

HEISE
Juli / August 1989

7/8
elrad

öS 88,- · sfr 11,-

18 000 DM-
Leser-Umfrage

DM 11,-

H 5345 E

magazin für elektronik

elrad

German High-Tech

Kopernikus

Röhren-High End

Vorverstärker

Technik der Compact Disc (1)

Das CD-System

Digitales Signalprozessing

FIR- und IIR-Filter

Thema SMT:
Trend-Report
Laborblätter
Meßwertgeber

7/8



Surface Mounting Tool

SMD-Lötstation

Wir benötigen keine Boxhandschuhe oder behaupten, das Multimeter definiert zu haben. Unser neues 3½stelliges **DMM 3500T** überzeugt durch:

Leistung, Qualität und Preis

Oder haben Sie schon ein Multimeter für 119.– DM (inkl. MwSt.) mit allen folgenden Funktionen in nur einem Gerät gefunden?

Wo finden Sie sonst so viel Multi in einem Multi? Und für Ihre Sicherheit noch: tiefeingesetzte Meßbuchsen und Sicherheitsstecker verhindern die Berührung mit stromführenden Metallteilen. Zusätzlich zu den Meßspitzen erhalten Sie aufschraubbare, isolierte Krokodilklemmen. Die Geräte sind in allen Bereichen überlastungsgeschützt (VL 1244). Dafür wurde eine spezielle Schutzschaltung mit „SPARKGAP“ und niedriger Kapazität entwickelt, die gegenüber den gebräuchlichen Varistorschaltungen bessere Eigenschaften aufweist. Selbst in den Widerstandsmeßbereichen wurde eine kombinierte Eingangsstrombegrenzungs-/Spannungsschutzeinrichtung bis 500 V Gleich- oder Wechselspannung (RMS) integriert – für ein Gerät dieser Preisklasse nicht gerade üblich! Und, last but not least wurde die 2-A-600-V-BUSSMAN-Sicherung für den Strombereich gleich bei der Standardausführung mitgeliefert. Überzeugt!

Gleich bestellen. Inklusive Batterie, Sicherheitsmeßschnüre, Temperatursensor und Bedienungsanweisung zum Einführungspreis von

Best.-Nr. HC-3500T

119.– DM inkl. MwSt.

+ 7.– DM für Porto/Verpackung



Gleichspannung:

200 mV bis 1000 V, 0,5%, 100 µV Aufl.

Wechselspannung:

200 mV bis 750 V, 0,75% (750 V 1%)

Gleichstrom:

2 mA bis 20 A, 0,5% bei 2 mA,
0,75% bei 200 mA, 1% + 1 dgt.
im 20-A-Bereich, kleinste Aufl. 1 µA

Wechselstrom:

2 mA bis 20 A, 0,75% bis 200mA,
2% + 5 dgt., 20 A

Widerstand:

200 Ω bis 20 MΩ, 0,3%, 20 MΩ 2% +
5 dgt., 500 V, Überlastschutz für
Gleich- oder Wechselspannung

Frequenzmessung:

20-kHz- und 200-kHz-Bereich,
10 Hz Auflösung

Kapazitätsmessung:

2000 pF bis 20 µF, 2% FS + 5 dgt.,
1 pF Auflösung

Temperaturmessung:

–20 bis 1200 °C,
NiCr-NiAl-Fühler inkl.!

Transistor test hFE

NPN/PNP, 10 µA, 2, 8 V,
Anzeige 0 bis 1990

Dioden- u. Durchgangstest
mit opt. u. akustischer Anzeige
sowie Data-Hold

BRENNER Elektronik & Meßgerätevertrieb

8348 Wittibreut, Kerneigenstraße 1, Telefon 085 74/295, Fax 085 74/852

“

Vor rund drei Jahren, als sich die Bauelemente des Typs „auch als SMD lieferbar“ jeden Monat um einige Prozent vermehrten, gab es die heißen Surface Mounting Discussions: Lassen sich SMT-Platinen in Kleinserien oder als Einzelstücke ohne teure Maschinen fertigen, und falls ja — in welcher Qualität, mit welchem Zeitaufwand? Ist Handbestückung von Prototypen nur unter dem Mikroskop möglich? Kommt dabei bestenfalls eine „Kraterlandschaft aus erstarrter Lötlava mit unregelmäßigen Einschlüssen von SMD-Gestein“ heraus, wie es im Vorwort der elrad-Ausgabe 4/86 formuliert war?



SMarte Technik oder Surface Mounting Trouble?

Heute steht fest: Die Optimisten lagen richtig. Zahlreiche Projekte in dieser Zeitschrift, vom Logiktester im Kugelschreibergehäuse bis zum Szintillationsdetektor in der letzten Ausgabe, belegen: SMD könnte auch für Simpel Montierbares Ding stehen. Denn die Entwickler dieser Projekte haben — ohne CAD — zum Teil hervorragende Layouts für die Prototypen erarbeitet. Und saubere Platinen gefertigt — ohne Bestückungsautomat und ohne Wellenlötmaschine.

Auch im elrad-Labor gibt es keine spezielle Surface Mounting Division, wohl aber einige Verfahrensgrundregeln für die Bestückung von Bauelementen mit SubMiniatur-Dimensionen. Zunächst werden die Lötpunkte der mit Klebeband auf dem Bestückungstisch fixierten Platine vorverzinnt. Das SMD wird mit der Vakuum-Pinzette in Position gebracht und mit einem Pin oder an einer Seite fixiert, wobei es sich ausrichten lässt. Dann die anderen Anschlüsse löten und schließlich die Fixierungsstelle ggf. nachbessern. Anders als bei Platinen mit bedrahteten Bauelementen bestückt man hier zunächst die IC-Raster, da sie gut zugänglich sein müssen. Ansonsten gilt, wie bisher schon bei HF-Schaltungen: von der Mitte nach außen bestücken.

Bei der maschinellen Serienfertigung bereitet das Löten am meisten Surface Mounting Trouble. Beim Wellenlöten wirft jedes Bauelement einen Wellenschatten. In diesem Bereich dürfen keine Lötstellen liegen. Für die automatische Prüfung enthält die Schaltung oft zusätzliche Bauelemente sowie Prüf-Pads, die in ausreichendem Abstand zu den Bestückungselementen liegen müssen. Dies alles führt dazu, daß viele SMT-Industrieplatinen recht locker layoutet erscheinen.

Bei der Prototypen- und Kleinserienproduktion lassen sich dagegen durchweg höhere Bestückungsdichten erzielen.

Freilich, je enger es werden soll, um so mehr Aufmerksamkeit verdient der Arbeitsplatz bzw. seine Bestückung mit speziellem Gerät, etwa mit der in dieser Ausgabe vorgestellten SMD-Lötstation als wichtigstem Surface Mounting Tool.

Manfred H. Kalsbach

P.S. Obiger Text enthält viele englischsprachige Begriffe. Sorry. Aber die OMBs (Oberflächen-Montierbare Bauelemente) haben sich eben nicht durchgesetzt.



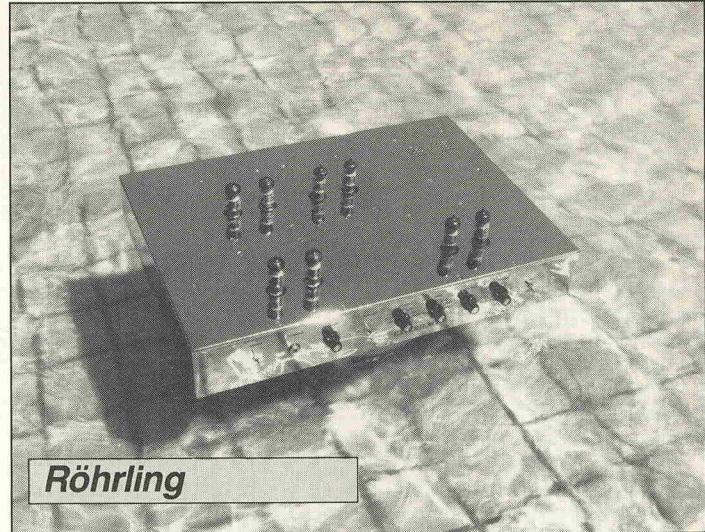
Titelgeschichte(n)

Schwerpunkt-

thema: SMT

Die SMD-Technik greift immer mehr um sich: Nicht nur im industriellen, sondern auch im privaten Bereich setzen Elektroniker zunehmend die Bauelement-Winzlinge ein. elrad bringt zum Thema SMT unter anderem zwei Projekte: eine Lötstation mit integrierter SMD-Ansaugvorrichtung (Seite 32) sowie eine einstellbare Präzisionsspannungsquelle (Seite 38). In den Laborblättern wird der Status quo im Bereich 'SMD-Gehäuse' beschrieben (Seite 41), und eine ausführliche Trendanalyse nimmt die zukünftige Entwicklung der SMD-Technik unter die Lupe (Seite 24).

OMB



Röhrling

High End von Anfang an. Möglich macht der Röhrenvorverstärker, der zu den zahlreichen schon

veröffentlichten Röhrenendstufen gerade noch gefehlt hat.

Seite 96

German High-Tech: Kopernikus

Der DFS, der erste rein deutsche Fernmelde-satellit, war bei Drucklegung dieser elrad-Ausgabe noch nicht im Orbit. Die häufigen Countdown-Unterbrechungen in Kourou sind inzwischen aber fast eine Garantie für gelungene Starts.

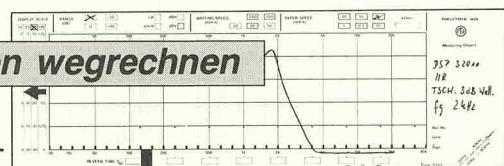
Man darf also hoffen.

Doch vom Starterfolg ganz unabhängig ist die Technik unseres Nationalhelden. Und mit eben dieser beschäftigt sich unser Report.

Seite 19

Frequenzen wegrechnen

Der fünfte und letzte Teil des 'Kurzen Prozesses' zeigt die Praxis der digitalen Filterung mit dem Signalprozessor System. Die beiden Filtertypen

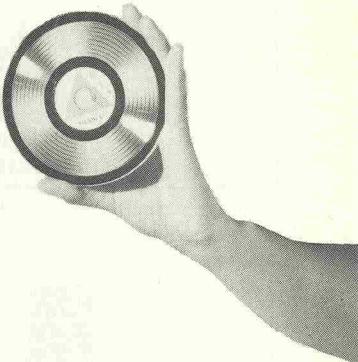


FIR und IIR werden per Software in die richtige (Kurven-) Façon gebracht.

Seite 82

Gesamtübersicht

	Seite
... "	3
Briefe	6
Schaltungstechnik aktuell	8
aktuell	12
Satellitentechnik	
DFS Kopernikus	19
SMT	
Surface Mounting Trends	24
SMT-aktuell	30
SMD-Lötstation	
Spitzenkraft	32
Testen	
Meßwertgeber	38
SMT-Buchkritik	40
Die elrad-Laborblätter	
Surface Mounting Devices	41
Stromversorgung	
Freie Wahl	47
Audio	
Das CD-System (1)	50
elrad-Leserbefragung	57
Testen	
Einfacher Test von AD-Wandlern	64
Ausprobiert	
Aktiveinheit für den Baßbereich	66
Die elrad-Laborblätter	
Low-Power-ICs (4)	69
Die elrad-Laborblätter	
Einfache Anpassungsschaltungen (1)	71
Arbeit & Ausbildung	76
Homecomputer	
Wach- und Schaltgesellschaft	78
Hex-Display	
Monitor-Hexe	80
DSP	
Kurzer Prozeß (5)	82
Vorverstärker	
Audio-Cockpit (4)	88
Heißer Sound	
Röhrling	96
E-Mathe	105
Englisch für Elektroniker	108
Layouts	110
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	113
Impressum	115
Die Inserenten	117
Vorschau	118



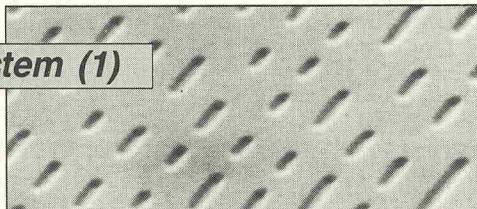
Wertvolle Preise: elrad-Leserumfrage

Die elrad-Redaktion möchte es wieder einmal ganz genau wissen: Welche Informationswünsche der Leser sind vorrangig?

111 Preise im Gesamtwert von über 18 000 DM werden verlost.
Info + Fragebogen ab

Seite 57

Das CD-System (1)



Der 'Cross Interleaved Reed-Solomon Code' ist auch deshalb so schwer auszusprechen, weil kaum jemand darüber redet. Damit muß Schluß sein.

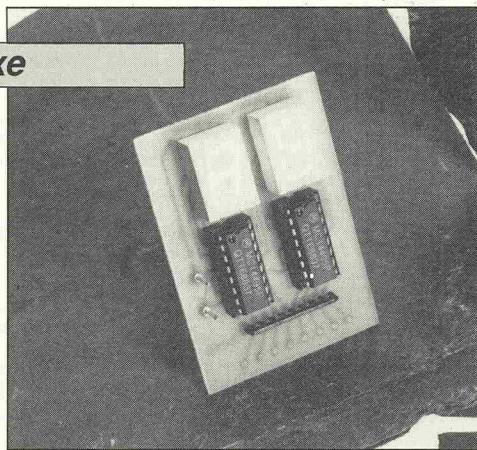
Denn das Codierungssystem der Compact Disc ist in seinen Details geradezu phantastisch. Deshalb schaut elrad in einem mehrteiligen Beitrag der CD

gründlichst auf die Pits.

Der CIRC übrigens, den die beiden Statistiker Reed und Solomon entwickelt haben, kommt leider erst in Folge drei. Doch bereits dieser erste Teil hat's in sich. Näheres

Seite 50

Monitor-Hexe



Üblicherweise erfolgt die Angabe eines 8-Bit-Datenwertes nicht als eine Folge binärer Nullen und Einsen, sondern in Form einer Dezimalzahl oder — häufiger noch — als Hexadezimalzahl. Der in diesem Beitrag beschriebene Opto-Umsetzer bringt sie auf einem zwei-

stelligen LED-Display zur Anzeige.

Seite 80



Die Nr. 1 für Satelliten-Direktempfang!



SkySat 5500-Komplettanlage

- 1,2 m EchoStar Offset-Antenne mit Polar Mount
- EchoStar Offset-Feed mit Polarotor
- Receiver/Positioner EchoStar SR-5500
- 18"-Actuator
- EchoStar Hemt LNB ... und viele weitere EchoStar-Produkte.

SkySat
Satellite Systems

ECHOSTAR

Vertrieb von
Am Oberen Werth 19 · 4000 Düsseldorf-Kaiserswerth
Tel. (0211) 4 06 72 · Fax 4 08 0279



**Qualität
setzt
sich
durch**

C U T E L E S A T

Unser Programm:

RECEIVER

LNC

POLARIZER

PARABOL-ANTENNEN

MANUELLE STEUERGERÄTE

MOTOREN

und vieles mehr

Alle Produkte natürlich mit FTZ-Nummer

CU Telesat GmbH
6534 Daxweiler
Hundwies 4
Tel. (0 67 24) 82 82

CU Telesat GmbH
6551 Bretzenheim
Kreuznacherstr. 2
Tel. (06 71) 4 02 90
Tel. (06 71) 4 13 81
FAX: (06 71) 4 13 81

Briefe an die Redaktion

Fernost-Modems und Exportgeräte: Verfassungsrichter falsch interpretiert?

„Wegnehmen gilt nicht“ — so hieß das Vorwort der elrad-Ausgabe 5/89. Der Text beschäftigte sich mit einem Urteil des Bundesverfassungsgerichtes, das den Paragrafen 15, Absatz 2a des Fernmeldeanlagen gesetzes (FAG) für verfassungswidrig erklärt hatte. Dort ist bzw. war jeder Verstoß gegen die von der Postverwaltung erlassenen Verleihbedingungen strafbar (die Verleihbedingungen sind Gebote und Verbote technischer oder betrieblicher Art für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen).

Bei der Interpretation der möglichen Konsequenzen der dadurch entstandenen neuen Rechtslage ist Vorsicht geboten. In elrad hieß es dazu u.a.:

Wichtigstes Fazit: Die preiswerten US- und Fernostmodems dürfen wieder auf den Tisch. Zwar verstoßen diese Geräte ohne Zulassungsnummer nach wie vor gegen die Bedingungen der Bundespost, nur hat diese jetzt kein Recht mehr, das Eigentum eines Bürgers einzuziehen oder zu beschlagnahmen — sie kann lediglich verlangen, diese Geräte nicht anzuschließen.

Damit war keineswegs die Absicht verbunden, die Strafbarkeit der Errichtung oder des Betriebs einer nicht genehmigten Anlage anzuzweifeln. Vielmehr wurde in elrad die Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes, das die Strafvorschrift des Paragrafen 15, Absatz 2a, für nichtig erklärt hatte, dahingehend interpretiert, daß die Post Fernmeldeanlagen nicht mehr beschlagnahmen kann, wenn, wie im Fall des Klägers geschehen, der Besitzer gegen die Verleihbedingungen verstoßen hat oder wenn es sich um eine nicht zugelassene Anlage handelt.

Diese Interpretation der neuen Rechtslage ist wohl nicht zulässig. So kann die Post auch in Zukunft Beuge- und Zwangsmittel anwenden, wenn der Besitzer einer (zugelassenen) Anlage gegen die Verleihbedingungen verstößt. Nur: Dazu kann sie jetzt nur das Verwaltungsrecht bemühen. Denn: Die Strafbarkeit des Verstoßes

ist im Moment vom Tisch. Ein kleiner Fortschritt in dem Bemühen, die Macht der Post zu beugen.

Doch die Frage der Fernostmodems dürfte kaum auf dem langen Weg solcher kleiner (Fort-) Schritte gelöst werden: 1992, bei Einführung des europäischen Binnenmarktes, steht die Bundespost mit ihrer restriktiven, monopolistischen Haltung ohnehin allein auf weiter Flur, und sie wird spätestens dann über eine liberalere Gangart in Richtung Medienzukunft nachdenken müssen. Aber das stand schon in elrad: Vorwort 5/89. (Red.)

Audio-Cockpit

DC-gesteuertes Klangeinstellsystem, Hefte 3, 4 und 6/89.

Beim Projekt „Audio-Cockpit“ sind mir einige Ungereimtheiten aufgefallen. Heft 3/89, Seite 26: Die Kathode von D11 ist mit der Kathode von D12 verbunden. Falsch! D12 muß mit der Leitung zum Punkt V verbunden sein. Auf dem Bestückungsplan stimmts jedoch. Heft 4/89, Seite 68: Die Bezeichnungen der Voreinstelltrimmer RV17...RV20 stimmen nicht mit denen des Schaltbildes aus Heft 3 überein. Leiterbahn verfolgen!

Ingo Heidinger
4690 Herne

In einem richtigen Flugzeug eines bekannten überseeischen Fabrikates sollen die Feuermeldesensoren des rechten und des linken Motors im Cockpit überkreuz verdrahtet gewesen sein. Wenn dann der eine Motor brennt und der andere abgeschaltet wird, kann leicht boing machen. Im Audio-Cockpit sind in Heft 4, Seite 68 die Bezeichnungen der Trimme RV17 und RV19 vertauscht. Beim Startrimming bitte berücksichtigen.

(Red.)

IEEE-488-PC-Fallstrick

Im Beitrag „IE³“ in der Ausgabe 1/89 heißt es auf Seite 28 (Kasten, mittlere Spalte) hinter wtDO in der dritten Zeile: jz wtCO

Das ist falsch, der Rechner hängt sich auf. Richtig ist: jz wtDO.

Dr. Jürgen Treumer
2391 Freienwill

elrad 1989, Heft 7/8

Szintillationsdetektor — wo?

In der letzten Ausgabe brachte elrad die Projektbeschreibung eines Szintillationsdetektors in SMT für die Messung radioaktiver Strahlung. Da elrad, wie mehrfach berichtet, auch für sehr spezielle Bauelemente eines Projektes keine Bezugsquelle(n) abdrucken darf und dieselbe Heftnummer auch kein entsprechendes Bausatzangebot enthalten darf, und zwar aus postzeitungsdienstlichen Gründen, haben wieder viele Leser die postalischen Dienste Fernsprechen und Briefbeförderung zusätzlich in Anspruch genommen. Typische Zuschriften:

Mit großem Interesse haben ich den Artikel über den Szintillationsdetektor gelesen. Wie wahrscheinlich viele andere Leser auch habe ich noch nie von einer Bezugsquelle für Szintillationskristalle gehört. Da im gleichen Heft auch kein Bausatzangebot ist, würde ich mich über ein paar Auskünfte sehr freuen:

Wo bekommt man CsJ-Detektorkristalle? In welcher Größe/Anordnung bewegt sich der Preis? Wie ist die Liefermöglichkeit (1 Stück, Endverbraucher, Lieferdauer)? Wo gibt es einen 50- bzw. 100-MΩ-Dickschicht-SMD-Widerstand? Den SK 322 bietet z.B. Reichelt Elektronik, Wilhelmshaven, für 7,37 D-Mark an.

Erik Grosse
7900 Ulm

Das montierte Detektorelement ist zum Preis von um 300 D-Mark bei H. Schmidt-Fabian, Heimigstraße 4, 7534 Birkenfeld, erhältlich, die Lieferzeit wurde uns mit ca. 4 Wochen angegeben. Den Dickschicht-SMD-Widerstand gibt es bei Diesselhorst, Minden; Adresse siehe elrad-Anzeigenteil. Falls der 2SK300 inzwischen noch nicht gängiger geworden sein sollte, kann der von Herrn Grosse erwähnte 2SK322 eingesetzt werden.

(Red.)

Kapazitive Kfz-Überwachung

In Heft 5/89, Seite 43, stellte elrad unter dem Titel „Schönes neues Feld“ ein Projekt für eine kapazitive Raum- bzw. Objektüberwachung vor. Dazu erreichten uns mehrere Zuschriften mit folgenden bzw. ähnlichen Fragen:

Ist es möglich, statt des beschriebenen Drahts die Karosserie eines Kraftfahrzeugs direkt mit dem Aus-/Eingang (Punkt O) der Schaltung zu verbinden? Wird die Empfind-

lichkeit möglicherweise so stark, daß ein am Kfz vorbeigehender Passant einen Alarm auslösen könnte, oder fällt die Empfindlichkeit derart, daß selbst bei Berührung kein Alarm mehr ausgelöst wird?

Grundsätzlich ist es durchaus möglich, an den Schaltungspunkt O auch die Karosserie eines Kraftfahrzeugs anzuschließen, da diese in den allermeisten Fällen nicht geerdet ist. Allerdings muß die Gegenleitung — in diesem Fall die Masse des Überwachungsgeräts — doch in irgendeiner Weise geerdet werden, beispielsweise mit einem Staberder oder über den Schutzleiter der Netzstromversorgung. Somit kann das Gerät nur auf privaten Grundstücken für eine Kfz-Überwachung eingesetzt werden, da man dort eine geeignete Erdleitung bzw. einen Staberder in der Nähe des Kfz-Stellplatzes vorsehen kann.

Zudem wird selbst bei minimalem, von Null abweichender Empfindlichkeit immer dann Alarm ausgelöst, sobald eine Person den Wagen berührt. Auch dieser Umstand spricht dafür, die vorgeschlagene Kfz-Überwachung nur auf einem Privatgrundstück durchzuführen, da dort, vom Ernstfall abgesehen, kein Publikumsverkehr herrscht.

(Red.)

Technische Anfragen

Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 9.00 bis 14.59 unter der neuen Telefonnummer

(05 11) 54 74 70

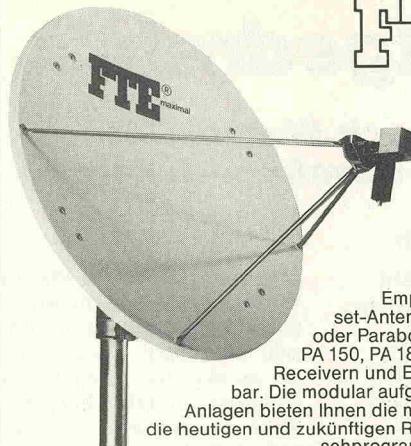
Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. Keiner hört gern das Besetzzeichen. Deshalb unsere Bitte: Halten Sie die elrad-Ausgabe, die den 'fraglichen' Beitrag enthält, unbedingt bereit. Und zwar das vollständige Heft, nicht nur Fotokopien eines einzelnen Beitrags.

(Red.)

Eine runde Sache

Satelliten-Empfangsanlagen von

FTE maximal

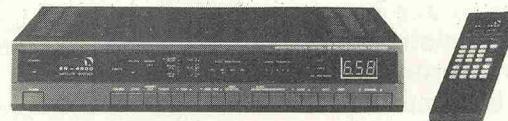


Alle FTE-Satelliten-Empfangsanlagen (Offset-Antennen OS 90, OS 120 oder Parabol-Antennen PA 120, PA 150, PA 180) sind mit unseren Receivern und Bauteilen kombinierbar. Die modular aufgebauten Individualanlagen bieten Ihnen die maximale Sicherheit, die heutigen und zukünftigen Rundfunk- und Fernsehprogramme zu empfangen.



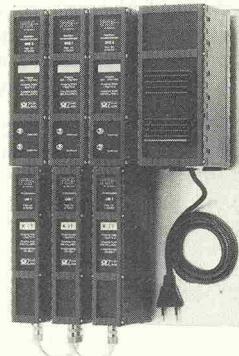
Stereo-Receiver Echostar SR 5500

100 Fernsehprogramme und 50 Rundfunkprogramme speicherbar · 64 Satellitenpositionen speicherbar · Integrierte Motorsteuerung · Automatische Justierung von Polarrotor und Antenne · Audio Suchlauf · Infrarot Fernbedienung Quarzuhr mit Timerfunktion für Videoaufnahmen · Vorbereitet für Anschluß von MAC-Decodern.



Satelliten-Receiver Echostar SR 4500

99 Fernsehprogramme bzw. Rundfunkprogramme speicherbar · 32 Satellitenpositionen speicherbar · Universelle Anschlußmöglichkeit für Ersatzgeräte (Descrambler, Stereo-Decoder usw.) · Vorbereitet für Anschluß von MAC-Decodern.



Gemeinschafts-Antennenanlage

Zur Aufbereitung von Satelliten-Kanälen werden mit Hilfe von Modulatoren und Demodulatoren die Fernsehprogramme in eine vorhandene terrestrische Fernseh-Gemeinschaftsanlage eingespeist. Die Ausgänge werden nach dem „Durchschleifprinzip“ verschaltet. Die Ausgangsspannung beträgt 2 x 120 dB µV.

Als Fachhändler können Sie unsere Informations-Broschüren und "Sales-Promotion"-Unterlagen anfordern.

Vertrieb erfolgt ausschließlich über den Fachhandel

FTE maximal

Mayer GmbH & Co KG
Postfach 1355 · 7130 Mühlacker
Telefon 0 70 41/60 04
Telefax 0 70 41/8 32 39
Telex 7 263 831 · BTX 5 6660

Selbstgedreht

Drehstrom nach Wunsch — Drei-Phasen-Waveform-Generator

Michael Oberesch

Drehstrom aus dem Netz ist der bekannteste und effektivste Energieträger für stationäre Motoren und Antriebe. Sein Nachteil: Spannung und Frequenz liegen fest und damit auch die Nenndrehzahl des Motors. Und für mobile Elektroantriebe, zum Beispiel für Solarautos, Elektrokarren oder Gabelstapler, scheidet diese netzgebundene Versorgung ohnehin aus: Hier werden in der Regel akkugespeiste Gleichstrommotoren eingesetzt. Ein neues IC von Marconi macht es jedoch möglich, gerade in diesen Anwendungsfällen, bei denen es auf beste Ausnutzung jeder zur Verfügung stehenden Kilowattstunde ankommt, kostengünstige Drehstrommaschinen mit hohem Wirkungsgrad einzusetzen: Der Drehstrom wird vor Ort hergestellt — frequenzvariabel, in beliebiger Kurvenform, prozessorgesteuert.

Das IC MA 818 von Marconi wurde speziell für Drehstromantriebe mit steuerbarer Drehzahl konzipiert. Daneben eignet es sich aber auch für geschaltete, unterbrechungsfreie Stromversorgungen und viele andere Bereiche der Leistungssteuerung, bei denen mit Pulsbreitenmodulation gearbeitet werden kann.

Wesentliches Kennzeichen des 40poligen Spezial-ICs (Bild 1) ist dabei, daß es an seinen Ausgängen drei um 120° phasenverschobene Rechtecksignale erzeugt, die aufgrund ihrer Pulsbreitenmodulation den Kurvenzug einer Wechselspannung simulieren. Drei nachfolgende, mit diesen Signalen geschaltete Leistungsendstufen geeigneter Größe können somit einen üblichen Drehstrommotor versorgen.

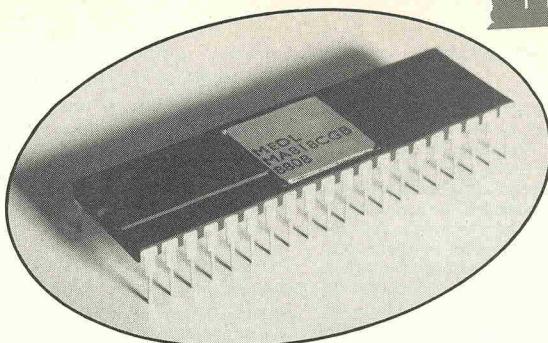
Im Gegensatz zum Netzbetrieb von 3-Phasen-Motoren ergeben sich bei dieser Art des Antriebs einige wesentliche Vorteile:

1.) Da die Leistungsendstufe mit nahezu beliebig wählbarer Gleichspannung versorgt werden kann, ist der Betrieb von Drehstrommotoren auch an Batterien und Akkus möglich.

2.) Die Frequenz des erzeugten Drehstroms lässt sich in einem weiten Bereich steuern — und damit auch die Drehzahl des Motors.

3.) Die Amplitude des Drehstroms lässt sich unabhängig von der Höhe der Betriebsspannung des Leistungsteils steuern.

4.) Die Kurvenform des erzeugten Drehstroms ist digitalisiert in einem EPROM gespeichert und bleibt damit nicht auf die übliche Sinusform beschränkt: Sie kann optimal auf den verwendeten Motor zugeschnitten werden und gegebenenfalls je nach dessen Betriebsart und



Belastungszustand variieren
(Anlauf, Leerlauf, Beschleunigen, Bremsen).

Leistungsteil

Die Brückenendstufen, die den Drehstrommotor versorgen, sind in Bild 2 angedeutet. Sie bestehen in der Regel aus Leistungshalbleitern und Treibern geeigneter Größenordnung.

Bild 1. Pinbelegung des
40poligen Generator-ICs
MA 818

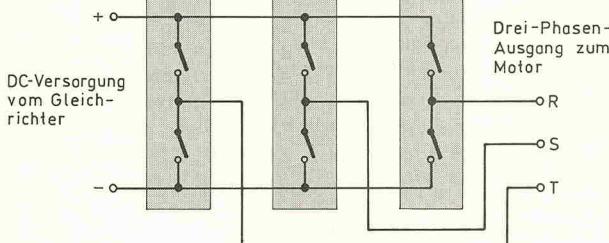


Bild 2. Die Leistungsstufe zur Ansteuerung des Motors arbeitet mit drei Gegentakt-Stufen, die über sechs Steuerleitungen geschaltet werden.

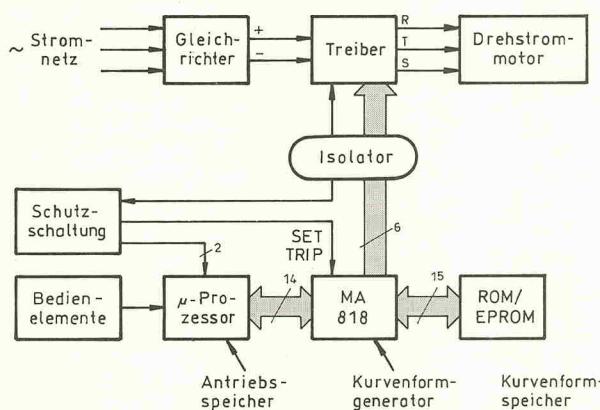


Bild 3. Eine komplette Motorsteuerung im Blockschaltbild. Die Isolatorstufe trennt den Leistungsteil vom eigentlichen Steuerteil und sorgt für die entsprechende Pegelanpassung.

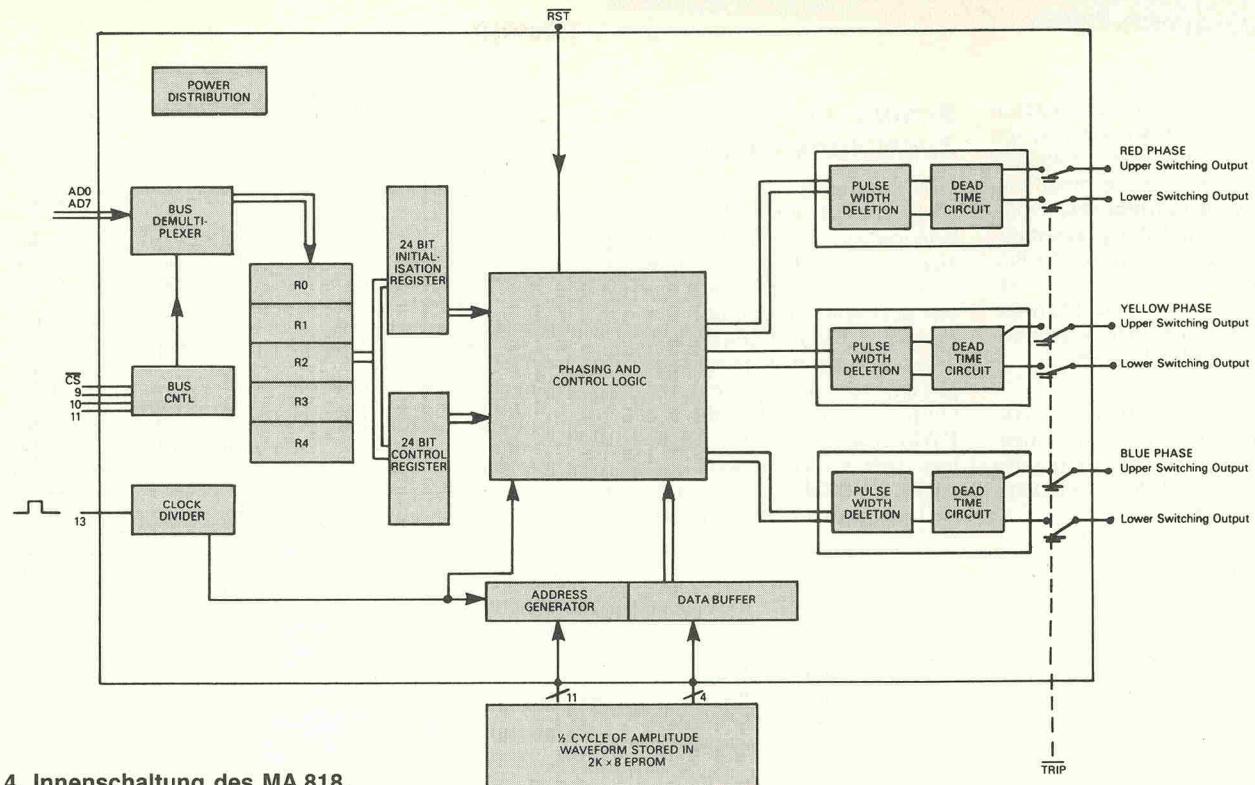


Bild 4. Innenschaltung des MA 818.

(GTRs, IGBTs usw.) und werden von den sechs TTL-Ausgängen RPHT, RPHB, YPHT, YPHB, BPHT und BPHB gesteuert. Die ersten Buchstaben R, Y und B stehen für die Farben red, yellow und blue, mit denen im angelsächsischen Bereich die drei Phasen des Drehstromnetzes gekennzeichnet werden. Hierzulande sind nach DIN 42 400 die Bezeichnungen R, S, T bzw. L1, L2, L3 üblich.

Der letzte Buchstabe steht für die Lage des jeweils angesteuerten Leistungsschalters: T für top, also für den Schalter zur Speisespannung, B für bottom, für den Schalter zur Masse.

In Bild 3, das das Blockschaltbild eines kompletten Steuersystems zeigt, ist die Leistungselektronik nur durch einen Kasten angedeutet. Die Versorgung erfolgt hier aus einem Netzteil mit Gleichrichter, für das ebenso gut ein entsprechend leistungsfähiger Akkusatz stehen könnte. Die drei Phasen R, S, T führen direkt zum Motor.

Da im Leistungsteil im Prinzip mit beliebig hohen Spannungen gearbeitet werden kann, der Steuerteil hingegen mit üblicher 5-V-Versorgung und TTL-Pegeln arbeitet, ist zwischen bei-

den Schaltungsteilen eine Isolationsstufe nötig. Hier werden in der Regel gängige Optokoppler eingesetzt — Impulstransformatoren sind jedoch ebenso geeignet, wenn dafür gesorgt wird, daß hohe Abschaltspannungsspitzen unterdrückt werden.

Kernstück einer solchen Motorsteuerung ist zwar das MA 818 — ganz allein ist es dennoch nicht funktionstüchtig. Zum einen wird noch das externe EPROM benötigt, in dem der gewünschte Kurvenzug des Drehstroms gespeichert ist, zum andern ein Ein-Chip-Prozessor, der die Steuerung und die Vermittlung der Befehle vom Bedienfeld übernimmt.

Prozessor

Die Verbindung zwischen Prozessor und MA 818 erfolgt über 14 Leitungen, von denen 8 auf den gemultiplexten Systembus entfallen. Für die Übertragung wurde das MOTEL-Format gewählt. MOTEL ist ein geschützter Kombi-Name aus den beiden Firmenbezeichnungen Motorola und Intel und steht für die Kompatibilität mit Prozessortypen beider Hersteller. Das MA 818 stellt sich automatisch auf den jeweils verwende-

ten Typ ein, indem ein interner Detektor die Abläufe an den Pins 10 und 11 überwacht.

Im *Motorola-Mode* hat Pin 10 die Funktion DS (Data Strobe), an Pin 11 liegt das Signal AS (Adress Strobe). Liegt während einer positiven Flanke an AS der Anschluß DS auf LOW, so stellt sich die Schaltung auf einen Motorola-Prozessor ein: Eine Adresse wird mit der fallenden Flanke von AS ins Register übernommen. Daten werden hingegen mit der fallenden Flanke von DS übernommen, vorausgesetzt R/W (Pin 9) und CE liegen auf LOW.

Im *Intel-Mode* liegt an Pin 10 das Signal RD (Read Strobe) und an Pin 11 ALE (Adress Latch Enable). Dieser Zustand wird detektiert, wenn RD während der positiven Flanke an ALE auf HIGH liegt. In diesem Fall wird eine Adresse ins Register übernommen, wenn ALE auf LOW geht, Daten werden mit der positiven Flanke an WR (Pin 9, Write Strobe) übernommen. Das vom Prozessor gelieferte Signal RD wird nicht benötigt, da die Register des MA 818 ohnehin nur Daten empfangen können. Pin 9 kann somit an +Ub (VDD) gelegt werden.

Interne Register

Wie die Daten und Adressen vom Prozessor in die Register des MA 818 gelangen, verdeutlicht die interne Blockschaltung (Bild 4): Auf den Bus-Demultiplexer folgen zunächst fünf Auffangregister R0...R4, die jeweils eine Länge von 8 bit aufweisen. Die Register R0...R2 dienen dabei zur vorübergehenden Aufnahme eines einlaufenden 24-bit-Wortes, die beiden folgenden Register vermitteln erst seine Übergabe in die darauffolgenden 24-bit-Register — R3 in das Control-Register, R4 in das Initialisations-Register.

Die Auswahl der jeweils angeprochenen Register R0...R4 erfolgt über die Adressenleitungen A0, A1 und A2 entsprechend ihrer binären Gewichtung.

Das Initialisations-Register erhält bei normaler Betriebsweise jene Informationen, die bereits beim Start eines Betriebszyklus benötigt werden, also Variable wie minimale Pulslänge, Ausgangsfrequenzbereich, Trägerfrequenzbereich, und Impulsverzögerungszeit, die im Verlauf eines normalen Betriebsablaufs nicht mehr variiert werden müssen.

Im Control-Register hingegen stehen die Informationen, die während des Betriebsablaufs die Motorsteuerung modifizieren: Ausgangsfrequenz, Drehrichtung, und Ausgangsamplitude sowie zwei zusätzliche Bits mit denen zum einen die PWM-Ausgänge des ICs auf LOW gesetzt und zum andern übermoduliert werden können.

Bild 5 zeigt den typischen Ablaufplan für das Zusammenspiel zwischen dem steuernden Prozessor und dem Generator-IC MA 818.

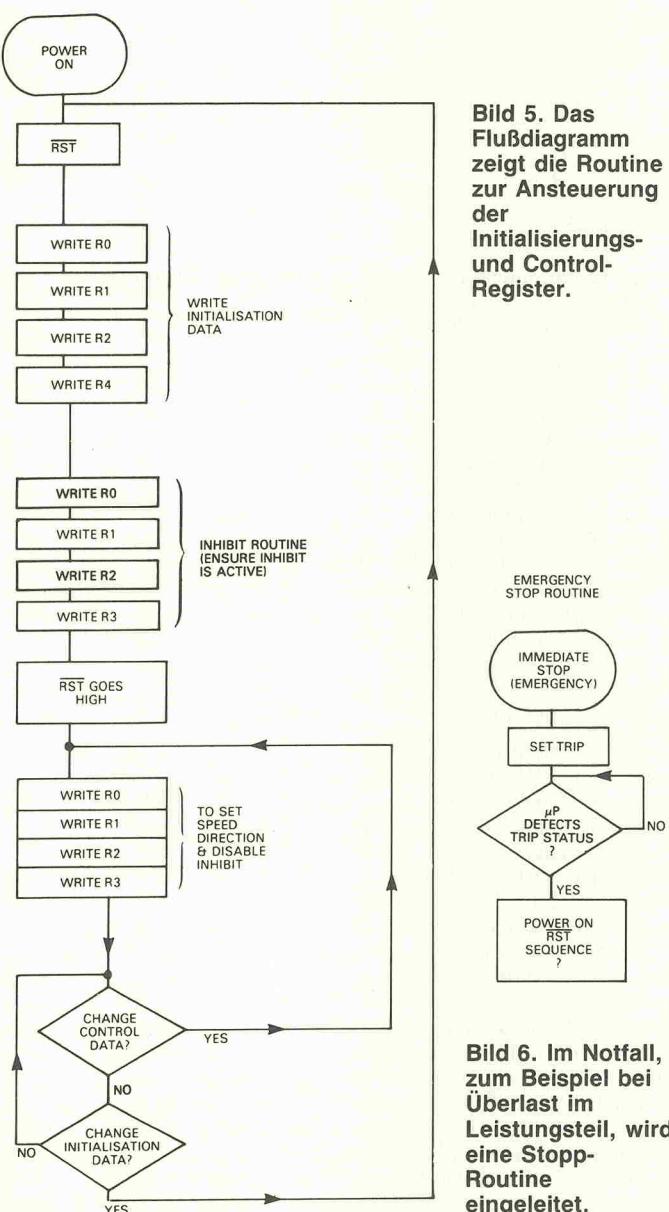
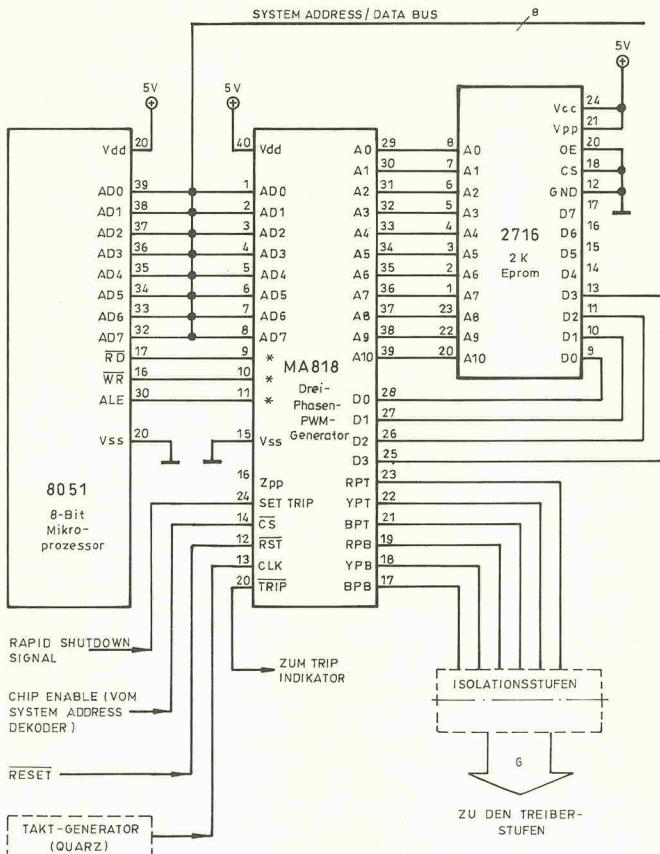


Bild 6. Im Notfall, zum Beispiel bei Überlast im Leistungsteil, wird eine Stopp-Routine eingeleitet.



In Zusammenarbeit mit einem Single-Chip-Prozessor 8051 und einem 2 K x 8-EPROM bildet der MA 818 eine funktionsfähige Motorsteuerung.

ve Reset-Flanke beendet werden. Das Ansprechen dieser Schutzfunktion wird am Ausgang **TRIP** (Pin 15) durch ein LOW-Signal quittiert, das wiederum dem Prozessor zugeleitet wird. Die entsprechende kleine Programmroutine zeigt Bild 6.

Der Reset-Eingang **RST** (Pin 12) liegt normalerweise auf HIGH und erzwingt im LOW-Zustand folgende Funktionen:

- 1.) Alle PWM-Ausgänge werden auf Masse gezogen.
- 2.) Alle IC-internen Zähler werden auf Null gesetzt. Dieser Zustand entspricht einer Phasenlage von null Grad an der roten Phase.

Hingegen hat der Reset-Eingang **RST** (Pin 12) keine Auswirkungen auf die Inhalte der Eingangsregister.

Der Ausgang Zero Phase Pulse ZPP (Pin 16) detektiert den Null-Durchlauf der roten Phase und liefert somit eine Im-

pulsspannung mit der Frequenz der Motorspannung.

Über den Clock-Eingang **CLK** (Pin 13) erhält das IC seine Taktfrequenz, aus der sich die Modulationsspannung und alle internen Steuervorgänge ableiten. Das Signal muß TTL-kompatibel sein, es sollte ein Tastverhältnis von nahezu 1/1 ($\pm 20\%$) aufweisen und im Bereich zwischen 0 und 10 MHz liegen.

Kurvenform und EPROM

Die gewünschte Kurvenform der Motorspannung erzeugt

aktuell +++ neue Baulemente

ngstechnik aktuell +++ neue Bauel

das MA 818 in Form von PWM-Signalen aus einer Abfolgesequenz, die in einem externen EPROM oder ROM bereitgestellt wird. Eine gute Lösung liefert bereits ein gewöhnlicher 2 K × 8-Speicher, wobei jedoch nur vier Datenleitungen verwendet werden.

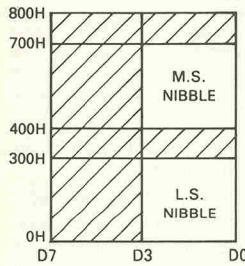


Bild 7. In einem 2 K × 8-EPROM ist die Kurvenform der Ausgangsspannung gespeichert. Das Memory Map zeigt, daß nur ein Teil des Adreßbereichs genutzt wird.

```

10 REM*****ROM GEN*****
20 REMEPROM IROM GENERATION REQUIRES 2*4 BITS. THIS PROGRAMME
GENERATES 4 BIT WORDS WHICH ARE STORED IN THE LSBS OF AN 8 BIT WORD.
30 REMEPROM IROM EFFECTIVELY CONTAINS 768*8 BITS OF DATA WHICH IS STORED
AS 1536*4 BITS OF DATA.
40 REM4 LSBS ARE STORED IN MEMORY LOCATIONS 0000 TO 02FF.
50 REM4 MSBS ARE STORED IN MEMORY LOCATIONS 0400 TO 06FF.
60 REMEPROM IROM CONTAINS DEFINITION OF ONE HALF CYCLE ONLY.
70 REM ALL VALUES OF WAVEFORM MUST BE POSITIVE IN ONE HALF CYCLE.
80 REM
90 REM*****OPEN FILE FOR EPROMIROM DATA*****
100 X=OPENOUT("EPROMIR")
110 REMSET FLAG TO INDICATE FIRST PASS OF PROGRAM i.e. GENERATES 4 LSBS,
SECOND PASS GENERATES 4 MSBS.
120 FLAG% = 0
130 REMFILL % = FF IN HEX TO ACT AS FILLER IN ROM.
140 FILL% = 255
150 FOR I = 0 TO 767
160 REM DEFINE FUNCTION BETWEEN 0 AND PI WITH VALUES OF FUNCTION BETWEEN 0 AND +1
170 REM FUNCTION = (FUNDAMENTAL * AMPLITUDE) + (HARMONICS * AMPLITUDE)
180 FUNCT = 2.0/(3.0 EXP(0.5)) * (SIN(I%*PI/768) + (1.06*0.5 SIN(3.0*I%*PI/768))
190 REM CONVERT VALUE OF FUNCTION INTO AN INTEGER BETWEEN 0 AND 255
200 ROM% = INT(255.0*FUNCT + 0.5)
210 REMSELECT HIGHER 4 OR LOWER 4 BITS OF ROM% TO PUT IN MEMORY. AS BITS %.
220 REMTHE HIGHER 4 BITS ARE ALWAYS ONES.
230 REM(DIV = DIVIDE BY 16; i.e. SHIFT VALUE 4 PLACES TO THE RIGHT)
240 HIGHBITS% = ROM% DIV 16
250 IF FLAG% = 0 THEN BITS% = ROM% - HIGHBITS% * 16 ELSE BITS% = HIGHBITS% + 240
260 BPUT(BITS%,I)
270 NEXT I%
280 REM FILL NEXT 256 LOCATIONS WITH FF (HEX)
290 REM
300 FOR 0% = 1 TO 256
310 BPUT(FILL%,0%)
320 NEXT 0%
330 IF FLAG% = 0 THEN FLAG% = 1. GOTO 150 ELSE CLOSE X
340 END

```

Gespeichert werden lediglich die Bits für eine positive Halbwelle der Ausgangsspannung. Die Daten für die entsprechende formgleiche negative Halbwelle sowie die beiden zugehörigen,

um 120° phasenversetzten Wellenzüge errechnet sich die Schaltung selbst. Es ergeben sich dabei pro Halbwelle 768 Samples (ca. 0,2 °) bei einer Amplitudenauflösung von

8 bit. Die Speicherplatzbelegung zeigt Bild 7, ein Basic-Programm für die Programmierung eines entsprechenden EPROMs ist in Bild 8 dargestellt.

Aktuell ● Preiswert ● Schnell

elrad 4/89	Bs.	Pl.
Autoranging Multimeter ohne LCD-Modul	339,00	64,00
MMIC-Antennen-Verteiler	26,00	11,00
Universeller Meßverstärker	808,00	64,00
Breitbandverstärker mit Verteiler	31,00	6,00
Metronom	45,00	26,00
Klangeinstellsystem, NF- u. Klang	49,90	69,00
Klangeinstellsystem, Steuerteil	67,50	—
Klangeinstellsystem, Overload	6,69	—
Klangeinstellsystem, Stromversorgung	14,49	—
Digi-Signal-System, Speicher, oh. Speicher	159,00	64,00
RAM 62256-15(10)
.....
Zum Tagespreis lieferbar
Digi-Signal-System, A/D-D/A-Wandler	224,00	64,00
Digi-Signal-System, Erweiterung	138,99	64,00

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



**Dieselhorst
Elektronik**

Inh. Rainer Dieselhorst
Hohenstaufenring 16
4950 Minden
Btx/Tx: 0571/5800108

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

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

Fordern Sie unsere Liste Nr.: 7-8/9 gegen fraktierten Rückumschlag an!

Original-elrad-Bausätze mit Garantie

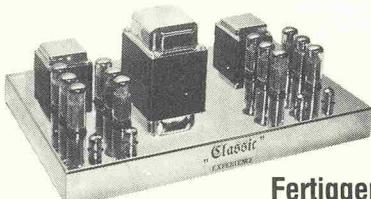
elrad 7-8/1989	Bs.	Pl.
Digitaler Kühlenschrankthermostat inkl. LCD-Modul	66,20	15,00
Szintillationsdetektor * Kernstrahlungsmesser	545,00	27,00
Energießmesser * Windkrat-W-Meter	68,90	25,00
Klangeinstellsystem, Anpassung E2	11,40	18,00
Grundmodul (Uhr — Datum)	139,00	—
Netzteil	28,90	—
Temperaturmodul	139,00	—
Zusatzfühler (5 in Leitung)	29,00	—
Luftmodul	179,00	—
Luftfeuchtemodul	159,00	—
Voltmeter	139,00	—
Relaiskarte	119,00	—
Lichtstärkemodul	139,00	Alle Module inkl. Platte und Gehäuse

Wetterstation

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

Alle elrad-Qualitäts-Bausätze liefern wir Ihnen in Blister-(SB)-Verpackung aus. Hierdurch werden Transportschäden, wie sie bei Tütenverpackungen entstehen, weitgehend vermieden! Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 8,50 * Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 * Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. fraktierten Rückumschlag (DM 1,00). Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●



**Fertigerät
DM 2900,—**

Komplettbausatz alle elektronischen und mechanischen Bauteile einschließlich Chassis DM 2200,—

EXPERIENCE electronics Inh. Gerhard Haas
Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 07324/5318

PPP-Endstufenbausatz	DM 270,—
PPP-Netzteilbausatz	DM 125,—
Ausgangsübertrager neue Version einschließlich vernickelter Haube	AP 634/2 DM 180,—
Netztrafo einschließlich vernickelter Haube	NTR-P/1 DM 290,—
Anpaßübertrager für Moving Coil Systeme	—
Mu-Metall geschirmt	—
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:1+1	E-1020 DM 75,—
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2	E-1220 DM 65,—
Studio Line-Übertrager 1:1	E-1420 DM 65,—
Studio Line-Split-Übertrager 1:1+1	L-1130 C DM 35,—
Ausgangsübertrager für 4x EL 650 A (= KT 88)	L-1230 C DM 43,—
Ausgangsübertrager für 4x EL 34	A-465 SG DM 190,—
Ausgangsübertrager für 2x EL 34	A-434 DM 140,—
Ausgangsübertrager für 2 und 4x EL 64	A-234 DM 110,—
Einkakt-Ausgangsübertrager für 1x EL 64	A-484 US DM 115,—
	A-184 DM 75,—

EXPERIENCE electronics Originalteile

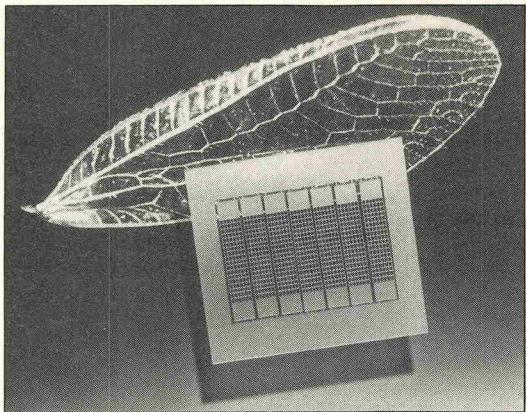
Weitere Spezialtransistoren und Übertrager sind in der Lagerliste enthalten. Die Datenblattmappe Ausgabe Januar 1989 über Spezialtransistoren, Übertrager, Drosseln und Audioinduktoren ist gegen eine Schutzgebühr von DM 9,— zuzüglich DM 2,— Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 205679-702 erhältlich.

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

HiFi-Bausätze

„Car Devil“ Spannungswandler mit 4x 10000/ μ A/63V	DM 220,—
„Car Devil“ Limiter ohne Übertrager	DM 120,—
Phasenumkehrstufe „Brückenteufel“	DM 62,—
High-End-Endstufe „Black Devil“, „Car Devil“	—
inkl. Kühlkörper	DM 79,—
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 107,—
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 127,—
Netztrala NTT-2	DM 85,—
Vorverstärker „Vorgesetzter“	DM 175,—
Steckerneutzeit fertig montiert mit Renkstecker	DM 38,—
Entzerrerverstärker. Fertigbaustein mit sel. NE 5534 R	DM 150,—
Übungsrohre, Bausatz ohne Chassis	DM 200,—
Originalplatinen bitte extra bestellen.	—

Lagerliste mit Bausätzen, Spezialteilen, FRAKO-Eikos, Metallband-, Metalloxid-Widerständen, selektierten NE 5534 und Fertigeräten der Serie „Classic“. Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System werden zugeschickt gegen DM 2,— Rückporto in Briefmarken. Bitte angeben, ob Prospekt MPAS gewünscht wird.



Formätzteile

Vorbild Natur

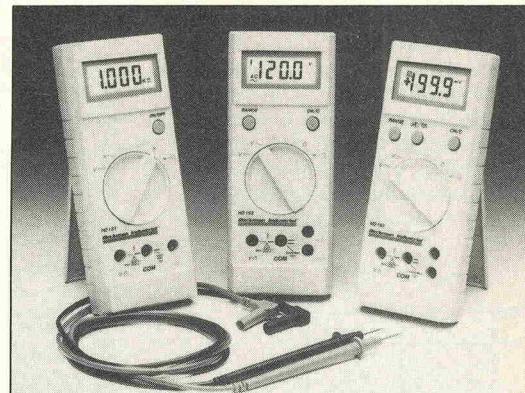
So feinstrukturiert wie ein Insektenflügel ist der von den Schott-Glaswerken in Mainz hergestellte Werkstoff Foturan. Als Ausgangsmaterial dient

ein fotosensitives Spezialglas, das sich nach dem Belichten mit UV-Licht zu vielfältig strukturierten, hochgenauen Formätzteilen verarbeiten lässt.

Beim Fertigungsprozeß von Foturan entstehen

nahezu senkrechte Seitenwände; der Ätzwinkel beträgt lediglich zwei bis vier Grad. Dadurch lassen sich sehr feine Ätzstrukturen erzielen, die auch bei relativ großen Ätztiefen formstabil bleiben. Als Beispiel präsentiert der Hersteller ein Element mit 800 Öffnungen pro cm^2 bei einer Plattendicke von 0,9 mm (siehe Foto).

Foturan-Formätzteile weisen keine Porosität auf, sind schleif- und polierbar sowie bis maximal 550 °C formbeständig. Sie können beispielsweise für die Halterung und Positionierung von Lichtleitfasern eingesetzt werden, aber auch für Miniaturleiterplatten im Bereich der Mikroelektronik.



Multimeter

Messen mit Musik

Das HD 153 ist als Spitzenmodell der HD-150-Serie von Beckman das einzige Digitalmultimeter auf dem Markt, das seinen automatisch gewählten Meßbereich auch akustisch anzeigt: Der Blick auf das Display kann somit entfallen.

Gemeinsame Eigenschaft aller drei Geräte der Serie ist hingegen ihre Robustheit:

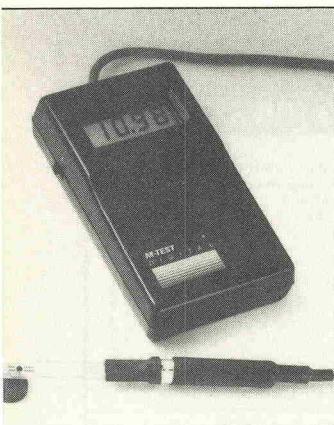
- * bruchfest bei Fall aus 3 m Höhe
- * schock- und vibrationsunempfindlich

* wasserfest nach IP 54 und feuerfest

* wirksamer Überspannungs- und Überlastschutz in allen Bereichen

Damit sind die Modelle besonders für Messungen unter erschwerten Umweltbedingungen geeignet, wie bei Außenarbeiten, in staubigen oder feuchten Räumen oder in korrosiver Umgebung.

Die Multimeter HD 151, 152 und 153 werden von der Beckmann Industrial Components GmbH, München, komplett mit Batterie, Meßschnüren sowie auf Wunsch mit Leder- oder Vinyltasche geliefert.



Magnetfeldmessung

Gaußmeter

Die zunehmende Anwendung moderner Dauermagnetwerkstoffe erfordert sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion häufig den Einsatz präziser Magnetfeldmeßgeräte.

Für diese Anwendungsfälle hat die Firma Helasystem aus Gräfrath ihr neues Gaußmeter M-Test Digital entwickelt.

Das Gerät im Format eines Taschenrechners ist mit einer 3,5-stelligen Digitalanzeige ausgestattet und bietet eine automatische Meßbereichswahl von $\pm 19,99 \text{ mT}$ bis $\pm 1,999 \text{ T}$ ($1 \text{ mT} = 10 \text{ G}$) bei $\pm 1\%$ Genauigkeit. Der empfindliche Hall-Sensor ist in einer dünnen aber sehr robusten Sonde untergebracht, die über eine zusätzliche Feldrichtungsanzeige mit Zweifarben-LED verfügt.

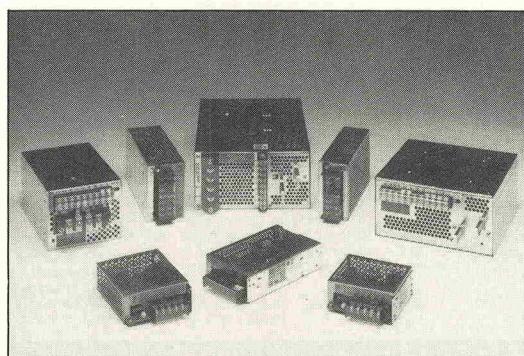
Stromversorgung

Power-module 12

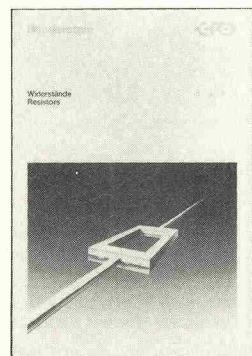
Die Stromversorgungen aus der P-Serie des japanischen Herstellers Elco bieten inzwischen ein Leistungsspektrum von 15 bis 1500 Watt, das sich durch den Master/Slave-Betrieb mehrerer Einheiten sogar bis auf über 4000 Watt erweitern lässt. Alle Typen der Serie weisen einen Eingangsspannungsbereich von 85 bis 264 Volt auf, sind mit Ausgangsspannungen von 5, 12, 15

oder 24 Volt lieferbar und gegen Überlast und Überspannungen geschützt. Die Bauhöhe von 97 mm lässt den Einbau aller Module in nor-

male Eurokartengehäuse zu. Die Schaltnetzteile werden vertrieben von der Kraus Industrie Elektronik GmbH in Frankfurt.



verschiedensten Widerstandstypen kompakt präsentiert: Technologie, Bauform, Temperatur- und Widerstandsreich, Temperaturkoefizient, Stabilität, Abmessungen sowie alle Normen und Freigaben. Katalog und Folder sind kostenlos erhältlich.



Ein neuer 84-seitiger Katalog von Roederstein, Landshut, beschreibt in sieben Kapiteln das umfangreiche Lieferprogramm an Widerständen: SMD-, Miniatur-, Kohleschicht-, Metall-schicht-, Metalloxyd... Außerdem den notwendigen technischen Daten enthält der Katalog auch alle für den Entwickler wichtigen Diagramme sowie Maßzeichnungen der Bauelemente.

Wer Übersicht auf den ersten Blick braucht, wird sich dagegen an einem ebenfalls neuen Folder orientieren, der die wichtigsten Daten der

WO WIR SIND, IST VORNE.

In einer Zeit, in der die Technik von heute morgen schon von gestern ist, muß man als Hersteller und Lieferant von High Tech ganz vorne sein.

MEDIASAT ist vorn. Für Sie.
Wir sind täglich im Einsatz; in Europa, Fernost und Nordamerika, damit wir immer auf dem neuesten Stand sind. Für Sie.

Fordern Sie unser Info-Paket zum Thema Satelliten-Empfang.

Wo wir sind, ist vorne.

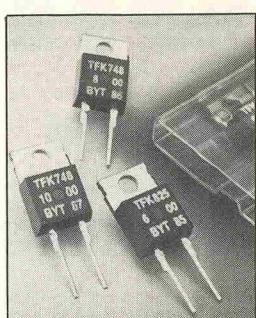
M E D I A S A T

aktuell

Halbleiter

Ultra-Fast

Telefunken hat für die Anwendung in Schaltungssteilen und für den Einsatz als Freilauf- und Dämpfungsdioden in Motorregelungen eine neue Reihe von Leistungsdioden ins Lieferprogramm aufgenommen. Diese Ultra-Fast-Recovery-Siliziumdioden



führen die Typenbezeichnungen BYT 85, 86 und 87. Die mittleren Durchlaßströme betragen 4, 8, bzw. 16 A, die Spitzenspannungen 600, 800 und 1000 V, ihre Schaltzeiten liegen unter 80 ns. Weitere Dioden mit Schaltzeiten von weniger als 60 ns sind unter den Bezeichnungen BYT 105...107 in Vorbereitung.

Futureland

Videotechnik aktuell

'Video-Future' — unter dieser Bezeichnung bietet die in Halstenbek ansässige Firma LC-Electronic mehrere Fertiggeräte für den Videobereich an, die einem das Leben erleichtern können — allerdings nicht das zukünftige, sondern das gegenwärtige.

Bekanntermaßen werden Spielfilm-Videokassetten von den Anbietern zunehmend mit Signal-Viren der Gattung "macrovisionis vulgaris" geimpft. Wer von seinem legitimen Recht auf eine persönliche Privatkopie Gebrauch machen will, muß derart verseuchte Video-Kassetten zunächst desinfizieren. Diese Arbeit übernimmt beispielsweise der Macrodekode L 165/1, der die genannten Viren sowie die inzwischen aufgetauchten Mutanten beim Kopiervorgang digital lokalisiert und eliminiert. Und diese Arbeit verrichtet der L 165/1 für 99,— DM zudem recht preiswert.

Seine große Schwester, die Video-Umschalteinheit L 164, verfügt über vier Scartbuchsen, von denen drei wahlweise als Ein- bzw. als Ausgang verwendet werden können, sowie über zwei Chinchbuchsen für einen Video-Monitor. 'Selbst-

verständlich' enthält die Umschalteinheit (Preis: 298,— DM) einen Macrodekode, der immer dann eingreift, sobald er eine Störung des Videosignals detektiert. Das Aufleuchten einer LED an der Frontplatte signalisiert die aktiven Phasen des Macrodekoders. Mit den beiden Stellern 'Pegel' und 'Kontur' läßt sich bei Bedarf eine individuelle Bildkorrektur durchführen.

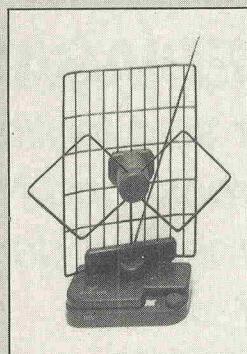
Anwenden von S-VHS-Camcordern bietet der S-VHS/RGB-Konverter L 166 die Möglichkeit, Aufzeichnungen mit der systembedingt hohen Bildqualität ohne Qualitätsverluste auf einem mit einer üblichen Scartbuchse (RGB-Beschaltung) versehenen Farbfernseher wiederzugeben. Dafür braucht der Konverter lediglich zwis-



schen Rekorder und Farbfernsehergerät geschaltet zu werden. Für eine nachträglich gewünschte Bildbeeinflussung stehen drei Steller ('Helligkeit', 'Kontrast' und 'Farbsättigung') zur Verfügung. Der Preis

des Konverters L 166 beträgt 349,50 DM.

Für all diejenigen, die sich scharfe TV-Bilder nicht in Form eines abgespeicherten Videosignals ins Haus holen wollen, sondern als moduliertes und von terrestrischen Fernsehsendern abgestrahltes HF-Signal, ist die Zimmerantenne TV 1 geeignet.



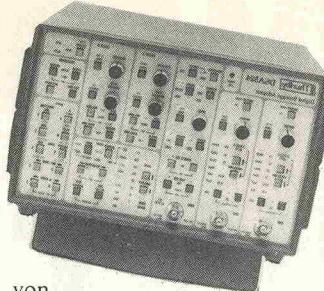
Sie empfängt vertikal und horizontal polarisierte VHF- und UHF-Signale; ein eingebauter HF-Verstärker erzielt im VHF-Bereich einen Gewinn von 16 dB, im UHF-Bereich sogar 28 dB. Damit ist die TV 1 (Preis: 116,— DM) besonders für den Empfang der Privat-TV-Sender von SAT 1 und RTL plus geeignet, da diese eine relativ kleine HF-Leistung aufweisen.

Der Vertrieb der LC-Geräte erfolgt ausschließlich über den Fachhandel. Bei allen in diesem Beitrag genannten Preisen handelt es sich um unverbindliche Preisempfehlungen.

Meßtechnik

Digital-speicher-vorsatz

Das DSA-524 von Thurlby wird entweder an ein Standardoszilloskop oder einen IBM- oder kompatiblen Computer angeschlossen und stellt dann alle Eigenschaften eines wesentlich teureren Digitalspeicher- oszilloskops bereit. Das Gerät verfügt über zwei Kanäle mit einer Bandbreite von DC bis 35 MHz bei einer Abtastrate von 20 MS/s. Die Speichertiefe umfaßt 4096 Worte pro Kanal. Eine Vielzahl von Funktionen wie Autoranging, Autoset, Rollmode, Pre- und Posttriggering, Time- und Eventdelay,



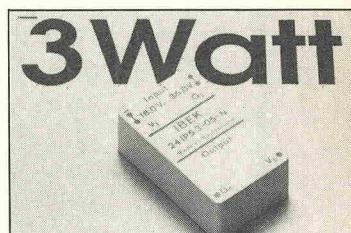
nichtflüchtige Kurven- und Parameterspeicher, Kanaladdition und -multiplikation, Cursormessung usw., ermöglichen die Lösung nahezu aller Meßaufgaben der Analog- und Digitalmeßtechnik.

Das Gerät verfügt außerdem über Schnittstellen für analoge und digitale Plotter und Matrixdrucker und ist auf Wunsch auch mit IEEE-448-Schnittstelle lieferbar. Das DSA-524 wird für knapp 3000 DM von der Telemeter Electronic GmbH in Donauwörth vertrieben.

Bauelemente

Dicht-Schalter

Unter der Typenbezeichnung SS-10/20 stellt die Firma Roederstein Ero aus Landshut eine Reihe neuer Miniatur-Wahlschalter mit den Abmessungen 10 × 10 × 7 mm vor. Diese sind in verschiedenen Ausführungen lieferbar: einpolig mit sechs Kontakten oder zweipolig mit drei Kontakten, von oben einstellbar, mit oder ohne Achse. Zudem ist eine einpolige Version mit vier Kontakten erhältlich, die von oben oder seitlich eingestellt werden kann.

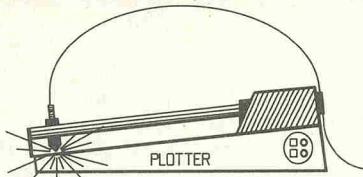


Stromversorgung

Eingang und Ausgang isoliert

Der Stromversorgungsspezialist Melcher hat die Neuentwicklung eines 3-Watt-DC/DC-Wandlers IPS3 im DIL-24-Gehäuse auf den Markt gebracht. Die Wandler eignen sich speziell für elektronische Schaltkreise und insbesondere für Anwendungen mit variablen Eingangsspannungen oder mit Eingangstransienten. Der hohe Wirkungsgrad bleibt dabei über den gesamten Eingangsspannungsbereich nahezu konstant. Die Module werden von Enatechnik in Quickborn vertrieben.

PLOTTER & FOTOPLOTTER



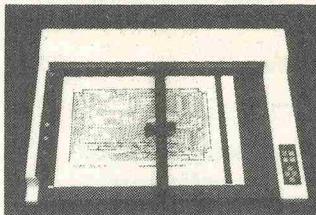
DIN-A3-Flachbettplotter mit eingebautem Fotoplotzusatz, als Plotter und Fotoplotter verwendbar, ist hervorragend geeignet zur Herstellung von Leiterplatten-Filmen!

Fordern Sie Produktinformationen an und erfragen Sie den günstigen aktuellen Preis!

Ing.-Büro Oberbeck · Schuhstraße 77 · 4920 Lemgo
Tel.: 052 61/154 80 · Fax: 052 61/178 80

TURBO-PLOTTER

Schnell, preiswert und präzise: SEKONIC SPL-450



Format bis DIN-A3, HP-GL® kompatibel, serienmäßig mit RS232C und Centronics-Schnittstelle ausgerüstet, Pen-Speed maximal 565 mm/s, programmierbarer Stiftwechsel für 8 Farben (Pens), Aufnahme für HP-Standard Faser-/Keramik-Tusche-Pens, Pen-Magazin mit Automatischer Verschluß, Auflösung 0,025 mm, verschied. Zeichensätze und.....

Sofort lieferbar. Unser Preis: 1750,- DM

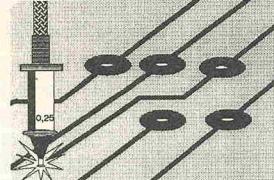
Datentechnik Dr. Gert Müller Diezstraße 2A
D-5300 Bonn 1

Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387

* HP-GL ist ein Warenzeichen der Hewlett-Packard GmbH

FOTOPLOTTER

Wir machen Ihren Penplotter zum Fotoplotter!



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

Fotoplot-Zusatz LP2002 2223,00 DM
Gerber-Software-Emulator 398,00 DM
Paketpreis (LP2002 + Emulator) 2498,00 DM

Fordern Sie Produktinformationen an!

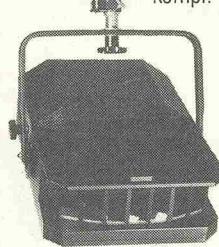
Datentechnik Dr. Gert Müller Diezstraße 2A
D-5300 Bonn 1

Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387

* Disco · Lights *

NEU f.a.l. Alligator B NEU

kompl. mit 1000-W-Lampe
1199,- DM



Dieser interessante Lichteffect, brandneu vorgestellt auf der Rimi-Messe, stellt eine Weiterentwicklung der bereits bekannten Lichteekte wie Little Star, Duo etc. dar. Eine 1-kW-Halogenstablampe projiziert über insgesamt 7 eingefärbte Speziallinsen flache Lichtwände, die sich musikgesteuert (regelbar) drehen und über einen Excenter hin- und herwenden. Toller Effekt bei leichtem Nebel!

Das flache, stabil gearbeitete Gehäuse mit starkem Lüfter und niedrigem Einbaumaß von nur 26 cm trägt zu einer interessanten Optik bei. Gewicht 8,5 kg. Interessiert Sie dieses Angebot? Dann fordern Sie noch heute unseren 116 Seiten starken LLV-Katalog 88/89 mit vielen interessanten Artikeln für Disco, Bühne und Partysteller an. Schutzgebühr 5,- DM (Briefmarken, Scheck, Schein; Ausland: Post-Wertcoupons) belegen! Die sieben erschienenen Neuheiten- und Angebotsliste wird automatisch dem Katalog beigelegt.

LLV

Lautsprecher & Lichtanlagen, Versandhandel, Grimm-Boss GbR
Eifelstr. 6 · 5216 Niederkassel 5 · Tel. 02 28/45 40 58

music accessories

RAM-rohren

Wonder Caps

Black Gate

praezisions bauteile

SiderealKaps

reference components
MH 7 rohren vorstufe

music reference
RM 9 rohren endstufe

dipl.-ing. LUDWIG RUESCHE
postfach 10 07 37 5270 gummersbach

informationen 3,- dm in briefmarken

Laser Show für die Sommernachtsparty

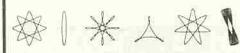


Ein Super-Laser-Bausatz, speziell für Lichteckeffekte in Heimkinotheeken oder Partyraum. Ein Vorteil gegenüber anderen Lasern ist die Stromabsicherung für die Laserlampe, die eine Lebensdauer von mindestens 10.000 Betriebsstunden bei stetigem Strom garantiert. Zur Abkerbung des Strahles empfehlen wir unseren neuen Bausatz B 548, der eine motorische Strahlerkerbung darstellt.

Typ B 547 Netzteil mit Laseröhre DM 199,50
Typ GE548 Gehäuse aus Kunststoff für Typ B 547 DM 14,75

Typ GE548 Gehäuse für Laserröhre mit Halterung und Beleuchtungsmaterial. Ausführung Stahl, fertig gebaut DM 29,50

Steuerung für Laserspiegel



Mittels rotierender Spiegel wird ein Laserstrahl abgelenkt. Es werden kreis- oder elipsenförmige Figuren gebildet. Es hängt davon ab, wie der Strahl abgelenkt wird (Spiegelmitte, Spiegelrand). Die Figuren ersten Spiegels wird mittels eines zweiten rotierenden Spiegels abgelenkt. Es ergeben sich immer neue Figuren durch das Ändern der einzelnen Motordrehzahlen und der Drehrichtung der Motoren. Typ B 546 DM 34,50 Typ ASP 548 Ablenkspiegel (hochw. geschliffen) DM 6,85

KATALOG '89 gegen Vorkasse DM 3,20 + 1,80 Porto

OPERMANN GbR

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE
Bahnhofstr. 17, 3074 Steyerberg, Telefon 057 64/2149

Elektronische Bauelemente

in reichhaltiger Auswahl — zu günstigen Preisen — ideal für Hobby-Beruf, Werkstatt/Service, Firmen/Institute

Aktuellen **Elektronik-Hauptkatalog** anfordern.
Unseren Katalog erhalten Sie gegen eine Schutzgebühr von DM 5,00 (Briefmarken, Scheck, Schein) oder kostenloser Info-Preisliste anfordern.

UNSER ANGEBOT:

(Ab DM 25,- Bestellwert liegt unser Katalog kostenlos bei.)	
Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4W, 5%, E12 von 10Ω - 3,3MΩ, 67 Werte à 10 St. DM 16,45, à 25 St. DM 34,95, à 100 St. DM 92,75, 100 Stück pro Wert DM 1,60 (Reihe E12 von 1Ω - 10MΩ)	
Metalwiderrands-Sortimente, 1/4W, 1%, E24 von 10Ω - 1MΩ, 121 Werte à 10 St. DM 47,95, à 25 St. DM 114,-, à 100 St. DM 342,-, 100 Stück pro Wert DM 3,05 (Reihe E24 von 1,7Ω - 10MΩ)	
(Alle Widerstände mit zusätzlicher Ohmwerterebschriftung)	
100-Stück-Sortiment IC-Fassungen Low-Cost DM 19,95	
45-Stück-Sortiment IC-Fassungen Präzision DM 29,95	
Computer-Lüfter 12V DC 80 x 80 x 25 mm DM 17,95	
Computer-Lüfter 220V AC 80 x 80 x 25 mm DM 18,75	
UNI-Dioden 1N4148 100 Stück DM 2,22 500 Stück DM 9,99	
Flexibles Lautsprecherkabel LAFLLEX 2x4,0 transparent pro Meter DM 2,90 ab 10 m à DM 2,78 ab 25 m à DM 2,60	

Nachnahme-Versand ab DM 15,- (+P/V, Ausl. ab DM 200,- (+P/V))

Kostenlose Katalogzusendung erfolgt automatisch an unsere Kunden.

LEHMANN-electronic-Versand

Inh.: Günter Lehmann
Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81, (06 21) 89 67 80

PRINT-TECH

Leiterplatten GmbH

Unser Leistungsprogramm:

- Hoher Qualitätsstandard
- Ein- und doppelseitige Leiterplatten
- Leiterplatten in SMD-Technik
- Durchmetallierung
- Oberflächenbehandlung mit Glanzzinn/Bleizinn
- Lötstoppmasken
- Bestückungsdruck
- Optische und elektronische Prüfung
- Eilservice ohne Aufpreis
- 24-Stunden-Service
- CAD-Entflechtung

Fordern Sie Infos an

PRINT-TECH

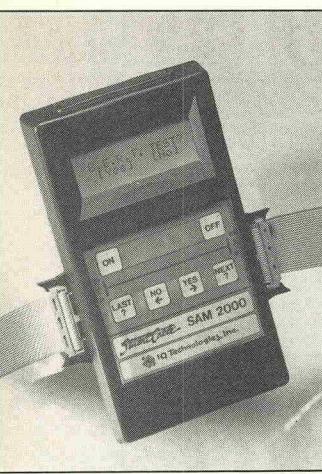
Leiterplatten GmbH

Karbachstraße 13, 5450 Neuwied 12
Telefon 02631/745 48
Telefax 02631/75273

COMBA

COMPUTER & BAUTEILE

Was denn?
Schon 18.30 Uhr und Sie suchen noch 500 Stück DRAM 51100 A-80, weil es Morgen schon zu spät ist.
Rufen Sie an!
Fast alle gängigen DRAM-Typen liegen für Sie auf Lager! Ob Tausend oder Einen, Lieferung am nächsten Tag. 4164-10². Sicher, und auch Hundertfünfziger. CO PROZES-SOREN kein Problem. Heute anrufen und bestellen - Morgen kommt's an.
Gute Preise, oder wie?
Rufen Sie doch einfach an!
Tel. 06181/257035
Fax. 06181/257057



Schnittstellendiagnose

Smarte Lösung

Die Meilhaus Electronic GmbH, Puchheim, vertreibt ein neues Test- und Diagnosegerät für serielle und parallele Schnittstellen: das

'Smart Asynchronous Data Meter' SAM 2000 von der US-Firma IQ-Technologies.

Das kleine und handliche Gerät ist einfach zu bedienen, obwohl es die Fähigkeiten von zehn einzelnen Testgeräten in sich vereinigt:

- * automatischer intelligenter 'Cable Maker'
- * intelligente Breakout Box
- * Datenanalysator
- * elektronischer Kabeltester
- * Prüftextgenerator
- * Bit Error Rate Tester (BERT)
- * Protokollanalysator
- * Centronics Schnittstellentester
- * bidirektonaler serieller/paralleler Konverter
- * Druckertester

Als eines der ersten Geräte benutzt das SAM 2000 eine eigene interne Elektronik, um

Verbindungen zwischen Geräten automatisch richtig herzustellen. Das Data Meter kostet DM 2980,—.

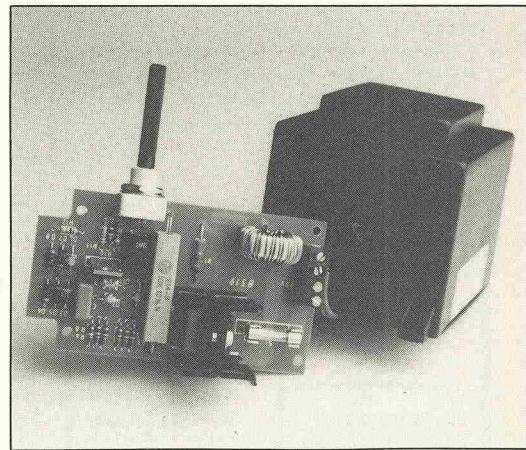
Lichttechnik

Halogen auf Sparflamme

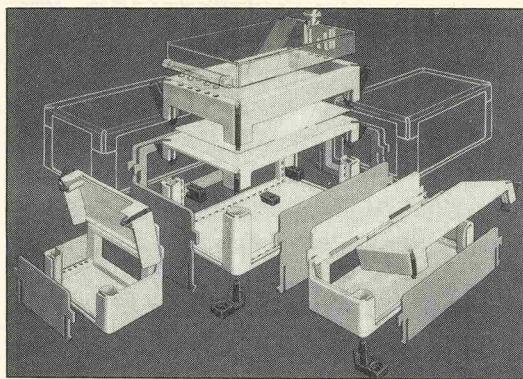
'Transformator-Spannungsregler' heißt der Bausatz schlicht, der im neuen Oppermann-Katalog 89/90 auf Seite 17 angeboten wird. Sicherlich keine neue Technik, die hier vorgestellt wird: Eine handvoll Dioden, Triacs und Widerstände — so haben es die Vorfahren auch schon gemacht. Nur, die meisten Elektroniker hätten sich noch vor ein paar Jahren gefragt, wozu einen Trafo primär regeln? Seit es Halogenlampen über jedem Eß- und Schreibtisch gibt, weiß man es!

Und die Sache funktioniert gut: angeschlossen, ausprobiert, alles bestens geregelt. Bis zu 6 Ampere schafft die kleine Schaltung. Das sind immerhin rund 1,3 kW Licht. Wermutstropfen: Für das Platinchen, das unterm vollen Saft des Netzes steht, ein

Gehäuse zu finden, das neben dem filigran-futuristischen Design des gedimmten Halogen-Lichtspenders dem zeitgeistigen Auge des Betrachters standhält, dürfte schwierig sein und ins Geld gehen — mehr als der Bausatz, der 39,50 DM kostet.



HALBLEITER		RABATTE 1 BEI SEMIKRIST. ABRAHM		ALLE BAUTEILE		RABATTE 1 BEI SEMIKRIST. ABRAHM		ALLE BAUTEILE		RABATTE 1 BEI SEMIKRIST. ABRAHM		ALLE BAUTEILE		RABATTE 1 BEI SEMIKRIST. ABRAHM		ALLE BAUTEILE		RABATTE 1 BEI SEMIKRIST. ABRAHM		ALLE BAUTEILE						
		10	25	50	100	250	500	1000	2500	5000	10000	25000	50000	100000	250000	500000	1000000	2500000	5000000	10000000	25000000	50000000				
74 LS	51 - 42	135	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F30	- 79	74	HC	372	- 98	74	HCT	1 - 34	HC174	- 79	C44032	1 - 04	C44094	- 08
	42	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F32	- 79	74	HC	374	- 98	74	HCT	1 - 34	HC175	- 79	C44034	2 - 59	C44095	- 08
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F34	- 79	74	HC	376	- 98	74	HCT	1 - 34	HC176	- 79	C44035	2 - 59	C44096	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F36	- 79	74	HC	378	- 98	74	HCT	1 - 34	HC178	- 79	C44036	2 - 59	C44097	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F38	- 79	74	HC	380	- 98	74	HCT	1 - 34	HC179	- 79	C44037	2 - 59	C44098	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F40	- 79	74	HC	382	- 98	74	HCT	1 - 34	HC180	- 79	C44038	2 - 59	C44099	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F42	- 79	74	HC	384	- 98	74	HCT	1 - 34	HC182	- 79	C44039	2 - 59	C44100	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F44	- 79	74	HC	386	- 98	74	HCT	1 - 34	HC184	- 79	C44040	2 - 59	C44101	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F46	- 79	74	HC	388	- 98	74	HCT	1 - 34	HC186	- 79	C44041	2 - 59	C44102	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F48	- 79	74	HC	390	- 98	74	HCT	1 - 34	HC188	- 79	C44042	2 - 59	C44103	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F50	- 79	74	HC	392	- 98	74	HCT	1 - 34	HC190	- 79	C44043	2 - 59	C44104	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F52	- 79	74	HC	394	- 98	74	HCT	1 - 34	HC192	- 79	C44044	2 - 59	C44105	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F54	- 79	74	HC	396	- 98	74	HCT	1 - 34	HC194	- 79	C44045	2 - 59	C44106	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F56	- 79	74	HC	398	- 98	74	HCT	1 - 34	HC196	- 79	C44046	2 - 59	C44107	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F58	- 79	74	HC	400	- 98	74	HCT	1 - 34	HC198	- 79	C44047	2 - 59	C44108	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F60	- 79	74	HC	402	- 98	74	HCT	1 - 34	HC200	- 79	C44048	2 - 59	C44109	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F62	- 79	74	HC	404	- 98	74	HCT	1 - 34	HC202	- 79	C44049	2 - 59	C44110	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F64	- 79	74	HC	406	- 98	74	HCT	1 - 34	HC204	- 79	C44050	2 - 59	C44111	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F66	- 79	74	HC	408	- 98	74	HCT	1 - 34	HC206	- 79	C44051	2 - 59	C44112	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F68	- 79	74	HC	410	- 98	74	HCT	1 - 34	HC208	- 79	C44052	2 - 59	C44113	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F70	- 79	74	HC	412	- 98	74	HCT	1 - 34	HC210	- 79	C44053	2 - 59	C44114	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F72	- 79	74	HC	414	- 98	74	HCT	1 - 34	HC212	- 79	C44054	2 - 59	C44115	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F74	- 79	74	HC	416	- 98	74	HCT	1 - 34	HC214	- 79	C44055	2 - 59	C44116	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F76	- 79	74	HC	418	- 98	74	HCT	1 - 34	HC216	- 79	C44056	2 - 59	C44117	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F78	- 79	74	HC	420	- 98	74	HCT	1 - 34	HC218	- 79	C44057	2 - 59	C44118	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F80	- 79	74	HC	422	- 98	74	HCT	1 - 34	HC220	- 79	C44058	2 - 59	C44119	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F82	- 79	74	HC	424	- 98	74	HCT	1 - 34	HC222	- 79	C44059	2 - 59	C44120	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F84	- 79	74	HC	426	- 98	74	HCT	1 - 34	HC224	- 79	C44060	2 - 59	C44121	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F86	- 79	74	HC	428	- 98	74	HCT	1 - 34	HC226	- 79	C44061	2 - 59	C44122	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F88	- 79	74	HC	430	- 98	74	HCT	1 - 34	HC228	- 79	C44062	2 - 59	C44123	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F90	- 79	74	HC	432	- 98	74	HCT	1 - 34	HC230	- 79	C44063	2 - 59	C44124	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F92	- 79	74	HC	434	- 98	74	HCT	1 - 34	HC232	- 79	C44064	2 - 59	C44125	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F94	- 79	74	HC	436	- 98	74	HCT	1 - 34	HC234	- 79	C44065	2 - 59	C44126	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F96	- 79	74	HC	438	- 98	74	HCT	1 - 34	HC236	- 79	C44066	2 - 59	C44127	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F98	- 79	74	HC	440	- 98	74	HCT	1 - 34	HC238	- 79	C44067	2 - 59	C44128	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F100	- 79	74	HC	442	- 98	74	HCT	1 - 34	HC240	- 79	C44068	2 - 59	C44129	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F102	- 79	74	HC	444	- 98	74	HCT	1 - 34	HC242	- 79	C44069	2 - 59	C44130	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F104	- 79	74	HC	446	- 98	74	HCT	1 - 34	HC244	- 79	C44070	2 - 59	C44131	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F106	- 79	74	HC	448	- 98	74	HCT	1 - 34	HC246	- 79	C44071	2 - 59	C44132	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F108	- 79	74	HC	450	- 98	74	HCT	1 - 34	HC248	- 79	C44072	2 - 59	C44133	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F110	- 79	74	HC	452	- 98	74	HCT	1 - 34	HC250	- 79	C44073	2 - 59	C44134	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F112	- 79	74	HC	454	- 98	74	HCT	1 - 34	HC252	- 79	C44074	2 - 59	C44135	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F114	- 79	74	HC	456	- 98	74	HCT	1 - 34	HC254	- 79	C44075	2 - 59	C44136	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F116	- 79	74	HC	458	- 98	74	HCT	1 - 34	HC256	- 79	C44076	2 - 59	C44137	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F118	- 79	74	HC	460	- 98	74	HCT	1 - 34	HC258	- 79	C44077	2 - 59	C44138	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F120	- 79	74	HC	462	- 98	74	HCT	1 - 34	HC260	- 79	C44078	2 - 59	C44139	- 08	
	136	- 84	259	- 94	392	- 79	28	98	80	1 - 48	F122	- 79	74	HC	464	- 98	74</									



Gehäuse

Mit System

Eine montagefreundliche, schraubenlose Stecktechnik kennzeichnet die neuen RM-Gehäuse der Firma Rose Elektrotechnik GmbH, Porta Westfalica. Als Haupteinsatzgebiet nennt der Hersteller Geräte der Regelungs- und Meßtechnik.

