

ELRAD

H 5345 E

DM 6,80

öS 58,- sfr 6,80

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

4/90



Grundlagen: Entstörung von Schaltnetzteilen

Projekte:

Audio: Rauschminderung mit Brillanz

PC-Hardware: EPROM-Simulator

Stromversorgung: 12-V-DC/DC-Wandler
bis $U_{\text{aus}} = 300 \text{ V}/20 \text{ VA}$

Entwicklung:

Design Corner: 5-A-OpAmp OPA 541

Schaltungstechnik: SAM 8905 - erster

DSP für Musikelektronik-Anwendungen

Meßtechnik: Frequenzmarkengeber

Aktuell: Temperaturregelter

Low-Noise-Lüfter

Test:

IEEE-488

PC-Karten



Jeder Tag zählt!

Augustin + Partner Hamburg

Liebe Meiers, stoppt FCKW!

Alfred Biolek,
Moderator

FCKW zerstört die Erdatmosphäre, das ist bekannt. Aber noch immer werden weltweit pro Jahr mehr als 1.000.000 Tonnen hergestellt. Davon über 112.000 Tonnen FCKW in der Bundesrepublik Deutschland. Nicht nur für Spraydosen.

Viele meinen, FCKW sei schon verboten. Das stimmt nicht. Bonn plant die Herstellung und Verwendung in den nächsten Jahren stufenweise einzuschränken. Im Ausland passiert noch weniger. Das reicht nicht aus.

Schicken Sie uns den Coupon aus dieser Anzeige. Wir sagen Ihnen dann, wie sie zum FCKW-Stop beitragen können. Als Verbraucher, in Industrie, Handel und Dienstleistung, in der Politik und in den Kommunen.

Auch wenn Sie Schmidt, Schulz, Müller, Lehmann oder Anders heißen.

FCKW-Stop ist ein Zusammenschluß der Initiative DEmokratie Entwickeln e.V., Ärzte und Pharmazeuten gegen FCKW e.V. und der Aktion Ozonloch e.V.

Die Initiative wird unterstützt von Senta Berger-Verhoeven, Wolf Biermann, Alfred Biolek, René Böll, Ina Deter, Klaus Doldinger, Jürgen Flimm, Jürgen Fuchs, Herbert Grönemeyer, Peter Härtling, Hans-Dieter Hüsch, Udo Jürgens, Freya Klier, Alexander Kluge, Stephan Krawczyk, Udo Lindenberg, Peter Maffay, Marius Müller-Westernhagen, Reinhard Mey, Wolfgang Niedecken, Witta Pohl, Hanna Schygulla, Johannes Mario Simmel, Karlheinz Stockhausen, Dorothee Sölle, Michael Verhoeven, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND), Robin Wood und Einzelpersonen und Unternehmen der Kommunikationsbranche.

Ich bin für den FCKW-Stop!
Sagen Sie mir bitte, wie ich zum FCKW-Stop beitragen kann.

Vorname, Name

Straße, Nr.

PLZ/Ort

Diesen Coupon bitte mit 3,00 DM in Briefmarken für die Antwort einsenden an FCKW-Stop, Prinz-Albert-St. 43, 5300 Bonn.

RZ

Die Platinenfrage

Verbindungen zu den Lesern sind für jede Redaktion wichtig. Gerade in der Elektrotechnik ist ja bekannt, daß man an gut gepflegten Kontakten länger Freude hat.

Seit der Einführung des neuen Gesichts dieser Zeitschrift Anfang dieses Jahres löst eine ganz bestimmte Frage vermehrt Kontakte der hier gemeinten Art aus. Sie lautet in ihrer einfachsten Form: 'Was ist mit den Layout-Seiten passiert?' Diese Frage soll hier beantwortet werden: In der bisherigen Form gibt es diese Seiten nicht mehr. Die Layouts sind – jedenfalls im Prinzip – wieder da, wo sie vor langer Zeit schon mal waren: in dem betreffenden Beitrag.

'Aber früher waren IMMER ...' Naja, immer stimmt ja nun auch nicht ganz, aber im Prinzip war das damals so. Inzwischen haben sich jedoch die Zeiten und mit ihnen die Platinen geändert. Erstens sind sie heute, dem Stand der Technik entsprechend, vielfach doppelseitig und durchkontaktiert, und zweitens sind sie, wie gerade in den letzten Monaten verschärft zu beobachten war, oft einfach zu groß oder zu lang, um im Maßstab 1:1 auf eine A4-Seite zu passen; als ein bedauerndes Opfer sei, siehe Foto, die Platine zur 'Leucht-Laufschrift' aus Elrad 12/89 angeführt.

Dank der erwähnten guten Kontakte haben wir die Feststellung machen müssen, daß viele Leser aus produktionstechnischen Gründen nicht in der Lage sind, doppelseitige und dann auch fast immer durchkontaktierte Platinen in hinreichender – sprich: auf Anhieb

funktionsfähiger – Qualität zu fertigen; zwar kann so mancher, wie uns immer wieder versichert wird, die Einrichtungen seiner Firma nutzen, zumal dann, wenn die Firma selbst das Elrad-Projekt nutzt, gerade dann aber ist man meistens mit der schlechten Qualität nicht zufrieden, zu der der umständliche Weg über das Layout auf Zeitschriftenpapier führt.

Deshalb fehlen solche und natürlich die überdimensionalen Layouts im Heft. Der Fall einer ebenfalls nicht veröffentlichten, einseitigen Platine der Größe einer 3,5"-Diskette (im Präcomputerium sagte man: zigaretten-schachtelgroß) soll hier auch noch Erwähnung finden: Es handelte sich um einen kleinen Zusatz zu einem Großprojekt, das ansonsten auf doppelseitigen oder überdimensionalen Platinen aufgebaut war. Ein einziges Layout zur Serie würde mit Sicherheit mehr Verärgerung als Zufriedenheit auslösen.

Und wenn dann noch, wie kürzlich geschehen, die Veröffentlichung eines Layouts verschoben werden mußte, weil Mängel zu spät festgestellt wurden, dann hat der Fall 'kein Layout im Heft' eine nennenswerte statistische Wahrscheinlichkeit. Doch ist dieser Fall kein Novum '90, sondern auch schon zu Zeiten passiert, als es die jetzt so schmerzlich vermißten Layout-Seiten noch gab.

Man kann – und die Redaktion tut dies – der Situation auch positive Seiten abgewinnen, wobei die 'Seiten' wörtlich zu verstehen sind: Jedes nicht abgedruckte doppelseitige oder überdimensionale Layout schafft Platz im Heft. Daß es die Layouts auf Folie und die Platinen bestückfertig gibt, sei hier nur beiläufig erwähnt.

Für die meisten Leser ist es ohnehin wichtiger, eine nachvollziehbare Funktionsbeschreibung zu erhalten, an der sie in erster Linie die Idee und deren Integration in ein mit innovativen Bauelementen ausgestattetes Gerät interessiert. Wird dafür dann eine Platine ge-

braucht, dann wird layoutet oder geroutet.

Das dazu im Zweifelsfall notwendige Spezialwissen hat nichts mit der konkreten Schaltung zu tun, sondern entstammt vielleicht einem Beitrag 'Entwurf funktionsfähiger Platinen' oder der Lektüre der Laborblätter 'Leitungspraxis' in Elrad 10...12/89. Anders gesagt: Ein Layout ist im technischen Sinne kein integraler Bestandteil desjenigen Know-hows, das der Beitrag vermittelt, sondern eine von tausend Varianten zum Aufbau des Projekts auf Platine. Dies sollte man auch bedenken, wenn Elrad massiv aktuelle Schaltungstechnik anbietet, dabei aber im Prinzip auf das Element 'Layout' verzichtet, weil es zum vermittelten Know-how nicht in innerer Beziehung steht.

Kurz: Wegen nicht beschaffbarer Folie oder Platine braucht kein Projekt zu scheitern. Ein einfaches und nicht zu großes Layout wird in aller Regel veröffentlicht, und zwar innerhalb des betreffenden Beitrags.

Detlef Stahl

Detlef Stahl





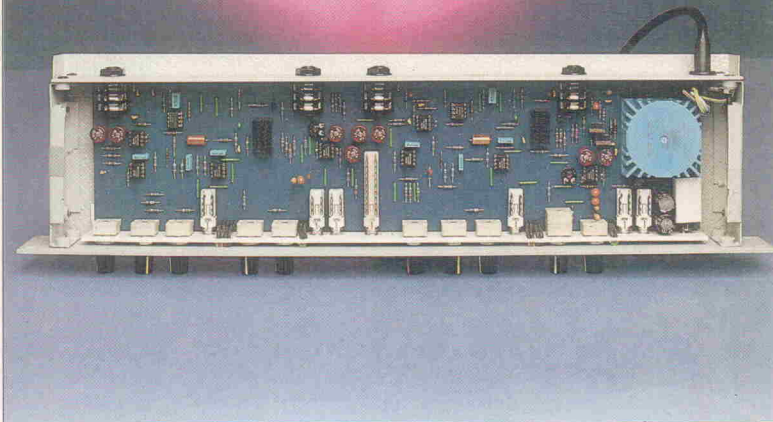
Stromversorgung

DC/DC-Wandler

Bis zu 350 V bei etwa 30 VA aus einer 12-V-Batterie:

Einsatzgebiete für eine derartige Versorgungseinheit muß man nicht lange suchen: Blitzröhren für Fotozwecke; Röhrenverstärker im Auto; Betrieb von Geiger-Müller-Zählrohren ... Mehr über den Aufbau eines Wandlers ab

Seite 78

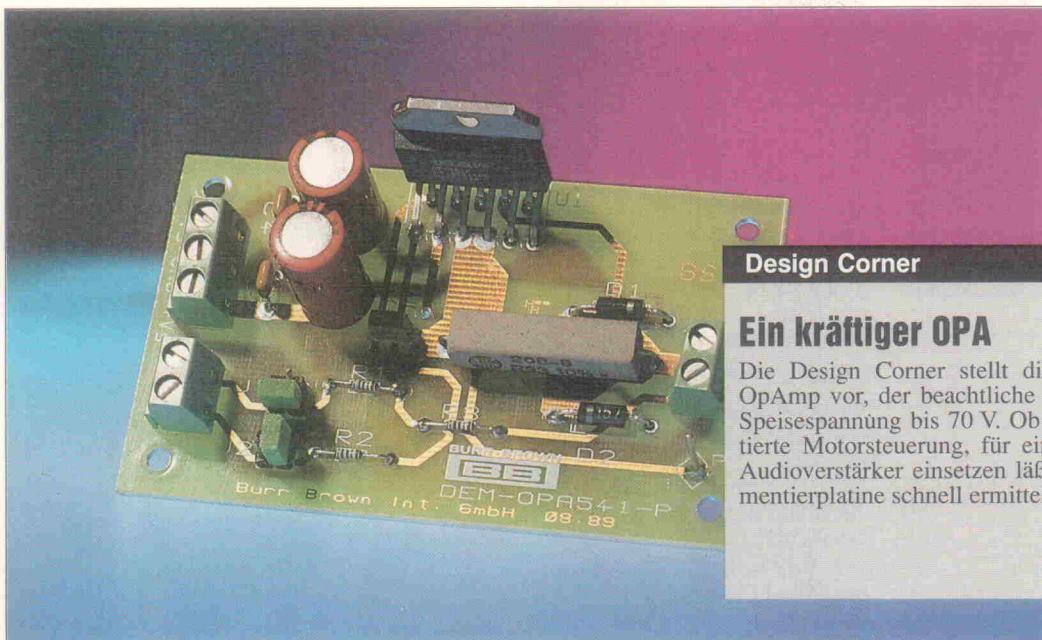
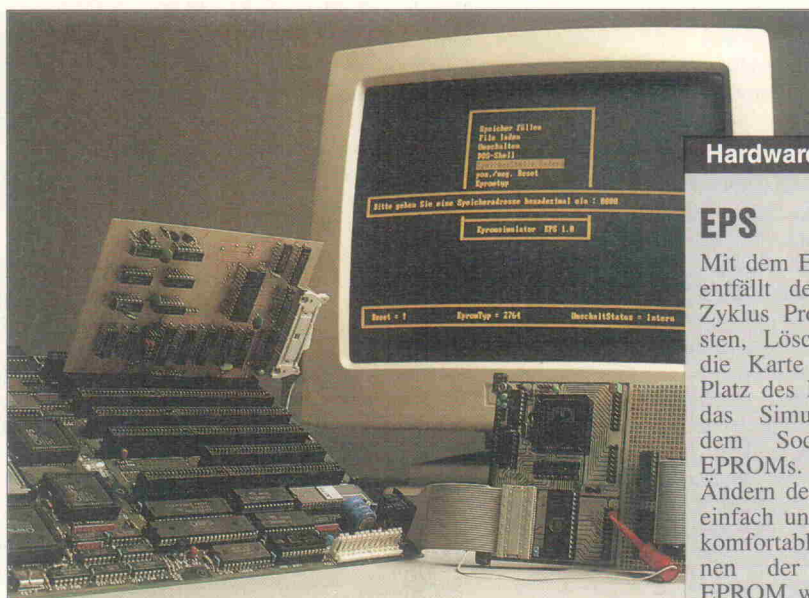


Hardware

EPS

Mit dem EPROM-Simulator entfällt der zeitaufwendige Zyklus Programmieren, Testen, Löschen. Man steckt die Karte an einen freien Platz des PC und verbindet das Simulator-Modul mit dem Sockel des Ziel-EPROMs. Das Testen und Ändern der Daten geschieht einfach und schnell mit den komfortablen Hilfs-Funktionen der Software. Ein EPROM wird erst dann gebrannt, wenn alles läuft.

Seite 84



Design Corner

Ein kräftiger OPA

Die Design Corner stellt diesmal einen präzisen Leistungs-OpAmp vor, der beachtliche Daten aufweist: Dauerstrom 5 A, Speisespannung bis 70 V. Ob sich der OPA 541 für die projektierte Motorsteuerung, für ein geplantes Netzteil oder gar als Audioverstärker einsetzen läßt, kann mit einer kleinen Experimentierplatine schnell ermittelt werden. Mehr ab

Seite 48

Rauschverminderung mit Brillanz

Schon zu Zeiten der Schellackschallplatten gab es Vorschläge, die unbefriedigende Wiedergabequalität durch programmgesteuerte Filter zu verbessern. Integrierte Schaltkreise ermöglichen heute eine wirkungsvolle Lösung von Rauschproblemen im PA- und Audio-Bereich.

Ein dynamisches Filter eliminiert in Verbindung mit einem VCA wirkungsvoll Störgeräusche in den Musikpausen. Alte Tonbandaufnahmen, die durch mehrmaliges Überspielen matt geworden sind, lassen sich durch gezielte Addition von Höhen, in Form eines Shelvingfilters, auffrischen. Es entsteht ein dem Exciter nicht unähnlicher Effekt.

Seite 33

Grundlagen

Ursachenforschung wg. Störstrahlung

Getaktete Netzteile setzen sich aufgrund ihrer relativ kleinen Masse, ihres geringen Volumens und ihres hohen Wirkungsgrads immer mehr durch. Leider entstehen während des Betriebs von Schaltnetzteilen durch das Schaltverhalten bestimmter Bauelemente aber auch unerwünschte Störsignale, die eine beträchtliche Störstrahlung hervorrufen können. Um welche Bauteile es sich dabei handelt und mit welchen Maßnahmen man der Störstrahlung begegnet, wird dargestellt ab

Seite 52



Meßtechnik

Frequenzmarkengeber

Der in diesem Artikel beschriebene Spektrumsgenerator erzeugt Frequenzspektren mit mehreren umschaltbaren Linieneinstellungen. Dank der Verwendung eines Quarzthermostaten und der Vergleichsmöglichkeit mit dem Signal eines Normalfrequenzsenders weist die Frequenzabweichung maximal einen Wert von $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ auf.

Seite 60

Titelstory



IEEE-488

Sieben IEEE-488-PC-Slotkarten mußten sich im Elrad-Labor einer genauen Prüfung unterziehen. Dabei interessierte nicht nur die Einhaltung der einschlägigen Spezifizierungen, die mit einem Logic Analyzer sowie spezieller IEC-Bus-Probes abgeprüft wurden, sondern auch die Leistungsfähigkeit der dazugehörigen Software.

Seite 20

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Editorial	3
Briefe	6
aktuell	
Labor & Service	9
Bauelemente	10
Hardware	12
Sensoren	14
Stromversorgung	16
Technische Optik	18
Audio, Bühne & Studio	19
Test	
IEC-Schnittstellen	20
Bühne & Studio	
Rauschenunterdrückung mit Brillanz	33
Schaltungstechnik aktuell	
Klangsynthese mit SAM 8905	42
Design Corner	
Präziser Leistungs-OpAmp OPA 541	48
Grundlagen	
Ursachenforschung wg. Störstrahlung	52
Meßtechnik	
Frequenzmarkengeber	60
Bücher	63
Die Elrad-Laborblätter	
Thermoelemente und ihre Beschaltung (2)	64
Magnetische Tonaufzeichnung (2)	71
Stromversorgung	
DC/DC-Wandler	78
Hardware	
EPROM-Simulator	84
Mathematik	
Anwendung der Eulerschen Funktion	88
Kfz-Meßtechnik	
AutoScope (3)	91
Elektronik-Einkaufsverzeichnis	94
Die Inserenten	101
Impressum	101
Dies & Das	102
Vorschau	102

Funkbilder für IBM-kompatible PCs XT/AT, C 64/128, Amiga und Atari ST

Fernschreiben, Morsen und Radio-Kurzwellen-Nachrichten.

Haben Sie schon einmal das Piepsen von Ihrem Radio auf Ihren Bildschirm sichtbar gemacht? Hat es sie schon immer interessiert wie man Wetterkarten, Meteosat-Bilder, Wetter-Nachrichten, Presseagenturen, Botschaftsdienste usw. auf einem Computer sichtbar macht? Ja? - dann lassen Sie sich eine Einsteiger-Information schicken oder bestellen sie einfach gleich.

Steckfertige Karten mit eingebautem Filterkonverter. Alle gängigen Betriebsarten, selbsterkennende Auswertung und Abstimmung, Stufenlose Shiften und Baudrate. Sondereinheit für verschlüsselte Sendungen und Codeanalyse. Drucken, Speichern, automatische Aufzeichnung. Senden und Empfangen von Funkfernsehern, Morsezeichen und Faksimile-Bilder. Aufzeichnen, Überarbeiten, Speichern und Drucken.

Unser Angebot - eine Komplett-Ausrüstung mit Anleitung, für den Einsteiger für Funkfernsehern, Morse- und Bilder-Empfang. Modul einstecken, mit Lautsprecheranschluß verbinden, einschalten und los geht's.

Super-Sonder-Angebot

BONITO-Supercom ab 248,00 DM

Bitte Info Nr. 23 anfordern bei:

Bonito, Ing.-Büro Peter Walter

Gerichtsweg 3, 3102 Hermannsburg, Telefon 0 50 52/60 52

ct KAT-Ce 68070 Einplatinensystem (c't 9/89)

Europakarte mit 68070, 68230, 68681, 4 RAM-Plätze bis 512 kB, 2 Eprom-Plätze bis 256 kB, 8 Bit AD/DA-Wandler, RAM-Pufferungsschaltung, Uhr, LCD-Anschluß, DMA- und MMU-Möglichkeiten

KAT-Ce Leerplatte 68070 ohne Betriebssystem	69,00 DM
KAT-Ce Betriebssystem mit Monitor, Disassembler, Assembler, Editor, Pascal-Compiler mit Parallelprozeduren, Assembler-Unterstützung, Tracing als Nachlieferung	159,00 DM
KAT-Ce 68070 Leerplatte mit Betriebssystem	208,00 DM
Fertigplatte KAT-Ce 68070, 64 k RAM, 68681, 68230, PCF 8583, AD 7569, Fertigplatte KAT-Ce 68070, 64 k RAM, 68681, 68230, PCF 8583, AD 7569, Komplette Version ohne Betriebssystem	ab 478,00 DM
Bausätze jeweils 100,- DM billiger	
Aufpreis Betriebssystem für Bausatz oder Fertigplatte	100,00 DM
68070 mit 19,66 MHz Quarz und PLLC-Fassung	135,00 DM
Analogwandler AD 7569	60,00 DM
Uhr-IC PCF 8583	25,00 DM
Disk für IBM, Atari ST, APPLE II, Mac, CPC, C 64, Amiga	je 15,00 DM
Runtime-Epoms für speicherresidente Anwenderprogramme	40,00 DM

KAT-Ce 1.3 oder KAT-Ce 1.4 Leerplatte	je 69,00 DM
KAT-Ce 1.3 Fertigplatte, 64 k RAM ohne AD-Teil ohne System	428,00 DM
KAT-Ce 1.4 Fertigplatte, 64 k RAM, ohne Betriebssystem	478,00 DM
KAT-68 Betriebssystem für EPAC 68008, EPAC 68000 oder EMUF 68008	je 169,00 DM

Elektronische Bauelemente Marie-Theres Himmeröder, Longbentonstr. 12 4353 Oer-Erkenschwick, Tel. 0 23 68/5 39 54, Telefax 0 23 68/5 67 35

PSPICE



MicroSim

Der Schaltkreissimulator für Analyse und Worstcase-Berechnungen als mächtiges Werkzeug zur Entwicklung elektrischer Schaltungen zur Serienreife.

- Für IBM PCs, DOS und OS/2.
- Datenbank/Parameter für 3500 Bauteile.
- Option „Probe“, das Software-Oszilloskop.
- Neu! Behavioral Modeling, Digitalsimulation, gleichzeitige analoge und digitale Analyse.



Thomatronik Herbert M. Müller

Brückenstraße 1 · 8200 Rosenheim

Tel. 0 80 31/1 50 05 · Tx 525 814 · Telefax 0 80 31/1 59 80

ROMAN ELECTRONIC

Schützenstr. 7 5468 St. Katharinen

Di-Fr: 13-18.30 Uhr 02241/22229
Sa: 9-14.00 Uhr

RESTPOSTEN



Hercules Monitor + Herculeskarte

199,-



Markengeräte, 14 Tage Übernahmegarantie
EGA Monitor + EGA Karte 256KB 699,- DM

Alle Geräte mit kleinen, opt. Mängeln!

Weitere Angebote in ELRAD 2/90 Seite 93

FIR-Filter im CD-System

In einer 7teiligen Folge in den Ausgaben 7/8-89 bis 2/90 berichtete Elrad über die Technik des CD-Systems.

Zu dem umfassenden Bericht ist eigentlich nur zu ergänzen, daß das FIR-Filter in Bild 78, Heft 2/90, an der Stelle, wo der Autor eine Mischschaltung vermutet, einen ordinären Summierer enthält. Das klärt einige weitere Fragen. Wenn nämlich zwei 16-Bit-Werte mit gesetztem MSB addiert werden, entsteht ein 17-Bit-Wert. Für 24 Schiebeteakte im Filter entstehen so rechnerisch $Id_{24} \approx 4,5$ zusätzliche Bits. Bei Verwendung eines 16-Bit-DA-Wandlers müssen die letzten 5 Bits verloren gegeben werden; für einen 20-Bit-Wandler stehen tatsächlich genügend Informationen zur Verfügung (wobei natürlich nichts darüber ausgesagt werden soll, was er damit macht. Die 16-Bit-Wandler-technik ist, wie beschrieben, noch nicht ausgereift).

Etwas verschwommen ist auch in der Grafik die Bezeichnung 'Phasen 0...3'. Hier wird an jeden Multiplizierer ein einziger Wert gelegt, der jedoch von Multiplizierer zu Multiplizierer unterschiedlich ist. Die Verteilung dieser Faktoren bestimmt maßgeblich die Funktion des Filters; ein Vertauschen kann auch mal aus einem Tiefpaß einen Hochpaß erzeugen. Der Vorteil eines FIR-Filters ist, daß es sich vergleichsweise einfach berechnen läßt und im Gegensatz zu rückgekoppelten digitalen Filtern unbedingt stabil ist. Nachteil ist der hohe Aufwand an Schieberegistern und Multiplizieren.

Falk Eichmann
3340 Wolfenbüttel

Englisch or not?

Zur Ausgabe 1/90 stellte Elrad die Rubrik 'Englisch für Elektroniker' ein, die seit 10 Jahren fester Bestandteil der Zeitschrift war.

Da ich täglich mit technischem Englisch konfrontiert bin, bedauere ich den Fortfall des Englischkurses. Bedenken Sie, daß selbst die Bauteilehersteller aus Deutschland wie Siemens, Valvo, Telefunken, ITT ihre Datenbücher nur in Englisch für den Weltmarkt herausgeben. Grüße an den zuständigen Redakteur, der immer die neuesten Redewendungen, die gerade bei wortwörtlicher Übersetzung in das Deutsche unverständlich sind, dem Leser nahegebracht hat. Die Technik bleibt nicht

stehen, damit auch nicht der Wortschatz.

M. Ruprechtsberger
8399 Neuhaus/Inn

Ich bin sehr enttäuscht darüber, denn diese Rubrik war meiner Meinung nach immer ein großes Plus für Elrad. Sie hat mir bis heute gute Dienste geleistet und mir sicher auch dabei geholfen, bei einer international tätigen mittelständischen Firma nach Abschluß meines Studiums einen interessanten Job zu finden.

Sie schreiben in Heft 1/90: 'Für Elektroniker ist es ohnehin schwierig genug, deutsch zu kommunizieren.' Sicher ist die Kommunikation (oder deutsch: Verständigung) nicht immer einfach, aber Probleme löst man nicht durch Ignorieren! Und sich in diesem Punkt auf die Leserumfrage zu beziehen ist m. E. auch etwas zu leichtfertig. Hierbei ist es doch wie mit allem, das man gewöhnt ist, man betrachtet es als selbstverständlich und erwähnt es nicht noch groß. Vielleicht wurde 'Englisch für Elektroniker' deshalb in den Leser-Kommentaren so gut wie nie erwähnt.

Ich möchte Sie daher bitten, Ihre Entscheidung noch einmal zu überdenken. Elrad sollte doch in den Neunzigern professioneller sein – und Profis müssen mehrsprachig sein!

Stefan Ullmann
4300 Essen

Wie wäre es, wenn in ausgewählten Beiträgen die Einleitungen oder spezielle Passagen zusätzlich in Englisch erscheinen würden? Auf diese Weise wäre 'Englisch' immer an aktuellen technischen Themen orientiert und hätte nicht den allgemeinen Charakter wie in der Vergangenheit. Wir würden uns freuen, zur Frage 'Englisch or not?' und zu unserem Vorschlag Lesermeinungen zu hören.

(Red.)

Einige Punkte nachzutragen

19"-Power-PA, 2 x 600-W-Endstufe, Elrad 3/90

Nach dem Schaltbild (Bild 3) auf Seite 35 hängt der Ausgang der Endstufe frei in der Luft. Es fehlen die Verbindungspunkte an den Kreuzungen der Emitterwiderstände R 103...R 112 der Leistungstransistoren mit der Ausgangsleitung.

(Red.)

RIAA direkt – Netzwerkvarianten

Zu dem Audio-Projekt 'RIAA direkt', Elrad Heft 1/90, Seite 33, noch einige Anmerkungen, die sicher für viele Leser von Interesse sein dürften. In Heft 10/85 wurde ein modularer Vorverstärker veröffentlicht, dessen RIAA-Modul einige Vorzüge aufweist:

- genauere RIAA-Entzerrung in bezug auf Amplituden-, Phasen- und Gruppenlaufzeitfehler
- geringerer Klirrfaktor infolge des hochohmiger ausgelegten passiven Filters
- bessere Versorgungsspannungssiebung,
- Eingangsanpassung

Auch die Schaltung in Heft 1/90 läßt sich noch verbessern, wenn die optimalen Kapazitätswerte der E 24-Reihe verwendet werden:

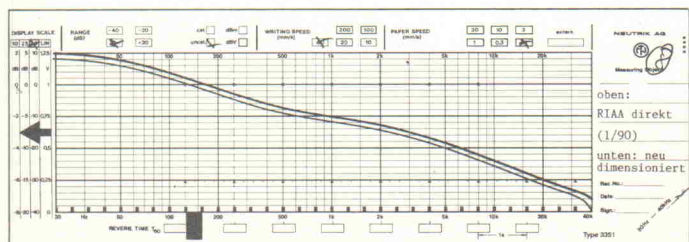
C2	240 nF	statt 300 nF
C3	82 nF	statt 100 nF
R4	9 k 10	statt 7 k 32
R5	1 k 33	statt 1 k 07

Die Abweichungen von der RIAA-Kennlinie werden zum Teil um den Faktor 3 (!) reduziert. Obwohl ich persönlich bezweifle, daß dies in irgendeiner Form hörbar ist, würde ich die technisch bessere Lösung vorziehen.

Dr. Gerd Schmidt
6000 Frankfurt 1

Auch wir bezweifeln, daß sich die Änderungen im Klangbild bemerkbar machen; mit unserem Pegelschreiber waren sie zumindest nicht meßbar (siehe Bild). Trotzdem soll auch die Dimensionierung des damals vorgestellten Filters nochmals

**Obere Kurve: 'RIAA direkt'
aus 1/90; unten:
Dimensionierung nach
Dr. Gerd Schmidt.**



Technische Anfragen

Die Sprechstunde der Redaktion ...

für technische Anfragen nur mittwochs von 10.00 bis 14.59 unter der Telefonnummer

(0511) 54 74 70

Aufgrund der zunehmenden Inanspruchnahme unserer Fragestunde liegt eine zügige Beantwortung im Interesse aller Leser. 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.)

angeführt werden: C2: 33 nF/1,2 nF; C3: 100 nF; R4: 19,6 kΩ + 2,26 kΩ; R5: 3,01 kΩ + 169 Ω. Eine kaskadierte Versorgungsspannungssiebung wie in Heft 10/85 ist natürlich 'extern' nachrüstbar, zur Eingangsanpassung können selbstverständlich C1 sowie R1 den MM- beziehungsweise MC-Abnehmer-Herstellerangaben entsprechend eingesetzt werden. Falls irgend nötig, ist auch die Verstärkung der Stufen über die Widerstände R2/R3 beziehungsweise R6/R7 einstellbar.

Röhrenembargo

Es scheint in der Schweiz weder Lieferant noch Hersteller für Röhren und Röhrensockel zu geben. Und nicht nur das: Ein Spezialist eines größeren Distributors in Zürich verstieg sich zu der Behauptung, solche Dinge würden gar nicht mehr hergestellt, weltweit. Ich kann mir das angesichts der sogenannten High-End-Angebote schlechthin nicht vorstellen. So viele Restbestände gibt's doch gar nicht. Vielleicht erbarmt sich ein Leser mit heißen Beziehungen in der Schweiz und bringt den entscheidenden Tip.

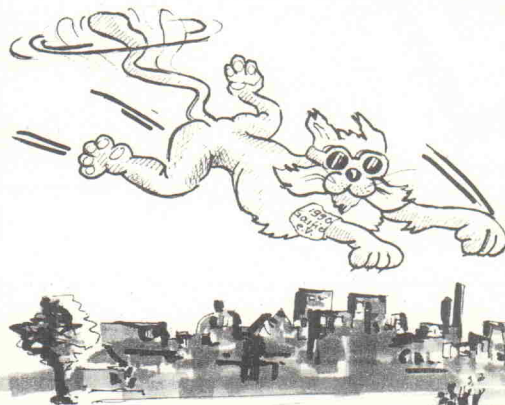
Marc E. Reichle
CH-8032 Zürich

Entscheidende Tips leiten wir weiter. Wie immer.

(Red.)

11. MESSLAB GERÜCHT

*"Der Katzensprung von
Stuttgart nach Sindelfingen
soll am 19. Juni 1990
öffentlich vom
örtlichen "Garfield e.V."
demonstriert werden"...*

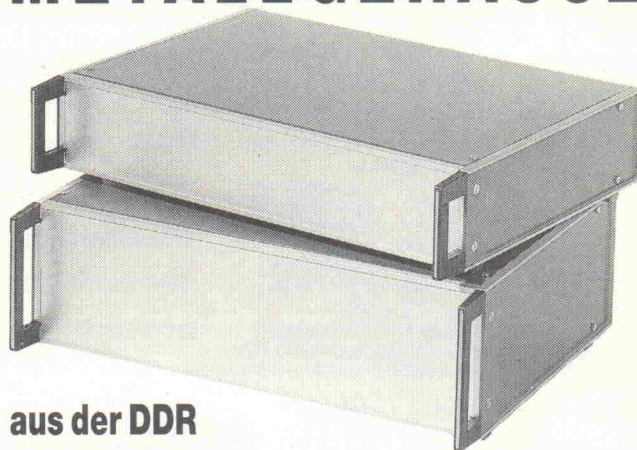


Übrigens:
Parallel zur MessLab findet die Echtzeit'90 statt.
Messehalle Sindelfingen, 19. bis 21. Juni 1990

MessLab

Näheres über die MessLab erfahren Sie bei der NETWORK GmbH:
Telefon (05033) 70 57, Telex (05033) 79 44.

Das Ding ist interessant: METALLGEHÄUSE



aus der DDR

Standardprogramm * Sonderanfertigungen mögl.

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

Sintron Europe Vertriebs GmbH

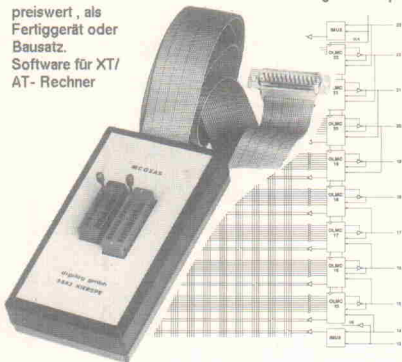
Geroildsauer Str. 115 • 7570 Baden-Baden • Tel. (07221) 7 1067
Telefax (07221) 7 10 66 • Telex 0781210 beleg d • BTX * 71004 #

digilog mess- und datengeräte

MCGEAS

GAL - Programmieren Sie Ihre eigenen Chip's

preiswert, als
Fertiggerät oder
Bausatz.
Software für XT/
AT- Rechner



Bausatz o. Gehäuse	148,-- DM	
Fertiger Gü	349,-- DM	
Editor/ Assembler	198,-- DM	(Ausgabe im JEDEC - Format)

digilog Mess- und Datengeräte Vertriebs-GmbH Postfach 13 41 5883 Kierspe Telefon (0 23 59) 811

braun • btw
Hannover - 75 70 86

Koaxiale Verbinder Stecker, Kupplungen

alle Normen –
alle Kabelgrößen



Fordern Sie uns!

Potzblitz: Stromausfall!

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

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

DVS

DVS Datentechnik GmbH · Ludwig-Thoma-Straße 1a
8034 Germering · Tel. (089) 8419064-66 · Fax (089) 8411169

Die billige Kopie aus Taiwan kann langfristig sehr teuer werden.

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

**Überzeugende
Technik zum
attraktiven Preis.**

EMCO

Sudetenstr. 10 · Postfach 1165
8227 Siegsdorf/Oberbayern
Tel. (086 62) 6 66-0 · Fax (086 62) 1 21 68

Anforderungscoupon:

Ausfüllen und schicken an:

EMCO Maier · 8227 Siegsdorf · Postfach 1165 · Tel. (08662) 666-0

Bitte schicken Sie mir Informationsmaterial über: ☐ EMCO Compact 8

Absender:

Telefon:

Technische Daten: EMCO Compact 8

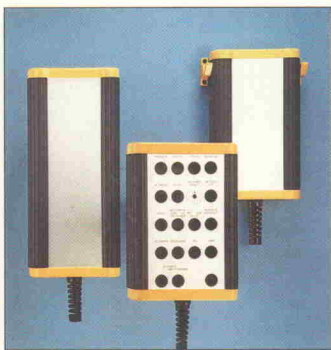
Spitzenhöhe/Spitzenweite	105 mm/450 mm
Drehdurchmesser über Support	118 mm
Spindelnase	Werksnorm (ähnlt. DIN 55021)
Morsekegel	MK 3
Spindeldurchlaß	20 mm
Arbeitsspindel-	100/250/350/500/
drehzahlen	850/1700 U/min
Vorschübe	
über Leitspindel	0.09 und 0.18 mm/U

Maschinenabbildungen teilweise mit Zubehör.

Labor und Service

Steuergehäuse für den mobilen Einsatz

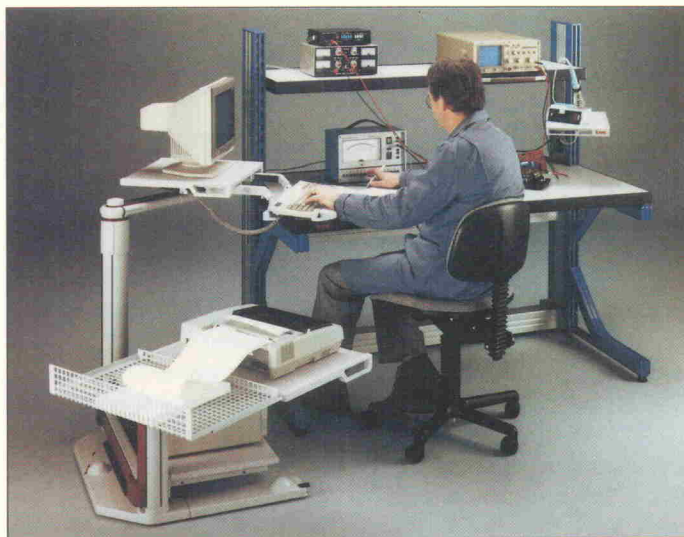
Kürzlich stellte Rose, Porta Westfalica, neue mobile Steuergehäuse der Serie Pilot 50 vor. Diese bestehen aus einem extrudierten PVC-Profil mit umlaufender Dichtung und entsprechen der Schutzart IP 65.



Die Frontplatte auf Alu-Cobond ist äußerst stabil und in ihrer Nutzungsbreite variierbar. Bei einer einheitlichen Gesamtbreite von 191 mm werden die Gehäuselängen den Erfordernissen entsprechend angepaßt.

Drei verschiedene PG-Ver-schraubungen mit Knickschutz und Zugentlastung sowie eine Kran-Kabel-Einführung sind möglich. Für die Einbauten gibt es im Innern des Gehäuses Schienen zur Aufnahme von Federmuttern. Außerdem stehen Befestigungsmöglichkeiten für Elektronik-Platinen zur Verfügung.

Überall dort, wo elektrische oder elektronische Steuerungen an wechselnden Einsatzorten ausgelöst oder überwacht werden sollen, kommen diese mobilen Steuergehäuse zum Einsatz. Passende Wandhalterungen werden im Zubehörprogramm angeboten.



Trägersystem für die moderne Meß- und Datentechnik

Mit den aufeinander abgestimmten Elementen des neuen Trägersystems von Rose System Technik, Porta Westfalica, lassen sich stationäre und mobile Monitorträger, aber auch komplette Meß- und Computerarbeitsplätze aufbauen.

Hoher Sicherheitsstand (GS-Zeichen), einfache Handhabung, ergonomische Gestaltung und ein vom Üblichen abweichendes Design (Prämierungen: Industrieform Hannover '89, Design Innovation '89 HiF Essen) werden vom Hersteller als wichtige Merkmale dieses

Systems genannt. Durch individuelle Farbkombinationen kann es der übrigen Einrichtung angepaßt werden.

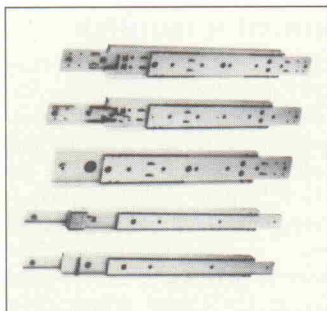
Zu den technischen Details gehören in der Höhe stufenlos verstellbare Geräteträgerebenen und Schwenkarme sowie durchgehend offene Kabelkanäle (auch in den Gelenkbereichen), die mit verschiedenfarbigen Kunststoffsegmenten abgedeckt werden. Die Tastaturenhalter haben Handballenauflagen mit einstellbarer Neigung und sind absenkbar.

Mit diesen Systemelementen aufgebaute mobile Meß- und Arbeitsplätze benötigen wenig Stellraum, bieten viel Fußfreiheit und können ergonomisch günstig eingestellt werden.

Teleskop-Schienen

Ein erweitertes Programm ihrer bewährten Geräteeinschübe auf der Basis von Teleskop-Schienen bietet die Firma Süssco, Hamburg, an, welches mit folgenden Besonderheiten ausgestattet wurde:

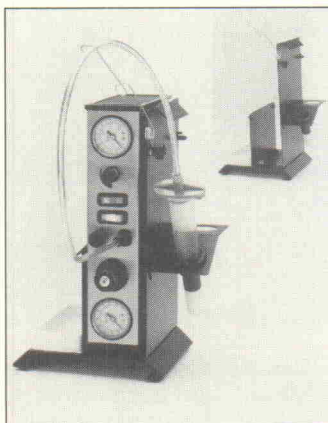
Einfache Montage, einfach oder zweifach ausziehbar, durch mehrere, ineinander gleitende Schienenteile – deren in Nylonstreifen laufende Stahlkugeln besonders leichte Gleitfähigkeit bewirken – sind hohe Auszugsfaktoren erreichbar. Zusätzlich können die Schienen mit oder



ohne Stop-Vorrichtung geliefert werden. Der Hersteller hebt das geringe Eigengewicht und die hohe Tragkraft sowie die Qualität des verwendeten Materials hervor.

Hochkant dosiert

Die in der Fertigung vielfach verwendeten Dosiermaschinen



von GLT, Gesellschaft für Löttechnik, Pforzheim, dienen dem Dosieren und Auftragen verschiedenster Flüssigkeiten, beispielsweise SMD-Kleber oder Lötpasten. Ab sofort sind neue Halterungen für die Dosiergeräte erhältlich. Die wesentlichen Vorteile liegen darin, daß das Dosiergerät nun hochkant aufgestellt werden kann, dadurch weniger Platz beansprucht und ein Zurücklaufen der Dosierflüssigkeit erschwert wird.

Eine spezielle Führung hält den Adapterschlauch vom Arbeitsbereich fern. Die Dosiergeräthalterung ist mit einer Kartuschenablage und einer Ablageschale für Kleinteile wie Ersatz-Dosiernadeln ausgestattet.

Arbeitsplatzsysteme für Industrie und Ausbildung

Die Phywe Systeme GmbH, Göttingen, bekannt als eine der führenden Anbieter von Laboratorien und Lehrsystemen zur Aus- und Weiterbildung in Naturwissenschaft und Technik, hat einen neuen Produktbereich, '19-Zoll-Arbeitsplatzsysteme für die Elektrotechnik', geschaffen. Das System erfüllt die Einsatzbedingungen für Laboratorien, Prüf- und Meßräume in Produktion, Gütekontrolle, Entwicklung und Ausbildung in der Industrie sowie an Berufs- und Fachschulen. Es ist durch seinen modularen Aufbau geeignet, unterschiedliche Stromversorgungs- und Meßtechnikkomponenten nach individuellen Wünschen zu einer Einheit zusammenzustellen.

Eine Vielzahl von Einzelgeräten wie Spannungsversorgungen, Signalgeneratoren bis hin zu rechnergestützten Meß-, Steuer- und Regeleinheiten in Form von Einschüben und Kassettens lassen sich funktions- und anwendergerecht kombinieren.



Das Arbeitsplatzsystem, bestehend aus Arbeitstischen, 19-Zoll-Tischauflagegehäusen, Beistellschränken und Wand-schranksystemen, entspricht den neuesten ergonomischen und funktionalen Erkenntnissen.

Die stille Revolution

Lärm ist lästig, konzentrationshemmend und gesundheitsschädlich. Dies gilt nicht nur an gewerblichen Arbeitsplätzen, sondern zunehmend auch an solchen Stellen, an denen Geistesarbeit verrichtet wird. Einen wesentlichen Anteil stellen dabei Dauerbelastungen dar, wie sie heute beim 'Rund-um-die-Uhr-Betrieb' von PCs oder Workstations als Laufgeräusch auftreten. Geräuschreduzierung ist ein wesentlicher Faktor zur Humanisierung der Arbeitsplätze.

aktuell

Anlässlich einer Fachpressekonferenz im Februar dieses Jahres stellte die Firma Papst mit Sitz in 7742 St. Georgen/Schwarzwald ihre neueste Entwicklung vor. Der Papst-Variofan ist kein gewöhnlicher Lüfter, sondern setzt Maßstäbe in Hinsicht auf Lärmverminderung am Arbeitsplatz. Das Konzept des neuen Lüfters ist denkbar einfach und nicht einmal neu.

Lüfter müssen thermische Spitzenbelastungen bewältigen können und dazu in ihrer Anwendung auf volle Leistungsfähigkeit ausgelegt sein. In der überwiegenden Zeit geringerer thermischer Belastung ist ihre Leistung jedoch überdimensioniert und führt zu unnötig hoher Geräuschentwicklung. Erschwerend kommt oft hinzu, daß das Problem der Kühlung meist ganz am Ende einer Geräteentwicklung angegangen wird und daher oft nur wenig Platz für einen Lüfter vorgesehen ist. Um den gleichen Volumenstrom zu erzeugen, muß ein Flügelrad mit kleiner Querschnittsfläche wesentlich schneller drehen als ein großes und erzeugt dementsprechend höhere Geräuschpegel.

Eine Regelung muß her

Es liegt also nahe, die Drehzahl des Lüfters und damit den Luftvolumenstrom in Abhängigkeit von der Temperatur zu regeln. In Zeiten geringer Wärmeentwicklung läuft der Lüfter mit verminderter Drehzahl und produziert so einen entsprechend niedrigeren Geräuschpegel. Gerade für Datenverarbeitungs- und Kommunikationsgeräte wie PCs, Terminals oder Drucker, die in unmittelbarer Arbeits-

platznähe stehen, ist ein verminderter Geräuschpegel nicht nur wünschenswert, sondern zur Erzielung einer konzentrierten Arbeitsatmosphäre unverzichtbar. Gleiche Forderungen lassen sich auch für andere Bereiche – zum Beispiel Arbeits- und Meßgeräte in der Medizin – aufstellen.

Der Ansatz der temperaturgeführten Drehzahlregelung allein ist nicht neu. Sie wurde bisher geräteseitig zum Beispiel als Stufenschaltung oder über Spannungsregelung realisiert. Neu ist jedoch eine temperaturproportionale Regelung unter Verwendung der energiesparenden Pulsweitenmodulation und die Integration dieser gesamten Logik zusammen mit der Kommutierungselektronik in ein kundenspezifisches IC. Als Op-

tion wird darüber hinaus eine Alarmfunktion angeboten, die bei Abfall der Drehzahl unter 75 % des Sollwertes oder bei Lüfterstillstand auf einer zusätzlichen Leitung eine mit 25 mA belastbare Signalspannung bereitstellt.

Ein Spezial-IC macht's möglich

Die elektronische Kommutierung des Motors, die in der Ablösung des mechanischen Kollektors ein wesentlicher technischer Fortschritt ist, findet im Papst-IC eine weitere Verbesserung. Die Elektronik ermöglicht ein 'weiches' Schalten der Kommutierung; dies wird durch eine trapez- anstatt einer rechteckförmigen Schaltspannung erreicht. Diese Maßnahme bewirkt, daß sich das Geräusch-

verhalten nicht nur in der meßbaren Lautstärke, sondern auch im subjektiven Empfinden verbessert.

Neben den oben beschriebenen Funktionen ist ein Überlastschutz der Endstufe mit im Baustein integriert. Er verhindert einen Schaden der Elektronik durch ein Blockieren des Lüfterrads beziehungsweise eine zu hohe Umgebungstemperatur. Der vom Hersteller SGS für die Firma Papst designte Chip befindet sich in einem 16-pin-dual-in-line-Gehäuse. Es ist sowohl auf der kleinsten Lüfterplatine bestückbar (Bild 1), deckt mit Zusatzbestückung aber auch höhere Spannungsbereiche als 12 V und den Leistungsbereich über 3 W unter Einhaltung der Variofan-Funktion ab.



Bild 1. Das kundenspezifische IC ermöglicht die Unterbringung der gesamten Elektronik auch im kleinsten Lüfter.

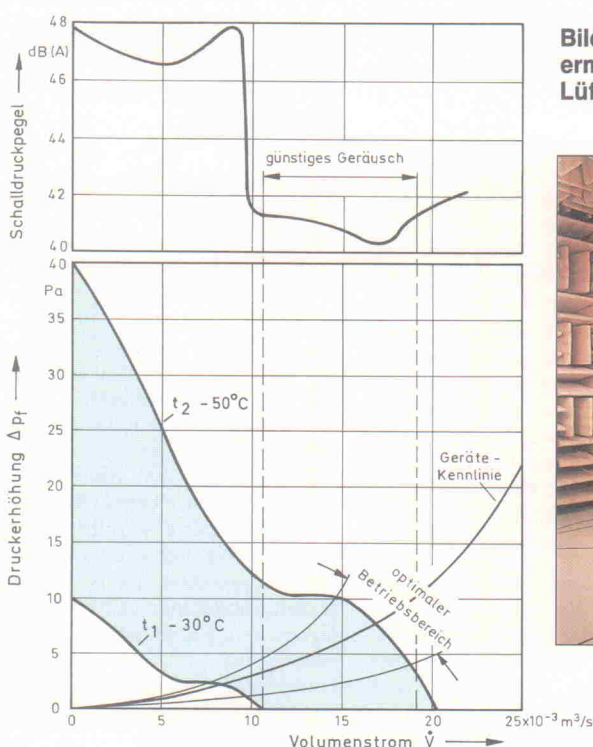


Bild 2. Die Kenntnis der Geräuschkennlinie ermöglicht die Auswahl des richtigen Lüfters.

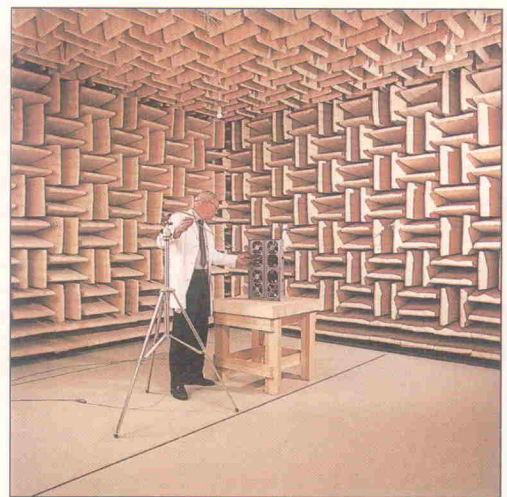


Bild 3. Das aufwendige Geräuschmeßlabor wird auch externen Benutzern zur Verfügung gestellt.

NCR PC 386SX

20 Feb 1990

MIT VARIOFAN 8412 GMV

574 DO/MI

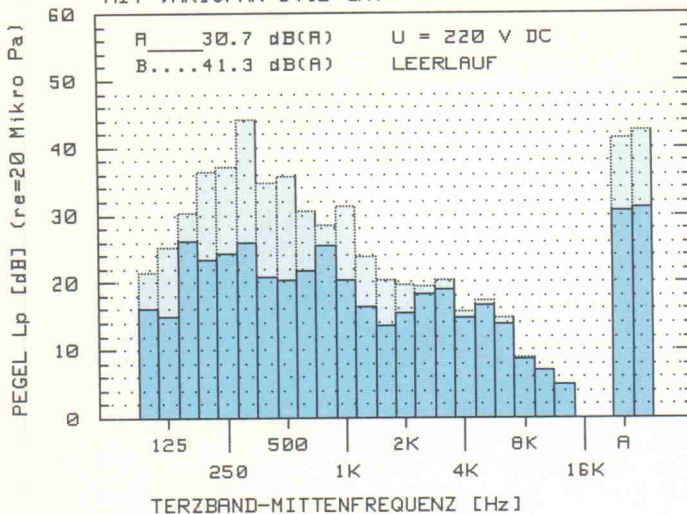


Bild 4. Geräuschspektrum des NCR-PC-386 SX für normale und erhöhte Temperatur.

Auf die richtige Dimensionierung kommt es an

Da es keinen Lüfter gibt, der allen möglichen Aufgaben in den vielfältigsten Gerätekonzeptionen gerecht werden kann, gilt es den für die jeweilige Aufgabe günstigsten Lüfter auszuwählen. Der erforderliche Volumenstrom dV/dt ergibt sich aus der Forderung, daß alle Bauelemente bei Abgabe der maximalen Verlustleistung ausreichend gekühlt werden. Bei der Durchströmung von Geräten entsteht ein Druckverlust Δp_v (Geräte Kennlinie), der, wie in Bild 2 dargestellt, durch Druckerhöhung Δp_r des Lüfters ausgeglichen werden muß.

Die obere Kurve in Bild 2 zeigt zusätzlich den Geräuschpegel als Funktion des Volumenstroms. Der ausgewählte Lüfter sollte nicht nur die Druck- und Volumenstrom-Anforderungen erfüllen, sondern dabei auch im geräuschminimalen Kennlinienbereich arbeiten.

Die temperaturabhängige Drehzahlregelung allein macht noch keinen leisen Lüfter aus; das weiß auch die Firma Papst. Eigene Computerprogramme unterstützen die aerodynamisch-akustische Entwicklung neuer Flügelräder. Die Versuchsmuster – hergestellt mit Hilfe von NC-Fräsmaschinen – werden anschließend im eigenen Geräuschlabor getestet. Die

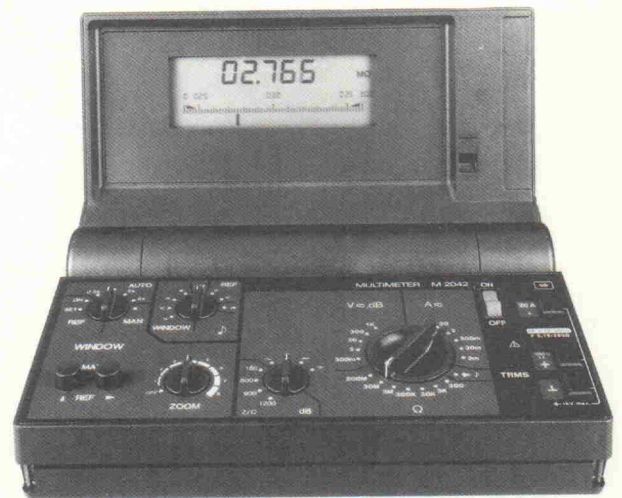
Akustik-Kammer sucht mit ihrem Nettovolumen von 75 m³ und einer unteren Grenzfrequenz von 90 Hz innerhalb der Bundesrepublik ihresgleichen und wird daher auch außenstehenden Firmen zur Verfügung gestellt.

Ein Meßlabor, das sich sehen lassen kann

Bild 4 zeigt am Beispiel eines NCR-PC-386 SX mit serienmäßig eingebautem Variofan-Lüfter das Schalldruckspektrum des Computers in User-Nähe. Die durchgezeichnete Kurve gilt für eine Umgebungstemperatur des NTCs von circa 20 °C, die gestrichelte für circa 40 °C. Bei hoher Temperatur liegt der Geräuschpegel um etwa 10 dB(A) oberhalb des Grundgeräusches des Rechners, das mit gut 30 dB(A) kaum störend wirkt.

Die konsequente Zusammenarbeit der Firmen zeigt, was auf dem Sektor der Geräuschminimierung am Arbeitsplatz möglich ist, und sollte auch andere Hersteller von PCs oder Meßgeräten motivieren, in dieser Richtung aktiv zu werden. Nicht nur Redakteure von Elektronik-Magazinen – rechnergesteuerte Textverarbeitung – werden solche Maßnahmen zu schätzen wissen. Leider bietet Papst den Variofan bisher nicht als Nachrüstsatz für ältere Modelle an.

Stellen Sie höchste Ansprüche an unsre Multimeter



Klappe auf und messen!

Die Analog-Digital-Klappmultimeter von ABB METRAWATT sind Spitzenklasse. Sie halten, was andere versprechen. Z.B.

- hohe Meßgenauigkeit – wissenschaftlich nachgewiesen
- leicht zu bedienen; Sie können das Multimeter umhängen und mit beiden Händen arbeiten
- hohe Ablesegenauigkeit; Dehnung der Skala des obigen M2042 bis 12,75m und 4 3/4-stellige Digital-Anzeige
- robust; auch unsanfte Rempeler machen nichts

Wenn Sie echte Effektivwerte, Grenz-, Momentan-, absolute und prozentuale Referenzwerte messen, Durchgang und Dioden prüfen wollen, sollten Sie die Klappmultimeter von ABB METRAWATT kennen lernen. Also... Klappe auf und ausprobieren!

ABB
ASEA BROWN BOVERI

ABB METRAWATT GMBH

Thomas-Mann-Straße 16-20, D-8500 Nürnberg 50
Telefon (09 11) 86 02-0

Junior-Modem

Die Fury-PC-Junior-Modemkarte aus dem Haus Dr. Neuhaus, Hamburg, ist jetzt von der Bundespost zugelassen worden. Sie arbeitet mit dem AT-Kommandosatz und realisiert sowohl 2400 Bit/s voll duplex (V.22bis) mit automatischer Umschaltung auf 1200 Bit/s (V.22) als auch 300 Bit/s (V.21). Zugaben sind die Bell-Normen 212A (1200 Bit/s, voll duplex) und 103(300 Bit/s).

Weitere Features: Impuls- oder Mehrfrequenzwahl, Erdtasten- und Flash-Funktion zur Amtsholung, Besetzttonerkennung und akustische Kontrolle über Lautsprecher. Der Preis für postzugelassene DFÜ mit der Fury-PC-Junior: 998 DM plus Mehrwertsteuer.

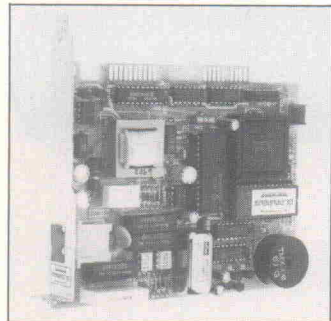


Mobile Betriebsdatenerfassung

Mit der Bezeichnung ZME 2000 hat die Firma Hötsch aus Heidenheim eine mobile Betriebsdatenerfassung herausgebracht. ZME 2000 liest Daten oder Mitteilungen aus einem PC oder zentralen Computer und stellt diese dem Mitarbeiter am Arbeitsplatz zur Verfügung, zum Beispiel die zu fertigende Stückzahl, Maße, Zeitabläufe.

Arbeitszeiten, Fahrzeiten, Reparaturzeiten oder Materialverbrauch lassen sich sehr einfach während der Arbeit erfassen.

Der Anschaffungspreis dieses BDE-Terminals liegt bei unter 800 Mark.



SCSI nach GPIB-Konverter

Für Rechner, die mit wenigen oder gar keinen Steckplätzen gesegnet sind, ist der SCSI-Port oft die einzige Hochgeschwindigkeitsschnittstelle mit der Außenwelt. Der SCSI-GPIB-Konverter von National Instruments (Vertrieb: Meilhaus, 8089 Puchheim) macht aus diesen Rechnern leistungsfähige IEC-Bus-Controller. Der als externe Box ausgeführte Umsetzer besitzt einen 8-Bit-Mikroprozessor, 64 oder 256 KByte

RAM und einen eingebauten DMA-Controller, der hohe Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglicht. Zur Programmierung des Geräts ist keinerlei zusätzliche Software nötig. Jedes Betriebssystem beziehungsweise jede Programmiersprache, die die SCSI-Schnittstelle ansprechen kann, genügt. Die 64 KByte-Version des Konverters kostet 2496 DM, die 256 KByte-Version 3180 DM zuzüglich Mehrwertsteuer.

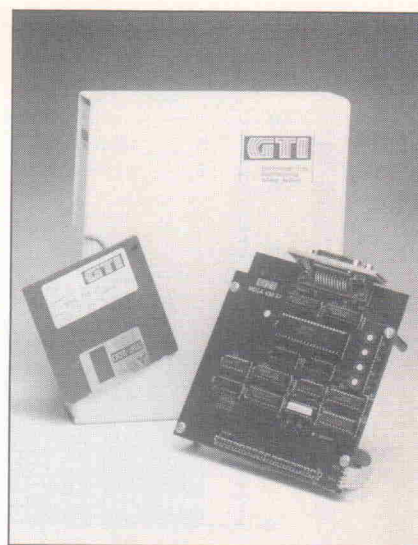


IEEE-488-Interface für Atari Megs

Die Interface-Baugruppe Mega 488 SLT von der GTI GmbH, Berlin, erlaubt den direkten Anschluß eines Atari Mega SLT an den weltweiten Industriestandard der Meßgerätechtechnik, den IEC-Bus. Für 980 DM zuzüglich Mehrwertsteuer wird ein Paket, bestehend aus Hardware, Handbuch und Treibersoftware, geliefert.

Auf dem Interface wird der IEC-Bus-Controller μ PD 7210 verwendet. Zum Bus hin ist die Baugruppe mit Tri-State-Treibern 75160/161 ausgestattet. Die Busschnittstelle belegt 256 Byte im Atari-Adreßraum und kann über vier Kodierschalter im gesamten Adreßbereich verschoben werden. Es bestehen uneingeschränkte Möglichkeiten zur Interrupt-Verarbeitung.

Softwareseitig wird ein Treiberprogramm für das Atari-Be-



triebssystem TOS mitgeliefert, es installiert und konfiguriert sich selbstständig resident im Speicher. Die IEC-Funktionsbibliothek ist als Erweiterung des Betriebssystems realisiert und kann deshalb aus allen Programmiersprachen heraus aufgerufen werden, die XBIOS-Calls erlauben.

Low Cost AD/DA-Wandlerkarte

Für 169 Mark ist eine Analog-Ein/Ausgabe-Interface-Karte für PC/XT und AT bei Bitzer Digitaltechnik in 7060 Schondorf zu haben. Geboten werden acht analoge Eingangskanäle und ein Ausgabekanal mit jeweils acht Bit Auflösung. Die AD-Wandlungszeit beträgt 2 μ s, die Einschwingzeit des

DA-Wandlers 1 μ s. Als Eingangsspannungsbereiche stehen 0...1,25 V, 0...2,5 V, -1,25 V...+1,25 V und -2,5 V...+2,5 V zur Verfügung. Besonderheit dieser preiswerten Karte ist die softwaregesteuerte Einstellung der Verstärkung und die Wahl zwischen uni- und bipolarem Betrieb.



Verbindung per Dreh

Den Problemen bei V.24-Verbindungen rückt die Bauz GmbH, 2730 Zeven, mit ihren Adapter-Labor-Sets zu Leibe.

Mit diesen 'Perdreh'-Umsetzer-Sets sind laut Hersteller fast alle denkbaren Verbindungen zu realisieren. Das 'Laborset plus' enthält zusätzlich zum Standard-Laborset einen Schnittstellentester.

BENKLER Elektronik

Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente
Audio- und Video-Produkte

Ringkerntransformatoren

120 VA 2x6/12/15/18/30 Volt	52,80 DM
160 VA 2x6/10/12/15/18/22/30 Volt	62,80 DM
220 VA 2x6/12/15/18/22/35/40 Volt	66,80 DM
330 VA 2x12/15/18/30 Volt	72,80 DM
450 VA 2x12/15/18/30 Volt	94,80 DM
500 VA 2x12/30/36/42/48/54 Volt	107,50 DM
560 VA 2x56 Volt	120,80 DM
700 VA 2x30/36/42/48/54/60 Volt	136,80 DM
1100 VA 2x50/60 Volt	187,00 DM

Mos-Fet

2 SJ 49	10,50 DM
2 SJ 50	10,50 DM
2 SK 134	10,50 DM
2 SK 135	10,50 DM

ca. 4000 weitere Japan-Typen
sind auf Anfrage lieferbar

**Sonderliste 1/90 für elektr. Bauteile
kostenlos anfordern Tel. 063 21 / 3 00 88**

19"-Gehäuse

1HE 250 mm	49,90 DM
2HE 250 mm	59,90 DM
2HE 360 mm	69,90 DM
3HE 250 mm	69,90 DM
3HE 360 mm	82,50 DM

Stahlblech 1,2 mm, Farbe: sw
Front: ALU 4 mm, 1HE—6HE

Elkos

10000µF 70/ 80V	16,50 DM
10000µF 80/ 90V	17,00 DM
12500µF 70/ 80V	17,50 DM
12500µF 80/ 90V	18,00 DM
12500µF 100/110V	24,50 DM

Becher-Elko mit M8 Zentral-
befestigung/Kontaktbrücke

Abmessungen: 105 x 45 mm
Andere Typen auf Anfrage

NKO

220 Volt:	
80x80x25	21,50
80x80x38	22,00
92x92x25	22,00
120erx38	19,81

12 Volt:

80x80x25	16,50
92x92x25	17,50
120erx38	25,50

BENKLER Elektronik-Versand • Winzingerstr. 31—33 • 6730 Neustadt/Wstr. • Inh. R. Benkler • Tel. 063 21/3 00 88 • Fax 063 21/3 00 89

19"-Gehäuse

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

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

Weiteres Zubehör lieferbar. Kostenloses 19" Info anfordern.

GEHÄUSE FÜR ELRAD MODULAR VORVERSTÄRKER 99,— DM

GEHÄUSE FÜR NDFL VERSTÄRKER 79,— DM

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

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

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

Gewerbegebiet Schwerte Ost, FAX-Nr.: 023 04/4 51 80
Ruf: 023 04/4 43 73, Tlx 8227629 as d



IRON MATIC

Die Lötstation, die höchsten Ansprüchen gerecht wird. Ihr Händler berät Sie gerne.

JBC®

Löt- und Entlöt-Technik

JBC Werkzeuge für Elektronik GmbH

Merianstr. 23 • D-6050 OFFENBACH • Telefon 069/84 20 63 • Fax 069/84 20 70

ELOXALFRONTPLATTEN selbst herstellen mit GEDAKOP-ALUFOTOPLATTEN!

Mit GEDAKOP-Alufotoplaten können Sie Ihre Frontplatten und
Schilder mit kleinstem Aufwand schnell und umweltfreundlich
selbst herstellen. In wenigen Minuten erhalten Sie von Ihrer
Transparentzeichnung oder einem Film ein einwandfreies eloxier-
tes, ein- oder mehrfarbiges Aluminiumschild. Nach dem Sealen
(Verdichten) haben Sie ein kratzfestes und absolut lösungs-
mittelbeständiges Schild. Die Farbe ist in der kristallharten Ober-
fläche des eloxierten Aluminiums eingeschlossen. GEDAKOP-
Alufotoplaten sind von 0,2 bis 3,0 mm Materialstärke lieferbar.

dd-PRODUKTE-VERTRIEB GMBH

Alex-Möller-Str. 18, 6832 Hockenheim

Telefon 062 05/71 39, Telefax 062 05/1 75 13

Wir haben sie ...!

- HeNe-Laser 1—100 mW
- Argon-Laser bis 10 W
- Scanning-Systeme & Software
- Show-Anlagen ab 9063,—
- sämtliches Zubehör

... die supereinstufige Trickfilm- anlage für Werbung & Show

Scanning-System „STAR II“, ohne Laser und Software	4600,—
Trickfilmanlage „Movie STAR“ mit 10-mW-Laser & Software	7355,—

... die Low-Cost Satellitenanlage in Top-Qualität

Spiegel 60 cm Ø, 2pol. LNB, Receiver 32 K Stereo, 16 Programme in Spitzenqualität, FTZ-Nummer ...	nur 1098,—
---	------------

Funlight Lasersystems
Dirk R. Baur
Theodor-Heuss-Str. 22
7406 Mössingen-Talheim

**0 74 73/
71 42**

... die neuen High Power Industrie Standard Laser

5 mW 12 V	1350,—
10 mW 12 V	1950,—
15 mW	2495,—
20 mW	3390,—

Laserzei-
stab mit
Akkusatz
625,—

... die extrem schnellen Galvanometer

G 508, $f_{max} = 1500$ Hz Peak to Peak,
max. Steprate: 3000 Hz, mit Spiegel 1112,—

... die Super-Sonderangebote:

Laser 1,5 mW, Anschluß 220 V	268,—
Laserbaustatz 5 mW, 12-V-Netzteil	878,—
Polarisierter 5-mW-Laser, 12 V	1267,—

Lieferübersicht kostenlos, Katalog Vorkasse 5,— / Nachnahme 8,—

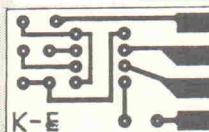
Kennen Sie schon unsere
Leiterplattenfertigung?
Wir fertigen für Sie in folgenden Spezifikationen.

1 einseitig	9 Positionsdruck
2 zweiseitig	10 Lötstoplack
3 zweiseitig durchkontaktiert	11 CNC-Bohren
4 Leiterplatten für SMD	12 CNC-Fräsen
5 in den Materialien FR2-FR3-FR4-Epoxyd Blau	13 Repro- und Filmerstellung
6 Blei-Zinnschmelzen	14 Muster Service für Kleinststückzahlen
7 Lötack / Glanzzinn	15 Eildienst
8 Fotodruck / Siebdruck	

Lieferzeit — Preis ?

Kein Problem !

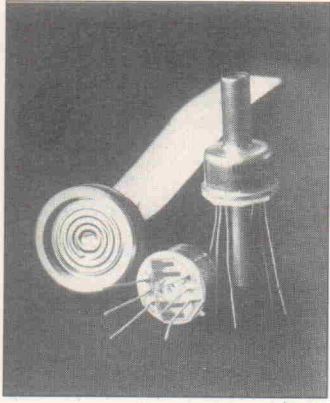
Anruf genügt



Köster-Elektronik

Siemensstr. 5 7337 Albershausen
Telefon 07161/3694 Telefax 07161/3690

Sensoren



Breite Palette lieferbar

Von der Firma ecn Component Network in Ismaning bei München ist jetzt das gesamte Lieferprogramm des amerikanischen Herstellers Nova-Sensor erhältlich. Die Nova-Drucksensoren zeichnen sich laut Angaben der Vertriebsfirma durch hohe Ausgangsspannungen und

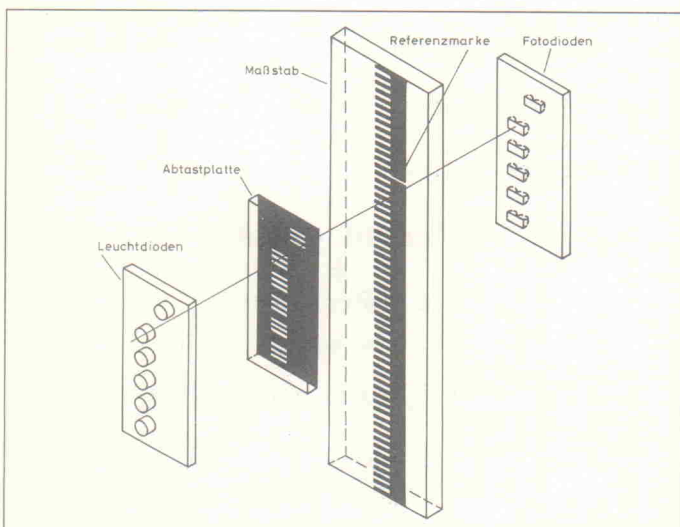
geringe Nichtlinearitäten aus. Der Meßaufnehmer besteht aus der üblichen Silizium-Membran, bei der die implantierten Dehnungsmeßstreifen als Wheatstone-Meßbrücke angeordnet sind. Je nach Typ ist ein ebenfalls lasergetrimmtes Widerstandsnetzwerk zur Temperaturkompensation eingebaut. Für Messungen in aggressiven Medien wird ein Sensortyp angeboten, bei dem die Silizium-Membran durch ein Flüssigkeitspolster und eine zweite Stahlmembran von dem zu messenden Medium entkoppelt ist (PI-Reihe).

Die Sensoren der PH-Reihe eignen sich für die meisten nicht-aggressiven Flüssigkeiten und Gase und finden typischerweise Anwendung in der medizinischen Elektronik, der Prozeßkontrolle oder auch als Durchfluß- oder Höhenmesser. Die preiswerten Sensoren der PS-Serie werden vorzugsweise in der Luftdruck-Kontrolle, bei der Klimasteuerung oder in der Durchflußmessung eingesetzt.

Inkrementale Längenmeßsysteme

Mit an führender Stelle bei inkrementalen Meßsystemen für Länge und Winkel liegt die österreichische Firma R.S.F.-Elektronik aus A-5121 Tarsdorf. Die Systeme dienen dem automatischen Erfassen von Meßwerten beim Positionieren von Maschinen und Robotern. Das Herz der Geräte besteht aus – im Dünnschichtverfahren bedampften – Glasmaßstäben und Ablesplatten, deren Strichgitter durch fototechnische Kopie von einem Original mit nachfolgender Ätzung hergestellt wurde.

Die Sender und Sensoren für das fotoelektrische 'Ablesen' der zurückgelegten Wegstrecke sind schock- und vibrationsunempfindliche Leuchtdioden und Fototransistoren. Mit kundenspezifisch hergestellten Hybrid-Schaltungen werden dann im Abtastkopf die Lesesignale in TTL-Pegel umgesetzt. Als feinste Auflösung werden inzwischen Bruchteile eines μ -Meters erreicht (10^{-6} m). Die Zeichnung zeigt das Arbeitsprinzip einer inzwischen jedoch weiterentwickelten Version.

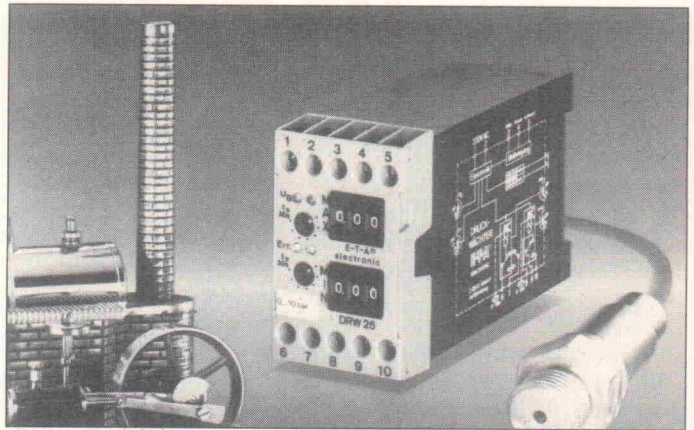


Hybriden zur Drucküberwachung

Einen variablen Druck zu erfassen und in ein genormtes Signal zur Weiterverarbeitung umzusetzen, gehört nach wie vor zu den anspruchsvolleren Aufgaben in der Meßtechnik. Vor allem dann, wenn hohe Temperaturen als Störgrößen im Meßprozeß auftreten, steigt die Anforderung an die Technik.

Stahlmembrane gedruckt und dann in einen Meßkopf eingeschweißt. Der Widerstand der Dickschicht-Brückenmeßschaltung ändert sich proportional zum Druck an der Membran.

Für Meßaufgaben bei hohen Temperaturen (max. 150 °C) gibt es den Meßkopf und den



Für diesen Fall bietet die Firma ETA Elektrotechnische Apparate aus 8503 Altdorf bei Nürnberg eine neue Lösung.

Bisher war des 'Elektronikers Druckmeßdose' in fast allen Fällen eine Silizium-Membran, deren Durchwölbung ein Maß für den anliegenden Druck darstellte. Aufgeätzte, dehnungsempfindliche Widerstände setzen die Druckgröße in eine Spannungsgröße um. ETA geht jetzt mit dem neuen Druckwächter DRW 15-27 einen anderen Weg.

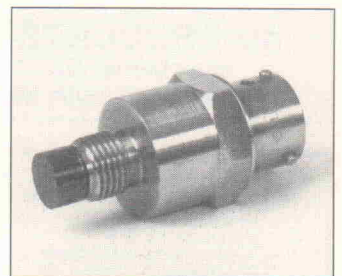
Hierbei werden Dickschichtwiderstände unmittelbar auf eine

Hybrid-Eingangsverstärker auch getrennt – normalerweise wird die Elektronik mit in das Meßkopfgehäuse integriert. Beide Bauformen gibt es mit einstellbaren Minimum-Maximum-Schaltpunkten, Relaisausgang, Fehlermeldung und diversen Balkenanzeigen.

Der zulässige Druckmeßbereich geht bis 100 bar; dabei dürfen die Temperaturen der zu messenden Medien zwischen -40 und +150 Grad Celsius schwanken. Die Auswerteeinheit darf bis zu 150 Meter Kabellänge von der Meßstelle entfernt montiert werden.

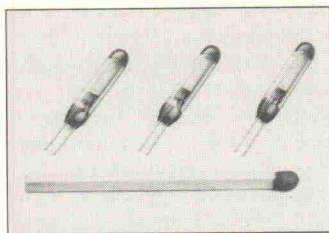
Miniatur-Drucksensor

In die gleiche Kategorie der besonders robusten Drucksensoren mit Stahlmembran fällt der Mini-Sensor von Burster aus 7562 Gernsbach. Auch hier befinden sich die Dehnungsmeßstreifen zum Abnehmen der Druckänderung auf der Rückseite der im Durchmesser nur 8,6 mm messenden Membran. Alle Teile sind aus nichtrostendem Stahl hergestellt und miteinander verschweißt. Dadurch ist der Sensor einerseits in der Lage, starken Schock- und Vibrationsbelastungen zu widerstehen, andererseits kann er an korrosiven und aggressiven, flüssigen oder gasförmigen Medien eingesetzt werden. Die Abdichtung zwischen dem Sen-



sor und dem Einbaugewinde geschieht mittels O-Ringen. Für Anwendungen in nasser Umgebung kann der Sensor mit einem wasserdichten Gegenstecker ausgerüstet werden, der durch einen O-Ring im Inneren der Steckverbindung ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindert. Die Meßbereiche liegen zwischen 0...20 bar und 0...1000 bar.

... zu wissen, es ist Platin

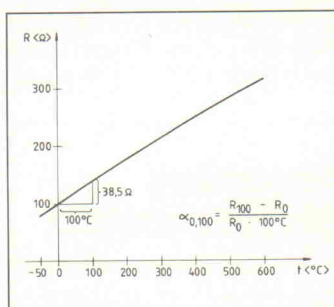


Daß man sich Platin nicht nur um den Hals hängen kann, sondern daß es ein hervorragendes Material für die Temperaturmessung ist, wußten die Physiker schon vor 100 Jahren. Hauptgrund für die Beliebtheit ist die hohe Stabilität des Platins und seine Edelmetalleigenschaften. Bei der Temperaturmessung wird die Eigenschaft ausgenutzt, daß sich der Widerstand des Metalls über der Temperatur sehr genau und reproduzierbar ändert (siehe Kurve).

Der klassische Platinfühler wurde früher aus einem Voll Draht gewickelt und mit einem Keramik- oder Glasröhrchen

geschützt. Diese Ausführung erhob man erst zur Norm (DIN IEC 751) und dann zu einem Weltstandard. Der nicht unerhebliche Gehalt an Edelmetall bedingte natürlich auch einen nicht unerheblichen Preis.

Seit einigen Jahren bemüht man sich mit Erfolg, beide Anteile zu senken. Murata Elektronik aus Nürnberg hat 1985 den



Dünnschicht-Platinsensor auf den Markt gebracht, dem jetzt ein Typ folgt, der die Bezeichnung SafePac-Pt-Sensor führt. Bei ihm handelt es sich um

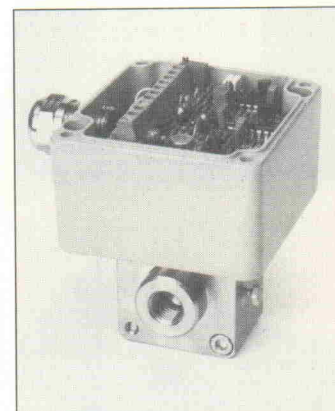
einen auch für widrige Umwelteinflüsse geeigneten Meßfühler. Dafür sorgt eine hermetisch dichte Einkapselung des Sensors in ein Glasrohr. Besonderes Augenmerk wurde hier auf die Ausdehnungskoeffizienten des verwendeten Glases und der Anschlußdrähte gelegt. Als zulässigen Arbeitsbereich gibt der Hersteller -55°C bis $+400^{\circ}\text{C}$ an. Die mechanischen Abmessungen der Sensoren betragen 18 mm in der Länge und 3 mm im Durchmesser; sie sind als Version PT-100, PT-500 und Pt-1000 lieferbar.

Differenzdruckaufnehmer – ohne Dehnungsmeßstreifen

Ebenfalls von Burster, Gernsbach, stammt ein Miniatur-Differenzdruckaufnehmer, der sich von den übrigen hier vorgestellten Sensoren insofern unterscheidet, als er ohne die allgegenwärtigen DMS auskommt.

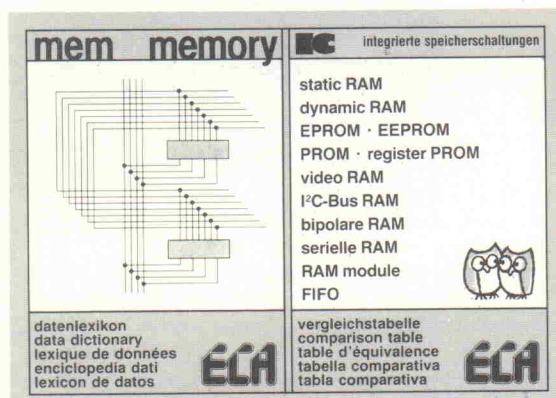
Die beiden Druck-Meßkammern sind durch eine Membran getrennt; beidseitig dieser Stahlmembran befinden sich hermetisch dicht eingekapselte Spulen. Liegen unterschiedliche Drücke an den beiden Kammern, wird die Membran aus der Ruhelage ausgelenkt, und der magnetische Widerstand der Spulenkerne ändert sich.

Die integrierte Elektronik setzt diese Änderung in eine weiterverwertbare Spannungsvariation um.



mem

Memory Datenlexikon und Vergleichstabelle



Die **mem**, das Datenlexikon und die Vergleichstabelle für statische, dynamische und bipolare RAM, VIDEORAM, EPROM, EEPROM, PROM und FIFO mit *Ein- und Ausgangsbeschaltung* und dazugehöriger Programmieranleitung.

