

Redaktion für elektronik

# elrad

Klangeinsteller mit Extras

**Audio Cockpit**

Transportversicherung für Daten

**Safer Text**

IR-Kfz-Alarmanlage

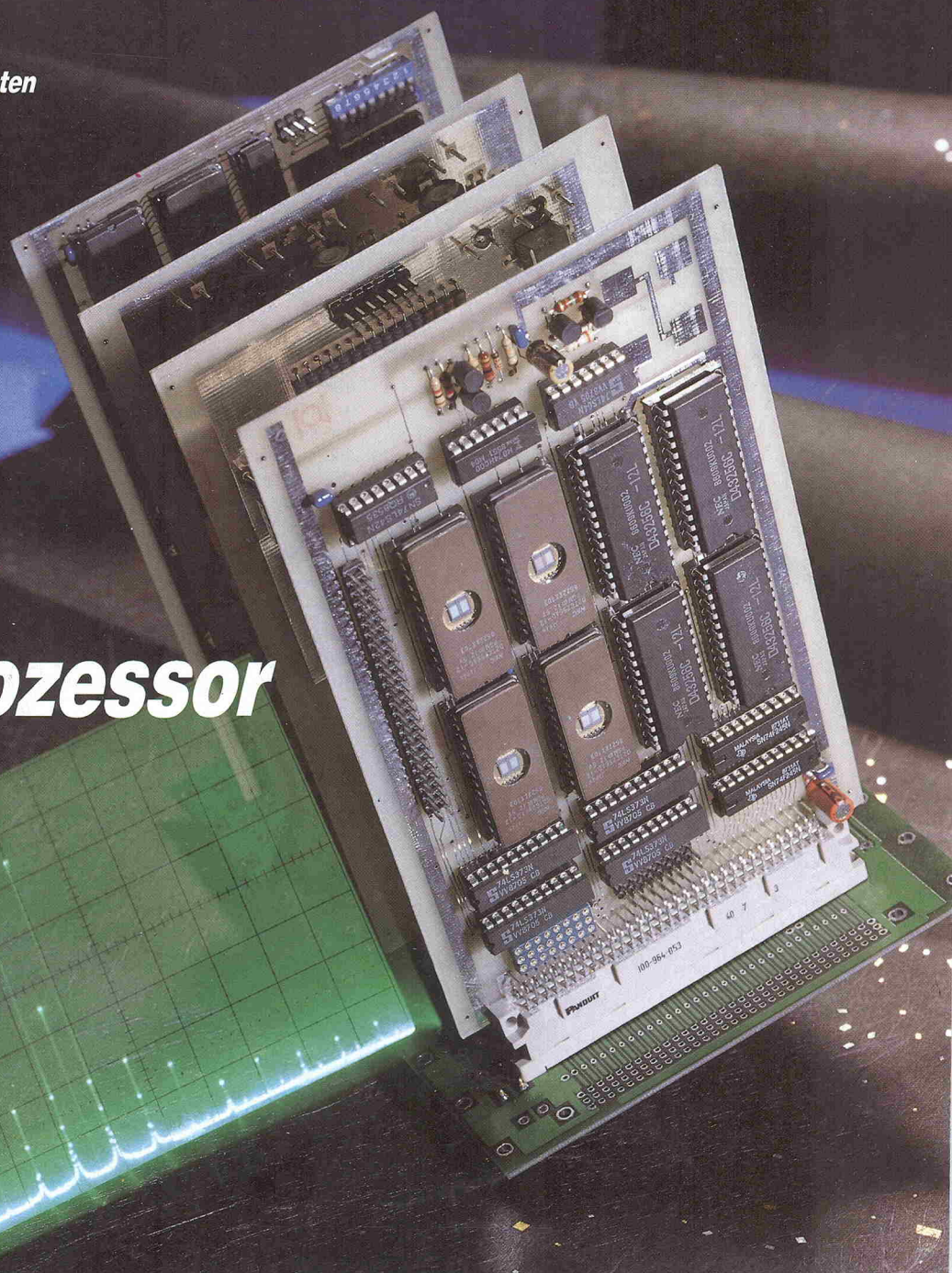
**Watchdog**

Kurzer Prozeß  
mit Analogsignalen

**Digitales  
Signalprozessor  
System**

3

März 1989

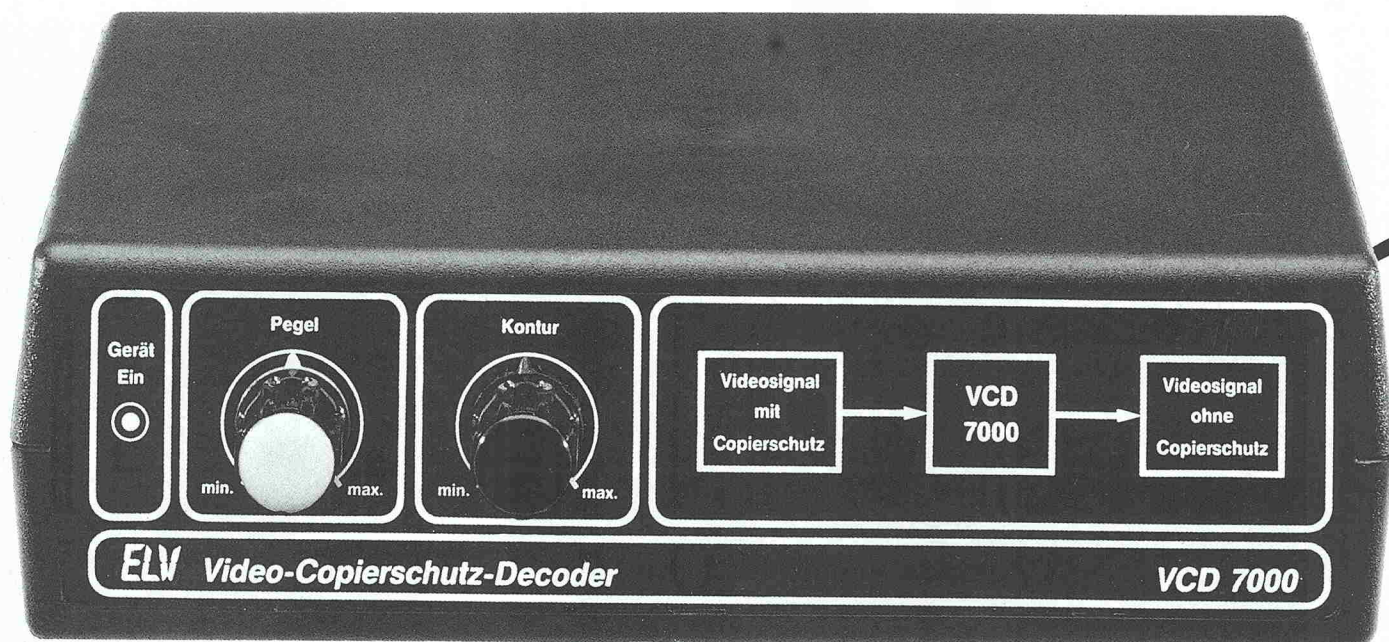




# Video-Kopierschutz?

VCD 7000

Der Decoder der neuen Generation



Abmessungen: (B x H x T): 260 x 75 x 150 mm

## Völlig neuartiges zukunftsweisendes Decoder-Verfahren

Nach dem VCD 1000 - einem der ersten und besten Video-Kopierschutz-Decoder auf dem deutschen Markt - bietet ELV jetzt einen völlig neuartigen Decoder an. Im Gegensatz zu dem bisher üblichen Ausblendverfahren erfolgt mit dem VCD 7000 das gezielte Durchschalten der reinen Bildinformation, während sämtliche übrigen Signale bearbeitet bzw. neu generiert werden. Der VCD 7000 ist nach unseren Erkenntnissen für alle Kopierschutzverfahren, bezogen auf das derzeitige VHS-System, geeignet.

## Problemloses Überspielen von kopiergeschützten Video-Leihkassetten

Der VCD 7000 ermöglicht zuverlässig und einwandfrei das störungsfreie Kopieren sämtlicher derzeit auf dem Markt angebotener VHS-Videofilme.

## Optimierung der Bildqualität

Bestmögliche Bildqualität durch Einstellregler "Pegel" und "Kontur".

## Einfache Handhabung

Einfaches Einfügen in die Verbindungsleitung zwischen wiedergebendem und aufnehmendem Videorecorder. 2 Eingangsbuchsen (DIN-AV und Scart), 2 getrennte gepufferte Ausgänge (DIN-AV und Scart) für den Anschluß an alle gängigen Videorecorder. Spannungsversorgung über ein 12V/300mA-Steckernetzgerät.

## Zur Rechtslage

Gemäß Urhebergesetz (§ 94 IV, 53 I, V) darf jeder, der sich eine Videokassette gegen Gebühr ausleiht, diese zur rein privaten Nutzung kopieren. Jedoch ist bereits das unentgeltliche und natürlich erst recht das bezahlte Ausleihen von kopierten Videokassetten an Bekannte und Freunde strafbar.

VCD 7000 Bestell-Nr.: 519 FER

DM 298,-

Steckernetzgerät (12V/300mA) Bestell-Nr.: 157 ST

DM 7,95

# ELV

Der Elektronik-Spezialist · ELV GmbH, Postfach 1420, D-2950 Leer, Telefon 04 91/600888

Deutsche Qualitätsprodukte direkt vom Hersteller.  
Umfassender Service durch versierte Fachleute. Lieferung per Nachnahme.  
8 Tage Rückgaberecht. Bestellungen + Informationen:



# Alles wird digital

Wie überwacht man 150 Stellen eines Heizkessels auf Temperatur? Zulässiger Bereich 530 °C...570 °C, Über- und Untertemperatur sollen gemeldet werden und Alarm auslösen. Man nehme 150 Thermo-elemente und ebensoviele geeignete Grenzwerteinheiten.

Im Jahre 1964 waren solche Grenzwerteinheiten ein teurer Spaß. Doch dem Ingenör ist nichts zu schwör. Er nahm also 150 Relais, um die Thermo-elemente der Reihe nach und dann wieder von vorne auf die eine, gemeinsame Grenzwerteinheit zu schalten. „Zyklische Abfrage“ nannte er das, und die minimale Zykluszeit von rund zwei Minuten ließ er sich von vorgesetzter Stelle genehmigen.

Blieb noch das Problem, den Relais-Klapperatismus in Gang zu setzen. Doch dem Ingenör... Und so ordnete er die 150 Relais in einer 10 × 15-Matrix an, entkoppelte sie mit je einer Diode und steuerte die Zeilen und Spalten mit... ja-wohl: mit je einem 10- und 15-stelligen Schieberegister, aufgebaut mit 10 + 15 passenden Einzel-FlipFlops und einem Taktgenerator vorneweg. Denn integrierte Schieberegister gab's noch nicht, und die FlipFlops waren zigaretten-päckchengroße, 10 mm dicke schwarze Kästchen mit Schraubanschlüssen zum Anreihen auf Spezialschienen. „Simatic“ hieß dieses Baustein-system, und was die Verguß-masse an Hardware enthielt, war schnell erforscht: drei oder vier Transistoren in Schaltungen, die auch in den „Schaltungsbeispielen“ desselben Herstellers zu finden waren.

**HANNOVER MESSE**  
**CeBIT'89**  
Welt-Centrum Büro · Information · Telekommunikation  
**8. - 15. MÄRZ 1989**



Die elementare Digitaltechnik von damals ist inzwischen ein verdammt alter Hut. Wenn heute analoge Signale zu verarbeiten sind, werden sie zwar auch oft digital geschaltet, immer häufiger jedoch als „richtiges“ Digitalsignal. „Erst mal digitalisieren — dann sehen wir weiter“ ist in Labors zu hören. Und schon steht die Spannung am Eingang eines Analog/Digital-Wandlers, der Ingenieur greift in die Keyboardtasten seines Rechners und komponiert ein wohltemperiertes Stück Software dazu.

Das gilt für die Meßtechnik ebenso wie für Bild und Ton. Und die Signalquellen selber machen auch keine Ausnahme. Beim nächsten Generator-Projekt in dieser Zeitschrift kommen Sinus, Rechteck und Dreieck einschließlich Sweep und Burst aus dem  $\mu$ P, alle Infos

dazu erscheinen in Klarschrift auf einem mehrstelligen 5 × 7-Punktmatrix-Display. Es ist wohl nur eine Frage der Zeit, bis auch so ein Klingeinstellsystem, wie es in dieser Ausgabe vorgestellt wird, ganz anders arbeitet: mit digitalem Signalprocessing.

Die Entwicklung solcher Geräte, vielfach auch ihr Einsatz, erfordert den Computer. Da sich in elrad dieser Trend zur technischen Rechneranwendung widerspiegelt, konnte der Gang zur CeBIT nicht ausbleiben: elrad wird in diesem Jahr erstmalig mit Demoprojekten am Verlagsstand vertreten sein.

Alles wird digital. Diese Behauptung ist übrigens nicht neu. Sie stand Anfang der siebziger Jahre über dem Vorwort einer anderen Elektronikzeitschrift. Ob für den visionären Kollegen alle Konsequenzen seiner Überschrift absehbar waren? Unwahrscheinlich. Denn der „digitale Prozeß“ hält auch heute noch, 25 Jahre nach Simatic, unvermindert an.

*Manfred H. Kalsbach*  
Manfred H. Kalsbach





## Titelgeschichte

### Digitales Signalprozessor- system

Um digitale Signalprozesse durchführen zu können, wurden seit 1979 spezielle Prozessoren entwickelt. Sie folgen nicht mehr dem gebräuchlichen Universalrechnerkonzept, sondern sind speziell für die digitale Signalverarbeitung ausgelegt. Basierend auf dem DSP TMS32010 von TI wird ein System vorgestellt, das sowohl einen breiten Raum für Eigenentwicklungen als auch gebrauchsfertige Anwendungen bietet, zum Beispiel Transientenrekorder oder Spektrum-Analyser.

Seite 17

## Analoge Welt A/D



### Korpus für E-Gitarren

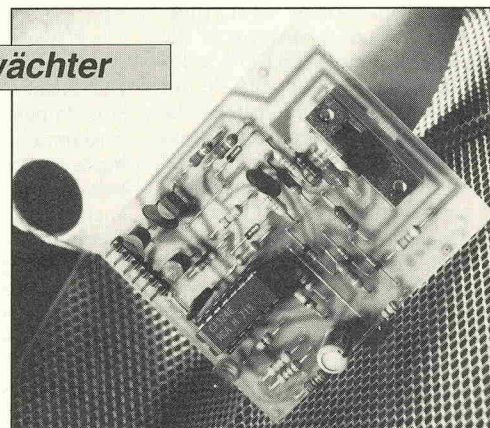
Ein rechter Röhren-Rocker gibt sich natürlich nicht allein mit dem Tube-Amp für die Bühne zufrieden, nein, es muß auch zu Hause für die Stilübungen mit Kopfhörer ein Röhrenverstärker her — mit ganz

wenigen Watt zwar, aber dafür mit Verzerrer und Klangregler. Mehr über den Korpus delicti auf

Seite 74

### Spannungswächter

Will man sicher gehen, daß akku- oder batteriegepeiste Geräte korrekt arbeiten, muß deren Klemmen-spannung ständig kontrolliert werden. Der in diesem Projekt vorgestellte Kontrolleur zeigt über eine einzige LED an, in welchem Bereich die momentane Klemmen-spannung des betreffenden Geräts liegt. Dabei werden durch Defi-



nition zweier Eckwerte drei Spannungsfenster gebildet, die der Spannungswächter als Referenz heranzieht.

Seite 30



## Kfz-Alarmanlage

Ein Blick in die Zeitung genügt: Autos und auch deren elektronische Innenausstattung stehen zur Zeit bei Langfingern hoch im Kurs. Da nicht jeder über einen Wachhund verfügt, der pausenlos auf das Fahrzeug aufpaßt, wurde eine Alarmanlage entwickelt, die mehre-

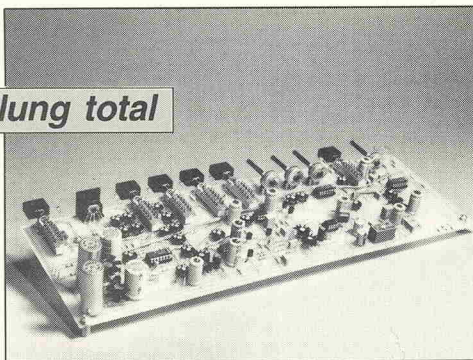
re besondere Features aufweist. Beispielsweise entschärft nur ein korrekt kodierter IR-Strahl die Anlage, die sich zudem nach dem Verlassen des Wagens selbstständig einschaltet.

Mehr auf

Seite 68

## Klangeinstellung total

Das Audio-Cockpit enthält in der Stereo-Grundausstattung nur fünf Bedienungspotis und sechs Schiebeschalter — ziemlich normal, sollte man meinen. Doch wozu 31 Trimmer? Fast alle zur Einstellung der Steuerkurven. Denn das Cockpit ist konsequent DC-gesteuert. Kein Poti kommt



mit dem Signal in Berührung. Etwas mehr Aufwand, o.k. Aber auch viel mehr Möglichkeiten.

Seite 23

## Automatic Request

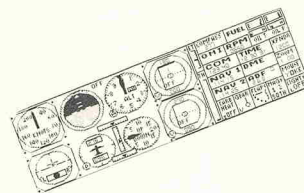
Aus Sprachfetzen läßt sich manchmal eine Nachricht rekonstruieren. Und bei digitalen Daten hilft oft eine Fehlerkorrektur. Doch bei der Funkübermittlung chiffrierter elrad 1989, Heft 3

Texte führt schon ein einziges falsches Byte zum Desaster. Da hilft nur die automatische Rückfrage.

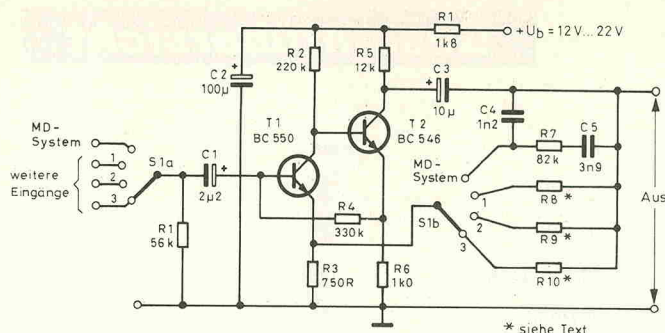
Seite 34

## Gesamtübersicht

	Seite
„...“ .....	3
Briefe .....	6
Dies & Das .....	8
aktuell .....	10
Schaltungstechnik aktuell .....	14
DSP Kurzer Prozeß .....	17
Vorverstärker Audio-Cockpit .....	23
Spannungswächter Fenstergucker .....	30
Nachrichtenübertragung Safer Text .....	34
Das Thema: Meßtechnik .....	37
Die elrad-Laborblätter PLL-Schaltungs- technik (4) .....	61
Ausprobiert Hardcopy vom Oszischirm .....	66
Kfz-Alarmanlage IR-Wachhund .....	68
Röhrenverstärker Korpus für E-Gitarren ..	74
Die Buchkritik .....	78
IC-Express .....	78
SMD-Telegramm .....	79
Englisch für Elektroniker .....	80
E-Mathe .....	82
Layouts .....	84
Elektronik- Einkaufsverzeichnis ..	89
Die Inserenten .....	93
Impressum .....	93
Vorschau .....	94







## Laborblätter: mangelnder Widerstand

In den elrad-Laborblättern, Heft 6/87, Seite 63, fehlt in der Schaltung Bild 10 der Widerstand R6. Die Lage des Bauelementes ist aus der Skizze zu entnehmen. Es handelt sich um einen universellen Audio-Vorverstärker mit Entzerrung für

ein MD-Abtastsystem. Die Empfindlichkeit läßt sich für andere Signalquellen mit Hilfe der Gegenkopplungswiderstände R8...R10 einstellen, wobei die Werte im allgemeinen zwischen 10 kΩ und 10 MΩ liegen.

Wir danken unserem Leser Christian Wolff, 2400 Lübeck, für seine Aufmerksamkeit.

## Post von der Post

Im Vorwort der Ausgabe 11/88 hatten wir unter der Überschrift „Post liest mit“ auf einige Änderungen der inhaltlichen Gestaltung von elrad hingewiesen, die mit der Zulassung der Zeitung zum Postzeitungsdienst in Zusammenhang standen. In-schrift zum Postzeitungsdienst in Zusammenhang standen. In-schrift zum Postzeitungsdienst in Zusammenhang standen.

Doch enthält das erwähnte Vorwort selbst eine Passage, die beanstandet wurde. Die Post führt dazu in ihrem Schreiben u.a. folgendes aus:

Unabhängig davon wurde jedoch festgestellt, daß die Nr. 11/88 einen geschäftlichen Vermittlungsdienst enthält. In der Rubrik „Post liest mit“ (S. 5) heißt es wörtlich: ‘Bei detaillierten Produktbesprechungen ist auch der gängige Spruch ‘Weitere Informationen von...‘ wiederum Vermittlung... Bezüglich fehlender Adressen bleibt aber alles beim alten: Weitere Informationen von der Redaktion’. Der Verleger wird hier also vermit-

telnd tätig, da bestimmte Anschriften, bei denen es sich ja nur um solche von Produktanbietern handeln kann, auf Verlangen an potentielle Käufer — nämlich den Lesern von ‘elrad’ — weitergeleitet werden.

Nach § 6 Abs. 1 Satz 2 Nr. 3 Postzeitungsordnung sind jedoch Druckschriften, die im Text- oder Anzeigenteil geschäftliche Empfehlungs- oder Vermittlungsdienste des Verlags anbieten, vom Postzeitungsdienst ausgeschlossen. Es ist daher unerläßlich, daß dieser Vermittlungsdienst unverzüglich, d.h. bereits in der nächsten erreichbaren Zeitungsnummer eingestellt wird und der Leser in der Druckschrift darüber entsprechend informiert wird.

Wir dürfen daher die Leser bitten, unsere damalige, falsche Darstellung zu entschuldigen und den tatsächlichen Sachverhalt zur Kenntnis zu nehmen. (Red.)

## Der NF-Technik treu

Seit fast zwei Jahren lese ich regelmäßig Ihre Zeitschrift. Die Artikel, besonders aus dem Bereich der NF-Technik, sind für mich Nährboden für eigene Entwicklungen auf dem Gebiet der allgemeinen Verstärker- und Netzgeräte-Elektronik. In meiner seit über 10 Jahren bestehenden Tätigkeit hat sich letztlich Ihr Magazin, aus Gründen der Zuverlässigkeit der von Ihnen veröffentlichten Schaltungen, als Lektüre für mich bewährt.

Doch was mußte mein Auge auf dem Titelblatt der Ausgabe 1/89 leider sehen: Die Ankündigung von Computer- bzw.

## PC-orientierter Elektronik!

Da ich in diesem Bereich tätig bin, habe ich keine Abneigung gegen diese Technik, aber es gibt doch nun wirklich genug Magazine und Zeitschriften, die sich mit diesem Thema beschäftigen, aber sehr, sehr wenige, die dem Bereich der NF-Technik treu bleiben. Sicherlich werden Sie auch in den vorangegangenen Ausgaben den einen oder anderen Artikel über PC-Elektronik veröffentlicht haben, ich möchte Sie jedoch bitten, nicht auch noch diesen Pfad in extremer Weise zu beschreiten.

Karl-Heinz Moecker  
3388 Bad Harzburg

## Politische Themen nicht totschweigen

Ich möchte Ihnen bzw. Ihrem Redakteur Michael Oberesch für seinen Kommentar zum Flugtag-„Unglück“ von Ramstein im Oktoberheft '88 danken; er hat mir aus der Seele gesprochen.

Ich finde es höchst wichtig, daß politische, militärische und soziale Themen von uns Technikern nicht totgeschwiegen werden, wir sind oftmals auch indirekt die Erzeuger von hochkomplexer Technik, die nicht mehr überschaubar wird und sich verselbständigt...

Ich freue mich jedenfalls über eine kritische (wenigstens eine) und weiterdenkende Elektronikzeitung. Weiter so!

Gregor Feneberg  
8000 München

## Nicht genehmigt

In elrad-Gesamtinhaltsverzeichnis des letzten Jahres fand ich nicht, was ich suchte: Eine postgerechte Bauanleitung für drahtlose Mikrofone in Breitband-FM-Technik auf den drei postzugelassenen Frequenzen 36,7 MHz, 37,1 MHz und 37,9 MHz. Die Sendeleistung sollte dabei bei ca. 30...50 mW liegen, so daß die Strahlungsleistung der Wendelantenne bei der von der Post festgelegten Grenze von 1 mW liegt.

(Name und Anschrift sind der Redaktion bekannt).

Ein drahtloses Mikrofon als Bauprojekt ist eine heikle Angelegenheit: Die Post hat zwar Frequenzen für derartige Mikrophonübertragungen reserviert — das heißt aber noch lange nicht, daß jedermann solch ein Mikrofon bauen und es ohne weiteres betreiben darf, selbst dann nicht, wenn das Mikrofon auf diesen zugelassenen Frequenzen arbeitet. Grundvoraussetzung für den Betrieb drahtloser Mikrofone ist eine postalische Zulassung für das betreffende Gerät. Und diese Zulassung für selbstgebaute Geräte ist, wie wir wissen, mit einem relativ hohen Aufwand an Zeit und Geld verbunden.

In der elrad-Ausgabe 11/87 gab es dennoch eine Schaltung für ein drahtloses Mikrofon — allerdings ohne Angabe einiger Bauteil-Werte. Ziel dieser Veröffentlichung war es nicht, zu illegalen Handlungen anzustiften, sondern aktuelle Schaltungstechnik zu vermitteln (Stichwort: PLL).

(Red.)

## Genehmigt

In elrad Heft 7/8 1988 wurde eine Bauanleitung „Stereo-IR-Sender/Empfänger“ (Unsichtbare Kopfhörerleitung) veröffentlicht. Braucht man für Infrarot-Sender/Empfänger eine Genehmigung der Post bzw. müssen sie angemeldet werden?

Werner Balzer  
Düsseldorf

Nein.

(Red.)

(Red.)

elrad 1989, Heft 3



elrad 2/89	Bs.	Pl.
ELISE * Bauteile INP/DISP einmal Trenn/Treiber, NT-SYND, µP Karte inkl. Steckerleisten	284,80	199,00
ELISE * Trenn/Treiber	89,90	25,00
ELISE * Zubehör inkl. Ringkern oh. Schutz	269,90	—
ELISE * 19" Einbaurahmen-Chassis	290,00	—
Niedervolt-Tischlampe oh. Trafo	34,00	10,00
Black-Devil Brückenadapter	68,00	12,00
Sinusgenerator inkl. Hybird ROJ-20	319,90	16,00
Akku Scheinwerfer oh. Gehäuse	31,50	10,00

100W/PPP siehe unsere Liste Nr. 01/9

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



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

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

elrad 1/1989	Bs.	Pl.
IEEE-488 f. PC	139,00	73,00
FBAS-RGB-Wandler	194,90	35,00
SMD-Meß-Kuli	10,70	3,00

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

**Fordern Sie unsere Liste Nr.: 03/9 gegen frankierten Rückumschlag an!**

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

## Lötendraht

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

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

## RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER • STUDIOTECHNIK •



Komplettbausatz alle elektronischen und mechanischen Bauteile einschließlich Chassis  
Vergoldetes Chassis auf Wunsch und gegen Aufpreis lieferbar.

Fertigergerät  
DM 2900,—  
DM 2200,—

PPP-Endstufenbausatz  
PPP-Netzteilbausatz  
Ausgangübertrager einschließlich vernickelter Haube  
Netztrafo einschließlich vernickelter Haube  
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:1+1  
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2  
Studio Line-Übertrager 1:1  
Studio Line-Split-Übertrager 1:1+1  
Ausgangsübertrager für 4x 6550 A (= KT 88)  
Ausgangsübertrager für 4x EL 84

## EXPERIENCE electronics Originalteile

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

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

DM 270,—	DM 125,—
DM 165,—	DM 290,—
DM 65,—	DM 65,—
DM 65,—	DM 65,—
DM 35,—	DM 43,—
DM 190,—	DM 140,—
DM 140,—	

## HiFi-Bausätze

Phasen-Umkehrstufe „Brücken-Teufel“	DM 58,—
High-End-Endstufe „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 79,—
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 107,—
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 127,—
Vorverstärker „Vorgesetzter“	DM 175,—
Steckernetzteil fertig montiert mit Renkstecker	DM 38,—

Original-Platinen bitte extra bestellen, sie sind nicht im Bausatzpreis enthalten.  
Lagerliste mit Bausätzen, Spezialteilen, FRAKO-Elkos, Metallband-, Metalloxid-Widerständen, selektierten NE 5534 und Fertigergeräten der Serie „Classic“, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System werden zugesandt gegen DM 1,80 Rückporto in Briefmarken. Bitte angeben, ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

## 19"-Gehäuse

Stabile Stahlblechausführung, Farbton schwarz, Frontplatte 4 mm Alu Natur, Deckel + Boden abnehmbar. Auf Wunsch mit Chassis oder Lüftungsdeckel.

1 HE/44 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST012	53,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST022	62,— DM
2 HE/88 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST023	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST032	73,— DM
3 HE/132 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST033	85,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST042	87,— DM
4 HE/176 mm	Tiefe 360 mm	Typ ST043	89,— DM
5 HE/220 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST052	89,— DM
6 HE/264 mm	Tiefe 250 mm	Typ ST062	98,— DM
Chassisblech	Tiefe 250 mm	Typ CA025	12,— DM
Chassisblech	Tiefe 360 mm	Typ CA036	15,— DM

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER 99,— DM

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER 79,— DM

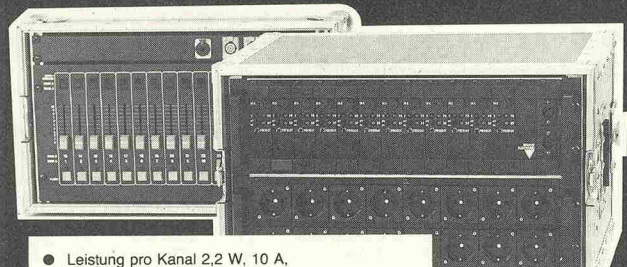
19"-Gehäuse für Parametrischen EQ (Heft 12/85) 79,— DM

Gehäuse- und Frontplattenfertigung nach Kundenwunsch sind unsere Spezialität. Wir garantieren schnellste Bearbeitung zum interessanten Preis. Warenversand per NN, Händleranfragen erwünscht.

**A/S-Beschallungstechnik, 5840 Schwerte**  
Siegel + Heinings GbR

Gewerbegebiet Schwerte Ost, Hasencleverweg 15  
Ruf: 0 23 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d

## Das Power Pack



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

Modulsystem  
19" 3HE

BEILFUSS  
ELEKTRONIK

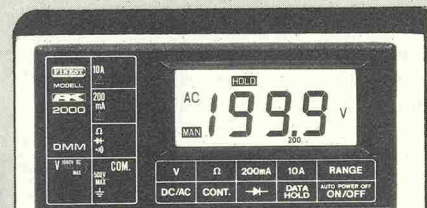
Beilfuss Scheidswaldstraße 30  
6000 Frankfurt/M. 60 Telefon: 0 69-4 95 09 50

RIM electronic 89  
Kompakß der Elektronik

Völlig neu überarbeitete Ausgabe, über 1280 Seiten stark! Mit umfangreichem techn. Buchteil mit zahlreichen Schaltungen, Plänen, Skizzen und Techno-Infos made by RIM und einem extrem breiten Elektronik-Angebot mit über 70 Warengruppen. Bestell-Nr. für das Jahrbuch 05-90-011.

Schutzgebühr 16,— DM. Bei Versand: Vorkasse Inland 19,— DM (inkl. Porto), Postgirokonto München, Nr. 244822-802. Nachnahme Inland 22,20 DM (inkl. NN-Gebühr).

RADIO-RIM GmbH, Bayerstr. 25, 8000 München 2  
Postfach 20 20 26, Telefon (0 89) 55170 20  
Telex 529166 rarim d, Telefax (0 89) 551702-69



## Stellen Sie Ansprüche:

Super-Jumbo-Display  
Unempfindliche Sensortasten  
Meßwertspeicher

Automatik-Aus  
Überlast-Totalschutz  
und noch so  
manches mehr

## AK-2000-Multimeter

gut wie die Besten, professionell und preiswert.  
Kompl. mit 1 Paar Sicherheitsmeßkabel, 1 Batterie, Bedienungsanleitung.  
Best.-Nr. 41-23-085

DM 98,50



Der Mainzer Atmosphärenchemiker Prof. Paul J. Crutzen, Ozonloch-Fachmann, pflegt zu sagen: „Wenn man die heute bekannte Luftchemie des Ozons mit jener vergleicht, die noch vor zehn Jahren galt, so könnte man meinen, es sei von einem anderen Planeten die Rede.“

Der „MPG-Spiegel“, eine regelmäßige Publikation der Max-Planck-Gesellschaft, hat sich in der Ausgabe vom 19. 12 1988 in mehreren Beiträgen mit der Ozonproblematik beschäftigt und kommt zu dem Schluß: „Wir werden unseren Planeten vielleicht schon in den nächsten 10 oder 20 Jahren nicht mehr wiedererkennen.“

Vielleicht noch früher. Ein holländischer Physiker, Mitarbeiter eines großen Elektro-Unternehmens, das elektronische Bauelemente, Unterhaltungselektronik und Glühlampen herstellt, schließt nicht aus, daß die Menschen bereits 1992 (auch) auf der nördlichen Erdhalbkugel nur noch mit UV-Schutzkleidung ins Freie gehen werden.

Die ersten, vorläufigen Ergebnisse der vor wenigen Monaten angelaufenen Untersuchung der Ozonsituation über der Arktis deuten, wie es heißt, auch dort auf eine Abnahme des Ozons hin. Unter diesen Umständen hält es die elrad-Redaktion für eine gute Sache, auf die mutmaßliche Ursache für das Entstehen des Ozonlochs hinzuweisen und den technisch-wissenschaftlich interessierten Lesern die vermuteten chemischen Abläufe darzulegen. Wir zitieren mit frdl. Genehmigung des MPG-Spiegels:

## Schwelle überschritten

### Die Crutzen-Arnold-Theorie zur Entstehung des antarktischen Ozonlochs

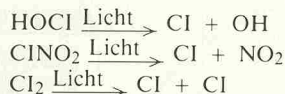
Es beginnt mit den FCKW, die im Verlauf von etwa zehn Jahren vom Boden in die Stratosphäre aufsteigen und dort von der ultravioletten Strahlung der Sonne zerlegt werden. Dabei entstehen freie Chlor-Atome — an sich höchst effektive Ozon-Vernichter, die aber umgehend in Salzsäure, HCl, und in Chlornitrat, ClONO<sub>2</sub> eingebunden werden. In dieser Form, in diesen sogenannten Reservoir-Gasen gebündelt, ist das Chlor ungefährlich für die Ozon-Moleküle.

Das ändert sich jedoch, sobald bei genügend tiefen Temperaturen die Kondensation von Salpetersäure-Wasser-Aerosolen auftritt. Denn dadurch werden zum einen, so die Crutzen-Arnold-Theorie in ihrer frühen Form, die Reaktions-Gleichgewichte zwischen den Spurengasen verschoben — so daß schließlich die Salzsäure (HCl) durch das Hydroxyl-Radikal (OH) zerlegt und aus ihr das Chlor freigesetzt wird.

Zum anderen laufen an den Salpetersäure-Wasser-Aerosolen auch oberflächen-katalysierte Prozesse ab — ein Sachverhalt, auf den man erst in jüngster Zeit gestoßen ist. Da-

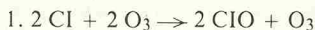
bei entstehen aus den beiden Reservoir-Gasen Chlornitrat und Salzsäure drei neue Chlorverbindungen, nämlich HOCl, ClONO<sub>2</sub> sowie Cl<sub>2</sub>, wobei letzteres die zweiatomige Form des Chlors ist.

Mit der Umbettung des Chlors aus den Reservoir-Gasen in diese Verbindungen wird in der kalten, polarnächtlichen Stratosphäre über der Antarktis gewissermaßen eine Bombe geschärft. Denn HOCl, ClONO<sub>2</sub> und Cl<sub>2</sub> sind photolytisch aktiv. Das heißt: Sie zerfallen unter Lichteinfall entsprechend den Reaktionsgleichungen:



Dabei werden jeweils freie Chlor-Atome gebildet. Genau das geschieht, wenn die Sonne gegen Ende der Polarnacht — am Südpol heißt das: Anfang September — in die antarktische Stratosphäre hineinleuchtet. Wie auf einen Zündfunken hin geht dann die 'Bombe' hoch, und es werden in großen Mengen Chlor-Atome freigesetzt, die in einer stürmisch ablaufenden, katalytischen Reaktionskette das Ozon abbauen.

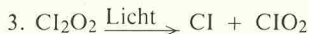
Die Kette besteht aus vier Schritten. Zunächst reagiert das Chlor mit dem Ozon:



Das dabei entstehende ClO, Chlormonoxid, reagiert dann mit sich selbst und bildet ein Doppelmolekül:



Dieses Molekül zerfällt unter Lichteinfall:



Schließlich wird das Chlordioxid ClO<sub>2</sub> noch durch Stoßreaktionen mit anderen Molekülen in der Lufthülle zerlegt:



Die vier Gleichungen summiert, liefern als Netto-Reaktion:



Oder, in Worten: Aus Ozon wird normaler Luftsauerstoff.

Die für diesen Abbau des Ozons in Reaktion (1) hineingesteckten Chlor-Atome werden über (2) bis (4) wieder freigesetzt, also nicht verbraucht. Sie stehen als Katalysatoren immer wieder von neuem zur Verfügung.

Als Zeichen, daß dieser kataly-

tische Chlor-Abbau in der antarktischen Stratosphäre abläuft, muß das Auftreten von Chlormonoxid ClO gewertet werden, das gemäß Reaktion (1) als Zwischenprodukt entsteht. Tatsächlich hatten amerikanische Wissenschaftler im Herbst 1987 eine außergewöhnlich hohe Konzentration dieses Gases im Bereich des Ozon-Lochs gemessen: Der ClO-Pegel lag um den Faktor 100 bis 1000 über dem Wert in der normalen Stratosphäre.

Wenn aber der Abbau von Chlor so abläuft wie in (1) bis (4) beschrieben, dann ergibt sich aus der Teil-Reaktionsgleichung (2) eine sehr ernste Konsequenz. Denn diese Reaktion von Chlormonoxid mit sich selbst — sie wurde im Laborbereich nachgewiesen — bedeutet, daß der Gesamtprozeß nicht linear verläuft, sondern quadratisch.

Das heißt: Wird die Menge an Chlormonoxid verdoppelt, vervierfacht sich die Rate seiner Selbstreaktion. Verdreifacht sich die Chlormonoxid-Menge, dann verneunfacht sich die Selbstreaktions-Rate.

Diese Erkenntnis, gepaart mit den gemessenen hohen Konzentrationen an Chlormonoxid in der antarktischen Stratosphäre, läßt befürchten: In der Antarktis ist die kritische Schwelle bereits überschritten. Die Lawine ist ins Rutschen gekommen, der Abbau-Prozeß beschleunigt sich selbst.

### Entwicklerhilfe

#### Patentrezept

Wie der DIHT meldet, steht die Patentdatenbank PATDPA hoch im Kurs. Der Abruf von Patentveröffentlichungen, Gebrauchsmustervorschriften sowie die Anmeldung von Patenten habe sich erheblich ausgeweitet.

Betrieben wird PATDPA von Scientific International (STN), einem Fachinfozentrum für Energie, Mathematik und Physik in 7514 Eckenstein-Leopoldshafen. Erstellt werden die Daten vom deutschen Patentamt in München. Die Recherchekosten betragen ca. 6,50 D-Mark pro Minute ohne Datenübertragungsgebühren.

### 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 Besetztzeichen. 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.)

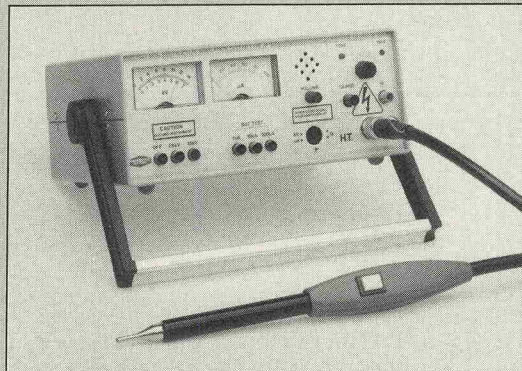






# Isolationstester

Isolationsfehler sind ein zwangsläufiges Ergebnis von Alterungsprozessen. Ein einzelnes betroffenes Bauteil kann bei Defekten dieser Art kostenintensive Nachfolgeschäden und hohe Sicherheitsrisiken zur Folge haben. Rechtzeitige zerstörungsfreie Isolationstests sind daher in vielen betrieblichen Bereichen wirtschaftlich sinnvoll und sicherheitstechnisch notwendig.



Isolationsprobleme gibt es nahezu bei allen Bauelementen und Baugruppen. Insbesondere Kondensatoren, Gleichrichter, Hochspannungswiderstände und Leistungshalbleiter sind hier zu nennen, daneben Geräte mit Wicklungen wie Spulen, Transformatoren, Motoren und Generatoren sowie natürlich Kabel und Isolationsmaterial. Eine im besonderen Maße betroffene Gruppe von Geräten sind alle Arten von medizinischen Apparaturen.

Häufige Ursachen für Isolationsfehler sind mechanischer Natur: Quetschung von Kabeln und Leitungen sowie Abrieb durch Schmutzteilchen,

metallischen Staub oder andere Fremdkörper sind hier unter anderem zu nennen. Daneben führen elektrolytische und chemische Zersetzungen nicht selten zur vorzeitigen Alterung von Bauteilen, die in jedem Falle durch hohe Betriebstemperaturen beschleunigt wird.

Der direkte Effekt einer schlechten Isolation ist entweder ein erhöhter Reststrom oder eine geringere Ionisationsfestigkeit. Höhere Restströme haben eine größere Erwärmung des Bauteils zur Folge, die wiederum den Isolationszusammenbruch beschleunigt, der zumeist dann erfolgt, wenn Spannungs-

spitzen das geschädigte Bauteil belasten.

Eine Überprüfung der Isolation kann auf verschiedene Arten erfolgen: durch Messen des Reststroms, durch Bestimmung der Durchschlagsspannung oder durch die Entscheidung, daß die Isolation größeren als normalen Betriebsspannungen standhält.

Eine einfache Methode, die Qualität einer Isolation zu testen, besteht darin, es einer hohen Gleichspannung auszusetzen. In jedem Isolationsmaterial gibt es eine Anzahl freier Elektronen, die sich unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes, wie es von

einer hohen Spannung erzeugt wird, beschleunigen lassen. Dieser Elektronenfluß wird als Reststrom bezeichnet.

Übersteigt die angelegte Gleichspannung und damit die Feldstärke einen bestimmten Wert, so gewinnen die Elektronen derart an Energie und Schnelligkeit, daß sie in der Lage sind, weitere, bisher gebundene Elektronen aus dem Isolationsmaterial herauszuschlagen — die Zahl der freien Elektronen steigt exponentiell über der Zeit.

Der bei diesem Prozeß rasch anwachsende Strom, der ohne eine von außen wirksame Begrenzung zur Zerstörung des Prüflings führen würde, kann, sofern er entsprechend gering gehalten wird, jedoch auch als Meßgröße für eine zerstörungsfreie Isolationsprüfung interpretiert werden.

Nach diesem Prinzip arbeitet der Isolationstester JP 15 des Jülicher Herstellers RE-Instruments. Das Gerät enthält eine stufenlos zwischen 0 und 7,5 kV bzw. 15 kV einstellbare Gleichspannungsquelle, aus der der Prüfling gespeist wird. Während des Tests wird die Spannung so lange

erhöht, bis der Isolationswiderstand zusammenbricht. Bei diesem Vorgang erfolgt zwar an der schwächsten Stelle des Materials eine Koronaentladung, eine Schädigung des Prüflings wird jedoch vermieden, da der Strom auf maximal 300 µA begrenzt wird.

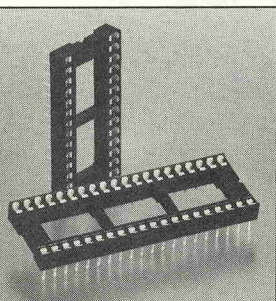
Die Anzeige des Reststroms erfolgt über ein Analoginstrument in den Bereichen 1 µA, 10 µA und 100 µA, die größte Auflösung beträgt 10 nA. Darüberhinaus kann die einsetzende Ionisierung auch akustisch angezeigt werden. Zu diesem Zweck ist das JP 15 mit einem Lautsprecher und mit einem Audioverstärker mit vorgeschaltetem Tiefpaß versehen, an den auch ein Kopfhörer oder ein Oszilloskop angeschlossen werden kann.

Der Isolationstester JP 15 muß von einer externen 12-Volt-Gleichspannungsquelle versorgt werden und ist damit insbesondere für den mobilen Einsatz geeignet. Daneben gibt es die Version JP 15 U, die außerdem für den Netzanschluß geeignet ist und mit einem gesonderten Akkupaket versehen werden kann.

## IC-Fassungen

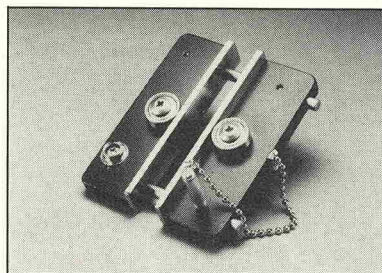
### Festgeklemmt

Die Wuppertaler Firma Quick-Ohm liefert neue



IC-Fassungen des Herstellers Zetronic. Diese besonders dichten Fassungen aus glasfaserverstärktem Polyester und mit zweiseitigen Federkontakten vermeiden Lötprobleme und gewährleisten eine hohe Zahl von Steckzyklen bei Einsteck- bzw. Ausziehungskräften von 3,3 bzw. 4 N. Die Preise für die IC-Fassungen beziehen sich direkt auf die Kontakthöhe und betragen ab einem Rechnungswert von DM 1000,— DM 0,69 pro Pin.

## Werkzeuge Richt' euch!

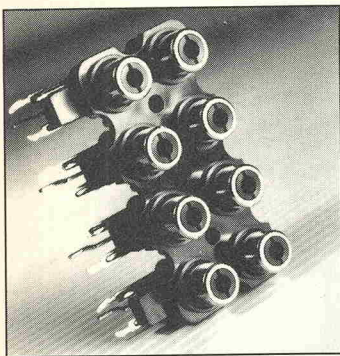


Selbst neue ICs in neue Fassungen zu drücken ist zuweilen recht mühsam: Geht's beim ersten Versuch schief, sind auch gleich die Beinchen schief, ebenso wie bei ge-

zogenen ICs oder solchen aus der großen Grabbelkiste. Mit Hand und Pinzette ist hier nur schwer etwas zu richten. Besser geht es mit dem neuen einstellbaren IC-

Kontakttrichter 03-8525 von Ok Industries, Eschborn, mit dem alle ICs von 0,3" (7,6 mm) bis 1,0" (25,4 mm) gerichtet werden können. Das Werkzeug ist mit einem Erdanschluß versehen und besteht aus zwei Hälften, die über zwei Präzisionsstifte gegeneinander verschiebbar sind. Zur genauen Einstellung der gängigen IC-Breiten dient ein Positionierstift, unübliche IC-Größen lassen sich mit einer Feststellschraube arretieren.





### Steckverbindungen

## Rückwand neu belebt

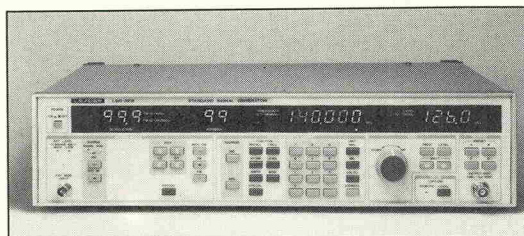
Wer Sorgen mit seiner Geräterückwand hat, sollte bei acoustic design in Meckenheim Trost suchen. Hier geht es nicht um die einzelne Buchse. Cinch-, DIN-, Antennen- und Netz-Buchsen, Terminals, Schraub- und Klemmverbindungen werden gleich in kompletten, anwendungsgerechten Reihen und Blöcken angeboten, die den Zusammenbau von Audiokomponenten wesentlich erleichtern können.

### AM/FM-Meßsender LW bis UKW

Das gesamte Rundfunkband von 100 kHz bis 140 MHz überstreicht der Meßsender LSG-3215 von Leader, der von der Heinz-Günter Lau GmbH in Ahrensburg vertrieben wird. Der Generator arbeitet nach dem PLL-Synthesizer-Prinzip und ist somit quarzstabil auf allen Frequenzen. Die Abstimmung erfolgt im Bereich unter 30 MHz in 100-Hz-Schritten, im Bereich ab 30 MHz in 1-kHz-Schritten. Der Ausgangspegel kann in Stufen von 0,1 dB im Bereich zwischen -20 bis 126 dB $\mu$ V variiert werden. Ebenso wie die Frequenz und der Ausgangspegel werden der Modu-

tionsfaktor bei AM-Betrieb bzw. der Frequenzhub bei FM-Betrieb über ein numerisches Tastenfeld eingegeben und auf einem Display angezeigt. Bis zu 100 solcher Presets können gespeichert werden. Bei Stromausfall sichert eine Pufferbatterie die Eingabedaten. Fernbedienung aller Funktionen ist über eine 24polige Buchse an der Rückwand möglich, ein GP-IB-Interface kann nachgerüstet werden.

Das Grundgerät LSG-3215 kostet DM 5415,— + Mwst. Außerdem ist der Meßsender unter der Bezeichnung LSG-3216 für DM 5680,— + Mwst. als erweiterte Version erhältlich, die zugleich FM-Stereo-Modulation ermöglicht.



### Meßwertplotter

## Nimmt zu Protokoll

Das klassische Ausgabe-gerät für Meßwertkurven, die protokolliert und dokumentiert werden müssen, ist der Plotter. Der neue Meßwertplotter MWPL von der Firma Ortloff Meßtechnik aus Dinkelsbühl erledigt diese Aufgabe in sieben verschiedenen Farben sowie unter Hinzufügen von Uhrzeit und Datum.

Besonders anpassungsfähig und universell einsetzbar wird das Gerät durch seine Lieferbarkeit in den verschiedensten Ausbaustufen. So ist als Minimalausstat-

tung die Plottermechanik mit Controller im 19/2"-Gehäuse bereits für DM 585,— erhältlich.

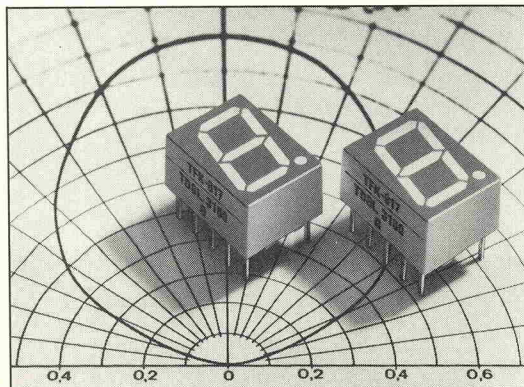
Die auf dem Foto gezeigte, voll ausgebaute Version enthält neben der Plottermechanik mit Controller einen 4,5-stelligen AD-Wandler, ein 2-zeiliges, beleuchtetes LCD-Display zur Anzeige der Meßwerte und für die Menüführung vier Menütasten sowie das Netzteil inklusive Batteriepack und Ladegerät. In dieser höchsten Ausbaustufe kostet das Gerät DM 2680,—.

### Bauelemente

## High efficiency

Speziell für batteriebetriebene Meßgeräte, Taxameter, Telefonautomaten und andere Geräte mit geringer Leistungsaufnahme sind die neuen 7-Segment-Displays von Telefunken

entwickelt worden. Die 10 mm hohen roten LED-Anzeigen TDSL 3150 und TDSL 3160 liefern eine mittlere Leuchtstärke von 260  $\mu$ cd bei 2 mA und von 1000  $\mu$ cd bei 5 mA.

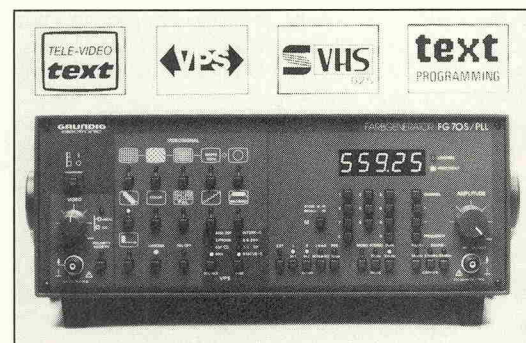


### Farbgenerator

## Auch für Super-VHS

Der Farbgenerator FG 70 S/PLL von Grundig ist jetzt neben einer Videotext-Prüfmöglichkeit und einem RGB-Ausgang auch mit einem S-VHS-Ausgang lieferbar. An der 'Hosiden-Buchse' stehen Luminanz- und Chrominanzsignal getrennt zur Verfügung. Das Gerät für die PAL-Normen B und G ist mikroprozessorgesteuert und bietet somit eine einfache Bedienung.

Zur Abstimmung des quarzstabilen Hf-Teils in PLL-Technik, das den Bereich von 30 bis 860 MHz inklusive Sonderkanäle und Hyperband lückenlos abdeckt, können Frequenz oder



Kanal direkt eingegeben werden, wobei 16 Eingaben speicherbar sind.

Normfarbbalken, sechs Farbflächen, Demodulator-Testbild, Gitter, Schachbrett, Punktraster, 100-%-Weißbild und Kreisring stehen als Testsignale zur Verfü-

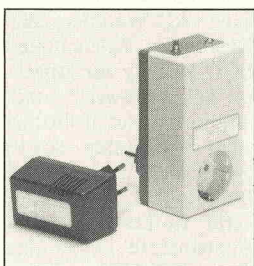
gung. Spezielle Prüfsignale, wie bewegtes Testbild und Multiburstsignal, erleichtern die Servicearbeiten an Videorecordern. Zur Überprüfung der Stereofunktionen ist der Generator mit allen erforderlichen Stereo- und Zweitonsignalen ausgestattet.



## Alarmgeräte

### Wenn die Lichter ausgehen

Schlimme Dinge sind es, die die Freiburger Firma T.I.B. für den Fall eines 'Blackouts' prophezeit: Verdorbenes Lebensmittel, kein warmes Wasser, tote Fische... um nur drei Beispiele zu nennen. Und damit werden keinesfalls die möglichen 'Blackouts' prophezeit: Verdorbenes Lebensmittel-Umweltministern angesprochen, sondern der schlichte Ausfall des Stromes, für dessen Bereitstellung der Verbraucher bekanntlich zahlen muß, ohne im Schadensfall Ersatzansprüche anmelden zu dürfen.

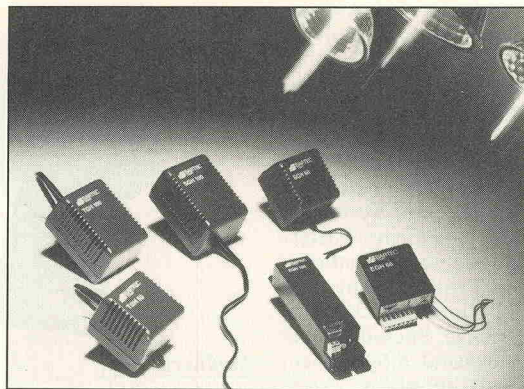


Verbraucherselbstschutz läßt sich hier mit dem Stromausfall-Alarm STA 220 betreiben, mit dessen Hilfe es noch rechtzeitig gelingen kann, die Inhalte von Tiefkühltruhen, Aquarien und Wecker-Speichern zu retten.

## Digitalisiertablett

### Zeichnung im Rechner

Das Digitalisiertablett Hermes K 6405 wurde für die interaktive Arbeit an graphischen Bildschirmarbeitsplätzen konzipiert und kann in den verschiedensten CAD/CAM-Systemen eingesetzt werden, da es kompatibel zu jeglicher Standardsoftware ist. Seine geringe Höhe von 45 mm und die kleinen



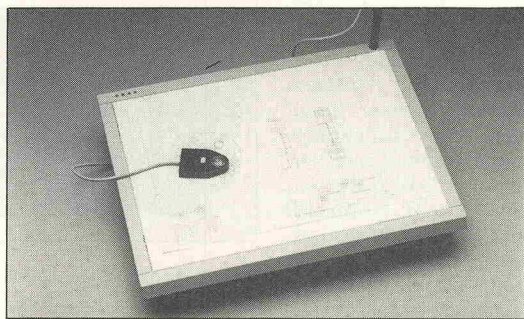
## Halogen-Lichttechnik Leichtgewicht

Der besondere Reiz der im privaten Bereich noch relativ neuen Halogen-Beleuchtungen liegt in den nahezu schwerelos leichten und filigranen Konstruktionen, die sich dank der offenen Niedervolt-Verdrahtung fast einschränkungslos verwirklichen lassen. Das 'dicke Ende vom Licht' ist hier in der Regel der Trafo, der zwar bei Tisch- und Stehlampen häufig für die erwünschte Standhaftigkeit sorgt, der jedoch bei Decken- und Hängekonstruktionen nicht übel am Dübel zieht.

Leichteres Geschütz sind da die 'Elektronischen Trafos für Niedervolt-Halogenlampen', die seit kurzem die Firma Bartec Compit aus Walldürn-

Altheim anbietet. Der Vergleich von herkömmlichen Eisentrafos mit einem dieser Geräte, hinter denen jeder Elektriker sogleich primär getaktete Netzteile erkennt, erschöpft sich nicht allein in einem Gewichtsverhältnis von 3 kg zu 230 g. Günstiger als beim Blech liegen auch Regelverhalten, Spannungsstabilität und Wirkungsgrad. Daneben sind die Überlast- und Temperatursicherungen unzerstörbar, weil elektronisch, und das Gerät ist an nahezu allen preiswerten Dimmern für ohmsche Lasten zu betreiben.

Die 'Trafos' sind als Einbaumodule, als direkt steckbare Gehäuse oder als Schnur-Zwischentrafos in den Leistungsklassen 20...60 W sowie 40...100 W im Fachhandel erhältlich.



Abmessungen von 496 x 385 mm erlauben eine bequeme Handhabung des Gerätes, das inklusive Netzteil nur ca. 3,5 kg wiegt. Einschließ-

lich Styluspenn und Cursor wird das K 6405 zum Preis von DM 1990,— von der H & H Handels GmbH in 6477 Limes- hain vertrieben.

## Bauelemente

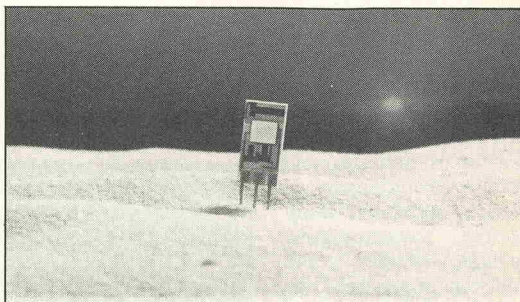
### Halleffekt gegen Ausfalldefekt

Eine neue Serie digitaler Stromsensoren von Honeywell soll den Ausfall wichtiger Verbraucher schnell und problemlos überwachen helfen. Die Elemente der Baureihe CCSD werden in den Meßbereichen von 3,5 bis 15 A geliefert und sind für Platinenmontage geeignet.

Die Sensoren enthalten eine Induktionsspule, die mit dem zu überwachenden Stromkreis in

Reihe geschaltet wird. Das so erzeugte Magnetfeld wirkt auf einen Halleffekt-Chip, dessen Ausgangsinformation zu einem TTL-kompatiblen Signal weiterverarbeitet wird. Der Schaltungspunkt der Anordnung ergibt sich aus der Luftspaltlänge der Spule und kann werksseitig auf jeden Wert innerhalb des Betriebsbereichs eingestellt werden.

Anwendungen sieht der Hersteller vor allem bei der Steuerung und Überwachung von Ampelanlagen und Flughafeneinfahrungen sowie bei Motoren.

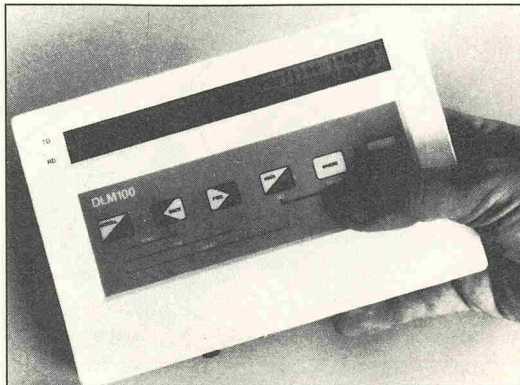


## RS-232-Datenmonitor

### Testzweig

Nicht viel größer als eine Video-Cassette ist der neue RS-232-Datenmonitor DLM 100 von TGS-Telonic, Köln. Das batteriebetriebene Gerät ist einfach anzuschließen, unkompliziert zu bedienen und besitzt ein gut ablesbares LCD-Display, das in zwei Zeilen zu 40 Stellen den Speicherinhalt vorwärts oder

rückwärts laufend (scrolling) oder seitenweise (line by line) in vier Geschwindigkeiten anzeigt. Eine 'Where-Button'-Anzeige gibt den aktuellen Status der sechs wichtigsten Schnittstellenleitungen zusammen mit der Summe aller ankommenden sowie der im Speicher befindlichen Bits an. Daneben kann der DLM ein formatiertes Listing in Hex oder in ASCII an einen Drucker ausgeben.





# elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

## Heft 2/89

ELISE: INP/Disp + Speicher/Wandler + Trenn/Treiber + NT/Sync + $\mu$ P-Karte + Sonstiges (o. Zubehör)	zus. So	DM 247,80
Halogen-Dimmer (Netzteil lieferbar)		DM 26,90
Unterwasserleuchte (o. Lampe)		DM 23,50
Hybrid-Sinusgenerator	So	DM 266,80
Black-Devil BRUECKE mit Übertrager		DM 66,90

## Heft 12/88

Maßnahme: Hauptplatine	Sso	DM 339,10
NT-Dreierkarte		DM 64,80
Schrittmotor: Steuerkarte		DM 33,20
Treiberkarte		DM 54,70
Heizungsthermostat mit Nachtabsenkung		DM 44,30
TV-Modulator		DM 33,90
Universelle DC getaktete Motorsteuerung		DM 9,95

## Heft 11/88

Netz-Modem	Sso	DM 155,50
C64-Soundsampler		DM 59,80
Vollautomatischer Tester		DM 26,90
Elektroakustischer Türöffner		DM 31,70

## Heft 10/88

Midi-Balpedal: Midi Platine		DM 129,70
VFO-Zusatz für 2-m-Empfänger		DM 22,60
FBAS-RGB-Wandler (o. Verzög.) mit Audio	So	DM 99,80
E.M.M.A.-C-84-Brücke		DM 59,50
Video-Kopierschutz-Filter		DM 29,90
SMD-Panelmeter		DM 58,80

### Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

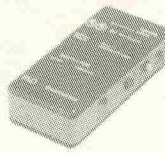
Mit den original-ELRAD-Platinen wird auch Ihnen der Nachbau leichter fallen. Wir liefern Platinen/Sammelmappen/Bücher/Bauteile. Liste älterer Teilesätze gegen DM 0,80 Rückporto. Lieferungen erfolgen per NN oder Vorauskasse.

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

# Leider wieder aktuell!

## Geigerzähler mit Komfort nach ELO Juli 1986

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



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

**Digitale Auswertung:** Betriebsspannung 6,5—10 Volt. Stromaufnahme 4 mA; mit Summer 28 mA; mit Anzeigen bis 80 mA. Wardschwelle: 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 Anzeigengruppe können Sie das kostensparende Vorauskassen-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,— Warenwert plus DM 5,— für Porto und Verpackung (Ausland DM 7,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Stadtparkasse Mönchengladbach Konto-Nr. 81 059 — BLZ 310 500 00. Postgirokonto Köln 235 088 509.

# HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

Waldstraße 13 · 5531 Oberbettingen · Telefon 065 93/10 49

## HARDWARE

16 Bit A/D-D/A Wandler	239,— DM
16 Kanal Logik Analyser	239,— DM
Profi-Eprommer	239,— DM
Eprom Simulator	289,— DM

## SOFTWARE

65 C 02 Cross-Assembler	179,— DM
8051 Cross-Assembler	179,— DM
Harddisk Autoparker ACC	49,— DM
Demo Disk Assembler	10,— DM

## TECHNICAL TOOLS

☎ 06 21 / 33 50 00

Wollschläger, Richter Ziegler GDBR  
Kobellstraße 13 · 6800 Mannheim 1

# IEEE-488-Interface

für IBM-PC/XT/AT und Kompatibel, aus elrad 1/89, direkt vom Entwickler, NEC 7210-Version, erfüllt alle Anforderungen des IEEE-488-Standards, National-kompatibel

IEEE-488-Interface Fertiggerät	DM 378,00
IEEE-488-Interface Bausatz	DM 298,00

## dialog II - IEEE-488-Kommunikationssoftware

für IEEE-488-Interface, komplett mit interaktivem Testprogramm und hochkomfortablen Befehlssätzen für 9 Programmiersprachen (Basic, Fortran, Pascal, C, Assembler etc.)  
Softwarepaket dialog II

IEEE-488-Industriepaket: IEEE-488-Interface gem. Industriestandard, Softwarepaket dialog III mit div. Utilities, 30-Tage-Technical Support	DM 1285,00
--	------------

### Weiterhin lieferbare Adapter:

C64-IEC: Betrieb von C64-Druckern (serielle Schnittstelle) am PC	DM 95,00
PC-VC1541: Betrieb der C64-Floppy am PC (alle Funktionen)	DM 165,00
PC-GPIB: Betrieb von CBM-Druckern/Plottern (8000-Serie) am PC	DM 185,00
TA-Gabi: Schreibmaschine Gabriele 9009 als Typenraddrucker am PC	DM 119,00

## bentrup instrumente mikrocomputersysteme

Nonnenweg 7, 6300 Giessen, Tel. 06 41/4 89 37, Fax 06 41/4 63 70, Autotel. 0161/2 62 1140



# HIGH-END RÖHREN SELEKTIERT RAUSCHARM

GT-7025 24,00 / GT-12AT7 30,00 / GT-12AX7 30,00 / GT-ECC83 24,00 / GT-6L6 Duett 100,00 / GT-6L6 Quartett 200,00 / GT-6V6 Duett 100,00 / GT-EL34 Duett 120,00 / GT-EL34 Quartett 240,00 / andere Typen a.A.

Weiterhin liefern wir professionelle Lautsprecher, hochwertige Bühnenelektronik, Bauelemente und Zubehör.

Lieferung per Nachnahme + Porto. Liste gegen 2,00 DM in Briefmarken

## SOUND EQUIPMENT M. Eisenmann

Kohlenstr. 12 \* 4630 Bochum \* Tel. 0234/450080 \* BTX 0234450080

## SMD-Sortimente

### MIRA-SMD-Verpackungscontainer

(227 x 160 x 28 mm)  
mit 130 Einzel-dös'chen (leer)  
DM 29,50



### SMD-Hobbysortiment DM 139,—

mit 815 Chip-SMD-Bauteilen im Verpackungssortiment  
Widerstände: 66 Werte 10R-4,7M E12 je 10 St.  
Kondensatoren: 18 Werte 1p-470n E3 je 5 St.  
Dioden: 5 Typen je 5 St.  
Transistoren: 4 Typen je 10 St.

weitere Sortimente im SMD-Katalog

SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher u. a.  
SMD-Katalog und Hauptkatalog M14 (100 S) gegen DM 2,— in Briefmarken

### MIRA-ELECTRONIC

K. und G. Sauerbeck Beckslagergasse 9  
8500 Nürnberg 1 Tel. 09 11/55 59 19



# Halogen-Licht — selbstgemacht —

## 12-V-Halogen-Lampen mit Kaltlichtspiegel, Silber,

51 mm $\varnothing$ , Fass. GX 5,3	
20 Watt, spot 11° ESX	DM 19,90
20 Watt, flood 38° BAB	DM 19,90
35 Watt, spot 8° FRB	DM 21,90
35 Watt, flood 38° FMW	DM 21,90
50 Watt, spot 12° EXT	DM 21,90
50 Watt, flood 40° EXN	DM 21,90
50 Watt, superflood 60° FNV	DM 24,90
20 Watt, flood/Prismenfrontglas	DM 32,—
50 Watt, flood/Prismenfrontglas	DM 32,—

## 12-V-Halogen-Lampen mit Aluspiegel, 48 mm $\varnothing$

20 Watt, spot 10°, Sockel G-4	DM 13,50
20 Watt, flood 15°, Sockel G-4	DM 13,50

## 12-V-Halogen-Lampen o. Reflektor

10 Watt, Sockel G-4	DM 9,95
20 Watt, Sockel G-4	DM 9,95
35 Watt, Sockel G-6,35	DM 9,95
50 Watt, Sockel G-6,35	DM 9,95
75 Watt, Sockel G-6,35	DM 11,50
100 Watt, Sockel G-6,35	DM 11,50

HALO-Fass. G-4 DM 3,95, G-5,3 DM 4,25, G-6,3 DM 4,95

Spannseil, CU-verzinkt, 4 mm<sup>2</sup>, per Meter DM 3,45

Spannseil 4 mm<sup>2</sup>, ab 10 m/p.m. DM 3,20

Selbstbefestigungssatz für Wandmontage, kompl. mit Spanner, Schrauben, Seilklemmen DM 29,50

Selbstbefestigungssatz, dto., in PLEXI, kompl. mit Spanner, Schrauben, Seilklemmen DM 39,50

Kroko-Klemmen, 6 Stück DM 1,95

Deckeneinbauleuchte mit Fass. G-5,3, schwenkbar, schwarz, weiß, braun DM 39,80

## 12-V-Netzrafo für Halogen-Lampen

El-Kern mit Fußwinkel, 72 Watt	DM 21,50
El-Kern mit Fußwinkel, 108 Watt	DM 29,50
El-Kern mit Fußwinkel, 150 Watt	DM 39,50
Ringkernrafo n. VDE 0550, 220 Watt	DM 89,—

## SICHERHEITSTRAFO 220/12 V im Gehäuse

MM-Möbelenbauleuchten, Thermo- bzw. Feinsicherung, mit Kabel, Schalter u. Stecker

100 Watt, max. 5 x 20-W-Lampen	DM 77,—
200 Watt, max. 10 x 20-W-Lampen	DM 117,—
300 Watt, max. 15 x 20-W-Lampen	DM 230,—

Sonderliste DM 1,—

Halogen, Trafos, NC-Akkus, Bleiakkus

Versand per Nachnahme + Porto.

**BAHN ELECTRONIC-GMBH**  
Telefon (02 11) 35 04 49  
Kurfürstenstr. 39/41 Nähe HBF  
**4000 DÜSSELDORF**



## Sonderposten Becher-Elkos

16 500 $\mu$ F / 75 V	STK = 11,50 DM
30 000 $\mu$ F / 50 V	STK = 14,90 DM
39 000 $\mu$ F / 50 V	STK = 16,90 DM
44 000 $\mu$ F / 50 V	STK = 18,90 DM
54 000 $\mu$ F / 30 V	STK = 12,50 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 Elrad Bausätzen einzeln bekommen.

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder im Abbuchungsverfahren. Kein Mindestbestellwert.



# Meßverstärker

Der OpAmp von seiner besten Seite

Michael Oberesch

**Meßverstärker, neu-deutsch: Instrumentation Amplifiers, sind mehr als normale, für Meßzwecke eingesetzte OpAmps. Und es sind auch keine aus Normalserien selektierten Positivausreiber. Meßverstärker werden für spezielle Probleme entwickelt, sie sind präziser als OpAmps, oft auch universeller im Einsatz und in der Anwendung — und leider auch etwas teurer.**

werden über die Gegenkopplungen der beiden OpAmps auf beide Seiten von  $R_G$  übertragen, so daß hier ein Spannungswert ansteht, der der Differenz der Eingangsspannungen entspricht. Diese Spannung treibt einen gemeinsamen Strom durch  $R_G$ , der wiederum eine verstärkte Differenzspannung am Ausgang zur Folge hat.

Gleichtaktspannungen, Spannungen also, die an beiden Eingängen gleich sind, liefern kein Signal an  $R_G$  und werden somit auch nicht verstärkt. Sie erscheinen allerdings unverstärkt (mit der Verstärkung 1) an den Ausgängen von  $A_1$  und  $A_2$ . Die Unterdrückung dieser Gleichtaktkomponenten übernimmt die Stufe  $A_3$ , die als Subtrahierer wirkt und deren Ausgangssignal nur von der Differenz der beiden Eingangssignale bestimmt wird.

Das Maß der Gleichtaktunterdrückung ist dabei kritisch abhängig von der Übereinstimmung der Widerstände in dieser Stufe. Andererseits werden hier eventuelle Differenzen erst dann wirksam, nachdem das Signal bereits eine Verstärkung in der ersten Stufe erfahren hat. Höhere Verstärkungen sind also automatisch mit einer höheren Gleichtaktunterdrückung verbunden — eine Eigenschaft, die sehr von Vorteil ist, wenn kleinste Differenzsignale in Gegenwart großer Gleichtaktstörungen zu verarbeiten sind.

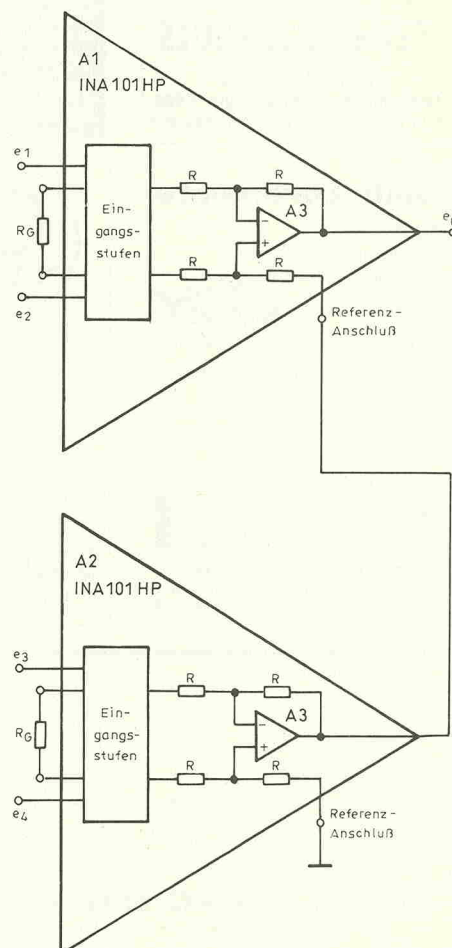
## Zugriff auf's Innere

In ihrer einfachsten Betriebsart stellt sich die Drei-OpAmp-Schaltung nach außen wie ein einzelner OpAmp dar. Universeller und vielseitiger als ein normaler Operationsverstärker wird die Schaltung dagegen, wenn eine äußere Zugriffsmöglichkeit zu allen Ein- und Ausgängen der Innenschaltung besteht. Aus Kostengründen und zur Begrenzung der Anzahl der Pins werden in der

Praxis normalerweise jedoch nicht alle inneren Punkte nach außen geführt. Die Hersteller beschränken sich auf eine Auswahl solcher Anschlüsse, die bestimmte, häufig gewünschte Funktionen ermöglichen.

Zu den in der Regel zugänglichen Verbindungen gehört der Referenzanschluß, der der Festlegung der Leerlauf-Ausgangsspannung dient. Normalerweise liegt dieser Anschluß auf Masse (Bild 1). In diesem Fall stellt sich bei einer differentiellen Eingangsspannung von Null auch die Ausgangsspannung auf Null ein. An-

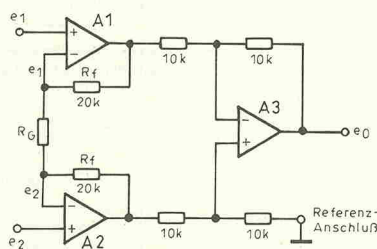
**Bild 2.**  
Der bei Meßverstärkern separat herausgeführte Referenzanschluß erlaubt eine einfache Kombination mehrerer ICs zur Summierung von Signalen.



Typisch für eine ganze Gruppe von Meßverstärkern ist die bekannte Drei-OpAmp-Schaltung mit zwei nichtinvertierenden OpAmps  $A_1$  und  $A_2$  im Eingang, die auf einen nachgeschalteten Differenzverstärker  $A_3$  arbeiten (Bild 1). Die Meßverstärker INA 101, 102, 104 und 110 von Burr-Brown, die hier vorgestellt werden, sind nach diesem Prinzip aufgebaut.

