

elrad

magazin für elektronik

Test

Labornetzgeräte der Profiklasse

Grundlagen

MOSFETS: BUZ-Typen

Projekt

Grafisches Großdisplay

Schaltungen

2-Kanal-Logikanalysator

MIDI-Kanalumsetzer

SMD-Pulsmonitor

Panelmeter 4...20 mA

Impulsratenzähler

Applikation LT1026

9

September 1989



DM 10,-
6S 142,- · sfr 16,80

elrad extra

HiFiBoxen

selbstgemacht

HiFi im Selbstbau

Keine Dutzendware: Zwölf praxiserprobte Bauanleitungen. Von 2-Weg bis 4-Weg. Von 5 Liter bis 200 Liter. Von geschlossen über Reflex bis Bandpaß. Von Spanplatte bis Marmor. Von flippig bis rustikal. Dazu geballte Theorie: Die deutsche Übersetzung des Originalartikels von A. N. Thiele zum Thema Baßreflexboxen. Grundlagen über Bandpaßgehäuse. Neue Erkenntnisse zu Konus- und Flachmembranen. Erfassung von Frequenzgängen im Auto. Und, und, und ...

Bauanleitungen:

ACR
ADT
Eton
Fidibus
Görlich
IEM
McFarlow
Mivoc
Scan Speak
Sipe
Sinus
Visaton

Grundlagen: Bandpaßgehäuse Membranen Dämpfung Frequenzgänge im Auto

**Thiele/Small erstmals
in deutscher Übersetzung:
A. N. Thiele, Lautsprecher in
ventilierten Gehäusen**

**Ab 4. August '89 für 16 Mark 80.
Überall dort, wo es Zeitschriften gibt.**



Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61

Die Technik und die Folgen

Im Quergang des Düsseldorfer Bahnhofs sind von den achtzehn Telefonzellen zehn immer frei, acht immer besetzt. Das ist so, seit die Post dort Kartentelefone installiert hat. Für Hannover gilt ähnliches, anderswo wird es kaum anders sein. Das Publikum nimmt die neue Chip-Technik nicht an, eine hervorragende Ingenieurleistung wurde in den Sand gesetzt. Mit einer vorausschauenden Technikgestaltung, in diesem Fall also mit einer Akzeptanzuntersuchung, wäre das nicht passiert.

Von fataleren, existenziellen Technikfolgen zeugt der Zustand der Biosphäre unseres Planeten. Mit hervorragenden Ingenieurleistungen in Chemo-, Energie- und Verkehrstechnik wird der Globus als Ganzes in den Sand gesetzt, wobei in allen Bereichen intelligente Elektronik die Vorgänge automatisiert und beschleunigt.

Ohne eine institutionalisierte, also staatlich betriebene Technikfolgenabschätzung wird sich daran, bis zum bitteren Ende, wenig ändern. Denn eine freiwillige, forschungsintensive Selbstkontrolle der Firmen, in denen das Know-how der Produkte und der industriellen Produktionsprozesse erarbeitet wird, ist unrealistisch. Die Techniker dort erhalten fest umrissene, marktorientierte Entwicklungsvorgaben; eine Abschätzung, welche Folgen der großtechnische Einsatz des Know-how für die Umwelt oder die soziale Gemeinschaft hat, ist im Budget nicht vorgesehen: Gemacht wird, was sich rechnet.

Hamburg tat kürzlich einen ersten, zaghaften Schritt. Die Wissenschaftsbehörde bewilligte für die Forschungsprojekte „Technikfolgenabschätzung und -Bewertung“ sowie das „Forum Biotechnologie“ zusammen rund 1,3 Millionen Mark; damit soll „der zuneh-

elrad 1989, Heft 9

GREENPEACE



So sieht es aus, wenn der Mensch sich die Erde untertan macht.

menden Unüberschaubarkeit zwischen wissenschaftlich-technischen Innovationen, gesellschaftlichen Entwicklungen und Umweltzerstörungen“ entgegengewirkt werden.

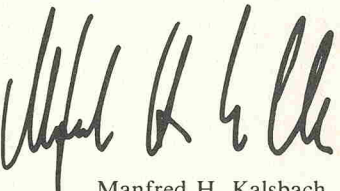
Bonn tut sich schwerer. Schon 1977 macht sich der damalige Abgeordnete Riesenhuber für einen Antrag der CDU/CSU-Opposition stark, in dem die „Einrichtung einer Prognose- und Bewertungskapazität zur Begutachtung technologischer und forschungspolitischer Entwicklungen beim Deutschen Bundestag“ gefordert wird.

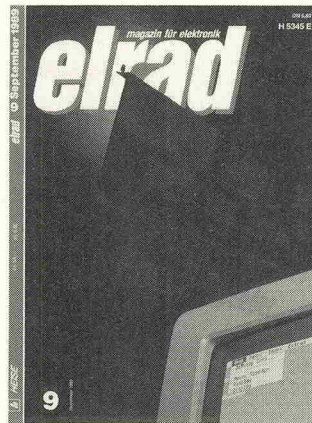
Diesen und weitere Anläufe schmettert die Regierung ab. 1982, nur drei Wochen nach der Bonner Wende, übernimmt die neue Opposition aus SPD und Grünen einen Antrag der CDU/CSU über die Einrichtung einer „Lenkungsgruppe“ zur Kontrolle der staatlichen Technikförderung und zur Beobachtung technischer Trends. Doch die Regierung, mit Riesenhuber als Forschungs- und Technologieminister, schmettert ab. Wer das Sagen hat, muß es nämlich auch der Industrie sagen. Mut ist gefragt.

Im übrigen muß ein besserer Begriff her. Nicht im technischen Verfahren, sondern in seiner großtechnischen Anwendung steckt das Gefahrenpotential. „Produktionsfolgenab-

schätzung“ wäre ein passendes Wort. Der Mehrwert, den sich eine Firma ausrechnet, ist nichts wert, wenn er die Gesellschaft zu teuer zu stehen kommt.

Soviel steht fest: Wenn weiterhin nur das gemacht wird, was sich wirtschaftlich rechnet, haben wir die Rechnung ohne den Wirt, den Globus, gemacht.


Manfred H. Kalsbach



Titelgeschichte

Grafisches

Großdisplay

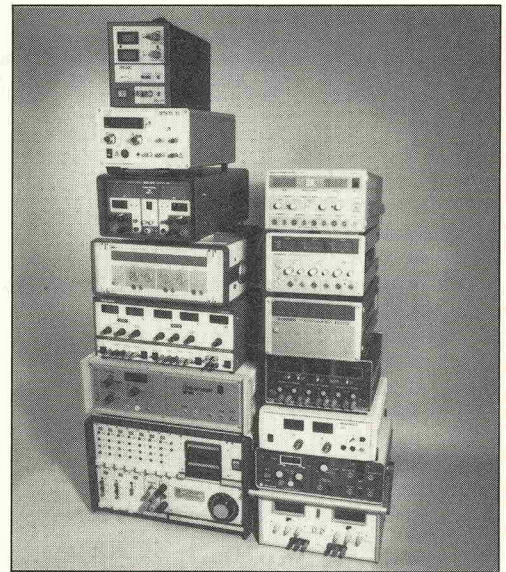
Die Betonung liegt auf grafisch. Denn ob man das sechzehn Seiten weiter hinten vorgestellte LED-Display in klein oder groß aufbaut, ist letztlich nur eine Frage des Aufwands. Selbst die kleinste Ausbaustufe mit einer Matrix von 16 x 32 Leuchtdioden bildet schon eine fesselnde Ansichtssache. Weils eben grafisch ist.

Bewegte Bilder also. Und weil diese Bilder vom Atari ST kommen, nämlich als genaue Kopie eines beliebig wählbaren Bildschirmausschnitts, kann man fast alle gängigen Grafikprogramme zur Erstellung eigener (Trickfilm-) Shows benutzen. Und nicht nur das. Da ein Großteil der Ansteuerungssignale vom DMA-Chip des ST generiert wird, begnügt sich die eigentliche Displayelektronik mit relativ wenigen Bauteilen.

Seite 20

Test: Labornetzgeräte

13 Netzgeräte der Profi-Klasse wurden im elrad-Labor einem ungewöhnlichen aber gleichwohl praxisnahen Test unterzogen. Unsere Fragestellung war: Was tut sich eigentlich an den Ausgangsklemmen dieser Geräte, wenn das Netz versucht ist? Die Antwort auf diese Frage finden Sie auf



Seite 26

elrad-Laborblätter

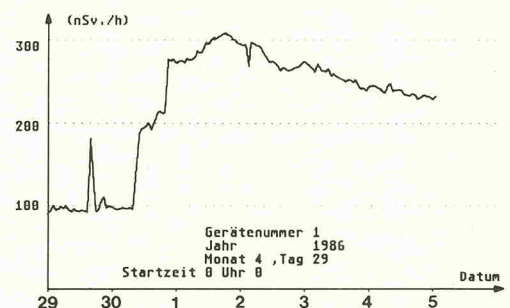
Für HF-Schaltungen werden oft Spulen mit Induktivitätswerten im Bereich zwischen 50 nH und 1 µH benötigt. Eine praxisgerechte Berechnung der Wickeldaten von Luftspulen ist jedoch mit Pro-

blemen behaftet. Ausführlich erläutern die elrad-Laborblätter in diesem Heft geeignete Problemlösungen in Form von Grundlagen, Tabellen und Praxistips.

Seite 47

Kernstrahlungsmeßtechnik

Der Autor dieses Artikels — es ist der Entwickler des Szintillationsdetektors aus elrad 6/89 — erläutert Auswerte- und Eichverfahren der Kernstrahlungsmeßtechnik. Wer viel Zeit aber nur beschränkte Mittel zur Verfügung hat, findet unter anderem ein Low-Cost-



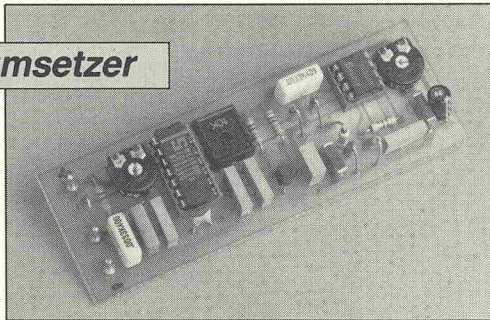
Verfahren zur Gamma-spektroskopie auf

Seite 62

MIDI-Kanalumsetzer

In vielen MIDI-Schaltungen übernimmt der Schaltkreis E510 die komplette Aufbereitung und Ausgabe der Sendedaten.

Leider unterstützt dieser Baustein, der auf einfachste Handhabung hin konstruiert wurde, nur zwei von sechzehn möglichen MIDI-Kanälen. Mit

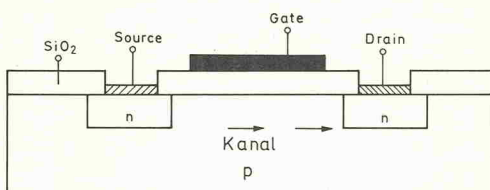


einer einfachen Schaltung kann man dieses Manko jedoch leicht beheben. Der Kanalarbeiter erwartet sie auf

Seite 56

Die BUZ-Kolonne: Ohne MOS nix los

Während die Leistungs-MOSFETs der ersten Generation noch mit einigen Nachteilen behaftete waren, zeichnen sich die neueren Entwicklungen wie beispielsweise die SIPMOS-Transistoren mit der einprägsamen BUZ-Bezeichnung insbesondere im Schaltbetrieb durch hervorragende elektrische Eigenschaften aus: er-

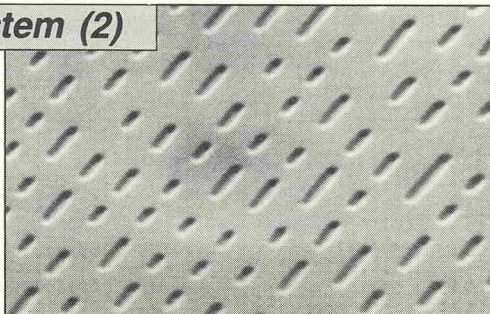


heblich höhere Schaltgeschwindigkeit als bipolare Transistoren, extrem niedriger Einschaltwiderstand, reine Spannungssteuerung, kein Durchbruch zweiter Art.

Seite 36

Das CD-System (2)

Die zweite Folge nimmt die Pits der Silberscheibe unter die Lupe — genauer: unters Elektronenmikroskop. Eigenschaften und Herstellung der Compact Disc.