1. Auflage, 1989, über 4000 Typen, etwa 250 Zeichnungen, 320 Seiten.

ISBN-Nr. 3-88109-037-1

DM 28,80



Electronic + Acoustic GmbH
Postfach 40 05 05
Telefex 5215 453 eca d
Telefax 16 62 31
D-8000 München

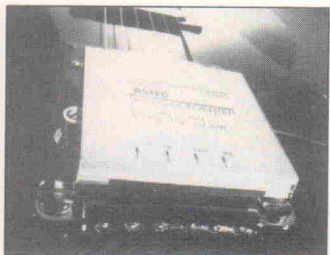
Erhältlich im Buchhandel und im Elektronikfachhandel!

Achtung Händler: Wir schicken Ihnen gerne unsere Verkaufsunterlagen. Unser Gesamtprogramm können Sie auch auf Diskette anfordern (kostenlos inkl. Bestellsoftware).

Stromversorgung

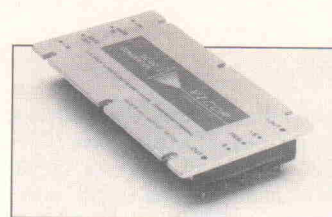
25...40-VA-DC/DC-Wandler

In der Produktpalette der Düsseldorfener Unitronic GmbH befinden sich nunmehr DC/DC-Wandler mit drei Ausgangsspannungen. Bei einer Ein-



gangsspannung von $-48\text{ V} \pm 30\%$ liefern das Modul AA 7811 $5\text{ V}/5\text{ A}$ sowie $\pm 12\text{ V}/1\text{ A}$, während das AA 7815 anstelle der 12 V -Spannungen mit $0,8\text{ A}$ belastbare $\pm 15\text{ V}$ zur Verfügung stellt. Bei einer Eingangsspannung von $24\text{ V} \pm 30\%$ erzeugen die Module AA 7941 und AA 7945 die gleichen Ausgangsspannungen.

Alle der mit 400 kHz geschalteten Wandler können zur Erzielung höherer Ströme parallel geschaltet werden. Die Ausgangsleistungen von $25\text{...}40\text{ VA}$ werden mit einem Wirkungsgrad von 80% und in einer flachen Bauform von $76 \times 76 \times 10\text{ mm}$ erreicht. Die Preise betragen $168,99\text{ D-Mark}$ bei 100 Stück.



Dauerläufer

Die Firma Vicor Corporation (USA) ist bekannt für AC/DC- und DC/DC-Wandler sehr hoher Qualität. Dank der speziellen MHz-Schaltungstechnik dieses Herstellers erreichen die Konverter einen Wirkungsgrad im Bereich $80\%\text{...}91\%$ bei re-

lativ kleiner Bauform. Durch den Einsatz hochwertiger Bauelemente innerhalb eines vollautomatisierten Produktionsablaufs wird ein überdurchschnittlich hoher MTBF-Wert von mehr als $700\,000$ Stunden erreicht. Die Wandlermodule werden in verschiedenen Leistungsklassen zwischen 50 W und 200 W angeboten. Evaluation-Boards stehen ebenfalls zur Verfügung.

Vicor-Stromversorgungsmodule werden seit kurzem von Alfred Neye Enatechnik, 2085 Quickborn , vertrieben.

Systemfähig und leistungsstark

Eine neue Serie von Labornetzgeräten wird von der Brunthaler Knallinger GmbH vorgestellt. Es sind folgende Modelle lieferbar: $80\text{ K } 10$, $60\text{ K } 10$ und $40\text{ K } 10$.

Das Labornetzgerät $80\text{ K } 10$ ($0\text{...}80\text{ V}$; $0\text{...}10\text{ A}$) wird wahlweise mit einem IEEE 488- oder einem RS-232-Interface geliefert. Neben den manuellen Einstellungen über Zehngang-Potis können so Einstellparameter an das Gerät und Meßwerte vom Gerät übertragen werden. Master-Slave-Betrieb ist ebenso möglich wie

Serien- und Parallelschaltung. Bei einem Gehäusevolumen von nur 12 Litern steht hier eine Ausgangsleistung von beachtlichen 800 VA zur Verfügung. Der hohe Wirkungsgrad von über 92% konnte durch eine gemischte Anwendung eines Schaltreglers, gefolgt von einer Linearregler-Ausgangsstufe, erreicht werden.



Kleinleistungs-Wandler

Die von Kraus Industrie Elektronik, $6000\text{ Frankfurt } 1$, vertriebenen DC/DC-Wandler des Herstellers Asia Electronics umfassen auch Wandler des unteren Leistungsbereichs. Die Konverter der YS-Serie beispielsweise sind für Leistungen

im Bereich $1,2\text{ W...}2\text{ W}$ ausgelegt. Die Eingangs-Gleichspannung beträgt wahlweise 5 V , 12 V oder 24 V ; am Ausgang ist entweder eine Einzelspannung in Höhe von 5 V , 12 V , 15 V oder 24 V verfügbar oder eine symmetrische Doppelspannung von $\pm 5\text{ V}$, $\pm 12\text{ V}$ oder $\pm 15\text{ V}$.

Der Arbeitstemperaturbereich der YS-Wandler liegt zwischen -25°C und $+71^\circ\text{C}$, die Spannungsfestigkeit zwischen Ein- und Ausgang beträgt 500 V . Als Standard-MTBF wird ein Wert von $230\,000$ Stunden genannt. Die Abmessungen des Wandlers betragen $50,8\text{ mm} \times 25,4\text{ mm} \times 9,52\text{ mm}$.

Batterielader

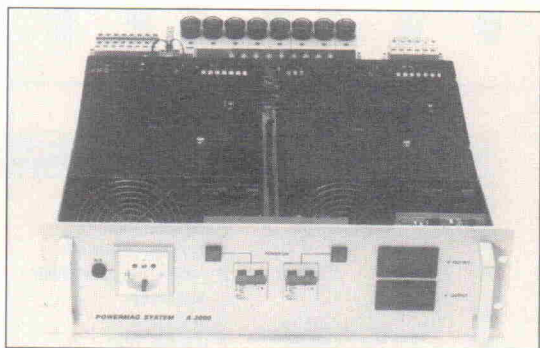
Mit der Serie Battmax stellt Bosch eine handliche und bedienfreundliche Reihe von Akkuladern vor. Fünf Ausführungen mit Ladeströmen zwischen 4 A und 12 A stehen zur Verfügung. Bei vier Geräten stellt sich die Stärke des Ladestroms aufgrund des Unterschiedes zwischen der Lade- und der Batteriespannung selbständig ein, während das fünfte Gerät, ein automatischer Lader, zusätzlich die Eigenheiten wartungsfreier Batterien berücksichtigt.

Die 8 A - und 12 A -Geräte haben einen Umschalter zum Einstellen des Ladestroms, und mit dem leistungsstärksten Gerät lassen sich auch 6 V -Bat-



terien laden. Alle Kompaktlader haben ein zweckmäßiges Kunststoffgehäuse, eine $1,5\text{ m}$ lange Ladeschnur mit Anschlußklemmen und ein 2 m langes Netzkabel.

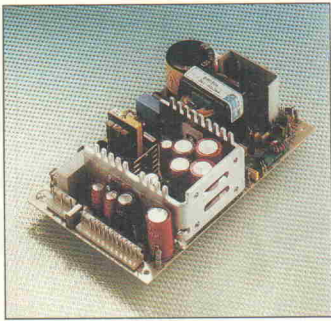
3 kVA im 19"-Gehäuse



Unter der Bezeichnung 'A 3000' stellt die Firma Advance Electronic GmbH, Seligenstadt, eine in dieser Art neue Leistungs-Versorgung in einem 19' -3-HE-Gehäuse vor. Wesentliche Vorteile der Einheit sieht der Hersteller in der großen Flexibilität der Ausgangsspannungen im Bereich $2 \times 5\text{ V...}2 \times 48\text{ V}$ sowie der kundenspezifischen Ausführung von 'Extras' wie etwa Wahl der Anzeige- und Bedienelemente.

Weiter ermöglicht ein umfang-

reiches Signalpaket ebenso eine umfassende Kontrolle der elektrischen Parameter wie die lineare Programmierung der Ausgangsspannungen/-ströme. Die dazu erforderlichen Steuerungsspannungen liegen im Bereich $0\text{...}1\text{ V}$. Zu den weiteren Leistungsmerkmalen zählt die Master-Slave-Betriebsfähigkeit. Somit lassen sich Ausgangsleistungen realisieren, die den Einsatz des A 3000 beispielsweise als Versorgungseinheit für Burn-in-Applikationen erlauben.



Schalterloser Switcher

Ohne den berühmten Netzspannungs-Wahlschalter kommen zwei neue 110-VA-Schaltnetzteile aus. Die von der Bremer Bicc-Vero GmbH vertriebenen Module können problemlos an 85...264- V_{AC} -Netzen betrieben werden. Das BVM 110 A Netzteil hat folgende Ausgangsspannungen/-ströme: +5 V/10 A, +12 V/5 A, -12 V/1 A und -5 V/1 A; während die BMV 110 F-Ausführung anstelle der 12-V-Ausgänge 15-V-Ausgangsspannungen bereitstellt.

Bis zu 60 s können Anlauf-Spitzenströme bis 20 A beziehungsweise 9 A gezogen werden. Die Netzteile sind auf einer 178 x 108 mm großen Leiterplatte aufgebaut, die Bauhöhe beträgt 46 mm.

Datenverlust!

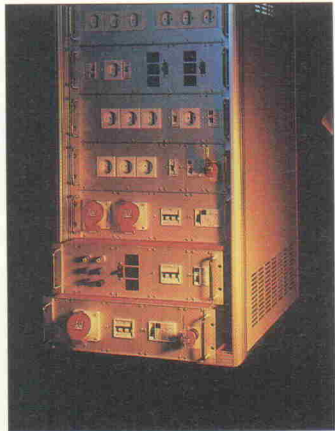
Um einer versorgungsseitigen Ursache des Grauens aller Computerbenutzer vorzubeugen, bietet sich der Einsatz von Netzfiltern oder, noch sicherer, unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USVs) an. Die in 5210 Troisdorf 1 beheimatete Feltron-Zeissler & Co. GmbH vertritt unter anderem drei Geräteserien des USV-Herstellers Merlin Gerin zum Schutz gegen Netzstörungen, die nach Feltron-Zeissler für 60 % aller Verarbeitungsfehler in der EDV verantwortlich sind.

Bei der CT-Serie handelt es sich um universell einsetzbare, kom-



pakte Filter in der Leistungsklasse 250...1000 VA. Sie bietet den optimalen Schutz vor Störwellen und Überspannungen sowie eine vollständige Trennung vom Netz.

Die PC-Serie, die in derselben Ausgangsleistungsklasse liegt, bietet zusätzlich Schutz vor Netzunterbrechungen für eine Überbrückungszeit von bis zu 10 Minuten. Die bis zu 5 kVA reichende SX-Reihe schließlich bietet laut Hersteller 100 % Schutz gegen alle Arten von Netzstörungen und -ausfällen. Auch hier werden 10 Minuten Netzausfall abgefangen. Die Preise liegen zwischen 623 D-Mark (CT 250) und 17 240 D-Mark (SX 5000) ohne Mehrwertsteuer. Für einen Aufpreis von etwa 15...25 % sind in der SX-Klasse auch USVs mit 30 Minuten Überbrückungszeit verfügbar.



Kompakte Primär-Power

Hauptsächlich an Einrichter von Elektronik-Arbeitsplätzen, Laborplätzen, Steuer- und Regiepulten oder Schaltschränken wendet sich das breit gefächerte 'multipol'-Stromversorgungsprogramm der in 8044 Unterschleißheim beheimateten Ehmki, Schmitt & Co GmbH.

Die in 19"-Trägern untergebrachten Versorgungseinheiten sind in unterschiedlichen Ausführungen erhältlich. Das modular konzipierte System reicht von einfachen Ausstattungen mit sechsfachen Schukosteckdosen bis hin zu kombinierten Ausführungen mit Kaltgerätesteckdosen, FI-Schutzschalter, Sicherungsautomaten und Polklemmen. Insgesamt stehen zehn verschiedene Grundausstattungen sowie ein Tischaufbaugehäuse zur Verfügung.

Den PC sicher im Griff mit Christiani-Fernlehrgängen



PC-Anwendungspraxis

Zug um Zug lernen Sie in diesem Fernlehrgang die Möglichkeiten Ihres PC effektiv zu nutzen. Von Anfang an arbeiten Sie am Computer: keine Zeile Theorie bleibt ohne praktische Anwendung. Und die Programme liefern wir gleich mit. Alles wird Ihnen am praktischen Beispiel erklärt. So erleben Sie den PC-Einsatz "live".

12 reichhaltige, praxisbezogene Lehrbriefe.

4 ausgezeichnete Anwenderprogramme.

Viele Lern- und Wiederholungsdisketten.

Fundierte Studienbetreuung, beglaubigtes Abschlusszeugnis.

Nach diesem Lehrgang beherrschen Sie MS-DOS (bis 4.01), Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenbanksysteme und Geschäftsgraphik.

Besuchen Sie uns auf der CeBIT: Halle 22, B24

Weitere Lehrgänge zu Programmiersprachen und PC-Anwendungen

PASCAL-Grundlagen
Einführungslehrgang in die Programmierung von Pascal.

BASIC-Grundlagen
Einführungslehrgang in BASIC allgemein. Strukturiertes Programmieren.

SPS-Programmierung
Einführung in Speicher-Programmierte Steuerungen mit Simulationsprogramm. 5 Lehrbriefe.

Digital-Labor
Einführungslehrgang in die Bauelemente und Schaltungstechnik der Digitaltechnik mit Logik-Simulationsprogramm.

BASIC & Mikrocomputerpraxis

Intensivlehrgang BASIC mit reichhaltigen Anwendungsbeispielen. 14 Lehrbriefe.

Informationscoupon: Adresse:

Senden Sie mir zu folgenden Lehrgang:

Lehrgangstitel

☐ Informationsmaterial

☐ Den 1. Lehrbrief kostenlos für 3 Wochen zum Test.

Name, Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

57 249

Dr.-Ing. P. Christiani GmbH · Technisches Lehrinstitut und Verlag · 7750 Konstanz
Hermann-Hesse-Weg 2 · Telefon 07531-5801-0 · Telex 733 304 · Btx.: * 64748 #
In Österreich: Ferntechnikum Bregenz · Belruptstraße 45 · 6901 Bregenz

Christiani



Gut zu wissen wer's hat.

WENN'S Z. B. UM STECKVERBINDER GEHT.

GAUNZ

KARLSTRASSE 6
D-7737 BAD DÜRRHEIM 1
TEL. 0 77 26 / 80 61 · FAX 0 77 26 / 72 54 INDUSTRIEVERTRETUNG

Opto-Elektronik

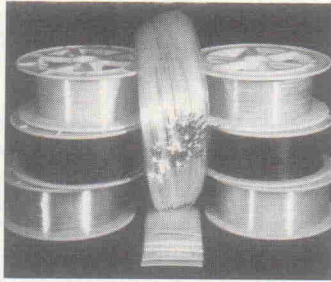
Technische Anwendungen unter Ausnutzung optischer Medien finden nach ihrem Durchbruch in den unterschiedlichsten diagnostischen Bereichen auch in der allgemeinen Nachrichtentechnik immer stärkere Verbreitung.

Neben den zur Zeit viel diskutierten Möglichkeiten der CD-ROM bilden Lichtwellen-Leitersysteme (LWL) heute eine stark wachsende Konkurrenz zu den klassischen Übertragungsmedien. Hier entwickeln sich zwei Bereiche: Während in Weitverkehr-Anwendungen hauptsächlich die hohe Übertragungsgeschwindigkeit in Verbindung mit der geringen Dämpfung, speziell bei Glasfaser-Verbindungen, im Vordergrund steht, nutzt man in Labor- und Industrieanwendungen, bei denen die preislich viel günstigeren Kunststoff-Fasern zum Einsatz kommen können, in erster Linie die galvanische Trennung zwischen den kommunizierenden Geräten sowie die Möglichkeit, beim Übergang auf das 'neue' Medium zugleich die Übertragungsstrecken aus dem 10-m- in den 100-m-Bereich zu transferieren.

TTL-Signal-Adapter für 200 kBit/s

Mit der Serie CD-1200 stellt die Cunz GmbH aus Frankfurt am Main einen flexiblen und preiswerten Zugang zu Lichtwellenleitern vor. Die in SMD-Technik aufgebaute Treiber- beziehungsweise Empfangselektronik ist in einem neunpoligen Sub-D-Gehäuse untergebracht. Während die Empfangsseite(n) bei sämtlichen Modellen aufbe-

reitete Ausgangssignale mit TTL-Pegeln bereitstellen, kann auf der Senderseite zwischen verschiedenen Ausstattungen gewählt werden: Adapter für den direkten Betrieb der Sendediode gehören ebenso zum Lieferprogramm wie Modelle mit



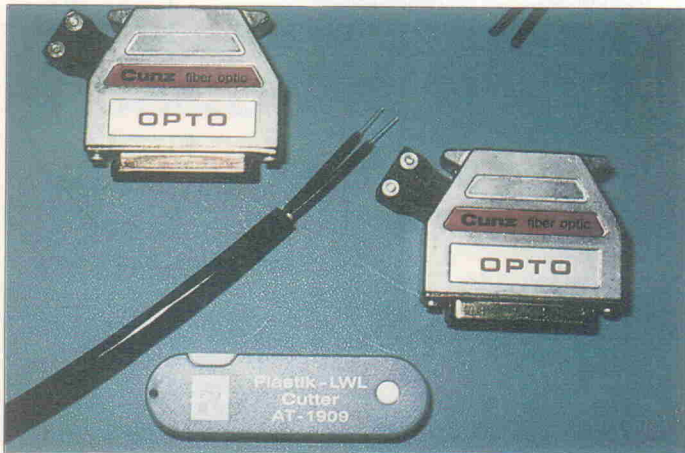
TTL-kompatiblen Eingangs-Treiberverstärker.

Weitere Unterscheidungsmerkmale der Familienmitglieder betreffen die Datenrichtungen. Folgende Variationen sind hier möglich:

- Sender/Empfänger
- Sender/Sender
- Empfänger/Empfänger

Die abgestrahlte Wellenlänge liegt mit 660 nm im sichtbaren Rot, die Grenzdaten der LED liegen bei $I_{F\max} = 70\text{ mA}$, $U_{F\max} = 2\text{ V}$. Für den Empfänger wird eine 5-V-Versorgung benötigt; die TTL-Ausgangssignale sind bis maximal 16 mA belastbar. Mit den Verbindern, die je nach Ausführung zwischen 70 D-Mark und 105 D-Mark kosten, lassen sich in Abhängigkeit vom verwendeten Leiter Entfernungen von 40 m bis zu 1 km überbrücken.

Im Vertrieb der Firma Cunz befindet sich im Bereich der Lichtwellenleiter-Technik ferner ein umfangreiches Programm an Glas- beziehungsweise Kunststofffasern.



Lange Leitung für PCs

Eine der fast überall benötigten Computer-Schnittstellen ist wohl die Centronics-Druckerschnittstelle. Die maximale Kabellänge beträgt hier 3 m, und mancher streßgeplagte User - Laserdrucker-Besitzer einmal ausgenommen - wird sich schon über den mangelnden Abstand zu seinem Printer geärgert haben.

Als Alternative bietet die in Stuttgart ansässige Firma Lapp Kabel das Modem HKS 117 an. Dieses System besteht aus den benötigten Steckverbindern, also einem Centronics- und einem 25 poligen Sub-D-Stecker, und wartet mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 45 kByte/s auf. Damit können alle gängigen PC-Drucker-Verbindungen aus- beziehungsweise aufgerüstet werden. In Form eines Kompletts-Sets wird das Modem mit einem für die



meisten Büroanwendungen mit 20 m ausreichend langen Kunststoff-LWL zum Preis von 798 D-Mark angeboten. Andere Verbindungen bis zu 1000 m Reichweite sind ebenfalls mit dem Grundgerätesatz realisierbar, der Preis richtet sich laut Lapp Kabel in hohem Maße nach dem Aufbau und der Länge des benötigten LWLs.



Verstimmbarer Halbleiter-Laser

Speziell für Institute und Forschungslaboratorien, die sich mit der Konstruktion von Elementen und Gruppen für die optische Nachrichtentechnik beschäftigen, stellt die Quickborner Enatechnik GmbH eine durchstimmbare Laserquelle vor. Das Gerät mit der Typenbezeichnung TSL-80 ist mit den Zentralwellenlängen 1,3 μm und 1,55 μm lieferbar, auf Anfrage auch in einer 0,85- μm -Version. Der Verstellbereich ist für alle Ausführungen mit mindestens 60 nm angegeben.

Wie bei allen Resonatoren ist auch bei Halbleiter-Laserresonatoren die Ausgangsfrequenz streng umgekehrt proportional

zur Länge des Resonators. Dem Hersteller der zu einem Preis von etwa 90 000 D-Mark erhältlichen Laserquelle ist es gelungen, einen der Begrenzungsspiegel definiert zu kippen. Somit wurde eine Verstellmöglichkeit der Ausgangs-Wellenlänge von 60 nm erreicht.

Bei einer Ausgangsleistung von mindestens -10 dBm ist die Stabilität besser als 0,1 dB. Die spektrale Linienbreite des über einen Singlemode-PC-Steckverbinder auskoppelbaren Signals wird mit weniger als 1,0 MHz angegeben. Alle Funktionen sind durch Betätigen der Frontbedienelemente oder über den GP-IB-Bus steuerbar.



Neues Bühnenlautsprecher-System

Electro-Voice, in Deutschland vertreten durch die Mark IV GmbH aus Frankfurt, stellt ein neues Bühnenlautsprecher-System mit der Bezeichnung MTS-1 vor. Es handelt sich um ein 2-Wege-Aktiv-System, das nach dem Mainfold-Prinzip arbeitet. Im Mittel/Hochtonbereich werden zwei spezielle DH 1A Druckkammertreiber – über einen MTA-22 Mainfold-Adapter gekoppelt – an einem HP 940-Horn eingesetzt. Das Constant-Directivity-Horn verfügt über einen Abstrahlwinkel von 90x40 Grad.

Im Bereich zwischen 50 Hz und 800 Hz werden zwei kraftvolle DL 15 X Tieftonlautsprecher in einer extrem kompakten Kammer eingesetzt. Das System MTS-1 liefert hohe Schalldruckwerte mit minimalen Verzerrungen und konstanter Abstrahlcharakteristik bei vergleichsweise kleinen Gehäusabmessungen.

Headset für eine gute Sprachverständigung

Mit dem K 270 Talkback stellt AKG Acoustics aus 8000 München 60 eine neue Kombination aus dem bekannten Kopfhörer K 270 Studio und einem Kondensator- (K 270 HC) oder einem dynamischen (K 270 HQ) Mikrofon vor.

Neues Sound-Modul

Bei dem M.A.X. 1 handelt es sich um ein Sound-Modul der Firma Wersi-Electronic GmbH aus 5401 Halsenbach, das an bereits vorhandene Instrumente angeschlossen werden kann. Das Repertoire umfaßt 100 verschiedene Klangfarben in digitaler Qualität sowie 36 original aufgenommene Schlagzeug-Sounds; daraus lassen sich beliebige Kombinationen gestalten. Dem Modul können bis zu acht



verschiedene Sounds gleichzeitig entlockt werden. Mit dem M.A.X. 1 erhält man für 1280 D-Mark eine preiswerte Ergänzung

für das Homerecording-Studio. Neben weiteren Informationen lassen sich vom Hersteller auch eine Demokassette anfordern.

Zwei-Kanal-Mikrofonvorverstärker

Mit dem ALP-8u der Firma Stellavox mit Sitz in 8080 Fürstentfeldbruck werden die Eingänge beliebiger Aufnahme- oder Wiedergabegeräte wie Camcorder, R-DAT-Recorder oder Kassettenrecorder in symmetrische Mikrofoneingänge umgewandelt.

einen symmetrischen Eingang mit XLR-Buchsen-Armatur, ein zweistufiges steilflankiges Trittschallfilter sowie eine – in Zehn-dB-Schritten schaltbare – Vordämpfung bis 30 dB.

Über einen Schalter lassen sich verschiedene Speisearten für



Die Ausführung besitzt einen Batteriekasten für zehn Mignon-Zellen, Ausschalter, Betriebsanzeige und Verkabelung zum Anschluß an asymmetrische Mikrofon- oder Line-Eingänge. Jeder Kanal besitzt

Kondensator- und dynamische Mikrofone auswählen. Der Preis für das ALP-8u beträgt 1500 D-Mark zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Eine Ausführung mit Limiter ist ebenfalls lieferbar.

Der geschlossene Kopfhörer sorgt für eine effiziente Schalldämmung und ermöglicht selbst bei extrem lautem Um-

feld, wie es bei Popkonzerten oder Autorennen gegeben ist, problemlose Sprachverständigung. Beide Mikrofonvarianten haben hypennierenförmige Richtcharakteristik und bieten beste Übertragungsqualität.



Eine Besonderheit des Headsets ist die Ein/Ausschalt-Mechanik. Das Mikrofon wird durch simples Wegklappen des Booms ein- beziehungsweise ausgeschaltet; ebenso schaltet sich auch der Kopfhörer beim Auf- und Absetzen automatisch ein oder aus. Der Preis für die Ausführung mit dynamischem Mikrofon (K 270 HQ) beträgt 579 DM, die Version mit Kondensatormikrofon ist geringfügig preiswerter.

Audio

Neue Lautsprecher-Serie

Die Delec Elektronik GmbH aus 6352 Ober-Mörlen bietet neben der Sonofer-Line ein weiteres neues Lautsprecherprogramm an: Erste Vertreter der FER-Line sind die Regalbox FER 325 und der schlanke Standlautsprecher FER 535.

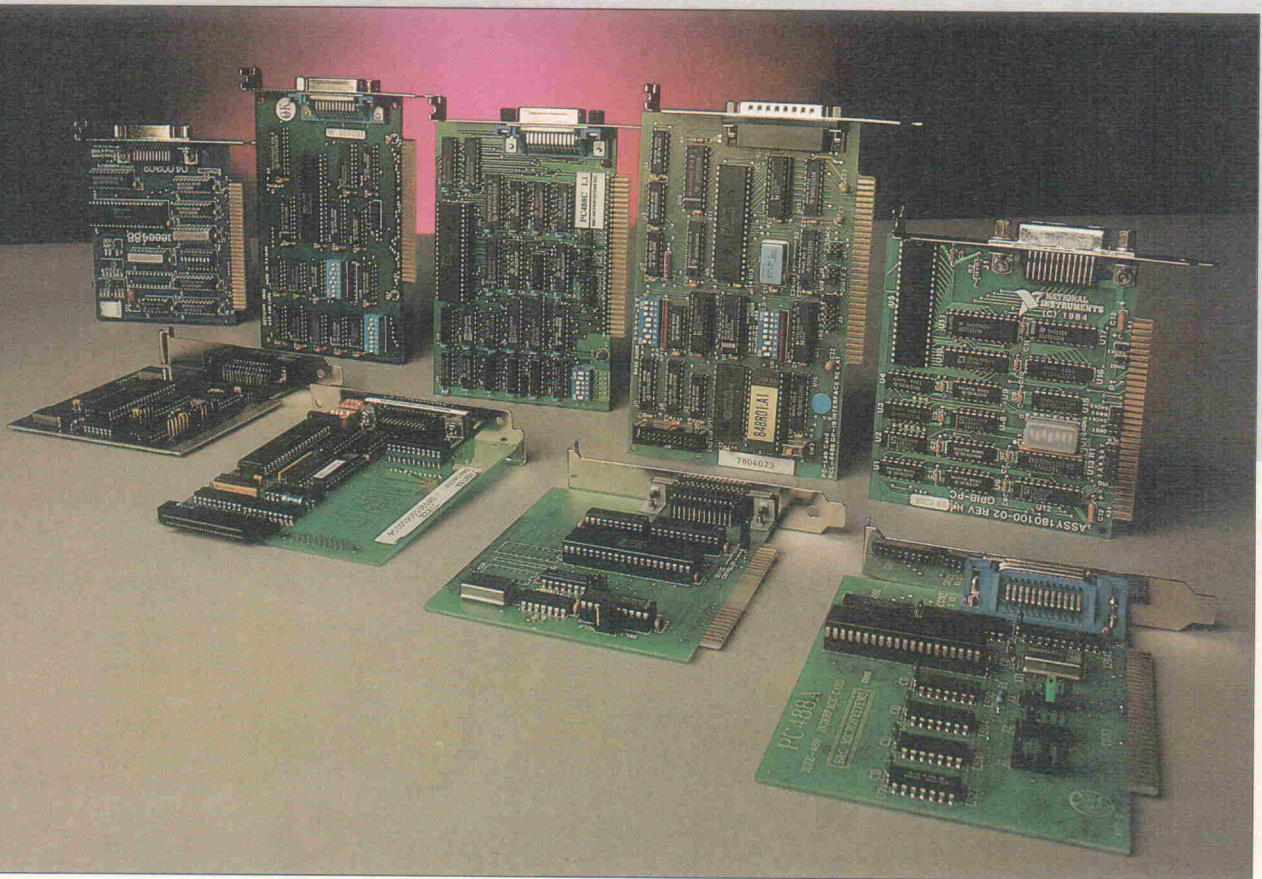
Die FER 325 ist ein Regal-Lautsprecher mit einer Höhe von 33 cm. Für brillante Höhen zeichnet eine 19 mm große Metallkalotte verantwortlich, die gemeinsam mit dem kräftigen Antriebsmagneten auf einer stabilen Kunststoffplatte montiert ist. Unterhalb der 3000 Hz-Grenze übernimmt ein Konuslautsprecher mit 16 cm Durchmesser die Mittel- und Tiefton-Arbeit. Die FER 325 verträgt 100 W Nenn- und 130 W Musikleistung. Über stabile Schraubklemmen knüpft sie Kontakt zum maximal 10 mm² dicken Anschlußkabel.



Die 85 cm hohe Lautsprecher-säule FER 535 strahlt die Tiefen und Mitten über zwei 16-cm-Chassis, die Höhen über eine 19-mm-Hochtonkalotte ab. Sie verträgt 150 W Dauer- und 180 W Musikbelastbarkeit. Die Preise für die FER 325 und die FER 535 betragen 498 beziehungsweise 998 D-Mark.

IE³-Test

7 IEC-Schnittstellenkarten für PCs



**Dipl.-Ing.
Joachim Valentin**

Wer einem IBM-kompatiblen Rechner die Abwicklung seiner Meßaufgaben anvertrauen möchte, der kann zwischen zahlreichen Angeboten wählen, die den Einstieg in die IEC-Welt ermöglichen. Um die Qual der Wahl etwas zu erleichtern, wurde für diesen Artikel eine Auswahl von Paketen, bestehend aus Hard- und Software, unter die Lupe genommen.

In Prospekten und Anzeigen sehen Angebote dieser Art auf den ersten Blick gleich aus. Eine Einsteckkarte übernimmt die Schnittstellenfunktionen der IEC-Norm, und ein Software-Interface ermöglicht die Steuerung des Meßsystems in den gängigsten Programmiersprachen. Daher stellt sich vor der Anschaffung die Frage, was diese Produkte eigentlich unterscheidet.

Hardware

Bei allen Karten im Test bildet ein Standardbaustein das Herz der Schaltung, der für die Einhaltung des IEC-Protokolls verantwortlich ist. Dabei fiel die Wahl der Entwickler bei den vorliegenden Karten fast durchweg auf den μ PD 7210 von NEC, nur einmal wird der TMS 9914 von Texas Instruments eingesetzt. Außer dem Buscontroller-Baustein bestehen die Schnittstellenkarten aus einer Kontroll-Logik, die die Kommunikation mit dem PC-Bus übernimmt, und den Bus-

treibern, die für die Umsetzung der TTL-Pegel auf die IEC-Spezifikation sorgen.

Auf allen Karten im Test, wieder mit einer Ausnahme, ließ sich die Basisadresse des IO-Bereichs, der Interrupt- und der DMA-Kanal einstellen. Die richtige Wahl hängt davon ab, welche der Adressen und IRQ- und DMA-Kanäle vom eigenen Rechner bereits belegt werden. Sollte die werkseitig eingestellte Konfiguration nicht mit dem eigenen PC zusammenarbeiten, kann die Installation der Karte Probleme bereiten. Wer nicht gerade PC-Spezialist ist, hat Glück, wenn ihn die mitgelieferte Dokumentation an dieser Stelle nicht im Stich läßt. Eine Hilfestellung, wie sie in den Tabellen 1...3 zu finden ist, gibt nur die Firma Ines mit auf den Weg. Ansonsten ist man auf weiterführende Literatur [2] angewiesen.

Ist die Hürde der Konfiguration erst einmal überwunden, kann sich jeder die Platzierung der Karte zutrauen, der mit einem

Schraubendreher umgehen kann: Rechner aufschrauben, Karte in einen freien Slot stecken, festschrauben und den Rechner wieder zusammenbauen. Natürlich kann es auch hier Probleme geben, wie beispielsweise mit einem Schneider PC 1512. Das Kunststoffgehäuse ist zu dick, so daß der IEEE-Huckepack-Stecker nicht richtig aufgesteckt werden kann.

Software

Die gravierendsten Unterschiede zwischen den getesteten Paketen waren auf der Softwareseite auszumachen.

Grundlegende IEC-Bus-spezifische Operationen, wie Datentransfer, Triggerung und Statusabfrage, werden von allen getesteten Interface-Paketen abgedeckt. Die Behandlung von Steuer- und Einstellvorgängen und die optimale Ausnutzung von DMA bei der Übertragung größerer Datenmengen sind dagegen schon nicht mehr überall zu finden oder lassen sich nur

umständlich handhaben. Werden diese Operationen benötigt, so sind die Programmierkünste des Anwenders gefordert. Dies könnte einen eventuellen Preisvorteil schon bald wieder zunichte machen.

Zur Qualität von Software ist anzumerken, daß ein Test selbstverständlich nicht die fehlerfreie Funktion der Treibersoftware in allen erdenklichen 'Lebenslagen' überprüfen kann, eventuelle Fehler stellen sich häufig erst im Alltagsbetrieb heraus.

Einige Softwarepakete umfassen nützliche Utilities, die die Programmentwicklung und den Test eines Bussystems um einiges vereinfachen können. Dazu gehören beispielsweise die Möglichkeit, IEC-Bus-Befehle interaktiv ausführen zu lassen, oder Hintergrundprogramme, die Fehler auf den Bus während der Programmabarbeitung anzeigen.

Wer einen Drucker am IEC-Bus betreibt, der ist sicher dankbar, wenn er die Druckerausgabe unter DOS auch auf den IEC-Bus umleiten kann.

Dokumentation

Ein weiteres Beurteilungskriterium ist die Qualität der Dokumentation. Ein gutes Handbuch kommt einem spätestens dann zugute, wenn unerwartete Probleme auftauchen. Ob man mit einer englischen Anleitung zurechtkommt oder es lieber deutsch mag, muß jeder für sich entscheiden. Die Software-Installation kann für Einsteiger eine größere Hürde bilden. Daher sollte sie möglichst ausführlich dokumentiert sein. Hilfreich für den Einsteiger ist auch eine Einführung in das IEC-Buskonzept. Eine ausführliche Beschreibung der von der Software unterstützten Befehle sollte selbstverständlich sein. Dabei sind für die Einarbeitung Beispielprogramme gerngesehene Beigaben. Wer tiefer in die Programmierung einsteigen möchte, ist auf eine Beschreibung der Hardware angewiesen.

Dialog II von Bentrup Instrumente

Für den Elektronikpraktiker interessant ist das IEEE-488-Board der Firma Bentrup Instrumente, da diese Karte in Elrad 1/89 als Bauprojekt zu finden ist. Vom Entwickler wird die Karte als Fertiggerät ver-

trieben, zusammen mit einer 28 Seiten umfassenden Anleitung sowie einer 360-KB-Diskette mit Treibersoftware.

Die Software unterstützt die Microsoft-Compiler Pascal, C und Fortran, QuickC sowie BASIC, QuickBASIC, den GWBASIC Interpreter und Borlands Turbo-Pascal. Der Treiber ist ein Programm, das vor dem Benutzen der Schnittstelle mit den Konfigurationsparametern aufgerufen wird.

Neben den grundlegenden IEC-Operationen bietet die Software die Einstellung eines Timeouts und die Definition von EOS-Zeichen, für die Karte und die anderen am Bus angeschlossenen Geräte. Befehle zur Überprüfung, ob ein Endgerät eine Bearbeitung (SRQ) angefordert hat, oder das Warten auf einen SRQ sind vorhanden. Die Software unterstützt allerdings keinen Interrupt-Kanal, somit ist eine echte Interrupt-Verarbeitung eines SRQ nicht möglich. Da auch die DMA-Fähigkeit fehlt, wird man Routinen, die einen schnellen Datentransfer ermöglichen, vergeblich suchen.

Im Lieferumfang ist ein interaktives Testprogramm enthalten, das recht einfach zu bedienen ist. Daher wurde es während des Tests bei der Karten-Konfiguration und Entwicklung der Testprogramme häufig eingesetzt. Fehler beim Programmablauf werden während des Betriebs durch Meldungen vom Schnittstellentreiber in der unteren Bildschirmzeile dargestellt.

Die Dokumentation der Schnittstelle fällt recht dürftig aus. Dem Thema Installation hat man eine Seite gewidmet. Eine Einführung in den IEC-Bus und die Beschreibung der

Hardware fehlt, ist allerdings in Elrad 1/89 nachzulesen. Die Funktion jedes Befehls wird in nur wenigen Zeilen behandelt. Zu jeder unterstützten Programmiersprache werden die Funktionen aufgezählt und nicht weiter beschrieben. Im Anschluß an diese Aufzählungen findet man immer ein kurzes Beispielprogramm.

B&C Microsystems PC 488C

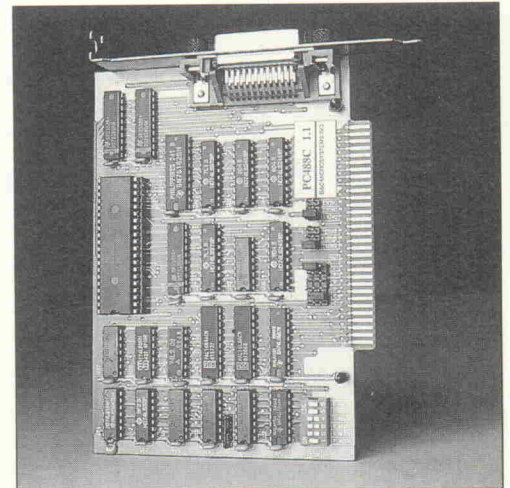
Auf der ersten der beiden mitgelieferten Disketten befindet sich ein Programm, das den Einsatz der Karte als Bus-Analyzer ermöglicht. Es wurde allerdings im Test nicht berücksichtigt. Außerdem sind auf dieser Diskette Treiber für unterschiedliche BASIC-Dialekte vorhanden. Unterstützt werden BASICA, GW-BASIC und der QuickBASIC-Compiler. Mit entsprechenden Patch-Programmen werden die BASIC-Interpreter um die IEC-Befehle erweitert, für den Compiler wird ein Precompiler-Programm mitgeliefert, das vor jedem Compilerlauf aufgerufen werden muß.

Auf der zweiten Diskette findet man die Bibliotheken für die Compiler Turbo C, Lattice C und C 86. Von den Microsoft-Programmiersprachen sind außer C noch Fortran und Pascal vertreten. Die Software unterstützt den DMA-Transfer und die Einstellung unterschiedlicher Endeerkennungen für den Controller und die angeschlossenen Geräte. Interrupt-Verarbeitung ist nur in BASIC direkt möglich, eine Timeout-Einstellung ist nicht vorgesehen.

Für diese Karte muß vor der Benutzung kein Treiber gestartet werden. Es wird lediglich eine Textdatei mit dem Namen Config.p ange-

legt, aus der die Parameter der Kartenkonfiguration gelesen werden. Für jede Programmiersprache ist ein Beispielprogramm zu finden, das einen interaktiven Betrieb erlaubt.

Die Dokumentation besteht aus zwei Handbüchern in englischer Sprache, je eines für jede der mitgelieferten Disketten. Das BASIC-Handbuch umfaßt 42 Seiten. Die Programmierung



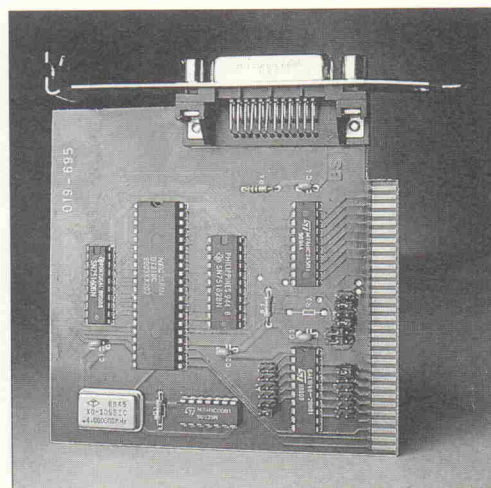
in den anderen Hochsprachen wird auf 90 Seiten erläutert. Die Anwendung der Befehle ist recht ausführlich erklärt, und für fast jeden Befehl ist ein kleines Beispielprogramm angegeben. Eine kurze Beschreibung der Hardware und des Registersatzes des μ PD 7210 ist ebenfalls vorhanden. Der Einsteiger wird eine IEC-Bus-Einführung vermissen. Zum Thema Installation werden ausreichende Hinweise gegeben.

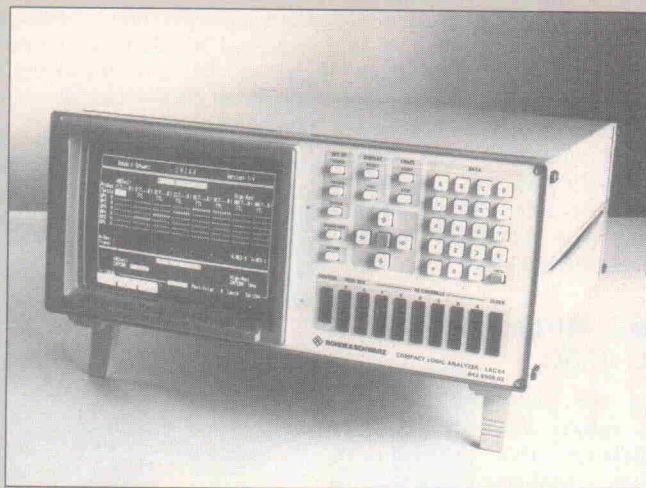
Ines IEEE 488

Zusammen mit der Schnittstellenkarte liefert die Firma Ines einen DIN-A5-Schuber mit der Dokumentation und zwei 360-K-Disketten sowie ein IEEE-Kabel.

Von allen Testkandidaten unterstützt die Ines-Software die breiteste Sprachenpalette. Der BASIC-Programmierer kann hier zwischen den Interpreten GWBASIC und BASICA sowie den Microsoft-, Quick- und Turbo-BASIC-Compilern wählen. Außerdem sind Bibliotheken für die Sprachen MS-C, Turbo C, MS-Fortran, Turbo-Pascal und Modula vorhanden.

Vor Benutzung der Karte muß auch hier ein Treiberprogramm geladen werden. Wird mit Turbo C gearbeitet, so ist außerdem ein kleines Pro-





Rohde & Schwarz Compact Logic Analyzer LAC64

Die Kombination von 48 Kanälen mit 50 MHz Abtast-rate und 16 oder 8 (abhängig von der Auflösung: 100 MHz oder 200 MHz) High-Resolution-Kanälen in Verbindung mit einer Vielzahl von Probes machen den LAC64 zu einem leistungsfähigen Werkzeug zur Analyse von hardwarenaher Software. Während mit den 50-MHz-Kanälen und Mikroprozessor- oder Bus-Probes Programmabläufe überwacht werden können, analysieren die High-Resolution-Kanäle gleichzeitig die Vorgänge in der Hardware. Die hochauflösenden Eingänge sind in Achtergruppen über einen elektronischen Kreuzschienenverteiler auf jede der Eingangsgruppen schaltbar.

Eine Mehrebenen-Triggereinrichtung bietet dem Meßtechniker leistungsfähige Analysemöglichkeiten. In jeder Ebene kann, abhängig vom Triggerwort, die Speicherung der Eingangsdaten aus- und eingeschaltet werden, damit nur das aufgezeichnet wird, was wirklich interessiert. Jede Triggerebene ist in Unterebenen unterteilbar, in denen sich durch einfaches Einfügen weiterer Triggerbedingungen Entscheidungsbäume nach dem IF-THEN-ELSE-Prinzip aufbauen lassen.

Mit jedem Datenwort wird eine Zeitinformation abgespeichert, die dem zeitlichen Abstand der aufeinanderfolgenden Datenwörter entspricht (Auflösung: 20 ns).

Für die Analyse des IEC-Bus

bietet der LAC64 eine Probe und einen Disassembler. Die High-Resolution-Kanäle werden vom 50-MHz-Analysator, der die Signale im State- oder Timing-Betrieb verfolgt, getriggert und erlauben die genaue Analyse der Umgebung des Triggerzeitpunktes.

Der Speicher von 4 KByte Tiefe läßt sich durch das beim LAC64 verwendete Transitional-Recording-Verfahren besonders effektiv nutzen. In dieser Betriebsart wird der Speicher des Logikanalysators nur dann beschrieben, wenn sich das neu aufzeichnende Datenwort vom vorhergehenden unterscheidet. Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Messungen wird mit einer Auflösung von 20 ns im Speicher abgelegt.

In einem Referenzspeicher kann ein vollständiges Meßergebnis für Vergleiche mit späteren Messungen bereitgehalten werden.

Die Darstellung der Meßergebnisse erfolgt beim LAC64 in übersichtlicher, klar gegliederter Form. Besonders praktisch ist die Split-Screen-Funktion. In dieser Anzeigeart wird der Schirm geteilt. In der oberen Bildhälfte lassen sich zum Beispiel die Mnemonics und in der unteren Hälfte das Timing des Signals anzeigen.

Auf Knopfdruck können alle Meßergebnisse und Meßbedingungen über IEC-Bus oder 8-Bit-Parallelschnittstelle ausgedruckt werden.

gramm zu starten, das die Software-Interrupts umleitet.

Die Software ermöglicht die Einstellung von Timeout-Zeit und eine Definition der Endeerkennung für den Controller und jedes am Bus angeschlossene Gerät. Für den DMA-Transfer steht eine umfangreiche Befehlsbibliothek

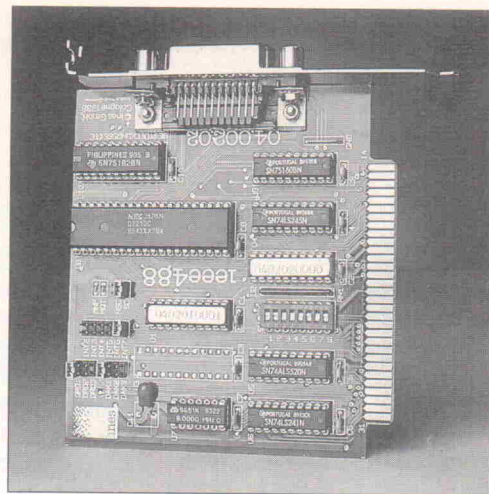
zur Verfügung. Auch Befehle, die eine Interrupt-Verarbeitung unterstützen, sind vorhanden. Nützlich sind Befehle, die eine Fehlersuche im Anwenderprogramm erleichtern, und Routinen, die Übertragungen von Dateien ermöglichen.

Auch bei dieser Karte werden Bus-Fehler beim Programmablauf auf dem Bildschirm angezeigt. Ein komfortables Programm, das einen interaktiven Betrieb der Karte ermöglicht, gehört ebenfalls zum Lieferumfang.

Die Dokumentation läßt kaum Wünsche offen. Sie umfaßt 250 Seiten in deutscher Sprache. Vorbildlich ist das Thema Installation behandelt, man findet sogar die in den Tabellen 1...3 angegebenen Hilfestellungen, wenn es mit der Standardkonfiguration einmal nicht klappen sollte. Außerdem wird beschrieben, wie sich Fehler bei der Installation auswirken.

Die Beschreibung der Befehle ist ausführlich. Für jedes Kommando ist mindestens eine Seite reserviert, auf der Verwendung, Format und Funktion erläutert werden. Dazu ist in den meisten Fällen ein kleines Beispielprogramm angegeben. Tips für die Programmoptimierung und eine kurze Einführung in den IEC-Bus runden den guten Eindruck, den dieses Handbuch hinterließ, ab.

Zwei Wermutstropfen seien allerdings erwähnt: Es hätte Vorteile, wenn in



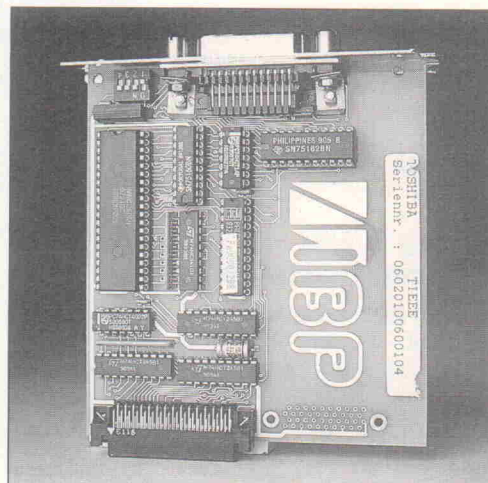
der Zusammenfassung der Befehle auch die erforderlichen Parameter mit angegeben wären. Vollblutprogrammierer, die es nicht lassen können, selber Hand an Bits und Bytes des Interface zu legen, werden eine nähere Beschreibung der Hardware vermissen.

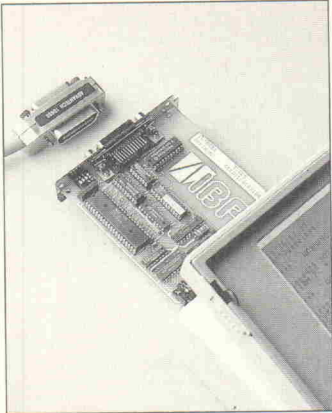
IBP TIEEE 488 Toshiba Interface

Diese Karte wurde von der Firma IBP speziell für den Einsatz in den Laptop-Modellen T1100 Plus, T1200, T3100 und T5100 von Toshiba entwickelt. Zum Lieferumfang gehören eine Karte mit dem speziellen Toshiba-Busadapter und ein Schubert, der die Dokumentation und eine 720-K-Diskette im 3,5-Zoll-Format enthält.

Die Software wurde von der Firma Ines übernommen. Aus diesem Grund kann alles, was über die Ines-Software ausgesagt wurde, uneingeschränkt auf die IBP-Karte übertragen werden.

Auch die Dokumentation ist zum größten Teil mit der der Ines-Karte identisch. Der einzige Unterschied liegt im Kapitel





Speziell für den mobilen Einsatz konzipiert: die TIEEE 488.

Installation. Auf der Karte befinden sich vier DIP-Schalter, mit denen sich Interrupt-, DMA-Kanal und die System-Controller-Funktion aktivieren oder deaktivieren lassen. Die Konfiguration läßt also nicht so viele Möglichkeiten offen. Aus diesem Grund konnte die Installationsbeschreibung etwas kürzer ausfallen.

Ansonsten gilt natürlich auch in diesem Punkt das bereits über das Ines-Produkt Ausgesagte: ein bis auf Kleinigkeiten sehr gelungenes Handbuch.

GPIB 1000

Im Gegensatz zu allen anderen Karten wird bei diesem Interface der TMS 9914 IEC-Bus-Controller von Texas Instruments eingesetzt. Die Karte unterstützt schon von der Hardware her keinen DMA-Transfer, es kann aber zwischen den Interrupt-Kanälen 7, 4 und 3 gewählt werden.

Auf der mitgelieferten Diskette befinden sich Treiber für die Sprachen BASICA, Turbo-Pascal, C, QuickBASIC und As-

sembler. Die Software unterstützt die Definition einer Timeout-Zeit. Die spezielle Endeckennung kann nur für die Karte eingestellt werden. Es existiert ein Befehl, mit dem abgefragt werden kann, ob ein SRQ vorliegt. Erwähnenswert ist, daß die gesamte Software im Sourcecode vorhanden ist.

Die Dokumentation besteht aus einem circa 80 Seiten umfassenden DIN-A5-Handbuch. Der erste Teil, in dem die Programmierung in BASICA erläutert wird, wurde in deutscher Sprache verfaßt. Die Ansteuerung der Karte in den übrigen Sprachen ist in einem englischsprachigen Anhang beschrieben.

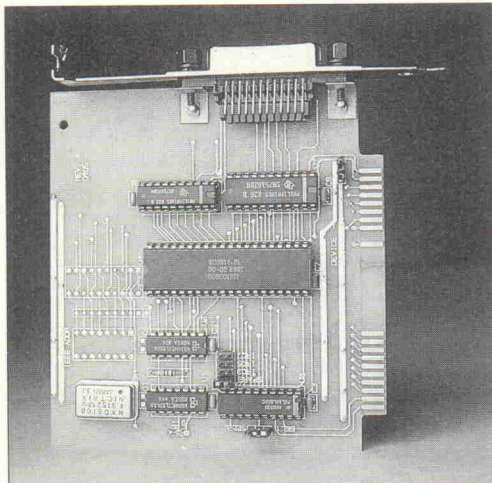
Auf den ersten Seiten des Handbuchs findet eine Einführung in die IEC-Bus-Philosophie statt. Das Thema Installation ist nur knapp behandelt. Die Beschreibung der BASICA-Befehle ist ausreichend und bei den meisten Befehlen mit einem Programmbeispiel versehen. Leider fehlen diese Beispiele bei den im Anhang beschriebenen Sprachen. Zum Thema Hardware ist in diesem Handbuch nichts zu finden.

PC-Labcard PCL-848

Diese Karte war die einzige im Test, die mit einer IEC-Buchse (25polig Sub-Min-D) versehen war, die anderen Hersteller haben sich allesamt für die IEEE-Ausführung entschieden. Ein passendes Kabel 'IEC auf IEEE' war im Lieferumfang enthalten.

Weiterhin unterscheidet sich diese Schnittstellkarte von den anderen darin, daß hier die Treibersoftware in einem ROM untergebracht ist, was das Laden eines Treibers überflüssig macht.

Zu den üblichen Einstellungen, wie IRQ und DMA, ist noch die Segment-Adresse des ROMs auszuwählen. Außerdem läßt sich die Anzahl der PC-Bus-Waitstates auf 0, 2, 4 oder 8 einstellen, um den Betrieb der Karte in sehr schnellen Rechnern zu ermöglichen. Als Zugabe befinden sich



IEEE-488, IEC-625, HP-IB, GPIB

Deutsches Qualitätsprodukt

Ines GmbH
Neuenhöfer Allee 45
5000 Köln 41
West-Germany
Telefon: 02 21 / 43 86 59
Telefax: 02 21 / 49 18 71

NEU! Unsere Computer- abteilung stellt sich vor:

Festplatten MFM Seagate:	
Einbaueinheit für 3½"	24,00
ST1240 21 MB 40 ms MFM 3½"	438,00
ST1250 21 MB 40 ms MFM 3½"	468,00
ST1251 21 MB 28 ms MFM 3½"	514,00
ST1380 32 MB 40 ms MFM 3½"	558,00
ST1381 32 MB 28 ms MFM 3½"	618,00
ST151 43 MB 24 ms MFM 3½"	728,00
ST225 20 MB 85 ms MFM 5¼"	418,00
ST251 43 MB 28 ms MFM 5¼"	688,00
ST4096 84 MB 28 ms MFM 5¼"	1218,00
Festplatten RLL Seagate:	
ST1380 32 MB 40 ms RLL 3½"	578,00
ST1381 32 MB 40 ms RLL 3½"	628,00
ST1570 49 MB 40 ms RLL 3½"	688,00
ST1571 49 MB 28 ms RLL 3½"	738,00
ST225R 20 MB 70 ms RLL 5¼"	458,00
ST238R 32 MB 40 ms RLL 5¼"	578,00
ST277R 65 MB 28 ms RLL 5¼"	758,00
Festplatten SCSI Seagate:	
ST1250 21 MB 40 ms SCSI 3½"	628,00
ST1380 32 MB 40 ms SCSI 3½"	688,00
ST1750 49 MB 40 ms SCSI 3½"	998,00
ST296N 80 MB 28 ms SCSI 5¼"	
Controller:	
DCI Interf. 1.1, 2HD/4FDD	228,00
FDC 360 K	39,00
HDD Controller XT e Kabel	114,00
HDD RLL CTRL XT ST115	99,00
HDD/FDD RLL 2x HDD/2x FDD	368,00
HDC 101 II 2.1, 2HD/2FDD	169,00
HDC 103 II 1.1, 2HD/2FDD	239,00
SCSI Hostadapter ST01	54,00
SCSI Hostadapter ST02 FDD	92,00
Preisliste gegen DM 1,- Rückporto!	

Formschöne Geräte-Gehäuse

Formschöne, stabile und dennoch preiswerte Schalen-Gehäuse für den Aufbau von Netzteilen, Transformatoren, Endstufen usw.

Ausführung: Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech; Oberfläche genarbt, olivgrüne Kunststoffbeschichtung. Frontplatte und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Bearbeitung!). Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Aluminium (siehe Zubehör). Verbindungsstreben verzinktes Stahlblech.

Gehäuse: Abmessungen = Außenmaße in mm

Typ	Breite	Tiefe	Höhe	Preis
218	200	175	80	39,00
201	200	175	125	42,00
228	200	250	80	45,00
202	200	250	125	48,00
318	300	175	80	49,00
301	300	175	125	51,00
328	300	250	80	54,00
302	300	250	125	56,00

GUT LÖTBARE GEHÄUSE
aus 0,5 mm Weißblech

HF-dicht!
NEU: Jetzt auch in Messing!

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

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

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

Andy's Funkladen
Admiralstraße 119, Abteilung D15, 2800 Bremen 1
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

Das IEC-Bus-Konzept

Das IEC-Bus-Konzept erlaubt es, bis zu 15 Geräte miteinander zu verbinden. Die am Busgeschehen teilnehmenden Geräte werden ihrer Aufgabe entsprechend in drei Gruppen unterschieden. Geräte, die Nachrichten über den Bus versenden, nennt man Talker. Entsprechend werden Geräte, die Nachrichten empfangen, als Listener bezeichnet. Die Koordination der Busaktivitäten übernimmt der System-Controller.

Der Bus setzt sich aus 16 Leitungen zusammen, die folgende Funktionen übernehmen:

Datenbus:

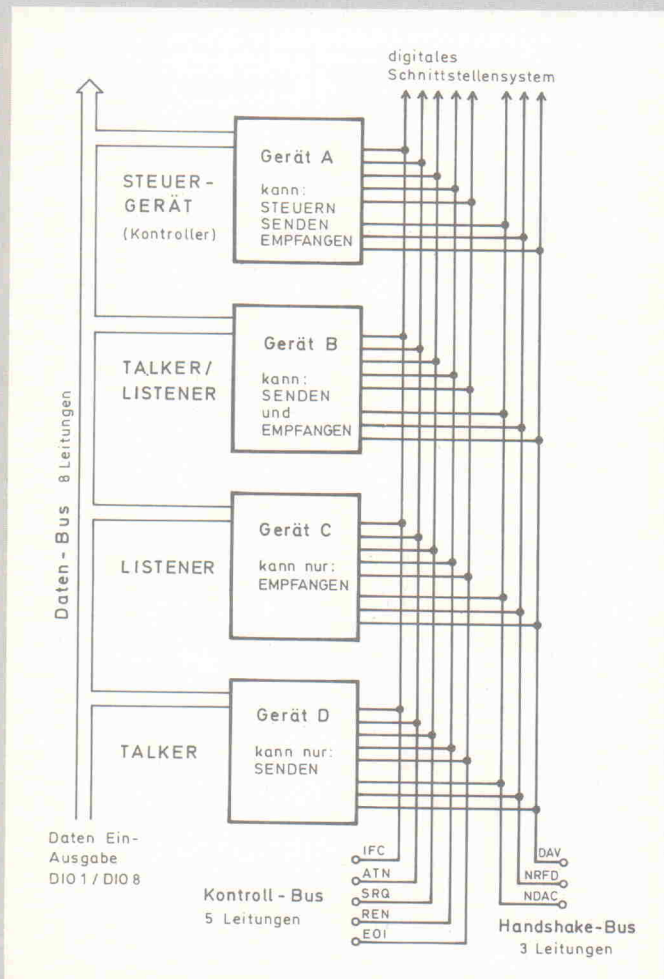
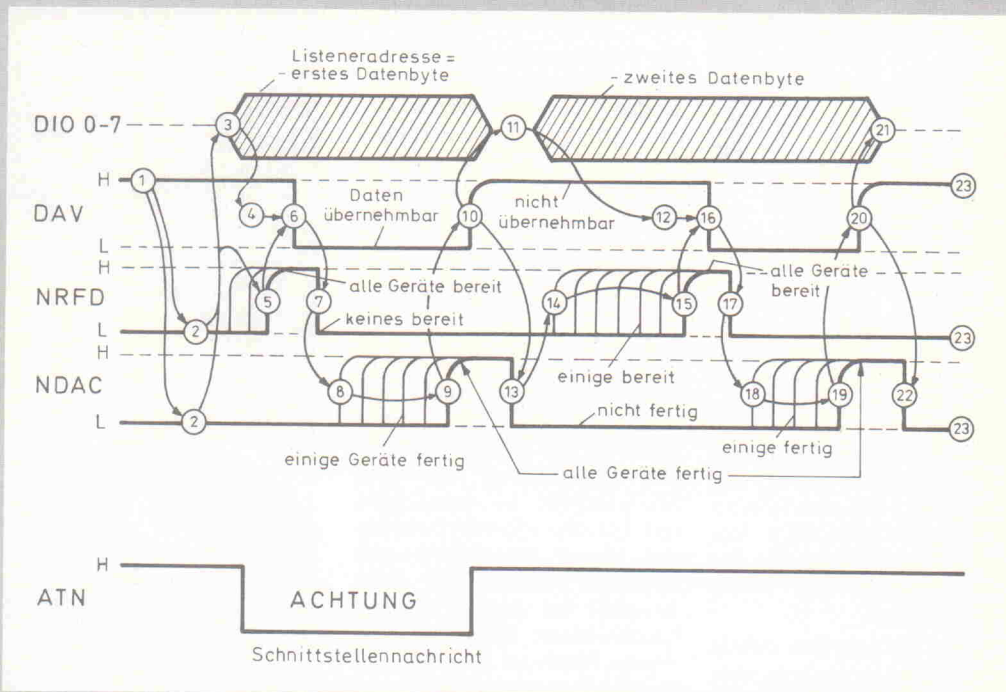
Der Datenbus besteht aus 8 Leitungen, auf denen jeweils ein Byte bitparallel übertragen wird. Die Datenleitungen werden meist mit DIO1 bis DIO8 (Data Input Output) bezeichnet.

Handshake-Bus:

Drei Leitungen sind dafür vorgesehen, die sichere Datenübertragung zu gewährleisten.

Sie sorgen dafür, daß ein asynchrones Handshake-Protokoll eingehalten wird. Dies ermöglicht, die Transferrate an das langsamste Gerät am Bus an-

zum anzuzeigen, ob die Daten auf dem Bus Schnittstellennachrichten (ATN 'high') oder Gerätenachrichten (ATN 'low') darstellen.



zufassen. Die folgenden Signale sind am Handshake beteiligt:

DAV (Data Valid) zeigt, daß ein gültiges Byte auf dem Datenbus liegt und abgeholt werden kann.

NRFD (Not Ready For Data) wird vom Empfänger gesetzt, um anzuzeigen, daß er momentan nicht bereit ist, Daten zu übernehmen.

NDAC (No Data Accepted) meldet dem Sender, daß das auf dem Datenbus liegende Byte vom Empfänger noch nicht übernommen worden ist.

Management-Bus:

ATN (Attention) wird vom System-Controller verwendet,

3-Draht-Handshake auf dem IEC-Bus.

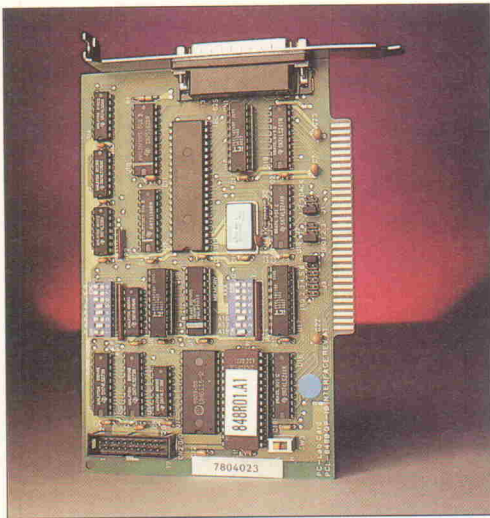
IFC (Interface Clear) setzt alle Gerätefunktionen eines Gerätes in einen definierten Ausgangszustand zurück.

REN (Remote Enable) wird meist nach dem Einschalten des Systems aktiviert und schaltet die an den Bus angeschlossenen Geräte in den ferngesteuerten Betrieb.

EOI (End or Identify) übernimmt bei der Übertragung von Gerätenachrichten die Aufgabe, das letzte Byte des Datenblocks anzuzeigen. Bei der Übertragung von Schnittstellennachrichten leitet eine Aktivierung des EOI-Signals einen Parallel-Poll ein.

SRQ (Service Request) wird von einem Gerät aktiviert, das vom System-Controller bedient werden will.

16 Leitungen machen den IEC-Bus aus.



16 Digital-Ausgänge auf der Platine, mit denen man noch zusätzliche Komponenten des Meßplatzes ansteuern kann. Per Schalter kann die Schnittstelle National-Instruments-kompatibel gemacht werden.

Standardmäßig wird die Programmierung der Karte in BASICA, dem MS-BASIC- und dem QuickBASIC-Compiler unterstützt. Gegen Aufpreis sind auch Bibliotheken für die Programmierung in C oder Pascal erhältlich.

Auch hier ist die Einstellung der Endeerkennung für jedes Gerät am Bus möglich. Die Möglichkeit der Definition einer Timeout-Zeit ist gegeben. Befehle, die eine direkte Interrupt-Verarbeitung unterstützen, sind nicht vorhanden, jedoch zeigt für jede Programmiersprache ein Beispielprogramm, wie es gemacht wird. Insgesamt sind auf der Diskette sieben Beispiele zu finden. Was fehlt, ist ein interaktiver Test-Modus und die Anzeige von Bus-Fehlern.

Die Dokumentation besteht aus drei Abschnitten. Der erste um-

faßt 78 Seiten und behandelt in erster Linie die BASIC-Programmierung.

Die Beschreibung der Installation und der Hardware ist recht umfangreich und beinhaltet ein Blockschaltbild und die Stückliste der Schaltung. Weiterhin ist eine ausführliche Einführung in den IEC-Bus vorhanden. Die

Befehle werden eingehend erläutert, doch sind leider nur in Ausnahmefällen zu den Befehlen Programmbeispiele angegeben.

National Instruments GPIB-PC II

Dieses Interface stellt eine Art Standard dar. Zum einen geben fast alle Hersteller an, daß ihre Hardware NI-kompatibel ist, und zum anderen läßt sich nicht verheimlichen, wenn sich manche Mitbewerber in puncto Software als Vorbild genommen haben.

Bei der Installation ist das Treiberprogramm in die Datei CONFIG.SYS eingebunden. Sämtliche Einstellungen für Karte und angeschlossene Geräte werden über ein menügesteuertes Konfigurationsprogramm ausgeführt, womit die lästige Initialisierung der Teilnehmer am Bus im Anwenderprogramm entfallen kann. Selbstverständlich kann zu jedem Menüpunkt auch eine Hilfestellung aufgerufen werden.

Zum Lieferumfang gehört das Programm IBIC, das einen interaktiven Betrieb ermöglicht. Die Ausgabe von Fehlern auf dem Bus kann über ein Monitorprogramm im Hintergrund erfolgen.

Auf der dem Paket beiliegenden Diskette befanden sich Treiber für BASICA, Quick-

BASIC und C. Laut [2] soll aber auch eine Unterstützung der Programmiersprachen Pascal und Fortran möglich sein. Timeout und Endeerkennung können aus dem Anwenderprogramm, für jedes Endgerät separat, definiert werden.

Interrupt-Verarbeitung und DMA werden von der Software unterstützt. Auch Befehle, die eine ganze Datei senden oder empfangen, stehen dem Programmierer zur Verfügung.

Die Dokumentation umfaßt nicht nur einen DIN-A5-Ordner, sondern zusätzlich noch je ein kleines Handbuch zu den Themen Installation und C-Programmierung. Die Befehlsbeschreibung ist ausführlich und enthält in den meisten Fällen auch kleine Beispiele. Im Anschluß daran findet man auch noch einige größere Anwendungsprogramme. Der IEC-Bus wird kurz erläutert, nur auf die Hardware wird nicht näher eingegangen.

Der Test

Der Testaufbau bestand aus einem 25-MHz-386er, einem 16-MHz-386SX-Rechner und dem Rohde & Schwarz-Logikanalyzer LAC mit IEC-Bus-Probe. Bei den Messungen simulierte der SX-Rechner das Meßgerät, während der 386 der System-Controller war. Der Logikanalyzer protokollierte die Aktivitäten auf dem Bus.

Für jeden Testkandidaten wurde ein kleines Testprogramm in Turbo C geschrieben. Um einen direkten Vergleich zu ermöglichen, konnten nur die Grundbefehle verwendet werden, die von allen mitgelieferten Softwarepaketen unterstützt werden. Im einzelnen bestand der Test darin, daß nach der Initialisierung der Schnittstellen ein Datensatz vom Bus-Controller zum 'Meßgerät' geschickt wurde, das daraufhin eine SRQ-Anforderung aussenden sollte, auf die der Controller mit einem Seriell- und einem Parallel-Poll reagiert. Nach dem SRQ mußte das Meßgerät den empfangenen Datensatz an den Controller zurücksenden.

Ergebnisse

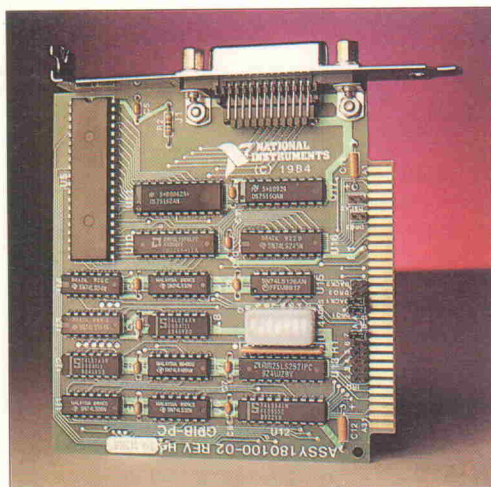
Wie bereits erwähnt, wird ein solcher Test sicher nur grobe Fehler in Hard- und Software der Schnittstelle aufdecken können. Jedoch wurde mit der

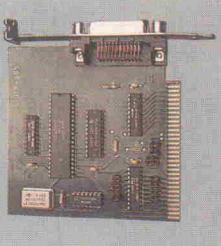
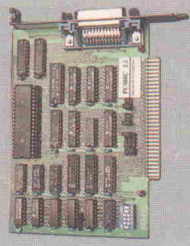
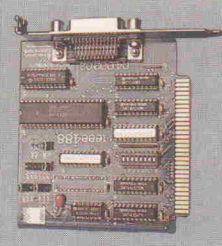
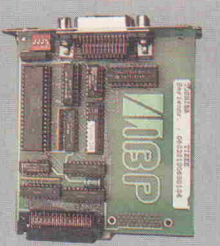
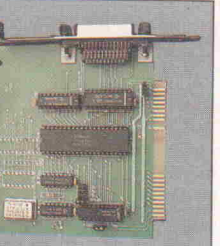
Adresse	belegt durch
000-00F	DMA-Controller
020-021	Interrupt-Controller
040-043	Timer/Counter
060-063	Parallel Ein-Ausgabe
080-083	DMA-Segment-Register
0A0	NMI-Maskierungs-Register
200-20F	Joystick
210-217	Erweiterungseinheit
2F8-2FF	1. serielle Schnittstelle
300-31F	Prototypkarte
320-32F	Festplatte
378-37F	Parallele Druckerschnittstelle
380-38F	SDLC-Adapter
3B0-3BF	Monochrom-Adapter
3C0-3CF	EGA-Grafik-Adapter
3D0-3D7	Color-Grafik-Adapter
3F0-3F7	Floppy-Disk-Controller
3F8-3FF	2. serielle Schnittstelle

Tabelle 1. IO-Adressen beim PC.

Adresse	belegt durch
000-00F	DMA-Controller
020-021	Interrupt-Controller
040-043	Timer/Counter
060-06F	Tastatur
070-07F	NMI-Maskierungs-Register, Echtzeituhr
080-083	DMA-Segment-Register
0A0-0BF	2. Interrupt-Controller
0C0-0DF	2. DMA-Controller
0F0-0FF	Mathe-Coprozessor
1F0-1F8	Festplatte
020-02F	Joystick
258-25F	Intel Above Board
278-27F	2. parallele Schnittstelle
300-31F	Prototypkarte
360-36F	reserviert
378-37F	1. Parallele Druckerschnittstelle
380-38F	SDLC-Adapter
3A0-3AF	1. Bisynchrone Schnittstelle
3B0-3B	Monochrom-Adapter
3C0-3CF	EGA-Grafik-Adapter
3D0-3D7	Color-Grafik-Adapter
3F0-3F7	Floppy-Disk-Controller
3F8-3FF	2. serielle Schnittstelle

Tabelle 2. IO-Adressen beim AT.



					
Hardware					
Bezeichnung	Dialog II	PC 488C	IEEE488	TIEEE 488	GPIB 1000
Hersteller	Bentrup Instrumente	B&C	Ines	IBP	PREMA
Vertrieb	Bentrup Instrumente	Ing.-Büro Dratwa	Ines GmbH	IBP Gerätebau GmbH	PREMA GmbH
	6300 Gießen	8011 Poing	5000 Köln 41	3000 Hannover 1	6500 Mainz 42
Preis (DM)	726,-	ca. 1570,-*	ca. 1570,-	ca. 1780,-	ca. 900,-
Controller-IC	μPD7210	μPD7210	μPD7210	μPD7210	TMS9914
Anschluß	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE
Kabel	-	-	+	-	-
Bemerkungen				Toshiba-Bus	
Software					
Wartezeiten	0	-	+	+	+
Endeerkennung	0	+	+	+	0
DMA-Befehle	-	+	+	+	-
SRQ-					
Verarbeitung	-	0	0	0	0
Interaktive					
Steuerung	+	0	+	+	-
Fehler-					
meldungen	+	-	+	+	-
Hochsprachen					
BASIC	+	+	+	+	+
Pascal	+	+	+	+	+
C	+	+	+	+	+
Fortran	+	+	+	+	-
Modula	-	+	+	+	-
Drucker-					
umleitung	-	+	-	-	-
Dokumentation					
Installation	0	0	+	+	0
IEC-Bus-					
Konzept	-	-	0	0	0
Software	0	+	+	+	0
Beispiel-					
programme	0	+	+	+	0
Hardware	0	0	0	0	-
Umfang					
(Seiten)	28	42 + 90	250	246	80

'-' nicht unterstützt, '0' unterstützt, '+' besonders gute Implementierung, * komplett mit Busanalyse-Software

Kanal	belegt durch
1	SDLC oder frei
2	Floppy-Disk
3	Festplatte

Kanal	belegt durch
2	XT frei, AT nicht verwendet
3	2. serielle Schnittstelle
4	1. serielle Schnittstelle
5	Harddisk-Controller
6	Floppy-Disk-Controller
7	frei

Tabelle 3. Oben:
DMA-Belegung beim PC.
Unten: Die Interrupt-Kanäle.

Entwicklung der Testprogramme erreicht, sich einmal intensiv mit den Möglichkeiten der Treibersoftware und deren Dokumentation auseinanderzusetzen.

Grundsätzlich ist zu sagen, daß alle getesteten Produkte die gestellte Aufgabe erfüllen. Zwar gab es beim Zusammentreffen verschiedener Karten Anfangsprobleme – Ursache waren in der Regel Differenzen beim Kennzeichnen des Endes der Übertragung –, die sich aber stets durch eine Anpassung bei der Initialisierung der Karte lösen ließen.

Da während der Testläufe stets nur zwei Teilnehmer an den Busaktivitäten beteiligt waren, läßt sich aus diesen Problemen absehen, daß es bei komplexeren Systemen sehr vorteilhaft sein wird, wenn die Software die Einstellung der Endeerkennung für alle angeschlossenen separaten Geräte ermöglicht. Dies ist bei den Karten der Firmen Ines, IPB, PC-Lab, National und der B&C PC488C der Fall.

Auf der Hardwareseite konnten nur leichte mechanische Probleme verzeichnet werden, die aber mit dem Aufbau der Rech-

ner zusammenhingen. Wie bereits erwähnt, ließ sich nach Einsetzen der Karten mit IEEE-Steckverbinder in einem Schneider PC 1512 das Kabel nicht mehr montieren, da die Gehäusewand im Weg war. Bei der Installation der PC-LAB-Karte im 80386 konnte der IEC-Stecker erst montiert werden, nachdem die Bleche an der Geräterückwand etwas verbogen wurden.

Auf seiten der Elektronik wurden keine Probleme ausgemacht. Verstöße gegen die IEC-Norm waren auch nicht zu erwarten, da alle Interfaces mit

IE³-Soft

IEEE-488-Bus-Gerätesteuerung mit Pascal-Unit

Wolfgang Amslinger
Peter Kurzweil

Der Test auf den vorangegangenen Seiten in diesem Heft macht deutlich, daß ein De-facto-Standard für IEEE-488-Schnittstellen im Hardware-Aufbau besteht. Bis auf Ausnahmen wird durchweg der NEC-Controller-Baustein µPD 7210 eingesetzt. Mit der in diesem Beitrag vorgestellten Pascal-Unit lassen sich Interface-Karten aus eigenen Anwenderprogrammen heraus steuern.

- Eine Output-Routine der Form
iec_output(adresse:byte;
kommando:string), die ein Kommando aus dem Befehls-satz des Endgerätes an die spezifizierte Geräteadresse leitet.
- Eine Input-Routine
iec_input(adresse:byte;
var ergebnis:string), die vom adressierten Endgerät Daten oder Fehlermeldungen ein-holt.
- Eine Interface-Clear-Routine
iec_ifc(adresse:byte), die alle am Bus befindlichen Schnitt-stellen initialisiert und das In-terface des PC in den Con-troller-Zustand versetzt. Alle Vorgänge auf dem Bus kön-nen nun vom Rechner kon-trolliert und gesteuert werden.
- Eine Selected-Device-Clear-Routine
iec_sdc(adresse:byte): Sie versetzt ein adressiertes Gerät in den Grundzustand.

Die Anpassung der Treiberrou-tinen an eine beliebige Karte geschieht folgendermaßen: Es genügt, die Portadressen des verwendeten IEC-Bus-Interface – wie sie der Herstellerdoku-mentation zu entnehmen sind – in die Prozedur iec_init einzu-tragen. Für die National-Instru-ments-Karte PC2A und die Elrad-Karte IE³ ist die Initiali-sierung ausgeführt. Die Karte der Wahl kann im Kopf der Unit festgelegt werden.

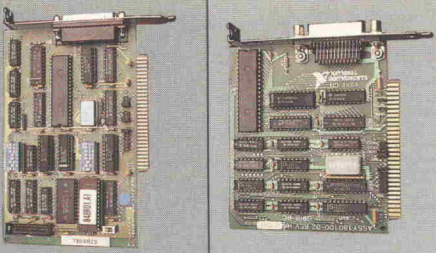
Anwendung

Am Beispiel eines Meßpro-gramms soll die vergleichswei-se einfache Handhabung der Treiberroutine verdeutlicht werden. Wenige Befehle genü-gen, um externe Geräte mit einem Pascal-Programm anzu-sprechen.

1. Initialisierung der Interface-Karte mit iec_init. Die Varia-blen nec7210_in und nec7210_out erhalten die not-

Da die Kommunikation des PC mit dem IEC-Bus aus-schließlich über die acht Schreib- und acht Leseregister des 7210 erfolgt, sind natürlich intime Kenntnisse über deren Programmierung erforderlich. Eine ausführliche Beschreibung ist in Elrad Heft 1, 1989 in dem Artikel 'IE³ erschienen, so daß an dieser Stelle auf eine nochmalige Beschreibung ver-zichtet wird.

Der IEC-Bustreiber arbeitet prinzipiell mit allen kommerzi-ellen Interface-Karten, die wie gesagt mit dem 7210 bestückt sind. Die in der Unit IECBUS (Listing 1) zusammengefaßten Routinen verdeutlichen die vier Grundelemente, die ein Steuer-programm benötigt, das End-geräte über IEC-Bus anspre-chen will:

		
Hardware		
Bezeichnung	PCL-848	GPIB-PCII
Hersteller	PCLAB	National Instruments
Vertrieb	Spectra GmbH 7022 Echterningen	Meilhaus GmbH 8039 Puchheim
Preis (DM)	ca. 1020,-	ca. 1120,-
Controller-IC	µPD7210	µPD7210
Anschluß	IEC	IEEE
Kabel	+	-
Software		
Wartezeiten	+	+
Enderkennung	+	+
DMA-Befehle	+	+
SRQ-		
Verarbeitung	0	0
Interaktive		
Steuerung	-	+
Fehler-		
meldungen	-	+
Hochsprachen		
BASIC	+	+
Pascal	Option	-
C	Option	+
Fortran	-	-
Modula	-	-
Drucker-		
umleitung	+	-
Dokumentation		
Installation	0	0
IEC-Bus-		
Konzept	+	0
Software	+	+
Beispiel-		
programme	+	+
Hardware	+	0
Umfang		
(Seiten)	80 + 80 + 85	300
Sprache	englisch	englisch

Standardschaltungen arbeiten.