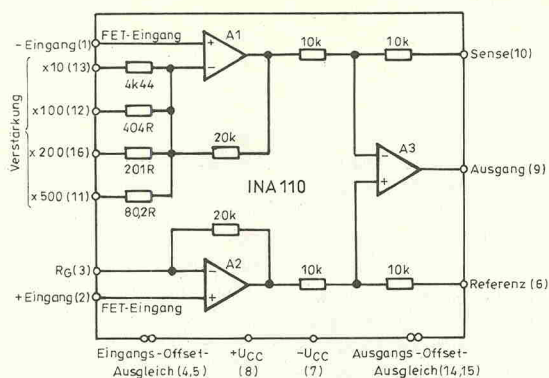
## Drei-OpAmp-Schaltung

Wie in Bild 1 zu sehen ist, verfügen die beiden Eingangsstufen der Drei-OpAmp-Schaltung über einen gemeinsamen Gegenkopplungswiderstand  $R_G$ . Diese Tatsache verleiht den Eingängen der beiden Verstärker ihr Differenzverhalten: Die Eingangssignale  $e_1$  und  $e_2$



**Bild 1.** Die klassische Drei-OpAmp-Schaltung bildet die Grundlage für die meisten Meßverstärkerkonzepte.





**Bild 3. Der INA 110 ist ein schneller Meßverstärker mit FET-Eingang. Integrierte Widerstände zur Verstärkungseinstellung und ein separat herausgeführter Sense-Anschluß machen ihn universell einsetzbar.**

denfalls ergibt sich ein Ausgangs-Offset, das zum Beispiel dann erwünscht sein kann, wenn eine Pegelverschiebung gefordert wird oder wenn die Polarität der Ausgangsspannung eingeschränkt werden muß, (z.B. beim Treiben eines AD-Wandlers).

### Summier-Verstärker

Wird in den Referenzanschluß eines Meßverstärkers anstelle eines festen Spannungswertes ein Signal eingespeist, dann wird das Ausgangssignal auf diesen Wert bezogen, so daß es zu einer Addition beider Signale kommt. Bild 2 zeigt die zugehörige Schaltung unter Verwendung zweier INA 101. Theoretisch läßt sich diese Summationsschaltung beliebig erweitern, indem jeder zusätzliche Verstärker den Referenzanschluß des nächsten steuert.

Im Prinzip kann zur Steuerung jede Signalquelle herangezogen werden. Eine wichtige Anforderung ist jedoch eine sehr niedrige Ausgangsimpedanz von weniger als 1 Ohm. Höhere Werte würden das interne Widerstandsnetzwerk des Meßverstärkers unzulässig beeinflussen und damit die Gleichtaktunterdrückung verschlechtern.

### Gutes besser machen

Eine der wichtigsten und hervorragendsten Eigenschaften eines jeden Meßverstärkers ist seine hohe Gleichtaktunterdrückung, die bereits ohne be-

sondere zusätzliche Maßnahmen in der Regel bei Werten oberhalb 100 dB liegt. Doch auch hier lassen sich durch Feinabgleich noch beträchtliche Verbesserungen erzielen.

Sehr einfach gestaltet sich dieser Abgleich beim INA 110, bei dem neben dem Referenz-Anschluß auch noch der Anschluß 'Sense' herausgeführt ist (Bild 3). Mit einem Trimpoti zwischen diesen beiden Pins, dessen Abgriff am Ausgang liegt, lassen sich innere Unsymmetrien problemlos beseitigen. Der Einfluß dieses Abgleichs auf den Verstärkungsfaktor der Schaltung ist nahezu unbedeutend und kann in der Regel in Kauf genommen werden.

Leider bietet sich diese Form der Gleichtaktoptimierung nicht bei jedem Meßverstärker an. Die anderen Typen aus der Reihe, der INA 101, der Low-Power-Typ INA 102 sowie der INA 104, verfügen nicht über den notwendigen zusätzlichen Sense-Anschluß.

Dennoch ist auch hier mit etwas erhöhtem Aufwand ein Abgleich allein über den Referenzanschluß möglich. Theoretisch müßte nämlich an diesem Pin lediglich ein Potentiometer zum Einsatz kommen, mit dem sich ein Bereich zwischen positiven und negativen Widerstandswerten überstreichen ließe. Solch ein Poti gibt es selbstverständlich nicht als separates Bauelement, es läßt sich aber mit Hilfe eines zusätzlichen OpAmps auf einfache Weise si-

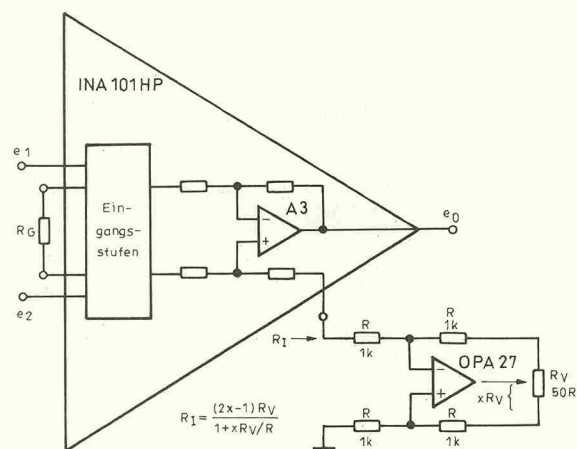
mulieren. Bild 4 zeigt die entsprechende Schaltung: Das Trimpoti  $R_V$  bestimmt hier das relative Maß der positiven oder negativen Gegenkopplung eines externen OpAmps, der damit einen Widerstand beliebigen Vorzeichens nachbildet.

Mit dieser Abgleichmaßnahme läßt sich die Gleichtaktunterdrückung bei jeder gewünschten Verstärkung um mindestens 20 dB verbessern. Bei einer Verstärkung von 100 ergeben sich damit beim INA 101 Werte von bis zu 130 dB, vorausgesetzt der Abgleich erfolgt im betriebswarmen Zustand und mit einer Widerstandsgenauigkeit von weniger als 1 ppm.

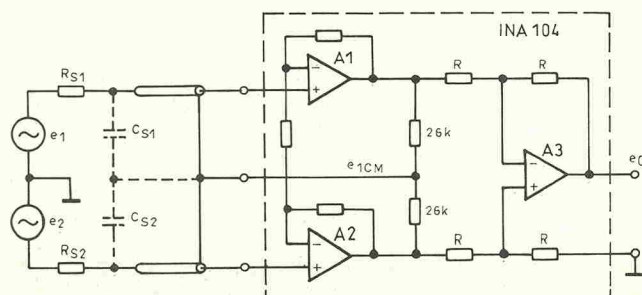
### Aktive Abschirmung

Es wäre wenig sinnvoll, wenn die hervorragendste Eigenschaft des Meßverstärkers, seine hohe Gleichtaktunter-

drückung, an anderer Stelle im Schaltungsverlauf zunichte gemacht würde. Eine prinzipielle Schwachstelle bilden hier die Eingangskabel, die zumeist als abgeschirmte Leitungen ausgelegt sind. Die übliche Praxis, die Abschirmung dabei auf Massepotential zu legen, führt jedoch, wie leicht einzusehen ist, in der Regel zu einer eklatanten Abnahme der Gleichtaktunterdrückung: Quellenwiderstand und Kabelkapazität bilden hier parasitäre und für jeden Eingang getrennte Tiefpaßfilter, die in der Praxis niemals exakt gleich sein werden und somit die Eingangssignale unterschiedlich stark dämpfen. Jeglicher Unterschied zwischen beiden Signalen wird aber vom Meßverstärker als differentielle Störung interpretiert. Dämpfungsunterschiede von nur 0,01 % bewirken somit bereits eine Begrenzung der Gleichtaktunterdrückung auf 80 dB.

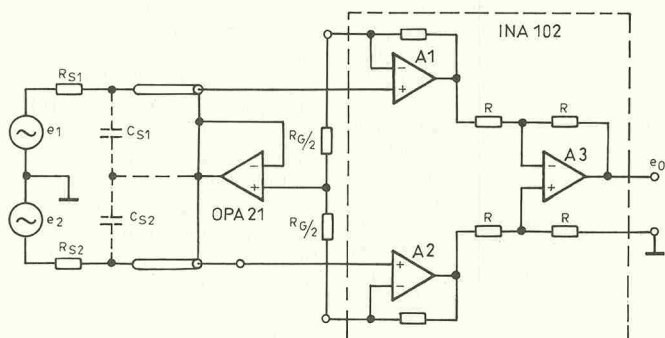


**Bild 4. Auch Meßverstärker, die nicht über gesonderte Abgleich-Anschlüsse verfügen, lassen sich mit Hilfe einer kleinen Zusatzschaltung auf beste Gleichtaktunterdrückung optimieren.**



**Bild 5. Bei einigen Meßverstärkern ist ein gesonderter Anschluß für eine aktive Abschirmung herausgeführt.**





Abhilfe schafft hier die aktive Abschirmung, bei der nicht die Schaltungsmasse den Bezugspegel bildet, sondern das Gleichtaktsignal selbst. Das Potential des Abschirmmantels folgt also dem Gleichaktpotential, so daß (außer der ohne-

**Bild 6. Fehlt der Anschluß für eine aktive Abschirmung, so schafft auch hier eine kleine zusätzliche Schaltung Abhilfe.**

hin zu messenden Differenzspannung) keinerlei Spannungen zwischen Abschirmung und Meßleitung auftreten — und damit auch kein Tiefpaßverhalten.

Das Gleichtaktsignal zur Ansteuerung der Abschirmung läßt sich auf einfache Weise aus den Eingangsinformationen eines Meßverstärkers gewinnen: Es ist der Mittelwert aus den Eingangssignalen.

Beim INA 104 wird es zum Beispiel durch zwei interne Widerstände am Ausgang der beiden ersten Verstärkerstufen abgegriffen und an einen separaten, zugänglichen Pin geführt, an den direkt die Abschirmung angeschlossen werden kann (Bild 5).

Andere Meßverstärker verfügen nicht immer über diesen zusätzlichen Anschluß. Doch auch hier läßt sich mit Hilfe eines weiteren OpAmp Abhilfe schaffen. Bild 6 zeigt die Schaltung: Der Widerstand  $R_G$ , der die Verstärkung der Eingangsstufen bestimmt, wird in zwei gleiche Hälften unterteilt. An seinem Mittelpunkt ergibt sich die gewünschte Gleichtaktspannung, die — über einen Impedanzwandler geführt — das Abschirmpotential bildet.

Splittet man den Widerstand  $R_G$  mit einer Ungenauigkeit von 1 %, so läßt sich mit Hilfe dieser Maßnahme ein um 40 dB besseres Ergebnis erwarten als bei einer an Masse gelegten Abschirmung. □

**POP**  
 electronic GmbH

Der kompetente  
 Lieferant des  
 Fachhandels für  
 Hobby-Elektronik

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

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

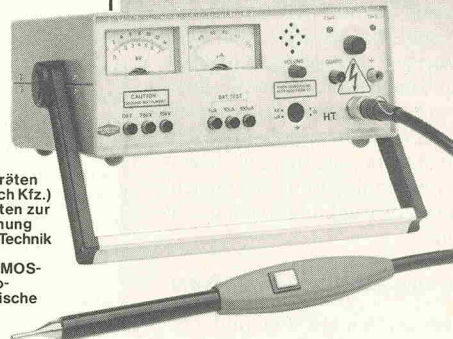
*15000 Volt  
 Tragbar!*

**Isolationstester JP 15**

- Mobiler Einsatz (Akkus, Batterien, 12 V-Gleichspannung und Netzbetrieb)
- Prüfspannung bis 15 kV, auch extern schaltbar
- Hochspannungs-Voltmeter (15 kV) und Strommesser (3 Bereiche, Auflösung bis 10 nA)
- Überschlüsse/Durchbrüche hörbar durch eingeb. Lautsprecher
- Guard-Technik: geschirmte Meßanschlüsse gegen Störfelder
- leicht, kompakt, Ein-Hand-Betrieb

**Test von**

- Hochspannungs-Bauteilen: Kondensatoren, Widerstände, Gleichrichter, Thyristoren
- Isolatoren, Isoliermaterialien
- Transformatoren, Motoren, Generatoren, Spulen
- Kabeln
- Hochspannungs-Geräten
- Zünd-Systemen (auch Kfz.)
- Medizinischen Geräten zur Patienten-Überwachung
- Antennen und Radar-Technik
- Flugzeug-Technik
- Computer-Räumen, MOS-Arbeitsplätzen, Büro-Einrichtungen, (statische Aufladung) usw.



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, Telefax 0 24 61/5 68 31, Telex 833 609



# Kurzer Prozeß

Systemkarte

## Ingolf Hellmann

In den letzten Jahren hat die digitale Signalverarbeitung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Neben immer leistungsfähigerer Hardware wurden Algorithmen gefunden, mit denen Signalprozesse auf digitalem Wege realisiert werden können, die vorher der konventionellen Analogtechnik vorbehalten waren. Der Einstieg in diesen High-Tech-Bereich der Elektronik wird durch das hier vorgestellte Signalprozessor-System möglich.

Unter einem Signal versteht man eine physikalische Größe als Funktion der Zeit, die als Träger einer Information fungiert. In der Signalverarbeitung ist ein Signal immer eine elektrische Spannung in Abhängigkeit von der Zeit, da für die Verarbeitung jede physikalische Größe zuerst mit Sensoren und Konvertern in ein elektrisches Signal umgewandelt wird.

In der digitalen Signalverarbeitung muß ein kontinuierliches Signal zuerst digitalisiert werden, um es binär verarbeiten zu können. Anschließend erfolgt wieder die Umsetzung in analoge Werte.

Ein digitales Signal besitzt im Gegensatz zu einem kontinuierlichen Signal nur einen diskreten Werte- und Definitionsbereich. Das heißt, daß bei einem solchen Signal während eines Zeitintervalles nur einer von endlich vielen Spannungswerten zugeordnet wird.

Bei einem kontinuierlichen Signal kann jedem Zeitpunkt einer von unendlich vielen Spannungswerten zugeordnet werden. Ein System mit beispielsweise 8-Bit-Quantisierung kennt nur 256 unterschiedliche Spannungswerte.

Grundsätzlich werden in der Analogtechnik alle Signale

durch ihre Bearbeitung verfälscht. Eine Verfälschung der bearbeiteten Signale kann zwar in der digitalen Signalverarbeitung auch auftreten, doch sind die dort entstehenden Fehler wesentlich besser zu kontrollieren. Nachfolgend die Nachteile der analogen Signalverarbeitung:

- In jeder Verarbeitungsstufe erhöht sich der Rauschpegel.
- Die analogen Stufen sind vor allem bei kleinen Signalpegeln sehr empfindlich gegen die Einkopplung von Störsignalen.
- Das Nutzsignal wird durch nichtideale Bauelemente so-



## Digiales Signalprozessor-System (1)

wohl linear als auch nichtlinear verzerrt.

● Eine genaue Reproduzierbarkeit der Verarbeitungsschritte ist durch die Alterung der Bauteile und die Temperaturdrift nur sehr aufwendig oder gar nicht zu erreichen.

● Der Phasengang des Systems ist meist eine Funktion der Frequenz und keine Konstante.

### Beim 'Kurzen Prozeß' im Zeugenstand: Die Systemkarte.

Jeder kennt die Tatsache, daß eine Audioaufnahme durch mehrfaches Überspielen deutlich an Qualität verliert. Die Audiotechnik hat zwar heute eine hohe Qualität erreicht, doch sind die oben angeführten Punkte immer noch die Kernprobleme der Analogtechnik, die gute Systeme eben teuer machen.

In der digitalen Signalverarbeitung hat man die aus der Analogtechnik bekannten Probleme

me nur einmal, am Anfang und am Ende der Kette: In den analogen Stufen vor beziehungsweise nach den AD/DA-Wandlern.

Beim Vergleich von analogen und digitalen Verfahren treten an die Stelle der Kennlinien auf der analogen Seite die Algorithmen auf der digitalen Seite. Hierdurch wird eine größtmögliche Reproduzierbarkeit sichergestellt. Man kann sogar per Programm das in der digitalen Signalverarbeitung benötigte Rauschen für die Signalsynthese exakt reproduzieren.

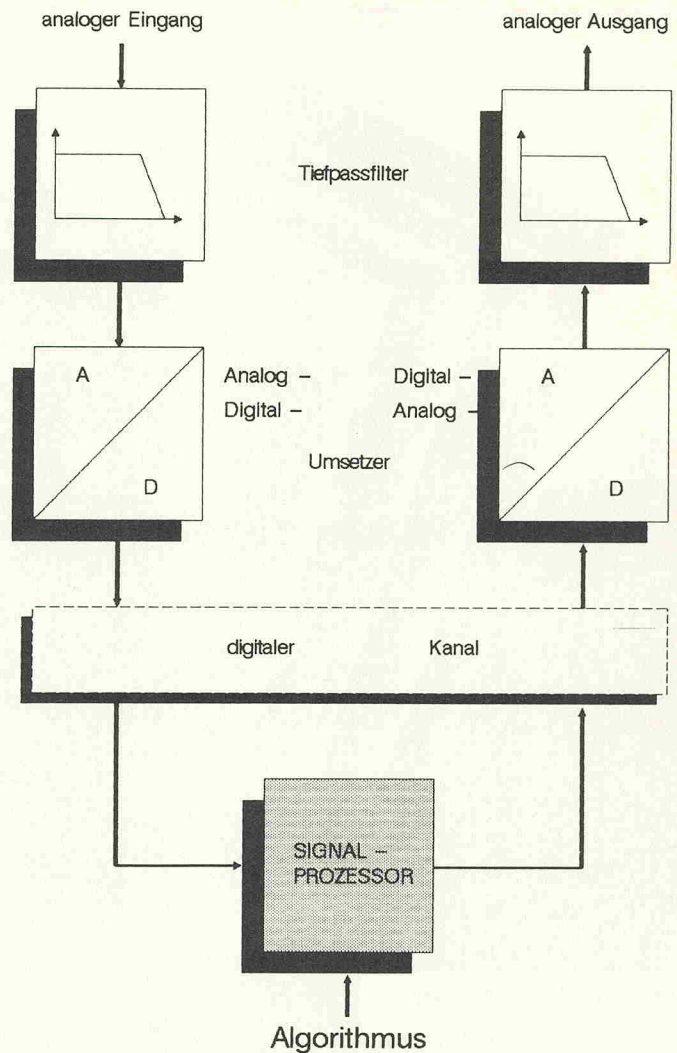
Den prinzipiellen Ablauf der digitalen Signalverarbeitung zeigt Bild 1. Zuerst müssen die analogen Daten mit einem A/D-Wandler digitalisiert werden. Dabei werden aus dem kontinuierlichen Analogsignal in gleichbleibend kleinen Zeitabständen Proben entnommen und digitalisiert, das heißt, der Analog-Digital-Umsetzer ordnet jeder Probe ein passendes Binärwort zu.

Nach der Bearbeitung durch den DSP werden die als 'Samples' bezeichneten Binärworte über einen Digital-Analog-Umsetzer wieder in ein analoges Signal umgewandelt und ausgegeben.

Die Vorteile liegen auf der Hand: gute Reproduzierbarkeit, keine Toleranzen, keine Alterung oder Drift, geringe Störanfälligkeit, große Flexibilität und Effizienz.

In der Audiotechnik sorgen die 'digitalen' Komponenten Compact Disc und DAT dafür, daß Störgeräusche in der Übertragungskette vermieden werden. In Fernsehgeräten wird schon ein großer Teil der Signalwege digitalisiert, wodurch teure Arbeitspunkteinstellungen in der Fertigung eingespart werden. Dazu gibt es eine Menge Anwendungen in der professionellen Technik: digitale Filter, digitale Regelkreise, Spektrumanalyse, Signalgeneratoren, Sprachsynthese und Sprachanalyse.

Erst die Einführung von Signalprozessoren ermöglichte den breiten Einsatz der digitalen Signalverarbeitung.



**Bild 1. Das Prinzip eines digitalen Signalverarbeitungssystems. Bei DAT-Rekordern ist das Magnetband der digitale Kanal.**

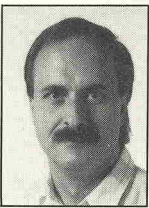
Die Domäne der Signalprozessoren sind Anwendungen, bei denen rechenintensive Algorithmen — wie eben in der Signalverarbeitung — auftreten. Für dieses Einsatzgebiet ist ihr Befehlssatz und Aufbau optimal ausgerichtet.

Kennzeichen eines DSPs ist die sogenannte Harvard-Architektur, das heißt, Daten- und Programmspeicherbereiche sind getrennt. Auf beide wird über separate Busse parallel zugegriffen. Das spart natürlich Zeit gegenüber einem sequentiellen Zugriff auf einen Speicher für Opcode und Daten, wie bei Prozessoren nach dem Universalrechner-Aufbau.

Bei dem in diesem System eingesetzten Signalprozessor TMS32010 spricht man von einer modifizierten Harvard-Architektur, weil der Programmspeicher auch als Datenspeicher benutzt werden kann.

Ein Hardware-Multiplizierer und ein Barrel Shifter sorgen für kurze Rechenzeiten. So benötigt der 32010 für die Multiplikation zweier 16-Bit-Worte bei 20 MHz Taktfrequenz 200 ns. Mit Hilfe des Barrel Shifters wird ein Datenwort in 200 ns in den Accumulator geladen und vorher mit zwei hoch 0...15 multipliziert. Das gleiche gilt für eine Addition beziehungsweise Subtraktion.

### Der Autor



lung für die in diesem Bereich eingesetzten Mikrokontroller. Neben allerlei sportlicher Betätigung zu Lande, auf dem Wasser und ... , nein, in der Luft nicht, ist seine Freizeit der 1 1/2 jährigen Tochter gewidmet.

Ingolf Hellmann, Elektroingenieur, Jahrgang 54, arbeitet seit 1980 in der Entwicklungsabteilung für Videorekorder und Fernsehgeräte bei Philips. Seine Aufgabe umfaßt die Software-Erstellung



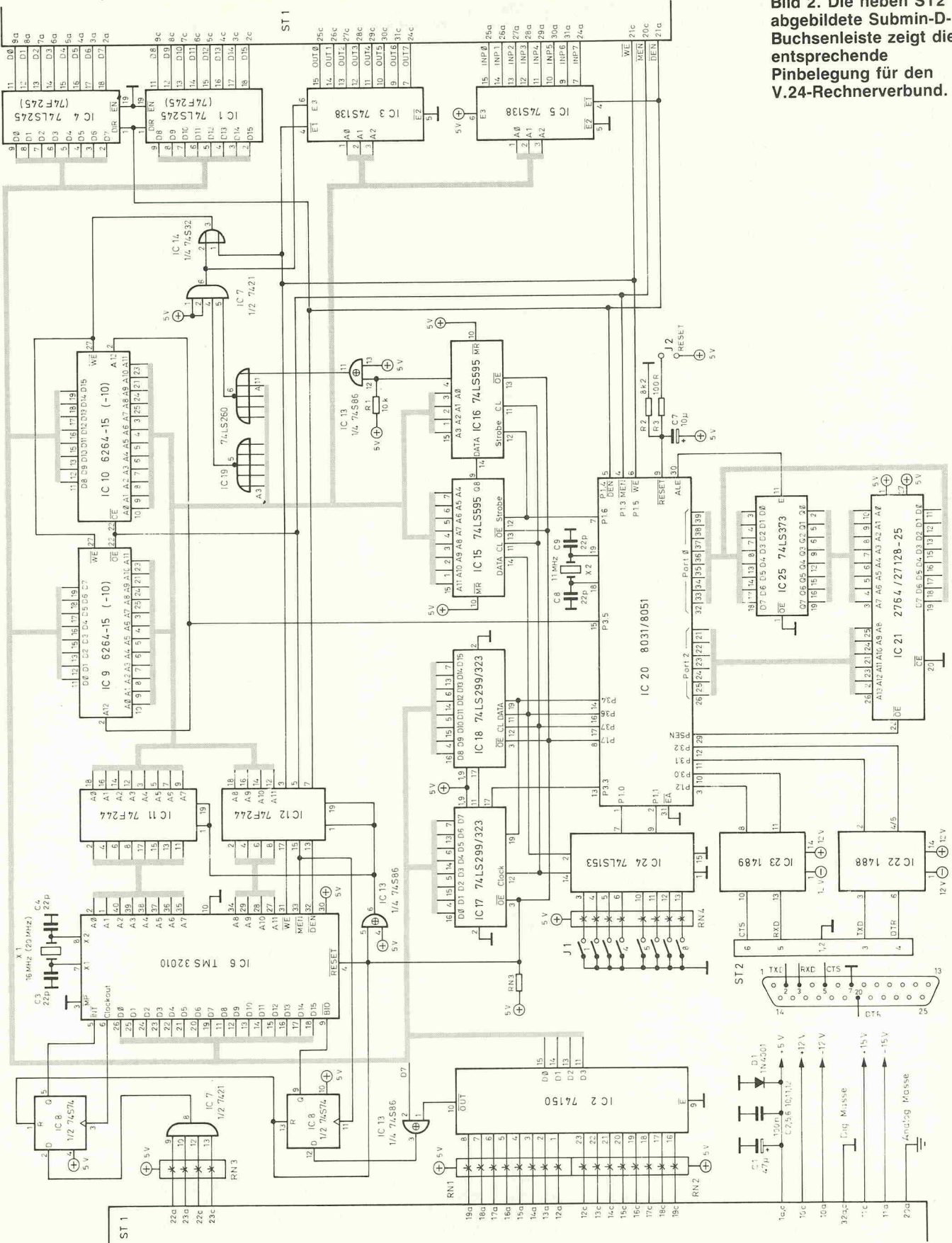


Bild 2. Die neben ST2 abgebildete Submin-D-Buchsenleiste zeigt die entsprechende Pinbelegung für den V.24-Rechnerverbund.



Das hier vorgestellte System ermöglicht einen preiswerten Einstieg in die digitale Signalverarbeitung. Es ist zum einen ein Entwicklungssystem, bestehend aus der in diesem Heft vorgestellten Systemkarte, einer Speicherkarte und einer AD/DA-Wandlerkarte sowie einem Assembler für den TMS32010. Zum anderen wird das System zu einem Speicheroszilloskop ausgebaut, mit fertigen Programmen zum Beispiel für die Spektrumanalyse. Als Display dient ein normales Analogoszilloskop.

Alle Systembaugruppen sind auf Platinen im Europaformat untergebracht, ihre Verbindung untereinander erfolgt über VG-Leisten und einer entsprechenden Backplane.

### Kennzeichen eines DSPs ist die Harvard-Architektur.

Das DSP-System läßt sich von einem Rechner über die RS-232-Schnittstelle mittels eines Terminalprogrammes steuern. Man kann beispielsweise Programme in das System laden und diese dann starten oder Programmspeicherbereiche ansehen und verändern.

Der Betrieb des Systems ist auch 'Stand-Alone' möglich. Zu diesem Zweck wird nach einem Reset eines von 15 abrufbaren Programmen von dem 8031 Hostprozessor in den Arbeitsspeicher des 32010 geladen und gestartet.

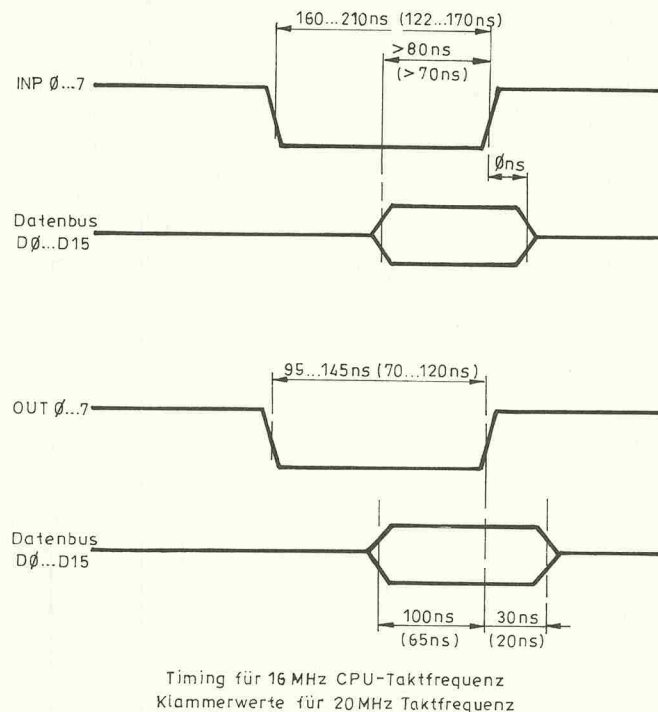
Auf der Speicherkarte können Konstanten (zum Beispiel Sinuskoeffizienten) in EPROMs bereitgehalten, sowie Abtastwerte und Rechenergebnisse im RAM gespeichert werden.

Wichtigster Verfahrensbeteiligter im 'kurzen Prozeß' ist die Systemkarte. Die Bilder 2 und 4 zeigen das Schaltbild und den Bestückungsplan.

Über seinen 16-Bit-Datenbus und 12-Bit-Adreßbus spricht der TMS32010 seinen externen Programm- und Datenspeicher von  $4k \times 16$  Bit an. Die verbleibenden  $4k \times 16$  Bit können nur vom System-Controller IC20

adressiert werden. Bei einer Taktfrequenz von 20 MHz sind RAM-Bausteine mit einer maximalen Zugriffszeit von 95 ns, bei einem 16-MHz-Takt RAMs mit 145 ns Zugriffszeit notwendig. Diese Zeiten sind 'Worst-Case-Angaben'. Da man aber sicher nicht den erlaubten Temperaturbereich von  $0 \dots 70^\circ \text{C}$  voll ausnutzt, liegt man auch mit 100- beziehungsweise

Die Systemkarte kann acht 16-Bit-Eingangs- und Ausgangsports ansprechen. Diese Ports werden bei einer IN- oder OUT-Instruktion durch die unteren drei Adreßbits des 32010 selektiert. Die 3-zu-8 Dekoder 74138 geben den Impuls an den entsprechenden Ausgang weiter. Das Timing für die Ansteuerung der Eingangs- und Ausgangs-Bausteine zeigt Bild 3.



**Bild 3. Das Timing für Input- und Output-Operationen.**

150-ns-RAMs im sicheren Bereich.

Die ICs 3, 5, 8, 13 und 14 (74138, 7474, 7486, 7432) sollten auf jeden Fall S-Typen sein und bei 20 MHz Taktfrequenz müssen die ICs 1 und 4 (74245) Fast-TTL-Ausführungen sein.

Mit einer festverdrahteten Logik (IC7 und 19, 7421, 74260) wird entschieden ob ein Ausgangs-Port angesprochen oder ein RAM-Speicherplatz beschrieben wird. Adressen kleiner als acht aktivieren das IC 74138 (IC3) für die Selektion der Portadresse. Bei Adressen größer als acht wird der WE-Impuls an die RAMs (IC9, 10) durchgegeben.

Der BIO-Eingang (nähere Erklärung erfolgt wenn der 'Assembler' im Zeugenstand ist) wird durch den Multiplexer IC2 auf 16 Eingänge erweitert, wobei die Eingänge ST1, 12a... 19a und 12c...19c durch eine EXOR-Verknüpfung von Datenbit 7 und dem Ausgang des Multiplexers auf die Bedingung 'H' oder 'L' abgefragt werden

### Nachgefragt

**elrad:** Herr Hellmann, warum haben Sie in ihrem DSP-System einen TMS32010 eingesetzt? Einen Prozessor der ersten Generation und, gemessen an der Rechengeschwindigkeit heutiger DSPs, mit 200 ns Befehlszykluszeit eine 'lahme Krücke'.

**Hellmann:** 200 ns als lahm zu bezeichnen... nun gut, das ist Ansichtssache. Aber höhere Geschwindigkeiten mit einem geeigneten DSP zu erzielen ist nicht das Problem. Das Drumherum muß ja auch stimmen. Damit meine ich Speicher, Portbausteine und Logik-ICs für beispielsweise 100-ns-DSPs, wie den 32010-Nachfolger 320C20. Diese schnellen Bauelemente bei den einschlägigen Anbietern in Einzelstückzahlen zu beschaffen, ist, wenn überhaupt möglich, dann doch fast unbezahlbar.

**elrad:** Also doch ein Kompromiß? Ganz lehrreich aber nicht brauchbar.

**Hellmann:** Ich bin der festen Überzeugung, daß Entwicklungen für und auf dem TMS32010 nicht nur derzeit ihre Anwendungen finden, sondern den Entwickler auch in der Zukunft nicht im Regen stehen lassen. Bei Texas Instruments befindet sich derzeit gerade eine CMOS-Kontrollerversion — übrigens mit 160 ns — des 32010\* mit ROM und RAM auf dem Chip vor der Markteinführung. Mein System ist für dieses IC eine ideale Entwicklungsumgebung. Weiterhin existiert für den DSP56000 von Motorola eine Umkodiersoftware.

**elrad:** Dürfen wir in näherer Zukunft weitere Entwicklungen auf DSP-Basis von Ihnen erwarten?

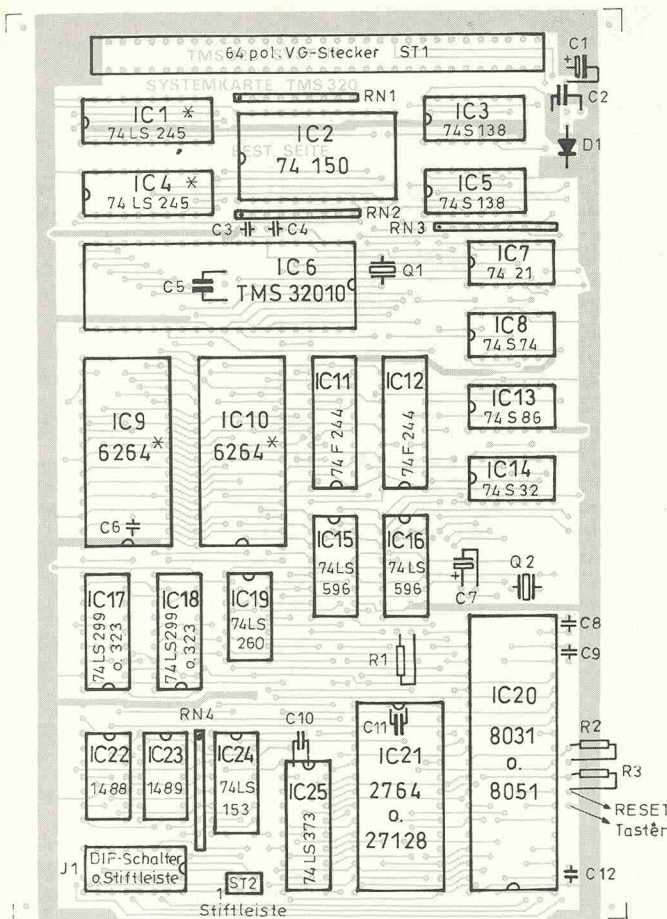
**Hellmann:** Aber sicher.

**elrad:** Wir danken für diese Drohung.

\* Typenbezeichnung: DSC320C14

\*\* Befehlszykluszeit: 97 ns





**Bild 4.** Bei der Bestückung der Systemplatine sollte auf Kondensatoren geachtet werden, die sich unter den ICs befinden.

## Stückliste

### Systemkarte

Halbleiter (Werte in Klammern für 20-MHz-Version)	
IC1,4	74LS245 (74F245)
IC2	74150
IC3,5	74S138
IC6	TMS32010
IC7	7421
IC8	74S74
IC9,10	RAM 6264-15 (6264-10)
IC11,12	74F244
IC13	74S86
IC14	74S32
IC15,16	74LS595
IC17,18	74LS299/323
IC19	74LS260
IC20	MAB8031/51
IC21	EPROM 2764/128, 250ns
IC22	MC1488
IC23	MC1489
IC24	74LS153
IC25	74LS373
D1	1N4001

Widerstände (alle 1/4W, 5%, wenn nicht anders angegeben)	
RN1...4	Widerstandsnetzwerk 8x10k
R1	10k
R2	8k2
R3	100R

Kondensatoren	
C1	47µF
C2,5,6,10,11,12	100nF
C3,4,8,9	22pF
C7	10µF, 16V
Sonstiges	
Q1	Quarz 16 MHz (20 MHz)
Q2	Quarz 11 MHz
1 8-fach DIP-Schalter o. Stiftleisten	
1 6 pol. Stiftleiste, doppelreihig	
1 Taster	
1 64 pol. VG-Steckerleiste	
2 40 pol. DIL-Fassungen	
3 28 pol. DIL-Fassungen	
7 20 pol. DIL-Fassungen	
1 24 pol. DIL-Fassung	
5 16 pol. DIL-Fassungen	
7 14 pol. DIL-Fassungen	
1 Platine 'Systemkarte'	

können. Hierbei macht man sich zunutze, daß die unteren acht Bit des Opcodes für den Befehl BIOZ (F600h) nicht relevant sind und so zur Kodierung des gewünschten Eingangs und des gewünschten Pegels genutzt werden können. Im Assembler ist dies durch die Einführung zusätzlicher Opcodes berücksichtigt.

Der Interrupteingang wird durch ein UND-Gatter (IC7) auf vier Interruptleitungen (ST1 22, 23, a und c) erweitert. Um herauszufinden welcher Eingang ausgelöst hat, verbindet man sie mit vier BIO-Eingängen und fragt diese in der Interruptroutine ab.

Als Hostprozessor dient der Microcontroller 8031/51. Mit seiner eingebauten UART-Schnittstelle stellt er über die V.24-Treiber 1488/89 die Verbindung zwischen der Systemkarte und einem Computer her. Die Signalbelegung der Stiftleiste ST2 ist Bild 5 zu entnehmen.

Um Zugriff auf den Arbeitsspeicher des TMS32010 zu haben, muß der Datenport des

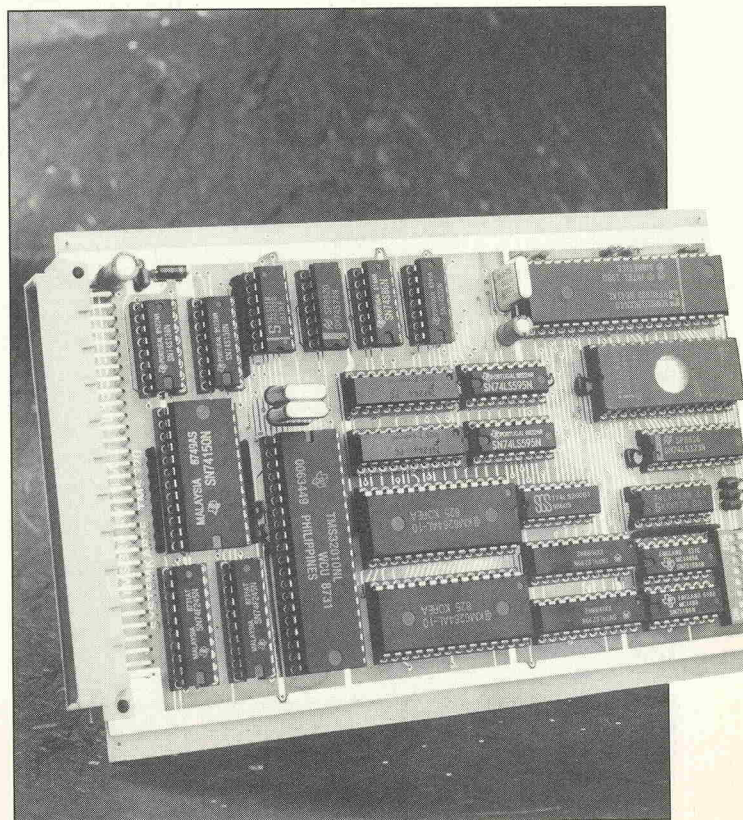
ST2 Systemkarte					
Masse	---	1	2	---	Masse
TxD	---	o	o	---	DTR
RxD	---	o	o	---	CTS
		5	6		

**Bild 5.** Stiftbelegung der V.24-Schnittstelle.

Signalprozessors in den Tri-state-Zustand übergehen. Dies wird erreicht, wenn der 8031 mit einem seiner Ausgangsports den Signalprozessor in den Reset-Zustand versetzt.

Da der Adreßbus des 32010 keine Tristate-Ausgänge besitzt, wird er über zwei TTL-Treiber 74244 vom Signalprozessor getrennt.

**Für Tests mit dem Systemtakt wurde ein 20- und ein 16-MHz-Quarz zusammengeklebt, gewissermaßen Verlust- 'Protected'.**





## Digitales Signalprozessor-System (1)

Dip Schalter Bit 3 2 1 0	Übertragungs- geschwindigkeit Bit/s
0 0 0 0	19,2
0 0 0 1	9,6
0 0 1 0	4,8
0 0 1 1	2,4
0 1 0 0	1,2
sonst	9,2

**Tabelle 1. Einstellbare Übertragungsgeschwindigkeiten.**

DIP-Schalter Bit 8 7 6 5	Programm Startadresse	Länge des Programms
0 0 0 0	kein Programm laden	
0 0 0 1	800h	4 K
0 0 1 0	1800h	2 K
0 0 1 1	2000h	1 K
0 1 0 0	2400h	1 K
0 1 0 1	2800h	1 K
0 1 1 0	2C00h	0,5 K
0 1 1 1	2E00h	0,5 K
1 0 0 0	3000h	0,5 K
1 0 0 1	3200h	0,5 K
*	*	*
*	*	*
1 1 1 1	3C00h	0,5 K

**Tabelle 2. Die Adressen für den Autostart.**

Zugriff auf den Speicher des DSPs hat der Microcontroller über die Schieberegister 74299 und 74595, welche auch die Steuerung der acht 16-Bit-Eingangs- und Ausgangsports erlauben.

Mit dem Eingangsmultiplexer 74153 (IC24) werden DIP-Schalter abgefragt, die zum einen die Übertragungsgeschwindigkeit (Tabelle 1) der seriellen

Schnittstelle festlegen und zum anderen das Programm auswählen, welches nach Einschalten des Systems aus dem EPROM (IC21) in den Arbeitsspeicher des TMS32010 geladen und dann gestartet wird. Die Startadressen sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Im EPROM sind neben dem Betriebsprogramm und der Terminalsoftware zusätzlich noch die Programme BIO.OBJ ab Adresse 500h und REG.OBJ ab 600h abgelegt. Mit diesen Programmen können die BIO-Eingänge und die Register des 32010 abgefragt werden. Sie werden nach einem Reset des Hostcontrollers in den oberen 4-kByte-Bereich des System-RAMs geladen und vom 'Terminalrechner' gestartet während der 32010 ein Programm abarbeitet.

Für das Auslesen der Register wird der TMS32010 für 2µs in Reset gehalten und nach dem Neustart die noch vorhandenen Registerinhalte in das System-

RAM kopiert. Nach einigen 100 ms erfolgt die Übergabe an den Steuerrechner.

In den nächsten Folgen des 'kurzen Prozesses' werden die 'Zeugen' Terminalprogramm und 32010-Assembler 'aufgerufen' und weitere Hardware-*'Beweisstücke'* vorgelegt. □

### Literaturhinweis:


Michael Fabig: *Analoge Welt A/D*, c't 3/88, S. 198

Ralf Bauer: *Frequenzen wegrechnen*, c't 12/87, S. 92

Digitale Signalprozessoren, Sonderheft 244 d. Elektronik, Franzis Verlag

Digital Signal-Prozessor TMS320, Sonderdrucke aus der Elektronik, Texas Instruments

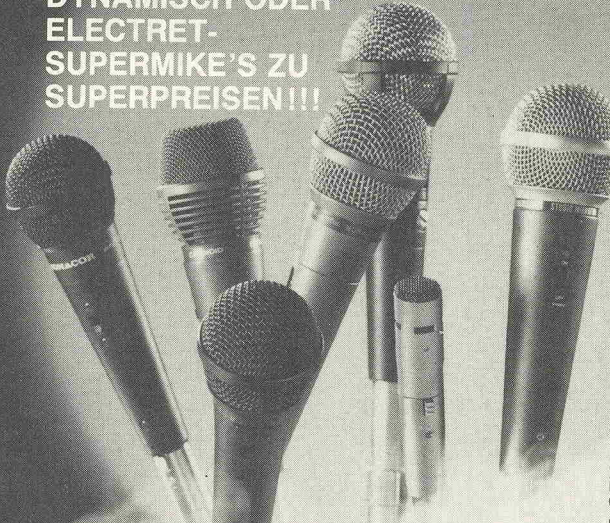
TMS32010, Digital Signal Processor, Datenblatt, April 86, Texas Instruments



# MONACOR®

## ...check it out!

**DYNAMISCH ODER ELECTRET-SUPERMIKE'S ZU SUPERPREISEN!!!**



**INTER-MERCADOR GMBH & CO KG**  
IMPORT - EXPORT  
Zum Falsch 36 · Postfach 44-8747 · 2800 Bremen 44  
Telefon 04 21 / 48 90 90 · Telex 2 45 922 monac d · Telefax 04 21 / 48 16 35

PROSPEKT GRATIS!

## TELECOMSYSTEME



Haustelefonzentralen,  
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

Qualitäts-Bauteile für den  
anspruchsvollen Elektroniker

# Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22  
Tel. (02 31) 1 68 63



## Klangeinstellsystem (1)

Wer sich in Gefahr begibt, kommt darin um. Wer sich bei der Entwicklung eines Audio-Vorverstärkers auf Gleichspannungssteuerung einläßt, läuft Gefahr, alles Mögliche möglich zu machen.

Unser Autor hat es getan. Wir, die elrad-Redaktion, sind ihm gefolgt. Wir berichten „on the fly“ und hoffen auf glückliche Landung. Bitte anschnallen.



# Audio-Cockpit

## Gleichspannungsgesteuertes Klangeinstellsystem mit vielen Extras

**Ingolf John**

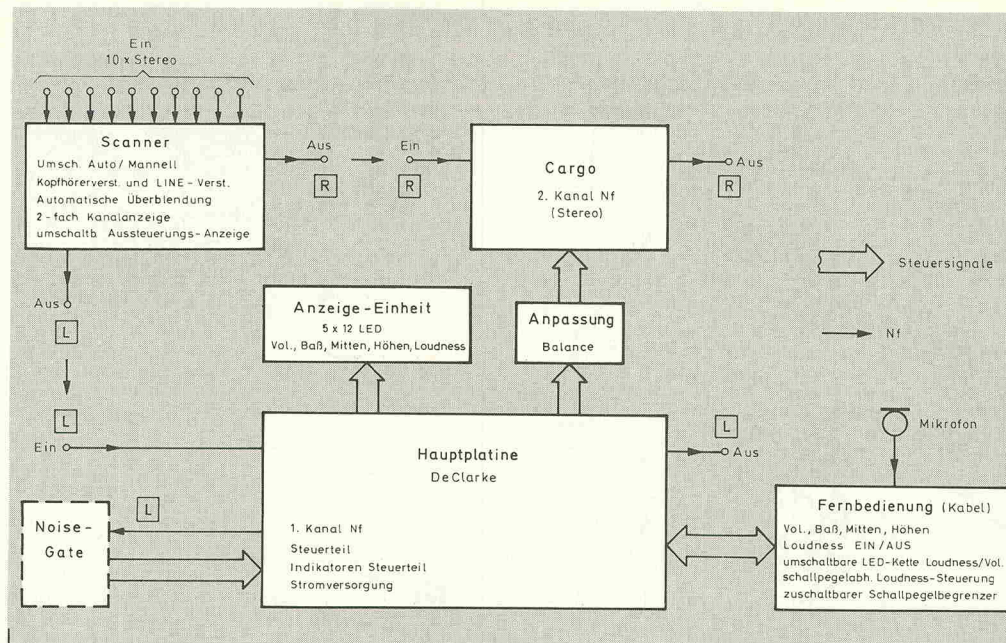
Das „Audio-Cockpit“, wie wir dieses DC-gesteuerte Klangregelsystem genannt haben, beseitigt die Nachteile herkömmlicher Klangregelstufen und macht dank einer ausgefeilten Loudness-Schaltung Schluß mit einigen akustischen Problemen und mit Anpassungsschwierigkeiten durch unterschiedliche Boxen. Im Vordergrund der Entwicklung stand nicht die Absicht, die nächste Generation noch besserer technischer Daten zu zeugen. Vielmehr geht es um ein echtes Cockpit mit vielen Einstell- und Anzeigefunktionen bei hohem Bedienungs-Komfort.

Noch eine Klangregelstufe, warum? Klangreglerschaltungen gibt es wie Sand am Meer. Ab 5,95 D-Mark werden sie von fast jedem Bausatzhändler angeboten, sogar mit getrennten Baß- und Hochtonreglern nach dem Prinzip des sogenannten „Kuhschwanzentzerrers“.

Recht bekannt sind auch die Klangstufen mit zuschaltbarer Baß- und Hochtonanhebung, der „Loudness-Schaltung“, die in Verbindung mit Anzapfungen am Lautstärke-Potentiometer, meist in einem Drehwinkel bis ca. 100 Grad, arbeiten. Diese Loudness-Funktion soll für eine bessere gehörmäßige Anpassung der Bässe und Höhen sorgen, vor allem bei kleinen Lautstärken. *Subjektiv* funktionieren diese Schaltungen im allgemeinen auch.

Herkömmliche Klangregelstufen mittleren Konstruktionsaufwandes können in Hinsicht auf die Loudness-Funktion nur Lautsprecherboxen mit einem





**Bild 1. Das Audio-Cockpit im Überblick. Die Hauptplatine ist Mono, ihr Steuerteil ist aber in der Stereo-Ausführung des Systems auch für die Steuerung des 2. Kanals „Cargo“ zuständig, während ihre Stromversorgung weitere Einheiten mitversorgt. Der Scanner, ein automatischer Signalquellen-Suchlauf für bis zu 10 Stereo-Signalquellen, ist eine vollständig autonome Einheit, die als Komponente auch in anderen Audio-Anlagen eingesetzt werden kann.**

spezifischen Wirkungsgrad steuern. Diese Tatsache macht die schönste Loudness-Schaltung zunichte, denn wer paßt schon Lautsprecherboxen an die Charakteristik einer Loudness-Schaltung an? Die Folge: „Bollende Bässe“ bei Hochwirkungsgrad-Boxen (Hornprinzip), flache Bässe bei Lautsprecherboxen mit kleinem Wirkungsgrad (Transmissionline...) Da bringen auch die teuersten Lautstärkepotis mit bis zu 3 Anzapfungen (die ohnehin kaum zu bekommen sind), in

Verbindung mit der Loudness-Schaltung kaum Abhilfe. Diese Probleme sind wohl auch ein Grund dafür, daß „Loudness“ bei Hi-Fi-Enthusiasten kaum mehr zu finden ist.

Aber die sinnvolle und richtige Nutzung eben dieser Loudness-Schaltungen ist im täglichen Hörgebrauch sehr wichtig, da das menschliche Ohr gerade bei kleinen Lautstärken erhebliche Defizite bei der Baß- und Hochtוןwahrnehmung aufweist. (Die bekannten Fletcher-Munson-Kurven, die den Zusammenhang zwischen Schalldruck, Schallfrequenz und wahrgenommener Lautstärke zeigen, sollen hier nicht wiederholt werden). Um auf Loudness/Klangregel-Maßnahmen verzichten zu können, muß die wohnzimmerliche Stereoanlage bis auf einen Schalldruck von ca. 100dB aufgedreht werden. Für viele Lautsprecherboxen ist ein derartiger Schalldruck sowieso nicht erreichbar. Schalldrücke dieser Leistung kommen im Normalfall nur in Konzertsälen und bei Power-Extremisten vor. Deshalb verfügt das Audio-Cockpit über ein ausgeklügeltes Loudness-System.

Dann gibt es da noch die Filter... Rauschfilter, Rumpelfilter usw. Killer sind sie alle. Rauschfilter killen die Höhen, Rumpelfilter killen die Bässe. Rauschfilter setzen oft schon bei 6 kHz ein und sind deshalb

absolut tödlich für eine klare Hochtוןwiedergabe, während Rumpelfilter die Baßwiedergabe oft schon ab 150 Hz abwärts beschneiden. Um todsicher jedes Rumpeln einschließlich der Bässe zu entfernen. Auf beide Filter verzichtet das Audio-Cockpit. Nur ein Subsonic-Filter mit LED-Indikator wurde zugelassen, um Endstufen und Lautsprecher gegen zerstörerische Tiefstfrequenzen zu schützen.

## Ohne Filter, bitte! Ach — Subsonic? Dann gerne!

Und das sind die wesentlichen Features dieses Projektes, dessen Hauptplatine vom Autor übrigens „DeClarke“ getauft wurde — falls Sie diesem Namen mal irgendwo begegnen sollten:

1. Nachbausicherheit: gängige Bauelemente, alle auf Platine(n), einschließlich der Potis, Schalter und LEDs.
2. 3-fach Klangregler: Bässe, Mitten, Höhen, jeweils  $\pm 14$ dB. Mittels Defeat-Schalter überbrückbar (Linear-Stellung).
3. Lautstärkeabsenkung 12dB, schaltbar, Loudness-korrigiert.
4. Subsonic-Filter 18dB/Okt., 35 Hz.

5. Subsonic-Indikator, Steilheit 18dB/Okt., ab 35 Hz. Anzeige über LED.

6. Overload-Indikator Eingang. Zeigt mittels LED zu hohe Eingangsspannung an.

7. Loudness-Schaltung. Frei einstellbar in Bezug auf den Lautstärkepoti-Drehwinkel; frei einstellbare Anhebung der Bässe und Höhen. Abschaltbar (Linear-Stellung).

8. Normaleinstellungsschalter. Lautstärke, Bässe, Mitten und Höhen sind mittels Trimpotentiometer voreingestellt und mit Schalter abrufbar.

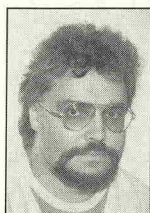
9. Die Spannungsstabilisierungen für die Nf- und Steuerstufen befinden sich auf der Hauptplatine.

10. Fernbedienungsanschluß. Lautstärke, Bässe, Mitten und Höhen, Stummschaltung und Lautstärkeabsenkung können über Kabel fernbedient werden (Option).

11. Sämtliche Funktionen des Klangregelsystems können, da DC-gesteuert, auch vom Homecomputer gesteuert werden.

12. Die Charakteristiken des Lautstärke- und der Klangregelpotis können intern von angenähert linear auf angenähert logarithmisch umgestellt werden (ohne Auswechseln der Potis).

## Der Autor



Sein Einstieg war typisch. Alter: 10 Jahre; Anlaß: 'Bastelkasten'. Das Berufsleben begann für Ingolf John mit einer Lehre als Starkstromelektriker. Nach einem

kurzen Studium in Kiel wandte er sich wieder der Praxis zu: Auftragsentwicklungen in den Bereichen Hifi, Meß- und Steuertechnik sowie Leistungselektronik. Zur Zeit gründet John mit einem Partner eine eigene Entwicklungs- und Vertriebsfirma.



13. Eine 5-fach 12-LED-Anzeige-Einheit (Option) zeigt die aktuellen Einstellungen von Lautstärke, Baß, Mitten, Höhen und Loudness.

Dazu noch einige Bemerkungen. Wie Bild 1 zeigt, gibt es außer der Fernbedienung und der Anzeige-Einheit noch weitere Optionen: den „Scanner“ (automatischer Signalquellen-Suchlauf) und das Noise-Gate für den Einsatz des Cockpits in Bereichen der Musikelektronik. Beide sind in obiger Liste nicht aufgeführt, denn der Scanner ist eine völlig unabhängige Einheit, die auch mit anderen, z.B. vorhandenen Anlagen betrieben werden kann; das Noise-Gate, weil es kein Bestandteil eines reinen Audiosystems ist. Aufgrund der Komplexität des Projektes, wegen der zahlreichen Verbindungen der Platinen untereinander und der komplexen Abgleichvorschriften ist die in obigem Punkt 1 genannte Nachbausicherheit relativ zu sehen: Für Einsteiger, die noch nicht über das Know-how der Signalverfolgung oder der Fehlersuche verfügen, kann dieses Projekt sehr lehrreich sein...

Anhand von Bild 2, der Gesamtschaltung der Hauptplatine, erfolgt nun ein Schnelldurchlauf durch die per Strichlinie zusammengefaßten Funktionsgruppen des System. Die

Überlegungen, die während der Entwicklung zu den einzelnen schaltungstechnischen Lösungen geführt haben, finden sich in gesonderten Textzeilen in der nächsten Folge des Beitrags.

Um sämtliche Vorstufen, egal welcher Herkunft, vollkommen störungs- und verzerrungsfrei an das Audio-Cockpit anzupassen, ist der Eingang mit einem Impedanzwandler versehen, dessen Eingangswiderstand über 1 M $\Omega$  liegt. Der Ausgang des Impedanzwandlers mit seinem Widerstand unter 30  $\Omega$  ist symmetrisch ausgeführt, um Anpassungsprobleme, hervorgerufen durch die in unsymmetrischen Eingangsstufen unverzichtbaren Elkos, deren Widerstand bei Tonfrequenzen nicht zu definieren ist, zu umgehen.

Dem Ausgang wurde eine ähnliche Stufe spendiert. Hochohmig im Eingang — das ist der Ausgang des Klangregelnetzwerkes — und sehr niederohmig und symmetrisch im Ausgang, um nachfolgende Endstufen möglichst verzerrungsfrei und ohne Anpassungsprobleme zu treiben.

Bedingungslos DC-gesteuert... Zwischen Eingangs- und Ausgangsstufe des Systems liegen die DC-gesteuerten Klang- und Lautstärksteller. Bei eingeschaltetem Subsonic-Filter (steilflankig, 18dB/35 Hz) ist

#### Technische Daten Hauptplatine

##### Nf-Teil

Versorgungsspannung	$\pm 12$ V
Eingangsempfindlichkeit (für Ausgangsspannung 775 mV)	150 mV — 2 V, einstellbar
Ausgangsspannung (R <sub>i</sub> Ausgangsstufe ca. 30 $\Omega$ )	100 mV — 5 V, einstellbar
Frequenzgang (Klangsteller Mittenstellung)	15 Hz — 40 kHz
Geräuschspannungsabstand (Lautstärksteller zu)	> 91 dB
Kirrfaktor	
(Eingangsspannung 775 mV $\pm$ 0 dB)	< 0,1 %
Klangregelbereich BASS (bei 20 Hz)	$\pm 14$ dB
Klangregelbereich MITTEN (bei 1 kHz)	$\pm 14$ dB
Klangregelbereich HÖHEN (bei 16 kHz)	$\pm 14$ dB
Balanceregelbereich (bei Verwendung von Cargo)	$\pm 12$ dB
Lautstärkestellbereich	0 dB bis — 115 dB
Wirkungsbereich SUBSONICFILTER	—18 dB/35 Hz
Verstärkungsfaktor	
LOUDNESS gesamt	0 — 24 dB, einstellbar
Verstärkungsfaktor LOUDNESS-BÄSSE	0 — 24 dB, einstellbar
Verstärkungsfaktor LOUDNESS-HÖHEN	0 — 24 dB, einstellbar
Loudness-Zuführung in Bezug zum Lautstärksteller-Drehwinkel	10° bis 270°, einstellbar
Lautstärkeabsenkung (schaltbar)	12 dB

##### Steuerteil

Steuerspannungen Klang- und Lautstärksteller	0 — 8 V
--	---------

##### Stromversorgung

Eingangsspannung	+15 V $\pm$ 1 V —15 V $\pm$ 1 V
Ausgangsspannung	+12 V, —12 V
Ausgangsbelaubarkeit	max. 1 A (mit BD 237/238)

dieses jedoch dem Impedanzwandler vorgeschaltet. Die Zu- und Abschaltung erfolgt mittels Relais, das auch räumlich im Nf-Eingangsbereich der Platine sitzt, um lange Nf-Leitungen zu vermeiden.

Rumpeln ist nicht immer hörbar; deshalb ... Meldung machen! In der Eingangsstufe befinden sich zwei Meldeschaltungen, nämlich:

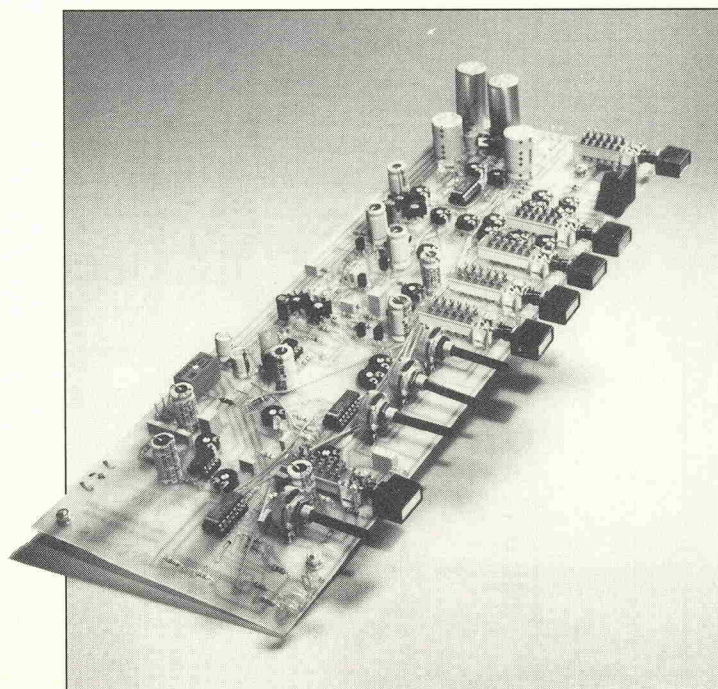
1. ein Subsonic-Indikator (rote LED) mit der gleichen Charakteristik (18dB/Okt. ab 35 Hz) wie das zuschaltbare Subsonic-Filter, und
2. ein „FET-Overload-Indikator“, der seine Ansprechschwelle bei  $U_{eff} = 2,5$  V hat, um so mögliche Verzerrungen der folgenden FET-Steuers-

fen mittels LEDs anzuzeigen; Grün: gut; Rot: Nf-Eingangsspannung zu hoch.

Dem Lautstärksteller ist ein sogenanntes „Leisefilter“ zugeordnet. Es senkt die eingestellte Lautstärke um 12dB. Somit braucht man eine eben gefundene, „richtige“ Lautstärkeeinstellung nicht zu verändern, wenn z.B. das Telefon klingelt oder Besuch kommt. Als Besonderheit sei hier erwähnt, daß bei Einschaltung des Leisefilters und der Loudness-Schaltung auch jetzt genau das richtige Maß der Baß- und Höhenanhebung hinzugefügt werden! Trotz des veränderten Drehwinkels des Lautstärke-Potis. Die Lautstärke-Steuerspannung zieht die Loudness-Steuerspannung mit!

Die Klangeinstellung: Nach mehreren (Hör-) Versuchen und Rauschmessungen wurde eine passive Steuerung des Klangeinstellteils gewählt. Um der Dämpfung entgegen zu wirken, die ein passives Klangnetzwerk erzeugt, wird es hier extrem niederohmig angesteuert

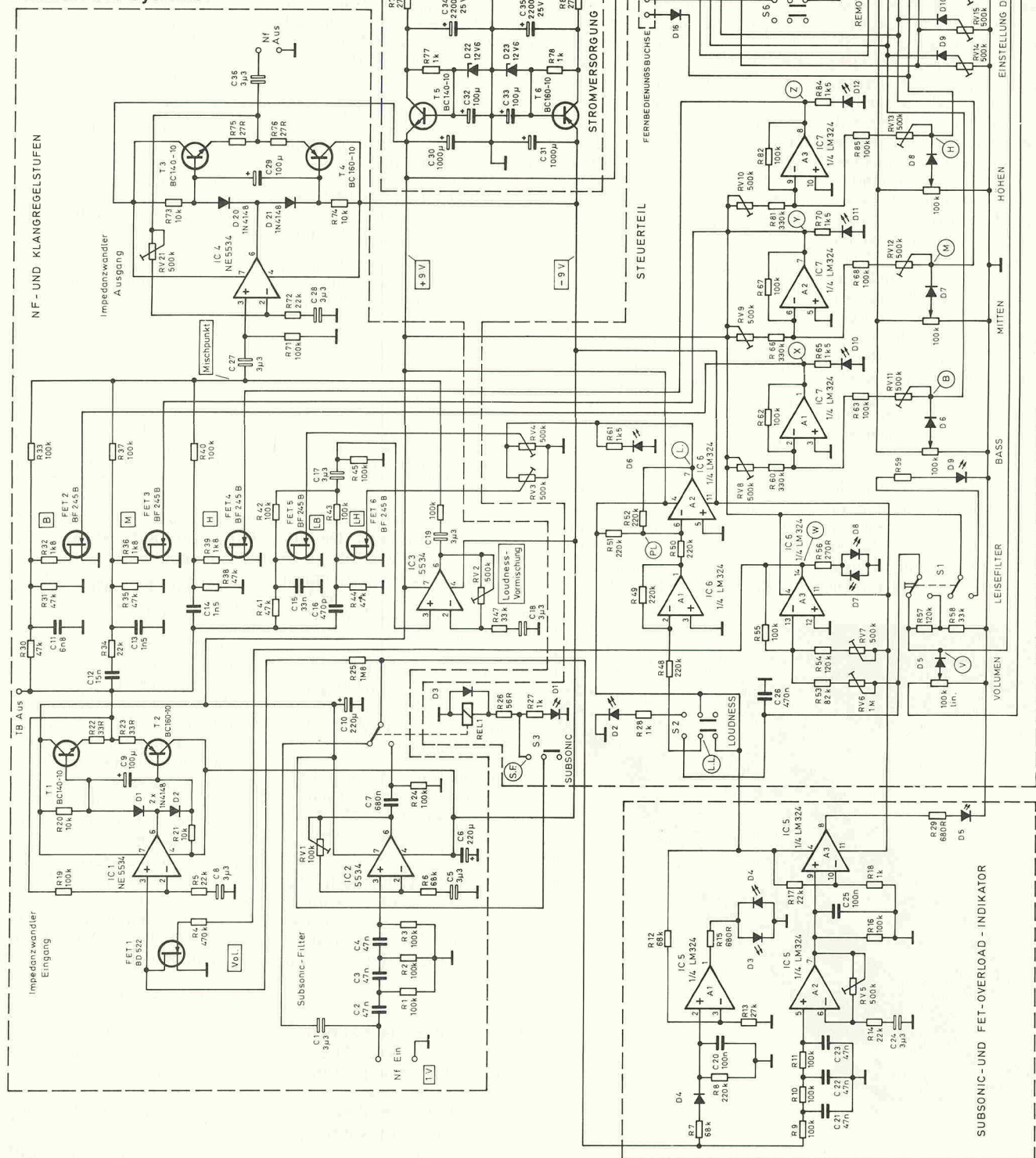
**So kann man es machen. Oder ganz anders. Oder 'die Rosinen rauspicken'. In jedem Fall ist der konsequente Vergleich Schaltbild/Bestückung unverzichtbar.**





## Klangeinstellsystem (1)

Bild 2. Schaltung der Einheiten auf der Hauptplatine. In den eckigen Kästchen finden sich Hinweise auf die Funktion des Schaltungssteils, z. B. L. B. = Loudness Baß. Eingekreiste Ziffern sind doppelt vorhanden; sie bezeichnen Punkte, die auf der Platine miteinander zu verbinden sind. Eingekreiste Buchstaben kennzeichnen Verbindungspunkte zu anderen Platinen des Systems.





und mit einem relativ hohen Nf-Pegel bis  $U_{eff} = 6V$  gespeist. Folgende Vorteile werden durch die „Passivität“ erzielt:

1. Keine Rausch- und Verzerrungsanteilerhöhung durch aktive Bauelemente wie OpAmps usw.
2. Keine Phasendrehungs- und Anpassungsprobleme, die ebenfalls durch aktive Bauelemente verstärkt werden.

Um sämtlichen in der Praxis vorkommenden Raumakustikproblemen (Extremsituationen ausgenommen) Herr zu werden, wurden die Einstellbereiche für Baß, Mitten und Höhen mit  $\pm 14dB$  bemessen. In der praktischen Anwendung hat sich diese Bemessung, nach mehreren Versuchen, als die brauchbarste herausgestellt.

Das Klangeinstellnetzwerk ist selbstverständlich auch überbrückbar. Mit drei Trimpoties werden die Klangregler auf die „0-dB-Kurve“ eingestellt, mit dem „Defeat“-Schalter ergibt sich dann eine lineare Klangeinstellung. Cockpit-Piloten, die den Defeat-Schalter nicht in der ihm zugeordneten Funktion nutzen wollen, können ihn mißbrauchen, nämlich für eine individuelle Klang-Festeinstellung!

## Nachgefragt

**elrad:** Herr John, was war der Anlaß für die Entwicklung des Klangregelsystems „DeClarke und Zubehör“?

**John:** Ärger. Über die unbefriedigenden Loudness-Schaltungen und deren Potentiometer mit den Anzapfungen, die außerdem kaum zu bekommen sind.

**elrad:** Richtig ordentlich geht es sowieso nur mit DC-gesteuerten elektronischen Stellgliedern. Da kann man sich die Steuerkurve beliebig hinbiegen. Oder digital.

**John:** Ich kann mich beherrschen. Digitales Signalprocessing ist im Klangeinsteller noch zu aufwendig beziehungsweise zu teuer,

Die Loudness-Schaltung des Systems hat sich das hohe Ziel gesetzt, endlich sämtlichen Lautsprecherboxen-Konfigurationen und -Wirkungsgraden gerecht zu werden. Um es vorweg zu nehmen: Es ist ihr gelungen. Die Schaltung wurde voll aktiv und, natürlich, gleichspannungssteuerbar ausgelegt. Die Steuerspannung wird direkt von der Lautstärke-Steuerspannung abgeleitet, um somit den Arbeitsbereich vollkommen flexibel zu gestalten. So ergab sich die Möglichkeit, den Einsatzbereich und den Baß- und Hochton-Hebungsfaktor frei dem Drehwinkel des Lautstärkepoties zuzuordnen.

Als Besonderheit des Klangeinstellsystems ist auch die „Norm“-Einstellung, abrufbar über einen Schalter, hervorzuheben. Vier ebenfalls auf der Hauptplatine befindliche Trimpoties werden auf den jeweiligen eigenen Klanggeschmack und die gewünschte Lautstärke voreingestellt.

Fernbedienung. Wer kennt es nicht? Da hat man im gemütlichen Ohrensessel Platz genommen, dann sind die Höhen zu spitz, die Bässe zu flach, links ist es zu leise und überhaupt... Aufstehen, abgleichen, hinsetzen, hören, aufstehen, nach-

allenfalls in Großserien der Industrie denkbar.

**elrad:** Und bei der Gelegenheit haben Sie voll auf DC-Steuerung abgehoben.

**John:** Sie werden ja sehen, wie einfach das ist. Lesen Sie demnächst mal die elrad, wo das drinsteht. Deshalb konnte ich so viele Features reinpacken.

**elrad:** Für jeden etwas.

**John:** Die Kiste ist universell. Für's Heimstudio bietet sich die Mono-Version an. Ansonsten für die Disco, schon wegen der räumlich abgesetzten, pegelabhängigen Loudnesssteuerung und dem Schallpegelbegrenzer in der Fernbedienung. Und natürlich privat. Auf Partys beispielsweise tauchen jedesmal die Fummler auf.

trimmen... Das Audio-Cockpit erschlägt dieses Problem weitgehend mit einer Fernbedienung (Remote), der Pilot kann sich zu den Fluggästen setzen. Aus mehreren Gründen ist diese Fernbedienung kabelgebunden. Darüber später mehr.

## Bei Gleichspannungssteuerung sind die Stereo-Potis Mono.

PC-Steuerung. Da das System gleichspannungsgesteuert ist, kann am Remote-Eingang auch ein spezielles Interface eines Homecomputers Anschluß finden. Etwas Hardware, ein bißchen Software, schon können sämtliche Funktionen per Computer gesteuert werden. Fortgeschrittene Computer-Leute finden sicherlich schnell für sich und ihr System die beste Lösung.

Schaltungsintern mußten die Funktionen „Defeat“, „Norm“ und „Remote“ logisch vorrangverknüpft werden, und zwar hat der Remote-Schalter Priorität (1), es folgen Defeat- (2) und Norm-Schalter (3). Durch diese Vorrangmaßnahme kann keine Verschal-

Sie drücken einfach die Norm-Taste, und der Fummler hat ein Objekt weniger. Ohnehin sind auf Partys viel attraktivere Objekte anzutreffen, die dem Fummeltrieb gerecht werden.

**elrad:** Wir finden Ihr Klangregelobjekt außerordentlich attraktiv. Was kommt als nächstes?

**John:** Erstmal muß ich den Scanner fertig machen. Die Schaltung läuft, ich bin bei den Layouts. Aber Sie wollten ja trotzdem schon mit dem Abdrucken anfangen. Später hätte ich dann für den Disco-Einsatz eine schallpegelgesteuerte Voll-Klangregelung anzubieten.

**elrad:** Wir bleiben ja sowie-so in Kontakt.

# Musik Elektronik

## Sequencer Software für

Atari ST  
C-64  
Apple

Atari 24-Spur mit allem Komfort wie Quantisierung, Copy, Transpose, Locator, Namensgebung der Spuren  
Roland 8-Spur Sequencer Programm mit Quantisierung, Copy Transpose (unverb. Preisempfehlung DM 298,-)  
MRC-APL: Diskette für Apple IIe  
MRC-IBM: Diskette für IBM-PC + Kompatibel  
MRC-V64: Diskette für Commodore C-64  
MIDI-Interface für C-64 mit 1. Eingang, 3 Ausgängen, LED Signal Indicator, MIDI-Thru-Schalter  
Unser MIDI-Computer Einstiegsangebot für Profis:  
Atari 520 ST incl. Floppy, Maus, eingebautes MIDI-Interface, Antennen Ausgang zum direkten Anschluß an Fernseher mit 24-Spur Sequencer Programm wie oben.  
DM 125,-  
DM 49,-  
DM 49,-  
DM 49,-  
DM 100,-  
nur DM 99,-

## Roland CMU-800

Unverb. Preisemp. DM 1648,-  
Unser Tiefpreis: DM 99,-

In Verbindung mit einem Apple II/III Computer lassen sich 6 Synthesizerstimmen, unterteilt in 1 x Melodie, 1 x Baß, 4 x Akkord sequenzermäßig ansteuern. Desweiteren befinden sich hardwaremäßig 7 Rhythmusklänge wie Baß-Drum, Snare-Drum, Hi-Hat etc. im Gerät. Speicherkapazität 8500 Noten. Zur externen Steuerung befinden sich auf der Rückseite 8 CV/Gate Anschlüsse in 3 Kanäle. Lieferung komplett anschlussfertig mit Interface und Software für Apple, 220 Volt-Anschluß. CMU-Special Info anfordern!

## Akai S-700 Sampling-Expander

Unverb. Preisempfehlung: DM 2090,-  
AUDIO ELECTRIC Preis: DM 1299,-

6-stimmiger 19" Sampler • 16 kHz Frequenzgang bei 12-Bit Auflösung • Eingebautes 2 x 8 Lautwerk • 8 Speicher mit je 0,8-8 Sekunden Aufnahmezeit, erweiterbar auf 16 Speicher • 6-faches Multisampling möglich • MIDI-Mono-Mode • Line und Mic-Anschluß zum selber sampeln • Weit über 100 Studioclips als Zuhörer lieferbar • Viele Nachbearbeitungsmöglichkeiten wie LFO, Filter, Overdrive, Rückwärtsabspielen, Release etc. Lieferung incl. 3 bespielten Disketten, 220 Volt.

## CASIO DH-100 Digital-Horn

Unser Tiefpreis: DM 269,-

Elektronisches Blasinstrument mit eingebauter Tonerzeugung, sechs versch. Instrumente umschaltbar sowie MIDI-Ausgang zum Ansteuern von externen Synthesizern. Eingebauter Lautsprecher sowie Transponder-Möglichkeit. Sofort spielbereit, mit ausführlicher Anleitung.

## CASIO MT-240 MIDI-Keybord

Unser Tiefpreis: DM 359,-

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

## KORG Poly-800II MIDI-Synthesizer

unverb. Preisempfehlung DM 1850,-  
Unser Tiefpreis: DM 890,-

8-stimmiger Synthesizer • Getrennte 6-stufige Hüllkurven-Generatoren für VCF und VCA • Stereo-Chorus • Größe 4 Oktaven-Tastatur • Hold und Chord-Memory, um z.B. einen ganzen Akkord (bis zu 8 Stimmen) mit einer einzigen Taste spielen zu können • Sequenzer mit einer Kapazität von 1000 Noten, polyphon, intern und extern über MIDI synchronisierbar • Raisegatefunktion • Eingebautes Digital-Delay für Echoeffekte bis 1000 ms Chorus und Flanger-Effekte • Programmierbarer Equalizer • 64 Programmspeicher, erweiterbar über Cass.-Interface • Lieferung incl. Netzteil, Programm-Cassette, dt. Handbuch und Batterien • Zubehör: Poly-800II incl. original Softcase DM 930,-  
Zusatzsounds auf Cassette mit je 64 Sounds DM 25,-

## Reuther RR-25

Unverb. Preisempfehlung DM 448,-  
Unser Tiefpreis: DM 299,-

Gitarrencombo mit 28 Watt rms Leistung • Eingebauter 50 Watt Lautsprecher • Eingebauter Verzerrer/Overdrive, auch über Fußschalter umschaltbar • Eingebauter Hall, stufenlos regelbar • 3-fach Klangregler • Kopfhörerausgang • Line-Out • Mastervolume • 220 Volt • Hervorragende Testergebnisse •

## Roland MT-32 MIDI Modul

Unverb. Preisempfehlung DM 1250,-  
Unser Tiefpreis DM 850,-

MIDI-Expander-Modul mit 32-stimmigem Synthesizer, 30 versch. digital abgespeicherten Drumsounds sowie Digital-Hall, in 10 Stufen schaltbar • MIDI-Multimode: Über Sequenzer bzw. Motherboard können bis zu 8 versch. Synthesizerstimmen sowie 30 Drumsounds auf getrennten MIDI-Kanälen gespielt werden • Programmierbarer Stereo-Ausgang • Klänge über Computer (Atari o. C-64) editierbar • Lautstärke für jeden Part programmierbar • Einfachste Bedienung • Als Zuhörer lieferbar: Einzelanschlüsse sowie Speichererweiterung

Begrenzte Stückzahlen • 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 (Badensee)  
Tel. 07544/71608



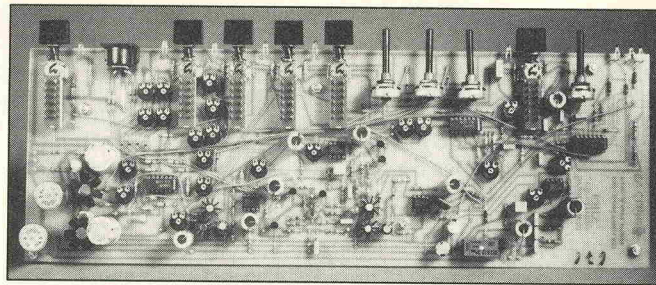
## Klangeinstellsystem (1)

tung der drei Funktionen erfolgen.

