-

Gehäuse für NDFL-Verstärker, komplett bedruckt und gebohrt: 79,- DM mit Kühlkörpern: 119,- DM

Unser Gesamtkatalog mit Lautsprecherboxen und allem Zubehör gegen 2,50 DM in Briefmarken.

Warenversand per NN. Händleranfragen erwünscht.

A/S-Beschallungstechnik, Siegel + Heinings GbR
5840 Schwerte, Mülmkestr. 11, Tel. 02304/21477

Neu von AKOMP: Ein Vorverstärker zum Superpreis. Mit Daten, von denen viele andere träumen.

Wenn Sie auf der Suche nach einem Gerät zur Ansteuerung Ihrer Aktiv-Boxen und anderer Komponenten sind, haben Sie jetzt die Gelegenheit, Ihren Wunsch zu verwirklichen. Denn AKOMP bietet Ihnen einen Vorverstärker, der alles hat, was Sie brauchen: Eingänge für LINE, Tuner, CD-Plattenspieler, Magnet-Tonabnehmer, Bandgerät. Sogar eine vom laufenden Programm unabhängige Bandaufzeichnung ist möglich.

Und weil die Platinen fertig bestückt und auch geprüft sind, haben Sie diesen Bausatz im Handumdrehen zusammengebaut. Wetten?

Für den Kupon gibt's Infos. Sie können aber auch bestellen!

248.-
Unverb. Preisempfehlung

Für schnelle Anfragen: ELRAD-Kontaktkarten am Heftanfang

Wovon geht man überhaupt aus, wenn man eine Schaltung entwirft?

Schon das Ohmsche Gesetz reicht aus, Transistorschaltungen erfolgreich durchzurechnen. Das beweist der Autor Winfried Knobloch in dem neuen Buch Transistorschaltungen selbst entwickeln. Jetzt kann der Elektroniker sich diskrete Transistoren aus der großen Typenvielfalt gezielt für seine eigenen Vorhaben und Projekte aussuchen. Das erleichtert gezieltes und individuelles Arbeiten.

Darum behandelt der Autor hier rundherum und leicht verständlich die Grundlagen der Transistortechnik. Fragen des Anpassens, der Gegenkopplung, der Ausgangsdämpfung und der Kühlung. Besonders den jüngeren Elektronikern wird mit diesem Band der Einstieg in das wichtige Gebiet der Transistortechnik leicht gemacht.

Transistorschaltungen selbst entwickeln



135 Seiten,
87 Abbildungen,
Lwst.-geb. DM 28,-
ISBN
3-7723-7791-2

Franzis'

der große Fachverlag für angewandte Elektronik und Informatik



KÜPPER - ELEKTRONIK GMBH
Ihr ELEKTRONIK-BAUTEILE-Händler

3x Plus für Sie:

+ Service + Qualität + niedrige Preise

Näheres s. Katalog '84/'85

MM 5314	DM 12,05	ZN 234 E	DM 39,50
MM 5316	DM 19,90	MK 50395	DM 36,-
MM 5319	DM 7,20	MJ 802	DM 16,20
Autoradios		MJ 4502	DM 16,20

Autoradios

MJ 4502

DM 16,20

MJ 4502

Englisch für Elektroniker

Electronics
Review

Stars, rings, and other things

In a star topology, personal computers are joined at a single point and all network traffic is routed through the central node. The central node in a star is relatively easy to implement and thus inexpensive in terms of both hardware and software. Because each computer has a private link to the central node, the aggregate throughput of data in a star is greater than in many other network topologies. The power of the central node dictates the size and capacity of the network. This node, however, is the critical link within the system: if the node goes down, it takes the entire system with it.

Ring topologies are connected by point-to-point links in an unbroken circle. Rings often employ a signal contention scheme called token passing to avoid conflicting demands on the network. It works as follows: a bit pattern, called a token, is circulated to each node on the ring. When a personal computer grabs the token, it alone has the right to transmit data before it passes the token along to the next computer. The wiring required to add more computers to the network can be costly: without expensive bypass components, a failure on any part of the network will cause the system to stop.

In a bus topology, personal computers tap into a single physical channel. Like the ring, messages on the bus are broadcast to all personal computers, but because those messages do not have to be repeated, there are no re-

star topology Sternanordnung (**topology** sonst: Topologie; Lehre von der Anordnung von Punktmengen)

joined at a single point an einem einzigen Punkt miteinander verbunden

(to join auch: zusammenfügen) / **network traffic** Netzverkehr
routed through the central node durch den zentralen Knotenpunkt geführt

to implement anzuwenden (sonst auch: in Kraft zu setzen)

thus inexpensive in terms of . . . somit kostengünstig in bezug auf . . .

private link ['praivit] eigene Verbindung (**link** auch: Verknüpfung)

aggregate throughput of data gesamte Datendurchgang (**aggregate** sonst auch: Aggregat) / **power** Leistung

dictates the size and capacity diktieren die Größe und Kapazität

if the node goes down wenn der Knotenpunkt ausfällt

entire [in'taiə] ganze

connected by point-to-point links durch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen
verknüpft / **unbroken circle** ['sə:kl] ununterbrochenen Kreis

employ a signal contention scheme [skim] arbeiten im Signalkonkurrenz-
betrieb (employ sonst auch: anwenden, benutzen; contention Streit)

token passing Stafettenbetrieb (**token** auch: Zeichen, Spielmarke; **passing** Weitergabe)

to avoid conflicting demands on . . . um widersprüchliche Forderungen
an . . . zu vermeiden / **bit pattern** Bit-Folge (**pattern** sonst: Muster)

circulated zirkuliert / **grabs** ergreift

the right to transmit data das Recht, Daten zu übertragen

passes the token along to . . . den Token zum . . . weiterreicht

the wiring required to . . . die Verdrahtung, die notwendig ist, um . . .

costly kostspielig / **expensive bypass components** teure Umgehungselemente

failure ['feiljé] Versagen; Ausfall

will cause the system to stop verursacht den Ausfall des Systems

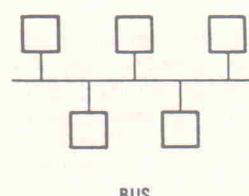
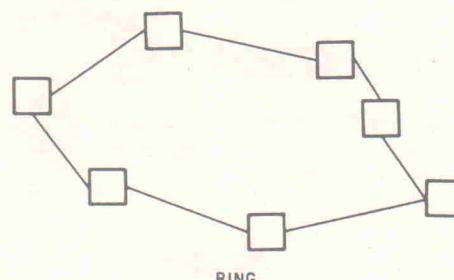
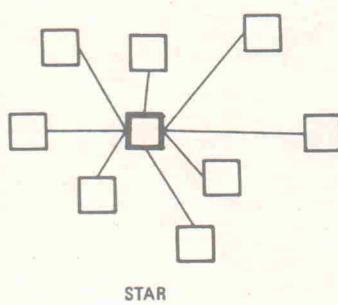
bus topology Bus-Anordnung (**bus** Sammelleitung)

tap into . . . münden in . . . (to tap sonst auch: an/abzapfen)

messages ['mesidʒɪz] Nachrichten (sonst auch: Meldungen, Mitteilungen)

broadcast übermittelt

do not have to be repeated müssen nicht wiederholt werden



transmission delays. Consequently, it runs faster than a ring. The passive role of the nodes on the bus allows the network to keep functioning when a single point fails. Bus-type networks usually employ an access scheme known as carrier-sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) or collision avoidance (CSMA/CA), or a token-passing scheme.

There is a plethora of options available to physically link the nodes. Today, however, most links are accomplished using either baseband or broadband cable. Microwave, radio, or satellite channels are finding increasing use in newer networking designs as well. It is important to point out that selecting the right transmission scheme depends less on selecting a media than it does on choosing a proper data rate. Any design must ensure that the channel can pump data at the required rate without introducing an unacceptable amount of errors, though still be able to propagate a signal without attenuation.

(Source: 'Electronics Week', New York)

retransmission delays Verzögerungen für Zweitübertragungen
consequently, it runs faster than . . . folglich arbeitet sie (die Busanordnung) schneller als . . .

allows the network to keep functioning gestattet das Weiterfunktionieren des Netzwerkes / **fails** ausfällt

usually employ ['ju:ʒuəli] verwenden gewöhnlich

access scheme [ski:m] Zugriffssystem (**scheme** sonst auch: Schema, Plan)
carrier-sense multiple access Vielfachzugriff mit Leitungsabfrage (**carrier** auch: Träger; **to sense** fühlen)

collision detection Kollisionserkennung / **avoidance** -vermeidung

there is a plethora of options available [ə'veiləbl] es steht eine Fülle von Möglichkeiten zur Verfügung / **accomplished** erreicht

either baseband or broadband cable entweder Basisband- oder Breitbandkabel / **microwave** Mikrowellen- / **radio** Funk-

satellite channels ['sætəlait] Satellitenkanäle

increasing use zunehmend Anwendung (**increasing** auch: steigend)

to point out darauf hinzuweisen

selecting the right transmission scheme Auswahl des richtigen Übertragungssystems / **depends less on . . .** hängt weniger ab von . . .

choosing a proper data rate Wahl eines geeigneten Datenflusses (**rate** sonst auch: Rate, Geschwindigkeit)

ensure [in'sjuə] sicherstellen (auch: gewährleisten)

without introducing an unacceptable amount of errors ohne eine unzulässige Menge von Fehlern einzuschleppen (**to introduce** auch: einführen)

though still be able und doch imstande zu sein

to propagate weiterzuleiten (sonst auch: fortpflanzen)

attenuation Dämpfung

Language traps — Sprachklippen!

What do you call a **personal computer** in German? A '*Personalrechner*'? Wrong! Why?

Because the English term **personal** is not equivalent to the German term '*Personal*'.

personal ['pə:snl] = *persönlich, privat* (*auf eine Person bezogen*)
 but:

personnel [pər'sə'nel] = *Personal, Belegschaft* (*für viele Personen*)

Here are a few examples, how these terms are used in English:

a.) **personal belongings** *persönliche Gegenstände, Privatsachen*
personal expenses *persönliche Ausgaben* ('*Personalausgaben*' siehe unten)

personal income *persönliches (Privat-)Einkommen*
personal data *persönliche Daten (Personalien)*

b.) **personnel department** *Personalabteilung*
personnel manager *Personalchef*
personnel expenditure *Personalausgaben*
flying personnel *fliegendes Personal (air crew)*

So, don't fall into the trap of translating **personal computer** into '*Personalrechner*', because it is not a **personnel computer**. Correct German terms for **personal computer** are:

persönlicher Rechner
 or
Arbeitsplatzrechner

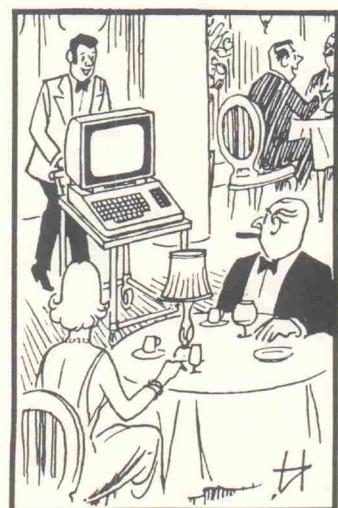


Fig. — Sir, this is the chef's personal computer on which you may select your menu.

Mein Herr, das ist der persönliche Rechner des Küchenchefs, auf dem Sie Ihr Menü zusammenstellen können.