Seite 58

Gesamtübersicht

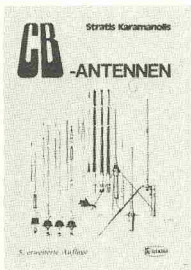
	Seite
„...“	3
Briefe	6
aktuell	
PC-Instrumentation ..	8
aktuell	10
Schaltungstechnik	
aktuell	16
Bewegte Bilder	
Grafisches	
Großdisplay (1)	20
Test	
Labornetzgeräte	26
Grundlagen	
Leistungs-MOSFETs ..	36
Panelmeter	
Selbstversorger	42
Die elrad-Laborblätter	
Zylinderluftspulen ...	47
Logikanalysator	
Minilysator	50
Stromversorgung	
Bierzeltstabilisator ...	52
Arbeit & Ausbildung ..	54
MIDI	
Kanalumsetzer	56
Audio	
Das CD-System (2) ...	58
Radioaktivität	
Praxis der Kernstrahlungsmeßtechnik	62
Impulsratenzähler	
Digicount	68
E-Mathe	70
Ausprobiert	
EPROM-Brenner	72
Pulsmonitor	
Humane Schlagzahlen	74
Englisch für Elektroniker	76
Die Buchkritik	78
Layouts	79
Elektronik-Einkaufsverzeichnis ..	81
Die Inserenten	85
Impressum	83
Vorschau	86

CB - Funk - Literatur ? das sind wir !



Alles über CB

Ein Handbuch für den CB-Funker
8. Auflage, 180 S., 130 Abb., DM 28,—



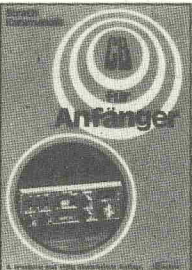
CB-Antennen

5. Auflage, 123 S., 59 Abb., DM 19,80



CB-Funk

und seine Wiedergeburt
11. Auflage, 126 S., 53 Abb., DM 19,80



CB für Anfänger

4. Auflage, 68 S., 22 Abb., DM 10,80



Elektra-Verlags-GmbH

Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg
b. München, Telefon (089) 6011356



Der kompetente
Lieferant des
Fachhandels für
Hobby-Elektronik

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

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

Briefe an die Redaktion

Adreßbuch-Adresse

Das SMT-Adreßbuch mit — wie elrad in Heft 7-8/89 schrieb — „allen wichtigen Produkten, Anbietern und Ansprechpartnern in Sachen SMT“ ist erhältlich bei: Zentrum für Innovation und Technik, Zenit GmbH, Dohne 54, 4330 Mülheim (Ruhr) 1.

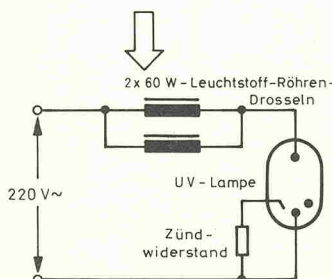
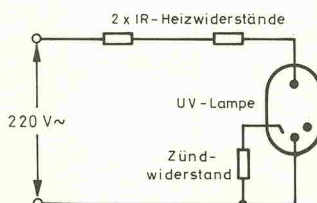
[Red.]

EPROMs unter die Höhensonne

Haben Sie auch noch eine alte, aber noch funktionstüchtige „Höhensonne“ im Keller? Die nicht mehr benutzt wird, weil die Strahlung zu hart und damit gesundheitsschädlich (krebserregend) ist? Die Sie noch nicht weggeworfen haben, weil in der UV-Röhre Quecksilber ist? Diese Geräte eignen sich als EPROM-Löschgerät!

Im Keller meiner Eltern fand ich so ein Ding. Bei Versuchen mit einem 2-K-EPROM reichten bereits 2 Minuten Bestrahlung einwandfrei, nur machte die äußerst starke Wärmeentwicklung Kummer, weil die Höhensonne zu der UV- auch noch IR-Strahlung abstrahlt.

Die Heizwiderstände dienen als Vorwiderstand für den Kolben. Nach einigen Experimenten erwies es sich als günstig und funktionstüchtig, zwei ausgebaute Leuchtstoffröhrendrosseln parallel mit dem Kolben in Reihe zu schalten (siehe Skizze). Drei bis vier Minuten Löschzeit bei 15...20 cm Abstand sind auch bei älteren EPROMs ausreichend.



So habe ich zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Kein Quecksilber in der Mülltonne und einen EPROM-Turbo-Löschgerät. Dem Nachbauer sei empfohlen, den Strom durch die Höhensonne erst zu messen und dann mit dem Blindstrom der Drosseln zu vergleichen. Da der Spannungsabfall an der Röhre im Betrieb ca. 5 V beträgt, kann man ihn vernachlässigen und so die Strombegrenzung aufbauen. Vorsicht ist allerdings beim Löschen geboten, damit man keine schädlichen Strahlen abbekommt. Bei aufeinanderfolgenden Löschvorgängen muß man entweder die Lampe eingeschaltet lassen oder abwarten, bis das Quecksilber abgekühlt ist und der Dampfdruck abgenommen hat.

Tim Beyer
5472 Plaidt

Exoten im Orbit

In der Ausgabe 7-8/89 berichtete elrad über den technischen Aufbau des deutschen Forschungssatelliten DFS Kopernikus, der inzwischen erfolgreich gestartet und positioniert werden konnte. Eine auf Satelliten-Direktempfang spezialisierte Firma schreibt uns dazu:

Satellitenfernsehbehindernd strahlt der Kopernikus seine Programme in den Frequenzbändern 10,95 bis 11,75 GHz und 12,5 bis 12,75 GHz ab. Wenn dies so bleibt, wird aufgrund der deutlich höheren Kosten, die dieser Dual-Bandempfang verursacht, der Kopernikus wohl genau so unattraktiv werden wie der TV-SAT 2 mit der Exotennorm D2-MAC.

Wir werden für den Kombiempfang ab dem Sendebeginn von Kopernikus einen elektromechanischen Umschalter anbieten, der den Empfang mit handelsüblichen Konvertern mit einem Feed ermöglicht. Die nicht gerade rauscharmen Kombikonverter werden mit dieser Lösung also nicht erforderlich sein.

Jürgen Müller,
Satellitenempfangstechnik
7314 Wernau

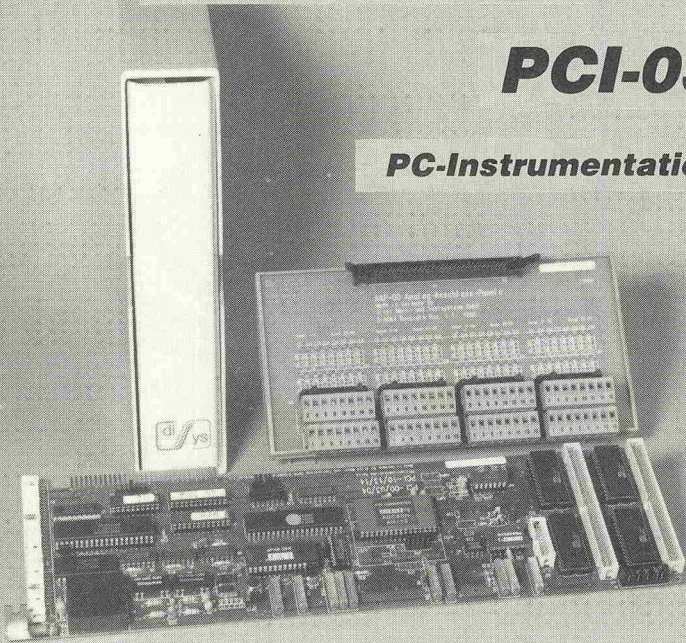
Im Rahmen eines Beitrags zur Satellitentechnik wird elrad in der nächsten Ausgabe auch über Programme, Transponder und Frequenzen auf DFS 1 Kopernikus berichten.

(Red.)

Disys Multifunktionskarte

PCI-03

PC-Instrumentation



Diese Karte deckt mit den integrierten analogen und digitalen Baugruppen einen weiten Bereich von Applikationen ab. Durch die Verwendung eines Hochgeschwindigkeits-Analog/Digital-Wandlers werden Abtastraten bis zu 30 kHz erreicht.

Es stehen 64 asymmetrische oder 32 symmetrische Analogeingänge (Multiplexer Harris HI506), zwei programmierbare Relais, 20 Bit digitale Ein-/Ausgänge, drei 16-Bit-Zähler, ein 12-Bit-A/D-Wandler mit 25 μ s Wandelzeit sowie ein 12-Bit-D/A-Wandler (Burr-Brown DAC811) zur Verfügung.

Um die volle 12-Bit-Auflösung des A/D-Wandlers (Burr-Brown ADC80) zu gewährleisten, wurde auf die Spannungsversorgung

besonderer Wert gelegt. Die PCI-Multifunktionskarte benötigt nur den 5-Volt-Zweig des Rechnernetzteils, die symmetrischen Betriebsspannungen werden mit einem störstrahlungsarmen Gleichspannungswandler erzeugt. Eine weitere Maßnahme zur präzisen Erfassung von Analogspannungen ist der Einsatz einer schnellen und hochgenauen Sample and Hold-Schaltung (Burr-Brown SHC5320).

Für die Einsteckkarten der PCI-Serie stehen verschiedene Anschlußboards zur Verfügung, womit sich ein flexibles Meßwerterfassungssystem aufbauen läßt. Falls eine Applikation es erfordert, können die Analogkanäle einzeln galvanisch getrennt werden. Die dazu bestimmten Trennverstärker ha-

ben jeweils eine eigene Hilfsspannungsversorgung, so daß eine gegenseitige Beeinflussung der Eingangssignale ausgeschlossen ist.

Die PCI-03 ist sowohl für den Einsatz an Normsignalen wie Stromschnittstellen mit 0...20 mA oder Spannungen von 0...10 V, ± 10 V, 0...5 V, ± 5 V und $\pm 2,5$ V vorgesehen, als auch für die Erfassung anderer Signale geeignet, da sie einen zwischen 1 und 1000 dekadisch programmierbaren

Verstärker (Burr-Brown PGA200) besitzt. Dank seiner echten Differenzeingänge lassen sich die Eingänge auch symmetrisch beschalten; somit sind Messungen in Brückenschaltungen möglich. Durch die integrierte Konstantstromquelle (Burr-Brown XTR110) und einen speziellen Vierpol-Modus können auch direkt bis zu 16 Widerstandsthermometer, zum Beispiel Pt-100, adaptiert werden.

Als Interruptquellen können das EOC-Signal des A/D-Wandlers und zwei Timer gewählt und auf unterschiedliche Interruptkanäle gelegt werden (XT = IRQ 2 und 3, AT = IRQ 3 und 9). Die I/O-Adresse ist standardmäßig auf 100h eingestellt, der erforderliche Adreßraum beträgt 20h. Eine abweichende I/O-Adresse muß bei Bestellung angegeben werden.

Im Lieferumfang der Multifunktionskarte enthalten ist ein gut gegliedertes Handbuch, das alle Fragen der Konfiguration und Programmierung der PCI-03 beantwortet. Weiterhin gehören Treibermodule für eine Hochsprache (Liste siehe unten) zu jeder Karte. Der Komplettpreis der PCI-03 beträgt 3100,— DM plus Mehrwertsteuer.

Technische Daten:

Auflösung: 12 Bit
Wandlungszeit: 25 μ s

Grundmeßbereiche:
 $\pm 2,5$ V / ± 5 V / ± 10 V /
0...5 V / 0...10 V

Eingänge: 64/1, 32/2,
16/4

Progr. Verstärker:
(Genauigkeit in % vom
Endwert)

Verstärkung 1: 0,05
Verstärkung 10: 0,05
Verstärkung 100: 0,06

Eingangsspannung 50%
vom Endwert:

Verstärkung 1000: 0,4

Abtastrate mit ADU:
30.000/s

Abtastrate mit DSCAN:
10.000/s

Stromquelle: 0...20 mA

D/A-Wandler: 12 Bit

Maximale Eingangsspannung: 15 V

Eingangsimpedanz: 1 M Ω

Stromaufnahme: 1,5 A

Digitale- und

Zählerausgänge

Maximale Last: 1 \times TTL

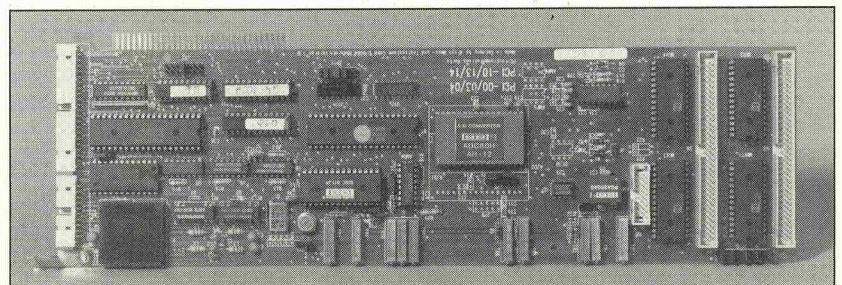
Relaischaltleistung:

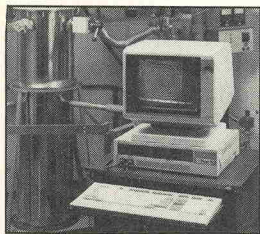
60 V/0,25 A

Softwaretreiber sind lieferbar für:

FORTRAN, ASYST,
QBASIC, QBASIC87,
TURBO BASIC,
BASICA, GWBASIC
(kompilierfähig), Turbo-
Pascal 3.0, Turbo-
Pascal 3.0/8087, Turbo-
Pascal 4.0, Turbo-
Pascal 5.0, MSC.