Um angesichts des erheblichen Aufwandes an Steuerfunktionen nicht gänzlich astronomische Summen für das Cockpit aufzubringen, wird in den Klangregelstufen der inzwischen ebenso legendäre wie preisgünstige FET BF 245 B/C eingesetzt. Allerdings handelt es sich bei diesem Typ um einen N-Kanal-Fet. Diese Tatsache verlangt schon etwas Steuer Aufwand, nämlich negative Gate- und Steuerspannungen. Die einfachste Lösung ist der Einsatz von OpAmp-ICs, wobei sich auch hier ein gutes und kostengünstiges Bauelement anbietet, der LM 324.

Um das im Klangeinstellnetzwerk verlangte logarithmische Steuerverhalten — 0-dB-Punkt der Klangeinstellung in Übereinstimmung mit der Poti-Mittelstellung — zu erzielen und um negative Steuerspannungen für die FETs zu erhalten, können die invertierenden Eingänge der OpAmps unter Mitwirkung des ohnehin schon ange-nähert logarithmischen Steuer-verhaltens der FET gute Dienste leisten. Mit positiven, von den Klangstellpotis kommenden Spannungen, in Addierschaltung auf den invertierenden Eingang eben dieser OP-Amps gelegt, werden im Zusammenspiel mit den FETs nahezu logarithmische Steuerkurven erzielt. Die Steuereinsatzpunkte der Klangsteller-FETs werden mit Trimpoties genau festgelegt (eben mit Hilfe der erwähnten Addierschaltung).

Die DC-Steuerung der Lautstärke ist schon etwas schwieri-



**Sicher kann der Aufbau auch kompakter ausfallen. Im Übrigen: Man muß nicht unbedingt alle Funktionen realisieren.**

ger. Der Lautstärke-Absenkepegel sollte ziemlich genau da liegen, wo fast jedes Poti auch hinkommt, nämlich bei ca. 100dB. Im Anfangsstadium der Entwicklung wurde mit einer Antiproportional-Doppel-FET-Steuerung experimentiert. Es zeigt sich jedoch eine Schwierigkeit: Verzerrungen im unteren Steuerbereich. Im Stellbereich zwischen Null und ca. 15 Grad eines 270-Grad-Potis traten häßliche, unzumutbare Verzerrungen auf. Sämtliche Beschaltungsänderungen der OpAmps und der FETs selbst, zur Steuerung dieser Doppel-FET-Stufe, brachten keinerlei Verbesserung.

Also mußte eine gänzlich andere Schaltung her. Gefunden wurde sie in Gestalt des MOS-FETs BD 522. Nach Ausmessen der Kenndaten dieses Typs stand fest: Er verlangt eine Zwei-Quadranten-Steuerung. Mit einigen Schaltungskniffen

in Bezug auf die OpAmps gelang diese Steuerung. Die DC-Lautstärke-Einstellung spricht jetzt außerdem so weich und „sauber“ an, wie es mit herkömmlichen Potis nicht erreicht wird. Das Nf-Ausblendverhältnis der Lautstärke beträgt jetzt Faktor 600.000 bzw. 115dB.

Die Hauptplatine ist Nf-mäßig, wie der geneigte Leser längst bemerkt hat, ein Mono-Teil. Um das Cockpit stereofonisch einzusetzen, werden entweder zwei Hauptplatinen benötigt oder eine Hauptplatine mit der Nf-Aufsatzplatine „Cargo“ einschließlich einer Zwischenplatine für die Cargo-Anpassung. Die Nf-Hukepackplatine Cargo wird dann in allen Funktionen von der Hauptplatine mitgesteuert. Hier soll nicht verschwiegen werden, daß bei Verwendung der Cargo keine getrennte Steuerung des linken und rechten Kanals möglich ist — mit einer „Ausnahme“: Auf der Zwischenplatine befindet sich der Balancesteller.

Eine weitere Option ist — neben der erwähnten Fernbedienung — eine 60-LED-Platine mit der zugehörigen Beschaltung. Diese Anzeige-Einheit demonstriert über fünf 12er-

LED-Ketten den jeweiligen Stellpegel der Lautstärke-, Baß-, Mitten- und Höhenpotentiometer an sowie den Zuzischgrad der Loudness-Schaltung. Das Ganze hat vor allem bei der Verwendung der Fernbedienung des Klangstellsystems einen sehr guten Nutzen — und erspart abends die Zimmerbeleuchtung.

Die Spannungsversorgung für alle Baustufen — Hauptplatine, Fernbedienung und Anzeige-Einheit — befindet sich auf der Klangregelplatine. Das Problem der vernünftigen Spannungs-Stabilisierung und Versorgung ist somit gelöst.

Hier folgen nun einige allgemeine Hinweise zur Bestückung der Hauptplatine.

Um die in der Tabelle angegebenen technischen Daten zu erreichen, muß die Nf-Stufe mit hochwertigen Bauelementen bestückt werden. Es sind ausschließlich Metallfilmwiderstände zu verwenden; sie besitzen gegenüber Kohleschichtwiderständen in Hinsicht auf Rauschen und Toleranz bessere Eigenschaften (sie werden mit nur 2% oder 1% bzw. mit noch geringerer Toleranz angeboten). Eine hörbare Verbesserung in bezug auf minimalen Rauschpegel bringen OpAmps hoher Qualität. Hier sollten Typen wie der bekannte NE 5534 AN oder etwas preisgünstigere TL 071 eingesetzt werden.

Soweit für's erste. Ab der nächsten Ausgabe geht es mit den Abgleicharbeiten auf der Hauptplatine und den nächsten Einheiten (2. Kanal Stereo usw.) weiter.

ANZEIGEN

### Die "Maß-nahme" (ELRAD)

Direkt vom Entwickler mit weiteren Karten für den I/O-Bus. Neu: Qualitätsbausätze und Fertigplatinen.

#### Meß- und I/O-Karte (Maß-nahme)

16 Kanal 12Bit A/D-Wandler mit Sample&Hold sowie I/O-Bus. Anschließbar an den PC-Druckerausgang

#### Universelle Meßverstärker-Karte

Mit präz. Verstärker (1,10,100,200,500), Isolationsverstärker, Filter, Offsetüberlagerung usw.

#### Programmierbare Meßverstärker-Karte

Wie universelle Meßverstärker-Karte, jedoch können fast alle Funktionen vom Rechner gesteuert werden.

#### Digitale Ein/Ausgabe-Karte

8 Ein- und 8 Ausgabeleitungen erlauben das Erfassen bzw. das Ausgeben von Zuständen zur Steuerung.

#### Netzteil-Karte für die "Maß-nahme"

Institut für explorative Datenanalyse GmbH  
Postf. 605120 2000 Hamburg 60 Tel.:040/27 90 383

### Meßtechnik/Datenauswertung

bieten wir in den Bereichen: Umweltschutz, Medizin, Forschung, Laborwesen, Produktion usw. Wir liefern das komplette Zubehör zur Meßwerterfassung. Ein

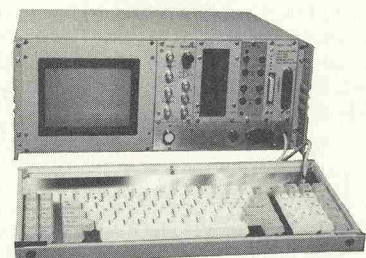
Großteil der Geräte wird direkt bei uns entwickelt und gefertigt. Dies gewährleistet einen schnellen und fachgerechten Service.

Durch eigene Software-Entwicklungen können auch individuelle Probleme kostengünstig gelöst werden. Weiter bieten wir Statistik- und

Graphiksoftware von bekannten Herstellern sowie Schulungen. Weiteres Zubehör, wie PC's, Laserdrucker... ist lieferbar. Die genannten Geräte können auch gemietet werden. Hierzu bieten wir umfangreiche Dienstleistungen (Meßaufnahme, Graphiken, Statistiken) an.

Wir zeigen die "Maß-nahme":

Ce-BIT Halle 6 T O S H I B A



### PC im 19"-Gehäuse

Zum messen, steuern, für die Datenauswertung bzw. einfach als IBM-kompatibler PC zu verwenden.

XT/10 MHz, max. 1MB RAM mit hercules-kompatibler Graphik-Karte (MGA), 7" Monitor, 3 1/2" (720KB oder 1.44MB) Laufwerk, freie Einschubplätze für 19" Euro-Platinen wie z.B. "Maß-nahme" mit Zubehör.



# Die NF-Spezialisten aus München informieren

## Das Handwerkzeug für den NF-Fachmann: NF-Pegeltongenerator und Pegelanzeige-Gerät PG 100

Universell im Anschluß: CINCH, DIN, KLINKE 6,35, KLINKE 3,5 XLR



Kompletter Bausatz PG 100  
Best.-Nr. 01-20-039 **DM 199,50**  
Bauanleitung PG 100  
Best.-Nr. 04-20-039 **DM 7,--**  
Betriebsfertiger PG 100  
Best.-Nr. 02-20-039 **DM 319,--**

- 1 kHz Pegelton an symmetrische, asymmetrische, niederohmige und hochohmige Eingänge
- Wählbare Ausgangsimpedanz 1  $\Omega$ /200  $\Omega$ / 600  $\Omega$
- Regelbar von 0...2 V in 3 Bereichen
- 3 1/2-stelliges NF-Pegelmeßgerät (breitbandig)
- 3 Meßbereiche 0,2/2/20 V
- Wählbare Eingangsimpedanz 600  $\Omega$ /100 k $\Omega$
- Direkt-Schalter für Pegeltonausgangskontrolle
- Links/Rechts-Umschaltung
- Galvanische Trennung zwischen Generator- und Anzeigeteil

### Technische Daten:

Meßbereiche: 0,1 mV - 20 V  
Genauigkeit: 3%  $\pm$  2 Digit  
Frequenzgang: 30 Hz...20 kHz  
Stromversorgung: 2 Batterien 9 V, Ruhestrom 2 x 10 mA  
Abmessungen: 160 x 102 x 72 mm

## Scheinwiderstandsmeßgerät ZM 6

### Technische Daten:

Frequenzgenerator: 30 Hz - 33 KHz  $\pm$  5%  
Ausgangsspannung: 80 mV  
Meßbereiche: 10/100  $\Omega$ /10/100 K $\Omega$   $\pm$  3%  
Anzeige durch analoges Zeigermeßwerk  
Maße: 150 x 80 x 75 mm

### Kompletter Bausatz ZM 6

Best.-Nr. 01-20-020

**DM 148,--**

Bauanleitung ZM 6

Best.-Nr. 04-20-020

**DM 6,--**

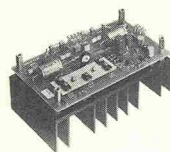
Betriebsfertiger ZM 6

Best.-Nr. 02-20-020

**DM 239,--**



## VMOS-Power in Spitzentechnik



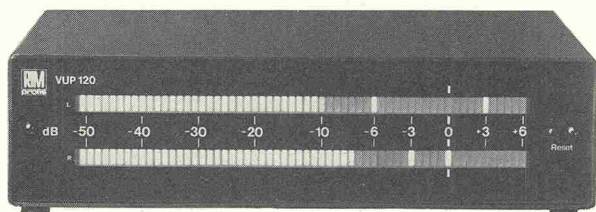
Type	Musikleistung	Sinus 4 $\Omega$	Frequenzgang	Slew-rate	Klirrfaktor	Fremdspannung	Versorgungsspannung	Maße in mm	
VMOS 60 W	80 W	70 W	5...200.000 Hz	25 V/ $\mu$ sec	0,01 %	117 dB (A)	$\pm$ 35 V/1,8 A	180 x 80 x 100	Kpl. Bausatz VMOS 60 W Best.-Nr. 01-10-667 <b>DM 99,80</b> Fertigergerät VMOS 60 W Best.-Nr. 02-10-667 <b>DM 157,--</b> Bauplan VMOS 60 W Best.-Nr. 04-10-667 <b>DM 6,--</b>
VMOS 100 W	130 W	100 W	5...120.000 Hz	15 V/ $\mu$ sec	<0,02 %	$\geq$ 100 dB	$\pm$ 36 V/2,2 A	180 x 100 x 80	Kpl. Bausatz VMOS 100 W Best.-Nr. 01-10-668 <b>DM 155,--</b> Fertigergerät VMOS 100 W Best.-Nr. 02-10-668 <b>DM 192,50</b> Bauplan VMOS 100 W Best.-Nr. 04-10-668 <b>DM 6,--</b>
VMOS 150 W m. Ladeelkos	190 W	150 W	5...100.000 Hz	15 V/ $\mu$ sec	<0,02 %	>104 dB	$\pm$ 42 V/2,5 A	220 x 155 x 75	Kpl. Bausatz VMOS 150 W Best.-Nr. 01-10-669 <b>DM 249,50</b> Fertigergerät VMOS 150 W Best.-Nr. 02-10-669 <b>DM 299,--</b> Bauplan VMOS 150 W Best.-Nr. 04-10-669 <b>DM 5,--</b>

Gemeinsame Merkmale: Eingang 775 mV (0 dB), kurzschlußfest, geringe TIM-Verzerrungen, reichlich dimensionierte Kühlelemente, solide Ausführungen.

## VUP 120 Professionelles NF-Pegelmeßgerät

Ein Gerät das simultan für 2 Kanäle VU-Wert, Peak-Wert und Peak-Memory-Wert anzeigt.

Die **Lichtbalken** zeigen die Lautstärke (VU), die darauffolg. **Lichtpunkte** die Signalspitzen (Peak-Wert) und die **rechten Lichtpunkte** die gesp. Maximalwerte der Spitzen (Peak-Memory-Wert) an. Mit einem Blick ist der Betrachter über alle Zustände informiert. **Techn. Daten: Empfindlichkeit:** 250 mV...30 V für 0-dB-Anzeige **Eingangsimp.**: 47 k $\Omega$ /unsymmetrisch **Bandbr.**: 20 Hz...25 kHz **Integr.**: ca. 10 ms/1,5 s für 20-dB-Sprung. **Meßfehler:** max.  $\pm$  1 dB und 1 Schritt (28 Hz...20 kHz/ab -40 dB). **Speicherfehler:** max. 1 Schritt relativ zur Momentananz. **Skalenlänge:** -50 dB + 6 dB: **150 mm Auflösung:** 60 Schritte pro Kanal 1,27 dB pro Schritt bis -12 dB, 0,6 dB pro Schritt ab -12 dB. **Netz:** 220 V. **Maße:** 205x50x135 mm.



Kompletter Bausatz  
Professionelles Pegelmeßgerät  
VUP 120 Best.-Nr. 01-10-130  
**DM 549,--**

Baumappte  
VUP 120 Best.-Nr. 05-10-130  
**DM 20,--**

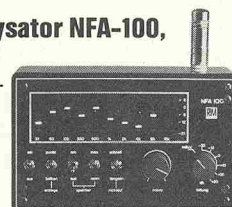
Betriebsfertiges Gerät  
VUP 120 Best.-Nr. 02-10-130  
**DM 789,--**

Betriebsfertiges Gerät  
VUP 120 mit symmetrischen Eingängen (10 k $\Omega$ ) Best.-Nr. 02-10-131  
**DM 899,--**

Techn. Prospekt auf Anfrage

## Realtime NF-Analysator NFA-100,

Handgerät mit 10 Filtern und 100-LED-Segmentdisplay



### Technische Daten:

**Mittenfrequenzen:** 31,5; 63; 125; 250; 500 Hz; 1; 2; 4; 8; 16 kHz. **Frequenzgang gesamt:** 25...20 000 Hz - 3 dB. **Oktavfilter-Steilheit:** 12 dB/Oktave bzw. 40 dB/Dekade. **Mikrofoneingang:** 3pol. 6,35 mm Buchse mit Phantomeinspeisung im Lieferumfang: steckbares Elektretmikrofon, Empfindlichkeit stufenlos regelbar, ca. 50...110 dB Schallpegel. **Leitungseingang:** Cinchbuchse, Eingangsimpedanz 100 k $\Omega$ ; Empfindlichkeit (schaltbar), Durchschleifmöglichkeit -20; -10; 0; +10; +20; +30 dB. **Pegel-Anzeigeumfang:** Typ. 30 dB mit 10 Leuchtdioden pro Filter. **Genauigkeit:** Schritte  $\pm$  1 dB, absolut  $\pm$  2 dB. **Stromversorgung:** 1. Akkubetrieb mit 8 x 450 - 500 mA-H-Zellen. 2. Netzteil 9...12 V stabilisiert, Stromaufnahme (Ruhe/Punkt/Balken): 25/100/200 mA (alle LED: aktiv) mittlere Stromaufnahme bei Durchschnittsgeräusch (Punkt/Balken): 90/150 mA. **Sondereinrichtungen:** **Anzeigeart** umschaltbar Punkt/Balkendarst. **Rücklaufzeit** umschaltbar schnell ca. 0,1 sec., langsam ca. 0,5 sec pro Segment. **Speicher** umschaltbar Momentan/Maximal-Speicherung ca. 30 sec. **Maße:** ca. 159 x 105 x 68 mm ohne Mikrofon.

Kpl. Bausatz ohne Akkus und Baumappte  
Best.-Nr. 01-31-400 **DM 299,--**  
Baumappte Best.-Nr. 05-31-400 **DM 12,--**  
betriebsfertig ohne Akkus  
Best.-Nr. 02-31-400 **DM 399,--**  
Netzgerät dazu passend  
Best.-Nr. 56-42-144 **DM 25,70**  
8 aufladbare NiCad Mignon 1,2 V  
Best.-Nr. 56-20-431 pro Stück **DM 3,35**

Und weitere RIM-Elektronikinnovationen enthält der

## RIM electronic 89 Kompaß der Elektronik

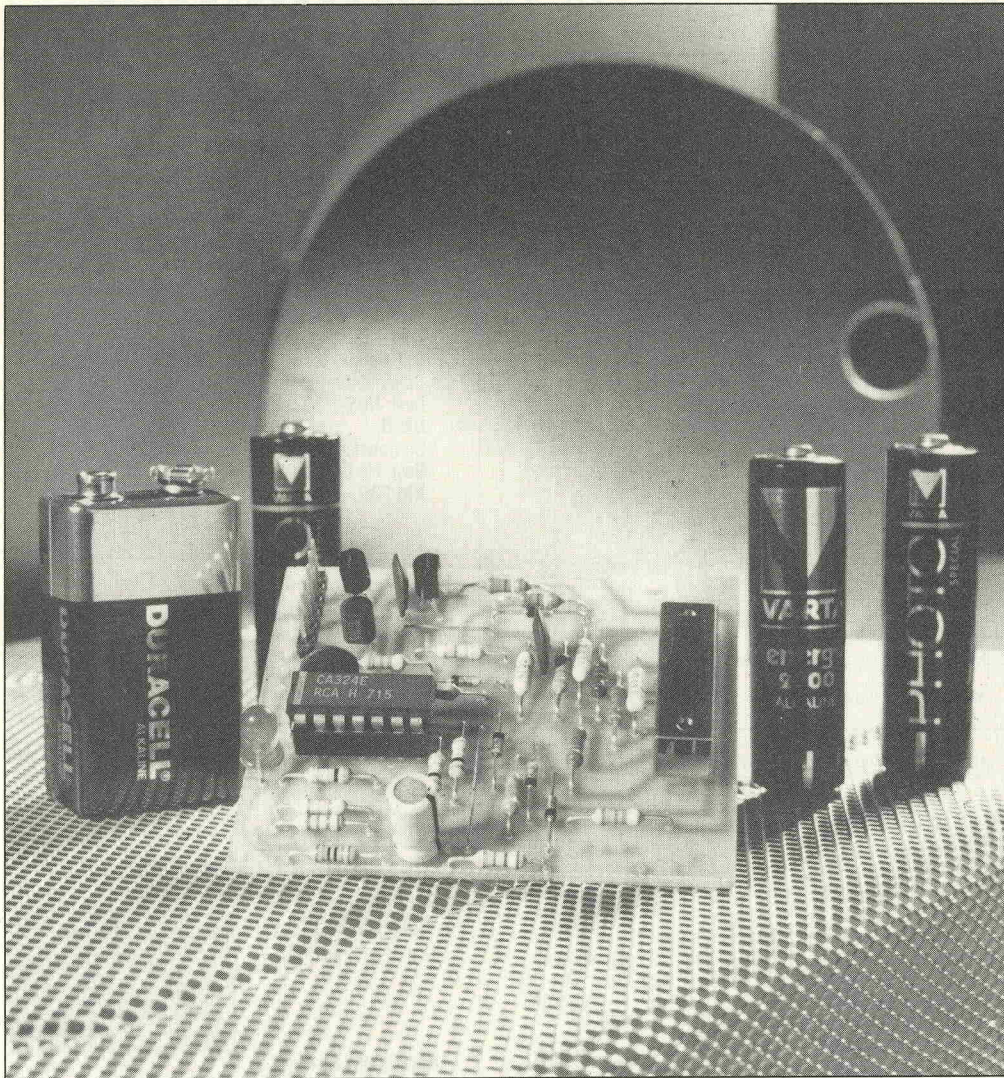
Völlig neu überarbeitete Ausgabe, über 1280 Seiten stark! Mit umfangreichem techn. Buchteil mit zahlreichen Schaltungen, Plänen, Skizzen und Techno-Infos made by RIM und einem extrem breiten Elektronik-Angebot mit über 70 Warengruppen. Bestell-Nr. für das Jahrbuch 05-90-011.

Schutzgebühr 16,-- DM. Bei Versand: Vorkasse Inland 19,-- DM (inkl. Porto), Postgirokonto München, Nr. 244822-802. Nachnahme Inland 22,20 DM (inkl. NN-Gebühr).

RADIO-RIM GmbH, Bayerstr. 25, 8000 München 3  
Postfach 202026, Telefon (089) 5517020  
Telex 529166 rarim d, Telefax (089) 551702-69







# Fenstergucker

## Spannungskomparator mit LED-Ausgang

**Reinhard Ernst**

**Der hier beschriebene Spannungswächter dient zum Überwachen der Klemmenspannung von Akkus, Batterien oder — seltener — von Netzgeräten.**

Über eine Leuchtdiode zeigt der Spannungswächter die Höhe der Klemmenspannung in drei Bereichen an; die Bereichsgrenzen — und damit die Spannungsteiler — hängen von der Dimensionierung des Eingangsspannungsteilers ab. In Tabel-

le 1 ist der Leuchtzustand der LED in Abhängigkeit von den beiden Grenzwerten  $U_s$  (oberer Grenzwert) und  $U_u$  (unterer Grenzwert) wiedergegeben.

Der Spannungswächter kann an Klemmenspannungen im

Bereich von minimal 3,5 V bis maximal 30 V betrieben werden. Der Spannungswächter wurde insbesondere dafür konzipiert, die Klemmenspannung von Akku- oder Batterie-Packs zu überwachen. Er kann aber grundsätzlich zum Überwachen von Spannungen oder Grenzwerten, die in Form einer elektrischen Spannung auftreten, verwendet werden. Der Vorteil der Schaltung besteht darin, daß der Spannungswächter in den stromsparenden Blinkbetrieb übergeht, sobald die

Klemmenspannung der Akkus oder der Batterien den oberen Grenzwert unterschreitet. Damit wird erreicht, daß die zusätzliche Belastung (ca. 10 mA, LED dauernd an), die der Spannungswächter für die zu überwachenden Akkus oder Batterien darstellt, reduziert wird. Mit dem Blinken der LED wird angezeigt, daß die Akkus geladen oder die Batterien ausgetauscht werden müssen.

Wird der untere Grenzwert unterschritten, erlischt die LED. Damit wird signalisiert, daß das Akku- oder Batterie-Pack nicht mehr betriebsbereit ist bzw. tiefentladen wird. Der Spannungswächter belastet dann die Klemmenspannung nur noch mit dem Ruhestrom (ca. 3 mA). Ein weiterer Vorteil der Schaltung besteht darin, daß mit nur einem Anzeigeelement (LED D8) drei verschiedene Grenzwerte angezeigt werden. Damit wird z.B. der mechanische Aufwand bei der Frontplattengestaltung reduziert; komplexe Frontplatten bleiben dadurch übersichtlicher.

Mögliche Anwendungen des Spannungswächters sind:

- Betriebsbereitschaftsanzeige für akku- bzw. batteriebetriebene Geräte;
- Betriebsbereitschaftsanzeige für netzteilbetriebene Geräte;
- Überwachen der Sender-Empfänger-Akkus in ferngesteuerten Geräten und Spielzeugen;
- 'Benzinuhr' in Modellautos;
- Überwachen der Ausgangsspannung von Netzgeräten;
- Spannungstester;
- Überwachen der Bordspannung in Kraftfahrzeugen;
- Überwachen von Grenzwerten, die in Form einer Spannung auftreten.

Die zwischen die Anschlüsse +  $U_E$  (Pluspol) und GND (Minuspole) angelegte Spannung wird mit einem Spannungsteiler geteilt und mit Hilfe eines Fensterkomparators (IC1a,b) überwacht. Die beiden Ausgänge des Fensterkomparators steuern einen Oszillator, dessen Ausgang in Abhängigkeit der Zustände des Fensterkomparators entweder gesperrt wird (untere Schaltschwelle  $U_u$  unterschritten), mit ca. 2 Hz getaktet wird (Spannung zwi-

elrad 1989, Heft 3



schen unterer und oberer Schaltschwelle) oder dauernd durchgesteuert wird (obere Schaltschwelle  $U_s$  überschritten). Mit dem Ausgangssignal des Oszillators wird eine LED angesteuert, die folglich erlischt, blinkt oder dauernd leuchtet.

Im einzelnen: Die an die Eingänge  $+U_E$  und GND angeschlossene Eingangsspannung wird mit dem Spannungsteiler R1, R2 und R3 (Schalter S1 in Stellung 1) geteilt. Mit den beiden Operationsverstärkern IC1a und IC1b des Vierfach-OpAmps IC1 (LM 324) wurde ein Fensterkomparator realisiert. Die geteilte Eingangsspannung wird zu Pin 10 und Pin 5 dieses Fensterkomparators geführt. An den beiden invertierenden Eingängen (Pin 9 und Pin 6) des Fensterkomparators steht eine Referenzspannung an, die mit Hilfe der Referenzdiode D3 (Shunt-Regler TL 431) erzeugt wird. Die Referenzspannung beträgt 2,5 V; sie wird durch die Widerstände R9 und R10 geteilt. Mit dem Fensterkomparator wird die über dem Eingangsspannungsteiler am Eingang  $+U_E$  anliegende Spannung mit der Referenzspannung verglichen. Je nach Vergleichsergebnis werden die Ausgänge Pin 8 und Pin 7 des Komparators angesteuert.

Klemmenspannung	Zustand LED
oberer Grenzwert ( $U_s$ ) überschritten	LED an
oberer Grenzwert ( $U_s$ ) unterschritten	LED blinkt
unterer Grenzwert ( $U_s$ ) unterschritten	LED aus

**Tabelle 1. Zustand der LED D8 in Abhängigkeit von dem Wert der Eingangsspannung.**

Ist die Spannung an Pin 10 des Komparators kleiner als die Referenzspannung (untere Schwelle  $U_s$  unterschritten), wird der Ausgang (Pin 8) nach Masse (GND) geschaltet. Liegt die Spannung an Pin 10 über der an Pin 9, wird der Ausgang (Pin 8) nach  $U_+$  geschaltet. Die Funktion des Komparators IC1b entspricht der des Komparators IC1a; mit IC1b wird die Eingangsspannung hinsichtlich der oberen Schwelle  $U_s$  überwacht.

Mit einem weiteren Operationsverstärker des Vierfach-OpAmps IC1 und dem Kondensator C4 sowie den Widerständen R15...18 wurde ein RC-Rechteck-Oszillator aufgebaut. Dieser Oszillator wird von den beiden Ausgangssignalen des Fensterkomparators gesteuert. Liegt der Ausgang des Komparators IC1a auf Masse-

potential (wenn die untere Schaltschwelle  $U_s$  unterschritten wird), wird auch Pin 2 des Oszillators nach Masse geschaltet. Die an Pin 3 des Oszillators anliegende Spannung ist nun größer als die Spannung an Pin 2; folglich wird der Oszillator-Ausgang (Pin 1) nach  $U_+$  geschaltet, so daß durch die LED D8 kein Strom fließen kann. Die dunkle LED signalisiert, daß die Eingangsspannung unterhalb der unteren Schwelle  $U_s$  liegt.

Liegt die Eingangsspannung innerhalb der durch den Eingangsspannungsteiler festgelegten Grenzen, wird der Ausgang von IC1a (Pin 8) nach  $U_+$  geschaltet, und der Ausgang von IC1b (Pin 7) nimmt Massepotential an. Damit werden die Dioden D4 und D5 in Sperrrichtung betrieben, und der Oszillator schwingt mit der durch die Bauteile C4, R15, R17 und R18 festgelegten Frequenz (ca. 2 Hz); die Leuchtdiode D8 blinkt.

Überschreitet die durch den Eingangsteiler abgeschwächte Spannung an Pin 5 des Kompa-

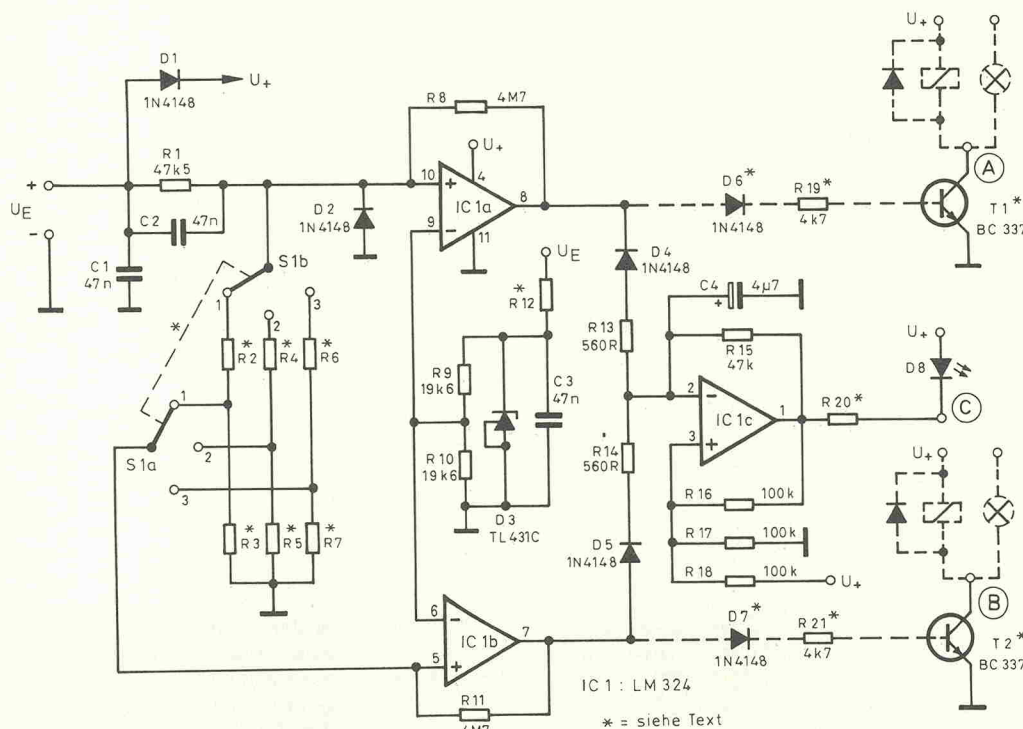
rators IC1b den Referenzwert an Pin 6, wird der Ausgang (Pin 7) gegen  $U_+$  gezogen. Die Diode D5 wird dann in Flußrichtung betrieben, so daß Pin 2 des Oszillators IC1c nach  $U_+$  geschaltet wird. Dadurch wird der Ausgang des Oszillators (Pin 1) nach Masse geschaltet, und die Leuchtdiode leuchtet ständig. Sie zeigt damit an, daß die an den Eingangsklemmen anliegende Spannung den Schwellwert  $U_s$  überschritten hat.

An den Ausgängen der Komparatoren sind über Diode D6, Widerstand R19, Diode D7 sowie Widerstand R21 die Transistoren T1 und T2 angeschlossen. Diese Transistoren werden durch die Ausgangssignale der Komparatoren IC1a und IC1b angesteuert. An die Kollektoren dieser Transistoren können weitere Anzeigeelemente (LED, Lampen) oder Relais zugeschaltet werden. Die Kollektoren dieser Transistoren sind als Open-Collector-Ausgänge an den Anschlußpunkten A und B auf der sechspoligen Stiftleiste St1 herausgeführt.

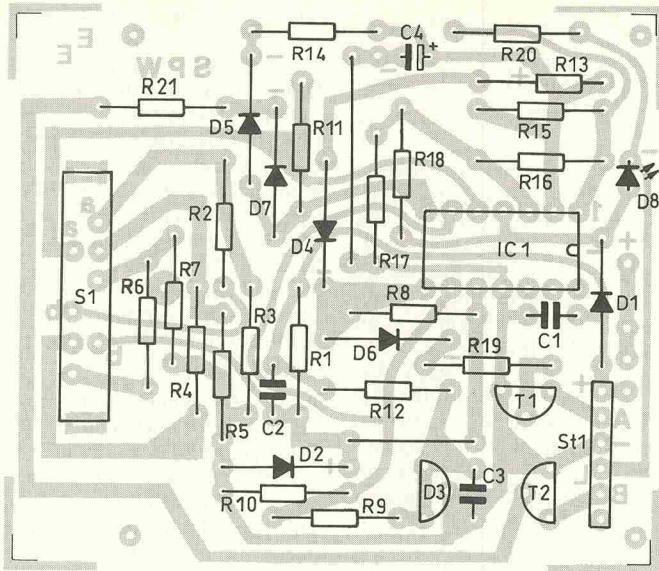
Die Dioden D1 und D2 wirken als Verpolschutz und schützen die Schaltung vor Zerstörung bei verpolt angeschlossener Eingangsspannung. Die Kondensatoren C1 und C3 dienen als Abblockkondensatoren gegen eventuell auftretende Störspannungsspitzen.

Durch die Widerstände R8 und R11 erhalten die Komparatoren IC1a und IC1b eine Hysterese. Diese verhindert, daß am Umschaltzeitpunkt der Komparatoren undefinierte Verhältnisse auftreten und dann die Komparatoren schwingen. Die Hysterese ist abhängig von der am Anschluß  $U_E$  anliegenden Eingangsspannung. Sie beträgt bei einer Eingangsspannung von 4 V ca. 20 mV, bei einer Eingangsspannung von 12 V ca. 70 mV. Mit dem Schalter S1 können drei verschiedene Spannungsbereiche selektiert

**Bild 1. Bei Bedarf kann der Spannungswächter mit zwei zusätzlichen Schaltausgängen (T1, T2) versehen werden.**







**Bild 2. Der Schiebeschalter S1 braucht nur dann bestückt zu werden, wenn drei verschiedene Eingangsspannungen überwacht werden sollen.**

mit folgenden Gleichungen berechnet:

$$U_s = (47,5 \times 1,24 \text{ V}) / (R_2 + R_3) + 1,24 \text{ V}$$

$$O_s = ((47,5 + R_2 + R_3) \times 1,24 \text{ V}) / R_3$$

Die Widerstandswerte werden jeweils in kΩ eingesetzt.

In Schalterstellung 2 sind anstelle von R2/R3 die Widerstände R4/R5 und in Schalterstellung 3 die Widerstände R6/R7 in die Formeln einzusetzen.

Für die gebräuchlichsten NiCd- und Blei-Akkus sind die erforderlichen Widerstände für den Eingangsspannungsteiler sowie die Werte für R12 und R20 in Tabelle 4 zusammengefaßt. Die Werte für R12 (Vorwiderstand für die Referenzdiode D3) sowie für R20 (Vorwiderstand für die Leuchtdiode D8) sind dabei so dimensioniert, daß der Stromverbrauch des Spannungswächters möglichst klein gehalten wird und die zu

## Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 10%, wenn nicht anders angegeben)

R1	47k5, 1%
R2...7,	siehe Text bzw. Tabelle
12,20	
R8,11	4M7
R9,10	19k6, 1%
R13,14	560R
R15	47k
R16...18	100k
R19,21	4k7 (optional)

Kondensatoren

C1...3	47n ker.
C4	4µ7/35V Elko

Halbleiter

D1,2,4,5	1 N 4148
D3	TL 431 C
D6,7	1 N 4148 (optional)
D8	LED rot
T1,2	BC 337 (optional)
IC1	LM 324

Sonstiges

S1	Miniatur-Schiebeschalter 2×3 (optional)
St1	Stiftleiste, 6-polig
Platine	64×55 mm

In der Konfiguration 2 — also mit Umschaltmöglichkeit — können mit dem Spannungswächter drei unterschiedliche Spannungen kontrolliert werden. Dazu ist auf der Platine ein Schiebeschalter mit drei Schaltstellungen vorgesehen, mit dem der Eingangsspannungsteiler umgeschaltet wird. Der Spannungswächter kann in dieser Konfiguration beispielsweise im mobilen Einsatz als Spannungstester verwendet werden. Die auf der Platine vorgesehenen Befestigungsbohrungen sind so angeordnet, daß der Spannungswächter in ein Standardgehäuse mit Batteriefach eingebaut werden kann. In diesem Batteriefach können dann die Anschlußleitungen (+U<sub>E</sub> und Masse) untergebracht und zum Gebrauch herausgeführt werden.

Zusätzlich sind auf der Platine zwei Transistorausgänge vorgesehen, mit denen an der unteren und oberen Schaltschwelle Relais oder Lampen geschaltet werden können. Die Transistoren T1/T2 sowie die Dioden D6/D7 und die Widerstände R19/R21 brauchen nicht bestückt zu werden, wenn mit dem Spannungswächter der Zustand einer zu überwachenden Spannung lediglich mit der Leuchtdiode angezeigt werden soll.

Durch die Verwendung einer Präzisionsreferenzdiode und durch den Einsatz von 1%-Metallschichtwiderständen (für den bzw. die Eingangsspannungsteiler, je nach Konfiguration 3 bis 7 Stück) sind bei der Inbetriebnahme der Schaltung keinerlei Abgleichtarbeiten erforderlich. Falls für die Widerstände Nennwerte aus der Normreihe eingesetzt werden, beträgt die maximale Genauigkeitsabweichung unter Berücksichtigung der Toleranz der Referenzdiode ≤4%.

Alle verwendeten Bauelemente sind Standard-Bauteile.

Schalterstellung S1	Eingangsspannungsteiler
1	R1, R2, R3
2	R1, R4, R5
3	R1, R6, R7

**Tabelle 2. Zuordnung der Spannungsteiler-Widerstände zur Stellung des Schalters S1.**

werden. Soll nur ein Spannungsbereich überwacht werden (Konfiguration 1 ohne Schalter S1), müssen auf der Platine die Drahtbrücken a-a und b-b eingelötet werden.

Falls die Umschaltmöglichkeit zwischen drei Eingangsspannungen in Anspruch genommen werden soll, gilt für die Eingangsteiler die in Tabelle 2 wiedergegebene Zuordnung zu den drei Schaltstellungen. Entsprechend der Dimensionierung des Eingangsspannungsteilers werden die untere Schaltschwelle U<sub>s</sub> und die obere Schaltschwelle O<sub>s</sub> für die jeweilige Stellung von Schalter S1

überwachten Akkus somit nur wenig belastet werden.

Das Platinenlayout (64×55 mm) wurde so gestaltet, daß der Spannungswächter in der Konfiguration 1 (ohne Umschalter S1) zum Überwachen einer Spannung stationär in Geräte eingebaut werden kann. In dieser Konfiguration werden der Schalter S1 sowie die Widerstände R4...7 nicht bestückt. Anstelle des Schalters S1 müssen die Brücken a-a und b-b eingelötet werden.

Akku-Typ	Nennspannung (V)	Anzahl der Zellen	Schaltschwellen U <sub>s</sub> /O <sub>s</sub> (V)	R2 R4 R6 (kΩ)	R3 R5 R7 (kΩ)	Konfiguration 1		Konfiguration 2	
						R12 (kΩ)	R20 (kΩ)	R12 (kΩ)	R20 (kΩ)
Ni-Cd	4,8	4	4,0/4,4	1,96	19,6	2,2	0,390	3,3	0,620
	6,0	5	5,0/5,5	1,43	14,3	3,3	0,620		
	7,2	6	6,0/6,6	1,13	11,3	4,7	0,820		
	8,4	7	7,0/7,7	0,931	9,31	5,6	1,0	6,8	1,2
	9,6	8	8,0/8,8	0,787	7,87	6,8	1,2		
	10,8	9	9,0/9,9	0,698	6,98	8,2	1,5		
	12,0	10	10,0/11,0	0,604	6,04	10,0	1,8		
Blei	6,0	3	5,4/5,8	1,1	13,0	3,3	0,620	5,6	1,0
	12,0	6	10,8/11,7	0,475	5,62	10,0	1,8	5,6	1,0

**Tabelle 4. Widerstandswerte des Spannungswächters für eine Auswahl gebräuchlicher Akku-Kombinationen.**



Pin-Bezeichnung	Signal
+U <sub>E</sub> A	Anschluß positive Eingangsspannung Transistor-Ausgang T1 (Open Collector, 35 Volt/150 mA); Transistor T1 wird durchgesteuert, wenn die untere Schwelle U <sub>s</sub> überschritten wird.
GND C	Anschluß negative Eingangsspannung Zusätzlicher Anschluß für Leuchtdiode; dieser Anschluß kann verwendet werden, wenn die Leuchtdiode nicht direkt in die Platine eingelötet wird.
B	Transistor-Ausgang T2 (Open Collector, 35 Volt/150 mA); Transistor T2 wird durchgesteuert, wenn die obere Schwelle O <sub>s</sub> überschritten wird.

In Tabelle 3 ist die Pinbelegung der Steckerleiste St1 mit den entsprechenden Funktionen der Ein- bzw. Ausgänge zusammengefaßt.

Zur Inbetriebnahme des Spannungswächters ist an die Stiftleiste zwischen Pin +U<sub>E</sub> (positiver Pol) und Pin GND (negativer Pol) ein Netzgerät mit variabler Ausgangsspannung anzuschließen. Parallel zum Ausgang des Netzgerätes wird ein

Voltmeter zur Spannungskontrolle angeschlossen.

Die Ausgangsspannung des Netzgerätes wird nun über die berechnete obere Schaltschwelle O<sub>s</sub> eingestellt, die LED muß ständig leuchten.

Die Ausgangsspannung des Netzgerätes wird nun langsam reduziert, bis die Leuchtdiode in den Blinkbetrieb übergeht. Die an dieser Stelle gemessene Spannung entspricht der

**Tabelle 3. Pinbelegung der sechspoligen Stiftleiste St1 — lediglich fünf Pins sind elektrisch angeschlossen.**

Schaltschwelle O<sub>s</sub>. Der Vorgang kann wiederholt werden, wobei beachtet werden muß, daß die Schaltung eine Hysterese besitzt; der Spannungswert, bei dem die Leuchtdiode in den Dauerbetrieb übergeht, ist größer als der Spannungswert, bei dem die Leuchtdiode in den Blinkbetrieb wechselt. Die Hysterese beträgt bei 4 V ca. 20 mV, bei 12 V ca. 70 mV.

Die Kontrolle der unteren Schaltschwelle U<sub>s</sub> wird ebenso durchgeführt wie die zuvor beschriebene Kontrolle der Schaltschwelle O<sub>s</sub>. Dazu wird die Ausgangsspannung des Netzgerätes zwischen die Schaltschwellen O<sub>s</sub> und U<sub>s</sub> ein-

gestellt, die Leuchtdiode muß blinken. Die Ausgangsspannung des Netzgerätes wird nun reduziert, bis die Leuchtdiode erlischt. Die an diesem Punkt gemessenen Spannung entspricht der unteren Schaltschwelle U<sub>s</sub>.

Der Spannungswächter kann nun an die zu überwachende Spannung angeschlossen werden. Dazu werden die Anschlüsse +U<sub>E</sub> und GND der sechspoligen Stiftleiste mit dem Pluspol und dem Minuspol der zu überwachenden Spannung verbunden. Soll der Spannungswächter nur bei Bedarf eingeschaltet werden, kann er über einen Taster oder Schalter an die zu überwachende Spannung angeschlossen werden.

Grundsätzlich sollte bedacht werden, daß eine verlässliche Aussage über den Wert der Klemmenspannung von Akkus und Batterien nur dann gemacht werden kann, wenn die Klemmenspannung im belasteten Zustand gemessen wird. □

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

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

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

**GUT LÖTBARE GEHÄUSE**  
aus 0,5 mm Weißblech  
NEU: Jetzt auch in Messing!

Japanische ZF-Filter 7 x 7  
Stück: 1—9 ab 10

455 kHz, gelb	2,10	1,85
455 kHz, weiß	2,10	1,85
455 kHz, schwarz	2,10	1,85
10,7 MHz, orange	2,00	1,80
10,7 MHz, grün	2,00	1,80

Neosid-Fertigfilter

BV 5016	3,60	BV 5056	3,60
BV 5023	3,60	BV 5061	3,60
BV 5036	3,60	BV 5063	3,60
BV 5046	3,60	BV 5118	7,50
BV 5048	3,60	BV 5138	3,60
BV 5049	3,60	BV 5163	3,60
BV 5034	3,60	BV 5231	3,60

Weitere Typen sowie Spulenbausätze ab Lager lieferbar.

Deckel  
Länge x Breite

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

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

Exportgeräte-Katalog gegen 6,50 in Briefmarken

**MX1600E**

DM 459,—

Der „Volksscanner“ er läuft und läuft und läuft

Interessante Frequenzbereiche: 75—88 MHz, 136—174 MHz, 406—475 MHz

Kanalrastrer: 5, 12,5 u. 25 kHz

Schaltbare Frequenzen: mehr als 15.000

Memorys: 16, Suchlauf über Memory's oder gesamten Frequenzbereich.

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

Tronser-Lufttrimmer  
Stück: 1—9 ab 10

1,6—8 pF, flache Ausf.	3,00	2,50
2,5—23 pF, 2-Bein print	3,50	2,70
2,3—26 pF, 2-Bein print	3,75	3,00
3—32 pF, 2-Bein print	4,00	3,85

Wir liefern viele Bauteile einzeln aus den elrad-Bauanleitungen. NEU: Jetzt auch SMD-Teile ab Lager.

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

**NEU: MSA 0404 nur 11,50**

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

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

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

**Andy's Funkladen**  
Admiralstraße 119, Abteilung ED3, 2800 Bremen 1  
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60



## Professionelle Nachrichtensicherung

# Safer Text

### Beispiel: ARQ

**Peter Schreiner**

In militärischen, kommerziellen und behördlichen Nachrichtennetzen werden Fernschreibtexte sehr häufig chiffriert über Kurzwellenfunkstrecken übermittelt. Die heute verwendeten modernen Chiffrierverfahren bedingen dabei jedoch eine absolut fehlerfreie Übermittlung der Zeichenfolgen.

Aus dieser Notwendigkeit heraus wurde nach CCIR 476 das Nachrichtensicherungssystem ARQ (Automatic ReQuest) zur fehlerfreien Übermittlung chiffrierter Zeichenfolgen entwickelt. Das Verfahren ermöglicht auch bei stark gestörten Übertragungskä- nalen eine Fehlerrate von weniger als  $10^{-6}$ .

Zum besseren Verständnis des Folgenden soll hier zunächst kurz auf die allgemeinen Grundlagen der Fernschreibtechnik eingegangen werden. Daneben ist auch ein kurzer Ausflug in die Informationstheorie nötig. Doch keine Sorge — die dargestellten Zusammenhänge sind einfach und anschaulich und ohne höhere Mathematik zu erklären.

Das Fernschreib-Alphabet ist im CCITT-Code Nr. 2 codiert. Wie Tabelle I zeigt, handelt es sich dabei um einen 5-stelligen binären Code, mit dem unmittelbar  $2^5 = 32$  verschiedene Zeichen dargestellt werden können. Weil neben den Buchstaben A...Z auch die Ziffern 0...9, Satzzeichen und andere Steuerzeichen (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub usw.) zur voll-

ständigen Übermittlung eines Textes gehören, war es notwendig, den Code in zwei Ebenen zu definieren. Die Tabelle zeigt eine Buchstaben- und eine Ziffernspalte. Der Wechsel zwischen beiden Code-Ebenen geschieht mit den Umschaltzeichen BU bzw. ZI. Nachdem das jeweilige Umschaltzeichen empfangen wurde, werden alle folgenden Zeichen in der betreffenden Ebene interpretiert.

Das internationale Telegrafien-Alphabet Nr. 2 wurde 1924 weltweit gültig durch das Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique festgelegt. Der synonyme Begriff „Baudot-Code“ geht auf den französischen Physiker Baudot (1845-1903) zurück.

Bild 1 zeigt ein serielles Fernschreibzeichen, wie es an einer RS-232-C-Schnittstelle auftritt. Den 5 Datenbits geht ein Startschritt (0) voran. Abgeschlossen wird das Zeichen von einem 1,5-fachen Stoppschritt (1). Zur Bezeichnung der Signalpegel dienen hier die aus der Digitaltechnik bekannten Zeichen „0“ und „1“. Insbesondere in der Nachrichtentechnik finden sich daneben für die beiden Zustände auch die Bezeichnungen „Zeichenlage“, „Startpolarität“, oder „Space“ für logisch „0“, und „Trennlage“, „Stoppolarität“ oder „Mark“ für den Zustand logisch „1“.

Bei der Übermittlung von Fernschreibzeichen im Baudot-Code über Kurzwellenfunkstrecken ist es sehr wahrscheinlich, daß einige der gesendeten Zeichen gar nicht, andere nur unvollständig oder verfälscht beim Empfänger ankommen. Verantwortlich für diese Störungen auf dem Übertragungskanal sind schnell sich ändernde Ausbreitungsbedingungen der Kurzwelle, atmosphärische Störungen und/oder Störungen

durch andere Sender im Nutzkanal. Innerhalb des Baudot-Codes gibt es für den Empfänger keine Möglichkeit zu prüfen, ob es sich bei den gerade empfangenen Zeichen um „legale“ Zeichen handelt. Alle 32 Bitkombinationen sind eindeutig dem definierten Zeichenvorrat zugeordnet, das heißt alle 32 Kombinationen sind „legale“ Zeichen.

Es gilt also, ein Verfahren zu finden, das es dem Empfänger

erlaubt, zwischen „legalen“ und „illegalen“ Zeichen zu unterscheiden. Der theoretische Hintergrund, der zur Entwicklung eines redundanten Codes führt und damit die Möglichkeit einer formalen Fehlererkennung auf der Empfängerseite eröffnet, führt über die Grundlagen der Informationstheorie.

Der Begriff Information wird in der Informationstheorie definiert als „nicht vorhersehbare Änderung eines physikalischen

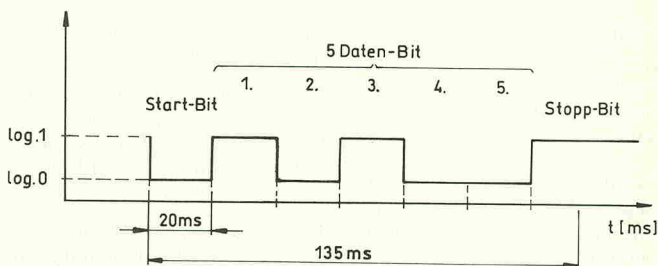


Bild 1. Aufbau eines seriellen Fernschreibzeichens 50 Bd.

Der Baudot-Code

Code-Wort					Bu...	Zi...
LSB				MSB		
2 <sup>0</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>		
1	1	0	0	0	A	—
1	0	0	1	1	B	?
0	1	1	1	0	C	:
1	0	0	1	0	D	Auslöser Namensgeber
1	0	0	0	0	E	3
1	0	1	1	0	F	nicht belegt
0	1	0	1	1	G	nicht belegt
0	0	1	0	1	H	nicht belegt
0	1	1	0	0	I	8
1	1	0	1	0	J	Klingel
1	1	1	1	0	K	( (Klammer auf)
0	1	0	0	1	L	) (Klammer zu)
0	0	1	1	1	M	.
0	0	1	1	0	N	,
0	0	0	1	1	O	9
0	1	1	0	1	P	0
1	1	1	0	1	Q	1
0	1	0	1	0	R	4
1	0	1	0	0	S	' (Apostroph)
0	0	0	0	1	T	5
1	1	1	0	0	U	7
0	1	1	1	1	V	=
1	1	0	0	1	W	2
1	0	1	1	1	X	/
1	0	1	0	1	Y	6
1	0	0	0	1	Z	+
0	0	0	1	0	Wagenrücklauf	
0	1	0	0	0	Zeilenvorschub	
1	1	1	1	1	Bu...	
1	1	0	1	1	Zi...	
0	0	1	0	0	Leerraum	
0	0	0	0	0	Ignorieren	

Tabelle I. Der Baudot-Code. Alle 32 möglichen Code-Wörter sind mit ihrer Bedeutung aufgelistet.



Zustandes“. Je überraschender diese Zustandsänderung für den Beobachter eintritt, desto größer ist der Informationswert. Allgemein kann man festhalten, daß der Informationswert einer Nachricht mit der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens fällt.

Shannon hat diesen Zusammenhang in dem Begriff der Entropie der Nachrichtenquelle mathematisch beschrieben. Unter der Voraussetzung, daß alle Zeichen des Zeichenvorrats in der Reihenfolge der Nachricht statistisch unabhängig vorkommen, gilt für den Informationsgehalt  $I$  jedes einzelnen Zeichens

$$I_i = \lg \frac{1}{P(X_i)} \quad [1]$$

wobei mit  $P(X_i)$  die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des Zeichens  $X_i$  benannt ist.

Der mittlere Informationsgehalt einer Nachricht — auch Entropie der Nachrichtenquelle — errechnet sich dann nach:

$$H(X) = \sum_{i=1}^n P(X_i) I_i \quad [2]$$

Durch Einsetzen von (1) in (2) erhält man

$$H(X) = \sum_{i=1}^n P(X_i) \cdot \lg \frac{1}{P(X_i)} \quad [3]$$

Nun kann der Spezialfall eintreten, daß alle in der Nachricht vorkommenden Zeichen mit gleicher Wahrscheinlichkeit auftreten. Dieser Fall ist beispielsweise bei chiffrierten Texten gegeben. Während in offenen Texten (Klartexten) die Häufigkeitsverteilung und damit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der einzelnen Zeichen von der jeweiligen Sprache abhängt, in der die

Nachricht verfaßt wurde, wird ein gutes Chiffriersystem keine Rückschlüsse von der Häufigkeitsverteilung der Zeichen auf die Verteilung im Klartext zulassen. In Edgar A. Poe's Kurzgeschichte vom Goldkäfer mußte der analytische Verstand der Hauptfigur vor der Aufgabe, ein modernes Chiffrierverfahren zu berechnen, passen; in dieser Geschichte findet ein gewisser Mr. Legrand das Versteck eines wertvollen Goldschatzes, nachdem er einen verschlüsselten Text anhand der Häufigkeitsverteilung der darin enthaltenen Zeichen entschlüsselt hat.

Man kann also festhalten, daß die Wahrscheinlichkeit  $P(X_i)$  der Zeichen  $X_i$  innerhalb einer Nachricht, die mittels eines modernen Chiffriersystems verschlüsselt wurde, überall gleich ist. Für die Entropie der Nachrichtenquelle hat das dann zur Folge, daß sich die obige Gleichung (3) auf die Form

$$H(X) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \lg \frac{1}{\left(\frac{1}{n}\right)} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \lg n = \lg n = H_0$$

reduziert. Die Entropie der Nachrichtenquelle wird in diesem Fall also allein von der Anzahl der zu kodierenden Zeichen  $n$  bestimmt. Der Baudot-Code besitzt mit seinen 32 zu kodierenden Zeichen und seiner 5-Bit-Struktur also maximale Entropie und minimale Redundanz.

Hält man den zu kodierenden Zeichenvorrat (32) konstant und ändert die Code-Struktur zum Beispiel in einen 7-Bit-Code mit 128 möglichen Kombinationen, dann verringert sich die Auftrittswahrscheinlichkeit jedes der 32 möglichen Zeichen und damit die Entropie der

Code-Wort							Bu...	Zi...
LSB						MSB		
2 <sup>0</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>6</sup>		
1	1	1	0	0	0	1	A	—
0	1	0	0	1	1	1	B	?
1	0	1	1	1	0	0	C	:
1	1	0	0	1	0	1	D	Auslöser Namengeber
0	1	1	0	1	0	1	E	3
1	1	0	1	1	0	1	F	nicht belegt
1	0	1	0	1	1	0	G	nicht belegt
1	0	0	1	0	1	1	H	nicht belegt
1	0	1	1	0	0	1	I	8
1	1	1	0	1	0	0	J	Klingel
0	1	1	1	1	0	0	K	( (Klammer auf)
1	0	1	0	0	1	1	L	) (Klammer zu)
1	0	0	1	1	1	0	M	,
1	0	0	1	1	0	1	N	.
1	0	0	0	1	1	1	O	9
1	0	1	1	0	1	0	P	0
0	1	1	1	0	1	0	Q	1
1	0	1	0	1	0	1	R	4
1	1	0	1	0	0	1	S	' (Apostroph)
0	0	1	0	1	1	1	T	5
0	1	1	1	0	0	1	U	7
0	0	1	1	1	1	0	V	=
1	1	1	0	0	1	0	W	2
0	1	0	1	1	1	0	X	/
1	1	0	1	0	1	0	Y	6
1	1	0	0	0	1	1	Z	+
0	0	0	1	1	1	1	Wagenrücklauf	
0	0	1	1	0	1	1	Zeilenvorschub	
0	1	0	1	1	0	1	Bu...	
0	1	1	0	1	1	0	Zi...	
0	0	1	1	1	0	1	Leerraum	
0	1	0	1	0	1	1	Ignorieren	
0	1	1	0	0	1	1	RQ (Request)	
1	1	0	0	1	1	0	Beta	
1	1	1	1	0	0	0	Alpha	
1	0	1	0	0	1	1	C1	
0	1	0	1	0	1	1	C2	
1	0	0	1	1	0	1	C3	

**Tabelle II. Der ARQ-Code nach CCIR-Nr. 476-2. Verschiedene ARQ-Verfahren werden auch bei der Datenübertragung via Satellit angewendet.**

Quelle. Da der Informationsgehalt  $H_0 = \lg(n)$  konstant bleibt und die Entropie geringer wird, ergibt sich nach

$$R = H_0 - H(X)$$

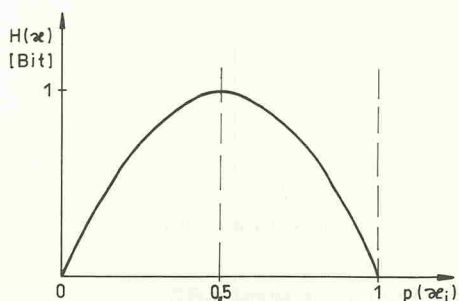
eine höhere absolute Redundanz.

Auf einem idealen Übertragungskanal werden neben den 32 „legalen“ Zeichen die restlichen redundanten „illegalen“ Zeichen nie auftreten, da sie ja nicht zum Zeichenvorrat des vereinbarten Codes gehören. Wird jedoch ein gestörter Übertragungskanal angenommen, so wird sich eine mehr oder weniger homogene Häufigkeitsverteilung aller Zeichen beim Empfänger ergeben. Jetzt besitzt der Empfänger jedoch

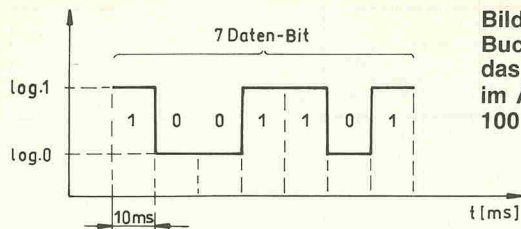
die Möglichkeit zu prüfen, ob es sich bei dem empfangenen Zeichen um eines der 32 „legalen“ oder um eines der restlichen Zeichen handelt.

Tabelle II zeigt den Aufbau des ARQ-Codes. Es handelt sich um eine 7-Bit-Struktur, die 128 Codeworte zuläßt. Neben dem Vorrat an Textzeichen — analog zum Baudot-Code — tauchen weitere Zeichen auf, die das Übertragungsprotokoll zwischen Sender und Empfänger bestimmen: RQ (Request), Alpha, Beta und die drei Kontrollsignale C1, C2, C3. Während normale Fernschreibzeichen im Baudot-Code über das Telexnetz der Bundespost asynchron im Start-Stopp-Verfahren übermittelt werden, überträgt man ARQ-Signale

**Bild 2. Entropie der Nachrichtenquelle als Funktion der Auftrittswahrscheinlichkeit  $P(x_i)$  eines Zeichens.**







**Bild 3. Der Buchstabe (bzw. das Zeichen) 'N' im ARQ-Code 100 Bd.**

synchron. Bild 3 zeigt die Zeichenstruktur des Buchstabens „n“ im ARQ-Code.

Der ARQ-Code ist nun so strukturiert, daß das Verhältnis zwischen logisch „1“ und logisch „0“ innerhalb eines jeden Zeichens 4:3 beträgt. Damit besitzt der Empfänger ein Prüfkriterium, anhand dessen er entscheiden kann, ob es sich bei dem gerade empfangenen Zeichen um ein „legales-“ oder ein „illegales Zeichen“ handelt, das zwar eine 7-Bit-Kombination darstellt, jedoch nicht im vereinbarten Zeichenvorrat des ARQ-Codes vorhanden ist. Die Möglichkeit der Falschinterpretation eines Zeichens auf der Empfängerseite ist nun weitgehend eingeschränkt. Innerhalb eines 7-Bit-Zeichens müssen bei einer Störung auf dem Übertragungskanal gleich 2 Bit vertauscht werden (Rekombination), um eine Falscherkennung auszulösen.

Bei den spezifischen Störeinflüssen auf Kurzwellenfunkstrecken sind derartige Störeinflüsse erfahrungsgemäß äußerst selten. Man erreicht deshalb eine statistische Übermittlungssicherheit von  $10^{-6}$ , das heißt von einer Million Zeichen wird maximal 1 Zeichen falsch übertragen. Trifft beim Empfänger nun ein „falsches“ Zeichen ein, so hat er zwar bis jetzt die Möglichkeit, das Zeichen als falsch zu erkennen und zu wissen, daß auf dem Übermittlungsweg wahrscheinlich eines der sieben Bit falsch übermittelt wurde, er weiß aber noch nicht, welches Bit verfälscht wurde.

Im ARQ-Verfahren wurde deshalb ein automatisches Rückfrage- (Request) und Quittungsprotokoll vereinbart. Der Sender übermittelt jeweils einen Zeichenblock zu 4 Zeichen — der Empfänger prüft den Block auf das Verhältnis 4:3 der Logikpegel und quit-

tiert bzw. erbittet eine erneute Übermittlung des Blocks. Dieses Verfahren funktioniert jedoch nur dann, wenn sichergestellt ist, daß die Protokollzeichen „verstanden“ bzw. „wiederholen“ ungestört beim Sender empfangen werden. Wird beim Sender das jeweilige Protokollzeichen falsch verstanden, so kann er nicht entscheiden, ob er den gerade ausgesandten Block nun wiederholen soll oder mit der weiteren Übermittlung fortfahren soll.

In der Praxis des ARQ-Verfahrens wurden deshalb als Quittungszeichen die beiden Kontrollsignale C1 und C2 vereinbart. Sie werden vom Empfänger abwechselnd jeweils nach dem Empfang eines Blockes an den Sender geschickt. Wird beim Empfänger der letzte Block als falsch interpretiert, so wiederholt er so lange das zuletzt geschickte Quittungssignal, bis der Block korrekt empfangen wurde. Die Quittierung des folgenden Blocks geschieht dann wieder mit dem jeweils anderen Kontrollsignal. Auf der Senderseite besteht nunmehr natürlich die Notwen-

digkeit, die Quittierungssignale C1 und C2 richtig zu erkennen. Falls sie nicht oder nicht richtig erkannt werden, schickt der Sender einen Viererblock RQ-Signale, um den Empfänger anzuweisen, sein letztes Kontrollsignal zu wiederholen. Sollte der Empfänger seinerseits die RQ-Aufforderung des Senders nicht verstehen, so wird er vereinbarungsgemäß das zuletzt ausgesandte Quittungszeichen solange wiederholen, bis die RQ-Aufforderung richtig erkannt wurde.

Bild 4 zeigt das Protokoll einer ARQ-Verbindung zweier Stationen. Voraussetzung für das Zustandekommen einer solchen Verbindung ist ein genauer Gleichlauf beider Stationen, da es sich, wie oben erwähnt, um eine synchrone Datenübermittlung handelt. Zu Beginn jeder ARQ-Verbindung steht deshalb das sogenannte „Einphasen“ beider Stationen. Mit Master wird hierbei die taktgebende und mit Slave die taktkorrigierende Station bezeichnet.

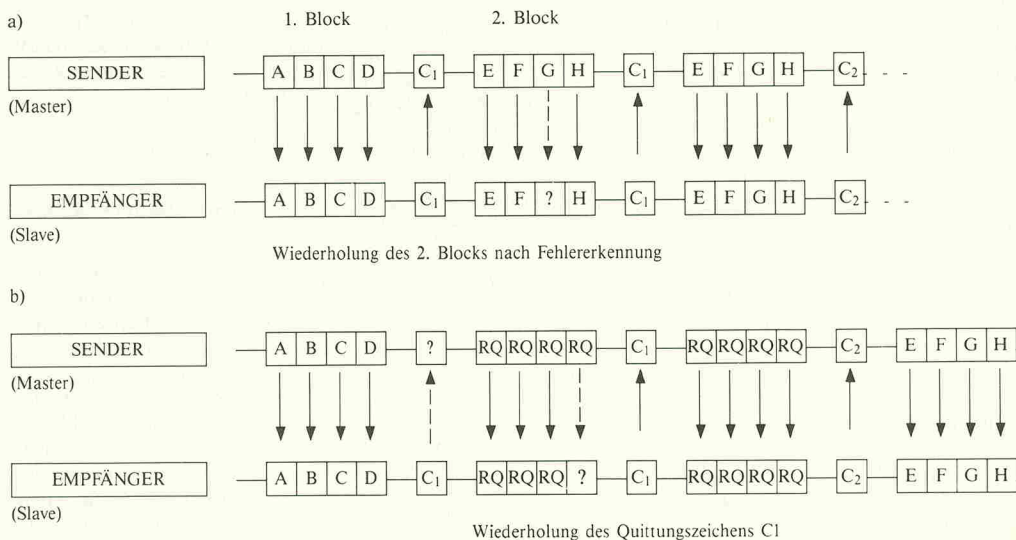
In Bild 4 ist als Verkehrsrichtung (Richtung des Nutzdatenstroms) Master zu Slave angenommen. Selbstverständlich bietet das ARQ-Verfahren die Möglichkeit, innerhalb einer bestehenden Verbindung die Verkehrsrichtung umzukehren. Der Sender übermittelt dem Empfänger in diesem Fall die Zeichenkette „+?“ und löst dort das dritte Kontrollsignal

C3 aus. Der richtige Empfang von C3 signalisiert beim ursprünglichen Sender wiederum, daß bei der Gegenstation die Aufforderung zum Senden richtig erkannt wurde. Da beide Stationen in einem phasenstarken, synchronen Gleichlauf ihre Daten austauschen, müssen insbesondere bei großen Übermittlungsdistanzen die entstehenden Laufzeitverzögerungen der Signale berücksichtigt werden.

Neben ARQ sind heute auch andere Nachrichtensicherungssysteme gebräuchlich, die mit fehlerkorrigierenden Codes arbeiten und noch niedrigere Fehlerraten aufweisen. Das ARQ-Verfahren bietet gerade auf den mitunter stark gestörten Kurzwellenfunkstrecken eine hohe Störfestigkeit insbesondere bei der Übermittlung chiffrierter Texte. □

## Literaturhinweis

Einen Überblick über praktisch sämtliche Verfahren der Signalübertragung gibt das Buch 'Data Transmission', McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-065447-6 (in englischer Sprache). Es berücksichtigt die digitale Übertragung von Audio-Signalen ebenso wie zum Beispiel auch Modems, optische Verfahren und, in der vorliegenden zweiten Ausgabe, die Local Area Networks (LANs).



**Bild 4. Zwei Beispiele für ein Übermittlungsprotokoll ARQ.**

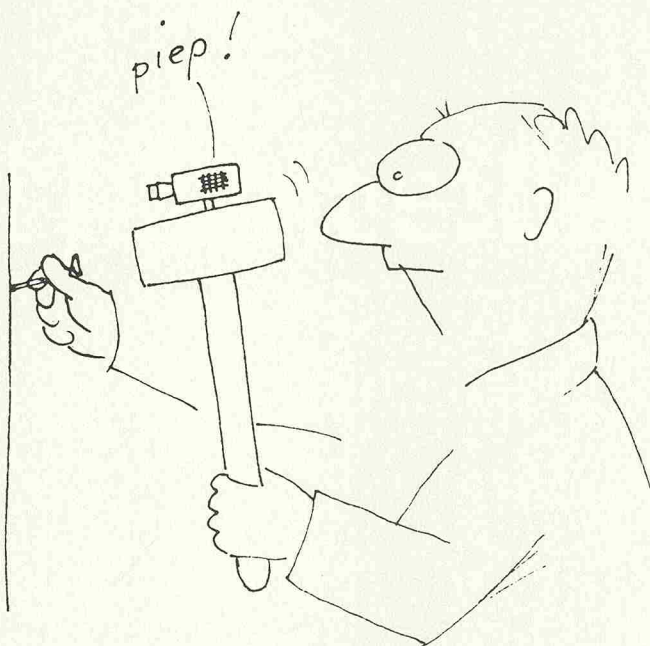


D A S T H E M A

# Meßtechnik (1)

Grundlagen  
Projekte  
Schaltungstechnik





Stetige Verfeinerung der Meßtechnik. Der gefühlvolle Daumen ist out, jetzt gibt es den Hammer mit integrierter Zieleinmessung.

Einzig und allein in der Umweltfrage stört genau es Messen. Interessierte Kreise geben den Fortschritten der Meßtechnik die Schuld am Auftreten immer neuer Schadstoffe. Deshalb: Weitermessen! Damit wir auch den letzten Tropfen erfassen, der das Faß zum Überlaufen bringt.

## Gesamtübersicht

	Seite
<b>aktuell</b> .....	39
Meßdatenerfassung	
<b>Byte-Logger</b> .....	40
z-Modulationsadapter	
<b>Rücklaufsperr</b> .....	44
Samplefrequenz-Generator	
<b>Simpel sampeln</b> .....	51
Temperaturmessung	
<b>Sensor-Tuning</b> .....	56
Panelmeter	
<b>LCD<sup>+1</sup></b> .....	58
<b>Der Buchtip</b> .....	60

## Inhalt

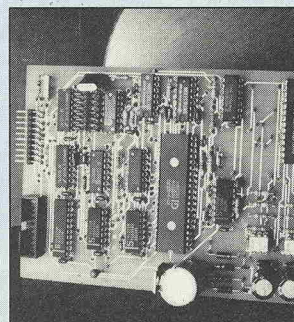
### Rücklaufsperr

Zur Aufnahme von Filterkennlinien mit einem Oszilloskop wird dieses zweckmäßigerweise im x-y-Modus betrieben. Die dabei auftretende Rücklauflinie des Strahles wirkt aber oft störend. Mit dem im Beitrag beschriebenen z-Modulationsadapter (in SMD-Ausführung!) wird diese Rücklauflinie ausgeblendet.

Seite 44

### Byte-Logger

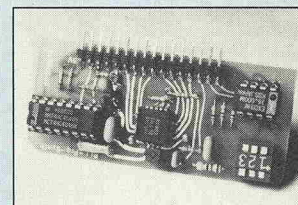
Acht analoge Eingänge plus acht digitale Eingänge plus acht digitale Ausgänge macht zusammen vierundzwanzig Kanäle. Das Ganze durch drei RS-232-Leitungen, ergibt alles in allem eine beachtenswerte Schaltung. Die Verifikation dieser Gleichung erfolgt auf



Seite 40

### Frequenz-Synthesizer

Geregelte Frequenzverhältnisse sind das A und O jeder Analog-Digital-Wandlung. Was ein pfiffiger Chip auf diesem Gebiet alles zu leisten vermag, ist sicher nicht nur für Entwickler von Signalverarbeitungsanlagen interessant.



Seite 51

### Meßmodul

Das sieht man gern: Außer der 4 1/2-stelligen LCD-Anzeige nur die zwei Eingangsbuchsen. Anschließen und fertig. Für den richtigen Anzeigebereich sorgt der eingebaute Autopilot. Flüge wird das Meßmodul auf

Seite 58

### Sensor-Tuning

Selbst sogenannte schnelle Temperatursensoren brüten oft genug noch recht lange über der Temperatur, bis sie zu einem ordentlichen Ergebnis kommen. Wie aus diesen notorischen Phlegmatikern geradezu schnelle Brüter werden, zeigt der Beitrag auf

Seite 56



# Oszis für alle Fälle

Wenn auch die meisten Oszilloskope auf den ersten Blick recht gleich aussehen — die inneren Werte sind recht verschieden. Das Angebot deckt jeden Fall der Praxis ab und wird immer umfangreicher.

Die neuen ITT-Modelle OX 722 und OX 725, die von Hans Zeheter Meßtechnik, München, vertrieben werden, stellen sich als

## Trigger-spezialisten

vor. Die hervorragendsten Merkmale dieser

Betrachtung komplexer Signale mit verzögerter Zeitbasis.

Wenn es um die Darstellung einmaliger Vorgänge auf dem Bildschirm geht, reicht ein einfaches Oszilloskop nicht mehr aus. In diesem Falle ist ein

## Speicher gefragt.

Die Hitachi Denshi GmbH mit Sitz in Rodgau bietet für solche Anwendungen das neue Digital-Speicher-Oszilloskop VC-6025 an, das dank seiner Echtzeitbandbreite von 50 MHz

meinen Standard gehörenden Spezifikationen bietet das Gerät:

- 50-MHz-Samplingbetrieb
- 20 MHz Abtastrate pro Kanal
- $2\text{ K} \times 8\text{ Bit}$  Speichertiefe pro Kanal
- Pro Kanal einen batteriegepufferten Referenzspeicher
- Gleichzeitige Darstellung der beiden Haupt- und Referenzspeicher auf dem Schirm
- Normal-, Einzelkippauslösung, Roll- und XY-Betrieb
- Pre- und Posttriggerung
- Mittelwertbildung
- Linear- und Sinusinterpolation sowie Punktdarstellung
- Nachträgliche Signalglättung
- Standardmäßig integrierte RS 232 C-Schnittstelle und HP-GL-Plotterfirmware.

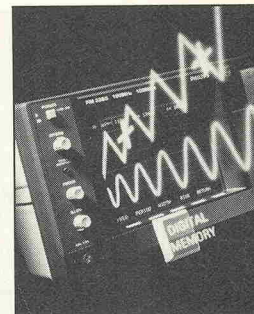
Darüber hinaus erlaubt das Gerät die Darstellung aller Eingangsparameter wie Eingangsempfindlichkeit, unkalibrierte Anzeige, Tastkopfennung, Addition, Invertierung, Ablenkgeschwindigkeiten usw. im Bildschirm. Cursorsmessungen für Spannungs- und Zeitdifferenzen sowie für die Frequenz sind ebenfalls möglich und können im Bildschirm eingblendet werden.