Ein interessantes Meßergebnis war die Datentransferrate auf dem Bus. Zu diesem Thema findet man in der Literatur meist die Angabe, daß auf dem Bus eine Geschwindigkeit von 1 MByte/s erreichbar ist; sie gibt 500 KByte/s als Normalwert an. Im Ines-Handbuch der PC488A findet man den Wert 300 KByte/s als erreichbare Transferrate. Die Messungen im praktischen Einsatz ergaben allerdings bei allen Karten – ohne den Einsatz von DMA – nur Übertragungsraten zwi-schen 70 KByte/s und

100 KByte/s. Unter Verwen-dung der DMA-Transfer-Befeh-le ließ sich dieser Wert in etwa verdoppeln.

In der Tabelle sind die Daten der Schnittstellenkarten noch einmal zusammengefaßt.

Literatur

- [1] Piotrowski, IEC-Bus, Franzis Verlag, 1987
- [2] Piotrowski, IEC-Bus Soft-ware, Franzis Verlag, 1989
- [3] Dosch, Selbstbau von IEC-Meßplätzen, VDE-Verlag, 1986

wendigen Adressen, um die Register des Controller-Bausteins ansprechen zu können. Um andere Interface-Karten anzupassen, müssen hier die jeweiligen Registeradressen eingesetzt werden.

2. Interface Clear `iec_ifc` macht den PC zum System-Controller.

3. Selected Device Clear `iec_sdc(adresse)` initialisiert das Peripheriegerät mit der Gerätenummer (`adresse`).

4. Der Anwender kann nun nach Belieben Zeichenketten mit `iec_output(adresse:byte; kommand:string)` an Endgeräte ausgeben, etwa um einen Meßvorgang auszulösen oder einen Meßwert abzufragen. Lesen einer Zeichenkette gelingt mit

`iec_input(adresse:byte; var ergebnis:string),` etwa um Meßwerte einzuholen.

Listing 2 zeigt das Vorgehen, um den Inhalt einer HP-GL-Datei auf einen Plotter mit IEC-Interface auszugeben. Listing 3 zeigt beispielhaft, wie ein Meßgerät gesteuert wird.

`iec_init` und `iec_ifc` stehen zu Beginn des Meßprogramms. Sollen mehrere Geräte simultan nebeneinander betrieben werden, so ist `iec_sdc` jedesmal erneut aufzurufen, wenn das Gerät gewechselt wird.

Die beschriebenen Routinen arbeiten fehlertolerant. Den Fehlerfall zeigt das `error.err`-Flag; die Fehlermeldung steht in der Variablen `error.msg`. Die Kommunikation zwischen Steuerrechner und Peripheriegeräten kann jederzeit mit der ESC-Taste abgebrochen werden. Auf Timeout-Routinen wurde bewußt verzichtet, weil die Antwortzeiten zwischen den vielen möglichen Geräten unterschiedlich sein können.

Literatur

IBM Personal Computer General Purpose Interface Bus Technical Reference, Handbuch, 1984

Bentrop, R., IEEE-488-Slotkarte für PC, Elrad, Nr. 1 1989, S. 24, Verlag Heinz Heise, Hannover

Piotrowski, A., IEC-Bus, Die Funktionsweise des IEC-Bus und seine Anwendung in Geräten und Systemen, Franzis Verlag, München 1987

Keldenich, F., Eine IEEE-488-PC-Karte, mc, Nr. 6 1989, S. 56, Nr. 9, S. 187, Franzis Verlag, München

Keller R., Hurling, H., IEC-Bus – im Labor bewährt, c't, Nr. 9 1987, S. 187, Verlag Heinz Heise, Hannover

```

      trig :byte=$04;                                { Trigger }
      rtl :byte=$05;                                { Return to local message generation }
      seoi :byte=$06;                                { Set EOI message }
      nvid :byte=$07;                                { Novalid (OSA reception): release DAC holdoff }
      vid :byte=$0F; { Valid (MSA reception. CPT, DEC, DET): release DAC holdoff }
      sppf :byte=$09;                                { Set parallel poll flag }
      rppf :byte=$01;                                { Reset parallel poll flag }
      gts :byte=$10;                                { Go to standby }
      tcse :byte=$1A;                                { Take control synchronously on end }
      ltn :byte=$13;                                { Listen }
      ltnc :byte=$1B;                                { Listen with continuous mode }
      lun :byte=$1C;                                { Local unlisten }
      epp :byte=$1D;                                { Execute parallel poll }
      sifc :byte=$1E;                                { Set IFC }
      rific :byte=$16;                                { Reset IFC }
      rren :byte=$17;                                { Reset REN }
      dsc :byte=$14;                                { Disable system control }

var
  intnum:byte; oldintvec,newintvec:pointer;
  nec7210_in:upc7210_read; nec7210_out:upc7210_write;

function iec_test(Port_adr:word; b:byte):boolean; { IEC-Bus Status? }
var ok:boolean;
begin ok:=false;
  repeat ok:=(Port[Port_adr] and b)=b; until abort or ok;
  iec_test:=ok;
end;

{----- IEC-Bus Treiber -----}

procedure iec_init;                                { IEC-Treiber einrichten }
begin
  case iec_interface of                            { Portadressen setzen }
    PC2A: begin
      iec_base_adr:=$02E0;
      with nec7210_in do begin
        datin :=iec_base_adr+$0001; { Data in } { 02E1 }
        irst1 :=iec_base_adr+$0401; { Interrupt status 1 } { 06E1 }
        irst2 :=iec_base_adr+$0801; { Interrupt status 2 } { 0AE1 }
        spost :=iec_base_adr+$0C01; { Serial poll status } { 0EE1 }
        adrst :=iec_base_adr+$1001; { Address status } { 12E1 }
        cmdpst:=iec_base_adr+$1401; { Command pass through } { 16E1 }
        adr0 :=iec_base_adr+$1801; { Address 0 } { 1AE1 }
        adr1 :=iec_base_adr+$1C01; { Address 1 } { 1EE1 }
      end;
      with nec7210_out do begin
        datout:=iec_base_adr+$0001; { Data out }
        irmask1:=iec_base_adr+$0401; { Interrupt mask 1 }
        irmask2:=iec_base_adr+$0801; { Interrupt mask 2 }
        spomod:=iec_base_adr+$0C01; { Serial poll mode }
        adrmod:=iec_base_adr+$1001; { Address mode }
        auxmod:=iec_base_adr+$1401; { Auxiliary mode }
        adr01 :=iec_base_adr+$1801; { Address 1 }
        eos :=iec_base_adr+$1C01; { End of string }
      end;
    end;
  end;
  ELRAD: begin
    iec_base_adr:=$02E0;
    with nec7210_in do begin
      datin :=iec_base_adr;
      irst1 :=iec_base_adr+1;
      irst2 :=iec_base_adr+2;
      spost :=iec_base_adr+3;
      adrst :=iec_base_adr+4;
      cmdpst:=iec_base_adr+5;
      adr0 :=iec_base_adr+6;
      adr1 :=iec_base_adr+7;
    end;
    with nec7210_out do begin
      datout:=iec_base_adr;
      irmask1:=iec_base_adr+1;
      irmask2:=iec_base_adr+2;
      spomod:=iec_base_adr+3;
      adrmod:=iec_base_adr+4;
      adr01 :=iec_base_adr+6;
      eos :=iec_base_adr+7;
    end;
  end;
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$02; { Chip reset }
  Port[nec7210_out.irmask1]:=$00; { Turn off interrupts and DMA }
  Port[nec7210_out.irmask2]:=$00; { Turn off interrupts and DMA }
  Port[nec7210_out.adr01]:=$00; { Controller address: 0 }
  Port[nec7210_out.adrmod]:=$01; { Address mod 1 }
  Port[nec7210_out.spomod]:=$00; { Spoll answer = $00, pp answer here }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$00; { Immediate execute power on }
  Port[nec7210_out.eos]:=$0D; { EOS = CR }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$28; { Clock frequency 8 MHz }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$A0; { Aux B register 101 00000 }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$9C; { Aux A register 100 11100 }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$1F; { Set REN }
end;

procedure iec_ifc;                                { Interface clear }

```

```

{-----}
{ Treiber fuer IEC 625/IEEE 488/GPIB }
{ (C) W. Amslinger, P. Kurzweil, 1990 }
{-----}

unit iecbus;

interface

uses dos,crt;
type
  strg255 =string[255];
  strg76 =string[76];
  errortyp=record case err:boolean of true:(msg:strg76); end;
const
  PC2A=1; ELRAD=2; iec_interface:byte=PC2A; { Benutzte Bus-Karte }
var
  error:errortyp;

procedure iec_init;                                { IEC-Treiber initialisieren }
procedure iec_ifc;                                { Interface clear }
procedure iec_sdc(ad:byte);                        { Selected device clear }
function iec_spoll(ad:byte):byte;                  { Serial poll }
procedure iec_output(ad:byte; cmd:strg255);        { Befehl ausgeben }
procedure iec_input(ad:byte; var result:strg255);  { Ergebnis einlesen }
function abort:boolean;

implementation

type { Lokale Definitionen }
  upc7210_read = record
    datin,irst1,irst2,spost,adrst,cmdpst,adr0,adr1:word;
  end;
  upc7210_write = record
    datout,irmask1,irmask2,spomod,adrmod,auxmod,adr01,eos:word;
  end;
var
  iec_base_adr:word;
const
  rrfd :byte=$03; { Hilfskommandos }
  { Release RFD }

```



```

begin
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$1E; delay(1);          { 00011110 = init IFC }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$16;                    { 00010110 = clear }
  Port[nec7210_out.irmskl]:=$11;                    { TCA }
end;

procedure iec_sdc;                                   { Selected device clear }
label 9;
begin
  Port[nec7210_out.datout]:=$3F;                    { Unlisten }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  adr:=adr and 31; adr:=adr or 32;
  Port[nec7210_out.datout]:=adr;
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.datout]:=$04;                    { SDC }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.datout]:=$3F;                    { Unlisten }
  if iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then exit;      { cmd sent? }
9: error.err:=true; error.msg:='FEHLER bei SDC';
end;

function iec_spoll;                                  { Serial poll }
label 9;
var f:real; a:byte;
begin
  error.err:=false; error.msg:='';
  Port[nec7210_out.datout]:=$3F;                    { Unlisten }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  adr:=adr and 31; adr:=adr or 64;
  Port[nec7210_out.datout]:=$20;                    { MLA 0 }
  if not iec_test(nec7210_in.adrst,$14) then goto 9; { Controller=listener? }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.datout]:=$18;                    { SPE }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  if not iec_test(nec7210_in.adrst,$20) then goto 9; { Spoll mod? }
  Port[nec7210_out.datout]:=adr;                    { Talker-address }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$13;                    { ITN }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$10;                    { GTS }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$12;                    { TCS }
  Port[nec7210_out.datout]:=$5F;                    { UNT }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.datout]:=$19;                    { SPD }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  if iec_test(nec7210_in.irst1,$01) then begin      { Byte available? }
    iec_spoll:=Port[nec7210_in.datin]; exit;        { Read spoll byte }
  end;
9:
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$11;                    { TCA }
}
Port[nec7210_out.auxmod]:=$1C;                      { LUN }
}
error.err:=true; error.msg:='FEHLER: Serial Poll mit ESC abgebrochen';
end;

procedure iec_output;                                { Befehlsausgabe }
label 9;
var status:byte; j:integer; esc:boolean;
begin
  esc:=false; error.err:=false; error.msg:='';
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$9C;                    { Aux A register 100 11100 }
  Port[nec7210_out.datout]:=$3F;                    { Unlisten }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  adr:=adr and 31; adr:=adr or 32;
  Port[nec7210_out.datout]:=adr;                    { Listener address }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  Port[nec7210_out.datout]:=$40;                    { MTA 0 }
  if not iec_test(nec7210_in.adrst,$0A) then goto 9; { Controller=talker? }
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$10;                    { GTS }
  j:=0; status:=Port[nec7210_in.irst1];
  repeat
    if (status and $02)>0 then begin
      Inc(j); Port[nec7210_out.datout]:=Ord(cmd[j]);
    end;
    status:=Port[nec7210_in.irst1]; esc:=abort;
  until ((j=Length(cmd)) and ((status and $02)>0)) or esc;
  if esc then goto 9;
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$11; exit;              { TCA }
9:
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$11;                    { TCA }
  error.err:=true;
  if esc then error.msg:='Abbruch mit ESC' else error.msg:='FEHLER bei Output';
end;

procedure iec_input;                                 { Dateneinlesen }
label 9;
var b,status:byte; esc:boolean;
begin
  esc:=false; result:=''; error.err:=false; error.msg:='';
  Port[nec7210_out.auxmod]:=$9C;                    { Aux A register 100 11100 }
  Port[nec7210_out.datout]:=$3F;                    { Unlisten }
  if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
  adr:=adr and 31; adr:=adr or 64;
  Port[nec7210_out.datout]:=$20;                    { MLA 0 }
  if not iec_test(nec7210_in.adrst,$14) then goto 9; { Controller=listener? }

```

```

if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
Port[nec7210_out.datout]:=adr;                    { Talker address }
if not iec_test(nec7210_in.irst2,$08) then goto 9; { cmd sent? }
Port[nec7210_out.auxmod]:=$13;                    { LTN }
Port[nec7210_out.auxmod]:=$10;                    { GTS }
repeat
  status:=Port[nec7210_in.irst1];
  if (status and $01)>0 then begin
    b:=Port[nec7210_in.datin]; result:=result+Chr(b);
  end;
  esc:=abort;
until ((status and $10)>0) or esc;                  { End bit set }
if esc then goto 9;
Port[nec7210_out.auxmod]:=$12;                    { TCS }
if iec_test(nec7210_in.irst1,$01) then begin      { Read last byte }
  b:=Port[nec7210_in.datin]; result:=result+Chr(b);
end;
while result[Length(result)] in [#10,#13] do Delete(result,Length(result),1);
exit;
9:
Port[nec7210_out.auxmod]:=$11;                    { TCA }
Port[nec7210_out.auxmod]:=$1C;                    { LUN }
error.err:=true;
if esc then error.msg:='Abbruch mit ESC' else error.msg:='FEHLER beim Empfang';
end;

function abort;                                      { ESC gedrueckt? }
var key:char;
begin
  abort:=false;
  if KeyPressed then begin key:=ReadKey; if key=#27 then abort:=true; end;
end;
end.

```

Listing 1.

```

{-----}
{      Beispielprogramm zur Anwendung des Moduls IECBUS      }
{      Ausgabe eines HP/GL-Files auf Plotter                }
{      (C) P. Kurzweil, W. Amslinger, 1990                 }
{-----}

program iec_demo;
uses iecbus;
const n = 5; { Geraeteadresse des Plotters am IEC-Bus }
var f:text; ch:char; cmd:string[80];
begin
  iec_init; { 1. Treiber installieren }
  iec_ifc; { 2. IEC-Bus initialisieren }
  iec_sdc(n); { 3. Plotter ansprechen }
  assign(f,'HPGL.DAT'); reset(f); { HP/GL-Datenfile oeffnen }
  while not eof(f) do begin cmd:='';
    repeat
      read(f,ch); if (ch>#32) or (ch=#3) then cmd:=cmd+ch; { HP/GL-Kommando }
    until ch='';
    iec_output(n,cmd); { Plotausgabe }
    writeln(cmd); { BildschirmAusgabe }
  end;
  close(f);
end.

```

Listing 2.

```

program iec_beispiel;
uses iecbus;
const cr=#13; { Terminator: Kommandoendesequenz }
var x:string[80];
begin
  iec_init; { 1. IEC-Treiber initialisieren }
  iec_ifc; { 2. Interface clear }
  iec_sdc(10); { 3. Selected device clear }
  iec_output(10,'BK4'+cr); delay(1000); { Netzgeraet: reset }
  iec_output(10,'RR'+2'+cr); { Netzgeraet: Messwiderstand }
  iec_output(10,'IL'+0'+cr); { Netzgeraet Strombereich }
  iec_output(10,'SV1'+cr); { Netzgeraet: serial poll on }
  iec_output(10,'PP0'+cr); { Netzgeraet: parallel poll off }
  iec_output(10,'OT0'+cr); { Netzgeraet: terminator CRLF }
  iec_output(10,'RU1'+cr); { Netzgeraet: ein }
  iec_output(10,'P01'+cr); { Netzgeraet: Polarisation galvanostatisch }
  ...
  iec_input(10,x); { Messwert einholen }
  ...
  if error.err then writeln(error.msg); { Fehlerbehandlung }
end.

```

Listing 3.

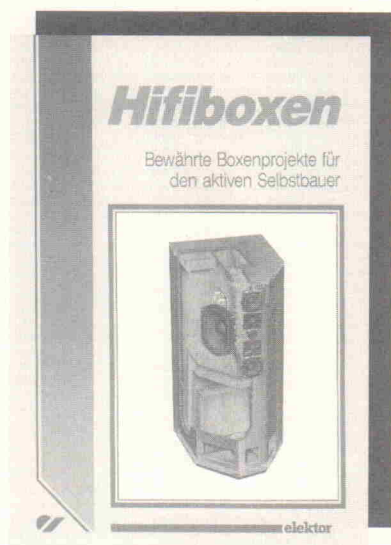


MARKENHALBLEITER

TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN		TRANSISTOREN	
BC	BC	BD	BD	BF	BF	BUX	BUX	UA78..	UA78..	UA78..	UA78..
107A	0.28	416A	0.18	242B	0.69	901	1.10	857	0.93	10	5.15
107B	0.29	416B	0.15	242C	0.73	902	1.10	858	0.72	11	7.60
108A	0.30	416C	0.19	243	0.70	905	0.95	859	0.97	12	7.50
108B	0.29	516	0.24	243A	0.80	906	0.94	860	0.54	20	17.80
108C	0.30	517	0.27	243B	0.79	907	0.98	870	0.54	21	15.20
109B	0.31	546A	0.07	243C	0.69	908	1.00	871	0.53	22	18.90
109C	0.30	546B	0.07	244	0.82	909	1.10	872	0.54	24	19.05
140-6	0.55	546C	0.10	244A	0.63	910	1.05	900	1.30	37	5.50
140-10	0.43	547A	0.06	244B	0.66	911	1.10	926	0.66	39	6.10
140-16	0.44	547B	0.07	244C	0.66	912	1.15	936	0.67	40	5.20
141-6	0.58	547C	0.07	245	1.70			939	0.73	41	4.50
141-10	0.43	548A	0.07	245A	1.70			959	0.60	42	4.90
141-16	0.44	548B	0.07	245B	1.80			960	0.88	46	4.15
159C	0.40	548C	0.07	245C	1.70	115	0.78	961	0.90	47	3.55
160-6	0.57	549B	0.06	246	1.65	117	0.83	963	3.60	48	4.40
160-10	0.45	549C	0.07	246A	1.70	167	0.81	964	1.30	48A	4.70
160-16	0.44	550B	0.10	246B	1.80	173	0.91	966	1.20	48B	7.00
161-6	0.58	550C	0.10	246C	1.70	177	0.85	967	0.94	48C	7.85
161-10	0.44	556A	0.07	249	2.15	178	0.78	970	0.88	80	3.55
161-16	0.44	556B	0.07	249B	2.35	179A	0.93	979	1.00	81	5.45
167A	0.16	557A	0.07	249C	2.35	180	0.75	980	1.30	82	3.20
167B	0.15	557B	0.07	250	2.25	184	0.77	981	0.91	83	3.45
168A	0.15	558A	0.07	250B	2.35	185	0.77	982	1.40	84	1.55
168B	0.15	558B	0.07	250C	2.35	188	0.18			85	1.85
168C	0.15	558C	0.07	262	2.95	199	0.18			86	1.40
169B	0.16	559A	0.08	301	1.30	200	1.50	34	27.80	87	1.35
169C	0.16	559B	0.08	302	1.40	224	0.20	69	4.50	88	10.45
170A	0.17	559C	0.08	303	1.40	225	1.65			98A	13.35
170B	0.17	560A	0.10	304	1.40	237	0.48			50	6.35
170C	0.17	560B	0.10	311	2.50	238	0.48			69A	3.65
173C	0.23	560C	0.10	312	2.50	240	0.17	34A	1.70		
177A	0.30	617	0.58	313	2.70	241	0.18	38	1.75		
177B	0.30	618	0.63	314	2.70	244A	0.84	54	1.50		
178A	0.29	635	0.31	315	2.90	244B	0.84	64	31.20		
178B	0.30	636	0.30	316	2.80	244C	0.85	90	1.20		
179A	0.24	637	0.32	317	3.15	245A	0.63	91	1.30		
179B	0.30	638	0.32	318	3.15	245B	0.63	94	30.55		
182A	0.09	639	0.31	375	0.48	245C	0.63	96	1.75		
182B	0.09	640	0.31	376	0.51	246A	0.83				
183A	0.09	875	0.71	377	0.51	246B	0.82				
183B	0.09	876	0.71	378	0.52	246C	0.82				
183C	0.09	877	0.72	379	0.53	247A	0.80	10	2.00		
184C	0.08	878	0.73	380	0.53	247B	0.80	11	2.00		
192	0.95	880	0.73	410	0.98	247C	0.80	16A	3.15		
212A	0.09			433	0.58	254	0.18	17A	3.00		
212B	0.09			434	0.57	255	0.18	30	3.15		
213A	0.09			435	0.59	256A	0.64	92	0.70		
213B	0.09			436	0.59	256B	0.64	93	1.20		
213C	0.09	115	0.77	437	0.59	256C	0.64				
213C	0.09	127	0.88	438	0.60	257	0.69				
214B	0.10	128	1.10	439	0.60	258	0.66	105	2.60		
214C	0.10	129	1.20	440	0.61	259	0.68	108	2.55		
237A	0.09	135	0.40	441	0.63	272A	1.20	108	2.55		
237B	0.09	136	0.40	442	0.65	272	0.22	109	2.20		
238A	0.09	137	0.40	512	2.60	298	0.26	110	3.20		
238B	0.09	138	0.40	517	3.30	299	0.27	111	2.70		
238C	0.09	139	0.38	518	1.35	310	0.35	125	2.25		
239B	0.09	140	0.38	519	1.35	311	0.35	126	2.50		
239C	0.09	142	1.50	520	1.35	314	0.24	137	10.65		
250A	0.12	165	0.77	529	1.30	324	0.19	180	3.00		
250C	0.17	166	0.77	530	1.30	327	1.35	180A	4.20		
251A	0.17	167	0.78	533	0.73	337	0.97	184	2.00		
253A	0.13	168	0.78	534	0.75	338	0.99	204	2.90		
253B	0.21	169	0.79	535	0.77	362	0.85	205	2.45		
253C	0.21	170	0.80	536	0.77	363	1.00	206	3.00		
256A	0.12	175	0.51	537	0.80	370	0.67	208	2.60		
258B	0.14	176	0.50	538	0.81	371	0.27	208A	2.70		
259B	0.15	177	0.54	643	0.80	398	0.54	208B	2.70		
262A	0.65	178	0.54	644	0.84	414	0.58	209	2.80		
264A	0.80	179	0.56	645	0.81	415	0.71	226	2.95		
264B	0.75	180	0.54	646	0.81	416	0.71	310	4.50		
264C	0.79	185	0.77	647	0.83	417	0.71	312	4.50		
264D	0.79	186	0.77	648	0.83	418	0.71	326S	2.70		
301	0.62	187	0.77	649	0.83	420	0.30	406	1.50		
302	0.64	188	0.77	650	0.83	421	0.30	406D	2.05		
303	0.62	189	0.86	651	0.85	422	0.31	407	1.30		
304	0.63	190	0.86	652	0.85	423	0.32	407D	2.00		
307A	0.09	201	0.89	675	0.49	440	0.63	408	1.35		
307B	0.09	202	0.89	676	0.50	441	0.67	408D	2.15		
308A	0.09	203	0.89	677	0.54	450	0.21	409	1.35		
308B	0.09	204	0.95	678	0.56	451	0.21	413	4.30		
308C	0.09	207	2.60	679	0.56	457	0.51	426	2.50		
309B	0.09	208	2.60	680	0.60	458	0.56	426A	2.65		
309C	0.09	226	0.69	681	0.53	459	0.55	500	4.00		
327-16	0.11	227	0.81	682	0.63	469	0.52	508A	2.45		
327-25	0.10	228	0.81	683	0.73	470	0.52	508B	2.70		
327-40	0.10	229	0.85	694	0.79	471	0.53	526	2.80		
328-16	0.10	230	0.91	705	0.94	472	0.52	536	4.50		
328-25	0.10	231	0.91	706	0.94	483	0.60	546N	4.85		
328-40	0.11	232	0.99	707	0.94	485	0.66	606	3.80		
337-16	0.11	233	0.49	708	0.95	487	0.72	606D	4.25		
337-25	0.10	234	0.56	709	0.96	494	0.20	607	4.20		
337-40	0.10	235	0.52	710	0.96	495	0.20	607D	4.40		
338-16	0.11	236	0.43	711	0.98	496	0.58	608	3.85		
338-25	0.10	237	0.52	712	0.97	506	0.70	608D	3.80		
338-40	0.11	238	0.52	809	1.15	594	0.67	626A	4.20		
341-6	0.90	239	0.62	810	1.15	595	0.97	705	4.45		
360-10	0.74	239B	0.65	825	0.85	615	2.40	806	1.50		
361-6	0.74	239C	0.69	826	0.88	657	1.05	807	1.45		
368	0.30	240	0.66	827	0.88	658	1.30	826	3.70		
369	0.30	240B	0.68	828	0.90	659	1.30	910	2.25		
413B	0.15	240C	0.60	829	0.88	680	2.70	911	2.60		
413C	0.14	241	0.67	880	0.96	757	0.49	922	2.40		
414B	0.15	241A	0.66	881	1.22	758	0.64	920	4.20		
414C	0.15	241B	0.66	887	0.98	759	0.64	921	3.85		
415A	0.18	241C	0.70	898	0.97	760	0.64	922	4.25		
415B	0.15	242	0.67	899	1.00	761	0.64	931R	5.75		
415C	0.19	242A	0.68	900	1.10	762	0.64	932R	6.35		

INTEGRIERTE				SCHALTUNGEN				INTEGRIERTE				SCHALTUNGEN							
CA				LM				NE				TAA				TDA			
3086	DIL	1.15	35C2	15.80	5080	DIL	63.20	550	0.67	1516Q	7.95	3780	11.50						
3088	DIL	4.95	224 DIL	0.83	5081	DIL	63.25	611T	2.30	1517N	8.10	3800	20.25						
3089	DIL	2.75	239 DIL	1.50	5090	DIL	9.55	630S	3.65	1519N	9.00	3803A	15.50						
3090	DIL	3.00	258 DIP	1.00	5105	DIP	9.30	761A	1.45	1520A	9.75	3810	6.15						
3094	DIP	2.65	293 DIP	1.20	5118	DIL	23.05	765A	1.55	1521	9.50	3825	3.45						
3096	DIL	1.95	301 DIP	0.73	5119	DIL	45.70	861A	1.60	1522	3.40	3950A	6.50						
3100	DIP	4.20	301 TO	1.70	5170	DIL	31.60	865A	1.85	1524A	6.50	4050B	4.45						
3127	DIL	6.85	305 TO	2.65	5180	DIL	29.60	2761A	2.05	1534	125.00	4092	14.49						
3130	DIP	2.35	307 DIP	1.50	5205	DIP	11.25	4761A	3.55	1535N	61.60	4180	4.80						
3130	TO	3.80	308 DIP	1.05	5205	TO	16.20	4765A	3.75	1541A	57.30	4190	7.40						
3140	DIP	1.40	309 TO3	4.30	5230	DIP	5.70			1542	15.30	4260	4.10						
3140	TO	3.40	310 DIP	5.45	5512	DIP	3.70			1543N	10.50	4290	5.70						
3146	DIL	3.25	311 DIP	0.45	5514	DIL	5.10			1572	5.60	4400	7.95						
3160	DIP	2.20	311 TO	2.80	5517	DIP	3.80			1574	4.20	4410	5.70						
3161	DIL	2.65	317 TO3	3.45	5521	DIL	20.65			1574V	4.55	4420	3.30						
3162	DIL	9.95	317-220	0.91	5530	DIP	9.40			1578	6.60	4421	6.45						
3183	DIL	6.40	318 DIP	1.95	5532	DIP	1.55			1578	6.45	4431	4.70						
3189	DIL	3.15	319 DIL	2.10	5532A	DIP	2.30			1596	6.70	4432	5.10						
3240	DIP	3.15	323 TO3	5.05	5533	DIL	6.45			1597	6.70	4433	4.40						
3290	DIP	3.45	324 DIL	0.41	5534	DIL14.05				1598V	7.95	4440	4.60						
3600	DIL	13.05	325 DIL	13.55	5534	DIP	1.60			1670A	4.90	4450	7.00						
			334 TO92	1.80	5534A	DIP	1.80			1701	9.05	4500	15.20						
			335 TO92	2.60	5535	DIP	6.70			1700A	6.00	4502	19.60						
			336 TO92	2.15	5537	DIP	6.25			1704A	2.00	4505	22.35						
			337 TO3	5.35	5537	TO	20.10			1905	2.60	4510	9.15						
			337-220	1.40	5539	DIL	13.75			1908	3.00	4555	17.15						
			338 TO3	12.30	5560	DIL	6.75			1910	5.95	4556	14.95						
			339 DIL	0.42	5561	DIP	4.10			1910	5.75	4565	7.90						
			346 DIL	2.80	5562	DIL	12.50			1950	5.80	4580	21.70						
			348 DIL	0.72	5592	DIL	3.85			2002	1.55	4600	4.95						
			350 TO3	11.50	5900	DIL	13.90			2003	1.70	4601B	4.65						
			350-220	5.45						2004	3.55	4610	14.05						
			358 DIP	0.20						2006	4.20	4700A	13.90						
			376 DIP	1.75						2007	2.20	4710	46.35						
			377 DIL	1.15						2008	4.85	4718A	9.80						
			380 DIL	2.35						2008	3.40	4720	9.85						
			382 DIL	10.60						2009	6.25	4725	23.95						
			383-220	8.55						2020	6.25	4940	15.60						
			38522,5	4.85						2030	2.25	4950	3.35						
			386 DIP	1.45						2040	4.60	5030	8.55						
			387 DIP	3.10						2040	18.35	5000	4.20						
			389 DIL	5.00						2100	24.00	7220	2.95						
			391N60	3.60						2151	5.10	7230A	5.60						
			391N80	4.70						2170	6.75	7231	1.75						
			391N100	7.95						2220	3.95	7232	13.00						
			392 DIP	2.95						2270	5.65	7233	1.40						
			393 DIP	0.46						2310	2.50	7236	3.50						
			394 TO	11.85						2320	1.65	7250	12.00						
			395 TO	8.15						2530	8.35	7272	5.10						
			396 DIP	2.80						2532	3.70	7274	1.80						
			397 DIP	0.78						2540	5.00	7282	1.80						
			398 DIP	0.78						2541	3.25	7359	3.20						
			399 DIP	0.68						2543	9.75	7360	11.15						
			400 DIP	0.61						2545	5.70	7361	3.15						
			401 DIP	0.61						2546	8.40	8115	6.95						
			402 DIP	11.85						2549	8.90	8140	5.90						
			403 DIP	7.95						2555V	6.75	8145	3.25						
			404 DIP	8.75						2556V	12.10	8150	7.50						
			405 DIP	6.75						2557	8.45	8160	3.00						
			406 DIP	6.75						2558	9.95	8170	5.50						
			407 DIP	2.55						2559	6.70	8172	7.15						
			408 DIP	1.60						2578	8.20	8175	5.50						
			409 DIP	2.05						2579	8.80	8185	10.35						
			410 DIP	1.30						2581	4.50	8190	7.10						
			411 DIP	3.80						2582	6.50	8196	3.60						
			412 DIP	2.90						2591	4.90	8221	28.55						
			413 DIP	5.10						2593	3.35	8341	9.30						
			414 DIP	6.05						2594	5.60	8390	25.10						
			415 DIP	6.95						2595	5.55	8390N	25.10						
			416 DIP	7.40						2611A	2.80	8405	21.50						
			417 DIP	10.27						2613	4.60	8433	29.50						
			418 DIP	10.29						2653A	7.60	8442	7.95						
			419 DIP	7.60						2654S	7.15	8443	12.45						
			420 DIP	3.90						2670	6.75	8444	14.75						
			421 DIP	9.00						2680A	8.05	9403	6.05						
			422 DIP	10.56						2690A	6.80	9503	6.60						
			423 DIP	8.70															
			424 DIP	10.58															
			425 DIP	8.25															
			426 DIP	10.61															
			427 DIP	9.40															
			428 DIP	10.71															
			429 DIP	22.35															
			430 DIP	29.75															
			431 DIP	6.55															
			432 DIP	11.20															
			433 DIP	18.10															
			434 DIP	8.00															
			435 DIP	10.60															
			436 DIP	5.95															
			437 DIP	7.65															
			438 DIP	6.85															
			439 DIP	9.80															
			440 DIP	10.45															
			441 DIP	14.30															
			442 DIP	10.37															
			443 DIP	10.40															
			444 DIP	3.65															
			445 DIP	3.45															
			446 DIP	3.40															
			447 DIP	3.85															
			448 DIP	3.40															
			449 DIP	12.15															
			450 DIP	12.35															
			451 DIP	11.50															
			452 DIP	13.65															
			453 DIP	8.00															
			454 DIP	16.45															
			455 DIP	17.40															
			456 DIP																
			457 DIP																
			458 DIP																
			459 DIP																
			460 DIP																
			461 DIP																

INTEGRIERTE			SCHALTUNGEN			INTEGRIERTE SCHALTUNGEN			JAPAN-HALBLEITER			JAPAN-HALBLEITER			HYBRID-IC'S											
TLC			C-MOS			74LS..			74HC.. SN74..			2SA			2SB			2SC		2SC		STK		STK		
251 DIP	3.90		4000	0.35	00	0.31	258	0.57	00	0.36	7400	0.62	329	2.25	1069	4.60	616	4.50	815	1.20	1398	4.00	0025	14.70	2240	28.10
252 DIP	6.25		4001	0.31	01	0.30	259	0.56	02	0.36	7401	0.66	467	2.55	1081	1.35	617	5.25	827	5.55	1413	7.05	0029	12.55	2250	28.15
254 DIL	10.10		4002	0.35	02	0.31	260	0.34	03	0.55	7402	0.51	468	3.20	1082	1.35	628	6.05	828	0.43	1419	1.65	0035	20.55	3041	18.90
271 DIP	1.20		4006	0.69	03	0.31	261	2.65	04	0.36	7403	0.58	472	3.20	1084	0.69	631	1.35	829	0.43	1445	6.85	0039	21.25	3042	13.80
272 DIP	1.90		4007	0.35	04	0.30	266	0.34	08	0.36	7404	0.62	473	1.50	1085	0.84	633	2.55	839	0.82	1447	1.65	0040	21.40	3042 II	15.10
274 DIL	3.40		4008	0.73	05	0.32	273	4.70	11	0.36	7405	0.53	483	9.25	1090	2.70	641	0.94	871	1.45	1448	3.55	0049	21.40	3042 III	15.15
277 DIP	5.75		4009	0.47	06	0.35	275	4.70	11	0.36	7406	0.71	490	1.25	1093	5.30	642	0.51	899	0.92	1449	1.70	0050	18.65	3042 III	15.15
279 DIL	6.50		4010	0.47	07	0.30	279	0.56	14	0.50	7407	0.76	493	2.35	1094	7.20	643	0.70	900	0.62	1454	7.90	0059	28.00	3044	14.10
339 DIP	2.70		4011	0.35	08	0.30	280	0.59	20	0.36	7408	0.72	495	1.40	1095	10.85	646	0.68	907	1.60	1470	197.60	0060 II	25.85	3061	15.30
372 DIP	1.85		4012	0.35	09	0.32	283	0.57	21	0.36	7409	0.83	496	1.50	1102	5.10	647	0.80	922	1.05	1472	0.75	0060	47.35	3062	22.60
374 DIL	2.75		4013	0.47	10	0.31	290	0.64	27	0.36	7410	0.61	497	5.10	1104	5.70	648	1.60	923	0.77	1501	2.35	0070	30.95	3062 II	20.00
393 DIP	2.15		4014	0.69	11	0.31	292	12.80	30	0.36	7411	0.65	509	1.15	1106	9.45	649	1.50	929	0.61	1505	2.35	0080	44.00	3062 III	14.05
555 DIP	1.05		4015	0.73	12	0.32	293	0.58	32	0.36	7412	0.89	510	8.30	1110	1.70	673	3.90	930	0.43	1509	1.40	0105	13.85	3082	23.30
556 DIL	2.15		4016	0.47	13	0.31	294	15.40	42	0.72	7413	0.62	544	17.40	1111	2.90	676	2.60	933	2.20	1515K	0.84	011	42.65	3082 II	20.70
			4017	0.66	14	0.39	295	0.58	51	0.37	7414	0.72	546	2.50	1112	2.55	681	9.75	936	15.95	1520	1.45	013	26.10	3082 III	17.30
			4018	0.67	15	0.31	297	0.90	58	0.96	7416	0.80	561	0.79	1115	0.47	686	2.85	937	19.30	1567	2.45	014	15.55	3102 III	17.30
			4019	0.66	18	0.75	298	0.58	73	0.55	7417	0.80	562	0.77	1123	0.86	688	3.75	940	12.00	1568	1.70	015	24.45	3106	40.80
			4020	0.69	19	0.73	299	2.60	74	0.53	7420	0.82	564	0.50	1124	0.99	697	8.95	941	1.00	1570	0.54	016	29.30	3122 III	22.40
			4021	0.69	20	0.32	320	7.70	75	0.59									943	2.60	1571	0.48	020	26.00	3156	37.70
			4022	0.71	21	0.32	321	7.70	76	0.59									945	0.27	1573	1.75	022	39.55	4017	11.25
			4023	0.35	22	0.32	322	3.15	77	0.62									959	2.45	1583	1.25	025	23.60	4017	22.40
			4024	0.63	24	0.94	323	2.70	85	1.00									982	0.63	1586	21.00	027	39.55	4019	11.25
			4025	0.35	26	0.31	342	0.85	86	0.50									995	2.55	1589	5.40	032	37.70	4026	11.95
			4026	0.92	27	0.31	347	2.30	93	1.00									996	7.50	1623	0.31	043	38.60	4028	21.85
			4027	0.46	28	0.32	348	1.70	107	0.55									998	15.00	1624	2.40	050	62.85	4036	31.90
			4028	0.64	30	0.32	352	0.64	109	0.56									1000GR	0.65	1625	1.95	056	36.15	4036 II	32.10
			4029	0.66	31	1.60	353	0.59	112	0.60									1001	25.80	1626	1.70	070	70.55	4038 II	29.30
			4030	0.44	32	0.31	354	6.20	113	0.59									1009A	0.58	1627	0.95	075	18.80	4040	25.20
			4031	1.00	33	0.31	355	5.20	123	0.80									1011	37.50	1647	5.40	075G	15.18	4060	18.15
			4032	0.77	37	0.31	356	7.30	125	0.56									1013	3.15	1648	0.75	077	24.55	4111 II	14.95
			4033	1.00	38	0.31	357	4.45	126	0.58									1014	2.15	1651	0.70	078	26.35	4121 II	18.40
			4034	2.60	40	0.31	365	0.43	131	1.00									1030	5.85	1669	2.85	080	20.95	4131 II	20.90
			4035	2.72	42	0.54	366	0.44	132	0.54									1044	1.71	1674	0.43	080G	32.00	4132	26.10
			4038	0.76	43	0.63	367	0.44	133	0.38									1047	0.77	1675	0.42	082	29.10	4141 II	23.30
			4040	0.73	44	0.63	368	0.43	137	0.83									1050	3.30	1678	3.00	082G	28.20	4151 II	25.50
			4041	0.73	47	0.89	373	0.81	138	0.65									1061	1.85	1683	3.40	084	34.35	4151 II	0.23
			4042	0.63	48	1.15	374	0.74	139	0.65									1070	0.99	1684	0.28	084G	39.30	4152 II	22.90
			4043	0.71	49	1.15	375	0.70	147	0.83									1096	1.70	1685	1.00	086	35.40	4162 II	27.10
			4044	0.71	51	0.30	377	0.84	148	0.81									1098	1.60	1687	1.05	430	14.30	4171 II	27.70
			4045	1.35	54	0.32	378	0.66	151	0.71									1106	7.40	1688	0.92	431	26.15	4181 II	34.45
			4046	0.86	55	0.32	379	0.59	153	0.74									1112	6.95	1708A	3.05	433	12.95	4191 II	36.85
			4047	0.71	56	3.00	381	4.25	154	2.40									1114	15.00	1729	27.00	435	13.30	4192 II	33.80
			4048	0.71	57	3.00	382	4.25	155	2.77									1115	13.35	1730	0.58	436	15.40	4272	19.00
			4049	0.46	63	2.95	384	5.95	157	0.74									1166A	13.65	1740	0.44	437	19.70	4311	20.00
			4050	0.46	68	2.25	385	4.30	158	0.67									1162	1.80	1755	2.20	439	18.50	4332	11.65
			4051	0.69	69	2.25	386	0.58	160	0.79									1166	2.00	1775	0.59	441	26.80	4352	12.85
			4052	0.69	7																					



Hifiboxen

Bewährte Boxenprojekte für den aktiven Selbstbauer

„Das Feinste vom Feinsten“ so oder ähnlich könnte der Buchtitel auch lauten, denn aus den ersten vier im Elektor-Verlag erschienenen Boxen-Sonderheften sind in diesem Buch die bewährtesten Projekte zusammengefaßt und erweitert.

Erweitert – das ist das Wesentliche an diesem Buch. Es beschreibt zahlreiche Tips und Tricks zur individuellen Anpassung an verschiedene Abhörräume. Ferner informiert das Buch über technische Daten der verwendeten Chassis und gibt Hinweise für eine aktive Ansteuerung (z.B. Linkwitz- und Equal-Compromise-Filter).

Die Boxenbausätze mit den Erweiterungen verdeutlichen so anhand der praktischen Beispiele die theoretischen Überlegungen und Möglichkeiten der Grundlagenbücher „Lautsprecher – Dichtung und Wahrheit“ sowie „Lautsprecherboxen, Aufbau – Nachbau – Umbau“.

344 Seiten, 17 X 23,5 cm, Hardcover, DM 48,- ISBN 3-921608-79-1

elektor

Verlag GmbH • Süsterfeldstraße 25 • 5100 Aachen • Tel. 0241/81077



pop
electronica GmbH

Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

- ständig beste Preise und neue Ideen.
- Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.
- Laufend Programmmergänzungen 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, Anzeigeneinstrumente, 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

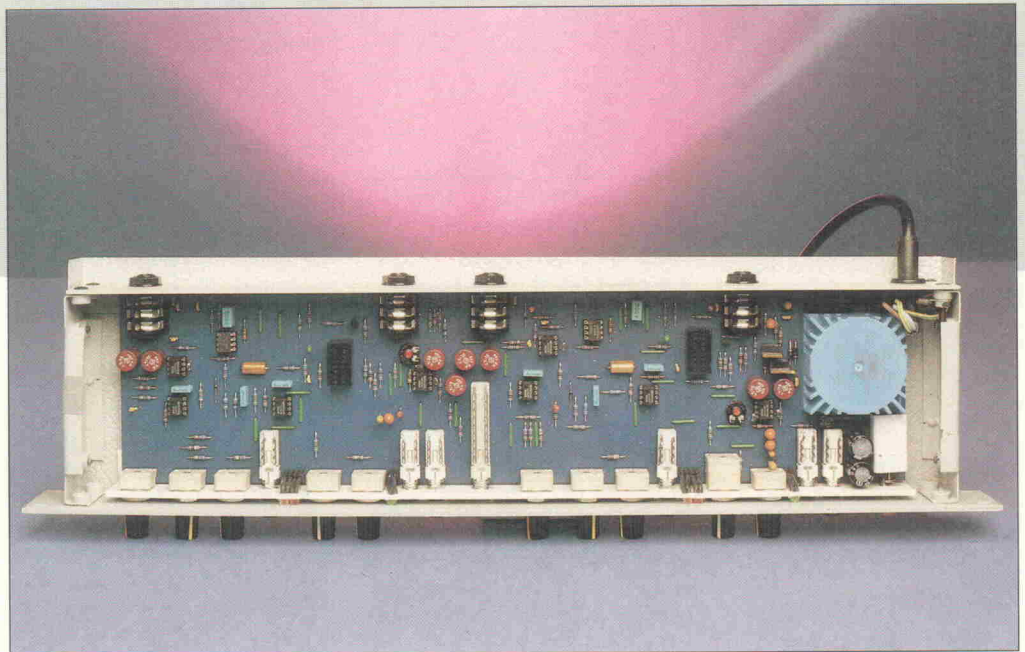
[illegible]

Rauschverminderung mit Brillanz

Ein Denoiser, der nicht nur frischen Wind in alte Demoaufnahmen bläst

Roland Scheike

Rauschverminderungssysteme gibt es in verschiedenen Varianten auf dem Markt. Das hier vorgestellte Projekt besticht durch seine professionelle Schaltungstechnik. Trotzdem ist es nicht nur für den PA- oder Studiobereich gedacht. Ebenso gut läßt es sich hervorragend in der Videonachvertonung und zum Auffrischen alter Aufnahmen zuhause einsetzen. Darüber hinaus gibt der Artikel einen Einblick in die Problematik der Rauschunterdrückung und in das Verhalten von Rauschquellen.



Audio

Alle elektronischen Bauteile besitzen ein gewisses Eigenrauschen. Es tritt durch zufällige Eigenbewegungen von Elektronen im Leiter auf, die unkontrollierbar und ständig vorhanden sind. Die Elektronenbewegung erzeugt Ströme und Spannungen in allen möglichen Frequenzen, wobei dieses Frequenzgemisch statistisch homogen ist. Werden diese schwachen Ströme und Spannungen hoch verstärkt, so kann man sie im Lautsprecher deutlich als Rauschen hören, wobei hier nur Frequenzen innerhalb des Audiospektrums von 20 Hz bis 20 kHz für die Tonbearbeitung relevant sind.

Dieses zufällige und über das gesamte Frequenzspektrum verteilte Rauschen wird auch als weißes Rauschen bezeichnet. Es gilt folgendes Prinzip: Je aufwendiger die Schaltung, je höher die Widerstandswerte, desto mehr Eigenrauschen entsteht. Dabei läßt sich jedoch häufig eine aufwendige Schaltung nicht umgehen, um zum Beispiel eine hohe Stabilität der Parameter zu erzielen. Das Ei-

genrauschen der Geräte ist besonders in Verbindung mit Musik lästig, da es den Dynamikumfang eines Musikstückes zu leisen Passagen hin einschränkt.

Ähnlich wie bei Verstärkern und den Frequenzgang beeinflussenden Geräten verhält es sich mit dem Speichermedium Tonband. Hier ziehen ungerichtete Magnetpartikel am Lese spalt des Tonkopfes vorbei, die dabei zufällig Spannungen und Ströme auslösen, was akustisch als sogenanntes Bandrauschen wahrgenommen wird. Selbst bei bestmöglicher Magnetisierung des Bandes sind nur Rauschabstände von etwa 60dB möglich. Dies ist bei den mittlerweile gestiegenen Höransprüchen der Konsumenten als unzureichend anzusehen.

Bandrauschminderungssysteme kümmern sich nur um das Bandrauschen und nicht um den Rauschanteil einer aufgenommenen Signalquelle. Minderwertige Mikrofonverstärker, Mikrofone, Übertragungsleitungen oder einfach die Anzahl der

einzelnen Kanalzüge eines Mischpultes können erhebliche Störgeräusche hervorrufen, die beseitigt werden sollten.

Dynamische Rauschverminderungen

Dieses Manko läßt sich durch den gezielten Einsatz von Filtern beheben. Dazu muß man ein Filter entwickeln, das nicht benötigte Höhenanteile besonders in Pausen eliminiert beziehungsweise Störgeräusche wirkungsvoll unterdrückt. Erreichen läßt sich das, weil in den seltensten Fällen das Musikmaterial bis an die oberste Grenze des Audiospektrums (20 kHz) reicht. Ein Tiefpaß mit einer feststehenden Eckfrequenz ist allerdings ungeeignet, da entweder nur eine geringfügige Rauschminderung möglich ist oder das zu entrauschende Signal seinen Höhenanteil verliert. Bild 1 verdeutlicht am Frequenzverhalten einer Violine, wie ein Tiefpaß die Oberwellen des Klangspektrums abschneidet. Aber gerade dieser Ober-

wellenanteil ist es, der dem Instrument Charakter und Lebendigkeit verleiht. Eventuelle Brummeinstreuungen lassen sich außerdem während der Pausen durch einen Expander in geeigneter Weise vermindern beziehungsweise unterdrücken.

Dieser Umstand führte zur Entwicklung der dynamischen Filter, die die Eigenschaft besitzen, sich dem jeweiligen Musikmaterial anzupassen, das heißt, sie verändern ihre Eckfrequenz je nach Anforderung selbstständig. Dadurch verliert man nicht die wichtige Brillanz beziehungsweise musikalisch wichtige Oberwellen, erreicht aber bei einem Signal mit nur wenig Höhenanteil, beispielsweise einer Blockflöte (Bild 2), eine drastische Rauschminderung. Ein dynamisches Filter allein führt jedoch noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen. Ein Nachteil besteht darin, daß so ein System pegelabhängig ist.

Rauschminderung durch kombinierte Filter-/ Expander-schaltung mit Brillanz-Effekt

Eine solche Schaltungsanordnung gleicht oben genannten Nachteil bis zu einem gewissen Grad durch die Addition von zusätzlichen Höhen vor der Rauschminderung aus. Besonders alte Aufnahmen, egal ob

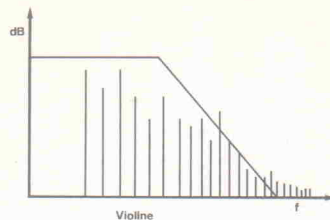


Bild 1. Das Spektrum einer Violine reicht bis zur oberen Grenze des Audiospektrums.

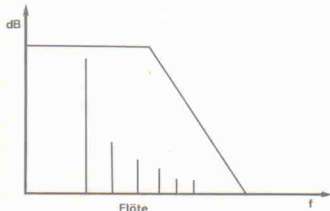


Bild 2. Der Klang einer Flöte wird durch den Tiefpass nicht beeinflusst.

von Kassette, Tonband oder Platte, leiden normalerweise nicht nur an zu heftigem Rauschen, sondern auch an einer Mattigkeit nach oben hin. Diesen Konserven läßt sich wieder erneuter Glanz verleihen; und auch der psychoakustische Höhenverlust der Rauschminderung läßt sich durch eine Brillanzschaltung ausgleichen.

Professionelle Rauschminderungssysteme verfügen außerdem noch über einen sogenannten Expander, der im Falle der Abwesenheit eines Signales den Signalweg schließt beziehungsweise bei schwächer werdendem Eingangssignal progressiv abschwächt. Dies kann sowohl für bestimmte Frequenzbereiche geschehen, als auch für das Gesamtsignal. Die Expander besitzen meist einen einstellbaren Threshold, ab dem ihre Regelung einsetzt.

In Bild 3 ist das Regelverhalten des Expanders der hier besprochenen Rauschminderung dargestellt. Es werden nur Signale mit einem unter dem Schwellenwert liegenden Pegel angegriffen, wobei die Regelcharakteristik mit weiter fallendem Pegel immer aggressiver wird. Das heißt, daß alle unterhalb des Schwellenwertes liegenden Signale zunehmend abgeschwächt werden; bei Ausbleiben des Signales wird der Weg wie bei einem Noise-Gate geschlossen.

Durch die Kombination des dynamischen Filters mit einem Expander vergrößert sich der

Rauschminderungsgrad, ohne daß die Flankensteilheit des Filters erhöht werden müßte, was sich in vielen Fällen nachteilig auf das Musiksiegel auswirkt oder einen sehr hohen Schaltungsaufwand für die Filtersteuerung bedeutet. Auf diese Weise ist in Extremfällen (Signalpausen) eine Rauschminderung von über 50 dB möglich. Voraussetzung hierfür ist aber unbearbeitetes Originalmaterial und möglichst kein Hallanteil, da sonst eine leichte Beeinträchtigung des Originals möglich ist. Mehr läßt sich auch bei allergrößtem Schaltungsaufwand kaum erreichen, es sei denn, man ist in der Lage, sehr viele Parameter im laufenden Stück zu ändern. Wunder darf man eben nicht erwarten. Von der ersten Aufnahmeminute an sollte man darauf achten, möglichst rauscharm zu arbeiten.

Das Schaltungskonzept

Das Blockdiagramm in Bild 4 gibt einen Überblick über das Prinzip der realisierten Schaltung. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur ein Kanal komplett dargestellt. Die Eingangsstufe ist symmetrisch ausgelegt, läßt sich aber auch über asymmetrische Leitungen ansteuern.

Bevor das Signal in die Rauschminderung gelangt, wird in einem Seitenpfad durch einen Hochpaß 1. Ordnung das Material gefiltert und wieder auf das Original aufaddiert. Dadurch vermindert man nicht den Effekt der Rauschminderung, erreicht aber eine Auffrischung eventuell matten Materials. Eine Durchstimmbarkeit der Eckfrequenz des Filters ermöglicht außerdem eine Anpassung an den individuellen Geschmack. Es findet hier eine Addition von Höhen mit leichter Phasenverschiebung statt, und zwar in Form eines Shelving-Filters. Der resultierende Effekt erinnert an einen Exciter. Voraussetzung ist natürlich ein sparsamer Einsatz. Es soll ja nicht gleich der 'Teufel mit dem Beelzebub' ausgetrieben werden.

Der Summierer addiert die zusätzlichen Höhen zum Originalsignal hinzu und erlaubt eine Anpassung des Pegels für die VCF/VCA-Stufe in einem Bereich von -6 dB bis +17 dB. Hinter dem Addierer wird das Audiosignal in drei Wege auf-

gesplittet: Den Audioweg mit der Denoiser-Stufe, den Detektorweg und eine Bypass-Leitung, über die die Rauschbegrenzung umgangen werden kann. An diesem Punkt wird auch die Spannung für die Pegelanzeige abgenommen.

Ein VCF und ein VCA arbeiten Hand in Hand

Der Audioweg besteht aus dem dynamischen Filter, dem Expander sowie dem Ausgangstreiber. Das VCF ist nichts weiter als ein Tiefpaß 1. Ordnung mit einem regelbaren frequenzbestimmenden Widerstand, der mit Hilfe eines VCA mit geregelter Stromausgang realisiert ist. Liegt am Steuerspannungseingang des VCF eine positive Gleichspannung an, so wird die Eckfrequenz mit zunehmenden Steuerspannungswerten zu höheren Frequenzen hin verschoben (Bild 5).

Das Filter besitzt eine Bessel-Charakteristik. Es kann zwar vorkommen, daß es dadurch etwas vom Musikmaterial abschneidet, aber es hat ansonsten sehr weiche Übergänge. Experimente mit Filtern höherer Ordnung und Güte haben gezeigt, daß zwar der Eindruck der Rauschminderung stärker, aber die Steuerung dafür wesentlich schwieriger ist und die Rauschfahnen stärker werden.

Bei der Schaltungsanordnung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den VCA des Expanders hinter das Filter zu schalten. Auf diese Weise werden die zum Beispiel bei einem Paukenschlag unvermeidlich auftretenden Rauschfahnen sofort leiser gemacht, was diesen unangenehmen Effekt retuschieren hilft.

Der Ausgangstreiber ist wie die Eingangsstufe für eine symmetrische Signalführung ausgelegt. Allerdings lassen sich

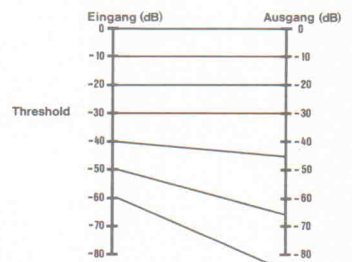


Bild 3. Das Regelverhalten des Expanders bei einer Einsatzschwelle unterhalb von 30 dB.

Der Autor



Roland Scheike wurde vor 20 Jahren in der Kulturmopolis von Oberfranken geboren. Im Alter von 13 Jahren weckte sein erster Computer den Wissensdurst im Bereich Elek-

tronik. Der Umstieg von Bits und Bytes auf Audio-Analogtechnik erfolgte aus Geldmangel für teure Hifi-Komponenten. Musiker aus dem Freundeskreis motivierten ihn schließlich dazu, die hier vorgestellte Rauschminderung zu entwickeln. Derzeit ist er Lehrling der Elektroinstallation.

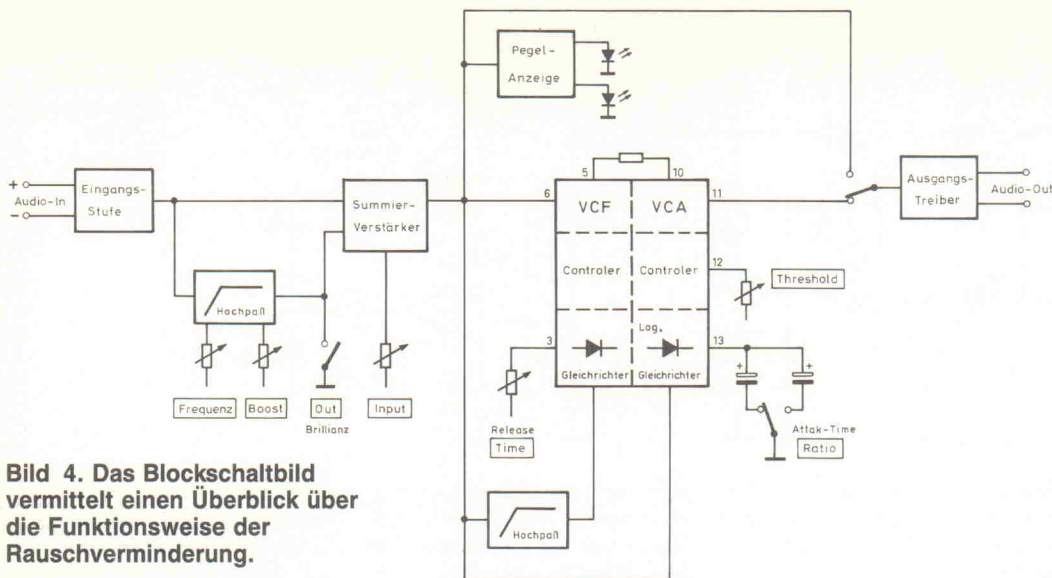


Bild 4. Das Blockschaltbild vermittelt einen Überblick über die Funktionsweise der Rauschverminderung.

auch hier problemlos Folgegeräte mit asymmetrischem Eingang anschließen.

Die Detektorstufe stellt zwei Steuerungsspannungen bereit

Zur Erzeugung der Steuerungsspannung für den VCF muß das Signal zunächst einen Hochpaß durchlaufen, da nur die hochfrequenten Anteile auf ihren Energiegehalt untersucht werden sollen. Ganz besonders interessiert der Anteil oberhalb von 5 kHz. Dazu benötigt man einen Hochpaß 1. Ordnung mit einer Eckfrequenz von 5 kHz. Dieses Signal wird anschließend gleichgerichtet und dem Steuereingang des VCF zugeführt. Während die Anstiegsgeschwindigkeit der VCF-Steuerungsspannung mit circa 200 µs festgelegt ist, läßt sich die Release-Zeit mit Hilfe des Time-Potentiometers im Bereich 0,5 ms...50 ms einstellen.

Der Expander soll genau dann regeln, wenn kein oder nur ein sehr schwaches Signal vorhanden ist. Dazu wird das Audio-

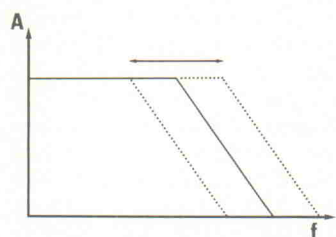


Bild 5. Die Eckfrequenz des dynamischen Filters variiert in Abhängigkeit vom Energiegehalt des hochfrequenten Anteils des Musiksignals.

signal über einen weiteren Zweiweg-Gleichrichter in eine Gleichspannung überführt und anschließend logarithmiert. Über einen Wechselschalter lassen sich zwei Anstiegsgeschwindigkeiten wählen, um eine bessere Anpassung an verschieden Musikmaterial zu gewährleisten.

Die Gleichspannung wird dem Control-Port des VCA zugeleitet. Unterschreitet der Wert der Spannung einen bestimmten, einstellbaren Threshold-Wert, dann beginnt der VCA, wie ein Potentiometer abwärts zu regeln (siehe auch Bild 3). Er tut das außerdem in immer stärkerem Maße, je weiter die Steuerungsspannung unter den Threshold fällt. Wichtig ist hierbei noch die Ratio (= Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsspannung), die darüber entscheidet, mit welcher Steilheit der Abwärts-expander arbeitet (siehe Bild 6).

Dabei ergibt sich folgender Effekt: Ist der Schwellenwert niedrig eingestellt, dann kann bei hoher Ratio der Expander fast wie ein Noise Gate schließen und einen drastischen Effekt hervorrufen. Ist der Threshold höher eingestellt, aber die Ratio niedriger, dann setzt der Expander weicher ein und beeinflusst auch Material, das unterhalb des Threshold liegt, nur unwesentlich.

Beide Schaltungen, VCF und VCA, sind in bezug auf ihre Regelung optimiert. Das heißt, sowohl die Ansprech- beziehungsweise Rücklaufzeiten beim Filter als auch die Attack-, Hold- und Decay-Zeiten beim VCA sind so dimensioniert, daß die beiden Systeme

ihre negativen Eigenschaften gegenseitig unterdrücken. Das Ergebnis ist eine Rauschminderung, die mit fast allem Musikmaterial zurechtkommt und nur sehr wenig negative Einflüsse auf die Musik hat. Eine stark verrauschte Aufnahme ist kein Hörvergnügen. In diesem Falle verbessert der Denoiser das Ergebnis erheblich.

Zwei Kanäle lassen sich zu einer Stereoeinheit verkoppeln

Es kann bei stereophonem Musikmaterial vorkommen, daß der eine Kanal sehr leise Hallanteile hat, während das Instrument auf dem anderen Kanal spielt. Sind beide Expander unabhängig voneinander beschaltet, dann schließt der eine wegen nicht ausreichender Pegel, der andere überträgt das Signal ganz normal. Das klingt dann ähnlich wie ein Phasenfehler und sollte vermieden werden.

Sind die beiden Kanäle miteinander verkoppelt, so bestimmt

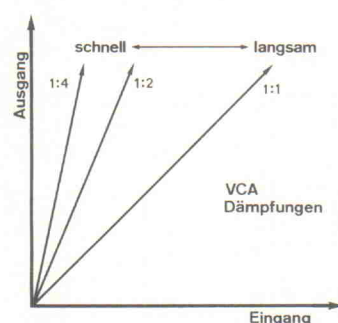


Bild 6. Je höher die Ratio eingestellt ist, desto schneller vermindert der Expander den Ausgangspegel.

nur ein Kanal (Master) das Regelverhalten beider Expander. Der Nachteil dieser Schaltmöglichkeit besteht darin, daß die Regelung zu früh einsetzen kann, wenn zum Beispiel der Hallkanal als Master fungiert. Bei der hier vorgestellten Schaltung wird im 'Link-Modus' die Summe der Steuerungssignale beider Kanäle gebildet und auf die Steuereingänge beider VCAs gegeben. Dadurch kann das Steuersignal niemals nur von einer Seite kommen.

Lokaltermin: Eingangsstufe

Bild 7 zeigt die Schaltung für einen Eingangskanal einschließlich der Brillanzschaltung, Summierer und Pegelanzeige. Der zweite Kanal ist identisch.

Das ankommende symmetrische Audiosignal gelangt über zwei bipolare Elkos, die eine eventuell vorhandene Gleichspannung vom Rest der Schaltung entkoppeln, zu IC1. Dieses ist als Differenzverstärker beschaltet. Die Gleichtaktunterdrückung wird im wesentlichen durch die anliegenden passiven Bauteile bestimmt. Für die tiefen Frequenzen sind die Widerstände R1, R2, R3, R16 und für die hohen Frequenzen die Kondensatoren C5, C8 zuständig. Identische Werte erhöhen die CMRR (Common Mode Rejection Ratio = Gleichtaktunterdrückung) erheblich. Das Ausmessen der hier verwendeten Bauteile lohnt sicherlich.

Dank des Differenzverstärkers ist auch ein unsymmetrischer Anschluß möglich. Durch den Einsatz eines Mono-Klinkensteckers wird der eine Pol der Eingangsbuchse quasi automatisch auf Masse gelegt. Kondensator C10 dient der Frequenzkompensation des verwendeten 5534. Er ist notwendig, da der OP mit einer Verstärkung von eins arbeitet.

Höhen-Shelving und Pegelanpassung

IC2b ist als Summierer (Null-Ohm-Verstärker) beschaltet. Die Verstärkung ist mit P1 im Bereich -6 dB...+17 dB regelbar. Am Eingang werden Original- und Filtersignal der Brillanzschaltung (IC2a) addiert. C9 und P3 (mit R8) bilden einen in der Frequenz regelbaren Hochpaß 1. Ordnung (6 dB Flankensteilheit). Der -3-dB-

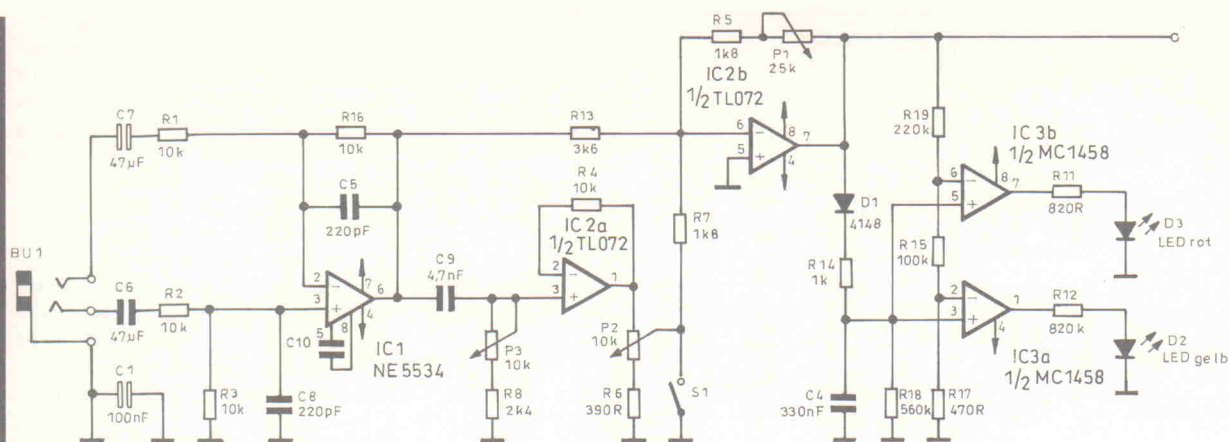


Bild 7. Die Schaltung des zweiten Eingangskanals ist identisch.

Punkt ist im Bereich einer Dekade von 1,5 bis 15 kHz durchstimmbare. Das Maß der Zumischung des herausgefilterten Höhenanteils zum Originalsignal wird von P2 bestimmt. Diese Art der Addition ergibt eine der Shelving- (auch bekannt als Kuhschwanz-) Charakteristik ähnliche Klangregelung. Mit S1 kann die

Höhenanhebung abgeschaltet werden. Die eingestellte Verstärkung an IC2b wird dadurch nicht beeinflusst.

Zwei LEDs bilden Pegelanzeige

Die Pegelanzeige ermöglicht die optimale Ansteuerung des Audio- und Detektorwegs. Ge-

rade die Rauschminderungsstufe reagiert empfindlich auf Unter- wie Übersteuerung. Um den Schaltungsaufwand nicht unnötig in die Höhe zu treiben, kommen nur zwei LEDs zum Einsatz. Die gelbe LED D2 leuchtet bei -18 dBu und dient zur Anzeige für ausreichenden Pegel. Die rote LED D3 meldet sich bei Übersteuerung

(+14 dBu). Getrieben werden beide von einem in seiner Einfachheit bestechenden, aber voll funktionstüchtigen Gleichrichter D1 und einer Mini-Komparatorkette, bestehend aus IC3, R14 und R18 in Verbindung mit C4 bestimmen Ansprechzeit und Leuchtdauer. R18 wurde aus Gründen der besseren Erkennbarkeit sehr groß gewählt. Der optischen Erkenntnis sind hier nur noch biologische Grenzen gesetzt.

Die Denoiserstufe

Das Herz der Schaltung ist IC5, der Baustein ANL-5289. Durch geschickte äußere Beschaltung, auf die noch eingegangen wird, entsteht eine selbst Studioanforderungen gerecht werdende Rauschminderung. Der Chip enthält zwei VCAs, wobei eine davon schon intern für die Beschaltung als VCF vorbereitet ist, plus die beiden zugehörigen Steuerwege mit Gleichrichter und Pegeldetektor.

Bild 8 zeigt den Stromlaufplan der Rauschminderungsstufen für beide Kanäle einschließlich der Ausgangstreiber. Das Eingangssignal gelangt vom Ausgang von IC2b über R24 an Pin6, den Filtereingang von IC5. R24 begrenzt den maximal zulässigen Eingangsstrom für den VCF. Sein Wert wurde auf einen optimalen Kompromiß zwischen Signal/Rauschabstand und verbleibender Aussteuerungsreserve festgelegt. Der Kondensator C15, der zwischen Pin7 und Masse liegt, bestimmt die obere Eckfrequenz des Filters. Alles weitere übernimmt hier der integrierte, als regelba-

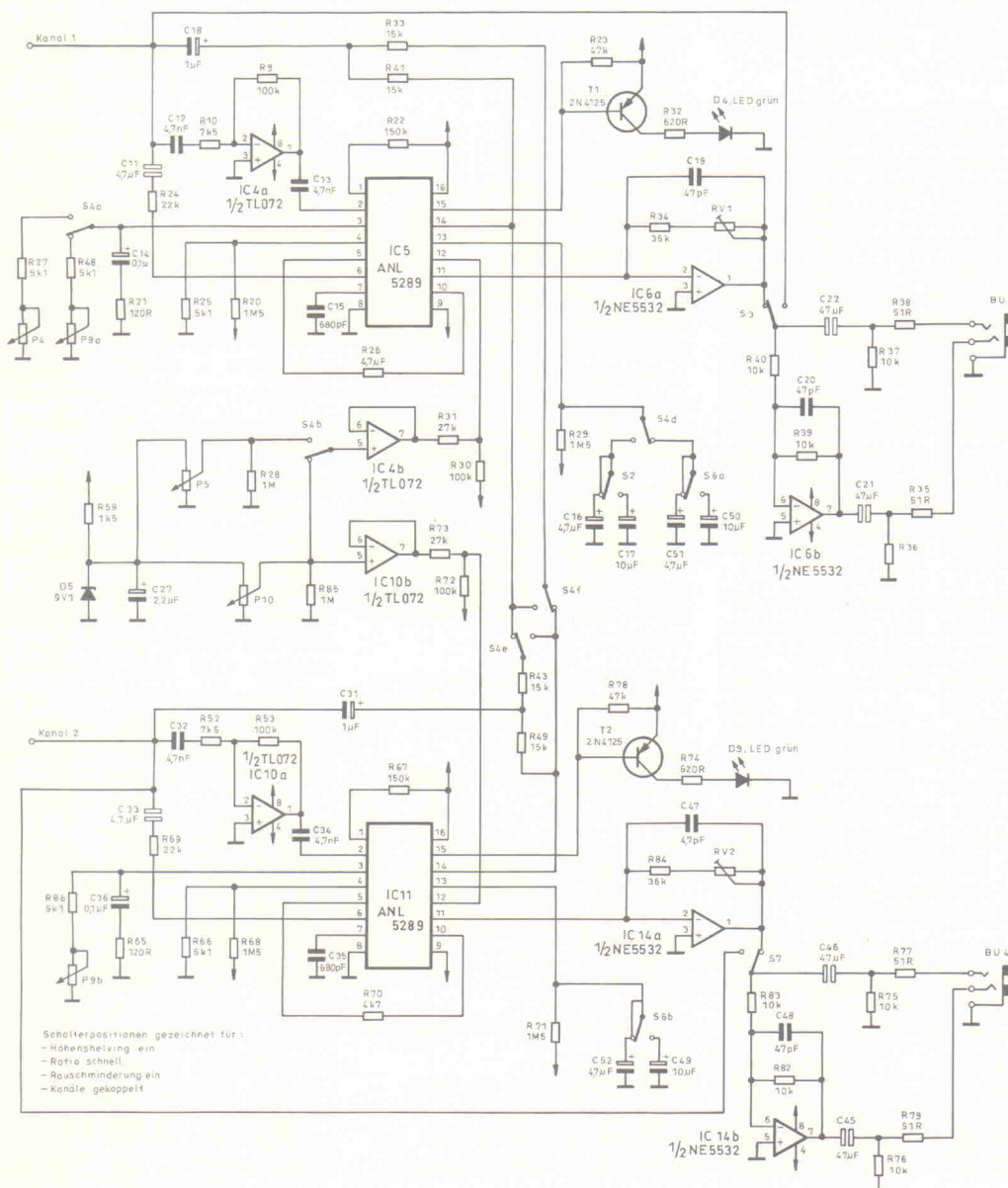


Bild 8. Der Stromlaufplan der Rauschminderungsstufen einschließlich der Ausgangstreiber.

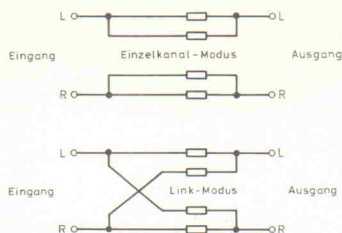


Bild 9. Im Link-Modus wird jeweils ein Steuerstrom der beiden Kanäle dem anderen zugeführt.

rer Widerstand beschaltete VCA.

Das gefilterte Signal erscheint dann wiederum an Pin5, dem VCF-Ausgang, und wird über R26 an Pin10, dem VCA-Eingang, weitergeleitet. Den VCA-Ausgang bildet Pin11. Es handelt sich hierbei um einen Stromport, das heißt, das Signal muß anschließend noch einen Strom-Spannungs-Konverter durchlaufen. Hierzu dient IC 6a in Form einer Hälfte eines NE 5532. Durch den Einsatz dieses hochwertigen OPs wird der gewonnene Signal-/Rauschabstand nicht gleich wieder verschenkt. Trimmer RV1 dient dazu, Pegelverluste zum Eingangssignal, das ja auch das Bypass-Signal ist, auszugleichen. Die Bandbreite des Ausgangssignales wird von C19 begrenzt.

Die Steuerung des VCF

Um das VCF den Anforderungen des jeweiligen Musikmaterials anzupassen, wird das Audiosignal zunächst dem schon eingangs erwähnten Filter 1. Ordnung zugeführt. Das um IC4a herum aufgebaute Netzwerk dient außerdem zur Verstärkung der verbleibenden Höhen. Über C13 gelangt das Signal über Pin 2 in das Innere des ANL-5289. Dort wird das Signal gleichgerichtet. Die Zeitkonstanten, also die Attack- und Decayzeiten, werden durch das RC-Netzwerk an Pin3 bestimmt. Die beiden Widerstände an Pin4 bestimmen die untere und obere Grenzfrequenz und das Ansprechverhalten des Filters und ergeben einen Sweepbereich von 150:1.

Die Steuerung des Expanders

Der Steuereingang des VCA (Pin14) liegt an virtueller Masse. Die Spannungs-Strom-

umwandlung übernehmen im unkoppelten Zustand die beiden Kanäle R41 parallel zu R33. C18 hält mögliche Störspannungen unterhalb 20 Hz ab. Der Eingangsstrom wird darauf gleichgerichtet und logarithmiert. Das Ansprechverhalten des Expanders wird durch einen Kondensator an Pin13 bestimmt. Durch die jeweils angewählte Kapazität lassen sich zwei Raten für die Attacktime realisieren, was eine bessere Anpassung an unterschiedliches Musikmaterial zuläßt.

Der Schwellenwert (Threshold), unterhalb dem der Expander zu arbeiten beginnt, wird durch das Netzwerk an Pin12 festgelegt. P5 stellt eine über die Zenerdiode D5 von der positiven Spannungsversorgung abgeleitete Vergleichsspannung ein, die von IC4b gepuffert wird. R30 und R31 wandeln die Spannung in einen negativen Referenzstrom um. Der Beginn der Abwärtsregelung wird von der grünen LED D4, die vom Treiber an Pin15 angesteuert wird, angezeigt. Für T1 sollte nach Möglichkeit kein Ersatztyp verwendet werden, da der Arbeitspunkt der LED sonst verschoben werden kann.

Der Ausgangstreiber

Hinter dem Bypass-Schalter S3, mit dem zwischen entrastem und unbearbeitetem Signal ausgewählt werden kann, gelangt das Signal über ein RC-Netzwerk und den die Ausgangsimpedanz bestimmenden Widerstand R38 zur Ausgangsbuchse BU2. Den invertierten Teil für ein vollständig symmetrisches Signal stellt IC6b zur Verfügung; An seinem Ausgang folgt wieder das oben genannte RC-Netzwerk mit dem Ausgangswiderstand. Durch

Technische Daten

Frequenzgang	20 Hz...20 kHz (-0,5 dB)
Klirrfaktor	< 0,003 % ohne NR (+6 dBu/1 kHz) < 0,015 % mit NR (+6 dBu/1 kHz)
Geräuschspannungsabstand	< -107 dBA mit NR (bez. auf +6 dBu) < -103 dBA ohne NR (bez. auf +6 dBu)
Rauschminderung	max. 50 dB
Eingangsverstärkung	0...24 dB
Eingangspegel	max. +22 dBu
Ausgangspegel	max. +27 dBu ohne NR max. +22 dBu mit NR
Eingangsimpedanz	20 kOhm (symmetrisch) 10 kOhm (unsymmetrisch)
Ausgangsimpedanz	100 Ohm (symmetrisch) 50 Ohm (unsymmetrisch)

den Einsatz eines Mono-Klinkensteckers kann auch hier wie am Eingang das Signal unsymmetrisch abgenommen werden. Es entsteht jedoch ein Pegelverlust von 6 dB.

Der Stereobetrieb

Im Link-Mode werden sämtliche Einstellmöglichkeiten der Rauschminderung beider Kanäle, ohne Bypass, vom rechten Kanal übernommen. Auf der Steuerungsebene werden die beiden Steuerspannungen der VCAs aufsummiert und dann an beide Kanäle weitergeleitet. Ein Wermutstropfen dieser geschickten Addition soll nicht unerwähnt bleiben: Bei starker Abweichung von einem homogenen Stereobild kann sich die Einstellung des Schwellenwertes um bis zu 6 dB verschieben.

Die Steuerwege der VCFs wurden nicht miteinander verbunden, sondern nur die zeitbestimmenden Komponenten.

Hierdurch wird ein individuelles Reagieren des Filters auf vielfältiges Material möglich. Durch die sanfte 6-dB/Oktave-Charakteristik sind Verschiebungen im Panorama nicht wahrnehmbar. Die Verkopplung wurde auf drei verschiedene Arten realisiert:

- Filterrücklaufzeit und VCA-Ratio werden auf der rechten Seite mit einem Doppelpotentiometer beziehungsweise -schalter geregelt.
- Der Link-Schalter S 4 wählt zwischen P4, S2 und der zweiten Ebene von P9, S6a aus.
- Die zur Schwellenwerteinstellung benötigte Referenzspannung wird im Link-Modus von P10 aus beiden Kanälen zugeführt.
- Für die Addition der Musiksignale beider Kanäle zur Steuerung der VCAs wird die schon oben erwähnte virtuelle Masse des Steuereingangs ausgenutzt. Zunächst werden

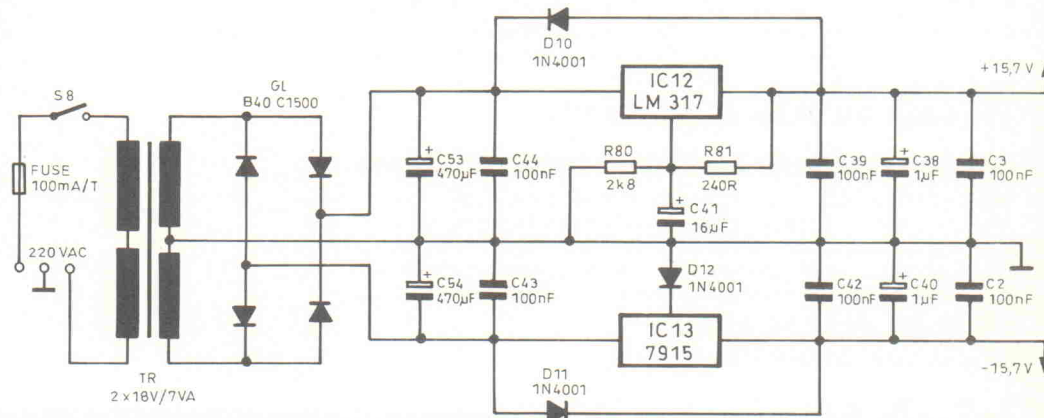
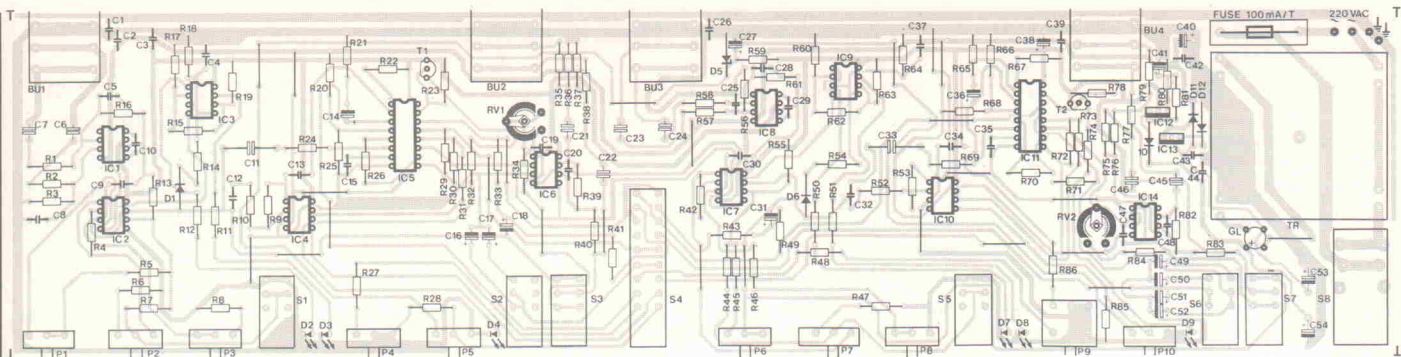


Bild 10. Die Netzteilsschaltung.