**PC-Kontakt zur
richtigen Welt:
Disys PCI-03
Multifunktionsboard.**





Monitorabschirmungen

Saubere Bildschirm

Besonders beim Einsatz in der Produktion führen elektromagnetische Einstreuungen aus der Umgebung immer wieder zu Bildstörungen bei Datensichtgeräten.

Eine wirkungsvolle Abhilfe schaffen in diesen Fällen Monitorabschirmungen aus hochpermeablem Mumetall®, wie sie von der VAC-Vakuumumschmelze, Hanau, gefertigt werden. Die Ausführungsformen reichen

von der röhrennahen Einbauabschirmung gegen schwache Störungen über ein kastenförmiges Standardgehäuse oder Paßformen nach Kundenwunsch bis hin zu doppel- und mehrwandigen Sonderkonstruktionen für höchste Ansprüche.

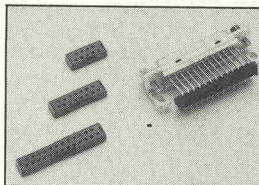
Hf-Entstörung

Planar-Ferrite zur EMI-Unterdrückung

Mit fortschreitendem Einzug der Digitalisierung in elektronischen Geräten nimmt die Notwendigkeit der elektromagnetischen Verträglichkeit immer weiter zu. Besonders über angeschlossene Leitungen an Input/Output-Schnittstellen können — aufgrund des Antenneneffekts — sehr leicht Stör-

signale eingekoppelt werden.

Eine wirkungsvolle Unterdrückung solcher Störungen bieten neu entwickelte Planar-Ferrite von Murata, Nürnberg: Die passend vorgefertigten Ferritblöcke werden einfach über die Anschlüsse eines D-Sub-Steckverbinders geschoben und bilden mit ihm eine kompakte Einheit.

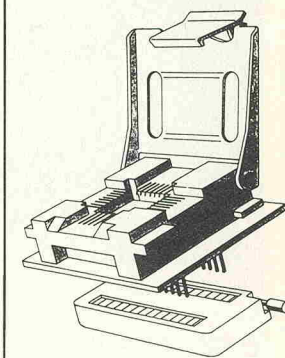


Die Ferritplatte wirkt hierbei als Induktivität und bietet ausgezeichnete Filtereigenschaften im Frequenzbereich von 10 MHz bis zu einigen 100 MHz.

SMD-EPROM-Adapter

Programmier-Tool

Obwohl inzwischen mehr und mehr in SMT gearbeitet wird, ist es nicht nötig, einen völlig neuen Satz an Programmierdevices anzuschaffen. Schließlich gibt es Programmier-Adapter. Und vor kurzem hat die Berliner Firma Ferrari electronic GmbH ihr Lieferprogramm hinsichtlich solcher Programmier-Tools erweitert.



Zu den schon vorhandenen Adaptern sind fünf neue Typen hinzugekommen. So können nun Miobit-EPROMs sowohl im 32pol- als auch im 44pol-PLCC-Gehäuse programmiert werden. Ein gesonderter Adapter

steht für den 87C51 im 44pol-PLCC-Gehäuse zur Verfügung. Da die Pinbelegung der 28poligen PLDs von Hersteller zu Hersteller variiert, sind zwei Sonderversionen für GAL 20V8 und EP610 in das Programm mit aufgenommen worden.

Aktuell • Preiswert • Schnell

elrad 7-8/89	Bs.	Pl.
Röhren-Vorverstärker, Röhrling		
Entzerrer-Vorverstärker mit ECC 83	100,00	27,00
Entzerrer mit 83 CC	240,00	27,00
Line-Verstärker	120,00	42,00
Ausgangsverstärker inkl. Potis	150,00	42,00
Kopfhörerverstärker	140,00	42,00
Gleichstromheizung mit Kühlkörper	80,00	25,00
Hochspannungsnetzteil mit Kühlkörper und Drossel	160,00	30,00
Relaisplatine inkl. Chinchbuchsen, vergoldet	150,00	40,00
24V Stromversorgung	8,00	14,00
Vorverstärkerchassis, Hochglanz vernickelt mit allen Ausbrüchen	650,00	—

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

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

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

Fordern Sie unsere Liste Nr.: 9/89 gegen frankierten Rückumschlag an!

Original-elrad-Bausätze mit Garantie

elrad 7-8/1989	Bs.	Pl.
SMD-Meßwertgeber	120,00	15,00
Universelles Kleinnetzteil 3—36 Volt	16,50	8,30
C-64-Relaisplatine	65,20	20,00
C-64-Watchdog inkl. Portstecker	16,90	6,90
HEX-Display für 8-Bit-Bus	27,50	6,90
Klangeinstellsystem, Noise Gate	21,50	20,00
Klangeinstellsystem, Basisplatine	—	25,00
Klangeinstellsystem, Einblendgradkontrolle	50,90	40,00
Klangeinstellsystem, Anpassung E2	11,40	18,00
Klangeinstellsystem, NF- u. Klang	49,90	69,00
Klangeinstellsystem, Steuertaste	67,50	—
Klangeinstellsystem, Overload	6,69	—
Klangeinstellsystem, Stromversorgung	14,49	—

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



Diesselhorst Elektronik

Inh. Rainer Diesselhorst
Hohenstaufenring 16
4950 Minden

Tel. 05 71/5 75 14
Btx/Tx: 05 71 5800 108

Vertrieb für Österreich:

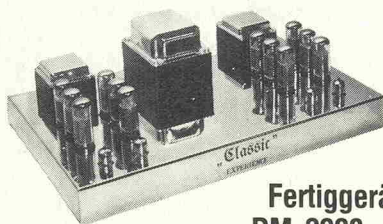
Fa. Ingeborg Weiser

Versandhandel mit elektronischen Bausätzen aus elrad
Schembergasse 1 D,
1230 Wien, Tel. 02 22/8863 29

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). Bauteilliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in BfM.

● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●



Fertigergerät
DM 2900,—

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

EXPERIENCE electronics

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

„Röhrling“ — Röhrenvorverstärker — Komplettbausatz

alle Teile mit Platinen und Gehäuse DM 1980,—
Netzteilbausatz, alle Teile mit Platinen und Gehäuse DM 1100,—
Die Preise der Einzelteile, der jeweiligen Materialsätze und Platinen entnehmen Sie bitte der 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, Epoxyplatinen bestückungsfertig gebohrt mit Lötstopmaske und Bestückungsdruck, 70 µm Cu verzinkt, Rastpotis, Metalloxidwiderstände, usw.

— EXPERIENCE electronics — unser Name steht für Qualität

Ausgangsübertrager neue Version einschließlich vernickelter Haube AP-634/2	DM 180,—
Netztrafo einschließlich vernickelter Haube NTR-P/1	DM 290,—
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:1+1	E-1220 DM 65,—
Studio Eingangsübertrager Mu-Metall geschirmt 1:2+2	E-1420 DM 65,—
Studio Line-Übertrager 1:1	L-1130 C DM 35,—
Studio Line-Split-Übertrager 1:1+1	L-1230 C DM 43,—

Weitere Spezialtrafos und Übertrager sind in der Lagerliste enthalten. Die Datenblattmappe Ausgabe Januar 1989 über Spezialtrafos, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen ist gegen eine Schutzgebühr von DM 9,— zuzüglich DM 2,— Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postcheckkonto Stuttgart 2056 79-702 erhältlich.

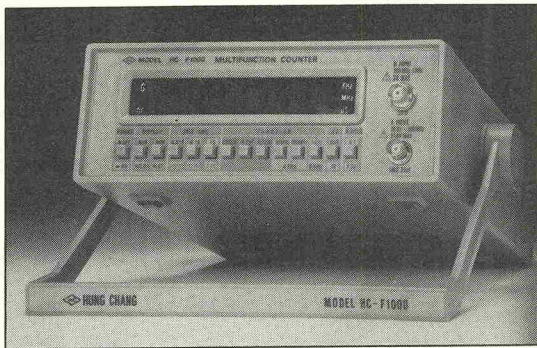
Geschäftszeiten:

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

HiFi-Bausätze

PPP-Endstufenbausatz	DM 270,—
PPP-Netzteilbausatz	DM 125,—
„Car Devil“ Spannungswandler mit 4x 10000µ/63V	DM 220,—
„Car Devil“ Limiter ohne Übertrager	DM 120,—
Phasenumkehrstufe „Brückenteufel“	DM 62,—
High-End-Endstufe „Black Devil“, „Car Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 79,—
Mono-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 107,—
Stereo-Netzteil „Black Devil“ inkl. Kühlkörper	DM 127,—
Netztrafo NTT-2	DM 85,—
Vorverstärker „Vorgesetzter“	DM 175,—
Steckernetzteil fertig montiert mit Renkstecker	DM 38,—
Entzerrervorverst. Fertigbaustein mit sel. NE 5534 R	DM 150,—
Übersühröhre, Bausatz ohne Chassis	DM 200,—
Originalplatinen bitte extra bestellen.	

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



Frequenzmessung

Viel Hertz für wenig Geld

Der Frequenzmesser HC-F1000 von Hung-Chang ist ein preiswertes Zweikanalgerät mit sehr genauer Zeitbasis. Die beiden als Zeitbasis dienenden Referenzfrequenzen weisen eine Al-

terung von nur $\pm 0,3$ ppm/Monat auf, sowie eine Temperaturstabilität von ± 1 ppm.

Der Kanal A hat einen Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 MHz mit

einer wählbaren Auflösung von 1, 10, 100 oder 1000 Hz. Die Empfindlichkeit beträgt 25 mV_{eff} (Sinus) bzw. 70 mV_{ss} an 10 M Ω /35 pF.

Der Kanal B reicht von 100 MHz bis 1 GHz mit einer Auflösung von 100 Hz, 1 kHz oder 10 kHz. Hier liegt die Empfindlichkeit bei 15 mV_{eff} (Sinus) bzw. 50 mV_{ss} an 50 Ω .

Als Betriebsarten stehen dem Anwender Frequenz-, Perioden- und Totalisierungsmessung zur Verfügung. Das Gerät wird von der Firma Brenner, Elektronik & Meßtechnik, Wittibreut, vertrieben und ist bereits ab 564,— DM (inkl. MwSt.) erhältlich.



Einbauminstrumente

Saft aus dem Signal

Die digitalen Einbaugeräte DA 72-17300 der Dr. E. Horn GmbH, 7036 Schönaich, sind für die Darstellung aller physikalischen Meßgrößen bestimmt, die als Frequenz oder Impuls-signal vorliegen — also zum Beispiel Drehzahl, Geschwindigkeit, Durchfluß...

Die Versorgungsenergie für die viertstelligen Anzeigeinstrumente mit 12,7 mm hohem LCD-Display kann dem Meßsignal entnommen oder getrennt zugeführt werden. Schalter auf der Geräterückseite erlauben fast jede beliebige Zuordnung der Anzeige zur Eingangsfrequenz. Dadurch wird es dem Anwender möglich, das Gerät auf Lager zu legen und im Bedarfsfall selbst

entsprechend den Erfordernissen auf einfache Weise zu programmieren.

Meßstellenumschalter

Meßwerte im Karussell

Zur automatischen Umschaltung von Meßwert-aufnehmern, wie zum Beispiel Thermoelemente, Widerstandsthermometer oder DMS-Brücken, hat die Firma Novocontrol aus Hund-sangen ein handliches und robustes Einbaugerät entwickelt.