Nahezu identische Aus-

stattungsmerkmale und Leistungsdaten weisen auch die beiden neuen digitalen Speicheroszilloskope der

## Combiskope

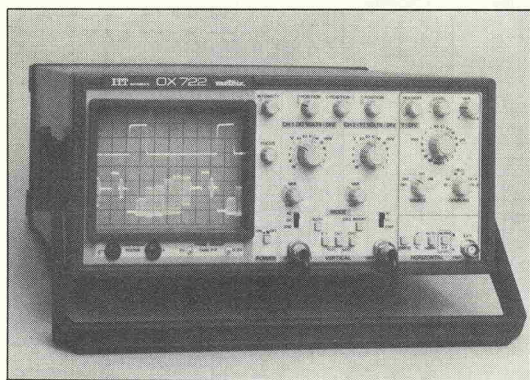
-Reihe von Philips auf. Das PM 3335 kostet DM 5350,— + Mwst., gehört ebenfalls der 50-MHz-Klasse an und bietet im Digitalbetrieb eine Abtastrate von 20 MS/s. Das Spitzenmodell PM 3365 liegt bei knapp unter 10 000 DM, weist dafür allerdings auch eine Analogbandbreite von 100 MHz auf, sowie eine digitale Abtastrate von 100 MS/s. Außerdem bietet das Gerät neben vielen weiteren Besonderheiten eine Auto-Zoom-Funktion, bei der lediglich der entsprechende Bildschirmbereich mit Cursors eingegrenzt werden muß, der anschließend in voller



PM 3365 von Philips

auf Optobetrieb umgeschaltet werden, so daß sich elektrische und optische Signale mit einem einzigen Gerät darstellen und messen lassen.

Der optische 850-nm-Eingangskanal des Tek 2815 enthält einen eingebauten optoelektrischen Wandler, der für Systeme anwendbar ist, die mit Wellenlängen zwischen 450 und



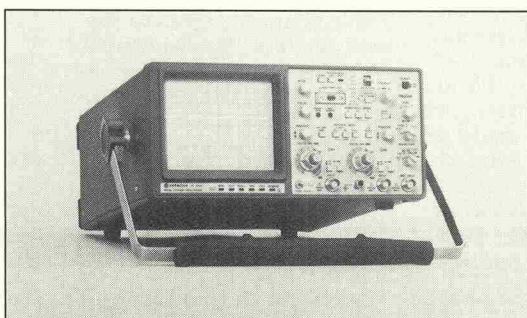
OX 722 von ITT

beiden 20-MHz-Geräte sind die Spitzenwerttriggerung sowie die asynchrone Vertikal-Triggerung (AVT) zur Darstellung frequenzdifferentieller Eingangssignale bei stehenden Bildern. Die Eingangsempfindlichkeit beträgt 1 mV/Division auch im XY-Betrieb, die Zeitbasis überdeckt 18 Bereiche von 0,5  $\mu\text{s}$  bis 0,2 s.

Sowohl die Bandbreite als auch die Triggerbandbreite reichen bis weit über 20 MHz. Das Modell OX 725 bietet darüber hinaus einen zusätzlichen Beamfinder, LED-Anzeige für den unkalibrierten Betrieb, und es ermöglicht die

und dank seiner vielen nützlichen Funktionen trotz seines Preises von DM 5450,— + Mwst. als Low-Cost-Gerät gelten kann.

Neben den in dieser Preisklasse zum allge-



VC-6025 von Hitachi



Tek 2815 von Tektronix

Größe dargestellt wird. Die dazu erforderliche höhere Abtastrate sowie die notwendige Triggerverzögerung errechnet das Gerät automatisch.

Auch das Tek 2815 von Tektronix ist ein Oszilloskop der 50-MHz-Klasse. Der Kölner Hersteller bezeichnet sein neuestes Produkt als

## OPTO-Skope

und verweist mit diesem Namen auf eine Besonderheit: Per Tastendruck kann der zweite Kanal

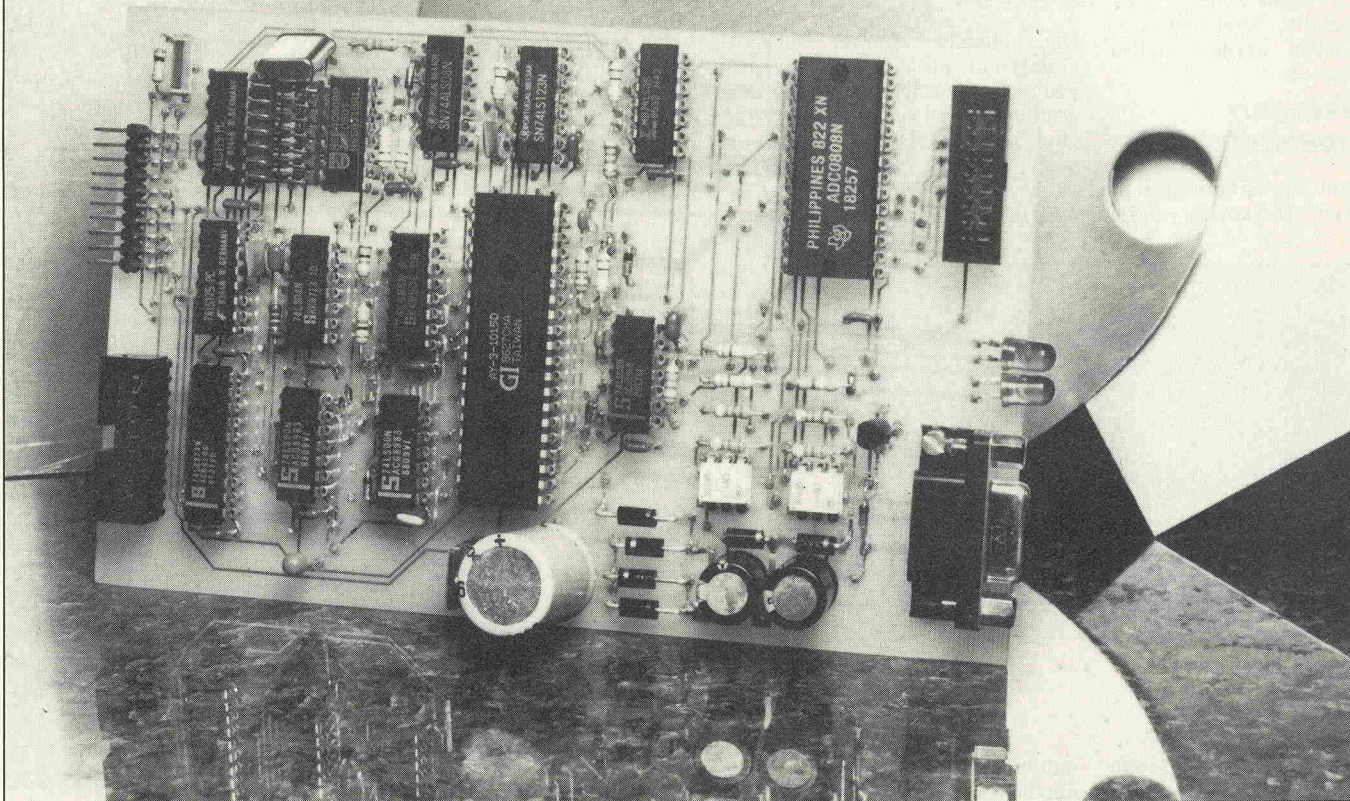
1050 nm arbeiten. Die Bandbreite reicht dabei von DC bis 35 MHz, und die Darstellungsempfindlichkeit beträgt 200 nV/Division für optische und 500  $\mu\text{V}$ /Division für elektrische Signale.

Daneben verfügt das Tek 2815 über eine eingebaute 850-nm-LED mit 10  $\mu\text{W}$  Leistung, die zum internen Test des optischen Kanals, aber auch zur Stimulierung externer optischer Systeme verwendet werden kann.



# Byte-Logger

**Daten ein- und ausgeben über die serielle Schnittstelle**



**Mark Cheeseman**

**Messen und schalten im Gänsemarsch. Acht analoge Eingänge, acht digitale Ein- und ebensoviele Ausgänge können via RS-232-Schnittstelle eingelesen und gesteuert werden. Das macht insgesamt 24 Kanäle, die mit drei Leitungen ausgewählt werden können, ohne erst einen Prozessor bemühen zu müssen.**

In der Vergangenheit hat er sich trefflich für unterschiedlichste Aufgaben 'zweckentfremden' lassen. Im Projekt Byteformer (elrad 12/87) hat er serielle Daten in Parallele umgeschauelt, oder umgekehrt. Im Byte-Brenner (elrad 1/88) hat er auf das Vortrefflichste EPROMs programmiert. In diesem Bauvorschlag findet er seinen Einsatz in der Meßtechnik. Die Rede ist vom UART AY-3-1015. Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt die Funktionsweise des Byte-Loggers.

Auffallend in dieser Schaltung (Bild 2) ist der Aufbau der RS-232-Schnittstelle. Entgegen

allen üblichen Ausführungen erfolgt die Ankopplung des Rechners galvanisch getrennt von den Meß- und Steuerobjekten.

Die Übertragungsgeschwindigkeit für den Datenaustausch wird mit S1 festgelegt. Der jeweils geschlossene DIP-Schalter legt die von IC5 heruntergeteilte Quarz-Frequenz auf die Eingänge TCP und RCP des UART, sie wird intern noch einmal durch 16 geteilt. Send- und Empfangsgeschwindigkeit sind damit gleich groß. Da die Pins, die für die Einstellung des Übertragungsformates vorgesehen sind (Pin35...39) fest ver-

drahtet sind, liegt das serielle Datenformat fest: 8 Bit, 1 Stopbit, keine Parität. Wird ein anderes Format oder eine falsche Übertragungsrate gewählt leuchtet mit Sicherheit LED 1. LED 2 signalisiert ein 'Überfahren' des Empfangspuffers, soll heißen: Das folgende Byte auf der seriellen Schnittstelle ist angekommen bevor das vorherige vollständig in den Empfangspuffer des Parallel-Ports umgeladen wurde. Beides sind nützliche Anzeigen bei der Inbetriebnahme.

Daten die den Byte-Logger erreichen liegen als 8 Bit breites Datenwort an den Ausgängen







## Stückliste

## Byte-Logger

## Halbleiter

IC1	AY-3-1015D
IC2	74LS374
IC3	74LS123
IC4	74LS85
IC5	CD4060
IC6	ADC0808
IC7,8	74LS175
IC9,10	CNY17
IC11,12	74LS00
IC13,14	74LS08
IC15	74LS04
IC16	74LS05
IC17	7805
T1	BC547

D1,2,	1N4002
6...9	1N4148
D3...5,10	LED 3mm
Led1,2	

Widerstände (alle 1/4W, 5%)

R1,2,3,4	4k7
R5,6,7	390R
R8	2k2
R9,10, 13,19,20	10k
R11	1...10M
R12	8k2
R14,15	1k
R16,18	22k
R17	100k

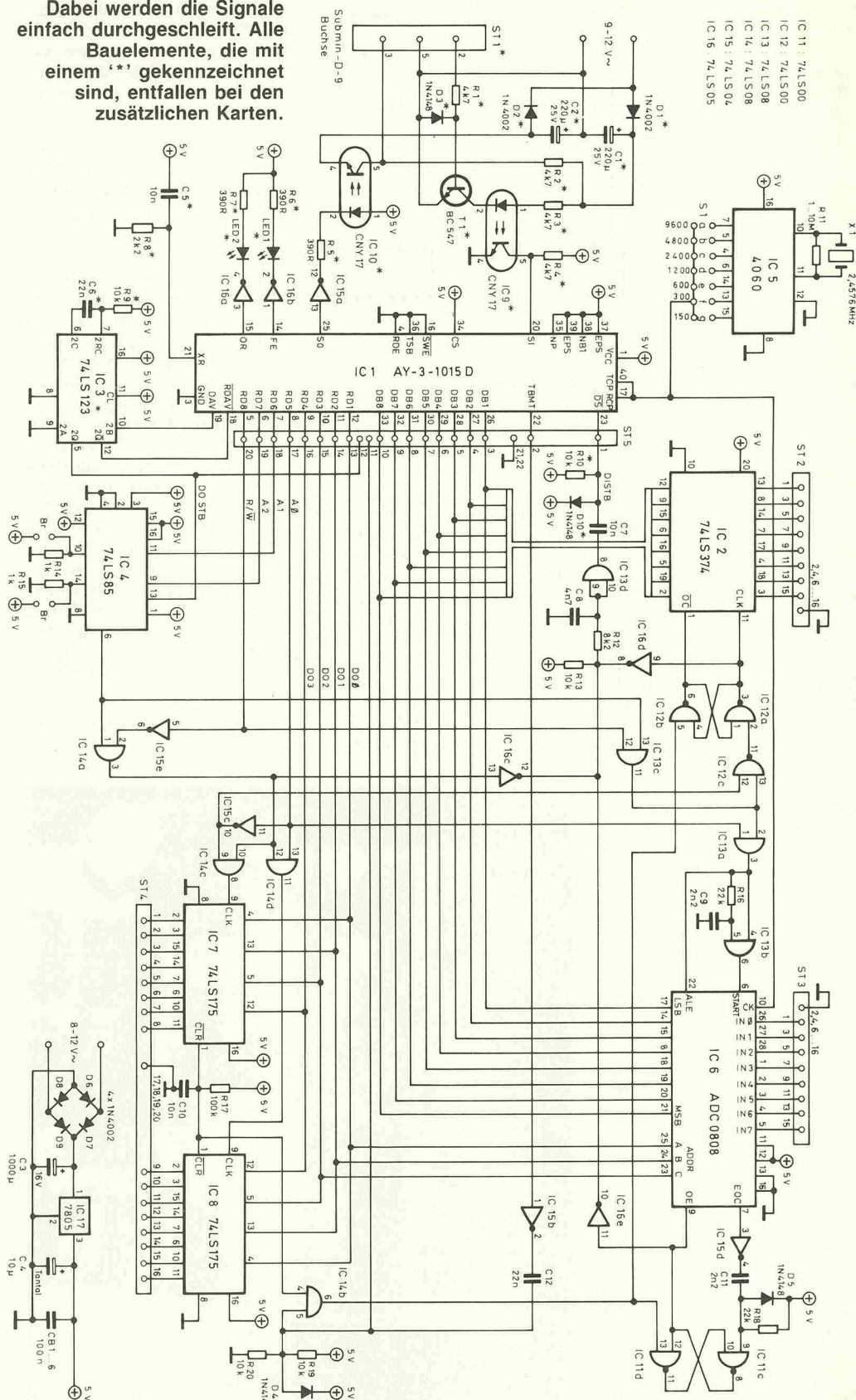
## Kondensatoren

C1,2	220 $\mu$ , 25V
C3	1000 $\mu$ , 16V
C4	10 $\mu$ , Tantal
C5,7,10	10n
C6,12	22n
C8	4n7
C9,11	2n2
CB1...14	100n

## Sonstiges

- 2 16 pol. Stiftleisten, doppelreihig
- 1 7 pol. DIL-Schalter
- 1 20 pol. Stiftleiste, doppelreihig
- 1 22 pol. Stiftleiste, doppelreihig
- 1 9 pol. Submin-D-Buchse
- 1 Quarz, 2,4576MHz
- 1 40 pol. DIL-Fassung
- 1 28 pol. DIL-Fassung
- 1 20 pol. DIL-Fassung
- 5 16 pol. DIL-Fassungen
- 6 14 pol. DIL-Fassungen
- 2 6 pol. DIL-Fassungen
- 1 Kühlkörper SK9
- 1 Platine 'Byte-Logger'

**Bild 2. Über St5 können noch zusätzlich drei Byte-Logger betrieben werden. Dabei werden die Signale einfach durchgeschleift. Alle Bauelemente, die mit einem '\*' gekennzeichnet sind, entfallen bei den zusätzlichen Karten.**





Das Clock-Signal zur Steuerung des zeitlichen Ablaufes der Wandlungen ist das gleiche wie zur Festlegung der seriellen Übertragungsgeschwindigkeit.

Die Beendigung einer Analog-Wandlung meldet der ADC0808 mit einem '0'-Signal an Pin 7 (End Of Conversion). Die ansteigende Flanke des Pegelwechsels setzt das Flip-Flop aus IC11c und d, welches wiederum die Datenausgabe

(Pin 9, Output Enable) auf den Bus und, über IC16e, den seriellen Datentransfer auslöst. Das Flip-Flop wird in bewährter Manier mit dem TBMT-Signal zurückgesetzt.

Der Aufbau des Byte-Loggers sollte sich eigentlich problemlos gestalten. Gerade der A/D-Wandler-Teil ist problemlos zu handhaben. Sample and Hold, die Erzeugung der Spannungsreferenz und der Multi-

plexer sind integriert, Abgleicharbeiten sind nicht erforderlich. Der Eingangsspannungsbereich beträgt 0...5 V. Bezüglich der Wandlungsrate ist der ADC0808 in dieser Anwendung eher unterfordert.

Für die Spannungsversorgung sollte ein Trafo mit zwei Primärwicklungen (8...12 V, 150 mA) gewählt werden, um die galvanische Trennung zum Rechner zu gewährleisten.

Der Byte-Logger wird vom Host-Rechner mit folgenden ASCII-Werten zum Leben erweckt:

● 0...15 Ausgangs-Latch einsetzen (IC7).

● 16...31 Ausgangs-Latch zwei setzen (IC8).

● 128 Eingangsport lesen (IC2).

● 144...151 Analogeingänge In0...7 lesen (IC6). □

## BENKLER-ELEKTRONIK

Tel. 063 21/3 00 88  
Roland Benkler

RK-Trafos	MOS-FET	Gleichrichter	19"-Gehäuse	Kondensatoren
250 VA 66,—	2 SJ 49 11,00	B200C25A 6,95	1 HE 45,—	12500µF/90V 18,00
340 VA 74,—	2 SJ 50 11,00	B400C25A 7,30	2 HE 55,—	10000µF/63V 18,40
500 VA 99,—	2 SK 134 11,00	B200C35A 8,25	3 HE 66,—	10000µF/100V 37,50
700 VA 125,—	2 SK 135 11,00	B400C35A 9,10	4 HE 77,—	22000µF/63V 38,10
1100 VA 174,—		B80C5000 3,45	schwarz	4700µF/63V 12,60
		B250C5000 4,60		4700µF/100V 21,50

Bauteile-Preisliste für 1989 kostenlos anfordern

Winzingerstr. 33 · 6730 NEUSTADT/WEINSTRASSE

Spitzen-Lautsprecherbausätze, ein riesiges Chassisangebot und ein stark erweitertes Zubehörprogramm finden Sie in unserem kostenlosen

## Bestellkatalog '89

76 Seiten stark... Postkarte genügt...

Hifisound · Jüdefelderstr. 35/52 · 44 Münster

## 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++
FEINISCHERUNGSK20++HALTER
FERNESE-THYRISTOREN
HYBRID-VERSTÄRKER STK...
IC-SOCKEL+TEXTOL+ZIP-DIP
KERAMIK-FILTER
KONDENSATOREN
KÜHLKÖRPER UND ZUBEHÖR
LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LEITUNGS-TREIBER
LINEARE-ICS
LOTKOLBEN, LÖTSTATIONEN
LOTSÄUGER + ZINN
LÖTSEN, LÖTSTIFT +
EINZELSTECKER DAZU
MIKROPROZESSOREN UND PERIPHERIE-BAUTEILE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE LED + LCD
PRINT-RELAIS
PRINT-TRANSFORMATOREN
QUARZE + -OSZILLATOREN
SCHALTER+TASTEN
SCHALT-NetzTEILE
SPANNUNGS-REGULER FEST+VAR
SPEICHER-EPROM/PROM/DRAM
STECKVERBINDER-DIVERSE
TEMPERATUR-SENSOREN
TAST-CODIER-SCHALTER
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX
WIDERSTÄNDE ++NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN
KATALOG AUSG. 1988
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN 176 SEITEN
>>>>> KOSTENLOS <<<<<<<

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

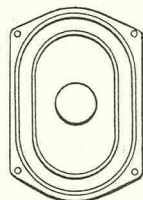
## midi-bausätze zu elrad-bauanleitungen

elrad 10/88: MIDI-Baßpedal	
V1: mit Netzteil, Pedal und Gehäuse	248,—
V2: mit Netzteil und Pedal, ohne Gehäuse	198,—
V3: mit Netzteil, ohne Pedal und Gehäuse	158,—
V4: Basisplatte einzeln, mit Netzteil	128,—
elrad 7 + 8/88: Drum-to-MIDI	
V1: mit Netzteil, Piezos, Kabel, Stecker, Gehäuse	178,—
V2: mit Netzteil, Piezos, ohne Kabel, Gehäuse	140,—
V3: ohne Netzteil, Piezos, Stecker, Gehäuse, Kabel	98,—
elrad 10/87: MIDI-Keyboard	
V1: ohne Tastatur, mit Netzteil	170,—
V2: mit 5 Oktaven-Tastatur und Gehäuse	495,—
V3: mit 5 Oktaven-Tastatur ohne Gehäuse	360,—
V4: mit 88-Piano-Feeling-Tast. ohne Gehäuse	658,—
MIDI-Spezial-IC E510 70,—	EPROM 20,—
Alle Bausätze sind i. cl. Platine, MIDI-Spezial-IC und EPROM.	
Versand per Nachnahme, Ausland nur gegen Vorausrechnung.	
Info über weitere MIDI-Bausätze gegen DM 1,— in Briefmarken.	

## DOEPFER-MUSIKELEKTRONIK

Inh.: Dipl. Phys. Dieter Doepfer  
Lochhamer Str. 63 · D-8032 Gräfelfing · (0 89) 85 55 78

## 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

## RESTPOSTEN! ab DM 1,—

ICL 7107+7106, Intersil	ab 25 Stück	à 5,99
ab 10 Stück	à 5,55	à 5,55
ICL 7106R	ab 10 Stück	à 6,95
ICL 7135	ab 10 Stück	à 22,20
2N3055 RCA	ab 25 Stück	à 1,15
2N3055 Motorola	ab 25 Stück	à 0,95
Telefunken, 7-Segment-Anzeigen, 13 mm, rot	ab 25 Stück	à 1,20
D350 PA (gem. Anode)	ab 100 Stück	à 1,—
D350 PK (gem. Anode)	ab 100 Stück	à 1,—

1/2-W-Kohlschichtwiderstände, 5%, axial,  
in 100er-Tüten, neue Ware.  
Lieferbare Werte von 1 Ω bis 10 MΩ.  
100 Stück, pro Wert (1 Tüte) 1,—

Wiederverkäufer Händlerliste schriftlich anfordern.

Kostenlosen Katalog '89\* (200 Seiten) anfordern!

\* (wird bei Bestellung automatisch mitgeliefert)

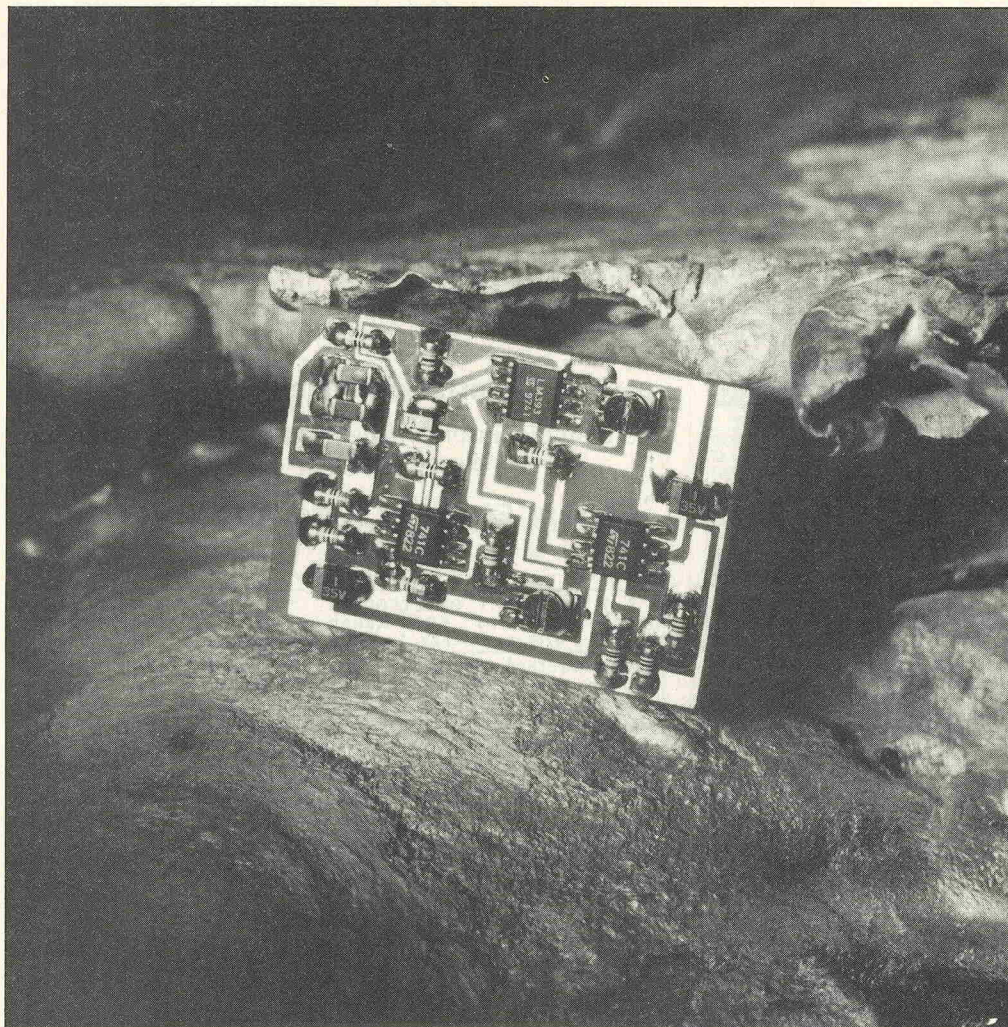
**SCHUBERTH**  
electronic-Versand

8660 Münchberg, Wiesenstr. 9  
Telefon 0 92 51/60 38

## Anzeigenschluß für elrad 5/89

ist der  
20. März 1989





# Rücklaufsperr

## Für Oszilloskop-Messungen im x-y-Betriebsmodus

**Nikolaus Demharter**

Für Wobbelmessungen wird ein Oszilloskop zumeist im x-y-Modus betrieben. Da die dabei auftretende Rücklauflinie recht störend wirkt, wurde eine Schaltung entwickelt, die diese Linie ausblendet.

Steht man vor der Aufgabe, ein Filter mit einem Funktionsgenerator und einem Oszilloskop über verschiedene Frequenzbereiche durchzuwobbeln und den Frequenzgang zu betrachten, so ist der x-y-Betrieb zweifellos besser geeignet als der Normalbetrieb unter Verwendung der im Oszi eingebauten Zeitbasis.

Dies hat einen ganz einfachen Grund: Jeder vernünftige Wobbelgenerator liefert nicht nur die Wobbelspannung, sondern auch eine der Frequenz di-

rekt oder logarithmisch proportionale Steuerspannung (Bild 1). Diese Spannung kann direkt für die x-Ablenkung des Oszi verwendet werden, wobei sich dann längs der x-Achse ein linearer oder logarithmischer Frequenzmaßstab ergibt.

Einziger Nachteil: Nach dem Durchlauf der Frequenz von  $f_u$  (untere Meßfrequenz) bis  $f_o$  (obere Meßfrequenz) läuft der Strahl des Oszilloskops zurück zu seiner Ausgangsposition, und es entsteht eine Rücklauflinie. Diese kann bei der Be-

trachtung unter Umständen stören. Ähnlich ist es, wenn man die Kennlinie eines Halbleiterbauelements bei höheren Frequenzen betrachten will. Die Rücklauflinie deckt sich aufgrund von Kapazitäten z.B. des pn-Übergangs nicht mehr mit der Hinlauflinie. Abhilfe schafft hier die z-Modulation. Doch eine Rechteckspannung mit TTL-Pegel zur Austastung der Rücklauflinie liefert kaum ein bzw. gar kein Wobbel-Funktionsgenerator. Diese Rechteckspannung muß aus der Steuerspannung für die x-Achse gewonnen werden.

Die Schaltung des z-Modulationsadapters besteht aus drei Funktionsblöcken (Bild 2):

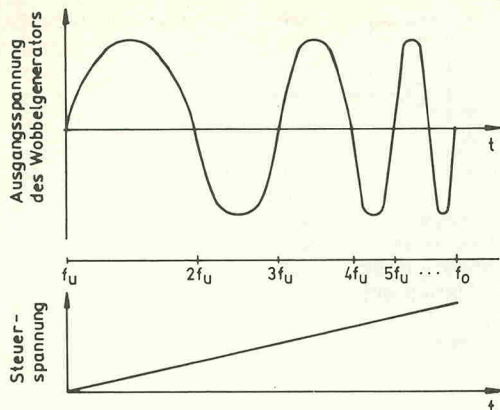
- analoger Differenzierer
- Komparator
- Pegel- und Impedanzwandler

Das komplette Schaltbild des Adapters ist in Bild 4 wiedergegeben. Die Ausgangsspannung des Differenzierers wird mathematisch durch die Gleichung  $U_a = -R_3 \times C_e \times K$  beschrieben, wobei K die Anstiegsgeschwindigkeit des Eingangssignals ist,  $C_e$  die Kapazität des Eingangskondensators. Steht der Schalter S1 in Stellung 'low', so hat  $C_e$  einen Wert von 200 nF; in Schalterstellung 'high' beträgt die Kapazität des Kondensators  $C_e$  ca. 2 nF. Da nur die abfallende Flanke des Eingangssignals ausgeblendet werden soll, ist der K-Wert immer negativ. Somit ist die Polarität der Differenzierer-Ausgangsspannung  $U_a$  während der Ausblendphase stets positiv.

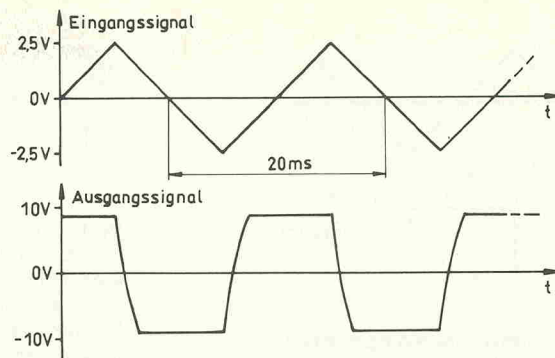
Handelt es sich bei der Eingangsspannung um eine symmetrische Dreiecksspannung mit der Periode  $T = 20$  ms und der Amplitude 2,5 V (Bild 3), so beträgt die Anstiegsgeschwindigkeit  $K = 500$  V/s. Die Ausgangsspannung des Differenzierers hat somit einen Wert von ca. 10 V.

Ist die Anstiegsgeschwindigkeit des Eingangssignals noch höher, so gerät IC1 (LM 741) in die Sättigung. Dies ist aber überhaupt nicht tragisch, weil es bei dieser Anwendung nicht auf die absolute Höhe der Ausgangsspannung des Differenzierers ankommt, sondern auf deren Polarität und auf die Verzögerungszeit, nach der der

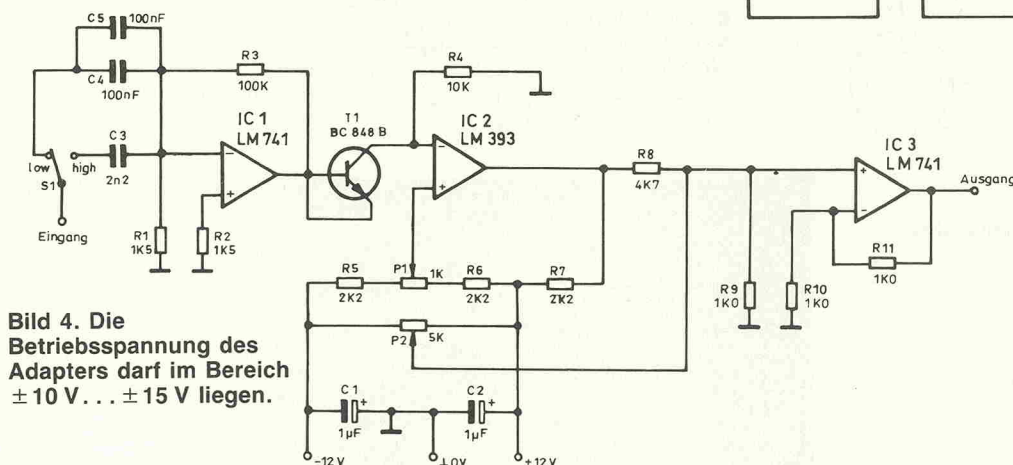




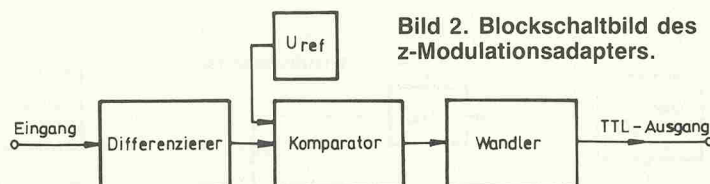
**Bild 1. Schematisch dargestellte Ausgangsfrequenz eines Wobbelgenerators mit der dazugehörigen Steuerspannung.**



**Bild 3. Durch Differenzieren entsteht aus der dreieckförmigen Eingangsspannung eine Rechteck-Ausgangsspannung.**



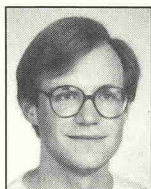
**Bild 4. Die Betriebsspannung des Adapters darf im Bereich  $\pm 10 \text{ V} \dots \pm 15 \text{ V}$  liegen.**



**Bild 2. Blockschaltbild des z-Modulationsadapters.**

von 20 ms — wird über C4 und C5 (S1 auf 'low') eingespeist. An Pin 2 von IC2 tritt der in Bild 5 wiedergegebene Spannungsverlauf auf. Mit Poti P1 wird nun die Referenzspannung an Pin 3 von IC2 auf 30 mV über dem Low-Potential des Signals an Pin 2 eingestellt. Die Schaltung funktioniert auch mit einer höheren Referenzspannung, nur wird dann auf dem Oszilloskopschirm etwas mehr von der Rücklaufzeit zu sehen sein.

## Der Autor



Erste wacklige Elektronikschritte unternahm er mit 14 Jahren, als er einen Elektronik-Baukasten geschenkt bekam. Da ihn das sture Nachbauen der Schaltungen aber nicht befriedigte, baute er die Baukastenschaltungen um.

**Ergebnis:** Friedensangebote in Form von Rauchzeichen. Inzwischen berechnet er vorher die Schaltungen, und siehe da: Kaum macht man's richtig, schon funktioniert's. Der Autor studiert zur Zeit Elektrotechnik im 5. Semester. Seine Leidenschaften: Freundin und gut essen gehen.

Komparator entscheiden kann, ob die Flanke ansteigt oder abfällt.

Für dreieckförmige Signalverläufe ist das noch relativ einfach. Ist das Eingangssignal jedoch — wie bei vielen Kennlinienaufnahmen — sinusförmig, wird es schon wesentlich schwieriger, weil in den Bereichen der Maxima und der Minima die Anstiegs- bzw. Abfallgeschwindigkeit sehr gering oder gar Null ist. Deshalb ist eine große Zeitkonstante  $R3 \times C_e$  erforderlich, damit der Komparator innerhalb einer möglichst kurzen Zeit umschalten kann. Andererseits bildet  $C_e$  zusammen mit R1 einen Hochpaß, der den Differenzierer bei höheren Eingangsfrequenzen aufgrund des immer kleiner werdenden Wechselstromwiderstands von  $C_e$  negativ beeinflusst.

Deshalb tritt bei Frequenzen ab ca. 120 Hz eine merkliche Phasenverschiebung des Ausgangs-

signals am Differenzierer auf, wenn der Schalter S1 auf 'low' steht.

Aus diesem Grund wurden zwei Kompensationsmaßnahmen getroffen: R1 wurde relativ klein gehalten, um eine kleine Zeitkonstante des Hochpasses zu erhalten. Zudem kann das Eingangssignal durch Umschalten des Schalters S1 auf Stellung 'high' über einen um den Faktor 100 kleineren Kondensator eingespeist werden, wodurch die Zeitkonstante des Hochpasses nochmals verkleinert wird.

Sämtliche SMD-Bauteile können problemlos von Hand mit einem mit einer Bleistiftspitze versehenen LötKolben auf die Platine gelötet werden. Nach dem Aufbau wird die Schaltung unter Spannung gesetzt; dazu genügt eine symmetrische Spannungsversorgung mit einer Spannung von  $\pm 10 \text{ V} \dots \pm 15 \text{ V}$ . Das Eingangssignal — ein Dreieckssignal mit einer Periodendauer

**Die positiven Flanken des Eingangssignals können ebenfalls ausgewertet werden.**

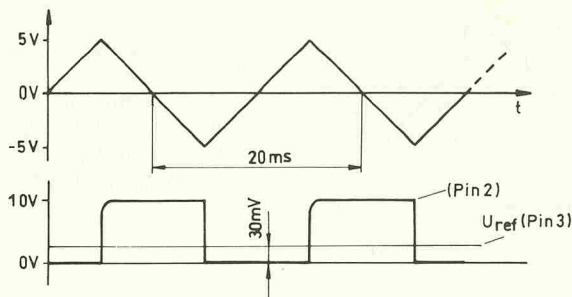
Mit Poti P2 wird anschließend das Ausgangssignal von IC3 (Pin 6) so verschoben, daß die Low-Signale bei -0,1 V liegen.

Jetzt kann der Schaltungsausgang mit dem z-Modulations-eingang des Oszilloskops verbunden werden. Die abfallenden Flanken der Dreiecksspannung müssen nun ausgeblendet werden.

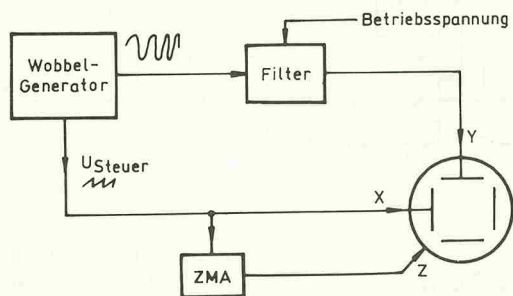
Sollen die positiven Flanken ausgeblendet werden, muß das Eingangssignal an den nichtinvertierenden Eingang des LM 741 (IC1) gelegt werden. Falls diese alternative Betriebs-



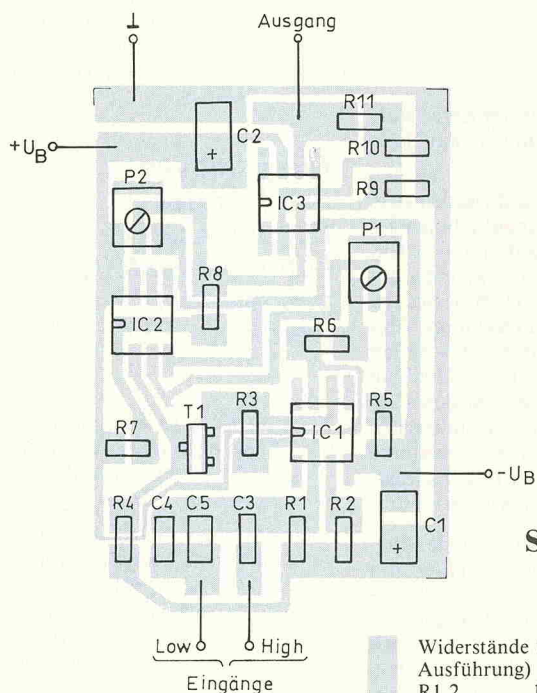
## z-Modulationsadapter



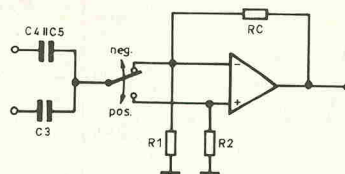
**Bild 5.** Die Referenzspannung des Komparators wird auf ca. 30 mV eingestellt.



**Bild 7.** Anordnung zum Aufnehmen des Frequenzgangs eines Filters.



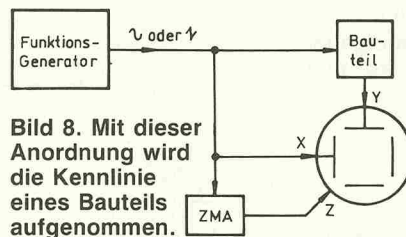
**Bild 9.** Alle SMD-Bauelemente finden auf einer 27 mm x 39 mm großen Platine Platz.



**Bild 6.** Durch Einfügen eines Umschalters kann wahlweise die ansteigende oder abfallende Flanke des Eingangssignals ausgewertet werden.

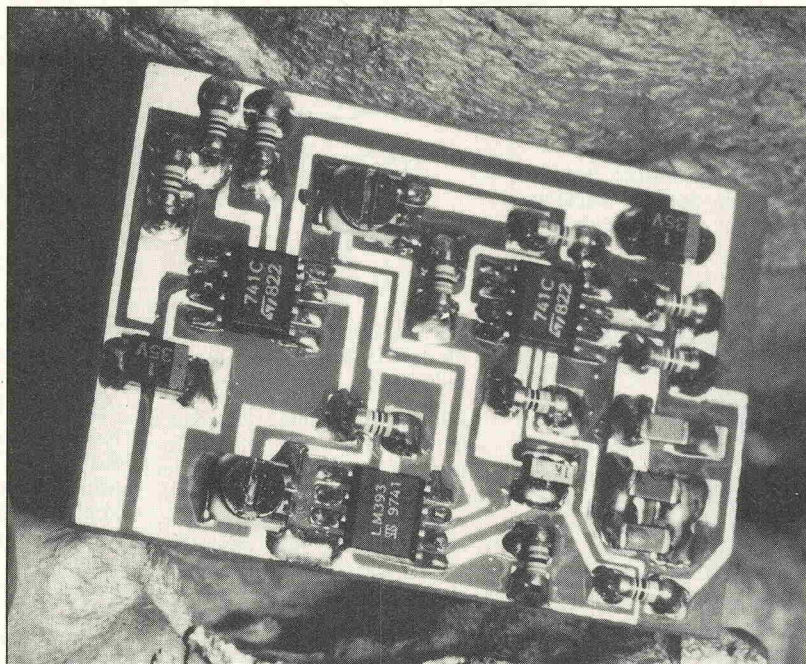
weise des Adapters erwünscht ist, schneidet man mit einem scharfen Messer die Leiterbahn zwischen C3 und R1 durch, schließt an den Mittenkontakt eines Umschalters die Kondensatoren an, an die anderen beiden Schalteranschlüsse die Widerstände R1 und R2 (Bild 6). So kann für die Austastung wahlweise die positive oder die negative Flanke gewählt werden.

Eine separate Spannungsversorgung wurde für den Adapter nicht vorgesehen, da die Betriebsspannung im allgemeinen problemlos dem Oszilloskop entnommen werden kann.



**Bild 8.** Mit dieser Anordnung wird die Kennlinie eines Bauteils aufgenommen.

Der Umschalter S1 wird extern angeschlossen.



### Stückliste

Widerstände (alle in SMD-Ausführung)	
R1,2	1k5
R3	100k
R4	10k
R5...7	2k2
R8	4k7
R9...11	1k0
P1	1k0 Trimmer
P2	5k0 Trimmer

### Kondensatoren (alle in SMD-Ausführung)

C1,2	1μ0/16V Elko
C3	2n2
C4,5	100n

### Halbleiter (alle in SMD-Ausführung)

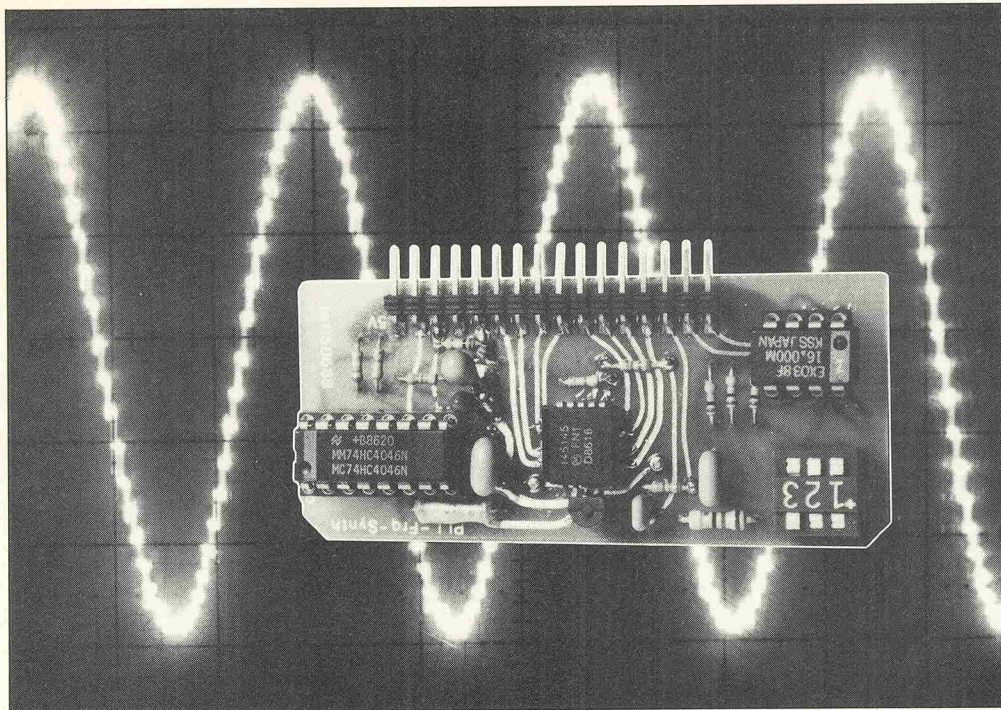
IC1,3	LM 741
IC2	LM 393
T1	BC 848 B

### Verschiedenes

S1	Miniaturschalter 1 x Um
Platine	27 x 39 mm

In den Bildern 7 und 8 sind zwei typische Anwendungen für den Modulationsadapter zu sehen. Zum einen handelt es sich dabei um die Schaltung zum Aufnehmen des Frequenzgangs eines Filters (Bild 7), zum anderen um die Konfiguration zum Darstellen einer Bauteil-Kennlinie (Bild 8). In beiden Fällen wird durch den Adapter eine Dunkelastung beim Rücklauf des Oszilloskopstrahls veranlaßt. □





# Simpel sampeln

## Synthesizer-Baustein für A/D-Wandler-Systeme

**Thomas Schaerer**

**Signalverarbeitung heißt das Zauberwort, das allenthalben nicht nur hierzulande durch sämtliche Computertuben geistert. Dabei muß es ja nicht immer gleich ein komplettes, mundgerecht serviertes System sein. Auch die Beschreibung eines elegant gelösten Schaltungsdetails kann oftmals eine hilfreiche Unterstützung bei der Entwicklung eigener Signalverarbeitungsanlagen sein.**

Zum Beispiel der Samplefrequenzgenerator: Jede A/D-Anwendung benötigt einen die Wandlungsprozedur steuernden Takt und jeder Takt einen Generator, der ihn erzeugt. Womit wir beim Gegenstand dieses Artikels angekommen wären: Der vorliegende Samplefrequenz-Synthesizer kann außer der bloßen Sampletakt-Erzeugung zusätzlich ein grenzfrequenzvariables Antialiasing- bzw. Smoothingfilter (nach dem Switched-Capacitor-Prinzip) synchron zur A/D-Wandler-Samplefrequenz steuern, wobei die konstante Frequenzteilung zwischen SC-Takt- und der Samplefrequenz ein konstantes Verhältnis zwischen der Filtereckfrequenz und der Nyquistgrenze des Wandlersystems garantiert. Weiterhin hat man bei Verwendung eines Quarzoszillators die Möglichkeit, den Master-Takt für den AD-Wandler zu erzeugen, falls dieser nicht schon einen Generator eingebaut hat, oder aus andern Gründen von ganz wo

anders her getaktet werden muß.

Bild 1 zeigt den Samplefrequenz-Synthesizer in der Umgebung eines kompletten A/D-D/A-Systems. Wie man sieht, ist die Schaltung in diesem Falle für den Anschluß an den ROM-Port eines Atari-ST ausgelegt. Aber auch für Besitzer anderer Computersysteme dürfte die Realisierung des Synthesizers mit dem modernen MC145145 durchaus interessant sein.

Der ST-ROM-Port ist eine 'heiße' Schnittstelle: Sie führt geradewegs zum 'zentralen Nervensystem' des Rechners. Es könnte also leicht passieren, daß die CPU des Rechners bei verunglückten Manipulationen an diesem Port für immer ihren Geist aufgibt. Eine direkte Verbindung zur Außenwelt ist aber auch aus Gründen der Störfähigkeit nicht empfehlenswert, zumindest wenn die Leitungen länger als etwa 20 cm sind. Dieser Proble-

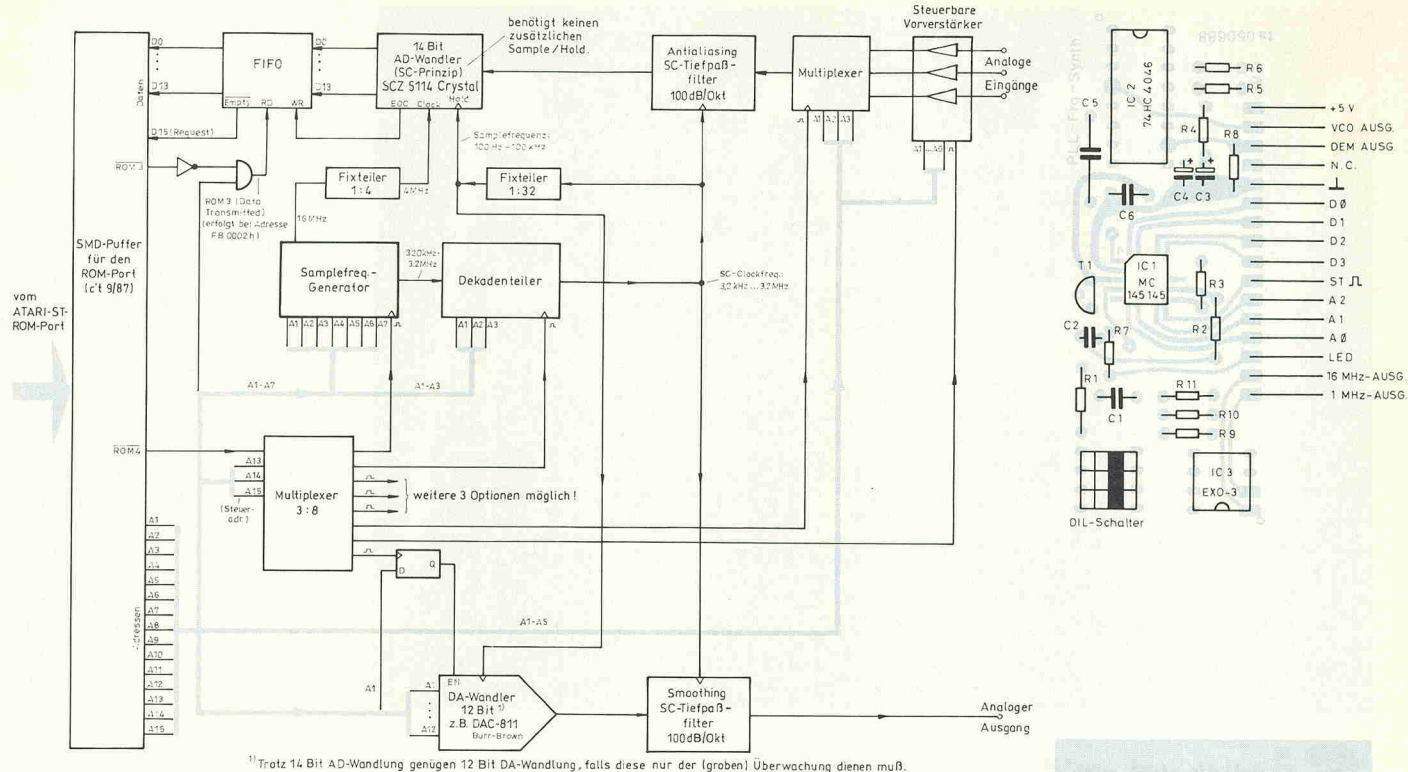
matik hat sich unsere Schwesterzeitschrift c't angenommen und einen SMD-Puffer für den ROM-Port veröffentlicht, der sich auch für die vorliegende Schaltung hervorragend eignet. Eine Zusammenfassung dieses Artikels findet sich im Kasten auf Seite 53.

Zurück zu Bild 1. Die Schaltung, um die es in diesem Artikel eigentlich geht, ist der dick umrandete Kasten mit der Bezeichnung Samplefrequenz-Generator. Grundsätzlich ließe sich der Sampletakt auch softwaremäßig realisieren, indem man hierfür eines der Chipselektsignale des ROM-Ports mißbraucht. Die Samplefrequenz ergäbe sich dabei aus einer (programmierbaren) Verzögerung zwischen zwei solchen Chipselektimpulsen. Eine elegante Lösung ist dies jedoch nicht, jedenfalls wenn der Rechner auch noch irgend etwas anderes als nur das Senden dieser Impulse erledigen soll, wobei dann zwangsläufig Frequenz- und Phasenjitter entstehen.

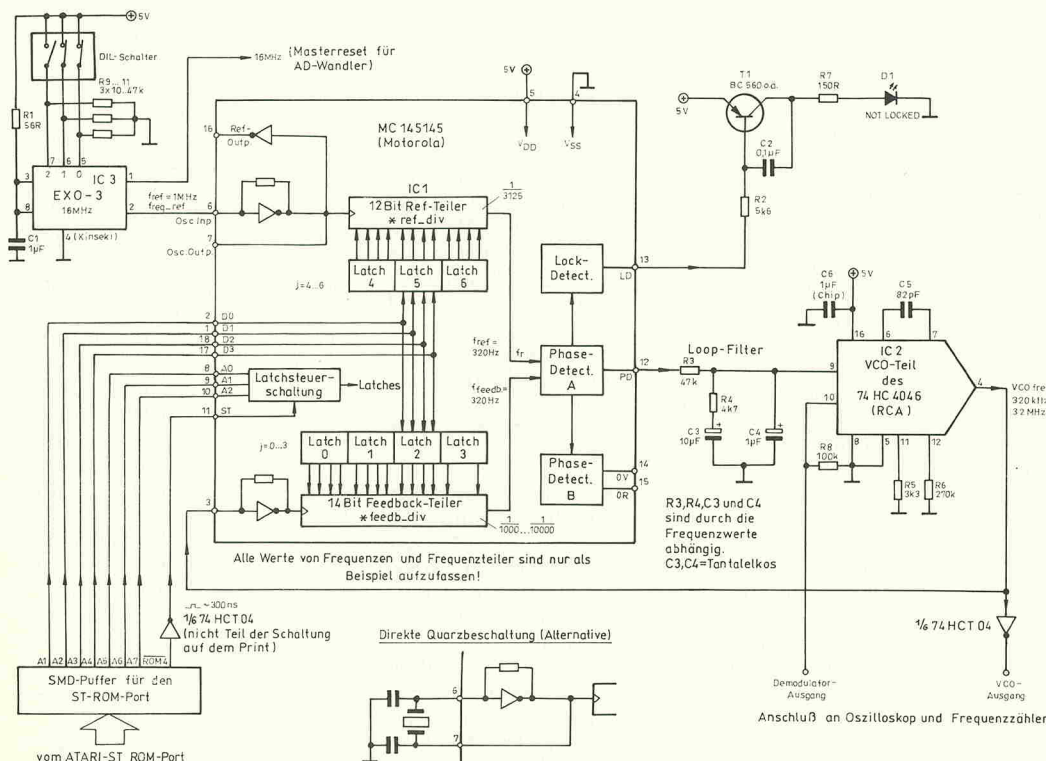
Im vorliegenden Beispiel überstreicht der Synthesizer einen Frequenzbereich von einer Dekade. Was darüber hinausgeht übernimmt der Dekadenteiler, dessen Ausgang direkt den Takteingang der SC-Nachlauf-Filter (Antialiasing/Smoothing) steuert. Der Sampletakt für die Wandler wird durch einen Teiler erzeugt, der die Ausgangsfrequenz des Dekadenteilers nochmals durch 32 teilt. Bei einem Verhältnis der Grenzfrequenz zur Taktfrequenz des SC-Filters von 1:100 und einer Steilheit im Grenzbereich von 100 dB/Oktave stellt sich zwischen der Nyquistgrenze und der Filtergrenzfrequenz ein konstantes Verhältnis von 1:1,56 und eine Dämpfung bei der Nyquistgrenze von 78 dB ein. Damit sind die Bedingungen für eine 12-Bit-Wandlung erfüllt. Mehr ist auch mit den meisten SC-Filtern nicht rauszuholen, da bei diesen Bausteinen Störabstände über 80 dB leider noch eine Seltenheit sind. Da der Datenbus des ROM-Ports keinen Writebefehl zuläßt, muß man zur Datenausgabe eben die Adreßleitungen benutzen. Das ist sehr einfach. Dem Chipselektsignal ROM4 steht der Adreßbe-



## Samplefrequenz-Generator



**Bild 1. Ein mögliches Einsatzgebiet für den Synthesizer: A/D-D/A-System mit geschalteten Filtern.**



**Bild 2. Anstelle des EXO-3 kann auch eine einfache Quarzschaltung für den richtigen Takt sorgen.**

## Stückliste

Widerstände (alle 1/4 W, 5%)

R1	56R
R2	5k6
R3,9...11	47k
R4	4k7
R5	3k3
R6	270k
R7	150R
R8	100k

## Kondensatoren

C1,4	$1\mu$
C2	$0\mu 1$
C3	$10\mu$

## Halbleiter

D1	LED
T1	BC560 o.ä.
IC1	MC145145
IC2	74HC4046
IC3	EXO-3

## Sonstiges

DIL-Schalter, 3XEIN, print  
Platine, doppelseitig

reich FA0000h bis FFFFFFFh zur Verfügung. Der Datenwert mit einer maximalen Breite von 16 Bit wird dem 'Grundwert' FA0000h hinzuaddiert und auf den Adreßbus gelegt. Das wars auch schon. Der gewünschte Datenwert erscheint auf den 16 als Datenbus mißbrauchten Adreßleitungen des ROM-Ports, und man braucht



## Kleine Chips - große Wirkung

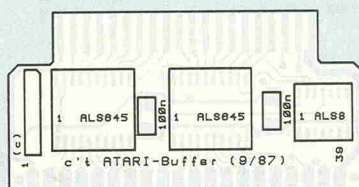
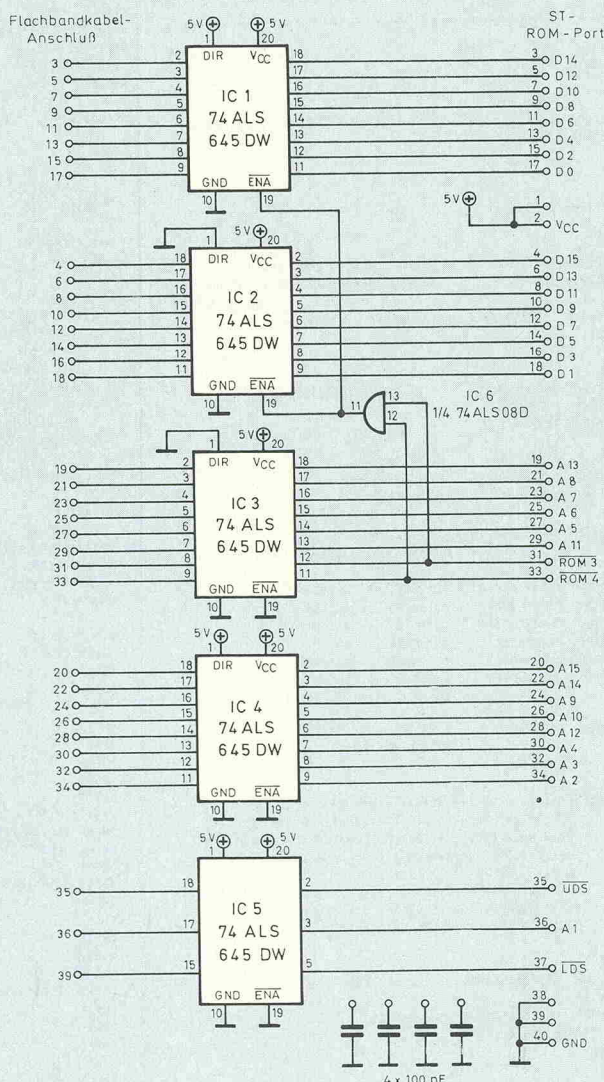
### SMD-Puffer für den ST-ROM-Port

Es gibt praktisch nur einen Weg, der direkt und ohne Umwege zur CPU des Atari ST führt. Zu direkt. Und das macht ihn gefährlich: Der ungepufferte ROM-Port. Aber es gibt ja Möglichkeiten und es gibt die SM-Technik. Im Folgenden also eine der elegantesten Möglichkeiten einen Weg gangbar zu machen.

Für dieses Projekt sind hochwertige TTL-ICs in ALS-Technik vorgesehen. Sie bieten gegenüber den LS-Typen verbesserte dynamische Eigenschaften und verbrauchen obendrein weniger Strom.

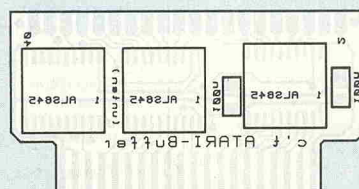
Der Ausgang des Buspuffers ist im 2,54-mm-Raster ausgelegt, damit herkömmliche Flachbandkabel direkt angelötet werden können. Wer es noch eleganter haben will, kann eine Pfostenleiste mit geraden Printanschlüssen von der Seite auf die Platine schieben und diese verlöten. Wer eine Pfostenleiste mit Auswurfhebeln einsetzt und einen 1040 ST sein eigen nennt, muß kurz einen Seitenschneider bemühen: Auf der Seite der höheren Pin-Nummern ist die Ecke der Pfostenleiste bis zur Befestigungsbohrung aufzuknacken. Dafür ergibt sich für den 1040er der Vorteil, daß die Platine nicht versehentlich falschherum eingesteckt werden kann. Dies hätte zur Folge, daß die Versorgungsspannung aller ICs verpolt würde.

Deshalb ist es ganz wichtig, darauf zu achten, daß beim Einschieben der Platine die Aufschrift aufrecht zu lesen ist. Die Oberseite der Platine kann man auch daran erkennen, daß sie das kleine AND-Gatter (74ALS08) trägt. Auf der Unterseite befinden sich drei gleich große Puffer-ICs.



BESTÜCKUNGSDRUCK OBEN

BESTÜCKUNGSDRUCK UNTEN



**Sie muß beim Einstecken in den ROM-Port immer sichtbar sein: Die Oberseite der Puffer-Platine.**

#### Stückliste

5 ICs 74ALS645D  
1 IC 74ALS08D  
4 Kondensatoren 100nF  
Platine, doppelseitig

**Und so sieht der SMD-Puffer von unten aus.**

nur noch mit Hilfe des ROM4-Signals zuzupacken.

Dem aufmerksamen Bild 1-Betrachter wird auffallen, daß beim Adreßbus die Leitung A0 fehlt. Richtig. Es gibt sie auch nicht. Die CPU liefert stattdessen die beiden Strobe-Signale LDS-Data und UDS-Data. Man könnte sich zwar aus diesen beiden Signalen A0 wieder zusammenbasteln, was sich aber im vorliegenden Beispiel erübrigt, weil hier insgesamt nur 15 Bits benötigt werden. Zwölf davon sind Datenbits, u.a. für den 'Monitor'-DAC, während die übrigen drei zur Steuerung der Initialisierung und des Datentransfers völlig ausreichen. Dafür muß man das Problem allerdings softwaremäßig erschlagen, indem man den Datenwert um ein Bit nach links schiebt, bevor er mit dem Grundwert addiert wird. Das abgedruckte C-Testprogramm zeigt, wie das in der Praxis aussieht.

Der Datenbus des ROM-Ports ermöglicht das Lesen von Peripheriedaten. Hier werden für die eigentliche Datenübertragung davon nur die ersten 14 Bits benötigt. Mit D15 wird überprüft, ob der FIFO nicht leer ist. Falls dies zutrifft, kann man ihn mit Hilfe des ROM3-Signals auslesen. Der FIFO gestattet dem Rechner, zwischendurch auch mal etwas anderes zu erledigen, als immer nur Daten zu lesen und zu warten.

Wie gesagt, gilt die ungeteilte Aufmerksamkeit dieses Artikels dem Schaltungsteil 'Samplefrequenz-Generator', dessen Schaltplan in Bild 2 zu sehen ist. Der dominierende Baustein der Schaltung ist der MC145145 von Motorola. Er beinhaltet neben zwei unterschiedlichen Phasendetektoren und einem Lockdetektor auch noch einen 14-Bit-breiten Feedbackfrequenzteiler und einen 12-Bit-breiten Referenzfrequenzteiler. Das ganze wird über 3 Adreßleitungen und einen Strobe-Eingang gesteuert. Der Oszillatoreingang kann direkt mit einem Quarz bestückt werden, wobei die Eingangsfrequenz wegen des nachfolgenden Teilers in einem weiten Bereich wählbar ist.

Noch vor wenigen Jahren hätte der Feedbackfrequenzteiler mit



einzelnen Zählerbausteinen 'diskret' realisiert werden müssen. Besonders bei hohen Taktfrequenzen kam man dabei leicht auf schwierig zu realisierende, 'krumme' Teilverhältnisse. Mit dem MC145145 umschifft man nicht nur elegant derartige Hindernisse, sondern es reduziert sich gleichzeitig drastisch der Platzverbrauch des gesamten Synthesizers.

Doch der Reihe nach: Der mit einem DIL-Schalter programmierbare Quarzoszillator EXO-3 im DIP8 Gehäuse von Kinseki Limited übernimmt hier gleich die Aufgabe eines Vorteilers. So produziert er nicht nur den 16-MHz-Takt für den A/D-Wandler, sondern sorgt auch für die 1-MHz-Eingangsfrequenz des Synthesizers. Der Eingangsteiler dieses ICs knüpft sich diese Frequenz gleich noch mal vor und teilt sie durch 3125. Das Ergebnis: Für den Phasenkomparator bleibt eine Frequenz von exakt 320 Hz übrig. Der PD-Ausgang dieses Komparators steuert über das Loopfilter den VCO, dessen Ausgang über den Feedbackteiler zum zweiten Eingang des Phasenkomparators rückgekoppelt wird.

Im geregelten Zustand sind Frequenz und Phase der beiden Eingänge identisch, und der Ausgang des Lock-Detektors erzeugt nur noch schmale negative Impulse mit großem Tastverhältnis. Der Kondensator C2 bildet mit R2 ein Tiefpaßfilter, das ein schwaches Leuchten der 'NOT-LOCKED'-LED im geregelten Zustand unterdrückt.

Noch ein Wort zum Quarzoszillator EXO-3. Im Experiment wurde festgestellt, daß der Baustein auf Überspannungen an den Ausgängen außerordentlich stark Latch-Up-empfindlich ist. Der Vorwiderstand R1 verhindert, daß der parasitäre Thyristor in diesem Fall 'hängen bleibt' und EXO-3 sich für immer varbschiedet. C1 sorgt für eine dynamisch niederohmige Ankopplung an die Speisespannung.

Das Loopfilter ist in dieser Schaltung etwas anders als andere: Normalerweise besteht ein derartiges Filter aus R3, R4 und C3. Hier gesellt sich noch C4 dazu. Zur Begründung dieser Maßnahme eine grundsätz-

```

/* SOFTWAREGESTEUERTER SAMPLEFREQUENZ - SYNTHESIZER

Testprogramm für den PLL-Frequenzsynthesizer MC-145145
))) Turbo-C und Lattice-C kombiniert (((

Th. Schaerer Im Lindenhof 6 CH-8307 Effretikon (Dez-88)
*/

#define TC 1 /* TC=1 -> Turbo-C / TC=0 -> Lattice-C */
#define LC TC

#include <stdio.h> /* Includes */

#if TC
#include <ext.h> /* wegen 'outch' und 'getch' */
#include <tos.h> /* wegen 'gendos', 'conis', 'conout' und 'crawcin' */
#include <stdlib.h> /* wegen 'exit' */
#endif

#define ESC 0xb /* Definitionen */
#define FALSE 0
#define TRUE 1

#define conis() gendos(0x0b)
#define conout(a) gendos(0x02,a)
#define crawcin() gendos(0x07)

#define next_side pos_curs(24,0);
printf("Nächste Seite? Taste drücken.")

#define clear_scr() outch(ESC); outch('E')
#define revrs_curs() outch(ESC); outch('p')
#define norm_curs() outch(ESC); outch('o')
#define ena_curs() outch(ESC); outch('e')
#define dis_curs() outch(ESC); outch('f')
#define pos_curs(x,y) outch(ESC); outch('y');
outch(32+y); outch(32+x)

#define bell(a) ((a)?(conout(7)):FALSE)
/* für Fehlermeldungen */

/* Unterfunktion zur Initialisierung des MC145145:
Die in der Main-Funktion erzeugten Daten für den
Referenzfrequenzteiler und Feedbackfrequenzteiler
des MC145145 werden in dieser Funktion zu 7 mal
4 Bit - Daten verarbeitet.
Die Main-Funktion könnte auch verschiedene Initialie-
sierungen ausführen, wobei die Initialisierung des
MC145145 nur eine von Vielen ist.
*/

#if TC
void init_MC145145(long *feedb_div, long *ref_div) /* Turbo-C */
#else if LC
/* oder */
void init_MC145145(feedb_div, ref_div) /* Lattice-C */
long *feedb_div, *ref_div;
#endif

{
long addr, j, dummy; /* j = Latchnummer des MC145145 */
long out_data[7], fdb_div, rf_div;

fdb_div = *feedb_div; /* Diese Adressinhalte werden noch */
rf_div = *ref_div; /* weiterhin gebraucht. */

for(j=0; j(4; j++) { /* Daten für Latch 0...3 des MC145145 */
out_data[j] = (fdb_div & 15); /* Maskierung der 4LSBs */
fdb_div>>=4; /* Die nächsten 4 Bit zu den untersten
verschieben */
}

for(j=4; j(7; j++) { /* und die gleiche */
out_data[j] = (rf_div & 15); /* Prozedur für */
rf_div>>=4; /* Latch 4...6 des */
/* MC145145 */
}

/* Jetzt sind in 'out_data[j]' die 7
4-Bit-Daten bereitgestellt.

for(j=0; j(7; j++) {
addr = 0xFA0000L + (j(5) + ((out_data[j]<<1);
dummy = *(char*)addr;

/* Damit erfolgte der 7fache 4-Bit-Datentransfer inkl.
der Adreßwerte der Latchnummer j über den ROM-Port
zum MC145145.
*/
}

/* ----- */

/* Abfangfunktion: Wenn Tasten häufiger gedrückt als abgefragt
werden. Siehe unten: Absturzeliminators.
*/

#if TC /* wenn Turbo-C */
void catch_key(void)
#else if LC /* wenn Lattice-C */
void catch_key()
#endif
{
long k;

do
{
k=conis();
if (k==1) crawcin();
}
while(k==1);

/* Hauptfunktion:
Diese Funktion dient der Erzeugung der Daten für den
Referenz- und Feedbackfrequenzteiler des MC145145.
Die Eingabe der Referenzfrequenz ermöglicht zwecks
Kontrolle die errechnete Wiedergabe der Frequenzwerte
auf dem Bildschirm.
Die Eingabe der Schrittweite des Feedbackfrequenztei-
lers, erlaubt eine schrittweises Sweepen der VCO-
Frequenz. Damit lässt sich die Frequenz- und Phasen-
stabilität über den gesamten Frequenzbereich testen.

void main()
{
long error, ref_div, feedb_div, feedb_div_past=0, step,
step_past=0, freq_ref, loop_count;
double vco_freq, fR;
char key;

dis_curs(); /* Bild 1 */
clear_scr();
puts(" :::::::::::::::::::::::::::::: ");
puts(" :: :::::::::::::::::::::: ");
puts(" :: TESTPROGRAMM FÜR PLL-Frequenzsynthesizer :: ");
puts(" :: MC-145145 :: ");
puts(" :: :::::::::::::::::::::: ");
puts(" :::::::::::::::::::::::::::::: ");
puts(" :: puts('');
puts(" Dieses Programm testet die Schaltung bei ");
puts(" beliebiger Dimensionierung des Bereiches der ");
puts(" Ausgangsfrequenz des verwendeten VCO. ");
puts(" :: );
puts(" Eingaben: 1. Referenzfrequenz. ");
puts(" 2. Referenz-Frequenzteilerfaktor. ");
puts(" 3. Feedback-Frequenzteilerfaktor. ");
puts(" 4. Schrittweite des Feedback- ");
puts(" Frequenzteilerfaktors. ");
puts(" :: );
puts(" Kontrollen: 1. Berechnete Frequenz am Eingang ");
puts(" des Phasenkomparators. ");
puts(" 2. Berechnete VCO-Frequenz. ");
puts(" :: );
next_side;
catch_key();
getch();

do
{
do
{
clear_scr(); /* Bild 2 */
pos_curs(3,0);
puts(" Referenzfrequenz und Referenz-Frequenzteiler :: ");
pos_curs(8,0);
printf(" Referenzfrequenz (Oszillator) in Hz: ");
ena_curs();
error=scanf("%ld",&freq_ref);
rewind(stdin);
dis_curs();
}
while(bell(error));

pos_curs(11,0);
printf(" Referenz - Frequenzteiler (3...4096): ");
ena_curs();
error=scanf("%ld",&ref_div);
rewind(stdin);
dis_curs();
}
while(bell(error));

fR = (double)freq_ref/ref_div; /* fR = siehe Schaltbild */
}
}

```



```

pos_curs(14.0);
printf("\n\n Phasencomparator - Frequenz (Hz) : ");
revrs_curs();
printf("%f",fR); /* Inverse Darstellung des Resultates */
norm_curs();

next_side:
catch_key();
getch();

do
{
loop_count=0;
key=" ";
do
{
do
{
/* Bild 3 */
clear_scr();
puts("");
puts(" Referenz - Daten : "); puts("");
printf(" Referenzfrequenz (Oszillator) in kHz: ");
printf("%5.6f\n",float)(fref_ref/1000.);
printf(" Eingangsteiler (3...4096): %ld\n",ref_div);
printf(" Phasencomparator-Frequenz (Hz): %6.6f\n",fR);
puts("");
puts(""); puts(""); puts("");
puts(" Feedback-Frequenzteiler - Programmierung:");
puts("");

pos_curs(12.55); /* Letzter Wert bei Neueingabe */
revrs_curs();
printf(" Letzter Wert: %ld ",feedb_div_past);
norm_curs();

pos_curs(12.0);
printf(" Startwert eingeben (3...16384) : ");
ena_curs();
error=scanf("%ld",&feedb_div);
rewind(stdin);
dis_curs();
}
while(bell(error || feedb_div(3 || feedb_div)16384));

pos_curs(14.55);
revrs_curs();
printf(" Letzter Wert: %ld ",step_past);
norm_curs();

pos_curs(14.0);
printf(" Schrittweite eingeben : ");
ena_curs();
error=scanf("%ld",&step);
rewind(stdin);
dis_curs();
}
while(bell(error));

next_side:
getch();
init_MC145145(&feedb_div,&ref_div); /* Initialisierung
des MC145145 */

clear_scr(); /* Bild 4 */
vco_frea = (double)feedb_div*fR;
puts(" Der Frequenzsynthesizer ist initialisiert !!!");
pos_curs(5.0);
printf(" Der Feedback-Frequenzteiler hat den Wert:");
pos_curs(5.53);
puts(" (3 .... 16384)");
pos_curs(7.0);
printf(" Die VCO-Frequenz (74HC4046) hat den Wert: ");
printf(" kHz");
puts("");
puts(" ");

```

```

pos_curs(11.0);
puts(" Anwendung: "); puts("");
puts(" Schrittweite addieren: Taste '+.'");
puts(" Schrittweite subtrahieren: Taste '-.'");
puts("");
puts(" Der selbe Wert nochmals: ");
puts(" Irgend eine Taste. ");
puts("");
puts(" jedoch nicht +.-,n,q.");
puts(""); puts("");
puts(" Neue Eingaben : Taste 'n.'");
puts("");
puts(" Programm verlassen : Taste 'q.'");

do
{
/* Absturzeliminators */
if((loop_count % 20)==0) catch_key();
if(loop_count/20) key = getch(); /* 1. Initialisierung */
loop_count++; /* ohne Taste */

switch(key)
{
case '+': if(feedb_div==(16384-step)) /* Oberer */
feedb_div+=step; /* Grenzwert */
break;

case '-': if(feedb_div==3+step) /* Unterer Grenzwert */
feedb_div-=step;
break;
}

init_MC145145(&feedb_div,&ref_div); /* Daten zum */
/* Synthesizer */

vco_frea = (double)feedb_div*fR;

revrs_curs();
pos_curs(5.45);
printf("%5ld",feedb_div);
pos_curs(7.45);
printf("%5.6f\n",vco_frea/1000.);
norm_curs();
}
while(key!="n" && key!="q");

feedb_div_past = feedb_div; /* Für Anzeige des */
step_past = step; /* Wertes bei Neueingabe. */

}
while(key!="q");

if TC
exit(0);
endif

/* Absturzeliminators
-----

Durch andauerndes Drücken der Plus- oder Minustaste
wird der Feedback-Teilerwert mit der Schrittweite
addiert bzw. subtrahiert. Dadurch erzeugt der Tastatur-
Prozessor mehr Daten in Richtung Rechner, als verar-
beitet werden können. Die restlichen Daten werden in
einen Puffer geschoben. Überläuft dieser, verabschiedet
sich das Programm mit drei schönen Boobies und einem
Reinigungseffekt, denn selbst eine bootfeste RAM-Disk
wird unter Umständen leergefegt. Der Absturzeliminators
beugt dieser Überraschung vor, indem er das Programm
periodisch so lange stoppt, bis der CATCHKEY-Befehl die
zu vielen Lasteninfos abgefangen hat. Dieser Abfang-
prozess geht so rasch, daß die Unregelmäßigkeit nicht
bemerkt wird.

***** E N D E ***** */

```

**Ein kleines Programm zum Testen einer kleinen Schaltung. Der Sourcecode läuft unter Turbo-C ebenso gut wie unter Lattice C.**

tät nach Belieben beeinflusst werden. Die kleinstmögliche Filterzeitkonstante ergibt sich aus der Frequenz am Eingang des Phasendetektors und dem maximalen Feedbackteilerfaktor. Je größer dieser Teilerfaktor und je geringer diese Frequenz ist, um so größer wird die minimale Zeitkonstante.