Stückliste

Widerstände (Metallfilm 0,4 W)

R1...4,16,36,37,
39,40,42,56...58,
61,75,76,82,83
R5,7,44,45
R6,47
R8,46
R9,15,30,53,62,72
R10,52
R11,12,50,51
R13,55
R14,54
R17,60
R18,64
R19,63
R20,29,68,71
R21,65
R22,67
R23,78
R24,69
R25,27,48,66,86
R26,70
R28,85

10k
1k8
390R
2k4
100k
7k5
820R
3k6
1k0
470R
560k
220k
1M5
120R
150k
47k
22k
5k1
4k7
1M0

R31,73 27k
R32,74 620R
R33,41,43,49 15k
R34,84 36k
R35,38,77,79 51R
R59 1k5
R80 2k8
R81 240R

Kondensatoren
C1...3,26,39,42...44 100n
C4,37 330n MKT
C5,8,25,28 220p Keramik
C6,7,21,22,23, 4,7n MKT
C9,12,13,30, 47u/16V Bipolar
C10,29 22p Keramik
C11,33 4,7u/16V Bipolar
C14,36 0,1u/35V Tantal
C15,35 680p Keramik
C16,51,52 4,7u/35V Tantal
C17,41,49,50 10u/35V Tantal
C18,31,38 1u/35V Tantal
C19,20,47,48 47p Keramik

C27 2,2u/35V Tantal
C40 15u/35V Tantal
C53,54 470u/35V Elko
Trimmer
RV1,2 2k5 liegend

Potentiometer
P1,6 25k log. mono
P2,3,7,8 10k log. mono
P4 500k log. mono
P5,10 10k lin. mono
P9 500k lin. stereo

Halbleiter
IC1,8 NE 5534 AP
IC2,4,7,10 TL 072 AP
IC3,9 MC 1458
IC5,11 ANL 5289
IC6,14 NE 5532 AP
IC12 LM 317
IC13 7915
T1,2 2N 4125
D1,6 1N 4148
D2,7 LED gelb
D3,8 LED rot
D4,9 LED grün

D5 BZY 9V1/500mW
D10...12 1N 4001
GL1 B 40 C 1500

Verschiedenes
S1...3,5...7 Schalter 2 x UM
S4 Schalter 6 x UM
S8 Netzschalter 2 x UM
BU1...4 Klinkenbuchse
6,3 mm, stereo
FUSE Sicherung 100mA/T
mit Halter
TR Printausführung
Trafo 7 VA,
2 x 18 V Talema
70034 K Printausführung
10 IC-Fassungen, DIL 8
4 Lötstifte, 1,3 mm
10 Drehknöpfe
8 Druckknöpfe

NEUERSCHEINUNG

Bücher

Entwurf und Herstellung gedruckter Schaltungen Ein Wegweiser für den professionellen und privaten Gebrauch

M. Schramm

Jeder, der mit praktischer Elektronik zu tun hat, steht früher oder später vor dem Problem: Woher bekomme ich die Platine für die anvisierte Schaltung?
In diesem Buch erfahren Sie in allen Einzelheiten:

- Wie Sie bei der Layouterstellung vorgehen und welche Materialien Sie verwenden sollten,
- wie Sie Ihre Reprovorlagen ohne hohe finanzielle Investitionen erstellen können,
- wie Sie Zeitschriftenlayouts ohne Qualitätsverlust umsetzen,
- wie Sie die verschiedenen Platinenmaterialien richtig belichten und ätzen,
- wie Sie doppelseitige Platinen herstellen und durchkontaktieren können.

Weiterhin finden Sie in dem vorliegenden Buch leicht umzusetzende Bauanleitungen für Leuchttisch, Belichtungsgerät und Schaumätzanlage, die Ihnen professionelles Arbeiten bei vertretbarem finanziellen Einsatz ermöglichen. Mit diesem Buch sind Sie auch den schwierigsten Fällen der Leiterplattenherstellung gewachsen.

ISBN 3-921608-74-0

199 Seiten, DM 34,80, sFr 32,-, öS 275,-

Passend zum Buch: Die Elektor-Layout-Schablone

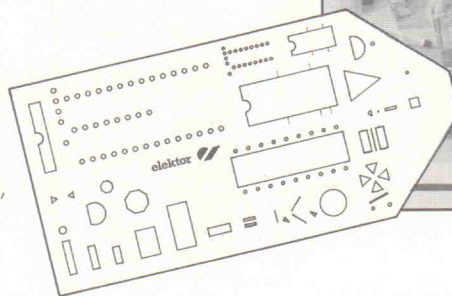
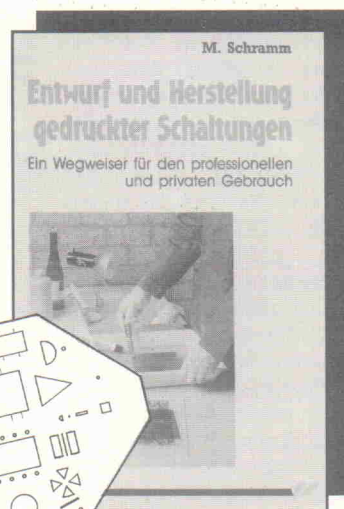
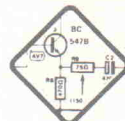
Mit dieser Schablone können Sie Ihre Platinenlayouts und Bestückungspläne selber zeichnen. Das teure und zeitintensive Arbeiten mit Klebe- oder Abreibbezeichnungen wird damit überflüssig. Die Schablone eignet sich besonders für den Zeichenmaßstab 2:1, enthält aber auch die wichtigsten Zeichen im Maßstab 1:1.

DM 29,80, sFr 27,50, öS 235,-

Bestellen Sie direkt beim Verlag!

elektor

Verlag GmbH • Süsterfeldstraße 25 • 5100 Aachen • Tel. 0241/81077



39

Die verschiedenen Arten des Rauschens

Störgeräusche setzen sich im allgemeinen aus mehreren Komponenten zusammen. Es handelt sich dabei nicht nur um das thermische Rauschen, sondern natürlich auch um eine große Anzahl anderer Störgeräusche, die ihren Ursprung in den Halbleitern, Verunreinigungen und vielem mehr haben. Auf die wichtigsten Komponenten und deren Ursprung soll dieser Abschnitt aufmerksam machen.

Thermisches Rauschen

Das thermische Rauschen entsteht durch zufällige Bewegungen von Molekülen und Atomen in praktisch allen bekannten, elektrisch leitenden Materialien. Diese kleinen Spannungen und Ströme enthalten praktisch alle Frequenzen zu gleichen Teilen. In Anlehnung an weißes Licht wird deshalb auch von weißem Rauschen gesprochen.

Dabei gilt folgende Regel: Je größer der Widerstand und je höher die Betriebstemperatur, desto mehr Rauschen wird erzeugt. Deshalb ist bei der Entwicklung von Schaltungen immer darauf zu achten, daß die Widerstandswerte möglichst klein gewählt werden. Nachstehende Tabelle zeigt die Geräuschspannungen von Widerständen verschiedener Werte. Die Formel, mit Hilfe derer man das thermische Rauschen von

Bauteilen errechnen kann, lautet:

$$U_{\text{Noise}} = (4kTBR)^{1/2}$$

Dabei stellt k die Boltzmann-konstante ($k = 1.38054 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$), T die absolute Temperatur in Kelvin, R den jeweiligen Widerstand in Ohm und B die Bandbreite des interessierenden Spektrums dar ($B = f_o - f_u$, also die obere Grenze des Frequenzbereichs minus der unteren).

Wie man sieht, sind bei größeren Widerstandswerten die erzeugten Störgeräusche schon teilweise höher als bei manchen hochklassigen Geräten.

1/f-Rauschen (niederfrequente Störgeräusche)

Diese Art Störgeräusche wird vor allen Dingen dadurch hervorgerufen, daß an den Eingang eines Verstärkers, gleichgültig ob Transistor oder OP, ein zu hoher Anteil an Störströmen auftritt. Diese Ströme äußern sich normalerweise als niederfrequentes Prasseln und werden als ausgesprochen störend empfunden, da ihr Auftreten rein zufällig ist. Defekte Kondensatoren in Verstärkern zeigen ähnliche Effekte.

Schottky-Rauschen

Hierbei handelt es sich um einen weißen Geräuschstrom, der dadurch entsteht, daß geladene Partikel (Elektronen) durch Potentialsperrn gehen, wie sie in PN-Übergängen von Transistoren und Dioden vorkommen. Befinden sich Photodioden, Z-Dioden oder andere Halbleiter am Eingang eines Verstärkers, so wird dieser Störstrom aufgegriffen und mitverstärkt.

Schottky-Störströme durchfließen ebenfalls die dynamischen Emitter-Widerstände von Verstärkereingängen (Transistoren, Leistungstransistoren, Operationsverstärker u.ä.) und erzeugen dort zusätzliche Eingangsausspannungen.

Popcorn-Rauschen (Burst Noise)

Popcorn-Rauschen ist eine spontane Änderung des Eingangsvorstromes in Halbleitern. Es äußert sich durch Geräusche, die eine gewisse Ähnlichkeit mit platzendem Mais bei der Popcorn-Herstellung haben – daher die Bezeichnung. Es handelt sich dabei um Störgeräusche unterhalb 100 Hz, die von verunreinigten Halbleiteroberflächen verursacht werden. Billige Komponenten wie Low-Cost-Transistoren, OPs, die Eingang in eine Schaltung finden, sind die Hauptverursacher des Popcorn-Rauschens. Es läßt sich leicht durch Bauteile höherer Qualität eliminieren.

Andere Störgeräuschquellen

Es gibt noch eine sehr große Zahl an Geräuschquellen, die einen negativen Einfluß auf die Signalverarbeitung in

Audiogeräten nehmen. Nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über Art, Ursache und Effekt dieser Störquellen.

Es gibt darüber hinaus natürlich noch weitere Ursachen für Störgeräusche, die manchmal nur sehr schwer aufzufinden sind. Zu ihnen gehören Spikes; das sind Spannungsspitzen mit nur schwer definierbarer Frequenz, welche in einem bestimmten Rhythmus auftreten. Ursache kann ein ungenügend dimensioniertes Netzteil sein, das die erforderliche Versorgungsspannung in nur unzureichendem Maße liefern kann.

Bandrauschen und deren Verminderungssysteme

Das Eigenrauschen eines Bandes läßt sich mit normalen Mitteln nicht mehr verbessern. Deshalb wurden Systeme entwickelt, die die physikalischen Eigenschaften eines Magnetträgers überlisten. Dabei handelt es sich um sogenannte Compander-Systeme, wie zum Beispiel

Widerstands-wert	Geräuschspannung (T=3000 K)
10 Ω	-142 dBu
51 Ω	-135 dBu
150 Ω	-130 dBu
200 Ω	-129 dBu
600 Ω	-124 dBu
1 k Ω	-122 dBu
4,7 k Ω	-115 dBu
10 k Ω	-112 dBu
47 k Ω	-105 dBu
100 k Ω	-102 dBu
470 k Ω	-95 dBu
1 M Ω	-92 dBu

Geräuschquelle	Effekt	Ursache
50 Hz	Brummen	Netzteil zu nahe an den Audioleitungen; schlechte CMRR bei 50 Hz. Netztrafo von primär zu sekundär kapazitiv gekoppelt
100 Hz Restwelligkeit	Regelmäßiges Knattern	Gleichrichter geringer Güte; Schlechte PSRR bei 100 Hz; Schlechte Kompensation
150 Hz Restwelligkeit	Regelmäßiges Knattern	Gesättigte Netztrafos durch ungenügende Dimensionierung
Relais- und geräusche	Hochfrequentes Knacken	Ungenügende Schalt-Kompensation. Vorangehende Funktionsgruppen mit zu hohem DC-Offset
Verseuchte Platinen	Unregelmäßige tieffrequente Geräusche	Verschmutzte Leiterbahnen und Stecker
Schaltnetzteil	Regelmäßige hochfrequente Geräusche	Schlechtes Layout der Masseführung; Schaltnetzteil wirkt als Sender
Mechanische Vibrationen	Zufällige Störgeräusche < 100 Hz	Lose Steckverbindungen, Wackelkontakte

Dolby, DBX, TelCom, die nach folgendem Prinzip arbeiten: Bei der Aufnahme werden leise Musikpassagen, die unterhalb des Eigenrauschens des Bandes liegen, angehoben (lauter gemacht), laute Passagen, die das Band in die Sättigung treiben, leiser gemacht. Aufgrund einer solchen Maßnahme überschreitet das Musikmaterial den Dynamikbereich des Bandes nicht.

Bei der Wiedergabe wird dieser Prozeß umgekehrt und der ursprüngliche Dynamikumfang wieder hergestellt. Um eine einwandfreie Konvertierung zu erzielen, ist es notwendig, zusammen mit dem Musikmaterial eine sogenannte Kodierung mit aufzunehmen, da sonst das Componder-System nicht mehr in der Lage ist, seine Umkehrfunktion zu erfüllen.

Man sieht hier schon die Grenzen dieser Systeme. Sie beschränken sich auf die Verminderung des Bandrauschens von Tonbandmaschinen und können den Einfluß der Rauschquellen einer Übertragungskette wie Mikrofone, Mischpult, Effektgeräte, aber auch die Störgeräusche von LPs, CDs oder Tonbändern und Cassetten nicht eliminieren. Außerdem reagieren alle diese Systeme äußerst empfindlich auf Übersteuerungen. Die Ursache des Pumpens einer bekannten Bandrauschminderung liegt so gut wie immer in einem zu hohen Aufnahmepegel. Vorsichtiges Aussteuern ist für optimale Ergebnisse unbedingt notwendig.

Einen Umstand sollte man außerdem nie außer acht lassen: Bei Tonträgern, gleich ob analog oder digital, steigt das Rauschen mit der Anzahl der Spuren. Bei acht verwendeten Spuren verschlechtert sich der Rauschabstand bereits um ca. 16 dB. Und das trotz verwendeter Bandrauschminderungen oder digitaler Aufzeichnungsverfahren! Hier spielt einfach die große Anzahl von – wenn auch geringfügigen – Rauschquellen eine große Rolle (Summenrauschen).

Bewertungskurven für Störgeräuschemessungen

Im folgenden sollen die verschiedenen Bewertungen zur Bestimmung von Stör- und Rauschgrößen kurz vorgestellt werden.

Filter CCIR 468-2

In seiner Bewertungskurve ist dieses Bewertungsfilter und Meßverfahren dem menschlichen Gehör und dessen Eigenschaften gut angepaßt. Die empfindlichsten Bereiche des menschlichen Ohres zwischen 1 kHz und 5 kHz werden stark bewertet, was dem Geräuscheindruck am nächsten kommt. Leider lassen sich mit CCIR keine Aussagen über die Qualität eines Netztes machen.

A-Bewertungskurve

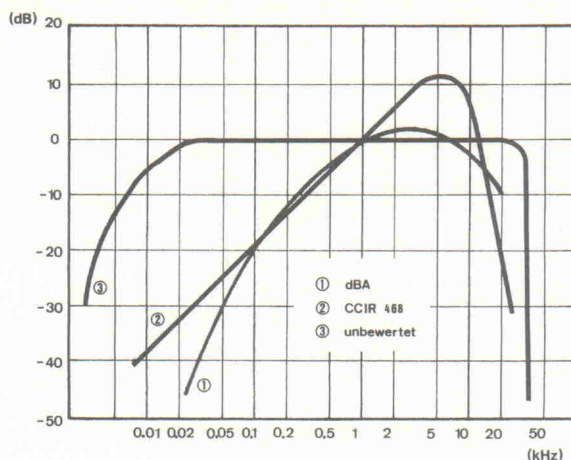
Diese Bewertungskurve stammt noch aus der Zeit der Röhrengeräte. Frequenzen unterhalb von 400 Hz werden abgeschwächt, der empfindlichste Hörbereich um ca. 2 dB überhöht und hohe Frequenzen jenseits 15 kHz ebenfalls reduziert gemessen. Der Grund ist in den Heizkreisen der Röhren zu suchen, die immer ein leichtes Brummen verursachen.

Unbewertete Effektivwertmessung (RMS)

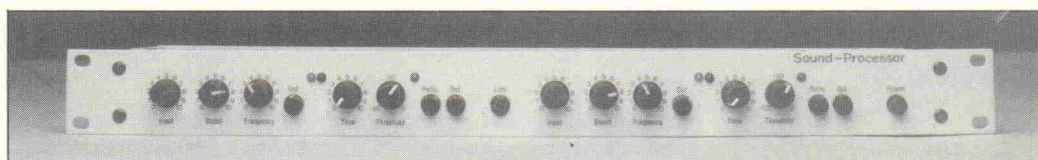
Die sogenannte unbewertete Messung schenkt dem

menschlichen Gehör keine Beachtung und mißt alle Frequenzanteile zwischen 20 Hz und 22 kHz in gleichem Maße. Das heißt, kein Frequenzbereich wird unterdrückt, keiner besonders hervorgehoben. Man beachte: Diese Messung erfaßt als einzige auch das Netzbrummen eines Gerätes. Zu starke Abweichungen zwischen A-bewerteten und unbewerteten Messungen lassen auf ein minderwertiges Netzteil schließen (unbewertet ergibt immer einen etwas schlechteren Signal/Rauschabstand).

Es gibt natürlich noch eine große Anzahl anderer Bewertungen. Für die Audioindustrie allerdings haben sich die oben genannten als ausreichend erwiesen, wobei leider die Tendenz besteht, der A-bewerteten Messung wegen der für Prospektanten optisch besseren Meßergebnisse den Vorzug zu geben. Tatsache ist jedoch, daß nur Messungen nach CCIR dem menschlichen Gehör am nächsten kommen und Beachtung finden sollten. Unbewertete Ergebnisse können nur Auskunft über die niederfrequente Qualität einer Schaltung machen.



Die Bewertungskurven für Geräuschemessungen.



Bevor das Gerät zum Einsatz kommt, sollte man sich ausgiebig mit der Wirkung der einzelnen Bedienelemente vertraut zu machen.

Funktionen 'Input Gain' und 'Brillanz' einzusetzen sein: Die Eingangsverstärkung wird so eingestellt, daß sich der im Gerät zu verarbeitende Pegel in der Nähe der 0-dBu-Marke befindet. Für den Einsatz der Höhenanhebung gilt: Erlaubt ist, was gefällt. Mit dem Bypass-Schalter läßt sich jederzeit ein A/B-Vergleich mit dem Originalsignal realisieren.

Für die Erklärung der Bedienelemente der Rauschminderung sollte zunächst die Grundeinstellung vorgenommen werden:

Filterrücklaufzeit ganz nach rechts (lange Rücklaufzeit),

Schwellenwert ganz nach links (-50 dBu) und Attack-Ratio des Expanders auf langsam (Schalter gedrückt). Das Gerät sollte zwischen verrauschter Signalquelle und Abhörverstärker geschaltet sein. Wenn die Rauschminderung zugeschaltet ist, stellt man zunächst den Arbeitspunkt des Expanders ein. Dazu wird der Regler des Schwellenwertes auf eine Position gebracht, bei der die grüne LED während eines Musikstückes nur gelegentlich (nach Möglichkeit nur in Pausen) aufleuchtet. Diese Einstellung ist immer abhängig vom verwendeten Musikmaterial.

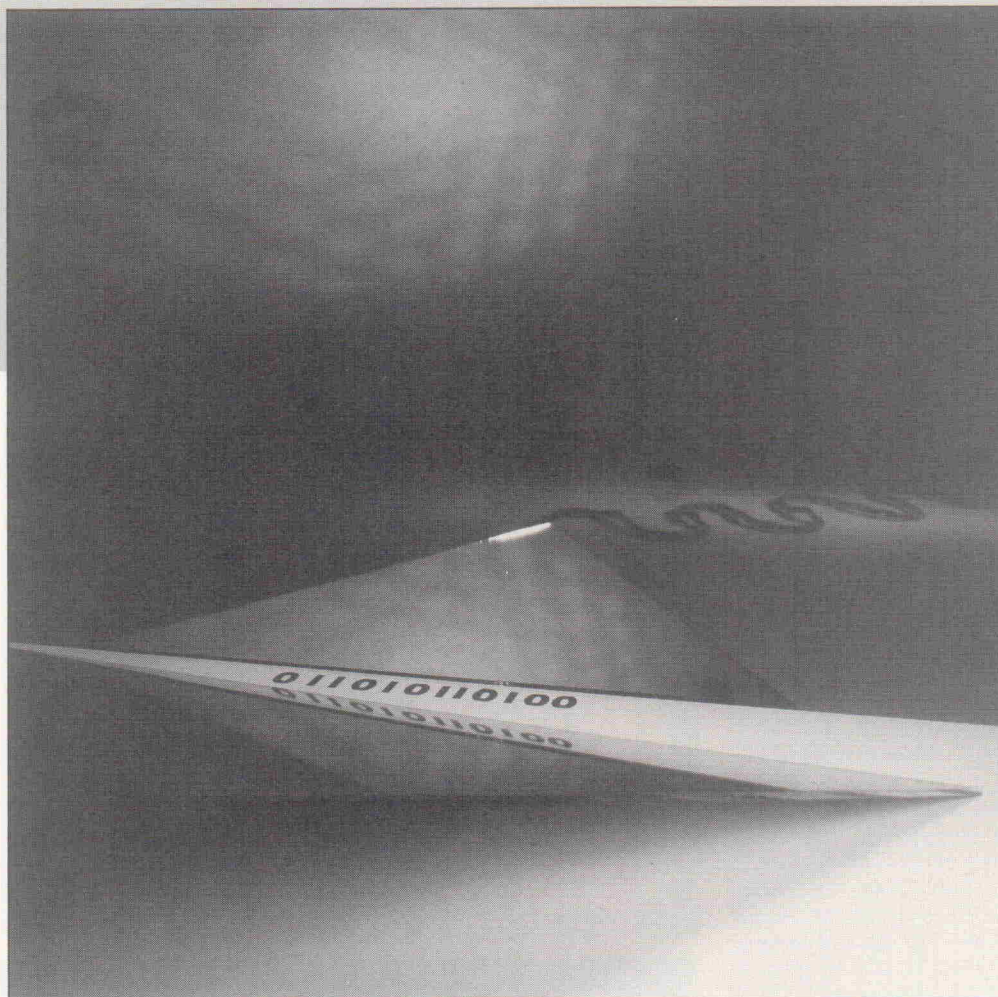
Die Einstellung der Attack-Ratio des VCA ist weniger kritisch. Perkussives Material (z.B. Schlagzeug) benötigt häufig eine schnelle Reaktion des Expanders; für weiches Material hingegen (z.B. Streicher mit viel Hallanteil) ist ein langsames Einsetzen sinnvoll. Die Filterrücklaufzeit sollte immer dann verkürzt werden, wenn Rauschfahnen hörbar werden. Ein möglicher Höhenverlust hierbei kann durch die Brillanz ausgeglichen werden. Eine zu schnelle Einstellung der Rücklaufzeit bei zum Beispiel perkussivem Material kann hörbare Verzerrungen verursachen.

Klangsynthese-DSP SAM 8905

Erster digitaler Signalprozessor speziell für Anwendungen in der Musikelektronik

**Prof. Dipl.-Ing.
H. W. Neuschwander**

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einem neuen integrierten Baustein, der mit minimalem Hardware-Einsatz den Aufbau hochwertiger elektronischer Musikinstrumente erlaubt. Dabei wird in zwei Artikeln neben einer ausführlichen Funktionsbeschreibung des Bausteines auch auf Anwendungen eingegangen.



Prinzipiell kann man elektronische Klänge mit digitalen Verfahren auf zwei Arten erzeugen:

1. Auslesen eines in einem Speicher abgelegten digitalisierten Klangs nach Art eines Tonbandabspielvorgangs (Sampler). Im Gegensatz zum Tonband wird beim digitalen Abspielen von Klängen das Signal nur zu bestimmten Zeitpunkten ausgegeben.

2. Berechnen eines Klangs nach diversen mathematischen Methoden im Moment der Klangerzeugung. Dazu werden sehr schnelle Rechner benötigt (Signalprozessoren).

Für beide Verfahren gilt, daß der zeitliche Abstand der Abtastpunkte die Güte eines Klanges entscheidend bestimmt. Die

Abtastfrequenzen variieren zwischen 10 kHz bis über 48 kHz.

In der Praxis sind auch Kombinationen der beiden oben genannten Verfahren im Einsatz. So kann man zum Beispiel einen gesampelten Klang während des Auslesens digital filtern.

Das Funktionsprinzip des SAM 8905

Der SAM 8905 ist ein spezieller Signalprozessor, der die beiden oben genannten Verfahren der digitalen Klangsynthese beherrscht. Er ist somit in der Lage, einen komplexen, durch eine mathematische Formel beschreibbaren Signalverlauf zu erzeugen, wobei die Rechen-

operationen Addition und Multiplikation eingesetzt werden. Zusätzlich kann er natürlich auch gesampelte Klänge aus einem Speicher auslesen.

Hervorstechende Eigenschaften dieses DSP sind:

- 16-Bit-Stereo-Ausgang
- 44,1 kHz Abtastfrequenz
- intern 19-Bit-Datenbus
- Mindestens 16 Stimmen gleichzeitig möglich, davon 8 Stimmen mit unterschiedlichem Klang.
- Das Klangerzeugungsprinzip ist nicht starr festgelegt.
- Befehlsausführungszeit 44,3 ns
- Mehr als die zehnfache Rechenleistung gegenüber einem üblichen Signalprozessor

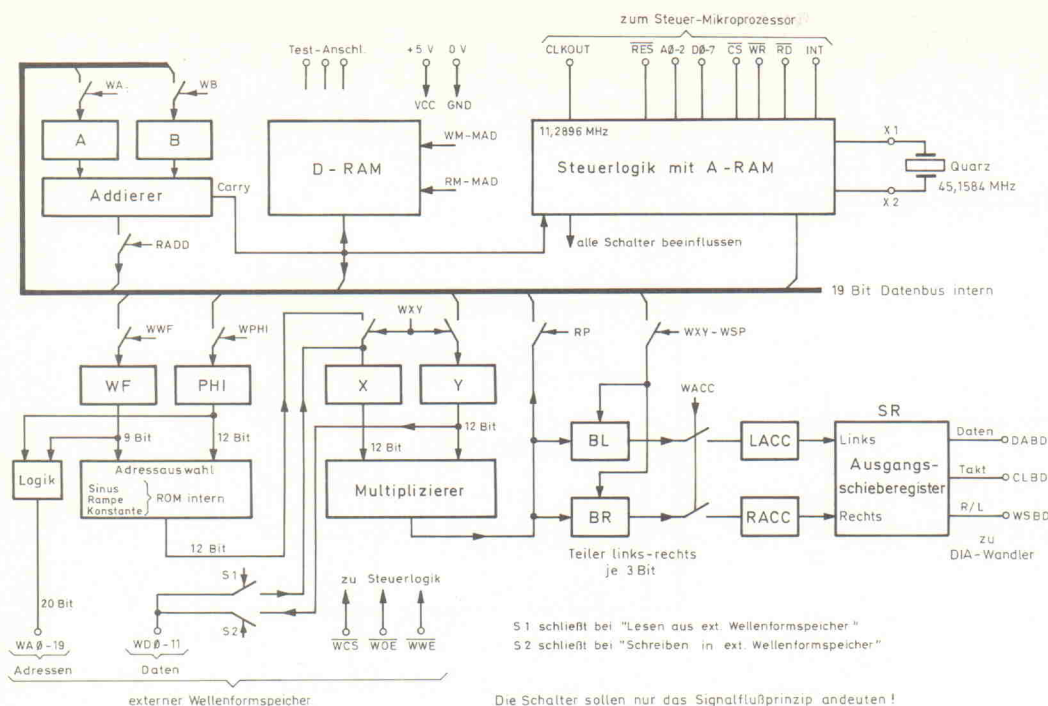


Bild 1. Das vereinfachte Blockschaltbild des SAM 8905.

(TMS 32010) bei typischen Musikapplikationen.

Durch seine Programmierbarkeit kann der SAM Klänge unter anderem nach den folgenden Verfahren erzeugen:

– Additive Synthese mit bis zu 112 Sinusschwingungen

– Formelsynthese (FM, PM, AM, ...)

Für eine funktionsfähige Schaltung benötigt man neben einem Steuermikroprozessor nur einen SAM 8905 und einen Stereo-Digital/Analog-Wandler, wie zum Beispiel den TDA-1541/43, sowie einige diskrete Bauelemente.

Bild 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild des DSP. Seine wesentlichen Bestandteile sind:

– Ein 8-Bit- μ P-Interface.

– Das A-RAM. Es besteht aus 256 15-Bit-Worten und ist abhängig von der programmierten Abtastfrequenz in 8 oder 4 Blöcke unterteilt.

– Das D-RAM mit 256 19-Bit-Speicherstellen. Es ist in 16 Blöcke eingeteilt.

– Ein $4\text{ k} \times 12$ -ROM, das mit Sinus- und Rampenkoeffizienten programmiert ist.

– Mit dem WF(9 Bit)- und PHI(12 Bit)-Registern kann eine 20-Bit-Adresse zum Auslesen eines externen Wellenformspeichers gebildet oder, mit speziellen WF-Werten, eine Rampen- oder Sinuskonstante angewählt werden.

– Der Multiplizierer mit den Registern X und Y. Y enthält das Datum eines Samples, X einen Koeffizienten (normalerweise die Amplitude). Das auf 19 Bit gerundete Multiplikati-

onsergebnis kann entweder auf den internen Bus zurückgegeben oder über die Abschwächer BL, BR und die Summierer LACC, RACC auf die Ausgangsschieberegister zur Übergabe an die DA-Wandler ausgegeben werden.

– Der Addierer gibt das Resultat der Addition der Register A und B (je 19 Bit) als 19-Bit-Ergebnis auf den internen Datenbus.

Technische Beschreibung

Der SAM ist in HCMOS-Technologie gefertigt und in einem 68poligen PLCC-Gehäuse untergebracht. Bild 2 zeigt die Pinbelegung, Tabelle 1 die Signalbeschreibung.

Hardware-Applikation

Der Hersteller des SAM, die französische Firma DREAM hat zur Vereinfachung der Entwicklung schon ausgereifte Hardware-Bauvorschlüsse vorgelegt. In Bild 3 ist ein Beispiel mit dem 80C32 als Steuer-Mikroprozessor wiedergegeben.

Zum Schaltplan sind einige Anmerkungen notwendig. Da ist zum einen die Schaltung, die das Schreibsignal des 80C32 mit dem Taktsignal des SAM synchronisiert. Diese Maßnahme wird bei einer neueren Revision mit der Bezeichnung



Bild 2. Pinout des PLCC-Gehäuses.

Tabelle 1. Die Funktionen der SAM-Pins auf einen Blick.

Signal	Pin	IN-OUT	Funktion
GND	1	IN	0V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
GND	18	IN	0V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
GND	35	IN	0V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
GND	52	IN	0V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
VCC	10	IN	+5V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
VCC	27	IN	+5V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
VCC	44	IN	+5V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
VCC	61	IN	+5V Versorgung, alle Anschlüsse verbinden!
D0-7	12-17	IN-OUT	Datenleitungen zum Steuer-Mikroprozessor
A0-2	22-24	IN	Adreßleitungen vom " " "
/CS	21	IN	Chip-Selekt vom " " "
/RD	28	IN	Lese-Leitung vom " " "
/WR	26	IN	Schreib-Leitung vom " " "
INT	25	OUT	Interrupt-Anforderung " " "
X1	34	IN	Quarzanschluß (Quarz = 45,1584 MHz)
X2	36	OUT	Quarzanschluß (für CD 44,1 kHz)
CLKOUT	33	OUT	Taktausgang (= Quarztakt / 4 typ. 11,2896 MHz)
RESET/	32	IN	Chip-Reset, schaltet alle Klänge aus Pulsdauer mind. 10 ms nach Einschalten der Versorgungsspannung!
DABD	37	OUT	Serieller Datenausgang zum DA-Wandler
CLBD	38	OUT	Takt zum externen DA-Wandler
WBSD	39	OUT	Links/Rechts-Auswahl beim DA-Wandler
WA0-19	2-11	OUT	Adreßleitungen für externes Sampling-RAM/ROM. Genaue Belegung siehe Bild 2!
WD0-11	40-54	IN-OUT	Datenleitungen " " "
/WCS	56	OUT	Chip-Select " " "
/WOE	60	OUT	Output-Enable " " "
/WWE	4	OUT	Schreib-Leitung " " "
TEST1...3	29-31	IN	TEST-Pins, müssen an VCC angeschlossen werden!

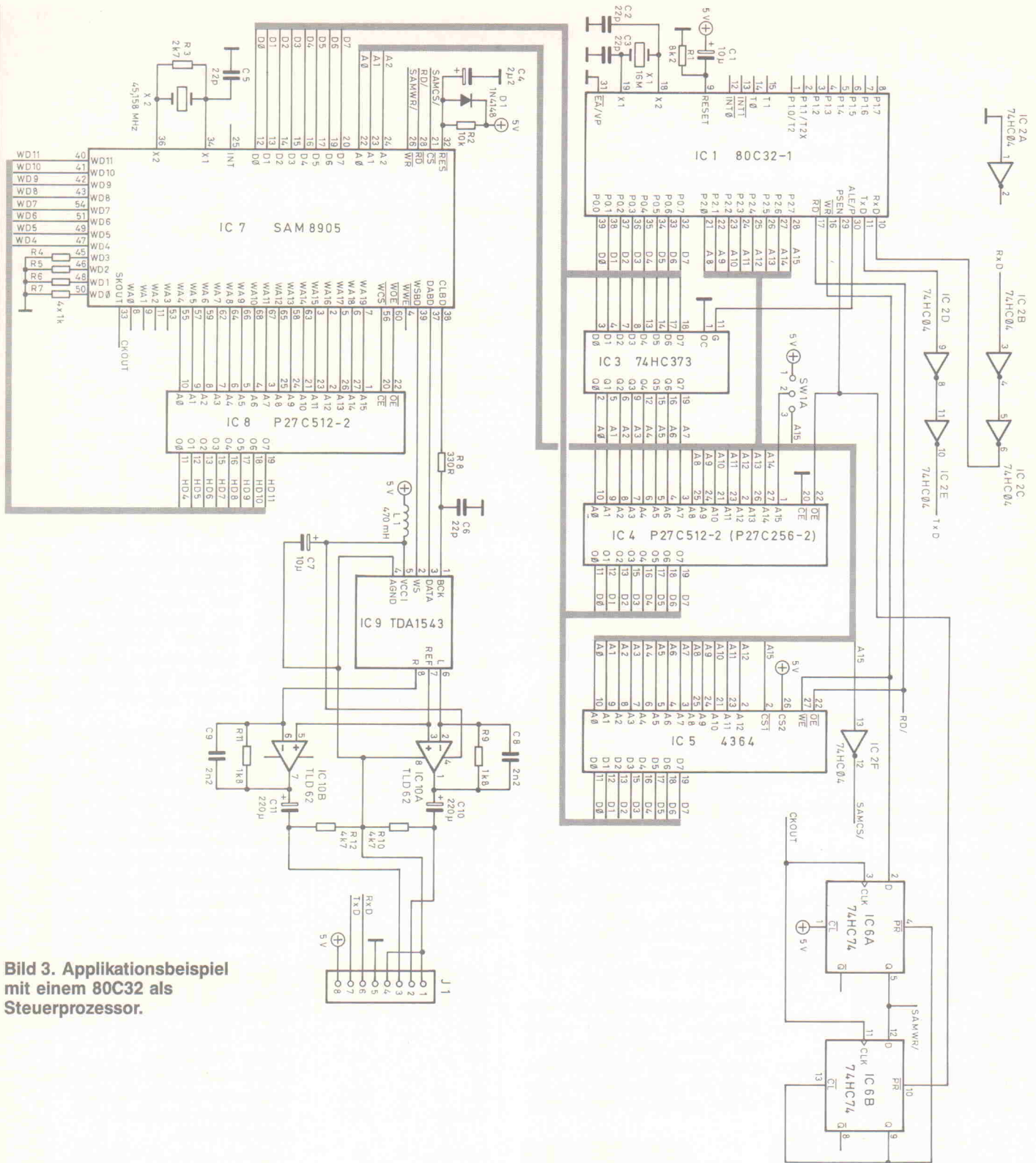


Bild 3. Applikationsbeispiel mit einem 80C32 als Steuerprozessor.

SAM 8905B nicht mehr nötig sein. Zum anderen sind die Signale RxD und TxD des 80C32 über TTL-Inverter an die MIDI-Schnittstelle angepaßt. Die entsprechenden passiven Bauteile sind nicht eingezeichnet.

Das am SAM angeschlossene PCM-ROM liefert nur 8 Datenbit, will man eine höhere Klauauflösung, so müssen mehrere PCM-ROMs einge-

setzt werden. Am Takteingang des DA-Wandlers sorgt ein RC-Glied für den korrekten Zeitablauf. Nach den Erfahrungen des Herstellers des SAM braucht man am Ausgang des DA-Wandlers bei 44,1 kHz Abtastfrequenz in den meisten Fällen keine besonderen Filtermaßnahmen vorzunehmen.

Die Anwahl der internen Speicherplätze im SAM erfolgt mit den 3 Adreßleitungen A0...A2,

Tabelle 2 zeigt die ausführbaren Aktionen.

Klangsynthese

Der SAM gibt an den DA-Wandler alle 22,6 Mikrosekunden (44,1 kHz Abtastfrequenz) das Ergebnis seiner Berechnungen aus. Diese Zeit ist unprogrammierbar auf 45,2 Mikrosekunden (22,05 kHz Abtastfrequenz). Das Ausgangssignal ist

die Summe der momentanen Amplituden von bis zu 16 einzelnen Tönen.

Die Zeitdifferenz zwischen zwei Werteausgaben ist der Zeitrahmen (Frame). Der DSP unterteilt diesen Zeitrahmen in 16 Teile (Slots), die den 16 erzeugbaren Tönen zugeordnet sind.

Die Erzeugung der Klänge steht im Zusammenhang mit den bei-

WELÜ-ELECTRONIC — AUDIOPRODUKTE — INH. Werner Lückemeier

NEUHEIT — MC-GEE-AUDIOMODULE:

MOSFET-MODUL-BAUMAPPE gegen Schutzgebühr DM 10,— (wird vergütet)

- Betriebsbereit auf Hochleistungskühlkörper
- Optimal für PA und HiFi-Betrieb
- Ex.Daten durch Powermosfet
- Bereits zig-tausendfach bewährt in MC-Gee-Produkten



PA-100 Mosfetmodul
110 W sin 4 Ohm—8 Ohm
Sym.Eing.Clip Anzeige
Klirrf. 0,001
Gepr. Modul

178,— DM



PA-200 Mosfetmodul
220 W sin 4 Ohm
Sym.Eing.Clip Anzeige
Klirrf. 0,001 F-5-50 KHz
Gepr. Modul

198,— DM



PA-500 Mosfetmodul
DAS ARBEITSPFERD!!!
Sym.Eing.Softstart, DC-Schutz,
Protect, Clip, Therm. Überwachung
500 Watt Sin 4 Ohm
360 Watt Sin 8 Ohm
Gepr. Modul

498,— DM



LS-Schutz für Stereoanwendung und Softstart!
Lautsprecher-Schutzschaltung mit Protect,
Softstart, DC-Schutz, Therm. Überwachung.
Steckbar an: PA 100, PA 200, HIFI 150, HIFI 250.
Eigene Stromversg. 220 V, daher auch für
Fremdg. und Nachrüstg.

Gepr. Modul 98,— DM



NETZTEILE incl. RINGKERNTRAFO:

STEREOSATZ PA 100

Trafo 300 VA-Elkos-Gleichrichter

Komplettatz 149,— DM

STEREOSATZ PA 200

Trafo 500 VA-Elkos-Gleichrichter

Komplettatz 178,— DM

MONOSATZ für PA-500

Trafo 650 VA-Elkos-Gleichrichter

Monosatz 198,— DM

Passende Gehäusesätze auf Anfrage!

Mosfet Hitachi: SK 134/35 und SJ 49/50 je Stck. 10,— DM

Trafos	
Ringkern n. VDE 550	
225 VA 2x27 V	61,— DM
300 VA 2x44 V	69,— DM
500 VA 2x47 V	91,— DM
625 VA 2x56 V	108,— DM
1000 VA 2x65 V	128,— DM
160 VA 2x30 V	49,— DM
160 VA 2x22 V	45,— DM
Lüfter: 80 x 80 30 V—	14,— DM
80 x 80 220 V	19,— DM
92 x 92 220 V	21,— DM
120 x 120 220 V	24,50 DM

TDA 1524 A	5,50 DM
TL 072	0,75 DM
TL 074	0,95 DM
TL 062	0,75 DM
LM 358	0,45 DM
IC 7815	0,55 DM
IC 7812	0,55 DM
IC 7805	0,55 DM
UA 78L12	0,95 DM
IC 7912	0,65 DM
IC 7915	0,65 DM
UAA 1003/1	15,— DM

BD 249 C	1,95 DM
BD 250 C	1,95 DM
BD 137	0,40 DM
BD 138	0,40 DM
BD 244	0,70 DM
B 80 C 1500	0,75 DM
B 40 C 25 A	2,90 DM
B 200 C 25 A	5,50 DM
B 400 C 35 A	5,95 DM
Germ. Dioden	10 Stck. 2,— DM
Toko-Filter für UKW-Pilot.	29,90 DM
170 BLR-3107 N	

Elkos Becher	
10 000 µF 70/80 V	17,— DM
10 000 µF 80/90 V	18,50 DM
12 500 µF 100/110 V	24,90 DM
10 000 µF 40 V	9,50 DM
10 000 µF 55 V g. S.	12,— DM
19" Gehäuse schwarz mit Frontplatte, 290 mm tief	
1 HE	44,— DM
2 HE	54,— DM
3 HE	65,— DM
4 HE	72,— DM

Mosfet SJ 100 und SK 344 je 12,50 DM

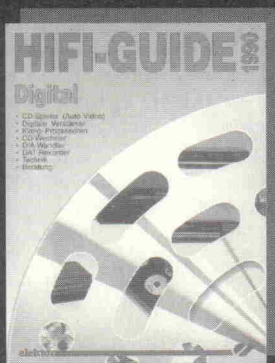
Mosfet 2 SK 176 und 2 SJ 56 je 19,90 DM

Welü-Elektronik-Audio-Produkte, Inh. Werner Lückemeier · Villenstr. 10 · 6730 Neustadt/Wstr. · Tel. 063 21/33694 · Fax 063 21/86373

Der erste HIFI-GUIDE Digital

284 Seiten, 17 x 23,5 cm,
DM 19,80 sFr 18,50 öS 165,—
ISBN 3-921608-85-6

erhältlich im Buch
und Fachhandel



Der HIFI-GUIDE ist ein universeller Ratgeber für jeden, der eine Orientierung im mittlerweile unüberschaubaren Angebot der HiFi-Hersteller sucht. Diese Ausgabe beschäftigt sich mit allen Digital-Geräten, also CD-Spielern, DAT-Recordern, digitalen Verstärkern und ihren mobilen Artgenossen im Auto. Der HIFI-GUIDE vereint zwei Bücher in einem Band: im ersten Teil erklärt er klar und für jeden verständlich, wie die verschiedenen Geräte funktionieren, wozu ihre Bedienungselemente dienen, welche Ausstattungsmerkmale wichtig und welche weniger wichtig sind. So gewinnt der Leser eigene Kriterien für seine Kaufentscheidung. Im zweiten Teil gibt der HIFI-GUIDE eine bisher nicht verfügbare, umfassende Marktübersicht mit einer ausführlichen Zusammenstellung der Ausstattungsmerkmale, der Besonderheiten und der wichtigsten technischen Daten zu jedem Gerät. Die Ausstattungstabellen sind innerhalb jeder Gerätgruppe identisch und ermöglichen so den direkten Vergleich.

Verlag GmbH · Süsterfeldstr. 25
5100 Aachen · Tel. 0241-81077

elektor

hama®

HIGHTECH FÜR BILD

UND TON ■■■



**Kramer electronic · Video-Bausteine
für Fortgeschrittene und Profis:
Überspielen, nachvertonen, kopie-
ren in professioneller Qualität.**

- Paint Box Chroma-Corrector
 - HighClass-Enhancer
 - Effekt- und ColorProcessoren
 - Mixer mit bestechenden Möglichkeiten
 - RGB Farb-Encoder/Decoder
 - RGB-Umwandler für S-VHS und Hi8 —und andere Bausteine beim Fachhändler.
- Kostenlose Prospekte von Hama,
Postfach 80, 8855 Monheim 58, Bayern

den im SAM enthaltenen Schreib/Lesespeichern. Diese Speicher können vom externen Steuer-Mikroprozessor sowohl beschrieben als auch gelesen werden. Ein Speicher ist das Mikroprogramm-RAM (A-RAM von Algorithm-RAM) und der andere das Parameter-RAM (D-RAM von Data-RAM).

Der SAM überprüft innerhalb des Zeitrahmens nacheinander die 16 Slots des D-RAMs. Dort steht unter anderem, welches Mikroprogramm zur Erzeugung des jeweiligen Teiltons benutzt werden soll sowie diverse, vom jeweiligen Mikroprogramm abhängige Parameter (zum Beispiel die Frequenz des Teiltons). Diese Daten sowie die Mikroprogramme werden vom externen Steuer-Mikroprozessor in das D-RAM beziehungsweise A-RAM geladen.

Jedes Mikroprogramm besteht aus maximal 32 (64 bei 22,05 kHz Abtastfrequenz) Befehlen, die jeweils 15 Bit Umfang haben. Das gerade ablaufende Mikroprogramm hat nur Zugriff auf den gerade aktiven Teil des D-RAM (Slot).

Bild 4 verdeutlicht die vorgehensweise des SAM bei der Erzeugung eines Ausgangssignals.

Ein Mikroprogramm besteht unter anderem aus den folgenden Befehlen:

A2	A1	A0	WR/	RD/	Funktion
0	0	0	0	1	Anwahl der Adresse in D-RAM oder A-RAM (Adreßwahlbyte, vorher Steuerbyte senden)
0	0	0	1	0	Lesen des Interrupt-Status
0	0	1	X	X	Lese oder Schreibe das LSB aus der oben angewählten Speicherzelle im A-RAM
0	1	0	X	X	Lese oder Schreibe das MSB aus der oben angewählten Speicherzelle im A-RAM. Das höchste Bit ist undefiniert!
0	1	1	X	X	undefiniert
0	0	1	X	X	Lese oder Schreibe das LSB aus der oben angewählten Speicherzelle im D-RAM
0	1	0	X	X	Lese oder Schreibe das NSB aus der oben angewählten Speicherzelle im D-RAM
0	1	1	X	X	Lese oder Schreibe das MSB aus der oben angewählten Speicherzelle im D-RAM. Die 5 höchsten Bit sind undefiniert!
1	?	?	0	1	Schreiben des Steuerbytes

? = beliebig '1' oder '0'
 XX = '1' '0' oder '0' '1' je nach Schreib- oder Leseoperation

Tabelle 2. Adressenbelegung des SAM.

– Laden eines Wortes aus dem D-RAM

– Speichern eines Wortes in das D-RAM

– Addition zweier Worte

– Multiplikation zweier 12-Bit-Werte

Jeder zu erzeugende Klang entspricht also im Prinzip einer Kombination von Rechen- und Datenverschiebeoperationen innerhalb oder außerhalb des SAM.

Zur Erklärung der Funktion des SAM soll ein Mikroprogramm dienen, das eine einzelne Sinusschwingung erzeugt. Die Parameter dieser einzelnen Schwingung werden dazu vom externen Steuer-Mikroprozessor in einen der 16 Teile des D-RAM abgelegt. Das zugehörige Mikroprogramm kommt in einen der 8 (4) Teile des A-RAM.

Listing 1 zeigt das Beispiel in der Mnemonic des SAM-Assemblers. Dieser Assembler ist für IBM-kompatible Rechner unter dem Betriebssystem MSDOS verfügbar.

Wie leicht zu ersehen ist, wird die Sinusschwingung nach der Formel:

$$U_a(t_n) = \text{AMP} \cdot \sin(\text{PHI}(t_n-1) + \text{DPHI})$$

gebildet. Wobei t_n der aktuelle Abtastzeitpunkt und $\text{PHI}(t_n-1)$

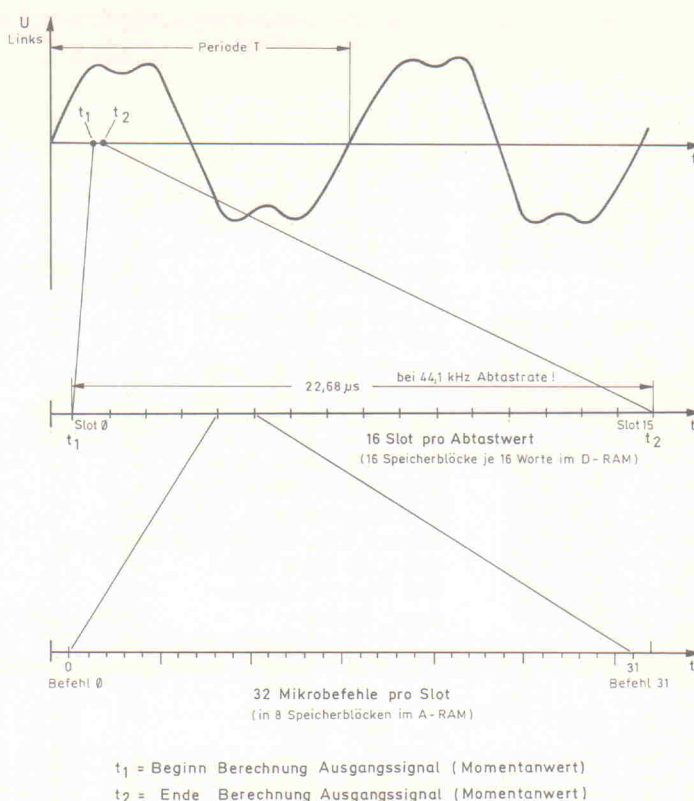


Bild 4. Alle Momentanwerte der Berechnungen in den 16 Slots werden in t_2 als Summe dem DA-Wandler übergeben.

der Phasenwinkel des vorherigen Abtastzeitpunktes ist.

Der Phasenwinkel PHI wird zu jedem Abtastzeitpunkt um DPHI erhöht. Diese Addition ergibt einen neuen Phasenwinkel, der wieder im D-RAM abgelegt wird. Der Wert des Sinus wird der im SAM-ROM befindlichen Sinustabelle entnommen. Dazu legt man die Phase PHI als 12-Bit-Wert an die Adreßeingänge der Sinustabelle. Danach wird der Wert des Sinus als 12-Bit-Wort in das Register X geschrieben. Diese Sinusamplitude wird nun noch mit der Amplitude AMP, die im Y-Register steht, multipliziert. Diese Multiplikation benötigt drei Taktzyklen. Während dieser Zeit können natürlich andere Berechnungen ausgeführt werden, die nicht auf die Sinustabelle und den Multiplizierer zugreifen.

Aus dem obigen Beispiel ist ersichtlich, daß mit einem Befehl mehrere Operationen parallel durchzuführen sind.

Der Befehlsaufbau

Das Prinzip aller SAM-Befehle ist es, auf dem internen Bus einen 'Sender' mit einem oder

mehreren 'Empfängern' Daten austauschen zu lassen. Dabei kann man noch zusätzlich spezielle Steueranweisungen angeben.

Wichtig ist hierbei, daß man tatsächlich das Ausgangssignal eines Senders (zum Beispiel der Inhalt eines D-RAM-Speicherplatzes) in mehrere Empfänger gleichzeitig laden kann.

Der Aufbau einer Befehlszeile des Assemblerprogramms ist wie folgt:

SenderMAD,<Empfänger0, Empfänger1,...,Spezialaktion,Modifizierer>
 Der Sendername fängt mit 'R' (READ, Lesen) an. Der Empfängername beginnt mit 'W' (WRITE, Schreiben).

Im Senderfeld können die folgenden SAM-Einheiten stehen:

RADD Lege das Ergebnis des Addierers auf den internen Bus.

RM MAD Lege den Inhalt der Adresse MAD des D-RAMs auf den internen Bus (MAD kann 0 bis 15 sein).

RP Lege das Ergebnis des Multiplizierers auf den internen Bus.


```

;
; Ein ";" bedeutet, daß rechts davon Kommentar steht!
; Definition der Zwischenspeicher im D-RAM.
PHI = 0 ; aktueller Phasenwinkel der Sinusschwingung wird im
; Speicherplatz mit der Adresse "0" des D-RAM erwartet.
; Die 12 höchwertigen Bit bestimmen die Adresse in
; dem Wellenformregister (intern oder extern).
DPHI = 1 ; Der Inhalt des Speicherplatzes 1 wird in jedem
; Abtastzeitpunkt zu
; "PHI" dazugaddiert und entspricht somit der Frequenz.
; 18 Bit mit Vorzeichen, positiv = Bit 18 = 0!
;
AMP = 2 ; Amplitude des Sinus in den 12 höchwertigen Bit
; des D-RAM Adresse 2, Teilungsfaktoren der beiden
; Ausgangssignalteiler in den 6 niederwertigsten Bit
;
; Beginn des eigentlichen Mikroprogrammes
RM PHI,<WA,WPHI,WSP>; Lade das A-Register und das PHI-Register
; mit dem Inhalt des Speicherplatzes 0
; des D-RAM = aktuelle Phase des Sinus.
; WA in Kombination mit WSP wählt den internen
; Sinus an!
; "WPHI" bewirkt ein Anlegen der 12 höchsten
; Bit des Inhaltes von "PHI" als Adresse an
; das interne Sinus-ROM. Nun startet die
; Zugriffszeit des Sinus-ROM.
RM DPHI,<WB>; Berechne die neue Phase. Lade dazu
; das B-Register mit dem Inhalt des
; Speicherplatzes 1 des D-RAM = Frequenz.
; Nun kann der Addierer PHI + DPHI bilden.
;
RM AMP,<WXY,WSP>; Lade das X-Register mit SINUS(PHI) und das
; Y-Register mit dem Inhalt des
; Speicherplatzes 2 = Amplitude des Sinus.
; Die 6 niederwertigsten Bit des Inhaltes von
; "AMP" laden die Ausgangssignalteiler und
; die 12 höchwertigen Bit das Y-Register!
; Dazu hat der "SAM" den Winkel "PHI" als
; Adresse an eine interne 4k-Worte
; Sinustabelle angelegt (2 Befehle weiter
; oben) und nun wird der Inhalt der Adresse
; als 12 Bit Wort in Register X geladen!
; Nun startet die Multiplikation des
; Inhaltes von X- und Y-Register
; Dies ergibt  $U_a = AMP \times \sin(PHI)$ 
RADD PHI,<WM>; Schreibe den neuen Phasenwinkel in die
; Adresse 0 des D-RAM zurück.
RSP; Dieser Befehl macht nur Wartezeit 1 Takt
; Dies ist nötig, weil das Ergebnis der
; Multiplikation erst nach 3 Taktzyklen zur
; Verfügung steht. (2 Befehle zwischen <WXY>
; und <WACC>!)
RSP ,<WACC>; Schicke das Ergebnis der Multiplikation
; zum Ausgangssummierer.
FIN; Ende, dieser Befehl veranlaßt den Assembler, die restlichen
; Speicherplätze des A-RAM mit "RSP-Befehlen" zu füllen.

```

Listing 1. Ein Mikroprogramm zur Erzeugung einer Sinusschwingung.

RSP Mache nichts.

Wird keine Adresse MAD im Befehl benötigt, so entfällt die Angabe, aber das Komma darf nicht vergessen werden.

Im 'Empfänger'-Feld können die folgenden SAM-Einheiten stehen:

WA Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das Register A.

WB Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das Register B.

WM MAD Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das D-RAM. Adresse MAD: 0...15.

WPHI Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das Register PHI.

WXY Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das Y-Register. Schreibe den Ausgang der Sinustabelle oder des externen Sampling-RAM in das X-Register.

WWF Schreibe das Datum vom internen Datenbus in das Wellenformregister. Dies wählt die Wellenform aus (intern oder extern).

Befehle im Spezialaktionsfeld:

WACC Schreibe das Rechenergebnis (Ausgang des Multiplizierers) in den Ausgangssum-

mierer für rechten und linken Kanal (mit Dämpfung). Die Dämpfung gibt die Aufteilung des Klages in rechten und linken Kanal an. Die Dämpfung der beiden Ausgangsteiler muß vorher mit dem Befehl <WXY,WSP> festgelegt worden sein.

clearB Setze den Inhalt des Registers 'B' auf 0, auch benutzt zum Schreiben in das Sample-RAM.

Im Modifizierer-Feld darf nur WSP stehen:

WSP In Verbindung mit einem der obigen Befehle wird eine besondere Aktion beim Empfänger ausgeführt.

Beispiele besonderer Aktionen:

WPHI WSP Lade das PHI-Register normal. Setze das WF-Register auf 100h. Dies selektiert die interne Sinus-Tabelle.

WXY WSP Lade X- und Y-Register normal. Lade gleichzeitig die MIXL- und MIXR-Werte, die sich bei dem momentanen Befehl gerade auf dem internen BUS befinden, in die Ausgangsteiler.

WA WSP Siehe Abschnitt über bedingte Klangsynthese

WM WSP Siehe Abschnitt über bedingte Klangsynthese

Die Ergebnisse der Rechenoperationen sind normalerweise in einem Taktzyklus verfügbar. Es gibt die folgenden Ausnahmen:

Verfügbarkeit des Produkts aus dem Multiplizierer (WXY zu RP): 2 Zyklen.

Verfügbarkeit des Ergebnisses für die Addition (WXY zu WACC): 2 Zyklen.

Verfügbarkeit des Samplewertes (WWF oder WPHI zu WXY):

– interne Rampe oder Konstante: 1 Zyklus,

– interner Sinus: 2 Zyklen,

– externer Samplespeicher: $(tacc + 44,2)/44,2$ (Speicherzugriffszeit $tacc$ in Nanosekunden)

Beispiel: Der Zugriff auf einen 250-ns-Speicher benötigt 7 Zyklen.

Der zweite Teil des Artikels wird sich eingehend mit der Kodierung der einzelnen Befehle sowie mit Beispielen von Klangsynthese-Algorithmen beschäftigen.

BOARD MAKER LAYOUT

Nie wieder kleben
BOARDMAKER erleben.

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

& Schaltplan- Entwurf

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

KOMPLETTPREIS:

DM 910,-
(798,25 + 14 % MwSt)

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

LAUFFÄHIGE DEMO MIT AUSFÜHRlichem BEGLEITHEFT ANFORDERN! (SOLANGE VORRAT REICHT!)

CALL: 07 21/
37 70 44

HOSCHAR
Systemelektronik GmbH

Rüppurrer Straße 33
7500 Karlsruhe 1
Tel.: 07 21/37 70 44
Fax: 07 21/37 72 41

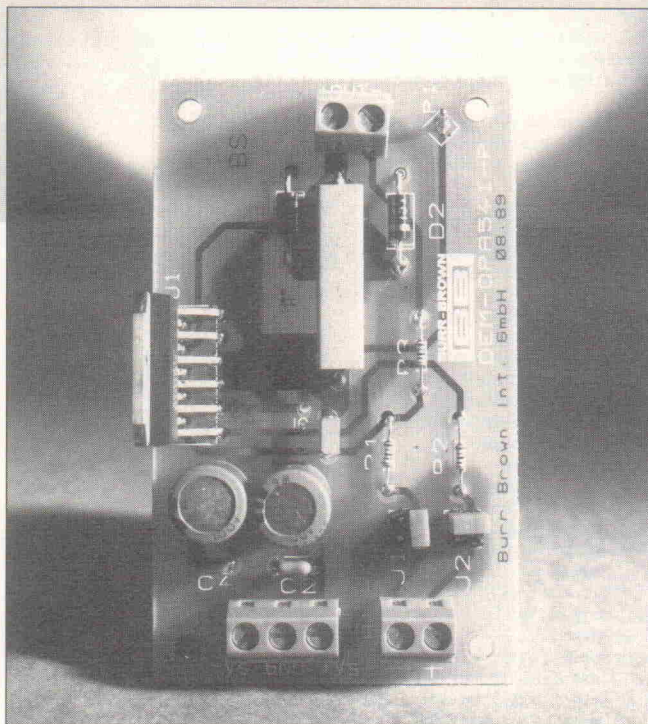
Präziser Leistungs-OpAmp

OPA 541 mit 5 A Dauerstrom und 70 V (max.) Speisespannung

Mit dem kürzlich von Burr-Brown vorgestellten, monolithischen Operationsverstärker OPA 541 lassen sich viele Schaltungen einfacher oder mit erhöhter Stabilität aufbauen. Das auf Kühlprofil montierbare Kunststoff-Gehäuse kommt dem rationellen Einsatz entgegen. Ob sich der OPA 541 für die projektierte Motorsteuerung, für ein geplantes Netzteil oder gar als Audio-Verstärker eignet, läßt sich mit einer kleinen Experimentierplatine schnell ermitteln.

Als weitere Anwendungsbeispiele nennt der Hersteller Servoverstärker und analoge Winkelkodierer (Synchro Excitation).

Bild 1 zeigt die Bauform, die wichtigsten Abmessungen und die Anschlußbelegung des ICs im Kunststoff-P-Gehäuse; diese Bauform trägt die Bezeichnung OPA 541 AP. Darunter ist ergänzend die Pinbelegung für die nach Temperaturbereichen spezifizierten Varianten 541 AM, BM und SM im Gehäuse TO-3 angegeben. Die Tabelle enthält



die wichtigsten technischen Daten. In Bild 2 ist der zulässige Betriebsbereich (Safe Operating Area, SOA) angegeben.

Strombegrenzung

In Bild 3 ist die Innenschaltung des ICs dargestellt. Die Feldeffekt-Transistoren in der Eingangsstufe lassen in der Beschaltung hochohmige Widerstände zu, die einen Schutz zwischen dem Leistungsteil mit seinen hohen Spannungen und der vorgelagerten Steuerschaltung mit ihren meist niedrigen Versorgungsspannungen bilden.

Der OPA 541 ist für bipolare Spannungsversorgung konzipiert; dabei können die beiden Speisespannungen auch unsymmetrisch sein. Mit der virtuellen Masse des nichtinvertierenden Eingangs ist eine aktive Steuerung der Last in positiver und negativer Spannungsrichtung möglich.

Eine Ausgangsstrombegrenzung mit externem Fühlerwiderstand R_{CL} ist vorgesehen; das IC weist hierfür den Stromfühlereingang Pin 8 auf. Beim Einsatz der Strombegrenzung, wenn also der eingestellte Maximal-Strom erreicht wird, geht der Ausgang in Stromsteuerung über und liefert so lange den eingestellten Strom, bis sich die Ausgangsbelastung normalisiert. Die Strombegrenzung wirkt in vielen Fällen natürlich auch als Schutz für die angeschlossene Last.

Höherer Ausgangsstrom, höhere Ausgangsspannung

Die Stromsteuerung mit R_{CL} läßt sich nach Bild 4 dazu nutzen, einen zweiten OPA 541 zur Erhöhung des Ausgangsstroms parallel zu schalten. Die Steuerung des Slave erfolgt dabei über den Spannungsabfall am Strombegrenzungswiderstand des Masters. Die Widerstände R_3 und R_4 dienen lediglich dem Schutz der Eingänge des zweiten OpAmps. Bei gleichen Widerständen R_{CL} liefern die beiden Verstärker gleiche Laststromanteile. Die Widerstände R_2 und R_1 bestimmen die Verstärkung des Signals nach der im Bild eingetragenen Berechnungsformel.

Bei der maximalen Speisespannung von 70 V oder von ± 35 V im symmetrischen Betrieb kann die Ausgangsspannung Werte im Bereich 60 V bzw. ± 30 V annehmen. Oft ist jedoch ein größerer Ausgangsspannungshub erforderlich; in anderen Fällen soll bei niedriger Speisespannung eine größere Ausgangsspannung erzeugt werden, wie etwa bei einem NF-Verstärker für Kraftfahrzeuge.

Für beide Fälle eignet sich eine Brückenschaltung aus zwei OpAmps nach Bild 5. Die Last liegt zwischen den Ausgängen der beiden Verstärker, die gegenphasig gesteuert werden. Der Ausgangsspannungsbereich ist bei gleicher Speisespannung etwa verdoppelt.

Die Brückenschaltung hat auch in anderer Hinsicht Vorzüge. Die Slewrate wird ebenfalls verdoppelt, da jeder OpAmp nur die Hälfte des Spannungshubs ausführen muß. Da IC-intern ein geringerer Spannungsabfall auftritt, teilt sich auch die Verlustleistung auf. Die SOA (Bild 2) liegt für die Brückenschaltung erheblich günstiger, da sich die Differenz zwischen Speise- und Aus-

Betriebsspannung	70 V max.
Ausgangsspitzenstrom (ohmsche Last)	9 A
(SOA) Dauerstrom	5 A
Leerlauf-Stromaufnahme	20 mA
Slew Rate	10 V/ μ s
Bandbreite	55 kHz
Gleichtaktunterdrückung	113 dB
Leerlauf-Verstärkung	97 dB
Eingangsstrom	50 pA max.
Offset-Spannung	10 mV max.
Offset-Drift	40 μ V/ $^{\circ}$ C max.
Spez. Temperaturbereich, AP	-25...+85 $^{\circ}$ C

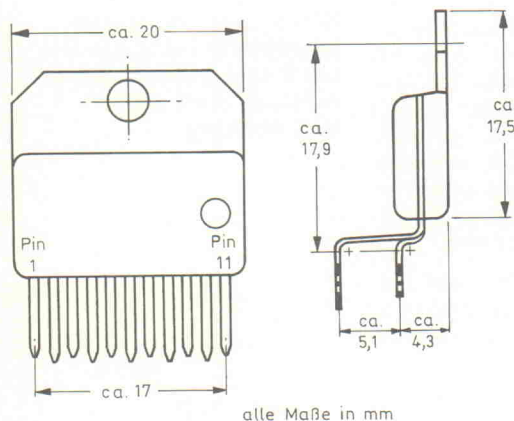
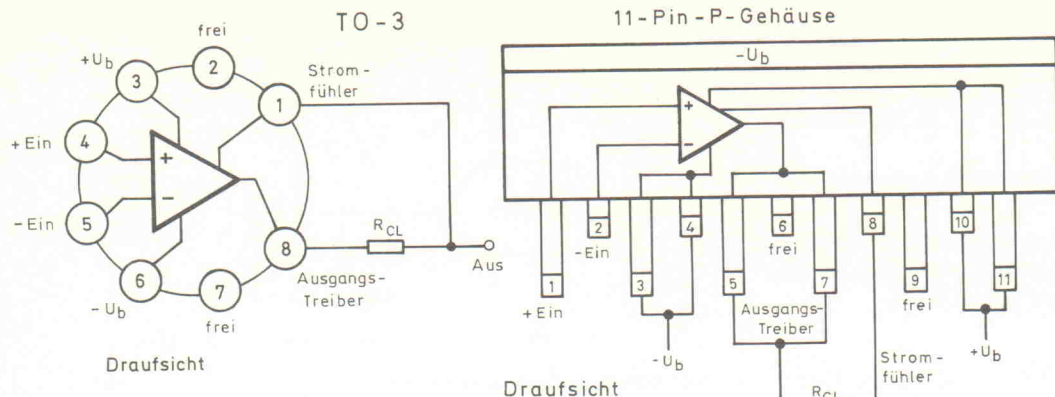


Bild 1. Bauform und Pinbelegung des OPA 541 AP, Pinbelegung der übrigen Typen im TO-3-Gehäuse.

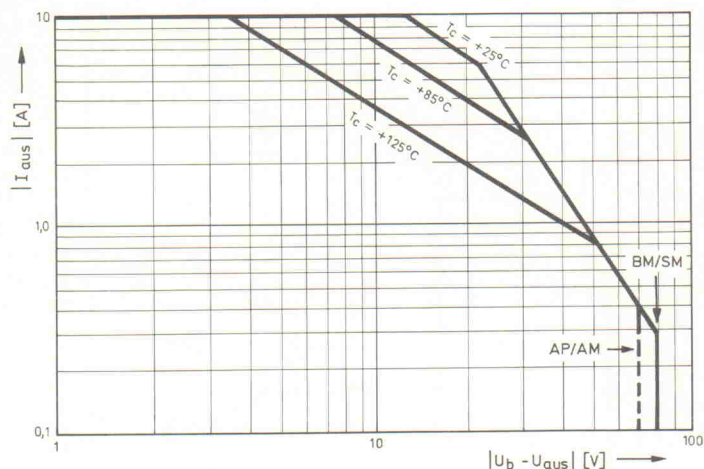


Bild 2. Betriebsbereichsgrenzen (Safe Operating Area).

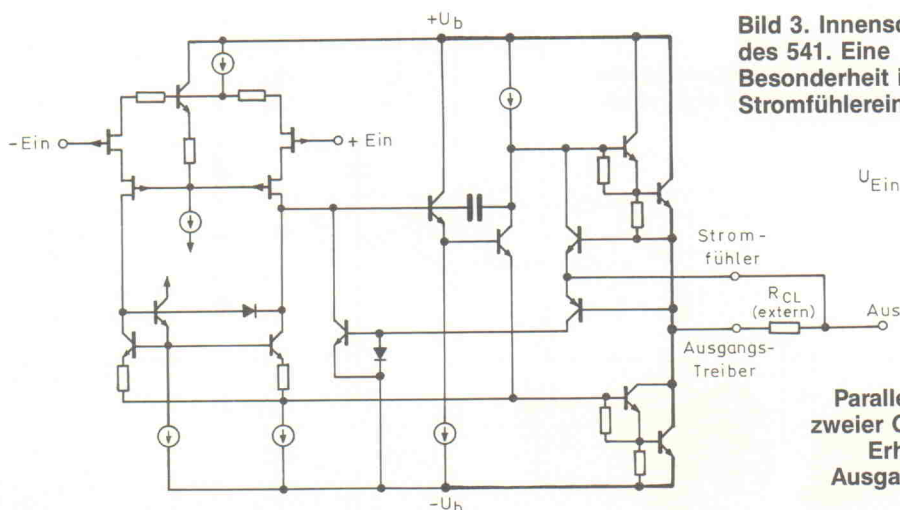


Bild 3. Innenschaltung des 541. Eine Besonderheit ist der Stromföhrereingang.

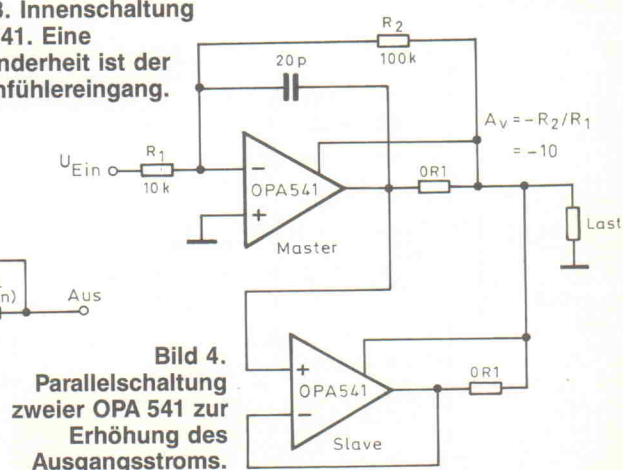


Bild 4. Parallelschaltung zweier OPA 541 zur Erhöhung des Ausgangsstroms.

den. Dargestellt ist das Prinzip einer digital einstellbaren Spannungsquelle. Der (Strom-)Ausgang des DAC ist erheblich weniger träge als der OpAmp mit seiner Regelschleife. Daher kann in bestimmten Situationen eine hohe Differenzspannung zwischen den Verstärkereingängen auftreten, die auch den DAC zerstören kann. Auch diese Gefahr ist mit den beiden Dioden gebannt.

Nur in wenigen Fällen wird der Leistungs-Operationsverstärker rein ohmsche Lasten treiben. Deshalb ist sowohl ein Schutz des Ausgangs vor dynamischen Überlastungen außerhalb der SOA als auch ein Schutz gegen Phasenverzerrungen in der Gegenkopplung vorzusehen (Bilder 7 und 8). Wenngleich die übrigen Schaltungsbeispiele der besseren Übersicht wegen keine solchen Maßnahmen zeigen, so sind sie doch nahezu in allen praktischen Fällen notwendig.

gangsspannung verringert und somit ein größerer Ausgangsstrom zulässig ist. In vielen Fällen braucht die Speisespannung für eine Brückenschaltung nicht stabilisiert zu sein, da eine wirksame Unterdrückung der Speisespannungsschwankungen durch das Schaltungskonzept gegeben ist.

Schutzmaßnahmen

Zahlreiche Schaltungen mit Operationsverstärkern arbeiten mit zwei, häufig symmetrischen Speisespannungen $+U_b$ und $-U_b$; für Leistungs-OpAmps gilt dies praktisch generell. Das Ein- und Ausschalten der beiden Speisespannungen erfolgt in der Regel nicht gleichzeitig, falls hierfür keine speziellen Maßnahmen getroffen werden. Daher sind die Bauelemente in der Ein- und Ausschaltphase gefährdet. Die gleiche Überlegung gilt auch für den Ausfall einer der beiden Versorgungsquellen.

Der OPA 541 ist diesbezüglich dank seiner sehr hochohmigen Eingänge relativ unempfindlich. Zusätzlichen Schutz bieten zwei Dioden, die nach Bild 6 antiparallel zwischen die beiden Eingänge geschaltet wer-

Für induktive Lasten muß der Ausgang nach Bild 7 über Leistungsdioden D1 und D2 geschützt werden. Der Regelkreis, das heißt die Gegenkopplung, ist nur funktionsfähig, wenn der Ausgang dem Eingang folgt und das Ausgangssignal nicht durch eine große Rückspeisungsenergie verzerrt wird. Eine solche Rückspeisung kann über die phasenverzerrte Gegenkopplung zu Schwingneigung führen. Deshalb ist eine dynamische Abkopplung der Last vom Ausgang des Verstärkers notwendig. In der Audio-technik hat sich diese Praxis längst durchgesetzt, weil solche Schwingungen als Rückspeisung aus dem Lautsprecher zu deutlich hörbaren Verzerrungen führen würden. Für den OPA 541 empfiehlt sich eine Induktivität $1...10 \mu H$ parallel

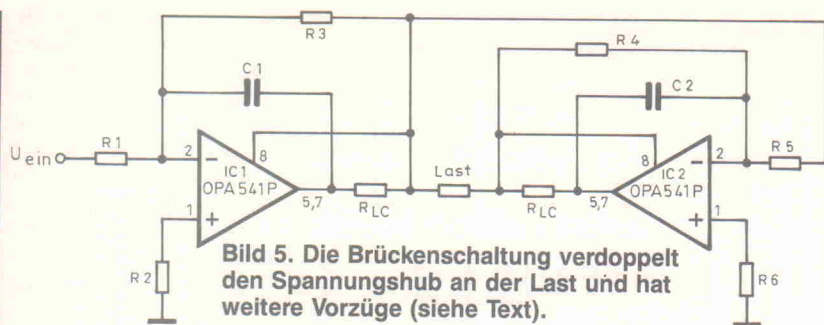


Bild 5. Die Brückenschaltung verdoppelt den Spannungshub an der Last und hat weitere Vorzüge (siehe Text).

zu einem Dämpfungswiderstand $1...2\ \Omega$ (Richtwerte).

Bei kapazitiver Last können die Dioden entfallen, jedoch ist die Rückspeisung beim Abschalten der Stromversorgung zu beachten. Die Herstellerunterlagen geben hierfür geeignete Schaltungsmaßnahmen an. Eine dieser beiden Varianten zum Schutz und zum korrekten Betrieb des OPA 541 ist in nahezu allen praktischen Fällen erforderlich, auch in der Schaltung nach Bild 4, unbedingt jedoch in der Brückenschaltung Bild 5, wenn sie für die Steuerung von Motoren eingesetzt wird. Bei Kollektor-Motoren ist zusätzlich die Funkentstörung vorzusehen, die dann auch die Schaltung vor extremen Störsignalen schützt.

Bild 8 zeigt die Schaltung einer Spannungsquelle, die mit nominell 16 Bit Auflösung digital programmierbar ist und auch als Netzgerät eingesetzt werden kann. Auch in diesem Beispiel sind die Schutzmaßnahmen nicht eingezeichnet.

Zum einfachen Ausprobieren wird eine kleine Leiterplatte für diesen Verstärker geliefert. Der

OPA 541 ist am Rand der Leiterplatte platziert und somit einfach am Kühlkörper montierbar.

In Bild 9 ist die Schaltung angegeben, die auf der Experimentierplatte aufgebaut werden kann. Die Schutzmaßnahmen sind teilweise bereits vorgesehen. Die eventuell erforderliche R-L-Parallelschaltung zum Schutz bei induktiver Last ist extern zu realisieren. R3 und R1 \cong R2 bestimmen die Verstärkung. Mit den Jumpers J1 und J2 wird invertierender oder

nichtinvertierender Betrieb selektiert. Vorzugsweise wird die invertierende Betriebsart gewählt, da dann mit C5 eine Dämpfung der Ausgangsflanken erreicht wird, denn bei komplexer Last sollte die Ausgangsflanke möglichst geringe Steilheit aufweisen, um den Umladestrom klein zu halten. Im übrigen sind die angegebenen Bauelement-Werte nur als Richtwerte zu betrachten.

Der Widerstand R_{CL} darf keinen nennenswerten induktiven Anteil aufweisen, da sonst die

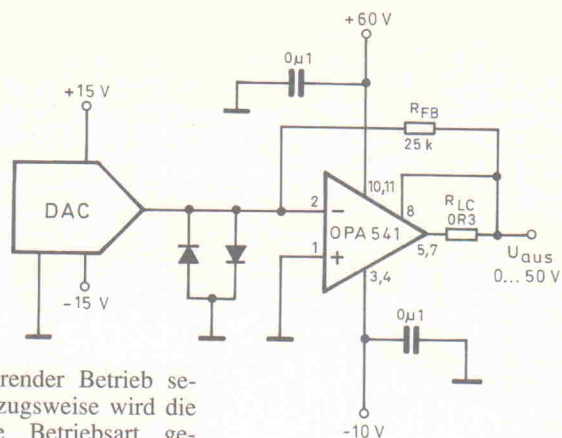


Bild 6. Zwei antiparallel geschaltete Schutzdioden am Eingang des OpAmps schützen auch den DAC-Ausgang.

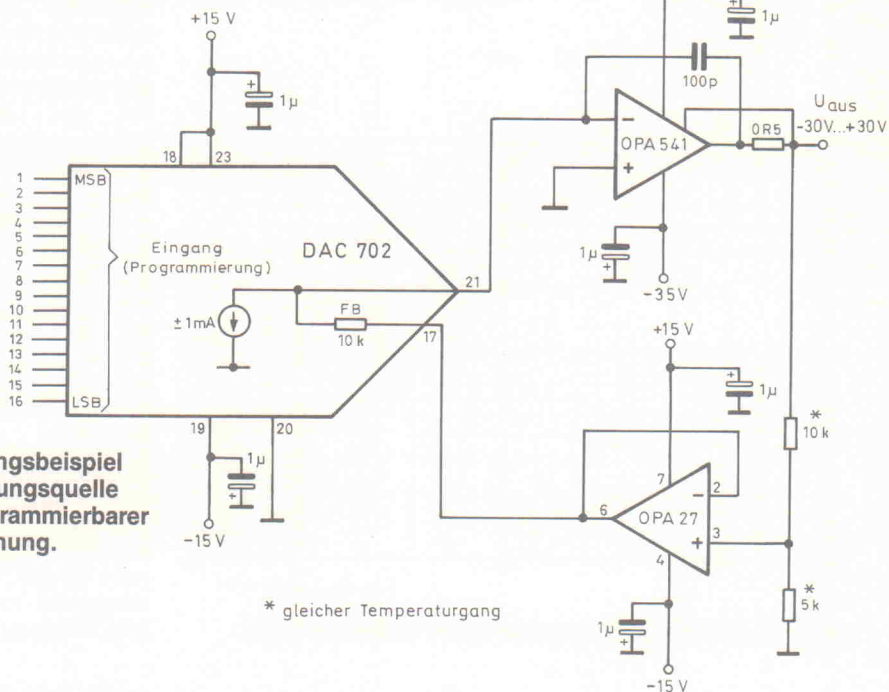


Bild 8. Schaltungsbeispiel für eine Spannungsquelle mit digital programmierbarer Ausgangsspannung.

Bild 7. Schutzmaßnahmen für Anwendungen mit induktiver Last.