In die Führungsnuhlen der Grundkörper, die in fünf Größen verfügbar sind, werden Seitenwände, Anschlußräume oder Verbindungsrahmen für den Aufbau eines Gehäusesystems eingeschoben und durch eine Schnappkonstruktion gesichert. Schnell anzubringen sind auch die verschiedenen Deckelvarianten mit und ohne Klarsicht-Schutzhaube. Im Gehäuseinneren las-

sen sich Schnellmontageböcke einrasten, auf denen Montageplatten und Leiterkarten sowohl senkrecht als auch waagerecht in verschiedenen Ebenen befestigt werden können.

Die Einzelgehäuse und Gehäuseaufbauten sind nicht nur in Form und Größe variabel. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, alle oder einzelne Systemkomponenten nach Kundenwunsch farblich zu gestalten. Sämtliche Komponenten sind nach Aussage des Herstellers kurzfristig ab Lager lieferbar.

Meßtechnik

LCR-Meßbrücke

Als Neuheit und als Weiterentwicklung der LCR-Meßbrücke 401 bietet Telemeter Electronic,

Donauwörth, nun das Modell 6451 an. Mit der Brücke sind fünf Größen in weiten Bereichen meßbar:

R von 0,1 mΩ bis 999 MΩ

L von 0,001 µH bis 999 H

C von 0,001 pF bis 99 mF

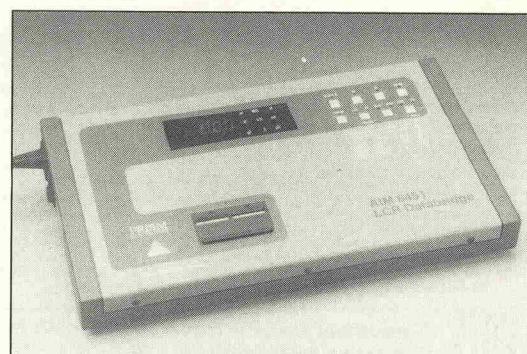
Q von 0,001 bis 999

D von 0,001 bis 999

Die Grundgenauigkeit beträgt in allen Berei-

chen 0,1 %, die Anzeige erfolgt auf einem 5-stelligen Display. Sowohl die Maßart als auch die Bereiche können vom Gerät automatisch gewählt werden.

Als Option wird außerdem für die Meßbrücke eine IEEE-488- bzw. RS-232-Schnittstelle geboten. Der Preis für das Gerät (mit eingebauter Schnittstelle) liegt unter 4000,— DM.



Die billige Kopie aus Taiwan kann langfristig sehr teuer werden.

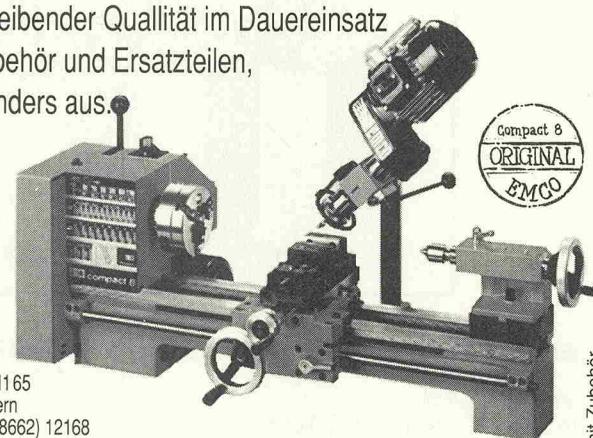


Hohe Arbeitsgenauigkeit bei gleichbleibender Qualität im Dauereinsatz und kurzfristige Liefertermine bei Zubehör und Ersatzteilen, zeichnen **EMCO** – Maschinen besonders aus.

**Überzeugende
Technik zum
attraktiven Preis.**

emco

Sudetenstr. 10 · Postfach 1165
8227 Siegsdorf / Oberbayern
Tel. (08662) 7065 · Fax (08662) 12168



Technische Daten: EMCO FB-2

Max. Höhe zwischen Frästisch und Arbeitsspindel	370 mm
Ausladung der Spindel	163 mm
Tischgröße	630 x 150 mm
Längshub des Frästisches	380 mm
Querhub des Frästisches	140 mm
6 Drehzahlen	120/200/370/680/ 1100/2000 (50 Hz) U/min
Fräskopf	360° dreh- und schwenkbar

Anforderungscoupon:

Ausfüllen und schicken an:

EMCO Maier · 8227 Siegsdorf · Postfach 1165 · Tel. (08662) 7065

Bitte schicken Sie mir Informationsmaterial über:

EMCO Compact 8 EMCO FB-2 Ges. Herstellungsprogramm

Absender: _____

Telefon: _____

8/4/89

Technische Daten: EMCO Compact 8

Spitzenhöhe/Spitzenweite	105 mm/450 mm
Drehdurchmesser über Support	118 mm
Spindelnase	Werksnorm (ähnl. DIN 55021)
Morsekegel	MK 3
Spindeldurchlaß	20 mm
Arbeitsspindel-drehzahlen	100/250/350/500/ 850/1700 U/min
Vorschübe	über Leitspindel
	0,09 und 0,18 mm/U

Maschineneabbildungen teilweise mit Zubehör

Spitzentechnologie für 1.945,- + MwSt.



PREMA GmbH, Geschäftsbereich Meßgeräte

Robert-Koch-Straße 10 · D-6500 Mainz 42 · Telefon: (0 61 31) 50 62 - 0
Telefax: (0 61 31) 50 62 - 22 · Telex: 4 187 666 prem d

Digitalmultimeter 5000

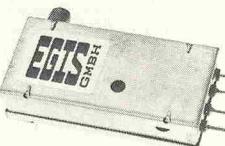
vielseitiges 6½-stelliges Digitalmultimeter mit allen gängigen Meßfunktionen: Gleich- und Wechselspannungs- oder Strommessungen sowie Widerstandsmessungen mit hoher Genauigkeit. Echt-Effektivwertmessung bei Wechselgrößen. Volle Fernsteuerbarkeit aller Gerätetypen über IEEE-488-Bus. Sicherheit durch unverlierbare Kalibrierdaten. Erweiterung auf 10 Kanäle durch optionell im Gerät eingebauten Meßstellenumschalter.

PREMA

HF-MODULATOR

Video-Kameras, Mikro-Computern, Video-Recordern, Video-Spielen usw.
• Nach der Modulation können betrieben werden: HF-Netze (Hausanlagen, TV-Empfänger, HF-Umsetzer usw., • Eingang: Video 1 Vss an 75 Ω TTBAS, Audio 2 Vss (30 KHz Hub bei RI = 20 kΩ); Löt-Anschlüsse, Ausgang: Cinch-Buchse • Die Module sind werkseitig auf 5,5 MHz-Tonträger (CIR) abgestimmt. Sie sind jedoch auch in 4,5 MHz (FOC), 6,0 MHz (CCIR), 6,5 MHz (OIRT) lieferbar, ebenso in der franz. „L“-Norm. Inkl. Schwankeinstellung und tonseitiger Preemphasis (50 µs). Versorgungsbedarf: 12 V – ca. 15 mA; Baumanasse: ca. 70 x 33 x 18 mm. Der Qualitäts-Standard der Modulation entspricht der von Service-Testbild-Generatoren!

Diese HF-Modulatoren setzen ein standardmäßig Video-Signal und ein standardmäßig Audio-Signal in Fernseh-Sende-Signale um. Vorge sehen ist dieses Modul für den Anschluß von:



VHF-Modulator Band III, Kanal E5 bis E12	Typ HF-V/5,5	DM 198.98
Kanal-Abstimmung kann durch externe Spannung 0–12 V über alle Kanäle erfolgen!		
VHF-Modulator Band III, Kanal 1–6, Norm „L“, Kanal-Abstimmung wie oben	Typ HF-V/L	DM 325.72
VHF-Modulator, quarzstabil in ZF-Ebene (38,9 MHz)	Typ HF-V/ZF	DM 325.72
VHF-Modulator, quarzstabil, Band I, Kanal E2 (48,25 MHz)	Typ HF-V/E2	DM 325.72
VHF-Modulator, quarzstabil, Band I, Kanal E3 (55,25 MHz)	Typ HF-V/E3	DM 325.72
VHF-Modulator, quarzstabil, Band I, Kanal E4 (62,25 MHz)	Typ HF-V/E4	DM 325.72
UHF-Modulator, Band IV, Kanal E31 bis E41	Typ HF-U/5,5	DM 198.98

Die Kanalwahl ist bei diesem Modell durch eine Bohrung im Gehäuse möglich.



-Equipment Ges. für Intern. Elektronik Systeme mbH
Haingasse 14 · D-6000 Frankfurt 60 · Telefon 0 61 09/28 21 · Telex 4 185 926
Fax 0 61 09/212 21

(Blättern Sie in unserem Btx-Katalog *66611#)

HEIGRO-GERÄTEBAU

DAIMLERSTRASSE 18–20, 4630 BOCHUM 1
TEL. 02 34/86 20 98, FAX. 02 34/8 71 45



Original Heigro Halterung für Parabolospiegel
Schwenkhalter Starre-Halter Wandhalter
Standfüße Feed-Halterungen

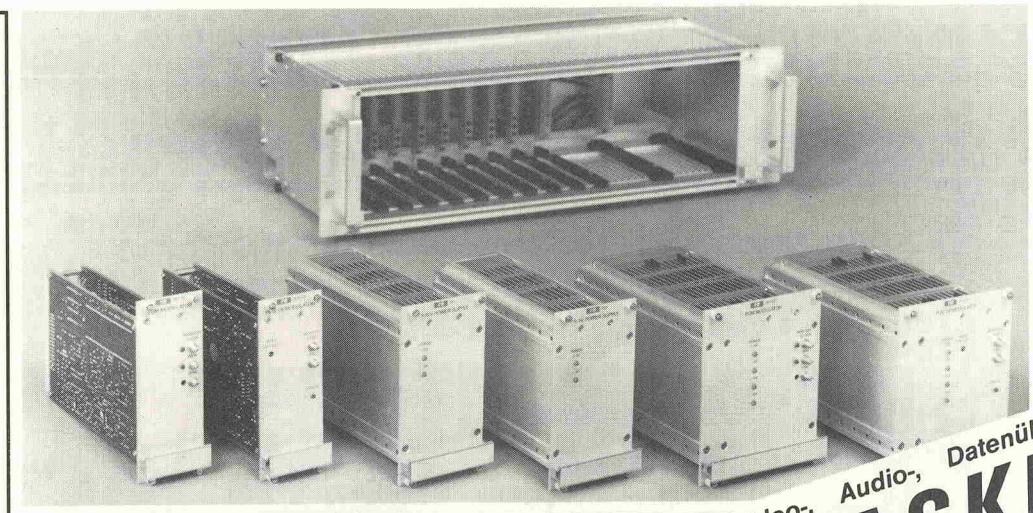
In allen Größen und Ausführungen. Sonderanfertigungen auf Wunsch in jeder Ausführung.
BITTE FORDERN SIE UNSERE PREISLISTE 1989 AN.

Ihr Partner für moderne TRANSFORMATOREN

Schnittband von SM 42 — SM 102, Ringkern von 24 VA — 500 VA
Anpassungstransformator für 100 V System

Sonderausführungen, auch bei Einzelstücken, für Ihr Labor.

SCHULTE
8510 Fürth · Marienring 24 · Tel. 09 11/76 26 85



RE•COM CODECS übertragen:

Video-Signale
in PAL, SECAM, NTSC, MAC

Audio-Signale
bis 20 kHz Bandbreite

Daten-Signale
mit 64 kb/s, 2 Mb/s, 140 Mb/s

RE•COMMUNICATIONS entwickelt digitale Übertragungstechnik für Rundfunkanstalten und Fernmeldebehörden, für CATV-Zubringer und Verteilnetze, nach internationalen Normen wie CCITT, CCIR.

RE•COM-CODECS aus Kopenhagen sind weltweit im Einsatz in

GLASKLAR
Video-, Audio-, Datenübertragung...
...ob Sie eine V24-Übertragungsstrecke benötigen oder eine
Singlemode-Glasfaser mit 565 Mb/s nutzen wollen.

Finnland und den USA, in Hongkong und Australien, in Stuttgart (BIGFON) und Berlin.

Bei RE•COMMUNICATIONS versteht man Sie!

RE • INSTRUMENTS

re

Electronics for Test and Communication

RE • INSTRUMENTS GmbH
Dürener Straße 19 · D-5170 Jülich · Postfach 14 25
Telefon 0 24 61/41 47 · Fax 0 24 61/5 68 31 · Telex 833 609
Büro Berlin: Telefon 0 30/851 96 85 · Fax 0 30/851 96 80



Alle Fotos: ANT Nachrichtentechnik

High-Tech Made in Germany

Deutscher Forschungssatellit Kopernikus

**Der DFS ist nicht nur
zum Fernsehen da**

Henning Kriebel

Vor rund 500 Jahren schaffte der deutsche Astronom Kopernikus das falsche alte Weltbild ab, in dessen Mittelpunkt die Erde stand, und ersetze es durch das heliozentrische Welt- system. Einen Satelliten, der sich um die Erde dreht, ausgerechnet Kopernikus zu nennen, ist vielleicht keine ganz glückliche Wahl; vielleicht gar ein schlechtes Omen? Zum Zeitpunkt jedenfalls, wo dieser Beitrag in Druck geht, ist der erste deutsche (nationale) Fernmeldesatellit noch nicht im Orbit — aufgrund mehrerer Verschiebungen des zunächst für Ende April vorgesehenen Ariane-Starts.

Doch andererseits hat sich Arianespace als sehr zuverlässige Weltraumspedition etabliert. Die häufigen Startverschiebungen in Kourou sind eher ein Qualitätsmerkmal für Erfolg: ein gutes Omen also auch für die Flugnummer 31. Für elrad Grund genug, den Bericht über Kopernikus nicht zu verschieben.

Der erste Satellit, an dem ausschließlich deutsche Firmen beteiligt sind, heißt offiziell „Deutscher Forschungssatellit (DFS) Kopernikus“. Er und seine beiden Folgesatelliten — Baukosten zusammen 880 Millionen Mark — sollen die in der Bundesrepublik Deutschland und in West-Berlin bestehenden Kabel- und Richtfunknetze ergänzen. Damit werden zusätzliche neue Übertragungswege für Daten, Text und Video angeboten. Bei diesen sogenannten „Neuen Diensten“ handelt es sich um Videokonferenzen, schnelle Datenübertragung und schnelles Faksimile, die alle Primär-Bitraten von 64 kBit/s und 2 MBit/s haben.

Das Satellitensystem wird außerdem für den Fernsprechverkehr und für die Verteilung von Fernseh- und Hörfunkprogrammen eingesetzt. So soll der erste Satellit alle Hörfunk- und Fernsehprogramme, die bisher vom Intelsat V-A F-12 auf 60°

Ost abgestrahlt werden, übernehmen. Infolge der hohen Leistung des Satelliten sind für deren Empfang jedoch erheblich kleinere Empfangsantennen erforderlich.

Das DFS-System setzt sich aus zwei Betriebs- und einem Ersatzsatelliten am Boden sowie 32 Bodenstationen (14/12 GHz) und zwei Versuchsstationen für 30/20 GHz zusammen. In seinem die Bundesrepublik umfassenden Ausleuchtgebiet stehen elf gleichzeitig betreibbare, breitbandige Satellitenkanäle zur Verfügung. Mit dieser Kapazität ist die Ausweitung und Absicherung der Berlin-Verbindungen durch Mehrwegeführung, die flächendeckende Verteilung von Fernsehprogrammen mittels Kabeleinspeisung und die ebenfalls flächendeckende Bereitstellung neuer Postdienste gewährleistet.

Die Erweiterung des Übertragungsbereiches auf 30/20 GHz ist ein weiterer Schritt zur Er-

schließung neuer Frequenzen für die Nachrichtenübertragung.

Das kopernikanische Modulsystem

Die Satelliten sind modular aufgebaut. Die Hauptkomponenten des DFS Kopernikus sind ein Kommunikations- und ein Versorgungsmodul. Das Kommunikationsmodul setzt sich aus allen nachrichtentechnischen Untersystemen und Geräten zusammen und ist für die Umsetzung und Wiederaussendung der vom Boden empfangenen Kanäle verantwortlich.

Zum Versorgungsmodul, einer U-förmigen Struktur mit einem Zentralrohr, gehören das Bahn- und Lageregelungssystem, die Energieversorgung sowie das Untersystem für Telemetrie, Bahnverfolgung und Telekommando. Das Zentralrohr stellt nicht nur das wichtigste strukturmechanische Element des Satelliten dar, es beinhaltet auch gleichzeitig zwei Treibstoffbehälter mit zusammen ca. 700 kg Treibstoff für den Einschub in die geostationäre Bahn und die Bahn- und Lagemanöver während der gesamten zehnjährigen Mission.

Die elektrische Leistung bezieht das Energieversorgungssystem aus ca. 20 000 Solarzellen, die auf den entfaltbaren Solarpaddeln montiert sind. Während der Schattenphasen wird die Energie von zwei Batterien geliefert. Nach zehn Jahren, am Ende der Mission, beträgt die verfügbare Bordleistung noch 1500 W und erlaubt somit einen sicheren Betrieb des gesamten Systems.

Hauptelemente der nachrichtentechnischen Nutzlast im Kommunikationsmodul sind der sogenannte Repeater und das Antennenuntersystem, die den Empfang, die Aufbereitung und das Rücksenden aller Daten und Signale zur Erde bewerkstelligen.

Dipl.-Ing. (FH) Hartmut Gaudig, Projektleiter DFS Kopernikus Subsystem Repeater, berichtet: „Wir haben elf Nutztransponder, dazu kommen sechs redundante Gerätezeuge. Drei Kanäle arbeiten im 11-GHz-Bereich mit 90 MHz Bandbreite, sieben Kanäle im

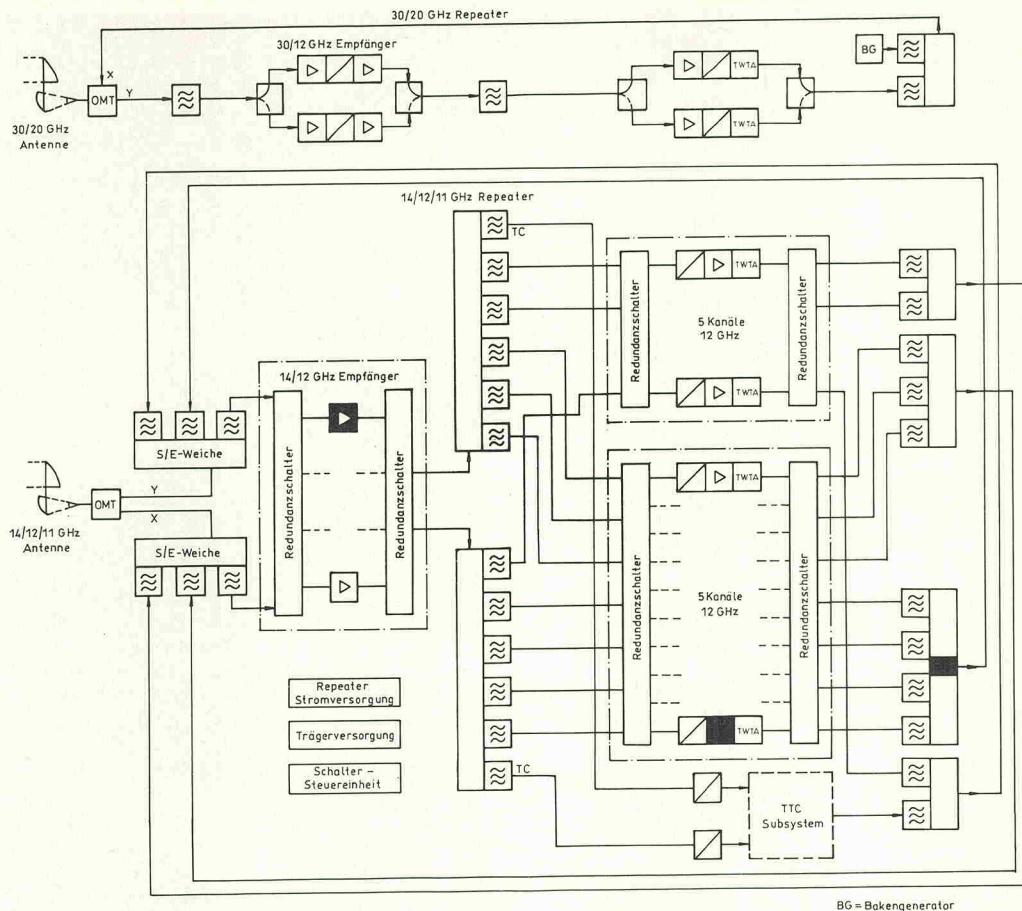


Bild 1. Nutzlast des Kopernikus: vereinfacht dargestellte Blockschaltung.

12-GHz-Bereich mit 44 MHz Bandbreite und ein Kanal im 30-/20-GHz-Bereich mit 90 MHz Bandbreite (30 GHz Uplink, 20 GHz Downlink). Es handelt sich um sogenannte transparente Kanäle, d.h. es findet keine Regeneration o.ä. an Bord statt, sondern das Signal wird so übertragen, wie es empfangen wird, zuzüglich der geringen Verzerrungen, die es im Satelliten notwendigerweise erleidet.“

Die herausragende Neuerung gegenüber früheren Satelliten ist zweifellos der 30-/20-GHz-Transponder. Hier arbeiten im Vorverstärkerzug parametrische Verstärker, weil es noch keine geeigneten Transistoren für diesen Frequenzbereich gibt. Die verstärkten Signale werden zunächst auf eine Zwischenfrequenz bei 11...12 GHz und dann nach weiterer Verstärkung vor der Sendeleistungsröhre auf 20 GHz umgesetzt. Gaudig nennt die Gründe: „Signale im 11...12-GHz-

Bereich kann man besser verstärken. Dafür werden die gleichen Kanalverstärker wie in den Ku-Band-Transpondern verwendet.“

In den Ku-Band-Transpondern ist die doppelte Umsetzung nicht erforderlich. Die Signale werden in einem Eingangsmultiplexer auf die einzelnen Kanäle aufgeteilt und durchlaufen

dann Redundanzschaltungsnetzwerke. Danach erfolgt für jeden Kanal einzeln die Umsetzung in die 11- bzw. 12-GHz-Ebene. Hier wird dann breitbandig weiterverstärkt, erst in einem Kanalverstärker und dann in einer Wanderfeldröhre. Die Signale durchlaufen wieder Redundanzschaltungsnetzwerke, wo die Sendekanäle ausgewählt werden. Nach Pas-

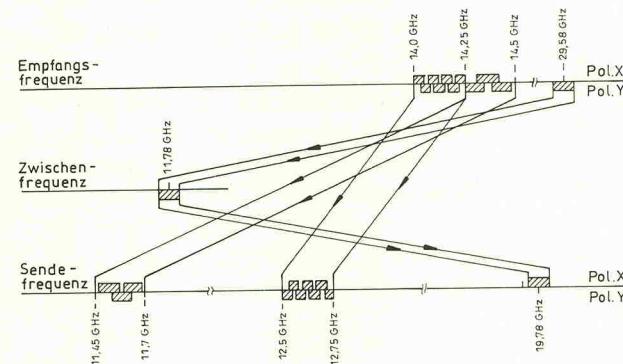
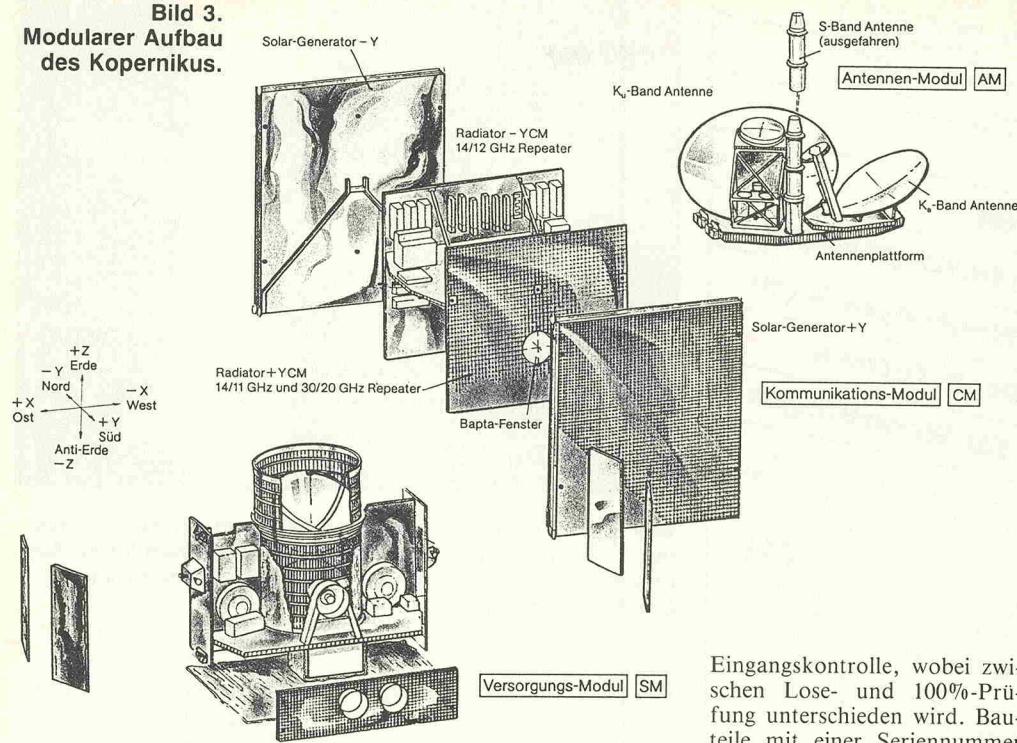


Bild 2. Frequenzplan und Umsetzungskonzept.

Bild 3.
Modularer Aufbau
des Kopernikus.



sieren des Ausgangsmultiplexers gelangen sie schließlich zurück auf die Antenne.

Surface Mounted in die Umlaufbahn

Die Kanalverstärker des Kopernikus sind Weiterentwicklungen derjenigen von TV-SAT — mit einem um die Hälfte reduzierten Volumen durch Anwendung der SMD-Technik.

Natürlich wird in einem solchen Satelliten überall die fortgeschrittenste Technik verwendet. Gaudig: „Bis 14 GHz verarbeiten wir nur Kleinleistungs-Galliumarsenid-Feldeffekttransistoren, die wir von den Japantern beziehen. Diese haben bei den Höchstfrequenztransistoren den Amerikanern den Rang abgelaufen.“ Verwendet werden gängige Typen, aus denen man einzelne Exemplare selektiert.

Die Sendeverstärker sind in dieser Leistungsklasse und bei diesen Frequenzen noch Röhrenverstärker. „Zwar ist es unschön, daß die verwendeten Wanderfeldröhren durch den Verbrauch des Kathodenmaterials altern“, klagt Gaudig, „aber die zehn Jahre Missionsspanne halten unsere Röhren wohl mit ziemlicher Sicherheit aus.“

Das Antennen-Untersystem besteht aus zwei Antennen, die vom Aufbau her genau gleich sind und sich nur in den Abmessungen unterscheiden; die 30-/20-GHz-Antenne ist kleiner. Bisher einmalig in der Satellitentechnik ist die Tatsache, daß die Antennen als Sende-/Empfangsantennen ausgelegt sind. Hierfür macht man sich die Polarisationszuführungen X und Y zunutze. Was auf der Y-Polarisation empfangen wird, wird in X-Polarisation gesendet und umgekehrt. Die Entkopplungswerte liegen bei der Ku-Antenne bei 45 dB und bei der Ka-Antenne bei 35 dB.

„Wir haben Kohlefaserreflektoren, die mit einer Aluminiumschicht metallisiert sind. Auf diese Aluminiumschicht ist noch eine Thermofarbe aufgebracht“, beschreibt Dr. rer. nat. Konrad Zumühl, Subsystem Antennen, Fachbereich Richtfunk beim DFS, die Konstruktion der Antennenparabolospiegel. Die Thermofarbe schützt das Kunststoffmaterial vor Temperaturen über 80 °C.

Alles kontrolliert

Die Zuverlässigkeitssprüfung für Bauteile beginnen mit einer

schon angelaufene Oberflächen oder eine kleine Blase in einer Galvanisierung.“ Und weil fast immer irgend etwas gefunden wird, landet man letztlich doch in 60...70% aller Fälle bei der 100%-Prüfung.

Nicht ganz ohne Einfluß auf die Elektronik ist das Vakuum. So verschieben sich alle Filter um etwa 4 MHz, weil das Dielektrikum Luft fehlt — was man weiß, berechnet und bei der Filterabstimmung berücksichtigt. Auch ändert sich das Thermoverhalten der Geräte in einigen Punkten ziemlich stark, weil die Kühlung durch Wärmeleitung in der Luft und die Strömungskühlung fehlen. Daraus werden alle Geräte einem Thermo-Vakuum-Test unterzogen.

Ersatzteillager an Bord

Redundanzen gibt es auf verschiedenen Ebenen: auf der Geräteebene, wo Geräte vom gleichen Typ über Redundanzschaltungsnetzwerke, die aus Hohlleiterschaltern und Koaxschaltern aufgebaut sind, ausgewählt werden. Dann gibt es Redundanzen innerhalb eines Gerätes, wo auch umgeschaltet werden kann, wie z.B. die Einheit Repeater-Power-Supply, die aus dem ungeregelten Bus, der von dem Service-Modul be-



Bild 4.
Nachrichtentechnische Nutzlast des Kopernikus mit den Repeatern.

SATELLITEN-FARM

6501 Sörgenloch Außerhalb 13
Tel. 06136/7046
06136/7047
Fax 06136/7010

Über 25-

Musteranlagen

ständig vorführbereit.

Preiswerte Einstiegsanlagen

Komfortable Hochleistungsanlagen

Profi-Technik

für Wohnanlagen

Kommen Sie zu uns.

Wir zeigen Ihnen wie Sie ein optimales Bild bekommen.

... oder fragen Sie nach einem unserer zahlreich angeschlossenen Fachhändler!

SCHIMMELS
SATELLITEN-SYSTEME-GIessen

6300 Gießen-KL.Linden · Saarlandstraße 23
Tel. 06 41/24100 · Fax 06 41/29441



Bild 5. Das Antennensystem des Kopernikus besteht aus nur zwei Antennen für die beiden Frequenzbänder im Ku- und Ka-Band, die jeweils gleichzeitig für Senden und Empfangen benutzt werden.

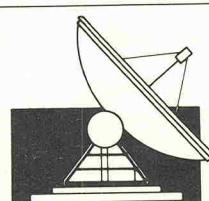
reitgestellt wird, insgesamt sechs hochstabile Spannungen erzeugt. Diese Einheit ist zweimal vorhanden. Das gleiche gilt für die Trägerversorgung, mittels derer die Oszillatoren signale für die Sendefrequenzen erzeugt werden. Und schließlich sind auch bestimmte Schaltungsteile redundant aufgebaut, so etwa in der Stromversorgung.

Besonders ausfallgefährdet sind die Baugruppen innerhalb des Satelliten, die aus vielen Komponenten zusammengesetzt sind. Dazu kommen die Baugruppen, die hohe Spannungen erzeugen und verarbeiten; denn Hochspannung und Vakuum vertragen sich nicht. Es gibt Druckbereiche, etwa

um 10^{-3} Hektopascal, in der die Überschlagfestigkeit einer Strecke beliebig klein ist und schon mit fast „normalen“ Spannungen Überschläge entstehen. Und genau solche Drücke können beim Ausgasen von Materialien auftreten. Um Überschläge zu vermeiden, wird daher in den Hochspannungs-Stromversorgungen alles beschichtet, was als blanke Elektrode anzusehen ist.

Mit Software-Trimming stets wohltemperiert

Der sogenannte Thermohaushalt ist ein eigenes, software-orientiertes Subsystem, das da-



DUALBANDEMPPFANG von KOPERNIKUS, TELEKOM, EUTELSAT DIGITALE VIDEOFILTER

Dipl.-Ing. (FH) J. Müller, Satellitenempfangstechnik
Panoramastr. 17, 7314 Wernau, Tel.: 07153/32642

**SATELLITEN - EMPFANGSAN -
LAGEN + ZUBEHÖR**

- MONTAGE AUF WUNSCH • EINSTELLEN AUF WUNSCH

LUDWIG HÄNDLERANFRAGEN ERWÜNSCHT!

PLANIGER STR. 19 · 6550 BAD KREUZNACH
TEL. 0671/33299 · FAX 3329

INTERSAT
Verkaufsprogramm
für
Satelliten-Empfangsanlagen
von Profis — für Profis

Wir bieten Ihnen
Satelliten-Empfangsanlagen
optimal zusammengestellt
zu guten Preisen!

Wir führen:

ECHOSPHERE
MACAB
MASPRO
NORSAT
PACE

EWINOX GmbH

Electronic- und Stahlhandel

Industriestr. (West) 8, 4152 Kempen 1
Telefon: (0 21 52) 30 41-43, Telefax: (0 21 52) 5 14 68, Telex: 853239

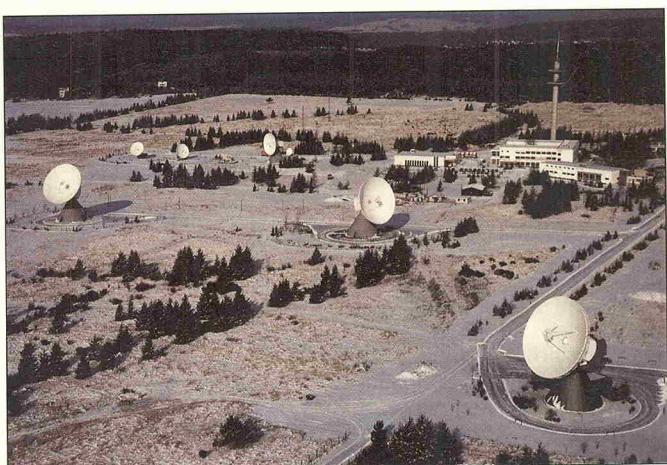


Bild 6. Erdfunkstelle Usingen.

für sorgt, daß die Elektronik nicht extreme Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Dieses System verknüpft alle thermisch wichtigen Werte des gesamten Satelliten. Dazu gehören die Wärmeerzeugung in den einzelnen Geräten ebenso wie die Wärmeleitung über die Struktur von einem Gerät zum anderen, etwa über die Hohlleiter, über die Koaxialverbindungen oder über Kabelbäume.

Die schwarze Oberfläche der einzelnen Komponenten bewirkt, daß hoch dissipierende Geräte Wärme abstrahlen und wenig oder gar nicht dissipierende Geräte Wärme aufnehmen können. Wo der damit angestrebte Ausgleich nicht erzielt wird, wo es also zu kalt bleibt, erzeugen kleine Zusatzheizungen, bestehend aus kleinen Plättchen mit aufgeklebten Kupferfolien, die sehr stark an Platinen erinnern, die gewünschten Temperaturen. Diese Heizer sind teilweise geregt, teilweise werden sie aber auch über Telekommando gesteuert. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn ein Leistungsverstärker ausgeschaltet wird.

F wie Forschung

DFS steht für Deutscher „Forschungs“-Satellit. Denn nicht nur Daten- und Bildsignale auf den herkömmlichen Kanälen wird Kopernikus übertragen. Er soll der frequenzunabhängigen Post auch einen neuen Übertragungsbereich eröffnen: den 30-/20-GHz-Bereich.

Dessen Eigenschaften sind auf den ersten Blick wenig ermutigend. Feuchtigkeit und Niederschläge machen sich bei diesen hohen Frequenzen schon wesentlich mehr bemerkbar als im herkömmlichen Ku-Band. Aber es sind nicht nur die Dämpfungen, die die Funksignale beeinflussen können. „Hinzu kommen beispielsweise Verzerrungen, Polarisationsdrehungen oder Umwegausbreitungen, die an Temperatur-Inversionsschichten entstehen können“, gibt Gaudig zu bedenken.

Das Experimentalprogramm beschreibt Ing. grad. Theodor Ehmer aus dem Fachbereich Raumfahrt, Vertrieb Bodensta-

tionen der ANT: „Für das erste Jahr sind Versuche mit verschiedenen Modulations- und Codierungsarten geplant, um die Verträglichkeit bei 30/20 GHz zu erproben, wobei man natürlich sehr starke Einbrüche in der Dämpfung bei Regen und Hagel erwartet. Geplant ist auch, die Bake des Satelliten, die bei 20 GHz sendet,

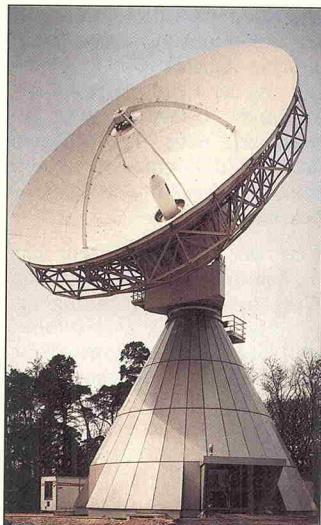


Bild 7. Antenne der Erdfunkstelle Berlin für die Kommunikation des Kopernikus im 14-/11-GHz-Bereich.

über einen längeren Zeitraum an verschiedenen Standorten auszuwerten.“

Aus diesem Grund soll der Betrieb zwischen den Erdfunkstellen in Usingen und Berlin in diesem Frequenzbereich zunächst einmal im Probetrieb laufen. Die beiden Hauptstationen arbeiten mit großen 11-m-Antennen, deren Gewinn auf der Sendeseite 68,5 dB, auf der Empfangsseite 65 dB beträgt. Darüberhinaus hat die Post einen Auftrag über fünf mobile 30-/20-GHz-Bodenstationen vergeben, die für DFS und auch Olympus durch kleine Modifikationen benutzt werden können. Diese Stationen sind als Reportagestationen für den Rundfunk gedacht. Die Antenne dieser Bodenstationen hat 2,40 m Durchmesser mit einem Rahmen und einem Container, in dem sie transportiert wird. □



Präzision für Profis

Das Spezialinstrument für schnelle und exakte Justierung von Satellit-Antennen. Präzisions-Klinometer und Kompaß im Aluminiumgehäuse mit Etui. Flüssigkeitsgedämpft. Saphirgelagert.

Einfache und genaue Bestimmung von Azimuth, Elevation und Polarmount. Unerlässlich für den Fachmann.

Preis: DM 295,—
+ Versandkosten

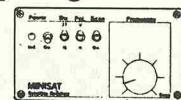


Bezugsquelle:
Fintech GmbH
Postfach 1233
8130 Starnberg
08151-2072

Fintech

Minisat Satellitenempfänger im Bausatz (ohne ZZF)

- Größe 56 x 103 x 165 mm³
- Eingang 950-1750 MHz
- PLL-Demo, FM-Schwelle 6 dB
- Scanner zum Auffinden von Signalen
- Tonteil mit Fangautomatik
- Ausgänge: Video, Audio, Baseband
- Polarizersteuerung
- Spann.-Versorg. + 12 V, - 350 mA



DM 398.—

((t.g.n)) Hemt 1500

Sat-Downkonverter der neuen Generation
■ Garantierte Rauschzahlen 11 GHz
■ 1,4 dB typ., 1,2 dB typ., 1,8 dB typ.
■ 12 GHz u. Dual-Ku-Band LNC/3



((t.g.n)) Digitale Videofilter für verschiedene Programme ALLE SAT-KOMPONENTEN AB LAGER LIEFERBAR

rf-microwave & satellite technology

Thomas Greiner, Nachrichtentechnik ((t.g.n))
Littersbachstr. 40, 6780 Pirmasens 16
Telefon 06331 / 47840, Telefax 06331 / 45473

Preisliste gegen Rückporto. Händleranfragen erwünscht.



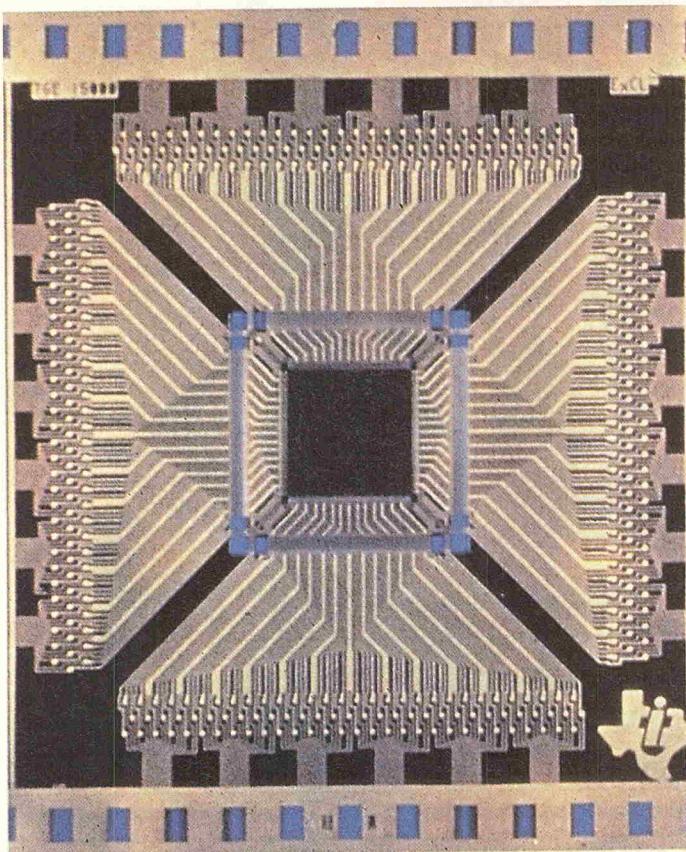
Kontrollierte Qualität durch eigenes Labor

Bauteile und Komplettanlagen Alles für den Satellitenempfang

Satellitentechnik K.-H. Agster
D-1000 Berlin 41, Forststr. 20
Tel. 030/8215227, Fax 8229502

Direktversand auch in die DDR

MASPRO
SATELLITE SYSTEM



Surface Mounting Trends

Joachim Valentin

Im Mai dieses Jahres fand in Nürnberg die Kongressmesse SMT/ASIC statt. Als zweite Generation der Surface Mounting Technology wurden „Chip on Board“ und andere zukunftsweisende Verfahren diskutiert.

Die Nürnberger Veranstaltung bot dem Anwender die Möglichkeit, sich über das aktuelle Angebot und die technischen Trends auf dem Gebiet der Oberflächenmontage-Technik (SMT) und der kundenspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs) zu informieren. Europäische Wissenschaftler erhielten auf dem Kongress die Gelegenheit, ihre Erfahrungen zu diesen Themen auszutauschen. Die Technologien Tape-Automated-Bonding, Chip on Board und Multichip-Module wurden als zweite Generation der SMT in den Vordergrund gerückt.

Die ständige Zunahme der auf einem Chip integrierten Logikkästen führt zwangsläufig dazu, daß auch die Anzahl der erforderlichen IC-Anschlüsse immer weiter ansteigt. Dieser Zusammenhang wird in der Fachliteratur als Rent'sche Regel bezeichnet. In der heutigen Zeit werden bereits Schaltungen mit bis zu 500 Anschlüssen gefertigt. Die herkömmlichen Technologien stoßen an ihre Grenzen, wenn es darum geht, solche Mammut-Chips in Gehäusen unterzubringen und diese enorme Anzahl von Anschlüssen auf der Leiterplatte weiterzuführen. Daher ist man gezwungen, neue Technologien (siehe Bild 1) einzusetzen, um diese Probleme in den Griff zu bekommen.

Eines der Problem besteht darin, daß die Anzahl der Ein- und Ausgänge einer Schaltung die benötigte Chipfläche bestimmt, weil diese Schaltungsanschlüsse (Bond-Pads) üblicherweise in den Randbereichen des Halbleiters angeordnet werden. Da das „Tape-Automated-Bonding“ geringere Bond-Pad-Abstände ermöglicht, als mit herkömmlichen Verfahren erreicht werden können, wird es sich in Zukunft immer weiter durchsetzen.

Beim IC-Gehäuse führen die ständig wachsenden Anschlußzahlen zu ähnlichen Problemen. Auch hier werden die Abmessungen des Gehäuses in erster Linie von der Anzahl der Anschlüsse bestimmt. Um die Dimensionen des Gehäuses nicht überproportional an-

wachsen zu lassen, wurden in den letzten Jahren ständig neue Gehäuseformen eingeführt. Dabei versuchte man, durch Ausnutzung aller vier Gehäuseseiten und durch dünneren Anschlußbeinchen die notwendigen Abmessungen zu reduzieren. Doch sind diese Gehäuseformen für zukünftige Anwendungen nicht mehr in der Lage, den optimalen Übergang zwischen Chip und Platine herzustellen. Eine Möglichkeit, mit der man dieses Problem umgehen kann, stellt die „Chip on Board“-Technologie dar.

Auch an die Leiterplatte der Zukunft werden höhere Ansprüche gestellt. Man kann sich leicht vorstellen, daß es nicht einfach ist, mehrere ICs mit vielen hundert Anschlüssen untereinander zu verbinden. Die für die Verbindung notwendige Dichte der Leiterbahnen wird immer weiter zunehmen. Daher versucht man, einen Teil der Verdrahtung von der Leiterplatte auf sogenannte „Multi-Chip-Module“ zu verlagern, auf denen eine höhere Dichte der Leiterbahnen möglich ist.

Das Tape-Automatic-Bonding ist an sich nichts Neues, dieses Verfahren wird bereits seit 20 Jahren angewendet. Doch da TAB den Ansatzpunkt für viele neue Gehäuseformen bildet, wird es als Technologie der Zukunft angesehen. Bisher konnte sich TAB gegenüber dem bisher üblichen Wire-Bond-Verfahren nicht so recht durchsetzen, da es im Hinblick auf Investitionskosten und Flexibilität ungünstiger abschneidet.

PACKAGING ROADMAP

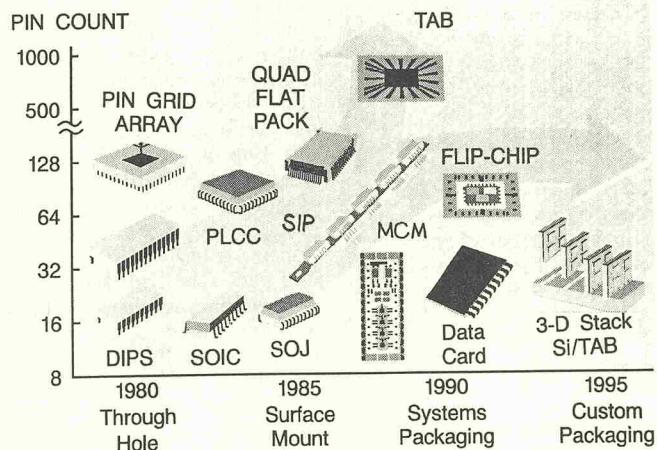


Bild 1. Entwicklung der Packungstechnologien mit steigenden Anschlußzahlen (nach Texas Instruments).

det. Wesentliche Vorteile bei der Handhabung hoher Anschlußzahlen verhelfen aber dem Tape-Automatic-Bonding dazu, das Wire-Bonding von seiner Führungsposition zu verdrängen.

Der entscheidende Grund für die zunehmende Verbreitung von TAB besteht darin, daß sich mit diesem Verfahren geringere Chip-Abmessungen erreichen lassen. Beim Wire-Bonding werden die Padzellen über dünne Gold- oder Aluminiumdrähte mit den IC-Anschlüssen verbunden. Um die Länge der Verbindungsleitungen gering zu halten, ordnet man die Padzellen an den Rändern des Chips an. Damit hängt

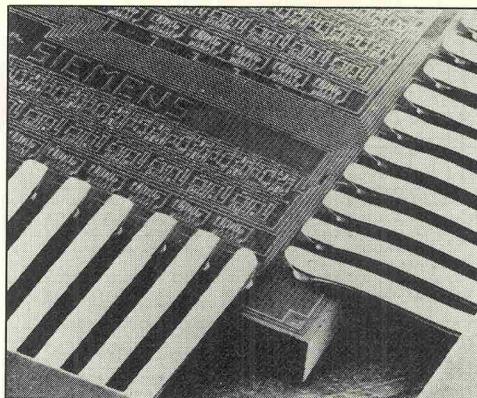


Bild 2. Aufbau eines TAB-Bauelementes.

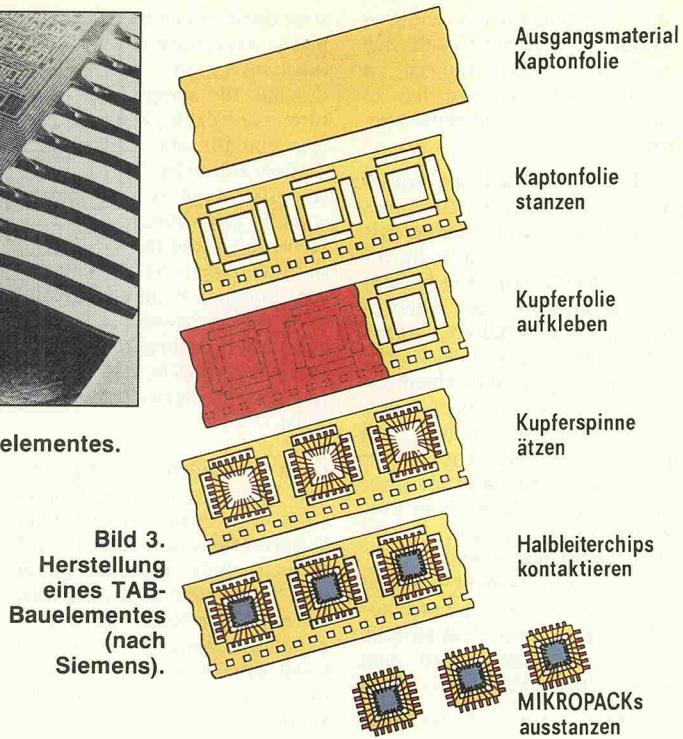


Bild 3.
Herstellung
eines TAB-
Bauelementes
(nach
Siemens).

die Chipfläche, die für die Realisierung einer Schaltung erforderlich ist, in erster Linie von der Anzahl ihrer Ein- und Ausgänge ab. Sollen die Chipfläche und damit die Fertigungskosten nicht übermäßig ansteigen, ist es unumgänglich, die Abstände der Bond-Pads herabzusetzen. Wire-Bonding erreicht seine Grenzen bei einem Pad-Abstand von $15\text{ }\mu\text{m}$. Ein IC mit 300 Anschlüssen würde dabei eine Chipfläche von etwa 30 mm^2 erfordern. Bei Verwendung von TAB, wo Kontaktabstände von $10\text{ }\mu\text{m}$ erreicht werden, nimmt die erforderliche Chipfläche auf 23 mm^2 ab.

Der Aufbau eines TAB-Bauelements ist in Bild 2 skizziert. Der Halbleiterchip ist in einem Kunststoffrahmen eingebettet, der dem Ganzen die mechanische Stabilität verleiht. Dünne Kupferstreifen verbinden den Chip mit der Außenwelt. Um eine einfache, automatische Weiterverarbeitung zu gewährleisten, kann wie bei anderen SMT-Komponenten auch hier Gurtung erfolgen. Dabei hat sich als Standardmaß das beim Film verwendete 45-mm-Format durchgesetzt. Ein solcher TAB-Film besteht i.a. aus Kapton, da dieses Material ausgezeichnet in der Lage ist, die bei der Verarbeitung auftretenden Temperaturen zu überstehen.

Bei der Herstellung des TAB-Bauelements (Bild 3) werden zunächst Aussparungen in den Kaptonfilm gestanzt, die später den Halbleiterchip aufnehmen. Auf den Film wird eine Kupferfolie aufgeklebt, aus der auf photochemischem Weg die Verbindungsleitungen herausgeätz

werden. Wenn der überflüssige Fotolack entfernt und die Anschlüsse vergoldet oder verzinkt sind, legt man den Film über den Halbleiterchip und verbindet die Anschlüsse auf dem Chip mit den Kupferleitungen. Dieser Schritt wird auch als Inner-Lead-Bonding bezeichnet. Das Outer-Lead-Bonding verbindet die äußeren Enden der Kupferleitungen mit dem Rest der Schaltung.

Im Gegensatz zum Wire-Bonding benötigt man bei diesem Verfahren auf den Bond-Pads zusätzlich kleine Kupferhöcker (sogenannte Bumps), auf die die Kupferleitungen gelötet werden. Um diese Bumps auf die Padzellen zu bringen, sind bei der Herstellung des Chips zusätzliche Prozeßschritte erforderlich.

Außer der Tatsache, daß sich mit TAB kleinere Chip-Abmessungen erreichen lassen, weist

dieses Verfahren gegenüber dem Wire-Bonding noch weitere Vorzüge auf. Sämtliche Kupferleitungen können in einem einzigen Arbeitsgang mit dem Chip verbunden werden, während die Golddrähte nacheinander gezogen werden müssen, was bei vielen Anschlüssen Zeit kostet. Die Kupferstreifen haben eine höhere mechanische Festigkeit als die Golddrähte beim Wire-Bonding. Außerdem reduziert die Verwendung von Kupfer anstelle von Gold die Kosten. Innerlead-gebundene TAB-Bauelemente können leicht einem Burn-In unterzogen und anschließend getestet werden.

Wie bereits aus dem Namen hervorgeht, werden bei der Chip-on-Board-Technologie (COB) die „nackten“ Halbleiterchips direkt auf ein Substrat gesetzt. Die Geschichte dieser Technologie ist etwa 10 Jahre

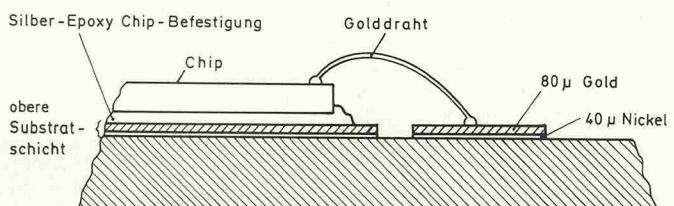


Bild 4. COB-Anwendung in Chip-and-Wire-Technik.

Der Autor



nik-Arbeitsgemeinschaft einrichtete. Durch anschließenden Besuch des Fachgymnasiums Technik und ein Elektrotechnikstudium wurde die Ausbeute bei der Gerätereparatur langsam erhöht.

Seit einigen Wochen ist Joachim Valentin Diplom-Ingenieur und derzeit auf der Suche nach einer geeigneten Stelle in der Hardware-Entwicklung. Sein besonderes Interesse gilt der Computer-technik mit ihren (Originalton) „schier unbegrenzten Möglichkeiten“.

Ein Physiklehrer brachte ihn eines Tages auf den rechten Weg und förderte das vorhandene Interesse, indem er eine Elektro-

alt. Ursprünglich wurde dieses Verfahren dazu entwickelt, den Aufbau der Digitaluhren zu vereinfachen. Seitdem hat es ein weites Anwendungsfeld gefunden.

COB wird vielfach als konsequente Weiterentwicklung der Surface Mounting Technologie angesehen, denn da man bei diesem Verfahren ohne Gehäuse auskommt, ist der Flächenbedarf einer Schaltung außerordentlich gering. Gleichzeitig spart man gegenüber einem integrierten Bauteil die Verbindung zwischen Gehäuse und Platine ein. Da aus diesen Gründen die Signalpfade einer Schaltung im allgemeinen kürzer ausfallen, ist eine höhere Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erreichen. Nebenbei lassen sich auch die Bestückungskosten senken, wenn man anstelle eines verpackten Chips eine COB-Lösung wählt.

Als Materialien für das Sub-

strat dienen in erster Linie organische Materialien, wie Epoxy oder Polyamide. Bei Anwendungen, die extreme Temperaturen entwickeln, kommen letztere zum Einsatz, es sind dann Temperaturen bis 320 °C zulässig. Allerdings ist das Material stark hygroskopisch. Die Kupferbeschichtung für die Verbindungsleitungen haften auf diesem Substrat nicht so gut und es ist vergleichsweise teuer. Das am meisten verbreitete Substrat ist Epoxy, da es in diesen Punkten bessere Eigenschaften aufweist.

Beim Verbinden des Chips mit der Leiterplatte wendet man auch hier bisher vorwiegend Wire-Bonding an. Daher wird diese Technik auch als „Chip and Wire“ bezeichnet. Für den Schaltungshersteller stellt dies den preisgünstigsten Einstieg in COB dar, weil beim Umstieg nur geringe Erweiterungen der vorhandenen Geräte erforder-

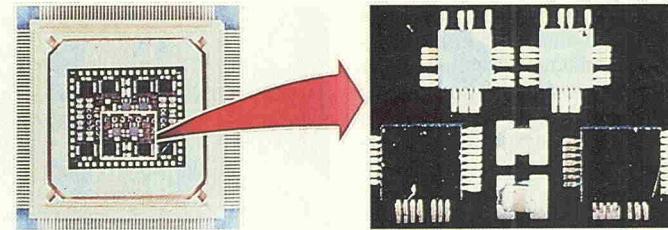


Bild 5. In diesem 196-Pin SRAM-Modul von Texas Instruments sind GaAs- und Si-Chips kombiniert. Zur Verdrahtung sind sieben Verbindungslagen erforderlich.

lich sind. Wer jedoch viele Anschlüsse handhaben muß und in ausreichenden Stückzahlen produzieren kann, für den stellt ohne Zweifel TAB die günstigste Wahl für Chip on Board dar. Der Nachteil sind die höheren

Investitionskosten und die geringere Flexibilität gegenüber der Chip-and-Wire-Technik, da z.B. für jedes neue Design die Werkzeuge geändert werden müssen.

Eine typische Anwendung für die COB sind die sogenannten „Smart Cards“, bei denen der bisher bei solchen Karten übliche Magnetstreifen durch Halbleiterchips ersetzt wird. Typische Einsatzgebiete solcher Produkte sind Kredit- oder Telefonkarten. Das Resultat sollte in der Regel nicht dicker als 0,8 mm werden. Diese Abmes-



Geht zwar nicht durch ein Nadelöhr, paßt aber in eine Multi-Layer-Schaltung:
Micro-Melf-Widerstand!

Ein wesentlicher Vorteil der SMT ist, daß die Leiterplatten nicht mehr gebohrt werden müssen. Die unbedrahteten SMDs sind kleiner, die erreichbare Packungsdichte steigt an. Um die wachsende Anzahl von

Nicht über oder auf dem Print, nein: rein!

Insert-Mounted-Devices

Bauelementen untereinander verbinden zu können, schuf man zusätzliche Verdrahtungsebenen. Um die verschiedenen Lagen untereinander zu verbinden, wurden wieder Bohrungen erforderlich.

Die norddeutsche, auf Widerstände spezialisierte Firma Beyschlag arbeitet derzeit an einem Verfahren, bei dem diese Bohrungen gleichzeitig zur Unterbringung der von ihr entwickelten MICRO-MELF-Widerstände dienen. Die bisherigen Ergebnisse sind sehr erfolgsversprechend. Beyschlag bezeichnet diese Bauelemente als IMD (Insert-Mounted-Device).

MICRO-MELF-Widerstände stellen eine weitere Miniaturisierung der MINI-MELF-Widerstände dar. Der Begriff MELF steht für „Metal Electrode Facebounding“.

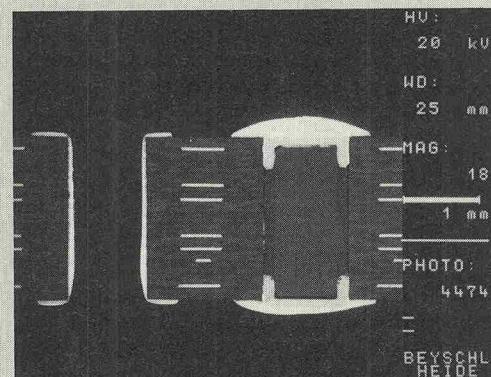
Die maximalen Abmessungen eines MICRO-MELF-Widerstandes betragen 2,1 mm in der Länge bei 1,1 mm Durchmes-

ser. Abgedeckt wird ein Widerstandsbereich von 1 Ω...2,2 MΩ bei Toleranzen von 1%...0,1%. Bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C kann das Bauteil mit 0,17 W belastet werden. Im Höchstfall darf über dem Bauteil eine Spannung von 100 V stehen.

Da ohne Zweifel ein Bedarf an kleineren SMD-Widerständen besteht, wird dieses Bauteil sicher für manche Anwendungen

interessant sein. Bevor sich jedoch IMD als neue Bestückungstechnik durchsetzen kann, müssen noch einige Probleme gelöst werden. Bisher ist ungeklärt, wie eine automatische Bestückung erfolgen kann, wie diese Bauteile in den Löchern fixiert werden und ob die Bauelemente den mechanischen Beanspruchungen auf Grund unterschiedlicher Wärmeausdehnung standhalten können.

J. V.



Micro-Melf in einer Multi-Layer-Schaltung.

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Abonnement**Abrufkarte**

Abgesandt am

198

zur Lieferung ab

Heft _____ 198

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 6104 07**

3000 Hannover 61

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in
der nächsterreichbaren Ausgabe von elrad. Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

 Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968 Scheck liegt bei.Datum _____ rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsbs.)**elrad-Kontaktkarte**

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

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad - Kleinanzeige**Auftragskarte**elrad-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

elrad

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 6104 07**

3000 Hannover 61

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma _____

Bestellt/angefordert

Firma _____

Straße/Postfach _____

PLZ Ort _____

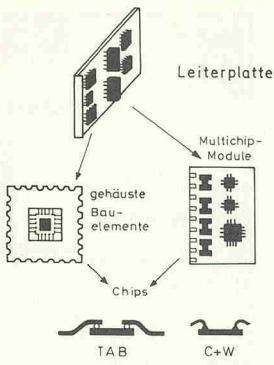


Bild 6. Bauelemente mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit werden auf sogenannte Multi-Chip-Module ausgelagert.

sungen lassen sich nur mit Einsatz von TAB-Bauelementen erreichen.

Die Multichip-Modul-Technologie wurde von AT&T für den Einsatz in zukünftigen Telekommunikations- und Computersystemen entwickelt, um die in diesen Bereichen angestrebten hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten zu ermöglichen.

Ein Multichip-Modul umfaßt mehrere Chips und passive Komponenten, die auf ein gemeinsames Trägermaterial aufgebracht und miteinander verbunden werden. Multichip-Module sind in der Herstellung teurer als herkömmliche Technologien, wobei die Kosten in erster Linie von der Größe des Substrats abhängen. Es ist daher sinnvoll, nur diejenigen Schaltungskomponenten auf ein Modul auszulagern, bei denen es auf die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit tatsächlich ankommt, während die langsameren Komponenten auf der Leiterplatte verbleiben.

Anwendungsgebiete von Multi-Chip-Modulen sind daher in erster Linie Bereiche, in denen eine Steigerung der Verarbeitungsgeschwindigkeit auf anderen Wegen nicht realisierbar ist.

Die Geschwindigkeitssteigerung resultiert daraus, daß das Substrat des Moduls eine geringere Oberflächenrauhigkeit aufweist als eine gewöhnliche Leiterplatte. Damit läßt sich eine höhere Verdrahtungsdichte erreichen. Die zu verbindenden Bauteile sind auf dem Modul

räumlich dicht angeordnet, so daß die Verbindungsleitungen kurz ausfallen können und unnötige Signalverzögerungen vermieden werden.

Von der Funktion her kann man ein Multi-Chip-Modul wiederum als elektronisches Bauteil ansehen, von denen mehrere auf eine Leiterplatte gesteckt und miteinander verbunden werden können. Bei einer solchen Anwendung ist es durchaus möglich, verschiedene Technologien zu mixen und beispielsweise MOS-, Bipolar- und Gallium-Arsenid-Chips einzusetzen. Die Chips können dabei gesockelt oder in COB-Technik auf das Substrat montiert werden.

Multi-Chip-Module werden z.B. von IBM in Computern der 3081-Familie eingesetzt. Die Module enthalten dort bis zu 133 Chips, von denen jedes 120 Anschlußkontakte besitzt. Insgesamt sind 15920 Anschlüsse und 1800 Kontaktstifte zur Außenwelt miteinander zu verbinden. Um die gesamte Verdrahtung unterzubringen, sind 33 Lagen erforderlich. Die einzelnen Schichten bestehen aus etwa 0,2 mm dicken Keramiklagen, auf die die Verdrahtung aufgedrückt wird. Die Signalleitungen bestehen aus Kupfer und sind etwa 80 µm dick und 50 µm breit, doch kann die Breite einer Leitung dem erforderlichen Widerstandswert angepaßt werden. Zwischen den Signalebenen liegen in gewissen Abständen kontinuierliche Versorgungsebenen, die gleichzeitig eine abschirmende Funktion übernehmen. Das gesamte Modul misst 90 × 90 mm und ist etwa 5 mm hoch.

Bei hohem Integrationsgrad und hoher Taktgeschwindigkeit kann die Verlustleistung eines ICs bei über 20 W liegen. Da es das Ziel eines Multi-Chip-Moduls ist, mehrere dieser schnellen ICs räumlich dicht beieinander anzurordnen, kommen da leicht einige hundert Watt Verlustleistung auf kleinster Fläche zusammen. Man kann sich leicht vorstellen, daß die Wärmeabfuhr bei dieser Technologie ein wesentliches Problem darstellt. Auch hier gilt also das bekannte Gesetz, daß bei der Lösung eines Problems ein neues entsteht. □

DRAM's - DRAM's - DRAM's - DRAM's

51.1000 - 85 ns (1 Mbit x 1)	DM 40,50
51.1000 - 100 ns (1 Mbit x 1)	DM 38,80
51.4256 - 100 ns (256 Kbit x 4)	DM 48,15
41.256 - 80 ns (256 Kbit x 1)	DM 16,77
41.256 - 100 ns (256 Kbit x 1)	DM 13,82
41.256 - 120 ns (256 Kbit x 1)	DM 12,48

Sonderangebot - begrenzter Vorrat

Frank Bach · Elektronikversand
Geisenheimer Straße 13a · 1000 Berlin 33
Telefon 030/821 90 80

Lieferung gegen Scheck oder Vorkasse auf Postgirokonto Nr. 26 93 49-100, BLZ 100 100 10 in der Reihenfolge des Bestelleingangs.



Kawai PH-50 Synthesizer
DM 698,-
Kawai Phm dito als Modul
DM 598,-

Preisempfehlung mit 200 fest abgespeicherten Klängen des K-1 • MIDI-Main-Mode • Digital Drum-Computer mit 30 Versch. Rhythmen • Stereo-Ausgang • Programmierbare Split u. Double Sounds • Joy-Stick für Pitch-Bend und Modulation (nur PH-50) • extern dynamisch spielbar • Lieferung inkl. Netzteil ★

KORG M30
Synchronizer
Unser Tiefpreis: DM 199,-

Multifunktionaler Synchronizer mit MIDI-Geräte, DIN-Sync-Geräte (z. B. Korg DDM-110/220, MC-202, TR-606, TR-808 etc.) sowie Bandmaschinen und Cass.-Recorder zu synchronisieren • Anschluß: 2x MIDI-In, MIDI-In, 2x DIN-Sync-Out, DIN-Sync-In, Tape-In/Out • Lieferung inkl. Netzteil ★

Digitaltech RDS-1900 Digital-Delay DM 498,-

Digital-Delay mit 100 ms Verzögerung • Frequenzregelung • Modulationsgenerator wie z. B. Phaser • 4 Speicher • Regler für Input, Mix und Output mit 4-fach LED-Anzeige • 19" Format • 220 V Anschluß • Stereo-Ausgang • Feedback-Invert-Schalter • Delay-Ziel lädt sich auch über externes Volumen-Pedal steuern ★

Korg MX-8000
Unverb. Preisempfehlung
DM 690,-
Unser Preis: DM 179,-

Spezialsynthesizer für Korg Synthesizer wie z. B. EX-800, Poly-800I, DW-6000, DW-FX8000 etc. • Über 1000 Töne mit 4 Speicher-Ringen je 64 Sounds (also 256 Speicher) laden • Ladeczeit ca. 2 Sekunden ★

Akai S-700 Sampling-Expander
Unverb. Preisempfehlung: DM 2090,-
AUDIO ELECTRIC Preis: DM 1250,-

5-stimmiger 19" Sampler • 16 kHz Frequenzgang bei 12 Bit Auflösung • Eingebaut 2,8" Laufwerk • 6 Soundspeicher mit je 0,8-8 Sekunden Aufnahmefazit, erweiterbar auf 16 Speicher • 6-faches Multisampling möglich • MIDI-Main-Modus • Line und Mic-Anschluß zum 19" • 2x DIN-Sync-In • Weiter 100 Subsound und 252 Zubehör lieferbar • Viele Nachbearbeitungsmöglichkeiten wie LFO, Filter, Overdub, Rückwärtsabspielen, Release etc. • Lieferung inkl. 3 bespielten Boxen. 220 Volt.

Begrenzte Stückzahl! • Schnellversand per Post. Nachnahme • Alle Geräte originalverpackt mit Garantie • Ausführliches Informationsmaterial gegen DM 3,50 in Briefmarken.

AUDIO ELECTRIC GmbH
Robert-Bosch-Straße 1
7778 Markdorf (Bodensee)
Tel.: 075 44/7 16 08

Tennert-Elektronik

Ing. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR

AD-/DA-WANDLER
CENTRONICS-STECKVERBINDER
C-MOS-40XX-45XX-74HCXX
DIODEN + BRÜCKEN
DIP-KABELVERBINDER+KABEL
EINGABETASTEN DIGITAST++
FEINSICHERUNGSKS20-HALTER
FERNSEH-THYRISTOREN
HYBRID-VERSTÄRKER STK..
IC-SOCKEL+TEXTOOL-ZIP+DIP
KERAMISCHE LILLOX
KONDENSATOREN
KOMPAKTKÖRPER UND ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LEITUNGS-TREIBER
LINEARE-ICs
LÖTKOLBEN, LÖTSTATIONEN
LÖTSAUGER + ZINN
LÖTSEN, LÖTSTIFTE +
EINZELSTECKER DAZU
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE LED + LCD
PRINT-RELAYS
PRINT-TRANSFORMATOREN
QUARZE + -OSZILLATOREN
SCHALTER+TASTEN
SCHALT-NETZTEILE
SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
SPEZIAL-EPROM/PROM/RAM
STECKVERBINDER DIVERSE
TEMPERATUR-SENSOREN
TAST-CODIER-SCHALTEN
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX
WIDERSTÄNDE +-NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN

KATALOG AUSG. 1988
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN — 176 SEITEN
>>>>> KOSTENLOS <<<<<

7056 Weinstadt-Endersbach
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16
Tel.: (0 71 51) 66 02 33 u. 6 89 50

AUSBILDUNG

TEUTLOFF SCHULE

Frankfurter Straße 254 · 3300 Braunschweig · Tel. 05 31 / 8 09 05-0
Berufsausbildung für Real Schüler und Abiturienten bei TEUTLOFF!

Zweijährige Ausbildung zum

Elektroniker

staatlich geprüfter Elektrotechnischer Assistent

Kursbeginn: September 1989

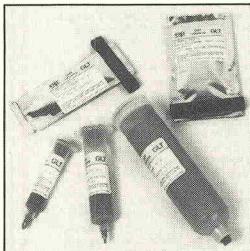
AFG-Förderung beantragt.

Bitte fordern Sie unsere Lehrgangbeschreibungen an oder informieren Sie sich telefonisch.

Blei aus der Tube

Löten wie geschmiert

Bekanntlich ist das größte Problem beim SMD-Handling neben der Platzierung der Winzlinge vor allen Dingen deren kunstgerechte Verlötzung. Hierzu bietet die Gesellschaft für Löttechnik mbH GLT aus Pforzheim eine spezielle Lötkreme an. Für den Sieb- oder Schablonendruck ist diese Creme in Spezial-Folienbeuteln zu 50 oder 150 Gramm erhältlich, während für die Dosierung bei Labor- und Kleinserien — aber auch für Reparaturaufgaben — fertig abgefüllte Kartuschen zu 35 oder 75 Gramm zur Verfügung stehen. Die für bestimmte Automaten erforderlichen 5ccm-Kartuschen sind ebenfalls lieferbar.



Eine Lötpaste mit gleicher Grundrezeptur — nämlich Sn62/Pb36/Ag2 — hat die Firma Mira-Electronic aus Nürnberg im Programm. Sie wird direkt aus der 2ccm-Einwegkartusche auf die Pads der Platine aufdosiert und mit dem Lötkolben ohne weitere Zuggabe von Lötzinn verlötet. Nach Herstellerangaben ergibt das nicht nur eine professionelle Lötverbindung, sondern die SMDs werden durch den niedrigen Schmelzpunkt der Paste auch besonders schonend verlötet.



Wer Was Wo

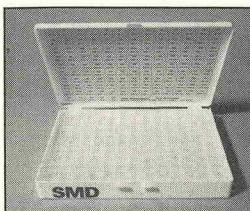
SMT-Adreßbuch

Falls in den vorliegenden aktuell-Meldungen noch irgendwelche Informationen oder Adressen vermisst werden sollten: Das Zentrum für Innovation und Technik in Mülheim/Ruhr hat die zweite und überarbeitete Auflage eines Katalogs herausgebracht, in dem alle wichtigen Produkte, Anbieter und Ansprechpartner in Sachen SMT zusammengestellt sind.

Lagerhaltung

Breitbandsortiment

Unter dem Namen MiniLab bietet die Firma Roederstein SMDs komplett mit Fach und Dach an. Die inzwischen auf sieben Mitglieder angewachsene MiniLab-Familie stellt zusammen ein breitbandiges und komplettes Spektrum an Bauelementen zur Verfügung, das laut Roederstein in dieser Form wohl einmalig ist. Neben den MiniLabs für Chip-Widerstände werden auch MiniLabs für Chip-Tantal-Kondensatoren und SMD-Halbleiter angeboten.



Arsen und Spitzenhäubchen

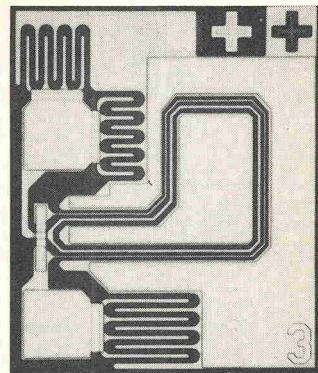
GaAs-Transistoren für die Nachrichtentechnik

Halbleiterbauelemente aus GaAs zeichnen sich gegenüber Siliziumbauelementen aus durch deutlich weniger Rauschen und höhere Verstärkung bei Frequenzen im Mikrowellenbereich. Verstärker mit diesen Elementen erlauben bei Richtfunk und in Satellitenempfängern, aber künftig auch im Mobilfunk rauscharme Verbindungen noch mit schwächsten Nutzsignalen. Siemens stellte jetzt ein breites Spektrum neuer GaAs-Transistoren vor, die durch ihre SMD-Bauform die im Mikrowellenbereich so wichtige dichte Packung ermöglichen.

Der CFY 30, ein FET mit 1,4 dB Rauschzahl

und 11,5 dB Verstärkung bei 4 GHz, ist in Oszillatorschaltungen bis 12 GHz anwendbar. Speziell für Breitbandanwendungen bis 3 GHz im Leistungsbereich bis zu 10 dBm wurde der CGY 50 entwickelt, ein GaAs MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit), der bei 1,8 GHz einen Intercept-Punkt von 30 dBm bei 3 dB Rauschzahl und 8,5 dB Verstärkung aufweist.

Eingangsstufen in Mobiltelefonen oder Satellitenempfängern mit Frequenzen bis zu 2 GHz sind die Domäne des N-Kanal Dual-Gate MESFET CFY 739 (Bild). Er erreicht 1,8 dB Rauschzahl mit 17 dB Verstär-



kung bei 1,75 GHz. Der derzeit leistungsfähigste Vorstufentransistor ist der CFY 65, ein AlGaAs/GaAs High Electron Mobility Transistor (HEMT). Bei 12 GHz erreicht er eine Verstärkung von 11 dB bei nur 1,2 dB Rauschzahl. Er wird im Cerec-Gehäuse geliefert und ist für professionelle Nachrichtensysteme bis zu 20 GHz gedacht.

Signalübertragung

Data-Line

Viel rüber kommt bei der Firma Heiland aus Warendorf. Und das über maximal vier Leitungen inklusive der Stromversorgungen. Möglich machen es die SMT-Module für digitale Signalübertragung.

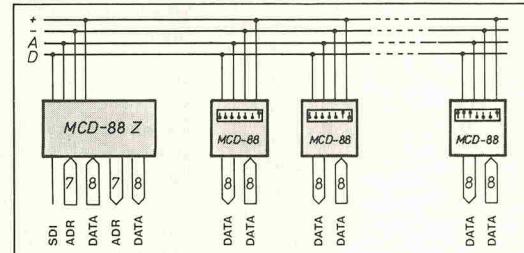
Die einfachere Variante dieses Übertragungssystems besteht aus dem seriellen Sendemodul MCD-15S und einer beliebigen Anzahl von Empfänger-Modulen des Typs MCD-15E. Damit können schon mal sechzehn An-Aus-Informationen vom Sender über eine Zweidraht-Leitung an alle angeschlossenen Empfänger übertragen werden.

Vielseitiger sind die adressierbaren SMT-Module für bidirektionale Signalübertragung. Ein mit diesen kompakten Modulen aufgebautes Kommunikationssystem besteht aus einem Mastermodul (MCD-

88Z), das über eine bis zu 3 km lange Vierdrahtleitung mit bis zu 128 einzeln adressierbaren Slave-Modulen (MCD-88) in beiden Richtungen kommunizieren kann. Die Signalübertragung erfolgt im asynchronen Zeitmultiplex-Verfahren. Eine Datenschaltung beginnt damit, daß das Mastermodul die anliegenden Adreß- und

sie zur weiteren Auswertung entnommen werden können. Sobald der Empfangsvorgang beendet ist, sendet nun das Slave-Modul die seinerseits anliegenden Daten (ebenfalls 8-Bit-breit) mitsamt der eigenen Adresse zurück an den Master, wo sie wahlweise parallel oder seriell in Empfang genommen werden können.

ADRESSIERBARE SMT-MODULE FÜR BIDIREKTIONALE SIGNALÜBERTRAGUNG



Datenbits (8 Bit) hintereinander seriell auf die Reise schickt. Nur das Slave-Modul mit übereinstimmender Adresse übernimmt die Daten in ein von außen zugängliches Register, aus dem

Für den Fall, daß die Daten direkt im Rechner landen sollen, hat Heiland eine Steckkarte für den PC im Programm, die das Mastermodul ersetzt. Ansonsten bleibt alles wie gehabt.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 5/89

Szintillationsdetektor (Kernstrahlungsmesser) mit fertig montierter Detektoreinheit.	SSo DM 467,40
Energiemessgerät (Basis + Anzeige)	DM 85,90
Audio-Cockpit: Cargo (zweiter Kanal)	DM 40,90
Anpassung E2	DM 10,70

Heft 5/89

CAR Devil: 2x 30 W Verstärker mit Kühlk.	DM 65,80
Spannungswandler 12V/40V	So DM 157,60
Lichter mit Modul (selekt.)	So DM 153,90
PAL Auto-Alarm	DM 25,20
Kapazitive Raumüberwachung	DM 42,30

Heft 4/89

MMIC-Antennen-Verteiler 3fach	DM 19,80
Digitales Signalprozessor-System (2) Speicher mit RAM's	So DM 299,80
A/D-D/A-Wandler	DM 48,20
Erweiterung	DM 49,80
Metronom mit Netzteil	So DM 759,70
Universeller Meßverstärker mit Verteiler f. Frequenzmesser	DM 19,50
Breitbandverstärker mit Verteiler f. Frequenzmesser	So DM 343,90
Autoranging Multimeter (LCD-Modul 4½ siehe März 89)	DM 129,50
Audio-Cockpit: Hauptplatine	DM 285,00

Heft 3/89

Spurkoppler	DM 6,80
Z-Modulationsadapter (SMD)	DM 11,70
Samplifrequenz-Generator	DM 54,50
Audio-Cockpit (Hauptplatine It. Schaltbild)	DM 129,50
SMD-Panelmeter 4½ stellig	So DM 139,80
Gitarrenverstärker mit Röhren + Transistoren	DM 199,30
Digitales Signalprozessor-System (1)	So DM 285,00

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

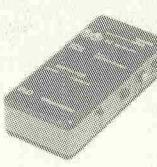
Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Liste älterer Teilesätze gegen DM 1,— Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

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

Leider wieder aktuell!

Geigerzähler mit Komfort nach ELO Juli 1986

Digitale Dosisleistungsanzeige. Einstellbare Warnschwelle bis zu 4-stellig. Extrem geringer Stromverbrauch, daher netzunabhängig. Kompakter Aufbau auf zwei Platinen 66 x 97 mm. Gehäusegröße nur 43 x 72 x 155 mm.



Strahlungsindikator: Betriebsspannung 6—12 Volt. Stromaufnahme 0,5 bis 10 mA (bei optischer Anzeige). Toleranz ± 10% typ. Zählrohrspannung ca. 520 V. geregelt. Impulsdauer 100 µS; max. 10.000 Imp./S. Anzeige optisch und akustisch.

Digitale Auswertschaltung: Betriebsspannung 6,5—10 Volt. Stromaufnahme 4 mA; mit Summer 28 mA; mit Anzeigen bis 80 mA. Warnschwelle: Bis zu 4stellig einstellbar. Tordauer veränderlich, um auch mit anderen Zählrohren arbeiten zu können. Max. Taktfrequenz 200 kHz. Lieferbar ELO Heft (auch vorab gegen DM 8,90 Marken).

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

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskasse-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,— Warewert plus DM 6,50 für Porto und Verpackung (Ausland DM 10,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So.). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtparkasse Monchengladbach Konto-Nr. 81095 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

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

SMD-Container

SMD-Verpackungscontainer

Typ 60

(161 x 112 x 29 mm)
mit 60 Einzeldöschen (leer)

DM 18,95



weitere SMD-Container im SMD-Katalog

SMD-Sortimente

SMD-Praktikertosortiment . . . 139,—

mit 815 SMD-Bauteilen im Verpackungscontainer

Widerstände: 66 Werte 10R-4,7M E12 je 10 St.

Kondensatoren: 18 Werte 10p-47nF E3 je 5 St.

Dioden: 5 Typen je 5 St.

Transistoren: 4 Typen je 10 St.

weitere SMD-Sortimente im SMD-Katalog

SMD-Bausätze

SMD-Nebellhorn

26x17x 3 mm 10,95

SMD-Alarmsirene

26x17x 3 mm 10,80

SMD-Blinkschaltung

14x13x 2 mm 6,50

SMD-Wechselblinker

23x15x 3 mm 9,95

SMD-Mikrofon-Anpaßschaltung

17x10x 3 mm 9,60

SMD-NF-Verstärker 0,5 W

25x17x 11 mm 15,95

SMD-Durchgangsprüfer

30x20x10 mm 14,95

SMD-Sinusgenerator

25x17x 4 mm 13,50

SMD-Einbrechergenerator

25x17x 4 mm 13,20

SMD-Miniatur-Funkelkristbaum

68x32x17 mm 19,95

SMD-Glitzerklonk

36x26x 10 mm 20,50

Ausführliche Beschreibung im SMD-Katalog und im Buch: Einführung in die Oberflächenmontage der Elektronik (60 Seiten, mit Vergleichstabellen, Anschlußbelegungen, Praxispräz.). Schutzgebühr: DM 4,80

SMD-Bauteile

SMD-Widerstände, SMD-Kondensatoren, SMD-Trimpotometer, SMD-Trimpotkondensatoren, SMD-Induktivitäten, SMD-Dioden, SMD-Transistoren, SMD-IC, SMD-LED, SMD-Taster, Werkzeuge für SMD-Montage, Lötpaste, Feinst-Lötzinn, Melipinzetten, Basismaterial 1,5 mm

SMD-Katalog und Hauptkatalog M16 (HF-Bauteile, Gehäuse, Miniatur-Elektronik-Bauteile) 100 S. gegen DM 3,— in Briefmarken (Porto)

Für Fachhandel und Industrie auf schriftliche Anforderung Kataloge mit Nettopreisen

MIRA-Electronic

Konrad und Gerhard Sauerbeck GbR
Beckschlagergasse 9 · 8500 Nürnberg 1
Tel. 09 11/555919 · Fax. 09 11/58 1341

Neu: SMDs in der Hobbyelektronik

Ein SMD-Baubuch und Halbleiterkript mit SMD-Schaltgs.-Entwürfen, techn. Kurzdaten von ca. 750 SMDs. 88 Seiten. Best.-Nr. SW 112 B. Lieferung gegen Voreinsendung von 19,80 DM + 2,— DM = 21,80 DM (inkl. Versandk.) auf Postgiro München 4945 66-808. S. Wirsam, Herzog-Stephan-Weg 23, 8011 Zorneding Telefon (08106) 20214

Der Inhalt setzt Maßstäbe

RIM electronic 89

die verlässliche Informationsquelle

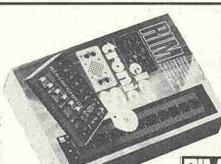
Völlig neu überarbeit. Ausgabe, über 1280 Seiten stark! Mit ca. 3000 Abb. und ca. 600 Schaltungen, Plänen, Skizzen, Anschl.-Bildern. Best.-Nr. 05-90-011. Schutzgebühr: 16,— DM. Versand: Vorkasse 19,50 DM (inkl. Porto), Postgiro München Nr. 244 822-802. Nachnahme Inland 23,50 DM, Ausland 25,80 DM (nur Vorauskasse).

Einstieg in die SMD-Technik

leicht gemacht mit der RIM SMD-Fibel

Zur Einführung in die SMD-Technik mit den winzigen Baulementen im Millimetermaß haben wir eine Broschüre für Hobby-Elektroniker herausgebracht. Sie informiert Sie rund um die Oberflächenmontage und vermittelt SMD-Know how. Die Broschüre hat ca. 60 Seiten und ist mit Zeichnungen und Fotos illustriert.