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 Lötlack behandelt bzw. verzint. 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
AM-Fernsteuerung (Satz)	011-174	10,40	Empfänger-Platine	082-252	4,80	Kühlkörperplatine (NDFL)	024-335	3,30
Gitarrenverstärker	011-175	21,40	Transistor-Test-Vorstufe für DMM	082-253*	3,70	Kontakt-Basis-Verbreiterung	024-336*	4,30
Brumm-Filter	011-176*	5,50	Contrast-Meter	082-254*	4,30	Trigger-Einheit	024-337*	5,10
Batterie-Ladegerät	011-177	9,70	1 Ching-Computer (Satz)	082-255*	7,80	IR-Sender	024-338*	2,20
Schnellader	021-179	12,00	300 W PA	092-256	18,40	NDFL-Panel-Meter	024-339	9,20
OpAmp-Tester	021-180*	2,00	2	092-257*	7,10	NDFL-VU	024-340*	6,60
Spannungs-Prüfstift	021-181*	2,20	Disco-X-Blende	092-258	4,00	ZX-81 Sound Board	024-341*	6,50
TB-Testgenerator	021-182*	4,30	Mega-Ohmmeter	102-259*	17,40	Heizungsregelung NT Uhr	024-342	11,70
Zweitorngenerator	021-183	8,60	Dia-Controller (Satz)	012-260	8,00	Heizungsregelung CPU-Platine	024-343*	11,20
Bodenstecker	021-184*	4,00	Slim-Line-Equaliser (1k)	102-261	3,90	Heizungsregelung Eingabe/Anz.	024-344	16,60
Regenalarm	021-185*	2,00	Secker Netzteil A	102-262	3,90	EMix Eingangskanal	024-345	41,00
Lautsprecher-Rotor (Satz)	031-186*	29,90	Stecker Netzteil B	102-263	3,90	EMix Summenkanal	024-346	43,50
Sustain-Fuzz	031-187	6,70	Brückendarsteller	102-264*	5,00	HF-Vorverstärker	024-347	2,50
Drahtschleifenspiel	031-188*	7,30	ZX 81-Mini-Interface	102-265	8,80	Elektrische Sicherung	024-348*	3,70
Rauschgenerator	031-189*	2,80	Echo-Nachhall-Gerät	112-265	Hifi-NT	024-349	8,40	
IC-Thermometer	031-190*	2,80	Digitale Pendeluhr	112-266*	10,20	Heizungsregelung NT Relaisreiber	024-350	16,00
Compact 81-Verstärker	041-191	23,30	Leitungsdetektor	122-267*	3,00	Heizungsregelung	024-351	5,00
Blitzauslöser	041-192*	4,60	Wah-Wah-Phaser	122-268*	3,10	Heizungssteuerung Therm. A	024-352	11,30
Karrierespield	041-193*	5,40	Sensordimmer, Hauptstelle	122-269	5,00	Heizungssteuerung Therm. B	024-353	13,90
Lautsprecherschutzschaltung	041-194*	7,80	Sensordimmer, Nebenstelle	122-270	4,50	Photo-Lampe	024-354	6,30
Voodoor 1 (Anregungssplatinne)	051-195	17,60	Miller-Luxmeter (Satz)	122-271	4,50	Equalizer	024-355	7,30
Stereo-Leistungsmeß	051-196*	6,30	Digitale Küchenwaage	122-272	5,70	LCD-Thermometer	024-356	11,40
FET-Voltmeter	051-197*	2,60	Styropor-Säge	013-273*	4,20	Wischerg-Intervall	024-357	9,60
Impulsgenerator	051-198	13,30	Fahrrad-Standlich	013-274	5,00	Trio-Netzteil	024-358	10,50
Modellbahn-Signalhupe	051-199*	2,90	Betriebsstundenzähler	013-275*	5,00	Röhren-Kopfhörer-Verstärker	024-359	59,30
FM-Tuner (Schluftplatine)	061-200	6,60	Expansions-Board (doppelseitig)	013-276	44,20	LED-Panelmeter (Satz)	024-360	11,50
FM-Tuner (Pegelanzeige Satz)	061-201*	9,50	Netzteil 13,8 V/7,5 A	023-277	5,30	Sinusgenerator	024-361	8,40
FM-Tuner (Frequenzskala)	061-202*	6,90	Audio-Millivoltmeter	023-278*	3,20	Autotester	024-362	4,60
FM-Tuner (Netzteil)	061-203*	4,00	VC-20-Mikro-Interface	023-279*	6,30	Heizungsregelung PI, 4	024-363	14,80
FM-Tuner (Vorwahl-Platine)	061-204*	4,20	Gitarren-Effekt-Verstärker (Satz)	023-280	12,20	Audio-Leistungsmeß (Satz)	024-364	14,50
FM-Tuner (Feldstärke-Platine)	061-205*	4,60	Betriebsanzeige für Batteriegeräte	038-281*	1,80	Wetterstation (Satz)	024-365	13,60
Logik-Tester	061-206*	4,50	Mitteldrillen-Radio	038-282*	5,00	Lichtautomat	024-366	7,30
Stethoskop	061-207*	5,60	Protopel	038-283	31,20	Berührungs- und Annäherungsschalter	024-367	5,00
Roulette (Satz)	061-208*	12,90	Kfz-Ampermeter	043-284	3,20	VU-Peakmeter	024-368	5,90
Schalldruck-Meßgerät	071-209	11,30	Digitale Weichensteuerung (Satz)	043-285*	23,80	Wiedergabe-Interface	024-369	4,00
FM-Stereotuner (Ratio-Mitte-Anzeige)	071-210*	3,60	MF-Nachlaufschalter	043-286*	6,70	mV-Meter (Meßverstärker) — Satz	024-370	23,60
Gitarren-Tremolo	071-211*	7,00	Public Address-Vorverstärker	043-287*	8,80	mV-Meter (Impedanzwandler, doppelseitig)		
Milli-Ohmmeter	071-212	5,90	1/3 Oktave Equalizer Satz	053-288	67,80	mV-Meter (Netzteil)		
Ölthermometer	071-213*	3,30	Servo Elektronik	053-289	2,80	DI-Steuerung (Hauptplatine, doppelseitig) — Satz	024-371	80,10
Power MOSFET	081-214	14,40	Push-Timer	053-290	4,20	DI-Steuerung (Bedienfeld)		
Tongenerator	081-215*	3,60	Ultraschall-Bewegungsmelder	053-291*	4,30	Digitales C-Meßgerät	024-372*	9,60
Composer	091-216	98,30	Transistor-Piep	053-292*	2,50	Netz-Interkom	024-373	7,85
Oszilloskop (Hauptplatine)	091-217	13,30	RAM-Karte VC-20 (Satz)	053-293*	12,70	Kfz-Batteriekontrolle	024-374	12,55
Oszilloskop (Spannungssteiler-Platine)	091-218	3,60	Klirrfaktor Meßgerät	063-294	18,00	Okolicht	024-375	5,60
Oszilloskop (Vorverstärker-Platine)	091-219	2,60	Fahrregler im Modulbauweise	063-295	6,00	Illumix-Steuerpult	024-376	106,50
Oszilloskop (Stromversorgungs-Platine)	101-220	6,70	— Grundplatine	063-296*	3,60	Auto-Defekt-Simulator	024-377	7,50
Tresorschloß (Satz)	111-221*	20,10	— Steuerteil	063-297*	2,70	Variometer (Aufnehmerplatine) — Satz	024-378	12,60
pH-Meter	121-222	6,00	— Leistungsteil	063-298*	3,60	Variometer (Audiotypline)		
4-Kanal-Mixer	121-223*	4,20	— Speed-Schalter	063-299*	4,30	Gitarren-Subbaß (doppelseitig)	024-379	73,15
Durchgangsprüfer	012-224*	2,50	Sound-Bender	073-300	22,70	C-Abgastester — Satz	024-380*	12,30
60dB-Pegelmesser	012-225	13,90	Farbbalkengenerator (Satz)	073-301	8,30	Terz-Analyser — Satz	024-381	186,90
Elektrostat Endstufe und Netzteil (Satz)	012-226	26,10	Zünd-Stroboskop (Satz)	073-302*	3,30	(mit Lötstopplack)		
Elektrostat aktive Frequenzweiche	012-227	8,40	Akustischer Mikroschalter	073-303*	2,70	Soft-Schalter	024-382	5,95
Elektrostat passive Frequenzweiche	012-228	10,10	Treble Booster	083-304	2,50	Illumix (Netzteil)	024-383	10,50
LED-Juwelen (Satz)	022-229*	5,90	Dreisekundenblinker	083-305	1,90	Auto-Defekt-Simulator	024-384	78,25
Gitarren-Phaser	022-230*	3,30	Oszillografik	083-306	17,10	Variometer (Leistungsteil)	024-385	114-386
Fernthermostat, Sender	022-231	5,90	Lautsprechersicherung	093-307*	4,30	(doppelseitig, durchkontaktiert)		
Fernthermostat, Empfänger	022-232	6,00	Tube-Box	093-309*	3,60	IR-Fernbedienung (Satz)	024-387	78,30
Blitz-Sequenzer	022-233*	9,50	Digital abstimmbarer Filter	093-310*	4,30	Zeitgeber (Satz)	024-388	44,70
Zweistrahlvorsatz	032-234*	4,20	ZX-81 Funktions	093-311*	3,80	Terz-Analyser/Trafo	024-389	22,50
Fernthermostat, Mechanischer Sender	032-235	2,20	Korrelationsgradmesser	093-312*	4,30	Thermostat	024-390*	13,50
MM-Eingang (Vorverstärker-MOSFET)	032-236	10,20	Elektr. Fliegenklatsche	103-313*	9,10	Universal-Weiche*	024-391*	14,20
MC-Eingang (Vorverstärker-MOSFET)	032-237	10,20	Jupiter Mikrofonverstärker	103-314	10,90	Aktiv-Weiche	024-392/	30,90
Digitales Lux-Meter (Satz)	042-238*	12,20	Symmetr. Mikrofonverstärker	103-315*	5,20	Schaltnetzteil	024-393	15,70
Vorverstärker MOSFET-PA	042-239	47,20	Glühkerzenregler	103-316*	3,60	Schaltverzerrer	024-394	16,90
Hauptplatine (Satz)	052-240	3,50	Walkman Station	103-317	50,20	MC-Röhrenverstärker (VV)	024-395/	14,20
Noise Gate A	052-241	4,50	Belichtungssteuerung	113-318*	8,10	MC-Röhrenverstärker (VV) Netzteil	024-396	11,40
Noise Gate B	062-242	12,90	ZX-81 Invers-Modul	113-319*	6,20	Spannungswandler	024-397	12,70
Jumbo-Babivibrator (Satz)	062-243	7,00	Frequenzselektive Pegelanzeige	113-320*	2,30	Minimax (Satz)	024-398	23,70
GTI-Stimmbox	062-244*	15,30	PLI-Telefonrufmelder	113-321*	9,60	Dig. Rauschgenerator	024-399	13,40
Musikprozessor	062-245	2,90	Dia-Synchronisiergerät (Satz)	113-322*	3,40	DVM-Modul	024-400	9,55
Drehzahlmesser für Bohrmaschine	072-246	7,90	Cobold Basissplatin	113-323*	8,30	Universelle aktive Frequenzweiche	024-401	20,90
Klav-Alarm	072-247	5,40	Cobold CIM-Platine	043-324	36,50	Kapazitätsmeßgerät	024-402	28,75
Diebstahl-Alarm (Auto)	072-248*	2,20	NC-Ladeautomatik	043-325	35,10	Piezoe-Vorverstärker	024-403	10,50
Kinder-Sicherung	072-249*	4,00	5 x 7 Punktmatrix (Satz)	043-326	64,90	Video-Überspielverstärker	024-404	12,05
„C“-Alarm	072-250	18,20	Impulsgenerator	043-327	9,60	Trepplicht	024-405	14,95
Labor-Netzgerät	082-251	8,40	Blitz-Sequenzer	043-328*	12,10	VV 1 (Terzanalyser)	024-406	9,25
Frequenzgang-Analysator			NDFL-Verstärker	043-329	17,60	VV 2 (Terzanalyser)	024-407	12,20
Sender-Platine				043-330	49,00			
Frequenzgang-Analysator				043-331*	13,00			
				043-332*	5,90			
				043-333*	5,20			
				043-334	11,30			

Eine Liste der hier nicht mehr aufgeführten älteren Platinen kann gegen Freiumschlag angefordert werden.