Zehn Meßstellen können doppelpolig manuell oder automatisch umgeschaltet werden. Die Meßzeit pro Kanal ist dabei zwischen 1 s und 10 s wählbar; die aktuelle Kanalnummer wird jeweils digital angezeigt.

Das Gerät enthält ein eigenes Netzteil und ist mit seinen Gehäuseabmessungen von 96 x 48 x 120 mm für den Schaltschrankbau ausgelegt.

Schallpegelmesser

Zwischenlager

Für den modulprogrammierbaren Schallpegelmesser 22311 von Brüel & Kjaer, Quidborn, steht jetzt der PSION-Organizer als Datenlogger zur Verfügung. Ebenso die zugehörige Software — BZLINK für die Kommunikation mit dem Schallpegelmesser, BZTOOLS für den Datentransfer und die Weiterverarbeitung auf dem PC.

Der PSION-Organizer wird über ein Schnittstellenmodul mit dem Schallpegelmesser verbunden. In einem Dialogprogramm werden dann die gewünschten Meßparameter abgefragt, ein Datenspeicher festgelegt und die gewünschte Start-/Endzeit oder manuelles Messen gewählt. Die Speicherkapazität beträgt 64 kByte.

Die Software BZTOOLS enthält eine Routine zur Übertragung der verdichteten Meßdaten auf einen PC, zur Umwandlung in ein Meßprotokoll und zur Druckerausgabe.

Wägeprozessor

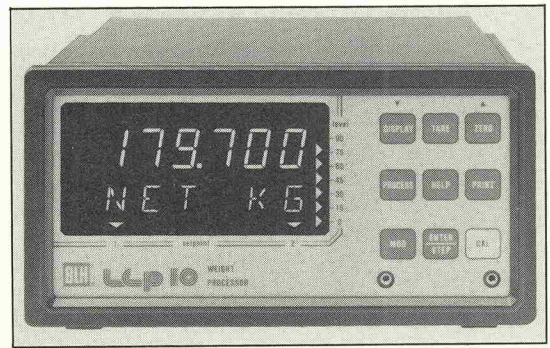
Läßt sich nicht stören

Bei einer Eingangsempfindlichkeit von 0,5 mV verfügt der Wägeprozessor LCp-10 von der Heilbronner BLH SR-4 Sensoren GmbH über eine Auflösung von 50 000 Teilen.

Eine Besonderheit dieses Gerätes besteht in der als Option erhältlichen digi-

talen Filterung. Sie analysiert Störsignale, die den Wägeprozess überlagern, und selektiert auf einfachen Tastendruck automatisch die optimalen Filterparameter.

Der BLH-Wägeprozessor läßt sich beim Wägen und Dosieren, in der allgemeinen Kraftmeßtechnik sowie bei allen auf Dehnungsmessstreifen basierenden Sensoren einsetzen.



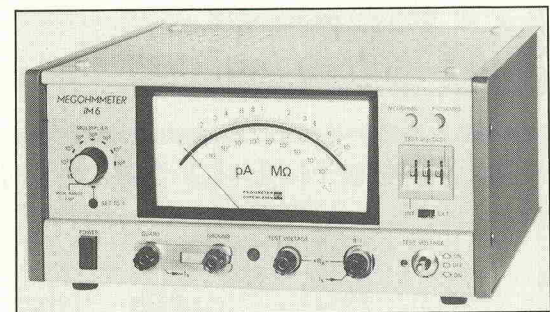
Isolationsmesser

Gegen größte Widerstände

Das Megohmmeter IM 6 von RE Instruments, Jülich, ist ein Gerät zur normgerechten Messung hochohmiger Widerstände (z.B. Isolationen) sowie kleinster Ströme. Seine Meßbereiche umfassen die Werte von 1 M Ω bis 10⁹ M Ω bzw. von 1 pA bis 1 mA.

von 8 Dekaden, zur genaueren Bestimmung kann auf einen Bereich von 2 Dekaden umgeschaltet werden.

Die Testspannung zur Widerstandsmessung kann manuell in 1-Volt-Stufen bis zu 999 V eingestellt werden. Dane-



Eine Besonderheit des Gerätes ist sein logarithmischer Verstärker, der eine lineare Anzeige und damit eine bessere Ablesbarkeit bei hohen Werten erlaubt. Im Wide-Range-Bereich umfaßt die Skala dabei den gesamten Meßbereich

ben gibt es die Möglichkeit einer externen Steuerung mit einer Gleichspannung von 0...10 V bzw. 0...100 V. Eine Strombegrenzung des Meßkreises auf 4 mA sowie ein Analogausgang sind ebenfalls vorgesehen.

elrad Bauteilesätze

nach elrad Stückliste, Platine + Gehäuse extra.

Heft 7-8/89

Audio-Cockpit: Einblendgradkontrolle	DM 42,90
Noise Gate	DM 20,80
C64-Relaisplatine	DM 46,70
C64-Rechner-Überwachung	DM 11,90
HEX-Display	DM 27,70
Universelles Klein-Netzteil	DM 11,90

Heft 6/89

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

Heft 5/89

CAR Devil: 2x30 W Verstärker mit Kühlk.	DM 65,80
Spannungswandler 12V/40V	So DM 157,60
Limitier mit Modul (selekt.)	DM 153,90
PAL Auto-Alarm	DM 25,20
Kapazitive Raumüberwachung	DM 42,30

Heft 4/89

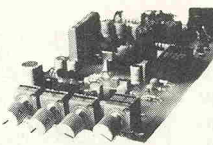
MMIC-Antennen-Verteiler 3fach	DM 19,80
Digitales Signalprozessor-System	So DM 299,80
(2) Speicher mit RAM's	DM 167,90
A/D-D/A-Wandler	DM 48,20
Erweiterung	DM 49,80
Metronom mit Netzteil	So DM 759,70
Universeller Meßverstärker	DM 19,50
Breitbandverstärker mit Vorfilter f. Frequenzmesser	So DM 343,90
Autoring Multimeter (LCD-Modul 4 1/2 siehe März 89)	DM 129,50
Audio-Cockpit: Hauptplatine	

Gleich mitbestellen: Gehäuse + Platinen

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

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

Aktuell zu Oktober 1988



MIDI-Baßpedal: Midi Platine	DM 129,70
VFO-Zusatz für 2-m-Empfänger	DM 22,60
FBAS-RGB-Wandler (o. Verztg.) mit Audio	So DM 99,80
E.M.A.-C-64-Brücke	DM 59,50
SMD-Balancemeter	DM 17,40

Nachtrag zu Heft 9/88:

Video-Kopierschutz-Filter	DM 29,90
SMD-Panelmeter	DM 58,80

Zum Ideen-Wettbewerb: Programmierbare Encoder/Decoder PED 7/PED 15

Immer noch gefragt: Delta-Delay (Heft 7-8/86) So DM 146,90

Noch im Programm: Mini-Sampler Fertiggerät mit Gehäuse So DM 49,80

Unsere Bauteile sind speziell auf ELRAD-ELEKTOR-FUNKSCHAU-ELO- und PE-Bauanleitungen abgestimmt. Auch für Bestellungen aus dieser Anzeige können Sie das kostensparende Vorauskasse-System benutzen. Überweisen Sie den Betrag auf unser Postgiro- oder Bank-Konto, oder senden Sie mit der Bestellung einen Scheck. Bei Bestellungen unter DM 200,— Warenwert plus DM 6,50 für Porto und Verpackung (Ausland DM 10,90). Über DM 200,— Lieferwert entfallen diese Kosten (außer Ausland und So). (Auslandsüberweisungen nur auf Postgiro-Konto.) — Angebot und Preise freibleibend. Kein Ladenverkauf — Kreissparkasse Daun Konto-Nr. 200 9702 — BLZ 586 512 40. Postgirokonto Köln 235 088 509.

HECK-ELECTRONICS

Hartung Heck

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

ELMIC

Elemente der Mikroelektronik GmbH
Pappenstr. 34 · 4100 Duisburg 1
Tel.: 0203/3787501 · FAX: 3787225

SYSTEMENTWICKLUNG

- Analoge und digitale Schaltungen, Software
- Mikroprozessoren: 68000, 68HC11, 8051 u.a.

ASIC-DESIGN

- PLD, Gate Array, Standardzellen digital und analog

FERTIGUNG

- Prototypen und Kleinserien
- SMD-Technik und konventionelle Technik

BETON-AKUSTIK

Lautsprechergehäuse aus Kunstharzbeton. Original Akustik-Beton!
Unübertroffen in der Dämpfung der Eigenresonanzen durch monolithische Herstellungsverfahren.

Neu im Programm:

It./Mühlbach Referenz!

Entkoppelte Gehäuse, absolut neutral und realistisch — besonders Grundtonbaß. Naturmatt, lackiert oder geschliffen lieferbar.

Alfred Mühlbach

Hindenburgstr. 86 · D-6424 Grebenhain · Tel. 0 66 43/4 70

Schweiz:

OEG Akustik · Staudnerbach · CH-9472 Grabs · Tel. 0 85/7 38 41

Österreich:

IBG Akustiks · Storkgasse 12 · A-1050 Wien · Tel. 0 22 22/55 71 31

Holland:

Wotan Beschallung · Im Weldchen 19 · D-5160 Düren/Hoven · Tel. 0 24 21/8 34 32

Händleranfragen erwünscht!

Aktuelle Elektronik

DISPLAY

auf einem Blick...

PRINT-TECH

Leiterplatten GmbH

Unser Leistungsprogramm:

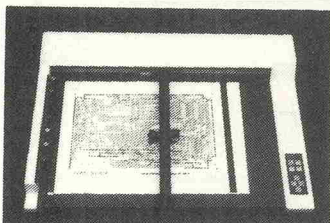
- Hoher Qualitätsstandard
- Ein- und doppelseitige Leiterplatten
- Leiterplatten in SMD-Technik
- Durchmetallierung
- Oberflächenbehandlung — Glanzzinn
- Heißluft-Verzinnung
- Vergoldung von Steckerleisten
- Lötstoppmasken
- Bestückungsdruck
- Optische und elektronische Prüfung
- Eilservice ohne Aufpreis
- 24-Stunden-Service
- CAD-Entflechtung

Fordern Sie Infos an

PRINT-TECH Leiterplatten GmbH
Karbachstraße 13, 5450 Neuwied 12
Telefon 0 26 31/7 45 48
Telefax 0 26 31/7 52 73

TURBO-PLOTTER

Schnell, preiswert und präzise: SEKONIC SPL-450



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

Sofort lieferbar. Unser Preis: 1750,- DM

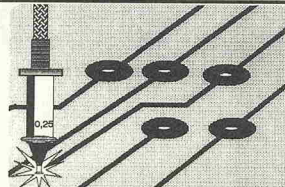
Datentechnik Dr. Gert Müller Diezstraße 2A
D-5300 Bonn 1

Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387

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

FOTOPLOTTER

Wir machen Ihren Penplotter zum Fotoplotter!



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

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

Fordern Sie Produktinformationen an!

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

Tel: 0228/217297 Fax: 0228/261387



Kontaktflüssigkeit

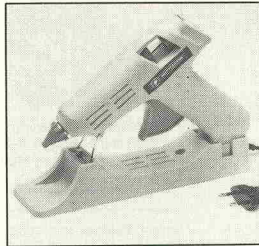
Auftragsarbeit

Mangelhafte Steckverbindungen sind nicht selten die Ursache für Störungen und Fehler in elektronischen Geräten. Das gilt für Nebengeräusche und Verzerrungen im Audio-Bereich, für fehlerhafte Datenübertragungen in der EDV sowie für gefährliche Systemausfälle in der Luftfahrt- und Medizintechnik.

Die Innova-Tec GmbH verspricht nun, für alle

Kontaktprobleme endlich die revolutionäre Lösung gefunden zu haben. Der neue Kontaktverbesserer heißt Stabilant 22 und ist eine in Kanada entwickelte, flüssige chemische Verbindung, die einfach auf die entsprechenden Kontaktflächen aufgetragen wird.

Die Plochinger Vertriebsfirma führt dabei an, daß sich das Mittel in den USA bereits in den verschiedensten Bereichen der Industrie, beim Rundfunk, in Labors und Universitäten sowie bei der NATO durchgesetzt hat und von der Zeitschrift 'Byte Magazine' als 'Product of the Year' ausgezeichnet worden ist. Skeptiker hierzulande will man bei Innova-Tec durch Proben überzeugen.



Heißklebepistole

Klebrige Schüsse

Ideal für Reparaturarbeiten in Service und Labor ist die neue Heißklebepistole von Monacor, denn das Gerät verfügt über eine Vorschubautomatik und wird komplett mit einer kombinierten Tisch-/Wandhalterung geliefert. Die Klebepistole ist für alle Standardklebestifte geeignet und kostet im Fachhandel ca. DM 40,—.