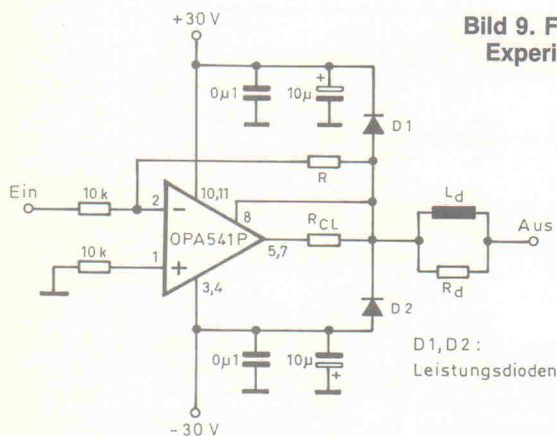
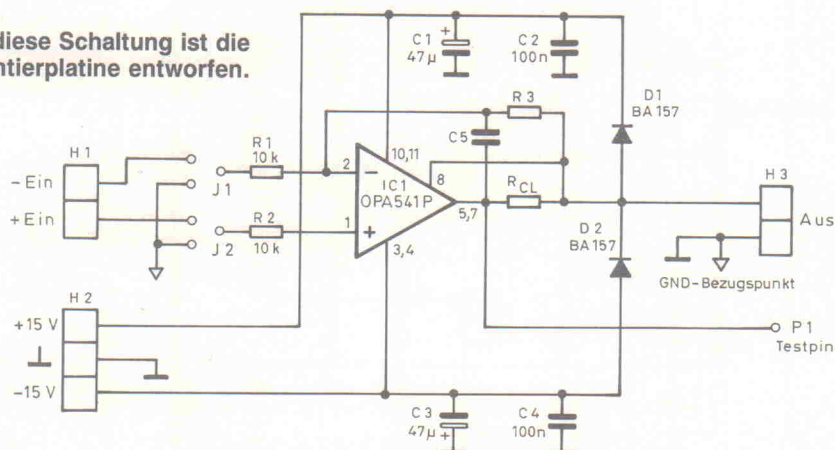
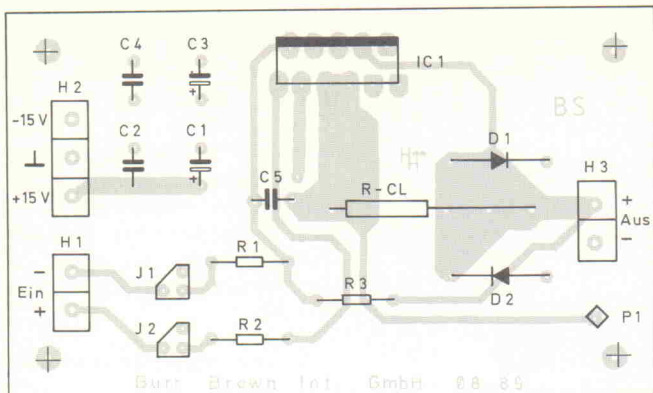


Bild 9. Für diese Schaltung ist die Experimentierplatte entworfen.





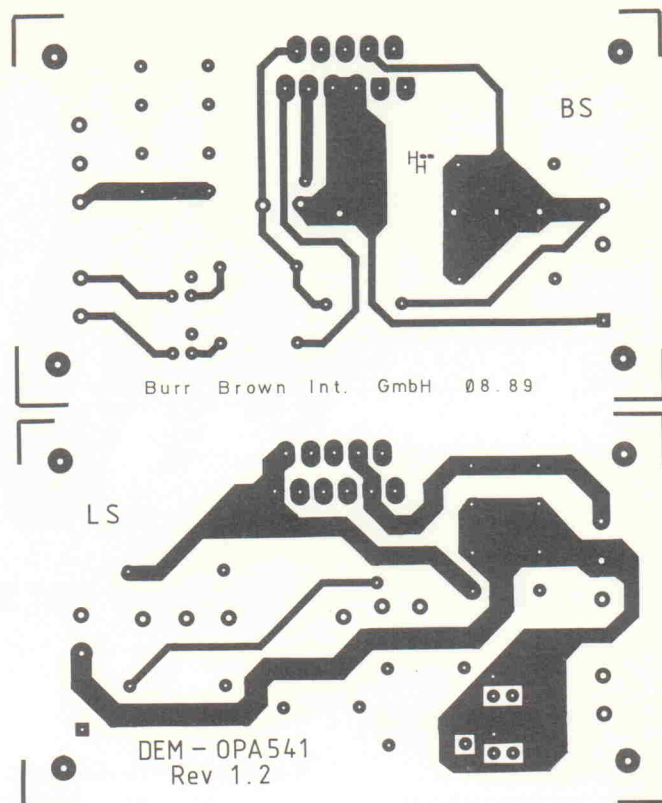
Strombegrenzung Schwingneigung zeigt. Vor allem bei großen Werten, entsprechend klein eingestelltem Kurzschlußstrom, ist auf eine induktionsarme Bauform (Schichtwiderstand) zu achten.

Über den Testpin läßt sich die Parallel-Schaltung zweier Verstärker gemäß Bild 4 realisieren.

Die restlichen Bilder zeigen die Layouts von Löt- und Bestückungsseite der Platine sowie den Bestückungsplan. Bei der Leiterführung wurde auf eine Trennung zwischen der

stromführenden Masse und dem Signal-Bezugspunkt geachtet, die bei den möglichen großen und steilflankigen Strömen des OPA 541 AP sehr wichtig ist. Selbst relativ breite Leiterbahnen können über die große Leerlaufverstärkung des OpAmps dynamische und statische Fehler verursachen.

Burr-Brown, Stuttgart, gibt den OPA 541 AP einzeln zu 39,50 D-Mark ab. Für die unbestückte Platine wird ein Preis von 18 D-Mark genannt. Beide Angaben verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer.



Bilder 11...13. Besonderheiten des Layouts und der Bestückung sind im Text angegeben.

P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit 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 und, 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
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	2,35	De-Voicer	065-425	7,75	Sweep-Generator — NT	037-552	8,30
MOSFET-PA Ansteuerung Analog	045-413/2	12,65	Lineares Ohmmeter	065-426	5,65	DNR-System	037-553	9,75
Hall-Digital I	055-418	36,65	Schnellader	075-432	10,25	Lautsprecher-Schutzschaltung	047-555	15,85
Ton-Burst-Generator (Satz)	055-419	17,65	Video Effektgerät Eingang	075-433/1	6,70	Widerstandsflöte	047-556	0,80
Hall-Digital II	065-422	49,05	Video Effektgerät AD/DA-Wandler	075-433/2	5,95	Digital-Sampler	047-557	32,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-423	6,35	Video Effektgerät Ausgang	075-433/3	13,55	Midi-Logik	047-559	15,50
Camping-Kühlschrank	065-424	13,40	Impuls-Metallidetektor	095-438	9,30	Midi-Anzeige	047-560	3,40
			Perpetuum Pendulum*	105-444	2,50	HF-Baukasten-Mutter	057-561	24,50
			Combo-Verstärker 1	016-458	7,45	-Netzteil	057-563	3,30
			Combo-Verstärker 2	026-462	11,10	HF-Baukasten — Mixer	067-569	3,30
			Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-464/2	6,00	Leistungsschaltwandler	067-570	5,00
			elSat 2 PLL/Video	026-465	20,65	Spannungsreferenz	077-573	4,00
			elSat 3 Ton-Decoder	036-470	8,70	Video-PLL	077-574	1,10
			elSat 3 Netzteil	036-471	7,20	Video-FM	077-575	2,30
			Combo-Verstärker 3/Netzteil	036-472	8,25	Wedding Piper	077-577	2,75
			elSat 4 LNA (Teflon)	046-477	9,90	Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	077-580	8,00
			Netzblitz	056-482	7,15	Remixer (Satz)	077-585	41,00
			elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-486	21,55	Testkopf-Verstärker	097-588	2,10
			Drehzahlsteller	076-495	3,60	Wechselschalter	097-589	2,50
			Spannungsreferenz	106-510	4,60	Mäuse-Klavier	097-590	31,50
			Schlagzeug — Mutter	106-511	40,00	Midi-Keyboar	107-594	15,00
			Impulsgenerator	116-520	18,70	Mini-Sampler	107-595	4,40
			Flurlichtautomat	116-522	3,90	µ-Pegelschreiber-NT	117-597	12,90
			Netzgerät 260 V/2 A	126-525	9,85	-Interface	117-598	29,40
			Multiboard	126-527	14,95	Impedanzwandler	117-601	0,85
			C-Meter — Hauptplatine	017-532	6,70	Sinusspannungswandler	127-604	9,95
			C-Meter — Quarz-Zeitbasis	017-534	1,65	MIDI-Interface für C 64 (ds.)	127-608	13,20
			Oszil-Speicher	027-544	13,80	Sprachausgabe für C 64	127-610	6,95
			Stereo-Simulator	027-547	4,80	Schrittmotorsteuerung	127-614	33,00
			Autopilot	037-548	3,75	— Verdrähtungsplatine	127-615	4,85
			Sweep-Generator — HP	037-551	14,50	Audio-Verstärker mit NT		

1/2 Preis

!!!! Solange Vorrat reicht !!!!

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung **nur gegen Vorauszahlung** erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,— für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 250 502 99)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 61 01 06, 3000 Hannover 61

Auskünfte nur von 9.00 bis 12.30 Uhr 05 11/53 72 95



Stör

Maßnahmen zur Entstörung von Schaltnetzteilen

Jürgen Beckmann

Getaktete Stromversorgungen, die aufgrund der hohen Schaltfrequenz entscheidende Vorteile bei Gewicht, Volumen und Wirkungsgrad besitzen, weisen gleichzeitig den Nachteil der Erzeugung verschiedener Störfrequenzen auf. Welche Entstörmaßnahmen Erfolg versprechen, wird in diesem Artikel aufgezeigt.

hauptsächlich Haushaltsgeräte und Heimwerkermaschinen. Für Geräte mit höheren Schaltfrequenzen gilt VDE 0871. Werden diese in Fernsehgeräte eingebaut, gilt zusätzlich VDE 0872. Daß derartige Bestimmungen und die Festlegung von Grenzwertklassen wichtige Gesichtspunkte sind, hat sich schon in der Geschichte gezeigt. So gibt es schon seit 1928 gesetzliche Bestimmungen zur Funkentstörung, die durch eine Begrenzung der abgestrahlten Störsignale die Übertragungswege und Empfangseinrichtungen schützen.

In den genannten VDE-Bestimmungen sind – ebenfalls abhängig von der Frequenz – die zulässigen Störspannungs- und Störstrahlpegel angegeben. Die Messungen erfolgen nach genormten Verfahren; dabei werden die Meßgeräte in VDE 0876 und die Verfahren in VDE 0877 festgelegt. In den Bestimmungen wird zwischen den Grenzwertklassen A, B und

C differenziert. Die Klassen A und C sind nicht allzu scharf, während die Grenzwertklasse B deutlich höhere Forderungen an die Entstörung der Schaltnetz-teile stellt. Das Einhalten der Grenzwertklasse B hat jedoch den Vorteil, daß für die betref-fenden Geräte, also auch für solche mit Schaltnetzteilen, eine 'Allgemeine Genehmigung' vom FTZ erteilt werden kann. Eine Einzelgenehmigung seitens der zuständigen Funk-störmeßstelle ist dann nicht mehr erforderlich.

Doch wo entstehen nun die Funkstörungen innerhalb der getakteten Wandler? Bild 1 und Bild 2 zeigen jeweils die Grundschaltung des Sperrwandlers und die des Durchflußwandlers. Die möglichen Störquellen beziehungsweise die entsprechenden Bauteile sind gestrichelt eingekreist. Zu den Störquellen des Sperrwandlers zählen:

- der Leistungsschalttransistor,
- der Netzgleichrichter,
- der Eingangskondensator,
- der Ausgangsgleichrichter,
- die Transistorschutzdiode,
- die Ansteuerschaltung.

Beim Einsatz von MOSFETs als Schalttransistor (vergleiche auch Elrad 9/88) kann die Schutzdiode in den meisten Anwendungsfällen entfallen. Damit ist bereits ein wichtiges Störglied eliminiert. Mit einer potentialfreien Ansteuerung des Schalttransistors gehen von der Ansteuerschaltung keine nennenswerten Funkstörungen aus. Beim Durchflußwandler kommen als zusätzliche Störquellen noch die Freilaufdiode im Ausgangskreis sowie die Entmagnetisierungsdiode an der zweiten Primärwicklung (Entmagnetisierungswicklung) hinzu. In der Gegentaktschaltung entfällt die Entmagnetisierungsdiode, so daß hier theoretisch mit einem geringfügig besseren

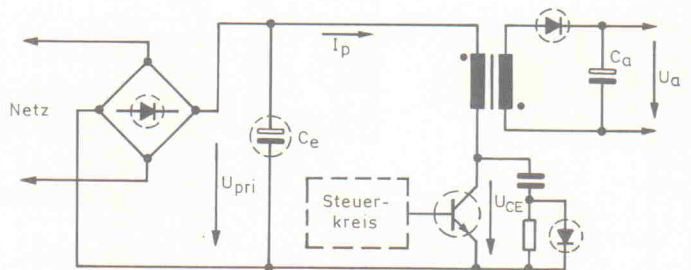


Bild 1. Grundsaltung eines Sperrwandlers mit gestrichelt umkreisten Störquellen.

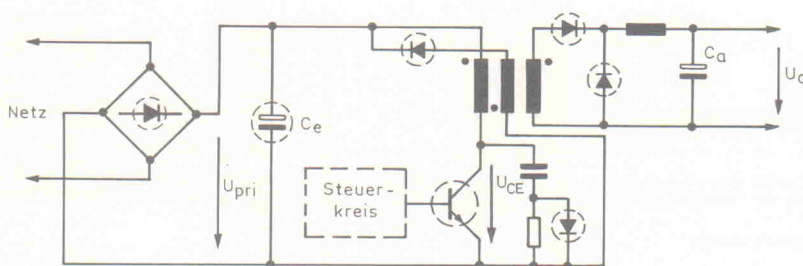


Bild 2. Grundsaltung eines Durchflußwandlers. Auch hier sind mögliche Störquellen gestrichelt umkreist.

Mit dem Fortschritt auf dem Gebiet der Volumeneinsparung durch Erhöhen der Arbeitsfrequenz steigen auch die Probleme der Funkentstörung geschalteter Netzteile. Die VDE-Bestimmungen, denen diese Geräte entsprechen müssen, richten sich nach der verwendeten Schaltfrequenz. VDE 0875 gilt für Geräte, die mit Nennfrequenzen unterhalb von 10 kHz betrieben werden. Diese Bestimmung erfaßt

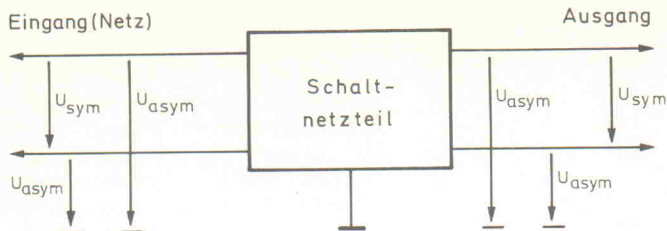


Bild 3. Symmetrische und asymmetrische Störspannungen an einem Schaltnetzteil.

Verhalten bezüglich der Funkstörung – im Gegensatz zum Eintaktwandler – zu rechnen ist.

Die entstehenden Funkstörungen werden zunächst grundsätzlich zwischen Störspannungen, die an den Geräteklemmen auftreten, und elektromagnetischer Störstrahlung unterschieden. Zur letztgenannten Kategorie zählt auch die rein magnetische Abstrahlung, die von den Feldern der Drosseln und Übertrager im Schaltnetzteil ausgeht. Derartige Strahlung kann zum Beispiel die Wiedergabe von Monitorröhren oder – durch Einstrahlen in die Magnetköpfe – die Datenspeicherung in Floppy-Disk-Geräten oder auch in Festplattenlaufwerken deutlich stören.

Im Frequenzbereich bis etwa 30 MHz spielen Leitungen die wichtigere Rolle, da hier die Wellenlänge noch groß gegenüber den Geräteabmessungen ist und die Abstrahlung somit gering bleibt. Unterhalb von 1 MHz ist eine elektromagnetische Abstrahlung kaum nachweisbar, darüber hinaus steigt sie jedoch mit zunehmender Meßfrequenz deutlich an.

Hinsichtlich der an den Geräteklemmen auftretenden Störspannungen unterscheidet man zwischen der Störspannung, die am Netzteileingang (U_{pri} ; häufig 220 V) gemessen wird, und solcher, die am Ausgang (U_a ; häufig Niederspannung) gemessen wird. Hier wird wiederum zwischen symmetrischer und asymmetrischer Störspannung unterschieden.

In der Literatur wird die symmetrische Störspannung auch vielfach als Gegentaktstörung – englisch: *differential mode* – bezeichnet, die asymmetrische Störspannung als Gleichtaktstörung (*common mode*).

Bei symmetrischen Störspannungen fließt der Störstrom nur auf den Netzleitungen (Eingang

und Ausgang), und zwar auf beiden Adern in entgegengesetzter Richtung. Da die Leitungsdämpfung mit zunehmender Frequenz steigt, treten diese Störungen vornehmlich im Frequenzbereich unter 1 MHz auf. Bei asymmetrischen Störspannungen fließt der Störstrom auf beiden Netzleitungen parallel in gleicher Richtung und auf dem Schutzleiter in Gegenrichtung. Entsprechend entstehen auch die asymmetrischen und symmetrischen Störspannungen. Die genannten Spannungsverhältnisse verdeutlicht Bild 3.

Hauptursache für die symmetrischen Störungen ist der Elektrolytkondensator C_e am Wandleringang in den Bildern 1 und 2. In beiden Wandlertypen wird der Eingangsstrom dem Eingangsladekondensator entnommen. Derartige Kondensatoren können aufgrund ihrer realen Beschaffenheit – wegen des Vorhandenseins eines ohmschen Widerstands sowohl des Elektrolyten als auch der Zuleitungen sowie wegen des Blindwiderstands der Kondensatorwickel und auch der Zuleitungen – ihre gespeicherte Energie nur innerhalb einer bestimmten Zeit abgeben, und dann auch nicht restlos.

Dadurch entsteht während der Stromentnahme aus dem Kondensator durch den Wandler (Schalttransistor) an den eben aufgeführten Widerständen ein Spannungsabfall. Der ohmsche Widerstand überwiegt aber gegenüber dem Blindwiderstand, was zur Folge hat, daß der Spannungsabfall am Eingangskondensator ein Abbild des Stromverlaufs im Wandlertrafo ist. Für die entstehenden hochfrequenten Störungen ist der Netzzinnenwiderstand relativ groß, so daß das über den Netzgleichrichter angeschlossene Netz diese Störspannungen nicht unterdrücken kann. Dadurch können sich die auftretenden Störspannungen nahezu ungehindert über den Netzleiter ausbreiten und somit andere

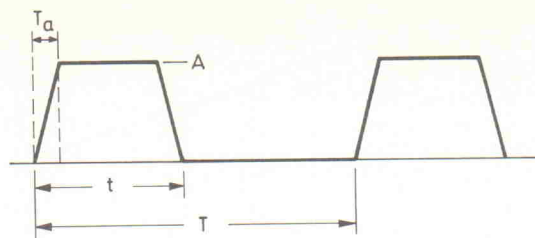


Bild 4. Impulsverlauf am Leistungsübertrager.

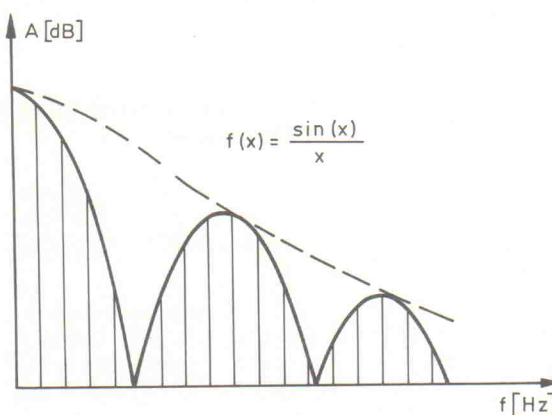


Bild 5. Spektrum der erzeugten Störsignale.

Geräte deutlich stören. Diese Überlegungen gelten selbstverständlich auch für den Netzteileingang. Allgemein bestimmt die symmetrische Störspannungskomponente im nicht entstörten Wandler die Höhe und den Verlauf der Störspannung für Störfrequenzen bis 1 MHz.

An dieser Stelle sind nun ein paar Überlegungen bezüglich der Kurvenform des Schaltstroms und der Harmonischen angebracht. Das Schalten einer Gleichspannung mit Leistungstransistoren führt zu Rechteckimpulsen, deren allgemeingültige Form – mit deutlich dargestellten Anstiegs- und Abfallflanken – in Bild 4 skizziert ist. Durch eine Fourieranalyse erhält man das in Bild 5 wiedergegebene Linienspektrum. Die Hüllkurve der einzelnen Spektren verläuft nach der Funktion $f(x) = \sin(x)/x$.

In einem Schaltnetzteil wird die Ausgangsspannung über die Pulsweitenmodulation geregelt. Dies bedeutet, daß das Impulspausen-Verhältnis von der angeschlossenen Last abhängig ist. Aus diesem Grund liegt die Lage der Minima und Maxima im Spektrum nicht fest. Es interessiert demnach nur die Einhüllende aller möglichen Spektrallinien. Diese ist in Bild 5 gestrichelt eingezeichnet. Um einen weiten Frequenzbereich abzudecken, ist es sinnvoll,

eine logarithmische Darstellung zu wählen. Trägt man nun die Einhüllende in logarithmischer Form auf, so zeigt sich, daß diese bis zu einer Frequenz f_g mit 20 dB pro Dekade abfällt.

Da in der Praxis aber keine idealen Rechteckimpulse vorkommen, vor allem aber die Anstiegs- und Abfallzeiten endlich sind, fällt die logarithmisch aufgetragene Einhüllende ab der Frequenz

$$f_g = \frac{1}{\pi \cdot T_a}$$

mit einer Steilheit von 40 dB pro Dekade ab.

Die Zeit T_a ist dabei die Anstiegszeit des Schaltimpulses am Leistungsübertrager. Diese Größe ist als diejenige Zeit definiert, die die Anstiegsflanke eines Impulses benötigt, um von 10 % auf 90 % der maximalen Amplitude A zu steigen (Bild 4). Schalten die Transistoren sehr schnell, so nimmt die Frequenz f_g höhere Werte an, so daß das Störspektrum deutlich breiter ausfällt. Bild 6 zeigt, wie das Störspektrum eines nicht entstörten Schaltnetzteils im logarithmischen Maßstab aussieht.

Diese Überlegungen setzen selbstverständlich auch einen rechteckförmigen Stromverlauf

von I_p (Bild 1 und Bild 2) voraus. Im Durchflußwandler ist das auch der Fall. Beim Sperrwandler hingegen verläuft der Eingangsstrom I_p dreieckförmig. Die Amplituden der Harmonischen eines dreieckförmigen Kurvenverlaufs fallen aber im Gegensatz zum rechteckförmigen Verlauf mit 40 dB pro Dekade ab. Bis zur Frequenz f_g – bei einem dreieckförmigen Verlauf existiert ja keine explizite Anstiegszeit – ist ein Sperrwandler hinsichtlich der Funkentstörung demnach einfacher zu beherrschen als ein Durchflußwandler.

Doch nun zu den asymmetrischen Störspannungen: Durch das Zerhacken hoher Spannungen zu Rechteckimpulsen treten an einigen Stellen im Gerät Potentialsprünge auf. Diese führen zu Ausgleichsströmen, die über den Schutzleiter ins Netz abfließen. Sowohl der daraus resultierende asymmetrische Störstrom als auch die asymmetrische Störspannung steigen bei gleichbleibender Wandleringangsspannung U_{pri} mit wachsender Meßfrequenz. Hier wird deutlich, daß sich die Entstörmaßnahmen vor allem auf den hochfrequenten, asymmetrischen Störstrom konzentrieren müssen.

Sowohl zur Unterdrückung der symmetrischen als auch der asymmetrischen Störkomponente müssen zusätzliche Maßnahmen zur Entstörung getroffen werden. Diese Maßnahmen sind nicht nur am Netzeingang, sondern auch am -ausgang vorzunehmen. Der Aufwand richtet sich nach den VDE-Grenzwertklassen und nach der zu erreichenden Entstörwirkung.

Einige Maßnahmen wie beispielsweise

- das Verkleinern der Spannungsamplitude A (Bild 4)
- das Erhöhen der Anstiegszeit des Schalttransistors
- das Reduzieren der Taktfrequenz

scheiden jedoch praktisch aus, da diese das Prinzip und die Vorteile der Schaltung in Frage stellen. Falls MOSFETs verwendet werden, kann es sich bei sorgfältiger Beobachtung der Verlustleistung als vorteilhaft erweisen, die Schaltflanken etwas flacher zu wählen (Elrad 9/89). Es bleiben dem Anwender aber dennoch eine Reihe

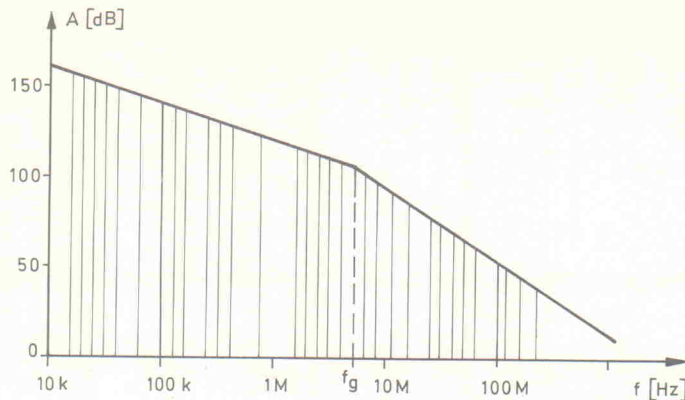


Bild 6. Logarithmische Darstellung der Spektrallinien und der Einhüllenden.

von wirkungsvollen Möglichkeiten, um die gesetzten Forderungen an die Entstörung zu erreichen.

Zunächst folgen nun die Entstörmaßnahmen am Wandler Eingang: Um den erforderlichen Entstöraufwand schon von vornherein in Grenzen zu halten, ist es grundsätzlich zweckmäßig, den ohnehin benötigten Elektrolytkondensator C_e (Bild 1 und Bild 2) gemäß Bild 7 zu einem Pi-Glied zu erweitern. Dazu wird die Kapazität C_e in zwei Kondensatoren mit jeweils halber Kapazität geteilt und mit einer Drossel kombiniert. Für die Induktivität reichen häufig schon ein paar Windungen auf einem Stab- oder Ringkern, um eine wirkungsvolle Vorentstörung der Grundwelle sowie der 1. bis 5. Harmonischen zu erreichen. Die Drosseln sorgen ebenfalls dafür, daß beim Einschalten des Gerätes der durch den Kondensator C_e hervorgerufene Lade-

strom keine zu großen Werte annimmt.

Die asymmetrische Störkomponente wird am besten durch eine stromkompensierte Drossel unterdrückt. In der in Bild 8 gezeigten Grundentstör-schaltung übernimmt die Drossel L_1 diese Funktion. Hierbei sind auf einem gemeinsamen Ferritkern zwei Wicklungen mit exakt gleicher Windungszahl angebracht, die vom Eingangsstrom I_p des Wandlers so durchflossen werden, daß sich das erzeugte Magnetfeld aufhebt. Eine derartige Anordnung zeigt Bild 9.

Der vom Eingangsstrom erzeugte magnetische Fluß verläuft in der Drossel nur zu einem geringen Teil im Kern; der weitaus größere Teil verläuft in der Luft als Streufluß. Diese Tatsache hat den Vorteil, daß man mit Kernen ohne Luft-

spalt auskommt, da Sättigungserscheinungen und ein dadurch bedingter Induktivitätsabfall aufgrund des Streuflusses nicht zu erwarten sind. Kerne ohne Luftspalt haben aber schon bei recht kleinen Bauformen sehr große A_L -Werte, so daß sich relativ große Induktivitäten erzielen lassen. Um einen weiten Frequenzbereich möglichst gut zu bedämpfen, muß eine Kernform mit möglichst breitbandigem Scheinwiderstandsverlauf verwendet werden, möglichst also ein Ringkern.

Neben der stromkompensierten Drossel ist auch die Verwendung einer Erdleiterdrossel L_{er} in vielen Fällen ausreichend, beziehungsweise wird durch die Kombination beider Varianten eine hohe Entstörung der asymmetrischen Komponente erreicht. Wie die Bezeichnung schon vermuten läßt, wird bei einer Erdleiterdrossel entsprechend Bild 10 der netzseitige Schutzleiter über eine Induktivität an das Gehäuse des Schaltnetz-teils gelegt. Um diese Maßnahme wirksam zu halten, muß sichergestellt sein, daß durch eine weitere Erdung diese Drossel nicht überbrückt wird.

Mit derartigen stromkompensierten Drosseln beziehungsweise Erdleiterdrosseln ist eine Bedämpfung der asymmetrischen Komponente im allgemeinen gut zu erreichen; die symmetrische Komponente wird hiermit aber nicht gedämpft. Die Drossel muß hierzu durch einige Kondensatoren ergänzt werden. In Bild 8 sind

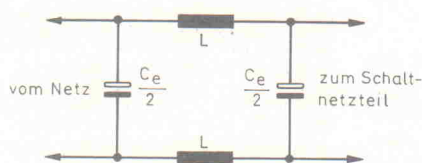


Bild 7. Schaltung zur Vorentstörung sowohl für den Durchfluß- als auch für den Sperrwandler.

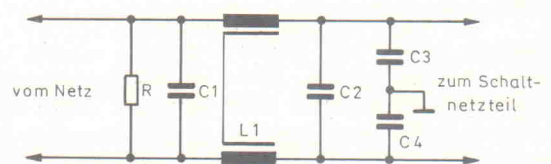


Bild 8. Grundentstör-schaltung für die Primärseite eines Schaltnetz-teils.

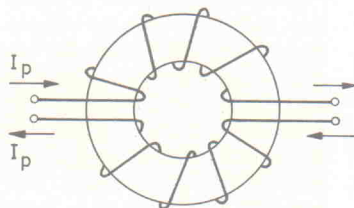


Bild 9. Prinzipieller Aufbau einer stromkompensierten Drossel.

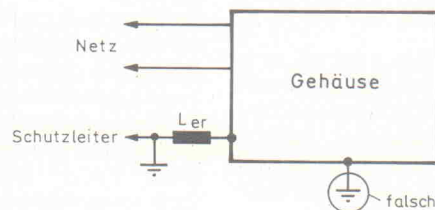


Bild 10. Einbau einer Erdleiterdrossel. Eine zusätzliche Erdung des Gehäuses darf dabei nicht erfolgen.

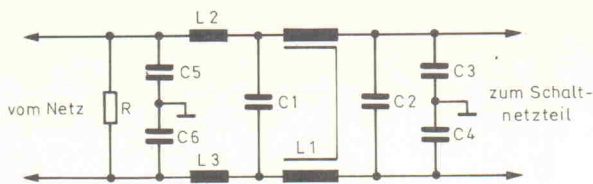


Bild 11. Erweiterte Grundentstörschaltung, günstig bei Arbeitsfrequenzen von mehr als 50 kHz.

es die Kondensatoren C1...C4. Man bezeichnet dabei die Kondensatoren zwischen den Leitern und dem Schutzleiter beziehungsweise dem Gehäuse als Y-Kondensatoren, die zwischen den Leitern selbst als X-Kondensatoren.

Bei der Dimensionierung dieser Kondensatoren ist besonders auf die Größe der Y-Kondensatoren zu achten. Um bei einer möglichen Unterbrechung des Schutzleiters keine Personengefährdung entstehen zu lassen, ist der mögliche Ableitstrom – also der durch die Y-Kondensatoren fließende Blindstrom – je nach Schutzklasse begrenzt. Die maximale Größe dieser Kondensatoren ist den Bestimmungen VDE 0875 und VDE 0565/Teil 1 zu entnehmen. Diese Bestimmungen differenzieren erstens zwischen ortsfesten und ortsveränderlichen Geräten, zweitens zwischen Geräten mit einem Kunststoff- und einem Metallgehäuse.

In ortsveränderlichen Geräten der Schutzklasse 1, bei denen der Schutzleiter mit dem Außengehäuse verbunden ist, darf zwischen Netzleitung und Schutzterde (Masse) je ein Kondensator mit einer maximalen Kapazität von 2,5 nF liegen.

Handelt es sich um Geräte, bei denen der Schutzleiter nicht mit dem Außengehäuse verbunden ist – zum Beispiel in einem Kunststoffgehäuse –, so darf zwischen jedem Netzleiter und dem Außenleiter die Kapazität auf maximal 35 nF erhöht werden. Das bedeutet aber nicht, daß es grundsätzlich besser ist, ein Schaltnetzteil beziehungsweise das damit betriebene Gerät in ein Kunststoffgehäuse einzubauen, denn eine gute Schirmung – ein Metallgehäuse weist eine solche zumeist auf – ist im allgemeinen eine sichere Entstörmaßnahme.

In ortsfesten Geräten kann nach den VDE-Bestimmungen die Kapazität zwischen einem Netzleiter und dem Außenleiter

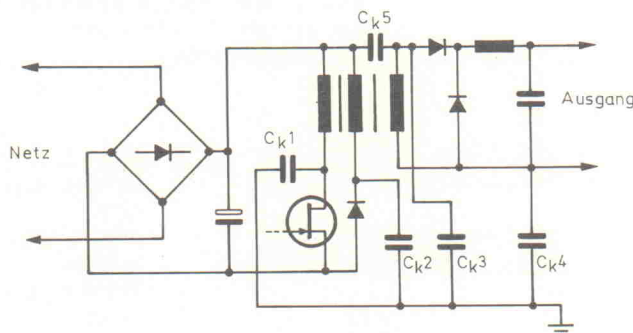


Bild 13. Auftretende Koppelkapazitäten am Beispiel eines Eintakt-Durchflußwandlers.

in jedem Fall – also auch bei Verwendung eines Metallgehäuses – bis zu 35 nF betragen. Die genannten Richtlinien beziehen sich auf 220-V-Netze mit einer Frequenz von 50 Hz.

Die Kapazität der X-Kondensatoren ist nicht begrenzt. Diese können ohne weiteres einige µF groß sein und sollten dies auch, da sie vornehmlich zur Unterdrückung der symmetrischen Störkomponente beitragen. Der Widerstand R in Bild 8 dient lediglich als Entladewiderstand. Geräte mit derartigen Schaltungen sind im Handel als komplette Netzfilter erhältlich. Für die Dimensionierung der Bauteile sind folgende Werte üblich:

C1,C2: 0,1 µF...2 µF

C3,C4: 2200 pF...35 nF
(VDE-Bestimmungen)

L1,L2: 0,5 mH...50 mH

Die jeweils optimalen Werte lassen sich nur experimentell ermitteln, da der gesamte Schaltungsaufbau und die Leitungsführung einen entscheidenden Einfluß auf die Entstörmaßnahmen haben. In jedem Fall empfiehlt sich die Abschirmung des Filters, insbesondere dann, wenn es zusammen mit dem Wandler im gleichen Gehäuse untergebracht ist. Auch wegen des hohen Streuflusses der stromkompensierten Drossel L1 ist eine Abschirmung notwendig, die unbedingt großflächig mit der Masse beziehungsweise mit

dem Gehäuse verbunden werden sollte. Beim Kauf eines derartigen Fertigfilters ist unbedingt auf eine Abschirmung zu achten. Ausführungen, die nicht im Metallgehäuse untergebracht sind, sollten bei hohen Entstörungs-Anforderungen gemieden werden.

Die einfache Grundentstörschaltung in Bild 8 kann gemäß Bild 11 erweitert werden. Diese Maßnahme ist besonders für Schaltnetzteile mit Arbeitsfrequenzen über 50 kHz vorteilhaft. Auch Netzfilter mit einem Schaltungsaufbau gemäß Bild 11 sind komplett aufgebaut im Handel erhältlich. In dieser Variante wurden zur Unterdrückung der asymmetrischen Komponente die Kondensatoren C5 und C6 hinzugefügt, deren Wirkung durch die Drosseln L2 und L3 noch unterstützt wird. Die Kondensatoren C5 und C6 haben einen Wert von etwa 2,2 nF, die Induktivitäten L2 und L3 zirka 0,1 mH...5 mH. Wird eine Vor-entstörung entsprechend Bild 7 durchgeführt, so können zusätzliche Drosseln entfallen.

Während die symmetrischen Störungen hauptsächlich vom Eingangselko herrühren, lassen sich bei den asymmetrischen Störungen schon durch einen günstigen Schaltungsaufbau wesentliche Verbesserungen erzielen. An erster Stelle ist der Aufbau des Leistungsteils zu nennen. Hier zahlen sich eine gute Leitungsführung beziehungsweise eine überlegte Lay-

out-Gestaltung immer aus.

Die Masseflächen der Ansteuerung und des Leistungsteils sind auf dem Layout zu trennen und nur an einer Stelle – möglichst am Netzteileingang – zusammengefaßt. Für den Fall einer potentialfreien Ansteuerung löst sich dieses Problem von selbst. Ebenfalls ist es von Fall zu Fall durchaus sinnvoll, eine doppelseitige Printplatte zu benutzen und die Kupferfläche auf der Bauteilseite als Abschirmung einzusetzen.

Daneben müssen die Flächen der im Layout aufgespannten Leiterschleifen möglichst klein bleiben, da das magnetische Störfeld nicht nur von der Höhe des Störstroms, sondern auch von der Fläche der stromdurchflossenen Leiterschleife abhängig ist. Umwege im Layout sind zu vermeiden; in Bild 12 wird unter a) eine ungünstige, unter b) eine wesentlich bessere Leiterbahnführung gezeigt. Nicht befestigte Leitungen sind zu verdrillen.

Die magnetische Feldstärke eines stromdurchflossenen Leiters nimmt in radialer Richtung r gemäß

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

ab. Um die magnetische Kopplung zu senken, müssen der entstörte und der nicht entstörte Leiter einen genügend großen Abstand voneinander aufweisen.

Neben der Layout-Gestaltung haben die Koppelkapazitäten einen nicht unwesentlichen Einfluß; allgemein gilt es, diese unerwünschten Kapazitäten möglichst klein zu halten. Bild 13 zeigt die auftretenden Koppelkapazitäten Ck1 bis Ck5 am Beispiel des Durchflußwandlers, der hier mit einem Leistungs-MOSFET arbeitet. Bei gleicher Taktfrequenz spielt es für die Höhe dieser Koppelkapazität keine Rolle, ob ein Leistungs-MOSFET oder aber ein Bipolartransistor zum Einsatz kommt.

Ck1 ist die Koppelkapazität zwischen dem Kollektor des Leistungsschalttransistors (Drain-Anschluß beim MOSFET), der Anschlußleitung und dem Gehäuse. Die Größe dieser Kapazität ist eine Funktion der Dielektrizitätskonstanten und

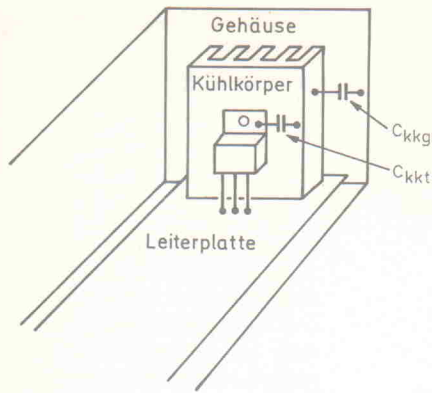


Bild 14.
Zusätzliche
Koppel-
kapazitäten
beim Einbau
des
Leistungs-
schalters.

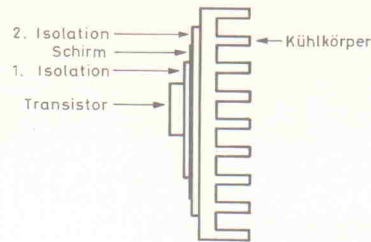


Bild 15. Montagezeichnung für
den korrekten Aufbau des
Leistungsschalters.

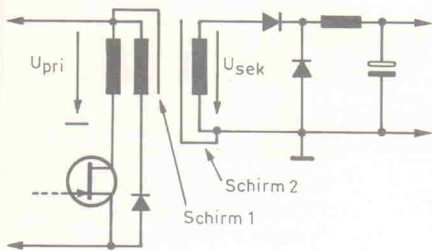


Bild 16. Schirmwicklungen
auf dem Leistungsübertrager
eines Durchflußwandlers.

des Quotienten aus der Fläche
zum Abstand.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

Zum Herabsetzen des Wertes dieser Koppelkapazität sind folgende Maßnahmen durchzuführen: Die Leitung zwischen dem Kollektor- beziehungsweise dem Drain-Anschluß und der Primärwicklung des Leistungsübertragers ist so kurz wie möglich zu halten. Das Kollektor- beziehungsweise Drain-Potential liegt bei derartigen Transistoren direkt am Gehäuse. Wird der Transistor zur Wärmeabfuhr auf einen Kühlkörper montiert, so entstehen zwei weitere Koppelkapazitäten: die Kapazität zwischen Transistor und Kühlkörper C_{kkt} sowie eine Kapazität zwischen Kühlkörper und Gehäuse C_{kkg} (Bild 14). Beide sind in Bild 13 in der Kapazität C_{k1} zusammengefaßt. Um den Wert dieser Kapazität möglichst klein zu halten, wird der Transistor in jedem Fall – auch wenn es ansonsten nicht nötig wäre – isoliert auf dem Kühlkörper befestigt und zusätzlich mit einer Schirmung versehen. Eine detaillierte Montagezeichnung zeigt Bild 15. Die Schirmung wird auf das primärseitige Massepotential gelegt, der Kühlkörper wird nach Möglichkeit geerdet. Durch diese Maßnahme wird die Koppelkapazität auf Werte

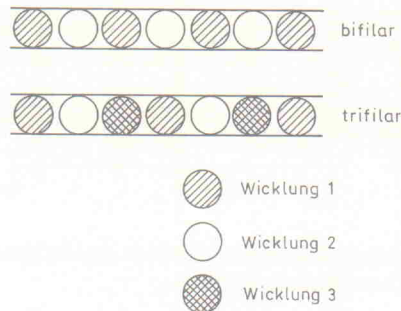


Bild 17.
Schema für
eine
bifilare und
trifilare
Wicklungs-
anordnung.

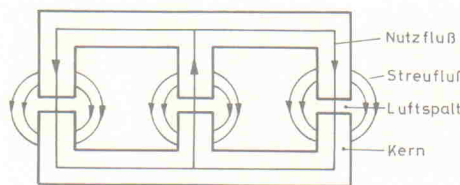


Bild 18.
Schematisierter
Verlauf des
Streu- und
Nutzflusses in
einem E-Kern mit
Luftspalt.

von 10 pF...150 pF begrenzt.

Die Kapazität C_{k2} wird durch die Entmagnetisierungsdioden hervorgerufen. Da diese Dioden keinen hohen Strom führen muß, ist für sie kein Kühlkörper erforderlich. Um die Kapazität möglichst klein zu halten, muß die Verbindungsleitung zwischen dieser Diode und dem Übertrager sowie nach Masse so kurz wie möglich gehalten werden.

Analog zur primärseitigen Kapazität C_{k1} existiert auf der Sekundärseite die Koppelkapazität C_{k3} . Auch die ausgangseitigen Gleichrichterdioden sollten isoliert auf den Kühlkörper montiert werden. Teilweise ist es jedoch ungünstig, diese Dioden isoliert aufzubauen, besonders dann, wenn zur Stromerhöhung mehrere Dioden parallelgeschaltet werden, da bei den meisten Typen die Kathode am Gehäuse beziehungsweise am Metallboden liegt. Durch eine Isolierung würde die großflächige Verbindung über den Kühlkörper entfallen, die ja für den Durchflußwandler (Bild 2) erwünscht ist. Bei kleinen Ausgangsspannungen kann

eventuell auf eine isolierte Montage verzichtet werden. Diese Aussage läßt sich aber nicht verallgemeinern, sondern muß im Einzelfall kritisch überprüft werden.

Die Kapazität C_{k4} stellt die Kapazität einer angeschlossenen Last zum Erdpotential dar. Sie hängt in starkem Maße von der räumlichen Ausdehnung der Last ab und läßt sich demnach sehr schlecht allgemein beurteilen. Da diese Kapazität besonders im oberen Frequenzbereich der Störspannungen Kopplungen auf die Netzseite ausüben kann, ist dieser Kapazität in einigen Fällen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Eine Herabsetzung ist vorwiegend durch konstruktive Maßnahmen zu erreichen.

Ebenfalls nicht zu vernachlässigen ist die Koppelkapazität C_{k5} . Es handelt sich hierbei um die Wicklungskapazität zwischen der Primär- und Sekundärwicklung des Leistungsübertragers. Um den Wert dieser Kapazität möglichst klein zu halten, werden auf dem Übertrager zwei getrennte Schirmwicklungen zwischen der

Primär- und der Sekundärwicklung angebracht. Eine derartige Anordnung zeigt Bild 16. Der durch die Potentialsprünge verursachte Störstrom wird somit über die Schirmung kurzgeschlossen.

Bei der erwähnten Schirmwicklung handelt es sich um eine Metallfolie – häufig eine Kupferfolie –, die so breit wie das Wickelfenster des Übertragers ist. Es ist in jedem Fall zu beachten, daß die Schirmwicklung auf keinen Fall geschlossen sein darf, da anderenfalls ein Kurzschluß entsteht. Die Schirmfolien werden mit den Potentialen der ihnen naheliegenden Wicklungen verbunden; eine der Schirmwicklungen wird also an U_{pri} angeschlossen, die andere an die ausgangsseitige Masse.

Ist die Spannung U_{pri} deutlich höher als die Spannung U_{sek} , so reicht eventuell auch eine einzige Schirmwicklung aus. In diesem Fall ist es unwesentlich, welche Wicklung realisiert wird und welche entfällt. Für einen Eintaktdurchflußwandler ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Primär- und Entmagnetisierungswicklung zusammen unter einer Schirmfolie liegen sollten, da zwischen diesen Wicklungen eine besonders gute Kopplung erforderlich ist. Eine Kopplung zwischen mehreren Wicklungen kann auch durch eine bifilare oder trifilare Wicklungsanordnung gesteigert werden. Bei der bifilaren Wicklungsanordnung folgt innerhalb einer Lage der Draht der Wicklung 1 dem der Wicklung 2 und so weiter. Entsprechend erfolgt der Aufbau einer trifilaren Wicklung. In Bild 17 wird diese Wickeltechnik verdeutlicht.

Da eine Schirmwicklung jedoch immer die Kopplung zwischen Primär- und Sekundärwicklung herabsetzt, weist dieses Schirmungsverfahren den gravierenden Nachteil auf, daß die Streuinduktivität ansteigt. Trotz sorgfältiger Durchführung der Abschirmung treten zusätzliche Wirbelstromverluste auf, die den Wirkungsgrad senken und die Wärmeentwicklung im Trafo heraufsetzen. Aus diesem Grund sollte der Einsatz einer Schirmwicklung sorgfältig gegenüber den Anforderungen an die Entstörung abgewogen werden; stets sollte überprüft werden, ob die Koppelkapazität C_{k5} überhaupt

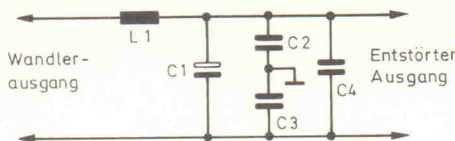


Bild 19. Entstörschaltung für den Ausgang eines Wandler.

einen erheblichen Einfluß auf die Gesamtstörung hat. Ist dies der Fall und können die aufgeführten Nachteile nicht in Kauf genommen werden, so führt eine Abschirmung des gesamten Netzteils unter Einsatz einer Entstörschaltung für den Ein- und Ausgang des Netzteils immer zum Erfolg.

Andererseits können starke magnetische Störfelder vom zwingend erforderlichen Luftspalt sowohl des Übertragers (Sperrwandler) als auch der Ausgangsinduktivität (Durchflußwandler) ausgehen. Bild 18 zeigt beispielhaft den Streu- und Nutzfluß eines E-Kerns mit Luftspalt in allen drei dargestellten Schenkeln. Wie zu sehen ist, tritt an den Unterbrechungen des ferromagnetischen Materials ein deutlicher Streufluß auf, der entsprechende Störfelder zur Folge hat. Aus diesem Grund sollte ein Luftspalt nur im Mittelschenkel realisiert werden, da hier die Primär- und Sekundärwicklung als Abschirmung dienen. Die von der Industrie gefertigten Kerne haben einen derartigen Luftspalt ausschließlich im Mittelschenkel (zum Beispiel E-, EC- und ETD-Kerne). Die zuweilen praktizierte Realisierung eines Luftspalts bei Verwendung eines Kernsatzes ohne Luftspalteinlage durch Hinzufügen eines Kunststoff-Plättchens als Abstandshalter zwischen den Trafoschenkeln ist zwar technisch möglich, für eine gute Funkentstörung aber nicht zu empfehlen.

Während die Grundentstörschaltungen für den Eingang (Bild 8 und Bild 11) recht aufwendig sind, reichen auf der Ausgangsseite einfachere Maßnahmen zur Entstörung aus. Der erforderliche Aufwand hängt in hohem Maße davon ab, wie das Schaltnetzteil mit der nachfolgenden Schaltung zusammengebaut ist. Sind beide Baugruppen wie beispielsweise in Computergeräten zu einer Einheit zusammengefaßt, so ist der Aufwand gering – günstigstenfalls können sämt-

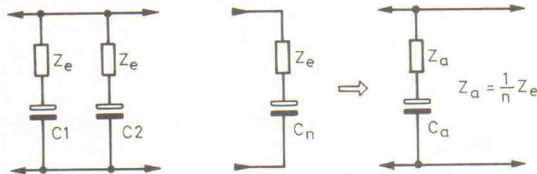


Bild 21. Ein geringer Scheinwiderstand Z wird durch das Parallelschalten mehrerer kleiner Kondensatoren erreicht.

liche Entstörmaßnahmen am Wandlerausgang entfallen.

Führen hingegen ungeschirmte Leitungen mit nennenswerter Länge vom Schaltnetzteil zum Verbraucher, so sind am Wandlerausgang Entstörmaßnahmen erforderlich. Allgemein sind diese jedoch wesentlich leichter durchzuführen als auf der Netzseite. Insbesondere unterliegen die maximalen Werte der Y-Kondensatoren keinerlei Beschränkung hinsichtlich der VDE-Bestimmungen. Hier sind somit wesentlich größere Werte einsetzbar.

Die Störspannung am Ausgang eines Durchflußwandlers (Bild 2) ist von Natur aus relativ klein, denn die Ausgangsinduktivität (Speicherdrossel) flacht den Stromanstieg stark ab. Zusätzlich ist auch noch der Ladekondensator C_a nachgeschaltet, der für die Störfrequenzen eine geringe Impedanz aufweist. Da beim Sperrwandler auf der Ausgangsseite nicht nur hohe Wechselstromanteile mit Betriebsfrequenz, sondern auch Oberwellenströme fließen, ist an dieser Stelle etwas mehr Aufwand zu treiben. Ganz besonders wichtig ist sowohl beim Sperrwandler als auch beim Durchflußwandler ein 'schaltfester' Ausgangskondensator. Bei Verwendung eines schaltfesten Ausgangskondensators reicht als ausgangsseitige Entstörmaßnahme der Einbau eines Filters entsprechend Bild 19.

Der L1/C1-Tiefpaß dient zur Nachsiebung und vermindert zusätzlich die Brummspannung am Netzteilaustritt. Beim



Bild 20. Ersatzschaltung eines Elektrolytkondensators für hohe Frequenzen.

Durchflußwandler (Bild 2) trägt er nur unwesentlich zur Entstörung bei. Beim Sperrwandler hingegen ist dieser Tiefpaß in jedem Fall zu empfehlen, da hierdurch die hohen Wechselstromanteile deutlich abgeschwächt werden.

Der Wert des Kondensators C1 liegt in der Größenordnung von einigen 1000 µF, während für die Drossel L1 ein Wert von 1 mH...2 mH ausreichend ist. Wie bereits erwähnt, können die Y-Kondensatoren am Ausgang höhere Werte aufweisen. Für die Kapazitäten gelten folgende Richtwerte:

C4: 0,47 µF...6,8 µF
C2,C3: 2,2 nF...6,8 µF

Auch hier sind die optimalen Werte experimentell zu ermitteln.

An dieser Stelle noch einige Ausführungen bezüglich der Beschaffenheit des Ausgangselkos und der Entstörkondensatoren: der Ausdruck 'schaltfester Elko' besagt, daß der Kondensator auch für hochfrequente Wechselströme geeignet sein soll. Bild 20 zeigt das Ersatzschaltbild eines Elektrolytkondensators für hohe Frequenzen. Neben der eigentlichen Kapazität C des Kondensators müssen bei hohen Frequenzen noch die Komponenten R_{esr} und L_{esl} berücksichtigt werden. Häufig werden diese Komponenten auch nur mit ESR (equivalent series resistance) und ESL bezeichnet.

Im ohmschen Widerstand R_{esr} sind alle Verluste des Kondensators zusammengefaßt. Aus der ohmschen und induktiven Komponente ergibt sich der

Scheinwiderstand Z des Kondensators zu

$$Z = \sqrt{L_{esl}^2 + R_{esr}^2}$$

Für Wandlerfrequenzen bis 100 kHz kann die induktive Komponente vernachlässigt werden, so daß in guter Näherung gilt:

$$Z = R_{esr}$$

Der Widerstand Z des Kondensators muß so klein wie möglich sein, da anderenfalls beachtliche Spannungsabfälle entstehen, die eine Erwärmung des Wandlers hervorrufen und somit den Wirkungsgrad des Wandlers herabsetzen; zweitens ziehen diese Spannungsabfälle beachtliche Funkstörungen nach sich, insbesondere in Sperrwandlern.

Schaltfeste Kondensatoren werden von zahlreichen Herstellern angeboten. Eine sinnvolle Alternative oder eine nochmalige Verbesserung selbst bei Verwendung schaltfester Kondensatoren ist das Parallelschalten mehrerer Kondensatoren mit kleineren Werten, um die erforderliche Kapazität zu erhalten (Bild 21). Zwar hat der einzelne, kleinere Kondensator einen größeren Scheinwiderstand Z als ein großer Elko, durch die Parallelschaltung reduziert sich der Gesamtwiderstand aber beachtlich.

Dazu ein Zahlenbeispiel: Ein Elko 2200 µF/25 V hat bei einer Frequenz von 25 kHz einen Scheinwiderstand von 0,08 Ω. Ein 220 µF/25 V-Kondensator weist unter gleichen Bedingungen eine Impedanz von 0,5 Ω auf. Werden zehn Kondensatoren des letztgenannten Typs parallelgeschaltet, ergibt sich eine resultierende Impedanz in Höhe von 0,05 Ω, also deutlich geringer als 0,08 Ω.

Selbstverständlich hängt der Scheinwiderstand von der Betriebsfrequenz ab. Um eine Aussage hinsichtlich des Frequenzverlaufs zu erhalten, wird die grafische Darstellung aus Bild 22 herangezogen. Sie zeigt den Scheinwiderstand Z von 16-V-Elkos in Abhängigkeit von der Kapazität. Parameter der beiden Kurven ist dabei die Wandlerfrequenz: Kurve a gilt für eine Arbeitsfrequenz von 25 kHz, Kurve b für 50 kHz.

Den dargestellten Kurven ist zu

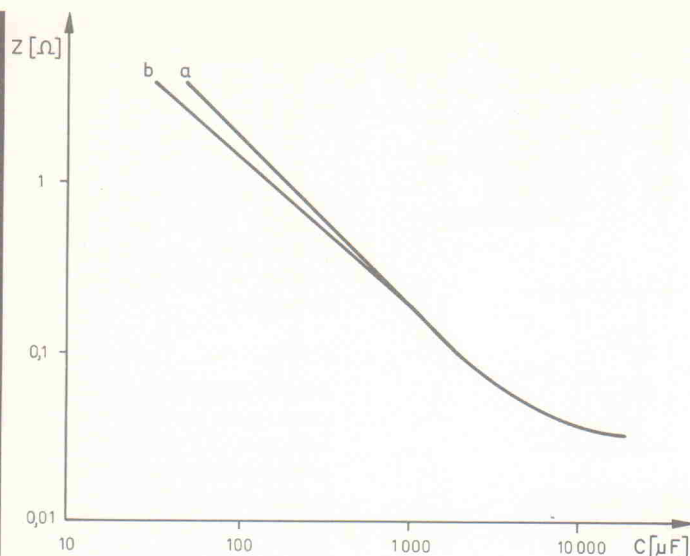


Bild 22. Abhängigkeit des Scheinwiderstands Z eines Kondensators von seiner Kapazität: a) $f = 25$ kHz, b) $f = 50$ kHz.

entnehmen, daß der Scheinwiderstand mit zunehmender Frequenz abnimmt. Diese Aussage gilt grundsätzlich auch für andere Kondensatoren, zum Beispiel für solche mit größerer Kapazität beziehungsweise mit höherer Spannungsfestigkeit. Weitere Messungen belegen, daß eine Frequenzerhöhung selbst im unteren Kapazitätsbereich (bis 1000 μF) keinen nennenswerten Widerstandsabfall nach sich zieht. Ferner wird aus dieser Tatsache deutlich, daß auch bei hohen Arbeitsfrequenzen eine Parallelschaltung zur Widerstandsabsenkung erforderlich ist. Ebenfalls läßt sich von dieser Kurve ableiten, was ergänzende Messungen belegen: Die größte Einzelkapazität einer Parallelschaltung sollte bei 'normalen' Kondensatoren einen Wert von 470 μF nicht übersteigen. Hier spielt selbstverständlich die Qualität der Einzelkondensatoren eine entscheidende Rolle.

Bei der Ausführung einer derartigen Parallelschaltung ist auf möglichst kurze Verbindungsleitungen sowie auf die unmittelbare Platzierung am Wandlerausgang – also direkt an der Ausgangsinduktivität (Speicherdrossel) – zu achten. Durch die Verwendung von Kondensatoren, deren Nennspannung wesentlich über der für den jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Spannung liegt, werden ebenfalls kleinere Impedanzwerte erreicht.

Diese Überlegungen gelten nicht nur für den Ausgangskondensator, sondern für sämtliche

an der Entstörung beteiligten Kondensatoren. Eine unzweckmäßige Anordnung dieser Elemente setzt die Hochfrequenzdämpfung teilweise beträchtlich herab. Bei den Entstörkondensatoren ($C1 \dots C6$ in Bild 8 und Bild 11) verschlechtern zu lange Anschlußleitungen durch die zusätzliche Reiheninduktivität die Entstörfunktion des Kondensators. Wie sich zu lange Anschlußdrähte auf den Scheinwiderstand Z auswirken, zeigen die Kurven in Bild 23 und Bild 24. Da für die Entstörung auch Kondensatoren mit relativ kleinen Kapazitätswerten benutzt werden, wurden diese Kurven für 1- μF -Kondensatoren erstellt: Die Länge der beiden Anschlußdrähte beträgt für Bild 23 je 5 cm, für Bild 24 je 1 cm.

Mit zunehmender Länge der Anschlußdrähte gewinnt der induktive Anteil immer mehr an Bedeutung. Da auch hier das Ersatzschaltbild aus Bild 20 gilt, folgt für die Resonanzfrequenz der gezeigten Anordnung

$$f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Ein großer induktiver Anteil verringert die Resonanzfrequenz und damit auch die Entstörfunktion des Kondensators. Besonders die Dämpfung von Funkstörungen im Kurzwellenbereich wird in den Grundentstörerschaltungen (Bild 8 und Bild 11) fast ausschließlich von den gegen Masse geschalteten Y-Kondensatoren bestimmt.

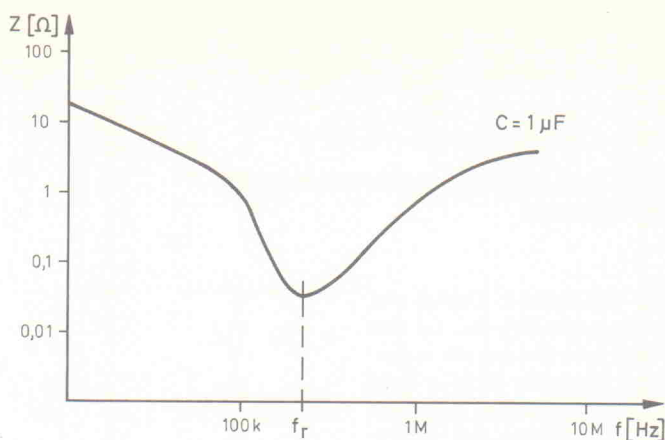


Bild 23. Frequenzabhängiger Verlauf des Scheinwiderstands eines 1- μF -Kondensators mit zwei 5 cm langen Anschlußdrähten.

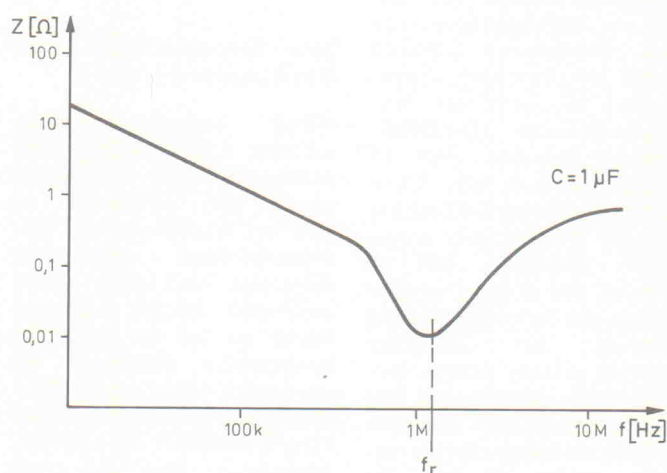


Bild 24. Frequenzabhängiger Verlauf des Scheinwiderstands eines 1- μF -Kondensators mit zwei 1 cm langen Anschlußdrähten.

Hier ist besonders auf den Einsatz hochwertiger Typen und auf kurze Verbindungsleitungen zu achten. Die Impedanz Z der verwendeten Kondensatoren kann durch Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren mit kleiner Kapazität niedrig gehalten werden.

An dieser Stelle noch einige Bemerkungen zur Abschirmung: Wie bereits gesagt, ist eine Abschirmung des gesamten Netzteils unter Filterung sämtlicher zu- und abführenden Leitungen die beste Lösung. In diesem Fall kann auch die nicht immer glückliche Lösung der Schirmwicklung auf dem Übertrager entfallen. Mit den aufgeführten Filterschaltungen lassen sich die entsprechenden Leitungen gut entstören, wobei auf der Netzseite ein handelsübliches Entstörfilter zum Einsatz kommen sollte, während das Filter auf der Sekundärseite auch diskret ausgeführt werden

kann, da hier die Verhältnisse nicht allzu kritisch sind.

Im Vergleich zur Abschirmung elektrischer Störfelder ist eine wirkungsvolle Schirmung magnetischer Störfelder wesentlich aufwendiger. Die Schirmungshüllen müssen in sich geschlossen sein; dadurch werden großflächige, elektrisch sehr gut leitende und miteinander verbundene Schirmungselemente erforderlich, damit Wirbelströme ungehindert fließen können.

Voraussetzung für die Wirkung der Abschirmung magnetischer Störfelder ist eine im Verhältnis zur Dicke des Schirmmaterials kleine Eindringtiefe der Störströme. Die Eindringtiefe E_t hängt von der Frequenz der Störströme ab:

$$E_t = \frac{2,2 \text{ mm}}{\sqrt{f}}$$

Um eine gute Schirmwirkung zu erzielen, sollte das Material mindestens die vierfache Eindringtiefe bei der Betriebsfrequenz des Wandlers besitzen. Für den Fall eines 50-kHz-Wandlers sind das rund 1,3 mm. Man erkennt, daß es hier nicht zu Problemen kommt, da die Eindringtiefe allgemein gering ist und sich die hochfrequenten Störströme allgemein flächenhaft ausbreiten.

Die Auswahl des Schirmmaterials – auch für die Schirmwicklung auf dem Übertrager – ist stets ein Kompromiß zwischen den zu erwartenden Wirbelstromverlusten, die vom abzuschirmenden Stromkreis gedeckt werden müssen, und der gewünschten Schirmwirkung. Die Wirbelstromverluste werden durch den Einsatz von Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit wie beispielsweise Kupfer verringert, während die Schirmwirkung durch den Einsatz von Material mit hoher Permeabilität verbessert wird – im allgemeinen sinkt allerdings mit ansteigender Permeabilität die Leitfähigkeit des Materials.

Hierzu einige Beispiele: Elektrolech mit der Bezeichnung V 360-50 B – eine schwach silizierte Blechart für Trafos und Maschinen – weist eine maximale Permeabilität μ_r von 3000 auf, der spezifische ohmsche Widerstand beträgt nur $0,18 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Ein anderes Material mit dem Namen Trafoperm N 2 hat eine Maximal-Permeabilität von 35 000 bei einem spezifischen Widerstandswert von bereits $0,4 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Abschließend noch die entsprechenden Daten eines weithin bekannten Schirmmaterials: Für Mumetall beträgt der maximale Permeabilitätswert 120 000, der spezifische Widerstand beträgt immerhin $0,55 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Somit muß für jeden Entstörfall das günstigste Schirmmaterial bestimmt werden, und zwar als Kompromiß zwischen dem Maß der Unterdrückung von Wirbelströmen einerseits und der magnetischen Abschirmwirkung andererseits.

Ferner muß bei einer Abschirmung auf eine ausreichende Wärmeabfuhr geachtet werden. In manchen Fäl-

len reicht auch lediglich eine Abschirmung des Leistungsübertragers und beim Durchflußwandler zusätzlich der Ausgangsdrossel. Hier gibt es auch keine Probleme mit der Wärmeabfuhr, da durch eine richtige Dimensionierung dieser Bauteile die hier entstehende Verlustleistung klein, im allgemeinen sogar vernachlässigbar klein gehalten werden kann.

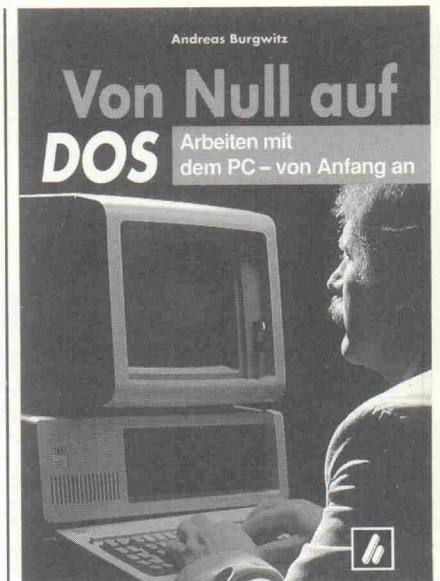
Wie gezeigt wurde, sind die möglichen Ursachen der Funkstörung recht weit verzweigt. Dem Anwender bleibt es überlassen, diese Ursachen möglichst exakt zu spezifizieren und die wirtschaftlichsten Entstörmaßnahmen zu treffen. Hierfür ist ein recht aufwendiges System von Meßgeräten notwendig; teilweise werden hierfür komplette Laboratorien eingerichtet.

In diesen Laboren stehen geschirmte Kabinen mit mehreren Meßplätzen und den entsprechenden Geräten zur Verfügung. Durch rechnergestützte Meßverfahren können mehrere Meßplätze zentral gesteuert werden. Hierdurch wird es möglich, innerhalb sehr kurzer Zeit über entsprechende Befehle Störspannungswerte abzurufen, diese zu speichern und später in Form von Kurven oder Tabellen auszudrucken beziehungsweise zu plotten.

Die verwendeten Verfahren beruhen auf dem Vergleich der gemessenen Werte verschiedener Entstörmaßnahmen. Die optimalen Maßnahmen werden experimentell ermittelt, wobei durch den Einsatz rechnergesteuerter Meßgeräte ein großer Zeitgewinn erreicht wird. Derartige aufwendige Verfahren lohnen sich natürlich nur dann, wenn eine möglichst wirtschaftliche Entstörschaltung ermittelt werden muß – also für Großserien. Für Kleinserien oder gar für Einzelstücke ist ein selbst großzügiger Einsatz der in diesem Beitrag erwähnten Maßnahmen wirtschaftlicher als die Anwendung aufwendiger Meßverfahren. Selbstverständlich muß nach dem Einbau von Entstörgliedern immer geprüft werden, ob mit den gewählten Maßnahmen die geforderten Störpegelwerte erreicht beziehungsweise unterschritten wurden.

Neu '90

COMPUTERBUCH



Ohne Kenntnisse über das Betriebssystem kann man einen IBM PC oder kompatiblen Rechner kaum effizient einsetzen. Selbst wer ausschließlich 'Programme von der Stange', etwa zur Textverarbeitung, benutzt, wird immer wieder mit Funktionen des Betriebssystems konfrontiert.

Dieses Buch ermöglicht Anwendern ohne Vorkenntnisse den Einstieg in die Arbeit mit PCs. Nach einer kurzen Erklärung der unumgänglichen Grundbegriffe lernt der Leser zuerst die in der Praxis oft benötigten DOS-Befehle kennen, die er sofort ausprobieren kann. Seltener verwendete Anweisungen und Befehlsformen sind entweder gruppenweise in eigenen Kapiteln behandelt oder deutlich von den 'praxisgerechten' Befehlsformen abgesetzt.

Ganz nach Wunsch kann jeder Leser seinen individuellen Weg **Von Null auf DOS** beschreiten – indem er sich entweder auf die Kenntnis einer am PC-Benutzeralltag orientierten Befehlsauswahl beschränkt oder sich alle Befehle und Befehlsformen aneignet. Speziellen Problemen, die in der Praxis oft auftauchen – wie etwa der Systemkonfiguration – ist im Anhang Rechnung getragen. Ein kleines Lexikon der verwendeten Computer-Fachausdrücke sowie ein umfangreiches Stichwortverzeichnis runden das Buch ab.

Im Buchhandel oder beim Verlag erhältlich 824/2.2

Broschur, ca. 220 Seiten
DM 29,80 / öS 232,- / sfr 27,50
ISBN 3-88229-004-8

HEISE



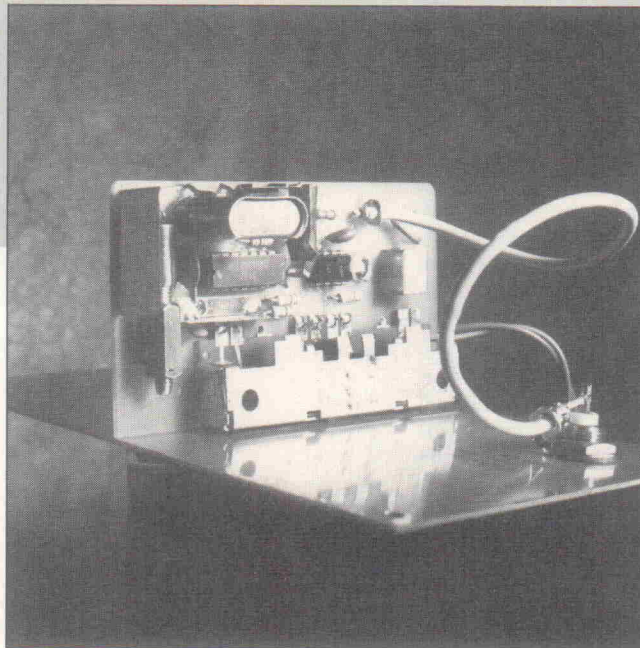
Verlag
Heinz Heise
GmbH & Co KG
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61

Präzisionsarbeit

Frequenzmarkengeber als Kalibrierhilfe fürs Meßlabor

Otto Groß

Das hier beschriebene Gerät erzeugt mit geringem Aufwand Frequenzspektren verschiedener Liniendichte und hoher Genauigkeit. Mit dem Signal eines Normalfrequenzsenders wird der Spektrumgenerator kalibriert. Zudem stabilisiert ein Thermostat die Arbeitstemperatur des Quarzes.



Zerlegt man nach der Fourier-Analyse eine Folge von Nadelimpulsen der Frequenz f , so erhält man ein Frequenzspektrum $n \cdot f$, wobei n die Folge der positiven ganzen Zahlen durchläuft. Die Amplitude des jeweiligen Signalanteils nimmt mit wachsender Ordnungszahl n ab. Je nach dem Verhältnis Impulsbreite/Periodendauer ist das Spektrum des hier vorgestellten Geräts bis in den UKW-Bereich nachweisbar.

Der Frequenzmarkengeber erzeugt ein Frequenzspektrum mit den Linienabständen 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz oder 1 kHz. In diesen Frequenzabständen sind in einem angeschlossenen Rundfunkempfänger Signale wahrnehmbar. Damit kann man beispielsweise eine genaue Skala anfertigen oder eine vorhandene auf ihre Genauigkeit hin überprüfen. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit liegt im Zeitbereich, und zwar zur Überprüfung und Kalibrierung der Zeitbasis von

Oszilloskopen. Auf dem Bildschirm werden Spikes in zeitlichen Abständen von 1 μ s (1 MHz) bis 1 ms (1 kHz) sichtbar. Der Spektrumgenerator ist auch für die Kalibrierung von Frequenzzählern geeignet sowie ganz allgemein als Labor-Frequenznormal verwendbar.

Das Ausgangssignal steht wahlweise als Folge von Nadelimpulsen oder als Rechtecksignal mit einer Spitze-Spitze-Spannung von etwa 11 V zur Verfügung. Die Anstiegszeit beträgt ca. 100 ns. Zur Identifikation sind die Nadelimpulse auf Tastendruck mit 1 kHz modulierbar.

Zusätzlich wird ein Quarzofen beschrieben, der bei höheren Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit eingesetzt werden kann. Für die Kalibrierung von Rundfunkempfängerskalen und zur Kontrolle der Zeitbasis von Oszilloskopen reicht die normale Quarzgenauigkeit vollkommen aus. Hingegen ist für die Kalibrierung von

Frequenzzählern eine höhere Genauigkeitsstufe erforderlich. Dadurch ergibt sich zwangsläufig die Forderung nach einer Kontrolle der erreichten Genauigkeit. Diese wird durch Frequenzvergleich mit einem Normalfrequenzsender durchgeführt. Dazu später mehr.

Der Spektrumgenerator erreicht eine maximale Abweichung von $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ im Temperaturbereich von $+15^\circ\text{C}$ bis $+25^\circ\text{C}$. Zur Veranschaulichung: Eine mit dieser Genauigkeit betriebene Uhr hätte nach ca. 100 Tagen Laufzeit eine maximale Abweichung von 1 Sekunde.

Das Schaltbild des Spektrumgenerators ist in Bild 1 wiedergegeben. Dank des Sechsfach-Inverters 4069 (IC1), des Dreidekaden-Teilers SAJ 141 (IC2) und des Quarzes Q1 ergibt sich ein einfacher und übersichtlicher Schaltungsaufbau. Der Quarzoszillator besteht aus dem Inverter IC1f und dem 1-MHz-Quarz Q1. Widerstand R1 entkoppelt den Quarz von der Oszillatorschaltung und vermindert auf diese Weise Rückwirkungen, die die Frequenzgenauigkeit beeinträchtigen können. Wenn der Einstellbereich des Trimmers C3 nicht ausreicht, um die Sollfrequenz von 1 MHz einzustellen, können die Werte der Kondensatoren C1 und C2 entsprechend variiert werden. Der besseren Einstellbarkeit wegen wurde bewußt auf einen größeren Einstellbereich des Trimmers verzichtet. Für C3 sollte ein Schraubtrimmer verwendet werden, wie er in der Hf-Technik üblich ist.

Das 1-MHz-Signal gelangt über die beiden Pufferstufen IC1e und IC1d auf den Eingang von IC2, an dessen Ausgangspins 7, 5 und 6 die um den Faktor 10, 100 und 1000 geteilte Eingangsfrequenz verfügbar ist. Die mit dem Schalter S1 gewählte Frequenz gelangt über das Differenzierglied C5/R6 an IC1a und über die beiden parallelgeschalteten Inverter IC1b und IC1c an den Ausgang. Das Differenzierglied ist mit Schalter S2 abschaltbar, so daß entweder Rechteck- oder Nadelimpulse gewählt werden können.

Zur Unterscheidung der Signale aus dem Spektrumgenerator gegenüber anderen im Empfänger wahrnehmbaren kann mit dem Taster S3 eine 1-kHz-Modulation eingeschaltet werden. Die Modulation wird immer nur

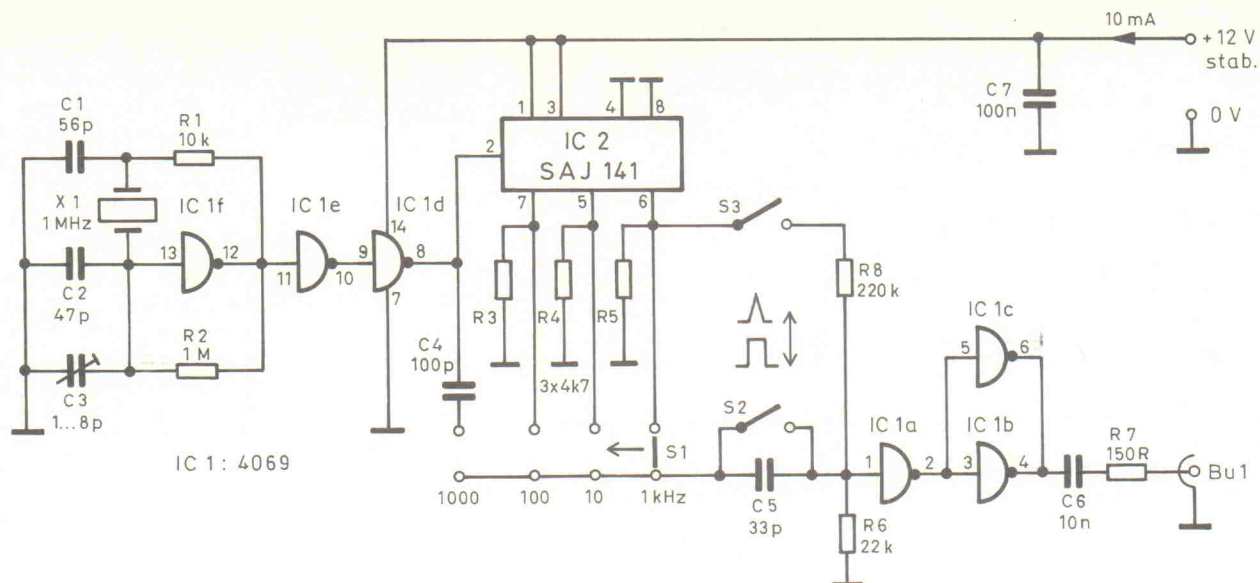


Bild 1. Das Herz des Spektrumgenerators besteht aus dem 1-MHz-Oszillator rund um IC1f.

dann wirksam, wenn S2 offen ist, also nur in der Schalterstellung 'Nadelimpulse'.

Ein Quarzofen sorgt für stabile Verhältnisse

Die Hauptursache für Abweichungen der erzeugten Frequenz von ihrem Sollwert sind Temperaturänderungen des Quarzes. Zweck des Quarzofens ist es, den Quarz auf einer konstanten Betriebstemperatur zu halten, die oberhalb der höchsten zu erwartenden Umgebungstemperatur liegt. Für das vorliegende Gerät wurde eine Temperatur von 40°C gewählt.

Bild 2 zeigt die Schaltung des Quarzofens. Der Komparator IC1 vergleicht die Referenzspannung am Knotenpunkt R1/R3 mit dem Spannungsabfall am Temperaturfühler R4. Solange die Solltemperatur noch nicht erreicht ist, liegt am Ausgang von IC1 L-Potential an. Das Heizelement – der Transistor T1 – wird über R6 und R7 so angesteuert, daß ein Kollektorstrom von 80 mA...100 mA fließt. C3 bewirkt ein 'sanftes' Schalten. Größere Abweichungen des Heizstroms infolge unterschied-

licher Transistor-Kennwerte können durch Ändern von R7 korrigiert werden. Nach Erreichen der Betriebstemperatur von etwa 40°C (R4 ist dann kleiner geworden als R2) geht der Ausgang von IC1 auf H-Potential, und Transistor T1 sperrt. Ist die Temperatur wieder abgefallen, beginnt ein neuer Heizzyklus. Die Hysterese beträgt etwa 0,1°C. Wird eine von 40°C abweichende Quarz-Temperatur gewünscht, so ist für R2 ein entsprechend modifizierter Wert zu wählen. Allgemein gilt, daß ein Verkleinern des Wertes von R2 eine höhere Temperatur zur Folge hat. Die Stromversorgung sollte stabilisiert sein, und zwar getrennt für den Quarzofen und für den übrigen Spektrumgenerator.

Ist kein NTC-Widerstand mit einem Nennwert von 68k (R4) verfügbar, kann auch ein anderer Wert verwendet werden. In diesem Fall ist allerdings der Widerstand des NTCs bei 40°C zu ermitteln und für R2 der nächstgelegene Wert aus der Normreihe einzusetzen.

Das Quarzgehäuse wird mit einem genau passenden Kupferblech (ca. 0,5 mm dick) ummantelt. Darauf wird der Heiz-

transistor T1 wärmeleitend – aber nicht elektrisch isoliert – befestigt. Der Temperaturfühler R4 befindet sich ebenfalls in direktem Wärmekontakt mit dem Kupferblech. Diese Einheit wird mit etwa 15 mm bis 20 mm dicken Styroporwänden zur Wärmeisolation umgeben. Es ist darauf zu achten, daß die Verbindungsleitungen zum Quarz und zum Temperaturfühler einen genügend kleinen Querschnitt aufweisen, damit sie nicht als Wärmebrücken die Arbeitsweise des Thermostaten beeinträchtigen.

FET-Langwellen-Audion als Kalibrierhilfe

Zur Kalibrierung des Quarzoszillators wird seine Frequenz mit der eines Normalfrequenzsenders auf Langwelle verglichen. Als Langwellenempfänger wird eine modifizierte Schaltung des Audion-Empfängers aus der Pionierzeit der Rundfunktechnik benutzt. Ausgestattet mit einer Ferritantenne und einem Feldeffekttransistor kann er sich auch in der heutigen Zeit sehen lassen (Bild 3).