Best.-Nr. 05-90-030 DM 5,—
RADIO-RIM GmbH, Adolf-Kolping-Str. 10,
8000 München 2, Postfach 20 206, Tel. 089/5517 02-69
Telex: 529 166 rarim d, Telefax 089/5517 02-69



Schuro Elektronik GmbH

Vertrieb elektronischer und elektromechanischer Bauelemente

Untere Königsstr. 46A — 3500 Kassel

Der ideale Partner für Entwicklung, Forschung und Fertigung!

Seit Jahren bekannt für schnelle termingerechte Lieferungen

Hoher Qualitätsstandard, da nur Spitzhersteller im Lieferprogramm:

Siemens, Tdk, Motorola, RCA, Linear Techn., Harris, Texas Instr., Intersil . . .

Günstige Preise schon bei Kleinmengen (Lieferung schon ab 50 000 DM Warenwert)

Computerunterstützte Auftragsabwicklung — sofortige Preis- und Liefererauskunft
Aus Platzgründen veröffentlichen wir nur einen Staffelpreis (Preise mit „*“ = Staffel 5—9 Stck. Abnahme, Pr. m. „**“ = Staffel 100—250 Stck. — automatisch Rabatt bei größerer Abnahme).

Transistoren

2N 2222/2N 2907A 0,35 OPA 27/37 GP 13,32

BC 140/141/10 0,39* ZB08-CRUPICO/TIC 3,08 RC 4138 P 1,47*

BC 160-10/161-16 0,39* BC 305 SG/TH 1,23 AD 536 AJH 0,81

BC 264A 0,70* 12,34 AD 636 JH 40,30 SAA 1027 8,26

BC 327/337/338/25 10,78* 10-24 STCK 10,98 AD 7574 KN 27,65 TCA 965 4,66

BC 516 0,27* 2 SK 135 11,71 AEC 0804 LCN 8,07 TDA 2002/2003 V 1,73*

BC 517 0,25* 10-24 STCK 10,43 CA 3130 E TDA 2005 M 4,60

BC 518 0,25* 10-24 STCK 10,43 CA 3161 E TDA 2030V 2,68*

BC 520 0,78* 10-24 STCK 10,43 CA 3162 E TDA 2555 5,36

BC 547/557/585/588 6,59* 10-24 STCK 10,43 CA 3163 E TDA 2555 5,36

BC 639/640 0,33* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/17/1/2/81/02 0,72*

BC 637/640/139/140 0,37* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/40/7/4/08/04 1,03*

BC 629/240/250 0,57* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/40/7/4/08/04 1,03*

BC 422/423 0,30* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/40/7/4/08/04 1,03*

BC 459/871/872 0,52* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/40/7/4/08/04 1,03*

BC 494 0,18* 10-24 STCK 10,43 CA 3240 E 2,89 TL 06/40/7/4/08/04 1,03*

BC 469/70/71/72 0,51* 10-24 STCK 10,43 CA 3139 E 2,89 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BC 470 0,51* 10-24 STCK 10,43 CA 3139 E 2,89 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BC 250 0,51* 10-24 STCK 10,43 CA 3139 E 2,89 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 10A 1,48* 74LS 221/245 0,78* L 295 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 11 4,12* 74LS 240/241/244 0,78* L 295 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 15 9,02* 74LS 252/283/390 0,49* L 336 Z-2,5 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 20 5,21* 74LS 373/374 0,74* L 388 N 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 24 15,79* 74LS 641/642 1,62* L 393 P 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 24A 1,51* 74HC 00/04/08/32 0,39* L 393 H 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 73A 2,50* 74HC 74/132/139 0,41* L 393 H 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 73B 1,70* 74HC 74/132/139 0,41* L 394 15/16 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 73C 0,88* 74HC 244/37/374 0,41* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

BUZ 73D 1,22* 74HC 245/37/374 0,41* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

IRF 522 2,67* 74HC 245/37/374 0,41* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

IRF 632 3,73* 74HC 245/37/374 0,41* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

IRF 9620 5,45* 74HC 04 0,50* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 802 MOT 7,33* 74HC 42/151/174 0,95* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 125 2,21* 74HC 73/157/158 0,82* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 3555 1,45* 74HC 14/15/16/17/18/19 0,59* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 3001 2,53* 74HC 93 0,94* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 4502 MOT 9,64* 74HC 238 1,54* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

MJ 15003/04 MOT 7,04 74HC 244/37/374 1,02* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

TIP 140/141/145 1,82* 74HC 245/37/374 1,24* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

TIP 142/146/147 2,04* 74HC 393 1,07* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

2N 1613 0,44* 74HC 541/573/574 1,02* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

2N 2219A 0,45* 74HC 4060 2,44* L 395 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

Integrierte Schaltungen

OPA 27/37 GP 1,53* L 295 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

RC 4558 P 1,74* L 295 10,43 TL 07/17/1/2/81/02 0,72*

RC 4559 P 0,

Spitzenkraft

Neue Kolben braucht das Land



Rolf Badenhausen

Löten von SMDs — herkömmliche Lötkolben sind den speziellen Anforderungen der Oberflächenmontage nicht gewachsen. Daß eine komfortable, sachgerechte SMD-Lötapparatur auch ohne große Kosten realisiert werden kann, beweist dieses Projekt.

Die Industrie bietet inzwischen eine Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten an. Zumeist schränkt sich bei Betrachtung der Anschaffungskosten die Auswahl der angebotenen SMD-Löt- und Bestückungssysteme doch erheblich ein. Preiswerte Realisationen müssen jedoch nicht durchweg in den Bereich des schier Unmöglichen eingeordnet werden.

Die hauptsächlichen Kennzeichen des nachfolgend vorgestellten Projektes sind:

- spezielle elektronische Heizungsregelung für das Lötwerkzeug;
- schaltbare Vakuumpipette für Bestückungsarbeiten;

- Potentialausgleich für sämtliche Bestückungs- und Lötvorgänge.

Vorab einige Informationen und Anmerkungen zu den gebräuchlichsten industriellen Lötverfahren:

Man unterscheidet zwischen den Oberbegriffen Schwallbad- bzw. Wellenlöten und Reflowlöten, wobei das letztergenannte Verfahren noch weiterer Unterteilung bedarf:

1. Löten mittels Heißluftpencil oder Heißluftfön. Der Lötprozess erfolgt mit einem auf ca. 400 °C bis 500 °C erwärmen Gas (Luft) bei einem Durchsatz von ca. 1,5 l/min bis 8 l/min durch eine Düse mit einem Durchmesser von ca. 2,5 mm.

Vor dem eigentlichen Lötvorgang müssen die Leiterbahnen entweder vorverzinnt und mit Lötfußmittel behaftet werden

oder — was häufiger der Fall ist — mit einer Lötpaste überzogen sein. Dies ist das grundständliche Kennzeichen aller Reflow-Verfahren. Lötpasten bestehen aus pulverisiertem Zinnlot in Lötfußmittel; sie können auch im Siebdruck aufgetragen werden.

Für den Wärmenachschub beim Heißgasverfahren können ohne weiteres Leistungen von ca. 5 kJ/min erforderlich sein; der Bedarf an elektrischer Energie für den Aufheizvorgang der Heizelemente ist somit relativ hoch; oftmals beträgt die Leistung mehr als 100 W. Die Lötzzeit an SO-28-Gehäusen beträgt im Durchschnitt ca. 30 s, für auf 150 °C vorerhitzte

(Keramik-)Substrate sind immerhin noch ca. 15 s erforderlich. In der Regel müssen die Bauelemente auf dem Substrat ausreichend fixiert (vorgeklebt) sein.

2. Für industrielle Großserienfertigung wurde das Förderbandlöten entwickelt: Zumeist bereits vorerhitzte Leiterplatten durchlaufen eine abgegrenzte, für den Lötprozeß besonders aufgeheizte Zone. Die Vorschubgeschwindigkeit der Leiterplatten beträgt ungefähr 15 cm/min für ca. 1,5 mm dicke Ausführungen und etwa 120 cm/min für 0,6 mm dickes Substratmaterial.

Als Heizmittel können auch Dämpfe spezieller Gase verwendet werden ('Dampfphasenlösung'); der Erwärmungsprozeß kann in einer Anlage auch in Verbindung mit Infrarotstrahlern gewährleistet bzw. unterstützt werden.

3. Eine weitere Variante besteht aus dem Widerstandslöten: Der mit einem Widerstandswendel erhitzte Kolben eines auch CNC-gesteuerten Lötwerkzeuges drückt bei einer Temperatur von ca. 300 °C...350 °C mit definierter Anpreßkraft und Zeitdauer die Bauteilanschlüsse auf die Leiterbahn; gleichzeitig findet der Lötvorgang über die bereits aufgetragene Lötpaste statt.

4. Verschiedentlich — insbesondere für kleinere Stückzahlen — wird auch die 'Ofenlösung' angewendet.

Die Temperatur im Inneren des Ofens wird in diesem Verfahren so gesteuert, daß die Schmelztemperatur der zuvor aufgetragenen Lötpaste relativ schnell erreicht wird und nur für eine bestimmte Zeit einwirken kann. Dadurch wird ein unerwünschtes Vorverdampfen des für den Lötorgang erforderlichen Flußmittels weitgehend unterbunden.

Gegenüber den Reflow-Verfahren besitzen die Schwallbad- bzw. Wellenlötanlagen dann erkennbare Vorteile, wenn diese für zunächst konventionell bestückte Leiterplatten aufgebauten Löteinrichtungen mit nur geringen technischen Änderungen weiterverwendet werden sollen. Dadurch sind im Prinzip auch gemischte Bestückungen möglich.

Voraussetzungen: Die SM-Bauteile benötigen eine ausreichende Vorfixierung. Die Leiterbahnen und Bauelement-Anschlüsse müssen mit einer ausreichenden Menge von Flußmittel benetzt sein.

Nachteile: Durch das Aufschwanken des Lotes im Bad entsteht in Bewegungsrichtung eine Schattenwirkung; unvollständige Lötverbindungen sind die Folge. Insbesondere bei hohen Packungsdichten ist eine vollständige Kontaktierung aller Bauelemente auch bei unterschiedlichen Flußrichtungen des Lotes noch problematisch.

Im Amateurbereich und auch für eine schnelle Prototypenfertigung in den Entwicklungs-

labors der Industrie sind die genannten Verfahren oftmals zu aufwendig. Eine effiziente Alternative stellt das in den Bereichen Heimlabor und Industrie-Kundendienst seit langem bewährte Kolben-Lötverfahren dar.

Die Lötnadelheizung erfolgt mit einer nahezu verlustleistunglosen, speziell getakteten Stromversorgung.

So haben sich die Hersteller bekannter Lötgeräte bereits längst auf die Produktion von SMD-Lötkolben (sprich: 'Lötnadeln') für die Verwendung des vergleichsweise besonders dünnen Minimelf-Lötdrahtes eingerichtet. Dieser trägt zumeist die Bezeichnung 'RA', entspricht DIN 8516, Zusatzbezeichnung F-SW 26, und enthält bei einem Außendurchmesser von 0,5 mm ungefähr 2,5% Flußmittel.

Eine Vielzahl auf dem Markt befindlicher Lötnadeln wird mit einer kontinuierlich zugeführten Leistung von ca. 5 W — bei einer vergleichsweise geringen Spannung von 6 V — beschickt. Möchte man bei häufigem Gebrauch seines Lötgerätes einen vorzeitigen Verschleiß der zumeist nur ca. 2 mm im Durchmesser betragenden Lötspitze vermeiden, wird man auf eine speziell ausgelegte elektronische Heizungs-

steuerung kaum verzichten können. Die keineswegs unbegrenzte Lebensdauer der Miniärlötspitze liegt auch aufgrund der erforderlichen, vergleichsweise recht hohen Betriebstemperatur von ca. 300 °C...350 °C nahe: Schließlich müssen mit beinahe mikroskopisch kleiner Nadelspitze nicht nur Lötdraht, sondern auch noch Bauteil-Kontaktierung und Kupferleiterbahn zuverlässig auf die für den Lötprozeß erforderliche Mindesttemperatur erhitzt werden.

Ein weiteres Problem besteht für den Anwender im Transport und in der Positionierung von SM-Bauteilen auf Leiterplatten, wobei man 'Surface Mounted' sicherlich treffender mit 'Sub-Miniatur' übersetzen könnte. Zwar werden hierzu speziell geformte Pinzetten angeboten, jedoch haben sich im semiprofessionellen Bereich längst Unterdruck-Pipetten mit verschiedenen Steuerungen (Hand- oder Fußschaltung) bewährt und durchgesetzt. Daher wurde auch die hier vorgestellte SMD-Station mit einer Ansaug-Pipette mit schaltbarer Unterdruck-Funktion ausgestattet.

Die Lötnadelheizung erfolgt mit einer nahezu verlustleistunglosen, speziell getakteten Stromversorgung. Langzeittests belegen eindeutig, daß im Standby-Betrieb die LötspitzenTemperatur für optimale Ergebnisse knapp unterhalb oder nahe der Schmelztemperatur des technischen Lötzinns (ca. 175 °C...185 °C) liegen sollte.

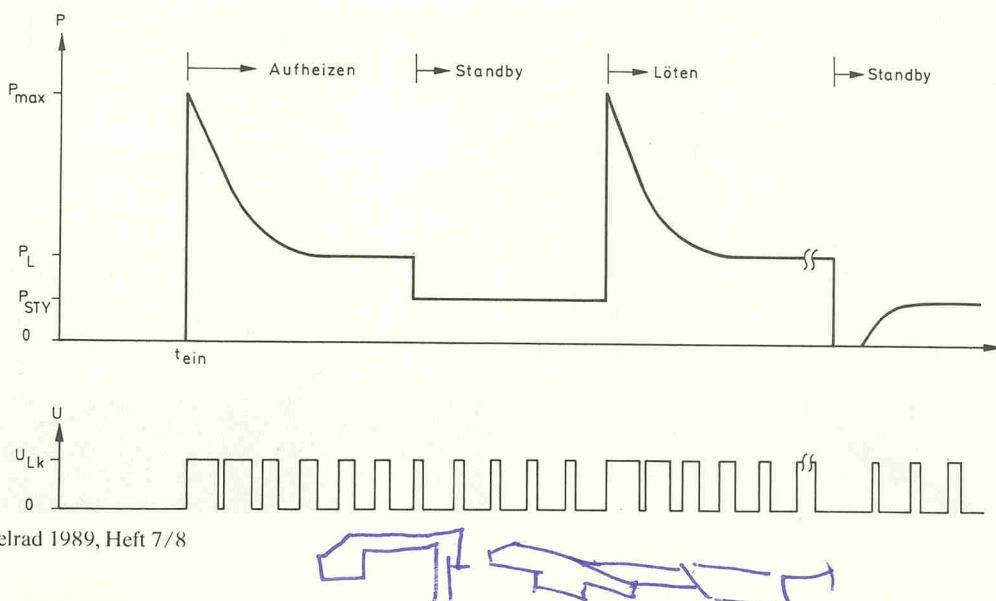
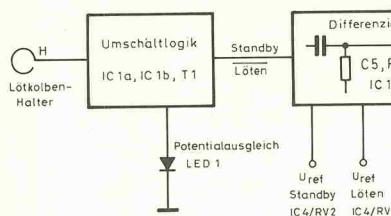


Bild 1. Schematischer Verlauf der im Lötkolben umgesetzten Leistung in verschiedenen Betriebsphasen. Die am Lötkolben anliegende Spannung ist impulsbreitenmoduliert.

SMD-Lötstation

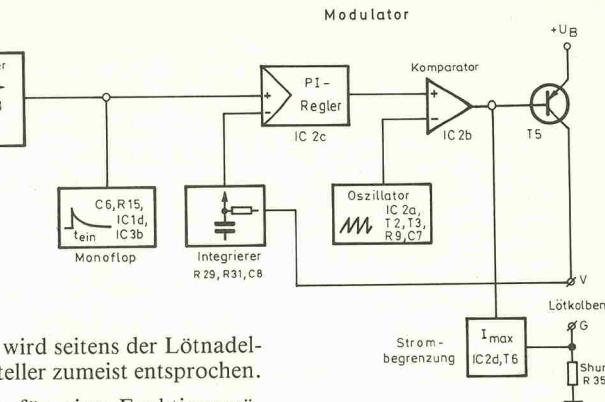


Weitere Erkenntnisse besagen, daß im Interesse einer hohen Lebensdauer des Heizwendels sowie zur Erzielung möglichst kurzer Aufheizezeiten die im Impulsbetrieb zuführbare Leistung P umso größer ausfallen darf, je geringer die augenblickliche Wendeltemperatur ist.

Diese Zusammenhänge werden in Bild 1 grafisch verdeutlicht: Nach dem Einschalten der Station wird dem Lötwerkzeug quasi 'automatisch' ein exponentiell abklingender Leistungsimpuls zugeführt; die am Lötkolben anliegende Spannung (U_{LK}) ist dabei impulsbreitenmoduliert. Zur Verdeutlichung wurde für die Abbildung ein nicht maßstabsgetreuer Zeit-Frequenzverlauf von P und U gewählt; tatsächlich wird von einer wesentlich höheren als der Darstellung entnehmbaren Taktfrequenz Gebrauch gemacht. Der Übergang Aufheizen —> Standby erfolgt selbstdärfend, sofern die Lötnadel zwischenzeitlich nicht aus ihrer Halterung entfernt wird. Bild 1 zeigt ferner, daß unmittelbar nach Abschluß des Lötvorgangs — das Lötwerkzeug wird zurück in seine Halterung abgelegt — auf eine Lötwendelheizung zum Erhalt der Standby-Temperatur gänzlich verzichtet werden kann.

Die vorgenannten Anforderungen lassen sich in der in Bild 2 angegebenen Funktionsübersicht der Temperatursteuerung zusammenfassen.

Die Umschaltlogik liefert nicht nur die Anweisungen 'Löten' und 'Standby', sondern unterscheidet auch — dies ist wichtig für die Bestückung und Löting von MOS-Bauelementen — zwischen ungleichen Potentialen an Lötnadel und Pipettenschaft (Schaltungsmasse). Voraussetzung hierfür ist, daß ein Lötwendelanschluß Verbindung mit dem Metallschaft besitzt.



Dem wird seitens der Lötnadel-Halterung zumeist entsprochen.

Auch für eine Funktionsprüfung der Schaltung ist die folgende Logiktabelle nützlich; die Lötkolben-Halterung — bestehend aus einer Spiralfeder mit einem Innendurchmesser von ca. 3,5 mm bis 8 mm — ist über Widerstand R6 mit der Schaltung verbunden. In Bild 3 ist das Schaltbild der Steuerelektronik wiedergegeben.

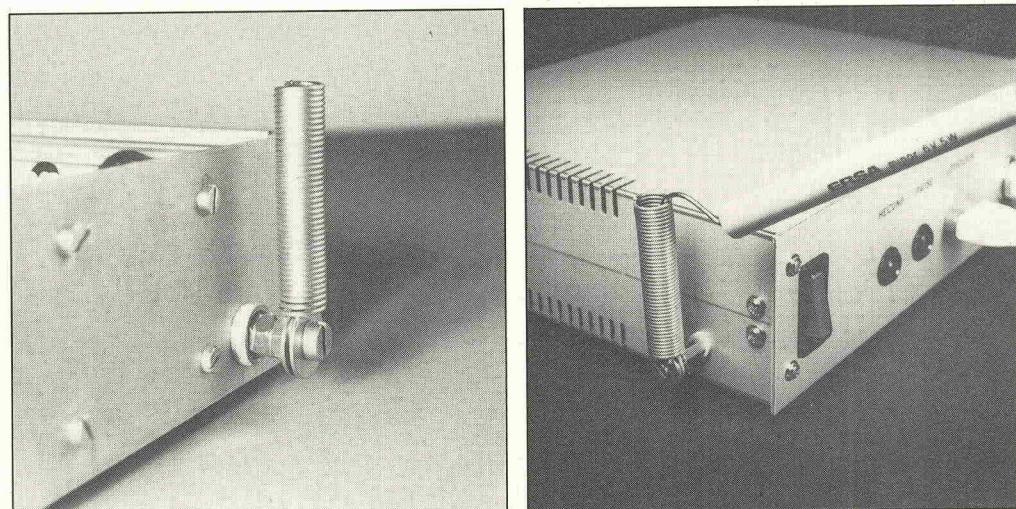
Bild 2. Sobald die Lötnadel im Halter abgelegt wird, schaltet die Steuerelektronik auf Standby-Betrieb um.

Zustand	Ausgang IC1a	Ausgang IC1b	LED 1
Standby mit Potentialdifferenz	1	0	1
Standby ohne Potentialdifferenz	0	1	0
Löten mit und ohne Potentialdifferenz	0	0	0

Eine Potentialdifferenz wird also im Standby-Betrieb durch Dauerleuchten von LED1 angezeigt. In diesem Fall sind die Lötnadelanschlüsse an den Punkten V und G der Schaltung mit umgekehrter Polarität anzuklemmen.

Mit dem Differenzierer werden die in Bild 1 veranschaulichten Leistungsverläufe erzeugt; das aus R13 und C5 aufgebauten Differenzierglied wird über

Der Lötnadelhalter wird links mit Filzscheiben, rechts mit Kunststoffdurchführungen elektrisch vom Gehäuse isoliert.



Schalter IC3a wahlweise an eine von zwei unterschiedlichen Referenzspannungen — in Abhängigkeit vom Betriebsmodus 'Löten' oder 'Standby' — angeschlossen. Trimmer RV1 ist nur dann in die Schaltung einzusetzen, falls die volle Höhe der Endstufenspannung (U_1) selbst kurzzeitig nicht am Heizwendel anliegen darf. Im Mustergerät wurde bei Verwendung der Lötnadel 'Ersa minor' auf diesen Trimmwiderstand verzichtet.

IC1d bestimmt die Länge der Aufheizphase nach dem Einschalten der Station und steuert den Umschalter IC3b an. Der Integrierer IC2c vergleicht die zuvor gebildeten Sollwerte mit dem augenblicklichen Istwert von Spannung bzw. Leistung der Lötnadel und weist IC2b an, ein dem Timing-Diagramm entsprechendes Tastverhältnis für die Taktfrequenz zu bilden. Dazu erhält dieser Operationsverstärker an seinem invertierenden Eingang ständig eine sägezahnförmige Oszillatorenspannung mit einer Frequenz von ca. 300 Hz bis 400 Hz, so daß T4 und T5 im Schalterbetrieb ohne zusätzliche Kühlung arbeiten können. Falls der Ausgangsstrom auf einen zu hohen Wert ansteigen sollte, wird er über IC2d, T6 und T4 begrenzt.

Für den Abgleich der Schaltung wird zunächst ein Widerstand (R) an die Klemmen V und G angeschlossen. Für die Lötnadel 'Ersa minor' beträgt der Widerstandswert 6,8 Ω bei ei-

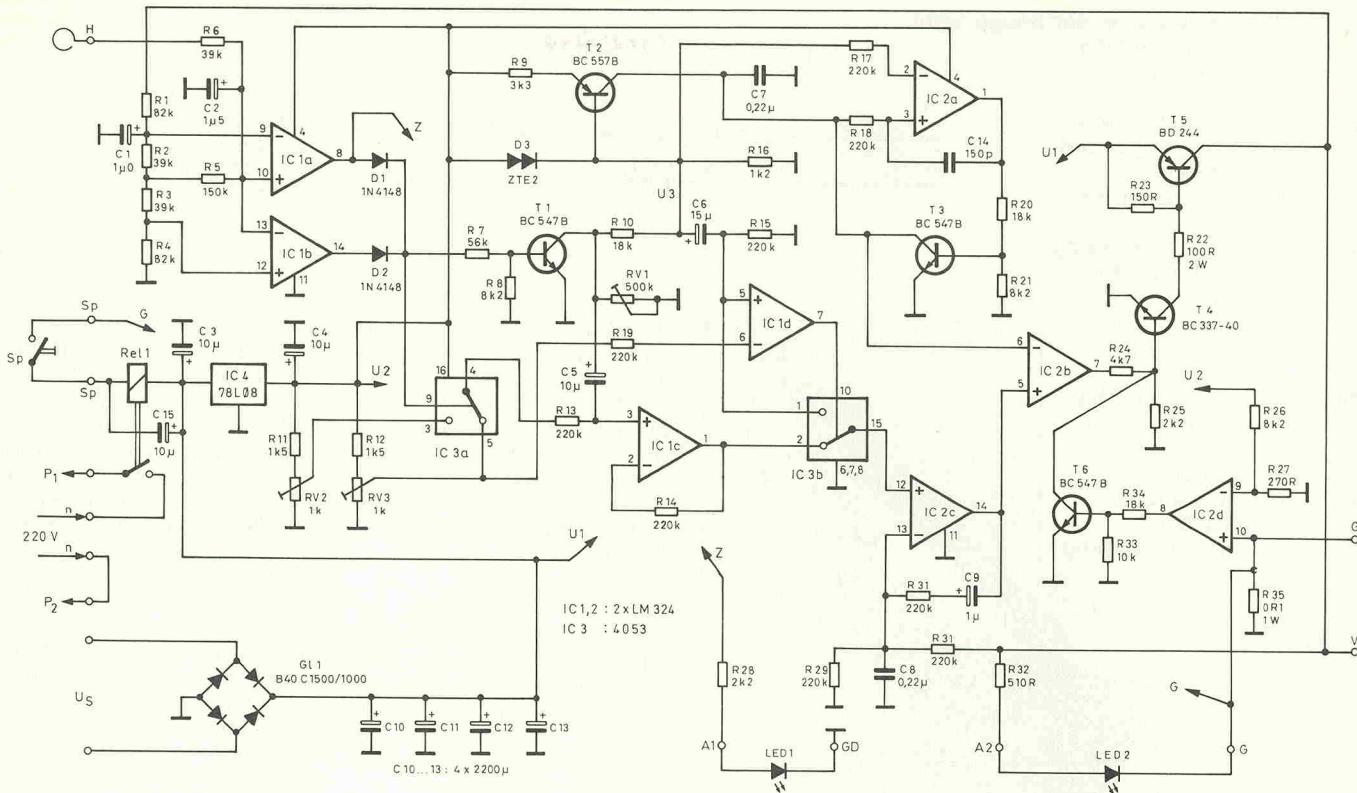


Bild 3. Die Dimensionierung des Widerstands R27 ist vom Heizelement abhängig. Der hier eingezeichnete Wert (270R) gilt für einen 6 V/5 W-Heizwendel.

ner Belastbarkeit von 11 W. Werden die Anschlüsse G und H miteinander verbunden und wieder getrennt, müssen sich durch Intensitätsänderungen der Helligkeit von LED2 die in Bild 1 abgebildeten Zusammenhänge erkennen lassen.

Bei unbelegtem Kontakt H ist mit RV3 für eine 6 V/5 W-Löt-nadel (zunächst) eine Spannung von 2,5 V (=U_w) einzustellen und die Spannung U1 (=U_s) an geeigneter Stelle (z.B. an R23 bzw. am Emitter von T5) zu messen. Damit ist die Leistung P_w zu berechnen (siehe Kasten Leistungsberechnung). Ergibt sich beispielsweise eine Leistung größer als 5 W, so ist die Spannung U_w mit RV3 zu verringern und die sich einstellende Leistung P_w nochmals mit erneut gemessener Spannung U1 auszurechnen. Für kleinere berechnete Leistungen verfährt man entsprechend umgekehrt.

Haben H und G miteinander Kontakt (Standby-Betrieb), dann ist nach Abklingen des Spannungsanstiegs an den Klemmen V-G mit RV2 eine Spannung von ungefähr 0,5 U_w

einzustellen. Wird nun anstelle des Lastwiderstands R das Lötwerkzeug angeschlossen, kann im Standby-Modus mit RV2 ein Feinabgleich auf Schmelztemperatur des Lötdrahtes durchgeführt werden. Für Lötkolben mit abweichenden Spannungs- und Leistungsdaten kann der zu verwendende Abgleichwiderstand R auch nach der Leistungsgleichung (4) berechnet werden; unter Umständen ist RV1 zu berücksichtigen.

Auf der Leiterplatte ist zusätzlich das Schaltrelais für die Unterdruckpumpe untergebracht. Die Ausgangsleistung einer handelsüblichen 220-V-Aquarium-Luftpumpe ist für die Pipette völlig ausreichend. Diese sollte jedoch über einen Sauganschluß verfügen; falls nicht, kann dieser oftmals mittels Bohrer, Kunststoffmaterial und geeignetem Zweikomponentenkleber auch nachträglich hergestellt werden. Eine andere Lösung: Verschiedentlich kann der Druckluftanschluß nach einfacher Austauschen von Ein- und Auslaßventil der Membranteile als Saugluftteinlaß dienen.

Stückliste

Widerstände

R1,4	82k
R2,3,6	39k
R5	150k
R7	56k
R8,21,26	8k2
R9	3k3
R10,20,34	18k
R11,12	1k5
R13...15,	
17...19,	
29,31	220k
R16	1k2
R22	100R 2 W
R23	150R
R24	4k7
R25,28	2k2
R27	270R
R30	82R
R32	510R
R33	10k
R35	0R1 1 W
RV1	Trimmer 500k, liegend
RV2,3	Trimmer 1k0, liegend

Kondensatoren

C1,9	1μ/16V Tantal
C2	1μ5/16V Tantal
C3	10μ/25V Tantal
C4,5	10μ/16V Tantal
C6	15μ/16V Tantal
C7,8	220n
C10...13	2200μ/25V Elko
C14	150p
C15	10μ/16V Elko

Halbleiter	
IC1,2	LM 324
IC3	4053
IC4	78 L 08
T1,3,6	BC 547 B
T2	BC 557 B
T4	BC 337-40
T5	BD 244
D1,2	1 N 4148
D3	ZTE 2
G11	B 40 C 1500/1000
LED1	Low-Power-LED, grün
LED2	LED, rot

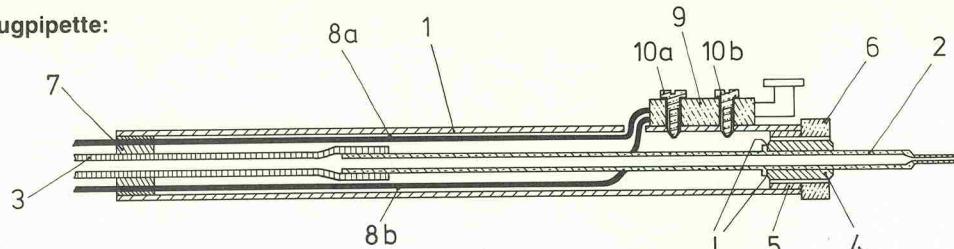
Sonstiges	
Rel1	Relais 12V, V23127-A2-A101
Tr1	Netztrafo 12 V/15 VA

1 Halter für Lötnadel (Spiralfeder) mit Befestigungsmaterial	
1 Lötnadel 6 V/5 W	
1 Netz-Luftpumpe (siehe Text)	
1 Pipette laut Bild 4	
1 Sicherungshalter	
1 Sicherung 0,2 A, träge	
2 IC-Sockel DIL 14	
1 IC-Sockel DIL 16	
1 Platine 100 × 160 mm	
Montagematerial	

SMD-Lötstation

Bild 4. Die Bestandteile der Saugpipette:

- 1 Kupferrohr Ø 10 mm (innen), ca. 125 mm lang
- 2 Kugelschreibermine (Messing), Kugel und Tinte entfernt
- 3 Silikonschlauch, ca. 1 m lang
- 4 Gewinde M8, Messing
- 5 Gewindefüllung M8, Messing
- 6 Mutter M8
- 7 Stopfen
- 8a,b Dünne, hochflexible Leitung, ca. 2 x 1 m lang
- 9 Mikroschalter
- 10a,b Blechschrauben
- L Gelötete bzw. geklebte Verbindung



Als wichtigstes Bestandteil der Pipette ist eine Messing-Kugelschreibermine sehr gut geeignet, deren Schreibspitze mit einem feinen Sägeblatt abgesägt wird. Sollte die rasche Entleerung der Mine wegen der recht träge reagierenden Tintenfüllung zu Problemen führen, kann ein Erhitzen dieser gallertartigen Masse über einer Feuerzeug-Flamme ihren Abtransport ins Freie durch die sehr gute Wärmeleitfähigkeit des Schaftes zwar beträchtlich beschleunigen; jedoch sollten dann zuvor Körper- und Brandschutzmaßnahmen aufgrund der zumeist leichten Entflammbarkeit und der möglichen Verpuffungsgefahr des Ausflusses getroffen werden.

Nach der Prüfung auf Luftdurchlässigkeit — eventuell unter Zuhilfenahme einer spitzen Nähnadel — sollte die Minenspitze leicht schräg angefeilt werden. Nach Abschluß dieser

Tätigkeiten ist ein ca. 12 mm langer M8-Messinggewindegelenk zentral auf den Außen-durchmesser des Minenschafes aufzubohren und als Teil 4 der in Bild 4 dargestellten Konstruktion an den abgebildeten Vorsprung der ursprünglichen Federfixierung anzulöten oder fest anzukleben.

Der Pipettengriff besteht aus einem handelsüblichen Kupferrohr (Installationsmaterial) mit ca. 10 mm Innen- und ca. 12 mm Außendurchmesser, auf den ein Mikroschalter geschraubt wird, dessen Schaltthebel leicht mit dem Zeigefinger betätigt werden kann. Die Schraubenlänge ist jedoch sehr genau zu bemessen; bei Überlänge kann entweder der Minenschaf mit seinem M8-Gewinde nicht aufgenommen werden, oder er wird ungünstigstenfalls bis zur Funktionsun-

fähigkeit verbogen. Die zur Aufnahme des Minenschafes erforderliche Gewindefüllung 5 — hergestellt aus einer abgedrehten oder kreisförmig zurechtgefeilten Messingmutter — wird zuvor mit bündigem Abschluß in das Griffstück eingepreßt. Sofern die Leitungen 8 — dünne, isolierte Meßleitungen — im Inneren verlaufen sollen (so wie es die Zeichnung vorsieht), ist für die Durchführung noch eine seitliche Bohrung am Griffstück anzubringen. Ein Schaltkontakt des Mikroschalters ist unbedingt mit dem Kupfer-Griffstück zu verbinden und an Punkt G anzuschließen. Dadurch kann auch lediglich eine Leitung durch die Durchführung gelegt werden; die andere wird dann im Bereich des Stopfens 7 angelötet. Für den Saug-schlauch eignen sich — im Modellbau-Fachhandel angebotene — Silikonschlüche.

Die Schaltmöglichkeit am Griffstück sollte nur als eine mögliche Variante angesehen werden. Selbstverständlich ist beispielsweise auch eine Unterdruckschaltung mittels Fußschalter denkbar.

Beim Bestückungsvorgang sollte sich eine Klebeschicht entweder auf dem Minimelf-Bauteil oder auf der Leiterplatte befinden; anderenfalls reicht bereits ein kräftiger Atemzug für eine unerwünschte Umpositionierung der Miniaturbauelemente aus. Vorsicht ist bei der Verwendung von Lötpasten geboten: Wird ihr restloser Schmelzprozeß nicht vollständig durchgeführt, können sich wegen ihrer elektrischen Leitfähigkeit ungewollte Leiterbahnverbindungen ergeben.

Aus technischen Gründen werden das Platinen-Layout sowie der Bestückungsplan erst im folgenden Heft veröffentlicht. Wir bitten um Verständnis. □

Zur Leistungsberechnung

Im Zeitbereich t_e wird einem Lastwiderstand R über einen Schalter eine Spannung U_s periodisch zugeführt. Für die im Widerstand umgesetzte Leistung P_w innerhalb der Periode T gilt dann allgemein

$$P_w = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) dt$$

$$T = t_e + t_a$$

Die Integration liefert

$$P_w = \frac{U_s^2 \cdot t_e}{R \cdot T} \quad (1)$$

Ein Gleichspannungsmesser mit arithmetischer Mittelwertbildung liefert dann über R eine Klemmenspannung

$$U_w = U_s \cdot \frac{t_e}{T} \quad (2)$$

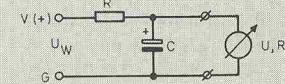
Die umgesetzte Leistung errechnet sich durch Einsetzen in (1):

$$P_w = \frac{U_s}{R} \cdot U_w \quad (3)$$

Bei einer unruhigen Anzeige von U_w (Gleichspannungsmeßbereich!) ist dem Meßgerät ein RC-Tiefpaß mit ca. 10 kΩ und 22 µF (Polarität beachten!) vorzuschalten, falls R_i des Meßgeräts $\geq 1 \text{ M}\Omega$ beträgt.

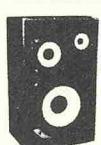
Aus der allgemeinen Form

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ folgt } R = \frac{U^2}{P} \quad (4)$$



TTL

SN 7400	0.78
SN 7401	0.84
SN 7402	0.78
SN 7403	0.78
SN 7404	0.78
SN 7405	0.78
SN 7406	1.10
SN 7407	1.10
SN 7408	0.78
SN 7409	1.10
SN 7410	0.78
SN 7411	0.78
SN 7412	1.40
SN 7413	0.78
SN 7414	0.88
SN 7415	0.88
SN 7416	0.88
SN 7417	0.95
SN 7420	0.78
SN 7422	1.10
SN 7423	2.20
SN 7425	1.25
SN 7426	1.10
SN 7427	1.10
SN 7428	0.84
SN 7430	1.10
SN 7432	1.11
SN 7433	1.11
SN 7437	1.11
SN 7438	1.11
SN 7440	1.02
SN 7441	5.15
SN 7442	1.30
SN 7443	2.28
SN 7444	2.39
SN 7445	2.56
SN 7446	2.56
SN 7448	4.50
SN 7450	0.27
SN 7451	0.65
SN 7453	0.78
SN 7454	0.57
SN 7460	0.75
SN 7470	1.42
SN 7472	1.30
SN 7473	1.30
SN 7474	1.12
SN 7475	1.10
SN 7476	1.50
SN 7480	3.70
SN 7481	6.00
SN 7482	4.10
SN 7483	2.25
SN 7484	6.00
SN 7485	2.15
SN 7486	1.36
SN 7489	5.73
SN 7490	1.36
SN 7491	0.75
SN 7492	1.63
SN 7493	1.50
SN 7494	2.35
SN 7495	2.14
SN 7496	2.18
SN 7497	13.20
SN 7498	7.92
SN 7499	3.70
SN 74105	2.17
SN 74107	1.45
SN 74109	1.45
SN 74110	3.99
SN 74111	3.44
SN 74115	5.95
SN 74116	4.44
SN 74118	6.90
SN 74119	5.97
SN 74120	4.36
SN 74121	1.40
SN 74122	2.30
SN 74123	1.47
SN 74125	1.80
SN 74126	1.80
SN 74128	2.15
SN 74132	1.59
SN 74136	1.94
SN 74141	2.73
SN 74142	13.30
SN 74143	9.68
SN 74144	14.75
SN 74145	2.79
SN 74147	4.70
SN 74148	3.20
SN 74 LS 00	0.31
SN 74 LS 01	0.30
SN 74 LS 02	0.31
SN 74 LS 03	0.31
SN 74 LS 04	0.31
SN 74 LS 05	0.31
SN 74 LS 08	0.31
SN 74 LS 09	0.31
SN 74 LS 10	0.31
SN 74 LS 11	0.31
SN 74 LS 12	0.31
SN 74 LS 13	0.31
SN 74 LS 14	0.41
SN 74 LS 15	0.31
SN 74 LS 20	0.31
SN 74 LS 21	0.31
SN 74 LS 22	0.31
SN 74 LS 26	0.31
SN 74 LS 27	0.31
SN 74 LS 28	0.31
SN 74 LS 30	0.31
SN 74 LS 32	0.31
SN 74 LS 33	0.31
SN 74 LS 37	0.31
SN 74 LS 38	0.31
SN 74 LS 40	0.31
SN 74 LS 42	0.54
SN 74 LS 47	0.85
SN 74 LS 48	0.78
SN 74 LS 49	1.37
SN 74 LS 51	0.31
SN 74 LS 54	0.31
SN 74 LS 55	0.31
SN 74 LS 63	3.38
SN 74 LS 73	0.59
SN 74 LS 74	0.44



HiFi-Studio-Stereo-Boxen
Preisknaller: Stereo-Box BT 50/80, Maße 225 x 290 x 160 mm, 3-Wegentstet, 20-cm-Baß, Mittel-, Hochtöner, Frequenzgang 30-20 000 Hz, Gehäuse anthrazit, 450 x 270 x 180 mm.
Box 60/90 Show, bestückt m. Sichtlautsprechern
DM 89,95

Preisknaller: Stereo-Box BT 50/80, Maße 225 x 290 x 160 mm, 3-Wegentstet, 20-cm-Baß, Mittel-, Hochtöner, Frequenzgang 30-20 000 Hz, Gehäuse anthrazit, 450 x 270 x 180 mm.
Box 60/90 Show, bestückt m. Sichtlautsprechern
DM 89,95

GT 150, Ladegerät für 4 x Mignon Akkus, DM 59,95

Mignon Akku, 1,2V, 1000 mAh, 1200 mAh, 1800 mAh, 2500 mAh, 3000 mAh, 3500 mAh, 4000 mAh, 4500 mAh, 5000 mAh, 5500 mAh, 6000 mAh, 6500 mAh, 7000 mAh, 7500 mAh, 8000 mAh, 8500 mAh, 9000 mAh, 9500 mAh, 10000 mAh, 10500 mAh, 11000 mAh, 11500 mAh, 12000 mAh, 12500 mAh, 13000 mAh, 13500 mAh, 14000 mAh, 14500 mAh, 15000 mAh, 15500 mAh, 16000 mAh, 16500 mAh, 17000 mAh, 17500 mAh, 18000 mAh, 18500 mAh, 19000 mAh, 19500 mAh, 20000 mAh, 20500 mAh, 21000 mAh, 21500 mAh, 22000 mAh, 22500 mAh, 23000 mAh, 23500 mAh, 24000 mAh, 24500 mAh, 25000 mAh, 25500 mAh, 26000 mAh, 26500 mAh, 27000 mAh, 27500 mAh, 28000 mAh, 28500 mAh, 29000 mAh, 29500 mAh, 30000 mAh, 30500 mAh, 31000 mAh, 31500 mAh, 32000 mAh, 32500 mAh, 33000 mAh, 33500 mAh, 34000 mAh, 34500 mAh, 35000 mAh, 35500 mAh, 36000 mAh, 36500 mAh, 37000 mAh, 37500 mAh, 38000 mAh, 38500 mAh, 39000 mAh, 39500 mAh, 40000 mAh, 40500 mAh, 41000 mAh, 41500 mAh, 42000 mAh, 42500 mAh, 43000 mAh, 43500 mAh, 44000 mAh, 44500 mAh, 45000 mAh, 45500 mAh, 46000 mAh, 46500 mAh, 47000 mAh, 47500 mAh, 48000 mAh, 48500 mAh, 49000 mAh, 49500 mAh, 50000 mAh, 50500 mAh, 51000 mAh, 51500 mAh, 52000 mAh, 52500 mAh, 53000 mAh, 53500 mAh, 54000 mAh, 54500 mAh, 55000 mAh, 55500 mAh, 56000 mAh, 56500 mAh, 57000 mAh, 57500 mAh, 58000 mAh, 58500 mAh, 59000 mAh, 59500 mAh, 60000 mAh, 60500 mAh, 61000 mAh, 61500 mAh, 62000 mAh, 62500 mAh, 63000 mAh, 63500 mAh, 64000 mAh, 64500 mAh, 65000 mAh, 65500 mAh, 66000 mAh, 66500 mAh, 67000 mAh, 67500 mAh, 68000 mAh, 68500 mAh, 69000 mAh, 69500 mAh, 70000 mAh, 70500 mAh, 71000 mAh, 71500 mAh, 72000 mAh, 72500 mAh, 73000 mAh, 73500 mAh, 74000 mAh, 74500 mAh, 75000 mAh, 75500 mAh, 76000 mAh, 76500 mAh, 77000 mAh, 77500 mAh, 78000 mAh, 78500 mAh, 79000 mAh, 79500 mAh, 80000 mAh, 80500 mAh, 81000 mAh, 81500 mAh, 82000 mAh, 82500 mAh, 83000 mAh, 83500 mAh, 84000 mAh, 84500 mAh, 85000 mAh, 85500 mAh, 86000 mAh, 86500 mAh, 87000 mAh, 87500 mAh, 88000 mAh, 88500 mAh, 89000 mAh, 89500 mAh, 90000 mAh, 90500 mAh, 91000 mAh, 91500 mAh, 92000 mAh, 92500 mAh, 93000 mAh, 93500 mAh, 94000 mAh, 94500 mAh, 95000 mAh, 95500 mAh, 96000 mAh, 96500 mAh, 97000 mAh, 97500 mAh, 98000 mAh, 98500 mAh, 99000 mAh, 99500 mAh, 100000 mAh, 100500 mAh, 101000 mAh, 101500 mAh, 102000 mAh, 102500 mAh, 103000 mAh, 103500 mAh, 104000 mAh, 104500 mAh, 105000 mAh, 105500 mAh, 106000 mAh, 106500 mAh, 107000 mAh, 107500 mAh, 108000 mAh, 108500 mAh, 109000 mAh, 109500 mAh, 110000 mAh, 110500 mAh, 111000 mAh, 111500 mAh, 112000 mAh, 112500 mAh, 113000 mAh, 113500 mAh, 114000 mAh, 114500 mAh, 115000 mAh, 115500 mAh, 116000 mAh, 116500 mAh, 117000 mAh, 117500 mAh, 118000 mAh, 118500 mAh, 119000 mAh, 119500 mAh, 120000 mAh, 120500 mAh, 121000 mAh, 121500 mAh, 122000 mAh, 122500 mAh, 123000 mAh, 123500 mAh, 124000 mAh, 124500 mAh, 125000 mAh, 125500 mAh, 126000 mAh, 126500 mAh, 127000 mAh, 127500 mAh, 128000 mAh, 128500 mAh, 129000 mAh, 129500 mAh, 130000 mAh, 130500 mAh, 131000 mAh, 131500 mAh, 132000 mAh, 132500 mAh, 133000 mAh, 133500 mAh, 134000 mAh, 134500 mAh, 135000 mAh, 135500 mAh, 136000 mAh, 136500 mAh, 137000 mAh, 137500 mAh, 138000 mAh, 138500 mAh, 139000 mAh, 139500 mAh, 140000 mAh, 140500 mAh, 141000 mAh, 141500 mAh, 142000 mAh, 142500 mAh, 143000 mAh, 143500 mAh, 144000 mAh, 144500 mAh, 145000 mAh, 145500 mAh, 146000 mAh, 146500 mAh, 147000 mAh, 147500 mAh, 148000 mAh, 148500 mAh, 149000 mAh, 149500 mAh, 150000 mAh, 150500 mAh, 151000 mAh, 151500 mAh, 152000 mAh, 152500 mAh, 153000 mAh, 153500 mAh, 154000 mAh, 154500 mAh, 155000 mAh, 155500 mAh, 156000 mAh, 156500 mAh, 157000 mAh, 157500 mAh, 158000 mAh, 158500 mAh, 159000 mAh, 159500 mAh, 160000 mAh, 160500 mAh, 161000 mAh, 161500 mAh, 162000 mAh, 162500 mAh, 163000 mAh, 163500 mAh, 164000 mAh, 164500 mAh, 165000 mAh, 165500 mAh, 166000 mAh, 166500 mAh, 167000 mAh, 167500 mAh, 168000 mAh, 168500 mAh, 169000 mAh, 169500 mAh, 170000 mAh, 170500 mAh, 171000 mAh, 171500 mAh, 172000 mAh, 172500 mAh, 173000 mAh, 173500 mAh, 174000 mAh, 174500 mAh, 175000 mAh, 175500 mAh, 176000 mAh, 176500 mAh, 177000 mAh, 177500 mAh, 178000 mAh, 178500 mAh, 179000 mAh, 179500 mAh, 180000 mAh, 180500 mAh, 181000 mAh, 181500 mAh, 182000 mAh, 182500 mAh, 183000 mAh, 183500 mAh, 184000 mAh, 184500 mAh, 185000 mAh, 185500 mAh, 186000 mAh, 186500 mAh, 187000 mAh, 187500 mAh, 188000 mAh, 188500 mAh, 189000 mAh, 189500 mAh, 190000 mAh, 190500 mAh, 191000 mAh, 191500 mAh, 192000 mAh, 192500 mAh, 193000 mAh, 193500 mAh, 194000 mAh, 194500 mAh, 195000 mAh, 195500 mAh, 196000 mAh, 196500 mAh, 197000 mAh, 197500 mAh, 198000 mAh, 198500 mAh, 199000 mAh, 199500 mAh, 200000 mAh, 200500 mAh, 201000 mAh, 201500 mAh, 202000 mAh, 202500 mAh, 203000 mAh, 203500 mAh, 204000 mAh, 204500 mAh, 205000 mAh, 205500 mAh, 206000 mAh, 206500 mAh, 207000 mAh, 207500 mAh, 208000 mAh, 208500 mAh, 209000 mAh, 209500 mAh, 210000 mAh, 210500 mAh, 211000 mAh, 211500 mAh, 212000 mAh, 212500 mAh, 213000 mAh, 213500 mAh, 214000 mAh, 214500 mAh, 215000 mAh, 215500 mAh, 216000 mAh, 216500 mAh, 217000 mAh, 217500 mAh, 218000 mAh, 218500 mAh, 219000 mAh, 219500 mAh, 220000 mAh, 220500 mAh, 221000 mAh, 221500 mAh, 222000 mAh, 222500 mAh, 223000 mAh, 223500 mAh, 224000 mAh, 224500 mAh, 225000 mAh, 225500 mAh, 226000 mAh, 226500 mAh, 227000 mAh, 227500 mAh, 228000 mAh, 228500 mAh, 229000 mAh, 229500 mAh, 230000 mAh, 230500 mAh, 231000 mAh, 231500 mAh, 232000 mAh, 232500 mAh, 233000 mAh, 233500 mAh, 234000 mAh, 234500 mAh, 235000 mAh, 235500 mAh, 236000 mAh, 236500 mAh, 237000 mAh, 237500 mAh, 238000 mAh, 238500 mAh, 239000 mAh, 239500 mAh, 240000 mAh, 240500 mAh, 241000 mAh, 241500 mAh, 242000 mAh, 242500 mAh, 243000 mAh, 243500 mAh, 244000 mAh, 244500 mAh, 245000 mAh, 245500 mAh, 246000 mAh, 246500 mAh, 247000 mAh, 247500 mAh, 248000 mAh, 248500 mAh, 249000 mAh, 249500 mAh, 250000 mAh, 250500 mAh, 251000 mAh, 251500 mAh, 252000 mAh, 252500 mAh, 253000 mAh, 253500 mAh, 254000 mAh, 254500 mAh, 255000 mAh, 255500 mAh, 256000 mAh, 256500 mAh, 257000 mAh, 257500 mAh, 258000 mAh, 258500 mAh, 259000 mAh, 259500 mAh, 260000 mAh, 260500 mAh, 261000 mAh, 261500 mAh, 262000 mAh, 262500 mAh, 263000 mAh, 263500 mAh, 264000 mAh, 264500 mAh, 265000 mAh, 265500 mAh, 266000 mAh, 266500 mAh, 267000 mAh, 267500 mAh, 268000 mAh, 268500 mAh, 269000 mAh, 269500 mAh, 270000 mAh, 270500 mAh, 271000 mAh, 271500 mAh, 272000 mAh, 272500 mAh, 273000 mAh, 273500 mAh, 274000 mAh, 274500 mAh, 275000 mAh, 275500 mAh, 276000 mAh, 276500 mAh, 277000 mAh, 277500 mAh, 278000 mAh, 278500 mAh, 279000 mAh, 279500 mAh, 280000 mAh, 280500 mAh, 281000 mAh, 281500 mAh, 282000 mAh, 282500 mAh, 283000 mAh, 283500 mAh, 284000 mAh, 284500 mAh, 285000 mAh, 285500 mAh, 286000 mAh, 286500 mAh, 287000 mAh, 287500 mAh, 288000 mAh, 288500 mAh, 289000 mAh, 289500 mAh, 290000 mAh, 290500 mAh, 291000 mAh, 291500 mAh, 292000 mAh, 292500 mAh, 293000 mAh, 293500 mAh, 294000 mAh, 294500 mAh, 295000 mAh, 295500 mAh, 296000 mAh, 296500 mAh, 297000 mAh, 297500 mAh, 298000 mAh, 298500 mAh, 299000 mAh, 299500 mAh, 300000 mAh, 300500 mAh, 301000 mAh, 301500 mAh, 302000 mAh, 302500 mAh, 303000 mAh, 303500 mAh, 304000 mAh, 304500 mAh, 305000 mAh, 305500 mAh, 306000 mAh, 306500 mAh, 307000 mAh, 307500 mAh, 308000 mAh, 308500 mAh, 309000 mAh, 309500 mAh, 310000 mAh, 310500 mAh, 311000 mAh, 311500 mAh, 312000 mAh, 312500 mAh, 313000 mAh, 313500 mAh, 314000 mAh, 314500 mAh, 315000 mAh, 315500 mAh, 316000 mAh, 316500 mAh, 317000 mAh, 317500 mAh, 318000 mAh, 318500 mAh, 319000 mAh, 319500 mAh, 320000 mAh, 320500 mAh, 321000 mAh, 321500 mAh, 322000 mAh, 322500 mAh, 323000 mAh, 323500 mAh, 324000 mAh, 324500 mAh, 325000 mAh, 325500 mAh, 326000 mAh, 326500 mAh, 327000 mAh, 327500 mAh, 328000 mAh, 328500 mAh, 329000 mAh, 329500 mAh, 330000 mAh, 330500 mAh, 331000 mAh, 331500 mAh, 332000 mAh, 332500 mAh, 333000 mAh, 333500 mAh, 334000 mAh, 334500 mAh, 335000 mAh, 335500 mAh, 336000 mAh, 336500 mAh, 337000 mAh, 337500 mAh, 338000 mAh, 338500 mAh, 339000 mAh, 339500 mAh, 340000 mAh, 340500 mAh, 341000 mAh, 341500 mAh, 342000 mAh, 342500 mAh, 343000 mAh, 343500 mAh, 344000 mAh, 344500 mAh, 345000 mAh, 345500 mAh, 346000 mAh, 346500 mAh, 347000 mAh, 347500 mAh, 348000 mAh, 348500 mAh, 349000 mAh, 349500 mAh, 350000 mAh, 350500 mAh, 351000 mAh, 351500 mAh, 352000 mAh, 352500 mAh, 353000 mAh, 353500 mAh, 354000 mAh, 354500 mAh, 355000 mAh, 355500 mAh, 356000 mAh, 356500 mAh, 357000 mAh, 357500 mAh, 358000 mAh, 358500 mAh, 359000 mAh, 359500 mAh, 360000 mAh, 360500 mAh, 361000 mAh, 361500 mAh, 362000 mAh, 362500 mAh, 363000 mAh, 363500 mAh, 364000 mAh, 364500 mAh, 365000 mAh, 365500 mAh, 366000 mAh, 366500 mAh, 367000 mAh, 367500 mAh, 368000 mAh, 368500 mAh, 369000 mAh, 369500 mAh, 370000 mAh, 370500 mAh, 371000 mAh, 371500 mAh, 372000 mAh, 372500 mAh, 373000 mAh, 373500 mAh, 374000 mAh, 374500 mAh, 375000 mAh, 375500 mAh, 376000 mAh, 376500 mAh, 377000 mAh, 377500 mAh, 378000 mAh, 378500 mAh, 379000 mAh, 379500 mAh, 380000 mAh, 380500 mAh, 381000 mAh, 381500 mAh, 382000 mAh, 382500 mAh, 383000 mAh, 383500 mAh, 384000 mAh, 384500 mAh, 385000 mAh, 385500 mAh, 386000 mAh, 386500 mAh, 387000 mAh, 387500 mAh, 388000 mAh, 388500 mAh, 389000 mAh, 389500 mAh, 390000 mAh, 390500 mAh, 391000 mAh, 391500 mAh, 392000

Meßwertgeber

Christian Jäger

Der hier beschriebene Spannungsgeber (Bild 1) wurde für ein Prüfgerät entwickelt, mit dem Komponenten in Klimaregelungen getestet werden.

Das Gerät stellt Spannungen im Bereich ± 10 V zur Verfügung, die in 10-mV-Schritten einstellbar sind.

Die Versorgungsspannung des Gebers liegt im Bereich $\pm 18 \dots \pm 30$ V. Eine Spannungsstabilisierung erfolgt mit den Regler-ICs 78L15 und 79L15 auf der Geberplatine (Bild 2). IC 3 — Ref01EJ von Maxim — erzeugt die Referenzspannung von +10 V. Die Genauigkeit beträgt ± 30 mV. Mit dem Trimmer P1 kann die Ausgangsspannung der Spannungsquelle im Bereich ± 300 mV eingestellt werden.

Der Inverter IC 1 stellt den negativen Spannungszweig zur Verfügung. Beide Spannungen werden auf den Polarisumschalter der Dekade (Bild 3) geführt und von dort auf die Spannungsteiler.

Um die Teilerwiderstände der Dekade so wenig wie möglich zu belasten, wird die heruntergeteilte Spannung auf eine Verstärkerschaltung mit Komplementärzendstufe geführt. Bei Verwendung des LT1001 beträgt der Eingangswiderstand $100 \text{ M}\Omega$. Der Spannungsfolger IC4 kann im Bedarfsfall auch als Verstärker betrieben werden. Hierfür wird die 0Ω -Brücke durch einen Widerstand ersetzt und R_x bestückt ($V = R_B/R_x$). Die Widerstände R5 und R6 begrenzen den Ausgangsstrom auf etwa 20 mA.

Zur Dekade: Das Spannungsteilersystem ist eine Kelvin-Varley-Fineinstellungs-Dekade, bestehend aus 0,1-prozentige-

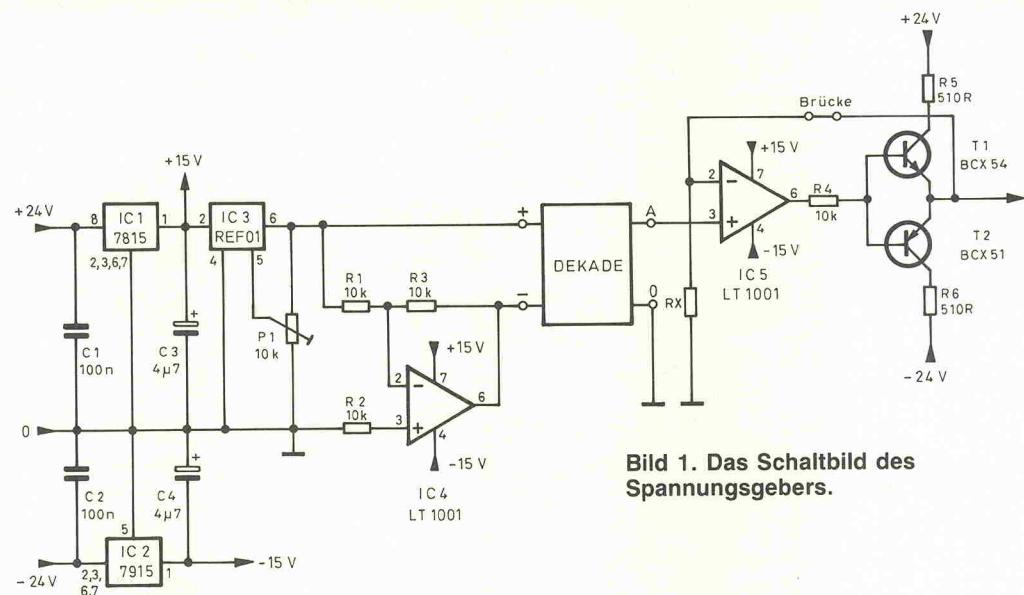
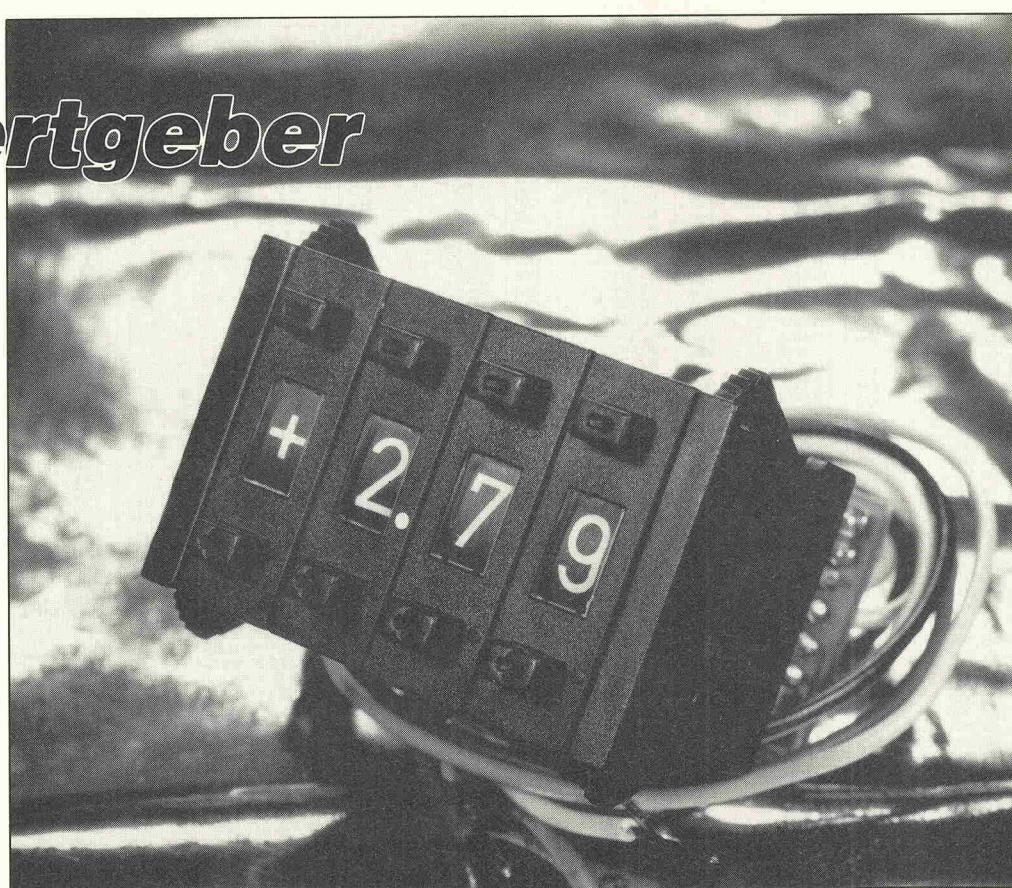
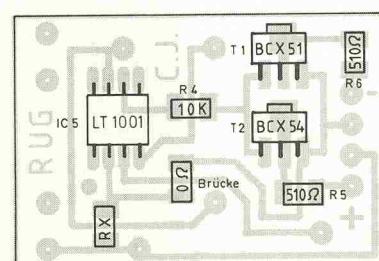
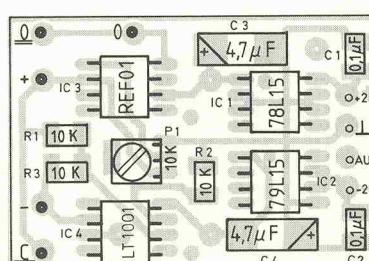


Bild 1. Das Schaltbild des Spannungsgebers.

Bild 2. Trotz SMT steht wenig Platz zur Verfügung, deshalb: Bestückung von beiden Seiten.



Stückliste

Halbleiter	
IC1	78L15 SO
IC2	79L15 SO
IC3	REF01
IC4,5	LT1001
T1	BCX54
T2	BCX51
Widerstände (Minimelf, 1%)	
R1,2,3,4	10k
R5,6	510R
R _x	s. Text
Kondensatoren	
C1,2	0μF
C3,4	4μF
Sonstiges	
1 Widerstandsschaltdekade,	
Hartmann	
1 Polaritätsumschalter zur	
Dekade	
1 Platine 'Spannungsgeber'	

gen, lasergetrimmten Widerstandsnetzen und entsprechenden Schaltern. Das Funktionsprinzip ist am Innenschaltbild der Dekade zu erkennen.

Platine und Dekade werden folgendermaßen verdrahtet: Vom Polaritätsumschalteran-

schluß 'C' eine Brücke nach Dekade 1 Anschluß 'C'. An die Anschlüsse '+' '-' und '0' der ersten 'Schalterscheibe' und am Anschluß 'A' der dritten Dekade wird die Platine angeschlossen. Wenn hier stabiler Draht verwendet wird, ist die Platine ausreichend befestigt. Die erste und zweite Dekade sind jeweils an den Anschlüssen A und 0 und B und C zu verbinden.

Auf der Platine befinden sich zwei zusätzliche Bohrungen für den Betrieb einer vierstelligen Dekade ohne ± -Umschalter. Diese Anschlüsse sind doppelt unterstrichen.

Bei den Komponenten sollte sehr auf Qualität geachtet werden. Für die 10 kΩ-Widerstände werden 1%-Minimelf empfohlen. Besonderes Augenmerk muß auch den Operationsverstärkern gelten. Die Offsetspannung sollte so gering wie möglich sein. Der LT1001 von Maxim hat eine maximale Offsetspannung von 15 μV und eine Temperaturdrift von 0,6 μV/°C.

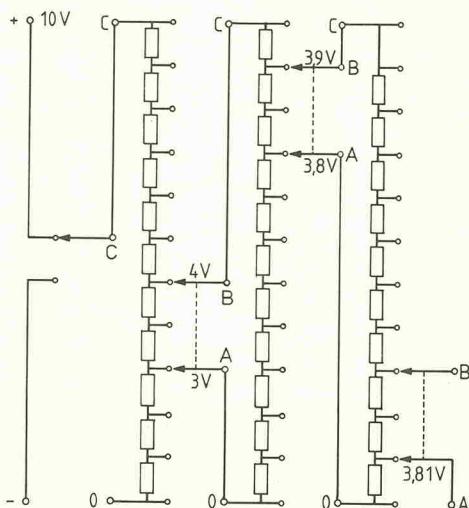
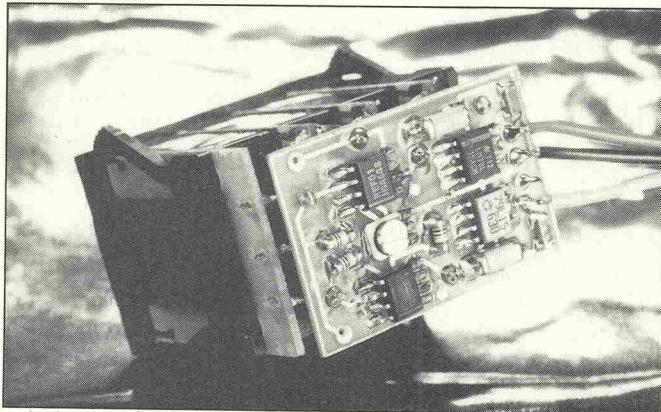


Bild 3.
Spannungsteiler
nach Kelvin-
Varley.

elrad 1989, Heft 7/8

BEL

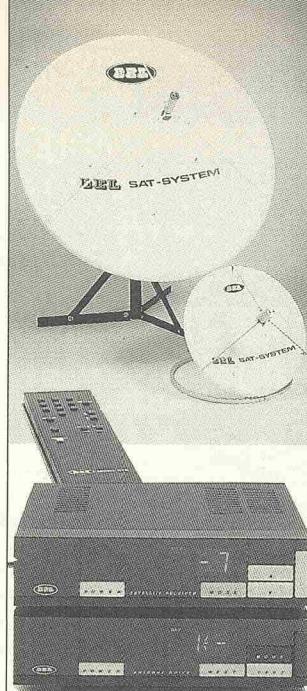
BEL-TRONICS

Satelliten erobern die Welt

Mit einem Satelliten-Empfangs-System von BEL-TRONICS bestimmen Sie selbst, was Sie sehen wollen.

Parabolantennen, Konverter, Receiver und Zubehörteile von BEL-TRONICS ermöglichen es Ihnen, jedes erreichbare Satellitenprogramm zu empfangen.

Wir unterstützen Sie beim Einstieg in die Satelliten-technik.



BEL-TRONICS GmbH

D-5100 Aachen

Roermonder Straße 594

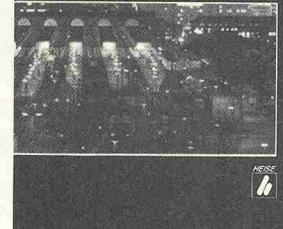
Tel.: 02 41/17 46 49 und 17 46 00

Fax: 02 41/17 48 34, Telex: 8329934

Effektvolle Modellbahn- steuerungen

Hans-Hubert Remer

Hp1-Fahrt frei
Selbstbauelektronik
für Modelleisenbahner



Dieses Buch bietet dem interessierten Modelleisenbahner den gezielten Einstieg in die Elektronik. In leichtverständlicher Form werden dem Leser die Kenntnisse der notwendigen Elektronikbauteile, des Lötvorganges und vollständiger Elektronikschaltungen vermittelt.

ELEKTRONIK

Broschur, 111 Seiten
DM 29,80/ÖS 232,-/sfr 27,50
ISBN 3-922705-36-7

In Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich.
36/14
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61



Die Buchkritik

Paperbacks zum Thema SMT

Speziell an den Entwickler von Elektronikschaltungen in Einzelstückzahlen — also hauptsächlich an den Hobby-Elektroniker — wenden sich die Autoren der hier vorgestellten preiswerten Fachschriften im Taschenbuchformat.



RIM SMD-Fibel

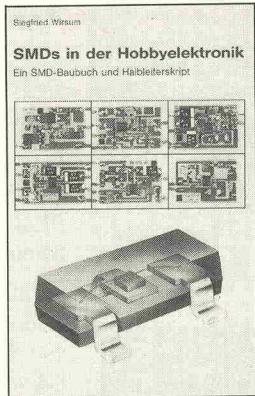
DM 5,— 64 Seiten
Radio-RIM GmbH,
Bayerstr. 25,
8000 München 2,
oder im
Elektronik-Fachhandel

Die RIM-Fibel gibt einen allgemeinen Überblick über fast alle Aspekte der SMT, angefangen bei den Bauelementen, ihren Abmessungen und Verpackungen, über Besonderheiten des Platinenlayouts bis hin zu wichtigen SMD-Werkzeugen.

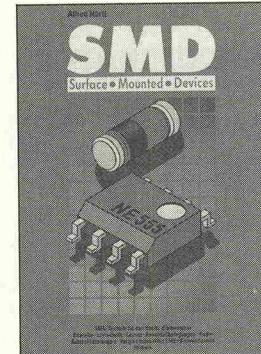
Siegfried Wirsum
SMDs in der Hobby-elektronik

DM 19,80
88 Seiten
Bezug über:
S. Wirsum,
Herzog-Stephan-Weg 23,
8011 Zorneding,
oder im
Elektronik-Fachhandel

Besonders hervorzuheben ist bei diesem Buch der ausführliche Abschnitt 'SMD-Halbleiter-Arbeitshilfe', eine ta-



bellarische Übersicht von SM-Halbleiterbauelementen, ihren wichtigsten Daten sowie ihren konventionellen Vergleichstypen. Weiterhin verdienen die praktischen Anwendungen — eine Zusammenstellung fertig ausgearbeiteter Bauanleitungen mit Platinenlayouts — besondere Erwähnung.



Alfred Härtl

SMD

DM 19,20
64 Seiten
Härtl Verlag
ISBN 3-9800725-2-5

Alfred Härtl gibt in seinem Buch der Beschreibung von Löttechniken — sowohl von Hand als auch industrielle Verfahren — einen breiten Raum. Auch diese Veröffentlichung glänzt mit einer ausführlichen Vergleichstabelle SMT/konventionell und einigen Bauanleitungen.

H. Reichel, M. Bleicher (Hrsg.)

SMT/ASIC System-integration

Hüthig Verlag
Heidelberg 1988
328 Seiten
DM 98,—
ISBN 3-7785-1617-5

In diesem Tagungsband werden die auf dem internationalen SMT-Kongress 1988 in Sindelfingen gehaltenen Vorträge wiedergegeben. Auf dieser Veranstaltung kamen Wissenschaftler und Fachleute zusammen, um Informationen über die neuesten Trends und Zukunftsperspektiven auf den Gebieten der Oberflächenmontagetechnik (SMT) und der Anwenderspezifischen Integrierten Schaltungen (ASIC) auszutauschen. Daher richtet sich dieses Buch in erster Linie an das Fachpublikum, das nicht selbst an dieser Veranstaltung teilnehmen konnte.

Der erste Teil des Buches widmet sich dem Thema Systemintegration. Man erfährt dort, was die Integration einer Europaplatine auf einem Chip für Vorzüge bietet, wo die Probleme liegen und wann sich das ganze wirtschaftlich und technisch vertreten lässt. Außerdem findet man Anwendungsmöglichkeiten der Hybridtechnik in der Automobilindustrie. Ein Vortrag über die Simulation von Schaltungen bei der Entwicklung von Großrechnern schließt diesen Abschnitt ab.

Das Thema SMT behandelt der zweite Teil des Buches. Dort geht es zunächst um das Layout von Leiterplatten, wobei man insbesondere auf EMV-gerechte Auslegung eingeht. Danach werden neue Substrate für die Oberflächenmontage- und Chip-On-Board-Technik vorgestellt und es wird über die Erfahrungen beim

Einsatz von neuen Materialien berichtet. Weiterhin ist zu erfahren, wie 3D-gespritzte Leiterplatten eine höhere Packungsdichte ermöglichen sollen und welche Verfahren und Anwendungsmöglichkeiten zum Heißprägen von Leiterbahnen existieren. Die Vorträge zum Thema Gehäuse widmen sich in erster Linie der Zuverlässigkeit bei hohen Beanspruchungen. Weiterhin findet man einiges zum Stand der Technik in der SMT-Bestückung, sowie zum Testen und Verarbeiten von hochintegrierten Bauelementen.

Weitere Themen sind der Einsatz von Expertensystemen zum Optimieren des Lötvorganges, der Ersatz des Löbens durch Kleben und die Verdrahlungsänderung und Reparatur von Keramiksubstraten.

Der dritte Teil des Buches behandelt das Thema ASIC. Zunächst werden allgemein der Stand der Technik und die Trends in diesem Bereich vorgestellt und über den Technologietransfer zwischen Industrie und Universitäten berichtet. Der nächste Abschnitt umfaßt Vorträge über neue Strukturen, wie ASICs mit Digital- und Analogfunktionen, Prozessoren als Standardzellen und High-Speed-Strukturen. Daneben wird über neue Entwurfswerzeuge und Methoden für programmierbare Logikbausteine und Kundenschaltungen berichtet. Abschließende Themen sind die Testmusterberechnung- und -Generierung, der testfreundliche Entwurf und die Testbarkeitsanalyse von integrierten Digital-schaltungen.

Wer sich jedoch beruflich mit der Produktentwicklung oder der Produktion elektronischer Baugruppen beschäftigt, für den kann die eine oder andere Information

aus diesem Band buchstäblich Gold wert sein.

jv



Rudolf Sautter
Leiterplatten mit oberflächenmontierten Bauelementen

Würzburg 1988
Vogel-Verlag
149 Seiten
DM 38,— ISBN
3-8023-0185-4

Rudolf Sautter stellt in seinem Buch die Grundlagen der Fertigung von SMD-Platinen vor, und er erweist sich dabei in jedem Kapitel als Kenner der Materie.

So ist auch nur ein Teil des Buches den Themen 'Bestücken und Löten' gewidmet, zu denen es ohnehin recht brauchbare Firmenschriften der Geräteindustrie gibt. Ein gewichtiger Teil des Buches beschäftigt sich dagegen mit den weniger publizierten Themen Entwurf, Aufbau und Herstellung des SMD-Leiterbildes. Der praktizierende Entwickler wird dabei begrüßt, daß nahezu alle gängigen Bauelemente mit ihren Maßen, Formen und Pin-Anordnungen aufgeführt sind.

Das Buch findet somit seinen Platz auf dem Tisch des Studierenden elektronischer und feinwerktechnischer Fächer ebenso wie auf dem Labortisch des Technikers und Layouters. hmo

Surface Mounted Devices

Gehäuse, Abmessungen und Kodierung von SMD-Komponenten

Standard-Gehäuse

Für die vor dem Hintergrund der vollautomatischen Bestückung von Leiterplatten entwickelte SMD-Technik ist die internationale Standardisierung von Abmessungen und Gehäusen der SMD-Komponenten von großer Bedeutung. Man ist zwar bis heute nicht in der Lage, für alle Komponenten standardisierte Gehäuseformen anzugeben; für häufig verwendete Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren und integrierte Schaltungen ist dies jedoch der Fall. In diesem Beitrag werden die standardisierten Gehäuse sowie deren Abmessungen vorgestellt.

- Rechteckförmige Gehäuse (Quader)

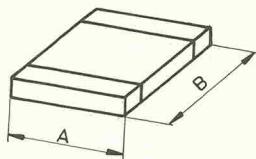


Bild 1. Grundform von Quadergehäusen.

Bauform	A (mm)	B (mm)	IEC-Norm
0805	1,25	2,00	x
1005	1,27	2,41	
1206	1,60	3,20	x
1210	2,50	3,20	x
1505	1,27	3,80	
1805	1,27	4,57	
1808	2,00	4,57	
1812	3,20	4,50	x
1825	6,35	4,70	
2220	5,00	5,70	x
2225	6,25	5,70	

Bild 2. Übersicht über die Abmessungen von elf standardisierten und genormten Quadergehäusen.

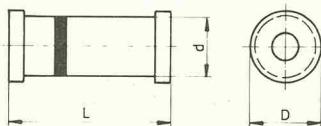


Bild 3. Grundform zylinderförmiger SMD-Gehäuse.

Passive Komponenten wie Widerstände und Kondensatoren sind in Quader-Gehäusen untergebracht. Bild 1 zeigt das allgemeine Format dieser Gehäuse. Der Träger ist an beiden Seiten mit verzinnten Anschlußflächen versehen, die sich über die gesamte Breite A des Baukörpers erstrecken.

Ein vierstelliger Ziffernkode gibt Auskunft über die absoluten Abmessungen des Quaders. Insgesamt existieren elf verschiedene Bauformen, von denen bis heute aber erst fünf durch das IEC ('International Electrotechnical Commission') in einer Norm erfaßt wurden. Die Abmessungen der elf Gehäuseformen sind in der Tabelle Bild 2 zusammengefaßt.

● Zylinderförmige Gehäuse

Bild 3 zeigt den Grundaufbau eines zylinderförmigen SMD-Gehäuses, das in erster Linie für Widerstände und Dioden verwendet wird. Das Gehäuse besteht aus einer kleinen, gläsernen Röhre, die mit zwei verzinnten Metallenden versehen ist. Die Abmessungen der vier genormten Gehäusebauformen sind tabellarisch in Bild 4 aufgelistet.

- MELF ist die Abkürzung von 'Metal Electrode Face Bounding'. Die Bezeichnung leitet sich aus dem Verfahren ab, mit dem die in diesem Gehäuse untergebrachten Bauteile hergestellt werden.

- SOD ist die Abkürzung für 'Small Outline Diode', was über-

Bauform	L (mm)	D (mm)
MELF	5,90	2,20
MINIMELF	3,60	1,40
MIKROMELF	2,00	1,27
SOD 80	3,50	1,60

Bild 4. Übersicht über die Abmessungen von vier standardisierten, zylinderförmigen Gehäusen.

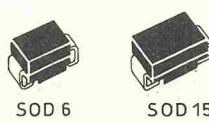


Bild 5. Zwei nicht standardisierte SOD-Gehäuse.

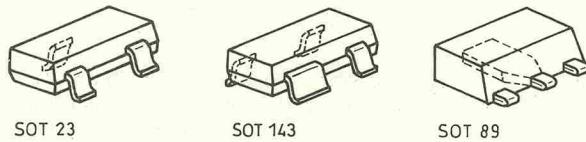


Bild 6. Drei SOT-Gehäuse für Transistoren und Dioden.

setzt soviel wie 'Diode mit kleinen Abmessungen' bedeutet. Anzumerken ist, daß neben den vier standardisierten zylindrischen Gehäuse-Bauformen einige nicht genormte Gehäuse existieren, die unter der Bezeichnung 'Tubular' zusammengefaßt werden. Mit Tubular-Gehäusen werden beispielsweise einige Reihen von Tantal-Kondensatoren angeboten.

● Sonstige SOD-Gehäuse

Außer im zylinderförmigen, standardisierten SOD-80-Gehäuse werden einige Diodentypen auch im SOD-6- und SOD-15-Gehäuse angeboten. Da diese Gehäuse (Bild 5) nicht standardisiert sind, sollte man beim Entwurf von SMD-Schaltungen derartige Bauelemente nach Möglichkeit meiden.

● SOT-Gehäuse

SOT ist das Kürzel für 'Small Outline Transistor'. Wie aus der Bezeichnung hervorgeht, werden in diesem Gehäusetyp vorwiegend Transistor-Chips untergebracht. Gelegentlich trifft man jedoch auch einige Z-Dioden in SOT-Gehäusen an. Zum Glück gibt es nur drei standardisierte Bauformen für SOT-Gehäuse, deren äußeres Erscheinungsbild aus Bild 6 hervorgeht. Die dazugehörigen Abmessungen sind in Bild 7 enthalten.

- Das Gehäuse der Bauform SOT-23 wurde bereits in der zweiten Hälfte der 60er Jahre eingeführt. Man verwendet dieses Gehäuse für Transistoren mit geringer Leistung sowie für Einzeldioden und Dioden-Paare. Die maximale Leistung, die ein solches Gehäuse verkraftet, beträgt 200 mW bei 25 °C.

- Die SOT-89-Bauform stammt aus den 70er Jahren. Solch ein Gehäuse verfügt über drei elektrische Anschlüsse, die in einer Reihe liegen. Der mittlere Anschluß läuft unter der gesamten Gehäuse-Ober-

fläche entlang, so daß ein guter thermischer Übergang zwischen diesem Anschluß und der Platine gewährleistet ist. So ist dieses Gehäuse in der Lage, eine Leistung von maximal 500 mW bei 25 °C umzusetzen.

- Die Bauform SOT-143 ist noch ziemlich neu. Wesentliches Merkmal dieses Gehäusetyps sind seine insgesamt vier Anschlüsse. Somit besteht auch die Möglichkeit, beispielsweise Brückengleichrichter

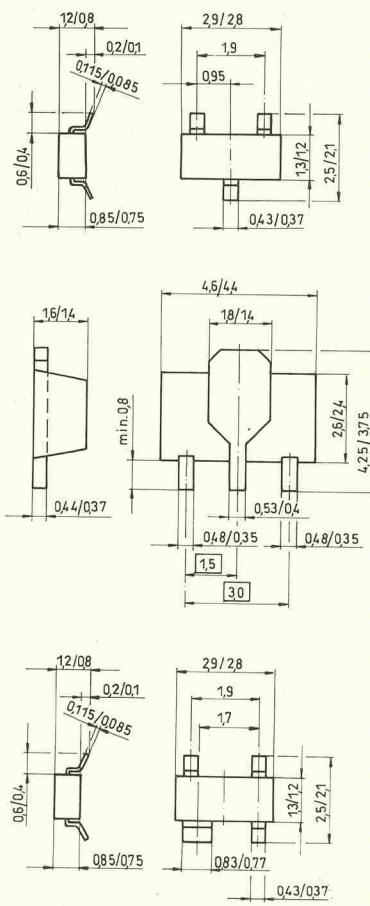


Bild 7. Abmessungen der drei SOT-Gehäuse.

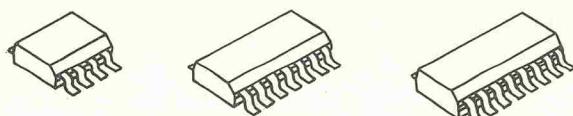


Bild 8. Die standardisierten SOIC-Gehäuse für relativ kleine integrierte Schaltkreise.

und MOS-FETs mit diesem Gehäuse zu versehen. Die Maximalleistung beträgt 400 mW bei 25 °C. Um die vier Anschlüsse identifizieren zu können, ist ein Anschluß etwas breiter ausgeführt.

Die Anschlußpins der drei Gehäusatformen sind in den Zeichnungen dieses Artikels absichtlich nicht numeriert. Der Grund dafür besteht darin, daß der breite Pin des SOT-143-Gehäuses bei Siemens mit 'Pin 3', bei Valvo mit 'Pin 1' und in einigen Übersichtskatalogen mit 'Pin 4' bezeichnet ist. Beim Entwurf einer Schaltung sollte man deshalb nicht von der Pin-Bezeichnung ausgehen, sondern stets das interne Schaltbild zugrunde legen.

● SOIC-Gehäuse

Die SOIC-Gehäuse, oft mit SO abgekürzt, bilden den Standard für integrierte Schaltkreise in SMD-Technik. Diese Gehäuse, die Bild 8 zeigt, haben im wesentlichen den gleichen Aufbau wie die bekannten DIL-Gehäuse, nur beträgt das Rastermaß in diesem Fall 1,27 mm. Die SOIC-Gehäuseform ist gar nicht so neu, wie es vielleicht den Anschein hat. Sie wurde bereits zu

Beginn der 60er Jahre von Philips (Valvo) vorgestellt, um ICs in Hybrid-Schaltungen unterzubringen. Das Volumen von SOIC-Gehäusen beträgt etwa 35% des Volumens äquivalenter DIL-Gehäuse.

SOIC-Gehäuse sind mit 8 bis 40 elektrischen Anschläßen lieferbar. Die Gehäusebreite variiert dabei zwischen zwei verschiedenen Werten: 4,0 mm und 7,6 mm. Im Gegensatz zu den DIL-Gehäusen liegt der Übergang zwischen der schmalen und der breiten Ausführung bereits bei der 16-Pin-Ausführung; dieses Gehäuse ist sowohl in einer 4,0-mm-Version als auch in einer 7,6-mm-Ausführung lieferbar. Die mit Pin 1 beginnende Anschlußreihe ist durch eine abgeflachte Ecke am Gehäuse gekennzeichnet.

In Bild 9 sind die Standard-Abmessungen eines (schmalen) SOIC-Gehäuses zusammengefaßt. Aus der Tabelle Bild 10 gehen Breite, Länge, Bezeichnung und JEDEC-Kode für die erhältlichen SOIC-Ausführungen hervor. Der JEDEC-Kode (SOT...) ist dabei diejenige Gehäusebezeichnung, die von der JEDEC ('Joint Electronic Device En-

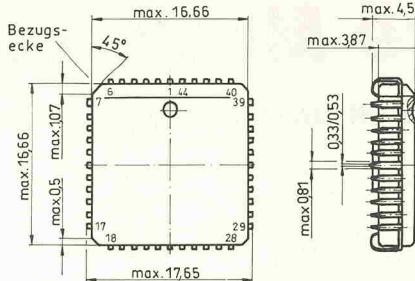


Bild 12. Abmessungen eines PLCC-44-Gehäuses.

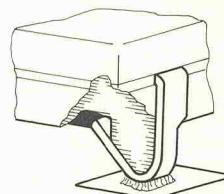


Bild 11. Detailzeichnung eines PLCC-Anschlusses.

gineering Council') weltweit genormt wurde.

Da ein IC mit 40 Anschläßen bei Verwendung des üblichen Rastermaßes immer noch zu groß ausfallen würde, hat man hier den Pinabstand auf 0,76 mm verringert. Aus diesem Grund werden diese Bausteine auch als 'Very Small Outline IC' oder kurz als 'VSOIC' bezeichnet.

● PLCC-Gehäuse

Der Einsatz von (V)SOIC-Gehäusen führt immer dort zu konstruktiven Problemen, wo in einem möglichst kleinen Gehäuse mehr als 40 elektrische Anschlüsse unterzubringen sind. Ein gravierender Nachteil ist, daß die Abstände zwischen dem Chip und den elektrischen Anschläßen zu groß werden und dadurch erhebliche parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten entstehen. Dieses Problem spielt insbesondere bei schnellen Digitalschaltungen eine erhebliche Rolle.

Deshalb wurden die sogenannten PLCC-Gehäuse ('Plastic Leaded Chip Carrier') entworfen: Bei diesen quadratischen Bausteinen sind die elektrischen Anschlüsse über alle vier Seiten des Gehäuses verteilt. ICs mit 20, 28, 44, 52, 68 und 84 Anschläßen sind in PLCC-Gehäusen erhältlich.

Im Gegensatz zu den bisher behandelten SMD-Gehäusen sind die Anschlüsse eines PLCC-Gehäuses nicht flach ausgeführt, sondern sie werden unter das Gehäuse gebo-

gen, wie in Bild 11 gezeigt ist. Derart verpackte Bauelemente liegen daher nicht flach auf der Platinen auf, sondern 'schweben' mehrere Millimeter darüber. Der Abstand zwischen den Anschläßen beträgt 1,27 mm. Die weiteren Abmessungen gehen aus der Zeichnung in Bild 12 und aus der Tabelle in Bild 13 hervor.