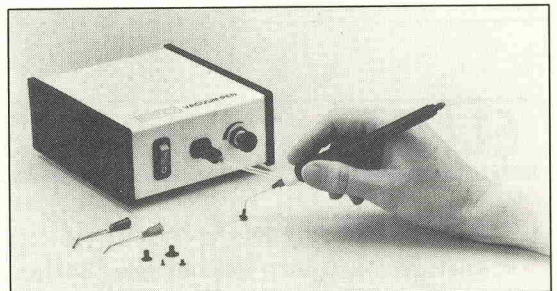
Vakuum-Montagegerät

Labor-Sauger

Mit Vakuum lassen sich besonders kleine Teile einfacher aufnehmen und montieren. Das gilt für mechanische Bauteile ebenso wie für SMD-Bauelemente.

Für diese Arbeitstechnik hat die GLT Gesellschaft für Löttechnik, Pforzheim, ein neues Vakuum-Montagegerät ent-

wickelt, das mit Druckluft betrieben wird und dabei den auf die Vakuumpinzette wirkenden Unterdruck über eine Venturidüse erzeugt. Die Stärke des Unterdrucks kann mit einem Handknopf eingestellt werden, die Ein/Ausschaltung erfolgt über ein Pedal. Der Lieferumfang wird durch ein Sortiment an verschiedenen Vakuumnadeln und Haftsaugnapfen vervollständigt.



Die billige Kopie aus Taiwan kann langfristig sehr teuer werden.



Technische Daten: EMCO FB-2

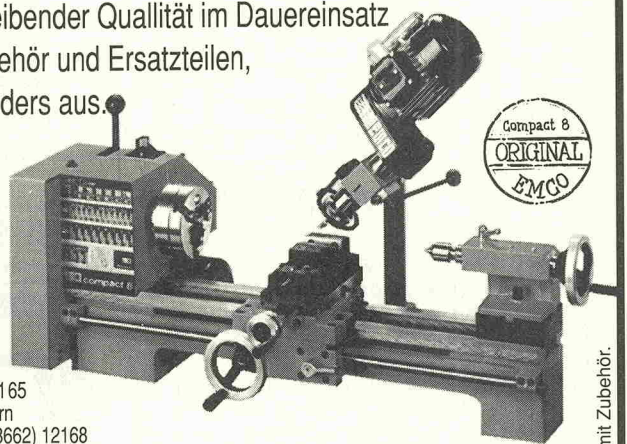
Max. Höhe zwischen Frätsch und Arbeitsspindel 370 mm
Ausladung der Spindel 163 mm
Tischgröße 630 x 150 mm
Längshub des Frätsches 380 mm
Querhub des Frätsches 140 mm
6 Drehzahlen 120/200/370/680/1100/2000 (50 Hz) U/min
Fräskopf 360° dreh- und schwenkbar

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

Überzeugende Technik zum attraktiven Preis.



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



Technische Daten: EMCO Compact 8

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

Anforderungscoupon:

Ausfüllen und schicken an:

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

Bitte schicken Sie mir Informationsmaterial über:

☐ EMCO Compact 8 ☐ EMCO FB-2 ☐ Ges. Herstellungsprogramm

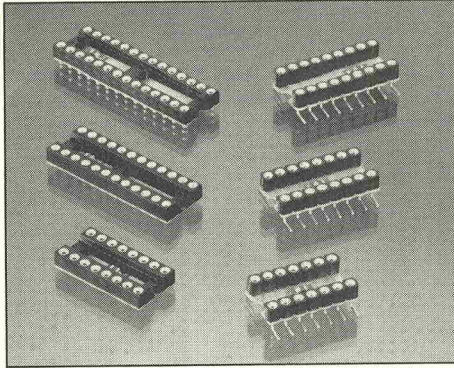
Absender: _____

Telefon: _____

8/5/89



Maschinenabbildungen teilweise mit Zubehör.



Alternistor

Die Alternative

Unter dem Namen 'Alternistor' hat der Hersteller Teccor eine neue Reihe von Wechselstromschaltern auf den Markt gebracht. Ähnlich wie Triacs, bestehen sie aus zwei 'Rücken an Rücken' geschalteten Thyristoren.

Die hervorragende Eigenschaft dieser Bauelemente ist ihr hoher dv/dt -Wert von bis zu $1000 \text{ V}/\mu\text{s}$, was etwa dem doppelten Wert ei-

nes vergleichbaren Standard-Triacs entspricht. Die Stoßstrom-Belastbarkeit beträgt etwa das Zehnfache des Nennstromes. Diese Eigenschaften machen den Alternistor zu einem idealen Schaltelement für induktive Lasten.

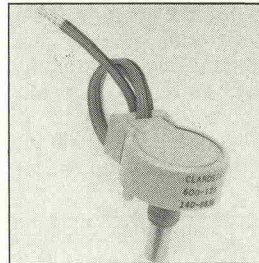
Die Bauelemente sind je nach Leistungsklasse im TO-220- oder im TO-218-Gehäuse für Ströme 15 bis 40 A und für Spannungen von 200 bis 800 V erhältlich. Der Vertrieb erfolgt über die Firma Omni Ray, 4054 Nettetal.

Frontplatten-Encoder

Bit-Potis

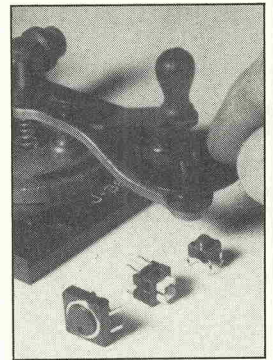
Durch die mehr und mehr zur Anwendung kommende Digitaltechnik werden Potentiometer zunehmend überflüssiger. Diesem Trend folgend, hat die Landshuter Firma Roederstein zwei neue Encoder entwickelt.

Bei der Encoder-Reihe 600/601 handelt es sich um inkrementale, optische Typen für die Frontplattenmontage, die sich insbesondere zur Ansteuerung digitaler Schaltungen und mikroprozessorgesteuerter Geräte eignen.

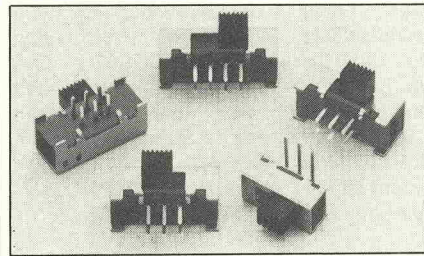


Taktschalter

In den meisten elektronischen Geräten werden heute Taktschalter eingesetzt. Gegenüber Foliertastaturen haben sie den Vorteil einer spürbaren Schaltbestätigung. Zettler, München, bietet für diesen Zweck sharp- und softclick-Ausführungen in einer Vielzahl von Abmessungen und Schaltungsmöglichkeiten an. Die Taktschalter, die von Alps Ltd. gefertigt werden, sind mit Metall- oder Elastikkontakten in Hublängen von



0,25 mm bis 2 mm versehen und auch für die automatische Leiterplattenbestückung verwendbar.



Schiebeschalter

Die Schiebeschalter-Serie MFP 1000/2000 von knitter-switch wird durch drei neue zweipolige Miniatur-Modelle ergänzt, die für eine seitliche Betätigung ausgelegt sind:

— MFP 2220-R mit zwei Schaltstellungen,

— MFP 2320-R mit drei Schaltstellungen,

— MFP 2323-R als Serienschalter mit drei Schaltstellungen und zwei Polen je drei Ausgänge.

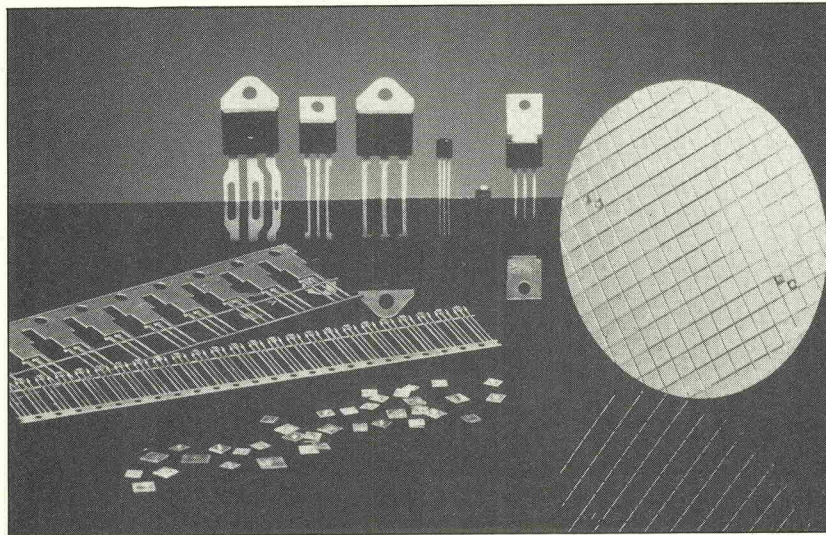


Byte-Schalter

Die kanadische Firma Annulus Technical Industries, Inc. aus Ancaster, Ontario, stellt einen neuen Miniaturschalter vor, mit dem sich 8 parallele Leitungen gleichzeitig schalten lassen. Somit eignet sich das Bauelement hervorragend zur Umschaltung von Schnittstellen und anderen Datenleitungen. Ebenso können im ana-

logischen Bereich Schaltungen in komplexen RC-Netzwerken vorgenommen werden.

Der Schalter ist unter der Bezeichnung HDMP-8 mit einem Betätigungsknopf versehen, die Ausführung HDMP-8P ist besonders flach (6,35 mm) und muß mit einem Schraubendreher betätigt werden.



Schaltungsentkopplung

C im Zwischendeck

Mit üblichen Entkopplungs- oder Abblockkondensatoren kann die wirksame Entkopplung einzelner ICs nur bei durchdachter Leiterbahnführung und sorgfältigstem Layout gelin-

gen. Die Anwendung der neuen Chip-Kondensator-IC-Fassungen der Firma ape Elektronik GmbH aus 7553 Muggensturm ist denkbar einfach: Die winzige Platine mit fest eingelöte-

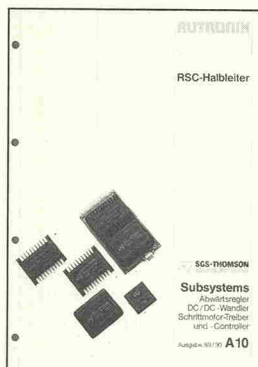
tem Chip-Kondensator wird zunächst in die ohnehin vorgesehene IC-Fassung gesteckt, darauf erst folgt das IC. Mit dieser Lösung gelingt es, die Zuleitungsinduktivität, die bei üblicher Abblockpraxis um 30 nH liegt, auf ca. 2 nH zu reduzieren.

Firmenschriften & Kataloge

Die Rutronik/RSC-Halbleiter GmbH aus Ispringen/Pforzheim stellt ihren neuen Katalog

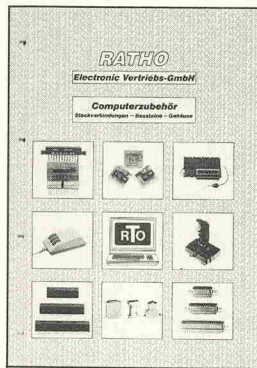
Subsystems

vor, der das komplette Programm von SGS-Thomson umfaßt: Abwärtsregler, DC/DC-Wandler mit galvanischer Trennung, Schrittmotortreiber, Schrittmotorcontroller sowie Schrittmotor-Ansteuersysteme.



Die im Katalog zum Teil mit Applikationen beschriebenen Module arbeiten ohne weitere externe Bauelemente und bieten für viele Anwendungsfälle kompakte Lösungen ohne nennenswerte Entwicklungszeiten.

Einen neuen Händlerkatalog stellt auch die Ratho Electronic Vertriebs-GmbH, Hamburg, zum Thema



Computerzubehör

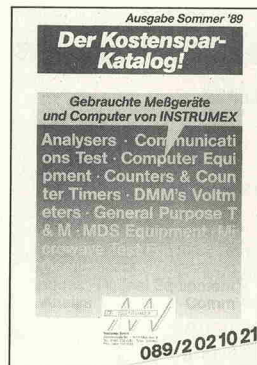
vor. Auf 36 Seiten geht es um Steckverbindungen, Bausteine und Gehäuse, wobei das Angebot vom einfachen Stecker über Erweiterungsplatinen und Zusatzmodule bis zum kompletten Schachcomputer reicht, aber auch nicht-elektronisches wie Diskettenboxen und Druckerstände umfaßt.