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, Postscheckamt Hannover · Kt.-Nr. 000-019968 Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

Verlag Heinz Heise GmbH, Postfach 2746, 3000 Hannover 1

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.

19" Einschubgehäuse ab 39,50 DM

19" Tischgehäuse,
sehr formschön,
kompl. m. Einschubnuten + Befestigungssch., l. Steckerl, max. 32 St. Europatlinen 100 x 160 mm. Abzug geschlossen, jede Wandung abnehmbar. Maße B 441 x T
235 x H 155 mm. Farbe: beige/Front: schwarz.
Best.-Nr. 1775 Preis 39,50 DM

Einschubgehäuse im 1/2 19" Format, kompl. m. Einschubnuten f. max. 14 St. Europatlinen 100 x 160 mm. Mit überstehender Frontplatte. Lüftung a. d. Rückwand. Maße: B 255 x T 164 x H 110 mm. Farbe: schwarz/matt.
Best.-Nr. 1605 Preis 29,— DM
Metalgriffe f. beide Gehäuse
Best.-Nr. 1603 Preis 3,95 DM/p. St.

Sehr schweres 19" Metallgehäuse, m. 4 mm starke Ränder überstehender Alu Frontpl. Allseitig geschlossen, jed. Wandung abnehmbar. Farbe: schwarz/matt.
Maße: B 480 x T 255 x H 132 mm.
Preis 63,— DM, ab 3 St. 61,90 DM
Geh. Pos. 1+2 a. schlagfest, b. 100 °C formstab. Kunststoff. Versand p. NN. 5,90 DM Vers.-Kosten.

PROFESSIONAL-LIGHT-PROCESSOR
Professionell: 8 Kanalsteuerung, dauerbetriebsfest, m. tausend Progr. Möglichk., abgesp. i. e. 16KB-Speicher, schaltb., autom. Programmwechsel, laufend neue Progr. "stop and go" Funktion, Musik gest. Computerlichtorgel, NT-Eing. u. Optikkoppler gefremit, Endstufen Triacs 8 A/p. Kanal, Gesamtdimmer f. a. Kanäle, Regler f. Taktfrequenz, Dimmer u. NT-Eing. Kompl. Baus. m. a. Teilen on Geh. Best.-Nr. 1253 Preis 129,— DM, ab 3 St. 119,50 DM/p. St.
Einschubgehäuse passend Best.-Nr. 1605 Preis 29,— DM

HAPE SCHMIDT ELECTRONIC - POSTF. 1552 - D-7888 Rheinfelden 1

SPITZENCHASSIS UND BAUSÄTZE

IIEF • AUDAX • scan-speak
Peerless • Electro-Voice • Celestion

Multicel • seas • Fostex

Umfangreiches Einzelchassis- und Bausatzprogramm. Preisgünstige Paket-Angebote. Baupläne und sämtl. Zubehör zum Boxenbau. Fachliche Beratung. Sehr umfangreiche Unterlagen gegen 5-DM-Schein oder in Briefmarken sofort anfordern bei

Lautsprecherversand
G. Damde
Wallerfanger Str. 5,
6630 Saarlouis
Telefon (06 81) 39 88 34.

Anzeigen-schluß für elrad
magazin für elektronik
7/85
ist der
15. 5. 1985

COMBICONTROL ist der geeignete Taschenempfänger zur Überwachung sämtlicher Frequenzen wie 11-m-Band-CB = 26,9–27,8 MHz, jetzt Kanal 1 bis 80, 4-m-Band-LPB = 54–88 MHz, UKW-FM = 88–108 MHz, Flugfunk 108–136 MHz, 2-m-Band-HPB = 136–188 MHz. Bestückung: 29 Halbleiter, eingebaute Lautsprecher, Ohrhörerbuchse, Batteriebetrieb und Klinkenbuchse für 220/6-Volt-Adapter, regelbare Rauschsperrre, Maße: 98 x 205 x 53 mm, 6 Monate Garantie. Exportgeräte-Katalog mit 80 verschiedenen Geräten gegen 5 DM.

Achtung! Exportgeräte ohne FTZ-Nr., laut § 15, Fernmeideanlagen gesetz ist die Errichtung und der Betrieb dieser Geräte im Inland bei Strafe verboten. Der Kauf und Besitz im Inland zum Betrieb im Ausland ist nicht verboten.

RUBACH-ELECTRONIC-GMBH
3113 Suderburg 1 · Postfach 54 · Telefon (058 26) 4 54

JOKER-HIFI-SPEAKERS
DIE FIRMA FÜR LAUTSPRECHER

BRANDNEU: KATALOG 84/85
sofort bestellen gegen 10,— Schein oder NN.

RIESENAUSWAHL: 300 MARKENCHASSIS
ERFOLGS GARANTIE: BAUVORSCHLÄGE
SPITZENKLASSE: AKTIVPROGRAMM

Postfach 80 09 65, 8000 München 80, Tel. 0 89/4 48 02 64

kostenlos!
mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)
gleich anfordern bei:
Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand
Postfach 110168, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 0 72 23/5 20 55
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.
Baden-Baden-Stadtmitte, Lichtenwalder Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 26
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (0 23 61) 2 63 26
Karlsruhe, Karlstraße 127, Telefon (0 71) 3 06 68

scanspeak läuft — auch ohne viel Werbung

Einige Argumente für scanspeak-Freunde:
Chassis in der scanspeak-Klasse sollten folgende Merkmale haben —

Körper sollten aus Magnesium-Druckguß oder Aluminium-Guß in einem Stück hergestellt sein.

Schwingspulen sollten aus 6kant-Lackdraht gewickelt sein.

Hexagonal Coil

Eine Erfindung von scanspeak. Die einzige Maschine, die hexagonal Spulen wickeln kann, steht bei scanspeak in Dänemark.

Magnete

Über dem Polkern sollte eine Kupferkapsel sein.

Symmetric Drive

Eines der scanspeak-Weltpatente. Sie reduziert die Transientverzerrung auf $\frac{1}{10}$ und verhindert die Erhöhung der Impedanz.

Weitere Informationen bei scanspeak lautsprecher vertrieb gmbh · 5060 Bergisch Gladbach 1 · Postfach 30 04 66

LAUTSPRECHER LADEN

Objektive Beratung zum Selbstbau von

- HIFI-BOXEN
- DISCO-BOXEN
- MUSIKERBOXEN u.a.

Dipl. Ing. FH Ronald Schwarz
c/o BLACKSMITH
Richard-Wagner-Str. 78
6750 Kaiserslautern
Tel.: 0631 16007

Neue Chassis von Dynaudio

Unterlagen gegen DM 1,— in Briefmarken

Durch neu entwickelte Schaltung enorm stabile Stromversorgung

- spannungskonstant bis 20 % Netzspannungsänderung
- Spannungsstabilität: $\pm 2 \text{ mV}$ bei 100 % Laständerung
- Restbrumm: < -140 dB
- Strom und Spannung beliebig
- symmetrisch/unsymmetrisch/einfach/mehrzahl/TTL
- als Baustein (anschlüpfertig, ohne Trafo)
- als kompl. regelbares Labornetzgerät
- fordern Sie **KOSTENLOSE** Liste Nr. 8025 an

ELEKTRONIKGERÄTE LEHMEIER
Postfach 1244 · 8898 Schrobenhausen 1

NEU
NEU
NEU

Facharbeiter werden Techniker und Meister

Aus 500 Facharbeiterberufen schnell und sicher zum Maschinenbau-Techniker, Elektro-Techniker, Industriemeister.

Durch einen Fern-Kurs aus dem großen deutschen Schulzentrum Dr. Eckert mit 38 Jahren Erfahrung und 20.000 Absolventen, davon 5.500 Techniker und Meister.



FERNLEHRINSTITUT
DR. ROBERT ECKERT
8400 REGENSBURG
PURICELLISTR. 40

GUTSCHEIN

Senden Sie mir kostenlos Ihre Informationen:

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Auf Postkarte kleben und senden an
Fernlehrinstitut Dr. Robert Eckert GmbH
Puricellistraße 40, 8400 Regensburg

Elektronik-Einkaufsverzeichnis

Aachen

KK Microcomputer · Electronic-Bauteile
KEIMES+KÖNIG
 5100 Aachen
 Hirschgraben 25
 Tel. 0241/20041

5142 Hückelhoven
 Parkhofstraße 77
 Tel. 0243/56044

5138 Heinsberg
 Petersgasse 2
 Tel. 02452/21721

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK Rudolf Goldschalt
 Bahnhofstr. 18 1/2a, 89 Augsburg
 Tel. (0 821) 51 83 47
 Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.
 Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerraritäten.

Bad Krozingen

THOMA ELEKTRONIK
 Spezialelektronik und Elektronikversand,
 Elektronikshop
 Kastelbergstraße 4—6
 (Nähe REHA-ZENTRUM)
 7812 Bad Krozingen, Tel. (0 76 33) 1 45 09

Berlin

Arlt 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

ELECTRONIC VON A-Z
 Elektrische + elektronische Geräte,
 Bauelemente + Werkzeuge
 Stresemannstr. 95
 Berlin 61 Tel. (0 30) 2 61 11 64



segor
 electronic
 kaiser-augusta-allee 94 1000 Berlin 10
 Tel. 030/3449794 telex 181268 segor d

WAB nur hier OTTO-SUHR-ALLEE 106 C
 1000 BERLIN 10
 (030) 341 55 85
 IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ
 GEOFNET MO-FR 10-18, SA 10-13
 ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

Bielefeld

alpha electronic
 A. BERGER Ing. KG.
 Heeper Straße 184
 Telefon (05 21) 32 43 33
 4800 BIELEFELD 1

Bochum

marks electronic
 Hochhaus am August-Bebel-Platz
 Voerdestraße 40, 4630 Bochum-Wattenscheid
 Telefon (0 23 27) 1 57 75

Bonn

E. NEUMERKEL
 ELEKTRONIK
 Stiftsplatz 10, 5300 Bonn
 Telex 8 869 405, Tel. 02 28/65 75 77

Fachgeschäft für:
 antennen, funkgeräte, bauteile
 und zubehör
 5300 Bonn, Sternstr. 102
 Tel. 65 60 05 (Am Stadthaus)

P + M elektronik

Braunschweig

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK
 Dipl.-Ing.
 Jörg Bassenberg
 Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

Bremerhaven

Arndt-Elektronik
 Johannesstr. 4
 2850 Bremerhaven
 Tel.: 04 71/3 42 69

Brühl

Heinz Schäfer
 Elektronik-Groß- und Einzelhandel
 Friedrichstr. 1A, Ruf 0 62 02/7 20 30
 Katalogschutzgebühr DM 5,— und
 DM 2,30 Versandkosten