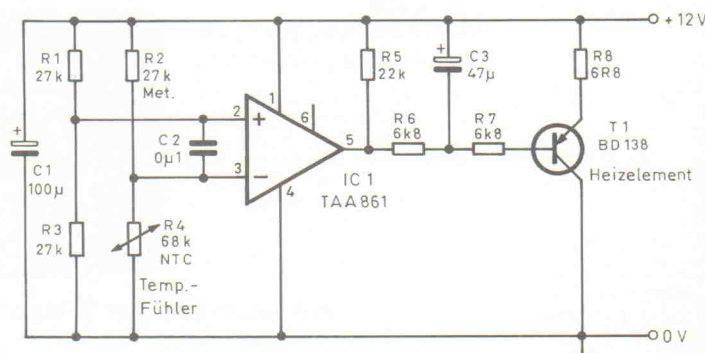
Neben der Schwingkreis-Induktivität L1 weist die Ferritanten-

ne eine zweite Wicklung für die Rückkopplung auf. Die in T1 verstärkte Empfangsspannung wird über P2, R2, C4 und L2 wieder dem Empfangskreis L1/C1 zugeführt. Dadurch kann die mit P2 einstellbare Kreisgüte bis zur Selbsterregung gesteigert werden. Wenn die Schaltung nicht schwingen sollte, sind entweder die Anschlüsse von L1 oder die von L2 auszu-tauschen. Die Diode D1 demoduliert die Empfangsspannung. Falls eine Modulation des Senders vorhanden ist, kann sie am Nf-Ausgang über einen Verstärker abgehört werden. Mit P1 wird die Diodenschwelle eingestellt. Über R6/C8 steht die Hf-Spannung für den Frequenzvergleich zur Verfügung.

Das Audion ist immer kurz vor dem Schwingeneinsatz zu betreiben, denn dann weist es die größte Empfindlichkeit auf. Mit der angegebenen Dimensionierung überstreicht das LW-Audion den Frequenzbereich von 50 kHz bis etwa 150 kHz.

Im Langwellenbereich gibt es mehrere Sender, die die Normalzeit in kodierter Form ausstrahlen. Die Frequenz ihres Trägers weist zudem eine hohe Langzeit-Genauigkeit auf. Neben dem bekannten Normal-

Bild 2. Im Quarzofen wird ein Transistor als Heizelement eingesetzt.



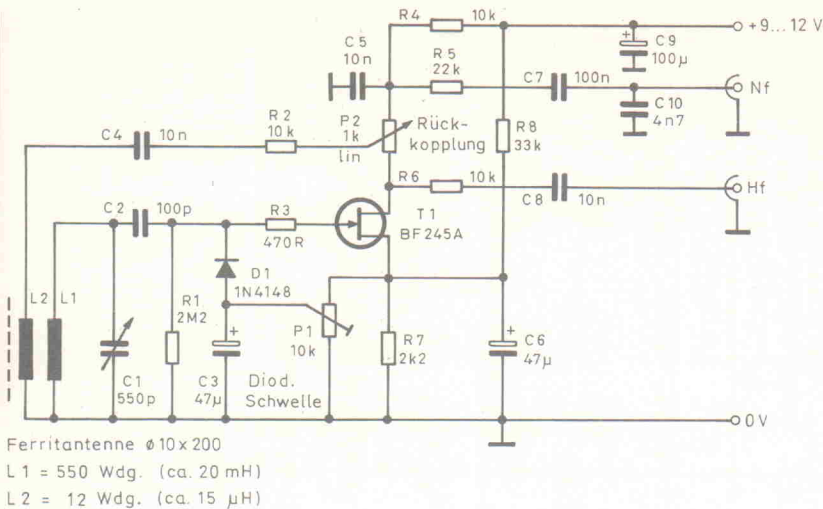


Bild 3. FET-Audion für den Frequenzbereich 50 kHz...150 kHz

Schirm zuläßt. Von den übrigen Sendern auf 50 kHz, 60 kHz oder 75 kHz sucht man den heraus, der am stärksten einfällt. Ein Kriterium dafür, daß es sich tatsächlich um einen Normalfrequenzsender handelt, ist die Tastung seines Signals im Sekundenrhythmus.

Mit Trimmer C3 im Spektrumgenerator wird dessen Ausgangsfrequenz so eingestellt, daß ein stehendes Bild auf dem Schirm erscheint. Die Sekundentastung stört dabei nicht, weil die Phasenbeziehung erhalten bleibt. Bei längerer Beobachtungszeit wird man feststellen, daß es nicht möglich ist, ein absolut stehendes Bild zu erreichen. Die Geschwindigkeit, mit der das Signal des Normalfrequenzsenders über den Schirm wandert, ist ein Maß für die Frequenzabweichung. Beträgt zum Beispiel der Abstand der Spikes $T=10 \mu$ s und braucht ein Wellenzug des Signals $\Delta t=100$ s, um von einem Spike bis zum nächsten zu gelangen, dann beträgt die Abweichung $\Delta f/f=T/\Delta t$, im Beispiel also $\Delta f/f=1 \cdot 10^{-7}$.

Abschließend ein Wort zur erreichbaren Genauigkeit: Obwohl die Frequenzabweichung der Normalfrequenzsender weitaus günstigere Werte aufweist als 10^{-7} , sollte man doch beachten, daß die zuweilen angegebenen, extrem kleinen Werte im Bereich 10^{-11} ... 10^{-13} lediglich als gemittelte Abweichung für den Langzeitbetrieb gelten. Unvermeidbare Einflüsse haben jedoch eine verminderte Kurzzeitstabilität zur Folge; der genannte Wert von 10^{-7} kann jedoch als durchaus realistisch betrachtet werden.

frequenz- und Zeitzeichen-sender DCF 77 auf 77,5 kHz (Standort Mainflingen: 50°01' N, 09°00' E; Sendeleistung 27 kW) arbeiten noch folgende Normalfrequenzsender im VLF-Bereich:

- HBG, $f=75$ kHz; Standort Prangins (CH): 46°24' N, 06°15' E; Sendeleistung 20 kW;
- MSF, $f=60$ kHz; Standort Rugby (GB): 52°22' N, 01°10' W; Sendeleistung 27 kW;
- OMA, $f=50$ kHz; Standort Liblice (CS): 50°04' N, 14°53' E; Sendeleistung 5 kW.

Die Signale der Normalfrequenzsender erkennt man leicht an der Sekundentastung. DCF 77 ist an seiner Phasen-Rauschmodulation zu erkennen, die bei genauer Abstimmung verschwindet. Jeweils alle 20 Minuten, von der vollen Stunde an gerechnet, sendet er tonmoduliert sein Rufzeichen in Morschrift.

Auf der Frequenzskala unmittelbar neben DCF 77 ist auf 75 kHz der Schweizer Normalfrequenzsender HBG zu finden. Im Raum Köln fällt sein Signal wesentlich schwächer ein als das des Senders DCF 77. Trotz der unmittelbaren Frequenz-Nachbarschaft kann das Audion die beiden Sender ohne Schwierigkeiten getrennt empfangen. Auf 60 kHz ist der englische Normalfrequenzsender MSF zu finden, dessen Signal im norddeutschen Raum relativ gut empfangen werden kann. Das Signal des tschechischen Senders OMA auf 50 kHz kommt relativ schwach herein, ist für einen Frequenzvergleich jedoch noch ausreichend. Die mit einem Oszilloskop gemessenen Audion-Ausgangsspannungen (Spitze-Spitze-Wert) umfassen den Bereich von etwa 10 mV bis 250 mV.

Als Orientierungshilfe zum Aufsuchen einer bestimmten Empfangsfrequenz wird eine provisorische Skala angefertigt. Zunächst ist bei entsprechender Schalterstellung am Spektrum-

generator (S1) der 100-kHz-Punkt festzulegen. Von hier ausgehend werden anschließend die 10-kHz-Punkte markiert. An den Nf-Ausgang des Audions kann nahezu jeder beliebige Nf-Verstärker angeschlossen werden.

Frequenzvergleich

Der Hf-Ausgang des Audions und der Ausgang des Spektrumgenerators werden mit den Eingängen eines Zweikanal-Oszilloskops verbunden. Getriggert wird vom Signal aus dem Spektrumgenerator, der auf '100 kHz' und 'Impuls' eingestellt ist. Auf dem Bildschirm werden beide Signale mit gemeinsamer Zeitbasis dargestellt. Diese ist so einzustellen, daß mehrere Spikes sichtbar werden.

Welchen der Normalfrequenzsender man zum Vergleich heranzieht, ist belanglos; nur der DCF 77 ist nicht zu empfehlen, weil das Frequenzverhältnis 100 kHz/77,5 kHz nicht eine einfache Darstellung auf dem

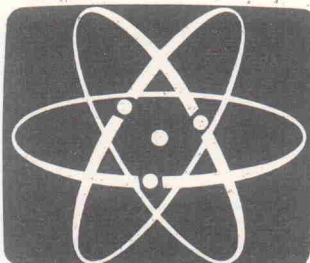
Zwei Themen – ein Ereignis:

Hobby-tronic & COMPUTERSCHAU

13. Ausstellung für Funk- und Hobby-Elektronik

Die umfassende Marktübersicht für Hobby-Elektroniker und für Computeranwender in Hobby, Beruf und Ausbildung. Actions-Center mit Experimenten, Demonstrationen und vielen Tips.

Sonderschauen: „Computergrafik, Computeranimation, Videoinstallation“ sowie „Historische Computer“.



Messezentrum Westfalenhallen Dortmund

6. Ausstellung für Computer Software und Zubehör

25.-29. April '90
täglich 9-18 Uhr

Stark verbilligte Sonderrückfahrkarte an allen Bahnhöfen der DB – Mindestentfernung 51 km außerhalb VRR – plus Eintrittsrmäßigung.



Die Kunst des Entwurfs elektronischer Schaltungen

Dieses Lehrbuch beschäftigt sich mit den praktischen Aspekten beim Entwurf elektronischer Schaltungen. Es liefert allerdings keine bibliotheksartige Aufzählung der Schaltungen, sondern behandelt systematische, grundsätzliche Überlegungen, die zu einem gezielten Entwurf führen, der sich an speziellen Anforderungen orientiert.

Acht Kapitel befassen sich mit Hoch- und Niederfrequenzverstärkern im Kleinsignalbetrieb, optoelektronischen und digitalen Schaltungen, Oszillatoren, translinearen Schaltungen und Leistungsverstärkern. Anhand dieser ausgewählten Schaltungsbeispiele wird der Entwurfsprozeß beispielhaft erläutert.

*T. H. O'Dell
Die Kunst des Entwurfs
elektronischer Schal-
tungen
Berlin 1990
Springer Verlag
204 Seiten
DM 39,-
ISBN 3-540-51671-9*



CAE von Dynamischen Systemen

Wer beim Entwurf von dynamischen Systemen, insbesondere Regelsystemen, computergestützte Verfahren anwenden möchte, wird die von Günter Ludyk in diesem Buch gegebene Hilfestellung dankbar annehmen.

Nach einer kurzen Darstellung der Grundlagen der Computerarithmetik geht der Autor gleich ans Eingemachte. Es werden übersichtlich gegliedert zu verschiedenen Analyse- und Synthesemethoden passende, effektive und hochgenaue Algorithmen präsentiert. Diese sind in einer dafür entwickelten Sprache Pascal SC realisiert, lassen sich aber auch auf andere Sprachen übertragen.

Damit stellt das Buch eine gelungene Verbindung zwischen der Systemtheorie und der numerischen Mathematik dar. Es werden auch neue Methoden der Intervallmathematik vorgestellt und angewandt. Für einen potentiellen Interessenten sei noch darauf hingewiesen, daß man um das Beherrschen der Grundkenntnisse auf dem Gebiet der Matrizen- und Differentialrechnung nicht herumkommt!

HJV

*Günter Ludyk
CAE von Dynamischen
Systemen
Berlin 1990
Springer Verlag
ca. 350 Seiten
DM 86,-
ISBN 3-540-51676*



Digitale Videosignalverarbeitung

Der Autor, Horst Pelka, hat jahrelang als Entwicklungsleiter für Funk- und Fernsehgeräte gearbeitet und ist Verfasser einiger 'ohne Ballast'-Elektronik-Bücher.

Dem Informationsbedürfnis von Radio- und Fernseh Technikern, Auszubildenden und Fachschülern Rechnung tragend, hat sich Horst Pelka die Vermittlung der Grundlagen aus der aktuellen Technik der digitalen Videosignalverarbeitung zum Ziel gesetzt. Im Mittelpunkt seines Praxis-Buches stehen: die digitale Signalverarbeitung im Fernsehen, Video- und Bildschirmtext, das VPS-System und das Hochzeilen-Fernsehen HDTV.

*Horst Pelka
Digitale Videosignal-
verarbeitung
München 1989
Franzis Verlag
122 Seiten
DM 34,-
ISBN 3-7723-5212-X*



Elektromagnetische Verträglichkeit

Das vorliegende Lehrbuch verfolgt das Ziel, sowohl Studenten als auch dem im Berufsleben stehenden Ingenieur und Techniker ein Basiswissen über die EMV in die Hand zu geben, das individuelle Lösungen der vielfältigen Probleme in der Praxis gestattet.

Das erste Kapitel widmet sich der EMV-Begriffswelt unter Einbeziehung der Normen und leitet daraus Möglichkeiten zur abstrakten Modellierung als Störgrößen-Ersatzschaltbilder ab. Die folgenden Kapitel befassen sich detailliert mit den Grundelementen dieser Modelle: der Störquelle, der Kopplung und der Stör-senke.

Zum Abschluß wird auf die Prüf- und Meßtechnik eingegangen.

*Dirk Peier
Elektromagnetische
Verträglichkeit
Heidelberg 1989
Hüthig Verlag
222 Seiten
DM 48,-
ISBN 3-7785-1774-0*



Signalübertragung mit Lichtwellenleitern

Die optische Signalübertragung mit Lichtwellenleitern ist für die Weiterentwicklung der Kommunikationstechnik von enormer Bedeutung. Auf Grund dieser Tatsache ist es für den Elektroniker unerlässlich, sich mit dieser Materie vertraut zu machen. Dieses Buch aus der Franzis-Einführungs-Reihe erleichtert den Einstieg durch viele erprobte Applikationsbeispiele. Von einfachen Modulen bis zu anspruchsvollen Problemlösungen stellt das Buch eine Fundgrube dar, in der auch ein Profi die ein oder andere Anregung finden wird. Neben einer ausführlichen Behandlung der Grundlagen beschäftigt sich der Autor mit Impulsaufbereitung, Sende- und Empfangsstufen, NF-Übertragungssystemen, Fernwirk-schaltungen und Meßwert- beziehungsweise Datenübertragung.

*Helmut Israel
Signalübertragung mit
Lichtwellenleitern
München 1990
Franzis Verlag
191 Seiten
DM 39,80
ISBN 3-7723-5144-1*

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 3/90

Der Temperaturregler

Bild 6 zeigt den Temperaturregler mit der bereits besprochenen Eingangs- und Meßschaltung im linken Bildteil. Alle Einheiten, die eine Spannung erzeugen (Sägezahn, Istwertkorrektur, Sollwert), sowie die Leistungseinheit und alle Optionen sind hier nicht eingezeichnet, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

Die kompensierte Thermospannung wird mit dem Choppervverstärker MAX 420 um den Faktor 100 verstärkt und dann dem Eingang des Subtrahierers OP 2 zugeführt. Weitere Verbindungen führen zum Anzeigeverstärker mit 1/2 OP 4 und zur Thermoelement-Bruchsicherung mit ebenfalls 1/2 OP 4.

Der Subtrahierer bildet die Differenz $W-X$ zwischen einem vorgegebenen Sollwert W (der Führungsgröße) und dem Istwert X (der Regelgröße). Der Verstärkungsfaktor des Subtrahierers richtet sich nach der Trägheit der Heizung und wird mit RV6 eingestellt. Eine Heizung mit geringer Trägheit würde zum Beispiel bei hoher Verstärkung erheblich schwingen.

Mit RV4 muß die Gleichtaktunterdrückung in Abhängigkeit von der gewählten Verstärkung eingestellt werden. Dieser Hinweis verdient in jedem Fall Beachtung, weil bei kleiner Differenz der Eingangsspannungen und endlicher Gleichtaktunterdrückung ganz erhebliche Subtrahierfehler auftreten werden. C6 dient zur Rauschunterdrückung.

Auf einen vorherigen Offsetabgleich mit RV5 sollte ebenfalls nicht verzichtet werden.

Das Ausgangssignal W-X des Subtrahierers wird auf einen Null-Indikator und auf den invertierenden Eingang des OP 3 geführt. Dieser Operationsverstärker mit der Verstärkung 10 ist das als Addierer geschaltete Stellglied für die Stellgröße Y, also der eigentliche Regler. Die Stellgröße Y ist eine vom Netz synchronisierte, impulsbreiten-gesteuerte Spannung, die, wie in Bild 4 beschrieben, aus der Differenzspannung W-X und einer festen, netzsynchronen Sägezahnspannung von 200...600 ms Periodendauer mit einer Amplitude von circa 2 V gebildet wird. Das entspricht 10...30 Netzperioden. Mit einem von der Frontplatte aus einstellbaren Trimmer wird eine Gleichspannung 0...2 V der Differenz W-X hinzuaddiert. Damit werden die Temperaturverluste der jeweils verwendeten Heizung kompensiert.

Der Transistor T1 dient als invertierender Impedanzwandler. Auf den Transistor T2 wirken die Thermoelement-Bruchsicherung sowie ein Zeitgeber, der eine Einschaltzeit der Heizung bis maximal 31,5 h ermöglicht.

Der Transistor T2 schaltet über den Optokoppler OK1 ein Inhibit-Signal für einen Triac-Steuerbaustein TCA 780 sowie eine Stand-by-LED. An Transistor T3 steht ein Steuersignal für ein Halbleiterrelais bereit, doch auch Gleichstromheizkreise lassen sich mit geeigneten Anpassungsmaßnahmen anschließen.

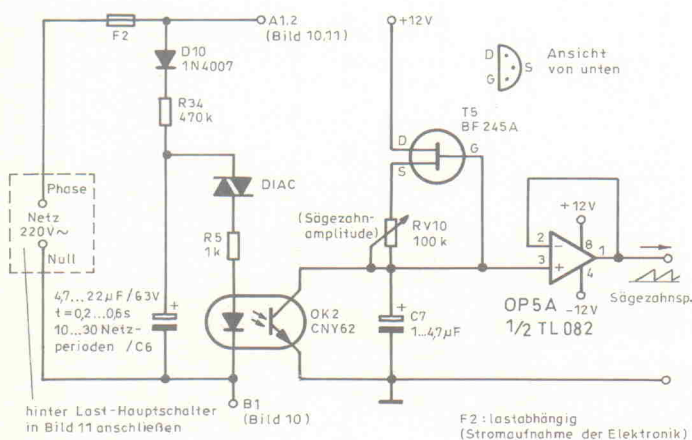


Bild 7. Amplitudenstabiler Sägezahngenerator mit Netztriggerung.

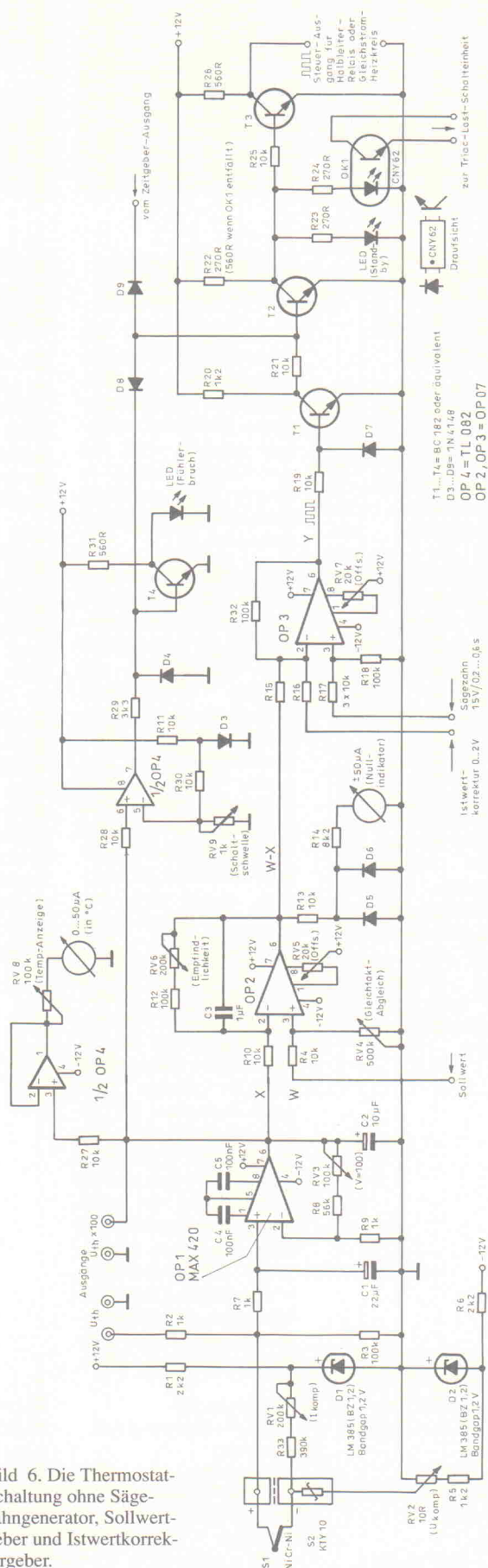


Bild 6. Die Thermostat-Schaltung ohne Sägezahn-generator, Sollwertgeber und Istwertkorrekturgeber.

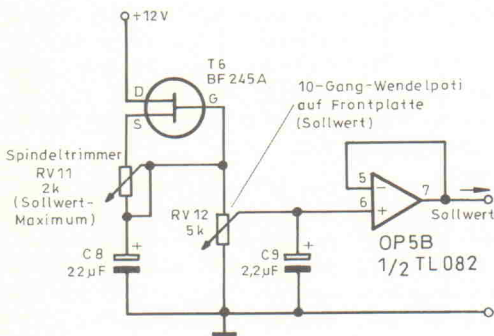


Bild 8. Stabilisierter Sollwertgeber.

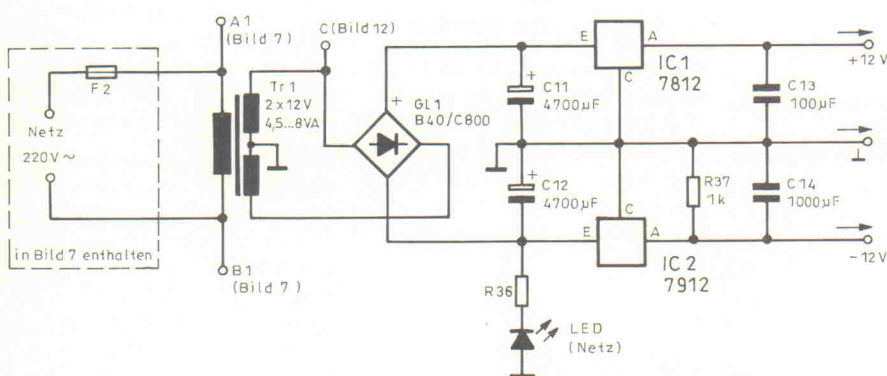


Bild 10. Netzteil. Im Prototyp gab es Probleme im negativen Zweig, die mit einer Grundlast und mit 'dickem' Ausgangselko behoben werden konnten.

Stabil wie das Netz: der Sägezahn-generator

Über die Diode D10 und den Widerstand R34 (Bild 7) wird der Kondensator C6 direkt aus der Netzspannung gegen Netz-Null aufgeladen. Erreicht die Spannung die Durchbruchspannung des Diacs von circa 30 V, wird C6 über R35 und die LED des Optokopplers OK2 gegen Netz-Null entladen. Der Kondensator C7 lädt sich über die FET-Stromquelle T5 auf, bis der Transistor im Optokoppler durchschaltet und ihn entlädt. Mit RV 10 wird die Sägezahn-Amplitude auf 1,5...2,0 V eingestellt.

Soll und Ist

Der Sollwert W, die Führungsgröße, wird mit einer FET-Stromquelle T6 (Bild 8) und dem 10-Gang-Poti RV 12 erzeugt. Der Steuerstrom ist mit RV 11 so einzustellen, daß über RV 12 eine maximale Spannung von 4,13 V abfällt. Diese Spannung entspricht der Regelgröße X bei einer Temperatur von 1000 °C, gemessen mit einem NiCr-Ni-Thermoelement.

Die Schaltung zur Erzeugung der Istwert-Korrekturspannung kann, wie Bild 9 zeigt, sehr einfach ge-

halten werden, da diese Spannung und damit auch ihre eventuellen Instabilitäten nur geringfügig in die resultierende Stellgröße Y eingehen. Es genügt eine zenerstabilisierte Spannung zur Speisung des Spindeltrimmers RV13.

Netz- und Leistungseinheit

Das Netzteil (Bild 10) enthält keine Besonderheiten. Der verwendete Regler für die negative Versor-

gungsspannung arbeitete im Prototyp erst mit einer kleinen Grundlast und mit C14 = 1000 µF einwandfrei.

Der Triac-Steuerbaustein TCA 780 (IC3, Bild 11) wird zur Netztrennung über ein eigenes Netzteil und den Optokoppler OK1 betrieben. Mit R_V ist der in der Glühlampe enthaltene Vorwiderstand bezeichnet.

Selbstverständlich kann die Heizlast auch in anderer Weise gesteuert

werden. Die Hauptschaltung Bild 6 verfügt neben dem Optokoppler-Ausgang über einen weiteren Ausgang, an dem Steuerimpulse abgenommen werden können.

Weitere Optionen

Mit dem Langzeit-Timer SAB 0529 ist auf einfache Art eine Einschaltzeitbegrenzung realisierbar. Tabelle 6 enthält die zur Programmierung des Bausteins erforderlichen Hinweise.

Schließlich zeigt Bild 13 einen elektronischen Null-Indikator, der am Ausgang des Subtrahierers angeschlossen werden kann. Allerdings erfüllt ein empfindliches Zeigerinstrument ('Null-Instrument') den Zweck durchaus.

Der Prototyp dieses Temperaturreglers hat sich in der Praxis sehr bewährt. Die angegebene Dimensionierung genügt einem Oxydationsöfen, mit dem bei einer Einschwingzeit von 2 s eine Temperatur bis 600 °C auf 1/10 Grad gehalten wird, bei einer Prozeßdauer von 3 min – dafür die Einschaltzeitbegrenzung. Genauso präzise werden mit der gleichen Steuerung 1-kW-Heizplatten auf Temperatur gehalten.

Der Schaltungsabgleich

Voraussetzung für den Abgleich ist natürlich, daß der Schaltungsaufbau funktionell in Ordnung und bereits geprüft worden ist. Das fertig konfektionierte Thermoelement ist angeschlossen.

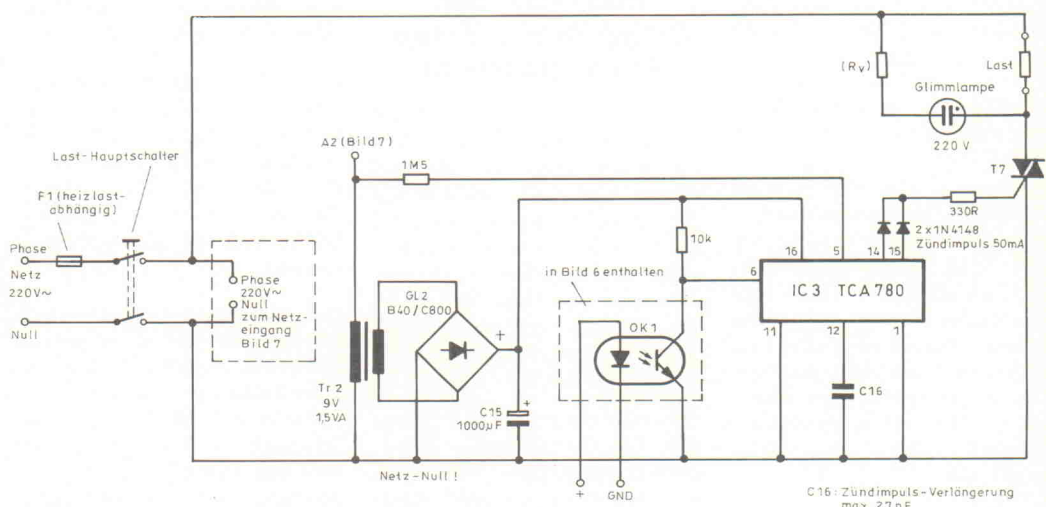


Bild 11. Lastschalteinheit mit Triac, Optokoppler und eigenem Netzteil.

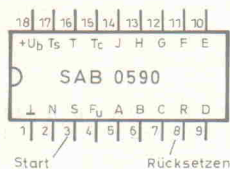
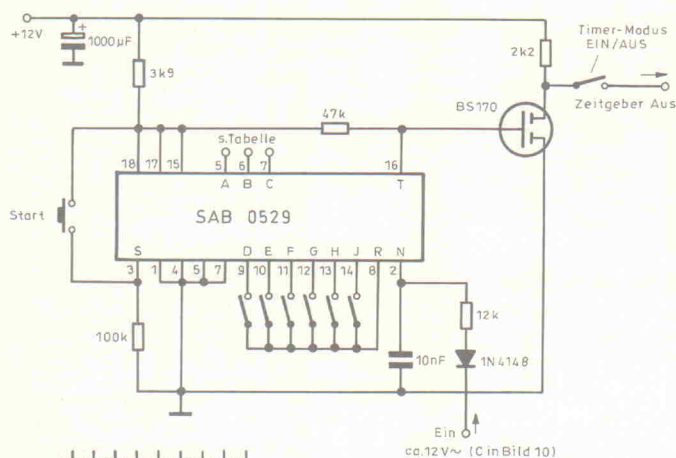


Bild 12. Für zahlreiche Anwendungen ist ein hochgenauer Langzeit-Timer ein sehr nützliches Zubehör.

R an	Pin 8	Multi- plikator	Grundzeiten [GZ]			
			A	B	C	t
D	9	GZ x 1	L	L	L	1 s
E	10	x 2	L	L	H	3 s
F	11	x 4	L	H	L	10 s
G	12	x 8	L	H	H	30 s
H	13	x16	H	L	L	1 min
J	14	x32	H	L	H	3 min
			H	H	L	10 min
			H	H	H	30 min

Addierend !
 z.B.: D+E+...+J an R :
 63 x GZ
 $t_{\max} = 31,5 \text{ h}$

Tabelle 6. Zur Programmierung des Langzeit-Timers.

Begonnen wird mit der Kompensation der Thermospannung, wie bereits im Abschnitt 'Schaltungsdesign und Dimensionierung' beschrieben. Der Abgriff von Trimmer RV2 wird ganz auf GND (Masse) eingestellt.

Mit RV1 stellt man einen Spannungsabfall von circa 5,6 mV über dem KTY 10 ein. Am Ausgang U wird mit einem Millivoltmeter die Thermospannung gemessen und registriert. Den Meßfühler sollte man in ein Stück Styropor stecken! Der Cu-Anschlußblock wird nun gleichmäßig, z. B. mit einem Föhn erwärmt. Man beachte, daß es trotz der guten Wärmeleitfähigkeit von Kupfer eine gewisse Zeit dauert, bis die Thermoelementanschlüsse und der KTY 10 auf gleicher Temperatur sind.

Steigt die registrierte Thermospannung dann jedoch an, muß der

Kompensationsstrom mit RV1 verringert werden oder umgekehrt.

Eispunkt: Mit Eiswürfeln auf den Punkt gebracht

Aus deionisiertem- oder schlicht destilliertem Wasser bereitet man im Gefrierschrank die bekannten Eiswürfel. Mit 0,5 l Aqua-dest. und den Eiswürfeln mixt man nun einen leicht gerührten Cocktail à la Eispunkt. Der Meßfühler des Thermoelements wird ohne Styropor in den Cocktail versenkt und die Thermospannung am Ausgang U_{th} mit RV2 auf null Volt eingestellt.

Die bisher beschriebenen Vorgänge kann man bis zur eigenen Zufriedenheit wiederholen. Steckt man den Meßfühler in kochendes Aquadest., sollte man jetzt eine Thermospannung von circa 4 mV

gemäß Tabelle 2 messen. Geringe Abweichungen sind nach DIN 43710 zulässig und je nach Luftdruck auch wahrscheinlich. Selbst die Erwärmungsart des Wassers und die Stellung des Fühlers beeinflussen diese Messung.

Mit RV3 sollte man gleich noch am Ausgang $U_{th} \times 100$ die 100fache Spannung, also circa 400 mV einstellen. Die Temperaturanzeige kalibriert man mit RV8 auf die 100°C-Markierung.

Weitere Abgleichschritte

Beim Subtrahierer-Abgleich ist die richtige Reihenfolge zu beachten. Die Eingangswiderstände R10 und R4 sind einseitig mit den Eingängen 2 und 3 von OP2 verbunden:

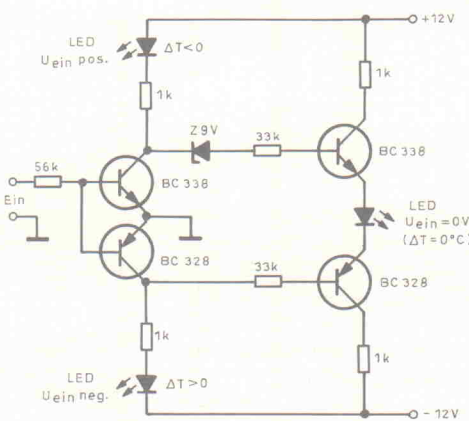


Bild 13. Elektronischer Null-Indikator mit drei LEDs.

sie werden von W und X getrennt, und die freien Enden kommen an Masse, wozu Klemmstrippen dienen können, wenn nicht im Layout einer Platine eine zweckdienliche Maßnahme getroffen wurde.

RV6, der Empfindlichkeit-Trim-
mer, wird empirisch auf die Träg-
heit der Heizung eingestellt, (siehe
Abschnitt 'Der Temperaturreger').
RV5 dient zum Offsetabgleich.
Dazu ist bereits der Null-Indikator
bei hinreichender Empfindlichkeit
geeignet.

Die Verbindung der Widerstände R4 und R10 von Masse trennen und an Pin 7 von OP5B (Sollwertgeber-Schaltung, Bild 8) anschließen, Poti RV12 auf maximale Spannung (4...5 V) stellen. Mit RV4 den Ausgang von OP2 über den Null-Indikator auf Null abgleichen. R4 und R10 nun wieder an W und X legen. Jede Änderung der

Empfindlichkeit mit RV6 macht eine erneute Abgleichprozedur an RV4 notwendig, weshalb das Zeitverhalten der Heizung erforscht sein sollte, bevor der Abgleich erfolgt.

Zum Orisetabgleich von OP3 sind drei Verbindungen vorübergehend zu unterbrechen: die Eingangswiderstände R15, R16, R17 werden von W-X (Ausgang OP2), vom Istwertkorrekturgeber und vom Sägezahn-generator getrennt. R15 bleibt frei, nur R16 und R17 werden wiederum mit Masse verbunden; dann erfolgt mit RV7 der Abgleich der Ausgangsspannung von OP3 auf null Volt. Anschließend R15, R16 und R17 wieder mit den vorgesehenen Anschlußpunkten verbinden.

Mit RV10 stellt man die Sägezahn-amplitude ein, und zwar entsprechend einer Temperaturdifferenz ΔT vom Sollwert, bei der die Regelung wirksam werden soll, zum Beispiel 40, 60 oder 100 °C (siehe dazu Bild 4). Für diesen Abgleichschritt ist ein Oszilloskop – am Ausgang von OP5A, Pin 1, angeschlossen – am besten geeignet. Es geht aber auch einigermaßen, wenn man am Generatorausgang über eine Diode einen Kondensator von circa 1 μF nach Masse anschließt und über dem Kondensator sehr hochohmig mißt.

Mit RV11 stellt man das Sollwertmaximum W_{\max} ein. Beispiel: Für ein NiCr-Ni-Thermoelement bei T_{\max} 1000 °C: 4,13 V am Ausgang von QP5B Pin 7.

Literatur

Kuchling, Taschenbuch der Physik, 8. Auflage, DIN 43710

Isabellenhütte, Heusler GmbH,
Werkstoffe für Thermopaare, Ther-
moleitungen und Ausgleichsleitun-
gen

*Linseis, Handbuch der Tempera-
turmessung*

Elrad 12/86, ICs für Thermoelemente (Elrad-Laborblätter)

Elrad 10/86 f., Integrierte Temperatursensoren (Elrad-Laborblätter)

Datenblätter:

Analog Devices, OP-07

Maxim, MAX 420 (SE-Spezialelektronik, Bückeburg)

Thermoelemente und Zubehör:

Rössel-Meßtechnik, 4712 Werne,
Philips GmbH, 3500 Kassel.

Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hels-
torfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Heft-Nachbestellung(en)

bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: DM 6,80.

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

Lieferung nur gegen Vorkasse.

elrad-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Abgesandt am

_____ 199__

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis erteilt am: _____

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

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

Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.
Das Jahresabonnement kostet: Inland: DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,-- + Versandkosten DM 17,40)
Ausland: DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,-- + Versandkosten DM 24,60)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:
☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug
☐ Gegen Rechnung
Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hels-
torfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der
Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Konto-Nr. Geldinstitut: Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

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

elrad-Kleinanzeigen

Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als
☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige*) (mit ☐ gekennzeichnet)

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

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

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/9__, Seite ____ erschienene Anzeige

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

Antwortkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

**Verlag Heinz Heise
GmbH & Co. KG
Zeitschriften-Vertrieb
Postfach 610407**

3000 Hannover 61

elrad-Abonnement

Abrufkarte

Abgesandt am

199

zur Lieferung ab

Heft 199

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Veröffentlichungen nur gegen Vorkasse.
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in
der nächsterreichbaren Ausgabe von elrad.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem
Konto ab.

Kontonr.:

BLZ:

Bank:

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto über-
wiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Postfach 610407**

3000 Hannover 61

elrad - Kleinanzeige

Auftragskarte

elrad-Leser haben die Möglichkeit,
zu einem Sonderpreis Kleinanzeigen
aufzugeben.

Private Kleinanzeigen je Druckzeile
DM 4,25

Gewerbliche Kleinanzeigen je Druck-
zeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/ Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

199

an Firma

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen**.

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/9__, Seite ____ erschienene Anzeige

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/9__, Seite ____ erschienene Anzeige

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Magazin für Elektronik

Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad ____/9__, Seite ____ erschienene Anzeige

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am
_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am
_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am
_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

Magnetische Tonaufzeichnung

2. Teil: Signalverarbeitung und Bandantrieb

Angesichts der Modellvielfalt der angebotenen Bandmaschinen und Kassettenrekorder kann an dieser Stelle nicht auf die vielen existierenden Schaltungsvarianten eingegangen werden. Die Beschreibung der elektronischen Vorgänge muß sich auf das Wesentliche beschränken und soll dem Anwender eine Hilfestellung geben, aus den technischen Unterlagen seines Gerätes größtmöglichen Nutzen zu ziehen.

Bild 22 zeigt ein Blockschaltbild zur Verdeutlichung der Funktionsweise von Aufzeichnungs- und Wiedergabeteil mit den dazugehörigen Pegel- und Frequenzverläufen.

Der Aufsprechverstärker

Da sich die verschiedenen Signalquellen schwerlich direkt an den Sprechkopf anschließen lassen, benötigt man zur Anpassung einen Aufsprechverstärker. Die Grundforderungen für diesen Verstärker sind einerseits eine hohe Aussteuerdynamik, andererseits ein sehr niedriger Klirrfaktor.

Die Kopfimpedanz nimmt mit ansteigender Frequenz linear zu. Wie in Bild 23 zu erkennen ist, nimmt folglich der Kopfstrom i_k bei konstanter Generatorspannung linear ab. Innerhalb des gesamten Frequenzspektrums muß jedoch eine gleichmäßige Magnetisierung des Bandes gewährleistet sein. Der

Aufsprechverstärker muß also als Konstantstromquelle arbeiten, wie es in Bild 24 dargestellt ist. In der Praxis realisiert man dies durch eine hohe Ausgangsimpedanz des Verstärkers. Als Faustformel gilt, daß die Ausgangsimpedanz den

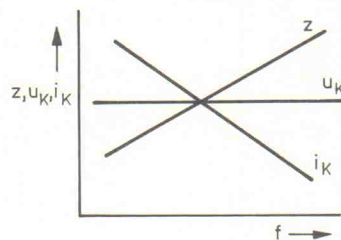


Bild 23. Frequenzabhängiger Verlauf der Kopfimpedanz und des Kopfstroms bei konstanter Generatorspannung.

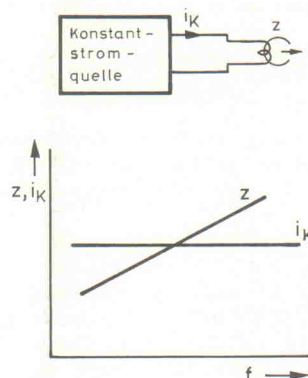


Bild 24. Ein über der Frequenz konstanter Kopfstrom ruft eine gleichmäßige Magnetisierung des Tonbands hervor.

circa zehnfachen Wert der Impedanz des Sprechkopfes bei der höchsten zu übertragenden Frequenz aufweisen sollte.

Beispiel: Die Induktivität des Aufnahmekopfes betrage 20 mH, die höchste Übertragungsfrequenz sei 18 kHz. Dann gilt:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot 18\,000 \cdot 0,02\,\text{H}$$

$$X_L = 2,26\,\text{k}\Omega$$

Der Ohmsche Anteil kann der Einfachheit halber vernachlässigt werden. In dem gewählten Beispiel sollte die Ausgangsimpedanz des Aufsprechverstärkers einen Wert von circa 22 kΩ (oder höher) aufweisen. Durch eine Transistorstufe in Emitterschaltung (Bild 25) ist dieser Wert ohne weiteres zu realisieren.

Bereits bei der Betrachtung des Wiedergabevorgangs wurde festgestellt, daß für höhere Frequenzen Übertragungsverluste auftreten, die

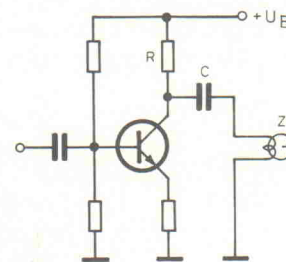


Bild 25. Prinzip eines Aufsprechverstärkers in Emitterschaltung.

durch entsprechende Entzerrungsmaßnahmen ausgeglichen werden müssen. Da jede Art von Entzerrung zwangsläufig eine Verstärkung des entsprechenden Frequenzbandes beinhaltet und somit auch das in diesem Spektrum auftretende Rauschen mitverstärkt wird, ist es sinnvoll, den entsprechenden Höhenverlust bereits teilweise im Aufsprechverstärker zu kompensieren. Jeder Aufnahmeverstärker besitzt deshalb eine spezielle Entzerrung, die gewährleistet, daß die Verstärkung bei hohen Frequenzen zunimmt und damit der Kopfstrom ansteigt. Die Verstärkungszunahme ist für jede Bandgeschwindigkeit mit je einem Trimmer einstellbar (Bild 26). Zusätzlich zu diesen Trimmern steht noch ein Pegelsteller zur Justage des Kopfstroms zur Verfügung.

Der modulierte Kopfstrom wird anschließend mit dem Vormagnetisierungsstrom gemischt. Um Verzerrungen durch die Rückwirkung des Hf-Signals auf den Aufsprechverstärker zu vermeiden, befindet sich in der Ausgangsleitung des Verstärkers ein zumeist als 'bias trap' bezeichneter Sperrkreis. Diese Hf-Falle ist nichts anderes als ein Parallelschwingkreis, der auf die Frequenz des Vormagnetisierungssignals abgestimmt ist. Zusätzlich zum Sperrkreis ist in der in Bild 27 wiedergegebenen Prinzipschaltung ein Saugkreis (Reihenschwingkreis) vorhanden, der die Wirkung des Sperrkreises unterstützt.

Der Oszillator

Der Vormagnetisierungsstrom wird mit einem Sinusoszillator (Bild 28) erzeugt, dessen Frequenz weit außerhalb der Nf-Bandbreite liegen soll. Auch in Mehrspurmaschinen existiert zumeist nur ein gemeinsamer Oszillator für alle Kanäle. In älteren Maschinen griff man oft auf die Meißner-Grundschrift zurück, die mit einer zusätzlichen Gegentaktendstufe versehen wurde. Bei neuen Maschinen, die über digitale Steuerungen verfügen, wird ein zentraler Quarzoszillator angezapft, dessen Frequenz heruntergeteilt wird. Ein Tiefpaß formt anschließend aus der Rechteck-

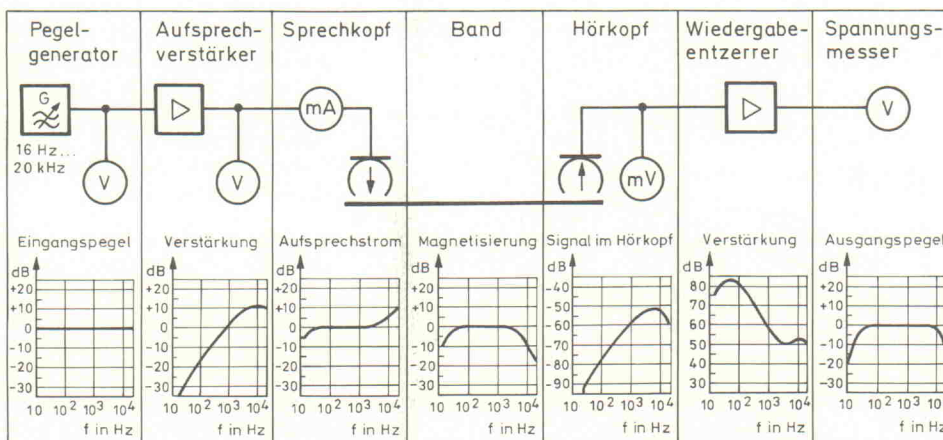


Bild 22. Blockschaltbild mit Pegelverläufen der vollständigen Aufnahme-Wiedergabe-Kette.

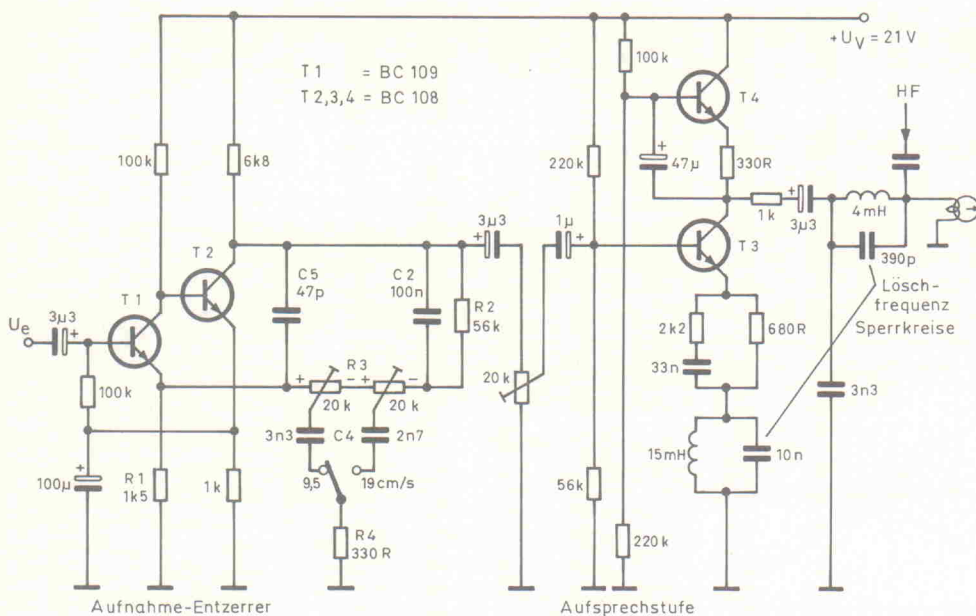


Bild 26. Aufsprechverstärker mit Entzerrer-Netzwerk.

annähernd eine Sinusschwingung, die noch entsprechend verstärkt wird. Die Klirrfaktorwerte des erzeugten Hf-Signals müssen möglichst niedrig sein. Jede Asymmetrie verursacht zudem eine Gleichstromvormagnetisierung, die sich als störendes Rauschen bemerkbar macht. Bei auftretenden Übertragungsfehlern, die mit Rauschen und Verzerrungen einhergehen, stellt sich zumeist ein Fehler im Bereich der Vormagnetisierung als Ursache heraus.

Der erforderliche Vormagnetisierungsstrom kann – entsprechend der Bandsorte – mit einem Trimmer eingestellt werden. Da für unterschiedliche Bandgeschwindigkeiten ebenfalls unterschiedliche Stromstärken nötig sind, ist ein solcher Trimmer für jede einstellbare Geschwindigkeit vorhanden.

Parallel zum Aufnahmepkopf speist der Oszillator vielfach auch den Löschkopf. Andere Maschinen, zum Beispiel Studer A 800, verwenden unterschiedliche Frequenzen zur Löschung und Vormagnetisierung. Man benötigt in diesen Fällen einen zweiten Oszillator, mit dessen Signal der Löschkopf separat angesteuert wird (Bild 29). Der Kopfstrom ist selbstverständlich einstellbar, um die erforderliche Löschdämpfung von mehr als 56 dB zu gewährleisten. Der Löschstrom sollte ebenfalls einen niedrigen Klirrfaktor haben, und der Sinusverlauf muß symmetrisch

sein, also ohne DC-Komponente. Ist eine Asymmetrie vorhanden, findet am Löschkopf eine Gleichstrommagnetisierung statt, die sich ebenfalls als störendes Grundrauschen bemerkbar macht. Der Löscho- und Vormagnetisierungsstrom bleiben während der Wiedergabe ausgeschaltet. Der Oszillator selbst arbeitet hingegen ständig,

um am Beginn einer Aufnahme Fehler durch die unvermeidliche Einschwingzeit zu verhindern.

Der Wiedergabeverstärker

Nachdem durch Aufsprechverstärker und Oszillator bislang dafür gesorgt wurde, daß innerhalb des an-

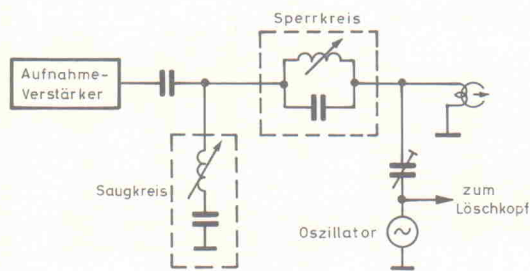


Bild 27. Hf-Rückwirkungen werden durch Einfügen eines Sperrkreises (bias trap) vermieden.

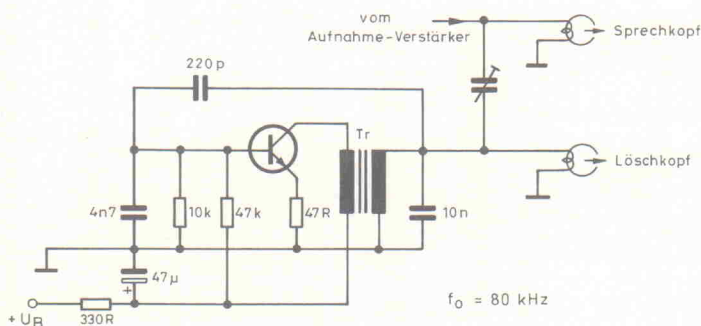


Bild 28. Typischer Oszillator zum Erzeugen des Vormagnetisierungssignals.

gestrebten Frequenzspektrums ein gleichmäßiger Fluß das zuvor am Löschkopf entmagnetisierte Band magnetisieren kann, soll nun die Information hinter dem Wiedergabekopf wieder hörbar gemacht werden.

Dabei treten einige Besonderheiten auf, die anhand eines Zahlenbeispiels verdeutlicht werden können: Angenommen, bei einer Magnetisierung mit 320 pWb pro mm Spurbreite liegt bei einer Frequenz von 1 kHz am Wiedergabekopf eine Spannung von 1,55 mV als EMK an. Gewünscht sei ein Ausgangspegel von 1,55 V (+6 dBm). Demnach ist eine Verstärkung von 60 dB erforderlich. Dem Datenblatt einer Studiomaschine (z. B. M 15 A von Telefunken) kann entnommen werden, daß der Geräuschspannungsabstand am Ausgang 56 dB beträgt. Damit steht bereits fest, daß der Verstärker extrem rauscharm ausgelegt sein muß. Da die Spannung am Wiedergabekopf (Bild 30) linear mit der Frequenz ansteigt, muß die Verstärkung entsprechend beeinflusst werden, um einen linearen Frequenzgang zu erhalten. Wenn der Spannungspegel am Kopf mit 6 dB/Oktave ansteigt, muß die Verstärkung um 6 dB/Oktave gesenkt werden. Die Lösung besteht in einer frequenzabhängigen Gegenkopplung (Bild 31).

Um einen definierten Frequenzgang zu erzielen, kann man in den Rückkopplungszweig eines Wiedergabeverstärkers ein RC-Glied einfügen. Je nach Anordnung der RC-Komponenten erreicht man einen frequenzabhängigen Anstieg der Verstärkung mit einer Steilheit von 6 dB/Oktave oder – wie für die Wiedergabeentzerrung erforderlich – eine entsprechende Abnahme der Verstärkung. Durch einen regelbaren Vorwiderstand läßt sich die Entzerrung der hohen Frequenzen beeinflussen. Eine der möglichen Grundschaltungen ist in Bild 32 wiedergegeben, der zugehörige Frequenzgang in Bild 33.

Durch international gültige Normen sind die Eckfrequenzen f_1 und f_2 sowohl für den Heim- als auch für den Studiobereich fest vorgegeben. Tabelle 3 gibt die wichtigsten Kennwerte wieder, teilweise nach Studiobereich (A) und Heimbereich (B) unterteilt beziehungsweise einer Revision unterworfen (C). Die genormten Kennwerte gewähr-

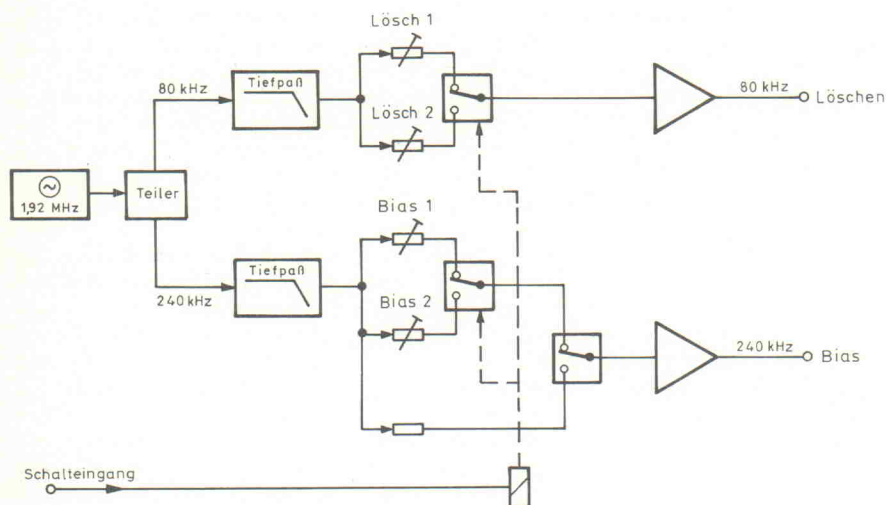


Bild 29. In einigen Geräten weisen die Signale für Löscherung und Vormagnetisierung unterschiedliche Frequenzen auf.

chende Bezugsbänder erhältlich, mit denen die Maschinen eingemessen werden können. Bild 34 stellt die Kennlinien dieser Bezugsbänder grafisch dar, in Tabelle 4 sind die Werte numerisch aufgelistet.

Bild 35 zeigt beispielhaft die Schaltung eines Wiedergabeverstärkers für zwei umschaltbare Bandgeschwindigkeiten. Der in dieser Schaltung enthaltene Rückkopplungsweig ist in Bild 36 separat wiedergegeben. Deutlich ist die Ähnlichkeit mit der Grundschaltung in Bild 32 zu erkennen.

Hochwertige Studiomaschinen verfügen für die Einstellung der Wiedergabeentzerrung zumeist über drei Pegelsteller. In der Studionorm

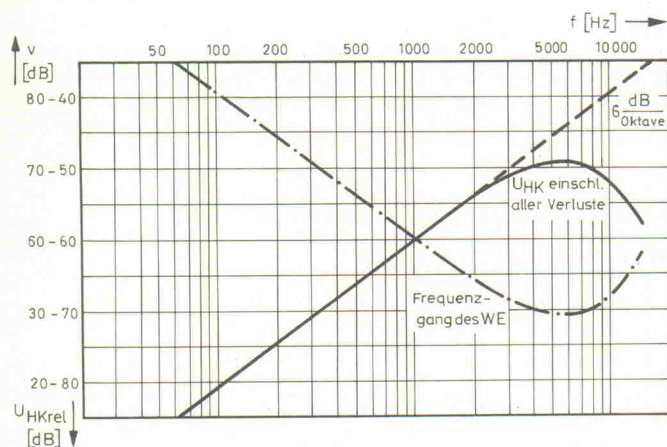


Bild 30. Frequenzgang der Hörkopfspannung U_{HK} sowie des erforderlichen Wiedergabeentzerrers WE.

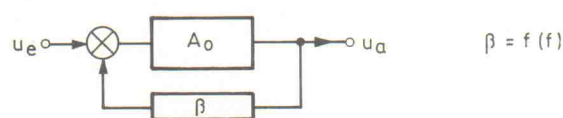


Bild 31. Blockschaltbild eines Verstärkers mit frequenzabhängiger Rückkopplung.

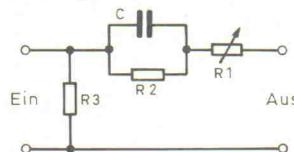


Bild 32. Grundschaltung eines Entzerrer-Netzwerks.

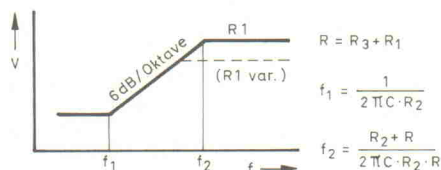


Bild 33. Frequenzgang des Entzerrers aus Bild 32.

leisten die Kompatibilität des Bandmaterials und ermöglichen in der Praxis die Produktion von Ton-

aufnahmen in verschiedenen Studios mit unterschiedlichen Maschinen. Für jede Norm sind entspre-

Standard	BTS	DIN	IEC	JIS	NAB	RIAA
Region	Großbrit.	Deutschland	Europa	Japan	USA	
Einführungsjahr	1968	1968	1968	1967	1965	1968
Bandgeschw. μs (Hz)						
38 cm/s	$T_1 (f_1)$	3180 (50)	3180 (50)	—	3180 (50)	—
	$T_2 (f_2)$	35 (4575)	35 (4575)	35 (4575)	50 (3180)	—
19 cm/s	$T_1 (f_1)$	3180 (50)	A ∞ (0)	C 3180 (50)		
	$T_2 (f_2)$	50 (3180)	B 3180 (50)	—	3180 (50)	3180 (50)
9,5 cm/s	$T_1 (f_1)$	—	A 70 (2275)	C 50 (3180)		
	$T_2 (f_2)$	—	B 50 (3180)	70 (2275)	50 (3180)	50 (3180)
4,8 cm/s	$T_1 (f_1)$	—	3180 (50)	3180 (50)	3180 (50)	3180 (50)
	$T_2 (f_2)$	—	90 (1766)	90 (1766)	90 (1766)	90 (1766)
	$T_1 (f_1)$	—	1590 (100)	3180 (50)	C 3180 (50)	3180 (50)
	$T_2 (f_2)$	—	120 (1326)	120 (1326)	C 120 (1326)	90 (1766)

Tabelle 3. Gebräuchliche Standards der Zeitkonstanten von Bandgeräten für den Heim- und Studiobereich.

ist der Frequenzgang zunächst linear und fällt dann bei einer Zeitkonstanten von $35 \mu s$ (das entspricht einer Frequenz von 3180 Hz) mit 6 dB/Oktave ab. Um die Übertragungsverluste auszugleichen, sind zwei Höhensteller vorhanden: einer im Bereich der Eckfrequenz, einer für den Bereich oberhalb 15 kHz. Um auch den unteren Frequenzbereich beeinflussen zu können, ist ein Tiefensteller vorhanden, der unterhalb von 100 Hz greift. Diese drei Steller sind für jede Bandgeschwindigkeit getrennt vorhanden und werden beim Wechsel der Geschwindigkeit mit umgeschaltet. Mit einem Pegelsteller kann der Ausgangspegel bei Wiedergabe der Bezugsfrequenz (mit Bezugspegel z. B. 320 pWb/mm) eingestellt werden.

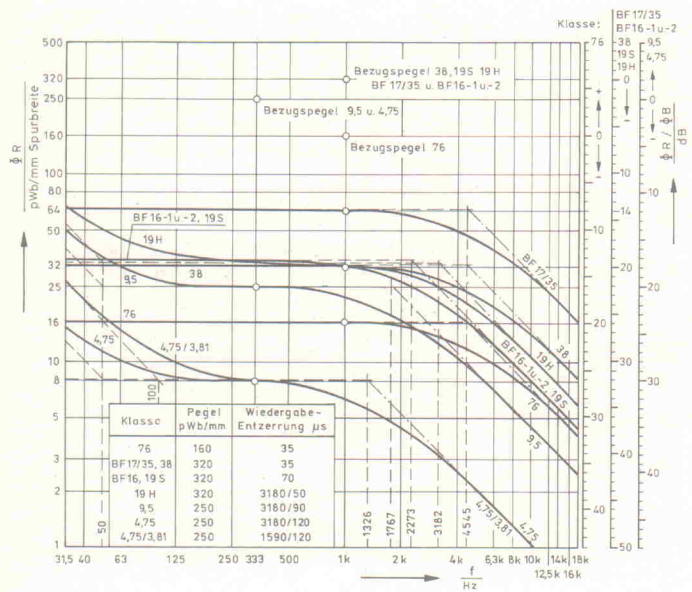


Bild 34. Frequenzabhängiger Verlauf der Magnetflüsse verschiedener DIN-Bezugsbänder.

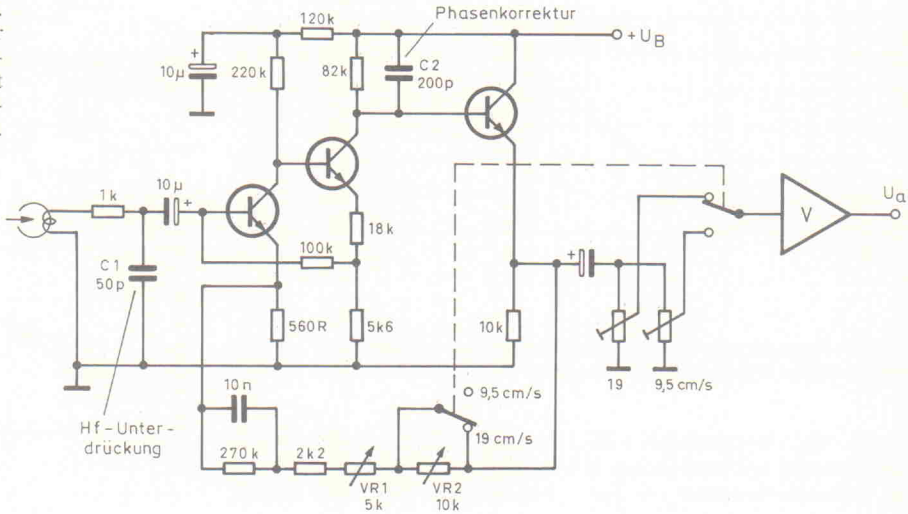
Zur einwandfreien Reparatur und Einmessung empfiehlt sich die Verwendung eines entsprechenden Bezugsbandes. Gerade für Studioaufnahmen ist die Einhaltung der Normen wesentlich für die Produktion von Demo-Bändern.

Stereobetrieb

Eine Stereomaschine funktioniert grundsätzlich genau so wie beschrieben, mit dem Unterschied, daß alle Schaltungsgruppen – außer dem Hf-Oszillator – doppelt vorhanden sind.

Die Tonköpfe bestehen aus zwei Kernen mit getrennten Wicklungen. Beide Systeme sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Zwischen den beiden Stereospuren ist eine Trennspur mit einer Breite von 0,75 mm vorhanden. Lediglich der Löschkopf arbeitet für beide

Bild 35. Einfacher Wiedergabeverstärker mit Entzerrungs-Netzwerk.



Spuren gleichzeitig. Auch die Aufnahme- und Wiedergabeverstärker sind doppelt vorhanden. Sie müssen für beide Kanäle absolut gleichmäßig eingemessen werden. Bezüglich der Kopfjustage ist insbesondere auf den Azimuth zu achten. Bei Wiedergabe eines Bezugsbandes müssen die Ausgangsspannungen über dem gesamten Frequenzbereich phasengleich sein. Hierfür enthalten die Testbänder einen entsprechenden Abschnitt mit einem um 10 dB unter dem Bezugspegel liegenden 10-kHz-Signal. In Bild 37 ist der Inhalt eines Bezugsbandes grafisch dargestellt. Während der magnetische Fluß bei Monomaschinen 320 pWb pro mm Spurbreite beträgt, arbeiten Stereomaschinen mit 510 pWb pro mm Spurbreite. Neben dem Gewinn an 4 dB Dynamik gewährleistet diese Vorgehensweise die Kompatibilität bei der Wiedergabe von Stereo-Aufnahmen auf Monomaschinen.

tungen arbeiten. Hier wird – wie auch beim Kassettenrekorder – für eine Aufzeichnungsrichtung nur die Hälfte des Bandes genutzt, so daß praktisch vier Aufzeichnungsspuren entstehen. In Bild 38 sind die gebräuchlichsten Spurlagen wiedergegeben.

Selbst im Studiobereich unterscheidet man zwischen Zweikanal- und Stereomaschinen. Zweikanalmaschinen haben eine Trennspur mit einer Breite von 2 mm sowie einen Zweispurlöschkopf. Damit läßt sich ein individuelles Aufzeichnen beider Spuren realisieren. Will man beide Spuren synchron bespielen, zum Beispiel mit sich selbst ein Duett singen, so muß man einerseits die erste Spur hören und andererseits auf die zweite Spur aufsprechen. Bei Geräten mit getrennten Köpfen für Aufnahme und Wiedergabe ergäbe sich jedoch aufgrund des Abstands zwischen den

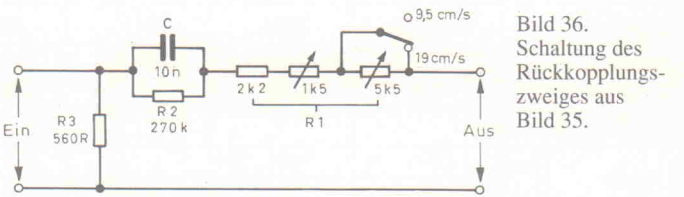


Bild 36. Schaltung des Rückkopplungs-zweiges aus Bild 35.

Mehrspeurbetrieb

Kaum einem Besitzer einer Stereo-Heimtonbandmaschine ist bekannt, daß dieses Gerät im Sinne der Norm keine Stereomaschine, sondern eine Zweikanalmaschine ist, mit der ein Stereosignal aufgezeichnet und wiedergegeben wird. Dies gilt insbesondere auch für die häufig anzutreffenden Viertelspurmaschinen, die in beiden Laufri-

Köpfen ein Zeitversatz. Als Echoeffekt ist dies zwar hervorragend zu gebrauchen, aber für synchrone Aufzeichnungen nicht verwendbar. Aus diesem Grund weisen fast alle Studiomaschinen eine sogenannte Simul-Sync-Funktion auf. Das heißt, daß ein separater Wiedergabeverstärker vorhanden ist, der an den Aufnahmekopf der wiedergebenden Spur geschaltet wird und dessen Signal an den Ausgang der

Magnetfluß Φ_R für Bezugspegel		Wiedergabe-Entzerrung	
		Zeitkonstante τ für Magnetflußverlauf	
Klasse	pro mm Spurbreite	Tiefen	Höhen
BB 76	160 pWb	–	35 µs
BB 38	320 pWb	–	35 µs
BB 19 S	320 pWb	–	70 µs
BB 19 H	320 pWb	3180 µs	50 µs
BB 9,5	250 pWb	3180 µs	90 µs
BB 4,75	250 pWb	3180 µs	120 µs
BB 4,75/3,81	250 pWb	1590 µs	120 µs
BF 16-1/2	320 pWb	–	70 µs
BF 17/35	320 pWb	–	35 µs

Tabelle 4. Übersicht über verschiedene DIN-Bezugspegel.

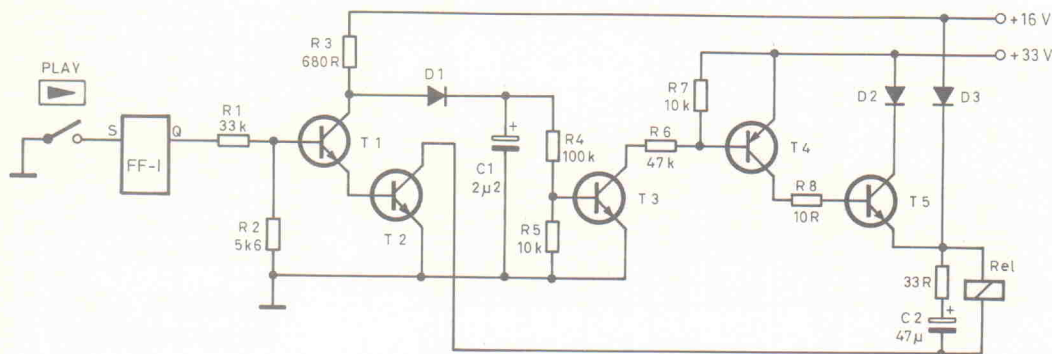


Bild 40. Typische Schaltung zum Ansteuern des Elektromagneten (Rel) für die Andruckrolle.

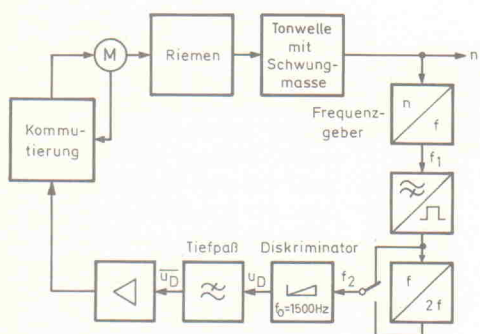


Bild 41. Blockschaltbild für einen indirekten Tonwellenantrieb.

beiden Richtungen – zuständig. Sie sind auch dafür verantwortlich, daß das Band in der richtigen Höhe mit dem erforderlichen Druck an den Tonköpfen vorübergleitet. Insbesondere bei Mehrspurmaschinen mit 1"- und 2"-Bändern ist die Bandführung sehr wichtig.

Alle Rollen müssen sauber gehalten werden und exakt justiert sein. Dies gilt insbesondere für die Andruckrolle, die das Band an die Tonwelle drückt. Der Andruck muß über die gesamte Breite gleichmäßig verteilt sein, da sich ansonsten das Band wellt beziehungsweise nach oben oder unten herausläuft. Die meisten Hersteller bieten für die Justage spezielle Servicekits an – Meßlehren und passendes Werkzeug –, die die Arbeit an diesen Teilen erleichtern.

Doch nun zur Funktion: Nach dem Drücken der Play-Taste setzt sich das Band in Bewegung, wobei die beiden Wickelmotoren die Aufgabe haben, den nötigen Bandzug zu erzeugen. Dazu werden sie so geschaltet, daß der Aufwickelmotor in Aufwickelrichtung und der Abwickelmotor in Rückwickelrichtung betrieben wird. Damit entsteht zum einen der nötige Aufwickelzug, der ein ausreichend festes Aufwickeln der Bandrolle gewähr-

leistet, und zum anderen der notwendige Gegenzug, der für den ausreichenden Andruck des Bandes an die Köpfe sorgt.

Während des Durchlaufs eines Bandes sollte der Andruck an die Köpfe und die Festigkeit des Bandwickels stets konstant sein. Somit müssen alle Zugkräfte unabhängig vom sich ändernden Durchmesser der beiden Bandwickel konstant bleiben. Diese Forderung wird durch das Regeln des Drehmoments der Wickelmotoren erfüllt. Als Istwertgeber dient der bewegliche Schwenkhebel, über den bei den meisten Maschinen das Band geführt wird. Die Bandzug-Regelung erfolgt bei neueren Maschinen auf elektronischem Weg: Der Schwenkhebel ist mit einem Potentiometer mechanisch gekoppelt, und dieses Poti wiederum gibt eine von der Zugkraft abhängige Spannung an den Regelkreis weiter.

In anderen Maschinen ist der Fühlhebel mit den Bremsen der Wickelmotoren mechanisch verbunden. Diese Bremssysteme sind bei den meisten Maschinen sehr einfach und betriebssicher. Sie arbeiten mit einem graphitierten Filzband, das die Schwungmasse des Motors praktisch um 180° umschlingt. Das Bremsmoment ist dabei von der Stellung des Führungshebels und

somit vom jeweiligen Wickeldurchmesser abhängig.

Hochwertige Studiomaschinen verfügen zum Teil auch über zwei Fühlhebel: einen für die Abwickel- und einen für die Aufwickelseite. Da sich die Kräfte der beiden Wickelmotoren die Waage halten, ist noch ein dritter Antrieb notwendig, der das Band in Bewegung setzt: der die Tonwelle antreibende Capstanmotor (Tonwellenmotor). Durch die mitlaufende Andruckrolle (Pinch Roller) wird das Band gegen die rotierende Tonwelle gedrückt.

Die Andruckrolle wird im allgemeinen von einem Elektromagneten (Solenoid) bewegt. Eine Schaltung zum Ansteuern des Elektromagneten ist in Bild 40 wiedergegeben. Diese Andruckbewegung sollte zwar schnell erfolgen, darf aber nicht so ruckartig verlaufen, daß sich Bandschlaufen vor dem Kopfträger bilden. Der Andruck muß stark genug sein, um eine Bandbewegung ohne Schlupf zu erreichen, er darf aber keineswegs die Tonwelle abbremsen. Die als 'Wow' und 'Flutter' bezeichneten Effekte entstehen vielfach an dieser kritischen Stelle. Die Andruckrolle sollte stets sauber sein und eine glatte Oberfläche aufweisen. Insbesondere in 1"- und 2"-Maschinen muß die Andruckrolle exakt justiert sein.

Vielfach wird der Capstanmotor direkt am Netz betrieben. Dabei ist die Bandgeschwindigkeit bei konstanter Motordrehzahl proportional zum Durchmesser der Tonwelle. Da jedoch Änderungen der Netzfrequenz in Verbindung mit Toleranzen des Tonwellen-Durchmessers zu Schwierigkeiten beim Gleichlauf führen können, ist man

dazu übergegangen, die Geschwindigkeit elektronisch zu regeln. Hierzu verwendet man regelbare, kollektorlose Gleichstrommotoren. Diese Art des indirekten Tonwellenantriebs ist beispielsweise in der M 15 A realisiert. Der Motor treibt über einen Riemen die Tonwelle, an deren unterem Ende ein Frequenzgeber angebracht ist. Dieser besteht aus einer gleichstromdurchflossenen Spule in einem magnetischen Kreis. Über zwei Zahnkränze mit jeweils 150 Zähnen, von denen einer feststeht und der andere sich mit der Tonwelle dreht, wird eine Wechselspannung mit 150 Perioden pro Umdrehung erzeugt. Das Blockschaltbild für den Tonwellenantrieb ist in Bild 41 wiedergegeben.

Im Gegensatz zu anderen Abtastverfahren, bei denen ein Zahnrad nur an einer Stelle abgetastet wird, wird hier stets ein Mittelwert über den gesamten Umfang gebildet. Teilungsfehler fallen somit in erster Näherung heraus, und es wird ein besserer Gleichlauf der Tonwelle erreicht. Die Maschine bietet die Wahl zwischen zwei Bandgeschwindigkeiten, namentlich 19 cm/s und 38 cm/s. Aus der Tonwellendrehzahl und der Zähnezahl ergeben sich somit zwei Frequenzen am Ausgang des Gebers: 750 Hz für 19 cm/s und 1500 Hz für 38 cm/s. Bei 19 cm/s wird die Frequenz des Gebers elektronisch verdoppelt; somit steht am Eingang des Diskriminators immer eine Frequenz von 1500 Hz an. Das am Ausgang des Diskriminators anstehende Signal wird in einem Tiefpaß geglättet und anschließend verstärkt; das Signal dient der Drehzahlsteuerung des elektronisch kommutierten Tonwellenmotors.

In diesen Regelkreis kann man nun eingreifen, um die Bandgeschwindigkeit stufenlos zu steuern. Diese als Varispeed bezeichnete Eingriffsmöglichkeit wird beispielsweise immer dann angewendet, wenn in der Musikproduktion eine Gesangsstimme in eine tiefere Tonlage versetzt werden soll. Die Bandgeschwindigkeit wird während der Aufnahme so weit erhöht, daß die Tonlage der Musik zum Beispiel um eine Terz nach oben transponiert wird. Der Sänger singt nun in seiner normalen Stimmlage dazu. Während der Wiedergabe wird dann mit normaler Geschwindigkeit gearbeitet, mit

der Folge, daß die Stimme des Sängers nun um eine Terz nach unten versetzt ist.

Die Ausführung anderer Tonwellenantriebe ist vom Prinzip her ähnlich. Für die detaillierte Funktionsbeschreibung der jeweiligen Maschine soll an dieser Stelle auf die Service-Unterlagen der Hersteller verwiesen werden.

In den meisten Maschinen ist der Tonwellenmotor nach Einlegen des Bandes ständig eingeschaltet, um die Nachteile des Hochlaufens auf Sollgeschwindigkeit zu verhindern. Beim schnellen Vor- und Rücklauf wird das Band zumeist über besondere Hebel im Kopfträger von den Köpfen weggeführt. Diese Maßnahme verhindert den Verschleiß

der Köpfe und schon das Bandmaterial. Während des Umspulens bleiben die Signalausgänge der Maschine normalerweise ausgeschaltet.

Viele Maschinen bieten neben den normalen Umspulfunktionen noch eine sogenannte Cue-Möglichkeit: Über einen Regler kann das Band in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung bewegt werden, wobei der Kopfkontakt erhalten bleibt und die Wiedergabeverstärker eingeschaltet sind. Diese Funktion ist für das Schneiden von Tonbändern wichtig, um bestimmte Passagen der Aufnahme zu finden.

Beim Umspulen ist es wichtig, daß das Band fest aufgewickelt wird. Deshalb wird der Motor der Auf-

wickelseite mit voller Betriebsspannung betrieben. Der Motor der anderen Seite erhält eine niedrigere Spannung, um den erforderlichen Bandzug zu gewährleisten. Die oben beschriebene Regelung über die Fühlhebel ist auch im Umspulbetrieb aktiv. Sie ist hier besonders wichtig, da relativ hohe Drehmomente auftreten. Ein fehlerhaftes Bremssystem kann immerhin Bandsalat erzeugen oder schlimmstenfalls ein 2"-Band in einen PVC-Zwirnfaden umarbeiten. Deshalb wird bei diesen Maschinen der Bandzug elektronisch gemessen und geregelt. Die Stop-Funktion löst meist eine vollelektrische Bremsung aus. Der gezogene Motor erhält in diesem Fall so lange Spannung, bis das Band zum Stillstand gekommen ist.

Literatur

- [1] Johannes Webers, *Tonstudio-technik*, 3. Auflage, Franzis Verlag
- [2] Paul Skritek, *Handbuch der Audio-Schaltungstechnik*, Franzis Verlag
- [3] Fachkunde Radio-, Fernseh- und Funkelektronik, Europa Lehrmittel Verlag
- [4] Hübscher u. a., *Elektrotechnik Fachstufe 2*, Westermann Verlag
- [5] *Handbuch der Tonstudioteknik*, Schule für Rundfunktechnik, K. G. Saur Verlag

Aktuell ● Preiswert ● Schnell

ELRAD 3/1990	Bs.	Pl.
2x 600 W PA, Symmetrierteile (1Kanal)	10,50	4,50
2x 600 W PA, Endstufe (1Kanal)	320,00	26,00
2x 600 W PA, Controlteile (1Kanal)	29,90	30,00
2x 600 W PA, Netzteil/Ausgang 2x 60V/10A	630,00	16,00
2x 600 W PA, Kühlkörper SK 88/350 AL	38,90	—
2x 600 W PA, LED-Peak-Meter	38,90	15,00
2x 600 W PA, 19" Gehäuse 3HE/360 mm (ST033)	94,90	—
Signalprozessor-Entwickl.-Sys./A/D-Karte	589,00	56,00
Signalprozessor-Entwickl.-Sys./Anzeige	10,50	9,50
NF-Scanner, Kontroll	32,50	15,00
NF-Scanner, Steuerung	19,90	9,90
NF-Scanner, Mischeinheit	77,70	19,90

ELRAD 2 + 3/1990	Bs.	Pl.
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, VA-Modul	39,90	32,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, HA-Modul	35,50	32,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, TZ-Modul	11,50	10,00
Auto-Motordiagnose-Oszilloskop, B-Modul	42,50	32,00
Auto-Motordiagnose-Oszi, C-Modul	31,50	27,50
Auto-Motordiagnose-Oszi, Netzteil	85,80	12,50
Auto-Motordiagn.-Oszi, HSP ohne ROH1/TR1	26,90	27,50
DemoSkop/Monitor-Oszi	20,90	14,00

Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus Elrad, elektor und Eio die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!
Fordern Sie unsere Liste Nr.: E4/90 gegen frankierten Rückumschlag an!