In der Praxis wird zunächst der maximale Teilerfaktor des Feedback-Teilers und die gewünschte Taktfrequenz eingestellt. Als Verhältnis von R4/R3 sowie von C4/C3 wählt man zunächst 1:10. Nun reduziert man durch Änderung der Werte von R3 und R4 die Filterzeitkonstante so lange, bis auf dem Oszilloskop (trotz C4) Phasenjitter sichtbar wird. Danach erhöht man die Zeitkonstante mindestens wieder so weit, daß der Phasenjitter auch bei zehnfacher X-Dehnung auf dem Oszilloskop nicht mehr erkennbar ist. Hat man sich für ein endgültiges Loopfilternetzwerk entschieden, empfiehlt sich noch der Sweepstest. Damit läßt sich feststellen, ob das VCO-Ausgangssignal im gewünschten Bereich bei jedem Feedbackteilerfaktor phasenstabil arbeitet. Dazu stellt man das Testprogramm so ein, daß sich durch Drücken der Plus- oder Minustaste der Feedbackfrequenzteiler nur um einen geringen Wert ändert.

Der VCO muß mittels R5,R6 und C5 so dimensioniert sein, daß ein Einrasten über den gesamten Frequenzbereich sauber erfolgt. Das heißt, die VCO-Steuerspannung zwischen 0 V und der Betriebsspannung muß einen etwas größeren Frequenzbereich überstreichen, als erforderlich ist.

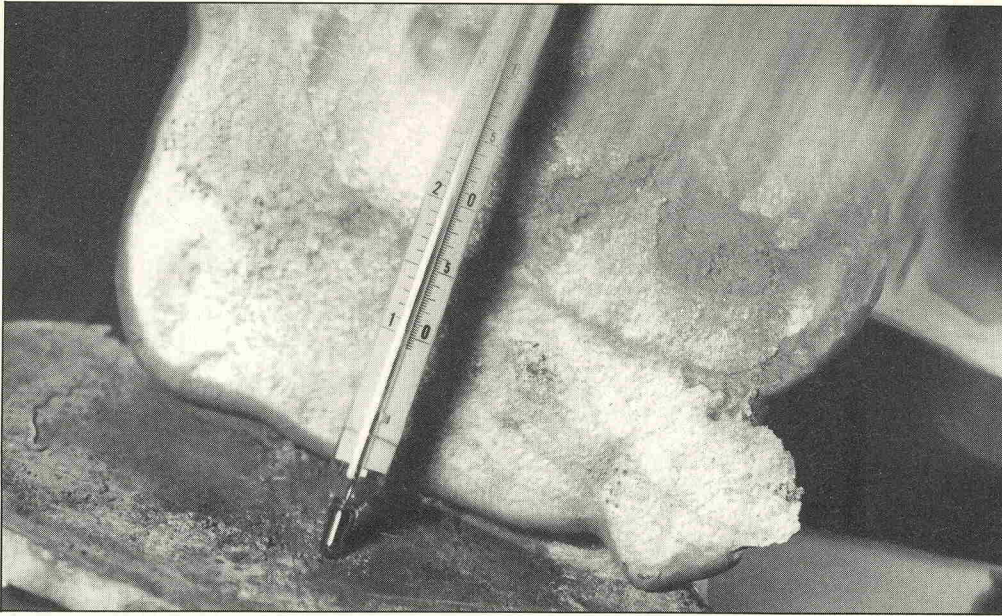
Da zur Zeit des Schaltungsentwurfs der MC145145 nur im SMD-Gehäuse erhältlich war, ist die Platine in gemischter Bauweise ausgeführt. Selbstverständlich ist der 74HC4046 ebenfalls als SMD erhältlich, und wenn man an Stelle des externen Quarzoszillators einen SMD-Quarz verwendet, könnte die Fläche der Schaltung noch drastisch reduziert werden. Die Anschlüsse der Platine sind mit einer abgewinkelten 16-poligen Stiftleiste zu versehen, so daß die Schaltung als Subprint rechtwinklig auf eine Mutterplatine gelötet oder gesteckt werden kann. □

liche Überlegung: Üblicherweise wählt man für das Filter die größtmögliche Einstellzeit (Zeitkonstante), welche in der Hauptsache von R3 und C3 bestimmt wird. Dazu kommt R4, um den Einschwingvorgang zu dämpfen. Je geringer das Verhältnis R4/R3 (in der Praxis etwa 1:10), um so geringer ist auch das Überspringen. Dies geht aber auf Kosten des Phasenjitters am VCO-Ausgang, der jedoch ohne wesentliche

Reduzierung der Dämpfung mit C4 unterdrückt werden kann. Das Verhältnis von C4/C3 ist dabei ebenfalls etwa 1:10. Die Dimensionierung der vier Komponenten des Loopfilters wird am besten experimentell mit Hilfe des Testprogramms und eines Zweistrahl-Oszilloskops ermittelt. Dazu wird der VCO-Ausgang über einen Puffer an den ersten Eingang und der Demodulator-Ausgang di-

rekt an den zweiten Eingang des Oszilloskops angeschlossen. Beim plötzlichen Umschalten der VCO-Frequenz vom Minimal- auf den Maximalwert und umgekehrt läßt sich an der VCO-Kurve der Phasenjitter ablesen, während der Demodulator-Ausgang das Einschwingverhalten offenbart. Durch Änderung der Werte der vier Loopfilterkomponenten können nun Einschwingdauer, Dämpfung und Phasenstabil-





# Sensor-Tuning

## Schnelle Temperaturmessungen mit langsamen Temperatursensoren

**Dr. Gerd Schmidt**

Steht man vor dem Problem, dynamische Prozesse überwachen oder vermessen zu wollen, so müssen die Meßwerte möglichst exakt, reproduzierbar und schnell vorliegen. Temperaturänderungen, die sich im Sekundenbereich abspielen, können nicht mit Sensoren erfaßt werden, die ein Vielfaches dieser Zeit benötigen, um auf Änderungen der Meßgröße zu reagieren.

Selbst sogenannte schnelle Temperatursensoren benötigen Minuten, um Temperaturänderungen anzeigen zu können. Die Zeiten, um 50 % oder 90 % des korrekten Wertes zu erreichen, betragen zum Beispiel bei Degussa-Platin-Hartglas-Meßwiderständen (Nennwiderstand Pt 100):

Typ	T 0.5	T 0.9
P2	20 s	65 s
P3	10 s	34 s
P4	7 s	23 s

(Luft, 1 m/s)

Daraus ergeben sich für die Sensoren folgende typische Zeitkonstanten:

P2	$\tau = 28.374 \text{ s}$
P3	$\tau = 14.688 \text{ s}$
P4	$\tau = 10.014 \text{ s}$

Die zeitliche Änderung des Widerstandes der Sensoren wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$R(t) = R_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

Durch Einsetzen von  $\tau$  lassen sich die Ansprechzeiten berechnen. Auf zwei Stellen genau ergeben sich die oben vom Hersteller gemessenen und publizierten Werte; die Gleichung beschreibt daher das zeitliche Verhalten der Meßwiderstände korrekt.

Es gibt nun eine Reihe von Anwendungen, bei denen man an einer schnelleren Erfassung der Temperatur interessiert ist. Da diese Meßwiderstände bereits zu den schnellsten Temperatursensoren gehören und andere Meßwertaufnehmer wie Thermoelemente, NTCs, Platin, Si-Fühler und andere denselben Einschränkungen unterliegen, sei hier ein einfaches Verfahren vorgestellt, mit dem Temperaturfühler aller Art schneller gemacht werden können.

Wird die Polstelle der Übertragungsfunktion des Temperaturfühlers durch eine Nullstelle in der Korrekturfunktion kompensiert und eine neue Polstelle entsprechend einem schnelleren Zeitverhalten eingeführt, so

verhält sich das Gesamtsystem wie ein schneller Temperatursensor. Sei  $\tau_i$  die alte, langsame Zeitkonstante entsprechend der Frequenz  $\omega_i$  und  $\tau_f$  die neue, schnelle Zeitkonstante entsprechend einer Frequenz  $\omega_f$ , so gilt:

$$\tau_i = 1 / (1 + i \frac{\omega}{\omega_i})$$

$$K = (1 + i \frac{\omega}{\omega_i}) / (1 + i \frac{\omega}{\omega_f})$$

$$\begin{aligned} \tau_f &= \tau_i * K \\ &= 1 / (1 + i \frac{\omega}{\omega_f}) \end{aligned}$$

Die Kompensationsfunktion K kann elektronisch leicht auf verschiedenen Wegen realisiert werden, z.B. als gewichtete Summe eines Hochpasses und eines Tiefpasses gleicher Grenzfrequenz. Um zwei aufeinander abzustimmende Zeitkonstanten zu vermeiden, kann auch ein Differenzverstärker eingesetzt werden. Eine Realisation, die sich in der Praxis gut bewährt hat, zeigt Bild 1.

Die linke Seite der Schaltung stellt die übliche Anwendungsschaltung des Meßwiderstandes mit einem Meßstrom von 1 mA dar, die rechte Seite die Kompensationsschaltung. Die Übertragungsfunktion lautet:

$$\begin{aligned} K &= \frac{1 + i \frac{10K}{360} \omega RC}{1 + i \omega RC} \\ &= \frac{1 + i * 28.374 * \omega}{1 + i * 1 * \omega} \end{aligned}$$

Sie ist so gewählt, daß die Nullstelle im Zähler die Polstelle des Sensors aufhebt und die neue Polstelle nur vom RC-Glied bestimmt wird. In dieser Schaltung beträgt die gewählte Zeitkonstante

$$\tau_f = R * C = 1 \text{ M}\Omega * 1 \mu\text{F} = 1 \text{ s.}$$

Damit ergeben sich folgende Ansprechzeiten beim Meßwiderstand vom Typ P2:

$$T 0.5 = 0.69 \text{ s gegenüber vorher 20 s}$$

$$T 0.9 = 2.30 \text{ s gegenüber vorher 65 s}$$

Das heißt, der Sensor ist nun etwa 28 mal schneller als vorher.

Auch die Simulation der Schaltung mit dem Analog-Simulator ASPICE bestätigen die Ergebnisse (siehe Kasten).



## Simulant

Da Temperatursprünge für den Test von Sensoren nur mit großem Aufwand reproduzierbar zu realisieren sind, ist das Zeitverhalten der Schaltung mit dem Simulationsprogramm ASPI-

CE auf einem Atari Mega ST getestet worden. Die erzielten Ergebnisse stimmen recht gut mit den Werten überein, die die Theorie liefert. Bild 1 zeigt das Verhalten des Sensors ohne, Bild 2

Datei: B:\SENSOR.SPI Datum: 10/12/1988 Zeit: 13:24:16 ASPICE V1.1 (30JUN87)  
SCHNELLE SENSORSCHALTUNG - SPRUNGANTWORT - FILE: SENSOR.SPI  
Firma: elrad Benutzer:

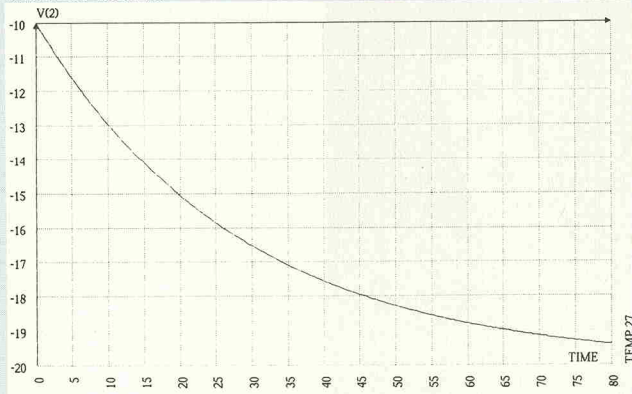


Bild 1

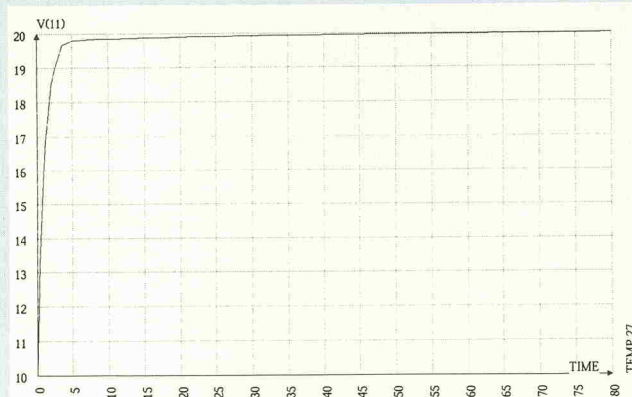


Bild 2

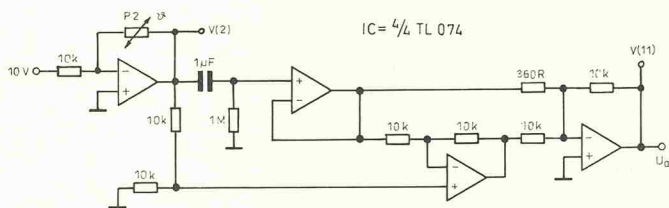


Bild 1. Die Schaltung des schnellen Temperatursensors.

Anschaulich kann man sich diesen Effekt dadurch erklären, daß Änderungen des Widerstandswertes aufgrund von Temperaturänderungen, über

den Hochpaß-Pfad entsprechend verstärkt, die Ausgangsspannung beeinflussen, während gegenüber der Zeitkonstanten langsame Änderungen

das mit Kompensation. Wie man sieht, wird der Endwert sehr viel früher erreicht.

Da ein RC-Glied Tiefpaßcharakter hat, sollte dieses Verhalten in der Simulation

erkennbar sein. Die Bilder 3 und 4 zeigen den Frequenzgang jeweils ohne und mit Kompensation. Erregungsgröße ist hierbei der veränderliche Widerstand des Sensors.

Datei: B:\SENSORFR.SPI Datum: 19/1/1989 Zeit: 15:01:50 ASPICE V1.1 (30JUN87)  
SCHNELLE SENSORSCHALTUNG - FREQUENZGANG  
Firma: elrad Benutzer:

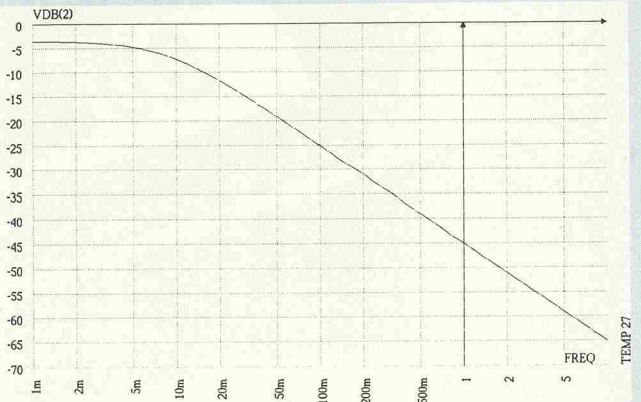


Bild 3

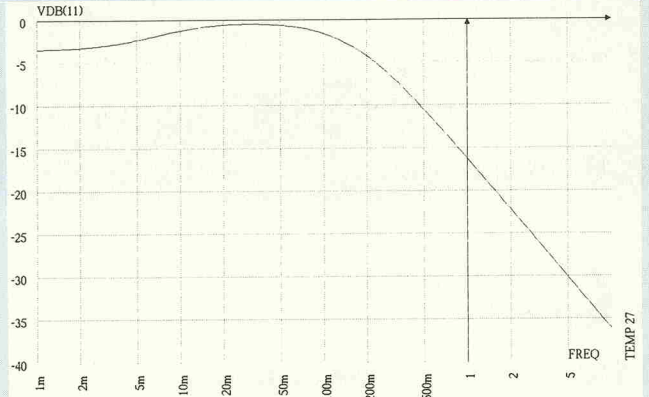


Bild 4

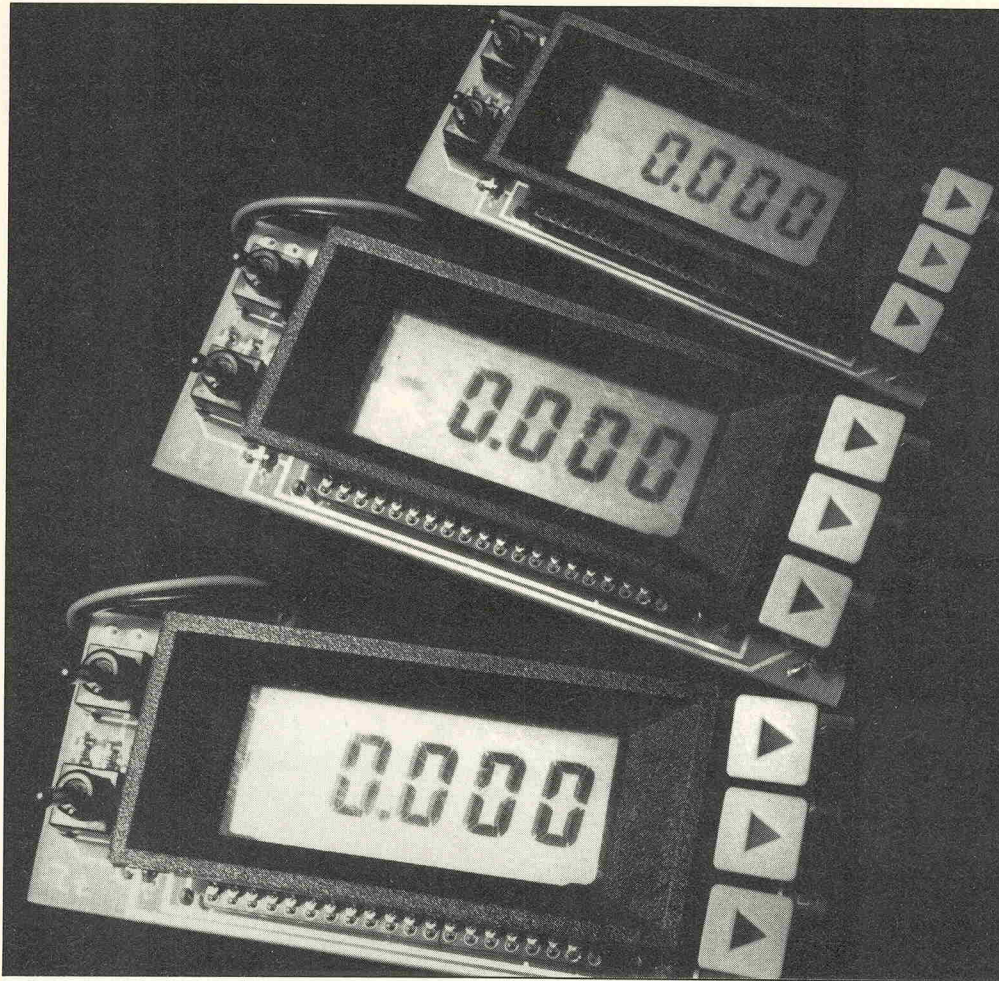
mit einer Verstärkung von 1 den Ausgang erreichen.

Übertreibt man die Kompensation, um extrem kleine Anstiegszeiten, das heißt sehr schnelle Sensoren, zu erzielen, so werden die Schwankungen des Ausgangssignals aufgrund des Rauschens zu groß, so daß eine genaue Messung nicht mehr durchgeführt werden kann. Zeiten im Sekundenbereich sind aber erzielbar und führen zu gut reproduzierbaren Ergebnissen.

Durch geeignete Wahl der Kompensationsschaltung kön-

nen sowohl beliebige Pole (natürlich auch Nullstellen) kompensiert als auch beliebig neue generiert werden. Sollen zum Beispiel hauptsächlich steile Temperatursprünge gemessen werden, so wäre eine Bessel-Funktion aufgrund des guten Übertragungsverhaltens (kaum Überschwingerungen) die geeignete Wahl. Das Verfahren läßt sich auch auf andere Sensoren (beispielsweise Mikrofone und Lautsprecher) mit Erfolg anwenden, um maßgeschneiderte Frequenzgänge, Übertragungsverhalten und Anstiegszeiten zu erzielen. □





## LCD + 1

### 4 1/2-stelliges Panelmeter

**Christian Jäger**

Die bestechenden Daten des ICL 7129A — Anzeigefehler: 0,005%, Auflösung: 10  $\mu$ V im 200 mV-Bereich, Temperaturdrift: 0,5  $\mu$ V/°C — prädestinieren dieses IC für die präzise Darstellung von Meßwerten. Seiner Flexibilität Rechnung tragend, stellen wir ein Panelmeter für den universellen Einsatz vor.

Die Panelmeter-Platine (Bild 1), die weitgehend in SMT ausgeführt und beidseitig bestückt ist, berücksichtigt alle Möglichkeiten, die das 7129A bietet. Außerdem sind auf ihr Funktions- und Bedienelemente untergebracht, die gegebenenfalls weggelassen werden können. Die Bedeutung der Anschlüsse des Panelmeters sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Der Aufbau des Panelmeters entspricht der Applikation des Herstellers, lediglich die Beschaltung der Pins 22 und 24 (DP4/Overrange, DP3/Under-range) wurde geändert. Diese Anschlüsse sind kombinierte digitale Ein/Ausgänge, die mit

einem Ausgangsstrom von etwa 40  $\mu$ A belastet werden dürfen. Dieser ist zwar ausreichend, um CMOS-Bausteine zu steuern, die Pins können dann aber nicht als Eingänge für die Dezimalpunkt-Steuerung benutzt werden. Als Eingänge beschaltet werden wiederum die Ausgangssignale unterdrückt.

Um die Funktionen als Ein- und Ausgänge zu gewährleisten werden die Pins im Wechsel abgefragt. Ein Rechteckgenerator (IC4, 555) erzeugt etwa zweimal pro Sekunde einen Impuls von 4 ms Dauer. Dieser Impuls steuert zwei Umschalter (IC2, 4066), die die Ausgangssignale der Pins abgefragt. Die Ab-

frage ist zeitlich so gehalten, daß bei anliegenden Eingangssignalen kein Flackern der Dezimalpunkte erkennbar ist. Die Ausgangssignale werden durch Schmitt-Trigger-Inverter (IC3, 40106) aufbereitet und können zur Steuerung eines Meßbereichs-Schaltwerks herangezogen werden.

Zusätzlich ist auf der Platine noch die Spannungsversorgung untergebracht sowie zwei Umschalter und drei LEDs inklusive Treiber. Die Schalter können zum Umschalten von Meßgrößen (zum Beispiel: AC/DC oder V/A) eingesetzt werden, sind aber unabhängig vom Meß-IC und können auch, wenn nicht benötigt, weggelassen werden. Genauso verhält es sich mit den LEDs und deren Schalt-Transistoren, die gegebenenfalls zur Meßbereichsanzeige dienen können.

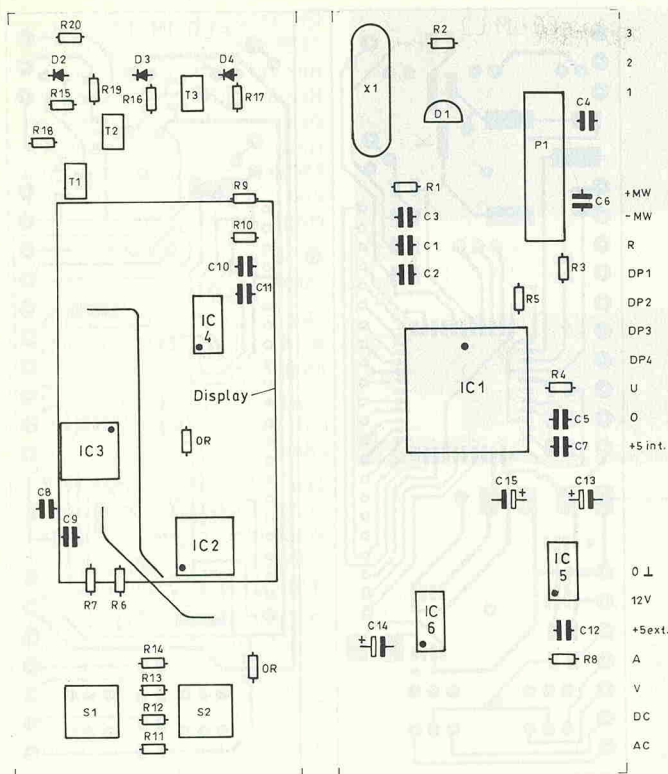
Die Versorgungsspannung für das Panelmeter beträgt 12 V, die Betriebsspannung des ICL 7129A in diesem Fall  $\pm 5$  V. Sie wird von dem Spannungsregler-IC 7805 (IC5) und einem Spannungskonverter 7660 (IC6) erzeugt.

Um die im Datenblatt des ICs angegebene Genauigkeit zu erreichen, sollte auf die Dimensionierung einiger Bauteile besonderes Augenmerk gelegt werden. In dieser Applikation sind die Werte der 'kritischen' Bauelemente (versehen mit ei-

Anschluß	
1	.
2	LED-Ansteuerung
3	.
+MW	IN HI
-MW	IN LO
R	Grundmeßbereich
DP1	.
.	Dezimalpunkt-Steuerung
DP4	.
U	Underrange
O	Overrange
+5Vint	+5V vom Modul
0	Masse
12V	Versorgung
+5Vext	+5V zum Modul
A	.
V	Schalter
DC	Ausgänge
AC	.

**Tabelle 1. Die Bedeutung der herausgeführten Anschlüsse des Panelmeters.**





**Bild 1. Auf beiden Seiten Bauelemente. Die Bestückung des Panelmeters.**

## Stückliste

### Panelmeter

Halbleiter	
IC1	ICL7129ACQ
IC2	HEF4066BT
	SMD
IC3	HEF40106BT
	SMD
IC4	ICM7555 ISO,
	555 SMD
IC5	LM78L05ACM
IC6	ICL7660CSA
D1	ICL8069CCZ,
	TO92
D2...4	LED, 5 mm
T1...3	BST52, SOT89

Widerstände (Minimale wenn nicht anders angegeben)

R1	330k
R2,11...14	10k
R3	100k
R4	152k

R5,8	100R
R6,7,9	3M3
R10	20k
R15...17	620R
R18...20	47k
P1	20k Wendeltrimmer

Kondensatoren (alle SMD-Ausführung)

C1...3	10p
C4...7,12	0,1μ
C8,9	470n
C10	0,33p
C11	10n
C13...15	15μ, 15V, Tantal

Sonstiges

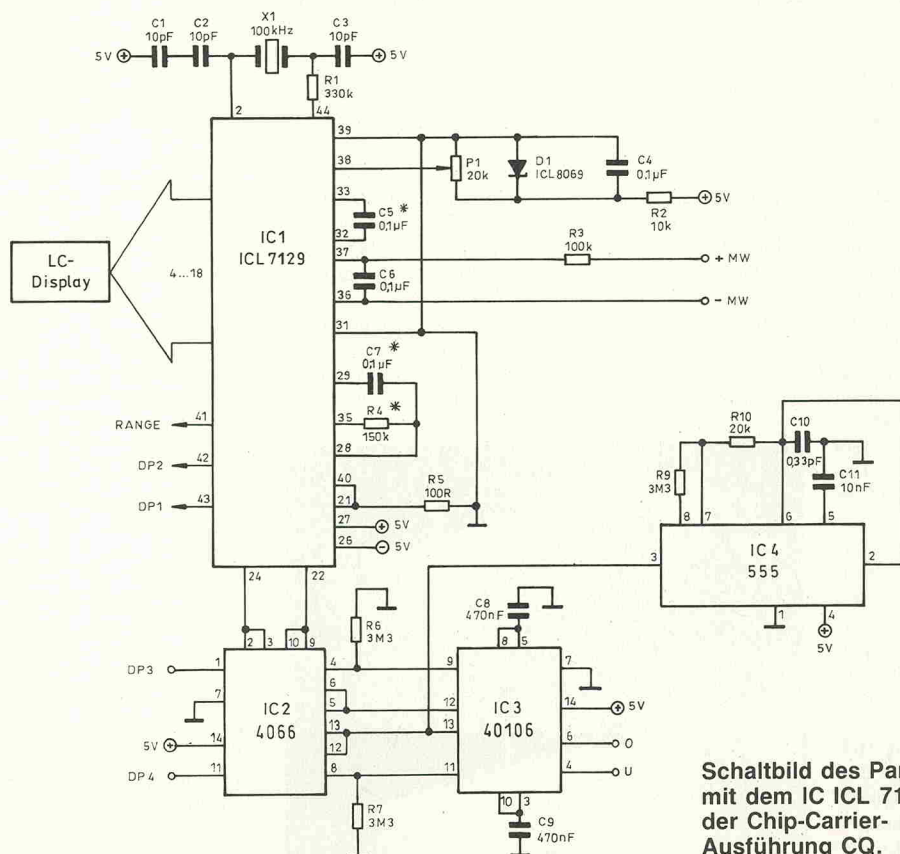
- 1 LC-Display
- 3 LED-Symbol-Abdeckungen
- 2 Miniatur-Kippschalter,
- 2 × UM
- 1 Platine 'LCD' + 1

nem \*) nach dem Kriterium der 'leichten Beschaffbarkeit' angegeben.

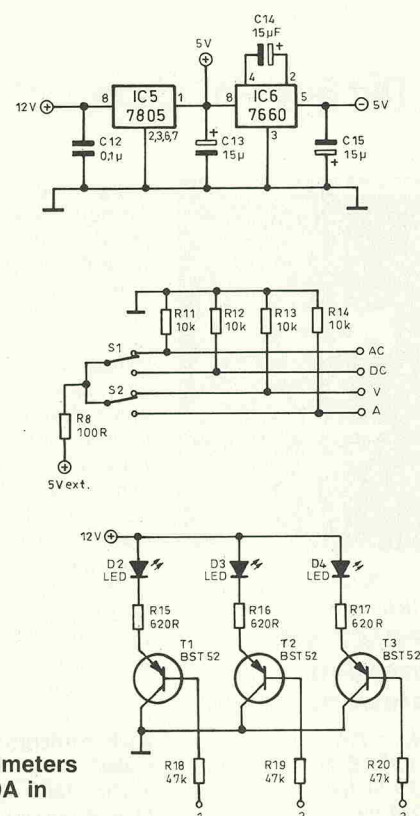
### Der Oszillator

Der Einsatz des voluminösen Quarzes (X1) erklärt sich folgendermaßen: Zum einen zeigt er sehr schön den Zusammenhang von Frequenz und Kri-

stallgröße, zum anderen hat er entscheidenden Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Ausgestattet mit einem Schwing-Quarz trägt der Anzeigefehler  $\pm 1$  Digit. Prinzipiell kann das IC auch mit einer RC-Beschaltung (Bild 2) betrieben werden, die Genauigkeit sinkt dann auf  $\pm 10$  Digit (0,05%, 10 μV Auf-



**Schaltbild des Panelmeters mit dem IC ICL 7129A in der Chip-Carrier-Ausführung CQ.**





## SMD-Panelmeter

lösung), was in etwa der Genauigkeit eines 3 1/2-stelligen DVMs entspricht. Für die Berechnung des Widerstandes — der Wert des Kondensators sollte immer 51 pF betragen — gilt die Formel:

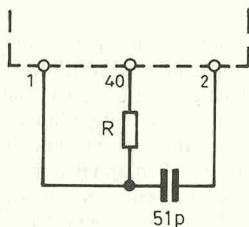
$$R = 0,45 / f_{osc} \times C$$

Um eine maximale 50-Hz-Unterdrückung zu erreichen, sollte der Oszillator mit 100 KHz schwingen.

● Der Integrationswiderstand (R4)

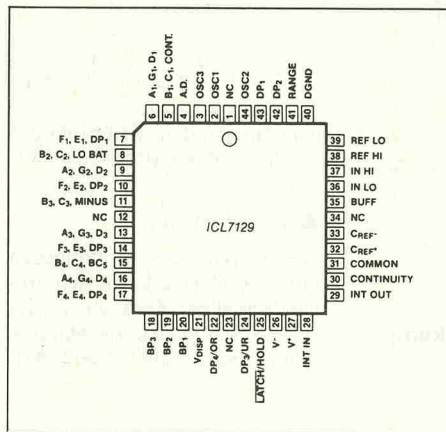
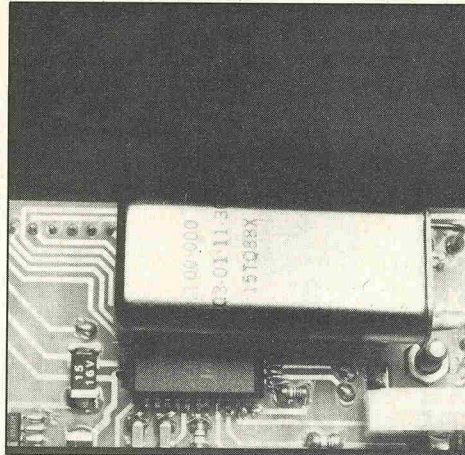
Der Integrationswiderstand ist für den 2-V-Grundmeßbereich ausgelegt und wird folgendermaßen berechnet:

$$R_{INT} = 2 \text{ V} / 13 \mu\text{A}$$



**Bild 2.** Die Beschaltung des Oszillators mit einem RC-Glied macht aus dem 7129A ein 3 1/2-stelliges Meß-IC.

**Ein 100-kHz-Quarz ist eben so groß.**



**Die Pinbelegung des ICL7129ACQ.**

Im 200-mV-Bereich (Pin 41 des 7129 oder Anschluß R der Platine auf Masse oder offen, 2-V-Bereich auf +5 V) handelt man sich mit dieser Dimensionierung eine Verfälschung des Meßwertes durch Leckströme und höhere Rauschempfindlichkeit ein.

● Der Integrationskondensator (C7)

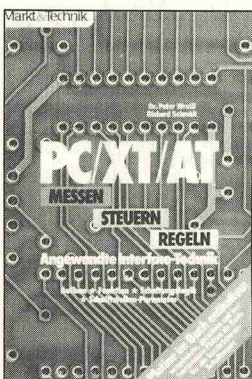
Der Integrationskondensator wird nach folgender Formel berechnet:

$$C_{INT} = 13,3 \mu\text{A} \times 20 \text{ ms} / 2 \text{ V} \quad (20 \text{ ms} \triangleq 1000 \text{ Clock-Perioden})$$

Die Clock-Frequenz beträgt 50% der Oszillator-Frequenz. Auch hier gilt, daß im 200-mV-Bereich Meßfehler durch erhöhtes Rauschen auftreten.

Die Referenz-Spannung beträgt sowohl für den 2-V- als auch für den 200-mV-Bereich 1,000 V. Der Abgleich sollte — so die Voraussetzungen vorhanden sind — folgendermaßen erfolgen: An den Meß-Eingang (:+MW, -MW) eine Spannung von 1000,05 mV legen und mit P1 den Anzeigewert des Displays auf einen alternierenden Wert von 10 000/10 001 einstellen. □

## Der Buchtip



Dr. Peter Wratil/  
Richard Schmidt

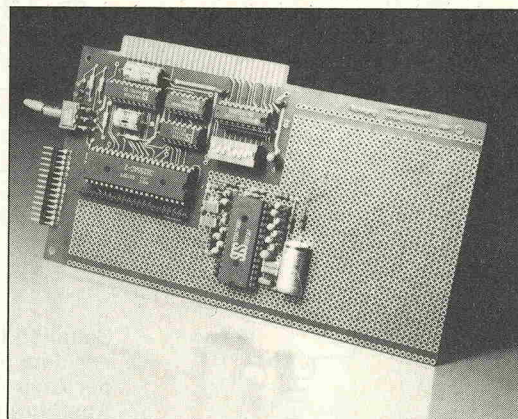
**PC/XT/AT,  
messen,  
steuern, regeln**

Haar 1987  
Markt & Technik Verlag  
255 Seiten  
DM 99,—  
ISBN 3-89090-477-7

‘Angewandte Interface-Technik’, das kennt man ja: Entweder nur Software-Beschreibungen und Listings oder nur Hardware-Beschreibungen und Schaltbilder. So richtig etwas zum Loslegen, ohne das Studium von vielfältiger Zusatzliteratur, ist auf dem Buchmarkt kaum zu finden. Anders bei dieser Veröffentlichung. Sowohl die Hardware als auch die programmtechnische Behandlung der Interface-Technik für IBM PC/XT/AT und Kompatible werden in diesem Buch dargestellt. Lobenswert ist, daß auch vordergründig ‘triviale’ nicht unter den Tisch fällt (Beispiele: Operationsverstärker, Grundzüge der Logik-

entwicklung). Besonderer Clou aber ist die beigeleimte Slotkarten-Platine (siehe Bild). Auf ihr befindet sich das komplette Layout zum Betrieb eines 8255 Portbausteins inklusive Adreßdekodierung sowie ein

Lochraster zum Aufbau der im Buch behandelten Schaltungen. Wie der Untertitel — messen, steuern, regeln — verspricht, werden nicht ‘Anschlüsse’ für allgemeine Rechnerperipherie vorgestellt (Ausnahme:



Ein Parallel-Port für den Druckeranschluß), sondern Schnittstellen zur Anknüpfung an die ‘richtige Welt’. Eine kurze Übersicht der fertig ausgearbeiteten Lösungsvorschläge macht deutlich, daß mit Hilfe dieses Buches viele Probleme der ‘Analogsignal/Rechnerkopplung’ gelöst werden können: Analogausgabe mit einem ZN 426-8 und die praktische Umsetzung in eine regelbare Strom- und Spannungsquelle, die Analogwert-Erfassung mit A/D-Wandlern am Beispiel eines Speicheroszilloskops. Die Platine und die Schaltungen sind getestet und sofort einsatzbereit.

hr



## 60-kHz-FM-Demodulator

In Bild 58 ist zu sehen, wie der NE 565 als FM-Demodulator für eine Trägerfrequenz von 60 kHz beschaltet werden kann. Die Stromversorgung für diese Schaltung erfolgt aus einer einzigen Spannungsquelle mit einer Spannung zwischen 10 V und 24 V. Der mit den Widerständen R1/R2 aufgebaute Spannungsteiler sowie die Widerstände R3/R4 werden dazu eingesetzt, den beiden Eingängen (Pin 2 und Pin 3) eine Mittelspannung bereitzustellen. Das 60-kHz-FM-Signal wird wechsellängsmäßig an Pin 2 eingekoppelt. Die VCO-Freilauffrequenz wird über R5/C2 und RV1 auf 60 kHz eingestellt. Das Ausgangssignal durchläuft einen dreistufigen Tiefpaß, um das Signal von unerwünschten Störgeräuschen zu befreien.

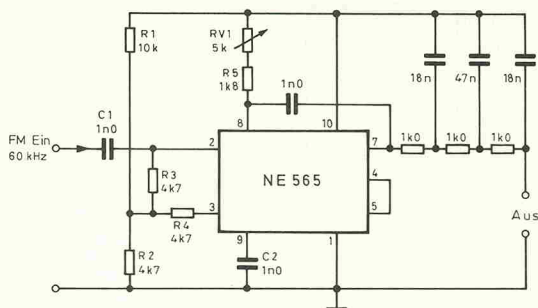


Bild 58. 60-kHz-FM-Demodulator mit einer einfachen Betriebsspannung.

Der NE 566 ist universell einsetzbar. Er ist in einem 8-Pin-DIL-Gehäuse untergebracht, dessen Anschlußbelegung in Bild 59 gezeigt wird. In Bild 60 ist das Blockschaltbild der internen Komponenten mit einigen externen Bauteilen zu sehen. Bild 61 zeigt den NE 566 in einer einfachen Festfrequenz-Anwendung. Die Schaltung kann mit einer einzigen (10 V...24 V) oder

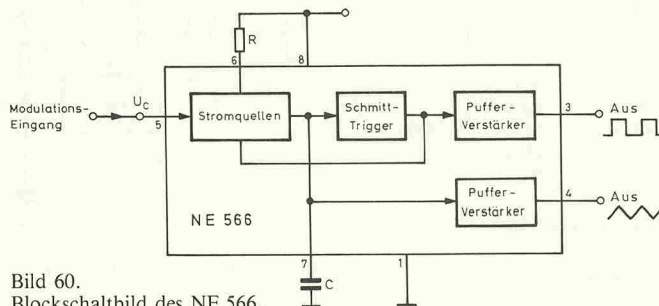


Bild 60. Blockschaltbild des NE 566.

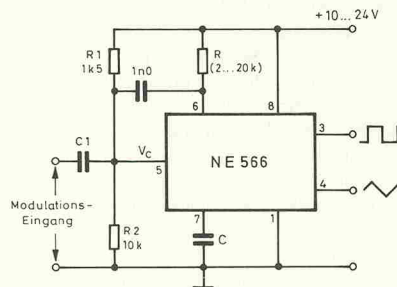


Bild 61. Einfache Festfrequenz-Schaltung mit dem NE 566.

## NE 566

Der Baustein NE 566 ist ein spannungsgesteuerter Breitband-Funktionsgenerator für allgemeine Anwendungen, der sowohl ein sehr stabiles Rechteck- als auch ein Dreieck-Signal an seinen beiden Ausgängen zur Verfügung stellt. Die feste oder auch variable Ausgangsfrequenz darf Werte bis hin zu 1 MHz annehmen. Das Ausgangssignal kann ohne großen Aufwand mit einem externen Steuersignal moduliert werden (FM oder FSK).

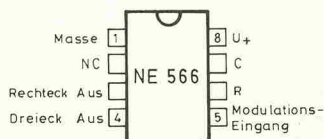


Bild 59. Pinbelegung des Funktionsgenerator-ICs NE 566.

mit einer symmetrischen Spannung betrieben werden.

Im wesentlichen besteht der NE 566 aus einem einfachen, spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) mit gepufferten Ausgängen. Wie man Bild 60 entnehmen kann, ist der VCO aus (zwei) spannungsgesteuerten Stromquellen aufgebaut, die einen externen, zeitbestimmenden Kondensator linear laden bzw. entladen. Ein Schmitt-Trigger schaltet zwischen den beiden Stromquellen um, sobald die Kondensatorspannung bestimmte Werte erreicht hat. Somit wird am Kondensator ein lineares Dreieckssignal erzeugt; ein entsprechendes Rechteckssignal steht am Ausgang des Schmitt-Triggers zur Verfügung. Beide Signale werden über einfache Puffer-Verstärker nach außen geführt.

Die Arbeitsfrequenz des Bausteins NE 566 wird von einem externen

Widerstand, einem Kondensator und von der am Steuereingang anliegenden Spannung bestimmt. Der Widerstand muß einen Wert im Bereich zwischen 2 kΩ und 20 kΩ aufweisen; der Kondensator kann jeden Wert annehmen, die Steuerspannung darf etwa 75% bis 100% der IC-Versorgungsspannung betragen. Durch Variation des Widerstands kann die Frequenz über ins-

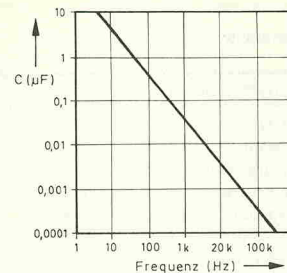


Bild 62. Kapazität des Kondensators C in Abhängigkeit von der Ausgangsfrequenz des NE 566 (R = 4 kΩ).

stands und der normierten Ausgangsfrequenz — bei konstanter Kapazität — dargestellt.

Die Tabelle in Bild 65 enthält die wichtigsten Parameter des Bausteins NE 566. Beide Ausgangssignale werden mit einer relativ niedrigen Impedanz (ca. 50 Ω) zur Verfügung gestellt. Bild 66 zeigt die typischen Verläufe der Ausgangssignale des ICs bei einer IC-Betriebsspannung von 12 V.

Um die Betrachtung des NE 566 abzuschließen, zeigt die Schaltung in Bild 67 einige Änderungen gegenüber der Grundschiung Bild 61. Hier wurde ein breitbandiger, dreikanaliger FM-Generator

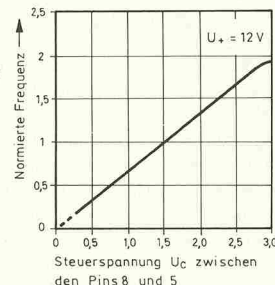


Bild 63. Die normierte Ausgangsfrequenz der Schaltung in Bild 61 in Abhängigkeit von der Steuerspannung.

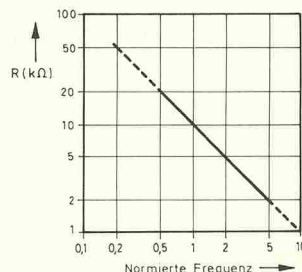


Bild 64. Die normierte Ausgangsfrequenz der Schaltung in Bild 61 als Funktion des Widerstands R.



Parameter	Werte (Betriebsspannung 12 V)		
	min.	typ.	max.
Betriebsspannung	10 V		24 V
<b>VCO</b>			
Maximale Frequenz		1 MHz	
Temperaturdrift		200 ppm/°C	
Betriebsspannungs-Abhängigkeit		2 %/V	
Impedanz des Steuereingangs		1 MΩ	
FM-Störsignal		0,2 %	1,5 %
Sweep-Bereich		10 : 1	
<b>Dreieck-Ausgang</b>			
Ausgangsimpedanz		50 Ω	
Ausgangsspannung ( $U_{ss}$ )	2,0 V	2,4 V	
Linearitätsabweichung		0,5 %	
<b>Rechteck-Ausgang</b>			
Ausgangsimpedanz		50 Ω	
Ausgangsspannung ( $U_{ss}$ )	5 V	5,4 V	
Impuls-Pause-Verhältnis	40 %	50 %	60 %
Anstiegszeit		20 ns	
Abfallzeit		50 ns	

Bild 65. Die wichtigsten Kennwerte des Bausteins NE 566.

realisiert, dessen Frequenz über RV1 einstellbar ist, wobei der Kanal über SW1 gewählt wird. Die Höhe der Dreieck- bzw. Rechteck-Ausgangsspannungen läßt sich über RV2 bzw. RV3 einstellen. Die Signale können frequenzmoduliert werden, indem das Modulationssignal über den Kondensator C1 an Pin 5 angelegt wird. Widerstand R3 hebt die Eingangsimpedanz der Schaltung auf etwa 22 kΩ an.

## NE 567

Der NE 567 ist ein sehr stabil arbeitender PLL-Baustein, der grundsätzlich als Nf-Dekoder/Schalter eingesetzt wird. Der IC-interne Schalter wird immer dann geschlossen, sobald am Eingang ein Signal mit einer Frequenz anliegt, die innerhalb eines bestimmten, vorherbestimmbaren Frequenzbereichs liegt. Der Baustein arbeitet somit als präziser, frequenzgesteuerter Schalter.

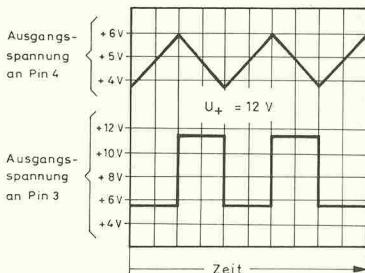


Bild 66. Typischer Verlauf der Ausgangsspannung eines NE 566.

Der NE 567 kann sowohl als Signalgenerator als auch als frequenzgesteuerter Schalter (Tone-Switch) eingesetzt werden. Bei der Verwendung als Schalter kann die Mittenfrequenz der Schaltschwelle von einigen Hz bis ca. 500 kHz variieren; die Einschalt-Bandbreite kann auf jeden Wert bis maximal 14% der Mittenfrequenz eingestellt werden. Die Schaltverzögerung des Ausgangs ist innerhalb eines großen Bereichs variabel. Nur wenige externe Bauteile sind für die Anwendung dieses ICs erforderlich.

Der Baustein NE 567 ist in einem 8-Pin-DIL-Gehäuse untergebracht. Bild 68 zeigt die Anschlußbelegung des ICs, Bild 69 das interne Blockdiagramm des Bausteins sowie einige externe Komponenten. Das IC enthält eine konventionelle PLL-Schaltung (VCO, Phasendetektor und Rückkopplungsfilter) sowie einen Quadratur-Phasendetektor, einen Ausgangstreiber und

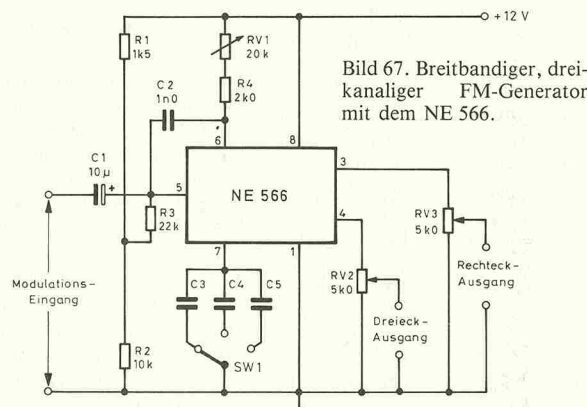


Bild 67. Breitbandiger, dreikanaliger FM-Generator mit dem NE 566.

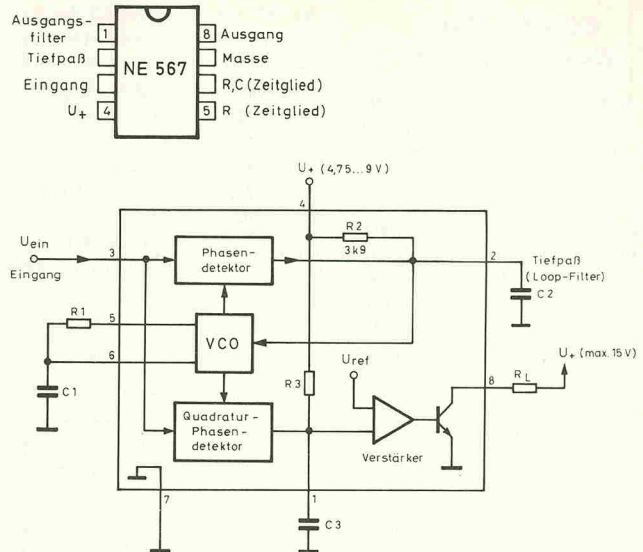


Bild 69. Blockschaltbild des NE 567 mit einigen externen Komponenten.

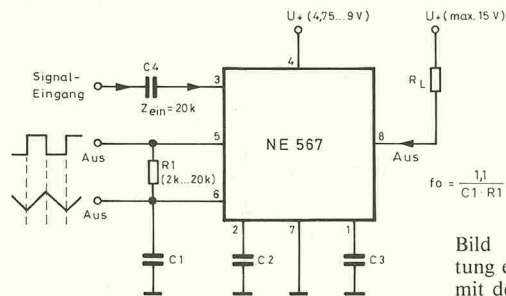


Bild 70. Grundschialtung eines Nf-Detektors mit dem NE 567.

einen Open-Collector-Ausgangstreiber.

Die Frequenz des VCO-Ausgangssignals kann durch die Komponenten R1 und C1 innerhalb eines weiten Bereichs variiert werden. Die spannungsabhängige Variation der Ausgangsfrequenz (an Pin 2) beschränkt sich allerdings nur auf einen relativ schmalen Bereich, nämlich maximal 14% der Freilauffrequenz. Folglich kann die PLL-Schaltung nur in einem

schmalen Frequenzbereich auf Eingangssignale einrasten. Der Quadratur-Phasendetektor vergleicht die Frequenzen und Phasen von Eingangs- und VCO-Ausgangssignal und produziert nur dann ein den Ausgangstransistor durchschaltendes Treibersignal, wenn die beiden Signale übereinstimmen, die PLL also eingerastet ist. Die Mittenfrequenz des Frequenzschalters ist mit der VCO-Freilauffrequenz identisch; die Bandbreite entspricht dem Fangbereich der PLL.

Bild 70 zeigt die Grundschialtung für den Frequenzschalter NE 567. Das Eingangssignal wird über C4 wechsellastig zu Pin 3 des ICs geführt. Der Eingang (Pin 3) weist eine Eingangsimpedanz von 20 kΩ auf. Der Lastwiderstand  $R_L$  liegt zwischen Pin 8 und der positiven Versorgungsspannung, die maximal 15 V betragen darf. Der an Pin 8 liegende Treibertransistor kann einen Strom von maximal 100 mA schalten. Pin 7 des ICs liegt normalerweise auf Masse. Pin 4 ist der Betriebsspannungs-Anschluß; hier kann eine — möglichst stabilisierte —



Parameter	min.	typ.	max.
<b>Allgemein</b>			
Betriebsspannung	4,75 V		9,0 V
Ruhestrom		7 mA	
Betriebsstrom		12 mA	
<b>Eingang</b>			
Eingangsimpedanz (Pin 3)		20 k	
Kleinste detektierbare Eingangsspannung bei $I_L = 100 \text{ mA}$ ( $U_{eff}$ )		20 mV	
<b>Ausgang</b>			
Maximale Spannung an Pin 8	15 V		
Maximaler Strom (Pin 8, Senke)	100 mA		
Schnellste Ein-Aus-Schaltrate		$f_0/20$	
Abfallzeit ( $R_L = 50 \Omega$ )		30 ns	
Anstiegszeit ( $R_L = 50 \Omega$ )		150 ns	
<b>Mittenfrequenz <math>f_0</math></b>			
Höchste Mittenfrequenz	100 kHz	500 kHz	
Temperaturdrift		35 ppm/ $^{\circ}\text{C}$	
Betriebsspannungs-Abhängigkeit		0,7 %/V	2 %/V
<b>Detektierte Bandbreite (B)</b>			
Maximal-B für $f_0 = 100 \text{ kHz}$ (in % von $f_0$ )	10 %	14 %	18 %
Maximale B-Asymmetrie (in % von $f_0$ )		3 %	6 %
B-Temperaturdrift für $U_{ein} = 300 \text{ mV}$		0,1 %/ $^{\circ}\text{C}$	

Bild 71. Die wichtigsten Kennwerte des NE 567.

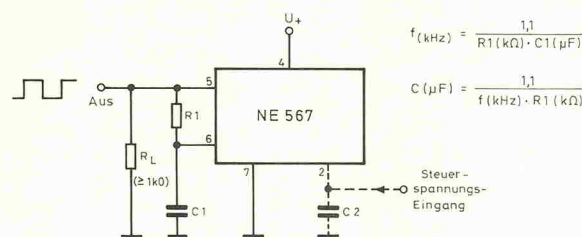


Bild 72. Generator mit rechteckförmiger, steiflankiger Ausgangsspannung.

Spannung im Bereich zwischen 4,75 V und 9 V angelegt werden.

Die Mittenfrequenz  $f_0$  des VCOs wird durch die Dimensionierung der Bauelemente  $R_1$  (zwischen 2 kΩ und 20 kΩ) und  $C_1$  bestimmt; mathematisch wird sie durch die Gleichung  $f_0 = 1/(1,1 \times R_1 \times C_1)$  beschrieben. Das an Pin 6 anstehende VCO-Ausgangssignal hat eine exponentielle Sägezahnform; ein korrespondierendes Rechtecksignal kann an Pin 5 abgegriffen werden. Die Bandbreite des Eingangssignals (und damit der Fangbereich der PLL) wird durch Kondensator  $C_2$  und Widerstand  $R_2$  (IC-intern, 3,9 kΩ) bestimmt. Die Schaltverzögerung des Ausgangs wird von  $C_3$  und dem internen Widerstand  $R_3$  beeinflusst. Auf die Bestimmung dieser Komponenten wird noch ausführlicher eingegangen. In der in Bild 71 wiedergegebenen Tabelle sind die wichtigsten Parameter des Bausteins NE 567 aufgelistet.

Wie einfach der VCO-Teil des NE 567 eingesetzt werden kann, ist elrad 1989, Heft 3

aus den Bildern 72 und 73 ersichtlich. Der VCO erzeugt ein Ausgangssignal mit nichtlinearen Spannungsrampen (Pin 6) sowie ein sehr sauberes Rechtecksignal mit Anstiegs- und Abfallzeiten von 20 ns (Pin 5). Das Rechtecksignal weist eine Amplitude auf, deren Spitze-Spitze-Wert um 1,4 V kleiner als der Betrag der Betriebsspannung ist; an den Rechteckausgang kann ein Lastwiderstand von mindestens 1 kΩ angeschlossen werden, ohne daß es zu Signalverförmungen kommt (Bild 72). Alternativ kann das Rechtecksignal über Pin 8 an eine niederohmige Lastim-

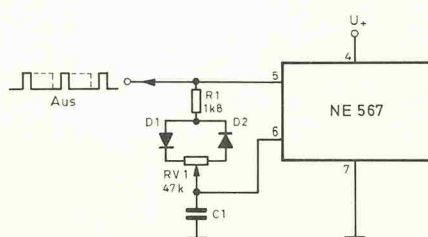


Bild 75. Generator mit einstellbarem Tastverhältnis.

pedanz (Maximalstrom: 100 mA) geführt werden (Bild 73).

Die Betriebsfrequenz  $f$  des VCOs wird durch die Werte von  $R_1$  und  $C_1$  bestimmt; sie läßt sich durch die Gleichung  $f = 1,1/(R_1 \times C_1)$  errechnen, wobei man das Ergebnis in kHz erhält, wenn  $R_1$  in kΩ und  $C_1$  in μF eingesetzt werden. In der Praxis wird  $R_1$  allerdings auf Werte zwischen 2 kΩ und 20 kΩ begrenzt. Um den Wert von  $C_1$  für eine bestimmte Frequenz zu bestimmen, kann man die Formel  $C_1 = 1,1/(f \times R_1)$  anwenden. Aus der Grafik in Bild 74 können die Werte der beiden frequenzbestimmenden Komponenten direkt abgelesen werden. Um beispielsweise eine VCO-Ausgangsfrequenz von 10 kHz zu erhalten, können die  $C_1/R_1$ -Kombinationen 55 nF/2 kΩ oder auch 5,5 nF/20 kΩ eingesetzt werden.

In den Bildern 72 und 73 ist zu erkennen, wie die Betriebsfrequenz

des VCOs über die an Pin 2 angelegte Steuerspannung innerhalb eines schmalen Bereichs (einige Prozent) verschoben werden kann. Falls diese Möglichkeit genutzt wird, sollte der entsprechende Anschluß (Pin 2) mit  $C_2$  entkoppelt werden; als Anhaltswert sollte für  $C_2$  ein Kondensator mit (etwa) der doppelten Kapazität von  $C_1$  gewählt werden.

Wie in den Bildern 75 bis 78 zu sehen ist, können die beiden Grundschaltungen auf vielfältige Weise modifiziert werden. Mit der in Bild 75 wiedergegebenen Schaltung kann das Mark/Space- bzw. das Tastverhältnis des erzeugten Signals innerhalb eines Bereichs von 27:1 bis 1:27 stufenlos eingestellt werden. In jedem Zyklus wird dabei der Kondensator  $C_1$  über  $R_1/D_1$  und der linken Hälfte von  $RV_1$  geladen; entladen wird er über  $R_1/D_2$  und der rechten Hälfte von  $RV_1$ . Das Besondere an dieser Schaltung ist, daß eine Änderung des Tastverhältnisses kaum Auswirkungen auf die Ausgangsfrequenz des VCOs hat.

Die Schaltungsvariante in Bild 76 zeigt, wie der NE 567 beschaltet

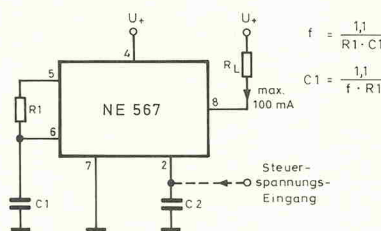


Bild 73. Rechteck-Generator mit Hochstrom-Ausgang.

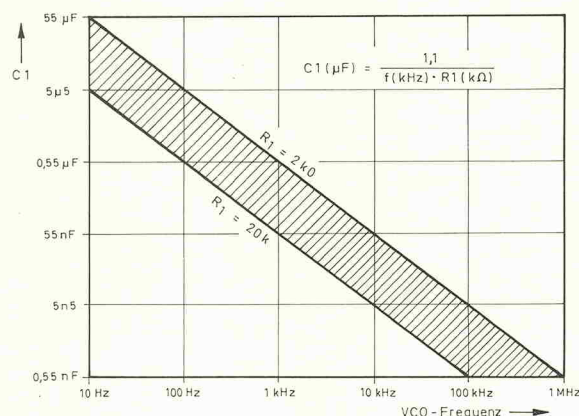
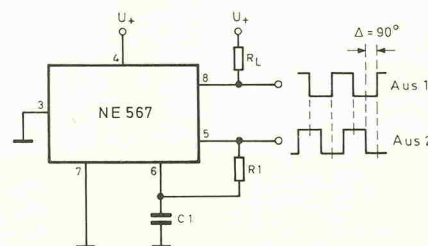
Bild 74. Abhängigkeit der VCO-Ausgangsfrequenz von den beiden Komponenten  $R_1$  und  $C_1$ .

Bild 76. Generator mit Quadratur-Ausgängen.



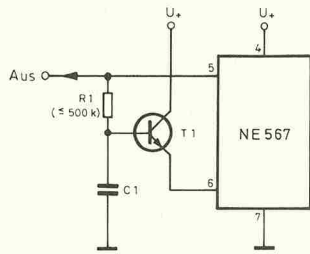


Bild 77. Erhöhung der Eingangsimpedanz durch Einsatz eines als Emittlerfolger geschalteten Transistors.

Spannungsfolger als einfacher Emittlerfolger ausgeführt, der aber einen geringfügigen Verlust an Signalsymmetrie nach sich zieht. Im Gegensatz dazu wird in der in Bild 78 wiedergegebenen Schaltung ein OpAmp als Spannungsfolger eingesetzt, der dank der extrem hochohmigen Eingangsimpedanz keinen Symmetrieverlust des Ausgangssignals verursacht.

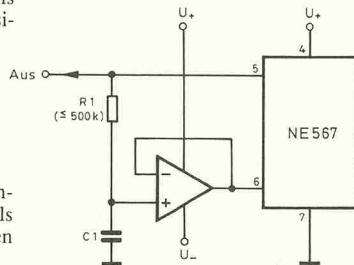


Bild 78. Erhöhung der Eingangsimpedanz durch Einsatz eines als Spannungsfolger geschalteten OpAmps.

werden muß, um an zwei Ausgängen Rechtecksignale zu erhalten. Sie weisen zwar die gleiche Frequenz auf, unterscheiden sich jedoch durch eine Phasenverschiebung von 90°. In dieser Applikation wird Pin 3 auf Massepotential gelegt. Sobald Pin 3 nicht mehr an Masse liegt, sondern an eine Spannung größer als 2,8 V angeschlossen wird, wechselt die Phase des an Pin 8 anstehenden Ausgangssignals um 180°.

Die Bilder 77 und 78 zeigen Modifizierungen der VCO-Beschaltung, die es ermöglichen, den Wert des frequenzbestimmenden Widerstands bis auf maximal 500 kΩ zu erhöhen; somit kann bei einer konstanten Ausgangsfrequenz die Kapazität des Kondensators C1 im gleichen Verhältnis verkleinert werden. In beiden Schaltungen wird ein Spannungsfolger mit einer relativ hohen Eingangsimpedanz zwischen den Knoten R1/C1 und Pin 6 des ICs geschaltet. In Bild 77 ist der

## Die Ausgänge des NE 567

Der NE 567 verfügt über insgesamt fünf Ausgänge. Zwei davon (Pin 5 und 6) liefern die VCO-Ausgangssignale, Pin 8 ist der bereits beschriebene Hauptausgang des ICs (Schalttransistor). Die beiden verbleibenden Ausgänge (Pin 2 und Pin 1) weisen folgende Eigenschaften auf:

An Pin 2 kann das Ausgangssignal des Phasendetektors abgegriffen werden. Die an Pin 2 anstehende Ruhespannung beträgt 3,8 V. Sobald der Baustein ein Eingangssignal innerhalb seiner PLL-Bandbreite detektiert, ändert sich diese Spannung in Abhängigkeit von der Eingangsfrequenz. Diese Spannungsänderung weist eine Steigung von etwa 20 mV pro Prozent Frequenzabweichung auf; dieser Wert gilt für den Frequenzbereich von  $0,95 \times f_0$  bis  $1,05 \times f_0$ . Mit  $f_0$  wird hier die Freilauffrequenz des VCOs

bezeichnet. Bild 79 zeigt den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen den Ausgangssignalen an Pin 2 (im Bild unten) und an Pin 8 (im Bild oben), wenn das IC als Nf-Schalter mit einer Schaltbandbreite von 14% bzw. 7% betrieben wird.

An Pin 1 des ICs kann das Ausgangssignal des Quadratur-Phasendetektors abgegriffen werden. Wenn die PLL eingerastet ist, ist die mittlere Spannung an diesem Anschluß von der Amplitude des Eingangssignals abhängig. Der Zusammenhang ist in Bild 80 grafisch dargestellt. Es ist zu beachten, daß der Ausgangstransistor (an Pin 8) durchschaltet, falls die Spannung an Pin 1 auf einen Wert unterhalb des Schwellwerts von 3,8 V gezogen wird.

Wenn der Baustein als 'Tonschalter' verwendet wird, beträgt die maximale Schalt-Bandbreite etwa 14% der Frequenz  $f_0$ . Der Maximalwert ist im Bereich 25 mV... 200 mV proportional zur Höhe der Eingangsspannung, bei Eingangsspannungen zwischen 200 mV und 300 mV jedoch konstant. Außerdem ist er umgekehrt proportional zum Produkt aus  $f_0$  und C2. Die Bandbreite beträgt das 1070-fache der Wurzel aus  $U_{\text{ein}}/(f_0 \times C2)$ , wobei  $U_{\text{ein}}$  in V und C2 in  $\mu\text{F}$  einzusetzen sind. Die Wahl des Kapazitätswerts für C2 geschieht empirisch nach der 'try-and-error'-Methode. Zunächst wird ein Versuch mit dem doppelten C1-Wert unternommen. Diese Kapazität kann anschließend vergrößert werden, um die Bandbreite zu vermindern, bzw. verkleinert werden, um die Bandbreite zu erhöhen.

Die Größe 'Skew' ist ein Maß dafür, wie genau die detektierbare Bandbreite zur Mittenfrequenz  $f_0$  des VCOs zentrisch liegt. Der Skew wird nach der Formel  $(f_{\text{max}} + f_{\text{min}} - 2 \times f_0)/(2 \times f_0)$  in Prozent der Freilauffrequenz  $f_0$  be-

stimmt, wobei  $f_{\text{min}}$  und  $f_{\text{max}}$  die Grenzfrequenzen der Schalt-Bandbreite repräsentieren.

Wenn ein 'Tonschalter' beispielsweise ein  $f_0$  von 100 kHz, eine Bandbreite von 10 kHz aufweist und die Bandgrenzen symmetrisch zur Mittenfrequenz bei 95 kHz und 105 kHz liegen, beträgt der Skew 0%. Liegen die Bandgrenzen dagegen sehr asymmetrisch bei 100 kHz und 110 kHz, ergibt dies einen Skew von 5%. In der Praxis hat der NE 567 einen typischen Worst-case-Skew von 3%. Falls gewünscht, kann der Skew auf Null reduziert werden, indem an Pin 2 des ICs über ein Poti und über einen Serienwiderstand (47 kΩ) eine Abgleichspannung gelegt wird. Diese Maßnahme wird in der in Bild 81 wiedergegebenen Schaltung gezeigt.

## Nf-Detektoren

Die Nf-Schalter des in Bild 70 dargestellten Grundtyps sind relativ einfach zu entwerfen. Zunächst werden die beiden frequenzabhängigen Komponenten R1 und C1 bestimmt, wobei das Diagramm in Bild 74 behilflich sein kann. Danach wird die Kapazität von C2 nach der oben beschriebenen, empirischen Methode ausgewählt, indem zuerst ein Versuch mit dem doppelten C1-Wert gestartet wird. Falls erforderlich, wird diese Kapazität an die gewünschte Bandbreite angepaßt. In kritischen Anwendungsfällen kann die Bandsymmetrie durch Einfügen einer Skew-Abgleichmöglichkeit nach Bild 81 eingestellt werden.

Um den Schaltungsentwurf abzuschließen, erhält C3 die doppelte Kapazität von C2. Anschließend wird die korrekte Funktion der Schaltung überprüft. Falls C3 eine zu kleine Kapazität aufweist, kommt es zu pulsierenden Schaltungsvorgängen am Ausgang Pin 8.

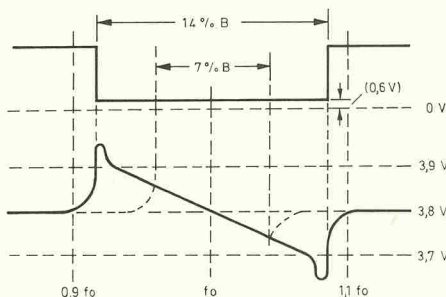


Bild 79. Ausgangssignale eines als Nf-Schalter eingesetzten NE 567 in Abhängigkeit von der Frequenz des Eingangssignals.

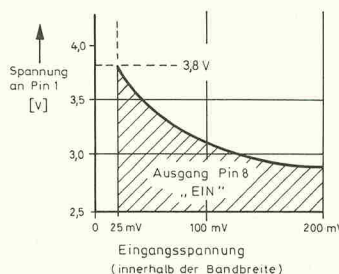


Bild 80. Zusammenhang zwischen der Eingangsspannung und der Spannung an Pin 1 des NE 567.

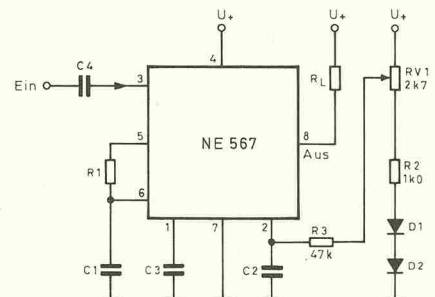


Bild 81. Nf-Detektor mit Skew-Abgleich.



# albs



**SUB 20** – Entwickelt für den stereoplay-Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6-7/88) • mit regelbarer Subbaßanhebung 20 Hz von 0 bis 6 dB • mit regelbarem Tiefpaßfilter 50-150 Hz und 12/24 dB • mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und 12/24 dB • mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und 12/24 dB • mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und 12/24 dB

**SUB 20** – Das Fertigergerät für höchste Ansprüche

*Musik bleibt Musik*  
durch rein DC-gekoppelte Electronic

DAC-MOS – die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vollstündig unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 (absolute Spitzenklasse).

Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage • DC-gekoppelter, symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabeltreiber • 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 • Vergessene, geschnittene Ringkerntrafo 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 Otisheim • Tel. 0 70 41/27 47 • Tx 7 263 738 albs

**GdH LAUTSPRECHER ZUM SELBERBAUEN**

2. Wege, 3 Systeme Box, konzentrischer Strahler 120 W, 93 dB/W/m 315,-

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

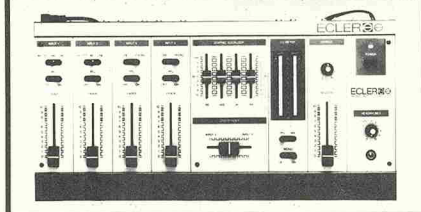
3. Wege, 5 Systeme Spitzenbox, konzentrischer Strahler 120 W, 97 dB/W/m 2120,-

5 Paare mit GdH-Podsystemen vorführbereit.

Probieren (auch mit eigenen Platten) erwünscht!

Stierfurter Str. 37 4400 Münster Tel. 0251/27 74 48  
Öffnungszeiten: Mo-Fr 14-18 Uhr Sa 10-14 Uhr

## \*Disco Sounds\*



### ECLER MAC 4-2 E . 639,- DM

Profi-Mischpult mit hervorragenden technischen Daten und sehr gutem Preis-/Leistungsverhältnis. Eignet sich besonders gut für CD-Aufnahmen. Hochwertige Schieberegler und sehr genau auflösende Aussteuerungsanzeige (12 LED's pro Kanal), 4-fach Klangregelung, Balance-Regler, Crossfader für Kanäle 3 und 4. Besonderheit: Vorkommutierung mehrerer Audioquellen gleichzeitig. Phonoeingänge vergoldet. 19"-Lexan-Frontplatte.

**TECHNISCHE DATEN (MAC 4-2 E):**  
Frequenzbereich (Line): 10–20.000 Hz ± 0,5 dB  
Eingangsempfindlichkeit: Phono 3 mV/47 kΩm  
Micro 1,8 mV/2 kΩm  
Line 180 mV/47 kΩm  
Maße: 483 x 221,5 x 95 mm  
Gewicht: ca. 3,7 kg  
Klirrfaktor: < 0,05 %  
S/N Ratio: Phono 90 dB  
Line 80 dB  
Ausgang: 1,0 V/10 kΩm

**LLV**  
Lautsprecher & Lichtanlagen, Versandhandel, Girm-Boss GBR  
Eifelstr. 6 • 5216 Niederkassel 5 • Tel. 02 28/45 40 58

## BAUSÄTZE

(1) = enthält Bauteile, Fassungen, Verschiedenes und Platine(n) nach der Stückliste.  
(2) = enthält Teile wie (1), zusätzlich unvorverarbeitete Gehäuse, Knöpfe, Kleinteile.

**Heft 2/89:**  
\* Halogenlampen-Dimmer mit SDS-Relais und BUZ 10 ..... (1) DM 48,60  
\* Aqua-Akku-Steuerelektronik mit Sumner HMB-12 und Met.bandwiderst., ohne Lampe ..... (1) DM 36,40  
\* ELISE Lichtsteuerung ..... (1) DM 33,60  
\* INP/ISP: mit Anzeigen und REK-Tastern ..... (1) DM 124,70  
\* PC-Schrittmotorkarte mit Stötkbrett ..... (1) DM 89,-  
\* und da wäre noch (ohne „nebst“) ..... (1) DM 115,-

**Heft 1/89:**  
\* IEEE mit durchkontaktierter Platine und prog. GAL ..... DM 214,10  
\* Melkuli mit SMD-Bauteilen und KS-Gehäuse ..... (2) DM 18,25

**Heft 12/88:**  
\* Thermostat mit Trafo und Relais ..... (1) DM 56,30  
\* TV-Modulator mit Weißblechgeh. und Steckernetzteil ..... (2) DM 51,10  
\* Drehzahlregler mit LM 324 und MJ 2501 ..... (1) DM 24,20  
\* PC-Schrittmotorkarte mit Stötkbrett ..... (1) DM 68,70  
\* Treiberkarte mit Flachtrafo ..... (1) DM 71,40

**Preisliste** über ELRAD-Bauteilsätze, aktive und passive Bauteile, (auch spez. Bauteile für Elrad-Anleitungen), PC-Systeme, -Erweiterungskarten und Zubehör gegen DM 3,- in Briefmarken auf.

**Diskette** im DOS-Format 5¼- oder 3¼-Zoll (bitte angeben). Weitere Formate sind in Vorbereitung.

Versand per Nachnahme ohne Mindestbestellwert zuz. Porto und Verpackung. Bei Vorkasse auf PS-Konto Mchn 4196 31-809 oder Sparkasse Bissingen Konto 625418 BLZ 72251520 spesenfreie Lieferung.