Bühl/Baden

electronic-center
 Grigentin + Falk
 Hauptstr. 17
 7580 Bühl/Baden

Castrop-Rauxel

R. SCHUSTER-ELECTRONIC
 Bauteile, Funkgeräte, Zubehör
 Bahnhofstr. 252 — Tel. 02305/19 17 00
 4620 Castrop-Rauxel

Darmstadt

THOMAS IGIEL ELEKTRONIK
 Heinrichstraße 48, Postfach 4126
 6100 Darmstadt, Tel. 06151/45789 u. 44179

Dortmund

Gerhard Knupe OHG
 Bauteile, Funk- und Meßgeräte
 APPLE, ATARI, GENIE, BASIS, SANYO.
 Güntherstraße 75
 4600 Dortmund 1 — Telefon 02 31/57 22 84

Köhler-Elektronik

Bekannt durch Qualität
 und ein breites Sortiment
 Schwanenstraße 7, 4600 Dortmund 1
 Telefon 02 31/57 23 92

Duisburg

Elur

Vertriebsgesellschaft für
 Elektronik und Bauteile mbH
 Kaiser-Friedrich-Straße 127, 4100 Duisburg 11
 Telefon (02 03) 59 56 96/59 33 11
 Telex 85 51 193 elur

KIRCHNER-ELEKTRONIK-DUISBURG
 DIPL.-ING. ANTON KIRCHNER
 4100 Duisburg-Neudorf, Grabenstr. 90,
 Tel. 37 21 28, Telex 08 55 531

Essen

dig itron
 digitalelektronik
 groß-/einzelhandel, versand
 Hans-Jürgen Gerlings
 Postfach 10 08 01 · 4300 Essen 1
 Telefon: 02 01/32 69 60 · Telex: 857 252 digit d

Rudiv
FERN
 ELEKTRONIK
 Seit über 50 Jahren führend:
 Bausätze, elektronische Bauteile und
 Meßgeräte von
 Radio-Fern Elektronik GmbH
 Kettwiger Straße 56 (City)
 Telefon 02 01/2 03 91

Skerka

Gänsemarkt 44—48
 4300 Essen

Frankfurt

Arlt 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
 Elbestr. 11 · Frankfurt/M. 1 · Tel. 06 11/23 31 32

Freiburg

Si mega electronic

Fa. Algaier + Hauger
 Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
 Platinen und Reparaturservice
 Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
 Tel. 07 61/27 47 77

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



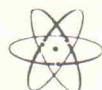
Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
 465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1—3

Gelsenkirchen

A. KARDACZ — electronic
Electronic-Fachgeschäft
Standorthändler für:
Visaton-Lautsprecher, Keithley-Multimeter,
Beckmann-Multimeter, Thomsen- und Resco-Bausätze
4650 Gelsenkirchen 1, Weberstr. 18, Tel. (0209) 25165

Giessen

AUDIO
VIDEO
ELEKTRONIK



Bleichstraße 5 · Telefon 0641 / 7 49 33
6300 GIENSEN

Gunzenhausen

Feuchtenberger Syntronik GmbH
Elektronik-Modellbau
Hensoltstr. 45, 8820 Gunzenhausen
Tel.: 098 31-16 79

Hagen



electronic

5800 Hagen 1, Elberfelder Str. 89
Telefon 023 31/2 14 08

Hameln

Reckler-Elektronik

Elektronische Bauelemente, Ersatzteile und Zubehör
Stützpunkt-Händler der Firma ISOPHON-Werke Berlin
3250 Hameln 1, Zentralstr. 6, Tel. 051 51/2 1122

Hamm



electronic

4700 Hamm 1, Werler Str. 61
Telefon 023 81/12112

Hannover

HEINRICH MENZEL

Limmerstraße 3-5
3000 Hannover 91
Telefon 44 26 07

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20 Tel. 0 71 31/6 81 91
7100 Heilbronn

Hirschau

CONRAD
ELECTRONIC

Hauptverwaltung und Versand
8452 Hirschau • Tel. 09622/3 01 11
Telex 6 31 205

**Europas größter
Elektronik-Versender**

Filialen
1000 Berlin 30 · Kurfürstenstraße 145 · Tel. 0 30/2 61 70 59
8000 München 2 · Schillerstraße 23 a · Tel. 0 89/59 21 28
8500 Nürnberg · Leonhardstraße 3 · Tel. 09 11/26 32 80

Kaiserslautern



fuchs elektronik gmbh
bau und vertrieb elektronischer geräte
vertrieb elektronischer bauelemente
groß- und einzelhandel
altenwoogstr. 31, tel. 4 44 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)
Porschestr. 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
gunstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Koblenz

hobby-electronic-3000

SB-Electronic-Markt

für Hobby — Beruf — Industrie
5400 KOBLENZ, Viktoriastraße 8-12
2. Eingang Parkplatz Kaufhof
Tel. (02 61) 3 20 83

Köln

Fachgeschäft für:

antennen, funkgeräte, bauteile
und zubehör

**2x
in Köln**

P+M

elektronik

5000 KÖLN 80, Buchheimer Straße 19
5000 KÖLN 1, Aachener Straße 27

Pöschmann Elektronische
Bauelemente

Wir
versuchen
auch genau
Ihre
speziellen
technischen
Probleme
zu lösen.

S Köln 1 Friesenplatz 13 Telefon (0221) 23 18 73

Lage

ELATRON

Peter Kroll · Schulstr. 2
Elektronik von A-Z, Elektro-Akustik
4937 Lage
Telefon 0 52 32/6 63 33

Lebach

Elektronik-Shop

Trierer Str. 19 — Tel. 0 68 81/26 62
6610 Lebach

Funkgeräte, Antennen, elektronische Bauteile, Bausätze,
Meßgeräte, Lichtorgeln, Unterhaltungselektronik

Lippstadt



electronic

4780 Lippstadt, Erwitter Str. 4
Telefon 0 29 41/1 79 40

Mainz

Arlt

Elektronische Bauteile

6500 Mainz, Münsterplatz 1
Telefon 0 61 31/22 56 41

Moers

**NÜRNBERG-
ELECTRONIC-
VERTRIEB**

Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41/3 22 21

Radio - Hagemann

Electronic

Homberger Straße 51
4130 Moers 1

Telefon 0 28 41/22 704



Münchberg

Katalog-Gutschein

gegen Einsendung dieses Gutschein-Coupons erhalten Sie kostenlos unserren neuen

Schuberth elektronik Katalog 83/84

(bitte auf Postkarte kleben, an untenstehende Adresse einsenden)

SCHUBERTH 8660 Münchberg, Postfach 260
electronic-Versand Wiederverkäufer Händlerliste
schriftlich anfordern.

München

RADIO-RIM GmbH

Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 0 89/55 72 21
Telex 5 29 166 rrim-d
Alles aus einem Haus



Münster

Elektronikladen

Mikro-Computer-, Digital-, NF- und HF-Technik
Hammerstr. 157 — 4400 Münster
Tel. (02 51) 79 51 25

Neumünster

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Beethovenstraße 37, 2350 Neumünster, Tel.: 0 43 21/1 47 90

Nidda

Hobby Elektronik Nidda
Raun 21, Tel. 0 60 43/27 64
6478 Nidda 1

Nürnberg

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

Radio -TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher

Offenbach

rail-elektronic gmbh

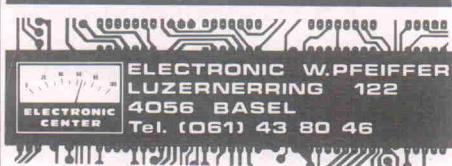
Großer Biergrund 4, 6050 Offenbach
Telefon 06 11/88 20 72
Elektronische Bauteile, Verkauf und Fertigung

Baden

P-SOUND ELEKTRONIK

Peter Stadelmann
Obere Halde 34
5400 Baden

Basel



Elektronische Bauelemente und Messinstrumente für
Industrie, Schulen und den Hobbyelektroniker !

ELECTRONIC-SHOP

M. GISIN
4057 Basel, Feldbergstrasse 101
Telefon (0 61) 32 23 23

Gertsch Electronic

4055 Basel, Rixheimerstrasse 7
Telefon (0 61) 43 73 77/43 32 25

Fontainemelon

URS MEYER
ELECTRONIC
CH-2052 Fontainemelon, Bellevue 17
Telefon 038 53 43 43, Telex 35 576 melec

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh
Elektronik-Fachgeschäft
Nordstr. 10 — 2900 Oldenburg
04 41 — 159 42

Osnabrück

Heinicke-electronic

Apple · Tandy · Sharp · Videogenie · Centronics
Kommanderiestr. 120 · 4500 Osnabrück · Tel. (05 41) 8 27 99

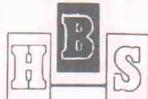
Siegburg



E. NEUMERKEL ELEKTRONIK

Kaiserstraße 52, 5200 Siegburg
Tel. 0 22 41/5 07 95

Singen



Elektronic GmbH

Transistoren + Dioden, IC's + Widerstände
Kondensatoren, Schalter + Stecker, Gehäuse + Meßgeräte
Vertrieb und Service

Hadumothstr. 18, Tel. 0 77 31/6 78 97, 7700 Singen/Hohentwiel

Singen

Firma Radio Schellhammer GmbH
7700 Singen · Freibühlstraße 21–23
Tel. (0 77 31) 6 50 63 · Postfach 620
Abt. 4 Hobby-Elektronik

Weilburg

edicta electronic

ein Begriff
Fachgeschäft und Versand
elektronischer Qualitätsbauteile
zu günstigen Preisen

Dipl.-Ing. Rehwald
Lindenstraße 25
6290 Weilburg 4
0 64 71/24 73

Wilhelmshaven



REICHELT
ELEKTRONIK

Marktstraße 101–103
2940 Wilhelmshaven 1
Telefon: 0 44 21/26 381

Thun



Elektronik-Bauteile

Rolf Dreyer
3600 Thun, Bernstrasse 15
Telefon (0 33) 22 61 88

OFES

Funk + Elektronik

3612 Steffisburg, Thunstrasse 53
Telefon (0 33) 37 70 30/45 14 10

Zürich



ALFRED MATTERN AG ELEKTRONIK

Seilergraben 53 8025 Zürich 1
Telefon 01/47 75 33 Telex 55 640



ZEV ELECTRONIC AG

Tramstrasse 11
8050 Zürich
Telefon (01) 3 12 22 67

Konni-Antennen

VHF, Kanal 2, 3, 4	Stereo-Antennen
2 Elemente 35,-	3-EL-Stereo-Ant. 32,-
3 Elemente 45,-	8-EL-Stereo-Ant. 60,-
4 Elemente 55,-	GA-Kopf-LMKU 85,-
	Dachpfanne ab 9,-
VHF, Kanal 5-12	Koaxkabel 75 Ω ⪻,85
4 Elemente 15,-	Funk-2-m-Band
6 Elemente 22,50	F-4 Elemente 35,-
10 Elemente 32,-	F-7 Elemente 55,-
14 Elemente 37,50	F-10 Elemente 75,-
	jetzt mit Unterbügel
UHF-X-Syst., K 21-60	Funk-70-cm-Band
SX 11 Elemente ... 25,-	nach DL 6 WU
SX 23 Elemente ... 40,-	F-11 Elemente 40,-
SX 43 Elemente ... 55,-	F-20 Elemente 70,-
SX 91 Elemente ... 70,-	Litz 7x7x0,25 ,85
Gitterant. 8 E ... 30,-	RG-58 CU ,75

Preise incl. MwSt. Alles Zubehör.
Katalog anfordern!