Die Kennzeichnung der Anschlüsse eines PLCC-Gehäuses erfolgt durch eine Bezugsecke in derjenigen Anschlußreihe, die auch Pin 1 enthält. Pin 1 liegt in der Mitte der links markierten Anschlußreihe. Häufig befindet sich in unmittelbarer Nähe von Pin 1 zusätzlich eine kleine Mulde an der Oberseite des Gehäuses.

● Spezielle Gehäuse

Neben den bereits angesprochenen SMD-Gehäusen existieren noch einige Varianten, die nahezu ausschließlich im professionellen Bereich verwendet werden:

– Die Bezeichnung LCCC steht für 'Leadless Ceramic Chip Carrier'. Diese Gehäuse ähneln der PLCC-Bauform, haben jedoch ein anderes, keramisches Basismaterial. Dieser Gehäusetyp wird dort verwendet, wo sehr hohe Ansprüche an die Zuverlässigkeit der Schaltung gestellt werden. Das Gehäuse ist hermetisch völlig geschlossen, die Kontakte bilden flache Winkel und sind an den vier Seiten des Gehäuses angebracht.

– Das Micropack-Gehäuse besteht aus einem sehr dünnen, hitzebe-

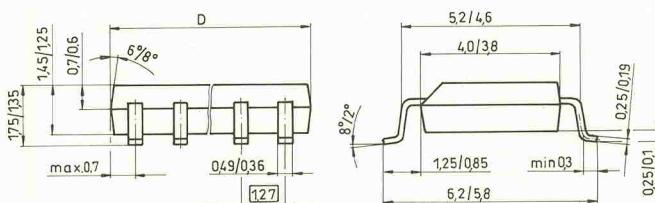


Bild 9. Die wichtigsten Abmessungen eines schmalen SOIC-Gehäuses.

Anschlüsse	Bezeichnung	Breite	Länge	JEDEC-Kode
8	SO 8	4,0 mm	5,00 mm	SOT 96A
14	SO 14	4,0 mm	8,75 mm	SOT 108A
16	SO 16	4,0 mm	10,00 mm	SOT 109A
16	SO 16L	7,6 mm	10,50 mm	SOT 162A
20	SO 20	7,6 mm	13,00 mm	SOT 163A
24	SO 24	7,6 mm	15,60 mm	SOT 137A
28	SO 28	7,6 mm	18,10 mm	SOT 136A
40	VSO 40	7,6 mm	15,50 mm	SOT 158A

Bild 10. Übersicht über die Bezeichnungen und Abmessungen von SOIC-Gehäusen.

Anschlüsse	Bezeichnung	Seitenlänge	JEDEC-Kode
20	PLCC20	9,04mm	
28	PLCC28	11,58mm	
44	PLCC44	16,66mm	SOT187
52	PLCC52	19,20mm	
68	PLCC68	24,33mm	SOT188
84	PLCC84	29,41mm	SOT189

Bild 13. Abmessungen und Bezeichnungen von sechs PLCC-Gehäusen.

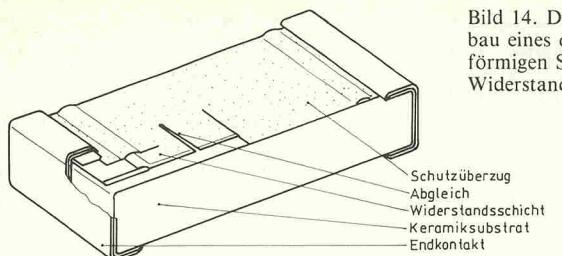


Bild 14. Der Aufbau eines quaderförmigen SMD-Widerstands.

ständigen Polyamid-Film ($127 \mu\text{m}$). In den Film werden Fenster gestanzt, die den Chip aufnehmen. Unter den Film wird eine Kupferfolie geklebt, aus der die Verbindungsleitungen zu den Anschlüssen herausgeätz werden. Nachdem der Chip mit der Kupferfolie verbunden ist, wird der Film an der Oberseite mit einer sehr dünnen Glasschicht bedeckt. In die Ränder der Glasschicht werden Löcher geätzt, so daß die Kupferstreifen der Kupferfolie zugänglich werden. Die Löcher werden durch Aufdampfen einer Lötzinn-Legierung gefüllt. So mit entsteht ein hermetisch vollkommen abgeschlossenes Gebilde. Die Verbindung mit dem Rest der Schaltung wird mit dünnen Golddrähten hergestellt, die auf die Zinnhügel aufgelötet werden.

Widerstände

● Im Quader-Gehäuse

Widerstände in Quader-Gehäusen lassen sich bei einer nicht automatisierten Bestückung problemlos verwenden, da sie dank ihrer flachen Oberfläche mit einer Saugpipette leicht zu plazieren sind. Sie rollen auch nicht weg, so daß diese Bauteile einfacher zu verarbeiten sind als MELF-Widerstände. Der Aufbau eines Quader-Widerstands ist in Bild 14 schematisch dargestellt.

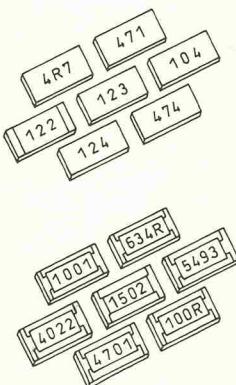


Bild 15. Beispiele für die kodierte Bezeichnung quaderförmiger SMD-Widerstände.

Das Substrat besteht aus einem hochwertigen Keramikmaterial auf Aluminiumoxid-Basis. Auf diesen Träger wird im Siebdruckverfahren der Widerstandsbelag aufgetragen. Dicke und Zusammenstellung der Schicht werden so gewählt, daß der resultierende Widerstand geringfügig unter dem gewünschten Wert liegt. Nachdem die Schicht getrocknet ist, vergrößert ein Laser die Weglänge des Leiters, bis der Widerstandswert innerhalb der Toleranz liegt. Abschließend wird der Belag mit einer Schutzglasur bedeckt. Die beiden inneren aus Nickel bestehenden Elektroden sorgen für einen ausgezeichneten elektrischen Kontakt zwischen der Widerstandsschicht und den Anschlüssen.

Die meisten Quader-Widerstände sind in Gehäusen der Bauform 1206 untergebracht. Sie sind mit $0,25 \text{ W}$ belastbar, und die maximale Spannung am Bauteil darf 250 V betragen. In dieser Form liefern die meisten Hersteller Widerstände mit Werten zwischen 1Ω und $10 \text{ M}\Omega$ aus den Reihen E12 und E24. Die Toleranzen betragen $\pm 5\%$ und $\pm 10\%$, der Temperaturkoeffizient liegt im Bereich $\pm 200 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$. Außerdem sind sogenannte Brücken erhältlich, die einen Widerstand von 0Ω aufweisen und mit einem Strom bis zu 2 A belastbar sind. Einige Hersteller liefern auch Präzisionswiderstände aus der Reihe E96 in Quader-Form mit einer Toleranz von 1% .

● Kodierung von Quader-Widerständen

Quader-Widerstände werden nicht durch Farbringe, sondern durch einen winzigen Ziffernaufdruck gekennzeichnet. Bild 15 zeigt einige Beispiele kodierter Widerstandsbezeichnungen.

Beim Widerstandskode muß zwischen normalen Widerständen mit einer Toleranz von 5% bzw. 10% und Präzisionswiderständen mit 1% Toleranz unterschieden werden:

Brücken haben den Aufdruck '000'. Bei normalen Widerständen mit Werten zwischen 1Ω und $9,1 \Omega$ hat der Kode die Form 'xRy'. Dabei steht x für die Ziffer vor dem Komma, y für die Ziffer hinter dem Komma. Die Kombination '4R7' kennzeichnet beispielsweise einen $4,7\text{-}\Omega$ -Widerstand. Die Bezeichnung der Widerstände im Bereich $10\dots91 \Omega$ hat die Form 'xyR'. x steht für die höchstwertige und y für die darauf folgende gültige Ziffer. Mit '12R' wird somit ein Widerstandswert von 12Ω bezeichnet. Bei Widerständen ab 100Ω wird die Kodierung 'xym' angewendet. Dabei steht x wiederum für die höchstwertige und Y für die nächste Ziffer. Die Ziffer m (der Multiplikator) gibt die Anzahl der Nullen an, die hinter die beiden angegebenen Ziffern gehängt werden müssen, um den Widerstandswert in der Einheit Ω zu erhalten. Zum Beispiel bezeichnet die Ziffernfolge '123' einen Widerstand mit 123Ω bzw. $12 \text{ k}\Omega$.

Für Präzisionswiderstände mit einem Wert bis 988Ω wird die 'xyzR'-Kodierung verwendet. Die Größen x, y und z stehen für die drei Stellen des Widerstandswertes. Der Ausdruck '634R' kennzeichnet also einen Widerstand mit 634Ω . Bei höherohmigen Widerständen hat der Aufdruck die Form 'xyzm', wobei x, y und z wieder die signifikanten Ziffern angeben und die m-Ziffer die Anzahl der folgenden Nullen. Die Kombination '5493' kennzeichnet also einen $549\text{-k}\Omega$ -Widerstand, die Ziffernfolge '1502' steht für 1500Ω bzw. $15,0 \text{ k}\Omega$.



Bild 16. Der Aufbau eines MELF-Widerstands.

● Widerstände im MINIMELF-Gehäuse

Widerstände in zylindrischen Gehäusen werden in Composite- oder in Filmtechnik gefertigt. Die Produktionsschritte sind dabei mit denen identisch, die auch bei der Fabrikation 'normaler' Widerstände mit Drahtanschlüssen Anwendung finden. In Bild 16 ist der schematische Aufbau eines Metallfilmwiderstands skizziert. Bei der Herstellung wird zunächst der Widerstandsbelag auf einen keramischen Träger aufgedampft. Danach trimmt ein Laser den Widerstand auf einen innerhalb des Toleranzbereichs liegenden Wert, indem eine Nut in die Widerstandsschicht eingefräst wird.

MINIMELF-Widerstände sind mit Werten zwischen 1Ω und $1 \text{ M}\Omega$ erhältlich. Die maximale Leistung beträgt $0,25 \text{ W}$, die maximale Betriebsspannung 200 V . Lieferbare Toleranzen sind $\pm 5\%$, $\pm 2\%$ und $\pm 1\%$, je nachdem, ob die Widerstände in der Reihe E12, E24, E48 oder E96 liegen.

● Kodierung von MINIMELF-Widerständen

Diese Bauteile sind in bekannter Weise durch vier oder fünf Farbringe kodiert. Da alle Farbringe die gleiche Breite aufweisen, wird die korrekte Reihenfolge dadurch festgelegt, daß zwischen dem letzten und vorletzten Ring ein etwas breiterer Zwischenraum vorgesehen wird.

● Trimmpotentiometer

Genauso wie in der Welt der 'großen Trimmpoti-Brüder' kann auch im SMD-Bereich von einer Standardisierung keine Rede sein — es existieren etliche verschiedene Ausführungsformen von Trimmpotentiometern. Da sich aber bei den 'großen' Komponenten die PV- und PH-Typen von Piher als Defacto-Standard durchgesetzt haben, wird wohl irgendwann auch bei den SMD-Trimmern ähnliches

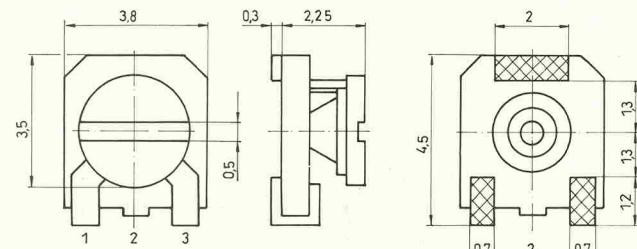


Bild 17. Abmessungen eines Trimmpotentiometers in SMD-Ausführung.

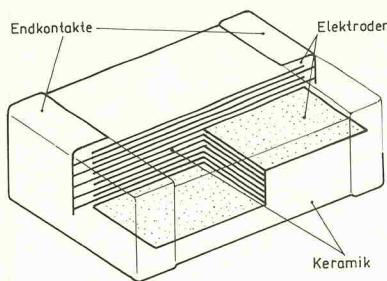


Bild 18. Der Aufbau eines keramischen Vielschicht-Kondensators.

geschehen. Der Kandidat für diesen Standard wird in Bild 17 vorgestellt.

Cermet-Trimmer sind mit Werten zwischen $100\ \Omega$ und $1\ M\Omega$ bei einer

NPO						
Größe C (pF)	0805	1206	1210	1808	1812	2220
0,47						
0,56						
0,68						
0,82						
1						
1,2						
1,5						
1,8						
2,2						
2,7						
3,3						
3,9						
4,7						
5,6						
6,8						
8,2						
10						
12						
15						
18						
22						
27						
33						
39						
47						
56						
68						
82						
100						
120						
150						
180						
220						
270						
330						
390						
470						
560						
680						
820						
1000						
1200						
1500						
1800						
2200						
2700						
3300						
3900						
4700						
5600						
6800						
8200						
10000						
12000						
15000						
18000						
22000						
27000						
33000						
39000						
47000						
56000						
68000						
82000						
100000						
120000						
150000						
180000						
220000						
270000						
330000						
390000						
470000						
560000						
680000						
820000						
1000000						

Bild 19. Übersicht über die SMD-Kondensatoren in Abhängigkeit von Gehäuse und Dielektrikum.

X7R						
Größe C (pF)	0805	1206	1210	1808	1812	2220
47						
56						
68						
82						
100						
120						
150						
180						
220						
270						
330						
390						
470						
560						
680						
820						
1000						
1200						
1500						
1800						
2200						
2700						
3300						
3900						
4700						
5600						
6800						
8200						
100000						
120000						
150000						
180000						
220000						
270000						
330000						
390000						
470000						
560000						
680000						
820000						
1000000						

man aber darauf achten muß, daß es keinen mechanischen Anschlag gibt. Man kann also den Schleifer auf dem kürzesten Weg von einem Widerstandsanschluß zum anderen durchdrehen, und zwar ohne mechanischen Widerstand. Die Kodierung entspricht dem bereits besprochenen 'xym'-System.

Kondensatoren

● Keramische Vielschicht-Kondensatoren im Quader-Gehäuse

Die Kapazität eines Kondensators hängt in erster Linie von seinen geometrischen Abmessungen ab. Daraus folgt, daß es unmöglich ist, für alle Kondensatorwerte ein Standardgehäuse vorzusehen. Die meisten Hersteller sind dazu übergegangen, den vollständigen Bereich zwischen 0,47 pF und 1,5 µF in fünf IEC-genormten Quadergehäusen anzubieten. Um einen derart großen Bereich abzudecken, werden verschiedene Dielektrika verwendet. Dabei gilt allgemein, daß die Abhängigkeit der Kapazität und des Verlustfaktors von Temperatur und Spannung zunimmt, wenn Kondensatoren mit verhältnismäßig großer Kapazität in kleine Gehäuse 'gepreßt' werden.

In Bild 18 ist der Schnitt durch einen keramischen SMD-Kondensator schematisch dargestellt. Der Kondensator besteht aus vielen, abwechselnden Lagen aus Dielektrikum und Elektroden. Das Dielektrikum bildet ein sehr dünner, keramischer Film, auf den die Elektroden durch Siebdruck aufgebracht werden. Die Filmlagen werden unter sehr hohem Druck zusammengepreßt; das entstandene Gebilde wird durch eine Folie geschützt. Die beim Zerschneiden der 'Kondensator-Stange' entstehenden Einzelteile werden anschließend mit Endkontakte versehen.

Die Tabelle in Bild 19 zeigt eine Übersicht über die Kapazitätswerte der Kondensator-Standardreihen NPO und X7R von Valvo. Die Toleranzen weisen einen Wert zwischen ±20% und ±5% auf, die maximale Spannung wird für beide Reihen mit 50 V angegeben. Der Temperaturkoeffizient beträgt für die NPO-Reihe maximal $\pm 120 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Die Kapazität der Kondensatoren aus der X7R-Reihe schwankt über dem Gesamttemperaturbereich um maximal ±15%.

ranzen weisen einen Wert zwischen ±20% und ±5% auf, die maximale Spannung wird für beide Reihen mit 50 V angegeben. Der Temperaturkoeffizient beträgt für die NPO-Reihe maximal $\pm 120 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Die Kapazität der Kondensatoren aus der X7R-Reihe schwankt über dem Gesamttemperaturbereich um maximal ±15%.

● Kodierung keramischer Kondensatoren

Hier kann man sich kurz fassen: Aus unerfindlichen Gründen werden diese Komponenten mit keiner Bezeichnung versehen. Bei der Montage von SMD-Kondensatoren ist daher ein Kapazitätsmeßgerät mit einer passenden Meßzange unentbehrlich.

● Tantal-Kondensatoren

SMD-Tantal-Kondensatoren sind mit Werten zwischen 0,1 µF und 100 µF für Spannungen zwischen 4 V und 33 V erhältlich. Da diese Komponenten nicht in Standard-Quader-Gehäusen untergebracht werden können, entwickelten die Hersteller eigene Gehäuse-Kreativitäten. Immerhin gehen alle Hersteller von einer rechteckigen Grundform aus.

Bild 20 zeigt den Schnitt durch einen Tantal-Kondensator. Als Basis dient eine rechteckige Anode aus sehr reinem, gesinterten Tantal. Diese Anode wird von einer sehr dünnen Oxidschicht umhüllt, die als Dielektrikum dient. Die Anode ist von einem festen Elektrolyten umgeben, der meistens aus Mangandioxid besteht. Der Elektrolyt ist wiederum von einer Kohlenstoff-Katode umgeben. Ein Epoxidharz mit relativ hohem Silberanteil stellt den elektrischen Kontakt zwischen Kohlenstoff und Kathodenanschluß her.

In Bild 21 sind Form und Abmessungen von Tantal-Kondensatoren der B45193-Reihe von Siemens zusammengefaßt. Den positiven Anschluß markieren — je nach Ab-

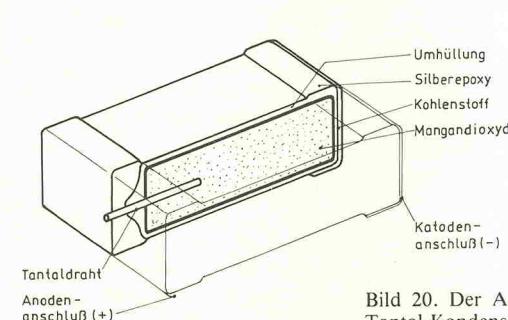


Bild 20. Der Aufbau eines SMD-Tantal-Kondensators.

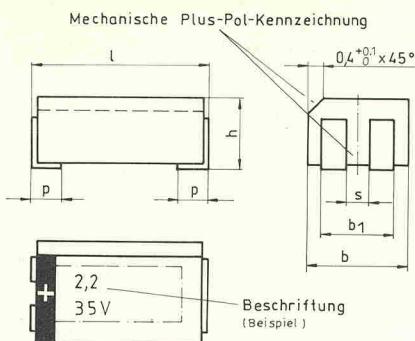


Bild 21. Gehäusegrößen von Tantal-Kondensatoren.

Gehäusegröße	Abmessungen (mm)					
	$l \pm 0,13$	$b \pm 0,25$	$h \pm 0,13$	$p \pm 0,25$	$b_1 \text{ min}$	s
A	4,57	2,55	1,77	0,75	1,9	0,6
B	4,57	2,55	2,57	0,75	1,9	0,6
C	8,13	4,55	1,77	1,25	3,3	1,0
D	8,13	4,55	2,57	1,25	3,3	1,0
E	8,13	4,55	4,97	1,25	3,3	1,0

messungen — ein weißes '+'-Zeichen in einem schwarzen Balken, ein zweiteilig ausgeführter Anschluß und/oder eine Schräge an der Oberseite des Gehäuses. Bild 22 zeigt eine tabellarische Übersicht der lieferbaren Werte und Spannungen mit den dazugehörigen Gehäusegrößen. Die Lebensdauer der Komponenten schätzt man auf 500 000 Stunden. Der Wert des

Leckstroms liegt zwischen $0,5 \mu\text{A}$ und $6,3 \mu\text{A}$, gemessen bei Belastung mit der Nennspannung U_N nach 5 Minuten bei 20°C .

● Kodierung von Tantal-Kondensatoren

SMD-Tantal-Kondensatoren werden — abhängig von Hersteller und Gehäusegröße — mit einem Aufdruck entsprechend dem bekannten

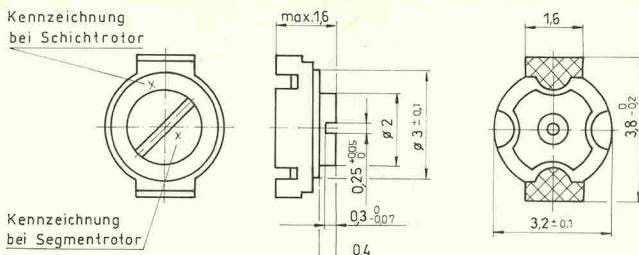


Bild 23. Abmessungen des SMD-Trimmkondensators Modell 3060.

'xym'-Kode oder mit einer von herkömmlichen Tantal-Elkos bekannten Bezeichnung versehen.

● Trimmkondensatoren

Auch auf dem Gebiet der SMD-Trimmkondensatoren wurde noch keine Standardisierung erzielt. Daher beschränkt sich diese Übersicht auf die Beschreibung der Eigenschaften des Modells 3060 von Stettner. Die Abmessungen sind in Bild 23 angegeben, eine Übersicht der angebotenen Werte und deren Farbkodierung folgt in Bild 24.

Die SMD-Trimmer weisen folgende Grunddaten auf: Isolationswiderstand $10^{10} \Omega$; maximale Spannung 25 V; Toleranz maximal $\pm 50\%$; Drehwinkel 180° ; Drift $\pm 2\%$, fünf Minuten nach dem Einstellen gemessen. Allerdings sind die SMD-Trimmkondensatoren nicht für Tauchlötz-Verfahren geeignet.

pedanz liegt zwischen $6,5 \Omega$ und 70Ω , und der Temperaturkoeffizient übersteicht Werte zwischen $-2,6 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ und $+12 \text{ mV}/^\circ\text{C}$.

● Typenbezeichnung von SOD-80-Dioden

Außer dem deutlich erkennbaren Katodenring wird man keine weitere Bezeichnung auf dem Gehäuse finden. Universalmeßgerät, Stromquelle und passende Meßzange sind daher unentbehrlich.

● Dioden und Dioden-Kombinationen im SOT-23-Gehäuse

Ursprünglich wurde die Gehäuseform SOT 23 für Transistoren entwickelt. Man setzt sie aber auch zum Unterbringen von einzelnen oder kombinierten Dioden ein. In Bild 26 sind einige häufig vorkommende Anschluß-Konfigurationen

Dioden und Dioden-Kombinationen

● Dioden im SOD-80-Gehäuse

Im Prinzip unterscheidet sich der Aufbau einer Diode im SOD-80-Gehäuse (Skizze: Bild 25) nicht wesentlich von dem einer Diode mit Drahtanschlüssen. Der Dioden-Kristall liegt zwischen zwei Metallstutzen, die von einer umpressten Glaskörper umgeben sind. Das Röhrchen ist an den Enden mit zwei verzinkten Anschlußkappen versehen. Die Katoden-Seite wird mit einem schwarzen Zeichen markiert.

Im SOD-80-Gehäuse sind hauptsächlich universell verwendbare Silizium-Dioden untergebracht. Der maximale Durchlaßstrom beträgt meistens 150 mA, die Sperrspannung liegt zwischen 75 V und 100 V, und die Sperrkapazität ist kleiner als 4 pF. Darüber hinaus werden auch vollständige Reihen von Z-Dioden mit Durchbruchspannungen zwischen 1 V und 51 V angeboten. Der empfohlene Strom beträgt 5 mA, die dynamische Im-

Kapazität (pF)	Farbpunkt
1...2,5	braun
1...4,5	weiß
1...6,0	blau
1...9,0	gelb
1...12,0	violett
1...15,0	orange
1...22,0	ohne

Bild 24. Kapazitätsbereich und Kodierung der 3060-Trimmkondensatoren.

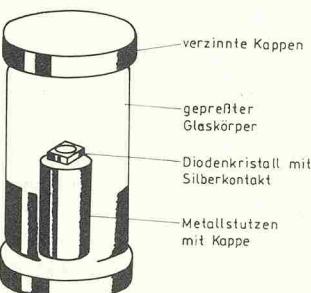


Bild 25. Aufbau einer Diode im SOD-80-Gehäuse.

Bild 22. Kapazität und Nennspannung bestimmen die Gehäusegröße von Tantal-Kondensatoren.

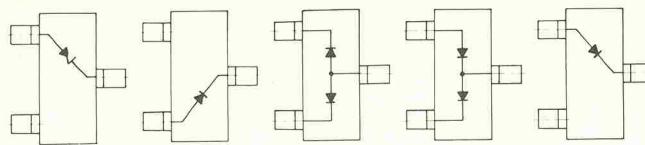


Bild 26. Anschlußbelegung von Einzeldioden und Diodenpaaren im SOT-23-Gehäuse.

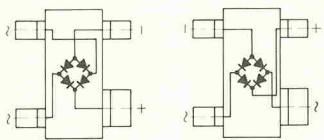


Bild 27. Anschlußbelegung von Brückengleichrichtern im SOT-143-Gehäuse.

skizziert. Eine Standardisierung ist in weiter Ferne, so daß man ein Universalmeßgerät oder einen Durchgangsprüfer bereithalten sollte. Zu allem Überfluß bringen verschiedene Hersteller sogenannte R-Typen ('Reverse') auf den Markt, bei denen der Anoden- und Katoden-Anschluß vertauscht sind. Dies kann zwar unter Umständen den Entwurf von Platinen-Layouts sehr vereinfachen, dient aber sicher nicht der Übersichtlichkeit.

● Brückengleichrichter im SOT-143-Gehäuse

In Bild 27 sind zwei häufig anzutreffende Pinbelegungen von Brückengleichrichtern im SOT-143-Gehäuse wiedergegeben. Glücklicherweise sind die Anschlüsse deutlich gekennzeichnet, so daß keine Unklarheiten auftreten. Die SMD-Gleichrichter liefern ungekühlt einen Strom von 0,5 A und sind für Wechselspannungen von 40 V, 80 V, 160 V und 250 V lieferbar.

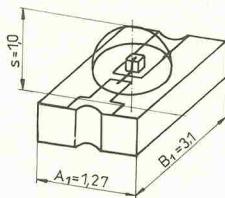


Bild 28. Gehäuse und Abmessungen von 'CERLED'-Leuchtdioden.

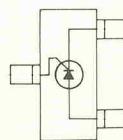


Bild 29. Anschlußbelegung von Thyristoren im SOT-23-Gehäuse.

● Fotoelektrische Dioden

Fotodiode und LEDs werden von den meisten Herstellern im SOT-23-Gehäuse geliefert. Daneben bieten verschiedene Hersteller noch sogenannte 'CERLEDs' an, deren schematischer Aufbau in Bild 28 gezeigt wird. Die kleine Linse auf dem Chip kann sowohl transparent als auch diffus sein. Farblich stehen alle von den 'normalen' LEDs her bekannten Farben sowie der Infrarot-Bereich zur Verfügung. Der Nennstrom beträgt 20 mA, die Lichtstrom liegt zwischen 20 mcd (rot) und 4,8 mcd (grün).

● Thyristoren im SOT-23-Gehäuse

Thyristoren geringer Leistung werden mit der in Bild 29 angegebenen Pinbelegung angeboten. Die Strombelastbarkeit beträgt etwa 100 mA bei Sperrspannungen bis 150 V. Die Anschlußreihenfolge scheint standardisiert zu sein. Triacs sind in den Angebotskatalogen zur Zeit noch nicht zu finden.

Transistoren

● Einzeltransistoren im SOT-23- und SOT-89-Gehäuse

Was die Anschlußbelegung von Bipolartransistoren, FETs und MOSFETs angeht, so existiert auf diesem Gebiet eine Absprache zwischen den Herstellern. Diese ist in Bild 30 grafisch zusammengefaßt. Man kann davon ausgehen, daß jeder Transistor, der in herkömmlicher Form (mit Drahtanschlüssen) auf dem Markt erhältlich ist, ohne technische Probleme auch in SMD-Form geliefert werden kann. Allein die Nachfrage der Industrie bestimmt, wie sich das Angebot entwickeln wird. Die Spezifikationen von SMD-Transistoren sind in großen Zügen mit denen ihrer 'normalen' Vorgänger identisch — mit Ausnahme der maximalen Leistung, die durch das relativ kleine SOT-Gehäuse begrenzt wird.

Es ist zu beachten, daß von verschiedenen Herstellern R-Typen angeboten werden, bei denen die Funktion des linken und rechten Anschlusses vertauscht ist. Dies vereinfacht das Leben eines Platins-

nen-Layouters ungemein. Erkennt man diese Transistorarten an dem 'R' im Anschluß an die normale Bezeichnung.

● Transistor-Kombinationen im SOT-143-Gehäuse

Verschiedene Hersteller bieten Transistorpaare im SOT-143-Gehäuse mit der in Bild 31 gezeigten Pinbelegung an.

● Kodierung von SMD-Transistoren

SMD-Transistoren werden durch eine Buchstaben-Ziffern-Kombination gekennzeichnet. Einen logi-

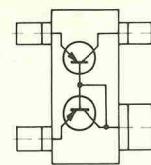


Bild 31. Anschlußbelegung eines Transistorpaars im SOT-143-Gehäuse.

schen Zusammenhang in der Zusammensetzung der Bezeichnung kann man beim besten Willen nicht erkennen. Darüberhinaus stellt sich das Problem, daß verschiedene Hersteller die gleiche Bezeichnung für zwei völlig verschiedene Transistorarten verwenden. So wird der Kode 'AC' sowohl für den BCX 51 im SOT-89-Gehäuse als auch für den BCW 60 C im SOT-23-Gehäuse verwendet.

Es würde zu weit führen, in diesem Übersichtsartikel alle Hersteller und alle Typen umfassende Konvertierungstabelle anzugeben. Daher sei an dieser Stelle auf Spezialliteratur bzw. auf die Datenbücher der Hersteller verwiesen.

Integrierte Schaltungen

Beim Thema 'ICs in SMD-Technik' kann man sich kurz fassen. Im Prinzip kann man ohne technische Probleme jeden Chip, der in einem gewöhnlichen DIL-Gehäuse untergebracht ist, genauso gut in einem SO-Gehäuse auf den Markt bringen. Auch hier gilt, daß ausschließlich die industrielle Nachfrage das Angebot bestimmt.

Die meisten Digital-ICs in TTL- und CMOS-Technik sind zur Zeit in SO-Gehäusen lieferbar. Für lineare Schaltungen gilt, daß neben den Standardschaltkreisen wie Operationsverstärkern und Komparatoren vorwiegend komplizierte Schaltkreise aus dem Consumer- und Telekommunikationsbereich zunächst in SO-Gehäuse 'eingepackt' werden. Der Grund liegt darin, daß die Hersteller diese Schaltungen für die automatische Bestückung ihrer eigenen Consumer- und Telekommunikationsgeräte benötigen.

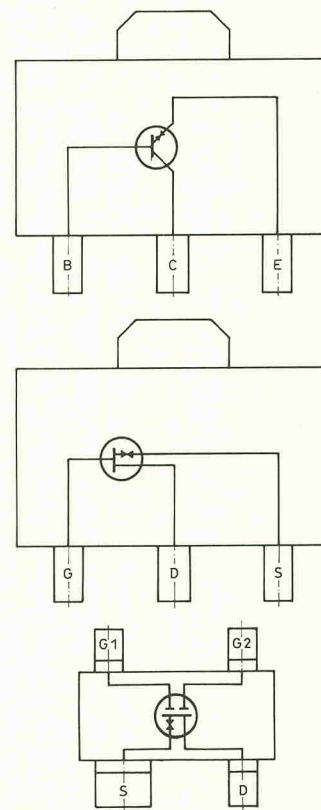


Bild 30. Übersicht über die Anschlußbelegungen von Transistoren.

Sonstige Komponenten

Zur Zeit existiert kaum ein elektronisches Bauteil, das nicht bereits in angepaßter, miniaturisierter Form für die SMD-Technik zur Verfügung steht. Da die Gehäuse dieser Komponenten allerdings (noch) nicht standardisiert sind, hat es keinen Sinn, in diesem Beitrag ausführlich darauf einzugehen.

Freie Wahl

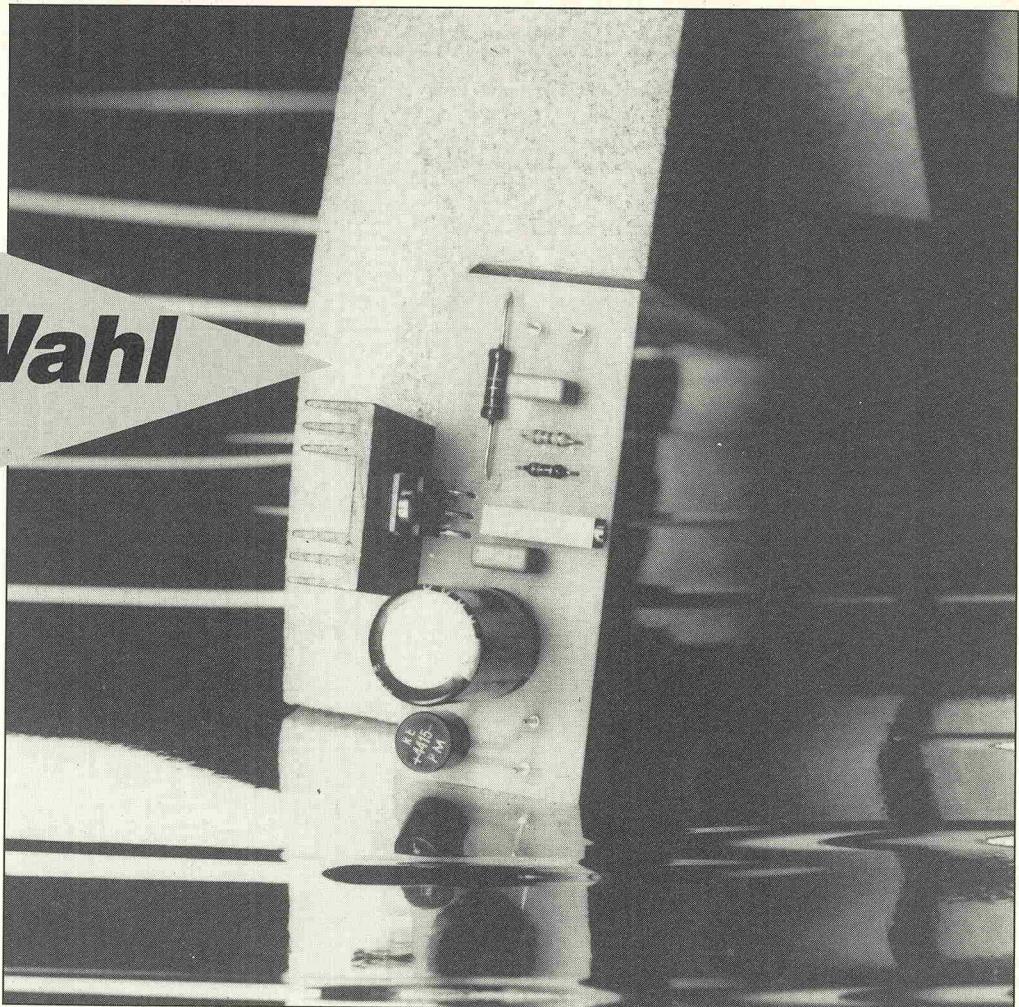
Ein Netzteil für alle Fälle

Wird eine konstante Spannung von beispielsweise 3,6 V benötigt? Oder eine von 13,7 V? Und soll die Strombegrenzung bei 0,25 A ansprechen? Oder bei 1,3 A? Null Problemo!

Für Geräte, deren Betriebsspannung quasi genormt ist, ist der Bau eines einfachen Netzteils kein Problem: Dreibein-Regler der 78er-Serie liefern fast jede gewünschte Spannung — aber eben nur fast jede. Spannungen mit 'krummen' Werten lassen sich mit ihnen kaum erzeugen. Und der Einsatzpunkt der Strombegrenzung ist von Haus aus auf einen festen Wert fixiert.

Mit dem Baustein L 200 steht hingegen ein Spannungsregler zur Verfügung, dessen Ausgangsspannung auf einen beliebigen Wert zwischen 2,85 V und 36 V eingestellt werden kann. Dabei bestimmt das Verhältnis zweier externer Widerstände die Höhe der Ausgangsspannung. Zudem legt ein zusätzlicher Widerstand die Ansprechschwelle der Strombegrenzung fest.

In Bild 1 ist das interne Blockschaltbild des Reglers L 200



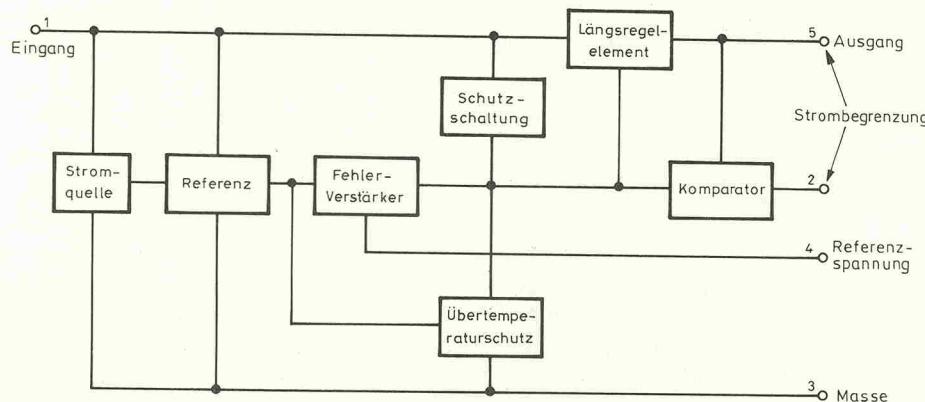
wiedergegeben. Der in einem Gehäuse mit fünf Anschläßen untergebrachte Chip verarbeitet Eingangsspannungen von maximal 40 V. Welchen Strom er maximal liefern kann, ohne überlastet zu werden, hängt von der Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung ab. Bei einer nicht allzu hohen Spannungsdifferenz kann man von einem Maximal-

strom in Höhe von 3 A ausgehen — darüber später mehr.

Eine ausgeklügelte Schutzschaltung stellt sicher, daß der L 200 auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen nicht überlastet wird. Der zusätzlich vorgesehene Temperaturschutz bewahrt den Baustein vor dem Hitzetod auch dann, wenn die zu verarbeitende Leistung zwar

relativ klein ist, eine ausreichende Wärmeabfuhr (beispielsweise wegen eines zu klein dimensionierten Kühlkörpers) jedoch nicht gewährleistet ist. Die wichtigsten Kennwerte des

Bild 1. Blockschaltbild des Spannungsreglers L 200.



Universelles Kleinnetzteil

Parameter	Testbedingungen	min.	typ.	max.	Einheit
I_d Ruhestrom (Pin 3)	$U_i = 20 \text{ V}$		4,2	9,2	mA
e_N Ausgangs-Störspannung	$U_o = U_{ref}$ $B = 1 \text{ MHz}$		80		μV
U_o Ausgangsspannung	$I_o = 10 \text{ mA}$	2,85		36	V
$\frac{\Delta U_o}{U_o}$ Ausgangsspannungs-Abweichung unter Last	$\Delta I_o = 2 \text{ A}$ $\Delta I_o = 1,5 \text{ A}$		0,15 0,1	1 0,9	%
$\frac{\Delta U_i}{\Delta U_o}$ Unterdrückung von Eingangsspannungsänderungen	$U_o = 5 \text{ V}$ $U_i = 8 \dots 18 \text{ V}$	48	60		dB
SVR Dynamische Unterdrückung von Eingangsspannungsänderungen	$U_o = 5 \text{ V}$ $I_o = 500 \text{ mA}$ $\Delta U_{iss} = 10 \text{ V}$ $f = 100 \text{ Hz}$	48	60		dB
ΔU_{i-o} Minimaler Spannungsabfall zwischen Pin 1 und Pin 5	$I_o = 1,5 \text{ A}$	$\Delta U_o \leq 2 \%$		2	2,5
U_{ref} Referenzspannung (Pin 4)	$U_i = 20 \text{ V}$	$I_o = 10 \text{ mA}$	2,64	2,77	2,86
ΔU_{ref} Temperaturkoeffizient der Referenzspannung	$U_i = 20 \text{ V}$ für $T_j = -25 \dots 125 \text{ }^\circ\text{C}$ für $T_j = 125 \dots 150 \text{ }^\circ\text{C}$		-0,25 -1,5		$\text{mV}/^\circ\text{C}$ $\text{mV}/^\circ\text{C}$
I_4 Bias-Strom (Pin 4)			3	10	μA
$\frac{\Delta I_4}{\Delta T \cdot I_4}$ Temperaturkoeffizient des Bias-Stroms (Pin 4)			-0,5		$\%/\text{ }^\circ\text{C}$
Z_o Ausgangsimpedanz	$U_i = 10 \text{ V}$ $I_o = 0,5 \text{ A}$	$U_o = U_{ref}$ $f = 100 \text{ Hz}$		1,5	$\text{m}\Omega$
U_{sc} Ansprechspannung der Strombegrenzung	$U_i = 10 \text{ V}$	$U_o = U_{ref}$	0,38	0,45	0,52
$\frac{U_{sc}}{\Delta T \cdot U_{sc}}$ Temperaturkoeffizient der Ansprechspannung			0,03		$\%/\text{ }^\circ\text{C}$
$\frac{\Delta I_o}{I_o}$ Laststrom-Ausregelung	$U_i = 10 \text{ V}$ $I_o = 0,5 \text{ A}$ $I_o = 1 \text{ A}$ $I_o = 1,5 \text{ A}$	$\Delta U_o = 3 \text{ V}$		1,4 1 0,9	%
I_{sc} Kurzschluß-Spitzenstrom		$U_i - U_o = 14 \text{ V}$ (Pin 2 mit Pin 5 verbunden)		3,6	A

Bild 2. Die wichtigsten Kenndaten des L 200.

L 200 sind tabellarisch in Bild 2 zusammengefaßt.

Wie aus dem Schaltbild des Universalkonstanters (Bild 3) ersichtlich, werden nur wenige externe Komponenten benötigt.

Bild 3. Der Spannungsregler stellt jede beliebige Ausgangsspannung im Bereich 2,85...36 V zur Verfügung.

Bild 4. Dimensionierung von R2a und R2b für einige Standardspannungen.

$U_o [\text{V}]$	3	4,5	5	6	7,5	9	12	15	18	24	30
$R_{2\min} [\Omega]$	40	470	614	900	1330	1760	2621	3481	4341	6061	7781
$R_{2\max} [\Omega]$	112	578	733	1044	1510	1975	2907	3839	4771	6635	8498

R_{2a}	33R	390R	560R	820R	1k2	1k5	2k2	3k3	3k9	5k6	6k8
R_{2b}	100R	220R	220R	470R	470R	1k0	1k0	1k0	1k0	2k2	2k2

spannung wird durch die Widerstände R1, R2a und R2b bestimmt. Mathematisch wird sie durch die Gleichung

$$U_o = U_{ref} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

beschrieben, wobei der Widerstand R2 die Summe aus R2a und R2b ist. Der Ausdruck U_{ref} umschreibt die interne Referenzspannung des Reglers; diese liegt im Bereich 2,64...2,86 V mit einem typischen Wert von 2,77 V. Da man einerseits normalerweise nicht die Ausgangsspannung U_o berechnet, sondern diese vorgegeben ist, andererseits einen der beiden Widerstände als konstant definieren kann (hier: $R_1 = 820 \Omega$), wird die Gleichung nach R2 umgestellt:

$$R_2 = R_1 \left(\frac{U_o}{U_{ref}} - 1 \right)$$

In der Tabelle Bild 4 sind die Widerstandswerte für einige Ausgangsspannungen aufgelistet. Die voneinander abweichenden Werte für $R_{2\min}$ und $R_{2\max}$ entstehen dadurch, indem in der oben genannten Gleichung zum einen der maximale, zum anderen der minimale Wert der Referenzspannung U_{ref} eingesetzt wird. Für den Festwiderstand R2a wird dann der zu $R_{2\min}$ nächstliegende kleinere Normwert gewählt; der Wert des Trimmers R2b richtet sich nach $R_{2\max}$:

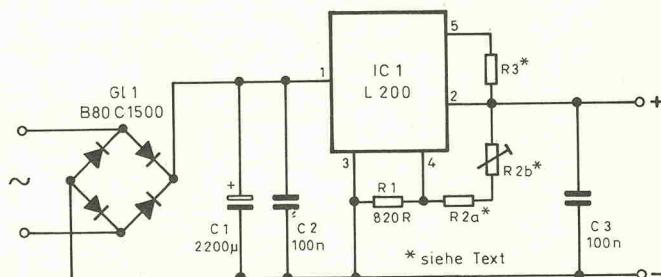
$$R_{2b} > R_{2\max} - R_{2a}$$

Dieser Weg der Dimensionierung für R2 stellt sicher, daß die gewünschte Ausgangsspannung U_o in jedem Fall mit R2b einzustellen ist, unabhängig davon, ob man ein L 200-Exemplar mit relativ hoher oder niedriger Referenzspannung 'erwischt'.

Der Widerstand R3 bestimmt die Ansprechschwelle der Strombegrenzung. Sobald an ihm eine Spannung (U_{sc}) in Höhe von 0,38...0,52 V (typisch: 0,45 V) abfällt, wird die Strombegrenzung aktiviert. Die Gleichung

$$I_{max} = \frac{U_{sc}}{R_3}$$

beschreibt den Zusammenhang zwischen Maximalstrom und Widerstand R3.



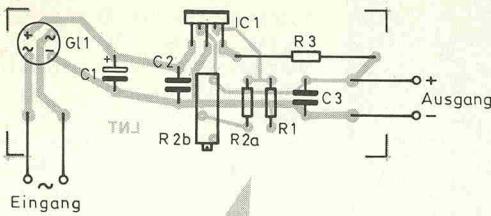


Bild 5.
Einziges
externes
Bauelement:
der Trafo.

Stückliste

R1	820R
R2a,3	siehe Text
R2b	Spindeltrimmer, siehe Text
C1	2200 μ /40V Elko
C2,3	100n
IC1	L 200 CV
Gl1	B 80 C 1500
1 Kühlkörper für IC1	
1 Platine 32 x 83 mm	

In Bild 6 ist der maximal entnehmbare Strom in Abhängigkeit von der Spannungsdifferenz $U_i - U_o$ aufgetragen. Die im Regler umgesetzte Verlustwärme muß in jedem Fall über einen Kühlkörper abgeführt werden, will man nicht Gefahr laufen, daß der chipinterne Übertemperaturschutz anspricht. In diesem Projekt darf der Maximalstrom allerdings einen Wert von $1,5 \text{ A}$ nicht übersteigen, da ansonsten der Gleichrichter Gl1 überlastet wird. Als Alternative bietet sich der Einsatz eines Gleichrichters mit einer höheren Strombelastbarkeit an.

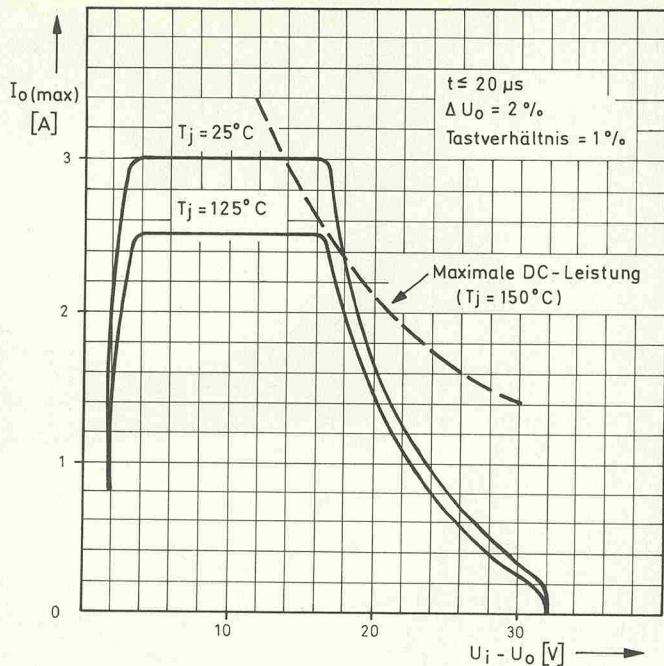
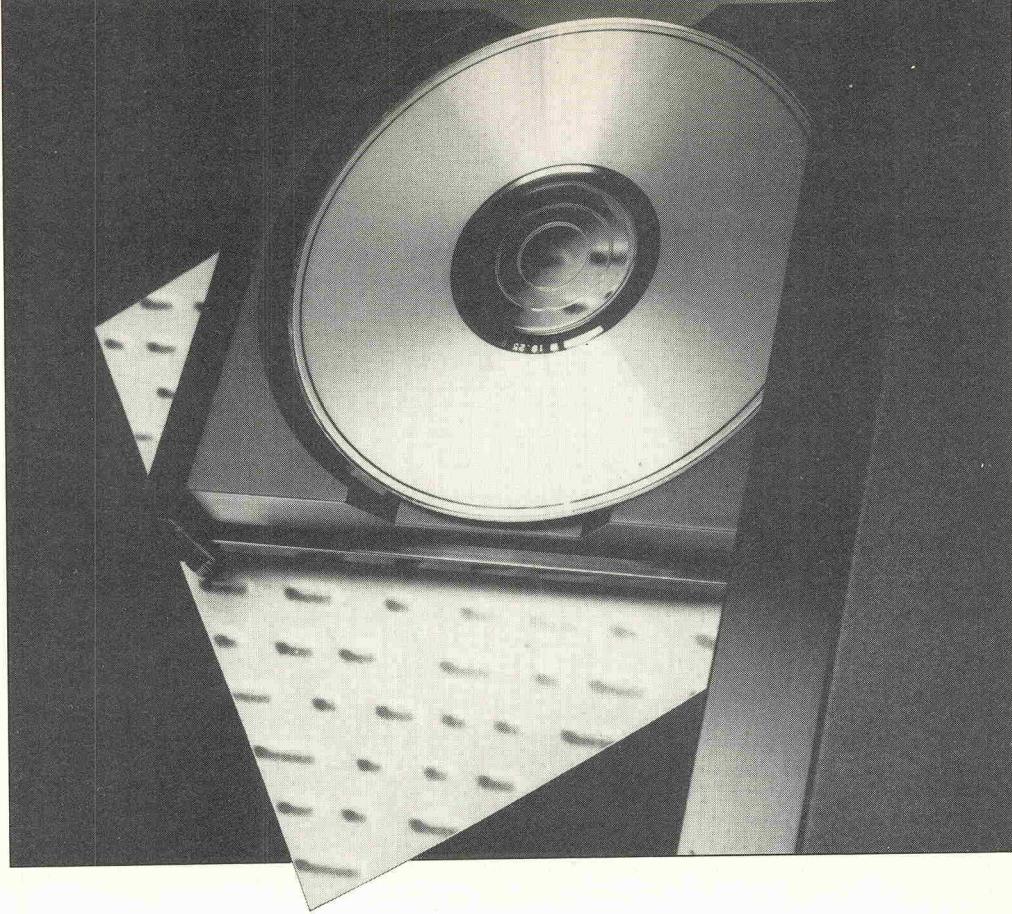


Bild 6. Der maximale Ausgangsstrom in Abhangigkeit vom Spannungsabfall am Regler.

Electronic am Wall

ROMAN ELECTRONIC Schützenstr. 7, 5468 St. Katharinen	Inh.: Volker Roman Tel.: 026 45/ 4992	EPROMS und SPEICHER: (zum Teil entstückt) 2708: 2716; 2732: 2764 je 4,00 DM 2718 4,50 DM 5115 4,50 DM 4164 120 ns NEU 18 Stück 98,00 DM je 2,00 DM	TRAFO'S UND NETZTEILE: Arl. 701 12-0V/2 A je 0,5 A + 9V 1,2 A + 16V 1 A 8,55 DM Arl. 750 Ringfern 45 V/2 A + 38 V/2 A + 25 V/1 A 17,10 DM Arl. 752 Ringfern 45 V/20 VA 22,80 DM Art. 8000 12V/2A mit 15W-Trafo komplett aufgeb. im Metallgehäuse für Print Made: 92x65x43 mm 22,80 DM Art. 1112 Steckernetzteil 35 V 80 mA 5,00 DM	LAUTSPRECHER: Isophon Industrietypen Ballspulenlautsprecher: Art-Nr. Watt Durchm. Qts Vsc Fs Preis 8101 100 30 cm 0,37 280 24 51,30 DM 8102 80 25 cm 0,43 148 27 29,80 DM 8103 50 18 cm 0,65 27 57 14,40 DM 8104 50 12 cm 0,80 28 67 22,80 DM Art. 8022 Kaltfette 38 mm 100 Watt 22,80 DM Höchtlauter: Art. 8301 Kalotte 25 mm 100 Watt 14,40 DM Art. 8302 Kalotte 20 mm 100 Watt 14,40 DM Art. 8303 Phillips-Kalotte 25 mm 100 W 14,40 DM Lautsprecher für Schalldeckel: Art. 2-Wege Stereo 69,00 DM Art. 8190 2x 12 cm Bass + 2x Hochtonkalotte 5,70 DM Breitbandlautsprecher: Art. 8391 Valvo 5780 10 Watt mit HT-Kegel 5,70 DM Art. 8392 Minif 8 cm 32 Ohm 1,80 DM Übrigens: In unserer Liste finden Sie Lautsprecher ab 0,80 DM
VERSTÄRKER:				
Art. 012 Stereo Endstufe 2x50W 2x50 W sin. Einstellungsregler, d.h. Vorstellen 34,20 DM				
Art. 014 Stereo Endstufe 2x50W 2x50 W sin. Kuklikörper, Einschaltz. 2x50 W musik 48,95 DM				
Art. 015 Stereo Verstärker 2x50 W musik ST 443 incl. RTR, Netzteil, Schalter, Polis # 34,20 DM				
Art. 016 DLE 2x5 165 Leds für Auto 8,55 DM				
Art. 0152 Stereo Aussteuerungskreis inkl. Art. 015 wie Art. 015 jedoch 2x15 Watt 23,00 DM				
Art. 017 wie Art. 015 jedoch 2x20 W - Kühlkörper # 28,50 DM				
Art. 013 Endstufenplatine o. Endtrans. 2x50 W sin. # 17,10 DM				
Art. 061 Vorverstärker Platine mit Slach Equalizer, d.h. eing. Mic. Tape, Phono, Kopfhörerausgang, verarbeitet für Fernbed., incl. Netzteil o. Trafo # 39,90 DM				
TUNERAUTBAUTEILE:				
Art. 0852 Tunerbaustein UKW Stereo/MW/LW anschlußfähig für Art. 015, 016, 017 d.h. jahrl. # 8,55 DM				
Art. 0853 Art. 0852 jed. 4 Stationen. Potabstimmung # 17,10 DM				
Art. 0854 Antennenelemente 1,8 m, 1,5 m, 1,2 m, 1,0 m, 80 cm, dunkle Frontblende, Farbenkreuzanteile, Stationenstationen # 57,00 DM				
Art. 0851 Digital-Tunerplatine 30 Spotscher, mit Akku, Spitzengqualität, ohne Display # 28,50 DM				
RECORDER:				
Art. 9907 Recorderplatine, Dab-Stereo, Bandsortenauswahlschalter, Paus., Reset, d.h. Transistor 8,55 DM				
Art. 99071 LED VU zu Art. 9907 2x5 LEDs - 19-Pin # 8,55 DM				
Art. 99011 Recorderplatine zum Umlauchschneiden, mit Köpfen, Motoren etc. 3 Stück 5,70 DM				
RECORD-PLAYER:				
Art. 9907 Röhren Plattenspieler, Dab-Stereo, Bandsortenauswahlschalter, Paus., Reset, d.h. Transistor 8,55 DM				
Art. 99071 LED VU zu Art. 9907 2x5 LEDs - 19-Pin # 8,55 DM				
Art. 99011 Recorderplatine zum Umlauchschneiden, mit Köpfen, Motoren etc. 3 Stück 5,70 DM				
COMPUTER:				
Art. 851 Festplatte 5 MB Bull D505 50,00 DM				
Art. 853 Barcodedeskiff 79,00 DM				
VERSCHIEDENES BAUTEILE:				
Art. 413 LM 517 T08 1,50 DM				
Art. 414 LM 2717 T03 2,00 DM				
Art. 201 IIRF 9130 MOS-FET 3 8,55 DM				
Art. 202 BUZ 24 Fet T03 17,10 DM				
Art. 203 TIP 31A 0,50 DM				
Art. 204 TIP 141 1,00 DM				
Art. 205 TIP 147 0,50 DM				
Art. 206 2 SC 1925 1,00 DM				
Art. 207 800V1400 10 Stück 4,00 DM				
Art. 208 BU 508 A 2,00 DM				
Art. 210 BU 231/1200 1,00 DM				
Art. 551 Stereo Poti 2x 100K 2,00 DM				
Art. 301 DIP Relais für NF 12V 2x um 2,00 DM				
Art. 302 Relais 220V x 2 um je 220V/15A 8,55 DM				
Art. 401 2x 4V 4x 2V 4x 2A 3,00 DM				
Art. 450 Schuko Netzteil 240x 10 Stk. 1,00 DM				
Art. LF 347 SMD 1,00 DM				
Art. 8011 Uhrenmodul mit Summer 220V 9,80 DM				
Art. 150 Papst-Lüfter Metallo 80x220x 214,40 DM				
Art. 161 BN Winkelstecker 3,00 DM				
Art. 682 Becherleiter Siemens 22000/40V 17,10 DM				
Art. 7408 200V auf Kuhleibach 3 Stück 2,00 DM				
Art. 122 Drossel 220x 10' 2x 220V Print 2,00 DM				
Art. 122 Drossel 220x 10' 2x 220V Print 3,00 DM				
Art. 91 Motor 220V 230V 240V 4,00 DM				
BECHERLEIKOM mit Schraubanschluss:				
Art. 603 Rote 3300/100V 17,10 DM				
Art. 684 Siemens 2200/63 2 Stück 8,55 DM				
Art. 685 Frako 1000/100V 2 Stück 5,70 DM				
Art. 6810 Becher 3300/40V 22,80 DM				
Art. 6811 Becher 1400/10V 7,50 DM				
LED-VU Meter:				
Art. 031 2x9 LED's mit Montagrahmen, Beleuchtung # 19,50 DM				
Art. 032 2x12 LED's ohne Montagrahmen 11,40 DM				
Info-Box: # = mit Schaltplan Fordern Sie unsere Sonderlisten an.				
All Art. aus Restposten. Lieferung solange Vorrat reicht. Versand per Nrn, zuzügl. Porto und Verpackung. Die Lieferung aller Artikel erfolgt zu unseren Liefer- und Zahlungsbedingungen.				



Das CD-System

Der Compact Disc auf die Pits geschaut (1)

Jos Verstraten

Das System der Compact Disc ist durch außerordentlich komplexe Bearbeitungen des digitalen Audiosignals gekennzeichnet, über die in Veröffentlichungen bisher nur wenig bekannt geworden ist.

Mit einem in mehrere Folgen gegliederten Beitrag kommt erlad dem Wunsch vieler Leser nach, die Technik des CD-Systems auf angemessen hohem Niveau ausführlich darzustellen. Der vorliegende erste Teil bringt zunächst einen allgemeinen Überblick des Gesamt-systems. Die weiteren Folgen beschäftigen sich mit der Diskette — Eigenschaften und Herstellung — sowie detailliert mit der komplexen Codierung des Audiosignals. Schließlich wird, soweit diese Dinge inzwischen als gesichert gelten können, über die Leistungsgrenzen des CD-Systems berichtet: über Verzerrungen und andere Störfaktoren sowie über Wirksamkeit und Einflüsse der Fehlerkorrektur.

Das von Philips und Sony entwickelte Compact-Disc-System wurde 1983 eingeführt und soll die analoge Langspiel-Schallplatte als Schallkonserve ersetzen. Für CDs wird neben dem Farbfernsehen eines der komplexesten elektronischen Verfahren angewendet, das jemals für den Consumer-Markt entwickelt wurde. Inzwischen läßt sich feststellen, daß sich das CD-System durchgesetzt hat; letzte Zweifel sind ausgeräumt, seit die optische Datenspeicherung nun auch das magnetische Verfahren im Bereich der Computer-Technik verdrängt.

Der Übergang von der analogen LP auf die digitale CD ist ein tiefgreifender technischer Einschnitt. Die beiden Techniken haben lediglich folgende Gemeinsamkeiten: Reproduktion von Schallinformationen, wobei die Speicherung in einer Spiralspur auf bzw. in einer sich drehenden Scheibe erfolgt. Dabei ist vom technischen Ge-

sichtspunkt allerdings nicht die digitale Informationsspeicherung an sich der entscheidende Schritt: Die Computer-Diskette arbeitet längst damit. Auch mag die optische Abtastung des Informationsträgers erhebliche Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Systems haben, doch stellt auch dieses Verfahren keine Neuerung im Sinne digitaltechnischer Prinzipien dar.

Der fundamentale Unterschied zu bisherigen digitalen Aufzeichnungsverfahren besteht beim CD-System vielmehr in der komplexen Vorbereitung (Codierung) des digitalen Audiosignals vor der Aufzeichnung auf dem Datenträger. Bei der Computer-Diskette werden die Informationen in einen seriellen Datenstrom umgesetzt und gespeichert. Im CD-System hingegen unterliegen die digitalen Daten, die das Audiosignal repräsentieren, zunächst einer Bearbeitung in sieben Code-Umsetzer-Stufen. Die Rückwandlung des bei der Abtastung im CD-Spieler entstehenden Bitstromes in „gewöhnliche“ serielle Daten für den D/A-Umsetzer erfordert komplizierte mathematisch-logische Bearbeitungen des Abtastsignals, die selbstverständlich prozessorgestützt ablaufen.

Die komplexe Signal-Codierung ermöglicht neben der langen Spieldauer auch eine automatische Korrektur der bei der Wiedergabe auftretenden Abtastfehler („Lesefehler“). Die Signalstruktur der CD läßt darüberhinaus die Aufzeichnung zusätzlicher, beliebiger Informationen zu.

Hier noch einmal detaillierter der Inhalt der einzelnen Folgen dieses Beitrags nach dem derzeitigen Planungsstand:

- Übersicht des CD-Systems (nachfolgend)
- Das Medium: Herstellung und materielle Eigenschaften der Compact Disc.
- Die Codierung des Audio-Signals: ausführliche Darstellung der digitalen Bearbeitung, die das in der Compact Disc zu speichernde Bitmuster erzeugt.
- Die optische Abtastung: Darstellung der Abtastsysteme, die aus dem gespeicherten Bitmuster der Compact Disc ein elektronisches Signal erzeugen.

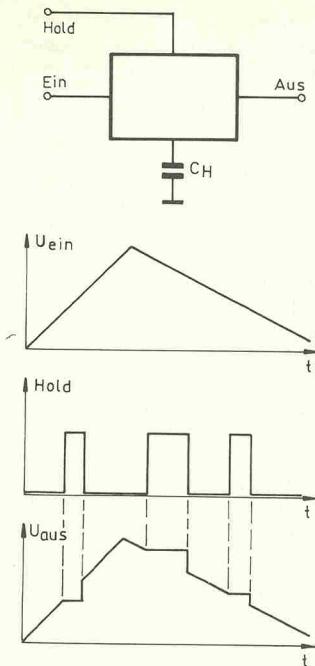


Bild 1. Signale kommen und gehen. Manchmal will man sie festhalten: Sample & Hold.

● Signalbearbeitung bei der Wiedergabe: Die Schaltungen, die das vom Abtastsystem gelieferte Bitmuster in ein analoges Audiosignal umsetzen.

Von analog nach digital...

Zunächst erfolgt in bekannter Weise — in zwei Phasen — die Umsetzung von analog nach digital. In der ersten Phase „Sample and Hold“ (S&H) wird der momentane Betrag der Signalspannung elektronisch gesichtet (gemustert) und in einem Speicher kurz fixiert.

Bild 1 illustriert dies am Beispiel einer Eingangsspannung mit sägezahnförmigem Verlauf. Ein an anderer Stelle in der Schaltung generiertes Hold-Impulssignal bewirkt, daß ein Kondensator C_H mit geringer Kapazität auf den jeweiligen Momentanbetrag der analogen Eingangsspannung geladen wird. Am Ausgang der S&H-Schaltung stehen nacheinander die gemusterten Momentanwerte; die Zeit, in der ein Momentanwert dort verfügbar ist, entspricht der Zeitspanne des Hold-Impulses.

Die Zahl der je Zeiteinheit zur Verfügung gestellten Muster wird als Abtast- oder Sample-

Frequenz bezeichnet, sie ist die erste wichtige Kenngröße eines A/D-Umsetzers. Je höher die Sample-Frequenz ist, um so genauer repräsentieren die aufeinanderfolgenden Muster das ursprüngliche Signal.

In der zweiten Phase findet die Umsetzung der Musterwerte in digitale Datenwörter statt. Bild 2 zeigt dies am Beispiel einer sinusförmigen Eingangsspannung, von der während einer Periode 20 Muster genommen werden. Der A/D-Wandler erzeugt für jedes Muster ein individuelles Datenwort.

Die Zahl der Bits, aus denen die Datenwörter bestehen (Wortbreite), ist die zweite wichtige Kenngröße des Systems. Je größer die Wortbreite ist, um so genauer werden die gemusterten Analogspannungen durch die Datenwörter repräsentiert; man spricht hier auch von der Auflösung.

Das CD-System arbeitet stereophonisch. Das zu verarbeitende Signal besteht aus zwei Spannungen (für die beiden Kanäle links und rechts). Von jeder der beiden Spannungen werden je Sekunde 44 100 Muster genommen und in 16-Bit-Datenwörter umgesetzt. Durch einfache Multiplikation von Samplefrequenz, Wortbreite und Kanalzahl ergibt sich die Zahl von 1 411 200 Bit, die auf der Compact Disc je Sekunde Spielzeit gespeichert werden muß.

Eine weitere eindrucksvolle Zahl, die vielleicht das Fassungsvermögen einiger Mitmenschen, nicht aber das der CD übersteigt, läßt sich durch einige einfache Überlegungen gewinnen: Bei einer mittleren Drehzahl von 300 U/min und einer mittleren Spurlänge je Umdrehung von rund 300 mm muß die oben angegebene Anzahl von ca. $1,4 \cdot 10^6$ Bit auf einer 1 500 mm langen Spur untergebracht werden; für jedes Bit steht somit eine Strecke von 0,0011 mm, also rund 1 μm zur Verfügung!

Die erforderliche enorme Informationsdichte der CD ist einer der Gründe dafür, daß die bei der A/D-Wandlung erzeugten Ursprungswerte nicht unmittelbar, sondern erst nach umfassender Umcodierung auf den Datenträger gebracht werden.

Die Notwendigkeit einer hohen Sample-Frequenz soll hier anschaulich begründet werden. Leser, die mit dem Abtast-Theorem vertraut sind, mögen diesen Abschnitt übergehen.

Beim Abspielen einer Compact Disc entsteht zunächst ein Datenstrom, aus dem eine im CD-Spieler enthaltene Elektronik die Ursprungswerte errechnet. Diese gelangen auf einen D/A-Wandler, der ein analoges Signal erzeugt. Dieses stellt sich als eine Folge von diskreten Spannungen dar, so daß ein treppenförmiger Verlauf mit einzelnen Stufen entsteht. Im Prinzip entspricht dieses Signal demjenigen, das auf der Aufnahmeseite am Ausgang der S&H-Schaltung stand. Ein scharf begrenzender Tiefpass entfernt die höheren Frequenzen und sorgt somit für eine Verrundung der Treppenstufen: Es entsteht — bei idealer Betrachtung — das ursprüngliche Analogsignal.

Bild 3 zeigt einige Perioden einer sinusförmigen Signalspannung, deren Frequenz im hörbaren Bereich liegen soll. Zu den gekennzeichneten Zeiten werden Muster des Signals genommen, die Sample-Frequenz ist im Beispiel also geringer als die Signalfrequenz. Der untere Teil der Grafik zeigt die treppenförmige analoge Spannung,

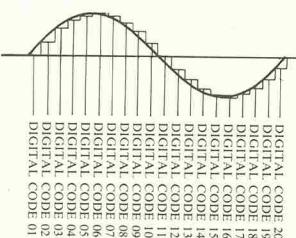


Bild 2. Die Momentanwerte der analogen Signalspannung werden im A/D-Wandler in digitale Datenwörter umgesetzt.

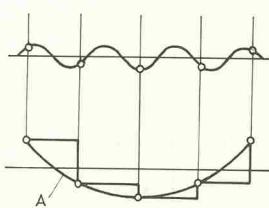


Bild 3. Ein eindrucksvolles Beispiel für das Phänomen „aliasing error“.

die nach der Digitalisierung und der Rückwandlung am Ausgang des D/A-Wandlers erscheint. Ein nachgeschalteter Tiefpass liefert die Spannung A, die mit dem ursprünglichen Analogsignal absolut nicht übereinstimmt; die Frequenz macht im gewählten Beispiel nur etwa ein Fünftel der ursprünglichen Signalfrequenz aus.

Dieses Phänomen wird als „aliasing error“ bezeichnet; um es zu vermeiden, muß die Sample-Frequenz mindestens den doppelten Betrag der höchsten zu verarbeitenden Signalfrequenz haben.

Bei der Normenfestlegung des CD-Systems wurde eine Übertragungsbreite von 20 kHz angesetzt. Die Sample-Frequenz muß demnach mindestens 40 kHz betragen. Mit 44,1 kHz liegt die normierte Sample-Frequenz des CD-Systems nur wenig darüber.

Die Notwendigkeit einer hohen Auflösung bei der Umsetzung der durch die Musterung gewonnenen Spannungsbeträge in digitale Datenwörter läßt sich ebenfalls anschaulich darstellen. Ein System mit 16 Bit Wortbreite bietet $2^{16} = 65\,536$ verschiedene Datenwörter zur Codierung der Analogwerte, während das Analogsignal theoretisch unendlich viele verschiedene Momentanwerte annehmen kann.

Bewegt sich die Spannung beispielweise zwischen zwei Grenzwerten mit 10 V Differenz — dies trifft z.B. auf eine Sinus-Wechselspannung mit $U_{ss} = 10 \text{ V}$ zu — dann kann ein 16-Bit-A/D-Wandler Momentanwerte mit minimal $152 \mu\text{V}$ Differenz auflösen. Die 16-Bit-Auflösung des CD-Systems kann als sehr gut, wenn nicht gar als überzogen gelten, da zum Beispiel zur digitalen Übertragung im Studiobereich meistens 14-Bit-Systeme eingesetzt werden.

Zwischen der Auflösung und dem Dynamikbereich des Systems besteht ein unmittelbarer Zusammenhang. Als Dynamikbereich bezeichnet man das in dB ausgedrückte Verhältnis zwischen der maximalen Signalspannung, die ein System verarbeiten kann, und der minimalen Signalspannung, die es

verarbeitet. Aus Tabelle I läßt sich ersehen, daß ein 16-Bit-Übertragungssystem einen maximalen theoretischen Dynamikbereich von 96 dB besitzt.

Im Prinzip stimmen der Dynamikbereich und der theoretisch erreichbare Signal/Rausch-Abstand überein, allerdings ist in der Praxis der Rauschabstand auch von anderen Faktoren abhängig. Um die genannten 96 dB zu erreichen, muß im vollständig digitalisierten Tonstudio der gesamte Signalweg vom Mikrofon bis zum CD-Mastering in 16-Bit-Technik ausgelegt sein. Besitzer von CD-Spielern haben die zwar nicht unerwartete, aber vielfach leidvolle Erfahrung gemacht, daß die Silberscheibe exakt ebenso stark rauscht wie die LP, wenn es sich um dieselbe, analoge Aufnahme handelt. Wohl dem Musikliebhaber, für den das Rauschen einer historischen Aufnahme ein unverzichtbarer Bestandteil des Klanglebnisses darstellt.

Die Silberscheibe...

Die Compact Disc ist eine Scheibe mit ca. 1,2 mm Dicke und 12 cm Durchmesser. Als Informationsebene dient die Oberseite der Scheibe, die auch als Druck- oder Label-Seite bezeichnet wird. In der Informationsebene liegt der Speicherinhalt der Compact Disc in Form sogenannter „Pits“.

Die eingepreßten Pits sind mikroskopisch kleine, längliche, in Spurrichtung verlaufende Gräben im „Land“ — dieser Begriff findet sich in Beschreibungen der neuen optischen Plattspeicher für den Com-

puterbereich. Die Übergänge zwischen Land und Grabenanfang bzw. Grabenende und Land werden hier als Flanken bezeichnet. Wie später zu zeigen ist, sind nicht die Pits, sondern ihre Flanken die Informationsquelle des CD-Spielers. Die Gräben reihen sich zu der Spurspirale, die rund 20 000 Windungen hat; auf jedem Millimeter CD-Radius liegen also ca. 600 Spuren nebeneinander! Der Spurabstand beträgt 1,6 µm; die Gräben sind 0,12 µm tief, 0,6 µm breit und ihre Länge liegt zwischen 0,8 und 3,5 µm. In Bild 4 ist ein mikroskopischer Blick auf die Oberfläche der Compact Disc skizziert.

Diese Oberfläche wird bei der Herstellung mit Aluminium bedampft; dies gibt der CD-Unterseite die bekannte Spiegelwirkung. Die Schichtdicke beträgt allerdings nur 0,04 µm. Zum Schutz des dünnen Alufilms ist ein harter Lack mit 0,1 mm Schichtdicke aufgebracht. Die Label-Info wird auf die Lackschicht gedruckt.

Im CD-Spieler sorgt eine konische Spindel für die notwendige, sehr exakte Zentrierung der Scheibe. Eine Exzentrizität von nur 0,1 mm beispielsweise hat zur Folge, daß gleich 60 Spiralwindungen über dem optischen Abtaster hin und her schlingen.

Die Drehzahl der CD ist vom Start an veränderlich — im Gegensatz zum herkömmlichen Plattenspieler, wo man weder Kosten noch konstruktionellen Aufwand scheut, um die Drehzahl so konstant wie möglich zu halten. Das CD-System arbeitet

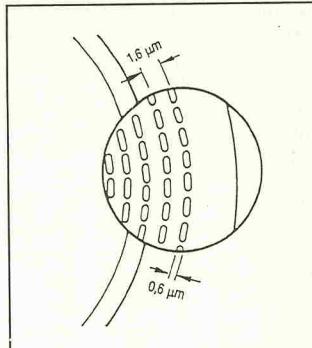


Bild 4. Spuren in der Spur:
Die Pits (Gräben) bzw. die Übergänge zwischen ihnen und dem „Land“ sind die Informationsträger.

im Bereich 500...200 U/min, dabei erfolgt die Drehzahlregelung so, daß der optische Abtaster einen gleichmäßigen Datenstrom liefert. Geringe Drehzahlschwankungen haben keinerlei Auswirkung auf die Wiedergabequalität, da die Daten zunächst in einen Pufferspeicher eingelesen werden. Ein Quarzgenerator liefert den Takt zum Auslesen dieses Speichers; die Elektronik im CD-Spieler überwacht den „Daten-Füllstand“: Sie erhöht die Drehzahl, wenn der Speicher „auszutrocknen“ droht. Daraufhin fließt der Datenstrom schneller, der Speicher füllt sich wieder.

Die Compact Disc wird — von innen nach außen — mit einem sehr feinen Bündel monochromatischen Lichtes von unten abgetastet. Das Lichtbündel gelangt durch eine Aussparung im Ladefach des Spielers auf die CD. Als Lichtquelle dient ein Halbleiterlaser, nämlich eine Laser-Diode, die monochromatisches Licht mit einer Wellenlänge von ca. 800 nm aussendet.

Bild 5 zeigt den Aufbau des optischen Abtastsystems. Über ein als Kollimator wirkendes Linsensystem und ein optisches Gitter gelangt das Licht auf ein Ablenkprisma. Ein $\lambda/4$ -Blättchen dreht die Polarisierungsebene um 90° , und eine weiteres Linsensystem fokussiert das Lichtbündel in die Informationsebene der Compact Disc, wo ein scharf begrenzter Lichtkreis mit definiertem Durchmesser entsteht. Der Me-

tallfilm reflektiert das Licht, dabei treten jedoch über Land, über einem Graben oder über einer Grabenflanke unterschiedliche Reflexionen auf.

Das reflektierte Licht passiert wieder die Fokusoptik und das $\lambda/4$ -Blättchen, das die Polarisierungsebene erneut um 90° dreht. Da nun eine Drehung um insgesamt 180° stattgefunden hat, erfolgt die Ablenkung im Prisma nicht in Richtung Laser, sondern zur entgegengesetzten Seite. Mit einer astigmatischen Linse (als Astigmatismus wird ein bestimmter Abbildungsfehler einer Einzellinse bezeichnet) werden mehrere, in einer Ebene nebeneinander liegende Fotodioden „ausgeleuchtet“.

Die Dioden liefern elektrische Signale, aus denen sich nicht nur eine Information über die Intensität des reflektierten Lichtes zur Unterscheidung zwischen Land und Graben gewinnen läßt; es lassen sich auch Steuersignale für die Spurführung und die Fokuskorrektur ableiten. Diese sehr interessanten Techniken sind später Gegenstand einer näheren Be- trachtung.

Gegenüber der klassischen Schallplatte hat die Compact Disc den Vorteil, daß Staub auf (unter) der Scheibe die Wiedergabe nicht beeinträchtigt, sofern es sich nicht um eine in Jahren gewachsene Schicht handelt. Auch leichte Schrammen, die bei üblicher Handhabung praktisch unvermeidlich sind, verkraftet das CD-System. Dies ist jedoch kein Freibrief für allzu freizügigen Umgang mit der Silberscheibe;

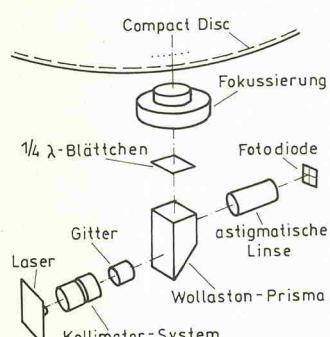


Bild 5. Die wesentlichen funktionellen Bestandteile des optischen Abtastsystems.

zwar überwindet das optische System die kleineren Hindernisse in der Lichteintrittsebene, so daß die Daten korrekt abgetastet werden; bei größeren Störfaktoren treten jedoch Abtastfehler auf, die von einer Elektronik korrigiert werden müssen. Und diese elektronische Fehlerkorrektur hat ihre Grenzen.

An dieser Stelle soll zunächst nur gezeigt werden, wie die Abtastung der mikroskopisch kleinen Pits trotz optischer Hindernisse auf der Oberfläche der Compact Disc funktioniert. Bild 6 zeigt, daß sich das Strahlenbündel quasi am Hindernis vorbeimogelt. An der Stelle, an der das Lichtbündel auf die Oberfläche trifft, hat es einen Durchmesser von etwa 0,8 mm. Bis zum Auftreffen auf der 1,1 mm „tiefer“ liegenden Informationsebene konvergiert es auf einen Durchmesser von nur noch 1 µm. Der Schatten eines Staubkorns ist dank dieser extremen Konvergenz außerordentlich klein, der Verlust an Lichtintensität ist vernachlässigbar gering.

Außerdem detektiert das System, wie schon erwähnt, die Übergänge zwischen Land und Graben. Da beide Elemente in Spurrichtung eine relativ beachtliche Ausdehnung haben, stört selbst ein großes Staubkorn, das genau über einer Grabenflanke liegt, nicht: Der

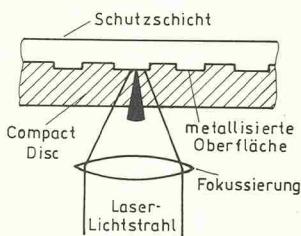


Bild 6. Dank starker Fokussierung mogelt sich das Licht an kleinen optischen Hindernissen vorbei.

Übergang wird, früher oder später, detektiert. Falls nicht, spricht die Fehlerkorrektur an.

Datenformat im CD-System...

Zunächst muß mit einem Mißverständnis aufgeräumt werden: Die Land- und Grabenelemente repräsentieren nicht die Elemente 1 und 0 der digitalen Ursprungsdaten. Aus Bild 7 geht hervor, daß die Landbereiche und die Gräben beide als 0 zu interpretieren sind, während nur die Grabenflanken für die 1 stehen. Diese Codierung ist u.a. im Hinblick auf die erreichbare Informationsdichte vorteilhaft.

Die digitalen Ursprungsdaten unterliegen zahlreichen Umcodierungen und Anpassungen, bevor eine Compact Disc geprägt wird. Außerdem werden die Audiodaten mit weiteren Informationen vermischt. Dies sind:

- Der sogenannte C&D-Code, der Informationen über die Spielzeit des laufenden Musikstücks und die Kenn-Nummer des folgenden Stückes enthält. Dank dieser Information kann das Abtastsystem schnell den Anfang eines anderes Stücks finden.
- Acht Paritäts-Codes, in zwei Vierergruppen zusammengefaßt. Sie ermöglichen einer Prüflogik festzustellen, ob eine Zeichenfolge fehlerfrei abgetastet wurde. Bei negativem Prüfergebnis wird die falsche Zeichenfolge korrigiert.

- Der SYNC-Code. Er dient zur Rekonstruktion der Taktfrequenz, mit der die Daten auf die CD geschrieben wurden.

Alle oben genannten Informationen sind nach einem bestimmten Schema geordnet. Dieses Schema, das als Raster oder Rahmen bezeichnet wird, ist in Bild 8 angegeben. Jeder Rahmen enthält je sechs umcodierte Audio-Ursprungsdaten

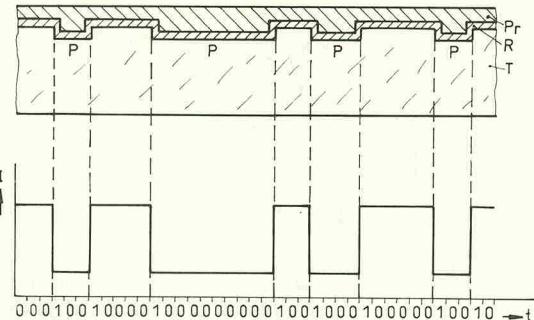


Bild 7. Zuordnung zwischen den Informationsträgern der Compact Disc und den von ihnen repräsentierten Bit-Werten.

(16-Bit-Datenwörter) pro Kanal. Da die Sample-Frequenz 44,1 kHz beträgt, muß die Compact Disc je Sekunde 7 350 solcher Raster enthalten.

Jedes einzelne der in Bild 8 dargestellten Vierecke repräsentiert ein CD-Byte. Daß der Rahmen statt der zu erwarteten 12 CD-Bytes deren 24 enthält, hat folgenden Grund: Es ist sehr schwierig, das 16-Bit-Datenwort als Ganzes zu verarbeiten; es wird in zwei 8-Bit-Halbwörter aufgetrennt.

Ein Rahmen enthält also folgende Bytes:

- 01 × C&D
- 12 × Audio
- 04 × Parity
- 12 × Audio
- 04 × Parity
- 01 × Sync

Aus noch darzulegenden Gründen besteht ein CD-Byte nicht aus den in der allgemeinen Digitaltechnik üblichen 8 Bit, sondern aus 17 (siebzehn) Bit; davon sind 14 Bit die Informationsträger.

Elektronik im CD-Spieler...

Anhand der bisher gegebenen Informationen über das CD-System lassen sich die elektronischen Funktionseinheiten des CD-Spielers in groben Zügen

erklären. Zunächst sind zwei Untergruppen zu unterscheiden.

Die meisten Einheiten arbeiten digital. In der Hauptsache dienen sie zur Umsetzung des vom Abtastsystem kommenden Datenstroms in die digitalen Audio-Ursprungsdaten mit 16 Bit Wortbreite. Der kleinere analoge Teil setzt die digitalen Audio-Ursprungsdaten in zwei Analogsignale um.

Außerdem haben die digitalen Einheiten die Aufgaben, Steuersignale für die Fokuskorrektur und die Spurnachführung zu erzeugen. Sehr schwierige Aufgaben, denn die Abmessungen der abzutastenden Graben- und Landbereiche sind so klein, daß eine nicht exakt zentrisch drehende oder nicht planlaufende Compact Disc erhebliche Korrekturen erforderlich macht.

Schließlich muß die Digitalelektronik auch die Motorsteuerung in der Weise vornehmen, daß der Datenstrom die richtige Geschwindigkeit hat und der schon erwähnte Pufferspeicher weder leer- noch überläuft.

Bild 9 zeigt die Funktionseinheiten der Digitalelektronik. Aus den Daten, die der hier als „Laser head“ bezeichnete optische Abtaster liefert, leiten die Einheiten „Focus servo“ und

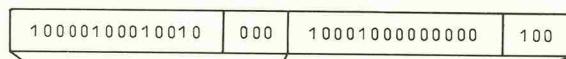


Bild 8. Der Aufbau des CD-Datenrahmens.
Jedes Kästchen steht für ein CD-Byte, das aus 17 Bit besteht.

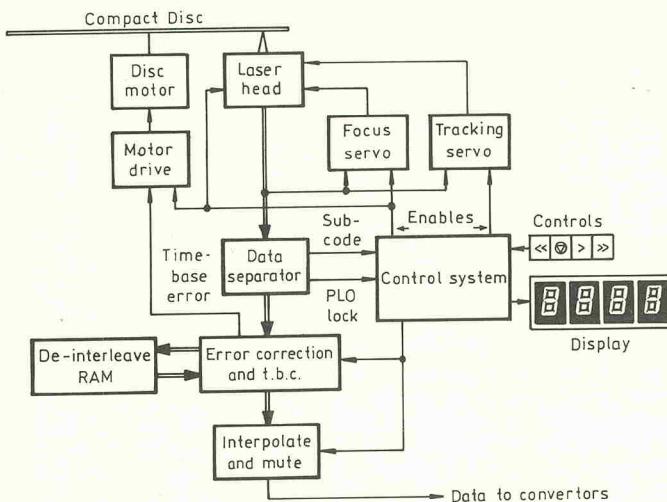


Bild 9. Die digitalen elektronischen Funktionseinheiten im CD-Spieler.

„Tracking Servo“ Steuersignale ab, für die Bewegung der Fokussierungslinse in vertikaler Richtung bzw. des Abtaststrahls in radialer Richtung. In beiden Steuersignalen sind auch Informationen verarbeitet, die von der Einheit „Control system“ kommen. Dieser Block besteht aus dem Prozessorsystem, das z.B. auch nach dem Einführen der Scheibe den Abtaststrahl zur ersten Windung der Spurspirale führt.

In der Hauptsache läuft der vom Abtastsystem kommende Datenstrom in der Einheit „Data separator“ auf. Hier werden die im Datenrahmen enthaltenen (CD-) Byte-Gruppen voneinander getrennt.

Das C&D-Byte, auch als „Subcode“ bezeichnet, wird vom Control system dekodiert und zur Steuerung des Displays aufbereitet oder auch zur Steuerung der Servomotoren, wenn ein bestimmtes Musikstück aufgesucht werden soll.

Die im Sync-Byte enthaltenen Daten steuern über eine PLL-Schaltung (Phase Locked Loop) einen Taktgenerator. Auf diese Weise wird die Taktfrequenz rekonstruiert, mit der

die Daten auf die Compact Disc aufgezeichnet wurden. Aus der Taktfrequenz kann die Elektronik errechnen, wieviele Bits der Kategorie log. 0 sie zwischen zwei aufeinanderfolgenden „1“-Bits (Grabenflanken) einfügen muß.

Die Audio-Bytes des CD-Datenrahmens gelangen zur Einheit „Error correction and t.b.c.“, die eine Gültigkeitsprüfung der Audio-Daten vornimmt. Bei Feststellung einer ungültigen Zeichenfolge werden die Parity-Bytes ausgewertet und die richtige Zeichenfolge so weit wie möglich rekonstruiert.

Anschließend erfolgt die Umsetzung von je zwei der 17 Bit breiten CD-Bytes in den traditionellen 16-Bit-Binärkode, die digitalen Audio-Ursprungsdaten.

Das „De-interleave RAM“ ist der schon erwähnte Pufferspeicher, der die 16-Bit-Datenwörter abrufbereit hält. Ein quartzstabilisierter Generator gibt den Takt vor, mit dem das RAM ausgelesen wird. Ist die Drehzahl des Disc-Motors zu niedrig, dann werden mehr Daten aus- als eingelesen, der Füll-

stand nimmt ab. Die Einheit Error correction and t.b.c., die den Speicher-Füllstand überwacht, schickt dann ein Korrektursignal namens „Timebase error“ zum Block „Motor drive“, die Motordrehzahl erhöht sich, die Datenrate und der Speicherfüllstand nehmen zu.