**STIPLER-Elektronik Inh. Georg Stippler**

Postfach 1133 • 8851 Bissingen • Tel. 0 90 05/4 63

\*\*\*\*\*

## SPACETRONIC GmbH

ehemals Ertkreis Electronic

Postfach 3106 • 5024 Pulheim • Tel. 0 22 38/1 42 29

TEAC LAUFWERKE		B250C1500	0,70	0,66	NEU IM PROGRAMM
FD 55 BR	198,00	B250C1700	1,05	0,98	IC-Fassungen Low Cost
FD 55 GFR	214,00	B250C5000	1,99	1,95	Hersteller Zebronic
FD 35 GFR	295,00	B380C1500	0,68	0,65	Polz
FD 35 FN	222,00				DL062X
FD 135 FN	188,00				DL082X
					DL142X
					DL152X
					DL182X
					DL202X
					DL222X
					DL242X
					DL282X
					DL402X

FLOPPY STROMVERSORGER					
IBM 1,52	1,00	022.7888X	0,55	0,52	
MOLISE GM 82	82,00	0.1.843MX	6,85	5,50	
IBM DRUCKERK. 2 m	8,20	0.1.843MX	2,85	2,75	
		0.2.457MX	2,85	2,75	
		0.3.000MX-18.000MX	3,75	3,75	
Werte typen bei Lager oder		Werte siehe k 6/88			
anreihbar kurzfristig lieferbar					
Miete fragen Sie die aktuellen					

Tagespreise. Vor allem Großabnehmer weisen wir darauf hin, daß Speicherbausteine nur gegen NN oder Vorkasse versandt werden.				Präzisions IC-Fassungen			
Q18-430MHz				2,00	1,75	Polz	
Q20-430MHz				2,00	1,75	1-49a-50-99a	
Q24-000MHz				2,00	1,75	DL10P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL16P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL18P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL24P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL28P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL32P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL40P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL48P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL64P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL80P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL96P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL112P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL128P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL144P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL160P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL176P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL192P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL208P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL224P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL240P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL256P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL272P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL288P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL304P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL320P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL336P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL352P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL368P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL384P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL400P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL416P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL432P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL448P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL464P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL480P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL496P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL512P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL528P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL544P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL560P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL576P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL592P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL608P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL624P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL640P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL656P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL672P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL688P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL704P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL720P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL736P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL752P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL768P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL784P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL800P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL816P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL832P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL848P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL864P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL880P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL896P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL912P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL928P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL944P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL960P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL976P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL992P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1008P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1024P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1040P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1056P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1072P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1088P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1104P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1120P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1136P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1152P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1168P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1184P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1200P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1216P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1232P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1248P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1264P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1280P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1296P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1312P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1328P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1344P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1360P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1376P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1392P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1408P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1424P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1440P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1456P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1472P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1488P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1504P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1520P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1536P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1552P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1568P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1584P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1600P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1616P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1632P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1648P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1664P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1680P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1696P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1712P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1728P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1744P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1760P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1776P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1792P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1808P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1824P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1840P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1856P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1872P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1888P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1904P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1920P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1936P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1952P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1968P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL1984P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2000P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2016P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2032P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2048P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2064P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2080P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2096P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2112P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2128P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2144P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2160P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2176P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2192P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2208P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2224P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2240P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2256P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2272P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2288P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2304P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2320P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2336P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2352P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2368P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2384P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2400P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2416P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2432P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2448P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2464P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2480P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2496P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2512P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2528P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2544P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2560P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2576P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2592P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2608P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2624P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2640P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2656P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2672P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2688P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2704P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2720P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2736P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2752P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2768P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2784P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2800P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2816P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2832P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2848P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2864P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2880P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2896P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2912P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2928P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2944P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2960P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2976P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL2992P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3008P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3024P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3040P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3056P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3072P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3088P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3104P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3120P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3136P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3152P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3168P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3184P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3200P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3216P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3232P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3248P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3264P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3280P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3296P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3312P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3328P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3344P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3360P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3376P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3392P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3408P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3424P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3440P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3456P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3472P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3488P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3504P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3520P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3536P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3552P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3568P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3584P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3600P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3616P2	
Q32-000MHz				2,00	1,75	DL3632P2	

8007-8MHz	Preisreduzierung bei Prozessoren und Co-Prozessoren	Sub-8 Steckverbinder	DL22P2	0,66	0,66
8007-10MHz		vergrößerter	DL24P2	0,72	0,70
80207-8MHz		BLK09	0,43	0,41	
80207-10MHz		BLK15	0,68	0,66	
80307-16MHz		BLK19	1,28	1,26	
80307-20MHz	BLK23	1,18	1,16		
80307-25MHz	USAs nach dem Testen	BLK30	3,63	3,61	
82002-1C12	Tastatur	TLK05	1,57	1,51	
82002-1C16		TLK10	2,63	2,60	
86881-1C12		SLK09	0,39	0,37	
86881-1C16		SLK15	0,60	0,58	
		SLK29	0,69	0,67	
			3M-Testool-Sockel	1-4a	ab 5a
			TEXT 16	12,50	12,00

AB LAGER LIEFERBAR!!!!	SLK19	1.23	1.21	TEXT 18	12.90	12.50
	SLK23	1.13	1.11	TEXT 20	13.50	13.20
8087-5MHz	SLK25	0.58	0.56	TEXT 22	14.90	14.50
V 20-8MHz	SLK37	1.58	1.56	TEXT 24	12.50	12.40
V 20-10MHz	SLK50	2.93	2.91	TEXT 28	12.75	12.70
V 30-8MHz		1.50		TEXT 40	23.50	23.00
V 30-10MHz		28.00				
	89099	1.44	1.43			

68000-8	14,90	BLP15	1,85	1,83	PGA-Fassungen
68000-10	17,10	BLP25	3,15	3,10	68 POL für 68020 à 12,5
68000-16	85,00	BLP37	4,10	3,95	114 POL für 68881 à 19,5

DMAC 68450-8	85,00	BLP50	6,00	5,90	PLCC-Fassungen
82C55	4,20				
AM 26LS31	3,10	SILP09	1,19	1,18	

AM 26LS32	3,10	SLP15	1,30	1,46	68 POL	a 9,4
AM 7910	34,80	SLP25	1,95	1,93	84 POL	a 10,9
ICL 7660	3,25	SLP37	3,15	3,10		
MS 16450M	14,90	SLP50	4,50	4,40		

Poti 10 Gang/6mm Achse

8087-45MHz	SLK19	1,23	1,21	PT10 st. lg.	0,38	0,36
8087-50MHz	SLK23	1,13	1,11	PT15 st. lg.	0,43	0,38
8087-55MHz	SLK25	0,58	0,56	PT20 st. lg.	0,48	0,43
8087-60MHz	SLK27	0,53	0,51	PT25 st. lg.	0,53	0,48
8087-65MHz	SLK29	0,48	0,46	PT30 st. lg.	0,58	0,53
8087-70MHz	SLK31	0,43	0,41	PT35 st. lg.	0,63	0,58
8087-75MHz	SLK33	0,38	0,36	PT40 st. lg.	0,68	0,63
8087-80MHz	SLK35	0,33	0,31	PT45 st. lg.	0,73	0,68
8087-85MHz	SLK37	0,28	0,26	PT50 st. lg.	0,78	0,73
8087-90MHz	SLK39	0,23	0,21	PT55 st. lg.	0,83	0,78
8087-95MHz	SLK41	0,18	0,16	PT60 st. lg.	0,88	0,83
8087-100MHz	SLK43	0,13	0,11	PT65 st. lg.	0,93	0,88
8087-105MHz	SLK45	0,08	0,06	PT70 st. lg.	0,98	0,93
8087-110MHz	SLK47	0,03	0,01	PT75 st. lg.	1,03	0,98
8087-115MHz	SLK49	0,01	0,00	PT80 st. lg.	1,08	1,03
8087-120MHz	SLK51	0,00	0,00	PT85 st. lg.	1,13	1,08
8087-125MHz	SLK53	0,00	0,00	PT90 st. lg.	1,18	1,13
8087-130MHz	SLK55	0,00	0,00	PT95 st. lg.	1,23	1,18
8087-135MHz	SLK57	0,00	0,00	PT100 st. lg.	1,28	1,23
8087-140MHz	SLK59	0,00	0,00	PT105 st. lg.	1,33	1,28
8087-145MHz	SLK61	0,00	0,00	PT110 st. lg.	1,38	1,33
8087-150MHz	SLK63	0,00	0,00	PT115 st. lg.	1,43	1,38
8087-155MHz	SLK65	0,00	0,00	PT120 st. lg.	1,48	1,43
8087-160MHz	SLK67	0,00	0,00	PT125 st. lg.	1,53	1,48
8087-165MHz	SLK69	0,00	0,00	PT130 st. lg.	1,58	1,53
8087-170MHz	SLK71	0,00	0,00	PT135 st. lg.	1,63	1,58
8087-175MHz	SLK73	0,00	0,00	PT140 st. lg.	1,68	1,63
8087-180MHz	SLK75	0,00	0,00	PT145 st. lg.	1,73	1,68
8087-185MHz	SLK77	0,00	0,00	PT150 st. lg.	1,78	1,73
8087-190MHz	SLK79	0,00	0,00	PT155 st. lg.	1,83	1,78
8087-195MHz	SLK81	0,00	0,00	PT160 st. lg.	1,88	1,83
8087-200MHz	SLK83	0,00	0,00	PT165 st. lg.	1,93	1,88
8087-205MHz	SLK85	0,00	0,00	PT170 st. lg.	1,98	1,93
8087-210MHz	SLK87	0,00	0,00	PT175 st. lg.	2,03	1,98
8087-215MHz	SLK89	0,00	0,00	PT180 st. lg.	2,08	2,03
8087-220MHz	SLK91	0,00	0,00	PT185 st. lg.	2,13	2,08
8087-225MHz	SLK93	0,00	0,00	PT190 st. lg.	2,18	2,13
8087-230MHz	SLK95	0,00	0,00	PT195 st. lg.	2,23	2,18
8087-235MHz	SLK97	0,00	0,00	PT200 st. lg.	2,28	2,23
8087-240MHz	SLK99	0,00	0,00	PT205 st. lg.	2,33	2,28
8087-245MHz	SLK101	0,00	0,00	PT210 st. lg.	2,38	2,33
8087-250MHz	SLK103	0,00	0,00	PT215 st. lg.	2,43	2,38
8087-255MHz	SLK105	0,00	0,00	PT220 st. lg.	2,48	2,43
8087-260MHz	SLK107	0,00	0,00	PT225 st. lg.	2,53	2,48
8087-265MHz	SLK109	0,00	0,00	PT230 st. lg.	2,58	2,53
8087-270MHz	SLK111	0,00	0,00	PT235 st. lg.	2,63	2,58
8087-275MHz	SLK113	0,00	0,00	PT240 st. lg.	2,68	2,63
8087-280MHz	SLK115	0,00	0,00	PT245 st. lg.	2,73	2,68
8087-285MHz	SLK117	0,00	0,00	PT250 st. lg.	2,78	2,73
8087-290MHz	SLK119	0,00	0,00	PT255 st. lg.	2,83	2,78
8087-295MHz	SLK121	0,00	0,00	PT260 st. lg.	2,88	2,83
8087-300MHz	SLK123	0,00	0,00	PT265 st. lg.	2,93	2,88
8087-305MHz	SLK125	0,00	0,00	PT270 st. lg.	2,98	2,93
8087-310MHz	SLK127	0,00	0,00	PT275 st. lg.	3,03	2,98
8087-315MHz	SLK129	0,00	0,00	PT280 st. lg.	3,08	3,03
8087-320MHz	SLK131	0,00	0,00	PT285 st. lg.	3,13	3,08
8087-325MHz	SLK133	0,00	0,00	PT290 st. lg.	3,18	3,13
8087-330MHz	SLK135	0,00	0,00	PT295 st. lg.	3,23	3,18
8087-335MHz	SLK137	0,00	0,00	PT300 st. lg.	3,28	3,23
8087-340MHz	SLK139	0,00	0,00	PT305 st. lg.	3,33	3,28
8087-345MHz	SLK141	0,00	0,00	PT310 st. lg.	3,38	3,33
8087-350MHz	SLK143	0,00	0,00	PT315 st. lg.	3,43	3,38
8087-355MHz	SLK145	0,00	0,00	PT320 st. lg.	3,48	3,43
8087-360MHz	SLK147	0,00	0,00	PT325 st. lg.	3,53	3,48
8087-365MHz	SLK149	0,00	0,00	PT330 st. lg.	3,58	3,53
8087-370MHz	SLK151	0,00	0,00	PT335 st. lg.	3,63	3,58
8087-375MHz	SLK153	0,00	0,00	PT340 st. lg.	3,68	3,63
8087-380MHz	SLK155	0,00	0,00	PT345 st. lg.	3,73	3,68
8087-385MHz	SLK157	0,00	0,00	PT350 st. lg.	3,78	3,73
8087-390MHz	SLK159	0,00	0,00	PT355 st. lg.	3,83	3,78
8087-395MHz	SLK161	0,00	0,00	PT360 st. lg.	3,88	3,83
8087-400MHz	SLK163	0,00	0,00	PT365 st. lg.	3,93	3,88
8087-405MHz	SLK165	0,00	0,00	PT370 st. lg.	3,98	3,93
8087-410MHz	SLK167	0,00	0,00	PT375 st. lg.	4,03	3,98
8087-415MHz	SLK169	0,00	0,00	PT380 st. lg.	4,08	4,03
8087-420MHz	SLK171	0,00	0,00	PT385 st. lg.	4,13	4,08
8087-425MHz	SLK173	0,00	0,00	PT390 st. lg.	4,18	4,13
8087-430MHz	SLK175	0,00	0,00	PT395 st. lg.	4,23	4,18
8087-435MHz	SLK177	0,00	0,00	PT400 st. lg.	4,28	4,23
8087-440MHz	SLK179	0,00	0,00	PT405 st. lg.	4,33	4,28
8087-445MHz	SLK181	0,00	0,00	PT410 st. lg.	4,38	4,33
8087-450MHz	SLK183	0,00	0,00	PT415 st. lg.	4,43	4,38
8087-455MHz	SLK185	0,00	0,00	PT420 st. lg.	4,48	4,43
8087-460MHz	SLK187	0,00	0,00	PT425 st. lg.	4,53	4,48
8087-465MHz	SLK189	0,00	0,00	PT430 st. lg.	4,58	4,53
8087-470MHz	SLK191	0,00	0,00	PT435 st. lg.	4,63	4,58
8087-475MHz	SLK193	0,00	0,00	PT440 st. lg.	4,68	4,63
8087-480MHz	SLK195	0,00	0,00	PT445 st. lg.	4,73	4,68
8087-485MHz	SLK197	0,00	0,00	PT450 st. lg.	4,78	4,73
8087-490MHz	SLK199	0,00	0,00	PT455 st. lg.	4,83	4,78
8087-495MHz	SLK201	0,00	0,00	PT460 st. lg.	4,88	4,83
8087-500MHz	SLK203	0,00	0,00	PT465 st. lg.	4,93	4,88
8087-505MHz	SLK205	0,00	0,00	PT470 st. lg.	4,98	4,93
8087-510MHz	SLK207	0,00	0,00	PT475 st. lg.	5,03	4,98
8087-515MHz	SLK209	0,00	0,00	PT480 st. lg.	5,08	5,03
8087-520MHz	SLK211	0,00	0,00	PT485 st. lg.	5,13	5,08
8087-525MHz	SLK213	0,00	0,00	PT490 st. lg.	5,18	5,13
8087-530MHz	SLK215	0,00	0,00	PT495 st. lg.	5,23	5,18
8087-535MHz	SLK217	0,00	0,00	PT500 st. lg.	5,28	5,23
8087-540MHz	SLK219	0,00	0,00	PT505 st. lg.	5,33	5,28
8087-545MHz	SLK221	0,00	0,00	PT510 st. lg.	5,38	5,33
8087-550MHz	SLK223	0,00	0,00	PT515 st. lg.	5,43	5,38
8087-555MHz	SLK225	0,00	0,00	PT520 st. lg.	5,48	5,43
8087-560MHz	SLK227	0,00	0,00	PT525 st. lg.	5,53	5,48
8087-565MHz	SLK229	0,00	0,00	PT530 st. lg.	5,58	5,53
8087-570MHz	SLK231	0,00	0,00	PT535 st. lg.	5,63	5,58
8087-575MHz	SLK233	0,00	0,00	PT540 st. lg.	5,68	5,63
8087-580MHz	SLK235	0,00	0,00	PT545 st. lg.	5,73	5,68
8087-585MHz	SLK237	0,00	0,00	PT550 st. lg.	5,78	5,73
8087-590MHz	SLK239	0,00	0,00	PT555 st. lg.	5,83	5,78
8087-595MHz	SLK241	0,00	0,00	PT560 st. lg.	5,88	5,83
8087-600MHz	SLK243	0,00	0,00	PT565 st. lg.	5,93	5,88
8087-605MHz	SLK245	0,00	0,00	PT570 st. lg.	5,98	5,93
8087-610MHz	SLK247	0,00	0,00	PT575 st. lg.	6,03	5,98
8087-615MHz	SLK249	0,00	0,00	PT580 st. lg.	6,08	6,03
8087-620MHz	SLK251	0,00	0,00	PT585 st. lg.	6,13	6,08
8087-625MHz	SLK253	0,00	0,00	PT590 st. lg.	6,18	6,13
8087-630MHz	SLK255	0,00	0,00	PT595 st. lg.	6,23	6,18
8087-635MHz	SLK257	0,00	0,00	PT600 st. lg.	6,28	6,23
8087-640MHz	SLK259	0,00	0,00	PT605 st. lg.	6,33	6,28
8087-645MHz	SLK261	0,00	0,00	PT610 st. lg.	6,38	6,33
8087-650MHz	SLK263	0,00	0,00	PT615 st. lg.	6,43	6,38
8087-655MHz	SLK265	0,00	0,00	PT620 st. lg.	6,48	6,43
8087-660MHz	SLK267	0,00	0,00	PT625 st. lg.	6,53	6,48
8087-665MHz	SLK269	0,00	0,00	PT630 st. lg.	6,58	6,53
8087-670MHz	SLK271	0,00	0,00	PT635 st. lg.	6,63	6,58
8087-675MHz	SLK273	0,00	0,00	PT640 st. lg.	6,68	6,63
8087-680MHz	SLK275	0,00	0,00	PT645 st. lg.	6,73	6,68
8087-685MHz	SLK277	0,00	0,00	PT650 st. lg.	6,78	6,73
8087-690MHz	SLK279	0,00	0,00	PT655 st. lg.	6,83	6,78
8087-695MHz	SLK281	0,00	0,00	PT660 st. lg.	6,88	6,83
8087-700MHz	SLK283	0,00	0,00	PT665 st. lg.	6,93	6,88
8087-705MHz	SLK285	0,00	0,00	PT670 st. lg.	6,98	6,93
8087-710MHz	SLK287	0,00	0,00	PT675 st. lg.	7,03	6,98
8087-715MHz	SLK289	0,00	0,00	PT680 st. lg.	7,08	7,03
8087-720MHz	SLK291	0,00	0,00	PT685 st. lg.	7,13	7,08
8087-725MHz	SLK293	0,00	0,00	PT690 st. lg.	7,18	7,13
8087-730MHz	SLK295	0,00	0,00	PT695 st. lg.	7,23	7,18
8087-735MHz	SLK297	0,00	0,00	PT700 st. lg.	7,28	7,23
8087-740MHz	SLK299	0,00	0,00	PT705 st. lg.	7,33	7,28
8087-745MHz	SLK301	0,00	0,00	PT710 st. lg.	7,38	7,33
8087-750MHz	SLK303	0,00	0,00	PT715 st. lg.	7,43	7,38
8087-755MHz	SLK305	0,00	0,00	PT720 st. lg.	7,48	7,43
8087-760MHz	SLK307	0,00	0,00	PT725 st. lg.	7,53	7,48
8087-765MHz	SLK309	0,00	0,00	PT730 st. lg.	7,58	7,53
8087-770MHz	SLK311	0,00	0,00	PT735 st. lg.	7,63	7,58
8087-775MHz	SLK313	0,00	0,00	PT740 st. lg.	7,68	7,63
8087-780MHz	SLK315	0,00	0,00	PT745 st. lg.	7,73	7,68
8087-785MHz	SLK317	0,00	0,00	PT750 st. lg.	7,78	7,73
8087-790MHz	SLK319	0,00	0,00	PT755 st. lg.	7,83	7,78
8087-795MHz	SLK321	0,00	0,00	PT760 st. lg.	7,88	7,83
8087-800MHz	SLK323	0,00	0,00	PT765 st. lg.	7,93	7,88
8087-805MHz	SLK325	0,00	0,00	PT770 st. lg.	7,98	7,93
8087-810MHz	SLK327	0,00	0,00	PT775 st. lg.	8,03	7,98
8087-815MHz	SLK329	0,00	0,00	PT780 st. lg.	8,08	8,03
8087-820MHz	SLK331	0,00	0,00	PT785 st. lg.	8,13	8,08
8087-825MHz	SLK333	0,00	0,00	PT790 st. lg.	8,18	8,13
8087-830MHz	SLK335	0,00	0,00	PT795 st. lg.	8,23	8,18
8087-835MHz	SLK337	0,00	0,00	PT800 st. lg.	8,28	8,23
8087-840MHz	SLK339	0,00	0,00	PT805 st. lg.	8,33	8,28
8087-845MHz	SLK341	0,00	0,00	PT810 st. lg.	8,38	8,33
8087-850MHz	SLK343	0,00	0,00	PT815 st. lg.	8,43	8,38
8087-855MHz	SLK345	0,00	0,00	PT820 st. lg.	8,48	8,43
8087-860MHz	SLK347	0,00	0,00	PT825 st. lg.	8,53</	

TL 7705	1,85	BLW25	3,48	3,46	Trimmer		
WD 8250A/B	7,90	BLW37	6,35	6,30	Cermet 19mm	bis 9a	ab 10
		BLW50	8,95	8,90		1,30	1,2
SN 74/LS/ALS/AS/F/HC/HCT					OTHER		

8087-70MHz	BLP09	1,44	1,43	2	0,93 0,90
8087-75MHz	BLP15	1,65	1,63	3	1,25 1,20
8087-80MHz	BLP25	3,15	3,10	4	1,13 1,10

8087-85MHz	BLP37	4,10	3,95	4-90°	2,60 2,55
8087-90MHz	BLP50	6,00	5,90	5	1,35 1,32

8087-95MHz	SLP09	1,19	1,18	6	1,13 1,10
8087-100MHz	SLP15	1,50	1,48	9-90°	2,60 2,55
8087-105MHz	SLP25	1,85	1,83	5	1,35 1,32

8087-110MHz	SLP37	3,10	3,10	6	1,13 1,10
8087-115MHz	SLP50	4,50	4,40	9-90°	2,60 2,55

8087-120MHz	SLW09	1,38	1,36	10-90°	3,50 3,40
8087-125MHz	SLW15	1,98	1,95	12	1,76 1,72

8087-130MHz	SLW25	3,22	3,17	W=Print 90°	
8087-135MHz	SLW37	4,80	4,75	P=Print 180°	
8087-140MHz	SLW50	6,65	6,51	F=Schneidklemm	

27C256-250	9.70	W=Print 90°	EC8-BUS Verbdg. Verg.
27C256-150	14.70	P=Print 180°	Stecker 90° bis 9a ab 10
27C256-200	13.70	FS=Schneidklemm	MCA32 1.50 1.4
27C256-250	9.40		

8087-160MHz	FS37	6,93	6,90	PS15	0,74 0,73
8087-165MHz	FS50	21,50	21,00	PS19	1,33 1,31

8087-170MHz	FS09	2,63	2,60	PS23	1,18 1,16
8087-175MHz	FS15	3,38	3,36	PS25	0,58 0,57
8087-180MHz	FS25	3,23	3,21	PS37	1,63 1,61

8087-185MHz	FS37	7,70	7,68	PS50	2,12 2,10
8087-190MHz	FS50	22,40	22,00		

ICL 7135	22.60	Posthaube metallisiert		CSS24	2.58	2.5	
MAX 232	7.75	PSS09M	0.83	0.81	CSS36	1.53	1.4
MC 1488	0.50	PSS15M	1.23	1.21	CSS50	3.25	3.1

8087-210MHz	SL= Stiftleiste			PS25M	1,33 1,31
8087-215MHz	SL= Stiftleiste			PS37M	1,63 1,61

XR 2206	5,20	Polz	1-9a	10-24a	CSB14	1,97	1,9
XR 8038	5,55	KSS09	0,93	0,91	CSB24	2,67	2,6
ZN 427E	21,35	KSS15	0,98	0,96	CSB36	1,98	1,9
ZN 428E	17,38						

8087-235MHz	SL= Stiftleiste			KS15	0,98 0,96
8087-240MHz	SL= Stiftleiste			KS25	1,08 1,06
8087-245MHz	SL= Stiftleiste			KS37	1,58 1,56

8087-250MHz	SL= Stiftleiste			KS50	1,68 1,66
8087-255MHz	SL= Stiftleiste				

7905/12/15	0.00	0.58	10	0.78	0.73	SortNR1 WD 5 % E12	13.9
7908/18/24	0.63	0.61	14	1.10	1.08	SortNR2 WD 5 % E24	26.8
			16	1.25	1.20	SortNR3 WD 1 % E12	25.5
100mA T092			20	1.55	1.50		

8087-270MHz	SL= Stiftleiste			10	0,76 0,73
8087-275MHz	SL= Stiftleiste			14	1,10 1,08
8087-280MHz	SL= Stiftleiste			20	1,25 1,20

8087-285MHz	SL= Stiftleiste			26	1,55 1,50
8087-290MHz	SL= Stiftleiste			34	1,85 1,80
8087-295MHz	SL= Stiftleiste			42	2,20 2,15

8087-300MHz	SL= Stiftleiste			50	2,55 2,50
8087-305MHz	SL= Stiftleiste			60	2,90 2,80
8087-310MHz	SL= Stiftleiste			70	3,30 3,00

8087-315MHz	SL= Stiftleiste			80	3,90 3,85
8087-320MHz	SL= Stiftleiste			90	4,50 4,50

LM 338K	10,20	9,85	26	1,13	1,11	WDN5/4xxxx	0,3
			34	1,08	1,06	WDN6/5xxxx	0,3
2SJ50	11,60	10,60	40	2,40	2,36	WDN7/6xxxx	0,3
2SK135	11,60	10,60	50	2,88	2,85		

8087-335MHz	SL= Stiftleiste			10	0,76 0,73
8087-340MHz	SL= Stiftleiste			14	1,10 1,08
8087-345MHz	SL= Stiftleiste			20	1,25 1,20

8087-350MHz	SL= Stiftleiste			26	1,55 1,50
8087-355MHz	SL= Stiftleiste			34	1,85 1,80
8087-360MHz	SL= Stiftleiste			42	2,20 2,15

8087-365MHz	SL= Stiftleiste			50	2,55 2,50
8087-370MHz	SL= Stiftleiste			60	2,90 2,80
8087-375MHz	SL= Stiftleiste			70	3,30 3,00

8087-380MHz	SL= Stiftleiste			80	3,90 3,85
8087-385MHz	SL= Stiftleiste			90	4,50 4,50

B250C800	0.65	0.63	DIL40PX	0.60	0.55	lungsort Köln.
----------	------	------	---------	------	------	----------------

8087-400MHz	SL= Stiftleiste			10	0,76 0,73
8087-405MHz	SL= Stiftleiste			14	1,10 1,08
8087-410MHz	SL= Stiftleiste			20	1,25 1,20

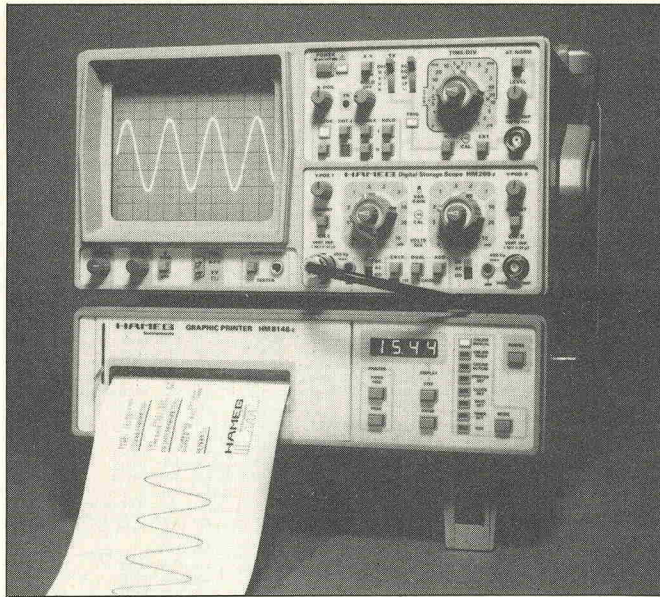
8087-415MHz	SL= Stiftleiste			26	1,55 1,50
8087-420MHz	SL= Stiftleiste			34	1,85 1,80
8087-425MHz	SL= Stiftleiste			42	2,20 2,15

## INDUSTRIE und MESSKARTEN PC, XT, AT, 386

### Eigene Herstellung:

DM  
Videodigitalisierer VD-8008 mit Software für CGA, HGC, EGA, Genoa 991,-  
VGA-Software für VD-8008 mit 64 Echt-Graustufen 155,-  
Starterkit Videodigitalisierer VD-8008 inkl. DELUX-PAINT II mit VGA-Treiber 1399,-  
PC-Oszilloscope (LF bis 100 Hz auf XT) inkl. AD-Karte & Software CGA 198,-  
EGA-BAS Adapter, wandelt RGB von EGA-Karte in BAS-Video um. 119,-  
TTY-Karte (20 mA-loop) serielle COM1 Karte für Industrie, mit Opto-kopplung 298,-  
RS-232/422 Wandler im ext. Gehäuse für Kabelängen bis 1000 Meter 498,-  
AD-Karte 8 Bit für PC/AT, 1 msec. kompl. inkl. Software 129,-  
AD-Karte 8 Bit für PC/AT, 16 Kanal, 1 msec. kompl. inkl. mV-Software 198,-  
AD/DA Karte 35 MHz, je 1 Kanal mit 8 Bit, für PC/AT & Software 548,-  
AD 12 Bit Karte 7,25 µsec., 4 sample & hold, 16 Kanal, 16 TTL I/O und IRO 598,-  
Multiplexer-Karte 1 auf 32 rüstet AD und DA Karten auf 32 Kanal auf 299,-  
Proto 1 Prototypenkarte mit 24 TTL I/O (8255) und Lochrasterfeld 198,-  
Relais-1 Karte mit 8 Relais und 8 TTL I/O 249,-  
ST-1 Stepperkarte zum Steuern von Schrittmotoren, z.B.: ISERT-Motoren 298,-  
TR-1 Treiberkarte mit 4 Phasen a. 30 VA, für ST-1 Karte zum Nachschalten 283,-  
I2-2 Frequenzzähler für PC/AT bis 1300 MHz inkl. BASIC-Software 298,-  
72 TTL-I/O mit 3 x 16 Bit Timer Quarzosz., IRL und Rechteckgeneratorschalt 398,-  
Eprom-Simulator 2764-256 (32 KB) Echtzeit, verarbeitet Intel-Hex-Code 479,-  
Z-80 EURO





# Oszillos-Kopie

**Ausprobiert: Graphic Printer für Digitalspeicher-Oszilloskop**

**Hartmut Duwald**

Sehr praktisch, so ein Oszilloskop. Kann man doch auf einfache Weise zu grundlegenden Erkenntnissen über die intimsten Signalverhältnisse eines Meßobjekts gelangen. Nur leider verschwinden die beweiskräftigen Kurven von der Bildfläche, sobald man den Netzschalter betätigt. Und bekanntlich kann man getrost ja nur das mit nach Hause schleppen, was man schwarz auf weiß besitzt. Die Firma Hamag hat sich nun Gedanken gemacht, wie man oszilloskopieren kann, ohne anschließend mit leeren Händen heimzukommen.

Wollte man die Ergebnisse komplexer Meßsituationen zwecks weiterer Verwendung dokumentieren, mußte man bisher die mühsam getriggerten Oszillosgramme langwierig per Fotoapparat oder gar Klarsichtfolie und Schreibstift auf Papier bannen. Mit der Einführung digitaler Speicheroszilloskope gibt es jetzt einen wesentlich effektiveren Weg: den entsprechend aufbereiteten Ausdruck des Oszi-Speicherinhalts. Wer diesen Weg gehen will, der sollte ein Hamag-Oszilloskop des Typs HM 205-2 oder HM 208 sein eigen nennen und zusätzlich ungefähr Eintausendhundertzwanzigmark zwanzig übrig haben. Zu eben diesem Preis gibt's nämlich einen Grafik-Drucker, der einer näheren Betrachtung wert ist.

Ausprobiert haben wir den Drucker mit der Bezeichnung Graphic Printer HM8148-2 zusammen mit einem Digital-Speicheroszilloskop HM 205-2, das über eine Bandbreite von 20 MHz und eine Abtastrate von maximal 5 MHz verfügt.

Geliefert wird der ca. 6kg schwere Graphic Printer in einem stabilen Karton, in dem alle für einen sofortigen Betrieb erforderlichen Teile enthalten sind. Zu diesen gehören zwei Flachbandkabel, das Netzkabel und die Bedienungsanleitung. Zum Zeitpunkt des Tests stand uns leider nur die Bedienungsanleitung der alten Version des HM 8148 zur Verfügung, da unser Gerät noch ein Vormuster war. Falls das neue Handbuch den gleichen Aufbau besitzt wie das alte, stehen der erfolgreichen Inbetriebnahme keine Hindernisse mehr im Weg. Produktionsbeginn der neuen Geräte soll übrigens laut Hamag der Monat März dieses Jahres sein (Stand Ende Januar '89).

Zweckmäßigerweise wird das Oszilloskop auf den Printer gestellt, wozu auf der Oberseite des Druckergehäuses spezielle Standplätze vorgesehen sind, so daß ein sehr sicherer Stand der beiden Geräte gewährleistet ist. Die Installation der Flachbandkabel ist recht genau beschrieben. Man wird also auch als Besitzer von zwei linken Händen gut zurecht kommen.

Für die korrekte Funktion des Druckers muß sichergestellt sein, daß das Oszilloskop im Speicherbetrieb betrieben wird. Schaltet man den Drucker ein, erfolgt ein automatischer Selbsttest, dessen Resultat ausgedruckt bzw. angezeigt wird. Ist kein Fehler festgestellt worden, erscheint die Meldung 'NO ERRORS FOUND' auf dem Druckpapier.

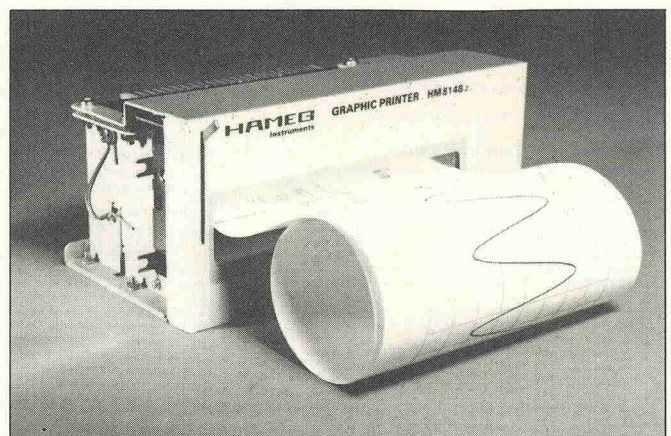
Alle veränderbaren Parameter sind auf 7 'Hauptmenüs' verteilt, die über die 'Mode'-Taste angewählt werden können. Im jeweils aktiven Menü können dann die zugeordneten Parameter über die 'Step'-Taste geändert und mit der 'Enter'-Taste fixiert werden, wobei die Anzeige über eine vierstellige LED-Anzeige erfolgt. Die Art der Einstellung ist gewöhnungsbedürftig, und gerade am Anfang ist man ohne Handbuch auf Vermutungen angewiesen, ob man gerade die Uhrzeit, das Datum oder sonst etwas einstellt.

**Selbst bei extremen Kurven gerät der Printer dank seiner ausgezeichneten Auflösung nicht ins Schleudern.**

Nach dem erstmaligen Einschalten empfiehlt sich zunächst die Eingabe der korrekten Uhrzeit und des Datums. Da der Printer über eine eingebaute Batteriepufferung verfügt, ist diese Einstellung nur einmal vorzunehmen.

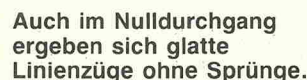
Nun zu den Ausdruckmöglichkeiten: Die einfachste Anwendung des HM 8148 ist im manuellen Betrieb möglich. Durch Drücken der PRINT-Taste erfolgt die Übernahme des Speicherinhalts vom Oszilloskop, und der Ausdruck beginnt.

Als weitere Möglichkeit ist der Betrieb mit dem eingebauten Timer vorgesehen. Ab einer bestimmten Startzeit erfolgt der



**Das Druckwerk ist kompakt und ermöglicht einen leichten Austausch des Thermopapiers.**



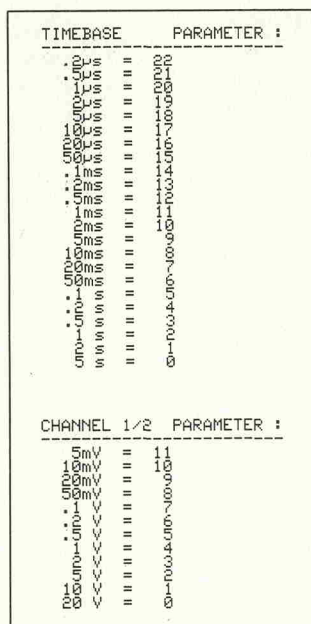


Ausdruck in vorprogrammierten Zeitabständen, die minutenweise bis zu einer Maximalzeit von 24 Stunden einstellbar sind. Daß dabei die Startzeit in der Zukunft liegen muß, leuchtet noch ein. Darüberhinaus muß die Startzeit jedoch auch im selben Monat liegen. Wenn man also am 31. Januar um 17 Uhr in die Verlegenheit kommt, am 1. Februar eine Meßreihe starten zu müssen, die alle 24 Stunden um 16 Uhr einen Ausdruck liefert, ist man schon gelackmeiert. Die Angabe des 31. Januars geht auch nicht, da dieses Datum ja bereits in der Vergangenheit liegt. Also muß man den Abend durcharbeiten und um 00:01 Uhr den Timer programmieren. In diese Situation wird man wahrscheinlich nicht oft kommen, doch ließe sich die Software hier sicher noch verfeinern.

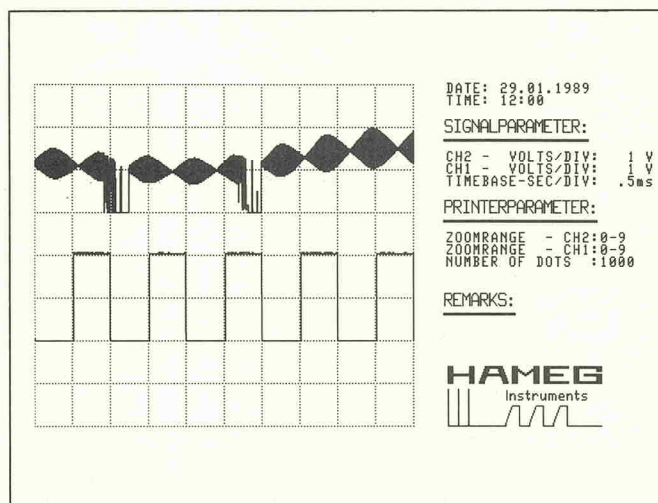
Bei der dritten Alternative erfolgt der Ausdruck nur, wenn das zu messende Signal die Triggerschwelle des Oszilloskops überschreitet. Mit den beiden zuletzt erwähnten Möglichkeiten läßt sich eine kontinuierliche und automatische Meßsignalüberwachung verwirklichen.

Gegenüber der alten Version wurde die Auflösung des benutzten Thermodruckers von früher 280 auf nunmehr 1000 Druckpunkte erhöht. Die wesentlich bessere Druckqualität geht allerdings zu Lasten

elrad 1989, Heft 3



**Auf Wunsch druckt der  
Printer eine Liste der  
einstellbaren  
Signalparameter.**



**What you see is what you get. Hardcopy eines Oszillogramms.**

```
NO ERRORS FOUND!  
ROM - VERSION: 2.0 (01.02.89)  
SELFTEST PASSED!
```

des schnellen Ausdrucks. Wenn es weniger um die hohe Auflösung als um ein rasches Ergebnis geht, läßt sich die Auflösung per Menü jedoch auch auf bis zu 300 Punkte herabsetzen.

Über den gleichen Menüpunkt kann auch ein Zoomfaktor für den Ausdruck eingegeben werden, und zwar für jeden Kanal getrennt. Weiterhin läßt sich der Printer so konfigurieren, daß er die am Oszilloskop eingestellten Signalparameter wie Ablenkkoeffizienten und die Zeitbasis mit ausdruckt. Die Übernahme dieser Parameter rückt das Scope allerdings nicht raus: Sie müssen also am Drucker per Hand eingegeben werden, was vielleicht als Nachteil erscheinen mag. Falls jedoch ein Teiler-Tastkopf benutzt oder das Signal mit einem Sensor aufgenommen wurde, kann die Angabe der Ablenkkoeffizienten sogar falsch sein und zu einer Fehlinterpretation des Ausdrucks führen. Natürlich werden auf selbigem auch die Zoomwerte, die Drucker Auflösung und — sehr wichtig — die Uhrzeit und das Datum mit ausgegeben. Und wem das Hameg-Logo gefällt, läßt es sich auch mit ausdrucken.

Noch ein Wort zum wichtigsten Teil des Gerätes, nämlich dem

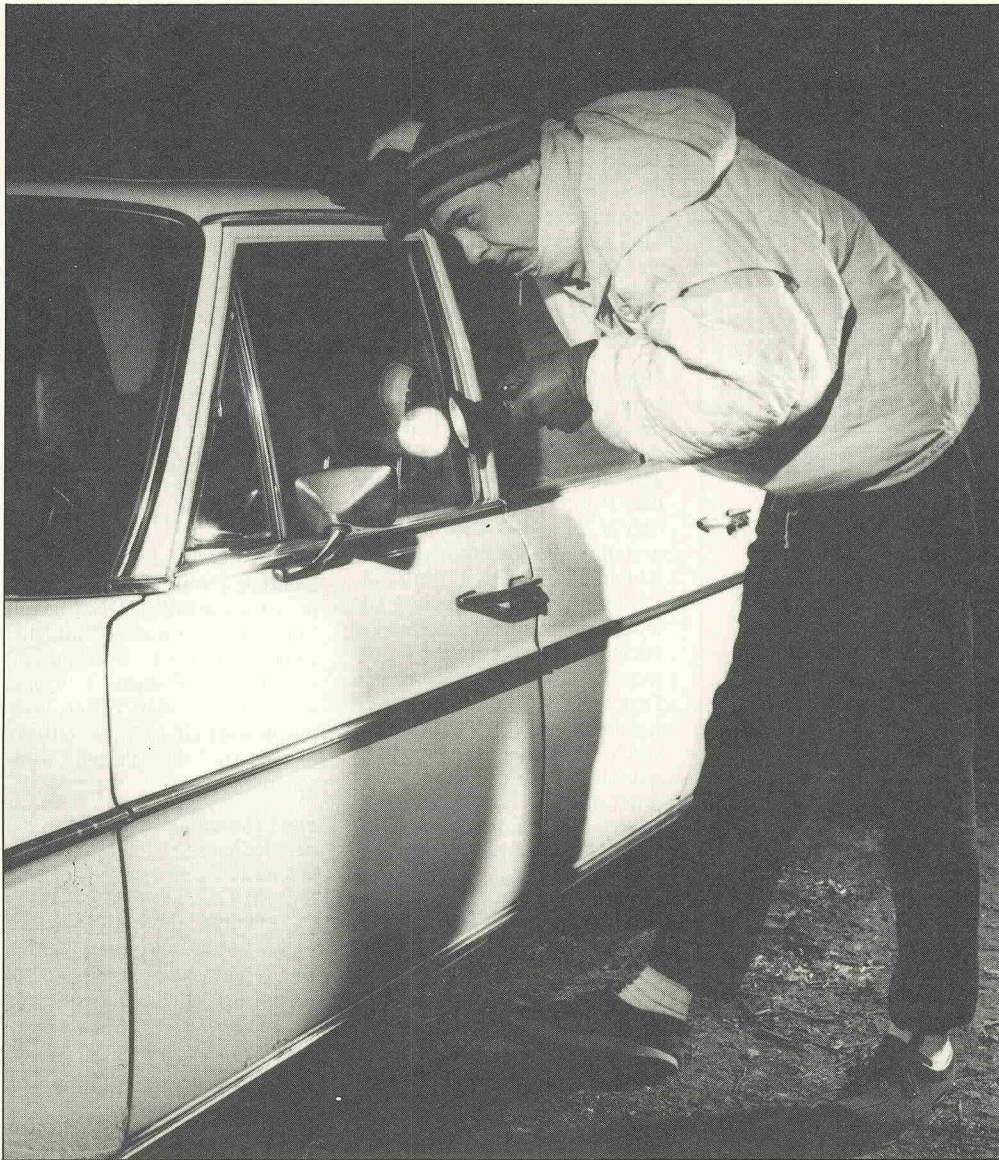
Druckwerk. Es handelt sich hierbei um einen Thermo-drucker mit einer recht hohen Auflösung. Das Druckbild ist sehr sauber, und die Darstellung der Signale ist gut gelungen. Das Druckwerk läßt sich einfach aus seiner Halterung herausziehen, um einen Papierwechsel vornehmen zu können, und läßt sich genauso einfach wieder einsetzen. Der Wechsel des speziellen Thermopapiers erfolgt schnell und problemlos.

Die Bedienungsfunktionen des Gerätes erscheinen noch verbesserungswürdig. Die Einstellung der Parameter mit nur zwei Tasten ist umständlich: eine für die Position und eine zum Wählen der Ziffer. Weiterhin wäre ein richtiger Druckpunkt für die Tasten wünschenswert.

Die Erkennung von Fehlern bei der Bedienung ist gut gelöst. So erscheint z.B. die Meldung 'HAMEG SCOPE SWITCHED OFF' auf dem Druckerpapier, falls vergessen wurde, das Oszilloskop einzuschalten. Damit ist eine Fehlbedienung des Gerätes sehr unwahrscheinlich.

Als Fazit bleibt ein positiver Gesamteindruck der hier getesteten Kombination von Digital-Speicher-Oszilloskop und Graphic Printer. Der Drucker macht einen sehr soliden Eindruck und ist sauber verarbeitet. Schwerwiegende Probleme hat es während dieses Tests nicht gegeben. Nur die oben besprochenen Unzulänglichkeiten stören dieses Gesamtbild ein wenig, lassen sich nach einer kleinen Eingewöhnungszeit jedoch verschmerzen. Wer also eine Gerätekombination sucht, mit der er beliebige Signalformen messen und dokumentieren kann, ist mit dem HM 205-2 und dem HM 8148-2 bestens bedient. Anwendungsfälle können in der automatischen Meßwerterfassung und der Darstellung niederfrequenter Signalgemische liegen, wobei die optionale IEC-Schnittstelle ein weiterer dicker Pluspunkt für den Drucker ist. □





# IR-Wachhund

Mit 65 536 Kode-Varianten

**Thomas Zacher**

**Im folgenden Beitrag wird eine Kfz-Alarmanlage beschrieben, die mit einem kodierten Infrarotsignal entschärft wird.**

Eigentum verpflichtet — zur Bewachung des Eigentums? Für viele fahrbaren Untersätze ist dieser Grundsatz heutzutage leider gültig, insbesondere dann, wenn es sich bei dem Fahrzeug um ein Mitglied einer Nobelmarke handelt. Dessen Innenleben ist zumeist auch nicht ohne. Ein Autoradio ist in solchen Fällen immer 'drin' — oder sollte man genauer sagen: bald weg?

Vor knapp zwei Jahren entwickelte der Autor anlässlich einer Reihe von Einbrüchen und Diebstählen eine Kfz-Alarmanlage mit einigen technischen Besonderheiten. Wichtigster Unterschied zu herkömmlichen Anlagen war die sofortige Alarmauslösung — ohne die sonst üblichen 15 Sekunden Entschärfzeit, in der der 'Geübte' blitzschnell das Radio 'entnehmen' oder die Haube

öffnen und das Batteriekabel durchkneifen konnte. Auf diese 15 Sekunden konnte verzichtet werden, da das Entschärfen der Alarmanlage von außen mit einem Infrarotsender erfolgt.

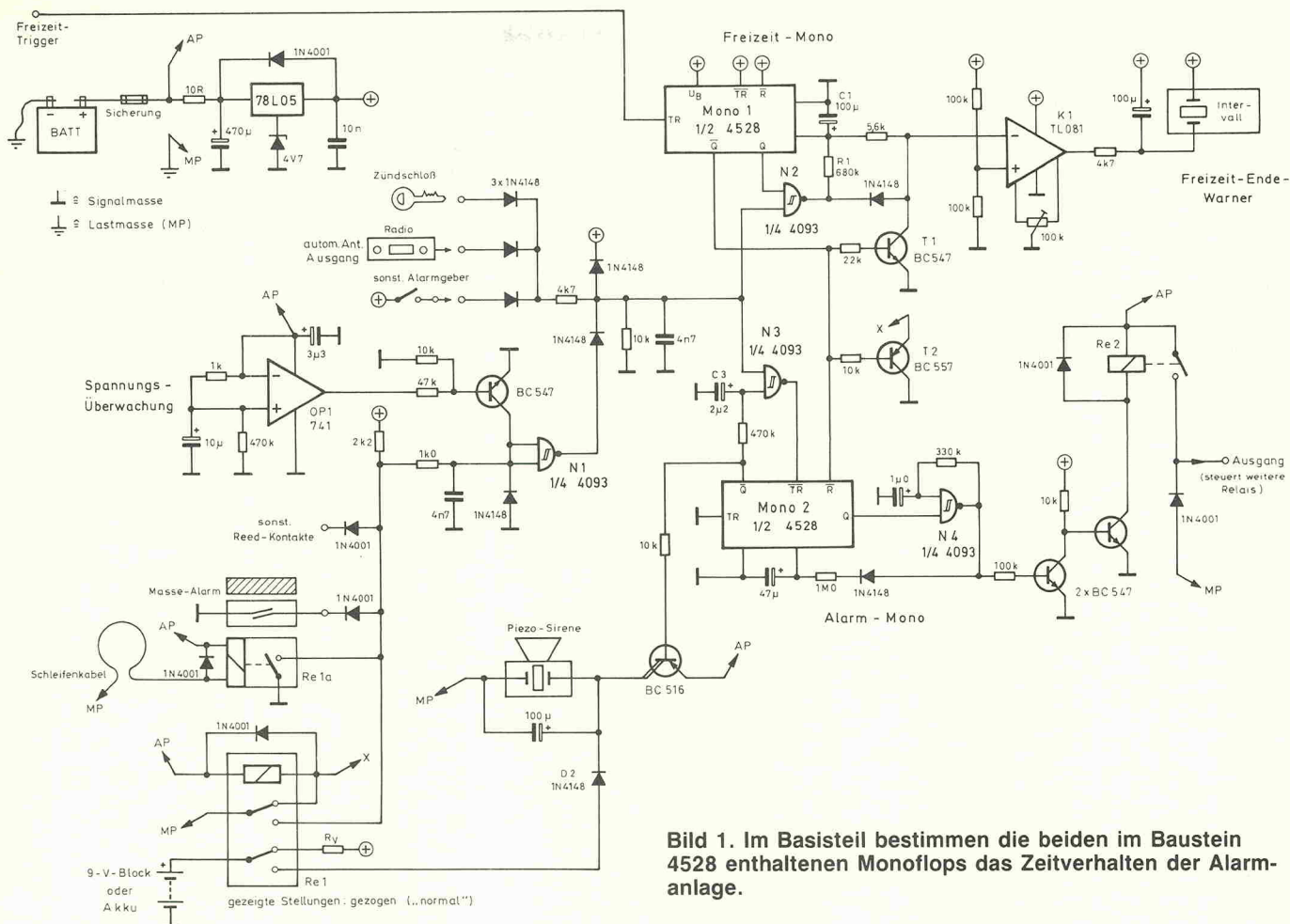
Doch genau hier lag die Schwachstelle. Denn der Sender lieferte ein einfaches, frequenzkodiertes Signal, und jeder 'Liebhaber' hätte die Anlage bei Kenntnis dieser Tatsache mit einem durchstimmbaren Oszillator entschärfen können. Das Geheimnis mußte also streng gehütet werden.

Als der Autor erfuhr, daß auch die Firma Bosch seit einiger Zeit ein infrarotgesteuertes System anbietet, suchte er nach einem Weg, um neben einigen anderen Besonderheiten auch einen sicher arbeitenden Infrarotteil zu realisieren. Dabei stand von vornherein fest, daß kein gängiges IR-Spezial-IC diese Aufgabe übernehmen sollte. Sonst strahlte jede dritte Fernbedienung eines Fernsehers oder Videorekorders diesen alles entscheidenden Sendekode ab!

Bevor auf die einzelnen Schaltungsteile eingegangen wird, soll zunächst einmal die neue Alarmanlage beschrieben werden. Hinsichtlich der Funktion und der Bedienung arbeitet sie bis auf einige Kleinigkeiten wie die alte, die jetzt schon über zwei Jahre lang ihren Dienst in mehreren Autos ohne Ausfall versieht.

Vor dem Einsteigen richtet man den kleinen Handsender auf den im Inneren des Autos installierten Empfänger, der beispielsweise in einem Thermometer- bzw. Kilometerzählergehäuse untergebracht ist. Durch kurzes Betätigen des Handsenders wird die Alarmanlage für gut eine Minute entschärft. Anzeigt wird der Beginn dieser Frei-Zeit durch das kurze Aufblitzen einer im Empfänger untergebrachten LED. Während der folgenden 60 Sekunden kann nun die Wagentür geöffnet und die Alarmanlage durch Einschalten der Zündung blockiert werden. Beim Abstellen des Motors leitet das Ausschalten der Zündung erneut eine 'Freizeit' von 60 Sekunden ein. So bleibt genügend Zeit zum Aussteigen und Entladen. Das Scharfmachen übernimmt





**Bild 1.** Im Basisteil bestimmen die beiden im Baustein 4528 enthaltenen Monoflops das Zeitverhalten der Alarmanlage.

die Anlage nach Ablauf der Freizeit selbst.

Kurz vor Ablauf der Freizeit warnt ein Piezo-Intervall-Pieper und fordert zum Retriggern der Freizeit bzw. zum Sperren der Alarmanlage auf. Das kann nun auf verschiedene Art und

Weise geschehen. Entweder schaltet man — wie gesagt — die Zündung ein oder das Radio, oder man öffnet die Haube, benutzt erneut den Sender, oder — wenn man kein Radio hat, die Haube nicht öffnen will und einem die Zündspule zu schade ist — man betätigt einen (nicht geheimen!) Schalter. Dadurch wird jeder beliebige Aufenthalt am und im Fahrzeug (für Reparaturen, Tanken usw.) problemlos möglich. Ist man fertig, schließt man die Haube wieder bzw. schaltet das Radio ab; man hat nun wieder eine Freizeit von 60 Sekunden, bis sich die Alarmanlage nach Vorwarnung wieder selbst aktiviert. Das Einschalten der Alarmanlage kann also nicht vergessen werden.

Wird eine der genannten Bedingungen (Tür oder Haube auf, Scheibe einschlagen sowie Radio einschalten oder Schalter betätigen usw.) jedoch nicht in der Freizeit, sondern nach deren Ablauf aktiviert, wird sofort Alarm ausgelöst. Darum

ist ein Geheimschalter nicht erforderlich.

Beliebige Verbraucher — wie z.B. die Hupe und das Fernlicht — werden im Alarmfall etwa im Zwei-Hertz-Takt für 30 Sekunden (Gesetz!) angesteuert. Ist dann das Radio oder die Zündung immer noch an, folgt ein neuer Alarm, ansonsten kehrt die Anlage in den scharfen Zustand zurück. Den Aufenthalt im Fahrgastraum erschwert eine extrem laute Kleinsirene, die kaum geortet werden kann.

Einbrecher, die zuerst das Hupenkabel kappen, bevor sie zur Tat schreiten, werden dabei höchstwahrscheinlich das 'Schleifenkabel', das um beliebig abzuschneidende Leitungen geschlungen werden kann, mit durchtrennen und so einen Alarm auslösen.

Beim Trennen des Batteriekabels übernimmt ein integrierter Akku bzw. eine 9-V-Blockbatterie die Versorgung der Innensirene. Beim Wiederherstellen

der Verbindung (wie auch beim ersten Anschließen der Alarmanlage) wird automatisch ein Daueralarm ausgelöst, und die Sirene wird vom Bordakku versorgt. Den Alarmfall kann nur ein 'Beschießen' mit dem richtigen IR-Kode — einen aus 65 536 frei wählbaren Codes — vorzeitig beenden.

Anschließbar sind alle Alarmgeber, die wahlweise Masse- oder U<sub>+</sub>-Potential abgeben (z.B. Glasbruchsensoren).

Die integrierte Spannungsüberwachung macht das Verkabeln von ...zig Schaltern überflüssig, hat jedoch den Nachteil, nicht statisch — wie etwa der Haubenkontakt — zu arbeiten. Im folgenden sollen die drei Komponenten der Gesamtanlage (Basisteil, Sender und Empfänger) ausführlich erläutert werden.

Zunächst zum Basisteil (Bild 1): Die Alarmanlage befindet sich im Grundzustand (scharf). Das Freizeit-Monoflop (Mono 1) und das Alarm-

## Der Autor



**Jahrgang 1964.** Sein Abitur legte er 1983 ab. Nach der Grundwehrzeit absolvierte er ein halbjähriges Industrie-

**praktikum.** Zur Zeit studiert er Elektrotechnik an der RWTH Aachen im 6. Semester. Bislang hat er sich noch auf kein Teilgebiet der Elektronik festgelegt, schließt aber die Bereiche kA und MW aus.



Monoflop (Mono 2) warten auf Aktivierungsimpulse. Nach Eintreffen des richtigen Codes wird Mono 1 getriggert und Mono 2 gesperrt. Da nur an einem der beiden N2-Eingänge H-Potential anliegt, führt der Ausgang des Gatters N2 ebenfalls H-Pegel, so daß sich C1 über R1 auflädt. Die Spannung am Kondensator wird durch Komparator K1 mit der halben Betriebsspannung verglichen; er schaltet kurz vor Ablauf der Freizeit den Intervall-Piezo-Signalgeber ein. Über den Offsetabgleich kann der Einschaltzeitpunkt und damit die Warndauer eingestellt werden. Nach Ablauf der Freizeit kehrt Mono 1 in seinen Grundzustand zurück, gleichzeitig wird Mono 2 freigegeben. T1 entlädt nun über den 5k6-Widerstand den Kondensator C1. Der Komparator schaltet um, und der Warnton erklingt.

Wird innerhalb der Freizeit ein beliebiger (statischer) Alarmgeber eingeschaltet, geht der Ausgang von N2 auf L-Potential. Jetzt wird C1 entladen. Wegen der relativ schnellen Entladung über Entkoppeldiode D1 verstummt auch jetzt der unter Umständen aktivierte Warnton scheinbar schlagartig. Dieser Sperrzustand bleibt solange erhalten, bis der Ausgang von N2 wieder H-Pegel aufweist, um den Kondensator nun so weit aufzuladen, bis Mono 1 um-

schaltet. N2 kann aber erst dann umschalten, wenn das Radio, die Zündung usw. abgeschaltet werden.

Schaltet man allerdings das Radio ein, während die Anlage scharf ist, kann N2 nicht umschalten, da der Q-Ausgang von Mono 1 jetzt L-Potential führt. Statt dessen triggert der N3-Ausgang das Alarm-Monoflop Mono 2, so daß der Oszillator rund um Gatter N4 freigegeben wird, der das Relais Re2 periodisch ansteuert.

## Nur ein korrekt kodierte IR-Signal entschärft die Anlage.

Da der Baustein 4528 für große Zeitkonstanten eigentlich ungeeignet ist, lädt N4 auch das zeitbestimmende RC-Glied (1M0, 47µ) periodisch auf. Die effektive Monoflop-Zeit verlängert sich um den Faktor 2. Dadurch kann der Wert des Kondensators halbiert werden. Ein Entladen des Kondensators wird durch die Diode verhindert.

Die Zeitkonstante des Freizeit-Monoflops wurde wegen der nahezu völligen Entladung des Kondensators ebenfalls 'künstlich' verlängert. Der Baustein 4528 entlädt auf nur etwa  $U_+/3$ . An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden,

daß hier nicht das Präzisions-Monoflop 4538 eingesetzt werden sollte. Er ist zwar für große Zeitkonstanten wesentlich besser geeignet, lädt aber im Gegensatz zum 4528 nach Ende der Monoflopzeit den Kondensator auf nahezu  $U_+$  auf. Das aber würde bedeuten, daß sowohl der 4538 als auch T1 ständig gegeneinander arbeiten müßten! Da auch die Schaltungsspannungen beider ICs unterschiedlich sind, käme der Warnton ohne Ändern der Referenzspannung am Komparator wesentlich zu früh. Zudem ist der 4528 preiswerter.

Während der Alarmzeit entlädt der Ausgang Q von Mono 2 über den 470k-Widerstand den Kondensator C3, so daß Mono 2 gleichzeitig verriegelt wird (nicht nachtriggerbar). Nach Ablauf der Alarmzeit geht Q wieder auf H, C3 wird erneut aufgeladen. Innerhalb dieser Zeit sollen alle Spannungen wieder einen stabilen Wert annehmen, so daß eine ungewollte Alarmverlängerung durch die Spannungsüberwachung ausgeschlossen ist. Sollte nach Ablauf der Verzögerung durch C3/470k immer noch ein Alarmgeber aktiv sein, liegen erneut beide Eingänge des Gatters N3 auf H-Potential, was zu einem nochmaligen Triggern des Alarm-Monoflops führt. Ferner steuert der Ausgang Q während der Alarmzeit über

den Transistor BC 516 die Piezo-Innensirene an.

Wird das Schleifenkabel durchtrennt, fällt das Relais Rel1 ab und löst dadurch permanenten Massealarm aus, bis es wieder auf Masse gelegt wird. Relais 1 fällt ab, wenn die Autobatterie von der Alarmanlage getrennt wird. Jetzt versorgt die Notstromversorgung die Piezo-Sirene (50 mA). Beim Wiederauslegen der Versorgungsspannung (wie auch beim Einbau) sorgt das abgefallene Relais für ständigen Massealarm, der allerdings erst nach kurzer Verzögerung von R3/C3 erkannt wird. Ab jetzt übernimmt wieder die Autobatterie über die Entkoppeldiode D2 die Stromversorgung für die Innensirene.

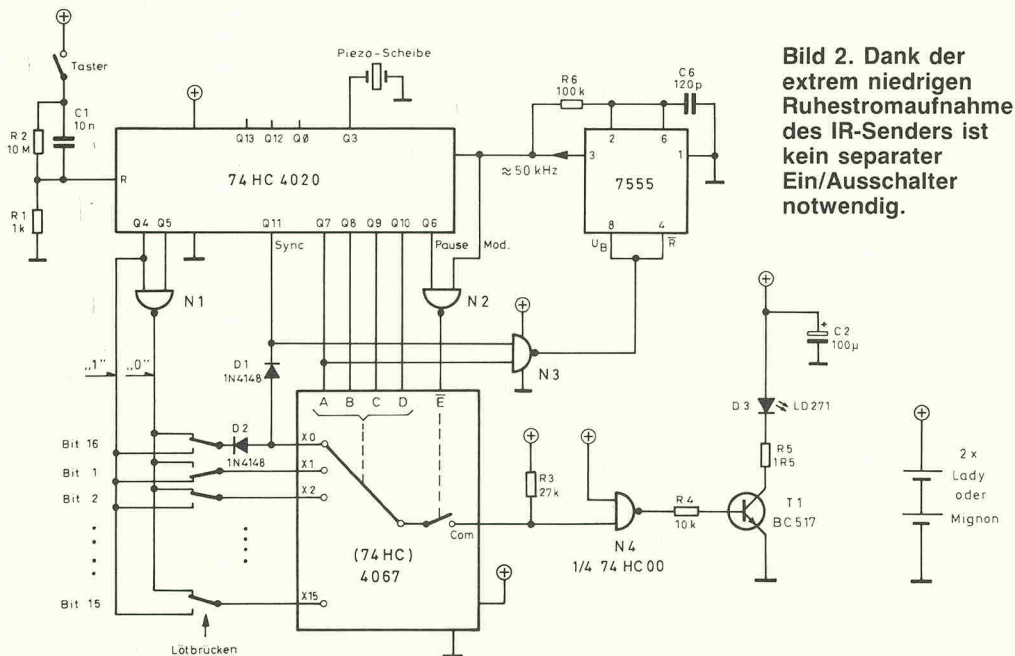
Die auf den ersten Blick umständlich erscheinende Alarmauslösung über Rel1 soll wegen der zu erwartenden starken 'Verseuchung' des Schleifenkabels (durch Einstreuungen aller Art) Fehlfunktionen verhindern.

Nur der vorrangige Freizeit-Triggerimpuls kann einen Alarm vorzeitig durch das Rücksetzen des Alarm-Monoflops beenden. Ist außerdem Rel1 abgefallen, wird es über T2 angesteuert und versorgt sich von nun an selbst mit Masse — über die Freizeit hinaus.

Wird für die Notstromversorgung anstatt einer Batterie ein Akku verwendet, wird dieser bei gezogenem Relais 1 über R<sub>V</sub> geladen. Bei Verwendung einer 9-V-Blockbatterie entfällt der Widerstand R<sub>V</sub>.

Die Spannungsüberwachung rund um OP1 wurde nicht auf maximale Empfindlichkeit getrimmt, arbeitet dafür jedoch sehr störsicher. Das bedeutet aber, daß die Stromversorgung der Alarmanlage nicht direkt von der Batterie erfolgen darf. Durch den erhöhten Spannungsabfall ist ein sicheres Funktionieren — z.B. beim Anklemmen an den Sicherungskasten — gewährleistet.

Bei Kraftfahrzeugen, die den Kühlventilator nach dem Abschalten der Zündung nicht vom Bordnetz trennen (z.B. in einigen VW-Typen), ist ein unerwünschtes Ansprechen der Alarmanlage durch ein zusätzliches Relais zu verhindern, das beispielsweise über Klemme 15



**Bild 2. Dank der extrem niedrigen Ruhestromaufnahme des IR-Senders ist kein separater Ein/Ausschalter notwendig.**

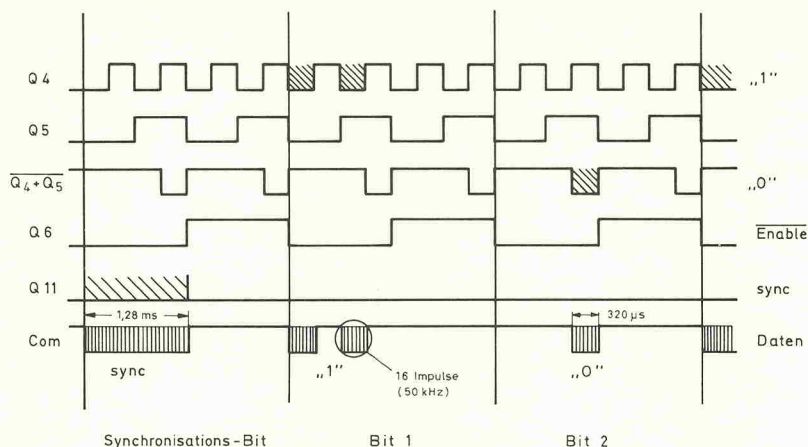


und über die Zündspule angesteuert wird. Wer diesen Eingriff nicht vornehmen will, darf den Spannungs-OpAmp nicht bestücken, oder es muß eine Abschaltmöglichkeit vorgesehen werden (Drahtbrücke).

Statt der üblichen offenen Masseschalter sollten korrosionsbeständige Reed-Kontakte als Masse-Alarmgeber eingesetzt werden.

Nun zum IR-Sender (Bild 2): Beim Betätigen des Tasters gelangt über das RC-Glied R1/C1 ein kurzer, entprellter Reset-Impuls zum Zähler-Baustein 4020, worauf seine Ausgänge L-Potential annehmen. Das Nand-Gatter N3 versorgt nun den Oszillator 7555, dessen Ausgangssignal ( $f \approx 50 \text{ kHz}$ ) dem Zähler zugeführt wird. Die Ausgänge Q7...Q10 adressieren nacheinander alle 16 Eingänge des Multiplexers 4067. So gelangt je nach 'Programmierung' ein serielles Wort über Inverter N4 und Treiber T1 auf die IR-Sendediode. Zählerausgang Q4 liefert 'Einsen', und Gatter N4 verknüpft die Ausgangssignale von Q4 und Q5 zu 'Nullen'. Das Gatter N2 steuert den Enable-Eingang des Multiplexers an. Dabei sorgt das Signal vom Ausgang Q6 für die Pausen zwischen den Bits; mit dem vom Oszillator abgegebenen Signal wird das Ausgangssignal des Gatters N2 und somit auch das des Multiplexers moduliert.

Um Sender und Empfänger zu synchronisieren, gelangt zunächst über D1 das längere Synchronisations-Bit zum Ausgang. Dann folgen Bit 1, Bit 2 usw., bis schließlich Bit 15 erreicht ist. Mittlerweile liegt am Ausgang Q11 H-Potential an; wenn nun ein neuer Durchlauf



**Bild 3.**  
Zeitlicher  
Verlauf einiger  
Signale des  
IR-Senders.

beginnt, gelangt Bit 16 über D2 an den Ausgang. Das gesamte Wort umfaßt also 17 Bits.

Während der Sendezeit (44 ms) ertönt aus der Piezo-Scheibe ein akustisches Kontrollsignal.

Damit ist ein volles Wort gesendet, und der stromfressende Oszillator 7555 wird über N3 von der Versorgungsspannung getrennt. Der Stromverbrauch sinkt dadurch auf einen so geringen Wert, daß die Batterien nicht von der Schaltung getrennt werden müssen.

In der Zwischenzeit wird der Kondensator C1 über R2 entladen, so daß ein neuer Reset-Impuls akzeptiert wird, um den Sende-Vorgang von neuem zu starten.

Die wichtigsten Sender-Signalverläufe sind in Bild 3 grafisch dargestellt.

Wenn sich der Empfänger (Bild 4) im Wartezustand befindet, ist das Flipflop FF1 zurückgesetzt (L-Pegel am Ausgang Q), so daß die Monoflops Mono 1 und Mono 2 sowie die Bausteine Zähler 1 und Zähler 2 gesperrt sind.

Das vom IR-Verstärker kommende und durch C1 und N3 demodulierte Signal gelangt nun zum Gatter N1, das den Synchronisations-Impuls erkennt und das Flipflop FF1 setzt. Damit werden die Monoflops und der Zähler 1 freigegeben. Die ansteigende Flanke des folgenden Bits triggert das Monoflop Mono 1. Sein  $\bar{Q}$ -Ausgang triggert mit der abfallenden Flanke den Bit-Zähler 1, der seinerseits das erste Bit aus dem Daten-Multiplexer an den Vergleich E2 legt. Die ansteigende Flanke des vom Flipflop-Ausgang  $\bar{Q}$  abgegebenen Signals liest über FF2 das empfangene Bit und legt es ebenfalls an den Vergleich E2, der nun — bei Übereinstimmung — am Ausgang ein H-Signal liefert. Stimmt das empfangene Bit mit dem programmierten überein, gibt E2 Mono 3 frei, das über das Verzögerungsglied N2 getriggert wird.

Monoflop Mono 3 triggert mit der abfallenden Flanke seines  $\bar{Q}$ -Ausgangs den Zähler 2, der die 'richtigen' Bits zählt. Stimmen alle 16 Bits mit den programmierten überein, erscheint am Q4-Ausgang des Zählers 2 ein kurzer H-Impuls, und die LED blitzt auf. Stimmen weniger als 16 Bits überein, bleibt Q4 auf L-Potential.

Erwähnt wurde bisher noch nicht, wie Zähler 2 freigegeben wird. Bei jedem Zustandswechsel am Ausgang Q0 (Bit-Zähler 1) wird das Monoflop Mono 2 nachgetriggert. Gatter E1, das als Frequenzverdoppler beschaltet ist, triggert Mono 2 also bei jeder abfallenden und ansteigenden Flanke des Q0-Signals nach und gibt Zähler 2

frei. Ist der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bits zu groß, fehlt das Nachtriggern, und Zähler 2 sowie FF1 (und damit auch Mono 1, Mono 2 und Zähler 1) werden zurückgesetzt und der Wartezustand wiederhergestellt.

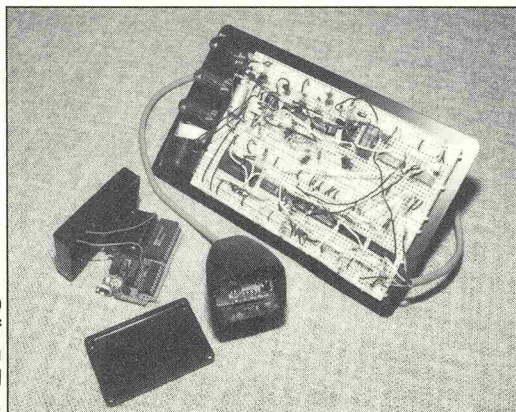
Bleibt noch das Monoflop Mono 4. Es dient zum Zurücksetzen des Empfängers nach dem 16. empfangenen Bit. Gleichzeitig übernimmt es die Funktion einer 'Scanner-Sperre'. Wählt man z.B. eine Sperrzeit von 5 Sekunden, so würde ein potentieller Kode-Knacker  $2^{16} \times 5 \text{ s} = 91 \text{ h}$  beschäftigt sein, um alle Kombinationen durchzuspielen — vorausgesetzt, er weiß, daß alle 5 s ein Wort empfangen werden kann. Denn es könnten ja auch 100 s sein (von  $C_x$  abhängig)!

Bei einem denkbaren Übertragungsfehler auf der IR-Strecke (z.B. an den Grenzen des Übertragungsbereichs) müßte man dann allerdings selbst 100 s warten, bis wieder ein Wort akzeptiert wird. Der Wert von  $C_x$  wird also einen Kompromiß aus Bedienerfreundlichkeit und Sicherheit darstellen, je nach individuellem Anspruch.

Die wichtigsten Signalverläufe des Empfängers sind in Bild 5 wiedergegeben.

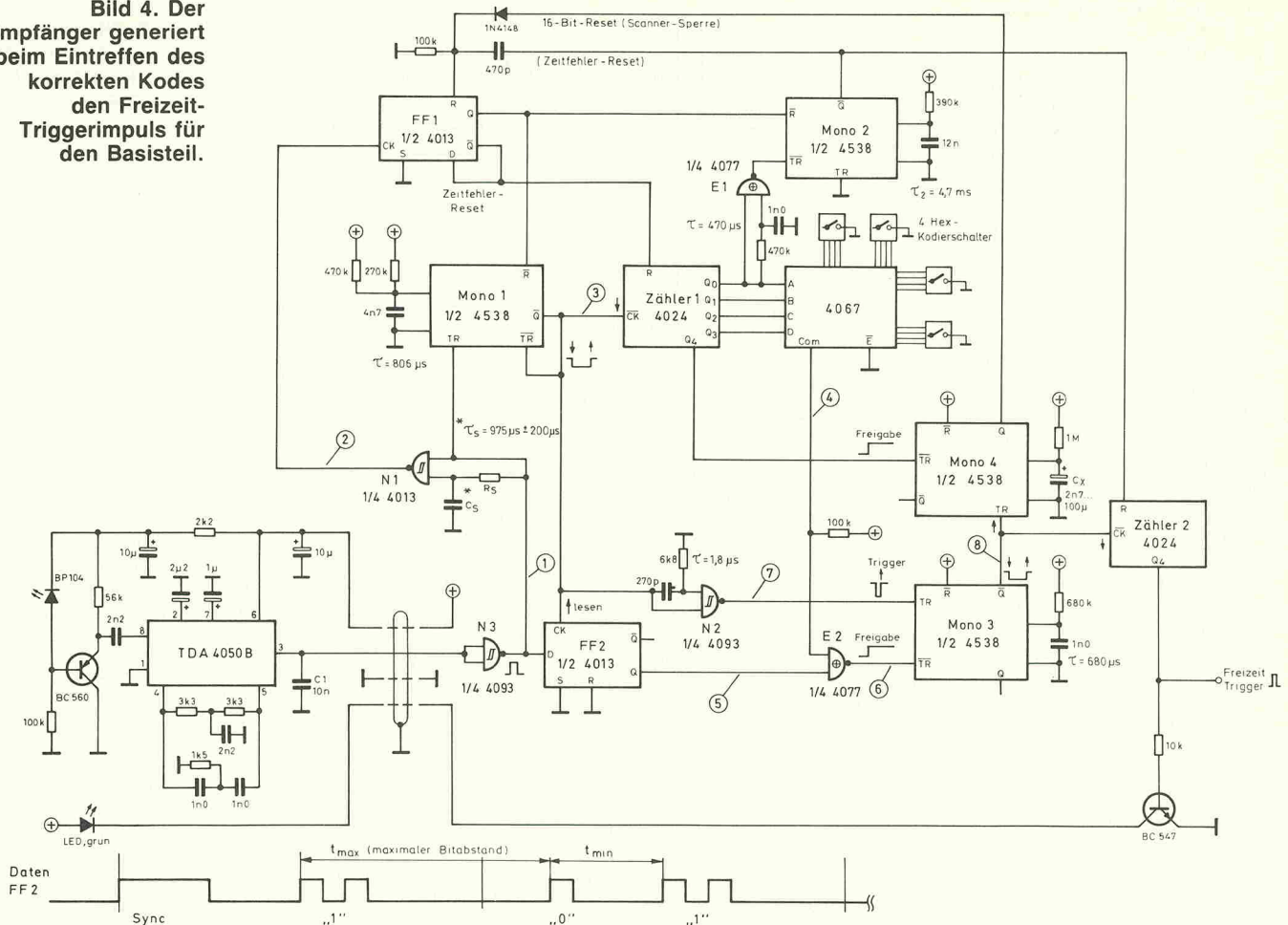
Von untergeordneter Bedeutung ist beim Normalbetrieb die Tatsache, daß Flipflop FF1 als Frequenzteiler beschaltet ist ( $\bar{Q}$  mit D verbunden!). Ein einfaches RS-Flipflop könnte ebenfalls seine Funktion übernehmen. So aber führen zu lange Impulse oder aber Impulsgruppen mit zu geringen Pausen — erkannt durch N1 — zu einem Zustandswechsel des

**Der Prototyp  
wurde auf  
einem  
Testboard  
aufgebaut.**





**Bild 4. Der Empfänger generiert beim Eintreffen des korrekten Codes den Freizeit-Triggerimpuls für den Basisteil.**



Flipflops. Der erste Wechsel gibt den Empfänger frei, ein zweiter setzt — falls er vor dem 16. Bit kommt — den Empfänger vorzeitig zurück.