8771 Esselbach 1 · Tel. 09394/275

Ehrensache, . . .

dass wir Beiträge und Bauanleitungen aus inzwischen vergrieffenen elrad-Ausgaben für Sie fotokopieren.

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

Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen:
11/77, 1-12/78, 1-12/79, 2/80,
3/80, 5-8/80, 10/80, 12/80,
1-4/81, 6/81, 9/81, 10/81, 12/81,
1-5/82, 1/83, 5/83. elrad-Special 1,
2, 3 und 4.

elrad - Magazin für Elektronik,
Verlag Heinz Heise GmbH,
Postfach 2746, 3000 Hannover 1

HAMEG-Oszilloskope

HM103	1x 10 MHz
HM 203-5	2x 20 MHz
HM 203-5 N	2x 20 MHz
HM 204	2x 20 MHz
HM 204 N	2x 20 MHz
HM 208	2x 20 MHz
HM 208 N	2x 20 MHz
HM 605	2x 60 MHz
HM 605 N	2x 60 MHz

Preisliste 5/84 anfordern!

Zubehör	Modular-System 8000
HZ 20	14,96
HZ 30	34,66
HZ 32	21,66
HZ 34	21,66
HZ 35	41,10
HZ 36	56,32
HZ 46	106,13
HZ 47	17,33
HZ 53	70,40
HZ 54	70,40

IGIEL Elektronik

Heinrichstraße 48, 6100 Darmstadt
Tel. 06151/45789, Telex: 419507 igiel d

Der Lautsprecher-fuchs



Dynaudio Pentamid 3
Bausatz mit Weichenkit
365,- DM
Wir bieten mehr:
Parallelsymmetrisches NF-Kabel
2x0,9 mm; PE-Isolierung,
Außen durchmesser 10,3 mm,
p. M. **5,95 DM**
Passender
Cinch-Stecker **10,95 DM**

Die neue Adresse
für Leute, denen Basteln nicht ausreicht:
Weidenstieg 16, 2 HH 20, Tel. 4918275

Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

ACR, München	27	HAPE, Rheinfelden	77	Mühlbauer, Kaufbeuren	71
Akomp, Bad Homburg	73	Heckertronics, Veltheim	83	Müller, Stemwede	19
albs-Alltronic, Mühlacker	21	heho, Biberach	27	Oberhage, Starnberg	27
A/S Beschallungstechnik, Schwerde	73	hifisound, Münster	27	Open Air, Hamburg	27
Böhm, Minden	17	HiFi-Studio „K“, Bad Oeynhausen	71	roha electronic, Nürnberg	73
Brainstorm, Neumünster	67	I.E.V., Duisburg	71	Rubach, Suderburg	77
Burmeister, Rödinghausen	13	Igiel, Darmstadt	81	Salhöfer, Kulmbach	17
Conrad, Hirschau	88	Joker-HiFi, München	77	SCAN-Speak, Bergisch Gladbach	77
Cress, Frankfurt	83	klein aber fein, Duisburg	5	SOAR, Ottobrunn	71
Damde, Saarlouis	77	KONNI-Antennen, Esselbach	81	Scheicher, München	17
Diesselhorst, Minden	57	KÜPPER-ELEKTRONIK, Troisdorf	73	Schröder, Waldshut-Tiengen	83
Doeper, München	83	Lautsprecherfuchs, Hamburg	81	Tennert, Weinstadt	67
DYNAUDIO, Hamburg	67	Lautsprecherladen, Kaiserslautern	77	Völkner, Braunschweig	19
Eckert, Regensburg	77	Lehmeier, Schorbenhausen	77	WESTFALIA TECHNICA, Hagen	83
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg	21	LSV, Hamburg	67	Zeck-Music, Waldkirch	21
Fitzner, Berlin	83	Meyer, Baden-Baden	77		
Franzis-Verlag, München	73	MONACOR, Bremen	19		
Frech-Verlag, Stuttgart	15				
Gerth, Berlin	67				

Impressum:

elrad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH
Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61
Postanschrift: Postfach 27 46
3000 Hannover 1
Ruf (0511) 5 35 20
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

technische Anfragen nur freitags 9.00—15.00 Uhr

Postscheckamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 999)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Michael Oberesch,
Peter Röbke

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Assistenz: Hans-Jürgen Berndt, Marga Kellner

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellungen: Dörte Imken

Anzeigen:

Anzeigenleiter: Wolfgang Penseler,
Disposition: Gerlinde Donner
Freya Mövers

Es gilt Anzeigenpreisliste 7 vom 1. Januar 1985

Redaktion, Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH
Postfach 27 46
3000 Hannover 1
Ruf (0511) 5 35 20

Herstellung:

Heiner Niens

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,
Dirk Wollschläger

Satz und Druck:
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (0511) 708370

elrad erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 5,—, 8S 43,—, sfr 5,—
Sonstiges Ausland DM 5,50

Das Jahresabonnement kostet DM 48,— incl. Versandkosten und MwSt.

DM 60,— incl. Versand (Ausland, Normalpost) DM 84,—
incl. Versand (Ausland, Luftpost).

Vertrieb und Abonnementsverwaltung
(auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 57 07
D-6200 Wiesbaden
Ruf (06121) 266-0

Verantwortlich:

Textteil: Manfred H. Kalsbach
Anzeigenteil: Wolfgang Penseler
beide Hannover

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

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

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany
© Copyright 1985 by Verlag Heinz Heise GmbH

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto:

Fotozentrum Hannover, Manfred Zimmermann

KLEINANZEIGEN**KLEINANZEIGEN****KLEINANZEIGEN****KLEINANZEIGEN****KLEINANZEIGEN****KLEINANZEIGEN**

PLATINENSERVICE in EPOX + PERT. ab 4 Pf/cm² geg. Vorlage + Bestückungsdruck + Lötkopfmaske, **KARL OTTO DREYER**, KÖNIGSGAS. 8c, 6588 BIRKENFELD.

LAUTSPRECHER von Beyma, Peerless, Visaton, Peak. **LAUTSPRECHERREPARATUREN** alle Fabrikate. Preisliste gratis: Peiter-Elektroakustik, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Tel. 07231/24665.

SUPERPREISE für Halbleiter und Bausätze, Katalog kostenlos Elektronik-Versand SCHEMBRI, Postfach 1147, 7527 Kraichtal, Tel. 07250/8453.

Elektr. Baut. + Baus.-Liste kostl. Orgel-Baus-Katalog 2,—. Horst Jüngst, Neue Str. 2, 6342 Haiger 12, Tel. 02774/2780, Schnellvers. a. Microprozess.

_SOUND EQUIPMENT Lautsprecher, Zubehör u. Bühnenelektronik von: ATC, ASS, Audax, Beyma, Call, Celestion, Fane, Klotz, Goodmans, McGee, Multicel, RCF, Vitavox, Session, 3rd Generation. **INFO GRATIS!** Versand per NN. MICHAEL EISENMANN, Friederikastr. 10, 4630 Bochum 1, Tel. 0234/31 1220.

Suche alte Telefonapparate + Fernsprechteile. V. Hoffmann, Murgstr. 33, 7550 Rastatt, T. 0722/6666.

NEUHEIT! METALL-DETEKTOR DER ABSOLUTEN SPITZENKLASSE ZUM SELBSTBAU. Kompl. elektronischer Baustein DM 298,— (+ Versandkosten). Kostenlose Information bei **HD-SICHERHEITSTECHNIK**, Dipl.-Ing. H. Dreher, Postfach 1431, 2350 Neumünster.

TI59 + PC100C MAGNETK. Softw. Bücher VB 700 DM, Laser 2001 + 4Farb-Plotter VB 700 DM, Jupitertace FORTH VB 200 DM, Tel. 06181/14501 ab 21 Uhr.

PLATINEN nach Film o. pausfähigem Layout. Epoxyd 6 Pf/cm² incl. Bohrungen 0,8 o. 1,0 mm. J. Pressel, Sachsenweg 6, 7050 Waiblingen.

Verk. Baus. **KLIRRFAKTO-MESSBRÜCKE.** A. Zeitschrift PE Plat. fast ganz bestückt: DM 120. Tel. 06271/71222.

Preisgünstige Trenntrafo 220V/220V 500VA 68 DM, 750VA 96DM, 1KVA 130DM, Regeltrafo 220V 500VA 120DM, 750VA 196DM, 1KVA 245DM, Kleintrafo 24V 4VA 2,50DM, passende Stahlblechgehäuse ab 35 DM. M. Stollsteimer, Aschmann 14, 7143 Vaihingen/Enz.

Eine Fundgrube für Elektroniker: Mohawk-Datasciences-Rechner, bestehend aus Zentraleinheit, Bandspeicher, Festplattenreger und 10 Terminals mit eingebauten Bildschirmen, kann repariert oder ausgeschlachtet werden. VB DM 2500,— (0209) 37 9862 ab 14.00 Uhr, Gelsenkirchen.

BÖHM-ORGEL PROFESSIONAL 2000, voll ausgebaut, Strings-Piano, Phasing, Klängspeicher-Computer, Preis VB, Tel. 0841/67299.

Zu VERKAUFEN elrad CHORALISER in 19"-Geh. 280 DM, Elektorhall inkl. 2xSAD1024 80 DM, UHER Rep. Mono 150 DM sehr preisw. Kabelrestposten, 0241/871263.

ISERT Verzinnungs- u. Lötanlage incl. FLuxum. u. 13 kg Lötzinn nur 680,— DM. Tel. 02627/1941.

HITACHI MOSFET 2SK 135/25350 aDM 17,90 ab IOSTU DM 16,50, H. THOMAS ELEKTRONIK, POSTFACH 64, 8744 MELLICHSTADT, VERSEND PER NN.

Selber LAUTSPRECHER bauen! Für anspruchsvolles Musikhören! Bausätze — Baupläne — Bauteile. Beratung und Mustervorführung. Telefon: 0711/223484 16 bis 18 Uhr.

Platinen fertigen wir nach Vorlage: für Pertinax 4 Pf/cm², Epoxyd 6 Pf/cm², doppelseitig x2 Bohrung 1,5 Pf pro Loch, Vorlage einsenden an W. Gottfried, Jahnstr. 65, 1000 Berlin 47.

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Bastlersortiment m. über 150 Bauteilen, wie Elkos, Transistoren, Kondensat., Widerst., LEDs usw. Sonderpreis 15 DM. 200 S. Katalog 5 DM. L + K Electronic, Postfach 164, 8031 Eichenau.

Traumhafte Oszi.-Preise. Elektronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83—85, 5500 Trier, Tel. 0651/48251.

Lautsprecher von A—Z. v. Audax bis Zubehör, alles zum Selbstbau, prof. **Mikrofone** — Super-Preise! Preisliste DM 1,40 (BfM.) 09571/5578. Fa. Wiesmann, Wiesenstr. 3, 8620 Lichtenfels.

Fotokopien auf Normalpapier ab 0,09 DM. Großkopien, Vergrößern bis A1, Verkleinern ab A0. Herbert Stork KG, Welfengarten 1, 3000 Hannover 1, Tel. 0511/716612.

An dieser Stelle könnte Ihre private oder gewerbliche Kleinanzeige stehen. Exakt im gleichen Format: 8 Zeilen à 45 Anschläge einschl. Satzzeichen und Wortzweckenschrämmen. Als priv. Hobby-Elektroniker müßten Sie dann zwar 31,92 DM, als Gewerbetreibender 52,90 DM Anzeigenkosten begleichen, doch dafür würde Ihr Angebot auch garantiiert beachtet. Wie Sie sehen.