Die im Audio-Datenweg letzte digitale Einheit „Interpolate and mute“ ist die letzte Instanz. Wenn die Daten so sehr entstellt sind, daß die vorgeschaltete Error correction überfordert ist und die richtige Zeichenfolge nicht rekonstruiert werden kann, werden die unbrauchbaren Datenwörter durch interpolierte ersetzt. Zur Berechnung der Ersatz-Codes werden das vorangegangene und das nachfolgende Datenwort herangezogen. Dabei geht man davon aus, daß sprunghafte Änderungen zwischen zwei benachbarten Momentanwerten nicht vorkommen, wenn Audio-Signale mit einer Sample-Frequenz von einigen 10 kHz gemustert werden; der Prozessor errechnet also das Codewort des analogen Mittelwertes der benachbarten Momentanwerte und fügt dieses ein.

Gleichzeitig aktiviert das Control System die „Mute“-Funktion, die den Pegel zurücknimmt. Wenn also die Compact Disc erheblich beschädigt ist oder die Daten aus anderen Gründen stark verstümmelt sind, tut das System sein Bestes, um die erkannten falschen Codewörter durch solche zu ersetzen, die den Originallwörtern mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr ähnlich sind; die Lautstärke wird jedoch momentan reduziert, damit dem Ohr das Schlimmste erspart bleibt, falls der Prozessor zu sehr daneben liegt.

Bild 10 zeigt den analogen Teil der Player-Elektronik. Die digitalen Audio-Ursprungsdaten gelangen auf einen Digital-Analog-Wandler (D/A-W., DAC).

Man erwartet, daß diese Schaltung, der 16-Bit-Codewörter angeboten werden, als 16-Bit-System arbeitet. Viele der auf dem Markt erhältlichen CD-Spieler arbeiten jedoch nur mit 14 Bit, daneben gibt es auch sogenannte 1-Bit-Systeme; in diesem Zusammenhang spielen auch Begriffe wie „digitale Filterung“ und „Oversampling“ eine Rolle. Dieser Komplex wird in einer späteren Folge ausführlich erörtert.

Auf den D/A-Wandler folgt ein sogenannter „Deglitcher“, der die bei der D/A-Umsetzung im Analogsignal entstehenden Spannungsspitzen beseitigt. Schließlich besteht das Signal noch aus aufeinanderfolgenden Stufen unterschiedlicher Spannungswerte, hat also das treppenförmige Aussehen; hinter einem Tiefpaß mit steiler Flanke bei der Grenzfrequenz erscheint ein „abgerundetes“ Analogsignal mit stetigem Verlauf. Dieses Filter beseitigt auch Signalanteile mit Sample-Frequenz. □

Das CD-System Kurz-Spezifikation

System

- Sample-Frequenz: 44,1 kHz
- Auflösung: 16 Bit je Kanal
- Datenrate: 4,3218 MB/s
- Signalfrequenzbereich: 20 Hz...20 kHz
- Signal/Rausch-Verhältnis: 96 dB max.
- Dynamikbereich: 96 dB max.
- Kanaltrennung: 96 dB max.
- Verzerrungen: $\leq 0,05\%$

Compact Disc

- Durchmesser: 120 mm
- Höhe: 1,2 mm
- Zusammenstellung: transparenter Kunststoff, Aluminium-Reflexschicht, Schutzlack
- Durchmesser Zentrierloch: 15 mm
- Durchmesser der ersten Sprialwindung: 50 mm
- Durchmesser der letzten Sprialwindung: 116 mm
- Spurgeschwindigkeit: 12...1,4 m/s
- Drehzahl: 200...500 U/min
- Spielzeit: 60 min max.
- Anzahl Windungen der Spurspirale: 20 000
- Spurabstand: 1,6 µm
- Spurbreite: 0,6 µm

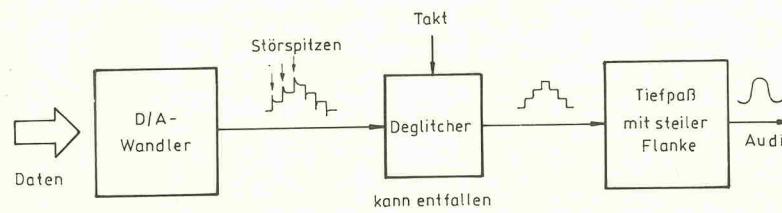


Bild 10.
Die analoge
Funktionsgruppe
des CD-Spielers.

D

IE VIELFALT IM COMPUTER-MARKT — UNÜBERSCHAUBAR?

ct - LESER KENNEN SICH AUS.



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 610407
3000 Hannover 61

ct magazin für computertechnik.
Dazulernen werden Sie immer.



Erhältlich bei Ihrem Zeitschriftenhändler oder beim Verlag.

elrad-Leserbefragung

Werte Leserin, werter Leser,

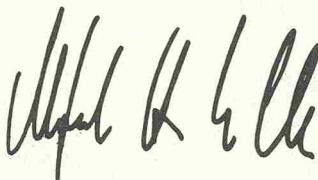
an dieser Stelle muß — weil Bestandteil einer jeden Befragung zum Zwecke der statistischen Erhebung — ein flammender Aufruf zur massenhaften Beteiligung stehen.

Eingeleitet werden bekanntlich derlei motivationskatalytische Klimmzüge nach Volkszählungsmanier: 'X Jahre sind nun mehr ins Land gegangen... blabla, die Zahlen sind veraltet... blabla, wir möchten wissen, was Sie wollen... blabla.'

Jedermann erkennt sofort, daß ein nicht unerheblicher Anteil der Fragen aus der Redaktion stammt, denn wir möchten primär wissen, was die Leser wollen. In unserer Anzeigenabteilung sieht das etwas anders aus: Die will auch wissen, wer die Leser sind — rein statistisch selbstverständlich.

Ich erspare mir deshalb derlei Ergüsse und meine: Gehen Sie pragmatisch an die Sache heran! Wer einen ausgefüllten 'Stimmzettel' einschickt, nimmt an der Verlosung der ausgeschriebenen Preise teil und kann zusätzlich durch geschicktes Ankreuzen der Redaktion mal richtig Bescheid geben.

Ansonsten versichern wir Ihnen: Ihre Angaben werden auf das Strengste vertraulich behandelt. Schreiben Sie deshalb auf keinen Fall Ihren Namen auf den Fragebogen, sondern nur auf den Briefumschlag. Der allein wandert in die Losstrommel und harrt dort der Glücksfee.



Manfred H. Kalsbach
Chefredakteur

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen an:

elrad
Verlag Heinz Heise
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

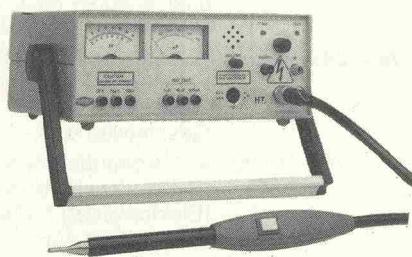
Das gibt's für's Mitmachen:

111 Preise im Gesamtwert von über 18 000,— DM.

Die Preise werden unter allen Einsendern verlost. Angehörige des Verlages und der Rechtsweg sind ausgeschlossen.

Die 3 Hauptpreise:

1 Isolationstester YP15
Fabrikat: RE Instruments
Wert: 4650,—



1 LCR-Meßbrücke 6401
Fabrikat: Telemeter Electronic
Wert: 2730,—



1 Digitalmultimeter 5000
Fabrikat: PREMA
Wert: 2220,—

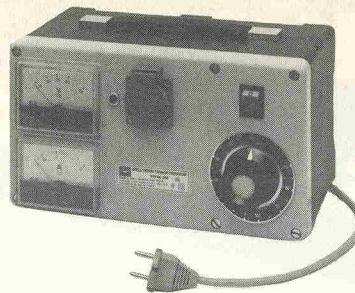


Der zuerst ausgeloste Einsender kann einen der drei Hauptpreise frei wählen. Der an zweiter Stelle ausgeloste Einsender kann zwischen den beiden übrigen Hauptpreisen wählen. Der drittplazierte der Verlosung erhält den noch freien dritten Hauptpreis.

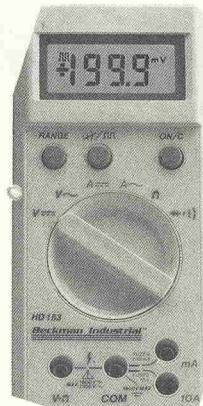
Mitmachen lohnt sich!
111 Preise warten auf Sie!

Die weiteren Preise

- 4. Preis:** 1 Stell-Trenn-Transformer
Typ BR 350 / Fabrikat: BLOCK
Wert ca. 650,—
- 5.—8. Preis:** je 1 Heavy Duty Digital Multimeter
HD 153 / Fabr.: Beckmann Industrial
Gesamtwert 1200,—
- 9. Preis:** 1 regelbare Lötstation, 30 W
Fabrikat: RoBo-Mechanik
Wert 224,—
- 10. Preis:** 1 Regelgerät f. induktiv. + ohmsche Last
bis max. 800 W / Fabrikat: RoBo-Mech.
Wert 106,—
- 11.—15. Preis:** je 1 Generalkarte Bundesrep. Deutschld.
(25 Kart. i. Maßstab 1:200 000) in Hartbox
Gesamtwert ca. 500,—
- 16.—60. Preis:** je 1 Universal-Ladegerät TOPBOX 4+1
Fabrikat: FRIWO
Gesamtwert ca. 3105,—
- 61.—75. Preis:** je 1 Jahresabonnement c't, iX, Hifi Vision
oder elrad — nach Wahl —
Gesamtwert ca. 1200,—
- 76.—85. Preis:** je 1 Design-Koffer VARI-CASE
Fabrikat: GSA / Stahlblech, lackiert in
verschied. Farben
Gesamtwert 600,—
- 86.—100. Preis:** je 1 Anwender-Handbuch
„Alles über Solarzellen“
(Elektra-Verlag / 1989)
Gesamtwert 445,—
- 101.—110. Preis:** je 1 HIFI VISION-CD — nach Wahl —
Gesamtwert ca. 400,—
- 111. Preis:** 1 NV-Halogen-Bausatz
Fabrikat: BSAB Elektronik



4. Preis



5.—8. Preis



9. Preis



10. Preis



11.—15. Preis



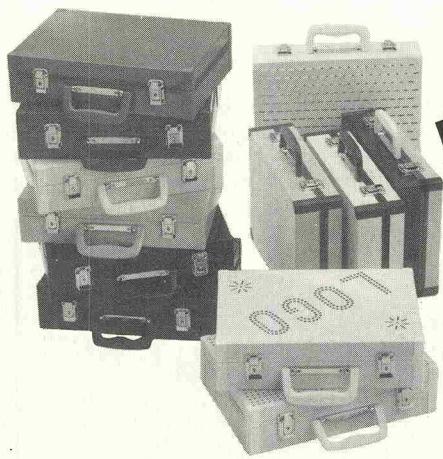
16.—60. Preis

HIFI VISION
elrad

ct magazin für
computer
technik



61.—75. Preis



76.—85. Preis



86.—100. Preis



101.—110. Preis



elrad- Leserbefragung

1. Welches sind Ihre hauptsächlichen Interessengebiete, die in elrad besonders ausführlich behandelt werden sollten?
(Bitte kreuzen Sie alle zutreffenden Antworten an.)

Interesse ist überwiegend
beruflich privat

1. 16. Audio (Hifi)
2. 17. Audio (Studio)
3. 18. Autoelektronik
4. 19. Elektroakustik
5. 20. Haustechnik (z. B. Alarm, Heizung, Kommunikation, Beleuchtung)
6. 21. Hochfrequenztechnik
7. 22. Meßtechnik allgemein
8. 23. Meßtechnik rechnergestützt
9. 24. Musikelektronik (Bühne)
10. 25. Musikelektronik (Homerecording)
11. 26. Steuerungs- und Antriebstechnik
12. 27. Stromversorgung
13. 28. Nachrichtenübertragung
14. 29. Videotechnik
15. 30. Sonstiges, und zwar _____

Folgende der obengenannten Interessengebiete treffen auf mich nicht zu:

2. Welche Form der Information bevorzugen Sie in Fachzeitschriften wie elrad?

1. Grundlagen
2. Bauelemente-Besprechungen
3. Schaltungstechnik (Applikationen)
4. Projekte
5. Produktvorstellungen („aktuell“)
6. Testberichte
7. Marktübersichten
8. Buchbesprechungen
9. Sonstiges, und zwar _____



3. Welche Form der Berichterstattung bevorzugen Sie in Fachzeitschriften wie elrad?

1. Kurzberichte ohne Kommentar
2. Kurzberichte mit Kommentar
3. Ausführliche Fachaufsätze
4. Fachbeiträge in mehreren Folgen
5. Interviews
6. Firmenreportagen
7. Personalien
8. Produktinformationen



4. Wie lesen Sie elrad im allgemeinen?

1. Ich lese das gesamte Heft
2. Ich lese ausgewählte Beiträge

5. Wo lesen Sie elrad im allgemeinen?

1. Im Büro, am Arbeitsplatz
2. Zuhause, in der Freizeit

6. Wie lange lesen Sie durchschnittlich in einer elrad-Ausgabe?

1. Bis 30 Minuten
2. Bis 1 Stunde
3. Bis 2 Stunden
4. Über 2 Stunden

7. Wie archivieren Sie bzw. wie werden Ihre Hefte archiviert?

1. Das gesamte Heft
2. Den redaktionellen Teil insgesamt
3. Nach Themen

8. Würden Sie es begrüßen, wenn die elrad-Jahresinhaltsverzeichnisse per Datenträger oder Mailbox erhältlich wären? Wenn ja, welche Form würden Sie bevorzugen?

1. Diskette
2. Mailbox

9. Wie oft kommt es vor, daß Sie in archivierten Heften von elrad noch einmal etwas nachschlagen?

1. Häufig
2. Manchmal
3. Nie

10. Wie viele Personen/Kollegen lesen außer Ihnen Ihr Exemplar?

0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / mehr als 10

11. elrad erscheint monatlich. Nutzen (lesen, durchblättern) Sie alle 12 Hefte p.a.?

1. ja
2. Nein, nur 10 / 9 / 8 / 7 / 6 / 5 / 4 / 3 / 2 / 1 / Heft(e)

12. In welcher Hinsicht nützt Ihnen elrad?

1. Nützlich für die tägliche Arbeit
2. Nützlich für die berufliche Fortbildung
3. Nützlich für Ausbildung/Studium
4. Unterstützt mein Hobby



13. Wie beurteilen Sie das redaktionelle Angebot unserer Zeitschrift insgesamt?

1. Sehr gut
 2. Gut
 3. Eher schlecht, weil: _____

- #### 14. Seit wann lesen Sie elrad?

- 1978 1979 1980 1981 1982
 1983 1984 1985 1986 1987
 1988 1989

- ## 15. Wie erhalten Sie Ihre Hefte?

1. Kaufe jeden Monat
 2. Kaufe gelegentlich
 3. Bin Abonnent
 4. Firma ist Abonnent

16. Lesen Sie außer elrad noch weitere Elektronik- oder Computer-Zeitschriften/Magazine?

1. Chip
 2. c't
 3. Design & Elektronik
 4. Elektor
 5. Elektronik
 6. Funkschau
 7. industrie elektrik + elektronik
 8. Markt & Technik
 9. mc
 10. Sonstige, und zwar _____

1. Ja, sehr
 2. Ja, bedingt
 3. Nein

18. Sind Ihrer Meinung nach die in den Anzeigen enthaltenen Informationen eine nützliche Ergänzung von elrad?

1. Ja, nützlich
 2. Ja, bedingt
 3. Nein, unnütz

19. Haben Ihnen Anzeigen in elrad schon einmal Anregungen für Einkäufe und Anschaffungen gegeben?

- 1. Häufig
 - 2. Manchmal
 - 3. Nie

20. Welche Angebote suchen Sie im elrad-Anzeigenteil?

- Bauelemente
 - Geräte
 - Lehrgänge, Seminare, Fachveranstaltungen
 - Literatur
 - Werkzeug
 - Stellenangebote
 - Computer und Software
 - Sonstiges, und zwar _____

21. Angenommen, Sie könnten nur eine einzige Elektronik-Zeitschrift lesen — für welche würden Sie sich entscheiden?

1. Für elrad
 2. Für eine andere, und zwar _____

22. Bitte geben Sie zu jeder der folgenden Eigenschaften an, inwieweit sie auf elrad zutrifft (1 = sehr, 6 = gar nicht)

elrad ist bzw. bietet . . .

23. Arbeiten Sie mit einem Rechner? Wenn ja, geben Sie bitte Typ und Einsatzbereiche an.

Beruflich Privat

Typ _____ Typ _____

1. ○ 7. ○

2. 8. Steuern/Regeln
3. 9. CAD/CAM
4. 10. Programmierung
5. 11. Verwaltung/Textverarb.
6. 12. Sonstiges, und zwar _____

24. Wie bewerten Sie elrad im Vergleich zu anderen Elektronik-Fachzeitschriften?
1. Besser
 2. Gleichwertig
 3. Schlechter
25. Würden Sie elrad vermissen, wenn es sie nicht mehr gäbe?
1. Ja, sehr
 2. Ja, bedingt
 3. Nein
26. Wie beurteilen Sie den Schwierigkeitsgrad der meisten elrad-Beiträge?
1. Zu hoch
 2. Gerade richtig
 3. Zu niedrig/sollte höher sein
- (X)
27. Was halten Sie vom redaktionellen Niveau von elrad?
1. Zu hoch
 2. Angemessen
 3. Zu niedrig
- Abschließend folgen noch einige Fragen, die lediglich statistischen Zwecken dienen und uns ein Gesamtbild unserer Leserschaft vermitteln sollen:
28. Sind Sie ...
1. männlich
 2. weiblich
- (X) X
29. Wie alt sind Sie?
1. Unter 20 Jahre
 2. Unter 30 Jahre
 3. Unter 40 Jahre
 4. Unter 50 Jahre
 5. Unter 60 Jahre
 6. Über 60 Jahre
30. Wie hoch ist Ihr Netto-Haushaltseinkommen?
1. Bis 2.000,— DM
 2. Bis 3.000,— DM
 3. Bis 4.000,— DM
 4. Bis 5.000,— DM
 5. Bis 6.000,— DM
 6. Über 6.000,— DM
31. Wie groß ist die Gemeinde Ihres Arbeitsortes?
1. Unter 2.000 Einwohner
 2. Unter 5.000 Einwohner
 3. Unter 20.000 Einwohner
 4. Unter 100.000 Einwohner
 5. Unter 500.000 Einwohner
 6. Über 500.000 Einwohner
32. In welchem Bundesland liegt Ihr Betrieb?
1. Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hamburg, Bremen
 2. Nordrhein-Westfalen
 3. Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland
 4. Baden-Württemberg
 5. Bayern
 6. West-Berlin
33. Art Ihres Unternehmens ...
1. Chemische Industrie, Mineralölverarbeitung
 2. Kunststoffverarbeitung
 3. Grafische Industrie/Druckvorbereitung
 4. Stahlindustrie
 5. Maschinenbau
 6. Ingenieurbüro Elektro/Elektronik
 7. Elektrotechnik
 8. Elektronik
 9. Energie- und Wasserversorgung, Bergbau
 10. Fahrzeugbau
 11. Luft- und Raumfahrt X
 12. Feinmechanik und Optik X
 13. Handel
 14. Verkehrs- und Nachrichtentechnik
 15. Sicherheits- und Alarmtechnik X
 16. Umwelttechnik X
 17. Schulen, inkl. berufsbildende
 18. Hochschulen, Institute X
 19. Post
 20. Sonstige Behörden, öffentliche Verwaltung
 21. Polizei, Bundeswehr, Grenzschutz
 22. Presse, Medien
 23. Sonstiges, und zwar _____

34. Welche Stellung haben Sie im Betrieb?

- 1. Inhaber, Vorstand, Geschäftsführer
- 2. Betriebsleiter, Bereichsleiter
- 3. Abteilungsleiter, Leitender Angestellter (BVerG)
- 4. Gruppenleiter, Meister
- 5. Sachbearbeiter, Techn. Angestellter
- 6. Gewerblicher Arbeiter
- 7. Auszubildender
- 8. Sonstiges, und zwar _____

35. Wieviele Beschäftigte hat Ihr Unternehmen?

- 1. Unter 10 Beschäftigte
- 2. Unter 20 Beschäftigte
- 3. Unter 50 Beschäftigte
- 4. Unter 100 Beschäftigte
- 5. Unter 200 Beschäftigte
- 6. Unter 500 Beschäftigte
- 7. Über 500 Beschäftigte

36. Wie hoch ist der Umsatz des Unternehmens?

- 1. Bis 1 Mio 5. Bis 50 Mio
- 2. Bis 2 Mio 6. Bis 200 Mio
- 3. Bis 5 Mio 7. Bis 500 Mio
- 4. Bis 10 Mio 8. Über 500 Mio

37. Welche Investitionen hat Ihre Firma in den kommenden zwei Jahren vor?

- 1. Ersatzbeschaffung
- 2. Rationalisierung
- 3. Kapazitätserweiterung

38. In welchem Funktionsbereich sind Sie tätig?

- 1. Unternehmensführung
- 2. Forschung, Entwicklung
- 3. Arbeitsvorbereitung
- 4. Fertigung, Produktion
- 5. Lager, Transport
- 6. Absatz, Verkauf
- 7. Verwaltung, Organisation
- 8. Einkauf
- 9. Qualitätskontrolle
- 10. Kundendienst

39. Welche abgeschlossene Schulausbildung haben Sie?

- 1. Hauptschule ohne Lehre
- 2. Hauptschule mit Lehre
- 3. Real-/Fachschule
- 4. Abitur
- 5. Fachhochschule
- 6. Universität/TU

Notieren Sie bitte abschließend auf diesem freien Raum alle Wünsche und Verbesserungsvorschläge, die Ihrer Meinung nach in Zukunft berücksichtigen sollte:

**Einsendeschluß:
31. August 1989**

HD 153 – Multimeter mit Musik

Das einzige Digital-Multimeter mit akustischer Anzeige

- Spannungs-, Strom- und Widerstandsmeßänderungen werden akustisch angezeigt – damit haben Sie die Augen frei für den direkten Meßvorgang
- Automatische Bereichswahl
- Extrem robust, wasserfest nach IP 54 und feuerfest
- Überlastschutz 6 KV zwischen allen Buchsen
- Zubehör für alle Anwendungsbereiche



HD 153 – Sie hören den Unterschied!

Beckman Industrial™

Beckman Industrial Components GmbH & Co.

Frankfurter Ring 115 · 8000 München 40 · Tel. 089/38 87-0 · Telex 5 216 197 · Fax 089/388 72 04

BENKLER Elektronik-Versand Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente

Ringkerntransformatoren

Leistung	Spannungen 2x... Volt	Preis
120 VA	12/15/20/24/30/36 Volt	52,40 DM
170 VA	12/15/20/24/30/36 Volt	57,90 DM
250 VA	18/24/30/36/45 Volt	66,90 DM
340 VA	18/24/30/36 Volt	74,80 DM
500 VA	30/36/42/48/54 Volt	99,80 DM
700 VA	30/36/42/48/54/60 Volt	125,70 DM
1100 VA	32/38/50/60 Volt	174,50 DM
Andere RK-Typen, Print- und Netztrafos bitte anfragen.		

Mos-Fet

HITACHI

2 SJ 49	11,— DM	1HE 250 mm	54,60 DM
2 SJ 50	11,— DM	2HE 250 mm	61,60 DM
2 SK 134	11,— DM	2HE 360 mm	68,60 DM
2 SK 135	11,— DM	3HE 250 mm	68,60 DM
		3HE 360 mm	77,00 DM

Andere Typen auf Anfrage

19"-Gehäuse

HITACHI

Lieferbar: 1 HE bis 6 HE	1 HE 250 mm	54,60 DM
250 u. 360 mm Tiefe.	2HE 250 mm	61,60 DM
	2HE 360 mm	68,60 DM
	3HE 250 mm	68,60 DM
	3HE 360 mm	77,00 DM

Sonderliste 2/89 für elektr. Bauteile
kostenlos anfordern Tel. 0 63 21 / 3 00 88

Elkos

HITACHI

10.000µF	70/80V	16,50
10.000µF	80/90V	17,00
12.500µF	70/80V	17,50
12.500µF	80/90V	18,00
VAVO	Elkos Typ: ECO	
1 000µF	100 Volt	14,70
2 200µF	100 Volt	21,20
4 700µF	100 Volt	31,80
10 000µF	100 Volt	56,90

NKO

HITACHI

220 Volt:	80x80x25	21,70
	80x80x38	23,70
	92x92x25	22,70
	120x120	24,50
12 Volt:	60x60x25	27,70
	80x80x25	29,70
	Gitter auf Anfrage	

Lüfter

220 Volt:	80x80x25	21,70
	80x80x38	23,70
	92x92x25	22,70
	120x120	24,50
12 Volt:	60x60x25	27,70
	80x80x25	29,70
	Gitter auf Anfrage	

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31–33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Tel. 0 63 21 / 3 00 88 · Fax 0 63 21 / 3 00 89 · Btx 0 63 21 / 3 00 89

elrad
magazin für elektronik

Ehrensache, . . .

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

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

Folgende elrad-Ausgaben sind vergriffen:

11/77 bis 6/88. elrad-Special 1, 2, 3, 4, 5 und 6. elrad-Extra 1, 2, 4 und 5.

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

MIDI-Bausätze



MIDI-Keyboards (Kunststofftasten)
MIDI-Keyboards (gewichtete Tasten)
MIDI-Keyboards (Echtholztasten)
universelle MIDI-Nachrüstungen
MIDI-Basspedale
Drum-to-MIDI-Interface
Masterkeyboard-Controller
Modulationsräder, MIDI-ICs, Fuß-Taster, Kontakte...
ausführliches Infomaterial DM 1.– (Briefmarken)

DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK

Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing
Tel. (089) 85 55 78 Fax 854 16 98
(kein Ladenverkauf)

albs

SUB 20 – Entwickelt für den stereoplay-Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6-7/88) ● mit regelbarer Subbaanhebung 20 Hz von 0 bis 6 dB ● mit regelbarem TiepfILTER 50-150 Hz und 12/24 dB ● mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und...und...und...

SUB 20 – Das Fertiggerät für höchste Ansprüche

*Musik bleibt Musik
durch rein DC-gekoppelte Electronic*

DAC-MOS – die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen unser erfolgreiches Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereo play 9/86 (absolute) Spitzenklasse).

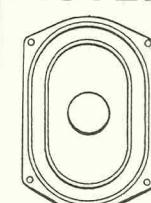
Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage ● DC-gekoppelter, symmetrischer Lineavorverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabelltreiber ● DC-gekoppelter RIAA-Entzerrervorverstärker ● Aktive Frequenzweichen – variabel und steckbar ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für hochprofessionelle 19"-Doppel-Mono-Blöcke ● Power-Pack-Netzteile bis 440.000 µF ● Vergossene, geschirmte Ringkerntrofo bis 1200 VA ● Viele vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High Grade-Potentiometer und albs Stufenschalter...und vieles andere mehr.

Ausführliche Infos DM 10.–(Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten. Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 0 70 41/27 47 · Tx 7 263 738 albs

LISTEN BRITISH!



ENGLISCHE SPEAKER-KITS

Entwicklung,
Vertrieb und
Versand

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

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

Linear und rauschfrei?

Einfacher Test von AD-Wandlern

Den Meßaufbau zeigt Bild 1. Das Eingangssignal für den Test ist eine Dreieckspannung niedriger Amplitude, deren Gleichspannungsanteil einstellbar ist.

Die drei niederwertigsten Bits des AD-Wandlers werden über drei gewichtete Widerstände ($5k$, $10k$, $20k$) zusammengeführt, so daß ein 3-Bit-DA-Wandler entsteht. Das Eingangssignal des AD-Wandlers sowie die Spannung des 'DAUs' erzeugen auf einem Oszilloskopschirm ein treppenförmig ansteigendes Bild (Bild 2). Auf diese Weise kön-

Der hier beschriebene Schaltungsaufbau ermöglicht die Beurteilung von schnellen Analog-Digitalwählern — in Hinblick auf Rauschfreiheit und Linearität — ohne aufwendigen Meßgerätepark.

nen acht Quantisierungen der digitalen Wandlerauflösung betrachtet werden und das — durch Variation des Gleichspannungsanteils — über den gesamten Eingangsspannungsbereich. Die Bilder 3 und 4 zeigen Oszilloskopbilder fehlerhafter AD-Wandler.

Da fast alle Komponenten für die angegebene Testschaltung in der Regel auf AD-Wandler- oder Meßwerterfassungsplatten vorhanden sind, könnte ein 'ADC-Incircuit-Testpoint' auf solchen Platten integriert werden. Es müssen nur der Kop-

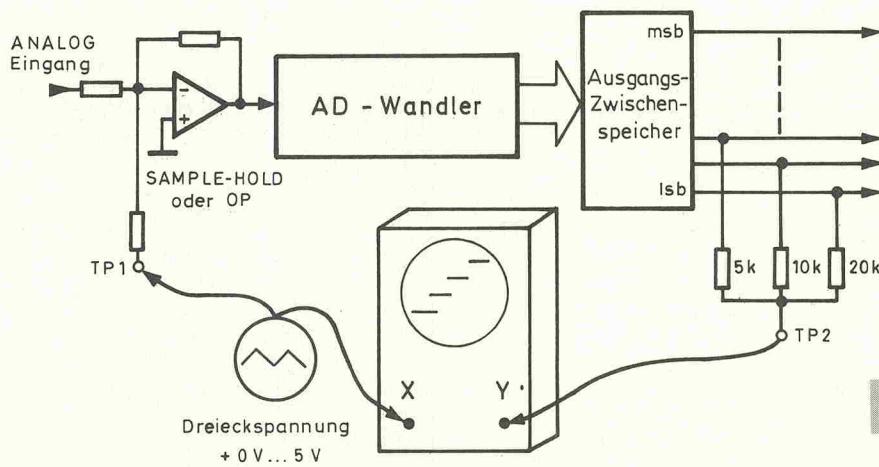


Bild 1. Der Testaufbau.

Bild 5. Ein einfacher Generator zur Erzeugung einer Dreieckspannung.

Bild 2. Ein Oszilloskopbild eines rauschfreien und linearen AD-Wandlers. Das geringe Überlappen der Spannungsstufen deutet auf einen Rauschpegel von nicht mehr als 1/4 LSB hin. Der gleichmäßige Stufenabstand zeigt den geringen Linearitätsfehler.

Bild 3. Ein rauschender AD-Wandler. Mit einem solchen Konverter erhält man für eine Eingangsspannung drei bis vier unterschiedliche Wandlungsergebnisse.

Bild 4. Dieser AD-Wandler erzeugt aus unterschiedlichen Eingangswerten nur ein Bitmuster (Schirmbild oben). Andererseits gehen andere Werte fast vollständig verloren (Bildschirm unten).

pelwiderstand an TP1 sowie die Widerstände für den 'DA-Umsetzer' zusätzlich untergebracht werden.

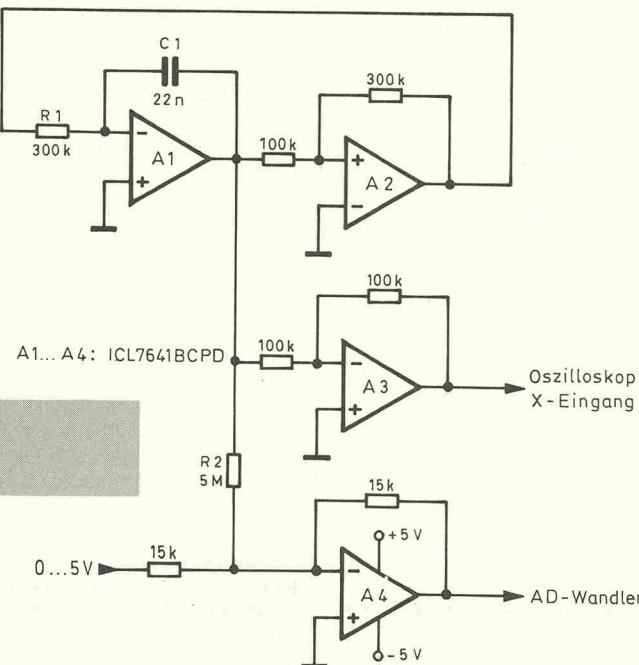
Bild 5 zeigt eine einfache Schaltung zur Erzeugung einer Dreiecksspannung, wie sie für den Test benötigt wird. Die Ausgangsspannung beträgt $10 \text{ mV}_{\text{ss}}$ und erlaubt somit die Betrachtung der acht LSBs eines 12-Bit-Wandlers mit 5 V Eingangsspannungsbereich.

Die Frequenz der Dreiecksspannung kann mit R_1 und C_1 ($f = R_1 \times C_1$) variiert werden. Bei Einspeisung ohne Sample-and-Hold-Schaltung sollte sie zwischen 10 Hz und 1 kHz liegen. Das Dreieck für den X-Eingang des Oszilloskopes hat die gleiche Frequenz wie die des ADU-Ausganges, aber eine Spannung von $3,3 \text{ V}_{\text{ss}}$.

Die Toleranzen der passiven Bauelemente sind unkritisch. Diese Schaltung wurde mit einem ICL7641BCPD aufgebaut, andere Vierfach-OPs sind aber genausogut geeignet. Besondere Beachtung sollte dem Rauschpegel des Generators gelten, denn eine Spannung von $610 \mu\text{V}$ repräsentiert bei einem 12-Bit-Wandler ein halbes LSB. □

Quelle:

1988/89 Seminar Applications Book, Maxim



SONDERLISTE E 89: HITACHI MOSFET-SK 134/35 o. SJ 49/50 je 10,90 DM

Sanyo STK 084 G	30,00 DM	Gleichrichter B 80 C 25 A l. Beine	2,20 DM
STK 459	25,00 DM	B 80 C 3200	2,00 DM
Eikos-Becher 10000 μF 70/80 V	17,00 DM	B 80 C 5000	2,50 DM
10000 μF 80/90 V	18,50 DM	Halbleiter TL 072	0,49 DM
12500 μF 70/80 V	18,00 DM	TL 062	0,49 DM
12500 μF 80/90 V	18,50 DM	TL 074	0,80 DM
Gehäuse 19" 1 HE	44,00 DM	MC 1458 Dip	0,45 DM
2 HE	54,00 DM	IC UAA 1003/1	2,50 DM
3 HE	65,00 DM	SL 31281	1,35 DM
Polklemmen 16 A Rot + SW	1,00 DM	HA 1137 W	1,70 DM
Netschalter 2x10 A		HA 1457 W	1,70 DM
mit Beleuchtung Marqu.	4,10 DM	HA 11226	1,90 DM
Tastenschalter 3-fach	1,50 DM	CA 758 E RCA	1,80 DM
Ringkerntrafo 300 VA 2 x 44 V	65,00 DM	TBA 440 C	1,95 DM
dito 225 VA 2 x 27 V	61,00 DM	LA 3301	3,50 DM
dito 500 VA 2 x 47 V	90,00 DM	SN 74154 N	1,10 DM
dito 625 VA 2 x 56 V	108,00 DM	CD 4040 AE	0,80 DM
dito 160 VA 2 x 30 V	52,00 DM	3850 PC	2,70 DM
Min. Kippschalter 1x Um, 2x Um	1,00 DM	TCA 740	1,00 DM
Gleichrichter B 200 C 25 A	5,95 DM	MK 4027 P-3 Most.	2,40 DM
B 40 C 25 A	3,95 DM	CA 3089 E RCA	1,70 DM

ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER · VILLENSTR. 10
6730 NEUSTADT/WSTR. · TEL. 06321/33694 · FAX 06321/34918
SONDERLISTE E 89 ANFORDERN!

SSM ★ Audio ★ Products

SSM 2011 Vorverstärker System	9,50
SSM 2013 spannungsgest. Verstärker	17,50
SSM 2014 uin. spann.gest. Element	19,90
SSM 2015 Mikrofonverstärker	19,90
SSM 2016 hochwertiger Vorverstärker	26,90
SSM 2024 vierfach VCA	17,50
SSM 2031 HF-VCO (0,001Hz...10MHz)	9,50
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter	17,50
SSM 2056 ADSR-Baustein	17,50
SSM 2134 Oper.verstärker, low noise	5,40

neu im Programm:

SSM 2047 music voicing system	19,90
SSM 2120 dynamic range processor	19,90
SSM 2300 8-fach sample & hold	17,50
OP 37 FP OP high speed, low noise	11,30
OP 271 Dual OP, low noise, 1-stab, 14,65	

INGENIEURBÜRO SEIDEL
Entwicklung elektronischer Schaltungen
Beratung und Vertrieb
Dipl.-Ing. Ulf Seidel
Postfach 3109, D-4950 Minden
Tel.: 0571/218 87

Top-Angebot

direkt vom Hersteller



Der kompetente Lieferant des Fachhandels für Hobby-Elektronik

— ständig beste Preise und neue Ideen.

— Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.

— Laufend Programmernägungen und aktuelle Neuheiten, wie z. B. digitaler Autotester KT-100, Infrarot-Audio-Übertrager „Gamma“, Slim-Line-Mixer MX-850 und vieles mehr.

— Umfangreiches Bauteilesortiment, z. B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigegeräte, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile.

— Neu im Sortiment: Alarmanlagen im umfangreichen Sonderkatalog.

Postfach 220156 · 4000 Düsseldorf 12
Tel.: 0211/20002-33 · Telex 8586829 pape D
FAX: 0211/2000241



Aktief

Ausprobiert: Aktiveinheit für den Baßbereich

So manche Box zeichnet sich vor allen Dingen durch mangelnden Tiefgang aus. Was solls. WA 110 heißt der Bagger, der die Untiefen dieser Boxen ausheben soll, um den ungetrübten Blick auf bis dato ungekannte Tiefen ansonsten wohlbekannter Frequenzgebilde freizulegen. Jedenfalls sieht die Firma Mivoc in der baßmäßigen Aufpeppelung schon vorhandener Boxen ein Anwendungsgebiet ihres Baßbereichverstärkers. Aber auch für Neuentwicklungen und für den Bühneneinsatz liefert die Aktiveinheit aufgrund ihrer Ausstattung starke Argumente. Wir haben ausprobiert, wie tief tiefe Tiefen mit diesem Verstärker tatsächlich klingen.

Oft ist der Bereich unterhalb der akustischen Gürtellinie das Sorgenkind von Audioausstattern und -Konsumenten. Zum Beispiel der Platzbedarf: Tiefe Töne brauchen Raum, dies- und jenseits des Gehäuses. Und den diesseitigen bei Stereo gleich in zweifacher Ausführung. Daraus resultiert ein Volumen, das die Aufnahmefähigkeit vieler Heimstätten — zumindest in ästhetischer Hinsicht — erheblich übersteigt. Es sei denn, man installiert ein Satellitensystem, nämlich zwei kleine Boxen für den Hoch-

und Mitteltonbereich, und einen gemeinsamen Subwoofer für beide Kanäle. Das wäre so ein Fall für die Aktiveinheit WA 110 der Firma Mivoc.

Wie Bild 1 zeigt, besitzt die Einheit zwei Eingangskanäle, die über einen Summierverstärker auf eine Filterbatterie von insgesamt drei Filtern gelangen. Den ersten macht das 12 dB-Subsonicfilter, das Frequenzen unter 20 Hz wirkungsvoll unterdrückt. Es folgt ein einkanaliger parametrischer Equalizer, mit dem sich der

Frequenzbereich um 35 Hz stufenlos bis zu 12 dB anheben lässt. Tiefpaß-Expansion nennt das der Hersteller. Das dritte Filter im Bunde ist das eigentliche Tiefpaßfilter. Es ist als ein digital gesteuertes Besselfilter realisiert, dessen Steilheit 24 dB beträgt. Von hier gelangt das Signal zum Endverstärker, der es schließlich mit einer Musikleistung von ca. 100 W an 4 Ω zum Ausgang rausbläst.

Eine Steuerelektronik wacht über die korrekte Funktion der Aktiveinheit: Falls es zu einer

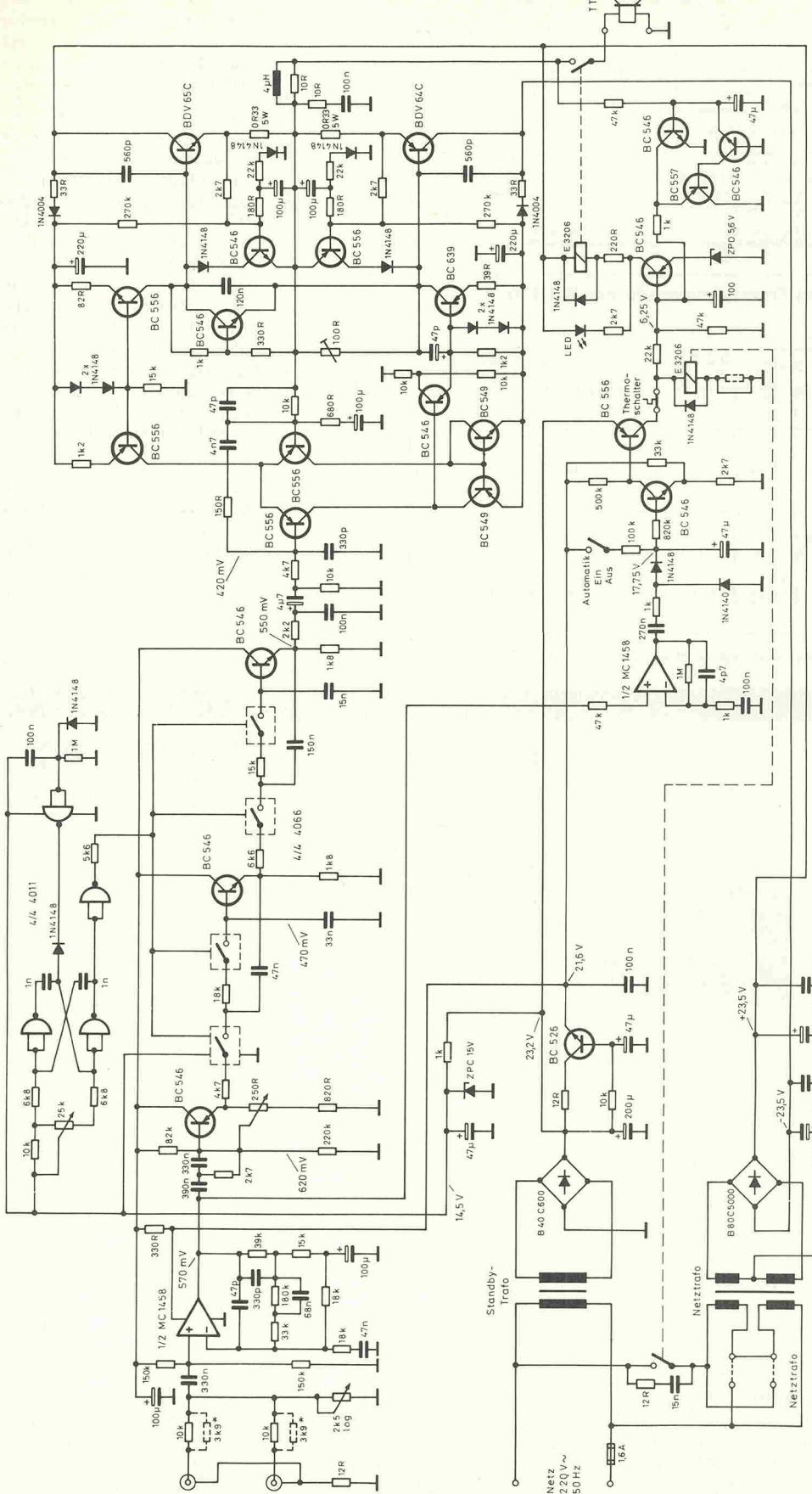
thermischen Überlastung oder zum Kurzschluß am Ausgang kommt, schaltet sie kurzerhand den ganzen Verstärker aus. Gleichzeitig sorgt sie für eine Einschaltverzögerung und — falls eingeschaltet — die automatische Aktivierung des Verstärkers bei anliegendem Signal. Selbstverständlich erfolgt bei dieser Betriebsart das Ausschalten erstens ebenfalls automatisch und zweitens verzögert.

Die Eingangsempfindlichkeit der Elektronik ist so ausgelegt, daß diese von Receichern, Endverstärkern und Vollverstärkern angesteuert werden kann. Wer unbedingt will, kann die Aktiveinheit nach einem kleinen Eingriff auch direkt an seinen Vorverstärker anschließen. Dazu müssen die 10-Ω-Eingangswiderstände gegen (die im Schaltplan mit einem Stern versehenen) 2k2-Widerstände ausgewechselt werden. So wird die Eingangsempfindlichkeit noch einmal um 8 dB gesteigert, andererseits aber die Kanaltrennung verschlechtert.

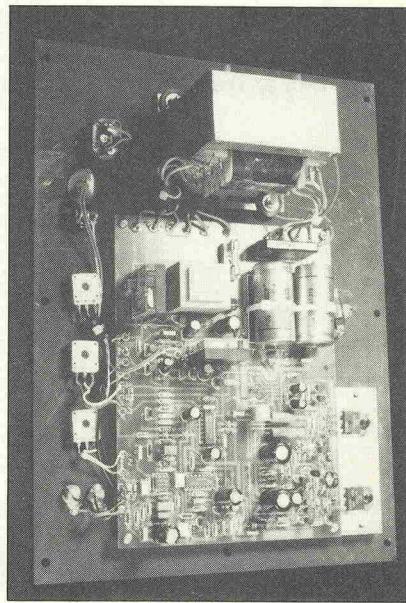
Übrigens sind die Masseleitungen beider Eingangskanäle direkt miteinander verbunden. Dadurch verbietet sich der Einsatz der WA 110 bei Brückenverstärkern. Probleme gibts beispielsweise bei Revoxverstärkern, Abacus und der Accuphase M1000.

Mit einem Einstellregler kann die Eingangsempfindlichkeit an den jeweiligen Wirkungsgrad des angeschlossenen Lautsprecherchassis angepaßt werden. So genügt in der Position 'maximale Empfindlichkeit' bereits 1 V zur Vollaussteuerung.

Die Trennfrequenz der Aktiveinheit ist stufenlos von 60...230 Hz einstellbar, so daß unterschiedliche Anwendungsbereiche möglich sind. Unterhalb von 150 Hz ist das menschliche Ohr nicht fähig, die Schallquelle zu orten. Diese Erkenntnis macht sich das Subwooferprinzip zunutze: Die unterhalb dieser Frequenz liegenden Signale beider Stereokanäle werden addiert und von einem einzigen Lautsprecher wiedergegeben. Der ideale Trennfrequenzbereich ist lobenswerterweise auf der Frontplattenskala der WA 110 durch einen weißen Bereich gekennzeichnet.



Durch die 'äußere' Trennfrequenz von 230 Hz kann die Aktiveinheit auch im semiprofessionellen Musikerbereich sinnvoll eingesetzt werden. So können theoretisch beliebig viele Baßeinheiten parallel an eine kleine Endstufe und eine Mittelhochtoneinheit angeschlossen werden.



Die WA 110 ist nur als Fertigbaustein erhältlich.

Sinn und Funktion des Tiefpaß-Expanders lässt sich am besten anhand eines Beispiels erläutern: Ziel sei ein Subwoofer mit möglichst großer Membranfläche und kleinem Gehäuse. Wie allgemein bekannt, führt diese Kombination unweigerlich zu mangelhafter Tiefbaßwiedergabe, und ist damit für die Verwendung als Subwoofer unbrauchbar. Aber es gibt ja den Tiefbaßexpander. Angenommen: Der eingesetzte Lautsprecher hat als entscheidende T/S-Parameter eine Freiluftresonanz von 25 Hz, einen QTS-Faktor von 0,25 und ein äquivalentes Luftnachgie-

Bild 1. Der Schaltplan der Aktiveinheit. Interessant: das 'zu Fuß aufgebaute' geschaltete Tiefpaßfilter.

Subwoofer

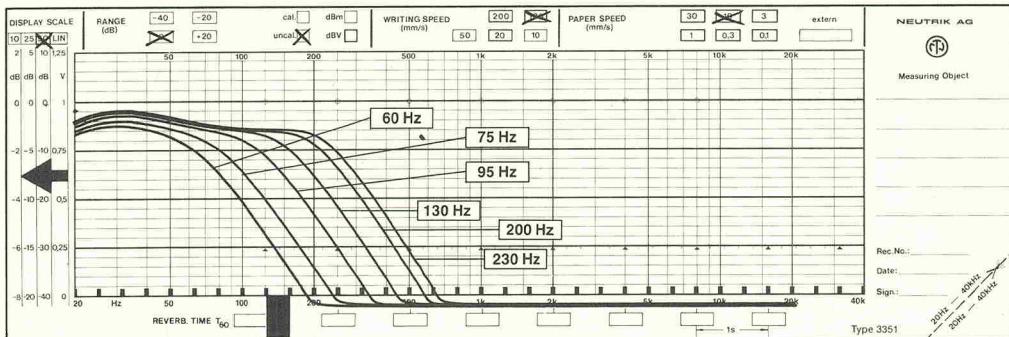
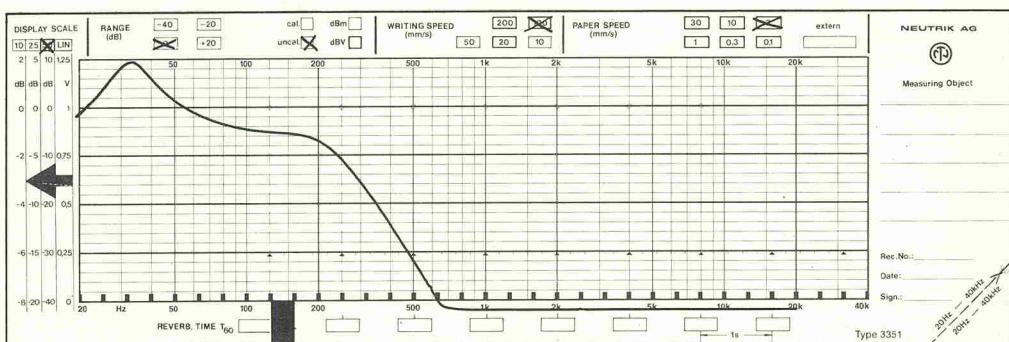


Bild 2. Trennungen: Sechs mögliche Frequenzverläufe der WA 110.



Frequenzverlauf der Aktiveinheit bei 'voll aufgedrehtem' Tiefpaß-Expander.

bigekeitsvolumen (VAS) von 250 Litern. Da kein passives Netzwerk verwendet wird, spielt der Schwingspulengleichstromwiderstand keine Rolle.

Für eine geschlossene Box mit gutem Ein- und Ausschwingverhalten genügt ein Volumen von 50 Litern. Die Einbauresonanz läge dann jedoch bei etwa 60 Hz, der Gesamtgütefaktor bei 0,7. Die Box hätte ihren -3 dB-Punkt bei 60 Hz und würde darunter mit 12 dB/Oktave abfallen. Tut sie aber nicht. Denn mit Hilfe des Tiefbaßexpanders lässt sich nun der Übertragungsbereich bis etwa 30 Hz linearisieren, indem der entsprechende Einsteller auf +10 dB eingestellt wird.

Insgesamt hinterlässt die Aktiveinheit WA 110 einen ordentlichen Eindruck. Für 450 DM erhält man einen fertig aufgebauten, vielseitig einsetzbaren Baßbereichverstärker, den die Firma Mivoc auch in ihren Subwofern 150 AN, P 111 und ihrem teilaktiven Spitzenmodell 440 A einsetzt. □

Bauelemente: Grundlagen und Anwendungen

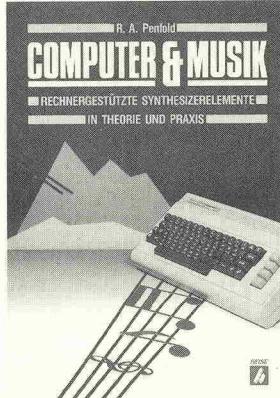


Broschur, 184 Seiten
DM 38,80
ISBN 3-922705-46-4

vom selben Autor:

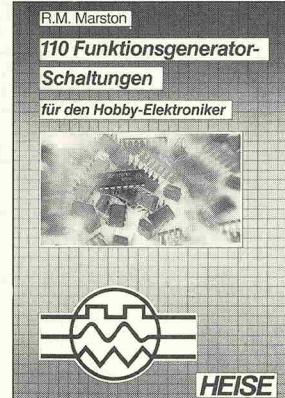
Transistor-Handbuch
mit SMD-Bauteilen
Broschur, 208 Seiten
DM 38,80
ISBN 3-922705-45-6

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



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

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



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

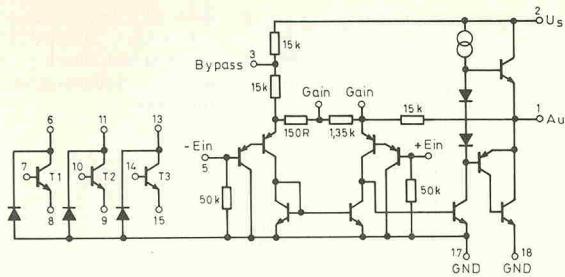
Broschur, 153 Seiten
DM 16,80
ISBN 3-922705-03-0

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



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

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 6/89



LM 389

Der Baustein LM 389 von National Semiconductor ist eine erweiterte Ausführung des LM 386. Neben der LM 386-Endstufe enthält dieses IC zusätzlich ein Transistorarray mit drei npn-Transistoren, das für einen Vorverstärker, für die Klangbeeinflussung oder für einfache Verstärker bis 1 MHz verwendet werden kann.

Die technischen Daten der LM 389-Endstufe sind mit denen des Bausteins LM 386 identisch. Daher kann man sich in Bild 49 auf das interne Schaltbild sowie die Pinbelegung beschränken.

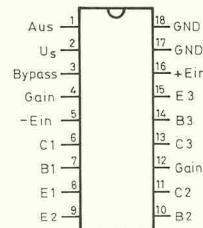
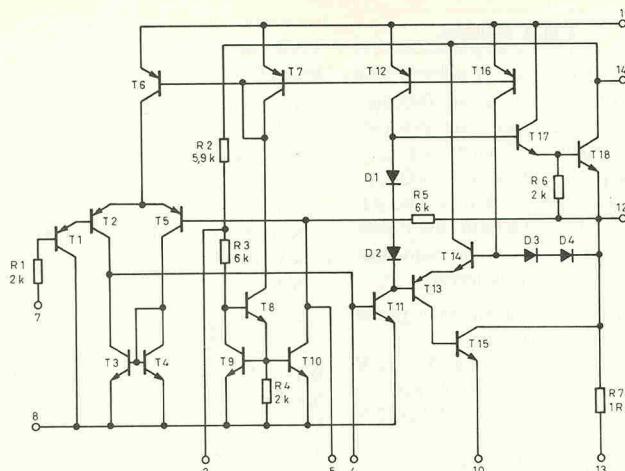


Bild 49. Innenschaltung und Pinbelegung des Schaltkreises LM 389.



LM 390

Die Nf-Endstufe LM 390 von National Semiconductor kann bei einer Batteriespannung von 6 V eine Leistung von 1 W an einen 4-Ω-Lautsprecher abgeben, wobei der Klirrfaktor 10% beträgt. Dieses IC ist mit einer 'eingebauten' Wärmeabfuhr vom Chip versehen. Dazu müssen die Pins 3, 4, 5, 10, 11 und 12 an eine große Kupferfläche auf der Platine gelötet werden. In Bild 50 sind neben dem Block-

schaltbild auch die Pinbelegung sowie eine typische Anwendungsschaltung zusammengefaßt.

Die technischen Kurzdaten des LM 390:

- Versorgungsspannung: 4...9 V
- Ruhestromaufnahme: 10 mA
- Ausgangsleistung: 1 W bei 6 V und 4 Ω
- Signalverstärkung: 20...200
- Bandbreite (-3 dB): 50 kHz

TBA 820

Beim TBA 820 handelt es sich um ein Thomson-IC, das sich durch ei-

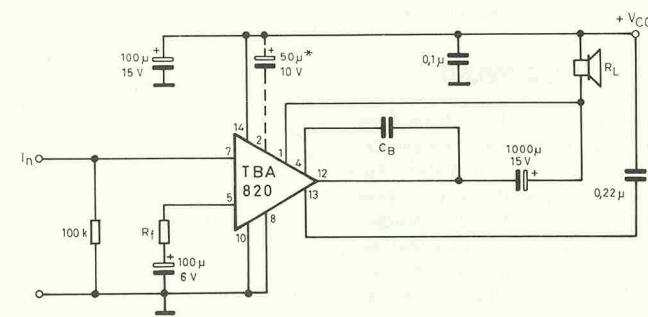


Bild 51. Innenschaltung und Applikation des Bausteins TBA 820.

ne niedrige Versorgungsspannung in Höhe von 3 V und eine Maximalleistung von 2 W auszeichnet. Bild 51 zeigt das interne Schaltbild, die Pinbelegung sowie eine Beispielschaltung.

Die technischen Daten des TBA 820 in Kurzform:

- Versorgungsspannung: 3...16 V
- Ruhestromaufnahme: 4 mA
- Ausgangsleistung: 2 W bei 12 V und 8 Ω, 0,22 W bei 3,5 V und 4 Ω
- Klirrfaktor: 10% bei 2 W, 12 V und 8 Ω
- Signalverstärkung: 75 dB
- Bandbreite (-3 dB): 20 kHz

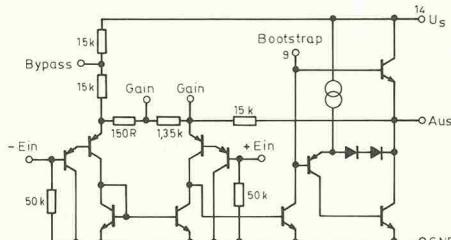


Bild 50. Internes Schaltbild, Pinbelegung und Grundschaltung des Nf-Verstärker-ICs LM 390.

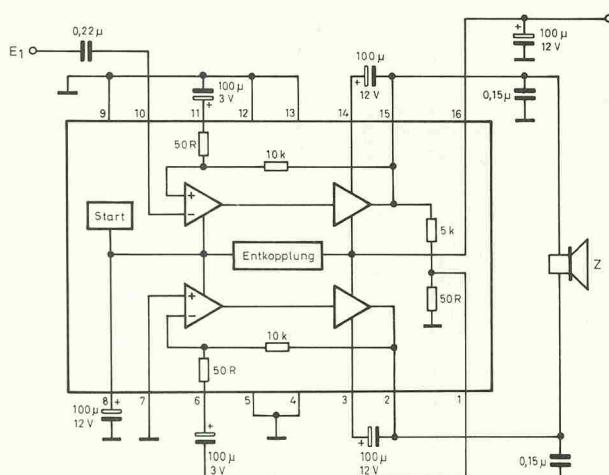
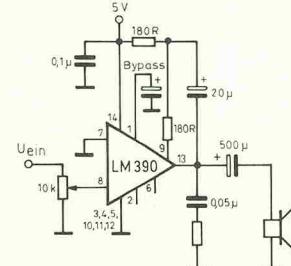


Bild 52. Internes Blockschaltbild des Brückenverstärkers TEA 2025 mit externer Basisbeschaltung.

TEA 2025

Der Schaltkreis TEA 2025 von Thomson enthält einen Brückenverstärker, der bei einer Betriebsspannung von 12 V eine Leistung in Höhe von 4,7 W an eine 8-Ω-Last abgeben kann. In Bild 52 sind das interne Blockschatzbild, die Pinbelegung sowie die externe Standardbeschaltung wiedergegeben.

Die wichtigsten technischen Daten des TEA 2025 lauten:

- Versorgungsspannung: 3...12 V
- Ruhestromaufnahme: 40 mA
- Ausgangsleistung: 4,7 W bei 12 V und 8 Ω
- Klirrfaktor: 10% bei 2,8 W, 6 V und 4 Ω
- Signalverstärkung: 51 dB
- Bandbreite (-3 dB): 10 kHz

TDA 7050

Ein Musterbeispiel für hohe Integrationsdichte ist der Brückenverstärker TDA 7050 von Valvo: Außer einem Lautstärkesteller ist kein weiteres externes Bauteil erforderlich! Wie aus den technischen Daten hervorgeht, wurde dieses in einem 8-Pin-SMD-Gehäuse (SOT-96) untergebrachte IC speziell für sehr geringe Versorgungsspannungen

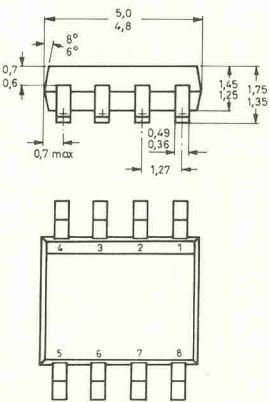
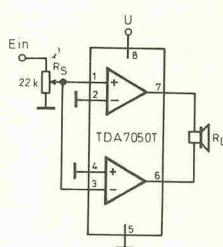


Bild 53. Der Brückenverstärker TDA 7050 benötigt nur ein externes Bauelement: den Lautstärkesteller.

entwickelt. Die 'Basisbeschaltung' sowie die Gehäuseform gehen aus Bild 53 hervor.

- Versorgungsspannung: 1,6...6,0 V
- Ruhestromaufnahme: 3,2 mA
- Ausgangsleistung: 150 mW bei 4,5 V und 64 Ω
- Klirrfaktor: 10% bei 140 mW, 3 V und 32 Ω
- Signalverstärkung: 26 dB

TDA 7052

Bei der Brückenendstufe TDA 7052 handelt es sich um eine verbesserte Version des Bausteins TDA 7050 mit einer Maximalleistung von 1,2 W an 8 Ω bei einer Versorgungsspannung von 6 V. Die Schaltung zeichnet sich durch einige Extras wie Kurzschlußsicherheit und Unterdrückung des Einschaltclicks aus. Die Maximalleistung wird dabei ohne externe Kühlung erreicht. Bild 54 zeigt eine Standardapplikation für dieses Valvo-IC.

LCD-Treiber

Siebensegment-Displays werden hauptsächlich für die Meßwert-Anzeige von Gleichspannungen oder Frequenzen eingesetzt. Das Messen dieser beiden Größen erfordert allerdings vollkommen unterschiedliche Schaltungstechniken. Diverse Hersteller bieten hochintegrierte Bausteine an, bei deren Entwicklung eine möglichst niedrige Versorgungsspannung sowie ein niedriger Stromverbrauch angestrebt wurden. In den folgenden Abschnitten werden die universell einsetzbaren Schaltkreise kurz angeprochen.

ICL 7126/ICL 7136

Die beiden Digitalvoltmeter-ICs ICL 7126 und ICL 7136 von Intersil sind Nachfolger des bekannten Standard-Bausteins ICL 7106, allerdings mit einem Gesamtstromverbrauch von nur 100 μA anstatt 1,8 mA. Dadurch ist mit einer normalen 9-V-Batterie ein 8000-stündiger Dauerbetrieb (333 Tage) möglich. Der Unterschied zwischen den beiden Typen besteht darin, daß sich der Baustein ICL 7136 wesentlich schneller — innerhalb eines Meßzyklus — von Meßwert-Überschreitungen erholt und anschließend sofort eine neue Messung durchführt. Dieser Sachverhalt wird mit dem Fachausdruck 'Fast Recovery' bezeichnet.

In allen Neuentwicklungen sollte nach Möglichkeit die 7136-Version

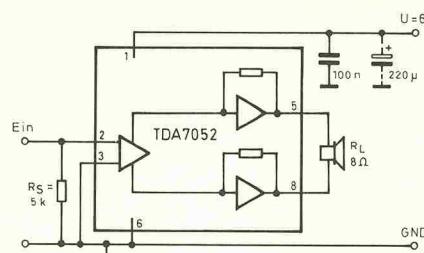


Bild 54. Der Brückenverstärker TDA 7052 zeichnet sich durch eine geringe Außenbeschaltung aus.

eingesetzt werden. Diese Entscheidung wird zudem durch die Pin-kompatibilität zwischen den Typen ICL 7106, ICL 7126 und ICL 7136 unterstützt. Es ist allerdings zu beachten, daß die Werte der externen, passiven Komponenten des ICL 7106 von denen der beiden anderen DVM-ICs abweichen und dieser Baustein in bereits existierenden Geräten somit nicht ohne Anpassungen durch die neue Ausführung ersetzt werden kann.

Bild 55 zeigt die Grundschaltung eines digitalen Meßgeräts mit einem Meßbereich von ±199,9 mV, wobei die erforderliche 100-mV-Referenz direkt aus der 9-V-Batteriespannung abgeleitet wird. Für hochpräzise Messungen kann man zur Erzeugung der Referenzspannung einen der besprochenen Micropower-Referenz-Bausteine einsetzen.

74 C 945/947

Die von verschiedenen Herstellern angebotenen universellen Impulszählern 74 C 945 und 74 C 947 werden als Basisbausteine für Frequenzzähler eingesetzt. Bei einer Betriebsspannung von 5 V nehmen

diese ICs einen Gesamtstrom von nur 10 μA auf.

Die beiden Schaltkreise enthalten jeweils einen synchronen, vierstelligen Aufwärts/Abwärts-Zähler, Latches, Dekoder, Segment- und Backplane-Treiber sowie einen Oszillator. Die maximale Eingangsfrequenz am Clock-Anschluß beträgt 2 MHz.

Hier die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungen:

Der Baustein 74 C 945

- besitzt einen Select-Eingang, mit dem man wahlweise den Inhalt der Zähler oder den Inhalt der Latches auf dem Display anzeigen kann.
- verfügt über einen Blanking-Eingang, mit dem die gesamte Anzeige unterdrückt werden kann.

Der Baustein 74 C 947

- bringt nur den Inhalt der Latches zur Anzeige.
- verfügt über einen 'LZB'-Eingang und -Ausgang (Leading Zero Blanking), mit dem die Anzeige führender Nullen auf dem Display unterdrückt werden kann. Diese Funktion kann nicht nur für die eigene Anzeige realisiert werden, sondern auch für die Anzeigen weiterer, kaskadierter ICs.

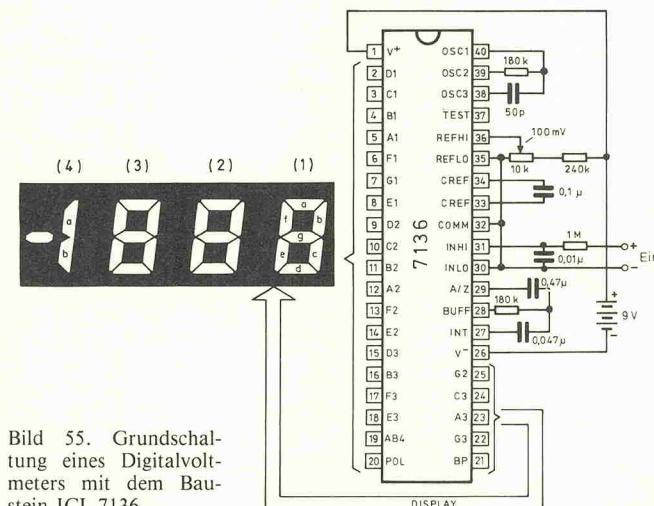


Bild 55. Grundschaltung eines Digitalvoltmeters mit dem Baustein ICL 7136.

Einfache Anpassungsschaltungen

Grundlagen und Berechnungsbeispiele

Schaltungen zur Signalübertragung bestehen im allgemeinen aus einer Kette von Einzelstufen, also aus Leitungen, Verstärkern, Filtern usw. Der Schaltungsentwickler steht oft vor der Aufgabe, zwei aufeinanderfolgende Stufen derart zusammenzuschalten, daß die maximal mögliche Signalleistung übertragen wird. Man bezeichnet diesen Fall als Leistungsanpassung oder kurz als Anpassung.

Leistungsanpassung ist hauptsächlich aus zwei Gründen erwünscht:

1. Wirtschaftlichkeit — beispielsweise ist man bestrebt, einer Antenne die gesamte zur Verfügung stehende HF-Leistung einer Senderendstufe zuzuführen.
2. Vermeidung von Reflexionen. Beispiel: Übergang Antennenkabel - Fernsehempfänger. Ungenügende Anpassung führt hier zu Signalreflexionen, die sich als Geisterbilder auswirken können.

Zur rechnerischen Lösung von Anpassungsaufgaben betrachtet man die erste Stufe als Generator mit dem Innenwiderstand Z_1 , die darauf folgende Stufe als Verbraucher mit dem Eingangswiderstand Z_2 (Bild 1). Dabei unterscheidet man drei Fälle:

Fall 1: Sowohl Z_1 als auch Z_2 sind komplexe Größen.

Fall 2: Der Quellenwiderstand Z_1 ist komplex, der Lastwiderstand Z_2 reell (oder umgekehrt).

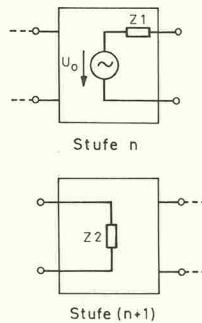


Bild 1. Modell zur mathematischen Behandlung von Anpassungsaufgaben: Die 1. Stufe wird als Generator mit dem Innenwiderstand Z_1 aufgefaßt, die 2. Stufe als Lastwiderstand Z_2 .

Fall 3: Quellen- und Lastwiderstand sind reell, d.h. rein ohmsche Widerstände.

Fall 1 kommt selten vor; meist ist zumindest einer der Widerstände näherungsweise reell.

Fall 2 ist typisch für die gesamte Nachrichtenübertragungstechnik. Ein immer wiederkehrendes Problem ist beispielsweise die breitbandige Anpassung einer 50Ω -Leitung (reell) an den Eingang eines HF-Transistors. Derartige Anpassungsaufgaben sind entweder grafisch lösbar oder durch — zum Teil recht umfangreiche — Berechnungen.

Viele Anpassungsprobleme lassen sich aber auch auf den relativ einfachen Fall 3 zurückführen; nur dieser soll daher im folgenden behandelt werden.

Anpassung mit Übertragern

Um Leistungsanpassung zu erreichen, müssen Quellen- und Lastwiderstand gleich groß sein (Bild 2). Die Anpassungsschaltung hat also die Aufgabe, R_2 auf den Wert von R_1 zu transformieren. Vom theoretischen Standpunkt aus betrachtet ist dafür ein Übertrager das ideale Bauelement (Bild 3).

Leider sind Übertrager schwierig zu bauen, besonders für höhere Frequenzen. Ihre obere Einsatzgrenze liegt — von Spezialausführungen abgesehen — bei ca. 200 MHz. Der

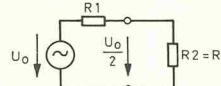


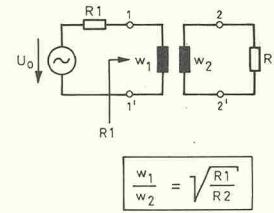
Bild 2. Bei einer Leistungsanpassung sind Quellenwiderstand R_1 und Lastwiderstand R_2 gleich. Der Generator gibt an R_2 die maximale Leistung P_{max} ab.

Praktiker verzichtet deshalb nach Möglichkeit auf den Einsatz von Anpassungsübertragern. Er verwendet stattdessen Netzwerke aus Spulen und Kondensatoren, auf deren wichtigste Eigenschaften im folgenden eingegangen wird.

Anpassung mit Reaktanzen

Exakte Anpassung heißt: Die verfügbare Generatorleistung gelangt vollständig an den Lastwiderstand R_2 . Anpassungsschaltungen dürfen deshalb keine Wirkleistung aufnehmen, also nur aus Blindwiderständen (Reaktanzen) bestehen. Anpassungsschaltungen enthalten ausschließlich — verlustfrei angenommene — Spulen und Kondensatoren, keine ohmschen Widerstände.

Reine Blindwiderstände sind nicht herstellbar; Spulen und Kondensatoren weisen stets einen reellen Anteil auf, der zu Verlusten führt. Trotzdem setzt man beim Entwurf verlustfreie Schaltelemente voraus, weil sich dadurch die Berechnung erheblich vereinfacht. Um die Abweichungen zwischen dem Betriebsverhalten der berechneten und der realen Schaltung klein zu halten, verwendet man für den Aufbau Spulen und Kondensatoren möglichst hoher Güte.



w_1, w_2 : Primär-, Sekundärwindungszahl

Bild 3. Leistungsanpassung mit Übertrager.

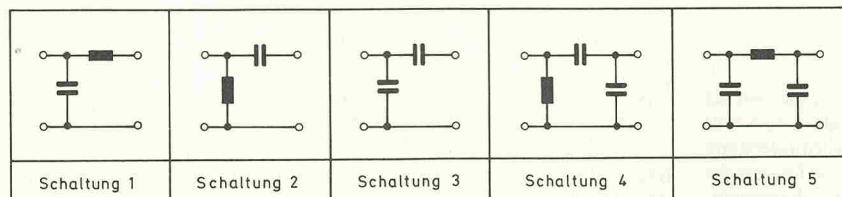


Bild 4. Übersicht über die fünf in diesem Beitrag behandelten Anpassungsschaltungen.

Anpassungsschaltungen mit Reaktanzen sind bis ca. 300 MHz realisierbar, wenn gewickelte Spulen eingesetzt werden; mit Leitungselementen erstrecken sich die Frequenzen bis weit in den GHz-Bereich hinein.

Berechnungsumfang, Anzahl der Schaltelemente und Abgleichaufwand werden umso größer,

- je weiter die Werte von R_1 und R_2 auseinanderliegen;
- je breiter der Frequenzbereich ist, in dem eine gute Anpassung verlangt wird.

Einfache Schaltungen mit nur zwei oder drei Bauelementen bewirken Leistungsanpassung exakt nur bei einer Frequenz f_m und näherungsweise in der Umgebung von f_m . Anders ausgedrückt: Derartige Schaltungen weisen eine Filterwirkung auf. Sie übertragen Signaleanteile mit Frequenzen weit ab von f_m nur noch mit abgeschwächter Leistung. Für viele Anwendungen ist dieser Umstand von Vorteil. Beispiel: Eine Anpassungsschaltung mit Tiefpaßcharakter zwischen Senderendstufe und Antenne vermindert die Abstrahlung unerwünschter Oberwellen.

Erfahrungsgemäß wickeln die meisten Praktiker nicht allzu gern Spulen. Deshalb werden nur diejenigen Schaltungen einer näheren Betrachtung unterzogen, die mit höchstens einer Spule (ohne Anzapfung) auskommen (Bild 4). Zuvor sollen kurz die wichtigsten Kenngrößen von Anpassungsschaltungen erläutert werden.

Kenngrößen

Im idealen Anpassungsfall gelangt die verfügbare Generatorleistung P_{max} vollständig an den Lastwiderstand R_2 (Bild 5). Exakte Anpassung ist mit den hier beschriebenen Reaktanzschaltungen aber nur für eine einzige Signalfrequenz f_m erreichbar. Für alle anderen Frequenzen ist $P_2 < P_{max}$. In der Anpassungsschaltung wird keine Wirkleistung umgesetzt (reine Blindwiderstände).

Man kann sich vorstellen, daß ein Anteil P_f der verfügbaren Generatormasse am Eingangstor 1/1' re-

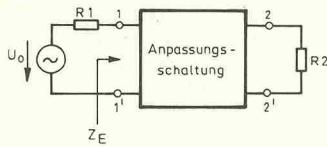


Bild 5. Grundschatzung zur Definition der Kenngrößen a_B , a_r und r .

flektiert wird; ‘durchgelassener’ Anteil P_2 und reflektierter Anteil P_r ergeben zusammen die verfügbare Generatorleistung P_{max} :

$$P_{max} = P_2 + P_r$$

Die zahlenmäßige Beschreibung der Anpassungsverhältnisse ist durch verschiedene Kenngrößen möglich. Am gebräuchlichsten sind:

1. Betriebsdämpfung a_B
2. Reflexionsdämpfung a_r
3. Reflexionsfaktorbetrag r

Zwei weitere Kenngrößen sollen lediglich erwähnt werden: Wellenleistungsfaktor (englisch: voltage standing wave ratio, VSWR) und Anpassungsfaktor. Sie werden hauptsächlich in der englischsprachigen Literatur verwendet.

● Betriebsdämpfung a_B

Die Betriebsdämpfung erhält man aus P_{max} und P_2 :

$$a_B = 10 \lg \frac{P_{max}}{P_2} [\text{dB}]$$

Bei idealer Anpassung wird $P_2 = P_{max}$, die Betriebsdämpfung also gleich Null. Im Frequenzbereich mit guter Anpassung erhält man unhandlich kleine a_B -Werte. Hier ist es zweckmäßiger, anstelle a_B eine der beiden Reflexionsgrößen a_r oder r anzugeben.

● Reflexionsdämpfung a_r

Das Verhältnis von verfügbarer Generatorleistung P_{max} und reflektiertem Leistungsanteil P_r führt zur Definition von a_r :

$$a_r = 10 \lg \frac{P_{max}}{P_r} [\text{dB}]$$

Je besser die Anpassung, desto größer die Reflexionsdämpfung a_r . Für den Idealfall $P_2 = P_{max}$ nimmt a_r den Wert unendlich an.

● Reflexionsfaktorbetrag r

Vergleicht man den komplexen Eingangswiderstand Z_E der mit R_2 abgeschlossenen Anpassungsschaltung mit dem Quellenwiderstand R_1 , gelangt man zur Definition des Reflexionsfaktors. Zur Kennzeich-

nung der Anpassung genügt es, seinen Betrag r zu kennen:

$$r = \left| \frac{R_1 - Z_E}{R_1 + Z_E} \right|$$

Die Größe r wird entweder ohne Maßeinheit oder in Prozent angegeben. $r = 0$ bedeutet ideale Anpassung. Eine völlige Fehlanpassung (keine Wirkleistung an R_2) geht einher mit $r = 1 \pm 100\%$.

Wie bereits gesagt, setzt man bei der Berechnung ideale Spulen und Kondensatoren voraus. In diesem Fall sind a_B , a_r und r durch folgende Beziehungen miteinander verknüpft:

$$a_B = -10 \lg (1 - 10^{-0.1 a_r}) [\text{dB}]$$

$$a_r = -10 \lg (1 - r^2) [\text{dB}]$$

$$a_B = 20 \lg \frac{1}{r} [\text{dB}]$$

$$r = \sqrt{1 - 10^{-0.1 a_B}}$$

$$r = 10^{-0.05 a_B}$$

Unter der Bandbreite $\Delta f = f_o - f_u$ versteht man denjenigen Frequenzbereich, innerhalb dessen eine vorgegebene Reflexionsdämpfung a_{rmin} nicht unterschritten wird (bzw. ein vorgegebener Reflexionsfaktorbetrag r_{max} oder eine vorgegebene Betriebsdämpfung a_{Bmax} nicht überschritten werden). Der Ausdruck f_o bezeichnet die obere Grenzfrequenz, f_u die untere Grenzfrequenz. Die auf die Mittenfrequenz f_m bezogene Bandbreite nennt man relative Bandbreite (Bild 6):

$$B = \frac{\Delta f}{f_m} \cdot 100 \%$$

$$\text{mit } f_m = \sqrt{f_o \cdot f_u}$$

Anpassungsschaltungen aus Reaktanzen sind umkehrbar. Das heißt: R_1 (bzw. R_2) kann Quellen- oder Lastwiderstand sein, am Übertragungsverhalten der Schaltung ändert dies nichts (Bild 7). Aus die-

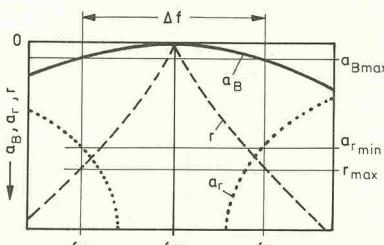


Bild 6. Diagramm zur Definition der relativen Bandbreite B .

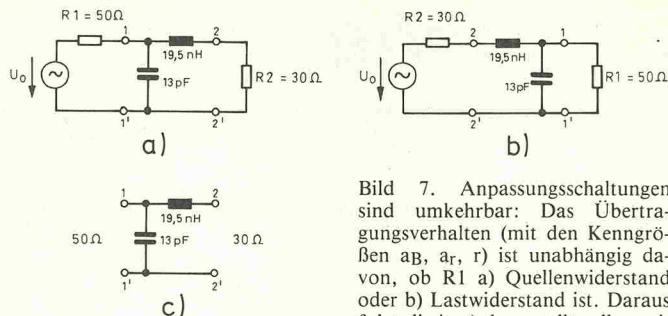


Bild 7. Anpassungsschaltungen sind umkehrbar: Das Übertragungsverhalten (mit den Kenngrößen a_B , a_r , r) ist unabhängig davon, ob R_1 a) Quellenwiderstand oder b) Lastwiderstand ist. Daraus folgt die in c) dargestellte allgemeine Schreibweise.

an den Eingang eines 50Ω -HF-Verstärkers angepaßt werden. Die Berechnung wird in diesem Fall wie folgt durchgeführt:

$$R_1 = 75\Omega; \quad \begin{array}{c} \text{---} \\ 75\Omega \end{array} \quad \begin{array}{c} 58\text{nH} \\ \text{---} \\ 50\Omega \end{array}$$

$$f_m = \sqrt{f_o \cdot f_u} = 97 \text{ MHz}$$

$$L = \frac{R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}{2\pi f_m} = 58,0 \text{ nH}$$

$$C = \frac{\sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}{2\pi f_m R_1} = 15,5 \text{ pF}$$

Bild 8. Anpassungsschaltungen mit zwei Reaktanzen und die zugehörigen Berechnungsformeln.

	Anpassungsschaltung	Berechnungsformeln
1	 Bedingung: $R_1 > R_2$	$L = \frac{R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}{2\pi f_m}$ $C = \frac{\sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}{2\pi f_m R_1}$
2	 Bedingung: $R_1 > R_2$	$L = \frac{R_1}{2\pi f_m \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}$ $C = \frac{1}{2\pi f_m R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}}$
3	 Bedingung: $R_1 > R_2$	$C_L = \pm \frac{1}{2\pi f_m R_2 (R_1 - R_2)}$ $C_Q = \pm \frac{\sqrt{\frac{1}{R_1} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)}}{2\pi f_m}$

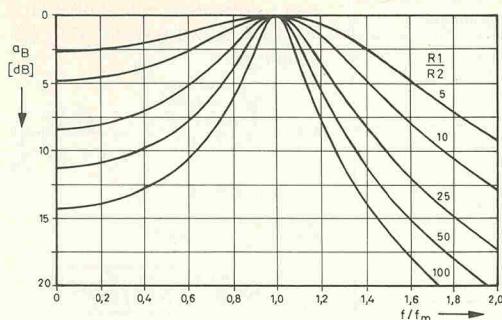


Bild 9. Verlauf von a_B und a_r für Anpassungsschaltung 1.

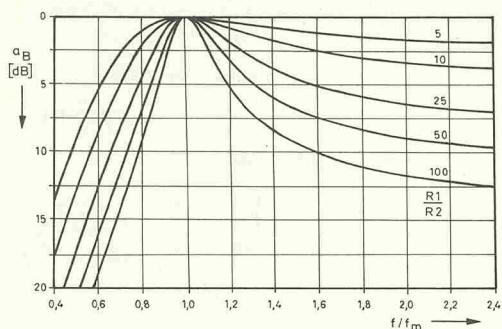


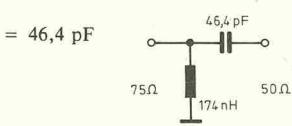
Bild 10. Verlauf von a_B und a_r für Anpassungsschaltung 2.

Schaltung 2 hat Hochpaßcharakter; ihr Betriebsverhalten zeigt die Grafik in Bild 10.

Beispiel 2: Daten wie in Beispiel 1, Anpassung jetzt mit Schaltung 2:

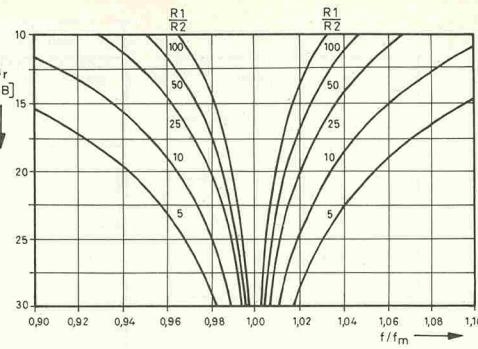
$$L = \frac{R_1}{2\pi f_m \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}} \\ = 174,0 \text{ nH}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_m R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}} \\ = 46,4 \text{ pF}$$



Anpassungsschaltungen mit zwei Elementen lassen sich auch aus Reaktanzen gleichen Typs — also aus zwei Kondensatoren oder aus zwei Spulen — aufbauen. Im folgenden soll die Schaltung mit zwei Kondensatoren behandelt werden. Dabei nimmt der berechnete Querkondensator C_q einen negativen Wert an, was aber für solche Anwendungsfälle keine Rolle spielt, bei denen die resultierende Querkapazität der Gesamtschaltung positiv bleibt.

Beispiel 3: Der UKW-Vorverstärker elrad 1989, Heft 7/8



kapazität als kapazitiver Teiler ausgeführt ist. In Bild 12 sind die Dimensionierungsformeln zusammengestellt.

Eine wichtige Zusatzbedingung lautet, daß R_2 sehr viel größer als der Betrag des kapazitiven Blindwiderstandes X_{Cq} sein muß. In der Praxis wählt man

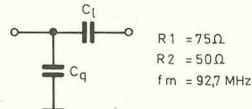
$$R_2 \geq 10 \cdot |X_{Cq}|$$

Bei der Berechnung geht man zweckmäßigerweise von dieser Bedingung aus. Der Rechenablauf ist in Bild 13 als Flußdiagramm dargestellt.

Beispiel 4: Das Ausgangssignal eines Transistorverstärkers soll auf zwei 50Ω -Verstärker verteilt werden (Bild 14). Die Frequenz mit

Bild 12. Die Anpassungsschaltung 4 besteht aus einem Parallelschwingkreis mit kapazitivem Teiler.

Nr.	Schaltung	Berechnung
4		C_q vorgeben, dabei folgende Bedingung beachten: $R_2 \geq 10 \cdot X_{Cq} \quad \curvearrowright C_q \geq \frac{1}{0,2 \pi f_m R_2}$ $C_L = \frac{C_q}{\sqrt{\frac{R_2^2}{R_1} - 1}}$ $L = \frac{1}{(2\pi f_m)^2 C} \quad \text{mit } C = \frac{C_q C_L}{C_q + C_L}$

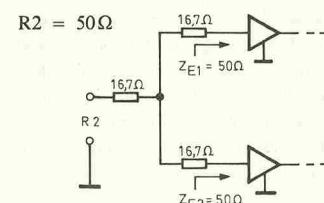


exakter Anpassung soll bei $97,2 \text{ MHz}$ liegen (Mitte des UKW-Bereichs).

Lösung: Man geht nach dem Rechenschema in Bild 13 vor.

1. Schritt: $R_1 = R_C = 5 \text{ k}\Omega$, $f_m = 97,2 \text{ MHz}$. Der Lastwiderstand errechnet sich wie folgt:

$$R_2 = 16,7\Omega + \frac{66,7\Omega \cdot 66,7\Omega}{66,7\Omega + 66,7\Omega}$$



2. Schritt: Mindestwert von C_q bestimmen:

$$C_{q \min} = \frac{1}{0,2 \pi f_m R_2} = 327,5 \text{ pF}$$

Die weitere Rechnung erfolgt mit $C_q = 330 \text{ pF}$ (Normwert).

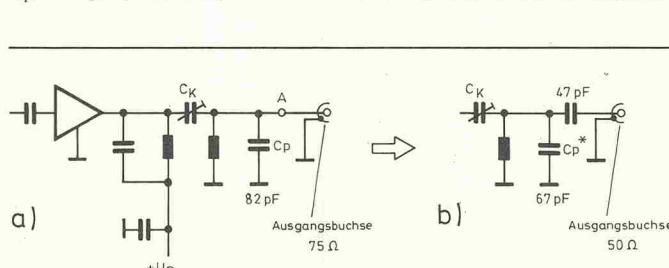


Bild 11. Darstellung des Beispiels 3.

3. Schritt: C_1 und L berechnen:

$$C_1 = \frac{C_q}{\sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}} = 36,7 \text{ pF} \approx 39 \text{ pF}$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f_m)^2 C} = 76,9 \text{ nH}$$

$$\left(\text{mit } C = \frac{C_q \cdot C_1}{C_q + C_1} = 34,88 \text{ pF}\right)$$

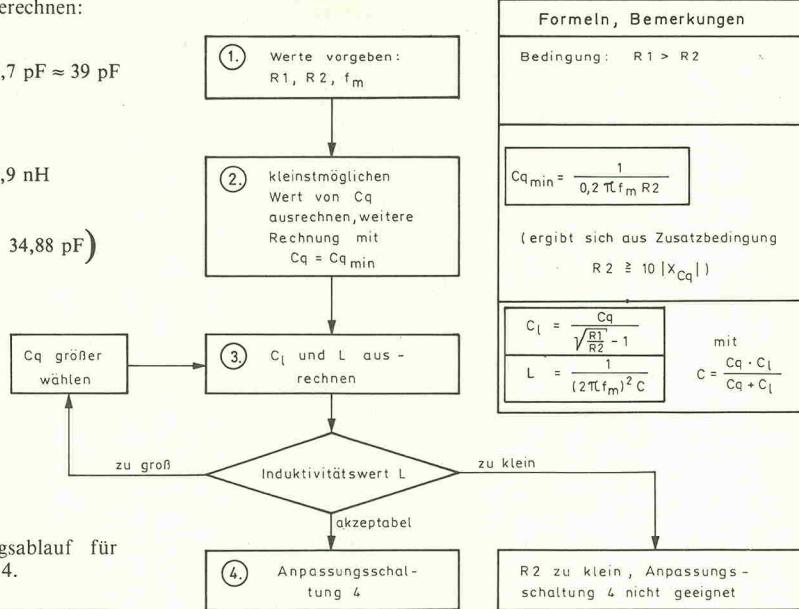


Bild 13. Berechnungsablauf für Anpassungsschaltung 4.