Original-ELRAD-Bausätze mit Garantie

ELRAD 1 + 2/90	Bs.	Pl.
NF-Scanner, Kanalanzeige	27,90	22,00
NF-Scanner, Audio-Eingangsstufe	62,50	44,00
NF-Scanner, Eingangsstufe Kopfhörer	24,30	15,00
NF-Scanner, Line Verstärker	45,50	44,00
NF-Scanner, Filterbaustein L. U.F.	88,90	36,00
NF-Scanner, Kopfhörerverstärker	79,70	38,00
NF-Scanner, Audio-Bus	85,50	81,00
NF-Scanner, Frontplatte	249,90	89,00
NF-Scanner, Led-Aussteuer (2x)	11,40	4,00
NF-Scanner, Übersteuerung (2x)	53,60	36,00
NF-Scanner, Netzteil	79,90	14,70
Dynamic Ltd. ★ Compressor/Limiter	132,00	22,40



**Diesselhorst
Elektronik
Vertriebs GmbH**
Hohenstaufenring 16
4950 Minden

Tel. 0571/57514
FAX: 0571/5800633
Btx: 0571/5800108

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

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

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

Unsere Garantie-Bausätze enthalten nur Bauteile 1. Wahl (keine Restposten) sowie grundsätzlich IC-Fassungen und Verschiedenes. Nicht im Bausatz enthalten: Baubeschreibung, Platine, Schaltplan und Gehäuse. Diese können bei Bedarf mitbestellt werden. Versandkosten: Nachnahme-Päckchen DM 8,50 ★ Nachnahme-Paket (ab 2 kg) DM 15,00 ★ Vorkasse-Scheck DM 6,50. Anfragenbeantwortung nur gg. frankierten Rückumschlag (DM 1,00). Bauteilleiste, Bausatzliste, Gehäuselleiste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

CHECK-POINT

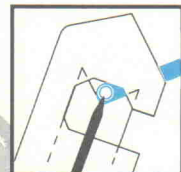
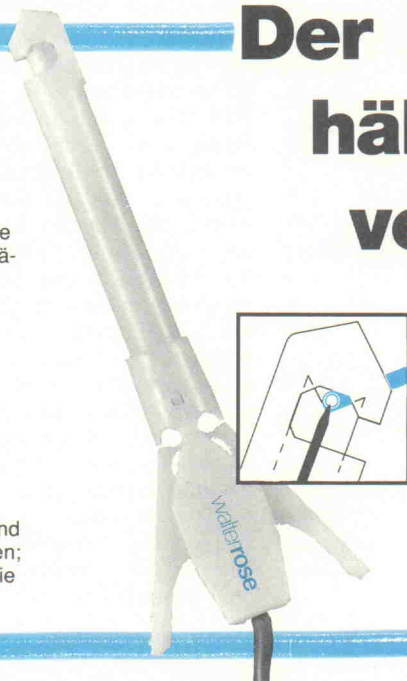
Ohne abisolieren verbinden, prüfen? Unmöglich?

Die erste Prüfspitze, die Leiter durch die Isolierung kontaktiert ohne Leiterbeschädigung. Ansetzen – Durchdringen der Isolierung – Prüfen – Abnehmen – Schließen der Prüfstelle

Nur für Kleinspannungen bis 65 V

- Für Leiter ab 0,4 mm Durchmesser
- Kunststoff oder Papierisolierung gleichermaßen
- Kontaktsicher durch ausgereifte Konstruktion
- Einfach zu handhaben

Besonders geeignet für: Fernsprech- und Signalkabel; Elektronische Feinleitungen; Signalleitungen; Elektronik; Industrie wie Bastlerbedarf



Detailansicht

Der Kontakt der hält was er verbindet

Besuchen Sie uns auf der Industrie Messe Hannover Halle 8, Stand B23 vom 02.-09. Mai 1990

walterrose
Walter Rose GmbH & Co KG Erzeugnisse für die Nachrichtentechnik und Elektronik · Postfach 2328 · D-5800 Hagen 1 · Telefon (023 31) 3 69-0

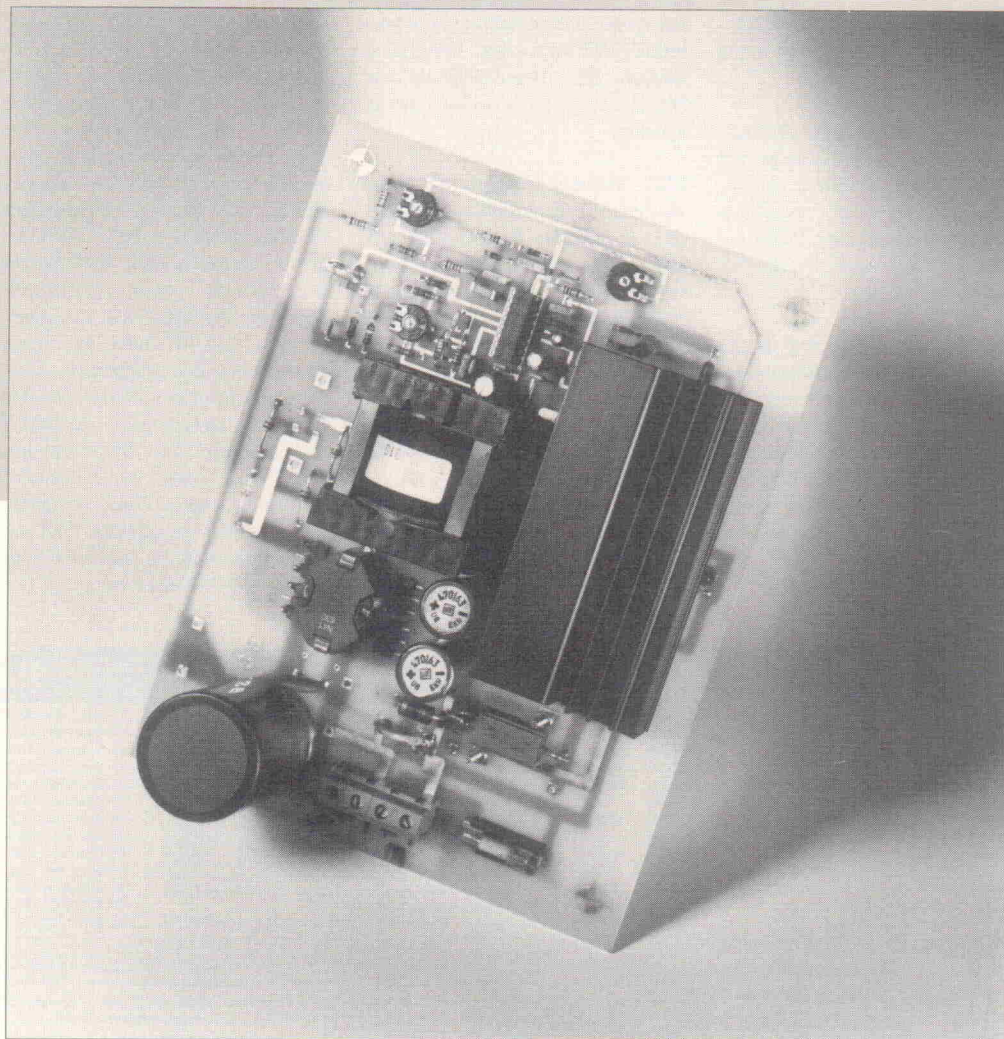
Coupon ☐ Ja, ich möchte mehr über das perfekte Kontaktsystem erfahren

Name _____ Anschrift _____

DC/DC-Wandler

Peter Weiske

Eine vorhandene Gleichspannung soll in eine größere oder kleinere Gleichspannung konvertiert werden. Sei es aufgrund der Tatsache, daß es sich bei der speisenden Quelle um eine Batterie handelt, sei es, um mit gesteigertem Umweltbewußtsein voll im Trend zu liegen: der Wirkungsgrad soll möglichst hoch sein. Das sich anbietende Prinzip der Schaltwandler ist ein alter Hut, aber moderne ICs erzeugen heutzutage nicht nur die ersehnten Ansteuersignale, sie überwachen auch den gesamten Prozeß. Dieser Artikel zeigt am Beispiel des TDA 4716 die Funktionsweise eines Schaltregler-ICs sowie das Zusammenspiel mit der kapazitiven und induktiven Peripherie.



Für den praxisorientierten Einsatz wurde ein Schaltnetzteil entwickelt, das mit den folgenden Eigenschaften aufwarten kann:

- Ausgangsspannungsbereich von 75 V...300 V, in zwei Stufen einstellbar,
- Ausgangsstrombereich von 275 mA bei 100 V bis 82 mA bei 250 V Ausgangsspannung,
- Eingangsspannungsbereich von 11 V...16 V,
- Regelgenauigkeit ca. 2,5 %, entsprechend der Referenzspannung des Schaltregler-ICs,
- dynamische Strombegrenzung zum Schutz der Schalttransistoren bei Überlast oder ausgangsseitigem Kurzschluß,
- bei zu hoher Eingangsspannung werden die Schalttransi-

storen gesperrt und nach Beseitigung der Überspannung über den Softstart wieder eingeschaltet.

Das Blockschaltbild des Gegentakt-Schaltnetzteils ist in Bild 1 zu sehen. Die meisten Funktionen – auch die Regelverstärkung für die Spannungsregelung – sind im Schaltregler-IC, dem TDA 4716, enthalten; lediglich die Treiberstufen der MOSFETs und der Leistungsteil müssen hinzugefügt werden. Eingangs- und Ausgangsseite sind nicht potentialgetrennt und haben eine gemeinsame Masse. In der vorliegenden Schaltung kann die problematische potentialgetrennte Übertragung der Regelgröße vom Spannungsausgang auf den Pulsweiten-Modulatoreingang des Schaltregler-ICs ohnehin entfallen.

Durch Umschaltung der Referenzspannung (Schalter S1)

wird der Einstellbereich des Potis P1 für die Ausgangsspannung gespreizt. Der Überspannungsschutz-Komparator K5 schaltet ab einer Eingangsspannung von 15 V die IC-interne Endstufe in den hochohmigen Zustand. Sobald die Eingangsspannung abnimmt und 13 V unterschreitet, erfolgt ein weicher Wiederanlauf mit kontinuierlich steigendem Tastverhältnis.

Der Momentanwert des Stromes durch den jeweils gerade leitenden Leistungs-MOSFET wird an einem gemeinsamen Shunt-Widerstand gegen Masse gemessen und dem schnellen Komparator K7 des TDA 4716 mit einer Ansprechverzögerung von ca. 250 ns zugeführt.

Da das Schaltregler-IC Low-aktive Ausgangsstufen hat, müssen zur Ansteuerung der Powermos-Transistoren Inverter vorgeschaltet werden. Es wurde

eine Stromquellenschaltung zum Einschalten vorgesehen.

Wegen der hohen verarbeiteten Spannungen bei den relativ hohen Ausgangsströmen muß beim Einbau des Gerätes und bei der Inbetriebnahme erhöhte Vorsicht in Bezug auf den Berührungsschutz gelten. Die Spannungsspitzen auf der Ausgangsseite des Trafos können leicht Werte um 800 V erreichen. Lebensgefährlich ist auch die Gleichspannung von maximal 300 V am Glättungselko.

Es ist auch nicht empfehlenswert, die Ausgangsspannung zum Test der Kurzschlußfestigkeit niederohmig zu brücken. Die im Ladeelko gespeicherten Energiemengen sind sehr hoch, und es können unangenehme Lichtbögen entstehen. Falls das Netzteil auch unbelastet betrieben wird, ist es empfehlenswert, den Ausgang mit einem zusätzlichen Lastwiderstand von 20 k Ω /5 W permanent zu belasten, damit sich nach dem Ausschalten der Glättungselko schneller entladen kann. In jedem Fall sollte die Platine

Der Autor



Peter Weiske wurde am 3. 4. 1958 in Hof/Saale geboren. Den ersten Kontakt zur Elektronik vermittelten ihm damals Dreizehnjährigen diverse Elektronik-Experimentierbaukästen und Bastelbücher. Es folgte der Aufbau der ersten Orgel und diverser Baugruppen zur Klang-erzeugung. Während des Studiums der elektrischen Ener-

gie-technik lenkte sich **Peter Weiske** zunächst auf die Schaltungs-technik von Motorsteu-erungen und Schaltnetz-teilen. Damit beschäftigte sich Peter Weiske teil-weise auch privat, da bei seiner Indu-strietätigkeit in der Elek-trokonstruk-tion die Ent-scheidung häufig zu-gunsten von 'Buy' statt 'Make' aus-fällt. Der mo-mentane Schwerpunkt liegt in der Hardware- und Soft-wareentwick-lung mit Mi-krokontrol-lern.

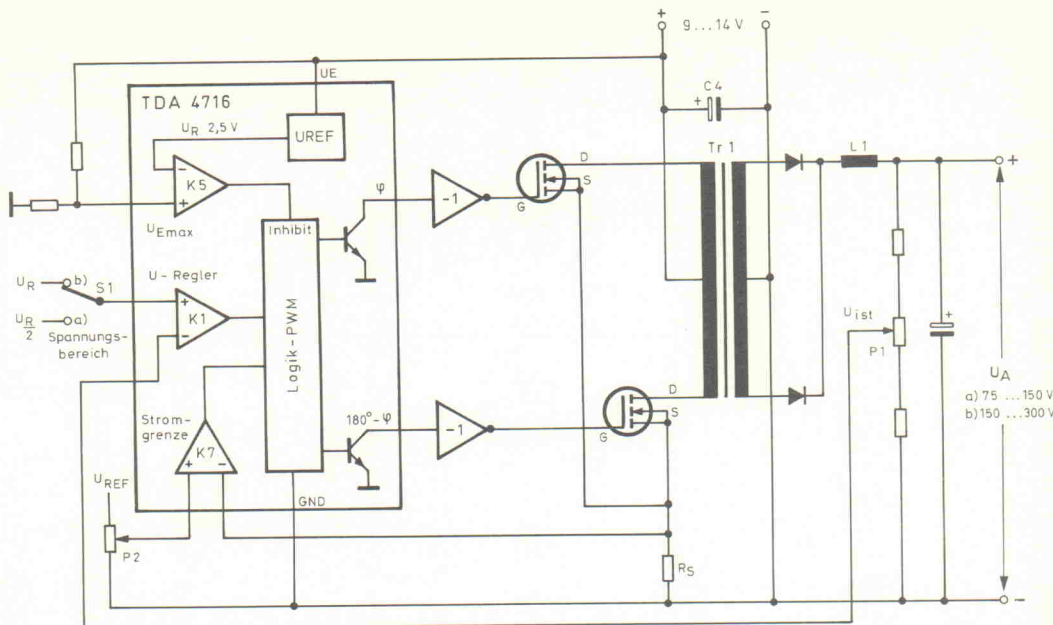


Bild 1. Das Blockschaltbild des Wandlers.

nicht vor einer Wartezeit von ca. 10 s nach dem Ausschalten berührt werden.

Schaltungs- beschreibung

Die MOSFET-Treiberstufe

Das Gesamtschaltbild ist in Bild 2 wiedergegeben. Bei durchgeschaltetem IC-Ausgangstransistor, das heißt Pin 3 (beziehungsweise Pin 4) des TDA 4716 wird Low, ist der Kleinleistungs-FET T7 ausgeschaltet und die LED D9 leuchtet. Die LED-Durchlaßspannung von etwa 2,5 V bestimmt mit dem Emitterwiderstand R15 die Höhe des Konstantstromes durch T5, der die Gate-Eingangskapazität von T2 auflädt. Sein Wert ist:

$$I = U_{LED}/R15 = 2,5 \text{ V}/33 \Omega = 75 \text{ mA.}$$

Schwankungen der Eingangsspannung wirken sich somit nicht auf die Spannung und den Umladestrom der MOSFET-Gates aus.

Sobald der Ausgangstransistor des TDA 4716 sperrt, wird der Treiber-MOSFET T7 über R19 und R17 eingeschaltet und die Gate-Eingangskapazität des Endstufentransistors T2 über den 22- Ω -Widerstand R13 entladen. Der Entladestrom ist auf maximal 0,5 A begrenzt. Durch den höheren Entladestrom wird garantiert, daß die Ausschaltzeit stets kleiner als die Einschaltzeit wird, so daß nie beide

Endstufen-MOSFETs gleichzeitig leiten können.

Die beiden Z-Dioden D7 und D8 verhindern ein Ansteigen der Gatespannungen über den Grenzwert für $U_{GS \max}$ von +20 V.

Die Helligkeit der beiden LEDs D9 und D11 ist ein Maß für das aktuelle Tastverhältnis T_{Ein}/T der Endstufe. Bei zunehmender Ausgangslast und sinkender Eingangsspannung nimmt die Helligkeit zu.

Die dynamische Strombegrenzung

Bei Überschreitung der mit P2 einstellbaren Referenz für die Stromgrenze werden beide Endstufen gleichzeitig gesperrt. Um Doppelimpulse am Ausgang bei 'unsauberen' Strom-Istwerten an Pin 14 zu vermeiden, setzt der vom Komparator K7 erzeugte Low-Impuls das Impuls-Abschalt-Flipflop im TDA 4716 zurück. Es wird erst zu Beginn einer neuen Taktperiode wieder gesetzt. Die mit P2 einstellbare Schalterschwelle wird durch Spannungsteilung von der Referenzspannung des ICs (2,5 V) abgeleitet und entspricht einem Spitzenstrombereich von 6,7 A...10 A.

Zur Vermeidung von Fehltriggerungen des Stromkomparators durch Störspannungen wurde der Shunt R6/7 so gewählt, daß die Spannung des Istwertes Werte in der Größenordnung von 100 mV bis 1 V annehmen kann. Dies ist ein guter Kompromiß zwischen

Verlustleistung, das heißt Wirkungsgrad, und Störspannungsabstand des Wandlers.

Sicherheitsabschaltungen mit Wiederanlauf über den Softstart

Die Komparatoren K5, K8 und das Signal 'U_{Ref} - Überstromlast' setzen das Störungs-Flipflop zurück, das im Gegensatz zu den Komparatoren K7 und K2 nicht eine Limitierung des Tastverhältnisses, sondern eine rasche Entladung des Softstart-Kondensators mit dem dreifachen Wert des Ladestroms ($3 \times 2 \mu\text{A}$) bewirkt. Während der Entladung sind die Treiber-Ausgänge durch die Und-Gatter G1 und G2 gesperrt. Nach Aufhebung aller Störungen kann sich C12 wieder aufladen, und der PWM-Komparator K2 vergrößert das Tastverhältnis kontinuierlich bis zum Regel-Einsatzpunkt von K1.

Die Abschaltsschwelle von K8 - Unterspannung - ist fest auf Werte zwischen 8,5 V und 10 V eingestellt [6]. Die Überspannungs-Abschaltung erfolgt, sobald die mit R23 und R24 geteilte Eingangsspannung an Pin 13 die Referenzspannung von 2,5 V überschreitet.

Um Fehlabschaltungen durch eingestreute Störimpulse von der Endstufe zu vermeiden, sind alle Komparatoreingänge mit keramischen Kondensatoren nach Reglermasse abgeblockt. Die Reglermasse ist dabei mit einer separaten Lei-

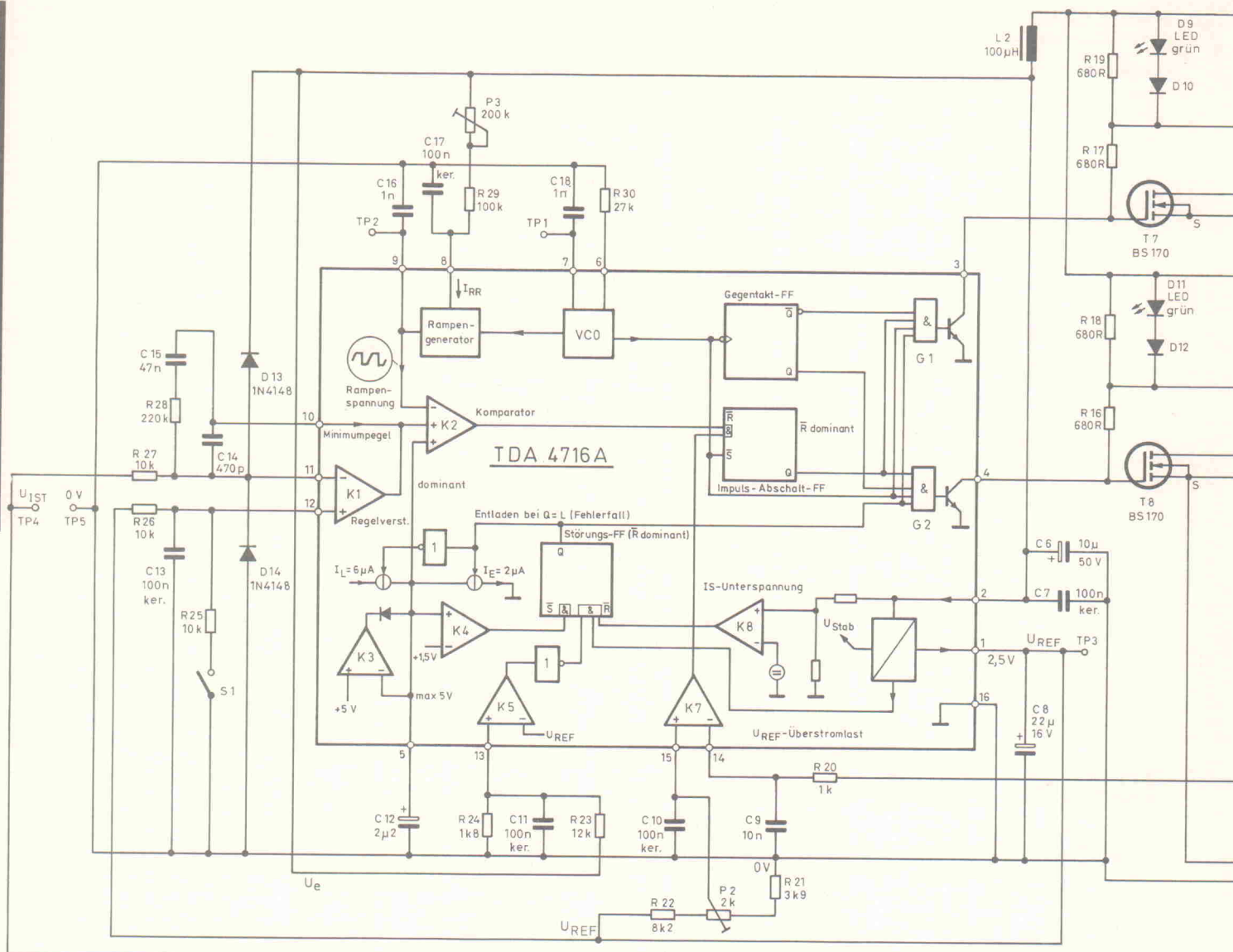


Bild 2. Der Wirkungsgrad des Wandlers ist von den Schaltzeiten und den On-Widerständen der Schalttransistoren abhängig.

terbahn zusammengeführt und an einem zentralen Punkt, dem Minuspol des Eingangskondensators, mit der Leitungsmasse verbunden.

Rampengenerator mit Vorsteuerung [7]

Die in Bild 4 vereinfachte Schaltung mit R_R , C_R und dem Oszillator verdeutlicht das Prinzip der Vorsteuerung (Feedforward-Kompensation) mit einem Rampengenerator, dessen steigende Flanke von der Eingangsspannung moduliert wird. Sobald die Rampenspannung infolge einer höheren Eingangsspannung ansteigt, überschreitet die Spannung am Minusgang des PWM-Kompa-

rators K2 die Regler-Ausgangsspannung am nichtinvertierten Eingang, der Komparatorausgang schaltet auf Lowpegel und setzt das Impuls-Abschalt-Flipflop zurück. Folglich werden die Ausgangsimpulse bis zum Ende der Taktperiode abgeschaltet.

Diese 'Vor-Steuerung' reagiert schneller als der PI-Regler, wodurch ein besseres dynamisches Regelverhalten bei Eingangsspannungsänderungen – die zum Beispiel durch den schwankenden Batterie-Innenwiderstand oder eine überlagerte Brummspannung bei Netzbetrieb bedingt sein können – erzielt wird und auch ein weiterer Stromanstieg in der Endstufe als Folge eines eventuellen Anstiegs der Eingangsspannung verhindert wird.

Puls-Weiten-Modulation mit dem TDA 4716

Die mit C18 (C_T) und R30 (R_T) eingestellte Oszillator-Festfre-

quenz hat wegen der Frequenzteilung durch das Gegentakt-Flipflop den doppelten Wert wie die Ausgangsfrequenz von 21 kHz an Pin 3 beziehungsweise Pin 4 des TDA 4716 haben. Die Frequenz kann an C_T beziehungsweise TP 1 im Bild 2 oszillographiert werden, wobei durch die internen Stromquellen ein linearer Sägezahnverlauf garantiert wird. Die abfallende Flanke ist durch den

Wert von C_T einstellbar und damit auch die Höhe der minimalen Totzeit, während der beide Ausgänge gleichzeitig gesperrt sind. Damit ein möglichst großer Tastverhältnisbereich zum Ausgleich von Last- und Eingangsspannungsschwankungen erreicht werden kann, ist die Totzeit mit einem Wert von ca. 1,5 μ s im Vergleich zur Periodendauer von 20 μ s relativ kurz eingestellt.

Eingangsgrößen		Ausgangsgrößen		Wirkungsgrad
Spannung	Strom	Spannung	Strom	η
12,6 V	2,19 A	100 V	192 mA	70 %
12,1 V	5,01 A	144 V	275 mA	65 %
12,6 V	2,68 A	200 V	132 mA	78 %
12,4 V	1,64 A	220 V	72,5 mA	78 %
11,5 V	5,80 A	222 V	213 mA	71 %
12,6 V	2,07 A	250 V	82,4 mA	79 %

Ruhestrom (ohne Last): circa 80 mA

Die Tabelle gibt einen Überblick über den praktisch erreichbaren Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Lastfällen.

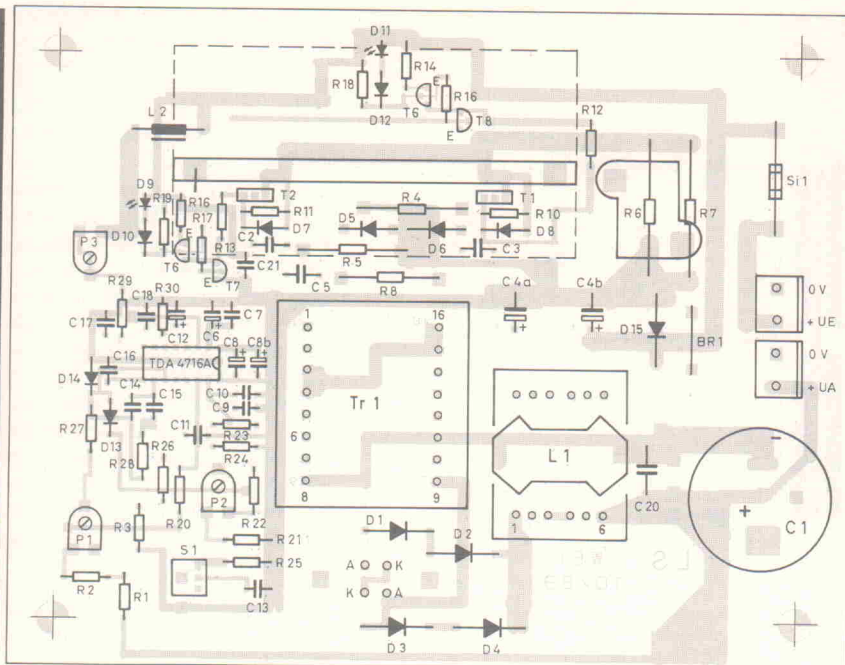


Bild 3. Der Bestückungsplan.

betrieben werden! Nach anschließender Reduzierung der Versorgungsspannung auf ca. 12 V setzt der Softstart erneut ein, und die Impulsbreite nimmt wieder zu.

Einstellung der Vorsteuerung mit P3

Dazu wird der Wandler aus einem einstellbaren Netzteil 10...15 V/1 A versorgt. Mit dem Oszilloskop wird die Rampenspannung an Pin 9 (TP 2) bei verschiedenen Eingangsspannungen beobachtet. Zunächst wird mit P3 die Amplitude bei einer Eingangsspannung von 12 V (Nennwert, für den das Trafo-Übersetzungsverhältnis berechnet wurde) auf den maximal möglichen Wert eingestellt, wobei die obere Spitze der Rampenspannung gerade noch nicht abflacht wird. Erst bei höheren Eingangsspannungen als 12 V verursacht die höhere Rampensteilheit die Begrenzung des Spitzenwertes auf circa 5,5 V.

Belastungstest

Nach erfolgreichem Test der Treiberelektronik kann der Trafo Tr1 eingelötet werden. Auf richtige Einbaulage ist zu achten. Die beiden Pins 1 und 16 müssen dem Transistor-Kühlkörper für T1 und T2 zugewandt sein.

Zunächst wird der Wandler an ein Labornetzteil mit ca. 12 V Ausgangsspannung und 5 A

Stückliste	
DC-DC-Wandler	
Widerstände:	
R1,2	220k
R3	3k3
R4,5	82R/2W
R6,7	0,2R/5W
R8	47R/2W
R10,11	150R
R12,13	22R
R14,15	33R
R16...19	680R
R20	1k
R21	3k9
R22	8k2
R23	12k
R24	1k8
R25...27	10k
R28	220k
R29	100k
R30	27k
P1	5k
P2	2k
P3	200k
Kondensatoren, Spulen, Trafos:	
C1	220µ/385V
C2,3	15n/250V
C4	2x470µ/63V
C5	22n/100V
C6	10µ/50V
C7,10,11,13,17	100n/ker.
C8	22µ/16V
C9	10n
C12	2,2µ
C14	470p
C15	47n
C16,18	1n
L1	32mH
(RM 10, A _L = 630nH, z.B. 040009)	
L2	100µH/
Entstördrossel, 370mA	
Tr1	Kern:ETD 39
(z. B. 040010)	
Halbleiter:	
D1...4	BYV 96 E
D5,6	BYV 95 B
D7,8	ZPD 12
D9,11	LED grün
D10,12...14	1N 4148
T1,2	IRF 540 (BUZ 72 A)
T5,6	BC 327-25
T7,8	BS 170
IC1	TDA 4716 A
Sonstiges:	
Printschalter: 1 x um,	
Kühlkörper,	
Platine,	
Sicherung 4 A träge mit Halter,	
2 2pol. Einbau-	
Anschlußklemmen,	
2 Siliconscheiben WS 220,	
2 Isolierbuchsen IB 61 TO220,	
1 Kühlkörper PR 143/94/SE/M3	

Strombelastbarkeit angeschlossen. Im unteren Spannungsbereich des Wandlers (Schieber von S1 zum unteren Platinenrand, das heißt Schalter geschlossen) wird zunächst mit P1 eine Spannung von ca. 100 V im Leerlauf eingestellt und der Ausgang +UA durch Parallelschalten von 3,3 kΩ-Widerständen in drei Stufen mit je 33, 66 und 99 mA belastet. Bei Belastung mit 100 mA darf die Spannung, direkt an den Ausgangsklemmen gemessen,

um maximal 2 V abnehmen. Anschließend wird der Laststrom auf 200...250 mA durch vorsichtiges Einstellen einer höheren Ausgangsspannung von 200...250 V mit P1 erhöht. Falls dabei die Ausgangsspannung ab einem eingestellten Grenzwert nicht weiter zunimmt, muß die Ansprechgrenze der Strombegrenzung mit P2 erhöht werden.

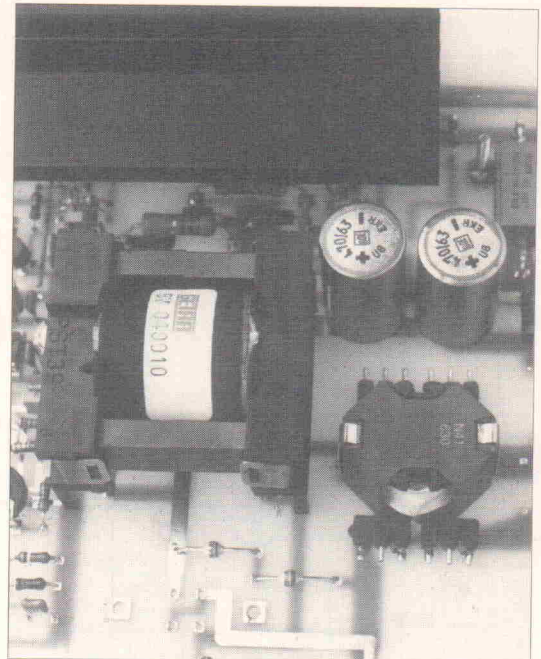
Dabei darf die Strombegrenzung der speisenden Quelle

Das Wickeln von Übertragern und Spulen ist nicht jedermanns Sache. Im Zweifelsfall sollte man lieber auf Fertigprodukte zurückgreifen.

nicht ansprechen (vor allem während des Anlaufs treten höhere Spitzenströme auf) beziehungsweise die Akku-Klemmenspannung darf einen Spannungswert von kleiner als ca. 10 V nicht unterschreiten, sonst schaltet sich der Wandler in der Softstartphase wieder ab.

Einflüsse auf den Wirkungsgrad und Besonderheiten der Bauelementeauswahl

Einen wesentlichen Einfluß auf den Wirkungsgrad – vorausgesetzt, der Leistungstrafo und die Glättungsdrossel sind richtig dimensioniert – hat der Einschalt-Widerstand, angelsächsisch mit 'ON-Resistance' bezeichnet. Wegen der teilweise kurzen Einschaltphasen pro MOSFET – maximal in Höhe von 48 % der Periodendauer – treten in der Endstufe hohe Spitzenströme auf, die müheelos Werte von 10 A erreichen können. Das speisende Netzteil beziehungsweise der Akku müssen dabei glücklicherweise einen kleineren Strommittelwert von ca. 3 A bis 5 A liefern, der proportional zur abgegebenen Leistung – Spannung



mal Strom, dividiert durch den Wirkungsgrad – ist.

Der Wirkungsgrad wird dabei hauptsächlich von den Einschalt-Verlusten ($P_v = I_D^2 \times R_{DS(on)} \times t_{ON}$) der beiden MOSFETs bestimmt. Der 'ON'-Widerstand eines BUZ 72 A beträgt ca. $0,2 \Omega$ und steigt hauptsächlich bei Temperaturerhöhungen weiter an.

Ein MOSFET mit niedrigerem ON-Widerstand – vergleichsweise von ca. $0,1 \Omega$ – und damit besseren Eigenschaften wäre zum Beispiel der IRF 540 oder der BUZ 21. Dies ist eine Frage des Preises und des Einsatzzwecks des Wandlers.

Ein weiteres Kriterium ist die Sperrspannung der MOSFETs, wobei hier 100 V vorausgesetzt werden. Die Sperrspannungsbeanspruchung ist dabei mindestens doppelt so hoch wie die maximale Eingangsspannung; hinzu kommen die überlagerten Anteile, die von der Verdrähtungs- und der Streuinduktivität des Übertragers herrühren. Diese Spannungsüberschwinger sind proportional zur Änderung des Stromes – mathematisch formuliert: dem di/dt –, des jeweiligen Drainstromes der MOSFETs und der Höhe der Streuinduktivitäten von Übertrager und Leiterbahnen. Eine Bedämpfung findet durch die RCD-Beschaltung der MOSFETs von Drain nach Ground statt, wobei diese Beschaltung bei eigenangefertigten Trafos unter Umständen geringfügig angepaßt werden muß, vor allem, wenn die Sekundärwindungen nicht 'Windung neben Windung' gewickelt sind.

Kritisch ist auch die Auswahl der Ausgangsgleichrichterdioden D1...D4: Hier sind Schnelligkeit und Spannungsfestigkeit gefragt. Deshalb müssen hier unbedingt die angegebenen Typen verwendet werden

– eine 1N4007 ist hier fehl am Platz. Stromspitzen in den Kommutierungsphasen, bedingt durch die Sperrverzugsladung der Dioden – die Schaltfrequenz ist im Ausgangskreis doppelt so hoch wie in jeder Endstufe –, werden mit dem hohen Übersetzungsverhältnis des Trafos auf die Primärseite transformiert und können ein vorzeitiges Ansprechen der dynamischen Strombegrenzung bewirken. Folglich bleibt die Ausgangsspannung bei Belastung nicht mehr stabil.

Die Stromerfassungs-Widerstände R6 und R7 sollten induktionsarm aufgebaut sein. Die Eigeninduktivität des Drahtwendels bewirkt sonst eine Gegenkopplung der Gate-Ansteuerspannung von T1 und T2 und folglich eine Erhöhung der dynamischen Einschalt-Widerstände der Leistungs-MOSFETs.

Der Wicklungsaufbau des Transformators

Wesentlich ist eine gute Kopplung zwischen den Wicklungen I und III sowie II und IV. Die Drahtstärke der Primärwicklung wurde so gewählt, daß die Windungen gerade eine Lage beanspruchen. Zur Reduzierung des Skin-Effektes und um eine möglichst kleine Wickelhöhe zu erreichen, sind drei Drähte mit je $0,86 \text{ mm}^2$ Nennquerschnitt parallelgeschaltet und gleichzeitig gewickelt, das heißt, die Primärwicklung hat $9 \times 3 = 27$ nebeneinanderliegende Windungen. Das Übersetzungsverhältnis wird durch die neun Windungen im Verhältnis zur Sekundärwicklungszahl von 300 Windungen bestimmt, die Stromdichte der Primärseite durch den Gesamtkupferquerschnitt der drei parallelen Drähte und den Effektivwert des Primärstromes. Da die Spitzenspannungen pro Lage der Sekundärwicklung

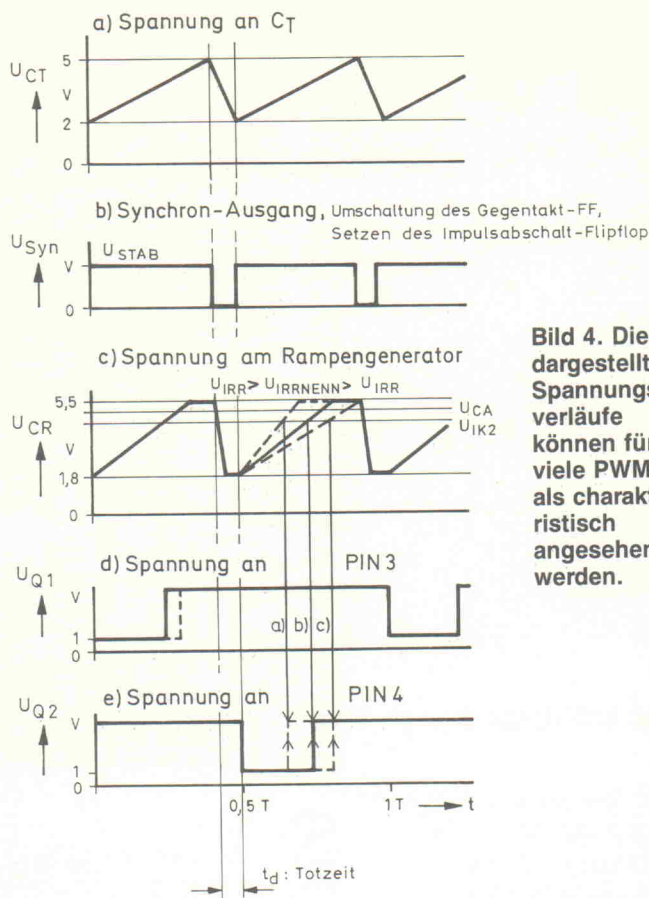


Bild 4. Die dargestellten Spannungsverläufe können für viele PWM-ICs als charakteristisch angesehen werden.

sehr hoch sind, muß zwischen den fünf Lagen der Sekundärwicklungen eine Lagenisolation eingefügt werden.

Beim Bewickeln dürfen auf keinen Fall Windungen am Rand des Wickelkörpers auf darunterliegende Lagen durchrutschen. Günstig ist die Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von 1 bis 2 mm zum Rand des Wickelkörpers. Dadurch wird die Kriechstrecke und damit auch die Spannungsfestigkeit erhöht. Jede Sekundärwicklung wird mit drei Lagen Isolierfolie gegen die folgende Primärwicklung isoliert.

Die Bewicklung des Spulenkörpers der Speicherdrossel ist wesentlich leichter durchzuführen: Insgesamt sind acht Lagen mit

je 31 Windungen aus Kupferlackdraht, Querschnitt $0,28 \text{ mm}^2$, anzufertigen. Da an der Drossel ebenfalls dieselben Hochspannungsimpulse wie am Transformator anstehen, ist eine Lagenisolation ebenfalls erforderlich. Die Drahtenden müssen vor dem Anschluß an die Lötstifte mit Silikon-schlauch isoliert werden.

Literatur

- [1] Siemens AG, Integrierte Schaltteil-Steuerschaltungen, TDA 4700, TDA 4718, TDA 4716, TDA 4714 – Funktion und Anwendung.
- [2] Dipl.Ing. W. Klüpfel, Hochspannungs-Schaltteil, Elektronik-Sonderheft Nr. 234, Analog-, Operationsverstärker, Stromversorgung.
- [3] Otmar Kilgenstein, Schaltteil in der Praxis, Vogel-Verlag.
- [4] Unitrode, Application Note U-110, 1,5 MHz Current Mode IC controlled 50 Watt Power-Supply.
- [5] SGS-Thomson, Technical Note 186, 200 kHz 15 W Push Pull DC-DC-Converter.
- [6] Siemens, Datenbuch IC's für industrielle Anwendungen, 1987/88, S. 255...266.
- [7] SGS-Thomson Halbleiterseminar '88, Vom 5 W-Schaltregler zum 50 kW-Umrichter.

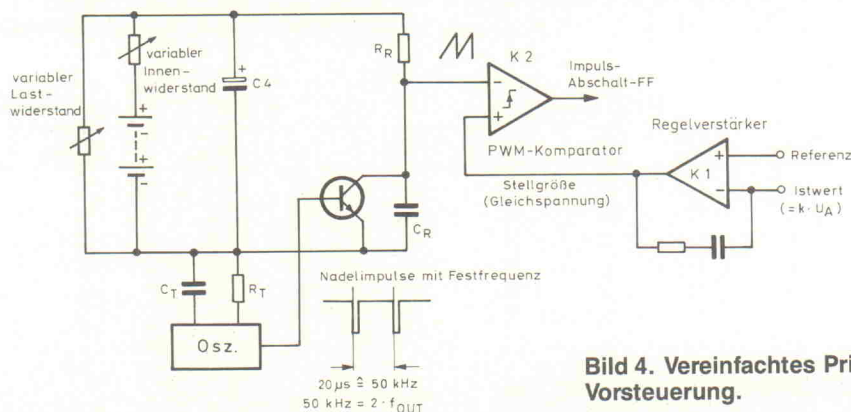
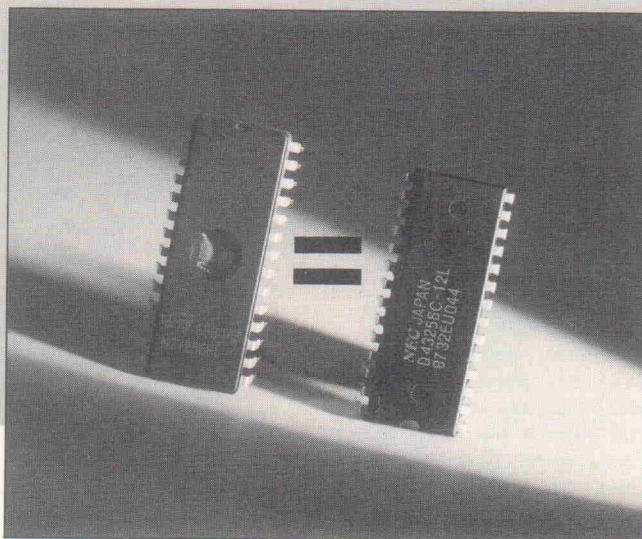


Bild 4. Vereinfachtes Prinzip der Vorsteuerung.

EPS

EPROM-Simulator für PCs



Klaus Wittland

Falls Sie schon mal ein Programm für einen Mikrokontroller oder einen Einplatinenrechner geschrieben und dann ausprobiert haben, kennen Sie sicherlich das Problem, daß das Programm nicht auf Anhieb funktionierte. Sie löschten nun das EPROM und brannten es mit dem geänderten Programm neu. Dieser Vorgang mußte eventuell noch ein paar Mal wiederholt werden, bis das Programm fehlerfrei lief. Da diese Prozedur sehr zeitaufwendig ist, wünscht man sich schon nach kurzer Zeit ein Hilfsmittel, das die Funktion eines EPROMs simulieren kann.

So ein Simulator besteht im wesentlichen aus einem statischen RAM, das über eine Umschaltlogik zwischen dem Entwicklungsrechner und dem Zielsystem umgeschaltet werden kann. Auf dem Entwicklungsrechner wird das Programm erstellt und in das S-RAM des Simulators geladen. Nach dem Umschalten auf das Zielsystem fungiert es als EPROM. Der hier beschriebene EPROM-Simulator ist als Steckkarte für IBM-kompatible PCs konzipiert. Er hat neben dem Adapter für den EPROM-sockel (24- oder 28polig) einen Reset-Ausgang, mit dem das Zielsystem beim Umschalten auf Simulatorbetrieb zurückgesetzt wird. Der Reset läßt sich softwaremäßig auf einen positiven oder einen negativen Impuls von circa 50 ms Dauer einstellen.

Mit dem hier eingesetzten 32 k × 8 Bit-S-RAM lassen sich EPROMs vom Typ 2716 bis

27256 simulieren. Je nachdem, welchen Typ man gewählt hat, sind die nicht benötigten höherwertigen Adreßleitungen auf Low gelegt, so daß der Adreßbereich des RAMs immer bei \$0000 (Tabelle 1) anfängt. Der zu simulierende EPROM-Typ läßt sich ebenfalls softwaremäßig einstellen und wird ebenso wie die Polung des Reset-Impulses in einer Konfigurationsdatei gespeichert, so daß die einmal eingestellten Werte erhalten bleiben.

Die Funktion ...

Bild 1 zeigt den RAM-Teil der Schaltung. Das S-RAM (IC1) wird PC-seitig über IC2...IC4 angesteuert. IC2 bedient als Tri-State-Buffer die Datenleitungen, IC3 und IC4 versorgen als Tri-State-Latches die nieder- und höherwertigen Adreßleitungen. Über die vier niederwertigen Leitungen des IC5 werden die EPROM-Typen

eingestellt, Leitung 5 von IC5 schaltet die Polarität des Reset-Impulses, und Leitung 6 von IC5 schaltet das S-RAM zwischen PC und Zielsystem um (Tabelle 2). IC5 bekommt beim Einschalten des PCs einen Reset-Impuls über die Leitung MR/. Dadurch ist gewährleistet, daß seine Ausgänge definiert Low sind und damit das RAM vom Zielsystem getrennt ist.

Bei Aufruf der Steuersoftware des EPROM-Simulators werden die Steuerleitungen für den EPROM-Typ und die Reset-Polarität entsprechend gesetzt. IC6...8 (Bild 2) dekodieren die Portadressen, unter denen der Simulator angesprochen wird. Dabei werden diese auf der Platine über Jumper und in der Software über ein Setup eingestellt. Ein gesteckter Jumper erzeugt eine Null am entsprechenden Vergleichseingang. Der Simulator benötigt die zwei niederwertigsten Adreßleitungen (A0, A1) zur Steuerung, so daß über die verbleibenden Adreßleitungen Basisadressen von \$000 bis \$3FC eingestellt werden können (Tabelle 3 und 4).

0000	2716
07FE	2732
0FFF	2764
1FFF	27128
3FFF	27256
5FFF	

Tabelle 1. Speicherbereiche des Simulator-S-RAMs in bezug auf das zu simulierende EPROM.

IC5	EPROM-Typ					Reset		Umschalt-Status	
	Pin	2716	2732	2764	27128	27256	pos.	neg.	Intern Extern
	00	L	H	H	H	H	X	X	X X
	01	L	L	H	H	H	X	X	X X
	02	L	L	L	H	H	X	X	X X
	03	L	L	L	L	H	X	X	X X
	04	X	X	X	X	X	L	H	X X
	05	X	X	X	X	X	X	X	L H

Tabelle 2. Status der Ausgänge von IC5.

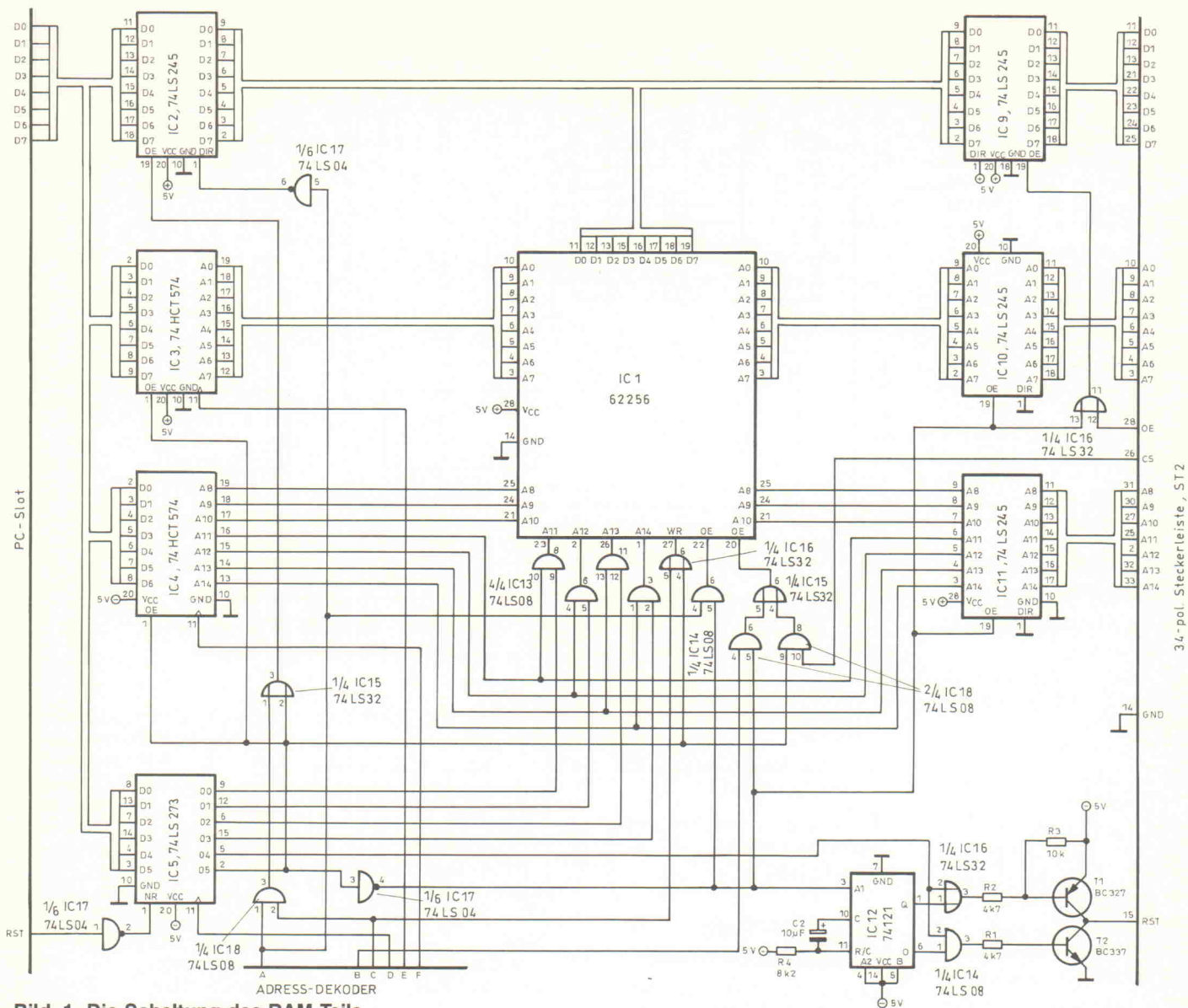


Bild 1. Die Schaltung des RAM-Teils.

Adressen	J8	J7	J6	J5	J4	J3	J2	J1
000-003	g	g	g	g	g	g	g	g
004-007	g	g	g	g	g	g	g	o
.
390-393	o	o	o	g	g	o	g	g
394-397	o	o	o	g	g	o	g	o
.

Tabelle 3. Portbelegung des EPROM-Simulators (g = Jumper geschlossen, o = Jumper offen)

Adresse	Read	Write
390	Daten, IC2	Daten, IC2
391		Steuerport, IC5
392		Adresse (Low-Nibble), IC3
393		Adresse (High-Nibble), IC4

Tabelle 4. Portadreßaufteilung (Basisadresse = 390).

Nach dem Umschalten auf das Zielsystem werden IC2 und IC4 in den Tri-State-Zustand, die WR/-Leitung des S-RAMs auf High und die OE/-Leitung des S-RAMs auf Low gesetzt. Gleichzeitig werden IC10 und IC11 aus dem Tri-State-Zustand herausgeholt. Das Monoflop IC12 generiert einen Reset-Impuls. Über das ODER-Gatter O4 wird die OE/-Leitung, und über die Gatter O3, U7 und U8 wird die CS/-Leitung des Zielsystems freigegeben. Nach dem Ende des Resets kann nun nur das Zielsystem auf das Simulator-RAM zugreifen, bis vom PC ein erneuter Umschaltbefehl kommt.

Die Dateiformate...

Der EPROM-Simulator kann fünf verschiedene Dateiformate verarbeiten. Diese lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

1. Binärdateien,
2. Objektdateien.

Der von einem Assembler oder Compiler erzeugte Maschinencode wird in diesen Dateien auf unterschiedliche Art und Weise abgelegt.

In Binärdateien ist der Code direkt hintereinander abgelegt. Das erste Byte ist gleichzeitig Adresse 0, das zweite Adresse 1 und so weiter. Der Inhalt solcher Dateien wird vom EPROM-Simulator direkt ab Adresse 0 im Simulator-RAM abgelegt.

Objektdateien sind ASCII-Dateien. Der Code ist hier verschlüsselt abgelegt. Allen Objektdateien gemeinsam ist eine Startkennung, mit der jede Zeile beginnt, und eine Prüfsumme, mit der ein verarbeitendes Programm überprüfen kann, ob die Daten in der je-

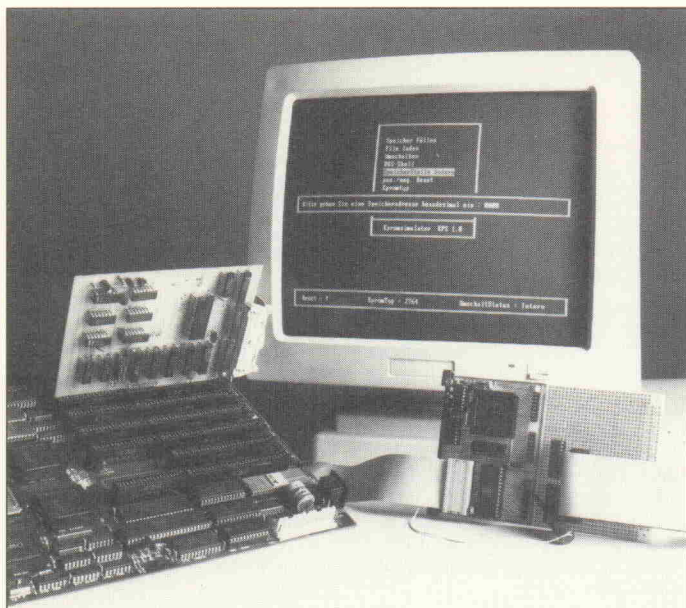


Bild 3. Der EPS ist ein hervorragendes Hilfsmittel bei der Erstellung von Programmen für Einplatinenrechner.

tung des Reset-Impulses ausgewählt werden. Im ebenfalls von hieraus aufrufbaren Menüpunkt 'Setup' gibt man die hardwaremäßig eingestellte Basisportadresse ein. Zusätzlich kann man hier die Art der Menürahmen sowie die Tonhöhe der Fehler- beziehungsweise OK-Meldungen einstellen. Alle Setups werden anschließend zusammen mit den Dateinamen und den Angaben über EPROM-Typ und der Richtung des Reset-Impulses in der Datei 'EPSDEF.CNF' abgespeichert. Über den Hauptmenüpunkt 'DOS-Shell' gelangt man zur DOS-Kommandoebene, von der aus beliebige Programme gestartet werden können.

Der Aufbau ...

Der Aufbau allgemein ist nicht weiter schwierig, man sollte aber vor dem Einstecken der ICs überprüfen, ob die Versorgungsspannung von +5 V auch an allen entsprechenden Pins anliegt. Für die Einstellung der Basisadresse bedient man sich der Angaben in Tabelle 3. Zur Herstellung des Adapterkabels zwischen der 34-Pol-Steckerleiste und dem DIL-Stecker noch folgende Anmerkung:

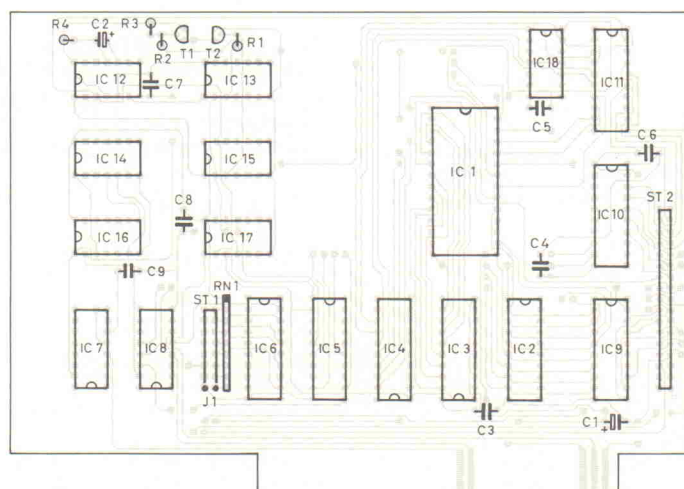
Der Pin1 der Steckerleiste ist auch gleichzeitig der Pin1 des 28-Pol-DIL-Steckers. Darauf muß man achten, wenn man den Steckverbinder und den DIL-Stecker an das Flachbandkabel anquetscht. Pin29 der Steckerleiste führt das Reset-

Signal. Diese Leitung des Flachbandkabels läßt man am besten etwas länger als die Verbindung zum DIL-Stecker und lötet eine Miniatur-Klemmprüfspitze an das freie Ende. Die restlichen fünf freien Leitungen kann man abschneiden.

Sollte man 24-Pol-EPROMs vom Typ 2716 oder 2732 simulieren wollen, so muß man darauf achten, daß dann der Pin1 des 24-Pol-DIL-Steckers an den Anschluß 3 der Steckerleiste muß. Es müssen also die ersten vier Leitungen des Flachbandkabels frei bleiben, die fünfte Leitung muß an Pin1 des 24-Pol-DIL-Steckers. Leitung 29 ist wieder die Reset-Zuführung, und die Leitungen 30...34 können wieder abgeschnitten werden. Für die Länge des Flachbandkabels wird in der Literatur circa

Stückliste		
Widerstände		
R1,R2	4k7	
R4	8k2	
R3	10k	
RN1	8 x 1k	(Widerstandsnetzwerk)
Kondensatoren		
C3,...C9	100nF	
C1	10µF/16 V	
C2	33µF/16 V	
Halbleiter		
T1	BC 327	
T2	BC 337	
IC1	62256	(Statisches RAM)
IC2,IC9,IC10,IC11	74 LS 245	
IC3,IC4	74 HCT 574	
IC5	74 LS 273	
IC6	74 LS 688	
IC7,IC8	74 LS 138	
IC12	74121	
IC13,IC16,...IC18	74 LS 08	
IC14,IC15	74 LS 32	
IC17	74 LS 04	
Diverses		
ST1	Stiftleiste 8 Pol, 180°, doppelreihig	
ST2	Steckerleiste 34pol. Pfostenverbinder für Steckerleiste 34pol.	
1	IC-Sockel 28pol.	
8	IC-Sockel 20pol.	
2	IC-Sockel 16pol.	
7	IC-Sockel 14pol.	
1	DIL-Stecker für EPROM-Typen 2764 ... 27256 28 pol.	
	0,5 m Flachbandkabel 34pol.	
	1 Klemmprüfspitze	
	Jumper nach Bedarf	

30 cm empfohlen. Mit einem etwa 70 cm langen Kabel an einem 8031-Mikrocontrollersystem, bei dem der Bus mit 1 MHz getaktet wird, treten im Normalfall noch keinerlei Schwierigkeiten auf. Bei höheren Taktraten oder in elektrisch verseuchter Umgebung kann es bei solchen Kabellängen allerdings Schwierigkeiten geben. Man sollte daher versuchen, möglichst mit Längen unter 50 cm auszukommen.



COMBA
COMPUTER & BAUTEILE

Was denn schon wieder...?!

Es gibt Neuigkeiten! Wir haben Controller und Streamer aus Californien. Und PS/2 Adapter mit Lizenz von „BIG BLUE“. Außerdem bekommt bei uns jeder Händler einen Katalog, DRAM, Monitoren, I/O Karten und Mainboards, Harddisks und EPROM's blitzschnell und gut! Ab sofort: Lava-Karten aus Kanada. Garantie lebenslänglich! Floppy's aus Japan. Mäuse aus Taiwan alles bei uns!

COMBA hat's eben!
Tel. 061 81/257035
Fax. 061 81/257057
Adalbert-Stifter-Str. 14 · 6450 Hanau 1

Gratis

Info-Mappe Amateurfunk

Die Amateur-Funklizenz: Ihr Führerschein für freie Fahrt im Äther und weltweite Funkverbindungen. Ausbildung durch staatl. geprüften Fernlehrgang mit Aufgabenkorrektur, individueller Betreuung und Abschluß-Diplom. INFO-Mappe gleich anfordern vom Spezialisten für Funklehrgänge:

Fernschule Bremen
Emil-v.-Behring-Straße 6
2800 Bremen 34/1-12
☎ 04 21 / 49 00 19

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

Praktische Anwendungen der Eulerschen Funktion

Wie in der letzten Folge angekündigt, werden diesmal drei Praxis-Anwendungen für die Eulersche Funktion vorgestellt.

Bei allen drei Problemstellungen handelt es sich um 'Einspeicherprobleme', die sich mit Hilfe des bereits vorgestellten 'einfachen e-Funktionen-Ansatzes' lösen lassen. Zur Erinnerung hier noch einmal der erwähnte mathematische Ansatz:

$$u(t) = \underbrace{u(\infty)}_{\text{Endwert}} - \underbrace{(u(\infty) - u(0))}_{\text{Gesamtänderung}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Als erstes widmen wir uns einer typischen Aufgabenstellung aus der Impulstechnik. Es geht darum, den Funktionsverlauf der Ausgangsspannung $u_2=f(t)$ für die in Bild 1a dargestellte Schaltung zu berechnen, und zwar für den Fall, daß der Schalter S zum Zeitpunkt $t=0$ geschlossen wird. Am Eingang der Schaltung steht somit ein Spannungssprung (Impuls) mit der Amplitude $U=10\text{ V}$ an.

Im Einschaltaugenblick kann der Kondensator als Kurzschluß angesehen werden. Für diesen Fall gilt das in Bild 1b dargestellte Ersatzschaltbild. Es ist leicht einzusehen, daß für die Ausgangsspannung gelten muß: $u_2(0)=U=10\text{ V}$. Nach genügend langer Zeit kann der dann aufgeladene Kondensator als unendlich großer Widerstand aufgefaßt werden. Somit gilt dann das Ersatzschaltbild laut Bild 1c. Jetzt gilt:

$$u_2(\infty) = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 6,875\text{ V}$$

Relativ schwierig gestaltet sich die Abschätzung der noch nicht festgelegten Zeitkonstante. Es muß vorausgesetzt werden, daß die Spannungsquelle für Ströme, die sich beliebig langsam ändern, einen Kurzschluß bildet. Das bedeutet: Für Wechselströme ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle (Wechselstrom-Innenwiderstand R_i) vernachlässigbar klein. Unter dieser Voraussetzung können die beiden Widerstände als parallelgeschaltet angenommen werden. Das entsprechende Wechselstrom-Ersatzschaltbild zeigt Bild 1d. Für die Zeitkonstante gilt somit:

$$\tau = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot C$$

$$\tau = 0,6875 \cdot 10^{-3}\text{ s}$$

$$\tau = 687,5\text{ }\mu\text{s}$$

Nun sind alle Konstanten bekannt. Durch Einsetzen in die Gleichung für den einfachen e-Funktion-Ansatz und nach dem Zusammenfassen und Vereinfachen der Terme erhält man die gesuchte Funktion $u_2=f(t)$:

$$u_2(t) = 6,875\text{ V} - (6,875\text{ V} - 10\text{ V}) \cdot e^{-\frac{t}{687,5 \cdot 10^{-6}\text{ s}}}$$

$$u_2(t) = 6,875\text{ V} - (-3,125\text{ V}) \cdot e^{-\frac{t}{687,5 \cdot 10^{-6}\text{ s}}}$$

$$u_2(t) = 6,875\text{ V} + 3,125\text{ V} \cdot e^{-\frac{t}{687,5 \cdot 10^{-6}\text{ s}}}$$

Der grafische Verlauf dieser Funktion ist in Bild 2 zu sehen. Eine Fülle von Problemstellungen der Impulstechnik lassen sich auf diese äußerst einfache Art und Weise lösen. Voraussetzung ist allerdings immer, daß es sich um ein Einspeicherproblem mit maximal einem Kondensator oder einer Spule handelt.

Eine weitere praktische Anwendungsschaltung zu diesem Thema zeigt Bild 3. Der Ausgang des hystereseebehafteten Inverters (z.B. 40 106 in CMOS-Technik) führt im Ruhezustand Massepotential, da der Inverter-Eingang über Widerstand R an der positiven Betriebsspannung U_b liegt.

Durch Betätigen des Tasters S wird der Kondensator schlagartig entladen. Innerhalb der Betätigungsdauer des Tasters liegt der Ausgang des Inverters auf U_b -Potential. Wird der Taster losgelassen, springt die Spannung am Ausgang des Inverters erst nach Ablauf einer bestimmten Zeit wieder auf Massepotential. Am Eingang des Inverters muß nämlich erst die durch die Hysterese vorbestimmte Schwellenspannung erreicht werden. Beim Typ 40 106 liegt diese bei ca. $2/3 \cdot U_b$. Wann die Schwellenspannung erreicht ist, kann mit dem einfachen Ansatz der e-Funktion berechnet werden.

Von Interesse ist also die Spannung am Eingang des Inverters in Abhängigkeit von der Zeit. Diese Spannung ist identisch mit der Spannung am Kondensator C. Gesucht ist folglich der Spannungsverlauf $u_c=f(t)$. Sinnvollerweise wird der Zeitpunkt, an dem der Taster S von Bild 3 nach dem Betätigen wieder losgelassen wird, mit $t=0$ definiert. Für diesen Zeitpunkt gilt für die Kondensatorspannung: $u_c(0)=0\text{ V}$. Solange der Eingangswiderstand des Inverters sehr groß gegenüber dem Ladewiderstand R ist, erreicht die Kondensatorspannung nach genügend langer Zeit den Wert der Betriebsspannung U_b . Es gilt also:

$$u(\infty) = U_b = 9\text{ V}$$

Als letzte Konstante ist wieder die Zeitkonstante zu bestimmen. Unter den Voraussetzungen, daß der Wechselstrom-Innenwiderstand R_i der Spannungsquelle vernachlässigbar klein ist und der Eingangswiderstand des Inverters wesentlich größer ist als der Widerstand R, gilt für die Zeitkonstante:

$$\tau = R \cdot C = 10\text{ k}\Omega \cdot 100\text{ }\mu\text{F} = 1\text{ s}$$

Damit sind alle Konstanten bestimmt, und die Funktion $u_c=f(t)$ kann angegeben werden:

$$u_c(t) = U_b - (U_b - 0) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$u_c(t) = U_b - U_b \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$u_c(t) = U_b \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$u_c(t) = 9\text{ V} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{1\text{ s}}})$$

Der zugehörige Funktionsgraph ist in Bild 4 zu sehen. In diesem Bild ist auch der Spannungssprung des Ausgangs eingezeichnet.

Meistens ist die Zeit bis zum 'Kippen' des Inverters vorgegeben, und die Bauteilwerte müssen berechnet werden. Die Größe des Kondensators läßt sich durch Umstellen der Funktionsgleichung wie folgt ermitteln:

$$u_c(t) = U_b - U_b \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$u_c(t) - U_b = -U_b \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$-\frac{u_c(t)}{U_b} + 1 = e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\ln\left(1 - \frac{u_c(t)}{U_b}\right) = -\frac{t}{RC}$$

$$C = \frac{-t}{R \cdot \ln\left(1 - \frac{u_c(t)}{U_b}\right)}$$

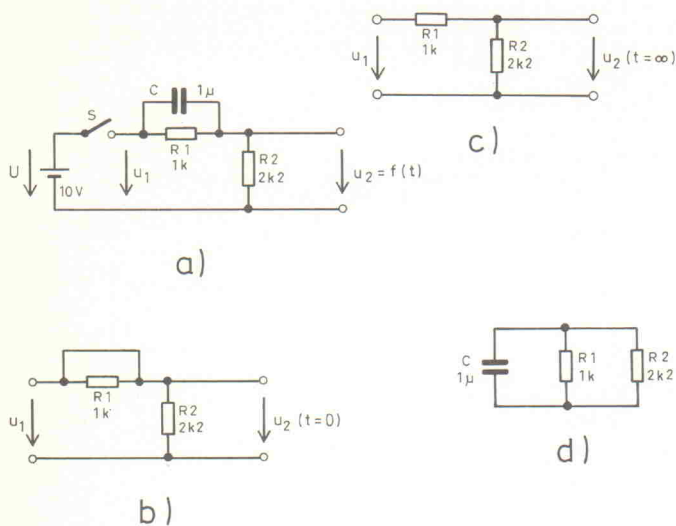


Bild 1. Beispielschaltung für die Anwendung der e-Funktion in der Impulstechnik.

Oftmals ist es günstiger, den Wert des Kondensators festzulegen und dann den erforderlichen Widerstand zu berechnen, da Widerstände in einem wesentlich größeren Wertesortiment und mit engeren Toleranzen geliefert werden. Für die Berechnung des Widerstandes gilt:

$$R = \frac{-t}{C \cdot \ln \left(1 - \frac{u_c(t)}{U_b} \right)}$$

Wird als Inverter der Typ 40 106 eingesetzt, liegt die Schaltschwelle der Eingangsspannung bis zum Kippen des Ausgangs bei etwa $U = 2/3 \cdot U_b$. Mit dieser Angabe ergibt sich unter Vorgabe von $t=1$ s bei vorhandenem Kondensator $C=100 \mu F$ für den Widerstand ein Wert von

$$\frac{u_c(t)}{U_b} = \frac{2}{3}$$

$$R = \frac{-1s}{100 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{As}{V} \cdot \ln \left(1 - \frac{2}{3} \right)}$$

$$R = \frac{-10^4 \frac{V}{A}}{\ln \left(1 - \frac{2}{3} \right)} = 9102 \Omega$$

Gewählt: $R = 10 k\Omega$

Auf einem ähnlichen Weg kann auch die unbekannte Kapazität eines Kondensators ermittelt werden. Wird beispielsweise ein auf die bekannte Spannung U aufgeladener Kondensator C über einen bekannten Widerstand R entladen, wobei zum Zeitpunkt $t=0$ der aus Widerstand und Kondensator bestehende Stromkreis geschlossen wird, gilt für die Konstanten:

$$u_c(0) = U \quad u_c(\infty) = 0 \quad \tau = R \cdot C$$

Eingesetzt in den bekannten Lösungsansatz ergibt sich daraus für die Kondensatorspannung $u_c=f(t)$:

$$u_c(t) = 0 - (0 - U) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$u_c(t) = U \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Da der Kapazitätswert des Kondensators gesucht wird, muß die Funktionsgleichung entsprechend umgestellt werden:

$$u_c(t) = U \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad \frac{u_c(t)}{U} = e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\ln \left(\frac{u_c(t)}{U} \right) = -\frac{t}{RC} \quad C = \frac{-t}{R \cdot \ln \left(\frac{u_c(t)}{U} \right)}$$

Um den Wert der Kapazität zu erhalten, muß die Kondensatorspannung u_c zu einem zusätzlichen, beliebig festlegbaren Zeitpunkt $t \neq 0$ bekannt sein. Es müssen also die Kondensatorspannung und die Zeit gemessen werden. Wird die Messung beispielsweise bei exakt halber Startspannung abgebrochen, gilt:

$$\frac{u_c(t)}{U} = \frac{1}{2}$$

$$C = \frac{-t}{R \cdot \ln \frac{1}{2}}$$

$$C = \frac{t}{0,693 \cdot R}$$

Auf diese Weise können Kapazitätswerte von Kondensatoren tatsächlich gemessen werden. Wird das Verfahren per Hand – mit Spannungsmesser und Stoppuhr – durchgeführt, erreicht man jedoch nur für große Zeitkonstanten eine befriedigende Genauigkeit, da kurze Zeitintervalle in der Regel von Hand nicht exakt 'getriggert' werden können. Zur Verlängerung der Zeitkonstanten kann der Entladewiderstand relativ groß gewählt werden. Allerdings muß dabei beachtet werden, daß Kondensatoren (insbesondere Elektrolytkondensatoren) einen nicht zu unterschätzenden Leckstrom aufweisen können, der die Messung verfälscht. Außerdem muß der Entladewiderstand erheblich kleiner als der Innenwiderstand des Spannungsmessers sein. Aus diesen Gründen erbringt das Verfahren nur bei der Messung relativ großer Kapazitäten ($C > 10 \mu F$) genaue Meßergebnisse.

Um die Meßprozedur zu vereinfachen, ist abschließend ein Programm angegeben, daß nach dem oben erwähnten Verfahren arbeitet und ein Großteil der bei der Messung anfallenden Aufgaben übernimmt. Der Kapazitätswert wird nach der zuletzt genannten Formel berechnet. Das Programm ist in GFA-Basic 2.0 geschrieben; es ist bedienergeführt und bedarf keiner weiteren Erklärung.

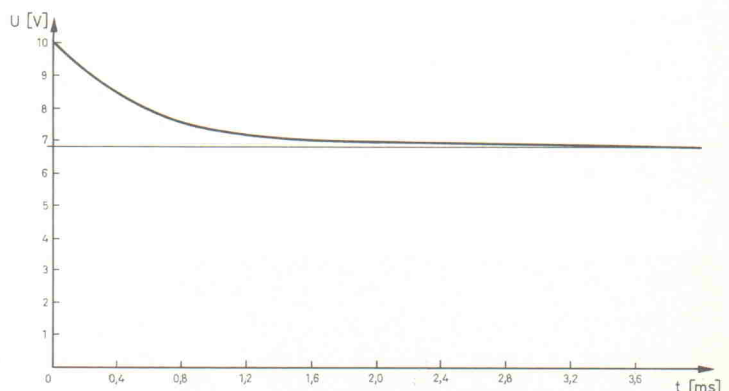


Bild 2. Verlauf der Sprungantwort $u_a=f(t)$ für die Schaltung aus Bild 1a.

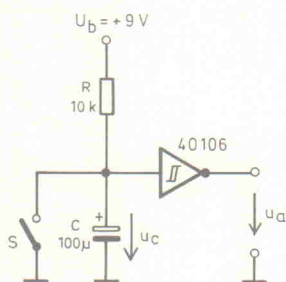


Bild 3. Die Werte von R und C bestimmen die Dauer der Verzögerungszeit.

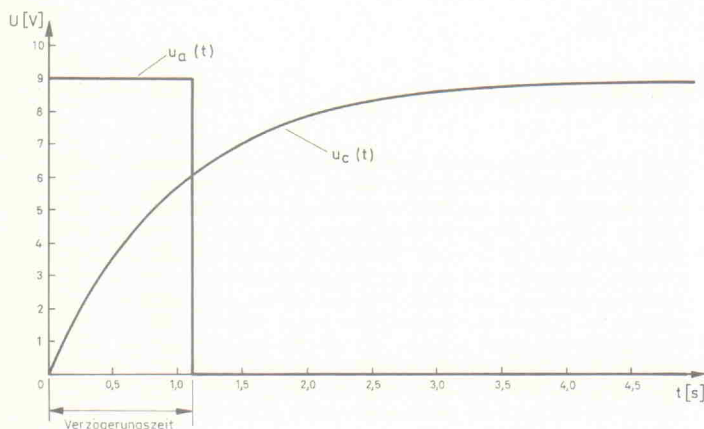


Bild 4. Grafischer Verlauf der Funktionen $u_c=f(t)$ und $u_a=f(t)$ für die Schaltung aus Bild 3.

```

Hidem
Gosub Schaltbild
Print At(5,19);"Bitte laden Sie den Kondensator auf eine bekannte Spannung"
Print At(5,20);"auf und bauen Sie die dargestellte Schaltung zusammen. Der"
Print At(5,21);"Widerstand sollte nicht zu klein gewählt werden."
Print At(5,23);
Input "Bitte geben Sie R in Ohm ein: ";R
Print At(5,23);
Input "Auf welche Spannung haben Sie den Kondensator aufgeladen (in Volt)";U
If R<=0 Or U<=0
  Run
Endif
Cls
Gosub Schaltbild
Print At(17,6);R;" Ohm"
Print At(19,9);"U(t=0) = ";U;" V"
Print At(5,16);"Die Spannung am Widerstand muß ständig gemessen werden."
Print At(5,17);"Starten: der im Schaltbild dargestellte Schalter und die"

```

```

Print At(5,18);"Leertaste gleichzeitig betätigen. Spannung am Widerstand"
Print At(5,19);"beobachten. Ist die Spannung auf die Hälfte abgesunken,"
Print At(5,20);"erneut die Leertaste betätigen. Anschließend erscheint"
Print At(5,21);"das Ergebnis."
Gosub Stoppuhr
Cx=-Sec/(R*Log(0.5))
Cx=Cx*1000000
Cx=Int(Cx*100)/100
Gosub Loeschen(0,240,639,399)
Print At(5,16);"Der Kondensator C hat eine Kapazität von ca.:"
Print At(5,18);"      ";Cx;" Mikrofarad (uF)"
Do
  Gosub Menue
Loop
Procedure Menue
  Print At(5,23);"Neue Messung: M      Ende: Q      Ausdruck: A"
  I%=Inp(2)
  If I%=113 Or I%=81
    Quit
  Endif
  If I%=97 Or I%=65
    Gosub Loeschen(0,350,639,399)
    Hardcopy
  Endif
  If I%=77 Or I%=109
    Run
  Endif
Return
Procedure Loeschen(Plx%,Ply%,P2x%,P2y%)
  Color 0
  For J%=Ply% To P2y%
    Draw Plx%,J% To P2x%,J%
  Next J%
  Color 1
Return
Procedure Box(C,D)
  Define 1,3,0,0
  Box C-5,D,C+5,D+30
Return
Procedure Kondensator(C,D)
  Define 1,3,0,0
  Draw C-15,D To C+15,D
  Draw C-15,D+10 To C+15,D+10
Return
Procedure Schalter(C,D)
  Define 1,3,0,0
  Draw C,D To C+20,D-10
Return
Procedure Schaltbild
  Data 40,40,40,110,40,120,40,190,40,190,120,190,120,190,120,130,
    120,100,120,40,120,40,90,40,70,40,40,40
  Print At(28,2);"MESSUNG GROSSER KAPAZITÄTEN"
  Print At(28,3);"-----"
  Define 1,3,0,0
  Restore
  For N=1 To 7
    Read A,B,C,D
    Draw A,B To C,D
  Next N
  Define 1,2,0,1
  Draw 140,95 To 140,135
  Gosub Box(120,100)
  Gosub Kondensator(40,110)
  Gosub Schalter(70,40)
  Deftext 1,1,0,13
  Text 12,120,0,"C"
  Text 25,105,0,"+"
  Text 25,135,0,"-"
  Text 100,120,0,"R"
  Text 145,120,0,"U"
  Define 1,1,0,0
Return
Procedure Stoppuhr
  Repeat
    Until Inkey$=" "
  T=Timer
  Repeat
    Sec=Int((Timer-T)/2)/100
    Print At(55,8);"t = ";Sec;" sec"
  Until Inkey$=" "
Return

```

Information + Wissen



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

magazin für
computer
technik



MULTUSER
MULTITASKING
MAGAZIN

ELRAD

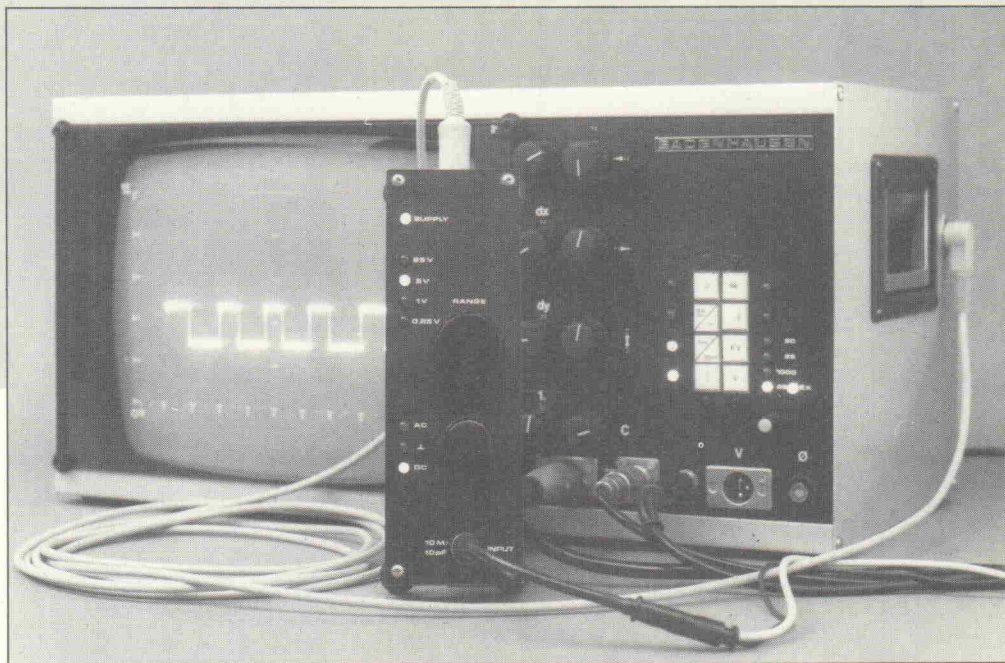
HIFI-VISION

AutoScope

Vorteiler (Vorsatzschaltung) für das Fahrzeug-Diagnoseoszilloskop

Rolf Badenhausen

In den letzten beiden Beiträgen zur Kfz-Meßtechnik wurde das Konzept eines hierfür geeigneten Oszilloskops vorgestellt. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit zwei Erweiterungen. Eine erlaubt auch die Messung an hochohmigen Quellen, mit dem anderen Zusatz ist auch X/Y-Betrieb möglich. Dazu diesmal 'im Kasten': die Grundlagen der kapazitiven Hochspannungsabnahme.