Um Computer und Zubehör und um Meßgeräte geht es im

Kostenspar-Katalog

der Instrumex GmbH. Die Münchner Firma bietet hierin eine breite Palette gebrauchter professioneller Geräte an, die aus dem eigenen Leasinggeschäft stammen. Eine Garantie von mindestens sechs Monaten

wird auf alle Geräte gewährt, ebenso die Einhaltung der ursprünglichen Herstellerspezifikationen.



Mehr als einen Verkaufskatalog stellt eine neue Firmenschrift der BLH SR-4 Sensoren GmbH dar, denn neben der Angebotspalette zum Thema

Dehnungsmeßstreifen

enthält das 72seitige Nachschlagewerk eine

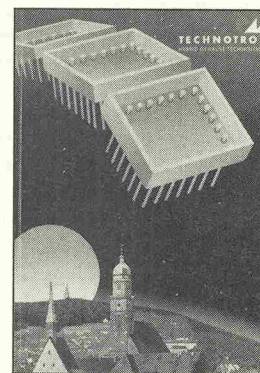


vollständige Übersicht über alle Arten von Folien-, Draht- und Halbleiter-DMS mit Maßskizzen, technischen Daten, Berechnungsformeln und Diagrammen.

Ganz besonders aufwendig, in hochwertigem Vierfarbdruck und mit festem Hochglanzband, präsentiert die Firma Technotron ihre

Hybrid-Schaltkreis-Gehäuse

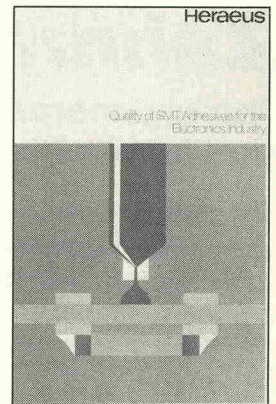
Der Amberger Hersteller elektronischer Geräte



und Komponenten versteht seine Firmenschrift als Arbeitshandbuch für den Anwender: Das Grundprogramm der verfügbaren Schaltkreis-Gehäuse ist im Originalmaßstab abgebildet, so daß durch einfaches Auflegen des vorhandenen Substrats die notwendige Gehäusegröße ermittelt werden kann.

Wo es um Hybride geht, geht es auch um SMD-

Bauelemente — und diese müssen geklebt werden. Zu diesem Thema hat die Heraeus GmbH die Firmenschrift



Quality of SMT Adhesives for the Electronics Industry

herausgegeben. Die Hanner Firma zeigt darin, welche zum Teil gegenläufigen Eigenschaften SMT-Kleben abverlangt werden und welche Methoden und Verfahren heute zur Sicherung einer gleichbleibend hohen Qualität zur Verfügung stehen.

Ausführlich beschrieben werden Messungen der Viskosität in Abhängigkeit von Schergeschwindigkeit und Temperatur, der Langzeitstabilität, morphologische Untersuchungen und die Bestimmung charakteristischer mechanischer und elektrischer Kennwerte.

Information + Wissen



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61

magazin für
computer
technik

magazin für elektronik

HIFI VISION

Ein Sensor für's Zahnrad

Tachogeneratoren erfassen berührungslos mechanische Bewegungsabläufe

Michael Oberesch

Wenn mechanische Bewegungen wie Rotationen, Translationen oder Schwingungen erkannt, erfaßt oder gemessen werden sollen, fungieren magnetisch arbeitende Tachogeneratoren als zuverlässige und preiswerte Sensoren.

che des Tachogenerators ergeben.

Der Tachogenerator selbst, der dicht vor dem Aktuator angeordnet ist, besteht aus einer Spule, durch deren weichmagnetischen Ferritkern das axiale Streufeld eines kleinen Dauermagneten geführt ist. Jede Luftspaltänderung durch eine Bewegung des Aktuators führt somit zu einer Änderung des magnetischen Flusses im Kern der Spule und damit zu einem Spannungsimpuls an der Wicklung.

Die Form der abgegebenen Spannungsimpulse hängt dabei weitgehend von der Gestaltung des Aktuators ab, aber auch von der Impulsfrequenz. Bild 2 zeigt einige typische Beispiele. Außer diesen Zahnrad- und

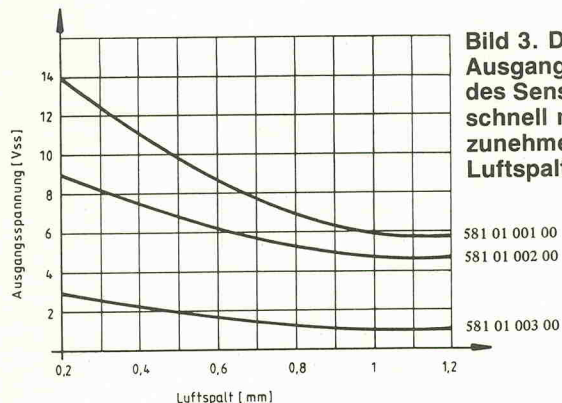
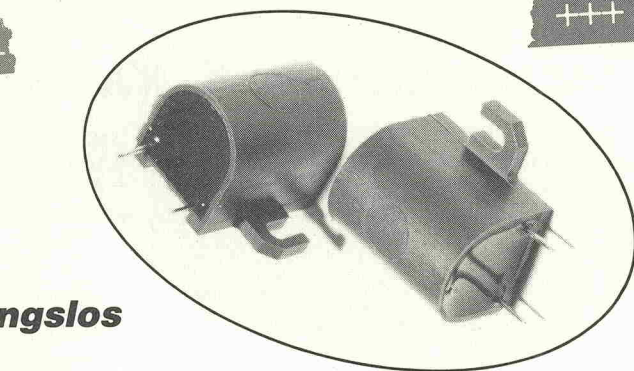
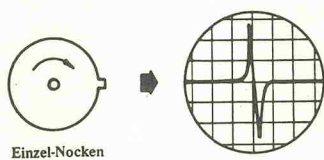
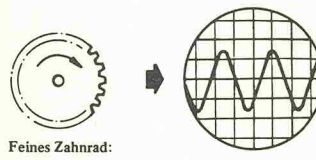


Bild 3. Die Ausgangsspannung des Sensors fällt schnell mit zunehmender Luftspaltbreite.

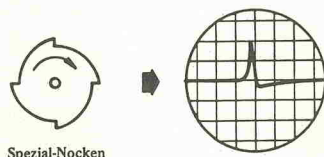
Eine neue Serie von Tachogeneratoren der Erlauer Firma Vogt umfaßt drei Typen mit unterschiedlichen elektrischen Daten, die jedoch alle nach dem in Bild 1 gezeigten Prinzip arbeiten. Dabei bewegt sich vor dem eigentlichen Sensor der Aktuator, ein aus Stahl oder einem anderen ferromagnetischen Material gefertigtes Bauteil, das so geformt ist, daß sich bei seiner Bewegung Luftspaltänderungen vor der Sensorflä-



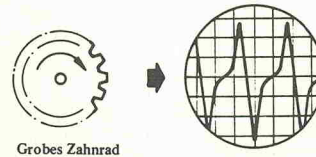
Einzel-Nocken



Feines Zahnrad:
sinusähnliche Impulsform



Spezial-Nocken



Grobes Zahnrad

Einzel-Nocken erzeugen nadelartige Impulse.

Ein feines Zahnrad ergibt nahezu sinusförmige Spannungen.

Mit Spezialnocken können Impulsfolgen maßgeschneidert werden. Grobe Zahnungen führen zu kräftigen Dreiecksimpulsen.

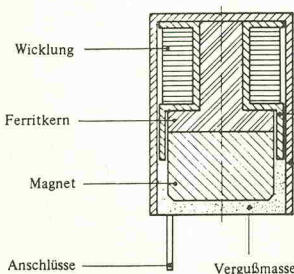
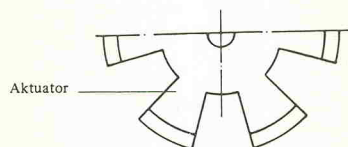


Bild 2. Unterschiedliche Formen des Aktuators haben verschiedene Ausgangsimpulsformen zur Folge.

Bild 1. Magnetischer Sensor und Aktuator bilden zusammen den Tachogenerator.

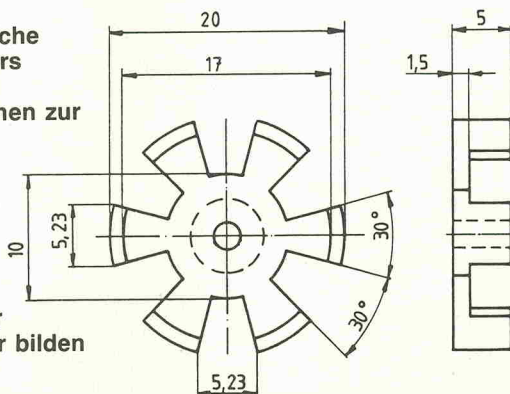
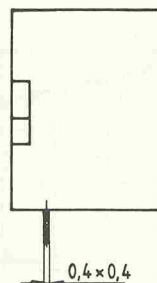
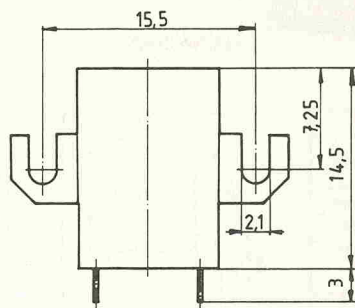
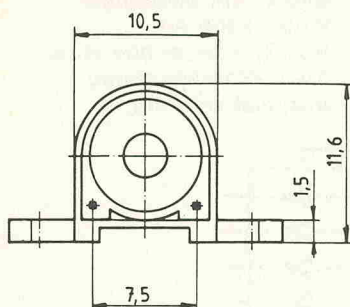


Bild 4. Ein Aktuator nach diesem Muster erzeugt die vom Hersteller angegebenen Ausgangsspannungen.



nehmender Frequenz linear ansteigt.

Desweiteren wirkt sich die Größe des Luftspalts auf die Spannung aus (Bild 3). Der Hersteller bezieht deshalb die typischen Ausgangsspannungen seiner Tachogeneratoren auf eine Luftspaltbreite von 0,5 mm, eine Aktuator-Umfangsgeschwindigkeit von 25 m/s und auf einen Lastwiderstand von 10 k Ω . Die Form des Aktuators wird dabei durch die Maßskizze in Bild 4 vorgegeben. Unter diesen Voraussetzungen erge-

ben sich für die drei angebotenen Sensoren die Werte:

Typ 581 01 001 00
Gleichstromwiderstand 300 Ω
Ausgangsspannung V_{ss} 10 V

Typ 581 01 002 00
Gleichstromwiderstand 120 Ω
Ausgangsspannung V_{ss} 6,8 V

Typ 581 01 003 00
Gleichstromwiderstand 13 Ω
Ausgangsspannung V_{ss} 2,2 V

Die äußere Form der drei Tachogeneratoren ist gleich — Bild 5 zeigt die Abmessungen. Der Aufbau ist gekapselt und

Bild 5. Die Außenmaße der Tachogeneratoren sind so gering, daß die Bauteile auf jeder Platine Platz finden können.

vergossen, so daß sich die Bauelemente auch unter rauen Betriebsbedingungen einsetzen lassen.

Die Maßzeichnungen und Diagramme wurden mit freundlicher Genehmigung aus dem Datenblatt der Vogt electronic AG übernommen.

Was denn?!
Sie haben noch nichts von Comba gehört?
Unsere (fast) absolute Zuverlässigkeit ist Ihnen noch nicht zu Ohren gekommen?
Na klar, gute Quellen werden nicht verraten.
Ram Module vom Feinsten, **Ram-Chips** und andere **ausgewählte Bauteile** gibt's bei uns.
Comba liefert prompt! — am nächsten Tag.
Was, das glauben Sie nicht?
Probieren Sie uns aus, sonst werden Sie das Gefühl nicht los, etwas versäumt zu haben.
Unsere Kunden wissen es schon lange: **Comba zerreiBt sich für Sie** — aber nur für Händler!

Tel. 061 81 / 257035
Fax. 061 81 / 257057
Adalbert-Stifter-Str. 14 · 6450 Hanau 1

Zwei aus Eins

Der Spannungskonverter LT 1026 macht aus einer Eingangsspannung eine symmetrische Versorgung

Michael Oberesch

Mit Spannungskonvertern wird der IC-Markt von den meisten Halbleiterherstellern reichlich versorgt, und viele davon wurden an dieser Stelle bereits vorgestellt. Dennoch lohnt es, den LT 1026 unter die Lupe zu nehmen, der zum ordnungsgemäßen Arbeiten nur vier kleine externe Elkos benötigt, jedoch keinerlei Induktivitäten.