Mit 76,9 nH liegt L noch innerhalb eines praktisch gut realisierbaren Bereichs. Induktivitätswerte kleiner ca. 40 nH lassen sich in Form gewickelter Spulen kaum noch mit akzeptablen Gütekriterien herstellen.

Collins-Filter

Die wohl bekannteste Anpassungsschaltung mit drei Reaktanzen ist die π -Schaltung nach Bild 15, auch unter der Bezeichnung Collins-Filter bekannt. Während bei Schaltungen mit zwei Reaktanzen der Anpassungsverlauf nur vom Verhältnis R_1/R_2 abhängt (vergl. Bild 9 und Bild 10), kann man ihn bei Collins-Filters durch die Wahl von C_1/C_2 in gewissen Grenzen beeinflussen. In Bild 16 sind alle Dimensionierungsdaten für drei wichtige Fälle zusammengefaßt:

a) Einfachste Dimensionierung: C_1 und C_2 werden gleich groß gewählt.

b) Wird eine möglichst breitbandige Anpassung gewünscht, ist die Dimensionierung $C_1 = C_2$ für kleine Widerstandsverhältnisse nicht optimal. Im Bereich $R_1/R_2 = 1 \dots 4$ wird die Bandbreite maximal für $C_1/C_2 > 2$.

c) Um eine schmalbandige Anpassung zu erreichen, wählt man C_1/C_2 nur wenig größer als R_2/R_1 , beispielsweise

$$C_1/C_2 = 1,1 \cdot \sqrt{R_2/R_1}$$

Beispiel 5: $R_1 = 180 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, $f_m = 145 \text{ MHz}$. Gesucht ist die Di-

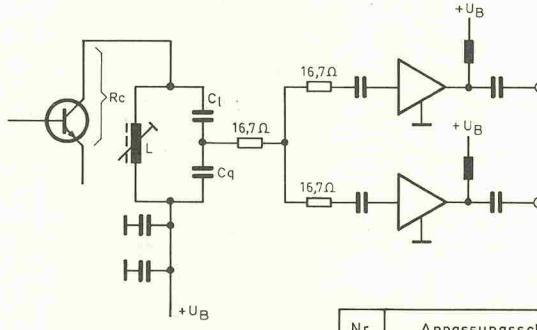


Bild 14. Darstellung des Beispiele 4.

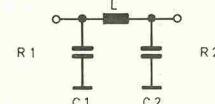


Bild 15. Grundschaltung eines Collins-Filters.

Dimensionierung für die drei Varianten der Anpassungsschaltung 5.

a) einfache Dimensionierung:

$$C_1, C_2 = \frac{1}{2\pi f_m \sqrt{R_1 R_2}}$$

$$= \frac{1}{86,43 \cdot 10^9 \frac{\text{V}}{\text{As}}} = 11,57 \text{ pF}$$

$$L = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2\pi f_m} = \frac{94,87 \frac{\text{V}}{\text{A}}}{9,11 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{s}}} = 104,1 \text{ nH}$$

b) breitbandige Version:

Das C -Verhältnis muß größer als 2 sein; gewählt wird $x = C_1/C_2 = 2,5$. Daraus gilt

$$C_1 = \frac{\sqrt{\frac{1-1/w}{w-1/x^2}}}{2\pi f_m R_2} = \frac{\sqrt{0,21}}{4,56 \cdot 10^{10} \frac{\text{V}}{\text{As}}} = 10,06 \text{ pF}$$

$$C_2 = \frac{C_1}{x} = 4,02 \text{ pF}$$

$$L = \frac{R_2 \sqrt{(1-1/w)(x^2 w - 1)}}{2\pi f_m}$$

$$= \frac{50 \sqrt{3,144} \frac{\text{V}}{\text{A}}}{9,11 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{s}}} = 97,3 \text{ nH}$$

c) schmalbandige Version:

$$\text{Mit } x = C_1/C_2 = 1,1 \sqrt{R_2/R_1}$$

erhält man:

$$C_1 = \frac{\sqrt{\frac{1-1/w}{w-1/x^2}}}{2\pi f_m R_2} = \frac{\sqrt{1,156}}{4,56 \cdot 10^{10} \frac{\text{V}}{\text{As}}} = 23,6 \text{ pF}$$

$$C_2 = \frac{C_1}{x} = 40,7 \text{ pF}$$

$$L = \frac{R_2 \sqrt{(1-1/w)(x^2 w - 1)}}{2\pi f_m}$$

$$= \frac{50 \sqrt{1,66} \frac{\text{V}}{\text{A}}}{9,11 \cdot 10^8 \frac{1}{\text{s}}} = 70,9 \text{ nH}$$

Nr.	Anpassungsschaltung	Berechnungsformeln
5		
a)	<p>einfache Dimensionierung:</p> $C_1 = C_2$ <p>Schaltung hat nahezu maximale Bandbreite für $R_1/R_2 > 4$. Ist für $R_1/R_2 < 4$ maximale Bandbreite gefordert, Dimensionierung b) wählen.</p>	$C_1, C_2 = \frac{1}{2\pi f_m \sqrt{R_1 R_2}}$ $L = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2\pi f_m}$
b)	<p>Dimensionierung für maximale Bandbreite wenn $R_1/R_2 < 4$:</p> $\frac{C_1}{C_2} > 2$	$w = \frac{R_1}{R_2} ; x = \frac{C_1}{C_2}$ $C_1 = \frac{\sqrt{(1-1/w)} \sqrt{(w-1/x^2)}}{2\pi f_m R_2}$
c)	<p>Dimensionierung für minimale Bandbreite:</p> $\frac{C_1}{C_2} \approx 1,1 \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$	$C_2 = \frac{C_1}{x}$ $L = \frac{R_2 \sqrt{(1-1/w)(x^2 w - 1)}}{2\pi f_m}$

Bild 16. Dimensionierung von Collins-Filters in drei Varianten.

digitales Signalprozessorsystem mit TMS32010

im stabilen 19"-Gehäuse, inkl. Netzteil, Systemkarte, Speicherplatine, AD/DA-Karte (8 Bit, 5 µs), Erweiterungskarte für Transientenrecorder und Spektrumanalyse, Terminalsoftware für MS-DOS. (Erweiterbar, durch freie Steckplätze und starkes Netzteil). (Vorgestellt in elrad 3/89).

3900,— DM

Cross-Assembler für TMS320 10/20/C25 MS-DOS

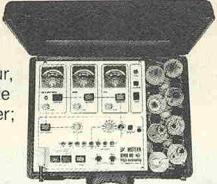
(Macros, Crossreference, Include, Phasing) unter **230,— DM**

Anschrift: Ingolf Hellmann, Kaarster Str. 191, 4040 Neuss
Tel.: 02101/541572



CSG 4, Color-Testbild-Sender mit Kreis, VHF, UHF, S-Kanäle, Video-Ausgang; DM 951,00;

RTT 2, Regel-Trenntrafo,
0 bis 270 V, 4 A, 1100 W, V- und A-Meter; NV-Netzteil für Schalt-I-Bremse, sehr robust, **DM 751,00;**

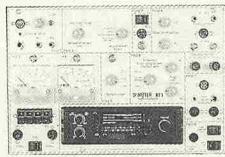


Neu: BMR 90 HiEc
Bildröhrn-Meß-Re-generator jetzt mit G1-G2-Schlußreparatur, regeneriert verbrauchte Bildröhrn noch besser; 131 Adapter, 10 Heizspannungen; 3 BMR-Typen ab **DM 675,00;**

MÜTER Krikedilweg 38
4350 Oer-Erkenschwick
Tel. (02368) 2053

INFO kostenlos
anfordern. Postkarte
in diesem Heft.

Neu: AT 1, Audio-Tester mit Wattmeter, 100 W-Lasten, Tonband-Köpf- und Gleichlauf-Justage, Schnelltest von Mic TB PH CD LS KH, Signal-Verfolger-/Injektor, 2 Generatoren, Prüfverstärker u. Lautsprecher, Radio, 12 V-Netzteil, ersetzt 10 Geräte und alle Adapter; **DM 1114,00;**



P L A T I N E I N N E R

elrad-Platten sind aus Epoxid-Glasartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platten sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzint. Normalerweise sind die Platten 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	Preis	Best.-Nr.	Platine	Preis	Best.-Nr.	Platine	Preis	Best.-Nr.	Platine	Preis	Best.-Nr.
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Netzgerät 260 V/2 A	126-525	19,70	— Verdrahtungsplatine	127-614	66,00	SMD-Balancemeter	108-677	5,00
MOSFET-PA Ansteuerung Analog	045-413/2	25,00	Frequenznormal	126-526	10,00	Audio-Vorverstärker mit NT	127-615	9,70	E.M.M.A.-C64-Brücke	108-678	30,00
20 W CLASS-A-Verstärker	055-415	50,90	Multiboard	126-527	29,90	Byte-Verifier (ds., dk.)	86-10146	39,00	FBAS-RGB-Wandler	108-679	35,00
Praziions-Hilfsschrank	055-417	4,20	CD-Kompressor	126-528	21,60	Byte-Bremse (Eeprom)	86-116	30,00	T100-Netzteil	118-681	20,00
Hilfsschrank	055-418	73,60	Ultrahilfsschrank	017-530	19,00	Geiger-Stimmgabel	818-617	14,00	Batterietester	118-681	15,00
Hilfsschrank-Generator (Satz)	055-419	35,30	Hilfsschrank	017-531	25,00	uPegelschreiber-Ausgangsverstärker	818-618	40,00	C64-Sampler	118-682	12,00
Atomuhr	065-421	60,50	Hilfsschrank	017-532	13,40	Schrittmotorsteuerung	818-619	15,60	EVU-Modem	118-683	35,00
Atomuhr Eprom 2716	065-421/1	25,00	C-Meter — Hauptplatine	017-534	3,30	Handsteuerung-Interface	818-620	7,50	Maßnahme-Hauptplatine	128-684	48,00
Hilfsschrank-Digital 11	065-422	98,10	State-Variable-Equalizer	017-536	58,90	— Mini-Paddel	818-621	4,00	— 3er Karte	128-685	35,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	12,70	Limiter L6000	REM-540	7,40	SMD-Konstantstromquelle	818-622	64,00	Schrittmotorsteuerung	128-686	65,00
Caméra-Kühlschrank	065-424	26,00	Peakdetektion	REM-542	48,00	Vorverstärker 2, 50 W (Satz)	818-623	10,50	— ST-Steuerkarte	128-687	65,00
Do-Yield	065-425	15,50	Op-Amp-Speicher	REM-544	21,60	RMS-DC-Konverter	828-623	10,50	— ST-Transistor-Karte	128-688	100,00
Lineares Ohmmeter	065-426	11,30	Multi-Simulator	027-547	9,60	Geiger-Müller-Zähler	828-624	9,50	100-W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-689	18,00
Computer-Schaltuhru Mutter	075-430/1	53,90	Autopilot	037-547	7,50	Schnittstelle RS232 → RS422	828-625	16,50	Thermostat mit Nachtabsenkung	128-690	18,00
Computer-Schaltuhru Anzeige	075-430/2	21,00	Sweep-Generator — HP	037-551	29,00	Schnittstelle RS232 → RS232CL	828-626	16,50	TV-Modulator	128-691	7,00
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	Sweep-Generator — NT	037-552	16,60	E.M.M.A. Hauptplatine	828-627	59,00	Universelle getaktete		
Schnellader	075-432	20,50	DNR-System	037-553	19,50	Netzgerät 0—16 V/20 A	838-628	33,00	DC-Motorsteuerung	128-692	15,00
Videotestgerät Eingang	075-433/1	13,00	UHF-Transistor	047-555	1,80	Vorgerät „Black Devil“	838-629	38,00	Schaltungsplatine	019-693	3,00
Video-Effektor-Ampang AD-DA-Wandler	075-433/2	11,90	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	3,70	Experimentier-Sat	838-630	6,00	— Schaltungsplatine	019-694	35,00
Video-Effektor-Ampang	075-433/3	27,10	Widerstandsfloße	047-556	1,60	Analogs-Multiplexer	838-631	18,00	E.IEEE488-PC inkl. GAL	019-695	73,00
Wetter-Schalter	075-437	4,10	Digital-Sampler	047-557	64,00	E.M.M.A.-Tastaturplatine	838-632	18,00	Hologen-Dimmer	029-696	10,00
Impuls-Metallendetktor	075-438	18,60	Midi-Logik	047-558	31,00	Schrittmotorsteuerung	838-633	19,00	Hologen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00
Road-Runner	075-439	27,10	Midi-Anzeige	047-560	49,00	— Treibplatine ds., dk.	838-634	19,00	ELISE-(Satz) mit 5 Platinen	029-698	199,00
Perpetuum Pendulum*	075-440	5,00	HF-Baukasten-Mutter	047-561	1,60	Freizeitplatine	838-635	1,60	ELISE-Modul mit Treiber einzeln	029-699	25,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	075-441	6,00	— NT-Verstärker	047-562	7,50	Materiplatine	848-633	19,50	Hybrid-Sinusgenerator	029-700	16,00
Keyboard-Interface/Steuer	075-447/1	87,90	UKW-Frequenzmesser (Satz)	047-563	28,50	— NT-Platine	848-634	14,50	Black-Devil-Brücke	029-701	12,00
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	Zweitklingel	047-567	3,90	— Analog-Generator	848-636	5,50	Spannungswächter	039-702	7,00
Stereo-Equalizer	125-454	18,60	LED-Übersteuerungsanzeige	047-568	3,90	— DCF-77-Empfänger II	848-637	15,00	z-Modulationsadapter	039-703	3,00
Symmetrier-Box	125-455	8,30	D.A.M.E. Eprom	047-569	25,00	7-Segment-BCD-Decoder	848-638	9,50	Frequenz-Synthesizer (ds.)	039-705	69,00
Praziions-Fkins-Generator/Basis	125-456/1	27,00	HF-Baukasten-Mixer	047-570	10,00	Audio-Cockpit f. HP	848-639	7,00	Audio-Cockpit f. HP	039-706	30,00
Praziions-Fkins-Generator/Fkins	125-456/2	7,60	Leistungschaustander	047-571	33,20	Anpaßverstärker	848-640	36,50	DSP-Systemkarte 32010	039-707	40,00
± 15 V-NT	125-456/3	11,20	Dualnetzgerät	047-572	8,00	Studio-Mixer	848-641	20,00	Da-Logger (ds.)	039-709	64,00
Praziions-Fkins-Generator/Endstufe	125-456/4	7,60	Spannungsreferenz	047-573	2,20	Ausgangsverstärker	848-642	20,00	SMD-Puffer	039-710	16,00
Combo-Verstärker 1	016-458	14,90	Video-PLL	047-574	2,20	Mikrofon-Vorverstärker	848-643	8,00	Autorange Multimeter	049-711	64,00
Combo-Verstärker 2	016-461	28,60	Video-FM	047-575	4,60	Universal-Vorverstärker	848-644	5,00	Bereichsverstärker		
Combo-Verstärker 3	016-462	22,00	Spannungslupe	047-576	4,60	— Einbauposition	848-645	3,00	Einbauposition	049-712	6,00
Kraftpfeil 0—50 V/10 A	026-464/1	33,60	HF-Baukasten-AM-Demodulator	047-577	5,50	— Taskuposition	848-646	18,00	Taskuposition	049-713	6,00
Kraftpfeil Einschaltverzögerung	026-464/2	12,00	Widelpipen	047-578	6,00	Passiv-Resonanz	848-647	24,00	Antennen-Verteiler	049-714	11,00
elSat 2 PLL/Video	026-465	41,30	AM-Demodulator	047-579	6,00	SMD-VU-Meter	848-648	3,00	Metronom	049-715	26,00
LED-Analoguhr (Satz)	036-469	13,00	Ultralicht-Entfernungsmesser (Satz)	047-580	16,00	Summe mit Limiter	848-649	9,00	DSP-Speicherplatte	049-716	64,00
Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-470	14,40	Rauschgenerator	047-581	3,00	ND1-Monitor	058-649	35,00	El-AWA-Wandlerkarte	049-717	64,00
Clipping-Detector	036-471	4,90	Pink-Noise-Filte	047-582	3,00	— Hauptplatine	058-650	18,00	El-AWA-Wandlerkarte	049-718	64,00
elSat 3 Ton-Decoder	036-472	14,40	Resistiv-Meter	047-583	8,00	— Tastaturplatine	058-651	18,00	Empfänger-Karte	049-719	64,00
elSat 4 Stromversorgung	046-476	3,00	uPegelschreiber-Generator-Karte	047-584	38,50	Passiv-Resonanz	058-652	3,00	Universeller Medienstärker	049-719	64,00
elSat 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75	Midi-B-Box	047-585	18,20	SMD-Meter	058-653	6,00	Kapazitiver Alarm		
Sinusgenerator	046-478	34,00	Testkopf-Verstärker	047-586	4,20	— Digitalteil	068-654	35,00	Sensorplatine	059-720	9,00
Power-Dimmer	056-481	26,90	Wechselschalter	047-587	5,00	Filterteile	068-655	35,00	Auswerterplatine	059-721	10,00
Netzteil	056-482	14,30	Maus-Klavier	047-589	63,00	— PLATIN	068-656	18,00	Car Devil		
UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,00	Widerstandsvorstärker-Netzteil	047-590	44,50	Markensteuerung	068-657	18,00	— Wandler (70 µ Cu)	059-722	40,00
Drehzahlsteller	076-495	7,20	250 W-Röhren-Verstärker-Endstufe	047-591	107-592	Mikro-Öhn-Meter	068-658	24,00	— Filter	059-723	38,00
Mini-Mat	076-496	59,90	107-593	38,50	uP-Schreiber ds.	078-658	98,00	PAL-Alarm	059-724	10,00	
Delay — Hauptplatine	076-497	56,50	107-594	30,00	Drum-IR-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00	Kühlbehälter-Thermostat	069-725	15,00	
Delay — Anzeige-Modul	076-498	6,50	107-595	8,80	Stereos-IR-Kopfhörer	078-660	22,00	Energiemesser (2 Platinen)	069-726	25,00	
LED-Analoguhr/Wecker- und Timerzusatz			NICD-Lader	077-596	36,50	— Empfänger	078-660	22,00	Szintillations-Detektor		
— Tastatur	096-499	3,70	uPegelschreiber-NT	117-597	25,80	— Sender	078-661	22,00	— Hauptplatine	069-727	19,00
— Anzeige	096-500	7,50	Schriftmotorsteuerung-HP	117-598	58,80	Universal-Netzgerät	078-662	22,00	— LCD-Wandler	069-728	8,00
— Kalender	096-501	12,30	Aktive Antenne (SMD)	117-599	38,50	— Netzteil	078-663	30,00	— Audio-Cockpit		
— Wecker	096-502	15,20	Impuls-Detektor	117-601	1,70	Dig. Temperatur-Meßsystem ds.	078-664	35,00	— Cargo	069-729	22,00
Fahrregler (Satz)	096-503	11,40	Sprachausgabe für C 64	117-602	8,00	IR-Taster ds.	078-665	42,00	— Anpassung	069-730	18,00
Rohrenverstärker	106-509	74,80	Sinusspannungszähler	127-603	19,90	NDFL-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00	DSP-Backplane (10 Plätze) 8805132 MBE	138,00	
Spannungsmaß-Meter	106-510	9,50	Normalspannungszähler	127-604	13,70	— Netzteil	098-667	27,00	DSP-Backplane (5 Plätze) 8805133 MBE	88,00	
Schlagzeugs-Meter	106-511	80,00	RS 232 für C 64	127-607	4,50	2m-Empfänger	098-668	20,00			
Schlagzeug — Voice	106-512	25,80	MIDI-Interface für C 64 (ds.)	127-608	26,40	— Sender	098-669	16,00			
Impuls-Detektor		25,00	Bit-Muster-Detektor	127-609	14,90	LCD-Panelmetter (ds.)	098-670	13,00			
Dämmerungsschalter	116-520	37,40	Sprachausgabe für C 64	127-610	13,90	Makrovision-Killer	098-671	15,00			
Flurlichtautomat	116-521	12,90	Schriftmotorsteuerung	127-611	26,50	Saffladen	098-672	26,00			
Ultralineare Röhrendendstufe — HP	116-523	29,20	— Busplating	127-612	12,00	SMD-DC/DC (ds.)	098-673	13,00			
Ultralineare Röhrendendstufe — NT	116-524	29,20	MUX-Karte	127-613	9,70	DC/DC-Wandler	098-674	16,00			
			— PIO-Karte			VFO-Zusatzz. f. 2m-Empfänger	098-676	25,00			

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 25050299)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 0511/537295

Berufliches

Bücher als wichtiger Bestandteil jeder Ausbildung sind eine Selbstverständlichkeit. Wer seine Ausbildung erfolgreich hinter sich gebracht hat, eine Arbeitsstelle gefunden hat und damit im Beruf steht, wird ebenfalls auf Bücher nicht verzichten können. Denn nach der Ausbildung, sofort nach dem Berufsstart, folgt die Weiterbildung auf dem Fuße.

Zumindest sollte es so sein. In den Berufsfeldern der Elektronik und Informatik muß es allemal so sein, denn nirgendwo sonst überschlägt sich die Entwicklung derart rasant: Wer hier ein Jahr lang keine Fachlektüre in die Hand genommen hat, ist nahezu weg vom Fenster.

Fachlektüre zur eigenen Weiterbildung kann hier jedoch nicht nur der Lesestoff zum eigenen, erlernten Fach sein. Die Elektronik stellt zwar einen riesigen Teller dar, doch auch dieser hat einen Rand, über den es manchmal zu schauen lohnt. Wer gut ist in seinem Fach, läuft nämlich leicht Gefahr, recht schnell und überraschend und somit unvorbereitet mit anderen weniger vertrauten Fächern konfrontiert zu werden. Zum Beispiel in einer neuen Rolle als Vorgesetzter, Ausbilder, Abteilungsleiter...

Dabei zeigt sich dann schnell, ob der brillante Techniker, der geniale Entwickler eine ebenso begnadete Führungspersönlichkeit abgibt. Bekanntlich soll es ja hier und dort vereinzelt miese Vorgesetzte geben, fehlkalulierende Abteilungsleiter sowie Ausbilder und Lehrer, die nichts vermitteln können. Vielleicht haben diese Fachleute ihre berufliche Weiterbildung in einem zu engen Rahmen gesehen?

Deshalb hier in diesem Rahmen ein paar Buchvorstellungen zur Weiterbildung, deren Titel auf den ersten Blick wenig mit Elektronik zu tun haben, jedoch viel mit Arbeits- und Ausbildungssituationen — auch und gerade in der Elektronik.

Michael Oberesch

Arbeitsrecht

Keine voreilige Kündigung

Gute Aussicht auf eine neue Stelle, mündliche Zusage des neuen Chefs: Da ist so mancher Arbeitnehmer in verständlicher Versuchung, seinem bisherigen Brötzengeber die Kündigung lieber heute als morgen auf den Tisch zu legen (oder knallen). Doch Vorsicht ist geboten, wenn der neue Vertrag noch nicht in allen Punkten wasserfest ist. Denn in der Praxis der Bundesanstalt für Arbeit und in der Rechtsprechung der Arbeitsgerichte gilt:

Dipl. Ing. Peter Panzer

Grundlagen des Arbeitsschutzes und fachbezogener Vorschriften — Fachrichtung Elektrotechnik

Würzburg, 1989
Vogel Verlag
508 Seiten
DM 78,—
ISBN 3-8023-0152-8



Zur Ergänzung dazu:
**Fragen
Antworten**

123 Seiten
DM 20,—
ISBN 3-8023-0240-0

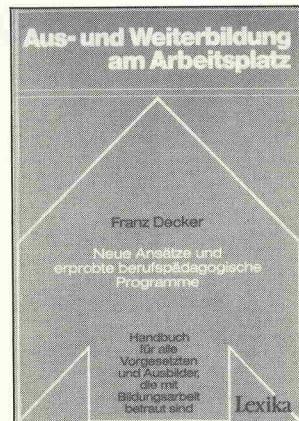
Das dickleibige Lern- und Nachschlagewerk vermittelt — gut gegliedert und reichlich mit Tabellen und Abbildungen versehen — Grundlagen des Arbeitsschutzes und Aspekte der Arbeitssicherheit im Bereich der Elektrotechnik. Angesprochen werden dabei insbesondere Lernende in den Elektroberufen, Meisterschüler sowohl im IHK- als auch im Handels-

‘Wer ein Beschäftigungsverhältnis ohne wichtigen Grund aufgegeben oder den Verlust seines Arbeitsplatzes schuldhaft herbeigeführt hat, erhält in der Regel für zwölf Wochen weder Arbeitslosengeld noch Arbeitslosenhilfe. Der Wunsch nach einer beruflichen Veränderung allein ist noch kein wichtiger Grund für die Lösung eines Beschäftigungsverhältnisses.’

Franz Decker

Aus- und Weiterbildung am Arbeitsplatz

München, 1985
Lexika Verlag
365 Seiten
DM 54,—
ISBN 3-89293-048-1



Das Buch ist als Band 7 der Reihe ‘Weiterbildung — Strukturen und Aspekte’ erschienen und stellt ein nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen entwickeltes Mitarbeiter-Trainingsprogramm vor.

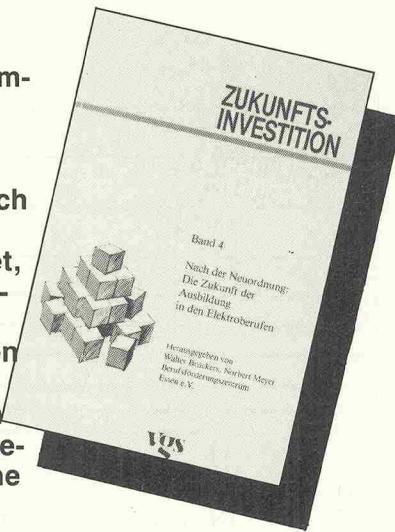
Basis für dieses Programm ist ein Konzept, mit dem Mitarbeiterbildung in der Abteilung bzw. in Kleingruppen durch den Chef, den Abteilungsleiter oder Ausbilder kostensparend, individuell und mit großer Effektivität praktiziert wird.

Das Buch vermittelt die Grundlagen des erforderlichen pädagogisch-didaktischen Führungswissens, zeigt Ziele, Inhalte, Methoden bzw. Lehrstrategien und organisatorische Maßnahmen einer Aus- und Weiterbildung am Arbeitsplatz auf, und es zeigt Wege, wie Mitarbeiter an neue Aufgaben herangeführt und zu Leistungserfolgen motiviert werden können.

Der Autor wendet sich in seiner Darstellung insbesondere an leitende Angestellte, Ausbilder, Trainer, Abteilungsleiter, Betriebsberater und Unternehmer, aber auch an Berufsschullehrer und Studierende.

Zukunftsinvestition berufliche Bildung

Soeben hat die vgs verlagsgesellschaft ein fünfbandiges Kompendium auf den Markt gebracht, das sich unter anderem auch recht ausführlich der Neuordnung der Elektroberufe widmet, die sich bis heute allenfalls in größeren Firmen und Betrieben in nennenswertem Umfang durchsetzen konnte. Dazu eine Rezension von Marianne Lehker:



Die Halbwertzeit des Wissens wird ständig kürzer. Jüngst sprach Karl Heinz Kaske, Vorstandsvorsitzender von Siemens, von etwa fünf Jahren, nach denen nur noch 50 % des Gelerten weiterhin gültig und verwertbar seien. Das Zeitalter des lebenslangen Lernens hat begonnen.

Ebenso sahen das die etwa 1300 Teilnehmer der 'Informations- und Kommunikationstage der beruflichen Bildung', die sich vor knapp einem Jahr im Berufsförderungswerk Essen trafen, um in 140 Arbeitsgruppen und Workshops über die 'Zukunftsinvestition berufliche Bildung' zu diskutieren.

Die Referate des Kongresses wurden nun — thematisch neu geordnet — in fünf Bänden veröffentlicht. Ziel dieser Dokumentation ist es, 'die berufliche Bildung als aktives Gestaltungsinstrument zur Bewältigung der arbeitsmarktpolitischen, gesellschaftlichen und technologischen Aufgaben' darzustellen.

Dementsprechend breit ist das Spektrum der Publikation. Es reicht von Beiträgen zur zukünftigen Arbeitsmarkt- und Technologiepolitik über konkrete Umsetzungshilfen zur Neuordnung der industriellen Elektro- und Metallberufe bis

hin zu Vorschlägen für neue Ausbildungskonzepte im Handwerk und im kaufmännischen-verwaltenden Bereich. Themen, die von staatlicher, gewerkschaftlicher und unternehmerischer Seite unterschiedlich akzentuiert diskutiert werden.

Posthum publizierte Tagungsreferate sind, das liegt in der Natur der Sache, zum Zeitpunkt der Veröffentlichung oftmals nicht mehr aktuell. Ganz anders bei den vorliegenden Bänden. Prognostizierte Prof. Dr. Friedrich Buttler auf dem Kongress im Mai 1988 für das Jahr 2000 den Abbau von 3,2 Millionen Arbeitsplätzen für ungelernte gegenüber einer Nachfragesteigerung von 3,6 Millionen qualifizierten Facharbeitern und Hochschulabsolventen und leitete er daraus eine Neubewertung der Erst- und Weiterbildung in Richtung allgemeiner Höherqualifizierung ab, so holen ihn die aktuellen Pläne des Bundesbildungsministers ein — allerdings in eine andere Richtung deutend.

Im Berufsausbildungsbericht '89 sprach sich Möllemann unlängst dafür aus, das Berufsausbildungssystem zu polarisieren: Theoretisch anspruchsvolle Berufe für Abiturienten einerseits, herkömmliche Ausbildungsberufe und theorielose

praktische Ausbildungsgänge für andere Schulabgänger und für Benachteiligte, sprich die heutigen Ungelernten. Eine schlechte Analogie zum dreigliedrigen Schulsystem, antwortete Klaus Heimann von der IG Metall in der Frankfurter Rundschau, denn diese Ausgrenzung in neuem Gewand löse weder den Bedarf an besser, vor allem theoretisch besser qualifizierten Facharbeitern, noch das der drastisch steigenden Arbeitslosigkeit der Ungelernten. Zukunftsinvestition berufliche Bildung - für wen?

Mit dem Zauberwort 'Schlüsselqualifikation', das sowohl durch die Neuordnung der industriellen Metall- und Elektroberufe geistert als auch sämtliche Publikationen zum Thema durchzieht, sind gemeinhin solche Spezial- und Handlungskompetenzen wie Zusammenarbeitfähigkeit, Selbstständigkeit, Verantwortungsbewußtsein und Planungsfähigkeit gemeint. Einsichtig, daß diese Qualifikationen neben einer höheren Fachkompetenz vom Facharbeiter der Zukunft gefordert werden.

Doch was genau meint der Begriff 'Schlüsselqualifikationen'? Eine Expertenrunde hatte in Essen versucht, dieses Schlüsselwort zu präzisieren. Im Protokoll, abgedruckt in Band 2, heißt es: „Die Frage ist: wer schließt wen? Ist der Arbeitnehmer der Schlüssel oder das Schloß?“ Oder anders ausgedrückt: Zukunftsinvestition berufliche Bildung — an wem oder an was orientiert sie sich?

Die Neuordnung der industriellen Elektro- und Metallberufe wird seit langem von der Frage der konkreten Umsetzung im Betrieb und in der Berufsschule begleitet. In den Bänden 3 und 4 werden Umsetzungsbeispiele wie die Leittextmethode und die projektorientierte Gruppenarbeit vorgestellt, aber auch die konfliktreiche Frage der Zusammenarbeit und Abstimmung der beiden Partner Betrieb und Berufsschule im dualen Ausbildungssystem gestellt. Zukunftsinvestition berufliche Bildung - von wem und wie?

Dem Handwerk und den kaufmännischen-verwaltenden Beru-

fen stehen all diese Diskussionen noch bevor, denn eine Neuordnung der Berufe dieser Zweige steht für die nahe Zukunft an (Band 5). Eines bleibt allerdings den Betroffenen aller Berufsgruppen gemein: Zukunftsinvestition berufliche Bildung — Konfliktpotential des nächsten Jahrzehnts.

Zukunftsinvestition berufliche Bildung,
Herausgeber: Walter Brückers, Norbert Meyer, Berufsförderungswerk Essen e.V., 5 Bände, vgs verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 5000 Köln 1, pro Band DM 26,—

Schulungen, Seminare, Kongresse

Der Unternehmensbereich Elektronik für Wissenschaft und Industrie der Philips GmbH, Kassel, bietet Schulungen an:

11.9.—15.9.
'Meßtechnik'
3.10.—5.10.
'Kalibrator-Systeme Fluke 7400 Serie'

Die Hitex-Systementwicklung veranstaltet Seminare zur In-Circuit-Emulatorfamilie:

26.9.—27.9.
'teletest 51'
3.10.—4.10.
'teletest 16'

Die VDE-Zentralstelle Tagungen, Frankfurt, nimmt zu folgenden Fachtagungen Anmeldungen entgegen:

27.9.—28.9. Baden-Baden
'Magnetische Werkstoffe, Varistoren und Supraleiter: Anwendungen und Entwicklungstendenzen'
5.10 Duisburg
'Digitale Leittechnik in Stationen des Mittel- und Hochspannungsnetzes'

Wach- und Schaltgesellschaft

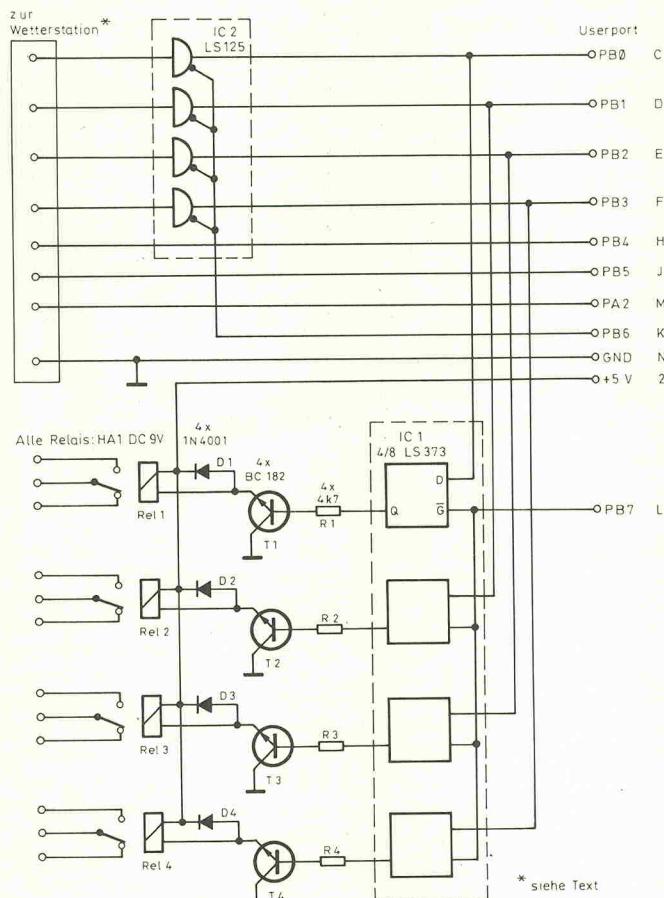
Zwei Schaltungen für den C64

Vor einigen Jahren noch der Leib- und Magenrechner des bundesdeutschen Homecomputer-Users, zählt der C64 heutzutage vielerorten zum alten Eisen. Zu Unrecht. Wenn die Leistungsfähigkeit dieses Rechners in Hinsicht auf universelle Einsetzbarkeit inzwischen auch schon überholt ist, so eignet er sich doch hervorragend als einfacher zu handhabender Steuerechner. Wie unkompliziert die Verbindung zur Außenwelt bewerkstelligt werden kann, zeigt die erste Schaltung dieses Beitrags. Weiterhin wird ein 'Watchdog' vorgestellt, der bei selbstständig ablaufenden Steuerungen verhindert, daß sich der Prozessor auf nimmerwiedersehen ins Exil begibt.

Das Relaismodul nach Bild 1 wurde ursprünglich für die Wetterstation aus Heft 6/89 konzipiert. Da es sich hierbei aber um eine universell einsetzbare Ausgabeeinheit für den C64 handelt, wurde es aus jedem Kontext herausgenommen, um an dieser Stelle für alle C64-Anwender zugänglich zu sein. Zur eigentlichen Schaltung gibt es nicht viel zu sagen: Die Portleitungen PB0...PB3 führen auf die Dateneingänge eines 8-Bit-Registers, das deren Pegel mit einem H-Signal der

Portleitung PB7 übernimmt. Über Transistoren steuern die Ausgänge des Registers die Relais.

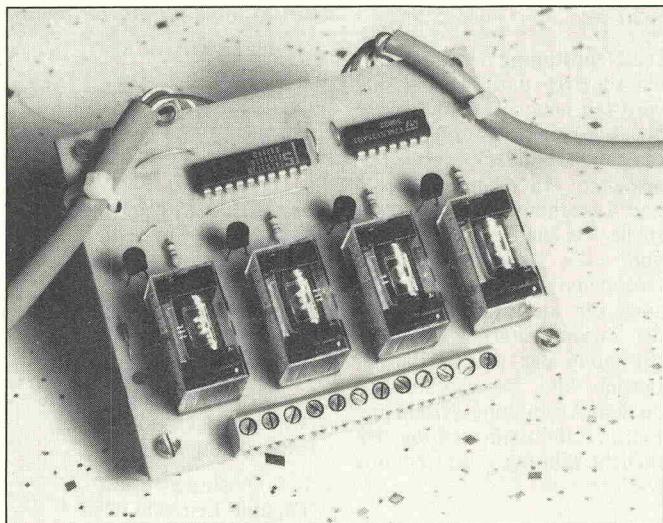
Der Bus-Puffer 74LS125 wird nur benötigt, wenn das Relaismodul zusammen mit der Wetterstation betrieben wird. Er sorgt dafür, daß die herausgehenden nicht mit den hereinkommenden Daten kollidieren: Bei H-Pegel auf der Portleitung PB6 gehen die Pufferausgänge in den Tristate-Zustand. Es muß also dafür gesorgt wer-



* siehe Text

den, daß PB6 immer auf 'H' liegt, solange Port B als Ausgang deklariert ist. Eine kleine Basic-Unterroutine zum Schalten der Relais findet sich in Bild 2. Die Variable 'WERT' setzt sich dabei aus einem Vier-

Bild 1. Viererantrieb: Relaisausgänge für den C64.



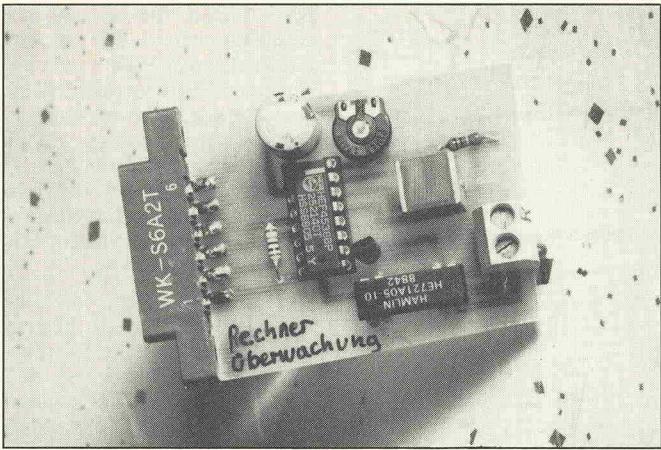
Einfach schalten: Relais für den C64.

Bild 2. Eine Ansprache für Relais, geschrieben in Basic.

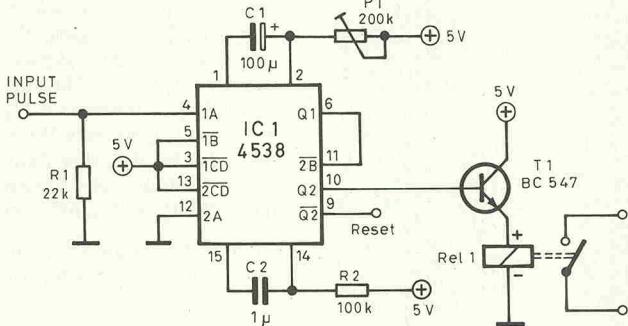
```

20000 REM ****
20010 REM *          Unterprogramm zum      *
20020 REM *          Relais schalten      *
20030 REM ****
20040 REM * WERT=1=Relais 1
20040 REM * WERT=2=Relais 2
20040 REM * WERT=4=Relais 3
20050 REM * WERT=8=Relais 4
20060 REM * Bsp.: WERT=7=1+2+4=Relais 1...3
20070 REM ****
20080 REM
20100 POKE 56579, 255
20110 POKE 56577, 192+WERT
20120 POKE 56577, 64+WERT
20130 POKE 56579, 192
20140 POKE 56577, 0
20150 RETURN

```



Der Aufpasser in Natura.

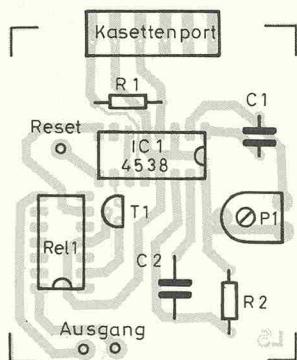


Bit-Wert zusammen, bei dem für jedes Relais, das aktiviert werden soll, das stellvertretende Bit gesetzt ist.

Die Watchdogschaltung nach Bild 3 benötigt ebenfalls einen Ausgangsport. Und der findet sich — man höre und staune — am Kassettenanschluss. Hier lässt sich der Motorsteuerungsausgang nämlich wunderbar als Ein-Bit-Port missbrauchen. Denn: Wer benutzt heutzutage noch einen Kassettenrekorder als Massenspeicher.

Der Motorsteuerungsausgang landet also am Eingang eines der zwei nachtriggerbaren Monoflops von IC1. Mit einem positiven Impuls auf dieser Leitung wird selbiges aktiviert. Nach einer mit P1 voreinstellbaren Zeit würde das Monoflop wieder in seinen Ausgangszustand 'L' zurückfallen, es sei denn, vorher taucht wieder ein Impuls am Eingang auf. Ist dies nicht der Fall — entweder weil sich der Prozessor verabschiedet hat, oder man vergessen hat, im Programm die Impulsausgabe-Routine einzubauen — triggert der rückfällig gewordene Ausgang das zweite Monoflop. Dessen Aus-

Bild 3. Vorsicht, bissiger Hund! Watchdogschaltung für den C64.



Der Bestückungsplan der Watchdogschaltung.

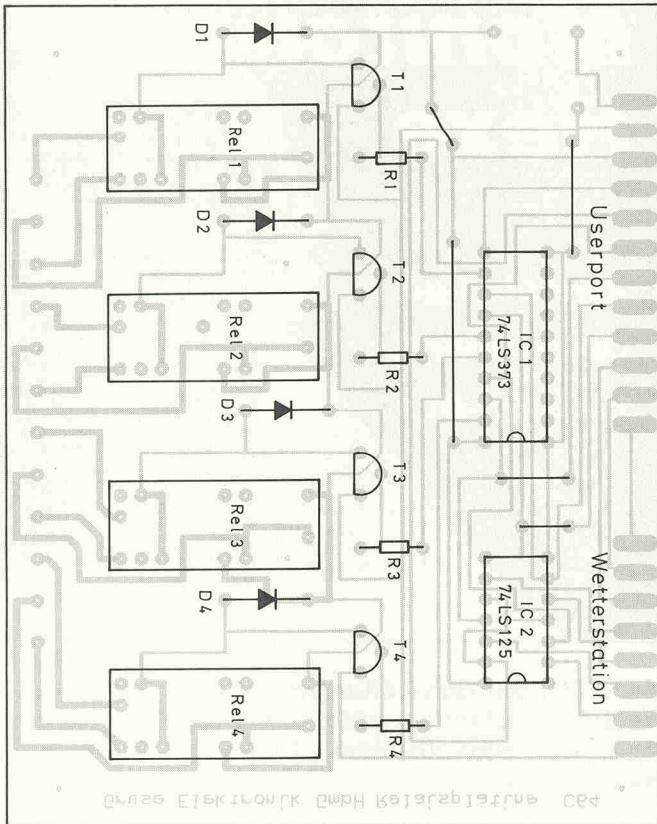
gang Q2, der normalerweise direkt an den Reseteingang des Rechners angeschlossen werden kann, ruft daraufhin den Prozessor wieder zurück. Falls die Treiberleistung des Monoflops nicht ausreicht oder man etwas ganz anderes mit diesem Signal treiben will, ist eine Relaisstufe vorgesehen, die über den nicht-invertierenden Ausgang Q2 angesteuert wird. □

```

30000 REM ****
30010 REM * Unterprogramm zur *
30020 REM * Impulsausgabe *
30030 REM ****
30040 REM
30050 POKE 192,1 : REM Kassettenflag setzen
30060 POKE 1,PEEK(1) OR 32 : REM Motor aus.
30070 POKE 192,1 : REM siehe oben
30080 POKE 1,PEEK(1) AND 224 : REM Motor an.
30090 RETURN

```

Bild 4. Das Dressurprogramm für den Wachhund.



Locker bestückt: Die Relaisplatine.

Stücklisten

— Relaisplatine —

Widerstände	
R1...4	4k7
Halbleiter	
D1...4	1N4001
D2	1N4148
T1...4	BC182
IC1	74LS373
IC2	74LS125
Sonstiges	
Rel1...4	9-V-Relais, HA1DC9V
1 Platine, einseitig	

— Watchdog —

Widerstände	
R1	22k
R2	100k
P1	Trimmer, liegend, 200k
Kondensatoren	
C1	100μ/16V
C2	1μ/16V
Halbleiter	
D1	1N4001
T1	BC689
IC1	4538
Sonstiges	
1 Relais, DIL, 5V	
1 Fassung, DIL 16	
1 Platine, einseitig	



**Zweistelliger
Opto-Umsetzer
für 8-Bit-Bus**

Was sich auf Bus-Leitungen abspielt, ist normalerweise nur mit einem Rechner und einem entsprechenden Programm oder mit einem Logik-Analyser nachvollziehbar. Daß es auch einfacher geht, beweist dieses Hex-Display.

Die Aufgabenstellung für dieses Projekt lautete, die logischen Pegel eines acht Bit breiten Daten- oder Adreßbusses auf eine möglichst einfache Art optisch umzusetzen. Der nahe-

liegende Gedanke, jede Busleitung mit einem Treiber und einer LED zu versehen, wurde aus Gründen der Unübersichtlichkeit verworfen. Üblicherweise erfolgt die Angabe eines

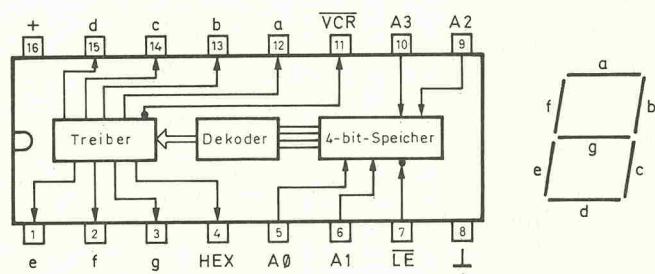


Bild 1. Der Baustein MC 14495 enthält alle für die LED-Hex-Umsetzung eines 4-Bit-Binärworts benötigten Stufen.

einen Treiber für LED-Siebensegmentanzeigen. Die an den Binäreingängen A0...A3 anliegenden Pegel werden in eine dem Hexadezimalwert entsprechende LED-Anzeige umgesetzt. Neben den Ziffern 0...9 werden auch die Hex-Ziffern A...F dargestellt. Die entsprechende Konvertierungstabelle ist in Bild 2 zu sehen.

Die Treiber-Stufen, die die LED-Segmente a...g ansteuern, enthalten interne Strombegrenzungswiderstände, so daß die LED-Displays (mit gemeinsamer Katode) ohne Vorwiderstände betrieben werden können. Pro Segment steht bei der Nennbetriebsspannung 5 V ein Treiberstrom von 10 mA zur Verfügung. Der Ausgang VCR wird immer dann aktiviert, wenn das Eingangs-Bitmuster aus vier Einsen besteht ($\triangleq 15_{\text{dez}} \triangleq \text{F}_{\text{hex}}$). Bei allen Hex-Werten >9 — also bei den Hex-Zahlen A...F — nimmt der Ausgang 'Hex' (Pin 4) H-Potential an.

Liegt der Anschluß $\overline{\text{LE}}$ (Latch Enable) auf L-Potential, wer-

A3	A2	A1	A0	Dez	Display
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	10	A
1	0	1	1	11	b
1	1	0	0	12	C
1	1	0	1	13	d
1	1	1	0	14	E
1	1	1	1	15	F

Bild 2. Auf dem Display erscheint der Hex-Wert des jeweils an den Eingängen A0...A3 anliegenden Binärworts.

IHR SPEZIALIST FÜR HIGH-END-BAUTEILE

Alles für Aktiv-Konzepte lieferbar!

Metallfilmwiderstände Reihe E 96 1% Tol. 50 ppm Beyschlag, Draloric • 0.1% Tol. auf Anfrage • Kondensatoren 1%-5% Tol. Styroflex, Polypropylen, Polyester von Siemens, Wima • Elkos 10.000 μ F von 40V-100V Roederstein Netzteile für Leistungsstufen mit RK-Trafos, Siebdrosseln • "High-End"-Relais von SDS • ALPS-Potis 10K log./100K log. in Stereo • Hochvoltelkos für Röhrengeräte • alle Einzelteile für 100W PPP-Endstufe.

In Vorbereitung: **36-poliger Stufenschalter als Lautstärkesteller bestückt mit Tantal-Nickel-Chrom-Chips, absolut kurzschließend!**

SCHERM
electronic

Neu: Ladengeschäft
8510 Fürth
Waldstraße 10
Telefon 0911/705395

TELECOMSYSTEME



Hauselefonzentralen,
Nebenstellenanlagen
(nur für Export),
Türsprechanlagen,
Telefone und Zubehör.
- Katalog anfordern!

KEIL
ELEKTRONIK

8011 Grasbrunn
Bretonischer Ring 15
Tel.: (0 89) 46 50 57
Fax: (0 89) 46 81 62

Kostenlos

Coupon

erhalten Sie gegen
Einsendung dieses Coupons
unseren neuesten

Elektronik— Spezial—KATALOG

mit 260 Seiten.

SALHÖFER-Elektronik
Jean - Paul - Str. 19
8650 Kulmbach

C 0440

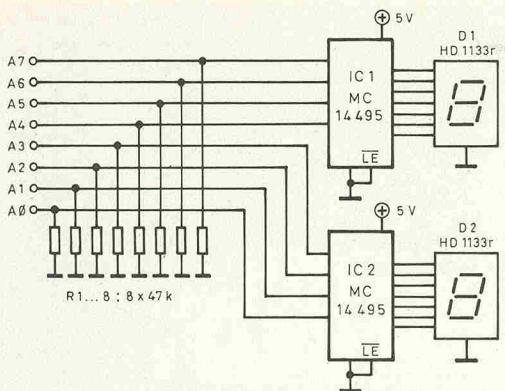


Bild 3. Zwei Bausteine des Typs MC 14495 setzen ein paralleles 8-Bit-Signal in einen Hex-Wert zwischen 00 und FF um.

den die Eingangsdaten durch den Speicher geführt und in dekodierter Form auf dem Display zur Anzeige gebracht. In diesem Fall arbeitet das IC also als ein normaler Dekoder/Treiber. Nur dann, wenn am LE-Anschluß eine ansteigende Signalfanke registriert wird, wird das momentane Eingangssignalmuster im Latch zwischengespeichert. Solange der Pegel des LE-Signals auf logisch H liegt, bleiben die Daten gespeichert. In dem vorliegenden Projekt wird von der Speichermöglichkeit allerdings kein Gebrauch gemacht. Alle an den Eingängen anliegenden Daten werden somit unmittelbar auf der LED-Anzeige dargestellt.

Wie im Schaltplan Bild 3 zu sehen ist, übernehmen zwei ICs des besprochenen Typs die Umsetzung der Pegel eines acht Bit breiten Signalbusses. Da es sich beim MC 14495 um einen CMOS-Baustein handelt, dürfen an den Eingängen keine undefinierten Pegel anliegen. Aus diesem Grund wurde das mit jeweils 47 k Ω relativ hochohmig dimensionierte Widerstandsnetzwerk R1...8 vorgesehen, das die Binäreingänge bei fehlendem Eingangssignal auf L-Potential zieht. Als Folge davon erscheint auf dem Display die Anzeige 00, wenn kein Eingangssignal ansteht.

In Bild 4 ist der Bestückungsplan für die 43 x 60 mm große Platine des Hex-Monitors wiedergegeben. Falls die 8-Bit-

Stückliste

R1...8	Netzwerk 8 x 47k, SIL
IC1,2	MC 14495 P
D1,2	LED-Anzeige HD 1133 r (oder D 350 PK)
2 IC-Fassungen DIL 16	
1 Platine 43 x 60 mm	

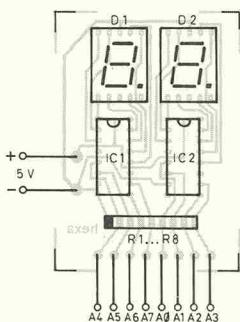
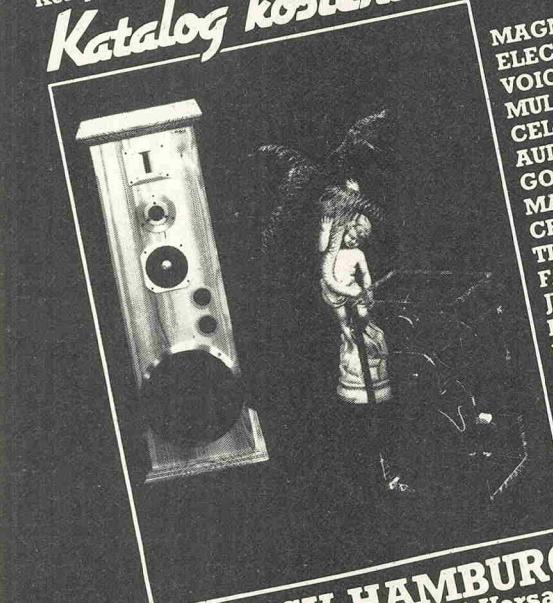


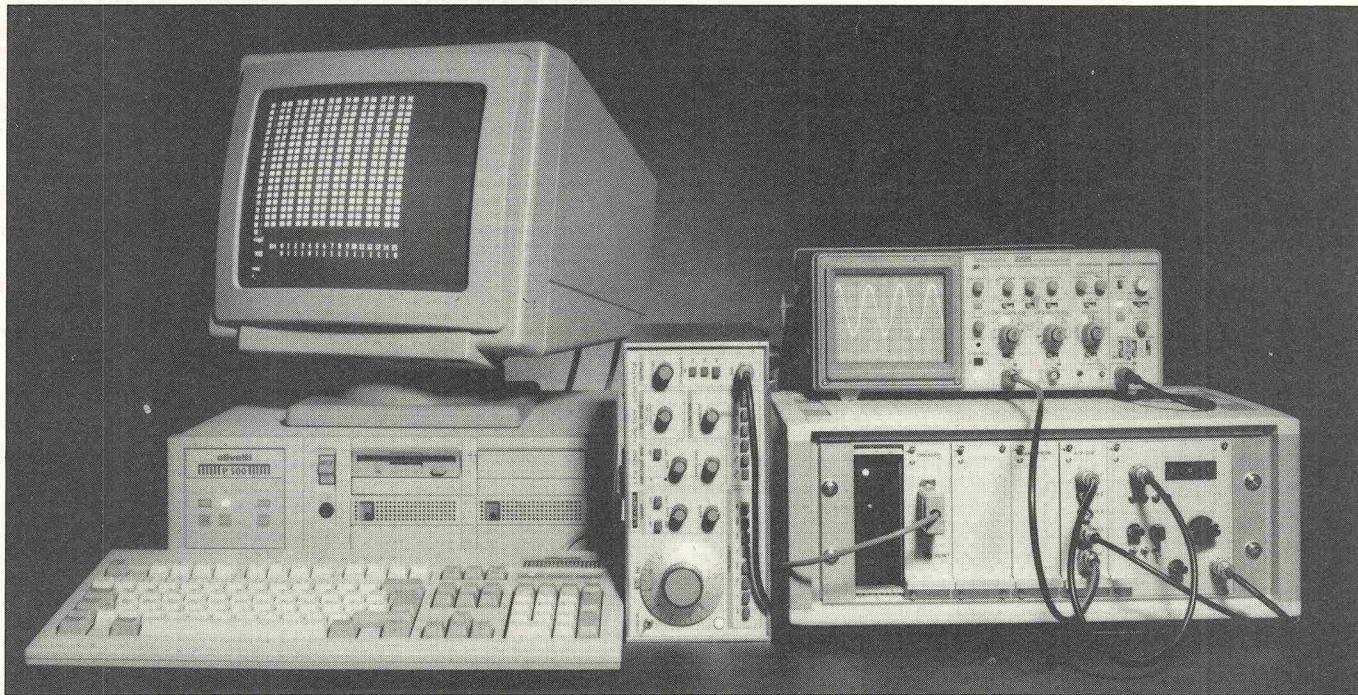
Bild 4. Das
Widerstandsnetzwerk zieht
die Pegel unbeschalteter
Eingänge auf Low-
Potential.

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

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



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



Kurzer Prozeß

Realisierung von IIR- und FIR-Filtern

Ingolf Hellmann

Im letzten 'Kurzen Prozeß' wurde ein 'Kochrezept' für den Entwurf digitaler Filter angeboten. Wie die praktische Ausführung auf dem DSP-System aussieht, soll anhand von zwei Beispielen Gegenstand dieses Artikels sein.

Zur Realisation eines IIR-Filters 4. Ordnung wird eine Kaskadenschaltung zweier Filter mit der Ordnungszahl zwei benutzt. Die einzelnen Kaskaden haben die Filterstruktur nach Bild 31. Als Filtertyp wird ein Tschebycheff-Tiefpaß mit 3 dB Welligkeit gewählt. In Tabelle 5 (elrad Heft 6, S.73) findet man die Filterkoeffizienten für die analogen Teilstufen:

$$b_{11} = 2,1853$$

$$b_{21} = 5,5339$$

$$b_{12} = 0,1964$$

$$b_{22} = 1,2009$$

Die Abtastfrequenz wird auf 40 kHz und die Grenzfrequenz des Filters auf 2 kHz festgelegt.

Wendet man darauf die bilineare Z-Transformation nach Bild 24 (elrad Heft 6, S.72) an, erhält man:

$$\Omega_a = f_a/f_g = 40\text{kHz}/2\text{kHz} = 20$$

$$W = 1/\tan(\pi/\Omega_a) = 6,314.$$

Mit dem Normierungsfaktor W und den analogen Filterkoeffi-

zienten erhält man mit den Transformationsgleichungen folgende Koeffizienten für das digitale Filter:

$$A_{01} = 1/b_0 + b_1 \times W + b_2 \times W^2$$

$$A_{01} = 1/1 + 2,1853 \times 6,314 + 5,5339 \times 39,867$$

$$A_{01} = 0,0042477$$

$$A_{11} = 0,0084954$$

$$A_{21} = 0,0042477$$

$$B_{11} = -1,86577$$

$$B_{21} = 0,88276$$

$$A_{02} = 0,019954$$

$$A_{12} = 0,039907$$

$$A_{22} = 0,019954$$

$$B_{12} = -1,87066$$

$$B_{22} = 0,95051$$

Hier ist anzumerken, daß die Wahl der Abtastfrequenz nicht unkritisch ist. Je größer das Verhältnis f_a/f_g , desto größer werden auch die Unterschiede zwischen den Koeffizienten des digitalen Filters. Die Run-

dungsfehler, die dann entstehen, können die Filtercharakteristik stark beeinflussen.

Aus programmtechnischen Gründen werden die Koeffizienten noch mit 32768 multipliziert und in das Programm eingesetzt.

Die Durchlaufzeit des Programms für die Berechnung eines neuen Ausgangswertes dauert $9,4\mu\text{s}$ mit einem 20-MHz-Takt. Jede weitere Kaskade würde eine zusätzliche Rechenzeit von $2,8\mu\text{s}$ benötigen. Es wären noch schnellere Durchlaufzeiten denkbar, wenn der Eingangs- und Ausgangsport nicht maskiert werden müßten. Auch die Koeffizienten b_{11} und b_{12} sind so groß ausgefallen, daß eine zusätzliche Multiplikation der Hilfsvariablen mit zwei eingebaut werden mußte.

In Bild 32 ist der Amplitudengang des Filters dargestellt. Man sieht, daß die Welligkeit von 3 dB und die Grenzfrequenz gut reproduziert werden.

An dieser Stelle soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Grenzfrequenz des Filters, ohne Beeinflussung der Filtercharakteristik, durch Änderung der Abtastfrequenz leicht geändert werden kann.

Als nächstes soll ein FIR-Filter entworfen werden, das möglichst die gleiche Filtercharakteristik hat wie das zuvor entworfene IIR-Filter. Wie bereits beschrieben wurde, entsprechen die Koeffizienten eines FIR-Filters genau der Ausgangsfolge des Filters, wenn es mit einem Einzelimpuls angeregt wird. Das heißt, wenn das Filter im stationären Ruhezustand mit einem Ausgangswert $y(n) = 0$ ist und der Eingang für einen Sample gleich eins, so entspricht die Ausgangsfolge $a_0, a_1, a_2, a_3 \dots a_n$ genau den Filterkoeffizienten.

Um also die Filterkoeffizienten zu ermitteln, die notwendig sind, das IIR-Filter als FIR-Filter nachzubilden, wird die Reaktion des IIR-Filters auf einen Einzelpuls (Deltapulsfolge) ermittelt. Dazu wurde ein kleines Pascal-Programm geschrieben, das diese Ausgangspulsfolge berechnet. Die Höhe des Ein-

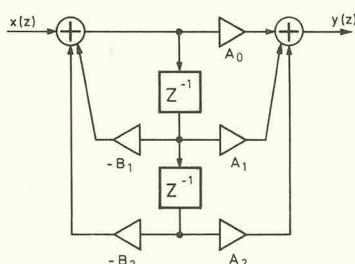


Bild 31. Mit dieser Grundschaltung wird das IIR-Filter realisiert.

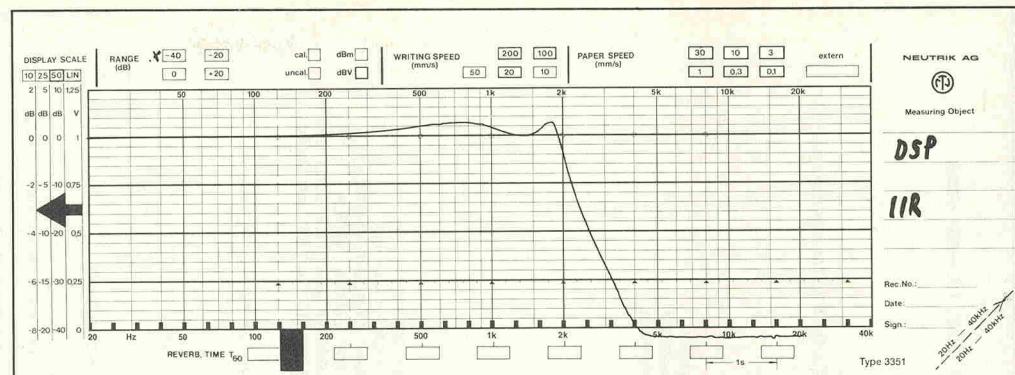


Bild 32. Der Frequenzgang des digitalen IIR-Filters.

0	6
1	43
2	164
3	426
4	866
5	1493
6	2292
7	3222
8	4225
9	5231
10	6164
11	6952
12	7531
13	7850
14	7879
15	7607
16	7046
17	6226
18	5197
19	4022
20	2772
21	1520
22	338
23	-712
24	-1578
25	-2224
26	-2633
27	-2803
28	-2751
29	-2508
30	-2116
31	-1625
32	-1087
33	-556
34	-77
35	309
36	575
37	707
38	700
39	566
40	323
41	2
42	-364
43	-739
44	-1085
45	-1373
46	-1574
47	-1673
48	-1660
49	-1537
50	-1314

zelpulses wurde mit 65536 so gewählt, daß die Ausgangsfolge unmittelbar die Filterkoeffizienten des FIR-Filters repräsentieren (Bild 33). Je genauer man diese Ausgangsfolge des IIR-Filters nachbildet, desto genauer stimmen am Ende auch die Filtercharakteristiken überein. Das FIR-Filter wird in diesem Fall aber durch die Abtastfrequenz von 40 kHz auf 50 Filterkoeffizienten beschränkt. Die Näherung ist aber schon recht gut, wie man an der Sprungantwort und an dem Amplitudenfrequenzgang in Bild 34 sieht.

Auf den folgenden Seiten sind die Programme für die beiden beschriebenen Filter sowie das für die FIR-Filterkoeffizienten-Ermittlung angegeben. □

Literatur

Ralf Bauer, *Frequenzen we�rechnen*, c't 12/87, Seite 92

Ralf Bauer, *Signale im Computer*, c't 1/88, Seite 148

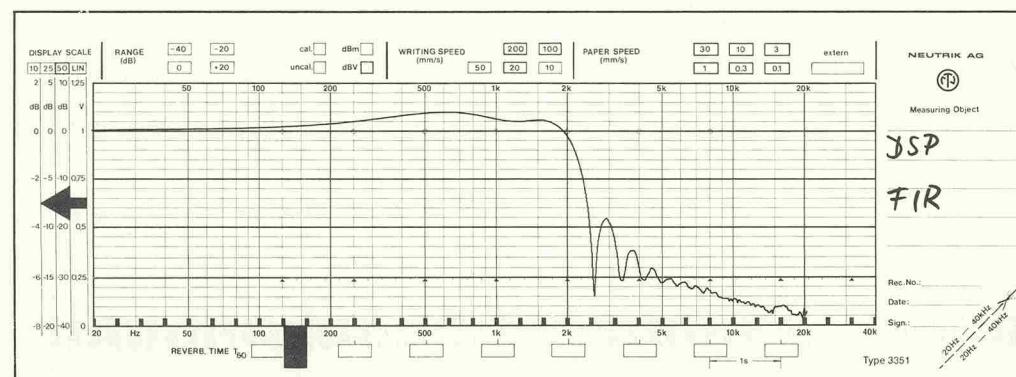
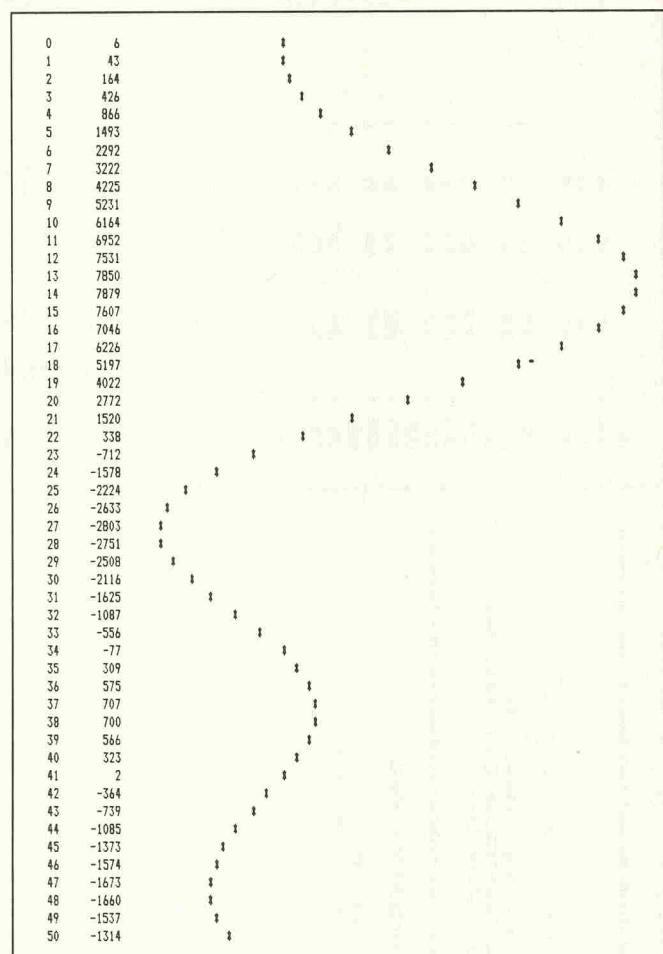


Bild 33. 50 Filterkoeffizienten für das FIR-Filter aus der Sprungantwort des IIR-Filters.

Bild 34. Rundungsfehler bei der Koeffizientenbestimmung sowie die Beschränkung auf 'nur' 50 Koeffizienten bringen nur eine Annäherung an das gewünschte Filter.

Digitales Signalprozessor-System (5)

elrad 1989, Heft 7/8

85

Digitales Signalprozessor-System (5)

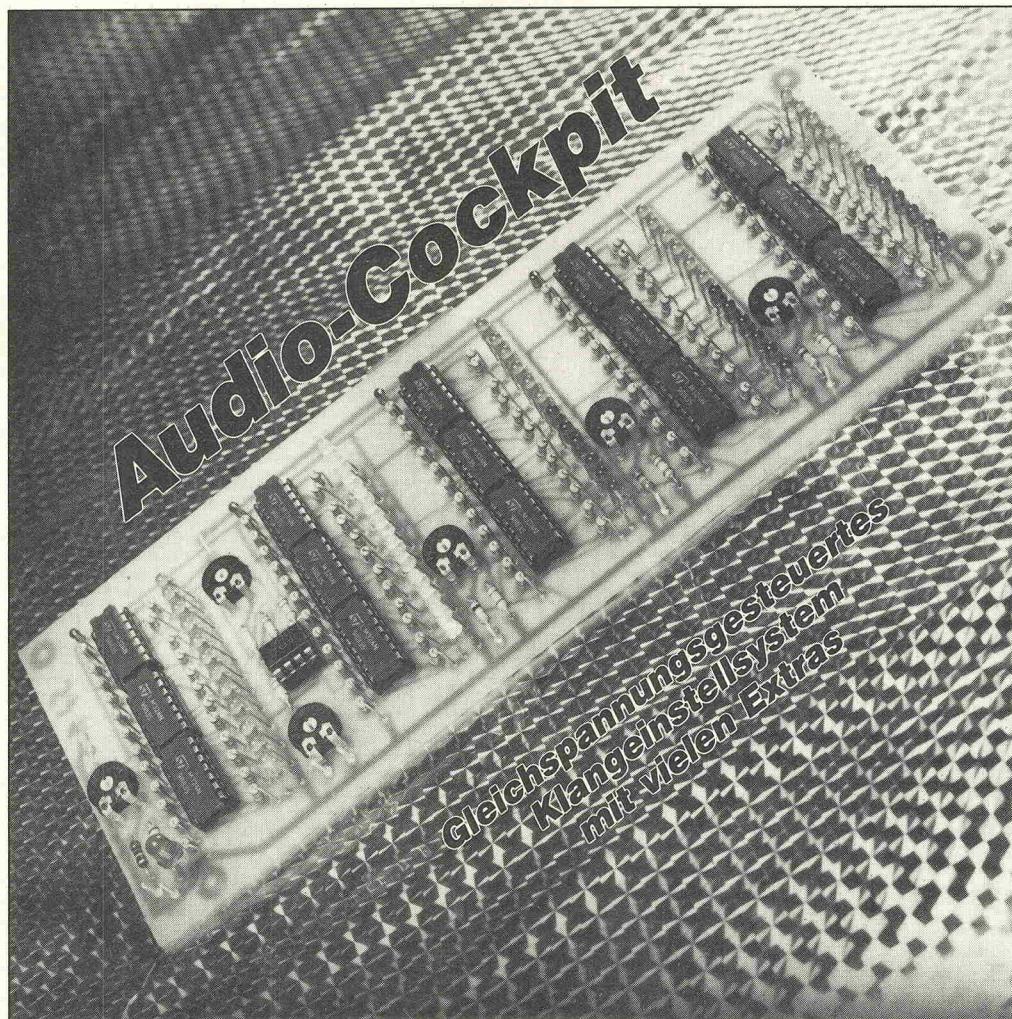
0067	004	6E00	L0P0	0	REGISTERBANK 0 ANNAEHMEN	0134	03F	6890	0- , ARD	XN-34
0068	005	7F86	S0W1	0	UEBERLAUF-BETRIEBSART EINSCHALTEN	0135	040	6091	0- , AR1	A34
0069	006	6880	LARP	0	AUXILIARY REGISTER 0 WAERLEN	0136	041	6890	0- , ARD	XN-33
0070					ALLE REGISTER AUF NULL SETZEN	0137	042	6091	0- , AR1	A33
0071	007	707F	LARK	ARD-127		0138	043	6890	0- , ARD	XN-32
0072	008	7F89	ZAC	0		0139	044	6091	0- , AR1	A32
0073	L	009	5086	-REG0	SACL	0140	045	6890	0- , ARD	XN-31
0074	00A	F-00	0009		BANZ	0141	046	6091	0- , AR1	A31
0075					REG0	0142	047	6890	0- , ARD	XN-30
0076	00C	7037	LARK	ARD_EIMS	AUX. REGISTER ZEIGT AUF REGISTER "EIMS"	0143	048	6091	0- , AR1	A30
0077	00D	7EC4	LACK	TABELLENENDE	AKUMULATOR ZEIGT AUF DAS TABELLENENDE	0144	049	6890	0- , ARD	XN-29
0078	L	00E	6788	LADESCHLICHTE	0	0145	04A	6091	0- , AR1	A29
0079	00F	1037	TBLR	0_EIMS	KOEFFIZIENTENREGISTER AUS TABELLE LADEN	0146	04B	6890	0- , ARD	XN-28
0080					BANZ	0147	04C	6091	0- , AR1	A28
0081	010	F-00	000E		LADESCHLICHTE	0148	04D	6890	0- , ARD	XN-27
0082						0149	04E	6091	0- , AR1	A27
0083	012	4C33		OUT	TAKTPORT-TAKT	0150	04F	6890	0- , ARD	XN-26
0084						0151	050	6091	0- , AR1	A26
0085						0152	051	6890	0- , ARD	XN-25
0086						0153	052	6091	0- , AR1	A25
0087						0154	053	6890	0- , ARD	XN-24
0088						0155	054	6091	0- , AR1	A24
0089						0156	055	6890	0- , ARD	XN-23
0090						0157	056	6091	0- , AR1	A23
0091	L	013	F485	0013	HARTE	0158	057	6890	0- , ARD	XN-22
0092	015	F-05	0015	WARTE2	B102 TRIGGER_WARTE2	0159	058	6091	0- , ARD	XN-22
0093	017	4338	IN	AD,X(N)	LESE_NAECHSTEN_EINGANGSMERT	0160	059	6890	0- , ARD	XN-21
0094	018	6638	ZALS	X(N)		0161	060	6091	0- , AR1	A21
0095	019	7935	AND	HUFF		0162	061	6890	0- , ARD	XN-20
0096	020	6091	SACL	X(N)		0163	062	6091	0- , AR1	A20
0097	021	6789	ZAC			0164	063	6890	0- , ARD	XN-19
0098	022	6899	LARP	1		0165	064	6091	0- , AR1	A19
0099	023	6881	ARD_A50	LARK		0166	065	6890	0- , ARD	XN-18
0100	024	7032	ARD_A50	ARD_A50		0167	066	6091	0- , AR1	A18
0101	025	7164	LARK	ARD_14-50		0168	067	6890	0- , ARD	XN-17
0102	026	6090	LTD	0- , ARD	XN-50 IN T REGISTER LADEN, AR1 DECREMENTIEREN	0169	068	6091	0- , AR1	A17
0103	027	6091	MPY	0- , AR1	(ZEIT DANN AUF XN-49) UND POINTER ARD AKTIVIEREN	0170	069	6890	0- , ARD	XN-16
0104	028	6890	LTD	0- , ARD	XN-49	0171	070	6091	0- , AR1	A16
0105	029	6091	MPY	0- , AR1	A49	0172	064	6091	0- , ARD	XN-15
0106	029	6890	LTD	0- , ARD	XN-48	0173	065	6091	0- , AR1	A15
0107	030	6091	MPY	0- , AR1	A48	0174	067	6890	0- , ARD	XN-14
0108	025	6890	LTD	0- , ARD	XN-47	0175	068	6091	0- , AR1	A14
0109	026	6091	MPY	0- , AR1	A47	0176	069	6890	0- , ARD	XN-13
0110	027	6890	LTD	0- , ARD	XN-46	0177	06A	6091	0- , AR1	A13
0111	028	6091	MPY	0- , AR1	A46	0178	06B	6890	0- , ARD	XN-12
0112	029	6890	LTD	0- , ARD	XN-45	0179	06C	6091	0- , AR1	A12
0113	030	6091	MPY	0- , AR1	A45	0180	06D	6890	0- , ARD	XN-11
0114	028	6890	LTD	0- , ARD	XN-44	0181	06E	6091	0- , AR1	A11
0115	02C	6091	MPY	0- , AR1	A44	0182	06F	6890	0- , ARD	XN-10
0116	020	6890	LTD	0- , ARD	XN-43	0183	070	6091	0- , AR1	A10
0117	02E	6091	MPY	0- , AR1	A43	0184	071	6890	0- , ARD	XN-9
0118	02F	6890	LTD	0- , ARD	XN-42	0185	072	6091	0- , AR1	A9
0119	030	6091	MPY	0- , AR1	A42	0186	073	6890	0- , ARD	XN-8
0120	031	6890	LTD	0- , ARD	XN-41	0187	074	6091	0- , AR1	A8
0121	032	6091	MPY	0- , AR1	A41	0188	075	6890	0- , ARD	XN-7
0122	033	6890	LTD	0- , ARD	XN-40	0189	076	6091	0- , AR1	A7
0123	034	6091	MPY	0- , AR1	A39	0190	077	6890	0- , ARD	XN-6
0124	035	6890	LTD	0- , ARD	XN-39	0191	078	6091	0- , AR1	A6
0125	036	6091	MPY	0- , AR1	A39	0192	079	6890	0- , ARD	XN-5
0126	037	6890	LTD	0- , ARD	XN-38	0193	07A	6091	0- , AR1	A5
0127	038	6091	MPY	0- , AR1	A38	0194	07B	6890	0- , ARD	XN-4
0128	039	6890	LTD	0- , ARD	XN-37	0195	07C	6091	0- , AR1	A4
0129	03A	6091	MPY	0- , AR1	A37	0196	07D	6890	0- , ARD	XN-3
0130	03B	6890	LTD	0- , ARD	XN-36	0197	07E	6091	0- , AR1	A3
0131	03C	6091	MPY	0- , AR1	A36	0198	07F	6890	0- , ARD	XN-2
0132	03D	6890	LTD	0- , ARD	XN-35	0199	080	6091	0- , AR1	A2
0133	03E	6091	MPY	0- , AR1		0200	081	6890	0- , ARD	

```

PROGRAM puls (input, output);
USES Printer;

VAR t2n,t2nx,t2nxx,tin,tinx,tinx
    a01,a11,a21,b11,b21
    a02,a12,a22,b12,b22
    x1,syn,h
    n,wert,l,r,y
    hoehe
    BEGIN
        Write('Eingabe der Pushthe : ');
        ReadLn(hoehe);
        IF l < 5 THEN FOR r:=1 TO 4 DO Insert(' ',hoehe,1);
        Val(hoehe,h,wert);
        a01:=0.0042419;a11:=0.0084839;a21:=a01;
        b11:=0.86578;b21:=-0.88275;
        a02:=0.019958;a12:=0.03917;a22:=a02;
        b12:=1.87073;b22:=-0.9505;
        t2n:=0;t2nx:=0;tinx:=0;tinxx:=0;
        tinx:=tinx;tinxx:=tin;t2nx:=t2n;t2nxx:=t2n;
        FOR n:=0 TO 50 DO BEGIN
            END;
        END;
        FOR r:=1 TO 8-1 DO BEGIN
            IF n<10 THEN Write(' ', );
            FOR i:=1 TO r-1 DO BEGIN
                Write(' ', );
            END;
            Write(' ', );
            IF n>=10 THEN Write(' ', );
            Write(' ', );
            END;
        END;
        WriteLn(' ');
        WriteLn(' ');
        h:=(y+2900.0)*80.0/11000.0;
        l:=Round(h);
        FOR r:=1 TO l+5 DO Write(' ', );
        WriteLn(' ', '*');
        tinxx:=tinx;tinxx:=tin;t2nx:=t2n;t2nxx:=t2n;
        END;
    END.

```



Ingolf John

Im vorliegenden letzten Teil dieser Projektbeschreibung geht es um die 5-fache 12-LED-Einblendgradkontrolle für Lautstärke, Loudness, Höhen, Mitte und Bässe. Für Anwendungen des Cockpits in der Musikelektronik ist der Zusatz 'Noise Gate' geeignet.

Um den Einblendgrad der Lautstärke-, Bass-, Mitten- und Höhenpegler und der (vom Lautstärkesteller abhängigen) Loudnesszuführung sichtbar zu machen, wurde die LED-Einblendgradkontrolle entwickelt.

Die Schaltung kann in ein eigenes, kleines Gehäuse eingebaut werden, um so den jeweiligen Stand der Lautstärke- und Klangstellpotentiometer an jedem Ort des Hörraumes zu signalisieren. Wer auf eine Skalierung der Potentiometer auf der Frontplatte verzichten möchte, kann die 60-LED-Platine hinter die Frontplatte montieren oder plazierte sie in die Nähe der Vorstufe (Verstärker) und erhält so, recht komfortabel, Informationen über die jeweilige Potistellung und Loudnesszuführung.

Bild 7 zeigt die Schaltung der Anzeige-Einheit. Da alle 5

LED-Ketten im wesentlichen gleich aufgebaut sind, ist im Bild nur die Lautstärke-Anzeige vollständig dargestellt.

12 Leuchtdioden werden von je einem Operationsverstärker gesteuert. Die 12 OpAmps sind mit den Widerständen R3...R15 als Komparatoren beschaltet. Beginnend mit einer Referenzspannung von 0,5 V, die an R15 liegt, wird mit weiteren 0,5-V-Schritten eine lineare Einstellung der 11 weiteren Komparatoren erreicht; am obersten Komparator beträgt die Referenzspannung demnach 6 V.

Um eine sichere Aussteuerung dieser LED-Kette zu erreichen, wurde die maximale Eingangsspannung auf 6 V festgelegt. Die ca. 8 V Steuerspannung vom Eingang des Lautstärkesteuer-OpAmps IC6 (A3), zu finden auf der DeClarke-

Hauptplatine und dort am Eingang des Trimmotis RV6 abgegriffen, wird auf den Eingangsspannungsteiler der LED-Steuerung geführt, bestehend aus R1, Trimmotis RV1 und R2. Mit RV1 wird die LED-Kette bei voll aufgedrehtem Lautstärkesteller so justiert, daß alle 12 LEDs gerade leuchten. Der Eingangsspannungsteiler ist so ausgelegt, daß in Mittelstellung von RV1 bei 8 V Eingangsspannung am Abgriff (Ausgang) eine Spannung von 6,25 V steht.

Die Loudness-LED-Kette ist bis auf die Eingangsschaltung, bestehend aus IC4 und die Umgebung dieses ICs, völlig gleich aufgebaut. Um die notwendige gegenläufige Funktion der Loudness-LED-Kette gegenüber der Lautstärke-LED-Kette zu erreichen, müssen die Eingänge der Komparatoren bereits +6 V bei zugedrehtem Lautstärkesteller erhalten. Dafür ist IC4 zuständig. Sein invertierender Eingang erhält eine negative Vorspannung, die mit Trimmotis RV3 und R30 eingestellt wird. Am Ausgang erscheint eine Spannung von +6 V, die sämtliche Komparatoren zum Kippen bringt und damit alle 12 LEDs mit positiver Betriebsspannung versorgt.

Bei Aufdrehen des Lautstärkestellers, also bei der Rücknahme der Loudness-Funktion, sollen die Komparatoren in den anderen Zustand schalten; das heißt also, daß ihre Eingangsspannung abnehmen muß. Dem Eingang von IC4 wird dazu eine positive, von der Loudness-Steuerspannung am Widerstand R48 der Hauptplatine abgegriffene Steuerspannung von ca. 8 V zugeführt. Damit ist die Forderung, nämlich bei Aufdrehen des Lautstärkestellers null Volt am Ausgang des IC4 zu erhalten, erfüllt.

In der Grundeinstellung sollte der Lautstärkesteller auf Null gedreht sein und mit Trimmotis RV3 die LED-Kette so eingestellt werden, daß alle 12 LEDs leuchten. Dann kann man mit Trimmotis RV2 die Schaltung so einstellen, daß die Länge der leuchtenden LED-Kette mit der Loudness-Funktion korrespondiert.

Die LED-Ketten für die Klang-einstellung sind im Aufbau

identisch mit der Lautstärke-Anzeige, bis auf den Komparator, der die untere LED steuert. Solange sie als einzige LED der Kette leuchtet, zeigt sie an, daß sich der betreffende Klangsteller in der Bereichsende-Position (-14 dB) befindet. Der untere Komparator A3 (IC8) erhält sein „Eingangssignal“ über R71, der an $+U_b$ liegt.

Trimmpotis RV4 (RV5 und RV6 für den Mitten- und Höhenbereich) wird so eingestellt, daß bei voll aufgedrehten Klangstellpotis die 12. LED gerade leuchtet, die Kette also vollständig in Betrieb ist.

Die Abgriffe für die 3 Klangregler-LED Ketten sind auf der DeClarke-Hauptplatine zu finden, und zwar

- für den Baßbereich: Kathode D6,
- für den Mitteltonbereich: Kathode D7,
- für den Hochtonbereich: Kathode D8.

Die Stromversorgung kann aus einem eigenen Netzteil erfolgen, die maximale Stromaufnahme liegt bei ca. 600 mA. Ist das Netzteil für die Versorgung der Hauptplatine (siehe dort) kräftig genug, kann es die Anzeigplatine mitversorgen.

Eine Falltür für unerwünschte Nebengeräusche: Das Noise Gate.

Nun zum Noise Gate, das in der Audio-Consumer-Technik natürlich nichts zu suchen hat, sondern in Anlagen der Bühnen- und Studiopraxis.

Eigentlich eine irreführende Bezeichnung — Noise Gate. Denn Geräusche, also Brummen, Rauschen, Knacken, Summen, woher auch immer

kommen, sollen ja gerade nicht durch dieses Tor. „...die Tor macht weit“ gilt im Falle einer Noise-Gate-Anwendung ausschließlich für NF-Signale, also Musik oder Sprache.

Dazu müssen die über dem Störpegel liegenden NF-Signale dem Noise Gate als Steuergröße dienlich gemacht werden. Da der auszublendende Störpegel in jeder Verstärkeranlagen-Kombination unterschiedlich hoch ist, muß der Eingang des Noise Gate mit einem Empfindlichkeitssteller versehen werden. Sobald der NF-Eingangspiegel den voreingestellten „Schwellenwert“ übersteigt, soll das Noise Gate möglichst ohne Verzögerung das Signal durch- bzw. einschalten. Dies geschieht hier sofort, das heißt, so schnell die verwendeten OpAmps reagieren, also deren Slew Rate es zuläßt. Als durchaus realistische Größe (über alles) kann von einer Zeit unter 1 ms ausgegangen werden.

Herkömmliche Noise Gates arbeiten mit VCAs oder OTAs als verstärkungsbestimmenden Elementen, deren Verstärkungsfaktor im Bereich 0...1 liegt. Nicht so die hier beschriebene Schaltung. Sie hat unter anderem zwei wichtige Vorteile:

1. Das Noise Gate steuert nicht die NF direkt, sondern beeinflußt die Steuergleichspannungen auf der DeClarke-Hauptplatine. In der Praxis bedeutet das: kein Hinzufügen des Noise-Gate-Eigenrauschens (jedes Bauelement — Widerstand, Kondensator, VCA oder OTA rauscht). Hier wird der NF kein zusätzlicher Klirrfaktoranteil oder eine Rausch- und Fremdspannung hinzugefügt.