FF1 und Mono 2 kontrollieren also das Timing des empfangenen Wortes. Somit führen stochastische Signale bei einem Knack-Versuch kaum zum Ziel.

Angenommen, ein Hacker mit

viel Zeit probierte Möglichkeit für Möglichkeit durch. Da die LED nur für eine Zeitdauer von etwa 1 ms bestätigt, daß das empfangene Wort stimmt und einen Freizeit-Triggerimpuls auslöst, braucht er zudem auch noch gute und ausdauernde Augen. Trotzdem — unmöglich ist es nicht.

Abhilfe könnte eine Alarmauslösung schaffen, die aktiv wird,

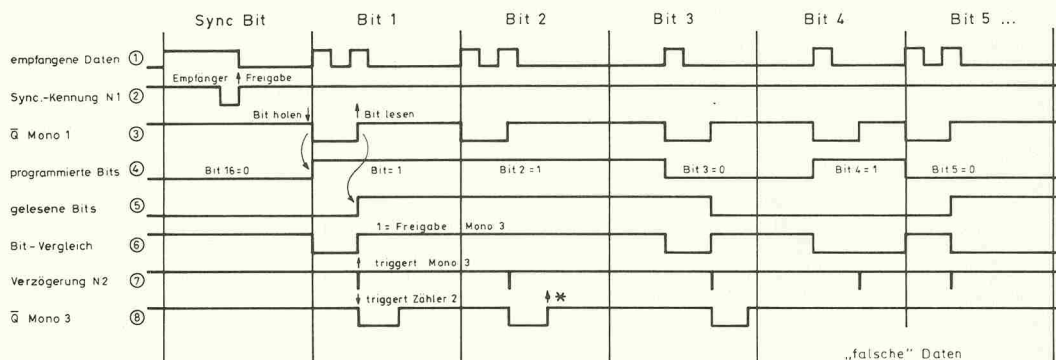
sobald beispielsweise acht oder mehr Bits eines Wortes richtig sind. Da er — der Hacker bzw.

**Die Wahl des Codes will gut überlegt sein.**

Knacker — sich dem richtigen Wort schrittweise nähern wird,

wird er in diesem Fall unweigerlich irgendwann einen Alarm auslösen, von der unwahrscheinlichen Möglichkeit einmal abgesehen, sofort einen Volltreffer zu landen.

Doch diese Idee hat folgende Nachteile: Zwei gesendete Worte — zunächst alles 'Nullen', dann alles 'Einsen' — geben über den Code schon eine



\* leitet beim 16. Bit den "16-Bit-Reset" ein, sonst ohne Bedeutung

**Bild 5. Die wichtigsten Signalverläufe des Empfängers.**



Menge Aufschluß. Denn mindestens einmal wird ein Alarm ausgelöst, aus dem dann folgt, daß (je nachdem, ob Nullen oder Einsen gesendet wurden) acht oder mehr Nullen bzw. Einsen im richtigen Wort enthalten sind. Ertönt zweimal Alarm, sind es sogar genau acht Nullen und acht Einsen. Das heißt dann: Es bleiben von den  $2^{16} = 65\,536$  Möglichkeiten nur noch  $\binom{16}{8} = 12\,870$  verschiedene mögliche Kombinationen übrig. Lassen wir also alle Kombinationen mit genau acht Nullen einfach nicht zu. Ferner scheiden die beiden Möglichkeiten 'Alles 1' bzw. 'Alles 0' aus naheliegenden Gründen aus. Dann verbleiben zur freien Programmierung immerhin noch

$$2^{16} - \binom{16}{8} - 2 = 52\,664$$

verschiedene Kombinationen. Jetzt kann also nur noch genau einmal ein Alarm ausgelöst werden, was bedeutet, daß im Kode mindestens neun Einsen bzw. Nullen enthalten sind. Von den 52664 Kombinationen bleiben jetzt noch

$$\sum_{i=9}^{15} \binom{16}{i} = 26\,332$$

Möglichkeiten übrig. Diese Einschränkungen stellen also keine besondere Gefahr dar. Der Haken liegt woanders.

Leider wäre es möglich, mit geringstem Aufwand einen Alarm auszulösen; Ultraschall-Geplagte können ein Lied davon singen (ein kräftiger Schlag auf die Scheibe genügt). Und wenn das dreimal pro Nacht passiert, wird man völlig entnervt die Alarmanlage abklemmen (so geschehen: Radio weg).

Eine Lösungsmöglichkeit: Nur einmal einen Alarm durch ein falsches Wort zulassen — und gleichzeitig den Empfänger bis in alle Ewigkeit sperren. Um selbst noch entschern zu können, wird der Empfänger erst bei einer regulären Alarmauslösung (Spannungs-Massealarm usw.) wieder freigegeben und dann schnellstens — die Nachbarn danken — mit dem richtigen Kode zurückgesetzt. Kommt also nach einem offensichtlichen '≥8-Alarm' ein zweiter Alarm, kann man sicher sein, daß...

Da man aber auch bei dieser Variante immerhin einmal pro Nacht gestört werden kann, wurde auf diese Möglichkeit verzichtet — wie die Praxis beweist, sind die  $2^{16}$  Möglichkeiten in Verbindung mit der 'Scanner-Sperre' letztendlich vertrauenswürdig.

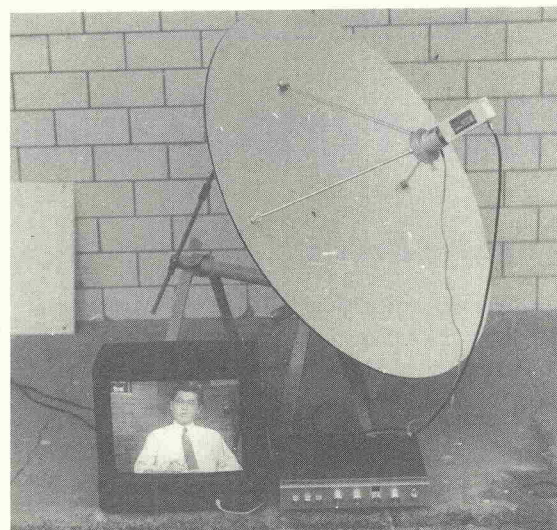
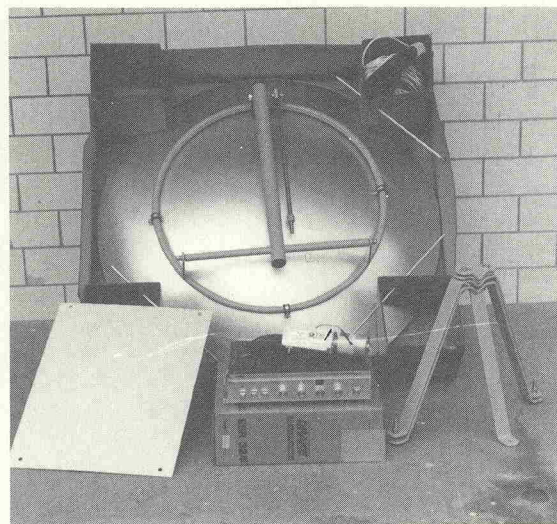
Für andere Schaltungsteile der Alarmanlage sind aber Modifikationen denkbar: Wie in der Empfänger-Schaltung (Bild 4) zu erkennen ist, wurde der TDA 4050 am Eingang breitbandig beschaltet. Das hat folgenden Grund: Wird eine schmalbandige LC-Eingangsselektion verwendet, kann das kodierte Signal wegen der langen Ein- und Ausschwingzeiten unter Umständen nicht exakt gelesen werden. Der IR-Sender strahlt — bis auf das Synchronisations-Bit — Päckchen mit nur 16 Perioden der 50-kHz-Trägerfrequenz ab. Das kommt den Senderbatterien zugute, führt aber bei einem größerem Abstand zwischen Sender und Empfänger zu Lesefehlern.

Will man trotzdem nicht auf die Vorteile eines Schwingkreises verzichten, müßte im Sender die Beschaltung des Zählers geändert werden, so daß nicht 16, sondern 32 Perioden gesendet werden. Dazu müßte jeder Ausgang einfach um eins nach oben verschoben werden (aus Q4 wird Q5, aus Q5 wird Q6, ...). Der Empfänger müßte dann an die neue Wortlänge angepaßt werden.

Ferner könnte der RC-Oszillator 7555 des IR-Senders durch einen schaltbaren Quarzoszillator ersetzt werden. Als Quarz käme ohne Änderung des Empfängers der relativ schwer erhältliche 100-kHz-Typ in Frage. Die Modulationsfrequenz von 50 kHz stünde dann am Ausgang Q0 zur Verfügung. Alle anderen Ausgänge würden sich um eins verschieben, um wieder auf 16 Perioden zu kommen. Ein weiteres Verschieben erzeugte 32 Perioden pro Schwingungspaket, gleichzeitig wären die Zählerausgänge dann völlig ausgelastet (Q13 belegt). Das Timing des Empfängers müßte ebenfalls noch angepaßt werden.

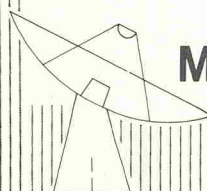
Alternativ kann auch ein Uhrenquarz verwendet werden. □

## Spitzenprodukte der Mikrowellentechnik



So einfach ist "Sat - Sehen"

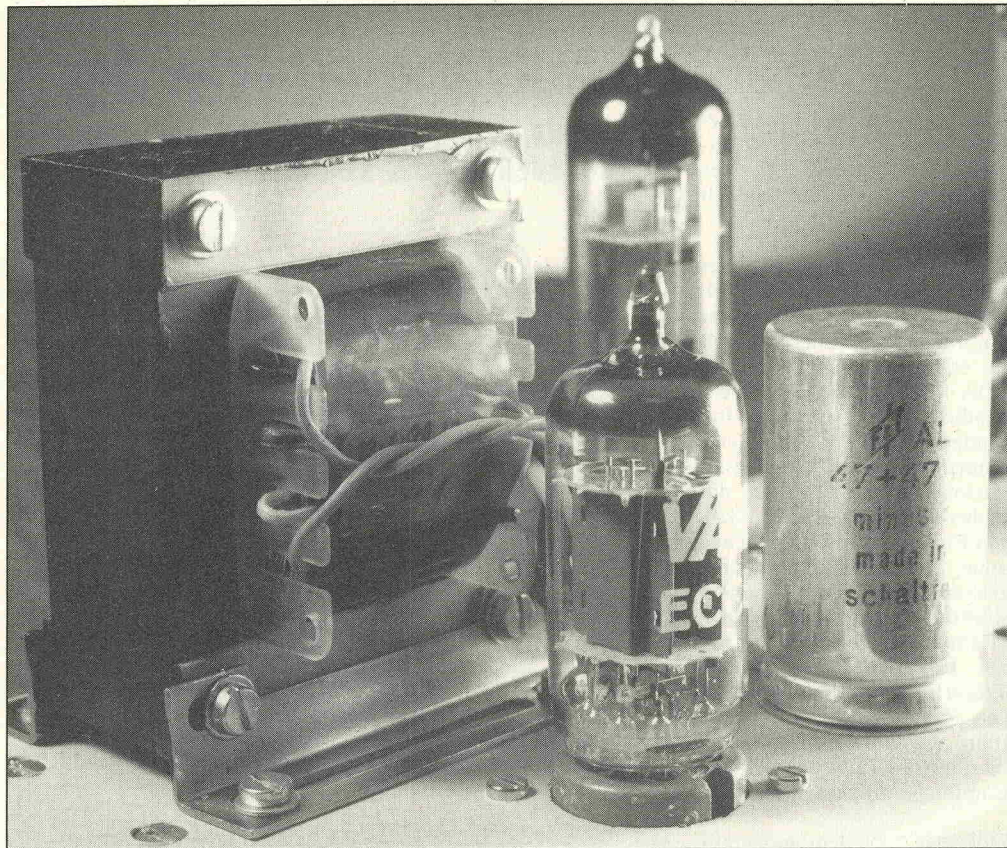
Einfach Liste 1/89 anfordern, Anruf genügt.



Micro Wave Components GmbH

Brunnenstr. 33  
5305 Alfter-Oedekoven  
Tel.: 0228/645061  
Tx.: 889688 mwcbn d





(Rö1) in der üblichen Standardschaltung. Der Gitterwiderstand R6 hat einen etwas kleineren Wert als üblicherweise an dieser Stelle eingesetzt, um die störende Rauschspannung nicht unnötig groß werden zu lassen.

Zwischen der ersten und der zweiten Stufe liegt ein Klangreglernetzwerk. Mit P1 können die hohen, mit P2 die tiefen Tonanteile verändert werden. Mit den Bauteilwerten der Klangregelstufe sollte man experimentieren, um den Sound den eigenen Vorstellungen entsprechen zu lassen. Die zweite Hälfte von Rö1 dient zur Entkopplung und weiteren Verstärkung. Dieses System kann bereits übersteuert werden. Es ist bewußt auf einen Lautstärkeregler am Eingang verzichtet worden, da jede Elektrogitarre einen Lautstärkeregler eingebaut hat. Nicht verzichtet wurde jedoch auf den vor der Endröhre Rö2 angeordneten Master-Lautstärkeregler (Master-Volume). Mit seiner Hilfe können die üblichen Distortion-Sounds auch bei kleiner Lautstärke eingestellt werden. Die Endröhrenschaltung ist spartanisch ausgelegt. Die Endpentode EL84 wird in typischer Klasse A-Schaltung betrieben. Der Widerstand R2 und der Kondensator C2 beruhigen die Vorspannung für das Schirmgitter, um Netzbrummen zu verhindern. Hinter dem Ausgangstransformator kann die Tonleistung einem Lautsprecher zugeführt werden. Die gesamte Schaltung enthält bewußt keine Gegenkopplung. Sämtliche

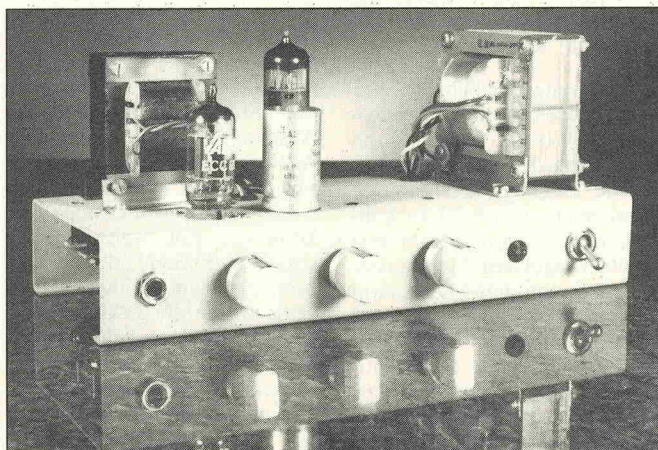
# Übungs-Röhre

**Franz-Peter Zantis**

Im Gegensatz zur HiFi-Technik werden zur Verstärkung von Instrumenten wie Gitarren, Bässen und Keyboards gerne Röhrenverstärker eingesetzt. Dabei kommt es auch überhaupt nicht auf die Einhaltung der DIN 45500 an; im Gegenteil: der Verstärker ist für die Elektrogitarre etwa das, was bei der akustischen Gitarre der notwendige, großvolumige Resonanzraum (Korpus) darstellt. Er prägt entscheidend den Sound der Gitarre mit.

Die für Proben und Auftritte benötigte hohe Ausgangsleistung läßt insbesondere den Röhrenverstärker zum großvolumigen, zentnerschweren Gerät werden, das man umständehalber im Proberaum stehen läßt. Zum Üben zu Hause reicht jedoch ein kleiner Verstärker mit wenigen Watt elektrischer Ausgangsleistung. Der hier beschriebene Bauvorschlag für einen kleinen Gitarren-Übungsverstärker ist speziell als Übungsverstärker entwickelt worden. Er bietet genügend Leistung zum Üben im stillen Kämmerlein und liefert obendrein den typischen volumigen Röhrensound. Es lassen sich vom klaren, obertonarmen Cleansound bis zum verzerrten Overdrive-Sound alle Varianten einstellen bzw. durch Übersteuern der Vorstufen realisieren. Ein Blick auf das Schaltbild in Bild 2 läßt erkennen,

daß nicht viel Aufwand getrieben werden muß, um den Röhrenverstärker aufzubauen. Die Schaltung ist einfach und übersichtlich. Die Eingangsstufe bildet eine Hälfte einer ECC83



**Bild 1: So klein ist das Röhrenverstärker-Chassis**



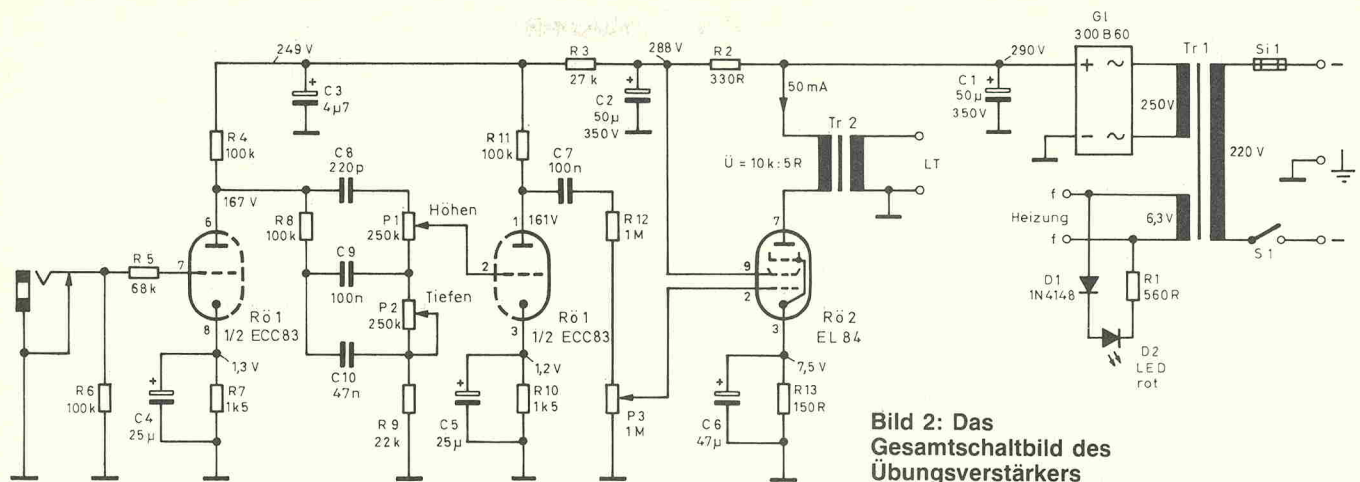


Bild 2: Das Gesamtschaltbild des Übungsverstärkers

Nichtlinearitäten können sich so voll auswirken und bestimmen die Klangfarbe mit. Die Stromversorgung erfolgt mit Hilfe des Netztransformators Tr1, der eine Sekundärspannung von etwa 250 V bei einem Strom von 60 mA abgeben sollte. Sie wird in dem Gleichrichter G1 gleichgerichtet (im Mustergerät wurde ein alter Selen-gleichrichter 250 B B 60 eingesetzt) und anschließend mit dem Kondensator C1 geglättet. Eine weitere Wicklung des Transformators dient zur Heizung und als Energieversorgung für die Leuchtdiode D2.

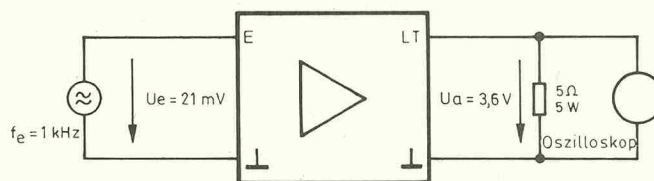


Bild 3: Der Meßaufbau für die Leistungsmessung im nicht übersteuerten Fall

In Bild 3 ist der Meßaufbau zu sehen, mit dem die Ausgangsleistung des Mustergerätes bestimmt wurde. Bild 4 zeigt das zugehörige Oszilloskopbild. Es sind noch keine wesentlichen Verzerrungen zu erkennen. Die Ausgangsleistung beträgt dabei

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(3,6)^2}{5} = 2,6 \text{ W}$$

In der Regel werden Gitarrenverstärker jedoch übersteuert. Der Übergang zwischen unverzerrtem und verzerrtem Betrieb zieht sich beim Röhrenverstärker kontinuierlich über einen weiten Bereich — hieraus erklärt sich die große Dynamik von röhrenbestückten Instrumentenverstärkern. Dabei ist die Ausgangsleistung jedoch zwangsläufig höher als die in Bild 3 gemessene Sinusleistung.

Bild 5 zeigt deshalb den über-

steuerten Betrieb. Hierbei ergibt sich eine Ausgangsleistung von etwa

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(5)^2}{5} = 5 \text{ W}$$

Dieser Wert stimmt, wegen der 'verbeulten' Spannungsform nicht exakt. Zur exakten Bestimmung der Ausgangsleistung bei Übersteuerung müßte der echte Effektivwert der Ausgangsspannung gemessen werden. Im Oszilloskopbild ist die Verzerrung des Ausgangssignals deutlich sichtbar.

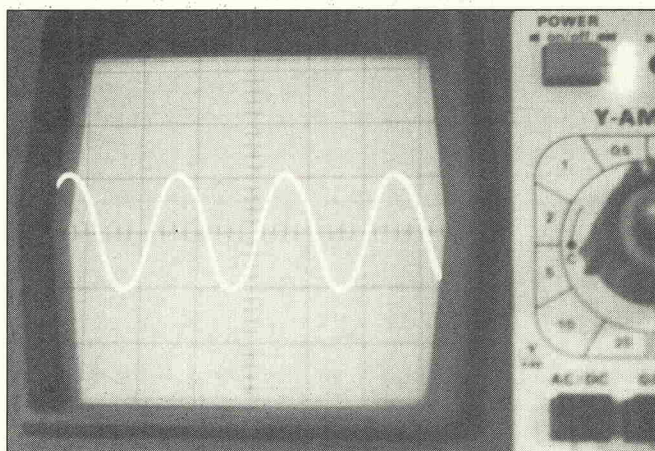


Bild 4: Das Ausgangssignal zu Bild 3

Im Bild 6 ist das Übertragungsverhalten des Mustergerätes, abhängig von der Stellung der Klangregler, dargestellt. Durch Variation der frequenzbestimmenden Bauteile (C8, C9, C10, R8, R9) kann jedes beliebige andere Verhalten eingestellt werden.

Der Aufbau des Mustergerätes erfolgte mit Hilfe eines extra angefertigten Chassis. In Bild 7 ist der zugehörige Biegeplan, in Bild 9 der Bestückungsplan des Chassis dargestellt. Für Bauteile, die in ihren Abmessungen stark streuen, sind keine Boh-

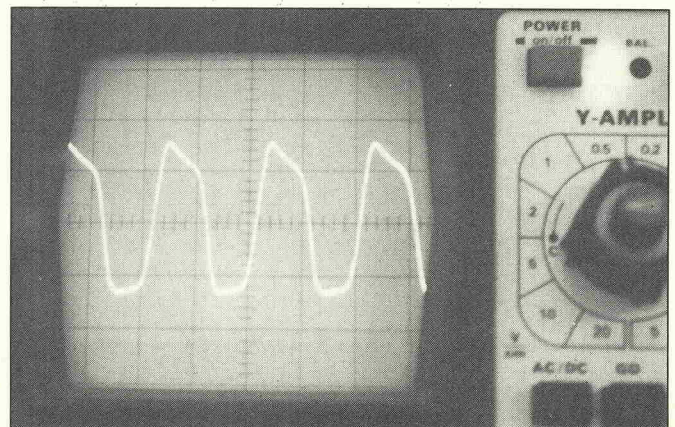
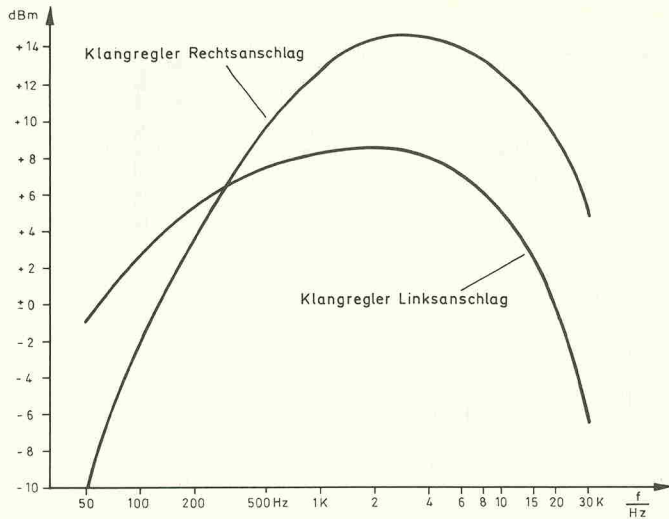


Bild 5: Das Ausgangssignal im übersteuerten Zustand



## Gitarren-Übungsverstärker mit Röhren



**Bild 6: Die Kurven zeigen das Übertragungsverhalten des Gitarrenverstärkers**

### Stückliste

#### Widerstände

R1	560R
R2	330R
R3	27k
R4,6,	
8,11	100k
R5	68k
R7,10	1k5
R9	22k
R12	1M
R13	150R

#### Potentiometer

P1,2	250k
P3	1M

#### Kondensatoren

C1,2	50µF/350V
C3	4µ7/350V
C4,5	25µ/35V
C6	47µ/35V
C7	100n/400V
C8	220p/400V
C9	100n/400V
C10	47n/400V

#### Verschiedenes

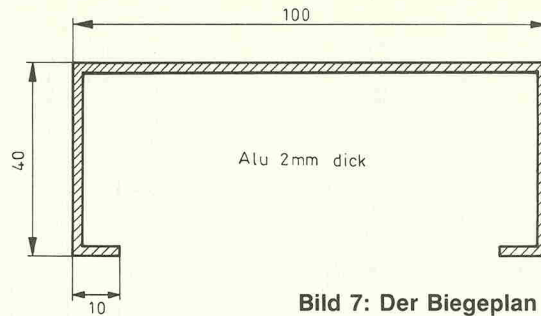
Rö1	ECC 83
Rö2	EL 84
Gl	300V/60mA
D1	1N4148
D2	LED rot

Ausgangstrafo 10k:5R bei 50mA  
Netztrafo 220V/250V-50mA  
6,3V-1,2A

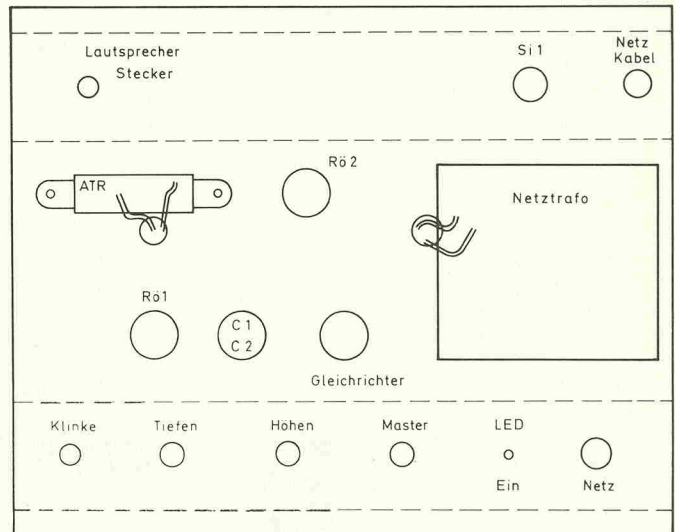
Klinkenbuchsen, Alu-Chassis,  
Röhrenfassungen,  
Knöpfe, Netzsicherung 0,6 AT,  
Lötleisten.

rungen angegeben. Sie müssen entsprechend ergänzt werden. Die vorgeschlagene Anordnung der Bauteile garantiert ein hohes Maß an Brummfreiheit. Der Netztrafo und seine wechselstromführenden Zuleitungen liegen weit entfernt vom Eingangskreis. Der Ausgangsüber-

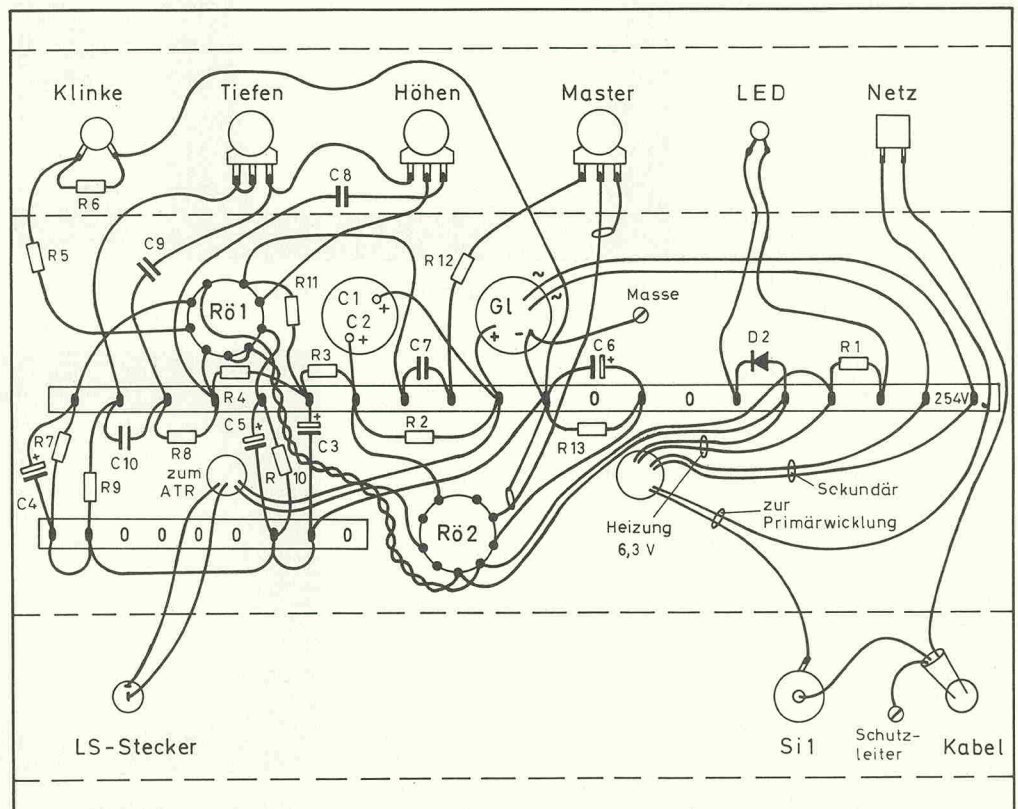
**Bild 9: Die Verdrahtung ist wie in alten Zeiten auf Lötleisten aufgebaut**



**Bild 7: Der Biegeplan des Chassis**



**Bild 8: Der Bohrplan des Chassis**





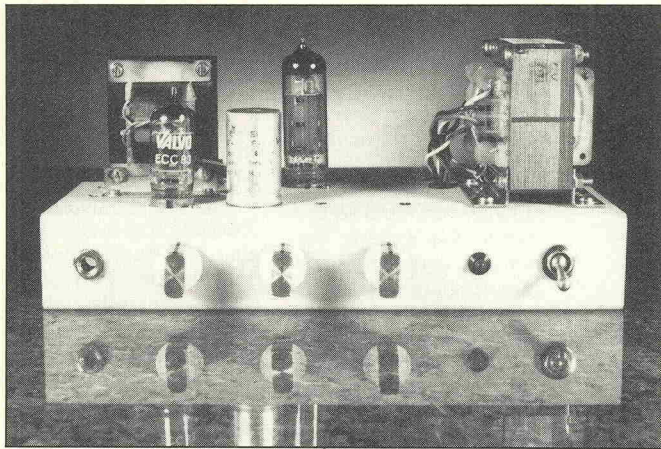


Bild 10: Frontansicht des fertigen Chassis

trager steht im Winkel von 90° zum Netztransformator, damit induktive Kopplungen weitgehend vermieden werden. Die Eingangsröhre RÖ1 liegt nahe am Eingang, um die Gitterzuleitungen entsprechend kurz halten zu können. Für C1 und C2 wurde ein (gemeinsamer) Becherelko eingesetzt.

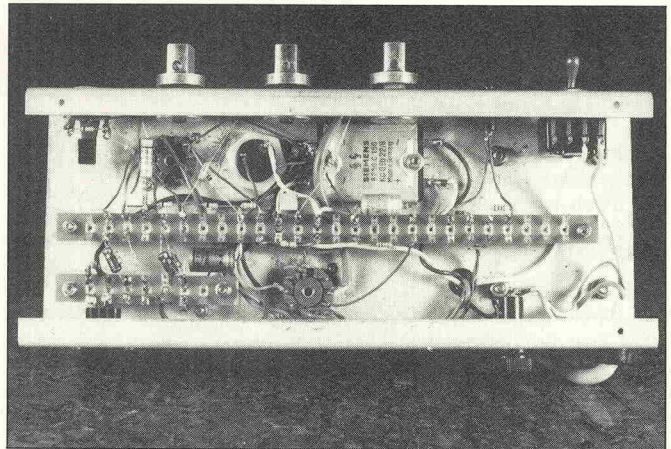
Das Bild 9 zeigt die Verdrahtungsseite. Eine Lötleiste dient als Stützpunkt für Bauteile. Die Widerstände und Kondensatoren der Klangregelstufe sind frei an den Potis verdrahtet. Die Heizzuleitungen liegen verdrillt, um Brummstreuungen weitgehend zu unterbinden. Wichtig ist, auf die richtige An-

schlußfolge der gepolten Bauteile zu achten. Hochvoltelkos können bei falscher Polung explodieren. Die Anordnung der Bauteile auf dem Chassis ist in den Bildern zu erkennen. Alle Bauteile des Musteraufbaus sind alten, ausgedienten Röhrenempfängern entnom-


men worden (Flohmarkt). Bei der Verdrahtung dürfen in der Masseleitung keine Schleifen gelegt werden. Am besten wird die Masse nur einmal unmittelbar am Gleichrichter mit dem Chassis verbunden.

Ist der Verstärker fertiggestellt, sollte er sofort auf Anhub arbeiten. Irgendwelche Abgleichmaßnahmen sind nicht erforderlich.

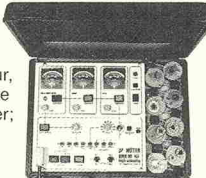
Bild 11: Die fertige Verdrahtung des Mustergeräts




ANZEIGEN



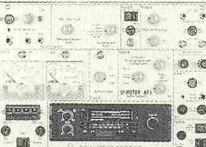
**CSG 4, Color-Testbild-Sender** mit Kreis, VHF, UHF, S-Kanäle, Video-Ausgang; DM 951,00;



**Neu: BMR 90 HiEc Bildröhren-Meß-Regenerator** jetzt mit G1-G2-Schlußreparatur, regeneriert verbrauchte Bildröhren noch besser; 131 Adapter, 10 Heizspannungen; 3 BMR-Typen ab DM 675,00;



**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: AT 1, Audio-Tester** mit Wattmeter, 100 W-Lasten, Tonband-Kopf- 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;

## 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 µF 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 100WPPP-Endstufe.

In Vorbereitung: **36-poliger Stufenschalter als Lautstärkesteller bestückt mit Tantal-Nickel-Chrom-Chips, absolut kurzschließend!**

8510 Fürth  
Waldstraße 10  
Telefon 09 11/705395

**SCHERM**  
electronic

Neu: Ladengeschäft  
8510 Fürth  
Glückstraße 12  
Telefon 09 11/709702

## SONDERLISTE E 89: HITACHI MOSFET-SK 134/35 o. SJ 49/50 je 11,50 DM

Sanyo STK 084 G	30,00 DM	Ringkerntrafo 300 VA 2 x 44 V	65,00 DM	IC UAA 1003/1	2,50 DM
STK 459	25,00 DM	dito 225 VA 2 x 27 V	61,00 DM	SL 31281	2,50 DM
Elkos-Becher 10000 µF 70/80 V	17,00 DM	dito 500 VA 2 x 47 V	90,00 DM	HA 1137 W	1,35 DM
10000 µF 80/90 V	18,50 DM	dito 625 VA 2 x 56 V	108,00 DM	HA 1457 W	1,70 DM
12500 µF 70/80 V	18,00 DM	dito 160 VA 2 x 30 V	52,00 DM	HA 11226	1,90 DM
12500 µF 80/90 V	18,50 DM	Min. Kippschalter 1x Um, 2x Um	1,00 DM	CA 758 E RCA	1,80 DM
Gehäuse 19" 1 HE	44,00 DM	Gleichrichter B 200 C 25 A	5,95 DM	TBA 440 C	1,95 DM
2 HE	54,00 DM	B 40 C 25 A	3,95 DM	LA 3301	1,50 DM
3 HE	65,00 DM	B 80 C 25 A I. Beine	2,20 DM	SN 74154 N	1,10 DM
Polklemmen 16 A Rot + SW	1,00 DM	B 80 C 3200	2,00 DM	CD 4040 AE	0,80 DM
Netzschalter 2x10 A		B 80 C 5000	2,50 DM	3850 PC	2,70 DM
mit Beleuchtung Marqu.	4,10 DM	Halbleiter TL 072	0,49 DM	TCA 740	1,00 DM
Tastenschalter 3-fach	1,50 DM	TL 062	0,49 DM	MK 4027 P-3 Most.	2,40 DM
		TL 074	0,80 DM	CA 3089 E RCA	1,70 DM
		MC 1458 Dip	0,45 DM		

**ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER • VILLENSTR. 10**  
6730 NEUSTADT/WSTR. • TEL. 063 21/3 36 94 • FAX 063 21/3 49 18

**SONDERLISTE E 89 ANFORDERN!**





## J. C. J. van de Ven Leistungshalbleiter-Handbuch

Hannover 1988  
Verlag Heinz Heise  
182 Seiten  
DM 38,80  
ISBN 3-922705-46-4

Nach dem Transistor-Handbuch (siehe elrad 1/89) liegt nunmehr der zweite Band vor, der sich thematisch mit Leistungshalbleitern befaßt.

Unter diesen Begriff fallen Dioden für Gleichrichter-Anwendungen, Brückengleichrichter, Thyristoren, Triacs, Leistungstransistoren und Leistungs-FETs.

Ähnlich wie im Transistor-Handbuch sind diese Bauteil-Tabellen nicht nur alphabetisch sortiert, sondern nach bestimmten Suchkriterien zusammengestellt. Neben der maximalen Spannungs- und Strombelastbarkeit der einzelnen Bauelemente wurde für Thyristoren und Triacs auch das Suchkriterium 'Gatestrom' berücksichtigt. Den Abschluß des Buches bildet eine umfangreiche Gehäuse-Übersicht mit den Anschlußbelegungen aller erfaßten Leistungshalbleiter.

Als ideale Ergänzung zum Transistor-Hand-

buch kann dieses Buch Elektronik-Praktikern bei Entwicklungs- und Reparaturarbeiten wertvolle Hilfe leisten. cb

## Rudolf Mäusl Digitale Modulationsverfahren

Heidelberg 1988  
Hüthig-Verlag  
265 Seiten  
DM 68,—  
ISBN 3-7785-1581-0

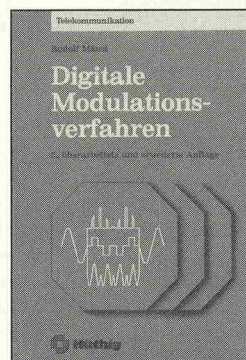
Bei der Signalübertragung und -verarbeitung setzen sich zunehmend digitale Verfahren durch, auch in den Bereichen Modulation bzw. Demodulation. Neben der Signalabtastung umfaßt der Begriff Modulation im digitalen Bereich auch die Kodierung der modulierten Impulsfolge in ein binäres Signalsignal. Dieses ist ge-

genüber einem analogen Signal wesentlich weniger stör anfällig. Falls solche Störungen auftauchen, läßt sich das Original-Digitalsignal im Verlauf des Übertragungswegs mit relativ geringem Aufwand regenerieren. Ein weiterer Vorteil der digitalen Signalübertragung liegt in der einfachen technischen Realisierung digitaler Schaltungen. Abgleich- und Einstellvorgänge,

die bei analogen Verfahren grundsätzlich erforderlich sind, entfallen.

Das vorliegende Buch behandelt ausführlich die digitalen Modulationsverfahren. Die Stichworte lauten hier Pulsamplitudenmodulation, Pulsfrequenz-, Pulsphasen-, Pulsdauer- und Pulscodemodulation, um nur einige zu nennen. Darüber hinaus setzt sich der Autor mit Multiplexverfahren und Mehrphasenumtastung auseinander, wobei zahlreiche praktische Beispiele berechnet werden, um die im Text gemachten Aussagen in der Praxis anzuwenden.

In erster Linie wendet sich das Buch an Leser mit mathematischen und technischen Vorkenntnissen. Studierenden kann es auch als Begleittext zu entsprechenden



## IC-Express

IC	Funktion	Besondere Eigenschaften	Stromversorgung	Gehäuse
LT1014	4-fach OpAmp	Laststrom: 20 mA Eingangsspannungsdifferenz: $\pm 30$ V	+ 5 V oder $\pm 15$ V	14-Pin-DIL
XR-T 469	Pulsbreitenmodulator für Telecom	Schaltfrequenz: 300 kHz Referenzspannung: 2,7 V Regelgenauigkeit: 3 mV für die Netzregelung, 41 mV für die Lastregelung		16-Pin-DIL
HMD-11685-2	GaAs-High-Speed-Komparator	Grenzfrequenz: 2 GHz Für Leistungstreiber, Leitungsempfänger, Impulsverstärker, Pufferverstärker Verzögerungszeit: Typ. 500 ps		16-Pin-Flat-Pack
OPA501-Serie	OpAmp mit hoher Ausgangsleistung	Leerlaufverstärkung: 90 dB min. Eingangsoffsetspannung: 10 mV max. Gleichtaktunterdrückung: 70 dB min. Eingangsstrom: $\pm 35$ nA Transitfrequenz: 1. Kleinsignal: 1 MHz; 2. Full Power: 10 kHz Anstiegsgeschwindigkeit: 1.35 V/ $\mu$ s bei $R_L = 6,5 \Omega$ Ausgangsstrom: 10 A max.	$\pm 40$ V max.	Ähnlich TO-3 mit 8 Anschlüssen
MPY634	Analog-Multiplizierer hoher Bandbreite	Bandbreite: 10 MHz typ. Anstiegszeit: 10 V/ $\mu$ s Rauschen: $0,8 \mu V/\sqrt{Hz}$ Eingangsspannung: $\pm 12$ V Ausgangsspannung: $\pm 11$ V	$\pm 15$ V	14-Pin-DIL, TO-100
PGA102	OpAmp mit digitaler Verstärkungseinstellung	Eingangsoffsetspannung: $\pm 200 \mu V$ Eingangsstrom: $\pm 20$ nA Temperaturdrift: $\pm 20 \mu V/^\circ C$ max. Transitfrequenz: bei voller Ausgangsleistung 160 kHz Anstiegsgeschwindigkeit: 9 V/ $\mu$ s typ. Verstärkung: 1, 10, 100 Verstärkungsänderung: 5 ppm/ $^\circ C$ max.	$\pm 18$ V	16-Pin-DIL
TEMP01	Temperatur-Sensor	Monolithischer Temperatur-Sensor Minimaler externer Bauteileaufwand Enthält Treiber für externen Oszillator	Min. + 1,2 V Typ. + 5 V	8 Pin-DIL



Vorlesungen dienen, und in der Berufspraxis tätige Ingenieure können auf dieses Buch als Nachschlagewerk zurückgreifen. jkb

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 gibt sich dabei in jedem Kapitel als Kenner der Materie zu erkennen.

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 dem weniger publizierten Thema des Entwurfs, des Aufbaus und der Herstellung des SMD-Leiterbildes. Der praktizierende Entwickler wird dabei begrüßen, 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 feinerwerktechnischer Fächer ebenso wie auf dem Labortisch des Technikers und Layouters. hmo

Robert Arthur Penfold

## Praktische Grundsaltungen der Elektronik Teil 2

Stuttgart 1988

Frech-Verlag

88 Seiten

DM 15,—

ISBN 3-7724-5417-8

Wer vermutet, daß es sich bei diesem Buch um eine Ergänzung des bereits im vorletzten Heft besprochenen ersten Bandes handelt, liegt

richtig. Themenschwerpunkt des vorliegenden Buches sind Verstärkerschaltungen, vom Eintransistor-Verstärker über OpAmp-Verstärker und VCAs (spannungsgesteuerte Verstärker) bis hin zu integrierten Leistungsverstärkern.



Aber auch periphere Nf-Grundsaltungen werden vorgestellt, so zum Beispiel aktive Filter,

Bandpässe und Kerbfilter. Klangregler, spannungsgesteuerte Filter und Bandpässe runden das Filter-Kapitel ab.

Den Abschluß bilden einige in dem Kapitel 'Verschiedene Schaltungen' zusammengefaßte Baustufen, mit denen teilweise auch die digitale Schaltungswelt besprochen wird. Als Bindeglied zwischen analoger und digitaler Schaltungstechnik werden hier neben Fensterdiskriminatoren verschiedene Triggerschaltungen vorgestellt, die eine analoge Eingangsgröße in eine digitale Ausgangsgröße umformen.

Die in dem Buch enthaltenen Schaltungen werden ausführlich erklärt, wobei der Leser auch auf mögliche Modifikationen hingewiesen wird.

jkb

### Bemerkungen

### Hersteller/Distributor

Pinkompatibel zu LM324, LM348, OP11

Linear Technology

Für Schaltnetzteile und DC/DC-Wandler

EXAR

Silcom Electronics  
4050 Mönchengladbach

Harris Microwave Semiconductor,  
Milpitas, CA 95035, USA

Burr-Brown  
7024 Filderstadt 1

Burr-Brown  
7024 Filderstadt 1

Data-Aquisition-Verstärker, Verstärker mit automatischer Bereichswahl

Burr-Brown  
7024 Filderstadt 1

Beamlist Ltd.

Littlewood Green, Berks.  
SL6 3QT England

# SMD-

# TELEGRAMM

+ + + Geschirmte Chip-Induktivitäten der Typenreihe CS 2014 gibt es von 1,0...1000  $\mu$ H. Die minimale Güte beträgt 50, die Abmessungen betragen 5x3,6x3,2 mm. ICS Manufacturing Inc., Fountain Valley, CA 92708, USA \* Eine neue Gehäusefamilie für ICs, die bis zu 244 Anschlüsse haben können, trägt die Bezeichnung 'PQFP' (= Plastic Quad Flat Pack). Sie wurde von National Semiconductor entwickelt und ist von EIA/JEDEC als Industriestandard anerkannt worden. National Semiconductor, 8080 Fürstentfeldbruck \* Neu ist ein Standardprogramm von 50 verschiedenen Hf-Dioden (50 MHz...3 GHz) im SOT-23-Gehäuse. Alpha Industries, 8000 München \* Die Güte der Porzellan-High-Q-Chip-Kondensatoren beträgt mehr als 10 000 bei 1 MHz. Tekelec Airtronic, 8000 München \* Für Techniker und Ingenieure in Entwicklungs- und Applikationslabors wurden die MiniLab-Sets entwickelt. Sie enthalten Chip- und Minimelf-Widerstände, Keramik- und Tantalkondensatoren sowie Halbleiter. Roederstein GmbH, 8300 Landshut \* Die Typen AD 7541/7541 A sind multiplizierende 12-bit-D/A-Wandler in CMOS-Technik. Sie sind im 18-poligen SO-Gehäuse lieferbar. Spezial-Electronic, 3062 Bückeburg \* Eine neue Familie von POWERMOS-Transistoren im SOT-223-Gehäuse, das Verlustleistungen bis zu 2 W ohne Kühlkörper verarbeitet, ist von Philips angekündigt worden. Philips Components, Hazel Grove, U.K. \* Die Tantalkondensatoren der Serie 550 gibt es von 0,1  $\mu$ F...150  $\mu$ F. Die Gehäuseform entspricht IEC 286-3. Componenti Elettronici Italia SpA, 04016 Sabaudia (LT), Italien \* IC-Fassungen für Oberflächenmontage sind in DIL-, SIL- und PGA-Konfiguration erhältlich. Advanced Interconnections Corp., West Warwick, RI 02893, USA + + +



# Optoelectronics rely on light- emitting diodes

Electronics  
Review

to rely on ... sich verlassen auf ...  
light-emitting diode Leuchtdiode (emitting ausstrahlend)

## Definition

1. The term „optoelectronics“ is related to devices that are responsive to, or that emit, coherent or noncoherent electromagnetic radiation in the visible, infrared or ultraviolet regions. An important optoelectronic device is the light-emitting diode (LED).

2. A light-emitting diode usually is a gallium-arsenide diode emitting light when supplied with a voltage. These diodes are employed singly as display lamps with a long life, or in groups in alpha-numeric displays where each diode may be turned on individually.

to relate to ... sich beziehen auf ...

responsive to ... ansprechbar auf ... (auch: reagierend auf ..., empfänglich für ...)

to emit ausstrahlen (emission Ausstrahlung)

coherent [kou'hiərənt] kohärent, zusammenhängend

radiation Strahlung

visible sichtbar

region ['ri:dʒən] Bereich (auch: Zone)

usually ['ju:ʒuəli] gewöhnlich

gallium-arsenide Galliumarsenid

when supplied with a voltage bei Anlegen einer Spannung

to be employed singly as display lamps einzeln als Anzeigelampen verwandt werden

long life hohe Lebensdauer

to be turned on individually individuell angesteuert werden

Fig. 1 — Cross-section of a LED as used as light source for optical communications (after Burrus)

Querschnitt einer Leuchtdiode, die als Lichtquelle für optische Nachrichtenübertragungen benutzt wird (nach Burrus)

1 = heat sink Wärmesenke, Kühlkörper

2 = silicon oxide Siliziumoxid

3 = p-type gallium arsenide Gallium-Arsenid vom Typ 'p'

4 = n-type GaAs GaAs vom Typ 'n'

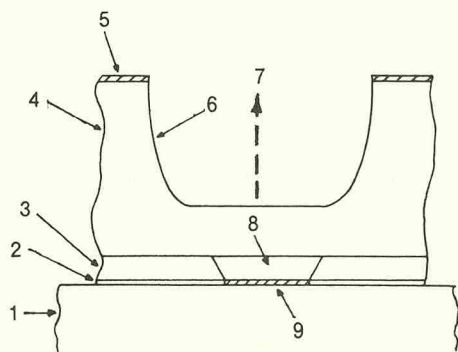
5 = n contact n-Kontakt

6 = etched well eingetätzte Vertiefung

7 = optical radiation optische Strahlung

8 = primary optical emission area primäre Lichtemissionszone

9 = p contact p-Kontakt





# LED ratings

ratings Nenndaten (z. B.: **rated current** (Nennstrom))

Most LEDs are rated in terms of their on-axis intensity at a given drive current. The unit of measure for this parameter is the millicandela (mcd). This number, however, can be misleading when comparing different devices because it is package dependent.

There is a trade-off between on-axis intensity and radiation pattern; LED lamps made using chips that have the same efficiency, can have dramatically different axial intensity ratings depending upon the viewing angle. For a given application, care must be taken to choose a lamp that has both the on-axis intensity and the viewing angle required.

**to be rated in terms of** ... anhand ... bewertet werden

**on-axis intensity** axiale Lichtstärke

**drive current** Treiberstromstärke

**unit of measure** ['meʒə] Maßeinheit

**candela (cd)** internationale Kerze; 0,86 cd = 1 HK (Hefner Kerze)

**misleading** irreführend

**when comparing different devices** wenn man verschiedene Geräte vergleicht / **package dependent** ['pækɪdʒ] gehäuseabhängig

**trade-off** Wechselwirkung

**radiation pattern** Strahlungsabbild

**made using chips** die unter Verwendung von Chips hergestellt sind

**efficiency** [ə'fɪʃənsi] Wirkungsgrad (auch: Wirksamkeit)

**dramatically** verblüffend (auch: dramatisch)

**depending upon the viewing angle** abhängig vom Blickwinkel

**care must be taken to choose** muß darauf geachtet werden, daß ... gewählt wird (**care** auch: Sorgfalt)

**required** erforderlich

## Typical phrases

An interesting difference between AlGaAs and other red LED materials is in performance degradation.

The photometric efficiency of GaAsP diodes decreases slowly as they are operated.

Well made AlGaAs LEDs actually increase in photometric efficiency as they are used.

Good performance requires excellent control of the fabrication process.

Some AlGaAs products on the market have exhibited severe degradation.

The increase in efficiency appears to be related to the movement of zinc in the device during operation.

LEDs grown with magnesium instead of zinc as a p-type dopant do not exhibit this behaviour.

## Typische Formulierungen

Ein interessanter Unterschied zwischen AlGaAs- und anderen roten Leuchtdioden besteht in Leistungsverminderung.

Der fotometrische Wirkungsgrad von GaAsP-Dioden läßt langsam nach, wenn sie in Betrieb sind.

Gut hergestellte AlGaAs-Leuchtdioden steigern bei Benutzung effektiv ihren Wirkungsgrad.

Hohe Leistungen erfordern eine vorzügliche Beherrschung des Fabrikationsprozesses.

Manche auf dem Markt erhältliche AlGaAs-Produkte haben ernstliche Degenerationserscheinungen erkennen lassen.

Die Erhöhung des Wirkungsgrades scheint im Zusammenhang mit der Bewegung von Zink im Gerät während des Betriebes zu stehen.

Leuchtdioden, für die Magnesium anstelle von Zink als p-Dotierung herangezogen wurde, zeigen nicht dieses Verhalten.



# Plus statt mal

In der letzten Folge beschäftigte sich Franz-Peter Zantis mit Potenzen und mit der Umkehrung des Potenzierens, mit dem Radizieren oder Wurzelziehen. Zu den Potenzen gibt es jedoch noch eine zweite Form der Umkehrung: die Logarithmen.

Lange vor der Erfindung des Taschenrechners, nämlich bereits im Mittelalter, haben sich Wissenschaftler und Mathematiker die Köpfe darüber zerbrochen, wie das Rechnen mit Zahlen, vor allem das Multiplizieren und das Dividieren, zu vereinfachen wäre.

## Logarithmen, Maße, Pegel

Ein wesentlicher Schritt war die Einführung der Logarithmen, die unter anderem von Michael Stifel (1487 — 1567) definiert wurden und mit deren Hilfe sich Multiplikationen und Divisionen reeller Zahlen auf Additionen und Subtraktionen zurückführen lassen. Das Potenzieren und Radizieren vereinfacht sich zu Multiplizieren und Dividieren. Übrigens: Auch das Funktionsprinzip des mittlerweile ausgedienten Rechenstabes beruht auf den Logarithmengesetzen.

$$\text{Allgemein gilt: } x = \log_z y$$

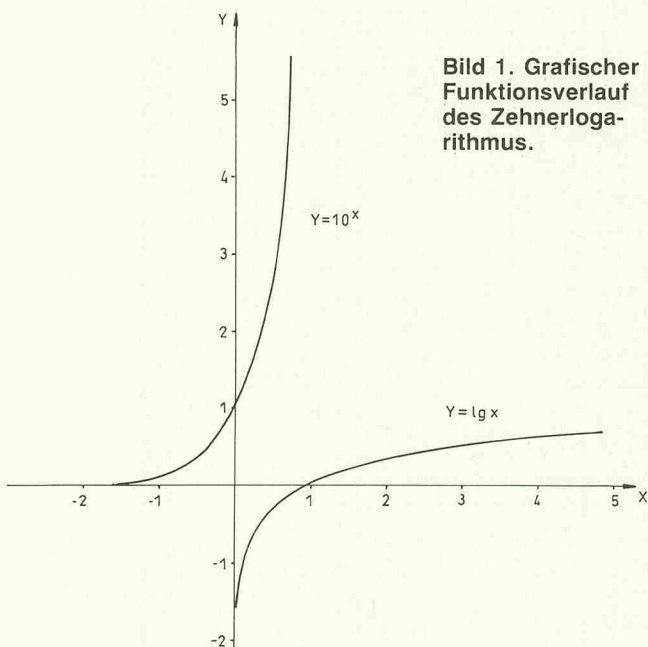
Das heißt:  $x$  ist der Logarithmus vom Numerus  $y$  zur Basis  $z$ . Daraus ergibt sich die Umrechnung:

$$y = z^x \quad \text{sowie} \quad z = \sqrt[x]{y}$$

Die Rechenregeln sind:

$$\begin{aligned} \log(x \cdot y) &= \log x + \log y \\ \log \frac{x}{y} &= \log x - \log y \\ \log x^y &= y \log x \\ \log \sqrt[y]{x} &= \frac{1}{y} \log x \end{aligned}$$

Diese Rechenregeln gelten für  $z > 1$ ,  $x > 0$  und  $y > 0$ . Deutlich ist die Rückführung auf die jeweils einfacheren Rechenarten zu erkennen. Die Logarithmenwerte wurden früher aus Zahlentafeln entnommen. Der Vorteil der einfacheren Rechnung spielt auch noch



heute, im Zeitalter des Taschenrechners, eine wichtige Rolle, wenn es auf eine übersichtliche Darstellung bestimmter Zusammenhänge ankommt.

In der Technik wird vorzugsweise mit zwei Basiswerten gerechnet. Zum einen mit der Basis  $z = e = 2.718 \dots$  (natürlicher Logarithmus), zum anderen mit der Basis 10 (dekadischer oder briggscher oder Zehner-Logarithmus). Beide Logarithmen sind auf technisch-wissenschaftlichen Taschenrechnern vorhanden.

Logarithmen mit der Basis  $e$  werden statt mit  $\log$  mit dem Kürzel  $\ln$  notiert. Für den Zehnerlogarithmus schreibt man  $\lg$ . In Bild 1 sind die grundsätzlichen Verläufe der Funktionen des Zehnerlogarithmus  $y = 10^x$  bzw.  $y = \lg x$  im kartesischen Koordinatensystem dargestellt.

Ein wichtiges Beispiel für den Einsatz der Logarithmen in der Technik sind Maß- und Pegelangaben. Die Anwendung in der Nachrichten- und Tontechnik bietet sich hier besonders an, da oft Verhältnisse gleicher physikalischer Größen wie z.B. Dämpfungs- oder Übertragungsfaktor gebildet werden, deren Werte sehr groß ( $> 10^3$ ) oder sehr klein ( $< 10^{-3}$ ) sein können. Die Verhältnisse werden damit unhandlich, und es empfiehlt sich, sowohl in Rechnungen als auch in zeichnerischen Darstellungen die entsprechenden Logarithmen zu verwenden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß zum Beispiel Verstärkungen oder Dämpfungen von Übertragungsstrecken lediglich aufsummiert werden müssen, um die Strecke in dieser Hinsicht beurteilen zu können. Am verbreitetsten ist hier der Zehnerlogarithmus mit der Pseudoeinheit Bel (B), deren zehnter Teil, das Dezibel (dB), fast ausschließlich benutzt wird. Das Bel wird verabredungsgemäß zur Kennzeichnung von logarithmierten Verhältnissen verwendet, z.B. beim Dämpfungsmaß:

$$a = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

$$\begin{aligned} a &= \text{Dämpfungsmaß in dB} \\ P_1 &= \text{Eingangsleistung} \\ P_2 &= \text{Ausgangsleistung} \end{aligned}$$

*Beispiel: Das Dämpfungsmaß für die Übertragungsstrecke zwischen einem mit 100 kW Leistung strahlenden Langwellensender und einer Empfangsantenne, die 1 pW Leistung des Senders empfängt beträgt somit:*

$$\begin{aligned} a &= 10 \lg \frac{1 \cdot 10^5 \text{ W}}{1 \cdot 10^{-12} \text{ W}} \\ a &= 10 \lg 10^{17} = 170 \text{ dB} \end{aligned}$$

Das Dämpfungsmaß läßt sich auch aus den Spannungen berechnen. In diesem Fall lautet die Formel:

$$a = 20 \lg \frac{U_1}{U_2}$$

$$\begin{aligned} a &= \text{Dämpfungsmaß} \\ U_1 &= \text{Eingangsspannung} \\ U_2 &= \text{Ausgangsspannung} \end{aligned}$$

Aus dem gegebenen Dämpfungsmaß erhält man durch Umstellen

$$\begin{aligned} \frac{a}{20} &= \lg \frac{U_1}{U_2} \\ 10^{\frac{a}{20}} &= \frac{U_1}{U_2} = D \end{aligned}$$

den Dämpfungsfaktor  $D$ , bzw. die Eingangsspannung

$$U_1 = U_2 \cdot 10^{\frac{a}{20}}$$

oder die Ausgangsspannung

$$U_2 = \frac{U_1}{10^{\frac{a}{20}}}$$

Ein negatives Dämpfungsmaß ist kennzeichnend für eine Signalverstärkung. In diesem Fall ist  $U_1 < U_2$  bzw.  $P_1 < P_2$ . In Bild 2 sind einige ausgewählte Größen und Größenverhältnisse und ihre zugehörigen Maße angegeben.

Wird der Kehrwert des Dämpfungsfaktors gebildet

$$\frac{1}{D} = \frac{U_2}{U_1} = A$$



U1/U2	0.1	0.5	0.7071	1.12	1.414	2	10
P1/P2	0.01	0.25	0.5	1.26	2	4	100
a/dB	-20	-6	-3	1	3	6	20
D	0.1	0.5	0.7071	1.12	1.414	2	10
A	10	2	1.414	0.89	0.7071	0.5	0.1
p/ $\mu$ bar	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1.4 \cdot 10^{-4}$	$2.2 \cdot 10^{-4}$	$2.8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$

Bild 2: Einige ausgewählte Größen und Größenverhältnisse und ihre zugehörigen Maße bzw. Pegel.

und eingesetzt, erhält man:

$$a = 20 \lg A = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$$

In diesem Falle ist A der Übertragungsfaktor und a das Übertragungsmaß. Ein negatives Übertragungsmaß ist kennzeichnend für eine Signaldämpfung.

Ein Antennenverstärker, der mit einer Spannungsverstärkung (Übertragungsmaß) von 20 dB angegeben ist, verstärkt also das Eingangssignal um den Faktor

$$A = 10^{\frac{a}{20}} = 10^{\frac{20}{20}} = 10^1 = 10$$

In selteneren Fällen wird der natürliche Logarithmus zur Berechnung des Dämpfungsmaßes herangezogen. Die Angabe erfolgt dann in Neper (Np):

$$a = \ln \frac{U_1}{U_2}$$

a = Dämpfungsmaß in Np  
U1 = Eingangsspannung  
U2 = Ausgangsspannung

Für den Dämpfungsfaktor erhält man dann

$$D = \frac{U_1}{U_2} = e^a$$

Für die Umrechnung von Dezibel (dB) in Neper (Np) gilt:

$$1 \text{ Np} = 8,7 \text{ dB} \text{ oder } 1 \text{ dB} = 0,115 \text{ Np.}$$

Für die Größe den Nenners im Ausdruck D oder A kann eine festgelegte Bezugsgröße eingesetzt werden. Wichtige Bezugsgrößen sind z.B.

$$P_o = 1 \text{ pW und } U_o = 1 \mu\text{V}$$

In dieser Konstellation spricht man vom Pegel. Pegelangaben erfolgen beim Spannungspegel z.B. in dB $\mu$ V und bei Leistungen in dBpW. Die Grundgleichung für die Berechnung von Spannungspegeln lautet

$$L_u = 20 \lg \frac{U}{U_o}$$

$L_u$  = Spannungspegel in dB $\mu$ V

U = Meßspannung

$U_o$  = Bezugsspannung z. B. in  $\mu$ V

Beispiele für den Einsatz von Pegelangaben gibt es auch in der Ton-technik. Beim Schalldruckpegel gilt der Bezugsschalldruck

$$P_o = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$$

Ein mit 90 dB Schalldruck angegebener Lautsprecher liefert somit einen Schalldruck von

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_o}$$

$$P = P_o \cdot 10^{\frac{L_p}{20}}$$

$$P = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar} \cdot 10^{\frac{90}{20}}$$

$$P = 6,3 \mu\text{bar}$$

Zum Schluß ist in Bild 3 eine Übertragungskette mit Dämpfungsgliedern dargestellt. Das Gesamtdämpfungsmaß läßt sich dank der Logarithmenrechnung durch einfache Summierung ermitteln:

$$a_{\text{ges}} = +5 \text{ dB} - 10 \text{ dB} + 1 \text{ dB} = -4 \text{ dB (Verstärkung!)}$$

Es gilt für U2

$$U_2 = \frac{U_1}{10^{\frac{a}{20}}} = \frac{1 \text{ mV}}{10^{\frac{-4}{20}}} = 1,58 \text{ mV}$$

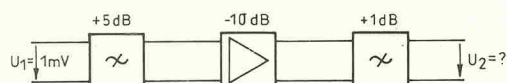


Bild 3. Eine typische Übertragungskette.

ANZEIGEN

## electro acoustic

Wir sind dabei:

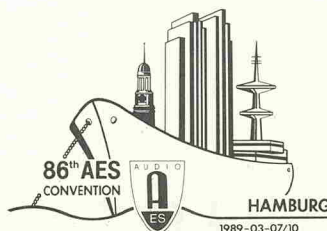
Auf der Tagung der

**Audio Engineering Society.**

Vom 7.-10.3.'89. Congress Centrum.

Foyer Halle 1, 4. Stock, Stand D 1-94.

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG • Postfach 6104-07 • 3000 Hannover 61



### Angebot des Monats:

**HE-NE-LASER, 2 mW, passend zur ELO-Lichtorgel, siehe Heft 2/86.**

Ein Super-Laser-Bausatz, speziell für Lichteffekt-Anlagen in Heimkinotheatern oder Partyräumen. Ein Vorteil gegenüber anderen Lasern ist die Stromstabilisierung für die Laserdiode, die für eine Lebensdauer von mindestens 10000 Betriebsstunden bei sorgfältig eingestelltem Strom, garantiert. Zur Ablenkung des Strahles empfehlen wir unseren neuen Bausatz B 548, der eine motorische Strahlableitung darstellt.

Typ B 547: Netzteil mit Laserdiode DM 169,50  
Typ G548: Gehäuse aus Kunststoff für Typ B 547 DM 14,75  
Typ G548S: Gehäuse für Laserdiode mit Halterung und Befestigungsmaterial, Ausführung Stahl, fertig geböhrt DM 29,50

### Steuerung für Laserspiegel

Mittels rotierender Spiegel wird ein Laserstrahl abgelenkt. Es werden kreis- oder eipenförmige Figuren gebildet. Es hängt davon ab, wie der Strahl abgelenkt wird (Spiegelmittel). Die Figur des 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 548 DM 34,50  
Typ ASP 548 Ablenkspiegel (hochw. geschliffen) DM 6,85

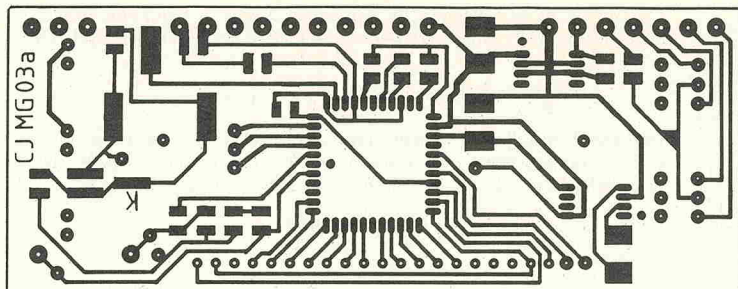
**Ultraschall-Generator (35 W)** zum Vertreiben von Ratten, Mäusen, Wildkaninchen usw. Es ist bekannt, daß Tiere auf Ultraschall reagieren. Bei Einsatz dieses Fertigmoduls werden die Tiere panikartig in die Flucht geschlagen.

Anschluß an Stereo-Lautsprecher (Phono) 6-12 V Typ M 48 DM 20,-  
Spezial-Lautsprecher, passend zu Typ M 48, Typ HO 65 DM 15,95

**HANS-A. OPPERMANN**  
ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE  
Bahnhofstr. 17, 3074 Steyerberg, Telefon 0 57 64/21 49



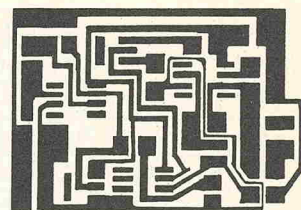
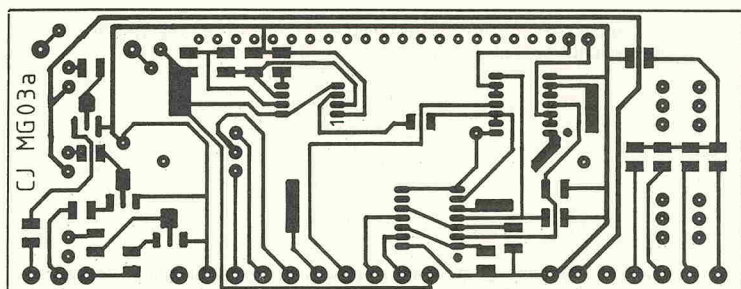
## Die Layouts



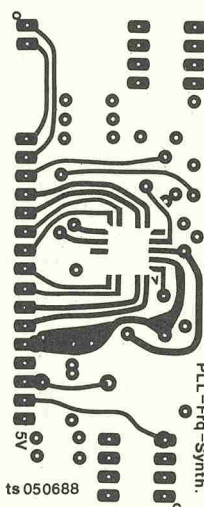
▲ Lötseite

4 1/2-stelliges Panelmeter

▼ Bestückungsseite



z-Modulationsadapter

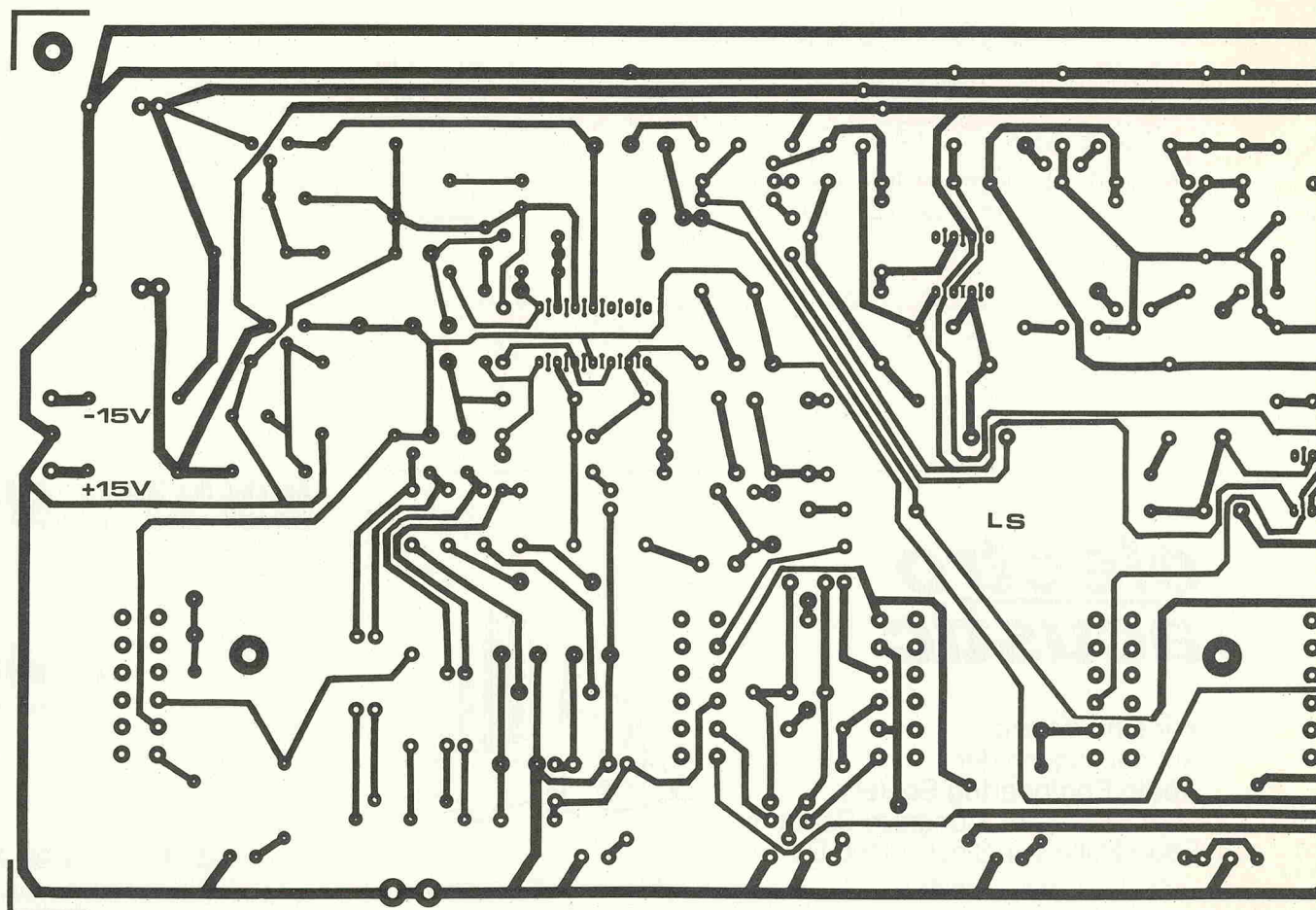
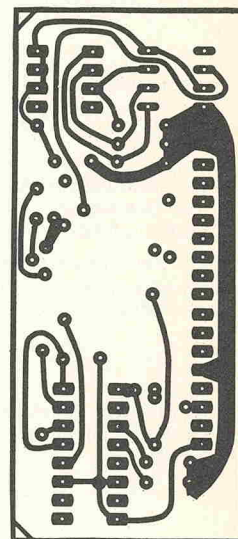


ts 050688

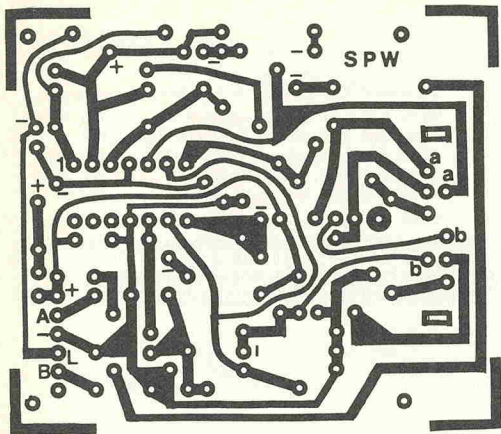
◀ Bestückungs-  
seite

Frequenz-  
Synthesizer

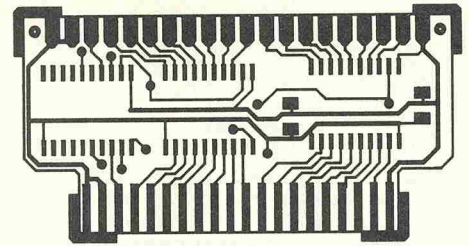
Lötseite ▶



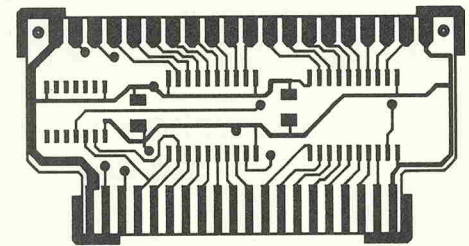




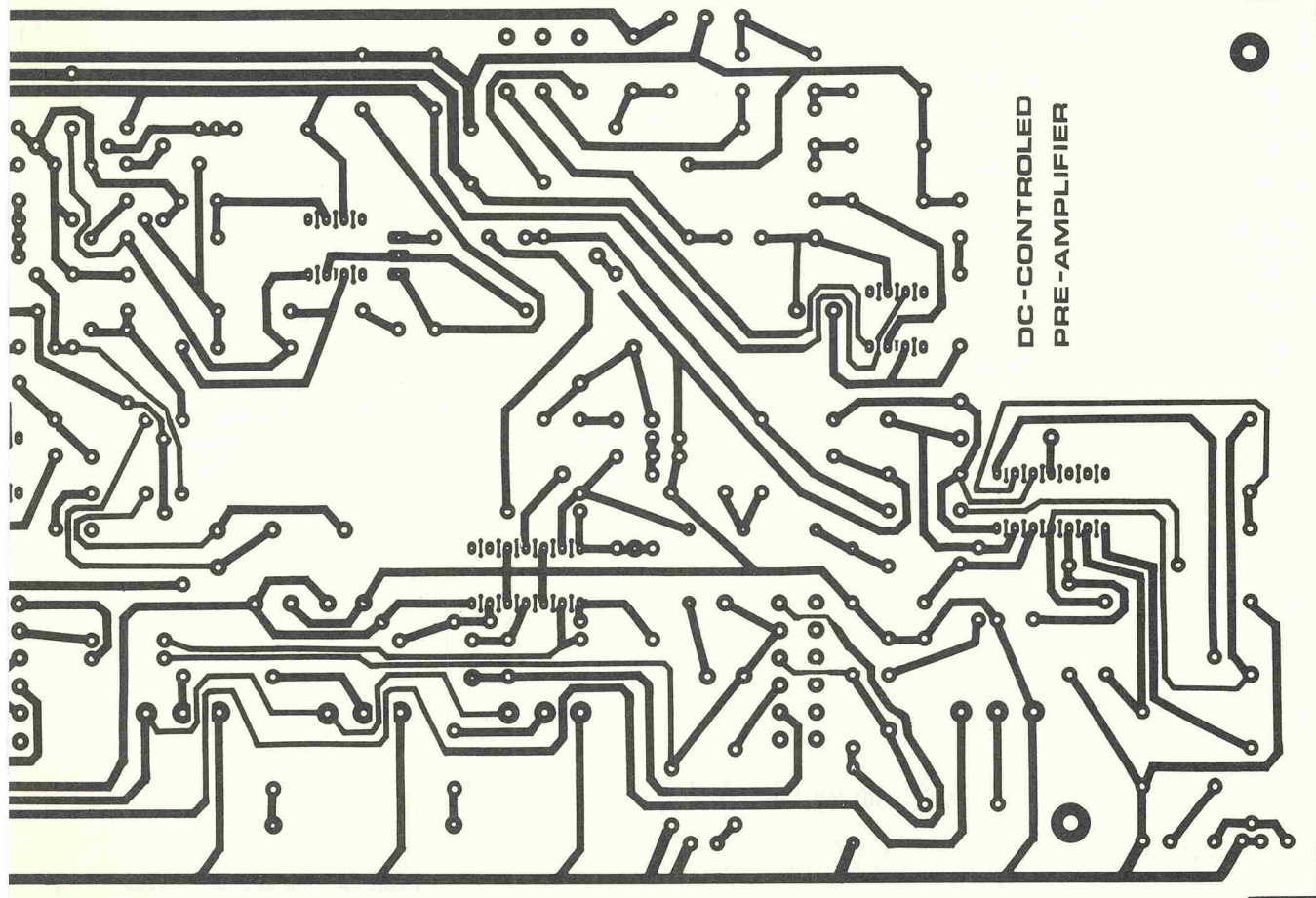
▲ Spannungswächter



▲ Lötseite  
SMD-Puffer  
▼ Bestückungsseite



▼ Audio-Cockpit — Hauptplatine





## 19"-Voll-Einschub-Gehäuse

DIN 41494, Frontplatte 4 mm  
ALU/sw, stabile Konstruktion,  
geschlossene Ausführung, Be-  
lüftungsblech/Chassis Option  
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahl-  
blech schwarz epoxiert.