Achtung Boxenbauer! Vorher Lautsprecher-Spezial-Preisliste für 2,— in Briefmarken anfordern. **ASV-Versand**, Postfach 613, 5100 Aachen.

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: **DIGIT**, Postfach 370248, 1000 Berlin 37.

Elektronische Bauteile, Bausätze, Musikelektronik. Katalog anfordern für 3,— DM in Briefmarken bei **ELECTROBA**, Postfach 202, 7530 Pforzheim.

Achtung Bastler! Superpreise für Bausätze und Halbleiter. 1 Jahr Garantie auf alle Bausätze, Liste kostenlos bei Elektronik-Vertrieb OEGGL, Marienbergerstr. 18, 8200 Rosenheim.

ELEKTRONISCHE BAUTEILE — GERÄTE — ELEKTRONIK von A—Z zu Superpreisen: Kurzliste geg. Rückporto. Versand geg. Rechnung. Elektronik Versand, Haselgraben 17, 7917 Vöhringen, Tel. 07306/8928.

Minispionekatalog DM 20; Funk-Telefon-Alarm-Katalog DM 20; Computerkatalog DM 30; Donath, Pf. 420113, 5000 Köln 41.

elrad-Reparatur-Service! Abgleichprobleme? Keine Meßgeräte? Verstärker raucht? Wir helfen! „**Die Werkstatt**“ für Modellbau und Elektronik. Wilhelm-Bluhm-Str. 39, 3000 Hannover 91, Tel. 0511/2104918, Geschäftzeiten: Mo.—Fr. 9.00—12.00/15.00—18.00.

Trio-Oscilloscope zu Superpreisen von: Saak electronic ★ Pf. 250461 ★ 5000 Köln 1.

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagenverleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 06152/39615.

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V 5—200A, vergoldete Infrarotfilter, Optiken, Fotomultipli, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, Osmometer, PH-Meßger., spez. Motore mit u. ohne Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckmeßger., EKG-Monitore, XY-Monitore u.v.m., neu, geb. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMECA ELECTRONICS®**, Rothenburger Str. 32, 8500 Nürnberg 70, Tel. 0911/264438. Kein Katalogversand.

VERKAUFE HOCHWERTIGEN TIMER, 0—1000 SEC, 100 msec. INCL. ACCUS + NETZ, NP 2100,— VB 1400,— o. Zbh. Tel. 09131/32547, ab 18.00 h.

Angebot des Monats: CB-Funkgerät **PRESIDENT PC 40 AM/FM 389,—**, STABO XM 4012N 399,—, XM 4000 379,—, XF 4012 599,—, Export-Empfänger **SUPER CRUSADER 5000 885,—**, Anrufbeantworter mit FTZ-Nr. SANYO TRA 1004 739,85. PANASONIC KX-T 1507 789,—, Gratis-Info. Versand per NN incl. Porto. THIEL-electronic, Lauterberg 3, 5231 Wahlrod.

Suche He-Ne-Laser. U. Skudayski, Tel. 040/251276.

Dr. BÖHM-ORGEL STARSOUND transp. zahlreiche Erweiterungen: Synthesizer, MC- u. Strings-Computer, unter Bausatzpreis!! Tel. 04445/681 Georg.

Christiani Elektronik-Labor u. Digital-Labor mit Experimentiermaterial abzugeben. Tel. 05906/1247.

Achtung HiFi Freaks! Spezial elrad-Acryl-Pyramiden als Satelliten-System abzugeben. BaB mit elektr. Frequenzweiche und Endstufe. 200 W sinus. VHB 1900 DM. Tel.: 0911/557992.

GUTE ÜBERSETZUNGEN von englischen Bedienungs- und Installationsanleitungen, technischen Unterlagen etc. aus den Bereichen Datenverarbeitung, Elektronik, E-Technik und Maschinenbau: Postfach 311130, 3320 SALZGITTER 31, TELEFON 05341/264557.

Energiesparteufel (Elo 2/82), blinkt bei zu hoher Raumtemperatur mit den LED-Augen, einstellbar, Fertigplatine + Bauplan DM 9,80 + N.-Geb., R. Ufermann, Scherpenberger Str. 111, 4130 Moers 1.

SBA 1115 St. 1,50 DM, Quarz 4.19430MHz St. 2,10, Anzeige **MAN 74A** St. 1,50 DM nur solange Vorrat reicht von **UDO's electronic**, Postfach 1228, 8633 Roedental 2, Liste kostenlos.

Wegen Hobbyaufgabe verkaufe alle Electroniceteile billig, Liste anf. Chiffre-Nr. E850501

Verk. Mikroprozessor-Labor incl. Lehrgang ohne Drucker, zusätzl. Kassetten-Interface + Prom-Programmiergerät. Horst Jüngst, Neue Str. 2, 6342 Haiger 12, Telefon 02774/2780, Preis: DM 800,—.

SUCHE EIMIX Folie dringend, Tel.: 030/6069454.

KATALOG KOSTENLOS bei: GEV, POSTFACH 1104, 6369 SCHOENBECK 2.

Verkaufe 2 Shackman Elektrostaten T-Typ MHT sowie 2 Transformatoren für die Transistorelektronik dieser Elektrostaten und 20 BUX 87 Transistoren (alles neuwertig) zum Ges.-Preis von 450,— DM. Tel. 02183/9597.

SUPERPREISE Wegen Hobbyaufgabe zum Spottpreis 400 Stk. 4164-150nS DM 9,20, 200 Stk. 4164-200nS DM 8,70, 250 Stk. 2718-350nS DM 9,50. Tel. 08131/15952 ab 18.30 Uhr.

ACHTUNG!!! ACHTUNG!!! Speicher, yC, Interface, Drucker, Steckverbinde, Monitore, Geräte, Kabel und akt. u. pass. Bauteile. **SOFORT AB LAGER!!! SPITZENQUALITÄT!!!** ZU SUPERPREISEN!!! Kostenlose EHL-Liste gegen frankierten und adressierten Rückumschlag. BS-ELEKTRONIK, Langendorf und Stutz, Sandweg 38, Tel. 069/498333, 6000 FRANKFURT 1.

LCD-Digital-Multimeter 92,50. Entmagnetisierungsdrossel 14,80. Helfende Hand m. Lupe 17,00. Frequenzzähler 250 MHz 183,50. **Signalverfolger u.-geber** 189,50. **Ringkern trenntrafo** 0—24 V 500 VA 2,1 A 220,50. Entlüftpumpe 15,90. Autoalarmanlage 50,00. Jakob elektronik, Postfach 33, 8481 Flossenbürg. Info gratis.

Achtung Bastler! Wegen Hobbyaufgabe zu verkaufen: Stereo Gesangs- u. Instrumental-Verstärker 2 x 100 W. Sinus, 8 Eingänge, 2x 5facher Equalizer, Summenregler, elektronisches Echo-Hall umschaltbar, mit eingebautem, elektronischem Rotorbaustein (Vibrato), mit Anlaufeffekt. Ideal für Orgel, Gesang, Baß, Gitarre u. Stereo-Heim-Anlage. Neupreis 2500,—. Verkaufspreis 1500,—. Ohne Rotorbaustein 1250,—. Tel. 0646/8204.

PREISKÜLLER! 99 Widerstände für 88 Pf. !!! 1000 Widerst. 6,66; 100 Hochlastwiderst. 5,65; 100 Trimpot. 7,88; 50 Pot. + Fl. Bahnregl. 8,65; 100 Foliennen. 3,33; 100 Keramikkonden. 2,28; 50 Tantalkond. 7,85; 100 Polyesterkond. 3,55; 20 Trimmkond. 4,75; 100 Elektrolytkond. 6,45; 100 Dioden 6,54; 100 Transistoren 13,45; 100 Steckverb. 5,55; 20 Skalenknöpfe 4,45; 10 Adapter, Verbindungsstücke 0,2—1,5 m 3,75; Diodenkabel: 5 m, 1x0,08 mm 1,99; 5 m, 2x0,08 3,75; 5 m, 4x0,08 4,15; 1,5 m, 2 D-Stecker, 3pol. 0,99; 5 Schraubendreher, Kreuzschl. 45 mm, Ø 3,5 mm 0,99; Wundertüten: 101 Teile 2,22; 1001 Teile 13,33; Vieles mehr — Liste gratis. Christiani von Platen, Richard-Strauss-Weg 26, 2940 Wilhelmshaven.

Spectrum Schaltbild nur 10 DM. Tel 0211/247677.

Stroboskop, hohe Blitzleistung, DM 49,—. **Netzgerät** 6/8 1—13, 8 V DM 69,—. **Wilfried Pradel**, Rosenweg 3, 3180 Wolfsburg 1, Tel.: 05361/52150.

Christiani Mikroprozessor u. Peripherie-Bausteine, beide kompl. abzugeben. Tel. 05906/1247.

TAUSCHE C64 o. EG3003 16K/LZ gegen 2 Kanal-OSZI incl. Zubehör (z.B. Hameg etc.) 0211/247677.

SYNTHESIZER-BAUSÄTZE

analog (CEM-ICs): polyphon, computergesteuert, speicherbar, mit Sequencer, Rhythmusprogrammierung, Composer etc.

digital: mit Naturklangspeicher, digitaler Synthese (Fourier, FM) in Verbindung mit Personalcomputer

Info kostenlos gegen Rückporto

DIPLO. PHYS. D. DOEPFER MUSIKELEKTRONIK

Merianstr. 25, 8 München 19
Tel.: 0 89/15 64 32

Heckertronics

elrad-Projekt 2/3/85: MOS-FET PA II00

pro Kanal	Fertig best. u. gepr.	Bausatz
Modul	478,-	398,-
Steuer-Elektr.	95,-	75,-
Aussteuerungsanzeige	a.A.	
Elektrik für 2 Kanäle	a.A.	
Netzteil ohne Kühlkörper	195,-	
19" Gehäuse 4HE gem. elrad 4/85	a.A.	
FERTIGGERAT	a.A.	
DIGITAL DELAY mit Pedalsteuerung		
Delay-Elektr.	495,-	Pedal 149,-
19" Gehäuse 1HF	69,-	
SCOPEXTENDER 16-Kanal Vorschaltgerät	DM 169,-	



H.J. Heckert / W. Grotjan GbR
Neue Str. 1
3305 Veltheim / Ohe
Tel. 05305 / 2415

Platinen 1. Wahl, 0,035 Cu und fotobeschichtet mit Lichtschutz

Pertinax	DM	DM	Epoxyd	DM	DM	2seitig	DM	DM	DM
Pe 60 x 100	0,45	Fo	0,60	0,70	Fo	1,00	Fo	1,20	BC 546 B
Pe 100 x 150	0,90	Fo	1,30	1,55	Fo	2,40	Fo	2,90	BC 547 B
Pe 100 x 160	1,00	Fo	1,35	1,60	Fo	2,45	Fo	3,10	BC 556 B
Pe 200 x 150	1,80	Fo	2,60	2,95	Fo	4,85	Fo	5,90	BC 557 B
Pe 233 x 160	—	—	—	3,95	Fo	6,30	Fo	7,50	BC 140
Pe 200 x 300	3,60	Fo	4,95	5,90	Fo	9,70	Fo	11,80	BC 141
Pe 400 x 300	7,20	Fo	9,90	11,80	Fo	19,40	Fo	23,60	NE 555

Atznatron, Positif Entwickler, 10 g DM 0,45, 1,2 kg DM 6,80
Eisen 3 Chlorid, zum Atzen 500 g DM 2,10, 1 kg DM 3,80, 2 kg DM 7,00, 30 kg DM 64,00
Neu Ätzsulfat 500 g DM 3,80, Drehschalter DM 2,50, Metallbrücken 200 V/10 A DM 4,95, 400 V/10 A DM 5,40

Gerhard Schröder Elektronik Vertrieb

Priestergasse 4, 7890 Waldshut-Tiengen 2, Telefon (0 77 41) 41 94

Westfalia Technica

hat Qualität preiswerter!