2. Die systembedingte erhöhte Einschwingzeit von mit VCAs oder OTAs aufgebauten Noise Gates ist hier geringer. Der Vorteil: Kürzere Ansprech- und Einschwingzeit; wichtig, damit so wenig wie möglich von Nutz- bzw. Musiksignal verlorengeht.

Um ein „wildes“ Ein- und Ausschalten des Noise Gate zwischen zwei Musik- oder Nutzsignalpassagen zu unterdrücken, muß die Schaltung eine gewisse Austastträchtigkeit aufweisen. Sie sollte also eine gewisse Zeit „abwarten“, ob nicht noch nach dem Ausbleiben des letzten Signals ein weiteres „kommt“. Diese Wartezeit (Hold Time) ist voreinstellbar. Um die universelle Einsatzbarkeit der Schaltung zu gewährleisten, wurde für die Hold Time ein Stellbereich von 0,5...25 s gewählt. Dieser Bereich läßt sich schaltungsintern einfach umstellen.

Gesteuert wird das Noise Gate mit der NF oder auch mit einem anderweitigen externen Triggersignal. Dazu werden Triggerimpulse mit einer Pulslänge von ≥ 1 ms und einer Amplitude 2 mV...5 V auf den NF-Eingang gelegt. Somit ist die Schaltung unter anderem auch voll TTL-tauglich.

Weiterhin besitzt das Noise Gate zum manuellen Starten eine Taste, zu ihr parallel liegt ein Schalter. Das Noise Gate kann mit einer weiteren, der Reset-Taste, manuell zurückgesetzt werden, eine wichtige Funktion für die Erzeugung von Effekten. Die genannten

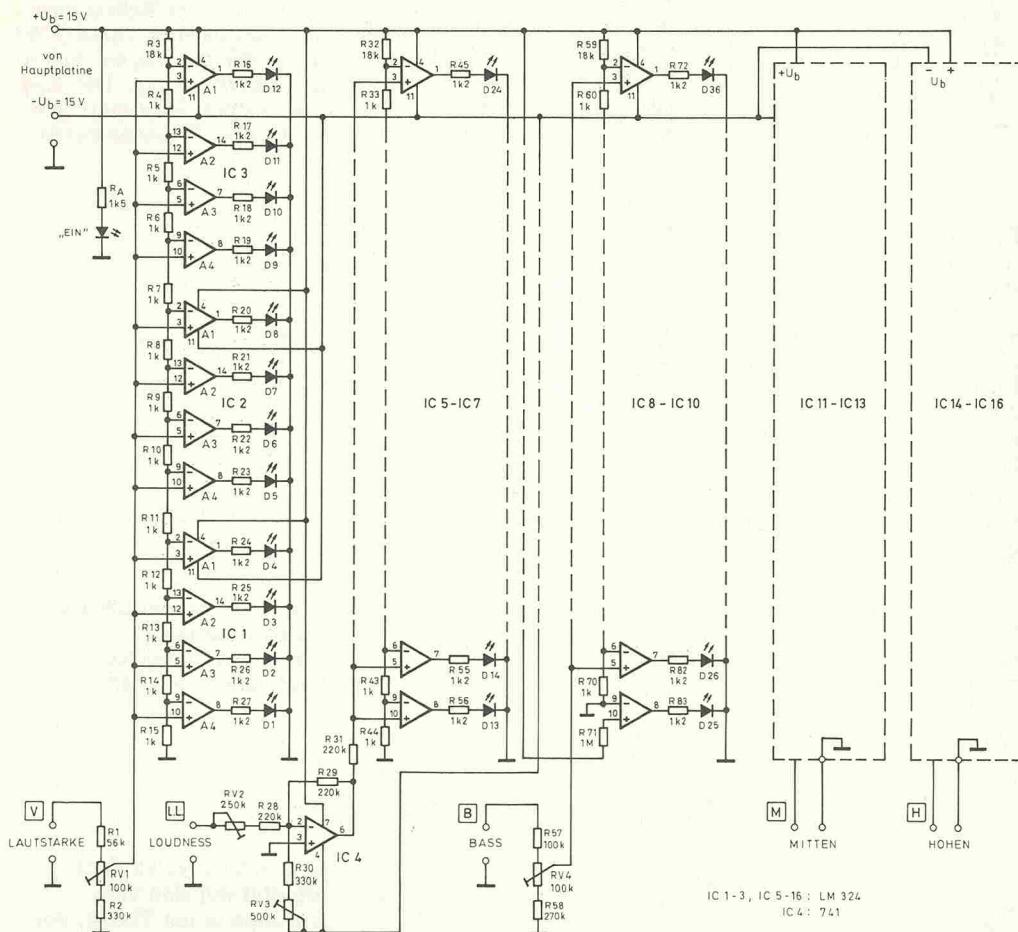
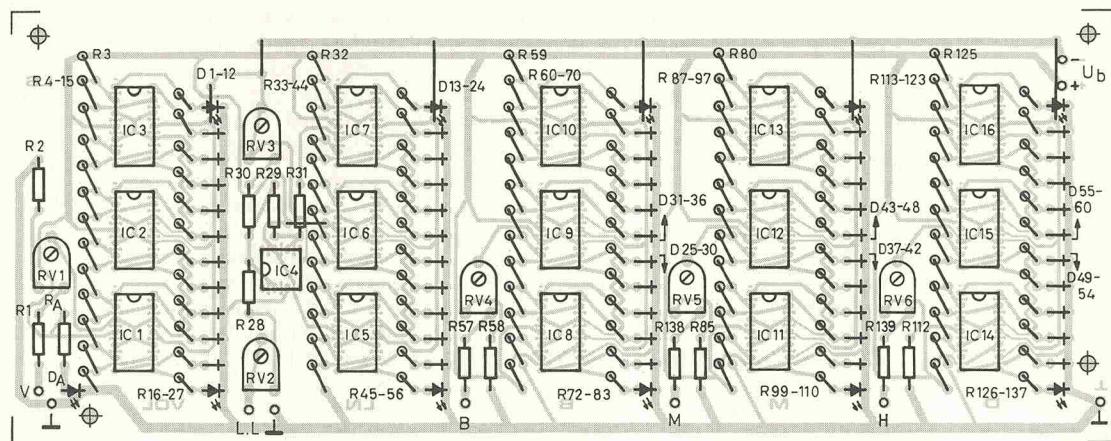


Bild 7. Die Led-Einblendgradkontrolle. Mitten- und Höhenkanal sind mit dem Baßkanal identisch. Zur Verbindung mit der Hauptplatine siehe Bild 6, Heft 6/89.

Klangeinstellsystem (4)

Der Bestückungsplan der Anzeigplatine.
'Ne Menge Lötarbeit, bevor das erste Licht aufgeht.



Stückliste

Einblendgradkontrolle

Widerstände (Metallfilm, 0,4 W)
 RA 1k5
 R1 56k
 R2,30 330k
 R3,32,59, 80,125 18k
 R28,29,31 220k
 R57,138,139 100k
 R58,85,112 270k
 R71,98,124 1M
 R16 usw. 60 × 1k2
 R4 usw. 57 × 1k

Halbleiter
 IC1..3, 5...16 LM324
 IC4 741

Trimmer
 RV1,4...6 100k
 RV2 250k
 RV3 500k
 LEDs (alle 3 mm)
 LED A rot
 D1...12, 31...36,
 43...48, 55...60 30 × rot
 D13...24 12 × gelb
 D25...30,
 37...42, 49...54 18 × grün
 Verschiedenes
 15 Fassungen DIL-14
 1 Fassung DIL-8

manuellen Funktionen können selbstverständlich auch fernbedient werden.

An Leuchtdioden, die die wichtigsten Funktionen anzeigen, wurde nicht gespart. Ein am Eingang des Noise Gate liegenderes NF-Signal zeigt die LED „Signal Indicator“ durch eifriges Blinken an. Dies tut sie ab einem Eingangsspeigel von -48 dB, also sobald ein verwertbares Signal anliegt.

Die Einstellung der Ansprechempfindlichkeit (des Schwellenwertes) wird durch die LED „Threshold“ erleichtert. Der Stellbereich des Potis wurde auf -10 dB...-63 dB festgelegt. Dieser Wert kann durch Ändern eines Widerstandes noch in weiten Grenzen variiert werden.

Direkt am Steuerausgang des Noise Gate wird der Schaltzustand angezeigt. Zwei Leucht-

dioden erledigen diese Aufgabe. Eine grüne LED weist auf einen nicht durchgeschalteten Ausgang hin, eine rote LED zeigt das Gegenteil dazu an. Die Funktionskennlinie des Noise Gate ist in Bild 8 angegeben.

Trotz der vielfältigen Funktionen konnte der Bauteilaufwand recht niedrig gehalten werden. Der Grund dafür liegt in dem Schaltungskonzept (Gleichspannungssteuerung) der DeClarke-Hauptplatine.

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der Funktions-

weise der Schaltung, siehe Bild 9. Um die Eingangsimpedanz des Noise Gate hoch ($\geq 100 \text{ k}\Omega$) zu halten, also die NF-Spannungsquelle wenig zu belasten, wurde in den Eingang der Schaltung ein OpAmp A1 (IC1) gelegt. Die (6-fach verstärkte) Spannung wird auf zwei Zweige geführt.

Zum einen auf den als Komparator mit fester Referenzspannung geschalteten OpAmp A2 (IC2), der die „Signal Indicator“-LED1 steuert. Der Ausgang dieses Komparators schaltet bei einer Eingangsspannung

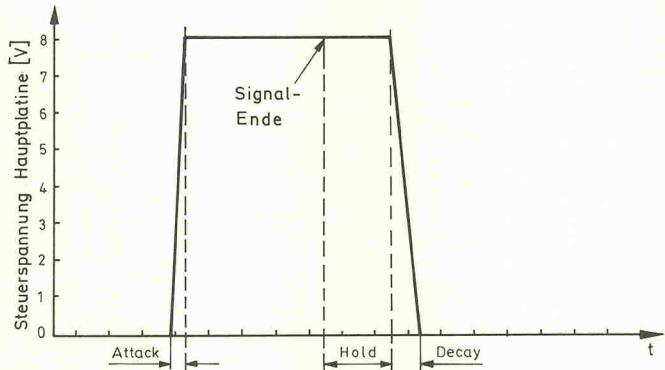


Bild 8. So beeinflusst das Noise Gate die Steuerspannung für Lautstärke und Ton.

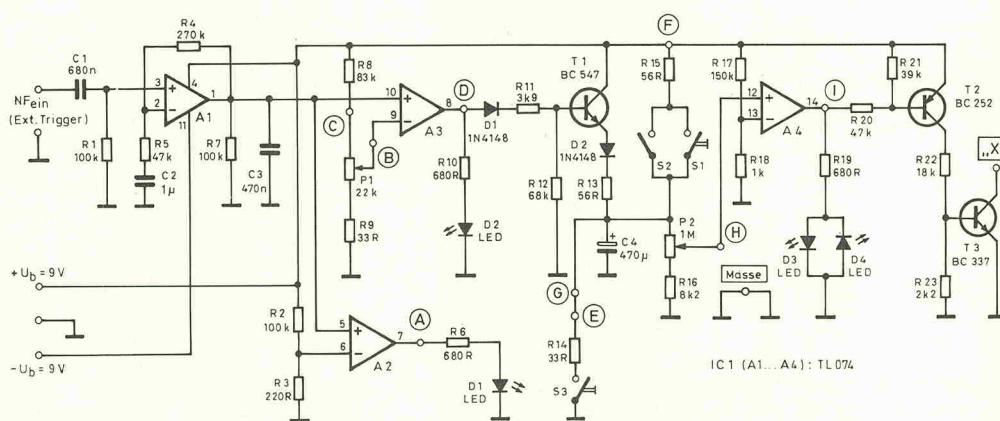
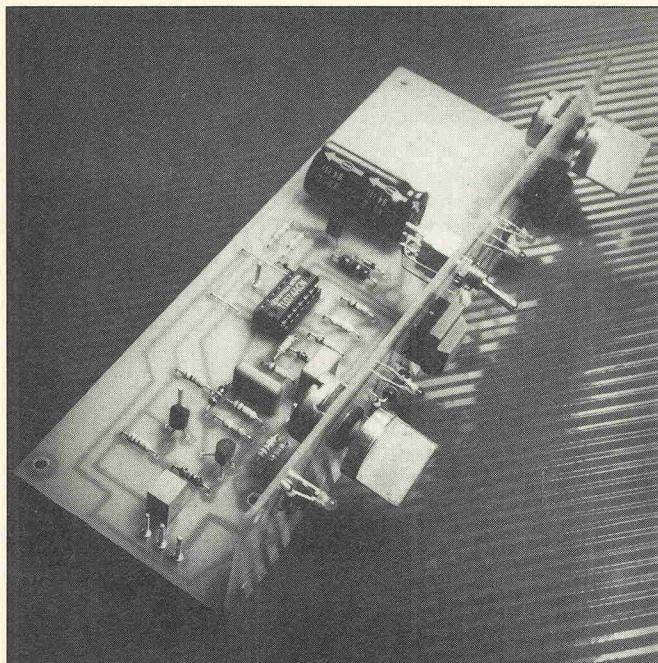


Bild 9. Das Noise Gate arbeitet mit den vier OpAmps eines TL074, von denen drei als Komparatoren geschaltet sind.



Um die Ecke gebracht: Basis- und Bedienplatine werden im rechten Winkel zusammengelötet.

von 19 mV (entsprechend einem Pegel von -48 dB, unter Berücksichtigung des 6-fach verstärkenden Eingangs-OpAmps) vom negativen in den positiven Bereich; dies zeigt LED1 an.

Der andere Zweig führt auf den Komparator A3 (IC1) mit einstellbarer Referenzspannung. Wieder unter Einbeziehung des 6-fach verstärkenden Eingangs-OpAmps A1 beträgt die einstellbare Empfindlichkeit -10 dB...-36 dB. Dies entspricht einer variablen Referenzspannung von 0,23 V... 2,8 mV.

Wird die eingestellte Referenzspannung überschritten, liefert der Ausgang des Komparators eine positive Ausgangsspannung von ca. 8 V. Diese Spannung wird auf LED2 („Threshold“) und über D1 und R11 auf die Basis des als Kondensatorladestrom-Puffer geschalteten Transistors T1 geführt. Der Ladestrom kann kurzfristig bis zu 100 mA betragen, zuviel für die Ausgangsbelastbarkeit des OpAmps A3, die bei 25 mA... 30 mA liegt.

T1 lädt den Kondensator C4 bis auf nahezu Speisespannungspotential. Begrenzt wird der Ladestrom durch R13. Die jetzt

über C4 stehende Spannung gelangt über den Spannungsteiler, bestehend aus Poti P2 (Hold Time) und R16, auf den nichtinvertierenden Eingang von A4 (IC1).

Taste S1 und Schalter S2 (sie sind parallelgeschaltet) dienen zur manuellen Aktivierung des Noise Gate. Bei Betätigung lädt sich über den jeweiligen Schaltkontakt und den Ladestrombegrenzungs-Widerstand R15 der Kondensator auf. Gleichzeitig bekommt der nichtinvertierende Eingang des als Komparator geschalteten Operationsverstärkers A4 positive Spannung.

Stopptaste S3 macht bei Betätigung die beiden oben genann-

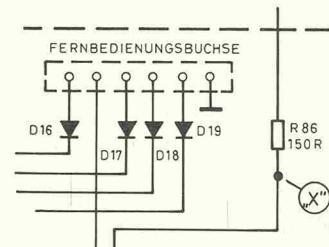


Bild 10. Schaltungsauszug der Hauptplatine mit dem Noise-Gate-Anschlußpunkt 'X'.

Satelliten-TV-Empfang mit Zukunft

MINISAT — klein, superempfindlich, mobil

Bausatz! (ohne ZZF-Zulassung)

NKM-Do-it-yourself-Satellitenempfänger — Ihr Sparvorteil!

Trotz seiner geringen Abmessungen bietet der MINISAT alle Funktionen, die ein vollwertiger Satellitenempfänger braucht:

- zwei schaltbare ZF-Bandbreiten (27/16 MHz) zur Anpassung an schwierige Empfangsverhältnisse
- Polarizersteuerausgang
- Suchlauf (Scan) zum schnellen Ausrichten der Antenne

Technische Daten:

HF-Teil: Eingangs frequenz: 950—1750 MHz/durchstimmbar; Eingangsimpedanz: 75 Ω/F-Norm; Eingangsspeisung: -60 bis -32 dBm; AGC/IM3: <60 dB; Eingangs-VSWR: <2.5; Spiegelkreisfrequenzunterdr.: >40 dB; ZF: 479,5 MHz; ZF-Bandbreite: 27/16 MHz, ext. schaltbar; FM-Schwelle/Threshold: <6 dB (intern einstellbar).

Videoteil: Ausgang intern schaltbar normal/invers; geklemmt/ungek.; Demodulator-typ: PLL; Rohrvidoebandbreite: 50 Hz—8,5 MHz; Videobandbreite: 50 Hz—5 MHz; S/N: >38 dB (C/N = 14 dB); Deemphasis: gemäß CCIR 405.1.

Audio-Teil: Tonunterträgerfrequenz: 6,50—6,85 MHz; fest abgestimmt.

Sonstiges: Stromversorgung: 12—15 V DC, 350 mA; intern stabilisiert; ohne LNC und Polarizer; Polariitätskontrolle: 5 V, Pulse, Gnd.; Abmessungen: 56 x 103 x 165 mm; Gewicht: ca. 700 g.

Aktuell +++ Aktuell +++ Aktuell +++ Aktuell +++ Aktuell +++
LNC/Downkonverter (Fertigerät), solange Vorrat reicht! ab DM 195,—
Fordern Sie noch heute unsere Produktinform. gegen DM 2,— in Briefmarken an!

SAT-TV-Komponenten

NKM-Elektronik GmbH

Nachrichtentechnik
Kommunikationstechnik
Medientechnik



P.O. Box 17 05
Dinkelsbergstr. 10
D-7850 Lörrach
West-Germany

Tel. 076 21/18571
Fax 076 21/18840

19"-Gehäuse

Stabile Stahlblechausführung, Farbton schwarz, Frontplatte 4 mm Alu Natur, Deckel + Boden abnehmbar. Auf Wunsch mit Chassis oder Lüftungsdeckel.

1 HE/44 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST012	53,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	62,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST023	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST033	85,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	87,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST043	89,— DM
5 HE/220 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST052	89,— DM
6 HE/264 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST062	98,— DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,— DM
Chassisblech	Tiefe 360 mm	Typ CA036	15,— DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER 99,— DM

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER 79,— DM

19"-Gehäuse für Parametrischen EQ (Heft 12/85) 79,— DM

Gehäuse- und Frontplattenfertigung nach Kundenwunsch sind unsere Spezialität. Wir garantieren schnellste Bearbeitung zum interessanten Preis. Wareversand per NN, Händleranfragen erwünscht.

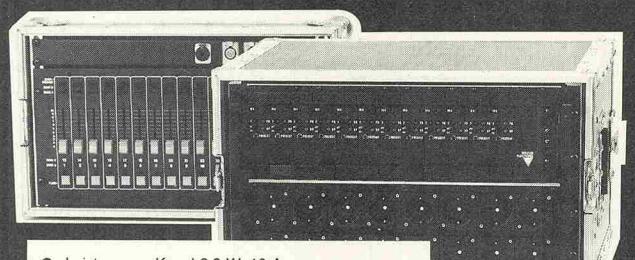
A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte

Siegel + Heinings GbR

Gewerbegebiet Schwerte Ost, FAX-Nr.: 02304/45180

Ruf: 02304/44373, Tlx 8227629 as d

Das Power Pack



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

**Modulsystem
19" 3HE**

**BEILFUSS
ELEKTRONIK**

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

Klangeinstellsystem (4)

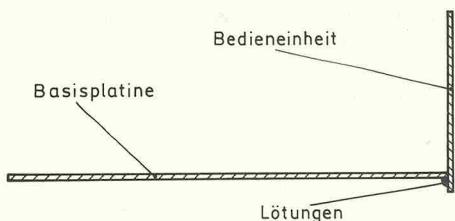


Bild 11. Zahlreiche Lötungen an der Berührungsfläche verbinden Basis- und Bedienplatine mechanisch und elektrisch.

ten C4- Ladevorgänge wieder rückgängig; C4 wird entladen.

A4 ist ein OpAmp-Komparator, dessen Referenzspannung mit dem Spannungsteiler R17/R18 auf 50 mV festgelegt ist. Die über dem Kondensator C4 vorhandene Spannung von 6,5 V (Momentanwert) steht am Spannungsteiler P2/R16; die abgegriffene Spannung liegt zwischen 0,5 V und 6,5 V. Die Einstellung von P2 bestimmt die Hold Time des Noise Gate: Fällt die Spannung am Abgriff unter 50 mV, so schaltet der Komparatorausgang wieder vom positiven in den negativen Bereich.

Im Ruhezustand des Noise Gate führt der Ausgang des Komparators A4 also negative Spannung. LED4 („Off“) zeigt diesen Zustand an. Die Transistoren T2 und T3 leiten.

Der Kollektor des Transistors T3 legt Punkt ‘X’ auf der Hauptplatine DeClarke auf na-

hezu Massepotential. Somit fällt die Spannungsversorgung der dortigen Lautstärke- und Tonsteuerung auf „fast Null“, die Lautstärke ebenso.

Wird die Spannung am nichtinvertierenden Eingang des Komparators A4 positiver als die des invertierenden Eingangs, kippt der Ausgang und führt positive Spannung, LED3 („On“) leuchtet. T2 und T3 sperren, die Spannung an Punkt ‘X’ der Hauptplatine nimmt wieder den üblichen Wert an: Das Noise Gate ist außer Funktion, die Lautstärke-Toneinstellungen auf der DeClarke-Hauptplatine nehmen wieder den ursprünglichen Wert an.

Bild 10 zeigt den Schaltungsausschnitt mit dem Punkt ‘X’ der Hauptplatine. Der Ausgang des Noise Gate wird also mit dem der Steuerung zugewandten, unteren Ende des Widerstandes R86 verbunden.

Um das Noise Gate kompakt zu gestalten und um Drahtverbindungen zwischen der Basis- und der Bedienplatine einzusparen, kann man die Bedieneinheit im Winkel von 90° direkt an die Stirnfläche der Ba-

sisplatine löten. Sollen die Einheiten räumlich voneinander abgesetzt betrieben werden, kann zur Verbindung eine 9-adige Flachbundleitung dienen.

Die jeweils miteinander zu verbindenden Punkte sind durch Buchstaben gekennzeichnet. Punkt G bezeichnet einen Lötstift, an dem externe Start- und/oder Stoppteile angeschlossen werden können, in Parallelschaltung zu den eingebauten. Sollen sowohl Start- und Stopfunktion fernausgelöst werden, droht Kurzschluß des Netzteils bei gleichzeitiger Betätigung; deshalb sind dann auch die Strombegrenzungswiderstände R14 und R15 der Schaltung extern zu wiederholen.

Im praktischen Einsatz wird die Empfindlichkeit der Schaltung wie folgt eingestellt:

- Sämtliche NF-Signalquellen einschalten (ohne Signal).
- P1 so einstellen, daß die Fremdgeräusche gerade eben ausgeblendet werden.
- Eine Quelle ausschalten, Ausblendzeit mit P2 wählen.

Zur Einstellung der Hold Time verfährt man wie folgt:

- Noise Gate muß eingeblendet haben.
- Signalquelle ausschalten, Ausblendzeit mit P2 wählen.

Die Einstellbereiche von Ansprechempfindlichkeit und Hold Time lassen sich verändern: mit anderen Werten für R4 bzw. C4.

Abschließender Hinweis: Die vorgesehene Kabel-Fernbedienung wird entgegen der ursprünglichen Planung nicht veröffentlicht. Es existieren drei Varianten: Tipptasten-Version, Poti-Version und die Disco-Variante mit eingebautem Mikrofon für automatische Loudness-Nachregelung. Interessenten können mit der Redaktion Kontakt aufnehmen.

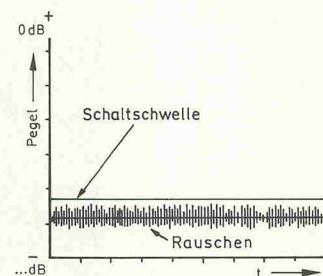


Bild 12. Zur Einstellung der Schaltschwelle.

Stückliste

Noise Gate

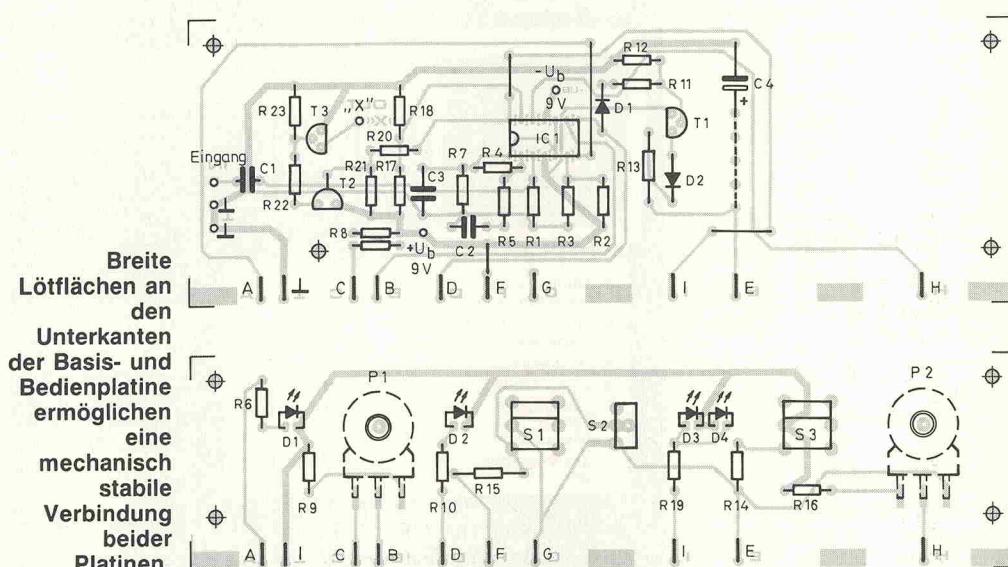
Widerstände (Metallfilm, 0,4 W)	
R1,2,7	100k
R3	220R
R4	270k
R5,20	47k
R6,10,19	680R
R8	56k + 27k in Reihe (83k)
R9,14	33R
R11	3k9
R12	68k
R13,15	56R, 0,5 W
R16	8k2
R17	150k
R18	1k
R21	39k
R22	18k
R23	2k2

Kondensatoren	
C1	680n/63V
C2	1μ MKH
C3	470n
C4	470μ/16V

Potentiometer	
P1	22k lin, 4 mm Achse
P2	1M lin, 4 mm Achse

Halbleiter	
D1,2	IN4148
LED1,4	grün, 3 mm
LED2,3	rot
T1	BC547
T2	BC252
T3	BC337
IC1	TL074

Verschiedenes	
2 Taster RM5 x 10	
1 Schalter, Miniaturausführung, RM4 x 10, 2x UM	
6 Lötnägel, 1,4 mm	
1 Fassung DIL-14	



elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

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

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

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

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

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

Absender nicht vergessen!

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

Meine Anschrift:	
<hr/>	
Name, Vorname	
<hr/>	
Straße, Haus-Nr.	
<hr/>	
PLZ, Ort	

Nutzen Sie unser zusätzliches Angebot:

- Expl. „Handbuch für die leichte und sichere Reparatur von Geräten der Unterhaltungs- und Haushaltselektronik“

Jetzt reparieren Sie selbst Geräte
der Unterhaltungs- und Haushalts-
elektronik, u. a.:

Fernsehgeräte, Videorecorder, Hi-Fi-Geräte,
Waschmaschinen, Kühl-/ Gefriergeräte,
Handmixer, Staubsauger, Bohrmaschinen,
Stichsäge



Dieses Nachschlagewerk hilft Ihnen mit

- präzisen Reparaturanleitungen
- Fehlersuchbäumen zur schnellen Diagnose
- Funktionsbeschreibungen der versch. Gerätegruppen
- Bauanleitungen für Meß-/Prüfgeräte
- Datentabellen
- Sicherheitshinweisen

Praktischer Ringbuchordner, Großformat DIN A4, Grundwerk ca. 900 Seiten, Bestell-Nr. 2100, DM 92,-.



60 Pfennig,
die sich
lohnen!

Postkarte/Antwort

INTEREST-VERLAG

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

Industriestraße 21

D-8901 Kissing

Jetzt bauen Sie sich anspruchsvolle Geräte selbst

Für Neuentwicklung/Reparatur: detaillierte IC-Daten mit Applikationsbeispielen

Halbleiterbausteine beherrschen heute die Welt der Elektronik. Der IC-Markt ist selbst für Fachleute nicht mehr überschaubar, und laufend nimmt das Angebot an Integrierten Schaltungen weiter zu!

Hier setzt unser „**Aktuelles IC-Datenbuch**“ an. Ob Reparatur oder Neuentwicklung – dem Hobbyelektroniker wie dem Praktiker dient es als unentbehrlicher Ratgeber.

■ Zu den **digitalen und analogen ICs** gibt Ihnen das Werk u.a. folgende Daten: Pinbelegung, Leistungsaufnahme, Eingangsimpedanz, Ausgangsbelastbarkeit, Typvarianten, internes- oder Blockschaltbild, Temperaturbereiche, Schaltpegel, Schaltkapazitäten, Applikationsbeispiele, Herstellerfirmen;

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

Aus dem Inhalt: digitale u. halblineare ICs: TTL- und CMOS-

Logik-ICs, Prozessoren, Speicherbausteine, A/D-Wandler ...; **lineare ICs:** Spannungsregler, Operationsverstärker, NF-/HF-Verstärker, Radio-/TV-Schaltkreise, Fernsteuer-ICs, Sensoren, Funktionsgeneratoren u.a.

Fordern Sie noch heute an:

Aktuelles IC-Datenbuch

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

All 2 - 3 Monate wird dieses Werk mit den neuesten Daten inkl. ausführlichen Beschreibungen aktualisiert mit jeweils ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

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

Für Ihre Anforderung
verwenden Sie bitte
nebenstehende Bestellkarte.

Praxiserprobte Bauanleitungen mit fertigen Platinenfolien

z.B. für **Melzgeräte** (Milliohmometer in Vierleitertechnik, NF-/HF-Signalverfolger ...); **Stromversorgung:** z.B. NiCd-Ladegerät mit Zeitäutomatik, kompaktes Labornetzteil; **Unterhaltungselektronik** wie nachrüstbare Rauschunterdrückung, Überspiel-/Partymischpult, UKW-Radio im Kleinstformat, Dreiweg-Miniobox ...; **Funkttechnik**, u.a. Konverter für eine Satellitenempfangsstation; **Kfz-Elektronik** (autom. Autoantenne, Alarmanlage ...); **Haushaltelektronik**, z.B. Anrufbeantworter, Modell-Fernsteuerung; **Mikrocomputertechnik:** 6502-Selbstbaucomputer inkl. Assemblerprogramm und -kurs.

Zusätzlich erhalten Sie u.a.

■ präzise Reparaturanleitungen

für S/W- und Farbfernseher, Videorecorder, Tonband-, Kassettengeräte, Tuner, Receiver sowie gängige Geräte für Haushalt, Werkstatt und Büro;

■ detaillierte Datentabellen

für Dioden, Transistoren, Triacs, Integrierte Schaltungen, Eigenschaften technischer Werkzeuge, Farocode für Autokabel;

■ Praxiskurs Digitaltechnik;

■ laufend neue Bauanleitungen und aktuelle Informationen. Eine eigens für dieses Werk ins Leben gerufene Redaktion stellt für Sie ständig neue interessante Bauanleitungen zusammen und hält Sie über Neuentwicklungen auf dem laufenden.

Fordern Sie noch heute an:

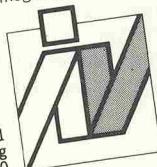
Aktuelle Hobby-Elektronik

Nachschlagewerk, Format DIN A4, mit ca. 1000 Seiten Bestell-Nr. 1000, Preis: DM 92,-.

Alle 2 - 3 Monate erhalten Sie Ergänzungsausgaben zum Grundwerk mit jeweils ca. 130 Seiten zum Seitenpreis von 38 Pfennig (Abbestellung jederzeit möglich).

Erst prüfen, dann kaufen:

Sehen Sie sich jedes Werk in Ruhe an. 10 Tage dürfen Sie Ihr Ansichtsexemplar unverbindlich prüfen.



INTEREST-VERLAG
Fachverlag
für Special Interest
Publikationen und
Anwendersoftware



Röhrling

Der Vorverstärker für Röhrenfreaks

Gerhard Haas

Wir haben in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Röhrenendstufen mit einer Leistung zwischen etwa 30 W und 250 W vor gestellt. Viele wünschten sich einen passenden Röhren-Vorverstärker dazu. Hier ist er.

Also gut soll er sein. Vielseitig und so. Mit Eingängen für Magnettonabnehmer, CD, Tuner, Fernsehton, Rekorder 1, Rekorder 2 und noch einem als Reserve. Die beiden Rekordereingänge sollten eine gegenseitige Überspielmöglichkeit besitzen. Auch sollte die Aufnahme unabhängig vom gerade laufenden Programm möglich sein. Und einen geregelten Kopfhörerverstärker, mit dem wahlfreie in beide laufende Programme reingehört werden kann. Gebongt.

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des Vorverstärkers. Es sind sie-

ben Eingänge und insgesamt vier Ausgänge vorhanden. Jeder Eingang kann über Relais-Schalter auf die Vorderband (V)- oder die Hinterband (H)-Schiene gelegt werden. Mit dem Kopfhörerverstärker kann die eine oder andere Schiene abgehört werden. Oder er bleibt einfach abgeschaltet. Der Kopfhörerverstärker kann übrigens auch als zweiter Ausgangsverstärker benutzt werden. Beispielsweise hört man im Wohnzimmer über Vorderband Fernseh-Hi-Fi-Ton, und in der Küche läuft über Hinterband und Kopfhörausgang eine CD-Platte.

So ist er geworden. Aber ehe es nun in 'medias res', nämlich die Schaltungsbeschreibung geht, einige Einblicke in den mühseligen 'Wahrheitsfindungsprozeß' eines anspruchsvollen Röhrenvorverstärkerentwicklers. Das Pflichtenheft:

Die Möglichkeiten der Signalführung sollen vielseitig sein. Zu bedenken ist, daß durch Übersprechen aus der Vielzahl der Signale und deren Wege vor allem bei geringen Pegeln leicht ein unerwünschter Tonbrei entstehen kann. Sehr gute Trennung der Signalquellen und der einzelnen Verstärker, aber auch

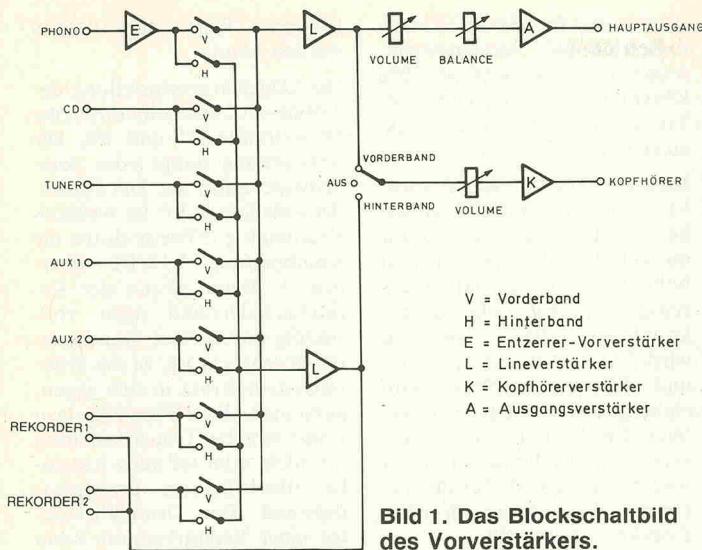


Bild 1. Das Blockschaltbild des Vorverstärkers.

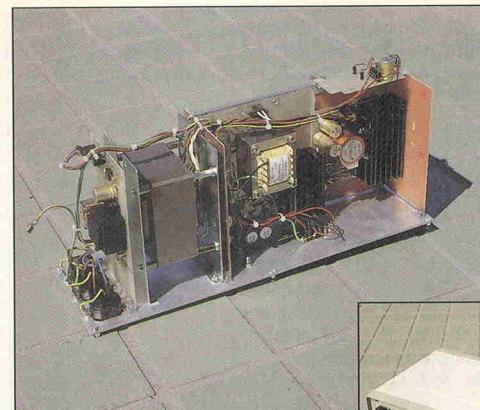
V = Vorderband
H = Hinterband
E = Entzerrer-Vorverstärker
L = Lineverstärker
K = Kopfhörerverstärker
A = Ausgangsverstärker

der jeweiligen Stereowege sind unabdingbar.

Der Frequenzgang eines guten Vorverstärkers soll bis 22 kHz (obere CD-Grenzfrequenz) linear verlaufen. Wenn mehrere Komponenten in Reihe geschaltet werden, die zu früh Abfälle an den Frequenzbereichsgrenzen aufweisen, summieren sich diese in der Gesamtkette auf. Die Folge ist, daß bereits im Hörbereich keine Linearität mehr gewährleistet ist.

Die Ausgangswiderstände sollen so niedrig wie möglich sein. Viele Verstärker aber auch Signalquellen haben bei weitem zu hohe Ausgangswiderstände. Es gibt Röhrenvorverstärker, deren Ausgangsbuchse direkt am Schleifer eines Potis mit z.B. 10 kΩ angeschlossen ist. Je nach Schleiferstellung wird mit der Kapazität des angeschlossenen Kabels ein Tiefpass gebildet. Schön für so manchen Kabelvertreiber. Denn wenn dann niederkapazitive Superkabel (Meterpreis bis zu 400 Märker!) angeschlossen werden, kommen plötzlich tatsächlich die Höhen wesentlich 'brillanter', was ein Wunder! Damit Kopfhörer betrieben werden können, sollten die Ausgänge wenigstens ein Signal von 5 Veff an 600 Ω bringen. An derartige Ausgänge kann man bedenkenlos auch ein längeres Standardkabel ohne Höhenverluste anschließen.

Der Signal/Störabstand muß möglichst groß sein. Dies wird unter anderem durch möglichst niederohmige und damit stör-



Um Brumm-einstreuungen zu vermeiden, ist das Netzeil vollständig ausgelagert.



fügt sich harmonisch in das Klangbild ein, da sie eine Okta-
ve über dem jeweiligen Grund-
ton liegt. Auf diese Weise wird
das Obertonspektrum der In-
strumente für das Ohr auf an-
genehme Weise aufgefüllt.

Wer also auf den 'reinen, sau-
beren Röhrenklang' schwört,
will im Endeffekt dosiert k_2
hören. Das in der Regel vielbe-
schworene Ideal eines Verstär-
kers, das Eingangssignal linear
um den Verstärkungsfaktor anzu-
heben, und nichts hinzuzufügen
oder wegzunehmen, wird sub-
jektiv eigentlich garnicht
immer gewünscht. Ein für das
Ohr gut klingender Verstärker
ist also nicht ideal, sondern hat
ein Klirrverhalten wie in Bild 2
dargestellt. Die höheren Klirr-
anteile müssen sehr schnell ab-
fallen und von k_2 deutlich
übertönt werden. Persönliche
Hörgewohnheiten spielen dabei
natürgemäß eine große Rolle.
Zu guter Letzt sollte man HiFi-
Geräte nicht nur nach ihren
Meßdaten allein beurteilen,
sondern der Subjektivität Raum
lassen. Wenn Musik über eine sub-
jektiv gut klingende Anlage abgehört
wird, dient dies zur Freude und nicht zum
Heraushören von irgendwelchen
Fehlern.

Grundsätzlich ist für einen gu-
ten Vorverstärker bei durch-
schnittlichen Pegeln ein sehr
geringer Gesamtklirrfaktorwert
wünschenswert. Dieser sollte
möglichst deutlich unter 0,1%
liegen.

Die geschickte Röhrenauswahl
trägt zum Gelingen des Werks
entscheidend bei. Die gesuchte
Röhre muß eine Reihe von Forde-
rungen erfüllen: Röhre wie Sockel
sollen auch in Zukunft erhältlich
sein, die Röhre soll einerseits Strom
liefern können (niederohmiger Ausgang),
andererseits in der Verlustleistung
mäßig sein und hohe Leerlauf-
verstärkung bieten. Dies sind,
wie so oft, widersprüchliche
Forderungen. Um 5 Veff an
600 Ω zu erzeugen, ist ein Spit-
zenstrom von rund 12 mA not-
wendig, ein relativ hoher Wert
für Röhrensysteme!

In Tabelle II sind einige gängige Röhrentypen mit ihren wich-

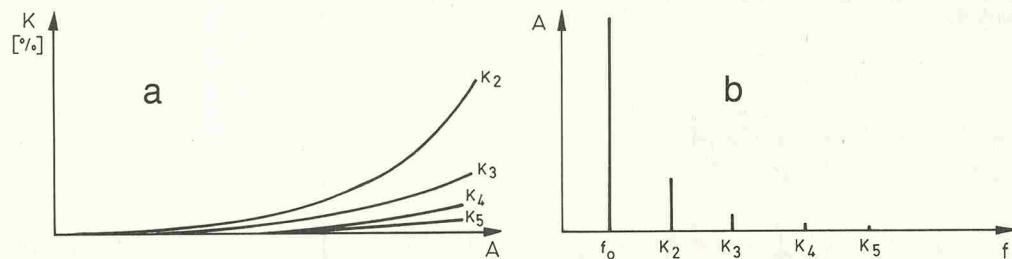


Bild 2. Angenehmes Klirren: Klirrverhalten eines guten Verstärkers über der Aussteuerung, a: in Klirrfaktorkurven und b: in spektraler Aufschlüsselung der Klirramplituden.

Röhren-Vorverstärker

Klirrfaktoren bei 100 Hz, 1 kHz und 5 kHz, gemessen über Line-Eingang zum Haupt-Ausgang mit den angegebenen Lasten und Ausgangsspannungen, wobei der überwiegende Anteil der Klirrfaktorwerte aus k_2 besteht.

Last	560 Ω	1 k	2.2 k	4.7 k	10 k
1 V	0.05 %	0.025 %	0.02 %	0.015 %	<0.01 %
2 V	0.08 %	0.04 %	0.02 %	0.02 %	0.01 %
5 V	0.24 %	0.09 %	0.04 %	0.03 %	0.015 %
$U_A \text{ max}$	10 V	15 V	> 20 V	> 20 V	> 20 V

Übersprechdämpfung bei 1 kHz: 85 dB
bei 10 kHz: 80 dB

Line-Eingang dabei mit 1 k Ω abgeschlossen.

Fremdspannung unbewertet: -105 dBm

dynamischer **Ausgangswiderstand**: ca. 150 Ω

Frequenzgang mit 560 Ω Last: 16 Hz...22 kHz -0.1 dB
16 Hz...85 kHz -0.3 dB

Daten über **Entzerrervorverstärker** gemessen, bezogen auf $U_E = 5 \text{ mV}$ und $R_g = 1 \text{ k}\Omega$.

Verstärkung bei 1 kHz: 37 dB

$U_A = 2 \text{ V}$, Last 10 k Ω , kges = 0.015 %
bei 50 Hz...100 Hz: 0.03 %

Frequenzgang: 20 Hz...20 kHz max. \pm 0.3 dB

Übersprechdämpfung bei 1 kHz: 78 dB

10 kHz: 72 dB

Fremdspannung unbewertet: -103 dBm

Geräuschspannung: -121.5 dBm

Line-Aufnahmeverstärker

$U_E = 1 \text{ V}$, $U_A = 2.4 \text{ V}$, Last = 2.2 k Ω

kges = 0.02 % bei 100 Hz, 1 kHz und 5 kHz

Fremdspannung unbewertet: -110 dBm

Tabelle I zeigt die wichtigsten Daten des Röhrenvorverstärkers.

tigsten Grunddaten zusammengestellt. Sie sind einerseits gut erhältlich, andererseits gibt es dafür noch Sockel, und sie sind NF-geeignet. Der Typ PCC 88 ist eigentlich eine UHF-Röhre, wurde aber auch schon in NF-Verstärkern eingesetzt. Die ausgerechneten Verstärkungsfaktoren ergeben sich aus den

Anodenwiderständen, die für eine Betriebsspannung von 300 V (ausgenommen die PCC 88) zweckmäßig sind.

Zunächst sind da die Röhrentypen ECC 81, ECC 82 und ECC 83. Die beiden erstgenannten lassen sich mit Strömen um 10 mA betreiben, haben jedoch den Nachteil der geringen Leerlaufverstärkung und eines geringen Innenwiderstandes. Mit der ECC 83 dagegen lassen sich hohe Verstärkungsfaktoren erreichen, aber aufgrund des sehr geringen Anodenstroms von etwa 1 mA ist die Treiberleistung der Anordnung sehr mager. Und dann ist da noch die ECL 86. Diese Röhre beinhaltet eine Leis-

tungspentode, die in Klasse A-Betrieb mit Ausgangsübertrager noch etwa 4 W bei 10% Klirrfaktor abgeben kann. Ihr Triodensystem entspricht exakt einer halben ECC 83.

Nun zur Kür der Kandidaten: Für den Entzerrer-Vorverstärker verbucht die ECC 83 die meisten Punkte, da hier sehr hohe Verstärkung und gleichzeitig möglichst hohe Gegenkopplungsreserve verlangt wird. Für die Line-, Kopfhörer- und Ausgangsverstärker wird einheitlich die ECL 86 eingesetzt. Der Verbund einer hochverstärkenden Triode mit einer steilen, genügend Strom liefernden Pentode ist für diese Zwecke sehr günstig.

In Bild 3 ist der Ausgangsverstärker dargestellt. Diese Version ist mit geringfügigen Änderungen auch als Kopfhörerverstärker geeignet. Es entfallen P1, R2 und R3, wodurch man etwa 3 dB an Verstärkung gewinnt.

Bild 4 zeigt den Schaltplan des Line-Verstärkers. Hier wurde Wert darauf gelegt, daß dieser Verstärkertyp eine geringere Stromaufnahme als der Kopfhörer- und Ausgangsverstärker hat. Er muß ja schließlich nicht 600 Ω treiben können, so daß hier ökonomischer Stromverbrauch und somit geringere Verlustleistung erreicht werden.

Da Line-, Kopfhörer- und Ausgangsverstärker prinzipiell gleich sind, wird die Schaltungsfunktion gemeinsam für alle drei Typen beschrieben. Die Positions kennzeichnungen der Bauteile sind für alle drei Verstärkertypen gleich, so daß nach der Schaltungsbeschreibung die Funktion für den je-

Bild 3 zeigt den gemeinsamen Schaltplan für den Ausgangs- und Kopfhörerverstärker. Beim letzteren entfallen P1, R2 und R3.

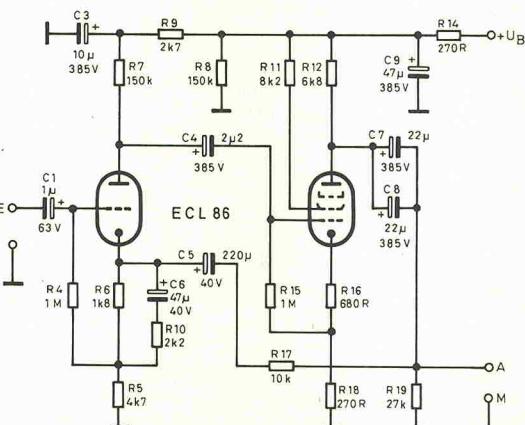
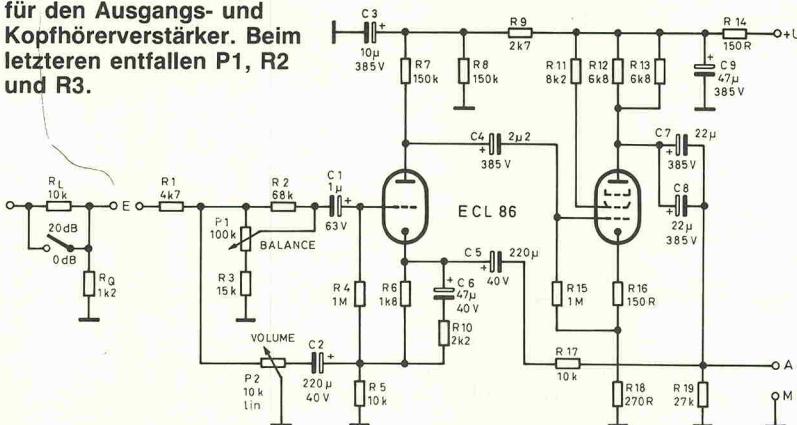


Bild 4. Der Schaltplan des Line-Verstärkers.

weiligen Typ nachvollzogen werden kann.

Die Gleichstromeinstellung der Triode wird bestimmt durch die Widerstände R4 und R6. Die Verstärkung hängt vom Anodenwiderstand ab. Der Kathodenwiderstand R6 ist wechselstrommäßig teilweise durch die Kombination R10/C6 überbrückt. Denn: Wenn der Kathodenwiderstand nicht vollständig durch einen Kondensator überbrückt ist, ist das Röhrensystem direkt in sich gegengekoppelt. Eine Parallele dazu findet man bei Transistorstufen mit nicht oder teilweise kapazitiv überbrücktem Emitterwiderstand. Der Grundklirrfaktor einer Verstärkerstufe kann auf diese Weise vermindert werden.

Das Signal gelangt über C4 zum Gitter der Pentode. Deren Gleichstromarbeitspunkt wird bestimmt durch die Widerstände R15 und R16. R18 ist zusammen mit R12 (und zusätzlich R13 bei Ausgangs- und Kopfhörerversion) so gewählt, daß für beide Signalhalbwellen ein möglichst günstiges Aussteuerverhalten erreicht wird. Wie aus den Bildern 3 und 4 ersichtlich ist, sind die Widerstände um die Pentode je nach Verstärkertyp sehr unterschiedlich dimensioniert. In der Line-Version wurde eine hochohmigere Dimensionierung zugunsten eines geringeren Stromverbrauchs gewählt.

Das Signal wird an der Anode der Pentode über die parallel geschalteten Elkos C7 und C8

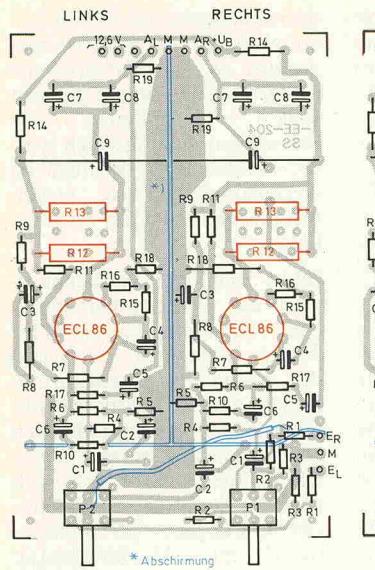


Bild 5a. Der Bestückungsplan des Ausgangsverstärkers. Die rot gezeichneten Bauteile werden auf der Lötseite bestückt.

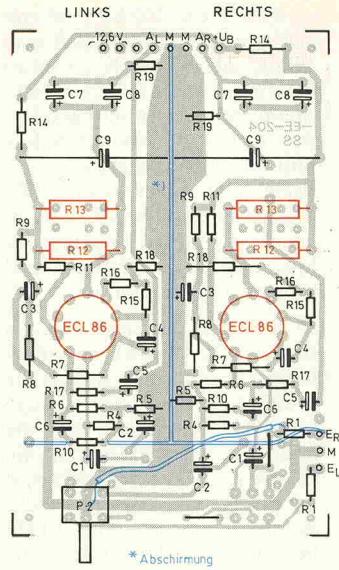


Bild 5 b. Die Bestückung des Kopfhörerverstärkers entspricht bis auf die wegzulassenden Bauteile
Bild 5 a. Für die Widerstände R2 müssen allerdings Drahtbrücken eingesetzt werden.

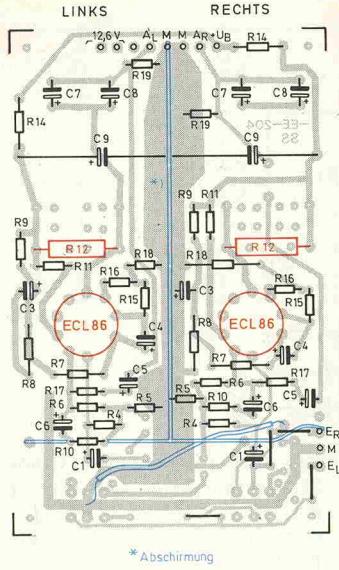


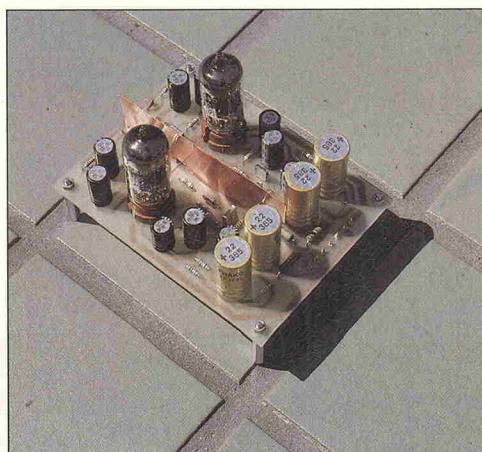
Bild 6. Auch der Line-Verstärker benutzt die Einheits-Platine.

ausgekoppelt. Diese Parallelschaltung hat keinerlei audiophile, sondern platzmäßige Gründe: Es werden überwiegend stehende Elkos eingesetzt, so daß kompakte Platinenformate möglich sind. Damit die Bauhöhe nicht wegen eines einzigen Bauteils zu groß wird, wurden zwei $22\mu F$ -Elkos parallel geschaltet. Auf die resultierende Kapazität von $44\mu F$ kann bei der geforderten Minimallast von 600Ω nicht verzichtet werden.

Über R17 und C5 wird das Ausgangssignal auf die Ka-

thode der Triode zurückgeführt. Je nach Größe des Fußpunktwiderstandes R_5 ergibt sich eine mehr oder weniger große Grundverstärkung. Beim Line-Verstärker genügen 8 dB. Ausgangs- und Kopfhörerverstärker benötigen mehr Verstärkung.

Für den Lautstärkeregler wurde nicht auf die konventionelle Spannungsteilerschaltung zurückgegriffen, sondern auf eine Schaltung, die in die Gegenkopplung eingreift. Dies bringt Vorteile im Rausch- und Klirrverhalten. Der Balanceegler



Gerade beim Entzerrer-Vorverstärker ist die Abschirmfolie äußerst wichtig.

Stückliste

Allgemeines:

- Die Leistungswiderstände ab 1,5 W sind Metalloxid-Typen mit 5% Toleranz.
 - MKH-Kondensatoren mit 5% Toleranz, 400 V verwenden.
 - Alle Elkos von Frako.
 - Für die Verstärkerplatten ist die Stückliste nur für einen Kanal angegeben.

— Ausgangs- Line- und Kopf-
hörerverstärker —

- ¹⁾ entfällt beim Kopfhörerverstärker
²⁾ entfällt bzw. geändert beim Line-Verstärker

Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1%, 0,6 W, Metallschicht)

R1	$4k7^2)$
R2	$68k^2)$
R3	$15k^2)$
R4	1M
R5	$10k, 4k7^2)$
R6	1k8
R7,8	$150k/1,5W$
R9	$2k7$
R10	$2k2$
R11	$8k2, 1k2^2)$
R12,13 ²⁾	$6k8/4,5W$
R14	$150R/1,5W,$ $270R^2)$
R15	1M
R16	$150R, 680R^2)$
R17	10k
R18	270R
R19	27k
P1	Tandem-Rastpoti, 100k, lin ²⁾
P2	Tandem-Rastpoti, 10k, lin ¹⁽²⁾

Kondensatoren

C1	$1\mu/63V$
C2 ^{2),5}	$220\mu/40V$
C3	$10\mu/385V$
C4	$2,2\mu/385V$
C6	$47\mu/40V$
C7,8	$22\mu/385V$
C9	$47\mu/385V$

Sonstiges

- Sonstiges
1 Novalsockel für Printmontage
Lötägel und Kupferfolie ca.
10...20 mm breit,
0,1...0,2 mm stark
1 Doppelseitige Platine,
150x95 mm

Die Verstärker sind einzeln von der Betriebsspannung über RC-Glieder entkoppelt. Dadurch wird das Übersprechen über die Betriebsspannung und eine gegenseitige Beeinflussung der Verstärker verhindert. Der Widerstand R8 sorgt für sichere Entladung der Hochvoltelkos nach dem Abschalten der Betriebsspannung.

An dieser Stelle vielleicht noch
einige Worte zu den Koppel-

kondensatoren. In dem hier vorgestellten Verstärker wurden bewußt Koppelelektronen eingesetzt und nicht Folienkondensatoren. Letztere wären über $1\mu F$ bei ca. 400 V Nennspannung ziemlich teuer und vor allem voluminös. Was aber viele

Röhren-Vorverstärker

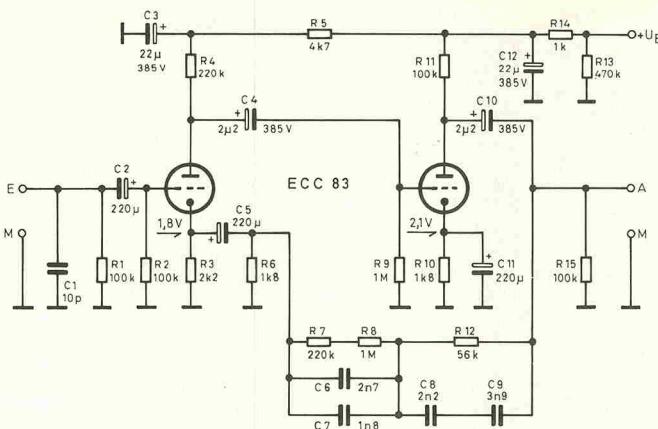


Bild 7. Leistet Präzisionsarbeit: Der Entzerrer-Vorverstärker.

nicht wissen, weil sie keine Meßmöglichkeiten dazu haben, ist, daß viele Folienkondensatoren sehr hohe Klirrfaktorwerte produzieren, wenn sie gleichzeitig mit Gleichspannung und Tonwechselspannung beaufschlagt werden. Je nach Baureihe und Betriebsbedingungen sind die Klirrfaktorwerte unterschiedlich hoch. Ein hoher Einkaufspreis für einen Folienkondensator schützt bei unsachgemäßer Anwendung nicht vor Klingen!

Die Werte der hier eingesetzten Koppelkondensatoren liegen relativ hoch. Damit vermeidet man im tiefen Frequenzbereich Verstärkungsabfall und Phasendrehung des Signals. Allerdings sollten die in den Stücklisten angegebenen Hinweise beachtet werden. Nur dann können die in Tabelle I angegebenen Daten sicher erreicht werden.

In vielen Bauanleitungen, aber auch in den Testzeitschriften findet man immer wieder Negativurteile über Kondensatoren im Signalweg. Nun ist aber eine symmetrische Stromversorgung und Potentialverschiebung innerhalb der Schaltung in der Röhrentechnik nur sehr schwer möglich, da es keine 'PNP-Röhre' gibt. Potentialtrennung ist deshalb nur über Koppelkondensatoren oder Übertrager möglich. Eine Vielzahl von Hi-Fi-Geräten, die für unsymmetrische Stromversorgung ausge-

legt sind (die üblichen Chips für Konsumgeräte sind oft nur für 18 V bzw. 5-V-TTL-Betriebsspannung ausgelegt) arbeiten ebenfalls mit Koppelkondensatoren. Dazu noch zwei Zitate aus aktuellen Zeitschriften. In der Hifi-Vision Heft 5/89, Seite 37 findet sich dieses Zitat: „Denn im Ausgang von Hochpegelgeräten, beispielsweise CD-Spieler, Cassettendeck oder Tuner, sitzt ein Kondensator, der Gleichstromanteile aus dem Musiksignal filtert“. In Elektor Heft 1/89, Seite 26 steht im Zusammenhang mit der Beschreibung von D/A-Wandler-Chips in CD-Playern folgendes Zitat: „Bemerkenswert: Sowohl in dieser Schaltung als auch in der mit dem TDA 1542... befinden sich dicke Elkos im Signalweg (47 μF bzw. 10 μF). Bei den von uns untersuchten Philips-CD-Spielern (alle mit mindestens 5 Ohren getestet und als 'Referenz' eingestuft)

sind es sogar 100 μF. Womit sich wieder mal zeigt, daß man Elkos, die man nicht zu sehen bekommt, auch nicht so leicht 'heraus hört'“. Im übrigen finden sich in Studiomischpulten und Studiobandgeräten, mit denen unter anderem auch CD-Platten aufgenommen und abgemischt werden, reichlich Elkos, Kondensatoren und Übertrager im Signalweg.

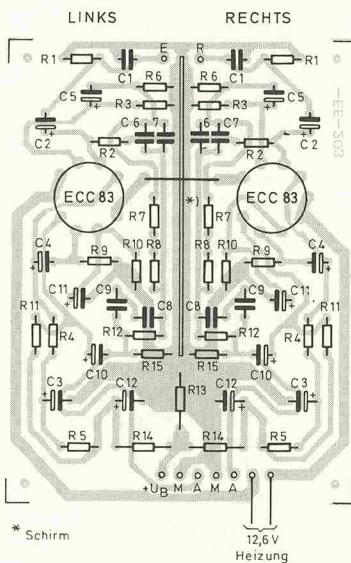
In Bild 7 ist die Schaltung des Entzerrervorverstärkers abgebildet. Hier wird — wie bereits erwähnt — die ECC 83 eingesetzt. Mit ihr erreicht man die hohe Gesamtverstärkung, die in dieser Schaltung dringend notwendig ist. Gegenüber der Referenzfrequenz von 1 kHz benötigt man bei 20 Hz aufgrund der Entzerrerkennlinie 20 dB mehr Verstärkung. Wenn einigermaßen Grundverstärkung bei 1 kHz verlangt wird, und bei 20 Hz für die Gegenkopplung noch etwas übrig bleiben soll, ist eine möglichst hohe Leerlaufverstärkung unbedingt notwendig.

Prinzipiell arbeitet der Entzerrervorverstärker ähnlich wie der bereits beschriebene Verstärker mit der ECL 86, wobei der Gegenkopplungszweig jedoch frequenzabhängig ausgelegt ist: Je höher die Frequenz wird, desto mehr wird gegengekoppelt. Dies geschieht nicht linear, sondern der Schallplattenschneidekurve gemäß. Mit der angegebenen Dimensionierung erreicht man, wenn die vorschriftsmäßigen Bauteile eingesetzt werden, eine Fre-

quenzgangsgenauigkeit von besser als ±0,3 dB! Dies ist weit genauer als es Hifi-Norm und Tester fordern. Damit die sehr exakte Nachbildung der Schneidkennlinie möglich wurde, mußten mehr Bauteile im Gegenkopplungszweig zusammengeschaltet werden als sonst üblich.

Bild 8 zeigt den Bestückungsplan des Entzerrervorverstärkers. Hier wurde eine einseitige Platinen entworfen. Aufgrund der hohen Eingangsempfindlichkeit und der relativ hochohmigen Schaltung empfiehlt sich ein gut abgeschirmter Einbau. Die Röhren können sich auch über die Anodenbleche Störungen einfangen. Da Röhrensockel mit Abschirmkragen und dazu passenden Hauben kaum noch (zu vernünftigen Preisen und Lieferzeiten) aufzutreiben sind, setzt man die ganze Anordnung am besten gleich 'unter Putz'.

Stichwort Putz: Bei der Layoutgestaltung wurde berücksichtigt, daß die Platinen optisch wirkungsvoll in ein geeignetes Chassis eingebaut werden können. Bei Röhrenverstärkern sollen die Röhren selbst zu Gelung kommen. Deshalb wurde für den Line-Ausgangs- und Kopfhörerverstärker eine doppelseitige, durchkontaktierte Platinen vorgesehen. Damit ist es möglich, den Röhrensockel auf der Bestückungsseite einzulöten, so daß die Röhre selbst fast vollständig aus dem Chassis herausragt. Die Anodenwiderstände des Pentodensystems



Stückliste

— Entzerrer-Vorverstärker —
Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1%, 0,6 W, Metallschicht)

R1,2, 11,15	100k
R3	2k2
R4,7	220k
R5	4k7
R6,10	1k8
R8,9	1M
R12	56k

Röhre
1 ECC 83 oder E 83 CC
(siehe Text)

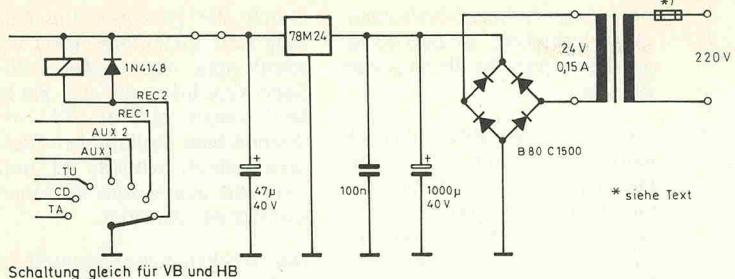
R13	470k/1,5W (wird nur einmal benötigt)
R14	1k/1,5W

Kondensatoren	
C1	10p, Keramik
C2,5,11	220μ/40V
C3,12	22μ/385V
C4,10	2μ/385V
C6	2n7, MKH
C7	1n8, MKH
C8	2n2, MKH
C9	3n9, MKH

Röhre
1 ECC 83 oder E 83 CC
(siehe Text)

Sonstiges
1 Novalsockel für
Printmontage
Lötägel, Kupferfolie
1 Platinen, einseitig,
125×95 mm

Bild 8. Beschirmt: Der Bestückungsplan des Entzerrervorverstärkers.



Schaltung gleich für VB und HB

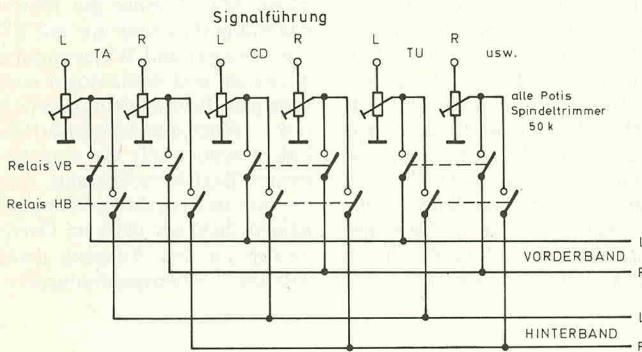


Bild 9. Fernschaltwerk:
Relaisplatine nebst
Stromversorgung.

der ECL 86 sind ebenfalls auf der Lötseite angeordnet. Hier entstehen einige Watt Verlustleistung, die so besser abgeleitet werden können, und nicht die Platine von unten her aufheizen.

In den Bestückungsplänen sind einige Abschirmungen (blau) eingezeichnet. Diese sind aus dünner Kupferfolie ausgeschnitten und an mehreren Punkten auf der Platine an Masse angelötet. Wenn der Verstärker halten soll, was er verspricht, sollte nicht darauf verzichtet werden. Das Übersprechen zwischen den Kanälen wird so deutlich vermindert.

Der Einfluß des Übersprechens sollte nicht unterschätzt werden. Zwar ist eine genaue Stereo-Ortung schon knapp unter 20 dB Kanaltrennung möglich. Aber: Angenommen, der Verstärker hat bei 1 kHz eine Kanaltrennung von 60 dB, so 'erscheinen' auf dem anderen Kanal 0,1% des Signals des einen Kanals. Und nochmal angenommen, daß in dem einen Kanal ein Instrument mit der Grundfrequenz von 1 kHz wiedergegeben wird, welches bei der fünften Oberwelle einen

Amplitudenanteil von 0,2% hat. Da der andere Kanal bei 5 kHz mit 0,1% überspricht, wird die fünfte Oberwelle hier um 50% verändert. Weil die Oberwellen, auch wenn sie nur mit geringen Amplitudenanteilen auftreten, den Klangcharakter sehr prägen, wird dieser selbst durch geringes Übersprechen stark verfälscht. Hat ein Verstärker hohe Übersprechdämpfung und geringen Klirrfaktor, wobei der Hauptanteil des Restklirrfaktors aus k_2 besteht, ist eine enorme Brillanz und Auflösung das Ergebnis. So mancher Hifi-Fan brach nach dem Austausch des Verstärkers gegen einen mit den beschriebenen Eigenschaften in helle Begeisterung aus: „Ich habe bisher noch garnicht gehört, was alles auf meinen Schallplatten drauf ist.“

Zur besseren Übersprechdämpfung gehört auch, daß die Kanalwahl nicht durch Tastenaggregate oder Stufenschalter erfolgt, sondern durch Reedrelais. Die Relais sind da angeordnet, wo die Signale zu schalten sind, nämlich direkt an den Eingangsbuchsen. Damit vermeidet man lange Kabel durch das Gerät. Für jeden Eingang ist übrigens ein Spindeltrimmer vorgesehen, mit dem sich die Signalquellen auf Pegel- und Kanalgleichheit trimmen lassen. In Bild 9 ist das Schaltbild der Relaisansteuerung samt der zugehörigen 24-V-Stromversor-

gung zu finden. Hier genügt ein kleiner Spannungsregler, da höchstens zwei Relais gleichzeitig eingeschaltet sind.

Aus Platzgründen konnte die Relaisplatine nicht im Heft abgedruckt werden. Es handelt sich um eine überlange, doppelseitige Platine. Sie wird von beiden Seiten bestückt, so daß die verwendeten Cinch-Buchsen nicht extra verdrahtet werden müssen. Die Buchsen sollten nicht angeschraubt, sondern direkt mit der Platine verlötet werden. Meistens löst sich der Massekontakt oder er korrodiert. Damit gibt es Übergangswiderstände, die den Störabstand schlechend verschlechtern (siehe auch Artikel „Wenn der Verstärker brummt“ in dem elrad-Sonderheft REMIX 2). Relais, Buchsen und Anschlüsse sind immer gleichlautend beschriftet, so daß sich Ansteuerung und Signalführung beispielsweise vom CD-Eingang leicht nachverfolgen läßt. Die doppelseitige Platine sorgt zudem für eine gute Abschirmung der Signalleitungen. Die Platine für die 24-V-Stromversorgung ist so ausgelegt, daß ein kleiner Printtrafo mit Sicherung darauf Platz hat. Damit ist die Platine auch für andere Stromversorgungen geeignet, wenn nur eine Spannung und wenige Watt Leistung benötigt werden.

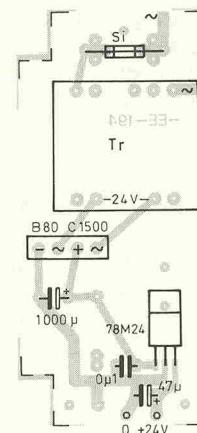


Bild 10 zeigt die
Stromversorgung für die
Relaisplatine. Trafo und
Brückengleichrichter
brauchen für diese
Anwendung nicht bestückt
zu werden.

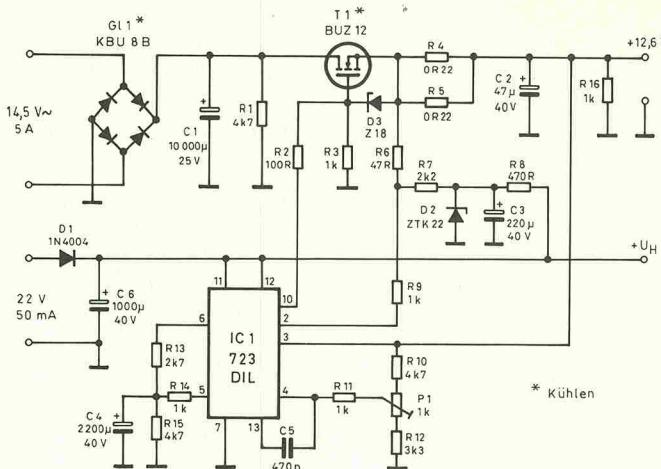
Überhaupt Stromversorgung: Ein Vorverstärker in der gehobenen Klasse muß über ein adäquates Netzteil verfügen. Damit absolut keine Brummestreuung durch Netztrafo oder Netzfrequenz führende Leitungen erfolgt, wird das Netzteil vollständig ausgelagert. Nur

Röhre	Leerlauf-verstärkung	Steilheit	Anodenstrom i. Arbeitspunkt	Innenwiderstand	Anodenwiderstand*	dabei erreichte Verstärkung
ECC81	60	5,5	10	11	15	34,9
ECC82	17	2,2	10,5	7,7	15	11,2
ECC83	100	1,2	1,2	62,5	150	70,6
ECL86	—	10	36	48	3,4	34
EL84	—	11,3	48	40	3	33,9
EL34	—	1	100	15	1,5	16,5
PCC88	33	12,5	15	2,6	5	21,4
Einheit		mA/V	mA	kΩ	kΩ	

* siehe Text

Tabelle II. Die wichtigsten Grunddaten der gängigen Röhrentypen.

Röhren-Vorverstärker

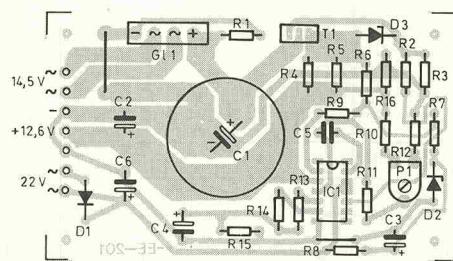


Gleichstrom führende Leitungen erreichen den Verstärker. Dies vermeidet aufwendige Abschirmmaßnahmen. Speziell angefertigte Mu-Metall-Schirrmung für den Netztrafo kommt im Endeffekt genauso teuer wie ein Netzteil im einige Meter entfernt stehenden Gehäuse.

Für die Gleichstromheizung kommt eine schlichte Gleichrichtung und Siebung durch große Elkos nicht in Betracht. Immerhin werden bei Vollausbau 3 A wortwörtlich verheizt. Bei Brückengleichrichtung und Siebung mit $22.000 \mu\text{F}$ ergeben sich dann immer noch rund 1,4 Vss Brummspannung mit 100 Hz Grundfrequenz. Diese Brummspannung schlägt vor allem beim empfindlichen Entzerrervorverstärker durch und verschlechtert das Gesamtergebnis drastisch.

Geregelt muß sie sein, die Spannung für die Heizung. Bild 11 zeigt das entsprechende Schaltbild. Als Längsregelement wurde der FET BUZ12 (T1) eingesetzt. Dieser wird durch den Spannungsregler 723 angesteuert. FETs benötigen eine wesentlich höhere Spannung am Gate als bipolare Transistoren an der Basis brauchen. Deshalb wird IC1 mit ei-

Bild 12. Be- stückungsplan für das Heizungsversorg- ungswerk.



ner etwas höheren Hilfsspannung betrieben, so daß genügend Reserven für die Regelung bleiben.

Für schonenden Röhrenbetrieb wurde ein Softstart eingebaut. Die Heizfäden sind ähnlich wie Glühlampen Widerstände mit positivem Temperaturkoeffizienten. Beim Einschalten ziehen die Heizungen etwa sieben mal soviel Strom wie im Dauerbetrieb. Oft brennt deshalb ein Heizfaden beim Einschalten durch. Durch die Referenzspannung an Pin 6 von IC1 lädt sich C4 über R13 nach dem Einschalten langsam auf, mit dem Erfolg, daß auch die Ausgangsspannung nur langsam ihren Sollwert erreicht. Diese beträgt 12,6 V und muß mit P1 genau eingestellt werden.

Durch die gewählte Beschaltung des Spannungsreglers erreicht man eine sanfte Fold-Back-Kennlinie, die vor allem den Längstransistor T1 vor thermischem Kollaps bei Dauer Kurzschluß schützt. T1 und G1 sind gemeinsam an einen Kühlkörper befestigt.

Das Hochspannungsnetzteil in Bild 13 ist ebenfalls nicht ganz ohne. Man könnte die Hochspannung durchaus nur mit Elkos, Drossel und Widerständen aufbauen und damit sogar eine sehr gute Brummsiebung erhalten. Hochspannungsnetzteile haben jedoch oft die unangenehme Begleiterscheinung, daß sie zum tieffrequenten Pumpen neigen. Schließt man ein Oszilloskop an den Ausgang eines solchen Hochspannungsnetz-

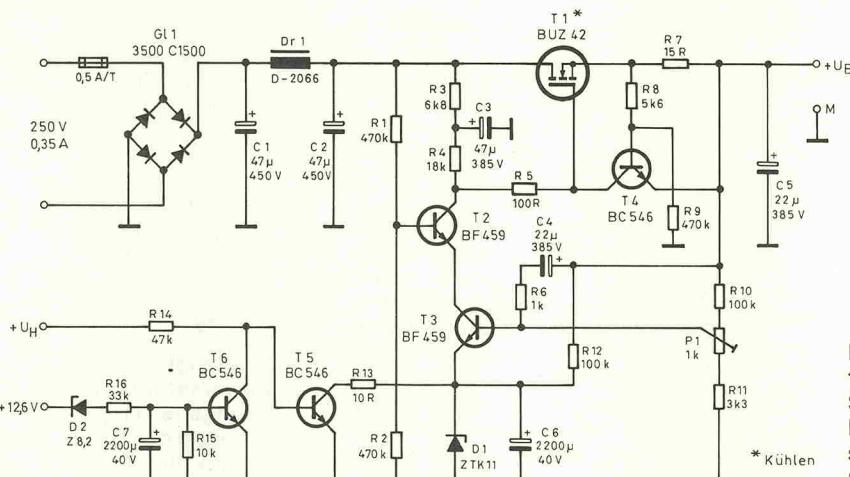


Bild 13. Sorgt für viel Spannung: Das Hochspannungsnetzteil.

Stückliste

— Gleichstromheizung —

Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1%, 0,6 W, Metallschicht)

R1,10,15	4k7
R2	100R
R3,9,11,	
14,16	1k
R4,5	0R22/5W, Metallband- widerstand
R6	47R

R6 47R

R7	2k2
R8	470R
R12	3k3
R13	2k7
P1	Trimmpot, 1k, liegend

Kondensatoren	
C1	10000 μ /25V
C2	47 μ /40V
C3	220 μ /40V
C4	22000 μ /40V
C5	470p, Keramik
C6	1000 μ /40V

Halbleiter	
T1	BUZ 12
Gl1	KBU 8 B
D1	1N4004
D2	ZTK22
D3	BZX85 C
IC1	723

Sonstiges

1 Fassung, DIL 14, Goldkontakt
1 Kühlkörper, SK 68/100/SALötnägel
1 Platine, einseitig,
105 x 63 mm

teils an, kann man sehen, wie der Strahl mit einer Frequenz unter 10 Hz auf und ab tanzt. Dies kann über die Verstärker durchschlagen und den Tieftöner der Box zu denselben Membranbewegungen verleiten. Daher ist hier ein vollstabilisiertes Hochvoltnetzteil vorgesehen.

Die Trafospannung wird mit G11 gleichgerichtet und über C1, D1 und C2 vorgesiebt. Dadurch ist die Brummspannung vor dem Längsregler T1 bereits relativ gering. Die auf das Gate gelangende Spannung wird über R9 und C3 weiter gesiebt. T2 und T3 sind aus Sicherheitsgründen kaskadiert, um eine hohe Spannungsfestigkeit sicherzustellen. Über den Spannungsteiler R10, P1 und R11 gelangt die Ausgangsspannung an die Basis von T3. Am Emitter liegt die Referenzspan-

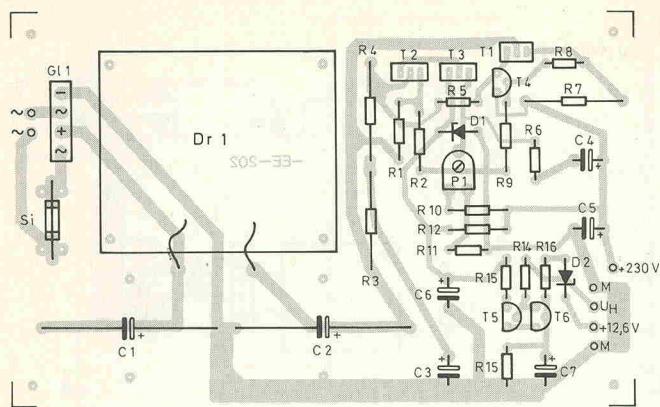


Bild 14. Achtung Hochspannung!

nung von D1, einer temperaturkompensierten Z-Diode, die etwas Vorstrom über R12 aus der bereits gut gesiebten Ausgangsspannung erhält. Über den Kollektor von T3 und T2 wird das Gate von T1 beeinflußt, indem über das RC-Glied R12/C4 etwaige NF-Signale vom Ausgang auf die Basis von T3 zurückgekoppelt werden. Damit ist die Ausgangsspannung so weit gesiebt, daß Brumanteile praktisch nicht mehr meßbar sind. Die Spannung bleibt auch über weite Arbeitsbereiche sehr gut konstant, so daß die Verstärker immer mit stabilen Arbeitspunkten aufwarten können.

Auch das Hochspannungsnetzteil hat eine Vorrichtung für Softstart. Diese ist gekoppelt mit der Heizspannung. Die Punkte +12,6 V und UH sind mit den korrespondierenden Punkten auf der Heizspannungsstabilisierung zu verbinden. Gleicher gilt selbstverständlich auch für die beiden Massen. Nach dem Einschalten ist T5 leitend, da er über die Hilfsspannung und R14 sofort Basisstrom bekommt. Er sorgt dafür, daß C6 nicht geladen werden kann. Die Heizspannung läuft langsam hoch. Wenn sie etwa 9 V erreicht hat, kann sich C7 über R15 aufladen. Ist die Basis-Emitter-Schwellspannung von T6 überschritten, öffnet dieser und sperrt T5. Nun kann sich C6 aufladen, wodurch die Hochspannung von etwa 40 V an langsam hochfährt.

Da das Netzteil ausgelagert ist, und Netzfrequenz führende

Leitungen oder Netztransformatoren in diesem Vorverstärker nicht erwünscht sind, wurde eine Fernstartplatine entworfen. Diese trägt einen kleinen 3-VA-Transistor, der immer am Netz hängt und vorsichtshalber nochmals mit einer kleinen Sicherung abgesichert ist. Die Sekundärspannung wird gleichgerichtet und mit einem Spannungsregler auf 12 V stabilisiert. Die Bereitschaft wird über eine rote LED angezeigt. Rel1 schaltet den Hauptrafo und — zur Kontrolle — eine gelbe LED ein. Im übrigen sind noch zwei, bei Bedarf auch mehr, Kaltgerätebuchsen vorgesehen, so daß mit einem Hauptschalter die ganze Anlage zum Leben erweckt werden kann. Dieser Schalter wird im Vorverstärker eingebaut.

Der gesamte NF-Teil des Musters wurde in ein hochglanzvernickeltes Aluminiumchassis eingebaut. Aluminium ist Stahlblech vorzuziehen, da es nichtmagnetisch ist. Damit vermeidet man magnetische Verzerrungen. Bei der Verdrahtung sind selbstverständlich alle Regeln der NF-Technik zu beachten: Keine Masseschleifen, sorgfältige Abschirmungen der NF-führenden Leitungen sowie nur eine einzige Verbindung zwischen Chassis und NF-Masse. Weiterhin darf die viel Strom führende Heizungsmasse nicht mit der Hochspannungsmasse (NF-Masse) über-

Stückliste

Hochspannung

Widerstände (sofern nicht anders angegeben, alle 1%, 0,6 W, Metallschicht)

R1,2,9	470k/1,5W
R3	6k8/4,5W
R4	18k/4,5W
R5	100R
R6	1k
R7	15R/4,5W
R8	5k6
R10,12	100k
R11	3k3
R13	10R
R14	47k
R15	10k
R16	33k

Kondensatoren

C1,2	47μ/450V
C3	47μ/385V
C4,5	22μ/385V
C6,7	2200μ/40V

Halbleiter

T1	BUZ42
T2,3	BF459
T4...6	BC546
D1	ZTK1
D2	BZX85 C8V2
Gl1	B500 C1500

Sonstiges

Dr1	D-2066
1 Kühlkörper	SK 68/75/S
1 Sicherung	0,5A/träge mit Halteklemm
Lötägel	
1 Platine, einseitig,	
	160 × 100 mm

dasselbe Kabel geführt werden. Die Verbindung beider Massen ist unbedingt notwendig, aber nur an einem stromlosen Punkt. Mit anderen Worten: Vom Netzteil zum Verstärker müssen getrennte Leitungen geführt werden, wobei die Massen einmalig entweder im Netzteil oder im Verstärker verbunden werden.

Das Netzteil wurde in ein Systemgehäuse des Herstellers Schroff eingebaut. Dies hat den Vorteil, daß ein elektrisch sicherer Aufbau nach VDE-Norm bei relativ wenig Mechanikarbeit möglich ist. Das Gehäuse hat alle notwendigen Abschirmungen, Erdungen für die elektrische Sicherheit sowie ausreichend Kühlslitze. Der geringe Zeit- und Arbeitsaufwand kompensiert den etwas höheren Anschaffungspreis. Die gesamte Elektronik läßt sich als ein Einschub erstellen, der nur über ein Schutzleiterkabel sowie sechs Schrauben mit dem restlichen Gehäuse verbunden ist. Dadurch ergibt sich ein bequemer Aufbau bei hoher Servicefreundlichkeit.

Zur Inbetriebnahme noch einige Hinweise: Wie alle Leistungsröhren läuft auch die ECL 86 am Anfang ziemlich in den elektrischen Daten davon. Vor allem in der Ausgangs- und Kopfhörerverstärkerversion ist dies der Fall. Die Anodenwiderstände R12 und R13 werden am Anfang sehr heiß, da neue Röhren zunächst mehr Strom ziehen. Man sollte vor dem Einbau in ein Gehäuse die Röhren in der offenen Schaltung einbrennen. Nach etwa einer Stunde Dauerbetrieb haben

tung sind selbstverständlich alle Regeln der NF-Technik zu beachten: Keine Masseschleifen, sorgfältige Abschirmungen der NF-führenden Leitungen sowie nur eine einzige Verbindung zwischen Chassis und NF-Masse. Weiterhin darf die viel Strom führende Heizungsmasse nicht mit der Hochspannungsmasse (NF-Masse) über-

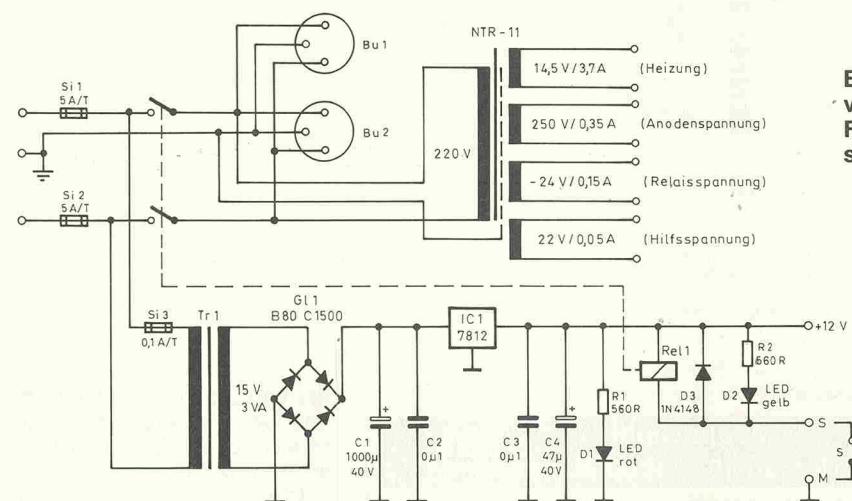


Bild 15. Zentralverriegelung: Fernstartschaltung.



eMedia GmbH

SOFTWARE

elrad-Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

Best.-Nr.	Programm	Datenträger	Preis
S018-616A	EPROMmer	1/88	Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gern-Oberfläche) 35,- DM
S018-616M	EPROMmer	1/88	Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Datei], Vergleichen zweier Dateien) 29,- DM
S097-586S	µPegelschreiber	9/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 248,- DM
S117-599S	Schrittmotorsteuerung	11/87	Diskette/Schneider + Dokumentation 98,- DM
S128-684M	Maßnahme	11/88	Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung) 49,- DM
S029-698A	ELISE	1/89	Diskette/Atari 98,- DM
S039-704	Frequenzsynthese	3/89	Diskette/Atari 29,- DM
S039-	MDSP	3/89	Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source) 98,- DM

elrad-Eproms/PALs

EPROM	Preis
5x7-Punkt-Matrix	25,- DM
Atomuhr	25,- DM
Digitaler Sinusgenerator	25,- DM
Digitales Schlagzeug	25,- DM
-TOM1	25,- DM
-TOM2	25,- DM
-TOM3	25,- DM
-TOM4	25,- DM
-SIMMONS HITOM	25,- DM
-SIMMONS MIDTOM	25,- DM
-SIMMONS LOTOM	25,- DM
-BASSDRUM	25,- DM
-BASSDRUM MID	25,- DM
-BASSDRUM HIGH	25,- DM
-BASSDRUM HEAVY	25,- DM
-BASSDRUM GATED	25,- DM
-CONGA	25,- DM
-TIMBALE	25,- DM
-SNARE HIGH1	25,- DM
-SNARE HIGH2	25,- DM
-SNARE HIGH3	25,- DM
-SNARE HIGH4	25,- DM
-SNARE HIGH5	25,- DM
-RIMSHOT	25,- DM
-RIMSHOT VOL2	25,- DM
-SNARE REGGAE	25,- DM
-SNARE GATED	25,- DM
-SNARE HEAVY	25,- DM
-SNARE LUTZ M.	25,- DM
-SNARE MEDIUM	25,- DM
-CLAP RX	25,- DM
-CLAP	25,- DM
-Hihat OPEN VOL1	25,- DM
-Hihat OPEN	25,- DM
-Hihat CLOSED	25,- DM
-GLAS	25,- DM
-COWBELL	25,- DM
-CRASH	25,- DM
-PAUKE	25,- DM
-RIDE	25,- DM
Hygrometer	25,- DM
MIDI-TO-DRUM	25,- DM
D.A.M.E.	25,- DM
µPegelschreiber	9/87
E.M.M.A.	3/88
-Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung	25,- DM
E.M.M.A.	4/88
-DCF-Uhr	25,- DM
MIDI-Monitor	5/88
Frequenz-Shifter	5/88
Printerface	7-8/88
Sin/Cos-Generator	25,- DM
E.M.M.A.	9/88
IEC-Konverter	25,- DM
E.LISE	1/89
Betriebssystem	25,- DM
DSP	3/89
Controller	25,- DM
PAL	Preis
Autoalarmanlage	5/89
	25,- DM

So können Sie bestellen:

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

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

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

eMedia GmbH
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61

Röhren-Vorverstärker

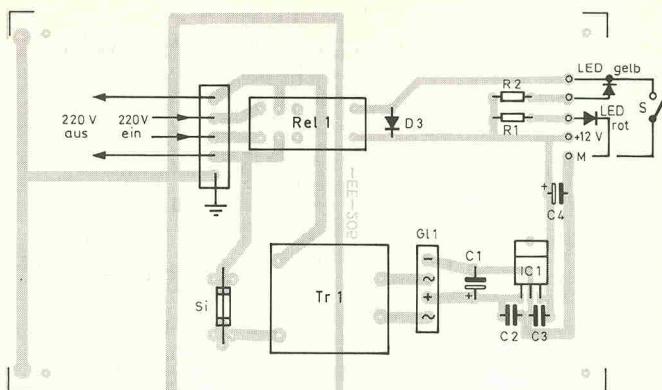


Bild 16. Bestückungsplan der Fernstartplatine.