Der Anwendungsbereich des Oszilloskops wird mit der in Bild 28 dargestellten Schaltung noch wesentlich erweitert. Bei einer realen Meßobjektbelastung von 10 M Ω betragen die mit dem Vorsatz erweiterten Eingangsempfindlichkeiten im 25-V-Bereich, bezogen auf die Raster-Gesamthöhe wahlweise

- 0,25 V
- 1 V
- 5 V
- 25 V

für AC- oder DC-Messungen.

Da hochohmige Meßobjekte vergleichsweise kurze, kapazitätsarme Meßleitungen erfordern, kann die in ein abgeschirmtes Gehäuse einzusetzende Vorsatzschaltung mit entsprechend langer Zuleitung zum Oszilloskop auch unmittelbar am Prüfling betrieben werden. Die Verwendung von nichttrastenden DIN-Buchsen und Steckern ist hier durchaus sinnvoll: Falls das Abklemmen des Teilers vor der Probefahrt einmal vergessen wurde, löst sich das Kabel von der Zusatzschaltung und nicht das Scope vom Tisch ...

Für Bildstrahljustierungen – insbesondere für genaue DC-

Messungen – ist die Belegung des Meßeingangs mit Schaltungsmasse (S 1 auf GND) auch bei angeklemmtem Meßobjekt möglich. In diesem Fall wird das Kurzschließen des Meßeingangs (Buchse E) vermieden. Mit besonders kapazitätsarmen Ausführungen für die Drehschalter S 1 und S 2 sowie für die Dioden D 1 und D 2 sind Eingangskapazitäten von circa 10 pF erzielbar.

In Verbindung mit preisgünstigeren handelsüblichen Schaltern und 1 N 4148-Schutzdioden am Eingang des Verstärkers OP 1a beträgt die Eingangsbelastung etwa 25 pF...30 pF. Eine frequenzabhängige Linearisierung (Kompensation) des Eingangsteilers (R12...R16) ist hier nicht erforderlich, da die Anhebung von höherfrequenten Signalanteilen durch die Eigeninduktivität des Ablenssystems eliminiert wird.

Die Vorsatzschaltung aktiviert sich nur dann selbsttätig, wenn am Oszilloskop der Meßbereich '25 V' mit Aufleuchten der zugehörigen Leuchtdiode (LED 2 auf C-Modul) gewählt wird. Voraussetzung dafür ist, daß gemäß Bild 28 die mit einer Strichpunktlinie umrahmte Re-

lais-Schaltung im Oszilloskop mit den bezeichneten Schaltungspunkten verbunden ist. Nach dem Einbau dieses Zusatzes in das Hauptgerät müssen folgende im Schaltplan bereits angegebene Verbindungen entfallen: C-Modul 8' nach VA-Modul 12* sowie C-Modul 8' nach TZ-Modul 3°.

Vollständiges Trennen sowie Unterbrechungen einer oder mehrerer Adern der abgeschirmten, bis zu 5 m langen Verbindung vom Oszilloskop zur Vorsatzschaltung bewirken lediglich einen Ausfall dieses Zusatzteils; das Oszilloskop bleibt jedoch stets uneingeschränkt meßfähig. Für die Zuleitung ist eine Steckverbindung nach DIN 45322 im Schaltplan angegeben; die Kontakt-Numerierungen beziehen sich auf die Lötseiten der Buchsen.

Die Verwendung von Low-Power-Leuchtdioden (möglichst 1. Wahl) ist unter Berücksichtigung der Zuleitungsquerschnitte obligatorisch, die Bestückungshöhe richtet sich nach dem Einbau-Höhenmaß der beiden Drehschalter und der Materialdicke der Frontplatte des Gehäuses. C 5 in SMD-Ausführung wird leiterbahnsei-

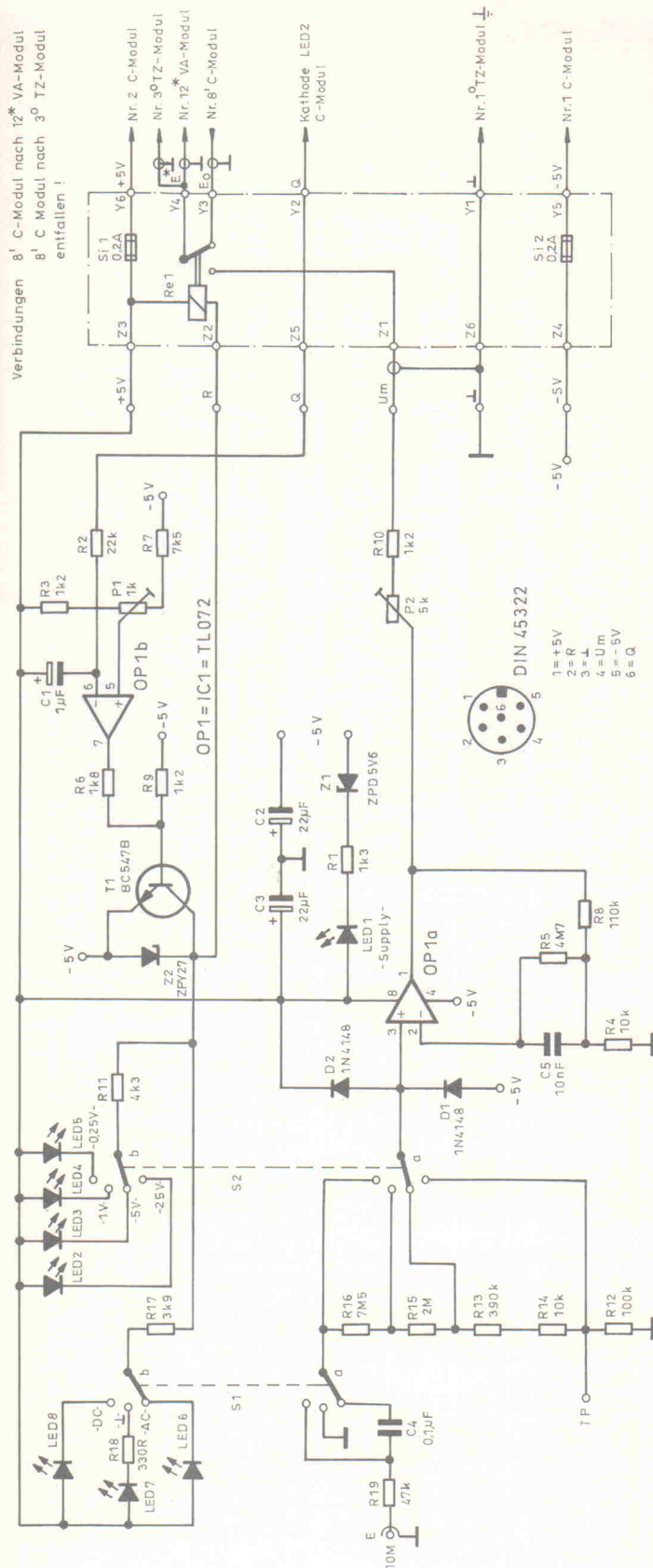


Bild 28. Kleiner Aufwand, große Wirkung: Der Vorteiler erweitert die Empfindlichkeit des AutoScopes erheblich.

tig bestückt und gelötet; die Masse-Drahtbrücken auf der Leiterplatte weisen einen CU-Querschnitt von 1,0 mm² auf. Der Schaltungsabgleich wird mit zwei Trimmwiderständen vorgenommen.

Bei aktivierter LED 2 auf dem C-Modul ist durch Verstellen von P1 die gegen -5V-Potential gemessene Spannung an Pin 5 von OP 1b um 0,1 V höher als die an Pin 6 anliegende Spannung dieses Operationsverstär-

Grundsätzliches zur kapazitiven Hochspannungsabnahme

Die kapazitive Hochspannungsabnahme verdeutlicht Bild A. Der Innenleiter der Hochspannungsleitung bildet über die Leitungsisolations mit der Dielektrizitätskonstante ϵ_k und dem noch verbleibenden Luftspalt ϵ_L einen Kondensator C_1 mit dem inneren Belag der zylindrischen Ummantlung.

Parallel zu der angeschlossenen abgeschirmten Meßleitung befindet sich eine weitere Kapazität (C_e). Damit liegt eine einfache Ersatzschaltung vor, dargestellt in Bild B.

Hier gilt

$$u_e = u_H \frac{X_{C_2}}{X_{C_1} + X_{C_2}} = u_H \frac{\frac{1}{j\omega C_2}}{\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}}$$

Das Erweitern von Zähler und Nenner dieses Terms mit dem Faktor $j\omega C_1 C_2$ liefert

$$u_e = u_H \frac{C_1}{C_2 + C_1}$$

Bei einer entsprechend hochohmigen Eingangsschaltung für die Spannung u_e über C_2 ($R_{\text{ein}} > 1/\omega C_2$) ist dieser Teiler frequenzunabhängig!

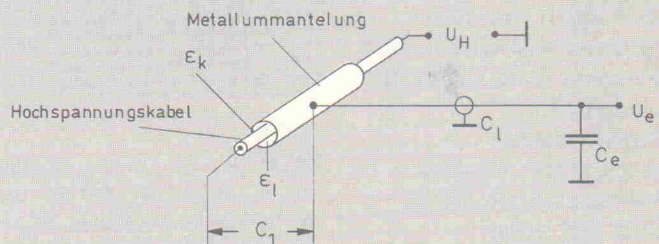


Bild A. So setzen sich die an der kapazitiven Hochspannungsabnahme beteiligten Kondensatoren zusammen.

Unter Berücksichtigung der Streubreite der Dielektrizitätszahlen von verschiedenen gebräuchlichen Isolationsmaterialien für Zündleitungen ($\epsilon_k = 2,2 \dots 2,7$) ergibt sich entsprechend Bild A für C_1 ein mittlerer Kapazitätswert von 10 pF.

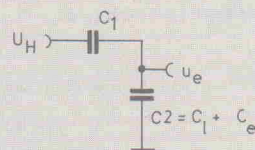


Bild B. Die sich aus Bild A ergebende Ersatzschaltung.

Bei einem Kapazitätsbelag der Koaxialleitung (50 Ω) von circa 0,3 nF auf der angegebenen Meßleitungslänge und einem für C_e gewählten Anschlußkondensator von 3,9 nF beträgt C_2 etwa 4,2 nF, so daß folgt:

$$u_e = 0,0024 \times u_H$$

Demnach entspricht eine Hochspannung von 10 kV_{ss} einer Eingangsspannung u_e von 24 V_{ss}.

Wird eine Kalibrierung der Eingangsschaltung mit einer sinusförmigen Spannung durch geführt, dann ist

$$u_H [\text{kV}_{\text{SS}}] = 0,42 \times 2,82 u_{\text{eff}} [\text{V}]$$

also:

$$u_H [\text{kV}_{\text{SS}}] = 1,2 u_{\text{eff}} [\text{V}]$$

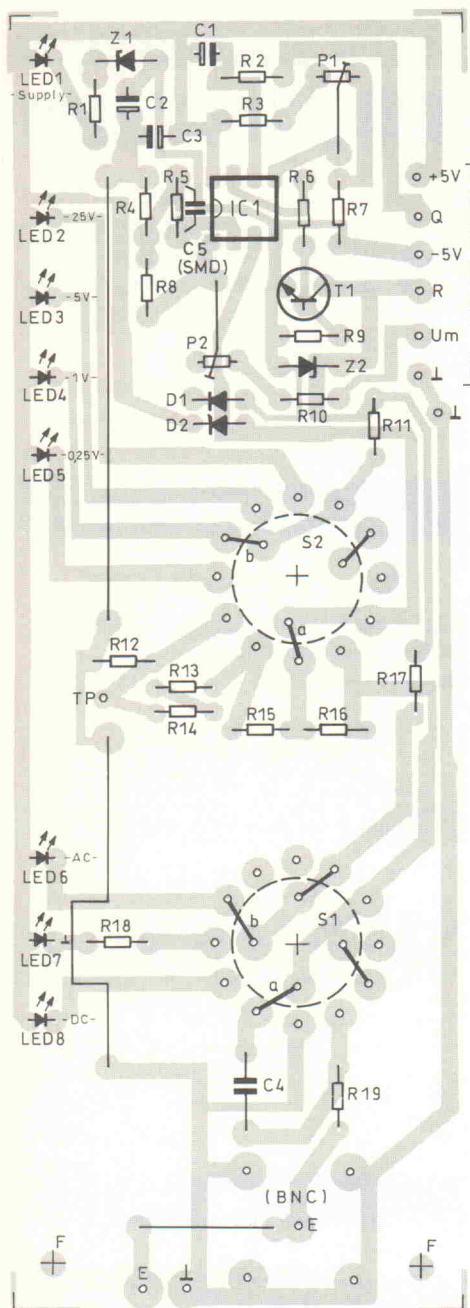


Bild 29. Der SMD-Kondensator C 5 ist von der Lötseite zu bestücken.

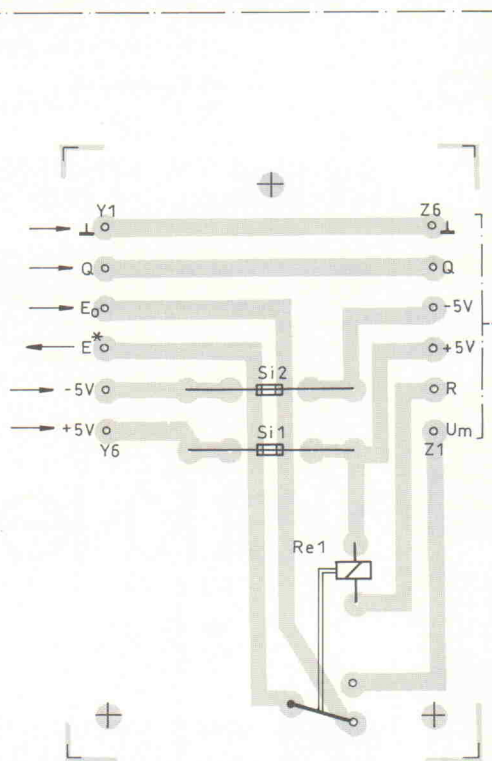


Bild 30. Das Hauptgerät muß noch um den Relais-Zusatz ergänzt werden.

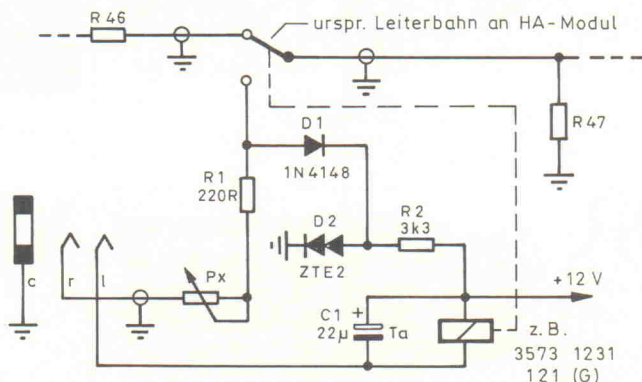
kers einzustellen. Die Kalibrierung des Vorverstärkers OP 1a erfolgt mit einer Gleichspannung von 12,0 V am Eingang E der Vorsatzschaltung (S1 auf 'DC' und S2 auf '25 V' schalten): Mit P2 den Bildstrahl auf die entsprechende Rastermarke einstellen. In diesem Fall müssen am Meßpunkt TP (über R 12) 0,12 V Gleichspannung anliegen.

'Halbautomatischer' X/Y-Zusatz.

Für verschiedene Fälle, beispielsweise zum Anschluß einer Zusatzschaltung zur Darstellung von Bauteilekennlinien oder für eine präzise Frequenz-Vergleichsmessung mit Lissajous-Figuren, wird ein gesondert zugänglicher X-Eingang benötigt. Aus dem in Bild 31

gezeigten Zusatz zum HA-Modul kann die Anfertigung dieses Eingangs mit einer bewährten automatischen Bereichsumschaltung und die Belegung der 6,3-mm-Stereo-Klinkenbuchse E_x entnommen werden. Lediglich ein einpoliger Umschalter in Form eines

12-V-Reedrelais und einige Standardbauteile sind zur Erweiterung des HA-Moduls erforderlich. Die höchste Eingangsempfindlichkeit beträgt etwa 1 V_{SS} an 500Ω...1kΩ (R 47). Das erforderliche Poti P_x kann noch auf der Frontplatte untergebracht werden.



Stückliste	
Vorteiler (Vorsatzschaltung)	
Widerstände:	
R1	1k3
R2	22k
R3,9,10	1k2
R4,14	10k 1%
R5	4M7
R6	1k8
R7	7k5
R8	110k
R11	4k3
R12	100k 1%
R13	390k 1%
R15	2M 1%
R16	7M5 1%
R17	3k9
R18	330R
R19	47k
P1	1k
P2	5k
Kondensatoren:	
C1	1µ Tantal, 16 V
C2,3	22µ Tantal, 6,3 V
C4	100n, 250 V
C5	10n, SMD
Halbleiter:	
OP1	TL 072
T1	BC 547 B
LED1,6	LG 5469-EH
LED2...5,7	LS 5469-EH
LED8	LY 5469-EH
D1,2	FDH 300 (1 N 4148)
Z1	ZPD 5V6
Z2	ZPY 27
Sonstiges:	
S1	Dreheschalter 4 × 3
S2	Dreheschalter 3 × 4
2 Stecker DIN 45 322, 2 Buchsen DIN 45 322, 1 × BNC-Buchse, Metallgehäuse mit Verschraubung, 2 Knöpfe, 5adrig-abgeschirmte Leitung, Leiterplatte	

Stückliste	
Relais-Platine	
Relais V 23127-A0002-A101,	
zwei Sicherungen 0,2 A mit Halter für Leiterplattenmontage	

Stückliste	
X/Y-Zusatz	
R1	220R
R2	3k3
Px	500R
C1	22µ/16V Tantal
D1	1 N 4148
D2	ZTE 2
1 Relais	12 V/1 × um

Bild 31. Der X/Y-Zusatz benötigt keine eigene Platine, die wenigen Bauteile können gegebenenfalls auf Lochraster aufgebaut werden.

Augsburg

RH ELECTRONIC

Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,
Sonderposten, Beratung & Service.

CORNET AUDIO

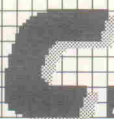
Eva Späth & Wolfgang Hänsel
Telefon 0821 - 39 830 Fax : 51 8727
Lautsprecher & Audio Zubehör,
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik
Sat. Antennen Visaton Vertragshändler
Karlsr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG

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

2617059



CONRAD
ELECTRONIC
Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Kurfürstenstr. 145
1000 Berlin 30
030/2617059

GEMEINHARDT

LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf
Telefon: 0 30/7 05 20 73

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

1000 Berlin 30
Lützowplatz/Einemstr. 20-24
Tel. (0 30) 2 62 95 85

Bielefeld

ELEKTRONIK-BAUELEMENTE-MESSGERÄTE



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 1
Taubenstr. 1/
Ecke Otto-H.-Brenner-Str.
Tel. (05 21) 2 89 59

Braunschweig

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

3300 Braunschweig
Sudetenstr. 4/Am Ölper Knoten
Tel. (05 31) 5 89 66

Bremen

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

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

2800 Bremen 1
Hastedter Heerstr. 282-285
Ecke Malerstr.
Tel. (04 21) 4 98 57 52

Delmenhorst



V-E-T Elektronik

Elektronikfachgroßhandel

Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst

Tel. 0 42 21/1 77 68

Fax 0 42 21/1 76 69

Dortmund

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

4600 Dortmund 1
Westenhellweg 70
Im Hause „Saturn-Hansa“
Tel. (02 31) 14 94 22



4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13
Tel. 02 31/52 73 65

Düsseldorf

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

4000 Düsseldorf 1
Oststraße 15,
Rückseite Kaufhof Am Wehrhahn
Tel. (02 11) 35 34 11

Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)

4100 Duisburg-Rheinhausen

Ladenlokal+Versand * Tel. 02135-22064

FUNK-SHOP

Kunitzki-Elektronik GmbH

Asterlager Str. 98, 4100 Duisburg 14
Telefon 0 21 35/6 33 33 · Telefax 0 28 42/4 26 84
Bauteile • Bausätze • Funkgeräte

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

4100 Duisburg Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoß links
Tel. (02 03) 31 08 29

Essen



4300 Essen 1, Vereinstraße 21
Tel. 02 01/23 45 94

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile

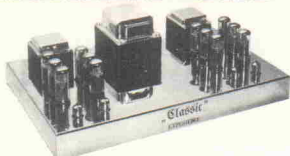
6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

ELECTRONIC VOLKNER

DER FACHMARKT

6000 Frankfurt 60
Bornheim, Berger Str. 125-129
Im Hause „Saturn-Hansa“
Tel. (0 69) 4 96 06 58

● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●



Parallel-Push-Pull Stereostufe aus elrad 12/88 und 1/89 mit hervorragenden Klangeigenschaften, Komplettbausatz alle elektronischen und mechanischen Bauteile einschließlich Chassis, verbesserte Version ... DM 2500,-

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

„Röhrling“ — Röhrenvorverstärker — Komplettbausatz

alle Teile mit Platinen und Gehäuse aus elrad 7-8/89
Netzteilbausatz, alle Teile mit Platinen und Gehäuse
Einzelteile, Materialsätze und Platinen siehe Lagerliste.

Röhrenverstärker und Übertrager für Studio- und Röhren-HIFI-Geräte aus eigener Entwicklung und Fertigung.
Alle Materialsätze werden nur in bester Industriequalität geliefert. Widerstände 1% Metallschicht, Epoxypalatinen bestückungsfähig gefertigt mit Lötstopmaske und Bestückungsdruck, 70 µm Cu verzinkt, Rastpads, Metallabwiderstände, usw.

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

Bauteile, Spezialtrafos und Übertrager sind in der Lagerliste enthalten. Die Datenblattmappe Ausgabe Januar 1990 über Spezialtrafos, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen ist gegen eine Schutzgebühr von DM 10,- zuzüglich DM 2,- Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702 erhältlich (Ausland DM 4,-).

— unser Name steht für Qualität

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

HIFI-Bausätze

Vorverstärker „Röhrling“
Entzerrer DM 100,-
Line-Verstärker DM 120,-
Kopfhörerverstärker DM 140,-
Ausgangsverstärker DM 150,-
Relaisplatine Vorderband DM 150,-

HIFI-Endstufe „Black Devil“
50-W-Endstufe „Black Devil“/„Car Devil“ DM 79,-
Stere-Netzteil ohne Netztrafo DM 127,-
Netztrafo NTT-2 DM 85,-
Line-Vorverstärker „Vorgesetzter“ DM 175,-
Steckernetzteil dazu, fertig montiert DM 38,-
Originalplatinen bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.

Lagerliste mit Bausätzen, Spezialteilen, FRAXO-Eikos, Metallband-, Metallabwiderständen, selektierten Halbleitern und Bausätzen der Serie „Classic“, Prospekt MPAS über das EXPERIENCE Instrumenten-Verstärker-System werden zugesandt gegen DM 2,- Rückporto in Briefmarken. Bitte angeben, ob Prospekt MPAS gewünscht wird.

Angebot 4/90

LM 324 N	0,40	MC 10116 P	3,95	MV 5087	9,95	SP 5060	31,80
LM 339 N	0,40	MC 10125 P	8,95	MV 8870	19,10	SP 8793 DP	19,80
LM 358 N	0,40	MC 10131 P	6,95			SP 9680 DP	14,25
LM 723 N	0,75	MC 12013 P	52,80	SL 1451	28,50	TL 071/081	à 0,70
LM 741 N	0,40	MC 12023 P	31,20	SL 1452	26,50	TL 072/082	à 0,80
M-083 B1	10,50	MC 145106 P	14,90	SL 1454	29,50	TL 074/084	à 1,02
M-108 B1	29,50	MC 145152 P	55,90	SL 1455	29,50	7805-9-12	à 0,55
						7905-8-12	à 0,62

Gesamt-Preisliste gratis!

Albert Mayer Electronic, D-8941 Heimertingen
Nelkenweg 1, Tel. 08335/1214, Mo.—Fr. von 9—19 Uhr

Österr. Hobbyelektroniker!

Fordern Sie unseren neuen kostenlosen **Gesamtkatalog 1990** mit vielen günstigen Angeboten an.
(Gilt nur für Kunden in Österreich.)

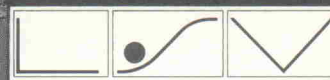
Drau Electronic A-9503 Villach, Postfach 16
☎ (04242) 23774, Wilhelm-Eich-Straße 2



Da fliegen dir
die Ohren
weg!

Boxen
selbstbauen

120-Seiten-Katalog
kostenlos anfordern



HAMBURG
Lautsprecher Spezial Versand
Pl. 76 08 02 / M 2000 Hamburg 76 040/29 17 49



Electronic von A—Z
Katalog anfordern (Schutzgebühr 10,- DM)
ELECTRONIC-ANDERSCH
Auf der Höhe 4, 2334 Fleckebey

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...und...und...

SUB 20 — Das Fertiggerät für höchste Ansprüche

Musik bleibt Musik
durch rein DC-gekoppelte Electronic

DAC-MOS — die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen 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 ● Vergossene, geschirmte 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. 07041/2747 · Tx 7 263 738 albs

SSM ★ Audio ★ Products

SSM 2011 Vorverstärker System 9,50
SSM 2013 spannungsgest. Verstärker 17,50
SSM 2014 univ. spann.gest. Element 19,90
SSM 2015 Mikrofonvorverstärker 19,90
SSM 2016 hochwertiger Vorverstärker 26,90
SSM 2024 vierfach VCA 17,50
SSM 2044 4-pol. Tiefpaßfilter 17,50
SSM 2056 ADSR-Baustein 17,50
SSM 2134 Oper.verstärker, low noise 5,40

neu im Programm:

SSM 2047 music voicing system 19,90
SSM 2110 Pegeldetektorsystem 22,20
SSM 2120 dynamic range processor 19,90
SSM 2122 Dual VCA 17,50
SSM 2300 8-fach sample & hold 17,50
OP 37 FP OP high speed, low noise 11,30
OP 271 Dual OP, low noise, 1-stab. 14,65
OP 470 Quad OP, low noise 17,50

INGENIEURBÜRO SEIDEL

Dipl.-Ing. Ulf Seidel
Postfach 3109, D-4950 Minden
Tel.: 0571/218 87, Fax: 0571/2 62 41

Harbeth Monitor 1

Bausatz Monitor 1 HR: Polypropylen-Tiermitteltöner LF8 MKII, Audax Gewebekalotte HD 12x9 HR, Original-Fertigfrequenzweiche, Bauanleitung, Zubehör
DM 348,-

Bausatz Monitor 1 SQ: dto. jedoch mit Dynaudio Softgewebekalotte D 28 SQ ohne Ferrofluid
DM 448,-

Gehäuse, MDF roh DM 259,-
dto., hochglanzlackiert DM 419,-



hifisound

Lautsprechervertrieb

Jüdefelderstr. 52
4400 Münster
Tel. 0251-478 28

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 Hartel elektronische
Bauteile
und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
6300 Giessen

Hagen



ELECTRONIC HANDELS GMBH

5800 Hagen 1
Elberfelder Straße 89
Tel.: 0 23 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

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

2000 Hamburg 70
Wandsbek, Wendemuthstr. 1—3
Tel. (0 40) 6 52 34 56

Hannover

327841



CONRAD
ELECTRONIC
Center
Goseriede 10-12
3000 Hannover 1
0511/327841

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
3000 Hannover 91 · Limmerstr. 3—5
Tel. 0511/44 26 07 · Fax 0511/44 36 29

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

3000 Hannover 91
Imme-Fachmarktzentrum,
Immeplatz 8c
Tel. (05 11) 44 95 42

Heilbronn

KRAUSS elektronik

Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
7100 Heilbronn

Kaiserslautern

HRK-Elektronik

Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11

Karlsruhe

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

7500 Karlsruhe 1
Fritz-Erler-Str. 11/Kronenplatz
Tel. (07 21) 37 73 80

Kassel

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

3500 Kassel
Königstor 52
Tel. (05 61) 77 93 63

Kaufbeuren



JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Kiel

BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK

Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

Köln

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

5000 Köln 51
Radertal, Bonner Str. 180
Tel. (02 21) 37 25 95

Lippstadt



ELECTRONIC HANDELS GMBH

4780 Lippstadt
Erwitter Straße 4
Tel.: 0 29 41/1 79 40

Lünen



4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
Tel. 0 23 06/6 10 11

Mannheim

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT

6800 Mannheim
L13 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

ELEKTRONIK-EINKAUFsverzeichnis

Moers



Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

München



RADIO-RIM GmbH
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529166 rarim-d
Alles aus einem Haus

592128



Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/592128

Nürnberg

Rauch Elektronik

Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

263280



Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Leonhardstr. 3
8500 Nürnberg 70
0911/263280

Radio-TAUBMANN

Vordere Sternengasse 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher

Oldenburg

Elektronik-Fachgeschäft



Kaiserstraße 14

2900 OLDENBURG 1

Telefon (04 41) 1 30 68

Telefax (04 41) 1 36 88

e — b — c utz kohl gmbh

Elektronik-Fachgeschäft

Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg
0441/82114

Regensburg

☎ (09 41) 40 05 68

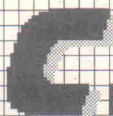
Jodlbauer Elektronik

Regensburg, Innstr. 23

... immer ein guter Kontakt!

Stuttgart

2232873



Center

Elektronische Bauelemente · HiFi ·
Computer · Modellbau · Werkzeug
Meßtechnik · Funk · Fachliteratur

Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
0711/2369821



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



DER FACHMARKT

7000 Stuttgart 1

Lautenschlagerstr. 5/
Ecke Kronenstr.
(Bei Kaufhof — Königstr.)
Tel. (07 11) 29 01 80

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft



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
Höhne 33 · Rolingswerth 11
Tel.: 02 02/59 94 29

Qualitäts-Bauteile für den
anspruchsvollen Elektroniker
Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

!!!!!!SONDERANGEBOTE!!!!!!

1N4007 ... % 6,50 DX 400 ... 4164-120 ... 3,40 27C54-150 ... 5,45
500 St. ... 30,- =FDH 300 ... 41256-100 ... 5,25 27C256-150 ... 7,90
1N4148 ... % 2,80 10 St. ... 3,- 41256-70 ... 6,25 27C512-250 ... 9,60
1000 St. ... 19,95 P 600 K ... 0,90 41256-60 ... 9,95 27C512-150 ... 12,40
10000 St. ... 190,- 10 St. ... 7,50 4164-80 ... 8,95 27C1001-200 ... 31,90
1N4448 ... % 3,95 SB 360 ... 1,20 511000-80 ... 16,90 27C1024-250 ... 28,90
500 St. ... 18,90 10 St. ... 9,50 514256-80 ... 19,90 27C1024-150 ... 35,90
BA 159 ... 0,25 514256-70 ... 20,90 8087-1 ... 384,-
90 St. ... 10,- BC 327/337 ... % 9,50 43256C-10 ... 18,50 8087-16 ... 439,-
BYW 80-200 ... 0,75 BC 516/517 ... 0,29 68000CP16 ... 44,90 8087-16 ... 729,-
WEITERE SONDERANGEBOTE IN UNSERER NEUEN KOSTENLOSEN SONDERLISTE! gleich anfordern, SMD-Anwender bitte SMD-Liste anfordern!
Widerstandsart R1370: alle E12-Werte von 1 Ohm bis 22 MOhm ¼ W gegurtet 5% 1370 St. nur 29,95! Mikroprozessoren, Eprams, statische und dynamische RAMs zu günstigen Preisen; bitte anfragen!
R. Rohleder - Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50 · Tel. 09 11/48 55 61

Platinen / Bausätze / aktive und passive Bauteile

Platinenangebot	ELRAD Bauteilesätze	Bauelemente der Elektronik	Bauelemente der Elektronik	Bauelemente der Elektronik
Platinen 600 Watt PA 8 Stück ... 42,30 DM Platine Baß-Vorverstärker ... 93,60 DM Platine Lade-Center 5 STK ... 92,80 DM Platine Limiter-Compress ... 17,50 DM Platine SMD-Lötstation ... 15,90 DM Platine Antennenmischverst. ... 9,25 DM Platine Federhall ... 24,95 DM Platine Röhrenklingelst. ... 18,95 DM Platine Audio-Cockpit ... 29,95 DM Platine Netzmodem ... 17,30 DM Platine Delta-Delay ... 34,50 DM Ausführliche Platinenliste von ELRAD-Bausätzen ab 1978 kostenlos.	Bauteiles. 600 Watt PA kompl. ohne Geh. ... 744,00 DM Bauteiles. Baß-Vorverstärker ohne Geh. ... 177,80 DM Bauteiles. Limiter-Compress. ... 89,60 DM Bauteiles. Federhall inkl. Accutronics Hallsp. ... 189,50 DM Bauteiles. Audio Cockpit ... 98,50 DM Bauteiles. Epram-Brenner ... 63,70 DM Bauteiles. EDV-Netzmodem ... 92,70 DM Bauteiles. Fremdspracher ... 121,50 DM Bauteiles. Stereo IR-Sender ... 51,80 DM Bauteiles. Stereo IR-Empfänger ... 48,30 DM Ausführliche ELRAD-Bausatzliste kostenlos (15 Seiten).	CA 3130 ... 1,95 DM CA 3140 ... 1,39 DM CA 3240 ... 2,85 DM CA 3280 ... 7,45 DM DD-510 ... 58,90 DM dbx 2150 ... 20,80 DM LM 324 ... 0,48 DM LM 328 ... 0,50 DM LM 365 ... 8,90 DM LM 566 ... 2,25 DM LM 3914 ... 5,99 DM LM 3915 ... 6,99 DM NE 555 ... 0,38 DM NE 568 ... 11,20 DM NE 592 ... 1,39 DM NE 5050 ... 12,90 DM NE 5532 ... 1,60 DM NE 5534 ... 1,50 DM OP 27 ... 12,35 DM OP 77 ... 6,25 DM OP 90 ... 10,60 DM LF 411 ... 2,40 DM U 2400 ... 4,99 DM TEA 2025 ... 4,65 DM	SL 1454 ... 29,80 DM TL 071 ... 0,66 DM TL 072 ... 0,70 DM TL 074 ... 0,89 DM TL 084 ... 0,88 DM SP 8660 ... 10,80 DM MJ 15022 ... 9,99 DM MJ 15023 ... 9,99 DM 7805 ... 0,54 DM 7806 ... 0,54 DM 7810 ... 0,65 DM 7812 ... 0,55 DM 7815 ... 0,57 DM 7824 ... 0,55 DM 7905 ... 0,57 DM 7908 ... 0,55 DM 7910 ... 0,70 DM 7912 ... 0,55 DM 7915 ... 0,55 DM 7924 ... 0,60 DM Ausführliche Top-Halbteilerliste mit ca. 1800 Halbleitern kostenlos.	Low-Cost IC-Fassungen 8pol. ... 0,15 DM 14pol. ... 0,18 DM 16pol. ... 0,23 DM 20pol. ... 0,25 DM 24pol. ... 0,30 DM Drehpoti 4 und 6 mm Achse, Piher und Radiohm-Typen ... per Stück 0,99 DM Trimmpotis 5x10 mm Rast. gekapselte Ausf., lieg./steh. ... per Stück 0,35 DM Ausführliche Bauteilekatalog gegen 5,00 DM in Briefmarken.

Service-Center H. Eggemann
4553 Neuenkirchen-Steinfeld · Jiwittsweg 13

Telefon: 05467/241
Telefax: 05467/1283
BTX: 05467/241

Versand per Nachnahme, Vorkasse oder per Abbuchung.
Kein Mindestbestellwert.

AD-DA-PC-XT/AT

AD/DA-Slotkarte für PC-XT/AT mit 8 Eingängen und 1 Ausgang zum Messen und Ausgeben von analogen Spannungen wie z. B. Tonsignale, AD-Wandeler: 0 bis 500 kHz, DA-Wandeler 0 bis 1 MHz. Per Software uni- und bipolare Spannungsbereiche einstellbar. Mit Anleitung zum sicheren Einbau und einfacher, genauer Beschreib. + Beispielssoftware zum Einlesen/Ausgeben, Diskspeichern + graph. Darstellen von Kurven

DM 189,-

AD-DA-C64

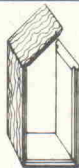
Universelle C-64 Ein-/Ausgabekarte (Exp. port) für Analogspannungen (z. B. Musik, Sprache, o. ä. Signale bis 18 kHz!). Inkl. ROM-Programmen auf Platine wie SPEICHEROSZILLOSKOP, SOUND-SAMPLING, DIGITALER NACHHALL, etc. Einfachste Handhabung, auch bei eigener Ansteuerung. Mit Anleitung komplett für

DM 129,-

Gratis-Informationen anfordern!

Bitzer Digitaltechnik

Postfach 1133, 7060 Schorndorf
Telefon: 07181/62748



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



SATELLITEN-ANLAGEN

Wir liefern alles für den Satellitenfachmann

- SAT-Kopernikus • SAT-Drehanlagen • SAT-Receiver
- LNC's 11 GHz, 1,0 dB • Kombi LNC 10,95 bis 12,75 GHz
- SAT-Filter für: Tele-Filter 7, Film Net, RTL-V, Canal+, BBC und alle kommenden
- (Der Betrieb der Filter ist nicht in jedem europäischen Land erlaubt.)
- Informationsmaterial nur gegen Rückporto

Markgrafstr. 38, Tel. 07641/49350
7830 Emmendingen, Fax 07641/53056

ELFAK® PC

NEU Jetzt mit MEISTER-LOGIK-SYSTEM



Das EDV-Programm
vom Elektromeister für den Elektromeister

Für IBM-XT AT od. kompatible Computer
Materialverwaltung, Kalkulation, Fakturierung, Bauteil Materialliste, diverse
Preis Inventurlisten, Etikettierung, Text/
Adressverwaltung, Finanzbuchhaltung

Elektro-Rosenberger, 8752 Blankenbach
Telefon (06024) 2902

PLATINEN

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Baueinheit 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
Atomuhr (Satz)	065-421	60,50	Schrittmotorsteuerung	127-614	66,00	DC-Motorsteuerung	128-692	15,00	— Display-Platine (ds.)	109-761	32,00
Atomuhr Epron 2716	065-421/1	25,00	— Verdrahtungsplatine	065-457	9,70	SMD-Logikstecker	019-693	3,00	— RAM-Platine (ds.)	109-762	32,00
Lineares Ohmmeter	065-426	11,30	Audio-Verstärker mit NT	8610146	39,00	Schweißplatine	019-694	35,00	(Mengenrabatte f. Display-Platinen auf Anfrage)		
DCF 77-Empfänger	075-431	8,80	Byteformer (ds., dk.)	018-616	30,00	IEEE488-PC inkl. GAL	019-695	73,00	MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software) komplett	119-763	128,00
Schnellader	075-432	20,50	Byte-Brenner (Epron)	018-617	14,00	Halogen-Dimmer	029-696	10,00	SESAM-Systemkarte	119-765	64,00
Video Effektergänger Eingang	075-433/1	13,40	Gitarren-Stimmgerät	018-618	40,00	Halogen-Unterwasser-Leuchte	029-697	10,00	U7-Wandler PC-Slotkarte	119-766	78,00
Video Effektergänger 2	075-433/2	11,90	µPegelschreiber	018-618	40,00	ELISE-Satz mit 5 Platinen	029-698	199,00	DCF-77-Echtzeituhr (ds.)	129-767	28,00
Video Effektergänger Ausgang	075-433/3	27,10	µPegelschreiber	018-618	40,00	ELISE-Trena-Treiber einzeln	029-699	25,00	SESAM-Interface (ds.)	129-768	58,00
Impuls-Metalldetektor	095-438	18,60	Handgerät	018-618	40,00	ELISE-Speicherwandler einzeln	029-699/1	26,00	Leuchtlaufricht		
Perpetuum Pendulum	105-444	5,00	Handgerät	018-618	40,00	Hybrid-Sinusgenerator	029-700	16,00	— LED-Platine (ds.)	129-769	128,00
Keyboard-Interface/Steuer	105-447/1	87,90	Handgerät	018-618	40,00	Black-Devil-Brücke	029-701	12,00	— Tastatur/Processor (Satz)	129-770	59,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Handgerät	018-618	40,00	Spannungswächter	039-702	7,00	Dynamic Limiter	129-771	32,00
Doppelnetzteil 50 V	115-450	33,00	Handgerät	018-618	40,00	z-Modulationsadapter	039-703	3,00	UMA — C64 (ds.)	129-772	25,00
Combo-Verstärker 1	016-458	15,00	Handgerät	018-618	40,00	Frequenz-Synthesizer (ds.)	039-704	30,00	NF-Scanner — Netzteil	129-773	21,00
Combo-Verstärker 2	016-462	15,00	Handgerät	018-618	40,00	Audio-Cockpit — HP	039-705	69,00	ELISE — Erweiterungsplatine (ds.)	010-774	69,00
Kraftpaket / Einschaltverzögerung	026-464/2	29,90	Handgerät	018-618	40,00	4½-stelliger Panelmeter (ds.)	039-707	40,00	— CPU-Adapter	010-775	6,00
eLSat 2 PLL-Video	026-464/3	29,90	Handgerät	018-618	40,00	DSP-Systemkarte 32010	039-708	64,00	Antennenmischer (ds.)	010-776	18,00
LED-Analoguhr (Satz)	026-464/4	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Byte-Logger (ds.)	039-709	64,00	NF-Scanner — Frontplatte	010-777	89,00
eLSat 3 Ton-Decoder	026-464/5	29,90	Handgerät	018-618	40,00	SMD-Puffer	039-710	16,00	— Vorpegel	010-778	4,00
eLSat 3 Netzteil	026-464/6	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Autorange Multimeter	049-711	64,00	— Dig. Übersteuerungs-anzeige (ds.)	010-779	36,00
Combo-Verstärker 3/Netzteil	026-464/7	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Breitbandverstärker	049-712	6,00	Datenlogger 535 (ds.)	010-780	64,00
eLSat 4 LNA (Teflon)	026-464/8	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Einbaueinheit	049-713	6,00	RIA-A direkt (ds.)	010-781	18,00
Netzteil	026-464/9	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Taskoptversion	049-714	11,00	LADECENTER		
eLSat UHF-Verstärker	026-464/10	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Antennen-Verteiler	049-715	26,00	— Steuerplatine	020-783A	
Drehzahlsteller	026-464/11	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Metronom	049-716	64,00	— Leistungsplatine	020-783B	
LED-Analoguhr und Kalender	026-464/12	29,90	Handgerät	018-618	40,00	DSP-Speicherkarte	049-717	64,00	— Netzteil	020-783C	nur als
— Taster	026-464/13	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— AD-DA-Wandlerkarte	049-718	64,00	— Schalterplatine (ds.)	020-783D	kpl. Satz 100,00
— Kasten	026-464/14	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Universalser Medverstärker	049-719	64,00	— Schalterplatine (ds.)	020-783E	
— Weiche	026-464/15	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Kapazitiver Alarm	059-720	9,00	DATENLOGGER 535	020-784	6,00
Fahrtregler — Mutter	026-464/16	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Sensorplatine	059-721	10,00	— PAN-535-Schächte	020-785	52,00
Spannung — Mutter	026-464/17	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Anzeigeplatine	059-722	10,00	PC-8255-Interface (ds.)	020-786	28,00
Schlagzeug — Mutter	026-464/18	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Car. Devil	059-723	40,00	— PC-PAN-Schacht (ds.)	020-786	28,00
Midi to Drum Exp.	026-464/19	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Wandler (70u Cu)	059-724	38,00	AUTOSCOPE	020-787	32,00
Impulsgenerator	026-464/20	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Limiter	059-725	10,00	— VA-Modul	020-788	10,00
Dämmung	026-464/21	29,90	Handgerät	018-618	40,00	PAL-Alarm	069-726	33,00	— TZ-Modul	020-789	32,00
Flurlicht	026-464/22	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Kühlschrank-Thermostat	069-727	33,00	— HA-Modul	020-790	32,00
Netzteil	026-464/23	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Energiespeicher (2 Platinen)	069-728	15,00	— B-Modul	020-791	32,00
Multih	026-464/24	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Sintillations-Detektor	069-729	34,00	NF-SCANNER	020-792	81,00
CD-ROM	026-464/25	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Hauptplatine (ds.)	069-730	18,00	— Audio-Bus (ds.)	020-793	44,00
Hygro Exp.	026-464/26	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— DC/DC-Wandler	069-731	15,00	— Line-Unit (ds.)	020-794	38,00
C-Meter — Spiplatine	026-464/27	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Audio-Cockpit	069-732	22,00	Kopfhörerverstärker (ds.)	020-795	22,00
C-Meter — Quarz-Zeitbasis	026-464/28	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Cargo	069-733	18,00	Kanalanlage	020-796	15,00
Osz-Speicher	026-464/29	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Anpassung	069-734	15,00	— Eingangsstufe (ds.)	020-797	44,00
Stereo-Splitter	026-464/30	29,90	Handgerät	018-618	40,00	DSP-Backplane (10 Plätze)	069-735	15,00	NF-SCANNER	030-798	26,00
Autopilot	026-464/31	29,90	Handgerät	018-618	40,00	DSP-Backplane (5 Plätze)	069-736	15,00	— Scannerplatine (ds.)	030-799	42,00
Sweep-Generator — HP	026-464/32	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Audio Cockpit	069-737	15,00	— Kontrollplatine (ds.)	030-800	123,00
Sweep-Generator — NT	026-464/33	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— 3 x LED Anzeige	069-738	15,00	— Remote-Einheit	030-801	68,00
DNR-System	026-464/34	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Noise-Gate-Frontplatte	069-739	15,00	AUTOSCOPE II	030-802	32,00
1 Lautsprecher-Schutzschaltung	026-464/35	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Noise-Gate-Basisplatine	069-740	15,00	— C-Modul	030-803	32,00
Widerstandsliste	026-464/36	29,90	Handgerät	018-618	40,00	C 64 Relaisplatine	069-741	15,00	— DemScope	030-804	16,00
Digital-Sampler	026-464/37	29,90	Handgerät	018-618	40,00	C 64 Überwachung	069-742	15,00	— Control-Platine	030-805	30,00
Midi-Logik	026-464/38	29,90	Handgerät	018-618	40,00	SMD-Motorengeber (ds.)	069-743	15,00	— Treiber-Platine	030-806	26,00
Midi-Anzeige	026-464/39	29,90	Handgerät	018-618	40,00	HEX-Display	069-744	15,00	— PTC-Bias-Platine	030-807	16,00
HF-Baukasten-Mutter	026-464/40	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Relaisplatine	069-745	15,00	— Netz-Platine	030-808	16,00
— Netzteil	026-464/41	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Display	069-746	15,00	— Ausganges-Platine	030-809	7,50
D.A.M.E. Epron	026-464/42	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Spülentreiber (ds.)	069-747	15,00	— LED-VU-Meter	030-810	15,00
HF-Baukasten — Mixer	026-464/43	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Zellenreiber (ds.)	069-748	15,00	— Symmetrier-Platine	030-811	4,50
Leistungsschaltwandler	026-464/44	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Interface	069-749	15,00	— A/D-Karte (ds.)	030-812	14,00
Spannungsfrequenz	026-464/45	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Matrixplatine (ds.)	069-750	15,00	— A/D-Karte (ds.)	030-813	64,00
Video-PLL	026-464/46	29,90	Handgerät	018-618	40,00	SMD-Pulsfühler	069-751	15,00	— Anzeigeplatine (ds.)	030-814	9,50
Video-FM	026-464/47	29,90	Handgerät	018-618	40,00	SMD-Loistung	069-752	15,00			
Wedding Piper	026-464/48	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Bierzell-Stabilisator	069-753	15,00			
Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz)	026-464/49	29,90	Handgerät	018-618	40,00	MIDI-Kanalumsetzer	069-754	15,00			
Remixer (Satz)	026-464/50	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Data-Rekorder	069-755	15,00			
µPegelschreiber-Generator-Karte	026-464/51	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— Hauptplatine (ds.)	069-756	15,00			
Midi-V-Box	026-464/52	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Anzeigeplatine (ds.)	069-757	15,00			
Testkopf-Verstärker	026-464/53	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Schalterplatine (ds.)	069-758	15,00			
Wechselschalter	026-464/54	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Roehrenlangsteller (ds.)	069-759	15,00			
Mause-Klaviere	026-464/55	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Federhall	069-760	15,00			
250 W Rohren-Verstärker Netzteil	026-464/56	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Aufmacher (ds.)	069-761	15,00			
250 W Rohren-Verstärker-Endstufe	026-464/57	29,90	Handgerät	018-618	40,00	Display-ST-Interface	069-762	15,00			
µPegelschreiber AD Wandler	026-464/58	29,90	Handgerät	018-618	40,00	— ST-Platine (ds.)	069-763	15,00			
Midi-Keybaord	026-464/59	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
Mini-Sampler	026-464/60	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
µPegelschreiber-NT	026-464/61	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
— Interface	026-464/62	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
Impedanzwandler	026-464/63	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
Sinusspannungswandler	026-464/64	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
MIDI-Interface für C64 (ds.)	026-464/65	29,90	Handgerät	018-618	40,00						
Sprachausgabe für C64	026-464/66	29,90	Handgerät	018-618	40,00						

So können Sie bestellen: Die aufgeführten Platinen können Sie direkt bei eMedia bestellen. Da die Lieferung nur gegen Vorauszahlung erfolgt, überweisen Sie bitte den entsprechenden Betrag (plus DM 3,- für Porto und Verpackung) auf eines unserer Konten oder fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck bei. Bei Bestellungen aus dem Ausland muß stets eine Überweisung in DM erfolgen.

Kreissparkasse, Kt.-Nr. 4408 (BLZ 25050299)

eMedia GmbH, Bissendorfer Str. 8, Postfach 610106, 3000 Hannover 61

+++++ **Platinenbestückung** +++++ Wir beschreiben ihre Platinen schnell und preiswert. Für Industrie und Hobby. Angebot anfordern bei -AS- Elektronik, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/60 12, Preise auf Anfrage. [G]

Traumhafte Ossi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51. [G]

drehen und fräsen, Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless**. 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97. [G]

Günstige generalüb. holte Meßgeräte. 0 95 45/75 23. [G]

ÖSTERREICH! Bauteile - Bausätze - Computer - Zubehör - Fachliteratur - Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, D 4, Postfach 1 87, 1110 Wien. [G]

Suche Vertragspartner in der Bundesrepublik. RADDATZ-electronic, Beratung, Vertrieb, Service, kundenspezifische Entwicklungen, Musterbau. Ingenieurbüro Heinz Raddatz, Box 41-08, Reiherhorst 23A, DDR-1272 Neuenhagen b. Berlin.

+80535 ++ EPROM's ++ Sonstiges ++ Mini 80535 PC/AT Crossassembler 98,—, SourceC. ist erhältlich. Andere auf Anfrage. Programmier EPROM's 0,68/KB + EPROM. Bestellung bitte schriftlich. Siegfried Schrader, COMPUTER HARD- & SOFTWARE, Zum Homb. 5, 2805 Stuhr. [G]

**** Spezialelektronik und Festplatten **** Alpha-numerische LCD Module 5*7 Dot Matrix von 1 Zeile 16 Zeichen bis 4 Zeilen 20 Zeichen Magnetkartenleser ab 150 DM und Magnetkarten Festplatten für ATARI: Protar und LACOM. Hoffmann Elektronik, Tel. 0 83 31/8 63 71 o. 8 29 44. [G]

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. VE-Bausatzkatalog** mit 150 Präzisionsbauteilen gegen 5,— DM in Brfm. **DJ-Electronic, Abt. 52 13**, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg. [G]

VERZINNTES KUPFERHOHLNETZEN zum Kontaktieren 2-seitiger Platinen müssen nicht vernietet werden. Leiterbahndurchführung rm 2.54 möglich sehr gut lötlbar. TYP A innen Ø 0,6 mm, außen Ø 0,8. TYP B 0,8/1,0 Länge 2 mm 1000 St. 30 DM, 2000 St. 55 DM, 5000 St. 110 DM, incl. Versand. **OSSIP GROTH ELEKTRONIK, Möller Park 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85.** NEU HARTMETALLBOHRER 3.175/38mm 0,6...2,5 mm, 0,1-Schritte 1 = 4,50, 5 = 20,—, 10 = 38,—, beliebig gemischt. [G]

HOCHWERTIGES STEREOMIKROSKOP, ZOOM. SEHR PREISGÜNSTIG ZU VERKAUFEN. MÖLLER, BAUMKAMP 84, 2000 HAMBURG 60.

FÜR SIE FÜR IHN FÜR ALLE ELEKTRONIK UND MEHR KLAUS GILLESSEN, POSTFACH 10 02 24, 4060 VIERSEN 1, VERSANDHANDEL SONDERLISTE GRATIS!! [G]

SUCHE „ELRAD EXTRA“ AUSGABEN NR. 1, 2, 4, 5, 7. D. BANNÖHR, SOLMSSTR. 26, 1000 BERLIN 61.

***** **AN ALLE HIFI-PROFIS!!!** ***** Bei uns gibt es die aktive **Subwoofer-Frequenzweiche SUB-20 von ALBS** (s. z. B. ELRAD 2/90, S. 83) für nur **DM 417,—** (Fertiggerät!) Vers. per NN. Katalog KLANG & LICHT '90 (s. ELRAD 2/90, S. 14) ggn. DM 5,— in Briefm. (Kataloggebühr gesenkt!). **T.S. TRONIX** (B. Thiel), Postf. 22 44, 3550 Marburg. [G]

MOSFET AMP NETZTEILE 2800 VA 2X ± 80, ± 100 V. DC in Gehäuse 300 DM. Ring-Trafos 700 VA 42 u. 52 V 40 DM. ELKO 10000/80 V 8 DM. 0 27 72/4 24 80.

Superpreise für 50 Verschiedene ELV Geräte. Info anfordern bei Musial Electronic System, Postfach 45 18, 7200 Tuttlingen. [G]

ELEKTRONIK-BAUTEILE + ZUBEHÖR. ZU NIEDRIGSTEN PREISEN. z. B. 1N4148 % 2,65, 1N4007 % 6,95. LISTE kostenlos. LOTHAR MAIER, Postfach 46, 7121 Löchgau. [G]

BASIS-MATERIAL, mit 0,035 mm Kupferauflage, Epoxyd, 1seitig 100x160 mm 1,95,—, 150x200 mm 3,65,—, 160x233 mm 4,55,—, kostenlose Preisliste anfordern mit weiteren Artikeln. Oberhauser Elektronik, Hörzhauser Str. 4, 8899 Peutenhausen. [G]

AUS ELRAD 2 90 OPTOLOGIC JC 74 OL 6001 günstig abzugeben Stck DM 7,—, 0 63 31/6 25 71.

SIGMA SCHRITTMOTOR 200 SCHR/U NR 4,9A 86V NP 398,— VK 45,— + DATENBLATT. 0 63 31/6 25 71.

ERSTELLEN VON PLATINEN, BESTÜCKEN U. LÖTEN VON ELEKTRONIK-BAUTEILEN NACH SCHALTPLAN-BESTÜCKUNGSDRUCK ODER MUSTER AUCH GROSSAUFTRÄGE. SCHRIFTLICH ODER NACH 18.00. TEL. 0 61 31/2 28 86. [G]

Verkaufe Kopfhörer-Verstärker in CD-Qualität, Klirrfaktor < 0,01% Störabstand > 100 dB Übertragungsbereich 10 Hz—100 kHz Funktionsgetest. incl. Netzteil, ohne Gehäuse DM 95,—, Franz Glas, Tel. 0 81 31/2 15 71.

VERKAUFEN VIDEOKÖPFE PREISGÜNSTIG EINZEL- UND GROSSHANDEL KAT. 4,50 IN BRIEFMARKEN ANF. FA KESER, 7300 ESSLINGEN, KRUMMENACKER STR. 125, TEL. 07 11/3 70 00 85, FAX 07 11/3 70 26 81. TEL. AB 18 Uhr. [G]

Suche Solarelemente und Solarakkus, sowie Ganzseitenmonitor und Festplatte von Conner für Compaq-PC. Tel. 0 77 21/2 45 29 abends.

80535 SIEMENS 10 Stück abzugeben. **52,— DM/Stück** Fabrikneue Ware. KUHNECKE, Postf. 7 30, 1000 Bln. 21.

ÖSTERREICH: EXPRESSPLATINEN + BAUSÄTZE. INFO BEI ECB, 9500 VILLACH, W.-EICH-STR. 3, TEL. 0 42 42/28 35 74. [G]

HOCHWERTIGE WELT- UND SPEZIALEMPFÄNGER ***ZU GÜNSTIGEN PREISEN!!!!******* Z. B. **Referenz-Weltempfänger SONY ICF-2001 D** (Exportversion 150 kHz—30 MHz, 76—136 MHz) bei uns für nur **DM 866,—**; klassischer **Spitzen-Weltempfänger SR-16 HN** (Exportversion 150 kHz—30 MHz, 76—108 MHz) für **DM 369,—**; **Scanner von DM 259,— bis DM 2349,—** (Marken REALISTIC u. BEARCAT je m. 1 Jahr Garantie). Katalog ggn. **DM 5,—** in Briefm. **T.S. TRONIX** (B. Thiel), Postf. 22 44, 3550 Marburg. Versand per Nachnahme. [G]

Anzeigenschluß für ELRAD 6/90 ist am 12. April 1990

SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazine + Behälter. Akt. Liste anfordern: LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

NEU ++ NEUERÖFFNUNG ++ NEUERÖFFNUNG ++ NEU ELEKTROTECHNIK UND ELEKTRONIK ZU PREISEN, DIE AUCH SIE ÜBERZEUGEN! FORDERN SIE NOCH HEUTE DIE KOSTENLOSE PREISLISTE AN. KLAUS GILLESSEN, POSTFACH 10 02 24, 4060 VIERSEN 1. [G]

Suche Experten f. integrierte Schaltkreise f. Miniaturbildanzeiger (Uhrgröße). Chiffre E90 04 01.

Halfedder Hammond 2x2 40,— DM per NN. Best. an S. Kirner, Hanseatenring 2a, 2410 MÖLLN/Lbg.

Verkaufe 418 Elektronikmagazine: Elektor (148), Elrad (136), Funksch. (78), ELV (37), div. (19), zusammen DM 400,— + Porto: A. Mueller, 0 63 84/70 99.

FUBA Duoband LNC für kopernikus DM 595,—. **FUBA 11GHz LNC 1,3dB** DM 385,—. B. Deutschkämmer, Birkenstr. 39, 4901 Hiddenhausen. [G]

8048 Cross-Assembler (MS-DOS) für nur DM 45,—, gibt's bei Frank Schmidt, Neckarstraße 12, 1000 Berlin 44.

Leiterplatten-Service! Wir fertigen nach Ihrer Vorlage ab 12 Pf/cm². Preisliste bei **K&S Elektronik**, Postfach 11 75, 6907 NUSSLOCH. [G]

Röhrenverst.Kopfh. 6/84 + Vocoder 4/81 laufen nicht, 8fach param. Equalizer 5/84, läuft trotz. weg + 2 Tieftontreiber VB. Tel. 0 30/6 06 29 14.

Sprühätzmaschine, Tafelschere, Lötmaschine wegen Fa. Auflös. VB Tel. 0 30/6 06 29 14 ab 18.00.

RUNDUNK- U. PHOGERÄTENTOMIERER UND ANTENNEHANTIERER sucht Arbeitsplatz. Tel. 0 20 41/68 84 78. A. Martoccia, Paßstr. 71, 4250 Bottrop.

METALLSUCHGERÄTE der absoluten Spitzenklasse im Selbstbau!!! Elektron. Bausätze ab **DM 129,—. HD-SICHERHEITSTECHNIK, Postfach 30 02, 3160 Lehrte 3, TELEFON 0 51 75/76 60.** [G]

Baßverbesserung bei jeder HiFi-Anlage möglich. Unser **SOUND-PROCESSOR** löst die meisten 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, Bödekerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/3 48 18 91. [G]

41256: anfragen, EPROM's! **4164: 2,— DM, 4116 ab 0,40 DM, Computerbücher ab 1,— DM, Ersatzteile für Sinclair-Computer, IBM-kompatible, Commodore, Atari, usw. Spectrum-ROM-Buch 34,70 DM, ZX-81-Bausatz 99,— DM, ULAs! MS-DOS 3.1: 70,— DM, IBM-Text 4: ab 250,— DM, SCOUT: 278,— DM, 100 Usergroup-Disketten: 200,— DM. Katalog 9/89 gegen DM 5,— in Briefmarken. Decker & Computer, PF. 10 09 23, 7000 Stgt. 10. [G]**

++ **GENERALÜBERHOLTE MESSGERÄTE** ++ Oszilloscope, Pulsge., Farbge., Multimeter, etc. Bitte Liste anfordern. K. KROL, Sandweg 29, 4970 Bad Oeynhausen, 0 57 31/4 01 75 ab 16.30 Uhr. [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 17.00 Uhr.** [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten — Sonderangebote! Liste gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37. [G]

PLATINEN => ilko • Tel. 43 43 • ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5, Mühlenweg 20 • 6589 BRÜCKEN. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- UND EINZELHANDEL Peiter, 753 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 0 61 52/3 96 15. [G]

Probleme mit Elektronik? Wir entwickeln und fertigen für Sie. Steuerungen, NF-Technik, Leistungselektronik etc. Anfragen an Litz Elektronik GmbH, Leopoldstr. 1, 7742 St. Georgen, Tel.: 0 77 24/49 73, Fax: 0 77 24/31 33. [G]

***** **T.S. TRONIX** ***** Bei uns erhalten Sie die hochwertigen **Computer-Bausätze** (passend f. alle IBM-kompatiblen PC's) der Marke **CART-ELECTRONIC** (s. z. B. Anzeige in ELRAD 12/89, S. 7 unten). **CART-Katalog ggn. DM 2,40** (incl. Rückporto) in Briefm. bei **T.S. TRONIX** (B. Thiel), Postfach 22 44, 3550 Marburg. [G]

+++++ **ENERGIESPAREN** +++++ Mit Sonne und Wind. Von der Planung zur Endmontage. Mit Bauplänen und Bezugsquellen. Vers per NN 39,— DM zzgl. Porto. Fa. Werdenfels, Vertrieb & Verlag Abt. Umwelt, Alter Bhf. 40, 8123 Peißenberg, Tel. 0 88 03/92 21. Info geg. 10,— DM bar. [G]

Wer baut mir aus Heft 2/90 Ladecenter? Angebote ans Postf. 14 03 01, 4800 Bielefeld 14.

Vermittler-Provision 10%: Verkäufe große Menge Silberlötdraht I. Qualität. F.A.N.T.A., Postfach 11 43, 8964 NESSELWANG.

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 76 81/33 10. [G]

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab **108,— DM** + + 3 Stck. + ab + + **98,— DM** + D. Multimeter **TRUE RMS** ab **450,— DM** + F.Generator + + ab **412,— DM** + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab **399,— DM** + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R.L.C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

WIDERSTANDS-SORTIMENTE
sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet

Kohlewiderstands-Sortimente, 1/4 W, 5%, Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 10 Stück DM 16,45
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 25 Stück DM 34,95
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 100 Stück DM 92,75
Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 1Ω—10 MΩ)

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

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

N.N.-Versand ab DM 15,— (+P/V), Ausl. DM 200,— (+P/V)
Katalog 90/91 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei, oder für DM 5,— (Bf.m.) anfordern. Aktuelle Infosteile gratis.

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

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

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

320 Ws in/4 Ohm, K ≤ 0,002%, TIM nicht meßbar, 0—180 000 Hz, Stewrate ≥ 580 V/μs, DC-Offset 20 μV, Dämpfungsfaktor > 800

z. B. aus unserem Lieferprogramm:

MOS-A320 DM 229,—

gn electronics
Lerchenbergstr. 18, 7251 Weissach-Flacht, Tel. 0 70 44/3 21 33

Voll Hart Metall
Bohrer zum Bohren von Leiterplatten

Schaft : 1/8" = 3,2 mm
Länge : 1 1/2" = 38 mm
Schneidgeometrie : 130 Grad
rechtsschneidend
Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm
1/10 mm steigend.

Nur deutsche Markenware

4.40 10 St. 36.—
Versand : NN, + 7.50 pauschal

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

Computerwerbung **Mac Gool**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der besseren Computerwelt

ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth
Osterstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon : 08276 - 1818 Fax : 08276 - 1508 Telex : 53 865

Die Inserenten

ABB Metrawatt, Nürnberg	11	Elektro-Rosenberger, Blankenbach	99	LSV, Hamburg	95
albs-Alltronic, Otisheim	95	EMCO Maier, Siegsdorf	8	Mayer, Heimertingen	95
Andy's Funkladen, Bremen	23	eMedia, Hannover	51, 97, 99	Müter, Oer-Erkenschwick	97
A/S Beschallungstechnik, Schwerte	13	EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen	95	NETWORK, Hagenburg	7
BENKLER-ELEKTRONIK, Neustadt/Weinstr.	13	Fernschule Bremen, Bremen	87	POP electronic, Erkrath	32
Bitzer, Schorndorf	99	Funlight-Lasersystems, Mössingen	13	Reichelt, Wilhelmshaven	30, 31
BKL Electronic, Lüdenscheld	97	Glunz, Bad Dürkheim	17	ROHDE-Satellitentechnik, Emmendingen	99
Bonito, Hermannsburg	6	gn electronics, Weissach-Flacht	101	Rohleder, Nürnberg	98
Braun-btv, Hannover	8	Hados, Bruchsal	99	Roman Electronic, Steinhardt	6
Christiani, Konstanz	17	Hamaphot, Monheim	45	SALHÖFER, Kulmbach	87
COMBA, Hanau	87	hifisound, Münster	95	Sandri, Aachen	97
digilog, Kierspe	8	Himmeröder, Oer-Erkenschwick	6	Seidel, Minden	95
dD-Produkte-Vertrieb, Hockenheim	13	Hobby-tronic, Dortmund	62	Simons, Bedburg	39, 97
Dieselhorst, Minden	77	Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe	47	Sintron Europe, Baden-Baden	7
DRAU Electronic, Villach	95	INES, Köln	23	Späth, Holzheim	101
DVS-Datentechnik, Germering	8	Isert, Eiterfeld	104	Tomatronic, Rüsselsheim	6
ECA Electronic, München	15	JBC, Offenbach	13	walterrose, Hagen	77
Eggemann, Neuenkirchen	98	Köster, Göppingen	13	WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt	45
Electronic am Wall, Dortmund	98	LEHMANN-Elektronik, Mannheim	101	Zeck Music, Waldkirch	32
Electronic Andersch, Fleckebey	95				
Elektor Verlag, Aachen	32, 38, 45				

Impressum

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/5352-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29

Technische Anfragen nur mittwochs 10.00–12.30 und 13.00–15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 5 47 47-0 oder Fax (0511) 5 47 47-33

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise
Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Dipl.-Phys. Peter Nonhoff; Peter Röhke-Dörr; Hartmut Rogge
Technik: Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
Ständige Mitarbeiter: Michael Obereich, Eckart Steffens
Redaktionssekretariat: Heidemarie Finke, Lothar Segner
Technische Zeichnungen: Marga Kellner
Labor: Hans-Jürgen Berndt
Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.), Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger
Fotografie: Fotodesign Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:
Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG
Helstorfer Str. 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-1 29
Telex: 9 23 173 heise d
Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen
Objektleitung: Wolfgang Pensler
Anzeigenleitung: Irmgard Ditzens (verantwortlich)
Anzeigenverkauf: Werner Wedekind
Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen, Pia Ludwig, Andreas Rinne
Anzeigenpreise:
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990
Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer
Herstellung: Heiner Niens
Druck: C.W. Niemeyer GmbH & Co. KG, Osterstr. 19
3250 Hameln 1, Ruf (0 51 51) 2 00-0
ELRAD erscheint monatlich.
Einzelpreis DM 6,80 (GS 58,—/sfr 6,80)
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,— + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,— + Versandkosten DM 24,60); Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspreis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 65,40 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 24,60). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kto.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)) Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr;

es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Versand und Abonnementverwaltung:
SAZ marketing services
Gutenbergstraße 1–5, 3008 Garbsen,
Tel. 0 51 37/13 01 25

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):
Verlagsunion Pabel Moewig KG
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 2 66-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

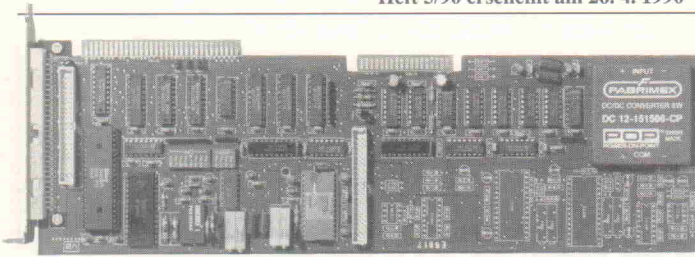
Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung.

Sämtliche Veröffentlichungen in ELRAD erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1990 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG

ISSN 0170-1827



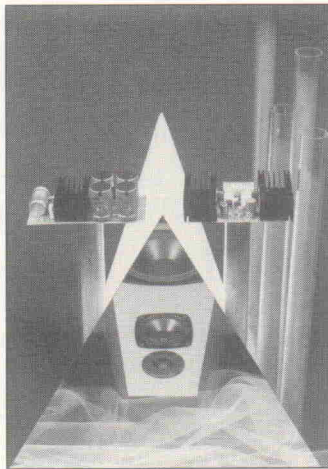
Multifunktionskarten ...

... für PCs gelten als die vergleichsweise preiswerteste Form, um zumindest die Hardware-Voraussetzungen bei Meß-, Steuer-, und Regelungsaufgaben zu schaffen. Ob diese 'Universalbenutzer' die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen, wird der Testbericht in der nächsten Ausgabe zeigen. Als sinnvolle Ergänzung erscheint im gleichen Heft eine Marktübersicht mit ausführlicher Beschreibung von Meßwerterfassungs- und Auswertungs-Software.

Messe-berichterstattung

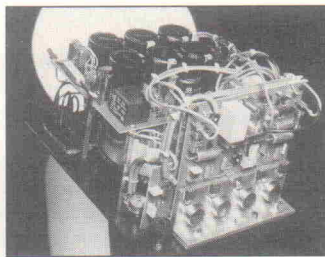
Drei 'Messeboliden' stehen beziehungsweise standen ins Haus. Den beiden hannöverschen Ereignissen CeBIT und Industriemesse sieht die Redaktion mit Gelassenheit entgegen, weil sie sozusagen 'Heimspiele' sind. Nachsorge (CeBIT) und Vorberichte (Industriemesse) werden Themen in der nächsten Elrad sein. Um einiges aufregender dürften sich dagegen die Eindrücke gestalten, die ein Elrad-Redakteur aus Leipzig von der Frühjahrsmesse mitbringen wird. Nachzulesen in einer aktuellen Reportage.

Endstufen unter der Lupe



Selektiver TV-Antennenverstärker

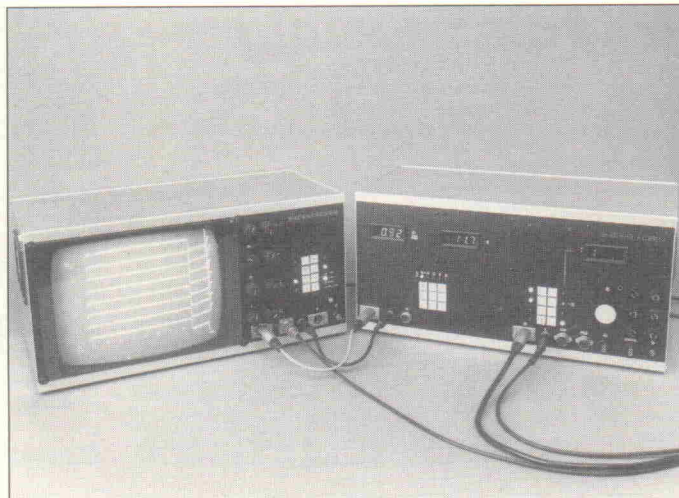
Allenthalben werden von der Post Füllsender für die terrestrische Verbreitung von TV-Programmen privater Anbieter wie zum Beispiel RTL plus oder SAT 1 installiert. Das Manko dieser Sender besteht in den relativ kleinen Hf-Leistungen, so daß man auf der Empfangsseite wohl nur in seltenen Fällen ohne Antennenverstärker auskommt. Einen für diesen Zweck geeigneten, optimierten und diskret aufgebauten TV-Verstärker mit hervorragenden Daten stellen wir im nächsten Heft vor.



Die Schaltungstechnik von Audio-Endstufen hat sich im Lauf der Zeiten gewandelt – abhängig von den verfügbaren Bauteilen und den Wünschen der Kundschaft. John Linsley Hood, selber einer der bekanntesten und erfolgreichen Endstufenentwickler und von Anfang an dabei, erklärt als Insider die Geheimnisse der Schaltdetails aus den letzten 40 Jahren.

AutoCheck (1)

Mit der dritten und letzten Folge AutoScope in diesem Heft wurde die Bauanleitungsfolge beendet. So nützlich und vielseitig das Projekt auch ist; sämtliche Betriebsdaten lassen sich damit natürlich nicht erfassen. Der im nächsten Heft folgende Autocheck stellt eine immense Erweiterung der Meßmöglichkeiten dar. Einige seiner – nicht ganz vollständig aufgeführten – Features sind: DMM, Unterdruckmessung und -erzeugung, Abschaltung einzelner Zylinder auf der Niederdruckseite, ASU-Messung ...



Dies & Das

FuE in D_{ges}

Die Akademie der Wissenschaften in der DDR unterhält 70 Forschungseinrichtungen mit insgesamt 23 000 Beschäftigten. Das sind recht überzeugende Zahlen. Zum Vergleich: die Max-Planck-Gesellschaft beispielsweise unterhält im Inland 60 eigene Forschungsstätten, an denen insgesamt 13 000 Mitarbeiter tätig sind.

Falls demnächst solche Zahlen nach der Formel $D_o + D_w = D_{ges}$ addiert werden dürfen, erreicht das deutsche Forschungspotential eine neue Rekordmarke. Dabei ist Deutschland West alleine schon Weltspitze. Der Bundesminister für Forschung und Technologie ließ im Dezember letzten Jahres eindrucksvolle Fakten veröffentlichen. Da heißt es unter der Überschrift 'Technologische Wettbewerbsfähigkeit für Exporterfolge ausschlaggebend' zum Beispiel: 'Allein im Juli 1989 wurden im Vergleich zum Juli 1988 75 000 zusätzliche Arbeitskräfte in forschungsintensiven Unternehmen gezählt. Das sind zwei Drittel aller in diesem Zeitraum in der Industrie geschaffenen Arbeitsplätze.'

Zwar zeugt auch die Dezember-Info des BMFT einmal mehr davon, daß FuE-Cheftrainer Riesenhuber eher eine versteckte Lücke im Exportspektrum erspürt als ein weithin sichtbares Ozonloch, aber mit dieser Politik steht er nicht allein. Denn die Arbeit an den Instituten der Akademie der Wissenschaften der DDR besteht zur Hälfte aus Auftragsforschung für Wirtschaftskombinate, und bei der anderen Hälfte, der Grundlagenforschung, geht es kaum um die Bewältigung von Altlasten.

Für Forschung und Entwicklung à la BMFT bietet die DDR jedenfalls sehr gute Voraussetzungen.

C

OMPUTEREI = ZAUBEREI?

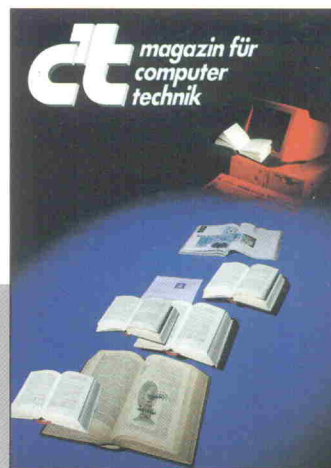
ct

- GANZ OHNE ABRAKADABRA.



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

ct magazin für computertechnik.
Dazulernen werden Sie immer.



isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 DM 89.-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluss
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Auflegeblech 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-Löschgerät 2 (s. Abb.) ... DM 248.-

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluss
- Vier Löschschlitze, L 220 x B 15 mm, mit Auflegeblech
- 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 38,90
- 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert DM 48,80
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 48,80
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 58,80
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 62.-
- 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 88.-



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
- Frontplattenschnellverschluss mit Griff DM -85
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung DM -70
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit DM 1,12
- ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau DM 1,45

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 58 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 260 x 240 x 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 x 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltervorrichtung 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-Haltervorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)



isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 396.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumflur, Flußmittelaufnahme 400 cm
- 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, tiefenlos, 240 x 240 x 40 mm
- Benetzungs-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platingröße 180 x 180 mm



isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln ... DM 45.-

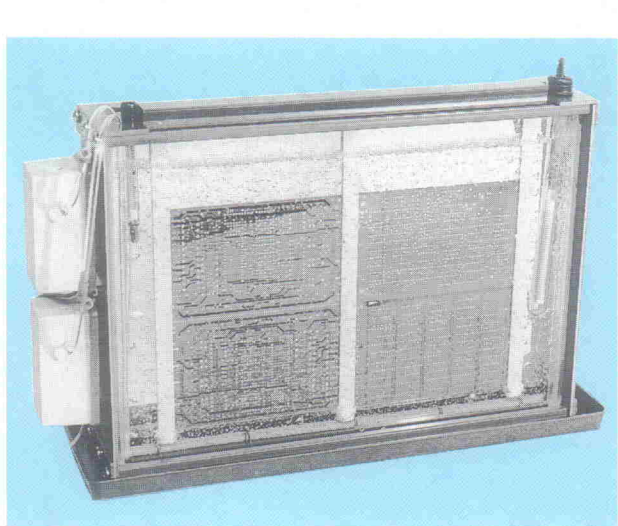
- für Platinen bis max. 180 x 180 mm



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 Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



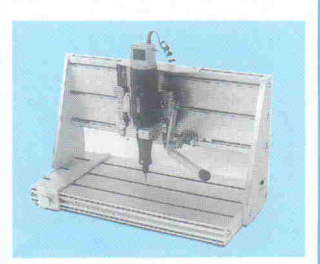
isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

DM 225.-

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

isel-Bohr- und Fräsgesät DM 340.-

- 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



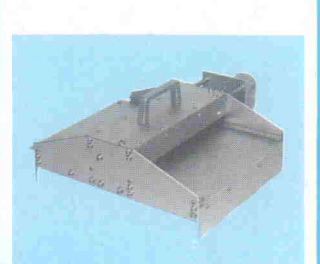
isel-Bohr- und Fräsständer

- mit Hubvorrichtung, einzeln DM 239.-

isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz

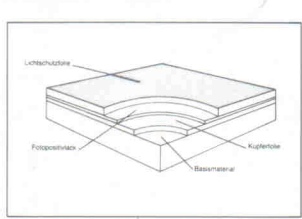
für Verzinnungs- u. Lötanlage DM 498.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinn-Auftragwalze, \varnothing 40, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor - Antriebs 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaskiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 μ m
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar



Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

- Pertinax 100 x 160 DM 1,55
- Pertinax 200 x 300 DM 5,80
- Pertinax 160 x 233 DM 3,80
- Pertinax 300 x 400 DM 11,85

Exopyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

- Exopyd 100 x 160 DM 2,95
- Exopyd 200 x 300 DM 11,20
- Exopyd 160 x 233 DM 6,90
- Exopyd 300 x 400 DM 22,30

Exopyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

- Exopyd 100 x 160 DM 3,55
- Exopyd 200 x 300 DM 13,30
- Exopyd 160 x 233 DM 8,25
- Exopyd 300 x 400 DM 26,55

- 10 St. 10%, 50 St. 30%, 100 St. 35% Rabatt

isel-UV-Belichtungsgerät 1 DM 215.-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 320 x B 220 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 245 x 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



isel-UV-Belichtungsgerät 2 DM 298.-

- Elox. Alu-Gehäuse, L 480 x B 320 x H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 480 x B 320 x H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 365 x 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2

für zweiseitige Belichtung DM 1138.-

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluss und Schnellbelichtung
- Nutfläche 360 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal -0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeteneinstellung 6-90 Sek. und 1-15 Min.

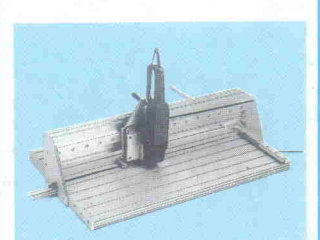


isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1

für einseitige Belichtung DM 898.-

isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980.-

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch: 800 x 500 mm
- Verfahrweg: 600 mm mit isel-Doppelspurvorhub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Lochmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennsäge oder Hartmetall-Sägeblatt



Diamant-Trennsäge, \varnothing 125 mm DM 340.-

Hartmetall-Sägeblatt, \varnothing 125 mm DM 112.-