Gekapselte Solarzellen, 450 m V - Serie, sehr bruchfest, m. Schraubanschluß und Messing-Verbindern.

Lstg.	Abm.	Best.-Nr. DM
100-mA-Zelle	46x26 mm	35701 2,95
200-mA-Zelle	56x35 mm	35702 4,60
400-mA-Zelle	76x46 mm	35703 6,40
700-mA-Zelle	96x66 mm	35704 8,40

Mabuchi RF-510 T - Solarmotor
0,4/10 mA.

Best.-Nr. 35712 St. 5,95
ab 3 St. je St. 5,60

Der neue Katalog 85-II ist da!

MÄNNER SACHE(N)

Jetzt 200 Seiten und mehr als 1000 neue Artikel! Wer schon einmal einen Katalog angefordert hat erhält den neuen automatisch! Ansonsten kostenlose Erstanforderung mit Postkarte!

Westfalia Technica 5800 Hagen
Fach 440 Telefon (0 23 31) 35533

elrad-Einzelheft-Bestellung

Ältere elrad-Ausgaben können Sie direkt beim Verlag nachbestellen.

Preis je Heft: einschließlich Ausgabe 6/80 DM 3,50; 7/80 bis 12/82 DM 4,-; ab 1/83 bis 12/83 DM 4,50; ab 1/84 DM 5,-, zuzüglich Versandkosten.

Gebühr für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 2,-; 2 bis 6 Hefte DM 3,-; ab 7 Hefte DM 5,-.

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

Bestellungen sind nur gegen Vorauszahlung möglich.

Bitte überweisen Sie den entsprechenden Betrag auf eines unserer Konten, oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei.

KI.-Nr. 3905-308, Postscheckamt Hannover - KI.-Nr. 000-019968, Kreissparkasse Hannover (BLZ 250 502 99)

elrad-Versand - Verlag Heinz Heise GmbH • Postfach 2746 • 3000 Hannover 1

Plexiglas-Reste

3 mm farblos, 24x50 cm 3,-
rot, grün, blau, orange transparent
für LED 30x30 cm je Stück 4,50
3 mm dick weiß, 45x60 cm 8,50
6 mm dick farbl., z. B. 50x40 cm kg 8,-
Rauchglas 3 mm dick, 50x60 cm ... 15,-
Rauchglas 6 mm dick, 50x40 cm ... 12,-
Rauchglas 10 mm dick, 50x40 cm ... 20,-
Rauchglas oder farblose Reste
3, 4, 6 und 8 mm dick kg 6,50
Plexiglas-Kleber Acrifil 92 7,50

Ing. (grad.) D. Fitzner

Postfach 30 32 51, 1000 Berlin 30
Telefon (0 30) 8 81 75 98

Drahtlose Telefone

Nur für Export – in der BRD und West-Berlin nicht erlaubt.

Bis ca. 250 m DM 199,-

Bis ca. 500 m DM 395,-

Bis ca. 4 km DM 850,-

Bis ca. 12 km DM 1150,-

Bis ca. 20 km DM 1450,-

Verstärker + Zubehör bis zu 100 km auch lieferbar.

Alle Preise inkl. MwSt. frei Haus per Nachnahme.

Händler-Unterlagen auf Anfrage.

K. N. Cress, Import-Export GmbH

Ludwig-Zamenhof-Weg 8
6000 Frankfurt/Main 70

Tel. 0 69/63 23 55, Telex 4 16 277

Unser Bestseller!

6. Auflage Ein BASIC-Buch auch für Nicht-Techniker, Nicht-Mathematiker, Nicht-Computer-Profis!

Siegmar Wittig

BASIC-Brevier

Eine Einführung in die Programmierung von Heimcomputern

6., erweiterte Auflage

Berücksichtigt speziell die BASIC-Versionen von Apple, Atari, Commodore (mit besonderen Hinweisen für VC-20 und C-64), Epson, Heath-Zenith, Tandy, Texas Instruments, Sinclair ZX81 und ZX Spectrum.

238 Seiten mit 15 Abbildungen, 6 Tabellen, zahlreichen Programmbeispielen, Programmieraufgaben mit Lösungen und einer Sammlung von 10 ausführlich beschriebenen Programmen. Format 18,5x24 cm. Kartoniert, DM 34,00. ISBN 3-922 705-01-4

Die ideale Ergänzung zu jedem BASIC-Lehrbuch, aber auch eine einzigartige Programmsammlung!

Siegmar Wittig

BASIC-Brevier. Systematische Aufgabensammlung.

207 BASIC-Aufgaben mit kommentierten Lösungen und zahlreichen Lösungsvarianten.

3. Auflage 1983, 210 Seiten. Format 18,5x24 cm.

Kartoniert, DM 29,80. ISBN 3-922 705-02-2

Diese Aufgabensammlung kann neben dem Lehrbuch BASIC-Brevier — Eine Einführung in die Programmierung von Heimcomputern, aber auch neben jedem anderen BASIC-Lehrbuch oder Hersteller-Handbuch verwendet werden. Die Lösungen sind in Microsoft-BASIC geschrieben.

Die Aufgabensammlung stellt aber auch für den fortgeschrittenen Programmierer eine einmalige Sammlung von wichtigen Programmsequenzen dar, denn sie enthält u. a. zahlreiche Programme zu den Bereichen Mischen, Trennen, Einfügen, Sammeln, Suchen und Sortieren von Daten, Konversionsmethoden, Simulation, Bit-Manipulation u. v.m.

Die Anordnung der Aufgaben ist systematisch. Zu allen wichtigen BASIC-Sprachelementen werden Aufgaben angeboten. Die Aufgaben werden zunehmend umfangreicher und schwieriger. Ihre Lösungsvorschläge enthalten mehr und mehr unterschiedliche Sprachelemente. Tabellen erlauben die Auswahl von Aufgaben, die mit bestimmten Sprachelementen oder Kombinationen davon gelöst werden.



Verlag Heinz Heise GmbH • Postfach 2746 • 3000 Hannover 1

Nächsten Monat:

Bauanleitungen

Lineares Ohmmeter

Nicht jeder Hobby-Elektroniker ist stolzer Besitzer eines Digital-Multimeters. Zum Messen von Spannungen und Strömen ist ein gutes Analog-Gerät in fast allen Fällen ausreichend, bei Abgleicharbeiten oft sogar überlegen.

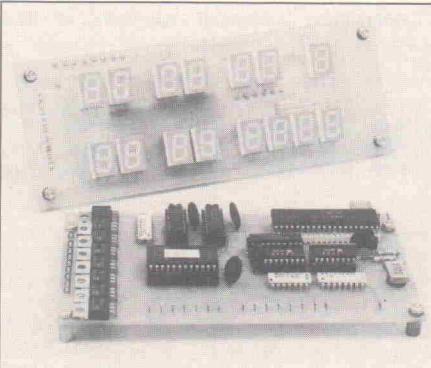
Ein Nachteil fast aller Analog-Multimeter ist jedoch die Ungenauigkeit im Ohm-Meßbereich. Aufgrund des einfachen Meßprinzips ergibt sich eine extrem unlineare Skalenteilung, die nur eine grobe Abschätzung des zu messenden Widerstandswertes erlaubt.

Das hier vorgestellte Ohmmeter bietet eine fein gestufte, zwölfache Meßbereichsumschaltung zwischen $30\ \Omega$ und $10\ M\Omega$ und arbeitet mit linearer Skalenteilung.

Paßt zu NDFL- und A-Endstufen:

Modularer Vorverstärker

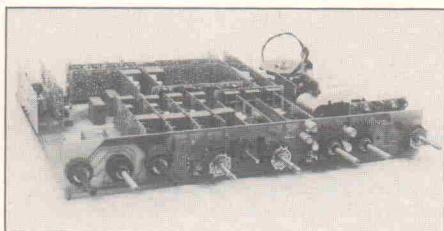
Ein neues Mammut-Projekt steigt im nächsten Heft in die erste Runde. Wie schon auf dem Foto leicht zu sehen ist, handelt es sich bei diesem modular aufgebauten Vorverstärker um einen



Atomuhr

Ausgangspunkt der Atomzeit ist das chemische Element Cäsium. Die Zeiteinheit Sekunde wurde bereits vor einigen Jahren auf Grundlage der Elektronenübergänge zwischen zwei definierten Energieniveaus beim Cäsium-Atom definiert. Derartige Cäsium-Uhren werden zum Beispiel von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) betrieben. Die so gewonnene exakte Zeitinformation wird vom Sender DCF77 in Mainflingen ausgestrahlt.

In unserer Bauanleitung stellen wir Ihnen einen Empfänger vor, der die übertragenen Zeitzeichen decodiert und in einem LED-Display zur Anzeige bringt. Das Ergebnis: stets genaue Uhrzeit, im Winter wie im Sommer (Sommerzeit!).



'High-Ender' sowohl vom Aufwand als auch von der Qualität her: Symmetrische Ausgänge, steckbare Entzerrungen für MM-Systeme oder Signalschalter mit Relais sind nur einige Merkmale, die den engagierten Hifi-Elektroniker zum Nachbau reizen dürften.

Wenn die Sonne das Bier kühlt ...

Camping-Kühlschrank

Unser zweites Sommer- und Urlaubsprojekt besteht aus einer Styroporkiste, in deren Deckel zwei Peltier-Elemente mit zugehöriger Steuerelektronik dafür sorgen, daß auch im heißen Süden die Butter nicht weich und die Biere nicht warm werden. Die Versorgungsspannung von 12 V/1 A kann wahlweise aus der Autobatterie, dem 220-V-Netz oder — bei Leuten mit größtem monatlichen Gehaltsscheck — der Sonne entnommen werden.



Heft 6/85
erscheint
am 28. 5. 1985

IC-Praxis

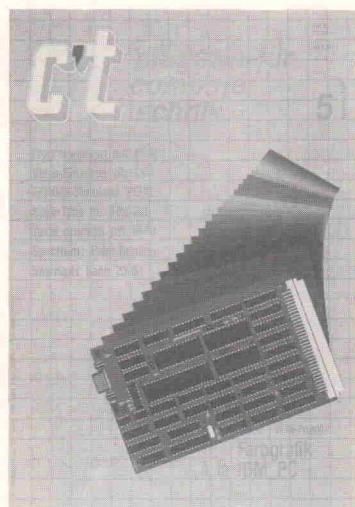
Integrierte Spannungsregler

Netzteile, Netzgeräte ... das sind die wohl am häufigsten benötigten Schaltungen. Die Hersteller von Halbleiter-Bauelementen bieten schon seit langem ICs an, mit denen so ziemlich alle Stromversorgungsprobleme schnell und präzise gelöst werden können.

Einen Überblick der wichtigsten Regler-ICs unter Berücksichtigung neuerer Typen bringt elrad in der nächsten Ausgabe. Natürlich in der Form, die der Praktiker braucht: Anwendungsschaltungen, die vollständig dimensioniert sind.

... u. v. a. m.