Stückliste

— Fernstart —

Widerstand
R1,2 560R

Kondensatoren

C1 1000µF/40V
C2,3 0µF, Keramik
C4 47µF/40V

Halbleiter

IC1 7812, TO220
GL1 B80 C1500
D1 LED, 5mm, rot
D2 LED, 5mm, gelb

Sonstiges

1 Printtrafo, 15V/3VA
1 Sicherung, 0,1A/träge mit Haltekclips
1 fünffach Schraublötlemme
1 Relais, 2×UM, Schrack RP 421012
Lötnägel
1 Platine, einseitig,
160×100mm
1 Netztrafo NTR-11

Außerdem für die Relaisplatine samt zugehöriger Stromversorgung:

1 78M24, eventuell mit Kühlkörper
1 B80 C1500
1 1000µF/40V
1 47µF/40V
1 0µF, Keramik
24 Cinchbuchsen, vergoldet
17 Reed-Relais, DIL 14,
2×EIN
17 Fassungen, DIL 14, vergoldet
Lötnägel
1 Platine

sich die Daten schon recht gut stabilisiert, so daß man die Platinne einbauen kann.

Für den Entzerrervorverstärker ist diese Prozedur nicht unbedingt notwendig. Wer diesen Vorverstärker verbessern will, kann statt der ECC 83 die pin-kompatible E 83 CC einsetzen. Dies ist die militärische Version der ECC 83. Sie ist zwar sehr teuer, dafür aber um einiges mikrofonärmer als der Standardtyp. Mikrofonie nennt man bei Röhren den Effekt, daß der dünne Gitterdraht mechanische Schwingungen auffängt und diese in elektrisch verstärkbarer Signale umwandelt. Wenn eine Röhre derart angeregt wird, fängt der Verstärker an zu 'heulen'. Gerade beim hochverstärkenden Entzerrervorverstärker kann dies kritisch werden. Alle Daten der E 83 CC sind wesentlich enger toleriert, und die Systeme präziser gefertigt als bei den Standardröhren. Gegenüber selektierten ECC 83 in allen Varianten hat man bei diesem Typ die Sicherheit, daß er ab Werk besser gefertigt wurde als die Standardtypen. Die Kathoden sind zudem als sperrsichtfreie Langlebensdauer Kathoden hergestellt. Über die sehr lange Lebensdauer der E 83 CC wird man für den hohen Kaufpreis entschädigt.

Die NF-Ausgangsspannungen des Vorverstärkers sind so hoch und die Ausgangswiderstände so niedrig, daß über ganz normale abgeschirmte NF-Kabel jede Endstufe voll ausgesteuert

werden kann. Teure Superkabel sind nicht notwendig, ebenso ist nicht mit Höhenverlusten zu rechnen, wenn einmal 5 m Kabel angeschlossen werden müssen. Aber auf gute Kühlung ist zu achten, da der Verstärker etwa 130 W in Wärme umsetzt. Zum Schluß sei jedem Nachbauer nochmals der sorgsame Umgang mit der Hochspannung ans Herz gelegt. □

Die Funktion einer Spannungsquelle

Im zweiten Beispiel der letzten Folge wurde bereits die allgemeingültige Form der Geradengleichung vorgestellt. Diese Geradengleichung stellt zugleich die Grundform der linearen (geradlinigen) Funktion dar. Daß sich Geradengleichungen hervorragend zum Beschreiben belasteter Spannungsquellen eignen, wird im vorliegenden Beitrag gezeigt.

Sieht man von konstanten Funktionen (z.B. $y = b$ oder $x = a$) ab, dann ist die lineare Funktion die einfachste Funktion überhaupt. Die Grundform lautet:

$$y = ax + b$$

Der Graph dieser Funktion ist im kartesischen Koordinatensystem eine Gerade. Die Konstante a ist dabei die Steigung der Geraden. Sie ist definiert als der Quotient $\Delta y / \Delta x$. Die Größe des mit Δ bezeichneten Intervalls ist dabei beliebig. Die Konstante b heißt Absolutglied und gibt den Schnittpunkt der Geraden mit der Ordinatenachse an.

Variiert man b bei konstantem a , so erhält man verschiedene Geraden, die alle parallel zur Ursprungsgeraden $y = ax$ verlaufen. Jede Gerade, bei der das Absolutglied fehlt bzw. Null ist, ist eine Ursprungsgerade. Das ist eine Gerade, deren Graph durch den Nullpunkt (auch Koordinatenursprung genannt) des Koordinatensystems verläuft. Bild 1 zeigt den Verlauf der Ursprungsgeraden $y = 2x$ und parallelverschobene Geraden, die durch das Anhängen verschiedener Absolutglieder an die Ursprungsgerade entstanden sind. Es ist zu erkennen, daß der Schnittpunkt mit der Ordinatenachse immer dann unterhalb des Koordinatenursprungs liegt, wenn b kleiner als Null wird. Ist b größer als Null, liegt der Schnittpunkt oberhalb des Koordinatenursprungs.

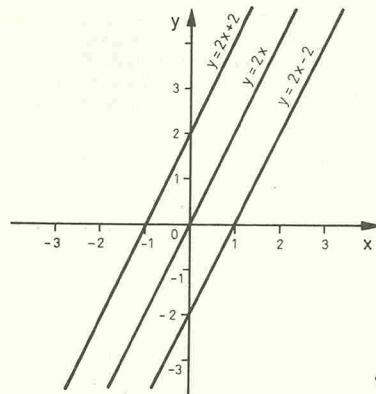


Bild 1. Durch Ändern des Absolutgliedes wird die Gerade parallel verschoben.

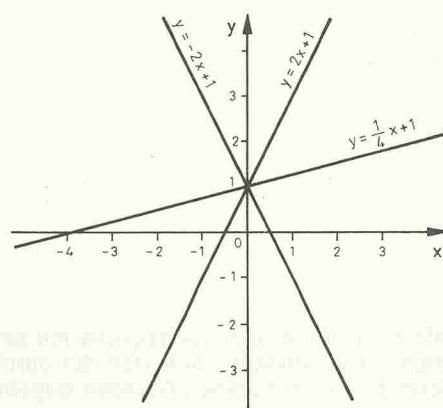


Bild 2. Durch Ändern der Steigung wird die Gerade gedreht.

Variiert man a bei konstantem b , so erhält man verschiedene Geraden mit gemeinsamem Ordinatenschnittpunkt, die gegeneinander jeweils um einen bestimmten Winkel verdreht sind. Der Ordinatenschnittpunkt ist zugleich der gemeinsame Drehpunkt der Geraden. Bild 2 zeigt den Verlauf einiger Geraden, die durch das Verändern von a entstanden sind. Für b wurde die Konstante 1 eingesetzt. Interessant ist, daß die Gerade fallend ist, wenn a kleiner als Null ist. Bei steigenden Geraden ist a stets größer als Null.

Von besonderem Interesse sind die Schnittpunkte der Geraden mit den Koordinatenachsen. Dazu muß jeweils diejenige Variable zu Null gesetzt werden, die nicht der betreffenden Schnittpunktachse zugeordnet ist. Zunächst der Schnittpunkt mit der Ordinate: Die Gerade schneidet die Ordinate, wenn $x = 0$ ist. In die Geradengleichung eingesetzt ergibt dies:

$$y = a \cdot 0 + b \\ \text{bzw. } y = b$$

Der Schnittpunkt mit der Ordinate ist also durch den Punkt $(0, b)$ festgelegt. Als nächstes der Schnittpunkt mit der Abszisse: Die Gerade schneidet die Abszisse, wenn $y = 0$ ist. In die Geradengleichung eingesetzt ergibt dies:

$$0 = ax + b$$

und umgestellt:

$$x = -b/a$$

Damit ist der Abszissenschnittpunkt durch den Punkt $(-b/a, 0)$ definiert.

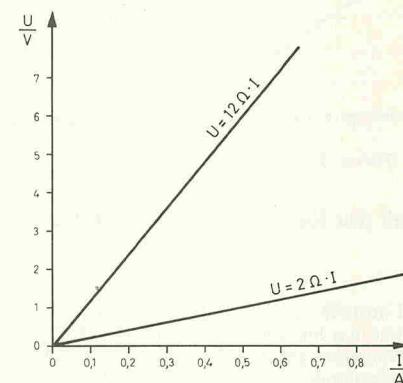


Bild 3: Die Kennlinie ohmscher Widerstände verläuft linear.

In vielen Fällen sind nur zwei Punkte einer Geraden bekannt. Um für jedes Argument x den zugehörigen Funktionswert $y = f(x)$ zu erhalten, muß die Funktion in analytischer Form oder als Graph vorliegen. Die Funktion der Geraden läßt sich aus den beiden gegebenen Punkten berechnen: Die Punkte $P_1 = (x_1, y_1)$ und $P_2 = (x_2, y_2)$ seien bekannt. Mit $\Delta y = y_2 - y_1$ und $\Delta x = x_2 - x_1$ gilt:

$$a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Zur Berechnung der Konstanten b muß die Grundgleichung umgestellt werden:

$$b = y - ax$$

Diese Gleichung ist für jeden Punkt der Geraden erfüllt, so daß einer der bekannten Punkte eingesetzt werden kann. Es gilt:

$$b = y_1 - ax_1 = y_2 - ax_2$$

Damit sind alle Unbekannten bestimmt.

In der Elektronik-Praxis kommen exakt lineare Zusammenhänge nur selten vor. Meistens gilt die lineare Zuordnung nur bei starker Vereinfachung oder nur ausschnittsweise (kleiner Definitionsbereich). Bei einem rein ohmschen Widerstand ist der Verlauf $U = f(I)$ eine lineare Funktion, da der Widerstand R konstant ist. Diese Funktion in analytischer Form ist jedem als Ohmsches Gesetz bekannt:

$$U = R \cdot I$$

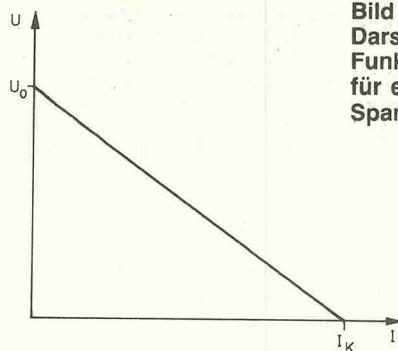


Bild 4: Schematische Darstellung des Funktionsverlaufs $U = f(I)$ für eine nichtideale, reale Spannungsquelle.

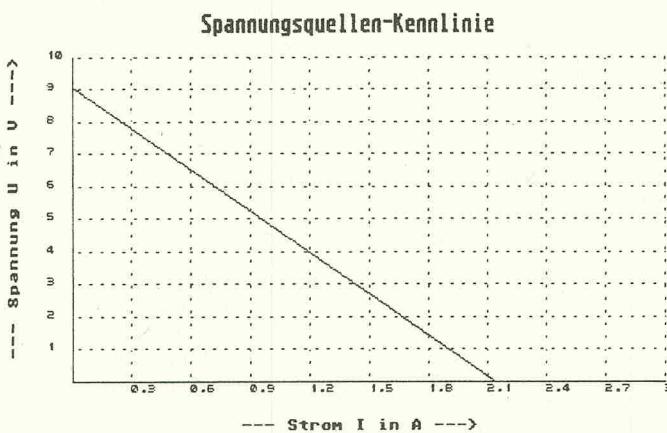


Bild 5: Computerausdruck der Kennlinie eines 9-V-NiCd-Akkumulators.

Dabei steht U anstelle von y , I anstelle von x , und R ist stellvertretend für die Steigung a . Die Funktion hat kein Absolutglied ($b=0$), so daß die Gerade durch den Nullpunkt gehen muß. In Bild 3 sind die Kennlinien zweier ohmscher Widerstände im ersten Quadranten des kartesischen Koordinatensystems eingezzeichnet. Die Betrachtung in den anderen Quadranten bringt für die Praxis keine Vorteile, da in erster Linie die Absolutwerte interessieren. Der Funktionsverlauf ist für Widerstände mit kleinem Widerstandswert weniger steil als für solche mit großem Widerstandswert.

Eine weitere praktische Anwendung findet die lineare Funktion bei der Beurteilung von Spannungsquellen. Die ideale Spannungsquelle gibt — unabhängig von der Belastung — eine konstante (gleichbleibende) Spannung ab. Tatsächlich nimmt die Spannung einer realen Quelle mit steigendem Belastungsstrom linear ab. Dies ergibt eine Kennlinie mit negativer Steigung (fallende Gerade).

In Bild 4 ist der Funktionsverlauf schematisch dargestellt. Der Schnittpunkt mit der Ordinate wird mit U_0 bezeichnet. Diese Größe entspricht wieder dem Absolutglied b der allgemeinen Geradengleichung. U_0 ist die Quellenspannung, die die Spannungsquelle ohne Belastung abgibt. Mit zunehmender Belastung sinkt die Ausgangsspannung bis zum Schnittpunkt mit der Abszisse ab. Dieser Schnittpunkt wird mit I_K bezeichnet. Dabei handelt es sich um den Kurzschlußstrom der Quelle. Der Absolutbetrag der Geradensteigung $|a|$ ist gleich dem Quelleninnenwiderstand R_i . Alle drei Größen (U_0 , I_K und R_i) sind charakteristische Größen einer Spannungsquelle. Für die Gleichung der Funktion $U = f(I)$ ergibt sich also

$$U = -R_i I + U_0 \\ \text{bzw. } U = U_0 - R_i I$$

Das Verfahren zur Berechnung der linearen Funktion aus zwei Punkten läßt sich zur Ermittlung des Kennlinienverlaufs einer Spannungs-

quelle anwenden. Dazu müssen für zwei unterschiedliche Belastungsfälle die Werte von Spannung und Strom ermittelt werden.

Beispiel: Eine Spannungsquelle (9-V-NiCd-Akkumulator) gibt bei Belastung mit einem 150Ω -Widerstand eine Spannung von $U_1 = 8,8$ V ab. Wird der Lastwiderstand auf 47Ω geändert, stellt sich eine Spannung von $U_2 = 8,3$ V ein. Die zugehörigen Ströme sind:

$$I_1 = U_1 / R_1 = 8,8 \text{ V} / 150 \Omega = 0,0587 \text{ A}$$

$$I_2 = U_2 / R_2 = 8,3 \text{ V} / 47 \Omega = 0,177 \text{ A}$$

Damit können die beiden Punkte angegeben werden:

$$P_1 = (8,8 \text{ V}, 0,0587 \text{ A})$$

$$P_2 = (8,3 \text{ V}, 0,177 \text{ A})$$

Für a (bzw. R_i) erhält man:

$$a = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{8,3 \text{ V} - 8,8 \text{ V}}{0,177 \text{ A} - 0,0587 \text{ A}} = -4,227 \frac{\text{V}}{\text{A}}$$

$$R_i = |a| = 4,227 \Omega$$

und für b (bzw. U_0):

$$b = U_0 = U_1 - R_i I_1$$

$$b = U_0 = 8,8 \text{ V} - (-4,227 \text{ V/A}) \cdot 0,0587 \text{ A}$$

$$b = U_0 = 9,05 \text{ V}$$

Die Kennlinie $U = f(I)$ der Quelle verläuft also nach der Funktion:

$$U = -4,227 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot I + 9,05 \text{ V}$$

oder $U = 9,05 \text{ V} - 4,227 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot I$

Um diese öfter vorkommende Routinearbeit zu vereinfachen, ist am Ende des Beitrags das Listing eines in GfA-Basic geschriebenes Programms abgedruckt, das — nach Eingabe der beiden Belastungsdaten — die komplette Kennlinie der Spannungsquelle liefert. Für das oben berechnete Beispiel liefert das Programm den in Bild 5 dargestellten Bildschirmausdruck.

Welche Spannung die Quelle bei einem bestimmten Belastungswiderstand R abgibt, kann ermittelt werden, indem die Widerstandsgerade in das Kennlinienfeld der Spannungsquelle eingezeichnet wird. Als Grundlage kann auch ein Ausdruck (Hardcopy) des Programms verwendet werden. Der Schnittpunkt der Quelle mit der Widerstandsgera-

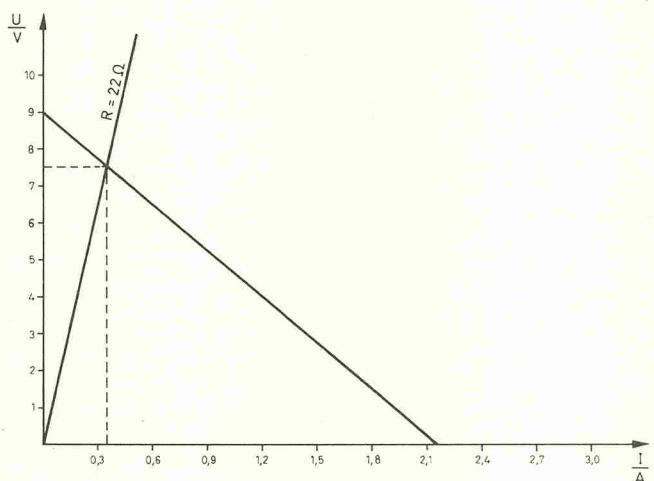


Bild 6: Wird die Spannungsquelle mit einem 22Ω -Widerstand belastet, stellt sich der durch den Schnittpunkt der beiden Geraden gegebene Arbeitspunkt ein.

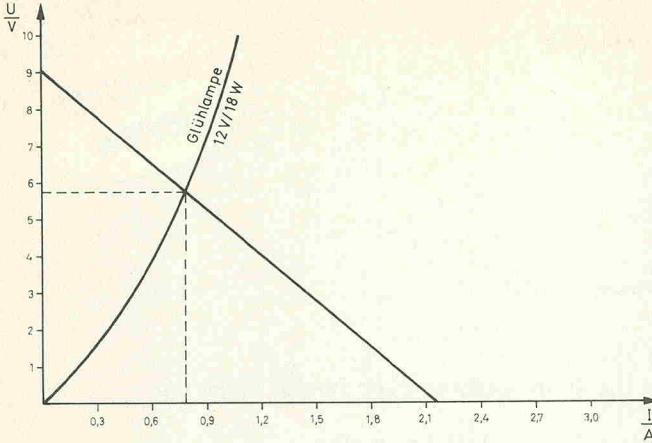


Bild 7: Hier ist die Belastung der Quelle mit einem nichtlinearen Widerstand (Glühlampe 12 V/18 W) dargestellt. Auch hier wird durch den Schnittpunkt der Kennlinien der sich einstellende Arbeitspunkt bestimmt.

den ist der sich einstellende Arbeitspunkt. Das funktioniert sowohl mit linearen (Bild 6) als auch mit nichtlinearen (Bild 7) Belastungswiderständen.

Der Schnittpunkt kann auch rechnerisch ermittelt werden. Für die Spannung U_a im Arbeitspunkt (Schnittpunkt) bei Belastung mit einem ohmschen Widerstand (lineare Last) gilt:

$$U_a = U_0 - R_i \cdot I$$

sowie

$$U_a = R \cdot I$$

Jetzt werden die Ausdrücke gleichgesetzt und nach I aufgelöst:

$$\begin{aligned} U_0 - R_i \cdot I &= R \cdot I \\ U_0 &= I \cdot (R + R_i) \end{aligned}$$

$$I = \frac{U_0}{R + R_i}$$

Ist der Strom bekannt, kann zur Berechnung der zugehörigen Spannung sowohl die Gleichung für die Spannungsquellen-Kennlinie als auch die für die Widerstands-Kennlinie verwendet werden. Wird die im Beispiel angegebene Spannungsquelle mit einem 22-Ω-Widerstand belastet, ergibt sich damit für den Strom ein Wert von $I = 0,345 \text{ A}$ und für die Spannung $U_a = 7,6 \text{ V}$ (Bild 6). \square

<pre> On Error Gosub Fehler Print At(25,2); "Spannungsquellen-Kennlinie" Print At(1,20); " " Do Print At(5,22); "Ersten Lastpunkt eingeben: ";"R1 ,";" U1 " Input R1,U1 Print At(5,22); " Exit If R1>0 And U1>0 Loop Do Print At(5,22); "Zweiten Lastpunkt eingeben: ";"R2 ,";" U2 " Input R2,U2 Print At(5,22); " Exit If R2>0 And U2>0 Loop II=U1/R1 I2=U2/R2 A=(U2-U1)/(I2-II) B=U1-A*I1 X1=-B/A Y1=B Gosub Runden Y0=0 X0=0 P1x=100 P2x=520 P1y=45 P2y=250 Deftext 1,0,900,6 Text P1x+40,P2y-15,(0), "--- Spannung U in V ---" Deftext 1,0,0,6 Text P1x+120,P2y+30,(0), "--- Strom I in A ---" Gosub Koordinatensystem Wahl=1 Gosub Funktion_zeichnen B=Inp(2) Run Procedure Runden Z%=0 If X1<1 While Fix(X1)<1 Dec Z% X1=X1*10 Wend Else While Fix(X1)>10 Inc Z% Div X1,10 Wend Endif X1=(Fix(X1)+1)*10^Z% Z%=0 If Y1<1 While Fix(Y1)<1 Dec Z% Y1=Y1*10 Wend Endif </pre>	<pre> Endif Y1=(Fix(Y1)+1)*10^Z% Else While Fix(Y1)>10 Inc Z% Div Y1,10 Wend Return Procedure Koordinatensystem P0x=P1x+(P2x-P1x)/(X1-X0)*(-X0) P0y=P2y-(P2y-P1y)/(Y1-Y0)*(-Y0) Pox=P0x Poy=P0y If P0x<P1x Pox=P1x Endif If P0x>P2x Pox=P2x Endif If P0y<P1y Poy=P1y Endif If P0y>P2y Poy=P2y Endif Deftext 1,0,0,4 Defnum 3 Defline 3,1,0,0 D=(X1-X0)/10 If Pox>P2x X=X1 Else X=0 Endif For I=Pox To P1x Step -(P2x-P1x)/10 Draw I,Poy To I,P2y If I>Pox Text I,Poy+6,(0),X Endif X=X-D Next I If Pox=P1x X=X0 Else X=0 Endif For I=Pox To P2x Step (P2x-P1x)/10 Draw I,Poy To I,P2y If I>Pox Text I,Poy+6,(0),X Endif X=X+D Next I D=(Y0-Y1)/10 If Poy>P2y Y=Y0 Else Y=0 Endif </pre>	<pre> Endif For I=Poy To P1y Step -(P2y-P1y)/10 Draw P1x,I To P2x,I If I>Poy Text Pox-18,I,(0),Y Endif Y=Y-D Next I If Poy=P1y Y=Y1 Else Y=0 Endif For I=Poy To P2y Step (P2y-P1y)/10 Draw P1x,I To P2x,I If I>Poy Text Pox-18,I,(0),Y Endif Y=Y+D Next I Defnum 5 Gosub Kreuz Return Procedure Kreuz Defline 1,1,0,0 If P0y=P1y And P0y=<P2y Draw P1x,P0y To P2x,P0y Endif If P0x=>P1x And P0x=<=P2x Draw P0x,P1y To P0x,P2y Endif Return Procedure 1 Y=A*X+B Return Procedure Funktion_zeichnen Dx=(X1-X0)/(P2x-P1x) X=X0 Pyalt=-1 For I=P1x To P2x On Wahl Gosub 1,2,3,4,5,6 Py=P0y-(P2y-P1y)/(Y1-Y0)*Y If Py>P1y And Py<P2y Draw I,Py If Pyalt<P2y And Pyalt>P1y Draw To I-1,Pyalt Endif Pyalt=Py X=X+Dx Next I Return Procedure Fehler Print At(5,22); "Bitte wiederholen!" Print At(5,23); "Taste drücken." B=Inp(2) Run Return </pre>
--	--	---

White-collar pirates



white-collar mit weißem Hemdkragen (**white-collar workers** Büroangestellte)

As an engineer you know how easy it is to copy computer software. Do you also know that such copying may be illegal? If you are a manager of engineers, you are responsible for their deeds — and misdeeds — and any illicit copying by your staff might impinge on you.

The Federation Against Software Theft recently secured the first jail sentence in the UK for a software pirate. He was copying well known, expensive software and selling it — a criminal act. You may be thinking 'nothing to do with me' — but are you sure?

F.A.S.T. points out that illegal copying within a company causes at least as big a loss to the software industry as copying for sale. It may not be criminal, it may be done with the excellent intention of saving money, but it is still against the law of copyright.

When you 'buy' a software program, whether it is a database, a spreadsheet, a business or specialized program, you or your company pay for the right to use it (which involves an act of copying), and sometimes the right to make a back-up copy. The back-up copy is for security and is not intended to be run at the same time as the supplied software. The Copyright Act 1956 permits software houses to control their programs in this way.

Buying a licence to use the software recompenses the software house for its development work, enables it to stay in business and encourages it to employ more engineers to write more programs.

Some organizations are already aware of the risk and take it seriously. One large company makes it clear to staff that illegal copying of software will be dealt with by disciplinary action under its personnel policy. Another large company put a leaflet in the wage packet of every member of its staff, explaining the law.

(Source: 'IEE Review', London)

to be illegal [i'li:gəl] illegal sein

to be responsible for the deeds verantwortlich für die Taten sein

misdeed Missetat

illicit unerlaubt, gesetzeswidrig / **staff** Angestellte

to impinge on a person auf jemanden zurückfallen (**impinge** sonst auch: anstoßen, einwirken)

theft Diebstahl

recently secured ['ri:səntli] erreichte kürzlich (to secure sonst: sicherstellen)

jail sentence Gefängnisstrafe (**sentence** auch: Urteil)

criminal act Verbrechen, kriminelle Handlung

to point out darauf hinweisen

to cause at least as big a loss ... as ... einen mindestens ebenso großen

Verlust ... wie ... verursachen

excellent intention beste Absicht

still against the law immerhin gegen das Gesetz

to involve an act of copying ein Recht auf Kopieren mit einbeziehen

back-up Ersatz-, Reserve-

for security zur Sicherheit

not intended to be run at the same time nicht dafür bestimmt, zur gleichen

Zeit benutzt zu werden (**to run** auch: betreiben) / **supplied** geliefert
in this way auf diese Art

to recompense entschädigen

development work Entwicklungsarbeit

to enable it to stay in business es in die Lage versetzen, im Geschäft zu bleiben

to encourage it to employ ... [in'kʌridʒ] es ermutigen, ... zu beschäftigen

to be already aware of the risk sich bereits des Risikos bewußt sein

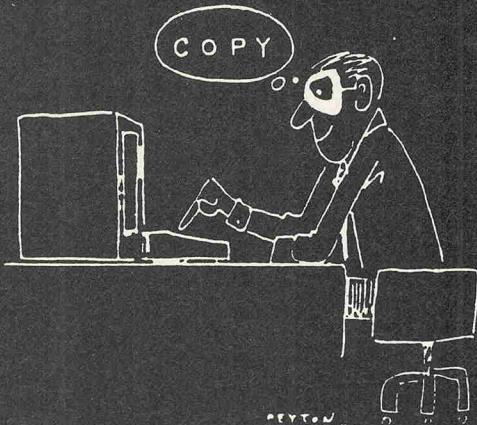
to be dealt with by disciplinary action durch Disziplinarverfahren behandelt werden

leaflet in the wage packet Merkblatt in der Gehaltstüte

every member of its staff jedes seiner Belegschaftsmitglieder

Elektrische und magnetische Größen

Electrical and magnetic quantities



White-collar pirate at work.
Pirat mit weißem Hemdkragen bei der Arbeit.

To remember:

Having bought software does not mean you are free to copy it as you like.

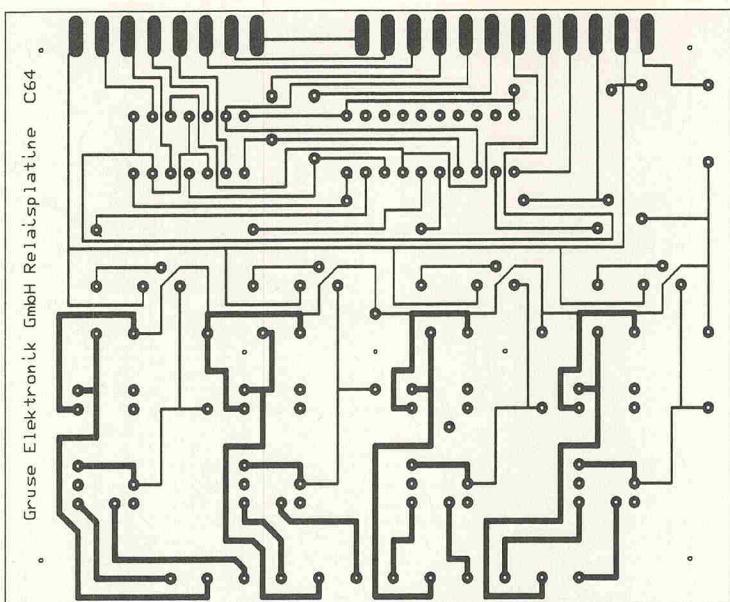
Wenn man Software gekauft hat, heißt das noch lange nicht, daß man sie nach Belieben kopieren kann.

Illegal copying is a criminal act.

Illegales Kopieren ist eine kriminelle Handlung.

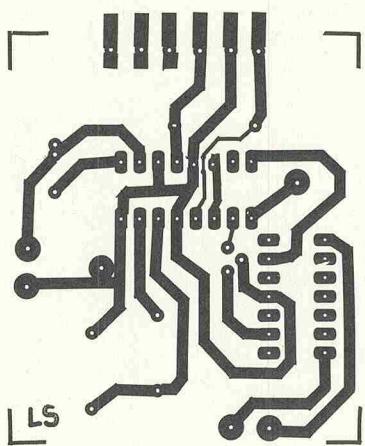
Quantity Größe	Symbol Kenn- buchst.	Unit Einheit	Abbre- viation Abkürzung
electromotive force elektromotorische Kraft	emf EMK	volt Volt	V(v) V
voltage Spannung	V (v) U	volt Volt	V(v) V
current Strom	I (i) I	ampere Ampere	A(a) A
real power Wirkleistung	P N	watt Watt	W(w) W
reactive power Blindleistung	Pr NB	volt-ampere Volt-Ampere	VAr VAr
apparent power Scheinleistung	Ps(S) Ns	volt-ampere Volt-Ampere	VA VA
frequency Frequenz	f f	hertz Hertz	Hz (c/s) Hz
resistance Widerstand	R R	ohm Ohm	Ω Ω
reactance Blindwiderstand	x x	ohm Ohm	Ω Ω
impedance Scheinwiderstand	z Z	ohm Ohm	Ω Ω
resistivity spezifischer Widerstand	ρ ϱ	ohm metre Ohm-Meter	Ωm Ωm
conductance Leitwert	$1/R$ G	mho Siemens	$1/\Omega$ S
conductivity spezifischer Leitwert (Leitfähigkeit)	γ γ	siemens per metre Siemens pro Meter	s/m S/m
magnetomotive force magnetomotorische Kraft	Fm MMK	gilbert Gilbert	Gb Gb
magnetic flux magnetischer Fluß	Φ Φ	weber Weber (Maxwell)	Wb Wb
magnetic flux density magnetische Induktion	B B	weber per square metre Weber pro Quadratmeter	wb/m^2 Wb/m^2
magnetic field strength magnetische Feldstärke	H H	ampere per metre Ampere pro Meter	A/m A/m
self-inductance Selbstinduktion	L L	henry Henry	H H
mutual inductance Gegeninduktion	M (L_m) L	henry Henry	H H
reluctance magnetischer Widerstand	Rm Rm	one over henry reziproker Wert Henry	$1/H$ $1/H$
permeability (absolute) Permeabilität (absolute)	μ μ	henry per metre Henry pro Meter	H/m H/m
perm. of free space Induktionskonstante	μ_0 μ_0	(dimensionless) (dimensionslos)	
capacitance Kapazität	C C	farad Farad	F F
electric flux elektrischer Fluß	Ψ Ψ	coulomb Coulomb	C C
electric flux density (displacement)	D	coulomb per square metre	C/m
elektrische Flussdichte (Verschiebung)	D	Coulomb pro Quadratmeter	C/m
electric field strength elektrische Feldstärke	E E	volt per metre Volt pro Meter	V/m V/m
permittivity (absolute) Dielektrizitätskonstante	ϵ ϵ	farad per metre Farad pro Meter	F/m F/m
perm. of free space Feldkonstante	ϵ_0 ϵ_0	farad per metre Farad pro Meter	F/m F/m

Die Layouts

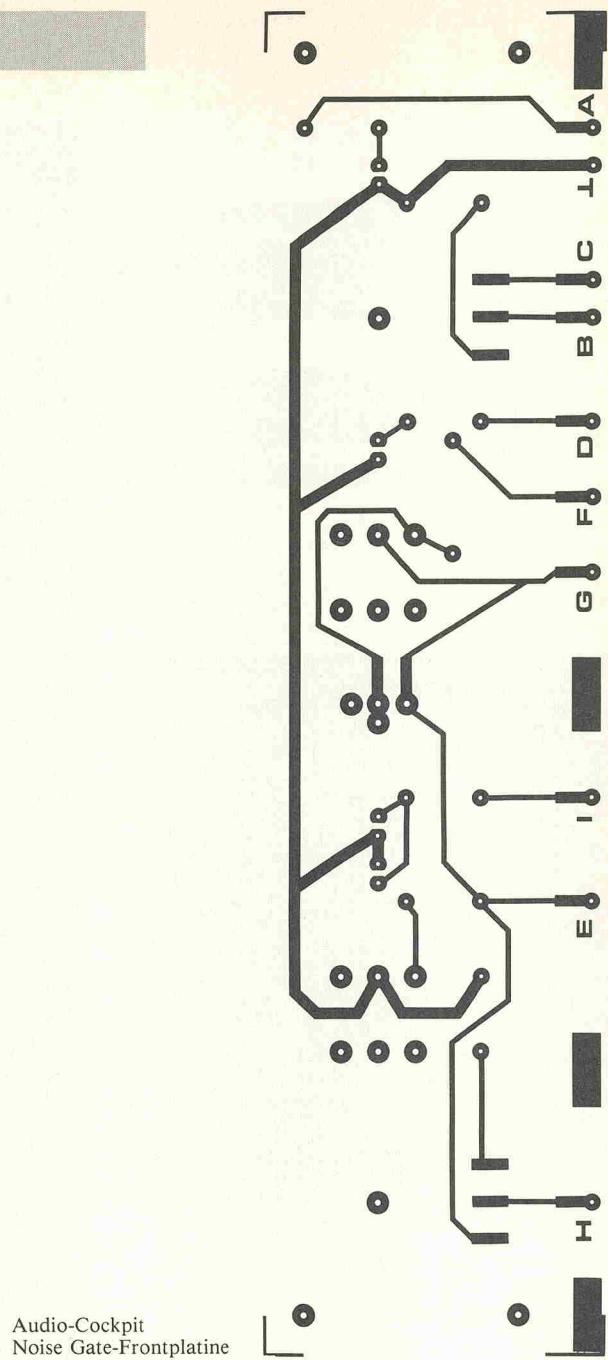
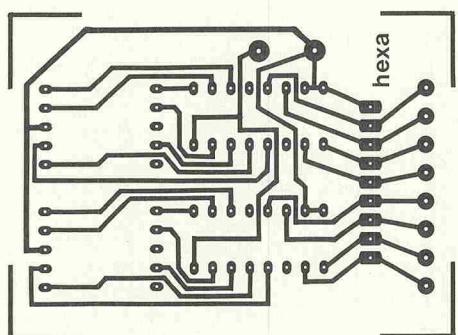


▲ C64-Relaisplatine

▼ C64-Überwachung

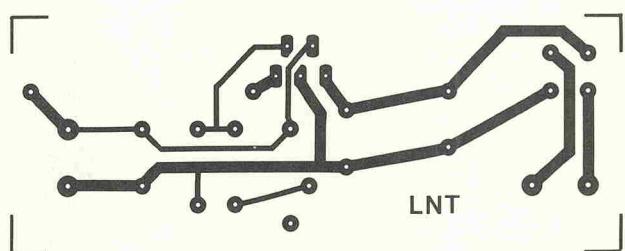


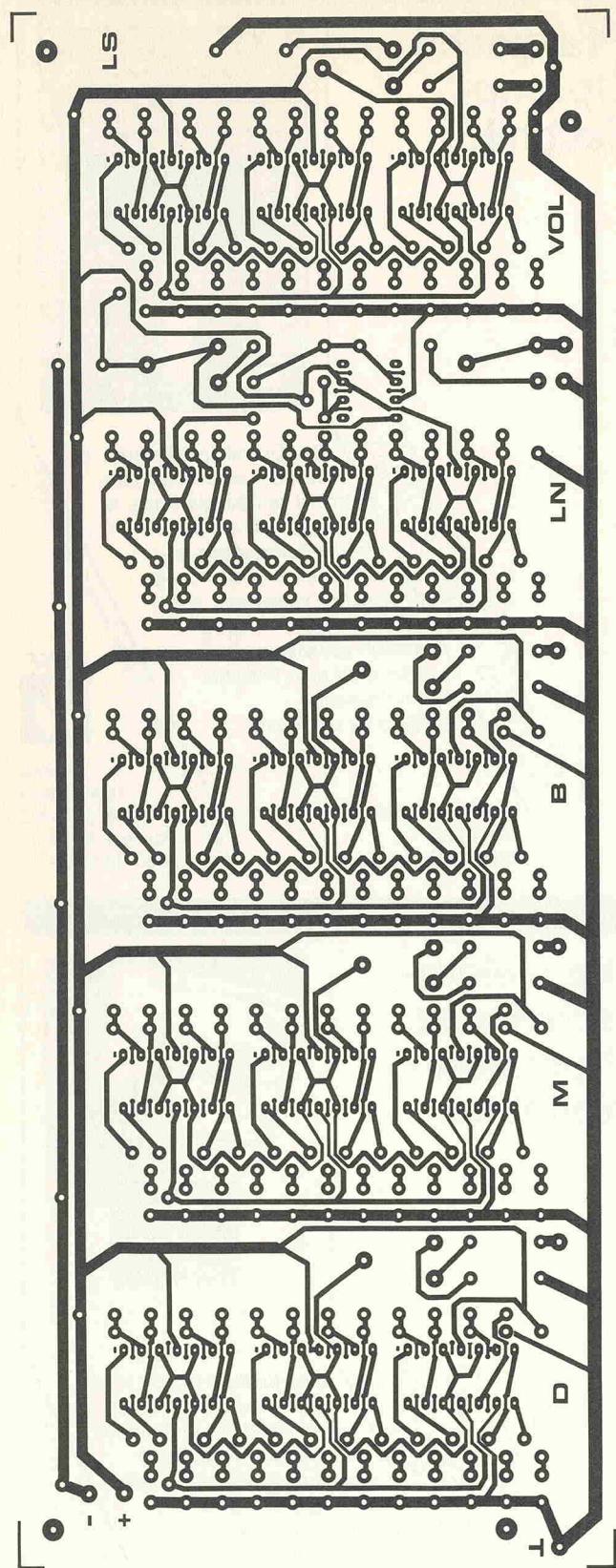
▼ HEX-Display



Audio-Cockpit
Noise Gate-Frontplatine

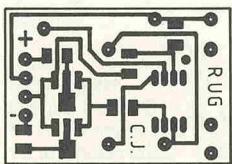
▼ Universelles Klein-Netzteil



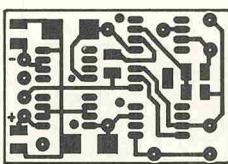


SMD-Meßwertgeber

▼ Bestückungsseite

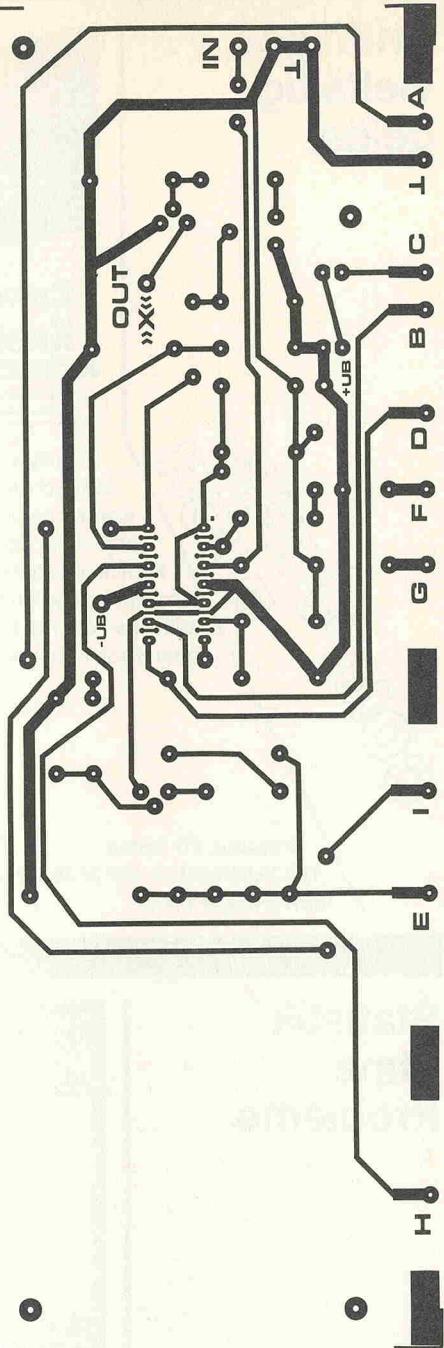


Lötseite ▼



Audio-Cockpit

◀ 5 x 12 LED-Anzeigeplatine

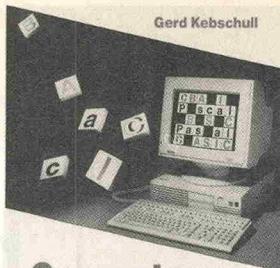


▲ Noise Gate-Basisplatine

Layouts des
Röhren-Vorverstärkers auf Anfrage

Kniffliges vielfältig gelöst

COMPUTER-
BUCH



Computer Knobeleien

Probleme Algorithmen Programme

Interessante Aufgabenstellung
in Pascal BASIC und C gelöst

11 Aufgaben mit steigen-
dem Schwierigkeitsgrad
werden mit ihren Lösungen
vorgestellt. Der Autor hilft
kontinuierlich bei der Lö-
sungsfindung und bereitet
detailliert die mathemati-
schen Probleme auf.

144/1.4



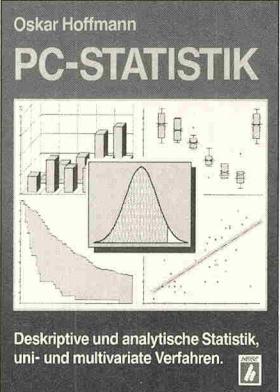
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

Broschur, 211 Seiten
DM 29,80/öS 232,-/sfr 27,50
ISBN 3-88229-144-3

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich.

Statistik ohne Probleme

SOFTWARE



Deskriptive und analytische Statistik,
uni- und multivariate Verfahren.



Werten Sie mit
PC-STATISTIK

Ihre Daten selbst aus.

- Einfache Bedienung
- Umfangreiches Methodenspektrum
- Graphische Präsentation der Ergebnisse
- Handbuch mit Einführung in die theoretischen Grundlagen.

Bitte fordern Sie unser
Info an.

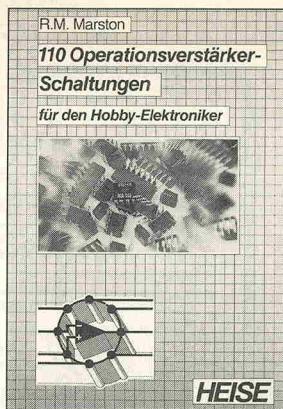
DM 348,-/öS 3097,-/sfr 348,-
unverbindliche Preisempfehlung
Best.-Nr. 51825 MS-DOS

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. S7a/1.4

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

Praktische OpAmp- Technik

ELEKTRONIK



R.M. Marston
110 Operationsverstärker-
Schaltungen
für den Hobby-Elektroniker

HEISE

Der Operationsverstärker ist
eines der wichtigsten elek-
tronischen Bauelemente. In
diesem Buch werden er-
probte Schaltungen aus
einem weiten Anwendungs-
spektrum vorgestellt. Alle
Schaltungen sind bewußt
einfach gehalten und be-
reiten auch dem Anfänger
kaum Probleme.
Ein Buch für die Praxis.



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

Die elektro- technische Programm- bibliothek

ELEKTRONIK



Jules H. Gilden / J. Scott Barrus

112 TURBO-Pascal- Programme

für
elektrotechnische
und
mathematische
Anwendungen



Eine Softwarebibliothek von
112 Turbo-Pascal-Progra-
men, die auch zum Erlernen
der Programmiersprache
Pascal dient. Gut ein Drittel
der Programme ist für die
Lösung mathematischer Pro-
bleme geschrieben, und zwei
Drittel helfen bei der Berech-
nung elektrischer und elektro-
nischer Schaltungen.
Programme des Buches auch
auf 2 Disketten erhältlich.

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

Broschur, 368 Seiten
DM 49,80
ISBN 3-88229-102-8

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Augsburg

CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger

Schertlinstr. 12a, 8900 Augsburg

Tel. (08 21) 59 42 97

Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.

Jeden Samstag Fundgrube mit Bastlerraritäten.

Berlin

Art

RADIO ELEKTRONIK

1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27

Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439

1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a

Telefon 3 41 66 04

CONRAD
ELECTRONIC

Telefon: 0 30 / 261 70 59

Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30

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

GEMEINHARDT

LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK

Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf

Telefon: 0 30/7 05 20 73

WAB

OTTO-SUHR-ALLEE 106 C
1000 BERLIN 10
(030) 311 55 85

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

Bielefeld

ELEKTRONIK - BAUELEMENTE - MESSGERÄTE

alpha electronic

A. Berger GmbH & Co. KG
Heeper Str. 184

4800 Bielefeld 1

Tel.: (05 21) 32 43 33

Telex: 9 38 056 alpha d

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

4800 Bielefeld
Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/2 89 59

Braunschweig

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing. Jörg Bassenberg

Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

3300 Braunschweig

Zentrale und Versand:
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0
Telex: 9 52 547

Ladengeschäft:
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

Bremen

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

2800 Bremen

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte;

Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60

Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.

Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.

Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

Dietzenbach

FW Electronic

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

F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher

Groß- und Einzelhandel

Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2
Tel. 0 60 74/3 27 01

Dortmund

city-elektronik

Elektronik · Computer · Fachliteratur
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1
Telefon 02 31/57 22 84

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

KELM electronic
&**HOMBERG**

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

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

4600 Dortmund

Westenhellweg 70, Tel. (02 31) 14 94 22
im Hause „Saturn-Hansa“, Untergeschoß

Düsseldorf

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

4000 Düsseldorf 1

Oststraße 15, Rückseite Kaufhof am Wehrhahn
Tel. (02 11) 35 34 11, Eröffnung Mitte März '88

Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)

4100 Duisburg-Rheinhausen

Ladenlokal+Versand · Tel. 02135-22064

FUNK-SHOP

I. Kunitzki

Asterlager Str. 98, Telefon 02135/63333

4100 Duisburg-Rheinhausen

Bauteile, Bausätze, Funkgeräte

Essen

CONRAD
ELECTRONIC

Telefon: 02 01 / 23 80 73

Viehofer Straße 38 - 52, 4300 Essen 1

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

KELM electronic
&**HOMBERG**

4300 Essen 1, Vereinstrasse 21

Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile

6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1

Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

ELECTRONIC
VÖLKNER
DER FACHMARKT

6000 Frankfurt

Bornheim, Berger Str. 125—129

Tel. (0 69) 49 60 658, im Hause „Saturn-Hansa“

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

Freiburg



Fa. Algaler + Hauger
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
Platinen und Reparaturservice
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
Tel. 07 61/27 47 77

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1—3

Giessen

Armin elektronische
Bauteile
Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
6300 Giessen

Hagen



Electronic
Handels GmbH

5800 Hagen 1, Elberfelder Straße 89
Telefon 023 31/2 14 08

Hamburg



Handelsgesellschaft mbH & Co. KG
2000 Hamburg 1 - Burchardstraße 6 - Sprinkenhof
Telefon (0 40) 33 03 96 + 33 09 35
Telefax (0 40) 33 60 70



Telefon: 0 40/29 17 21
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur



2000 Hamburg
Wandsbeker Zollstr. 5 · Telefon 0 40/6 52 34 56

Hannover

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29



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

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07 131/6 81 91
7100 Heilbronn

Hirschau



Hauptverwaltung und Versand
8452 Hirschau · Tel. 09 622/30-111
Telex 63 12 05
Europas größter
Elektronik-Spezialversender
Filialen:
2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel. 040/29 17 21
4300 Essen 1, Viehofer Str. 39 - 52, Tel. 02 01/23 80 73
8000 München 2, Schillerstraße 23 a, Tel.: 089/59 21 28
8500 Nürnberg 70, Leonhardstraße 3, Tel.: 09 11/26 32 80
Conrad Electronic Center GmbH & Co. in:
1000 Berlin 30, Kurt-Fürst-Str. 145, Tel.: 030/26 17 059

Kaiserslautern

HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

Kassel



3500 Kassel 1
Königstor 52 · Tel. (05 61) 77 93 63

Kaufbeuren



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestr. 26, Tel.: 08 341/14 26 7
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Köln



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

Lünen



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

Mannheim



6800 Mannheim 1
L 13 3-4, schräg gegenüber dem Hauptbahnhof
Tel. (06 21) 21 51 10



Mönchengladbach

Brunnenberg Elektronik KG
Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/42 04 06

Moers



NÜRNBERG-
ELECTRONIC-
VERTRIEB
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41/3 22 21

ELEKTRONIK-EINKAUFSSVERZEICHNIS

München

CONRAD
ELECTRONIC

Telefon: 089/592128
Schillerstraße 23 a, 8000 München 2
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

RIM
electronic

RADIO-RIM GmbH
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529166 ririm-d
Alles aus einem Haus

Münster

Elektronikladen
Giesler & Danne GmbH
HF-Spezialbauteile
Hammer Str. 157, 4400 Münster
Telefon (0251) 795-125

Neumünster

Visaton, Lowther, Sinus
Frank von Thun
Johannisstr. 7, 2350 Neumünster
Telefon 04321/44827
Neue Straße 8-10, 2390 Flensburg
Telefon 0461/3891



Nürnberg

Radio -TAUBMANN
Vordere Sternsgasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (0911) 224187
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorenbau, Fachbücher



Impressum:

erlad
Magazin für Elektronik

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

Helstorfer Straße 7
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/5352-0
Telex: 923173 heise d
Telefax: 0511/5352-129
Kernarbeitszeit 8.30-15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00-12.30 und
13.00-15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 54747-0

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 25050299)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Thomas Latzke,
Peter Röbke-Doerr, Hartmut Rogge

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens
Redaktionsssekretariat: Lothar Segner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.)
Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/469224
8500 Nürnberg

Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh
Elektronik-Fachgeschäft
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
0441/82114

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (0441) 130 68
Telefax (0441) 136 88

Stuttgart

Worch
Elektronik GmbH
Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (0711) 281546 · Telex 721429 penny

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

7000 Stuttgart
Lautenschlagerstr. 5/Ecke Kronenstr.
Tel. (0711) 290180
(bei Kaufhof — Königstr. — Rückseite)

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT
ELEKTRONIK
MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (04421) 26381
Telefax (04421) 27888

Witten

KELM electronic
& HOMBERG

5810 Witten, Bahnhofstraße 71
Tel. 02302/55331

Wuppertal

KI Electronic
Handels GmbH
5600 Wuppertal-Barmen, Höhe 33 — Rolingswerth 11
Telefon 0202/599429

land DM 61,20 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 20,40). (Nur auf Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo.-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kt.-Nr. 401655-304 (BLZ 25010030)). Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Versand und Abonnementsverwaltung:
SAZ marketing services, Gutenbergstr. 1—5, 3008 Garbsen
Tel.: 0511/4002131

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Pabel Moewig KG
Postfach 5707, D-6200 Wiesbaden, Ruf (06121) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postfachlichen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

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

Sämtliche Veröffentlichungen in erlad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany
© Copyright 1989 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

NEU — Jetzt auch im Rhein-Siegkreis — **NEU** Be-stücken und Löten von elektronik-Bauteilen nach Schaltplan-Bestückungsdruck oder Muster. **Bruno Schmidt**, 5210 Troisdorf, Hauptstr. 172, Telefon: 0 22 41/40 11 93. Auch nach 17.00 Uhr. ☎

Effektgeräte für Bühne & Studio in Modulbauweise: Limiter, Noisegate, Parameterv. EQ, Exciter, Vor-/Mischverstärker, Frequenzweiche u.v.a. Neuheit: Automatic Loudness. **Aktivbox AR212**: DIE Kombination aus HiFi-Sound & PA-Power. Infos von **Mik Elektroakustik**, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Mörfelden-Wall-dorf, Tel.: 0 61 05/4 12 46. ☎

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten - Sonderangebote! Liste gratis: **DIGIT**, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. ☎

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V-75A, Infrarot-Bühnöhrl., Hsp. Netzteil, Geber f. Seismograp-hen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multipli-er, Optiken, Oszilloskop, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc., u.v.m., neu, gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRONICS**, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalog-versand. ☎

PLATINEN => ilko * Tel. 43 43 * ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlenweg 20 + 6589 BRÜCKEN. ☎

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARA-TUR GROSS- und EINZELHANDEL. Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. ☎

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

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fer-tiggehäuse, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei. Händleranfragen erwünscht). **Tänkle acoustic**, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10. ☎

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. ☎

SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazine + Behälter Akt. Liste anfordern LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. ☎

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

Baßverbesserung bei jeder HiFi-Anlage möglich: Unser SOUND-PROCESSOR löst die meisten Tiefbaß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo- und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. Informationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt, Bödeckerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/3 48 18 91. ☎

Platinenfertigung, R. Edelhauser, Dietramsellerstr. 5, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23 oder 26 09, Fax 0 80 41/88 24. ☎

Österreich! Bauteile - Bausätze - Computer - Zubehör - Fachliteratur - Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, D 7, Postfach 187, 1110 Wien. ☎

Platinen - Ab 4 Pf/cm² - Keine Kosten für Bohrung. Info : C. Reinwald, Postfach 1751, 8600 BAMBERG. ☎

Drahtloses Telefon mit kleinem Fehler (Netzbrumm) an Bastler für 45,— Tel.: 0 60 26/33 43, G. Keller, Pfarrgasse 16, 8754 Großostheim. ☎

ÖSTERREICH! LEITERPLATTENEXPRESSDIENST GRATISLISTE. A. BRUNNER, 9500 VILLACH, W.-EICH-STR. 3 ☎

Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8") Ø 0,2—0,5 mm, 7,50 DM/St., ab 10 St. 6,50 DM/St., Ø 0,6—3,175 mm 4,50 DM/St., ab 10 St. 3,80 DM/St., Versand per Nachnahme + zzgl. Porto. Fa. Techno-trol, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel. 0 67 33/5 54, Fax 0 67 33/66 68. ☎

SMD-TEILE SMD-BAUTEILE! KOSTENLOS PREIS-LISTE ANFORDERN! ÜBER 150 VERSCH. BAUTEILE VORRÄTIG. TELEFONISCHE ANFRAGEN MO-FREI. 17.00—18.30 UHR SA. 9.00—14.00 UHR. PREISLISTE ANFORDERN: UDO ZÜHLKE, AUF D. BURRIG 2, 5014 KERPEN, TELEFON 0 22 37/5 32 01. ☎

VERKAUFE RAM-SPEICHER 41256/150NS NEC 60 STCK. PREIS AUF ANFRAGE. TEL. D-0 77 34/21 97.

Elektronik-Restposten liefert Heinz-P. Schulte, Postf. 2114/E, 4936 Augustdorf. Liste anfordern. ☎

ERSTELLE PLATINENLAYOUTS NACH IHREN UNTERLAGEN EIN UND DOPPELSEITIG ENTWICKLE HARDWARE FÜR MESS- + REGELTECHNIK z.B. AD-WANDLER 12 BIT, AC-DC ADAPTERKARTEN VON 0-1000V UMSCHALTBAR. KAUFMANN ELECTRONIC, EICHENWEG 7, 6968 WALLDÜRN. TEL. 0 62 82/72 75. ☎

HAMEG-203/6-Oszi-neuw. 2J. NP. 1150,—, VB 650,— DM. CHIFFRE: E89 07 01.

FA. SUCHT TRAFOPROGRAMM FÜR NORM-SCHNITTE. ANGEBOTE UNTER TEL. 0 76 27/6 76. ☎

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. Karte genügt: DJ-electronic, Abt. 5213, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. ☎

Wir liefern 150 PRÄZISIONSBÄUSÄTZE!! Bausatz-katalog 5,— DM in Briefmarken. DJ-electronic, Abt. 5213, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. ☎

Elektronikteile-Steckernetzteil 220V-9,2V geregt 0,5 Amp. Strombegr. Stk. 15,20 DM, Gould 2 Kanal Speicherzosz Typ 054100 1800,— DM, Batteriehalter für 3 Monozonen (Röhre) für Gehäuseeinbau 8,30 DM. TEL. 06 41/3 54 13.

Leiterplatten eins. + doppels. durchkontaktiert heiß-verzinkt, Löstop und Bauteilkennz. auch Be-stückten. Gottfried electronic GGR, 1000 Bln 47, Dörlauchtingstr. 1 (0 30) 6 06 95 42 ab 14 Uhr. ☎

A/D-Wandler MC14433P à 6,—, CRAM 6116LP3 à 5,—, Cannon-Hauben 37 pol. à 0,50. Tel. 0 72 22/8 16 35.

8048 Cross-Assembler (MS-DOS) für nur DM 45,— gibt's bei: Frank Schmidt, Violastraße 25, 3550 Marburg.

Österreich: Audio-Effekte, Synthesizermodule, Bau-satzkatalog u. Bauteilesonderlisten gratis KARLS-BERGER-ELEKTRONIK, 1124 Wien, Postfach 26. ☎

SUCHE: Alle alten Elrad Hefte wo ein Bericht über Röhrenggeräte enthalten ist, oder Kopien der Berichte und Layouts. Ferner Artikel aus anderen Zeitungen (auch ausländische). Zahlre. Aufwandsentschädigung nach Vereinbarung. R. Wolf, Deutschherrenstr. 127, 5300 Bonn 2, 02 28/33 23 54 Di. + Do. ab 19 Uhr.

Achtung Sonderangebot! Schwarzlichtröhren 39,95 / Punktstrahler PAR 36 + Birne 42,95 / Spiegelkugel 30cm + Motor 92,78 / 19" Eff.-Rack 4HE 210,— / 19" Profi-Rack 310,— / Nebelmaschine 1295,— / Art Multi-ter Multieffektgerät 1199,— / Mikrofonkabel je m 2,30 bei MS-SHOW-TECHNIC, Postfach 1204, 7450 Hechingen, Tel. 0 74 71/42 40. ☎

LASER + LASER + LASER + LASER + LASER + LASER + HeNe-Laser von 0,5—16 mW supergünstig! Auch grüner Strahl! Laserspiegel, Ablenkeinheiten, Kollimatoren, Lasernetzeite fertig oder als Bau-satz. 19"-Gehäuse superpreiswert z.B. HeNe-Laser 2 mW komplett aufgebaut: 325,— 19"-Gehäuse, 4 HE 79,90. b&f-Elektronik, Krummenackerstr. 5, 7401 Nehren 0 74 73/71 42

Verk. Hameg 204-2 1J.alt. + Tk 100% ok VB 800,— Entlüftstation ELV 7000 Leicht def VB 250,— Netzge-rät 50V 3A leicht def VB 200,— zusammen 1150,— 0 72 25/17 46 ab 16 Uhr.

+ + + PAL/GAL Programmierservice + + + Wir programmieren PAL/GAL's nach Ihren Vorlagen. Kostenloses Info anfordern von Andreas Haack, Heilmannring 59a, 1000 Berlin 13. ☎

SMD-Sortimente : Chipwiderst. 1206 10 R - 1 M E6x10 16 DM - E6x25 32 DM - E6x100 90 DM - E12x10 32 DM - E12x25 64 DM - E12x100 200 DM - E24x25 100 DM - E24x100 350 DM - E3x50 32 DM -

Kondensatoren 0805 10pF-0,1uF E3x10 25 DM - E3x25 50 DM E3x100 180 DM - Tantal min. 16 V 0,22uF-22uF E3 je 5 40 DM - je 10 75 DM Transistor-en 4x10 10 DM - 4x25 20 DM - 4x100 70 DM - Di-o-de 59 St. 14 DM - LED 3x10 12 DM - 74 LS je 5 St. 3 DM: 00-02-04-08-10-11-21-27-28-30-32-74-109 5 DM: 138-139-151-153-157-158-160-161-162-163-174-175-194-257-258 6,50: 240-244-352-353-373-374 7,50: 169-245-280-645 78L05 5St. 4DM Lötpiste 9 DM 0,7mm Zinn 2m 1 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel 0 41 03/8 74 85. Lötpaste lieferbar. ☎

ACHTUNG BASTLER! WUNDERSACK gefüllt mit Bauteilen, Platinen, Schaltern, Vielfachanziegen, Trafos, 30-pol.-Cannon-Steckverb., Kühlkörper, Ta ster und vieles mehr nur 19,— DM per Nachn. Volles Rückgaberecht! Sie werden begeistert sein! R. Ambrozy-Electronic, Händelstr. 10, 6963 Ravenstein. Katalog gegen 2,— DM in Briefmarken ☎

Achtung SONDERANGEBOT vom Juli—August. SMD-Widerstände 1/8 W 1% 1 St. 0,15 DM, 10 St. 0,10 DM, Tr.BC 847B, 848B, 857B, 858B 1 St. 0,18 DM, 10 St. 0,15 DM. Nur solange Vorrat! Tel. 0 71 72/61 01 Mo-Sa. H. Karrer Electronic, Postf. 53, 7409 Dußlingen. ☎

+ + + Platinenbestückung + + + Wir bestücken Ihre Platinen zu günstigen Preisen. Für Industrie und Hobby. Axel Sauer, Römerstr.12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/6 60 12 ab 16 Uhr. ☎

Platinen: Schaumätzg., UV-Bel., Säge, alle Chem., viel Basism., Layoutm. 400,— DM. Tel.: 02 31 21 13 91.

Suchen nebenberufliche Hardwareentwickler für Signalproz. **Suchen** nebenberufliche Softwareentwickler für IBM-Computer. Fa. Aston GmbH, Ruhrorterstr. 9, 4200 Oberhausen, Tel. 02 08/80 18 32. ☎

AUDIO-MILLIVOLTMETER SV12C Bausatz-Preisliste kostenlos anford. Baumappe DIN A4, 22 Seiten, geg. Vorkasse DM 12,50 auf PS-Hann. BLZ 250 100 30/108564-308 od. Volksbank Wolfsb. BLZ 269 910 66 Kto. 320 099 010. Audio-Meßtechn. Walter Schmidt, Wohltbergstr. 18, 3180 Wolfsburg 1.



magazin für elektronik

elrad

Einzelheft-Bestellung

elrad können Sie zum Einzelheft-Preis von DM 6,80 — plus Versandkosten — direkt beim Verlag nach bestellen.

Bitte beachten Sie, daß Bestellungen nur gegen Vorauszahlung möglich sind. Fügen Sie Ihrer Bestellung bitte einen Verrechnungsscheck über den entsprechenden Betrag bei.

Die Ausgaben bis 6/88 sind bereits vergriffen.

Die Kosten für Porto und Verpackung: 1 Heft DM 1,50; 2 Hefte DM 2,—; 3 bis 6 Hefte DM 3,—; ab 7 Hefte DM 5,—.

HEISE **Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG**

Helstorfer Str. 7
3000 Hannover 61

Platinenangebot

Platine Anpassung	7.20 DM	Platine FBAS-RGB Wandler	14.80 DM	Bauteilesatz Kapazitiver Alarm	39.95 DM
Platine DC Cargo	9.95 DM	Platine Video Kopierschutzfilter	9.65 DM	Bauteilesatz Audiocockpit	98.50 DM
Platine Kühlschrank Thermostat	6.85 DM	Platine IR-Sender	9.95 DM	Bauteilesatz Spannungs kompator	16.65 DM
Platine Energiemesser	11.80 DM	Platine Röhrenverstärker Endstufe	31.60 DM	Bauteilesatz C-64-Sampler	29.30 DM
Platine Car Devil Verstärker	12.65 DM	Netzteil	12.95 DM	Bauteilesatz Netz-Modem	92.40 DM
Platine Limiter	15.90 DM	Halogen dimmer	8.50 DM	Bauteilesatz IR-Sender inkl. Netzteil	51.80 DM
Platine Wandler	15.50 DM	Unterwasserleuchte	6.95 DM	Bauteilesatz Video Kopierschutzfilter	40.30 DM
Platine Alarmauswärter	5.25 DM	Ausführliche Eirad Platinenliste ab 1978		Bauteilesatz Metronom	34.50 DM
Platine Alarmsens.	4.40 DM	kostenlos auf Anforderung		Bauteilesatz Eprom Brenner	63.70 DM
Platine Alarmpal.	5.20 DM			Bauteilesatz TV Modulator	39.85 DM
Platine Audio-Cockpit	29.95 DM	Energiemesser	44.90 DM	Bauteilesatz Unterwasserleuchte	27.50 DM
Platine Spannungswächter	4.45 DM	Anpassung	lieferbar	Bauteilesatz Black-Devil-Brücke	62.50 DM
Platine Metronom	12.75 DM	Bauteilesatz Car-Devil 2 x 30 W	65.60 DM		
Platine Antennen-Verteiler	6.95 DM	Spannungswandler	155.80 DM		
Platine Netz-Modem	17.30 DM	Limiter	147.60 DM		

Service-Center H. Eggemann
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13 · Telefon (054 67) 241

Faszination Amateurfunk



Weltweit hören
weltweit senden

Schnell und sicher zur Funklizenz durch anerkannten, staatlich geprüften Fernlehrgang mit Aufgabenkorrektur, individueller Betreuung und Abschluß-Diplom. Gratis Info-Mappe gleich anfordern vom Spezialisten für Funk-Kurse: **Fernschule Bremen 112, Emil-von-Behring-Str. 6, 2800 Bremen 34, Tel.: 04 21/49 00 19**

WSG Elektronik Tel.: 055 09/304
Bestücken von Platinen
Klein- und Großserien
3403 Friedland 5 Hauptstr. 15

platinenservice

Nach Ihren Vorlagen fertigen wir:

- Epoxydplatinen ein- und doppelseitig, in verschiedenen Material- und Kupferstärken
- Perfinoxplatinen einseitig, 1,5mm
- Folienplatinen ein- und doppelseitig

- Platinenfilme
- Lötsystem- und Bestückungsdruck
- Infos und Preisliste kostenlos

Paul Sandri Electronic

Postfach 1253, 5100 Aachen. Tel. 0241/ 513238

Sonderposten Becher-Elkos

STK = 8.90 DM
STK = 6.50 DM
STK = 4.50 DM
STK = 7.50 DM
STK = 16.90 DM

20 Becher-Elkos nach Ihren Kapazitätswünschen zusammengestellt

(Spannungsbereich 6,3V–26 Volt) zum Superpreis von 14,95 DM

Alle Becher-Elkos von namhaften Herstellern.

Diese Auflistung ist nur ein kleiner Auszug. Es stehen insgesamt 3000 Elkos in den verschiedensten Spannungen und Kapazitäten zum Verkauf. Lieferung solange Vorrat.

Interessierten Kunden stellen wir kostenlos eine ausführliche Auflistung zur Verfügung.

Wußten Sie schon?

Bei uns können Sie fast alle speziellen Bauteile aus Eirad Bausätzen einzeln bekommen.

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder im Abbuchungsverfahren. Kein Mindestbestellwert.

Beliebte elrad-Bausätze

Unsere Bausätze enthalten alle Bauteile laut Stückliste inklusive Platine und Sonstiges ★ Gehäuse extra!

* Alle Bauteile — auch Platinen — einzeln erhältlich! *

Juni 1989

Dig. Kühlschrank-Thermostat	DM 79,40
Wh-Meter (Energielegerat)	DM 94,25
AUDIO-COMPIT Heft 04 + 05 1989	
Hochvoltmeter RMK (50VA)	DM 230,00
CARGO (NE5532, SDS-Relais)	DM 83,60
Anpassungsplatine E2	DM 26,60

Bausätze bis Juni 1989

Byte-Logger	DM 128,80
MMIC-Antennenverteiler 3fach	DM 32,45
Frequenzmesservorsatz Einbaubau.	DM 21,90
dto.: Taskkopfversion o. Gehäuse	DM 185,00
RGB-BAS-Wandler + Audio + Gehäuse	
Steuerlektronik für Aqua-Akku	DM 33,30
Hochvoltmeter ohne Netzteil/Lampe	DM 32,20
Batterie-Testgerät	DM 38,20
VIDEO-Kopierschutzfilter o. Netzteil	DM 36,00

!!! Bitte beachten Sie auch unsere Angebote in früheren elrad-Heften, z. B. in 12/88, Seite 95 !!!

Anfragenbeantwortung nur oeg. Rückporto 1,50

Versand: Nachnahme (Portoaufschale DM 5,50 + 2,00 NN-Gebühr) •

Voraussicht: Bestellwert + DM 5,50 Porto • Oder: Postgiro Karlsruhe 2205 52-757 • Adresse angeben! *

Geist Electronic-Versand GmbH
Otto-Gönenwein-Straße 5
D-7730 VS-Schwenningen
TELEFON: 077 20/3 66 73

Frontrahmen für LCD- und LED-Anzeigen

Anzeigerahmen zur Abdeckung von Digitalanzeigen.

2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8stellig, in Frontplatten und Gehäusen. Lieferbar mit rot, grün oder farblos durchsichtiger Acrylglasscheibe. Rahmen alternativ mit oder ohne Halteschrauben für gedruckte Schaltungen lieferbar.

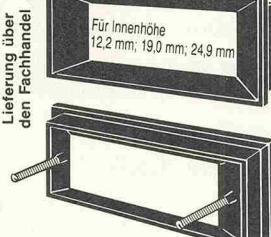
Frontrahmen aus antistatischen ABS – Schwarz- oder Grau-Struktur. Detaillierte Informationen, wie Maße usw., bei:

LOTHAR PUTZKE

Vertrieb von Kunststofferezeugnissen und Steuerungs-Geräten für die Elektronik, Postfach 47

Hildesheimer Str. 306 H, 3014 Laatzen 3, Tel. (051 02) 42 34,
Telex 9 230 469 Fax (051 02) 40 00

2 bis 8 Stellen



Lieferung über
den Fachhandel

VIDEO-KOPIERSCHUTZ-KILLER

Problemloses überspielen von mit "Hakrovision" kopiergeschützten Leih-Videokassetten zur privaten Nutzung.

Wir haben die in der ELRAD 9/88 veröffentlichte Schaltung weiter verbessert! Bei der neuen Version sind die teilweise auftretenden Probleme wie Verzerrungen und Blauschimmer im oberen Bildbereich beseitigt worden. Das Gerät wird anstelle eines 6-pol. AV-Überspielkabels verwendet. Andere Versionen (Chinch/BNC/Scart) sind nach Kundenwunsch konfektioniert gegen einen Aufpreis von 10 DM lieferbar. Die Versorgungsspannung (12V, ca. 40 mA) wird über eine Klinkenbuchse zugeführt. Ein passendes Steckernetzteil kann zum Preis von DM 9,95 mitgeliefert werden.

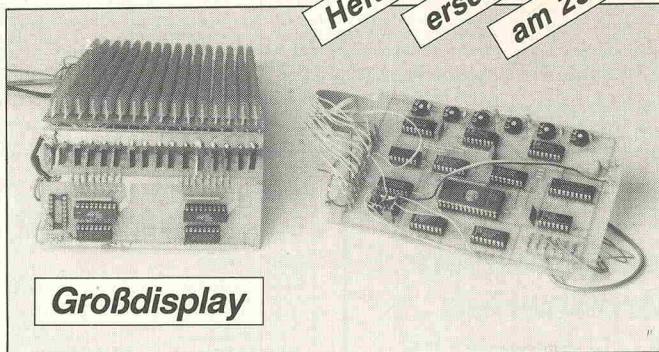
6 Monate Garantie

DM 59,50
unser Preis:
GÜNTHER SIMONS electr.
PF 2254, 5012 Bedburg
Tel.: 02272/5980

Die Inserenten

Agster, Berlin	23	Geist, VS-Schwenningen	117
albs-Alltronic, Ötisheim	63	Greiner, Pirmasens	23
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	91		
AUDIO ELECTRIC, Markdorf	29		
Bach, Berlin	29	Hados, Bruchsal	49
Beckman, München	63	Heck, Oberbettingen	31
Beifuß Elektronik, Frankfurt	91	HEIGRO, Bochum	18
BEL-TRONICS, Aachen	39	Hellmann, Neuss	75
Dr. Böhm, Minden	55	Interest-Verlag, Kissingen	95
Brenner, Wittibreut	Umschlagseite 2	Iser, Eiterfeld	Umschlagseite 4
COMBA, Hanau	15	Jäger, Rickenbach	65
CU-Telesat, Bretzenheim	6	KEIL ELEKTRONIK, Grasbrunn	81
Dieselhorst, Minden	11	M. KLEIN ELEKTRONIK, Neuhausen	55
Doepfer, Gräfling	63	Lautsprecher & Lichtenlagen, Niederkassel	15
Eggemann, Neuenkirchen	117	LEHMANN-Elektronik, Mannheim	15
EGIS, Frankfurt	18	LSV, Hamburg	81
Electronic am Wall, Dortmund	49	Ludwig, Bad Kreuznach	22
elektroakustik, Stade	55	MEDIALAND, Heiden	13
Elektronik-Versand, Neustadt	63	MIRA, Nürnberg	31
Elektro Schlimmel, Gießen	22	MONARCH, Bremen	55
EMCO Maier, Siegsdorf	17	Müller, Wernau	22
eMedia, Hannover	75, 104	Müller, Dr., Bonn	15
Ewinox, Kempen	22	Müller, Oer-Erkenschwick	75
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	11	NKM-Elektronik, Lördrach	91
Fernschule Bremen, Bremen	117	Oberbeck, Lemgo	15
FINTECH, Starnberg	23		
FTE maximal, Mühlacker	7		

Heft 9/89
erscheint
am 25.8.1989



Großdisplay

Man stelle sich vor, ein Pixel des Atari-ST-Monitors hätte einen Durchmesser von 5 mm. Das gäbe alles in allem einen 11 m²-Bildschirm. Zu groß. Aber 2,16 m x 1,08 m sind machbar — wenn man nämlich gerade 41472 LEDs übrig hat. Muß aber auch nicht sein. Das im nächsten Heft vorgestellte Leuchtdiodendisplay ist modular aufgebaut, und ob man es nun mit 512 oder 41472 LEDs realisiert: Es zeigt alles das, was mit der entsprechenden Anzahl von Pixeln auch auf dem Atari-Monitor zu sehen ist. Einfach riesig.

Kernstrahlungsmeßtechnik

Wie sind Radioaktivitätsmessungen — zum Beispiel mit dem Szintillationsdetektor aus elrad Heft 6/89 — zu interpretieren? Wie sieht ein brauchbarer Meßaufbau für die Eichung eines Strahlungsdetektors aus? Wie

kann ein Rechner Strahlungsmessungen sinnvoll unterstützen? Dies sind nur einige Fragen zum Thema Kernstrahlungsmeßtechnik, die in der nächsten elrad ausführlich diskutiert werden.



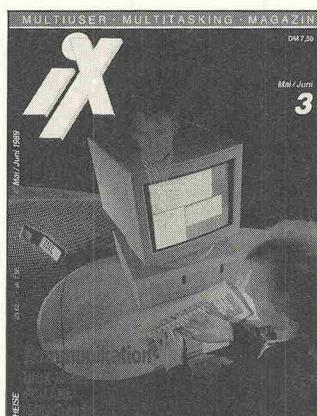
Test: Labornetzgeräte

Neben den Standardtests — Regelverhalten, Welligkeit, Langzeitstabilität — überprüfte das elrad-Labor die elektromagnetische Verträglichkeit professioneller Labornetzgeräte. Um hier reproduzierbare Testbedin-

gungen zu gewährleisten, standen spezielle Netzstörungssimulatoren zur Verfügung. Wie die Probanden reagierten, ist dem Testbericht der nächsten elrad-Ausgabe zu entnehmen.



ATs drehen auf: von 8 auf 16, auf 25 und nun gar auf 33 MHz bei 386ern. Was bringt das Hochschauben der Taktrate? c't hat die ersten dieser 33-MHz-Boliden getestet.



Ohne Kommunikationsmöglichkeiten ist eine moderne DV undenkbar. iX beleuchtet, welche Rolle ISDN dabei spielt.

c't 7/89 — jetzt am Kiosk

Auf dem Prüfstand: vier 386er im 33-MHz-Takt, sieben SX-Rechner, der erste brauchbare PC-Emulator für Atari ST ★ Computer-Darstellung der chemischen Struktur von Molekülen; phonetische Ähnlichkeiten mit der Levenshtein-Distanz errechnen ★ 256 Farben auf der alten EGA durch eine Huckepack-Platine; Software für den Einplatinen-PC 'Doppeldecker' ★ PC-Bausteine: Chip-Sätze ★ u.v.a.m.

c't 8/89 — ab 21. Juli am Kiosk

Erste Erfahrungen mit Ataris Flaggschiff, dem ATW ★ Ein universeller SCSI-Harddisk-Treiber für den Mac ★ Spielstrategie mit Minimax und Alpha-Beta-Algorithmen ★ CD-ROM: Wie anwendungsfreundlich sind CD-ROM-Datenbanken? ★ Interna des Transputer-Betriebssystems Helios ★ Archimedes mit neuem, multitaskingfähigem Betriebssystem RISCOS ★ u.v.a.m.

iX 3/89 — jetzt am Kiosk

ISDN und UNIX — der Stand der Dinge ★ Einblick: Marvin C2000 — ein Superrechner im Rechenzentrum ★ Know-how: E. F. Codd über die Mängel von SQL ★ sed-Editor für Umsteiger ★ Schlaglicht: Die neuen Suns, Comdec '89 ★ Getestet: 594-MB-Magneto-optical Disk NWP-539S ★ u.v.a.m.

iX 4/89 — ab 7. Juli am Kiosk

Getestet: DECstation 3100 und SPARstation 1 ★ Benchmark: Dhystone unter UNIX ★ Report: Hypermedia — HyperCard für UNIX ★ Im Test: zwei Flachbettdrucker ★ Vergleich: drei Faxkarten im PC-Netz ★ Unix für Umsteiger: Source Code Control System (SCCS) ★ UNIX-Legende (III): Entwicklungslinien und Standardisierungen ★ Systemvergleich: ULTRIX versus VMS ★ u.v.a.m.

elrad extra

HifiBoxen

selbstgemacht

Hifi im Selbstbau

Keine Dutzendware: Zwölf praxiserprobte Bauanleitungen. Von 2-Weg bis 4-Weg. Von 5 Liter bis 200 Liter. Von geschlossen über Reflex bis Bandpaß. Von Spanplatte bis Marmor. Von flippig bis rustikal. Dazu geballte Theorie: Die deutschen Übersetzungen des Originalartikels von A. N. Thiele zum Thema Babbrexboxen. Grundlagen über Bandpaßgehäuse. Neue Erkenntnisse zu Konus- und Flachmembranen. Erfassung von Frequenzgängen im Auto. Und, und ...

Bauanleitungen:

ACR
ADT
Eton
Fidibus
Görlich
IEM
McFarlow
Mivoc
Scan Speak
Sipe
Sinus
Visaton

Grundlagen:
Bandpaßgehäuse
Membranen
Dämpfung
Frequenzgänge
im Auto



**Thiele/Small erstmals
in deutscher Übersetzung:
A. N. Thiele, Lautsprecher in
ventilierten Gehäusen**

Ab 4. August '89 für 16 Mark 80.
Überall dort, wo es Zeitschriften gibt.



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

isel-Eprom-UV-Löscherät 1 DM 89,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluß
- Löseschitz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löscherät, 4 W, Löszeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löscherätung von max. 5 Eproms



isel-Epom-UV-Löscherät, 2 (o. Abb.) DM 248,-

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

isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 27,80
19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 36,80
19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert	DM 48,80
10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 56,80
19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert	DM 62,-
10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert	DM 69,-

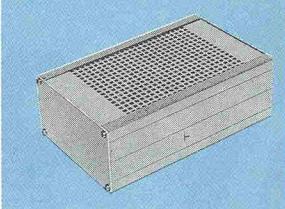


Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 1,-
2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 1,65
4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert	DM 2,75
Führungschiene (Kartenträger)	DM .55
Frontplattenschneidverschl., mit Griff	DM .85
Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung	DM .70
ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit	DM 1,12
ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau	DM 1,45

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm	DM 11,20
2 Seitental-Profil, L 165 x H 42 oder H 56 mm	DM 12,50
2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm	DM 12,50
2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm	DM 14,50
2 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüßen	DM 14,50



isel-Euro-Gehäuse 1 DM 11,20

isel-Euro-Gehäuse 1 DM 12,50

isel-Euro-Gehäuse 2 DM 12,50

isel-Euro-Gehäuse 2 DM 14,50

isel-Euro-Gehäuse 2 DM 14,50

isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 DM 56,80

- Alu-Rahmen 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schiebbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 x 200 mm (2 Euro-Karten)

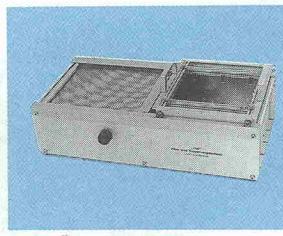


isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 DM 99,80

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

isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 396,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaufuhrer, Flußmittelaufnahm 400 cm
- Schauwellehnen stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsquelle 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45,-
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isel-Verzinnungs- und Lötwagen DM 340,-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatze 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, teflonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm



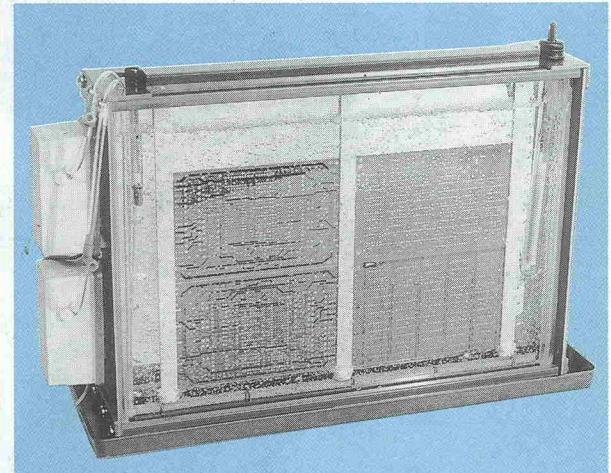
isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln DM 45,-
für Platinen bis max. 180 x 180 mm

isert-electronic

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

DM 180,-

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

DM 225,-

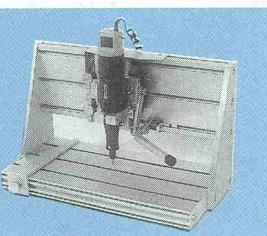
- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

„Isert“-electronic, Hugo Isert
6419 Eiterfeld, ☎ (0 66 72) 7031, Telex 493150
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,- DM



isel-Bohr- und Fräserät DM 340,-

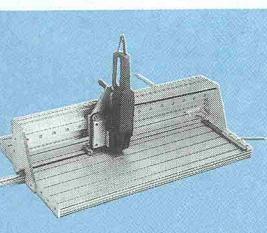
- Alu-Ständer mit T-Nut-Tisch 350 x 170 mm
- Präzisionsbohrer, 0,8 mm, mit Führungsschiene
- Höherer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefeanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 5 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



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

isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980,-

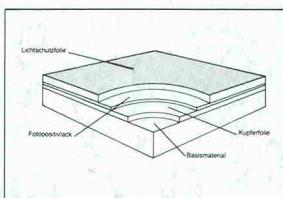
- Alu-Ständer mit T-Nut-Tisch, 800 x 500 mm
- Verfahrtsweg, 600 mm mit isel-Doppelspur-Vorschub
- Seilenweg, 600 mm mit isel-Doppelspur-Vorschub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefeanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min.
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt



Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 225,-
Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 112,-

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferschichtes Basismaterial mit Preoxy-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanzt- u. schneidbar



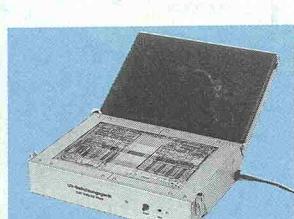
Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Pertinax 100 x 160 DM 1,55 Pertinax 200 x 300 DM 5,80
Pertinax 160 x 233 DM 3,60 Pertinax 300 x 400 DM 11,65

Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100 x 160 DM 0,95 Epoxyd 200 x 300 DM 11,20
Epoxyd 160 x 233 DM 6,90 Epoxyd 300 x 400 DM 22,30

Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
Epoxyd 100 x 160 DM 3,55 Epoxyd 200 x 300 DM 13,30
Epoxyd 160 x 233 DM 8,25 Epoxyd 300 x 400 DM 26,55
10 St. 10 %, 50 St. 30 %, 100 St. 35 % Rabatt

isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 215,-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Glaspalte
- Deckel L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 245 x 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 298,-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 490 x B 320 x H 60 mm, mit Glaspalte
- Deckel L 490 x B 320 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung DM 1138,-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/MIN., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeitstellung 6-90 Sek. und 1-15 Min.

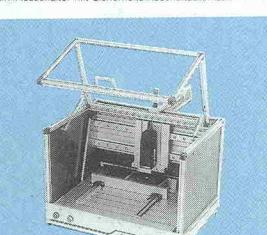


isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898,-

für einseitige Belichtung

isel-x/y-Handcutter DM 2250,-

- Präzisions-x/y-Tisch mit isel-Doppelspur-Vorschub
- Verfahrtsweg, x-Richtung 300 mm, y-Richtung 400 mm
- Aluminium-T-Nutstisch, Aufspannfläche 500 x 600 mm
- Verstellbare Spülleiste, Leiterplatte, 1000 x 200 mm
- Versteckte Schnittstelle, absperrbar mit 2 Sicherungen
- Motor 220 V/600 W, regelbar von 8000 bis 24 000 U/min.
- Feineinstellung der Schnittstelle mit Rändelschraube M 6
- Ein-/Ausschalter mit Sicherheits-Abschaltautomatik



Hartmetall-Schneidscheibe, Ø 80 mm DM 340,-

Schneidscheiben-Aufnahme