**45,00 DM**

Höhe 1HE 44 mm

**RÖH 1**

Röhrenverstärker  
incl. Platine/Trafo

**389,00**

**RÖH 2**

Röhrendstufe  
incl. Platine/Trafo's 2x32 W

**590,00**

**Übertrager RÖH 2**

**DM 117,00**

**Netztrafo RÖH 2**

**DM 79,00**

TL 071	0,95
TL 072	0,86
TL 074	1,40
TL 081	0,86
TL 082	0,85
TL 084	1,20
SONSTIGES	
SK53/200al Kühlk.	29,80
SK53/100al	14,80
SK23/200sa 8xTO3Lo.	49,00
Elko-Becher 10 000µ/	
80V schraubans.	24,80

### 100 PPP

Netztrafo	
PM2 135/64 stereo 8,5 kg	DM 169,50
Übertrager	
PM2 114 5,2 kg	DM 125,-
auf Abstandsbohlen	

Weitere Bausätze/Halbleiter/Zubehör siehe Neuheitenliste 1/89

2 SK 135/134	12,50
2 SJ 49/50	12,50
MJ 802	8,90
MJ 4502	8,90
MJ 15003	10,90
MJ 15004	11,80
BF 871	0,98
BF 872	0,98
TW 7N 600 FZ	6,91
MOC 3020P	6,12

### RÖHREN

EL 34	12,90
ECC 81	8,90
ECC 82	7,20
ECC 83	6,70
Neval-Fass. Print	6,90
Keramikaufst.	6,30
Okta-Fass.	
Printausführung	7,60

## 500 PA MOS-FET

incl. Kühlkörper/Platine  
**DM 298,-**

**Kontroller 64,80**

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

**Ringkern-Trafo's incl. Befestigungsmaterial**

170 VA 2x12, 2x15, 2x20, .../24/30/36	DM 64,80
250 VA 2x15, 2x18, 2x24, .../30/36/45/48/54	DM 74,60
340 VA 2x18, 2x24, 2x30, .../36/48/54/60/72	DM 81,20
500 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x54	DM 123,00
700 VA 2x30, 2x36, 2x47, 2x50, 2x60	DM 148,00

Weitere Bausätze/Zubehör siehe Neuheitenliste 88, auch REMIX 2.

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

**KARL-HEINZ MÜLLER · ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN**  
Oppenwehe 131 · Telefon 057 73/16 63 · 4995 Stemwede 3

**ct** magazin für  
computer  
technik

magazin für elektronik  
**elrad**

Besuchen Sie uns  
auf der

**HANNOVER MESSE**  
**CeBIT'89**  
Welt-Centrum Büro-Information-Telekommunikation  
8. - 15. MÄRZ 1989  
Halle 7, Stand C 57

NEUEIT

Der Kombi-Stecker,  
der es „in sich hat“!

NEUEIT

NEUEIT

### TELE-AUTOMATIK TGA-086-S

Der Telefon-Mitschneidemeister\*

Der TGA-086-S Kombi-Stecker läßt in Verbindung mit einem Kassettenrekorder nicht nur Telefongespräche, angewählte Nummern, Gebührensignale, Daten, Töne u. ä. mit dem Abheben des Hörers automatisch aufnehmen, sondern auch optische und akustische Signalgeber einschalten, das Telefon als Diktiergerät oder als Notizbuch benutzen. Anschluß erfolgt parallel zum Telefon.

\* Nur für Privatanlagen, da keine FTZ-Nummer.

Versand p. Nachnahme oder Vorauskasse.  
+ Versandpauschale DM 5,90 + NN-Gebühr.  
Anfragen nur gegen 0,80 DM Rückporto.  
Angebot und Preise freibleibend.  
Vertriebspartner willkommen.

Stadtsparkasse Hannover  
Kto.-Nr. 120 38 741 (BLZ 250 501 80)

**DM 29,90**



**ÖZEMIZ**

Auf dem Windmühlenberg 4  
3004 Isernhagen NB  
Telefon (05 11) 73 88 82

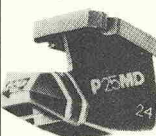
Anzeigenschluß  
für

**elrad 5/89**

ist am

**20. März 1989**

## Orig. Tonabnehmer



Audio Technica	
AT 12 XE	29,-
F3 (MC)	158,-
AT 3600	35,-

Ortofon	
SG 5	19,-
OMB 10	35,-
OMB 1	59,-
VMS excl. s.	99,-
X 3mc	159,-
MC 200	189,-

Shure	
ME 75-6	36,-
ME 95 ED	79,-
ME 97 HE	99,-
Ultra 500	748,-

AKG	
P8es su. n.	199,-

### 1A Nachbau Diamanten

Shure	Dual
N 75-6	236/237
N 95 G	221
N 95 ED	242
N 91 G	145
N 91 ED	159
VN 35 E	160
	101mg
Elac	
D 155-17	28,-
D 355-17	39,-
National	
EPS 270	29,-

### 24-Std.-Schnellversand

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

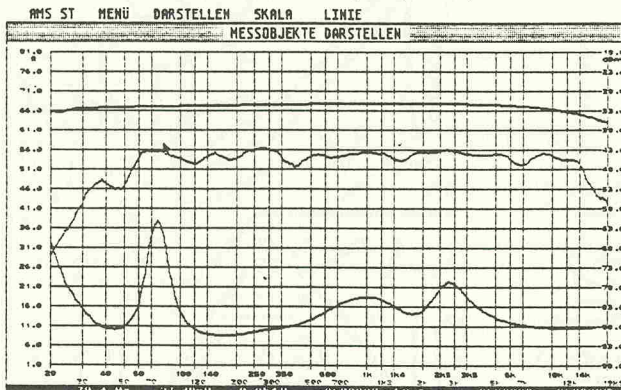
**Chasseur GmbH Postfach 17 47**  
3280 Bad Pyrmont, Tel. 052 31/2 53 23

# MESSEN!

Frequenzgänge von Pegel, Impedanz, Schalldruck; Hallzeiten, Thiele-Small-Parameter ... an allen Geräten der HiFi- und Tonstudioteknik Lautsprecher, Mikrofone, Bandmaschinen ... Meßkurven speichern, umrechnen, drucken ... Die zeitgemäße Alternative zu mechanischen Linienschreibern:

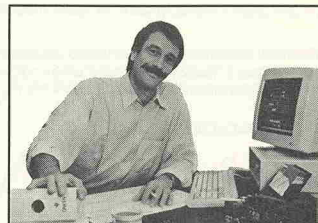
## AMS PC/ST Das professionelle Meßsystem für Audio und Akustik

für ATARI ST ab März '89, für IBM (kompatible) PC ab Juli '89



elektronik innovativ **KEMTEC**

**KLAUS BAUMOTTE · AVENWEDDER STR. 490**  
4830 GÜTERSLOH 11 · TELEFON: 052 09/54 29



## PC-Anwendungspraxis

Schluß mit komplizierten Bedienungsanleitungen und trockenen Fachbüchern! Schluß mit der lästigen Rumfragerei!

● Der neue Fernlehrgang PC-Anwendungspraxis eröffnet Ihnen freie Bahn zu den modernen Computeranwendungen!

● Er vereint alles, was Sie zum selbständigen Studium zu Hause benötigen. 12 leichtverständliche Lehrbriefe. 4 ausgezeichnete Anwenderprogramme, ein Set raffinierter Lerndisketten und eine wirksame Studienbetreuung.

● Er bildet Sie systematisch und gründlich vom Einsteiger zum versierten PC-Profi aus: Kompetenz im Umgang mit MS-DOS, Gewandtheit im Software-Einsatz und Sicherheit in allen professionellen PC-Anwendungen.

**BO** ☐ Senden Sie mir den 1. Lehrbrief für 3 Wochen kostenlos u. unverbindlich zum Teststudium.  
☐ Senden Sie mir die Informationsschrift.

Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Mein PC-Modell

Einsenden an Lehrinstitut 57232  
**Christiani · 7750 Konstanz · Postfach**



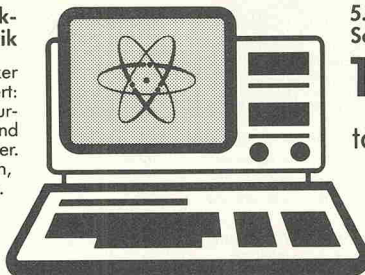
Zwei Themen — ein Ereignis:

# Hobby-tronic & COMPUTERSCHAU

Westfaltenhallen  
Dortmund

## 12. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und Computeranwender, klar gegliedert: In der Westfaltenhalle 5 das Angebot für CB- und Amateur-funker, Videospieler, DX-er, Radio-, Tonband-, Video- und TV-Amateure, für Elektro-Akustik-Bastler und Elektroniker. Mit dem Actions-Center und Laborversuchen, Experimenten, Demonstrationen und vielen Tips. In der Westfaltenhalle 6 das Superangebot für Computer-anwender in Hobby, Beruf und Ausbildung. Dazu die Mikrocomputer-Beratung und die Stände der Computerclubs.



## 5. Ausstellung für Computer, Software und Zubehör

**12.-16. April 1989**

täglich 9-18 Uhr

Stark verbilligte Sonderrückfahrkarte  
an allen Bahnhöfen der DB  
— Mindestentfernung 51 km außerhalb VRR —  
plus Eintrittsermäßigung.

## Messezentrum Westfaltenhallen Dortmund

**Katalog + Preisliste elektronikturtik**  
gegen DM 5,- Briefmarken,  
Schein oder Scheck.  
Sofort anfordern!!!  
Ausland Versand-  
Service

**Bremervörder Straße 5  
D-2160 Stade  
Tel. (04141) 82042  
Telefax (04141) 84432**

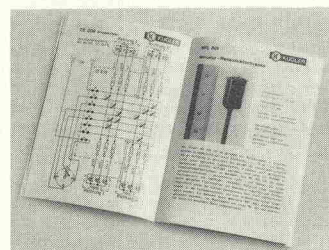
**Lautsprecher Selbstbausätze**  
...für HiFi-Disco-Musiker Lautsprecher-  
finden Sie in unserem letzten Gesamt-  
katalog! Ein unentbehrliches Nach-  
schlagewerk für jeden, der in  
Puncto Lautsprecher-Selbstbau zu  
den informierten Spezialisten  
zählen will.  
Bausätze, Einzel-Chassis-Über-  
sicht, Literaturprogramm,  
Zubehörteil

Lautsprecherbausätze, Kabel,  
Stecker, Dämmmaterialien,  
Weichenbauteile, Einzel-  
chassis, Car HiFi Speaker,  
Disco + Musiker Chassis,  
Fachliteratur, Neuerscheinun-  
gen, Leergehäuse  
und, und, und...

**KEF, THOR, vifa, AUDAX, VISAT, EY, NECCO, DYNAUDIO, Lowther, isophon, Magnat, JBL, CELESTION, TDL, Multicel, Inter, technik, oehlbach, FANE, WHO, Perless**

## Opto-Elektronik f. Profis u. Amateure

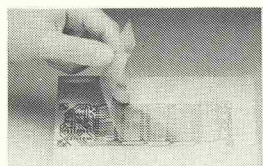
Bitte fordern  
Sie unseren  
**Mini-Katalog (A7) mit  
Händler-Nachweisliste  
an (kostenlos)!**



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

## TEC 200

Der neue und schnelle Weg zur  
Gedruckten Schaltung



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

### ● kopieren

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

### ● aufbügeln

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

### ● ätzen

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

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

10 Folien ist die Mindestbestellmenge.

Fragen Sie in Ihrem Elektronikladen nach  
**TEC 200!**

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

## Wir lösen Ihr Problem im Bereich Präzisions-Meßtechnik

- Präzisions-Kalibrierung von Meßgeräten und Meßgebern  
(z. B. Gleichspannung auf 0,005 %)
- Sortieren und Überprüfen von Meß- und Shunt-Widerstän-  
den (Toleranz: bis 0,005 %)
- Entwicklung und Bau spezieller Präzisions-Meßgeräte (z. B.  
Meßverstärker) und Meßgeber nach Kundenwunsch
- Entwicklung und Bau spezieller rechnergestützter Meß-  
anlagen
- Herstellung preiswerter Präzisions-Widerstände und Wider-  
stands-Netzwerke (im DIL-Gehäuse) nach eigenem, neuent-  
wickelten Verfahren (9er und 10er-Werte in 0,008 %-Aus-  
führung)

Basis unserer Dienstleistungs-Messungen und Eigenprodukt-  
Kontrolle ist ein indirekter Anschluß an die nationalen Normale  
der Physik.-Techn. Bundesanstalt in Braunschweig (DKD-Zertifi-  
kat-geeichte Hochpräzisions-Meßanlage).

**DR. JOSEF LANG  
PRÄZISIONS-MESSTECHNIK  
Dr.-Trittelvitz-Str. 13, 6683 Elversberg  
Tel.: 0 68 21/73 04 43**

## IEEE488

### Das Optimal

- IEC-625, HP-IB, GPIB
- für IBM-PC/XT/AT/386, IBM-PS/2,  
RT 6150, Toshiba Laptops etc.
- MS-DOS, OS/2, BS/2, UNIX, XENIX
- HP-Kommandos implementiert
- ASYST/ASYSTANT GPIB kompatibel
- Registerkompatibel zu PC2/PC2a,  
PC-488, PS-488 etc.
- DMA und INTERRUPT
- Service Request (ON SRO)
- Interaktives Bedienungsprogramm
- Echtzeit Busüberwachung und  
Fehlermeldung in DEUTSCH
- Basic, Turbo-Basic, (Turbo-) Pascal,  
Modula-2, Fortran, C, Turbo-C,  
Assembler etc.



Deutsches  
Qualitätsprodukt

ines GmbH  
Neuenhofer Allee 45  
5000 Köln 41  
West-Germany  
Telefon: 02 21 / 43 66 59  
Telefax: 02 21 / 49 16 71  
Telex: 2 21 / 4237 girkin  
Tele: 17221 / 4237 girkin



**Satellitenempfang Jahrbuch '89**

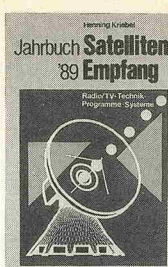
Radio-/TV-Technik \* Programme \* Systeme  
Von Henning Kriebel. 508 Seiten, 150 Abb., 32  
Tabellen. ISBN 3-88976-021-X.

Das erste deutschsprachige Handbuch des Satellitenempfangs. Unentbehrlich für Industrie, Handel und Service aus den Bereichen Radio, TV und Antenne sowie für alle, die sich beruflich oder privat mit Satelliten(-empfang) beschäftigen).

Aus dem Inhalt: Sende- und Empfangsstationen, Satellitenorganisationen, Satellitentypen, TV-Normen und Ton-Subsysteme (u.a. D2-MAC, Wegener), digitaler Hörfunk, Empfangsanlagenplanung, Marktübersichten Satellitenempfänger und Konverter, Schaltungstechnik, Einzelempfang, Satellitenempfang in Gemeinschaftsantennenanlagen, Meßtechnik und -geräte, Footprints der in Europa empfangbaren Satelliten, alle TV- und Radio-Programme, Frequenzen und Kanäle, Programmanbieter, Satelliten rund um die Welt, wichtige Tabellen, umfangreiches Anschriftenverzeichnis u. v. m.

Preis: DM 88,-. Lieferung gegen Voreinsendung des Betrages zuzügl. DM 4,- für Porto und Verpackung auf Konto bei der Sparkasse Schondorf (BLZ 700 520 60), Kto.-Nr. 208 199.

Kriebel Verlag, Angerweg 14, D-8913 Schondorf, Tel. 0 81 92/6 44, Fax 0 81 92/75 30



## Selbstbauboxen - Video-Möbel



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

## Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung

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

**!!!!!!!!!!!!SONDERANGEBOTE!!!!!!!!!!!!**

1N4007	% 6.95	CA 3240	2.75	LM 393	0.49	TL 084	1.05	8087-1	298	27C128-150	13.95
1N4007	% 6.95	ICL7106/07	6.90	LM 391A/15	7.25	TL 271	1.50	8087-1	440	27C128-250	13.95
1N4148	% 2.60	ICL7109	18.90	TAA 861A	0.99	TL 555	0.39	8087-2	370	27Z526-200	12.50
1N4148	% 1.965	ICL7135	17.95	DA 2395	5.30	U 2108	3.75	8087-2	440	27Z526-250	9.50
1N4448	% 3.95	ICL7650	9.50	TL 071	0.75	U 212	8.30	8087-8	695	27C512-150	19.90
1N4448	% 3.95	ICL7650	9.50	TL 072	0.82	U 684 B	4.35	8087-10	850	27C512-250	19.90
AD 0808	% 8.50	ICL7650	9.50	TL 074	0.75	UAA 180	6.30	27C128-250	340	27C128-250	85.00
CA 3091 D	29.50	LM 324	0.44	TL 081	0.65			41256-120	26	5751C-200	85.00
CA 3911-b2	11.50	LM 339	0.44	TL 082	0.75	6800 U16B	69.30	41256-150	23	5110A-P10	18.00

**Widerstandssortiment R1370:** alle E12-Werte von 1 Ohm bis 22 MOhm!! 1/4 W gegurtet 1370 St. nur 29,95!!! **Cermet-Spindeltrimmer 19 mm 1 W 20 Umdrehun-**

**B. Bohlederer · Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50 · Tel. 09 11/48 55 61**

**P L A T I N E M**

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem \* hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).

Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

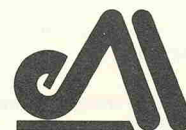
Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Fahrtregler (Satz)	REM-503	11,40	250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	107-592	66,00	— Overload	REM-645	3,00
MOSFET-PA Ansteuerung Analog	045-413/2	25,30	Röhrenverstärker	106-509	74,80	$\mu$ -Pegelschreiber AD Wandler	107-593	38,50	— Klangfilter	REM-646	10,00
20 W CLASS-A-Verstärker	045-414/1	50,90	Spannungszufuhr	106-510	9,20	Mid-Keyboard	107-594	30,00	— Pan-Port	REM-647	4,00
Präzisions-NT	045-417	4,20	Schlagzeug — Mutter	106-511	80,00	Midi-Kontrollbox	107-595	8,80	— Schaltung mit Limiter	REM-648	9,00
Hall-Digital II	055-418	73,30	Schlagzeug — Voice	106-512	25,80	NiCD-Lader	107-596	36,50	MIDI-Monitor		
Ton-Burst-Generator (Satz)	055-419	35,30	Midi to Drum Eprom		25,00	$\mu$ -Pegelschreiber-NT	117-597	25,80	— Hauptplatine	058-649	35,00
Atomuhr (Satz)	065-421	60,50	Impulsgenerator	116-520	37,40	— Interface	117-598	58,80	— Tastaturplatine	058-650	18,00
Atomuhr Eprom 2716	065-421/1	25,00	Dämmerungsschalter	116-521	12,90	Schrittmotorsteuerung-HP	117-599	38,50	Passiv-IR-Detektor	058-651	18,00
Hall-Digital II	065-422	98,10	Flurlichtautomat	116-522	7,80	Aktive Antenne (SMD)	117-600	2,80	SMD-VU-Meter	058-652	3,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	12,70	Ultralineare Röhrendenstufe — HP	116-523	29,20	Impedanzwandler	117-601	1,70	E.M.M.A.-V24-Interface	058-653	6,00
Camping-Kühlschrank	065-424	26,80	Ultralineare Röhrendenstufe — NT	116-524	29,20	FM-Mikro	117-602	8,00	Schallverzögerung		
De-Voice	065-425	15,50	Netzregler 260 V/2 A	126-525	19,70	Abwärts-Schaltregler	127-603	5,90	— Digitalteil	068-654	35,00
lineares Ohmmeter	065-426	11,30	Frequenznormal	126-526	10,00	Sinussinuswandler	127-604	19,90	— Filterteil	068-655	35,00
Computer-Schaltuhr Mutter	075-430/1	53,90	Multibroad	126-527	29,90	Normalfrequenzempfänger	127-605	13,70	Markisensteuerung	068-656	18,00
Computer-Schaltuhr Anzeige	075-430/2	21,00	CD-Kompressor	126-528	21,10	Marderschleuche	127-606	8,20	Milli-Ohm-Meter	068-657	24,00
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	Hygrometer	017-530	19,80	RS232 für C64	127-607	4,50	x/t-Schreiber ds.	078-658	98,00
Schnellader	075-432	20,50	Hygro Eprom		25,00	MIDI-Interface für C64 (ds.)	127-608	26,40	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	078-659	40,00
Video Effektgerät Eingang	075-433/1	13,40	C-Meter — Hauptplatine	017-532	13,40	Bit-Muster-Detektor	127-609	14,90	Stereo-IR-Kopfhörer		
Video Effektgerät AD/DA-Wandler	075-433/2	11,90	C-Meter — Quartz-Zeitbasis	017-534	3,30	Sprachausgabe für C64	127-610	13,90	— Empfänger	078-660	22,00
Video Effektgerät Ausgange	075-433/3	27,10	State-Intercom	017-535	9,50	Schrittmotorsteuerung			— Sender	078-661	22,00
Tweeter-Schutz	075-437	4,10	Stage-Variable-Equalizer	017-536	58,90	— Busplatine	127-611	26,50	Universal-Netzgerät		
Impuls-Metalldetektor	095-438	18,60	REM-540	7,40	— MLX-Karte	127-612	12,00	— Netzteil	078-662	45,00	
Drum-Runner	095-439	27,10	Peakmeter	REM-542	48,40	— PIO-Karte	127-613	9,70	— DVM-Platine	078-663	30,00
Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	Oszil-Speicher	027-544	27,60	— Verdrängungsplatine	127-614	66,00	Dig. Temperatur-Meßsystem ds.	078-664	35,00
VCA-Modul	105-446/1	6,00	Stereo-Simulator	027-547	9,60	Audio-Verstärker mit NT	127-615	9,70	IR-Taster ds.	078-665	42,00
Keyboard-Interface/Steuer	105-447/1	87,90	Autopilot	037-548	7,50	Byteformer (ds., dk.)	8016 146	39,00	NDFI-Mono-Hauptplatine	098-666	48,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Sweep-Generator — HP	037-551	29,00	Byte-Brenner (Epromer)	018-616	30,00	— Netzteil	098-667	27,00
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	Sweep-Generator — NT	037-552	16,60	Brillen-Stimmgerät	018-617	14,00	2m-Empfänger	098-668	20,00
Stereo-Isoliator	125-454	86,30	DNR-System	037-553	19,50	$\mu$ Pegelschreiber-Ausgangsverstärker	018-618	40,00	E.M.M.A.-IEC-Bus	098-669	16,00
Symmetrier-Box	125-455	8,30	Lötstation	047-554	11,80	Schrittmotorsteuerung-			LCD-Panemeter (ds.)	098-670	13,00
Präzisions-Fkms-Generator/Basis	125-456/1	27,00	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	31,70	Handsteuer-Interface	018-619	15,60	Makrovision-Killer	098-671	15,00
Präzisions-Fkms-Generator/			Widerstandsflöte	047-555	1,60	— Mini-Paddle	018-620	7,50	Satelliten	098-672	26,00
± 15 V NT	125-456/2	7,60	Digital-Sampler	047-557	64,00	SMD-Konstantstromquelle	018-621	4,00	SMD DC/DC (ds.)	098-673	13,00
Präzisions-Fkms-Generator/Endstufe	125-456/3	11,20	Midi-Logik	047-559	31,00	Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	DC/DC-Wandler	098-674	16,00
Combo-Verstärker I	016-458	14,90	Midi-Anzeige	047-560	6,80	RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	MIDI-Baüpdal	108-675	15,00
ZF-Verstärker f. ElSatz (doppelseitig)	016-461	28,60	HF-Baukasten-Mutter	057-561	49,00	Geiger-Müller-Zähler	028-624	9,50	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	108-676	25,00
Combo-Verstärker 2	026-462	22,20	— NF-Verstärker	057-562	7,50	Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	SMD-Balancemeter	108-677	5,00
Nosie Gate	026-463	22,60	— Netzteil	057-563	6,60	Schnittstelle RS232 → RS232CL	028-626	16,50	E.M.M.A.-C64-Brücke	108-678	30,00
Kraftpaket 0–50 V/10 A	026-464/1	33,60	UKW-Frequenzmesser (Satz)	057-566	28,50	E.M.M.A. Hauptplatine	028-627	59,00	F.B.A.S.-RGB-Wandler	108-679	35,00
Kraftpaket 0–12 V/2 A	026-464/2	12,00	Zweikanal	057-567	3,90	Netzregler 16 V/20 A	028-628	33,00	Thermifree	118-680	20,00
2 PLL-Volument	026-465	41,30	LED-Übersteuerungsanzeige	057-568	3,90	Vorverstärker (VF, „Black Devil“)	038-629	38,00	Batteriespanner	118-681	15,00
LED-Analoguhr (Satz)	026-469	136,00	D.A.M.E. Eprom		25,00	Experimentier-Set			C64-Sampler	118-682	12,00
eSatz 3 Ton-Decoder	036-470	17,40	HF-Baukasten — Mixer	067-569	6,60	f. Analog-Multiplexer	038-630	6,00	EVU-Modem	118-683	35,00
eSatz 3 Netzteil	036-471	14,40	Leistungsschaltwandler	067-570	10,00	E.M.M.A.-Fasstatuplatine	038-631	18,00	Maßnahme-Hauptplatine	128-684	48,00
Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-472	16,50	Dualnetzgerät	067-571	33,20	Schrittmotorsteuerung			— 3er Karte	128-685	35,00
Clipping-Detektor	046-474	4,90	Spannungszufuhr	077-573	8,00	— Treibplatine ds. dk.	038-632	19,00	Schrittmotorsteuerung		
eSatz 4 Stromversorgung	046-476	3,00	Video-PLL	077-574	2,20	Frequenzshifter			— ST-Steuerkarte	128-686	65,00
eSatz 4 LNA (Teflon)	046-477	19,75	Video-FM	077-575	4,60	— Mutterplatine	048-633	19,50	— ST-Treiberkarte	128-687	65,00
Sinussgenerator	046-478	34,00	Spannungslupe	077-576	4,50	— NF-Platine	048-634	14,50	100W-PFPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00
Lower-Mixer	046-481	26,90	Wedding Ring	077-577	1,50	— NF-Generator	048-635	16,50	Thermistor mit Nachtsenskanal	128-690	18,00
Netzbild	056-482	14,30	HF-Baukasten-FM-Demodulator	077-578	6,00	— Analog-Generator	048-636	5,50	TV-Modulator	128-691	7,00
eSatz UHF-Verstärker (Satz)	056-486	43,10	— AM-Demodulator	077-579	6,00	— Netzteil	048-637	15,00	Universelle getaktete		
Drehzahlsteller	076-495	7,20	Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	077-580	16,00	DCF-77-Empfänger II	048-638	9,50	DC-Motorsteuerung	128-692	15,00
Mini-Max (Satz)	076-496	59,90	Rauschgenerator	077-582	3,00	7-Segment-BCD-Decoder	048-639	7,00	SMD-Logiktester	019-693	3,00
Delay — Hauptplatine	076-497	36,50	Pink-Noise-Filter	077-583	5,70	Anpaßverstärker	048-640	36,50	Schweißplatine	019-694	35,00
Delay — Anzeigemo- dul	076-498	6,50	Remixer (Satz)	077-585	82,00	E.M.M.A.-DCF-77-Uhr			IEEE488-PC inkl. G.A.L.	019-695	73,00
LED-Analoguhr/Wecker- und Kalendersatz			$\mu$ -Pegelschreiber-Generator-Karte	077-586	38,50	— Relaisplatine	048-641/1	28,50	Halogend-Dimmer	029-696	10,00
— Kalendersatz			Midi-V-Box	077-587	18,20	— Tastatur	048-641/2	10,00	Halogend-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00
— Anzeige	096-499	3,70	Testkopier-Verstärker	077-588	4,20	Studio-Mikro			ELISE-(Satz) mit 5 Platinen	029-698	199,00
— Kalender	096-501	12,30	Wechselschalter	077-589	5,00	— Ausgangsverstärker	REM-642	20,00	ELISE-Treiber	029-699	25,00
— Wecker	096-502	15,20	Mause-Kalender	097-590	63,00	— Mikrofon-Vorverstärker	REM-643	8,00	Hybrid-Sinussgenerator	029-700	16,00
			250 W Röhren-Verstärker Netzteil	017-591	44,50	— Universal-Vorverstärker	REM-644	5,00	Black-Devil-Brücke	029-701	12,10

**So können Sie bestellen:** Die aufgeführten Platinen können Sie direkt beim Verlag bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

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

**eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61**

Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.





# Elektronik-Einkaufsverzeichnis

## Augsburg

**CITY-ELEKTRONIK B. Rothgänger**  
Schertlinstr. 12a, 8900 Augsburg  
Tel. (08 21) 59 42 97  
Bekannt durch ein breites Sortiment zu günstigen Preisen.  
Jeden Samstag Fundgrube mit 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: 030/261 7059  
Kurfürstenstraße 145, 1000 Berlin 30  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

**GEMEINHARDT**  
LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK  
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf  
Telefon: 0 30/7 05 20 73

**WAB** OTTO-SUHR-ALLEE 106 C  
nur hier 1000 BERLIN 10  
(030) 341 55 85  
...IN DER PASSAGE AM RICHARD-WAGNER-PLATZ  
.....GEÖFFNET MO-FR 10-18, SA 10-13  
ELEKTRONISCHE BAUTEILE · FACHLITERATUR · ZUBEHÖR

## Bielefeld

ELEKTRONIK · BAUELEMENTE · MESSGERÄTE

**alpha electronic** A. Berger GmbH & Co. KG  
Heeper Str. 184  
4800 Bielefeld 1  
Tel.: (05 21) 32 43 33  
Telex: 9 38 056 alpha d

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4800 Bielefeld  
Taubenstr./Ecke Brennerstr. · Telefon 05 21/289 59

## Braunschweig

**BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK**  
Dipl.-Ing. Jörg Bassenberg  
Nußbergstraße 9, 3300 Braunschweig, Tel.: 05 31/79 17 07

ELECTRONIC

**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
3300 Braunschweig

Zentrale und Versand:  
Marienberger Str. 10 · Telefon 05 31/87 62-0  
Telex: 9 52 547

Ladengeschäft:  
Sudetenstr. 4 · Telefon 05 31/5 89 66

## Bremen

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
2800 Bremen

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/498 57 52

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:

### Andy's Funkladen

Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60  
Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8.30-12.30, 14.30-17.00 Uhr.  
Sa. 10.00-12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.  
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

## Dietzenbach

**FW Electronic**

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

### F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher  
Groß- und Einzelhandel  
Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2  
Tel. 0 60 74/3 27 01

## Dortmund

### city-elektronik

Elektronik · Computer · Fachliteratur  
Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1  
Telefon 02 31/57 22 84

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

**KELM electronic & HOMBERG**  
4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13  
Tel. 02 31/52 73 65

ELECTRONIC

**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4600 Dortmund

Westenhellweg 70, Tel. (02 31) 14 94 22  
im Hause „Saturn-Hansa“, Untergeschoß

## Düsseldorf

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
4000 Düsseldorf 1

Oststraße 15, Rückseite Kaufhof am Wehrhahn  
Tel. (02 11) 35 34 11, Eröffnung Mitte März '88

## Duisburg

### Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Ladenlokal+Versand \* Tel. 02135-22064

**FUNK-SHOP** I. Kunitzki  
Asterlager Str. 98, Telefon 021 35/633 33  
4100 Duisburg-Rheinhausen  
Bauteile, Bausätze, Funkgeräte

## Essen

**CONRAD ELECTRONIC**

Telefon: 0201 / 23 80 73  
Viehhofer 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  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT  
6000 Frankfurt

Bornheim, Berger Str. 125-129  
Tel. (069) 496 06 58, im Hause „Saturn-Hansa“



# Elektronik-Einkaufsverzeichnis

## Freiburg



Fa. Algaier + Hauger  
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk  
Platinen und Reparaturservice  
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg  
Tel. 07 61/27 47 77

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow  
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1—3

## Giessen

Armin elektronische  
Hartel Bauteile  
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

**balü**  
electronic

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

**CONRAD**  
ELECTRONIC

Telefon: 040/29 17 21  
Hamburger Str. 127, 2000 Hamburg 76  
Elektron. Bauelemente · Meßtechnik · HiFi · Musik-  
elektronik · Computer · Funk · Modellbau · Fachliteratur

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

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

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

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

**CONRAD**  
ELECTRONIC

Hauptverwaltung und Versand  
8452 Hirschau · Tel. 09622/30-111  
Telex 63 12 05  
Europas größter  
Elektronik-Spezialversender  
Filialen:  
2000 Hamburg 76, Hamburger Str. 127, Tel.: 040/29 17 21  
4300 Essen 1, Viehofer Str. 38 - 52, Tel.: 0201/23 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, Kurfürstenstr. 145, Tel.: 030/26 17 05 9

## Kaiserslautern

### HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte  
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile  
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

## Kassel

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

3500 Kassel 1  
Königstor 52 · Tel. (05 61) 77 93 63

## Kaufbeuren



**JANTSCH-Electronic**  
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)  
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67  
Elektronik-Bauteile zu  
günstigen Preisen

## Kiel

### BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.  
Jörg Bassenberg  
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

## Köln



ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

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

ELECTRONIC  
**VOLKNER**  
DER FACHMARKT

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



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

## Mönchengladbach

### Brunenberg 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



## München

**CONRAD  
ELECTRONIC**

Telefon: 089/59 21 28  
Schillerstraße 23 a, 8000 München 2

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



**RADIO-RIM GmbH**  
Bayerstraße 25, 8000 München 2

Telefon 089/55 72 21  
Telex 529 166 rarim-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 0 43 21/4 48 27  
Neue Straße 8—10, 2390 Flensburg  
Telefon 0 46 1/1 38 91

## Nürnberg

Radio-TAUBMANN  
Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg  
Ruf (09 11) 22 41 87  
Elektronik-Bauteile, Modellbau,  
Transformatorenbau, Fachbücher

## Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center,  
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte  
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24  
8500 Nürnberg

## Oldenburg

e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft  
Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg  
04 41/8 21 14

Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELTELEKTRONIK**  
Kaiserstraße 14  
2900 OLDENBURG 1

Telefon (04 41) 1 30 68  
Telefax (04 41) 1 36 88

## Stuttgart

**Worch  
Elektronik GmbH**

Heiner Worch Ing. grad.  
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente  
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1  
Telefon (07 11) 28 15 46 · Telex 7 21 429 penny

ELECTRONIC

**VOLKNER**

DER FACHMARKT

7000 Stuttgart

Lautenschlagerstr. 5/Ecke Kronenstr.

Tel. (07 11) 29 01 80

(bei Kaufhof — Königstr. — Rückseite)

## Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft

**REICHELTELEKTRONIK**

MARKTSTRASSE 101 — 103  
2940 WILHELMSHAVEN 1

Telefon (0 44 21) 2 63 81  
Telefax (0 44 21) 2 78 88

## Witten



5810 Witten, Bahnhofstraße 71  
Tel. 0 23 02/5 53 31

## Wuppertal



Electronic  
Handels GmbH

5600 Wuppertal-Barmen, Höhe 33 — Rolingswerth 11  
Telefon 02 02/59 94 29

## Gewußt wo: Combicontroll

Allband-Export-Empfänger  
**DM 39,—**

CB-Band / 4-m-Band / 2-m-Band  
Der Betrieb ist in der Bundesrepublik  
und West-Berlin verboten!

Drehspuleinbaumeßinstrumente  
60 x 45 mm Klasse 2,5 Spiegelskala  
Viele Werte Volt und Ampere

**DM 12,95**

Digitalmultimeter Metex 3800

**DM 79,—**

\* Fordern Sie auch unsere Kataloge und  
Sonderlisten an. Kostenlos!

**Apel-Electronic**  
3500 Kassel 1, Postfach 10 02 03

## Leiterplatten

Für Bastler

Preiswerte Anfertigung  
ein- und doppelseitig

Für Industrie und Labor

Musterplatten  
kleine und mittlere Serien  
verzinkt, durchkontaktiert  
Lötmaske und  
Bestückungsdruck.

Gottfried Leiterplattentechnik GbR  
Dörchleuchtingstr. 1, 1000 Berlin 47  
Tel. (0 30) 6 06 95 42 von 14.00—18.00

## LCD-Module

Text-, Graphik- und 7-Segment-Anzeigen

Ronald Moll — Elektronikversand

Kutterweg 8f · 2400 Lübeck 1 · Tel. 04 51/89 23 72



## kostenlos!

mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)

gleich anfordern bei:

Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand  
Postfach 11 01 68, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 0 72 23/5 20 55  
oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.

Baden-Baden Stadtmitte, Lichtentaler Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 23  
Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (0 23 61) 2 63 26  
Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang),  
Telefon (07 21) 37 71 71

## KATALOG '89 — kostenlos

7805/06 usw.	0.55	TCA 965	4.43	Epm's		Hameg Oszilloskope	
CA 3130	2.22	TL 071/081	0.59	27C16-450	14.25	HM 103	679.00
CA 3140	1.39	TL 072	0.67	27C32-450	12.60	HM 203-6	1039.00
ICL 7106	7.97	TL 074/084	0.91	27C64-150	9.56	HM 205-2	1699.00
ICL 7107	7.97	TL 082	0.65	27C128-150	14.60	HM 604	1684.00
ICL 7128	9.34	TL 430	1.12	27C128-250	13.17	HM 1005	2249.00
ICL 7135	22.01	TL 497	4.66	27C128-250	11.06	alle mit Tastköpfen	
ICM 7216B	75.37	TLC 272	2.45	27C256-170	13.33		
ICM 7217A	24.86	TLC 274	3.88	27C256-200	12.70	Weller Lötstationen	
ICM 7226B	75.22	µA 723	0.59	27C256-250	12.31	WTCP-S	165.90
ICM 7555	0.88	µA 747	0.91	27C512-200	30.88	WECP-20	221.90
LF 356	1.17			27C512-250	22.12	EC-2002	395.00
LF 357	1.92	2 SJ 50	13.29			Pyropan (Gas)	155.00
LM 311	0.47	2 SK 135	13.11	Kontakt Chemie			
LM 358/393	0.47			je 200 ml Dose		Lötzinn 2 1 mm	
LM 833	1.76			Lötlock SK	6.99	Rolle 100 g	3.31
LM 3914	7.51	Elkos		Positiv 20	15.55	Rolle 500 g	13.82
MC 1458	0.47	1000/16 jewels axial	0.66	Pausklar 21	7.74	Rolle 1000 g	28.39
MC 1488/1489	0.57	1000/25 jewels axial	0.89	Kontakt 60	8.89		
NE 555	0.43	4700/63 jewels axial	5.14	Kälte 75	6.45	Drehpotis lin o. log	
NE 556	0.74	1000/16 jewels radial	0.33	Tuner 600	8.99	4 mm mono	1.05
NE 567	1.08	1000/25 jewels radial	0.71	alle ozonfreundlich		4 mm stereo	2.20
OP 07	3.81	1000/63 jewels radial	2.99			6 mm mono	0.99
OP 27	11.25					6 mm stereo	2.11
OP 37	8.46					Spindeltrimmer	1.37
OP 50	25.38						
OP 227	29.61					LED 3/5 mm rot	0.14
RC 4558	0.84					gran oder gelb	0.15

**elpro Harald-Wirag-Elektronik**

Vertrieb elektronischer Bauelemente

Am Kreuzer 13 · 6105 Ober-Ramstadt 2

0 61 54/5 23 36 (nachts Anrufbeantworter)



**SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazine + Behälter** Akt. Liste anfordern. LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

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

**Platinen FR 4** ab 100 cm<sup>2</sup> 4,2 Pf/cm<sup>2</sup>, dpl. 9,5 Pf/cm<sup>2</sup> (Bohren, Verzinnen und Durchkont. a. Anfrage). Gottfried Leiterplattentechnik, Dörchlauchingstr. 1, 1000 Berlin 47. Tel. 0 30/6 06 95 42 v. 14.00—18.00. [G]

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze + Industrie-Restposten.** Karte genügt! DJ-Electronic, Abt. 5213, Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

**PRÄZISIONS-WIDERSTÄNDE UND WID.-NETZWERKE.** Durch neuentwickeltes computergestütztes Fertigungsverfahren äußerst preisgünstig; 9er-Werte 90 MΩ; 10er-Werte 10 MΩ—1 MΩ; **Tol: 0,008% DM 6,—/St.** (9 MΩ: DM 10,—/St.); Netzwerke: z.B. 9 MΩ—9 kΩ + 1 kΩ 0,008% DM 32,—. **Präzisions-Meßtechnik Dr. J. Lang, Dr.-Trittelvitz-Str. 13, 6683 Elversberg, Tel. 0 68 21/73 04 43** [G]

**Wir lösen Ihr spezielles präzisions-meßtechnisches Problem.** Kalibrierung von Meßgeräten und Meßgebern anhand DKD-Zertifikat-geeichten Standards (indirekter Anschluß an die nationalen Normale der PTB); z.B., Kalibrierung von Gleichspannungen auf 0,005 %, Überprüfen und Sortieren von Meßwiderständen auf 0,005 %, Entwurf und Bau spezieller Meßgeräte und Meßgeber. **Präzisions-Meßtechnik Dr. Josef Lang, Dr.-Trittelvitz-Str. 13, 6683 Elversberg, Tel. 0 68 21/73 04 43** [G]

**CAD-Layouterstellung, Leiterplatten, Musterbestückung, Bauteilbeschaffung,** nach Vorlage für Industrie und Hobby! **PREISWERT!** Tel. 0 22 07/69 21. [G]

Bei wem funktioniert die Atom-Uhr aus elrad 1985, Heft 6? Brauche Hilfe! 0 93 53/77 13. Unkosten werden großzügig erstattet!

ELRAD 9/79 bis 12/86 für DM 200; 0 64 31/5 27 70.

**Generator 220V min 1 kW** aus Notstromagregat gesucht. T. Neugebauer, 09 11/83 68 94, n. 17 Uhr.

**CMOS ICs 4001/4011/4071/4081** je Sorte 500 St. für **0,28 DM** à Stück abzugeben, Abnahmemenge 100 Stück, Porto + Verpackung 5 DM. Tel. 0 57 21/7 70 81 von Mo.—Fr. 8.00—16.00.

**PLATINENLAYOUT-PROGRAMM** für IBM PC + Kompat. Neue, deutlich verbesserte Version: z.B.: max. Doppelleuropa zweiseitig, optimierender Autorouter, bessere Druck-u. Plotprogramme u.v.m. Alter Preis 98,— + Porto. Demodisk DM 5,—. Dipl.-Ing. Klaus Kroesen, Kastanienweg 2, 4290 Bocholt Tel. 0 28 71/3 73 75.

Suche **Audio- und Lightshowfreaks** für Planung und Durchführung von Veranstaltungen mit niveauvoller Musik, kräftigem, sauberem Sound und gut geführtem Licht zwecks „Verringerung dumpfsinnigen Disco-Abend-Musikgetöses und -Lichtgeflimmers“. Stephan Schmidt, Rieschstraße 11, 3559 Franzenau 1.

**ECHONIC-Schallwandler** dringend gesucht, auch gebraucht. Telefon 0 94 71/73 51 oder 57 16.

**BILLIGER ALS VERSCHENKTPREISE!** Hobbylaborauflösung Superliste sofort anfordern von: A. H. ROESTEL, HETTNERWEG NR 11A, 1000 BERLIN 20.

**QUADRO-AKTION und QUADROSOUND** Musikproduktion fragen: Welche Klangwiedergabe ist natürlicher: Mono, Stereo oder Quadro? Logischerweise nur Quadro, denn das entspricht dem natürlichen Rundumhören unserer Ohren. Weitere Infos von Postfach 61 04 11, 2000 Hamburg 61. [G]

+ + + LCD-MODULE + + + 16x2 dot 43,50 DM/Stück. Div. Text-Graphik- und 7-Segmentdisplays auf Lager. 04 51/89 23 72, R. Moll Elektronik, Kutterweg 8f, 2400 Lübeck 1. [G]

**PLATINEN => ilko** \* Tel. 43 43 \* ab 3 Pf/cm<sup>2</sup> dpl. 9,5. Mühlenweg 20 \* 6589 BRÜCKEN. [G]

**LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL** Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

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

**NACH LANGER ENTWICKLUNGSARBEIT SIND SIE ENDLICH DA! DIE EXPERIMENTIER-BAUSÄTZE DER FA. KRIEGER-ELECTRONIC FÜR SCHULE, BERUF UND HOBBY. AUßERDEM ELEKTR. BAUTEILE ZU SUPERPREISEN. KOSTENLOSES INFO SOFORT ANFORDERN: POSTFACH 12 31, 4133 NEUKIRCHEN-VLUYN ODER TELEF. 0 28 45/3 12 78.** [G]

**AT-Combi-Controller**, 220W-Netzteil, Multi-Meter **AD und DA-Wandler von Analog-Solutions, APO-GEE** Tiefpassfilter (Audio), 4 DAC 811KV und weitere Hardware. 0 61 02/3 78 83 oder 0 69/40 79 189.

**MMICs Avantek MSA0885** 30dB F=3,2dB / 1 GHz bis 6 GHz universell einsetzbar DM 14,82. **RF-Technik** Kirchdornberger 69, 4800 Bielefeld, 05 21/10 06 17. [G]

**Metall-Suchgerät + Erfahrungsaustausch** gesucht. Tel. 0 78 21/3 77 29 (rufe zurück).

**FUNKFERNBEDIENUNG mit FTZ, 1 od. 3-KANAL**, univ. einsetzbar, ab 179,— DM. **VERCH-electronic**, Tel. 0 79 51/63 36 (Händler-Anfragen erwünscht). [G]

**DC-DC-WANDLER** nur noch vom Hersteller d.h. 30% VERTRIEBSKOSTEN GESPART ca. 2000 Typen PWM 20 kHz bis 1 MHz! Soderentwicklungen! Diesen Monat Ue 10-40VDC Ua 5V 2A oder Ue18-40VDC Ua12V 1,3A f 20 kHz n75% Gehäuse 68x54x32 mm vergossen 1 Jahr Garantie 1 St. 68,50, 3 St. 60,— p.St. **WAGNER Elektronik + Powerland**, 8027 Neuried, Joh.-Langmantel-Str. 30, Tel. 0 89/7 59 31 49. [G]

**EXPERIENCE VORSTUFE „VORGESETZTER“ INCL. RIAA SAUBERER AUFBAU. SCHÖNES GEHÄUSE DM 400,—; EXPERIENCE RÖHRENDENSTUFE 2x60 W MODUL DM 500,—; CLASS-A ENDSTUFE 2x30 W DM 500,—; RÖHRENVORSTUFE DM 600,—. 0 45 31/8 47 18 ABENDS.**

**HK tronics! — Bärenstarkes Angebot — Super Preise —** Greifen Sie zu! **Electron. Bauteile — SMD-Bauteile** — Liste **GRATIS!** H. Karrer Electronic, Postf. 53/ed, 7409 Dußlingen. [G]

**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. [G]

**TIEFSTPREISE! Orig. TONABNEHMERSYSTEME + NADELN.** S. MATTLNER, PF. 11 13 04, 6100 DARMSTADT, 0 61 51/4 34 34. [G]

**KONSUMELEKTRONIK supergünstig:** Von A wie Alarmanlagenlampe 8,40 DM. Bis W wie Weltempfänger, 9-Band 54,90 DM. **UHREN ca. 200 Modelle:** garantiert für jeden etwas dabei, zu absoluten Super Tiefpreisen!! Listen und Uhrenfarbkatalog gratis! Kein Ladenverkauf. Helmut Fuchs, Vertrieb techn. Geräte, Ringelbachstr. 17/E3, 7410 Reutlingen Tel. 0 71 21/29 09 69. [G]

Top Angebot: gen. überh. Meßgeräte 0 95 45/75 23.

**Metallsuchgeräte der absoluten Spitzenklasse** Bausätze \* Fertiggeräte \* HD-Sicherheitstechnik, Postfach 30 02 \* 3160 Lehrte 3, Tel. 0 51 75/76 60. [G]

**ÖSTERREICH: BAUSÄTZE** für Anfänger und Profis. Bauteilesonderangebote. Katalog anfordern. **KARL-BERGER-ELEKTRONIK**, 1124 Wien, Postfach 26. [G]

**Verkaufe** für ein paar Mark die Restbestände meines Bastlerdecks: **Metallgehäuse 500 x 300 x 145, Sinclair ZX81 + Bauteile! Detlef Koenemann, Tel. 05 21/88 11 35 (abends).**

**LEITERPLATTEN-LAYOUTS-SYSTEM EE DESIGNER II** zu verkaufen. NEUPREIS: ü. 10.000,— f. 3.000,— DM, TEL.: 05 31/35 00 65.

**Platinenfertigung**, R. Edelhauser, Dietramszellerstr. 5, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/26 09, Fax 0 80 41/88 24.

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: Digit, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. [G]

**NEU NEU bei HK tronics! Überraschungspaket** voll mit elektr. Bauteile die Sensation für den Bastler, für nur DM 15,—. Versand per NN. Sie werden begeistert sein! **Rückgaberecht.** H. Karrer, Electronic Schnellversand, Postf. 53/ed, 7409 Dußlingen. [G]

**Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertiggehäuse, Bausätze.** Umfangreicher Katalog gegen 10,—DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei. Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic**, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 78 81/33 10. [G]

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab 108,— DM + + 3 Stck. + ab + + 98,—DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

41256-60: 33,— DM, 41256-80: 29,— DM, 4164: 2,— DM, 4116 ab 0,40 DM, EPROMs ab 1,— DM Computerbücher ab 2,— DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, Floppy-Laufwerke ab 30,— DM, MS-DOS 3.170,— DM, 100 User-Group-Disketten 200,— DM. Liste 5,— DM in Briefmarken. D & C, PF. 10 09 23, 7000 Stuttgart 10. [G]

**NEU—** Jetzt auch im Rhein-Siegkreis — **NEU** Bestücken 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 Uhr.** [G]

**Effektgeräte für Bühne & Studio** in Modulbauweise: Limiter, Noisegate, Parameter. EQ, Exciter, Vor-/Mischverstärker, Frequenzweiche u.v.a. Neuheit: Automatic Loudness. **Aktivbox AR 212:** DIE Kombination aus HiFi-Sound & PA-Power. Infos von **Mik** Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Mörfelden-Walldorf, Tel. 0 61 05/4 12 46. [G]

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75 A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier. Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m. gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRONICS**, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalogversand. [G]

**Vollmetall 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. TECHNITROL, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel.: 0 67 33/554, Fax: 0 67 33/66 68. [G]**

## electro acoustic

### Aspekte der Studioakustik

Ein neues Spezialheft.

Rund ums Studio.

Von Profis für Profis. Für Tonmeister, -ingenieure, -techniker usw.

Mit den Bereichen Licht, Akustik, Beschallung, Mikros, Mischpulte, Meßgeräte, Hard- und Software.

**Erscheinungstermin: 20. Februar 1989**

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG**  
Postfach 610407, 3000 Hannover 61  
Ruf-Nr. 05 11/53 52-164/121  
**Anzeigenabteilung**



## Anzeigenschluß

für

# elrad

## 5/89

ist am  
20. März 1989

## VIDEO-KOPIERSCHUTZ-KILLER

Problemloses Überspielen von mit "Makrovision" kopiergeschützten Leih-Videokassetten zur privaten Nutzung.

Wir haben die in der ELRAD 9/88 veröffentlichte Schaltung weiter verbessert! Bei der neuen Version sind die teilweise auftretenden Probleme wie Verzerrungen und Blauschimmer im oberen Bildbereich beseitigt worden. Das Gerät wird anstelle eines 6-pol. AV-Überspielkabels verwendet. Andere Versionen (Chinch/BNC/Scart) sind nach Kundenwunsch konfektioniert gegen einen Aufpreis von 10 DM lieferbar. Die Versorgungsspannung (12V=, ca. 40 mA) wird über eine Klinkenbuchse zugeführt. Ein passendes Steckernetzteil kann zum Preis von DM 9.95 mitgeliefert werden.

6 Monate Garantie

ca. 1M  
Stecker 12V=

Kopierschutz-Filter

Abgeglichen  
Fertigschaltung  
im Gehäuse

6-poliges  
AV-Überspiel-  
Kabel

OUT  
Stecker

unser Preis: **DM 59.50**

GÜNTHER SIMONS electr.  
PF 2254, 5012 Bedburg  
Tel.: 02272/5980

## Beliebte elrad-Bausätze

Unsere Bausätze enthalten alle Bauteile laut Stückliste inklusive Platine und Sonstiges \* Gehäuse extra!  
\* Alle Teile auch einzeln! \* Platinen zum Verlagspreis!

### Februar 1989

Brückenadapter f. Black Devil	DM 83,90
New Wave: Sinusgenerator o. Netz	DM 504,40
Steuerelektronik für Aqua-Akku	DM 33,30
— 12V/20 W oder 50W-Halogenlampe	DM 21,00
— Akku's dazu in jeder Leistung lieferbar	
Halogenius ohne Netzteil/Lampe	DM 32,20
— Netzteil, z. B. 50VA komplett	DM 67,00
— Dimmerset m. Lochrasterplatine	DM 16,80

### Aus 1988

Netz-Modem + Trafo	DM 117,40
VIDEO-Kopierschutz-FILTER Chinch	DM 36,90
— Steckernetzteil hierzu (extra)	DM 7,50
TV-Modulator: VIDEOeingang	DM 29,75
Batterie-Tester	DM 38,20
SMD-LCD-Panelmeter	DM 74,95

!!! Bitte beachten Sie auch unsere Angebote in den früheren elrad-Heften: 12/88, S. 95 !!!

Anfragenbeantwortung nur geg. Rückporto 1,30

Versand: Nachnahme (Portoschuldscheit DM 4,50 + 1,70 NW-Gebühr) \* Vorausschick Bestellwert + DM 4,50 Porto \* Oder: Postgiro Karlsruhe 2205 52-757 \* Ab DM 200,— portofrei \*

**Geist Electronic-Versand GmbH**  
Otto-Gönnenwein-Straße 5  
D-7730 VS-Schwenningen  
TELEFON: 077 20/3 66 73

## Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim	65	Geist, VS-Schwenningen	93	Oberhage, Starnberg	43
Andy's Funkladen, Bremen	33	Gottfried, Berlin	91	Oppermann, Steyerberg	83
APEL-ELECTRONIC, Kassel	91	Hados, Bruchsal	88	Öztemiz electronic, Isernhagen	86
A/S Beschallungstechnik, Schwerte-Ost	7	Heck, Oberbettingen	13		
AUDIO ELECTRIC, Markdorf	27	hifisound, Münster	43	POP, Erkrath	16
		Hobby-tronic, Dortmund	87		
BAHN Electronic, Düsseldorf	13	INES, Köln	87	RE-INSTRUMENTS, Jülich	16
Beilfuß Elektronik, Frankfurt	7	Inst. f. explorative Datenanalyse, Hamburg	28	RIM, München	7, 29
benstrup instrumente, Gießen	13	Isert, Eiterfeld	4	Rohleder, Nürnberg	88
Brenner, Rosenheim	9		Umschlagseite 4		
		KEIL ELEKTRONIK, Neubiberg	22	SALHÖFER, Kulmbach	22
Chasseur, Bad Pyrmont	86	KEMTEC, Gütersloh	86	Simons, Bedburg	9, 93
Chemitec, Westerbürg	87	Kolter Electronic, Erfstadt	65	SOUND-EQUIPMENT, Bochum	13
Christiani, Konstanz	86	Kriebel, Schondorf	88	Space-Tronic, Stommeln	65
		Kugler, Gerstetten	87		
Diesselhorst, Minden	7	Lang, Dr., Elversberg	87	Scherm Elektronik, Fürth	77
Doepfer, Gräfelting	43	Lautsprecher & Lichtanlagen,		Schuberth, Münchberg	43
DRAU Electronic, Villach	43	Niederkassel	65	Stippler, Bissingen	65
		Lehmann-Elektronik, Mannheim	43	Technical Tools, Mannheim	13
Eggemann, Neuenkirchen	13	LSV, Hamburg	33	Tennert, Weinstadt-Endersbach	43
Elektor Verlag, Aachen	Umschlagseite 3				
Electronic am Wall, Dortmund	22	Meyer, Baden-Baden	91	WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	77
elektroakustik, Stade	87	MIRA, Nürnberg	13		
Elektronik-Versand, Neustadt	43	Moll, Lübeck	91	Zeck Music, Waldkirch	9
elpro, Ober-Ramstadt	91	MONARCH, Bremen	22		
ELV, Leer	Umschlagseite 2	Müller, Sternwede	86		
eMedia, Hannover	88	Müter, Oer-Erkenschwick	77		
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	7	MWC, Alfter	73		
GDG, Münster	65				

Dem Heft liegt eine Beilage der Firma Westfalia Technica, Hagen bei.

## Impressum:

elrad  
Magazin für Elektronik  
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG  
Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 923 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (05 11) 5 47 47-0

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

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

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

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: 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

## Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG  
Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 923 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen,  
Pia Ludwig, Brigitte Wendelborg

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 11 vom 1. Januar 1989

Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Satz:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1  
Ruf (05 11) 7083 70

Druck:

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

elrad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (GS 58,— / sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 66,— (Bezugspreis DM 51,— + Versandkosten DM 15,—), Ausland DM 71,40 (Bezugspreis DM 51,— + Versandkosten DM 20,40), Studentenabonnement/Inland DM 55,80 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 15,—), Studentenabonnement/Aus-

land DM 61,20 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 20,40). (Konto für Abo.-Zahlungen: Postgiro Hannover, Kt.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 300)). 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

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb

Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (06 121) 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 postali-schen 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 Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1989 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover



Heft 4/89

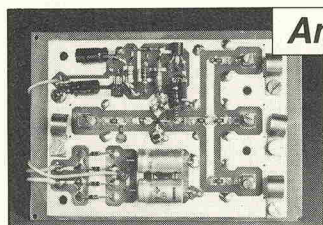
erscheint

am 31. 3. 1989

**Signal-Aufbereitungsanlage**

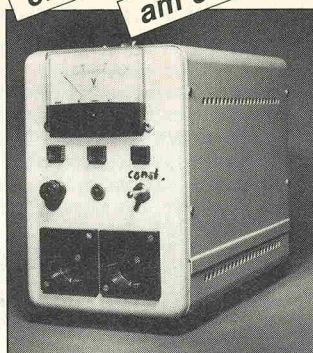
In vielen Fällen muß ein zu messendes Signal erst mehr oder weniger aufbereitet werden, ehe es reif für eine A/D-Wandlung ist. Genau diesem Zwecke dient der versehentlich schon für das vorangegangene Heft angekündigte Meßverstärker. Während für die Aufbereitung ein regelrechter Bandwurm aus Verstärker- und Filterschaltungen zuständig ist, sorgen digital ansteuerbare Relais und programmierbare Verstärker für das „mehr oder weniger“.

Die Schaltung ist für die „Maßnahme“ aus elrad 11/88 maßgeschneidert, d. h. sie kann über den Druckerport eines PCs gesteuert werden. Mit einer entsprechenden Software ist somit ein Autoranging möglich. Aber auch ohne Anschluß an den I/O-Bus der „Maßnahme“ ist dieser hochwertige Meßverstärker ein nützliches Laborgerät, da alle Funktionen zusätzlich über Frontplattenschalter gesteuert werden können.

**Antennen- Verteiler**

mehrere Radio- oder TV-Geräte betreiben will? Ganz einfach: Man baut den im nächsten Heft vorgestellten Verteiler in die Antennenanlage ein, der in der Standardausführung immerhin über drei gleichwertige Ausgänge verfügt. Als aktiver Hf-Verstärker wird ein MMIC eingesetzt.

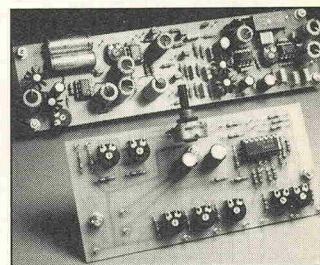
Was tun, wenn man in seiner Wohnung über nur einen Antennenanschluß verfügt, aber

**Meßverstärker****mit Vorteiler**

Viele einfache Frequenzmesser erwarten am Eingang TTL-Signale. Falls das zu messende Signal aber nicht diese Standardpegel aufweist, hilft der im nächsten Heft beschriebene Vorverstärker weiter. Er hebt beliebige Signale mit relativ kleinen Amplituden auf TTL-Pegel an: Seine Eingangsempfindlichkeit beträgt bei 1 MHz 8 mV, bei 50 MHz ca. 40 mV. Zwei Dezimalteiler stellen zudem je eine um die Faktoren 10 und 100 vorgeteilte Meßfrequenz an ihren Ausgängen zur Verfügung.

**Bierzelt-****stabilisator**

Nicht, was Sie jetzt wieder denken: Weder die Sturmsicherheit für die äußere Umwandlung so manch feuchtföhlichen Gelages soll hier unterstützt werden, noch die individuelle Standfestigkeit von unter überhöhtem Konsum geistiger Getränke wankelmütig gewordenen Gemütern. Das einzige, was hier stabilisiert werden soll, ist die gewöhnlich labile Stromversorgung derartiger Festivitäten. Damit zum Schluß wenigstens die Musik noch steht.

**Cockpit rechts**

Ein DC-gesteuerter Klangsteller in einem Stereosystem mit identischen Komponenten kann für beide Kanäle dieselben Steuerungssignale verwenden. Deshalb ist die rechte Seite des Audio-Cockpits preiswert zu haben, wenn die Hauptplatine schon steht. Unser Foto zeigt das „rechte“ Zubehör: die Platine Cargo mit der kleineren Anpassungsschaltung.

**LCD+2**

Im letzten Meßtechnik-Sonderheft wurde ein 4 1/2-stelliges Panelmeter vorgestellt. Dieses Modul findet nun seine Anwendung in einem Autorange-Multimeter mit echter Effektivwertmessung — für den rauen Laboreinsatz.

**c't 4/89 —  
ab 17. März am Kiosk**

Reports: Multiscan-Monitore verschiedener Hersteller unter der Lupe ★ Grundlagen der objektorientierten Programmierung ★ Ergonomie: Macht Bildschirmarbeit krank? ★ Computergrafik: Simulation des Wachstums faserförmiger Pflanzen ★ Praxistip: Extralange Integerzahlen ★ u.v.a.m.

**c't 3/89 —  
jetzt am Kiosk**

Prüfstand: Neat-Boards, schnelle AT-Boards ★ Report: Shareware, TRON ★ Grundlagen: heuristische Suchverfahren ★ Sprachen für Amiga: objektorientiertes C: Lattice C++, 2xModula-2 im Vergleich ★ Praxistip: normgerechte RS-232 für Atari ST, RS-232 für Sharp 1403 ★ Programm: schnelle Textausgabe für Atari ST ★ u.v.a.m.

**Shareware-Report:  
Profissoftware zum  
Nulltarif?  
Informationen über  
Urheberrechte und  
Lizenzbedingungen,  
Highlights der  
Shareware für PC,  
Amiga, Macintosh  
und Atari.**



— Änderungen vorbehalten —



# Bücher //

Erhältlich im Buch- und Fachhandel

## zum Themenschwerpunkt Audio- und Musikelektronik



### Audio-Schaltungsbuch

Elektronik für den guten Ton



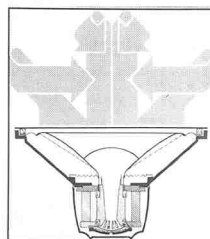
### Audio-Schaltungsbuch

#### Elektronik für den guten Ton

In diesem Buch sind „Dauerbrenner“ präsentiert. Es ist eine Schaltungssammlung im Stil der 300er Serie, randvoll mit Schaltungen für Audio-Freaks: Vorverstärker, Endstufen, Meßgeräte und ein paar nützliche Kleinigkeiten zum Thema Audio.  
392 Seiten, 17 x 23,5 cm,  
DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
ISBN 3-921608-63-5

### Lautsprecherboxen

Aufbau-Nachbau-Umbau



### Lautsprecherboxen

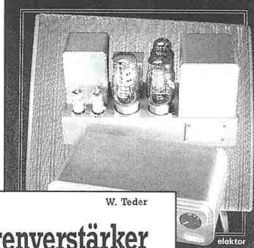
#### Aufbau - Nachbau - Umbau

Das zweite Buch der Reihe zum Thema „Lautsprecher“ ist ein unentbehrliches Nachschlagewerk für den potentiellen oder bereits aktiven Boxenbauer. Dabei geht es nicht so sehr um die theoretischen Zusammenhänge sondern vielmehr um den praktischen Aspekt.  
von G. Schwamkrug, 432 Seiten,  
17 x 23,5 cm,  
DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
ISBN 3-921608-51-1

Das erste Buch (ohne Abbildung)

### Röhrenverstärker

für Gitarren + Hi-Fi



### Röhrenverstärker

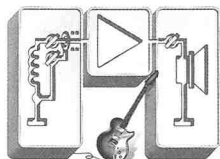
für Gitarren + Hi-Fi

#### Mehr als Nostalgie?

Schon fast vergessen geglaubt ist die Röhre von den Toten wieder auferstanden und genießt unter den elektronischen Bauteilen höchste Verehrung. Sie befindet sich in bester Gesellschaft: Sie steckt in goldenen Kontakten, vergoldete Knöpfe zieren die polierten Chorm und Messing-Gehäuse...  
Fazit:  
Kein High-End ohne Röhre  
von R. zur Linde  
176 Seiten DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
Abm.: 17 x 23,5 cm  
ISBN 3-921608-41-4

### Gitarrenverstärker

in Transistortechnik



### Gitarrenverstärker

in Transistortechnik

Die Verstärkung des Gitarrenklangs über das magnetische Tonabnehmerprinzip hat eine Reihe von neuen Klangeigenschaften geschaffen. Aus diesem Buch erfährt der Musikpraktiker, wie er mit Hilfe der Transistortechnik seine persönliche Klangvorstellung verwirklichen kann.  
von W. Teder 294 Seiten, 17 x 23,5 cm  
DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
ISBN 3-921608-52-X



### Lautsprecher

#### Dichtung und Wahrheit

von G. Schwamkrug und R. Römer  
299 Seiten, 17 x 23,5 cm  
DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
ISBN 3-921608-45-7

### Sound-Sampler

Modulares Musiksynthesizersystem zur digitalen Klangspeicherung und Klangsynthese

Der Sound-Sampler nimmt einen beliebigen Klang auf (z.B. einen Trompeten), digitalisiert und speichert ihn in RAMs ab. Über eine Schnittstelle kann das Gerät mit einem Computer (vorzugsweise C64) gekoppelt werden, so daß ein vollwertiger digitaler Synthesizer entsteht. Mit dem Gerät lassen sich auch Tier- und Stimmlaute sowie andere Geräusche analysieren.  
von D. Doepfer und C. Assall  
207 Seiten, 14 x 21 cm DM 39,80 sFr 36,60 öS 315,—  
ISBN 3-921608-44-9

NEU

### Handbuch der PA-Technik

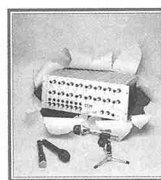
Grundlagen - Komponenten - Praxis  
Musikgruppen treten kaum noch ohne eine PA-Anlage auf. Auch kleine Gruppen und Anfänger sind bestrebt, mit einem Mindestmaß an Bühnenelektronik aufzutreten. Selten kennen sich die Musiker mit der immer komplizierter werdenden Elektronik aus. Mit diesem Handbuch lernt jeder die Einzelheiten kennen, die bisher nur den Profis vorbehalten waren.  
208 Seiten, 17 x 23,5 cm  
DM 34,80 sFr 32,— öS 275,—  
ISBN 3-921608-66-X

### Handbuch der PA-Technik

Grundlagen - Komponenten - Praxis



### Computer-Mischpult



NEU

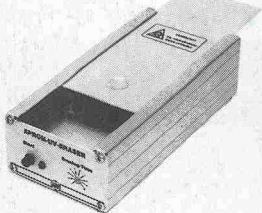
### Computermischpult

In diesem Buch beschreiben die Autoren ein neuartiges, vollständig computergesteuertes Mischpultkonzept. Bei herkömmlichen Mischpulten wird über ein teilweise sehr umfangreiches Bedienfeld die gewünschte Mischung hergestellt. Bei dem hier beschriebenen Mischpult lassen sich die Stellungen aller dieser Bedienelemente speichern und später wieder abrufen.  
von D. Doepfer/C. Assall  
270 Seiten,  
17 x 23,5 cm  
Hardcover  
DM 44,80 sFr 41,20 öS 355,—  
ISBN 3-921608-60-0



#### isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 ..... DM 89.-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluß
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms

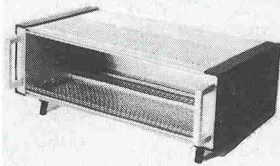


#### isel-Eprom-UV-Löschger. 2 (o. Abb.) ... DM 248.-

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

#### isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert ..... DM 27,80
- 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert ..... DM 36,80
- 19-Zoll-Rahmen, 8 HE, eloxiert ..... DM 49,80
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert ..... DM 48,80
- 19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert ..... DM 56,80
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert ..... DM 62,-
- 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert ..... DM 69,-

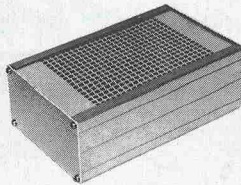


#### Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 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
- Führungsschiene (Kartenträger) ..... DM -,55
- Frontplattenschnellversch. mit Griff ..... -,85
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung ..... -,70
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit ..... DM 1,12
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau ..... DM 1,45

#### isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profil, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



#### isel-Euro-Gehäuse 1 ..... DM 11,20

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 1 ..... DM 12,50

- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2 ..... DM 12,50

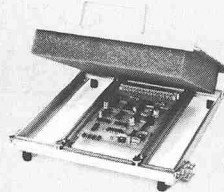
- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech

#### isel-Euro-Gehäuse 2 ..... DM 14,50

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

#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1-... DM 56,80

- Alu-Rahmen 250 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 280 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)

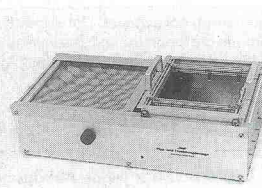


#### isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 ... DM 99,80

- Alu-Rahmen 400 x 260 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer 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 560 x B 295 x H 145 mm
- Schaumfuxer, Flußmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm

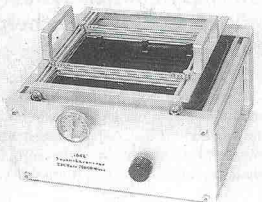


#### isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45.-

- für Platinen bis max. 180 x 180 mm

#### isel-Verzinnungs- und Lötanlage ..... DM 340.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, telefonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Einmetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinegröße 180 x 180 mm

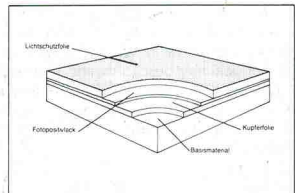


#### isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln ... DM 45.-

- für Platinen bis max. 180 x 180 mm

#### isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

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



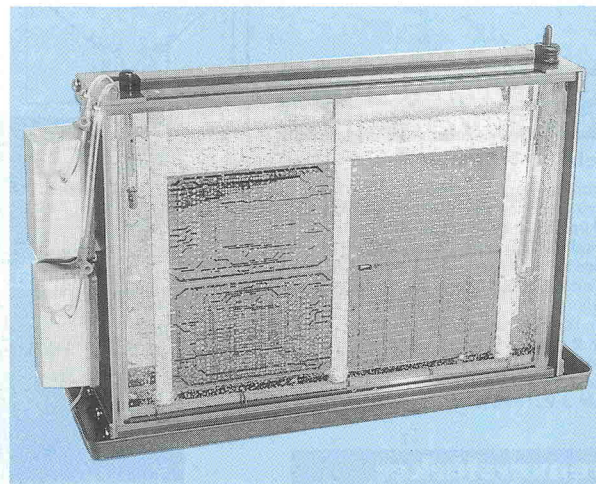
- Perlinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Perlinax 100 x 160 ..... DM 1,55
- Perlinax 200 x 300 ..... DM 5,80
- Perlinax 160 x 233 ..... DM 3,60
- Perlinax 300 x 400 ..... DM 11,65
- Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxyd 160 x 160 ..... DM 2,95
- Epoxyd 200 x 300 ..... DM 11,20
- Epoxyd 160 x 233 ..... DM 6,90
- Epoxyd 300 x 400 ..... DM 22,30
- Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxyd 160 x 160 ..... DM 3,55
- Epoxyd 200 x 300 ..... DM 13,30
- Epoxyd 160 x 233 ..... DM 6,25
- Epoxyd 300 x 400 ..... DM 26,55
- 10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt



#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

DM 180.-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilerahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 400 x B 150 x H 20 mm



#### isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

DM 225.-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilerahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Entwicklerschale, L 500 x B 150 x H 20 mm



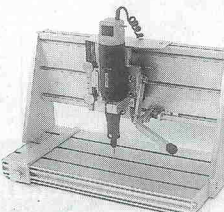
„Isert“-electronic, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, ☎ (06672) 70 31, Telex 493150

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

#### isel-Bohr- und Fräsgesät ..... DM 396.-

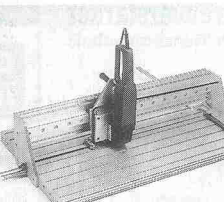
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20000 U/min
- Hohe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



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

#### isel-Präzisions-Handtrennsäge ..... DM 980.-

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

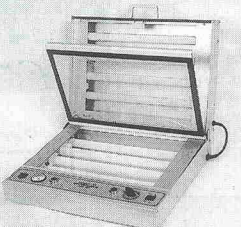


#### Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm .... DM 225.-

#### Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm ..... DM 112.-

#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung ..... DM 1138.-

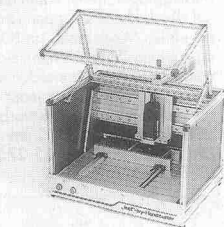
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelichtung
- Nutzfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 U/min, maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteneinstellung 6-90 Sek. und 1-15 Min.



#### isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung ..... DM 898.-

#### isel-x/y-Handcutter ..... DM 2250.-

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



#### Hartmetall-Schneidscheibe, Ø 80 mm ..... DM 340.-

#### Schneidscheiben-Aufnahme ..... DM 34.-