— Änderungen vorbehalten —



c't 5/85 — jetzt am Kiosk

Projekte: Farbgrafikkarte — IBM-like, Voice-RAM-Karte für den Naturklang-Computer, Programmierbarer EPROM-Simulator, Video-Entzerrer für den C64 • SuperTape für TRS80 • Programme: Pseudo-RAM-Disk am Apple II, PAINT für Spectrum, Grafik-Hardcopy für C64, Druckprogramm für Olivetti M10 •

c't 6/85 —

ab 17. 5. 85 am Kiosk

Projekte: PCDOS für den c't 86, Low-Cost-Druckerspooler, X-Schalter für Peripheriegeräte mit Centronics-Schnittstelle • Report: Künstliche Intelligenz • 65C02-Disassembler • ZX-Monitor, Betriebssystem-Erweiterung für C64 u.v.a.m.

INPUT 5/85 —

ab 20. 5. 85 am Kiosk

Talk to me — Der C64 als Gesprächspartner • Hintergrundmonitor — Analyse eines laufenden Programms • Break-Out — Videospiel-Klassiker • Motor Bike — Leistungsberechnung für Sportmotoren • Mathe mit Nico — Grundrechenarten spielend erlernt • 64er-Tips, Video-Kurs, Hilfsprogramme, News u.v.a.m.

INPUT 6/85 —

ab 18. 6. 85 am Kiosk

INPUT-Diskettenversion nur direkt vom INPUT-Vertrieb, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61, zum Preis von 19,80 DM (inkl. Porto und Verpackung, Scheck oder Überweisungsbeleg beilegen).

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Bitte veröffentlichen Sie den umstehenden Text von _____ Zeilen zum Gesamtpreis von _____ DM in der nächsterreichbaren Ausgabe von elrad. Den Betrag habe ich auf Ihr Konto Postscheck Hannover,
Konto-Nr. 93 05-308;
Kreissparkasse Hannover,
Konto-Nr. 000-0199 68
überwiesen/Scheck liegt bei.

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.

Datum Unterschrift (für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsberechtigte)

elrad-Kontaktkarte

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

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

elrad-Leser-Service

Antwort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen



**Verlag Heinz Heise GmbH
elrad-Anzeigenabteilung
Postfach 2746**

3000 Hannover 1

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Antwort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen



**Verlag Heinz Heise GmbH
Postfach 2746**

3000 Hannover 1

elrad - Private Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Abgesandt am

1985

Bemerkungen

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

1985

an Firma

Bestellt/angefordert

elrad-Platinen-Folien-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

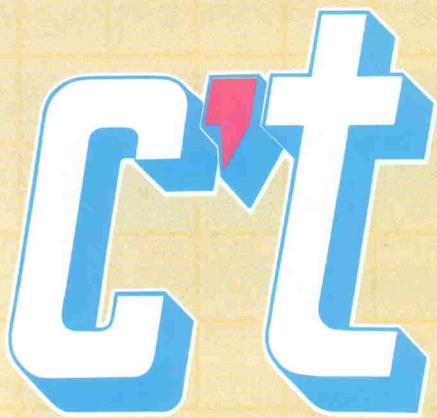
1985

zur Lieferung ab

Heft 1985

Jahresbezug DM 30,— inkl. Versandkosten und MwSt.

Abbuchungen sind aus organisatorischen Gründen nicht möglich.



c't magazin für
computer
technik

Anzeige

5

April/Mai 1985

Programmieren mit PEARL

Video-Entzerrer für C64

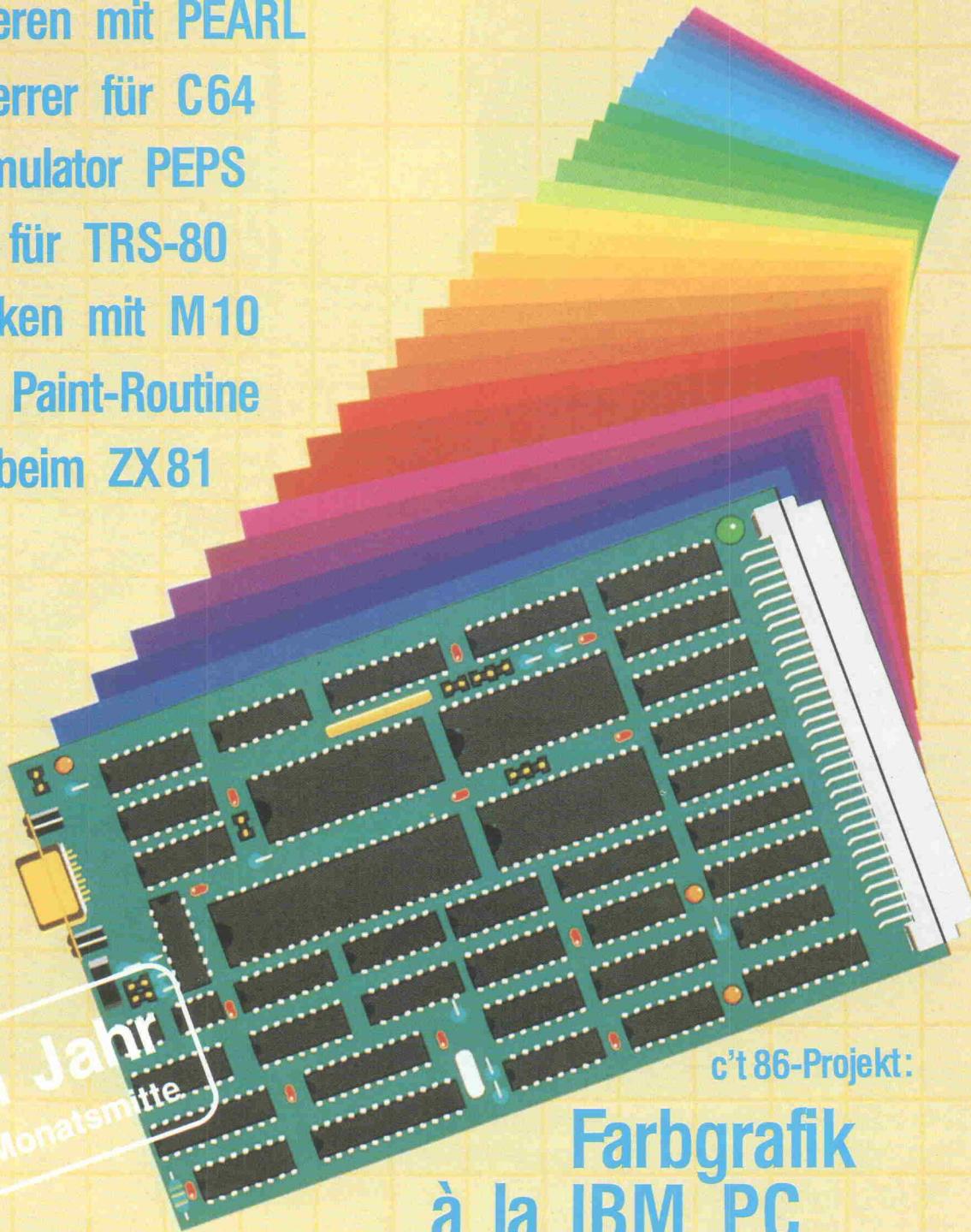
EPROM-Simulator PEPS

SuperTape für TRS-80

Texte drucken mit M10

Spectrum: Paint-Routine

Interrupts beim ZX81



12x im Jahr
jeweils zur Monatsmitte.

c't 86-Projekt:
**Farbgrafik
à la IBM PC**

VOLT CRAFT®



...damit die Technik stimmt!



GS 6510

Best.-Nr.
12 64 70

139.-

ab 3 St. à 129.-

VOLT CRAFT®

- 0,25 % Grundgenauigkeit
- 10 MΩ Eingangswiderstand in allen Spannungsbereichen

GS 6510/6520

- 20 A ≈
- 2000 Std. Betriebsdauer pro Batterie.
- Professionell in Technik u. Design

LCD-Digital-Multimeter

Handliche kompakte Geräte mit großer, sehr gut lesbarer Flüssigkristall-Anzeige. Aufgebaut nach VDE 0411 mit 4 mm Spezialbuchsen für berührungsseichere Messleitungen. Netzunabhängig, betriebssicher durch Überlastschutz in allen Bereichen (außer 20 A≈). Ideal für den Service unterwegs, für Werkstatt, Labor, Schulen sowie für Praktiker und Amateure. Mit praktischem Aufstellbügel zur optimalen Bedienung im stationären Betrieb.

3½-stellige, 12 mm hohe, stromsparende LCD-Anzeige · ca. 2000 Std. Betriebsdauer pro Batterie · Polaritäts-, Überlauf- und Low-Batt.-Anzeige · autom. Nullpunkt Korrektur · Meßfrequ. 3 Messungen/Sek. · Betriebs-Temp.: 0 - 50°C · Betriebsspann. 9 V = (Microdryn) · Abm. (B x H x T) 86 x 180 x 34 mm · Gewicht: ca. 300 g. Lieferumfang: 1 Paar hochflexible Sicherheitsmeßleitungen mit Berührungsschutz, 9 V-Batt. und Bedienungsanleitung.

Vergleichen Sie mit dem, was Sie bislang über Digital-Multimeter gehört, gesehen oder gelesen haben!



Dreh- oder Tastenschalter....
(k)eine Streitfrage?!
Wir haben beides....

VOLT CRAFT® GS 6510

Bedienung durch Drehschalter

Innenwiderstand: 10 MΩ (in allen Spannungsbereichen)
Grundgenauigkeit: 0,25 % ± 1 Digit.

V = : 0 - 200 mV / 2 / 20 / 200 / 1000 V, Auflösung 0,1 mV
V~ : 0 - 200 mV / 2 / 20 / 200 / 750 V, Auflösung 0,1 mV
A = : 0 - 200 µA / 2 / 20 / 200 mA / 20 A, Auflösung 0,1 µA
A~ : 0 - 200 µA / 2 / 20 / 200 mA / 20 A, Auflösung 0,1 µA
Ω : 0 - 200 Ω / 2 / 20 / 200 / 2000 kΩ / 20 MΩ, Aufl. 0,1 Ω

VOLT CRAFT® GS 6520

Einhand-Bedienung durch Drucktastenschalter.

Innenwiderstand: 10 MΩ (in allen Spannungsbereichen)
Grundgenauigkeit: 0,25 % ± 1 Digit.

V = : 0 - 200 mV / 2 / 20 / 200 / 1000 V, Auflösung 0,1 mV
V~ : 0 - 200 mV / 2 / 20 / 200 / 750 V, Auflösung 0,1 mV
A = : 0 - 200 µA / 2 / 20 / 200 mA / 2 A / 20 A, Auflösung 0,1 µA
A~ : 0 - 200 µA / 2 / 20 / 200 mA / 2 A / 20 A, Auflösung 0,1 µA
Ω : 0 - 200 Ω / 2 / 20 / 200 / 2000 kΩ / 20 MΩ, Aufl. 0,1 Ω
Hi/Low-Umschaltung (Meßspannung 2,8/0,3 V)



GS 6520

Best.-Nr.
12 64 89

139.-

ab 3 St. à 129.-

VOLT CRAFT®ein CONRAD-
Markenzeichen für preiswerte Qualitätsprodukte.

Stabile Bereitschafts-Tasche

Passend zu VOLT CRAFT® GS 6510 / GS 6520
Best.-Nr. 12 64 62

Stück
19.80

ab 3 St. à
17.90

CONRAD
ELECTRONIC

FACH 31

Klaus-Conrad-Str. 1
Tel. 09622/30 111 · 8452 Hirschau