Das neue IC LT 1026 von Linear Technology, das von Metronik, Unterhaching, vertrieben wird, arbeitet als Spannungsverdoppler mit geschalteten Kapazitäten. Somit kann bei seiner Beschaltung auf Spulen völlig verzichtet werden. Lediglich vier mit 1 μ F relativ kleine Elkos sind als Außenbeschaltung für das IC im 8-Pin-Minidip-Gehäuse erforderlich, so daß sich ein extrem enger Aufbau in SMT verwirklichen läßt. Bild 1 zeigt die Pinbelegungen des ICs, das auch im 8poligen TO-5-Gehäuse lieferbar ist.

Im Prinzip besteht die Innenschaltung des ICs aus zwei Ladungspumpen, die zunächst die Eingangsspannung verdoppeln und danach die verdoppelte Spannung invertieren. Somit entsteht eine auf Masse bezogene symmetrische Ausgangsspannung.

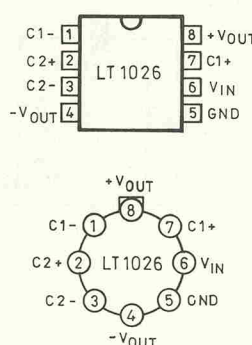


Bild 1. Pinbelegung des LT 1026 in der Minidip- und TO-5-Version.

BKL ELECTRONIC

Kabel auf Spulen
auch mit Verkaufshilfe,
für den Fachhandel

GESAMT-PROGRAMM ANFORDERN

BKL-Electronic Kreimendahl GmbH
Talstraße 91 · 5880 Lüdenscheid
Telefon (023 51) 2 43 00
Telefax (023 51) 3 91 42
Telex 826 963 bkl d

Die Eingangsspannung darf dabei zwischen 4 V und 10 V liegen, wobei sich zwei Ausgangsspannungen zwischen ± 7 V und ± 18 V einstellen. In Bild 2 wird für eine Eingangsspannung von 5 V dargestellt, wie sich die Ausgangsspannung mit der Belastung ändert. Ein Ausgangsstrom von 10 mA wird vom Hersteller in allen Bereichen garantiert, dazu eine Kurzschlußfestigkeit von 10 Sekunden.

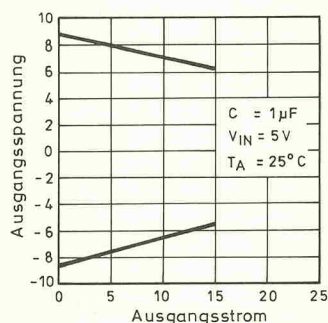


Bild 2. Die Ausgangsspannungen sind nicht stabilisiert und hängen somit von der Belastung ab.

Bild 3 zeigt die Grundsaltung des ICs, wie sie zum Beispiel verwendet werden kann, wenn aus einer Batterie eine symmetrische OpAmp-Versorgung erfolgen soll. Ein weiteres Einsatzgebiet zeigt Bild 4: Hier wird ein RS 232-Treiber an der unsymmetrischen 5-Volt-Spannung betrieben.

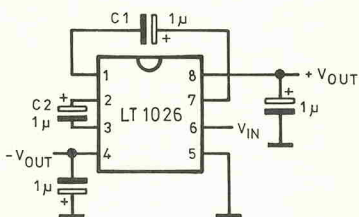


Bild 3. In der Grundsaltung liefert das IC zwei symmetrische Ausgangsspannungen aus einer Eingangsspannung.

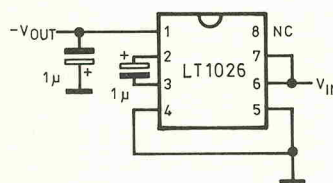


Bild 5. Als einfacher Positiv-Negativ-Konverter...

Bild 4. Auf einfachste Weise kann ein RS 232-Treiber aus einer 5-Volt-Bordspannung gespeist werden.

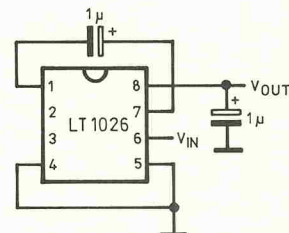
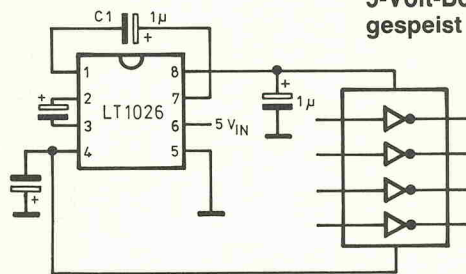


Bild 6. ...oder als Spannungsverdoppler begnügt sich das IC mit nur zwei externen Kapazitäten.

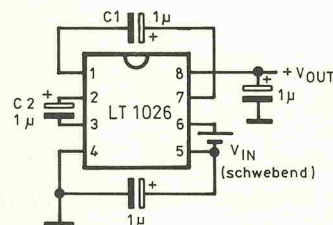


Bild 7. Beim Einsatz als Spannungsvervierfacher muß die Eingangsspannungsquelle schwebend sein.

Nicht ganz ausgelastet ist das LT 1026 in den Schaltungen nach den Bildern 5 und 6, in denen das IC mit nur zwei externen Kondensatoren auskommt. Bild 5 zeigt einen einfachen Positiv-Negativ-Konverter, in Bild 6 arbeitet das IC als Spannungsverdoppler. In beiden Fällen wird der Ausgang für die negative Spannung $-V_{OUT}$ nicht benutzt und muß auf Masse gelegt werden.

Auch eine Beschaltung als Spannungsvervierfacher ist möglich, allerdings nur dann, wenn die Eingangsspannung schwebend ist, sich also nicht auf die Schaltungsmasse bezieht. In Bild 7 ist folglich als Eingangsspannungsquelle eine Batterie vorgesehen. Auch in diesem Fall wird der Pin $-V_{OUT}$ nicht benutzt und liegt deshalb an Masse.

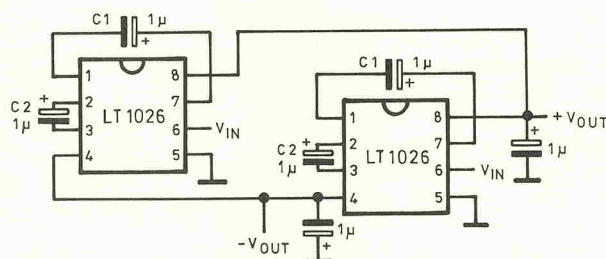


Bild 8. Für einen erhöhten Ausgangsstrombedarf läßt sich der LT 1026 auf einfache Weise kaskadieren.

Sollte der Ausgangsstrom eines einzelnen ICs nicht ausreichen, kann auch kaskadiert werden: Bild 8 zeigt die entsprechende Schaltung, bei der einfach zwei Versionen nach Bild 3 parallelgeschaltet sind.

Als letztes Schaltungsbeispiel zeigt Bild 9 eine geregelte ± 5 -Volt-Versorgung. Dem LT 1026 ist hier der ebenfalls von Linear Technology stammende symmetrische Spannungsregler-Baustein LT 1020 nachgeschaltet.

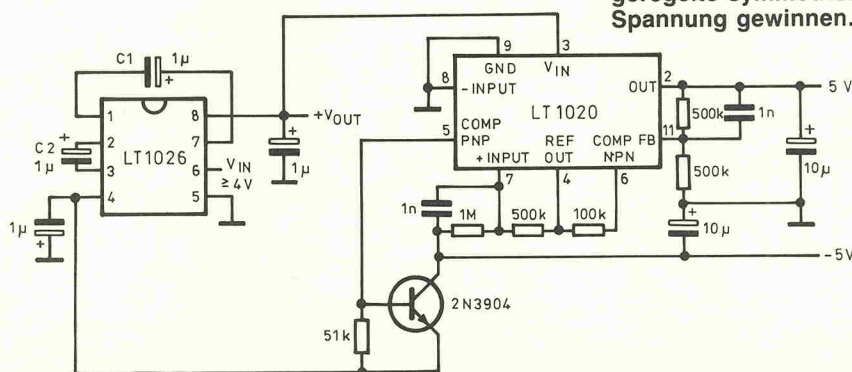


Bild 9. Durch Nachschalten eines Regler-ICs läßt sich aus dem LT 1026 auch eine geregelte symmetrische Spannung gewinnen.

SONDERLISTE E 89:

HITACHI MOSFET-SK 134/35 o. SJ 49/50 je 10,90 DM

Sanyo STK 084 G	30,00 DM	Gleichrichter B 80 C 25 A I. Beine	2,20 DM
STK 459	25,00 DM	B 80 C 3200	2,00 DM
Elkos-Becher 10000 µF 70/80 V	17,00 DM	B 80 C 5000	2,50 DM
10000 µF 80/90 V	18,50 DM	Halbleiter TL 072	0,49 DM
12500 µF 70/80 V	18,00 DM	TL 082	0,49 DM
12500 µF 80/90 V	18,50 DM	TL 074	0,80 DM
Gehäuse 19" 1 HE	44,00 DM	MC 1458 Dip	0,45 DM
2 HE	54,00 DM	IC UAA 1003/1	2,50 DM
3 HE	65,00 DM	SL 31281	2,50 DM
Polklemmen 16 A Rot + SW	1,00 DM	HA 1137 W	1,35 DM
Netzschalter 2 x 10 A	4,10 DM	HA 1457 W	1,70 DM
mit Beleuchtung Marqu.	1,50 DM	HA 11226	1,90 DM
Tastenschalter 3-fach	1,50 DM	CA 758 E RCA	1,80 DM
Ringkerntrafo 300 VA 2 x 44 V	61,00 DM	TBA 440 C	1,85 DM
dito 225 VA 2 x 27 V	61,00 DM	LA 3301	1,50 DM
dito 500 VA 2 x 47 V	90,00 DM	SN 74154 N	1,10 DM
dito 625 VA 2 x 56 V	108,00 DM	CD 4040 AE	0,80 DM
dito 160 VA 2 x 30 V	52,00 DM	3850 PC	2,70 DM
Min. Kippschalter 1x Um. 2x Um.	1,00 DM	TCA 740	1,00 DM
Gleichrichter B 200 C 25 A	5,95 DM	MK 4027 P-3 Most.	2,40 DM
B 40 C 25 A	3,95 DM	CA 3089 E RCA	1,70 DM

ELEKTRONIK VERSAND EDITH LÜCKEMEIER · VILLENSTR. 10
6730 NEUSTADT/WSTR. · TEL. 0 63 21/3 36 94 · FAX 0 63 21/3 49 18

SONDERLISTE E 89 ANFORDERN!

Opto-Elektronik

f. Profis u. Amateure

Bitte fordern
Sie unseren
**Mini-Katalog (A7) mit
Händler-Nachweisliste
an (kostenlos)!**



Optoelektron. Steuergeräte
Postfach 16
D-7929 Gerstetten
Telefon (0 73 23) 66 24

Halogenlicht-Transformatoren

Deutsches Markenfabrikat - Industriequalität - Sicherheits-
transformatoren nach VDE 0551 - Ausg.-Spg. 11,5 V -
Isolation prim-sek = 4 kV - Temperaturklasse T 60 / E
größtögliche Dimensionierung - geringe Erwärmung

Ringkern-Lichttransformatoren
Ausführung LTB, im Becher
vergossen, Litzen primär und
sekundär, mit und ohne zer-
störungsfreiem Temperaturschutz



Ausführung ohne Temperaturschutz		
LTB 10 50 VA	81x39 mm 0,7 kg	47,20 DM
LTB 20 100 VA	104x44 mm 1,4 kg	60,50 DM
LTB 30 200 VA	125x53 mm 2,6 kg	78,90 DM
LTB 40 300 VA	125x65 mm 3,2 kg	92,60 DM

Ausführung mit Temperaturschutz		
LTB 11 50 VA	81x39 mm 0,7 kg	57,20 DM
LTB 22 100 VA	104x44 mm 1,4 kg	69,90 DM
LTB 33 200 VA	125x53 mm 2,6 kg	89,90 DM
LTB 44 300 VA	125x65 mm 3,2 kg	102,50 DM

Ringkern-Lichttransformatoren
Ausführung LT, vergossenes
Mittelloch mit Zentralbohrung,
Litzen primär und sekundär,
durchschlagsteife Abdeckbandage



LT 50 50 VA	75x36 mm 0,6 kg	44,20 DM
LT 60 100 VA	95x39 mm 1,2 kg	57,50 DM
LT 70 200 VA	116x50 mm 2,4 kg	74,60 DM
LT 80 300 VA	118x56 mm 2,9 kg	87,50 DM

Mantelkern-Lichttransformatoren
Ausführung LTM, gekapselte Wick-
lung, primär Litzen - sekundär
6,3 mm-Flachstecker, lauchim-
prägniert und ofengetrocknet



LTM 51 50 VA	74x 80x65 mm 1,5 kg	37,60 DM
LTM 52 100 VA	85x 91x64 mm 2,5 kg	50,90 DM
LTM 53 200 VA	114x123x74 mm 3,8 kg	66,80 DM
LTM 54 300 VA	114x123x91 mm 5,2 kg	83,90 DM

220 V / 50 Hz-Stromversorgung - netzunabhängig aus der 12 V- oder 24 V-Batterie

FA-Rechteck-Wechselrichter

Ausgangspannung
220 V unregelmäßig,
rechteckförmig
Frequenz konstant
50 Hz ± 0,5%
Wirkungsgrad ca.
90%
Leertastrom
kurzzeitig bis zur
1,5-fachen Nennleistung überlastbar.
12V- oder 24V-Ausführung zum gleichen
Preis lieferbar.
Batteriespannung angeben!



Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Verbraucher mit hoher Anlaufleistung
wie z.B. Beleuchtung, Fernseher, kleinere
Motoren u.s.w.
Weitere technische Angaben siehe Liste

Betriebsbereiter offener Baustein:
FA 5 12V oder 24V - 200VA 221,10 DM
FA 7 12V oder 24V - 400VA 303,80 DM
FA 9 12V oder 24V - 600VA 382,70 DM

**Betriebsbereites Gerät im Gehäuse mit
Steckdose, Polklemmen und Schalter:**
FA 5 G 12V oder 24V - 200VA 275,80 DM
FA 7 G 12V oder 24V - 400VA 370,30 DM
FA 9 G 12V oder 24V - 600VA 450,50 DM

Batterieladegeräte der Spitzenklasse

autonom. Ladepansungsüberwachung durch IC-Steuerung • spezielle Trafo-Drossel-
Kombination für optimale Ladestromregelung • dauerkurzschlußfest • Ladestrom-
regelung in weitem Bereich unabhängig vom Ladestand der Batterie und der
versorgenden Netzspannung • minimale Wärmeentwicklung durch Spezial-Gleich-
richter • zwei Ladestufen: 2/20A bzw. 5/50A • optische Ladestandsanzeige.
Einsatzbereiche: Lade- und Schnell-Ladegerät in Werkstätten, Reisemobilen, Bussen,
Booten usw. Versorgung von Akkus in Notstromversorgungen, Wochenendhäusern usw.



UWR-Trapez-Wechselrichter

Ausgangspannung
220 V ± 3%, treppen-
förmig • Frequenz
50 Hz quarzgenau
85-90% Wirkungs-
grad • hoch über-
lastbar • kurzschluß-
und verpolungs-
geschützt.
UWR-Wechselrichter liefern eine geregelte
treppenförmige Ausgangsspannung, welche
ein sinus-ähnliches Verhältnis zwischen
Effektiv- und Scheitelwert besitzt.



Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Verbraucher mit hoher Leistungsaufnahme
und überhöhter Anlaufleistung.
Weitere technische Angaben siehe Liste

UWR 12/350 12V/350VA 799,- DM
UWR 24/350 24V/350VA 799,- DM
UWR 12/600 12V/600VA 1046,90 DM
UWR 24/600 24V/600VA 1046,90 DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 80,- DM

UWR 12/1000 12V/1000VA 1945,- DM
UWR 24/1200 24V/1200VA 1780,- DM
UWR 24/2000 24V/2000VA 2490,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 130,- DM

UWS-Sinus-Wechselrichter

Ausgangspannung
220 V ± 3%, sinus-
förmig • Frequenz
50 Hz quarzgenau
80-85% Wirkungs-
grad • geringer
Leertastrom • ver-
polungsgeschützt •
Überlastschutz • stabiles Stahlblechgehäuse.
UWS-Wechselrichter arbeiten nach neuestem
technischen Prinzip, welches den niedrigen
Wirkungsgrad und die starke Wärmeent-
wicklung von Geräten nach herkömmlichen Prinzipien
vergessen läßt.
Mit UWS-Wechselrichtern können grundsätzlich
alle 220V-Verbraucher betrieben werden.



Bevorzugte Einsatzbereiche sind u.a.:
Hochfrequenz-Geräte • Meß- und Prüfgeräte
EDV-Anlagen • HiFi- und Video-Anlagen.
Weitere technische Angaben siehe Liste

UWS 12/250 12V/250VA 985,- DM
UWS 24/300 24V/300VA 985,- DM
UWS 12/500 12V/500VA 1290,- DM
UWS 24/600 24V/600VA 1290,- DM
Aufpreis für Einschaltautomatik 80,- DM

UWL 12-20 12V/20A 387,50 DM
UWL 24-20 24V/20A 522,90 DM
UWL 12-50 12V/50A 597,50 DM
UWL 24-50 24V/50A 837,90 DM
**Batteriekabel, 3 m Länge, mit
Klemmen, passend für:**
UWL 12-20 u. 24-20 15,- DM
UWL 12-50 u. 24-50 23,- DM

Ringkerntransformatoren nach VDE 0550

Deutsches Markenfabrikat
Industriequalität

kleine Abmessungen
sehr geringes Gewicht
hohe Leistung
sehr geringes Streufeld



80 VA	45,90 DM	120 VA	56,50 DM
R 8012 2x12V 2x3,4A		R 12015 2x15V 2x4,0A	
R 8015 2x15V 2x2,7A	77x46mm	R 12020 2x20V 2x3,0A	95x48mm
R 8020 2x20V 2x2,0A	0,80kg	R 12024 2x24V 2x2,5A	1,30kg
R 8024 2x24V 2x1,7A		R 12030 2x30V 2x2,0A	
170 VA	62,50 DM	250 VA	72,20 DM
R 17012 2x12V 2x1,7A		R 25012 2x12V 2x1,0A	
R 17015 2x15V 2x1,5A		R 25018 2x18V 2x0,7A	
R 17020 2x20V 2x1,3A	98x50mm	R 25024 2x24V 2x0,5A	115x54mm
R 17024 2x24V 2x0,9A	1,60kg	R 25030 2x30V 2x0,4A	2,40kg
R 17030 2x30V 2x0,8A		R 25036 2x36V 2x0,3A	
340 VA	79,90 DM	500 VA	107,50 DM
R 34012 2x12V 2x1,2A		R 50012 2x12V 2x0,8A	
R 34018 2x18V 2x0,9A		R 50030 2x30V 2x0,6A	
R 34024 2x24V 2x0,7A	118x57mm	R 50036 2x36V 2x0,5A	134x64mm
R 34030 2x30V 2x0,5A	1,80kg	R 50042 2x42V 2x0,4A	3,70kg
R 34036 2x36V 2x0,4A		R 50048 2x48V 2x0,3A	
700 VA	136,00 DM	1100 VA	187,00 DM
R 70030 2x30V 2x1,0A		R 110032 2x32V 2x1,7A	
R 70042 2x42V 2x 8,3A	139x68mm	R 110038 2x38V 2x1,5A	170x72mm
R 70048 2x48V 2x 7,3A	4,10kg	R 110050 2x50V 2x1,0A	6,00kg
R 70060 2x60V 2x 5,8A		R 110060 2x60V 2x 9,2A	

Ringkerntransformatoren Baureihe „LN“

Ringkerntransformatoren sind ab sofort auch als „LN-Typen“ lieferbar.
Ein spezielles Herstellungsverfahren garantiert extrem geringes Streu-
feld und minimale Geräuschemissionen.
Bevorzugter Anwendungsbereich: Hochwertige Vor- u. Endverstärker

100 VA	63,70 DM	200 VA	84,80 DM
LN 10012 2x12V 2x 4,2A		LN 20024 2x24V 2x 4,2A	
LN 10015 2x15V 2x 3,3A	98x50mm	LN 20030 2x30V 2x 3,3A	118x54mm
LN 10024 2x24V 2x 2,1A	1,60kg	LN 20036 2x36V 2x 2,8A	2,80kg
400 VA	138,10 DM	900 VA	189,00 DM
LN 40030 2x30V 2x 6,7A		LN 90042 2x42V 2x10,7A	
LN 40036 2x36V 2x 5,5A	139x69mm	LN 90048 2x48V 2x 9,4A	170x72mm
LN 40042 2x42V 2x 4,8A	4,10kg	LN 90054 2x54V 2x 8,3A	6,0kg

Ringkerntransformator-Sonderservice

Wir fertigen Ihren ganz speziellen Ringkerntrafo maßgeschneidert.
Sonderanfertigungen aller oben angegebenen Leistungsklassen erhalten
Sie mit Spannungen Ihrer Wahl!
Mögliche Eingangsspannungen: 220V, 2x110V
Mögliche Ausgangsspannungen: Spannungen von ca. 8V - 100V
Der Preis für Sonderanfertigungen beträgt:
Grundpreis des Serientrafos mit entsprechender Leistung plus 12,- DM.
Dieser Preis enthält zwei Ausgangsspg. oder eine Doppelspg. Ihrer Wahl.
Weitere Spannungen oder Spannungsabgriffe jeweils **Aufpreis 5,- DM.**
Schirmwicklung zwischen Primär- und Sekundärwicklung 4,- DM.
Die Lieferzeit für Sonderanfertigungen beträgt 2-3 Wochen!

AKTUELL Transformatoren AKTUELL

TDK 800 Trafo-Drossel-Kombination für Schweißgerät
aus 1/89, Baugröße EI 150Nb u. EI 106b 215,- DM
AT 100 PPP Übertrager für 100-Watt-PPP aus 1/89,
L x B x H = 114 x 114 x 90 mm, Gewicht 5,2 kg 125,- DM
NT 100 PPP Netztrafo für 100-Watt-PPP aus 1/89,
L x B x H = 135 x 135 x 115 mm, Gewicht 8,5 kg 169,50 DM
AT 100 PPP und NT 100 PPP werden in liegender Ausführung mit
Gewindebolzen und ca. 20 cm langen Anschlußdrähten geliefert. Wir
garantieren höchste Qualität!

Becherrelkos - aus laufender Fertigung

Becherkeros — aus laufender Fertigung				
Ausführung mit Gewindebolzen und Lötanschlüssen				
EBLF 400	4700 µF	70/80 V	35 x 58 mm	9,50 DM
EBLF 500	10000 µF	70/80 V	45 x 84 mm	17,50 DM
EBLF 600	10000 µF	80/90 V	45 x 84 mm	19,50 DM
Ausführung mit Gewindebolzen und Schraubanschlüssen				
EBLF 700	10000 µF	100 V	51 x 102 mm	31,90 DM
Ausführung ohne Gewindebolzen mit Schraubanschlüssen				
EBSA 800	4700 µF	63 V	36 x 50 mm	11,90 DM
EBSA 900	10000 µF	63 V	51 x 83 mm	19,50 DM
EBSA 1000	10000 µF	100 V	51 x 102 mm	27,90 DM
Ringschleife für stehende Befestigung von EBSA 800-1000				
RS 36	36 mm Ø	1,90 DM	RS 51 51 mm Ø	2,10 DM

Metall-Brückengleichrichter

BG 6 80 V - 25 A	6,50 DM	BG 8 40 V - 50 A	9,80 DM
BG 7 80 V - 35 A	7,90 DM	BG 9 250 V - 25 A	7,90 DM

BURMEISTER-ELEKTRONIK

Inh. Christoph Burmeister

Postfach 1236 · 4986 Rodinghausen · Telefon 05226 / 15 15

Versand per NN oder V-Rechn. zzgl. Porto u. Verp.; Lieferungen ins Ausland nur gegen V-Rechn. ab 100,- DM
Bestellwert. Fordern Sie kostenlos unsere Liste mit weiteren Angeboten und genauen Beschreibungen an.
Sonderanfertigungen nur gegen schriftliche Bestellung.



Ansichtssache

Modulares LED-Display

Hartmut Duwald, Thomas Latzke

Über Laufschriften stolpert man mittlerweile an jeder Ecke. Und immer wieder blickt man unwillkürlich hin. Denn da bewegt sich was. Dabei sind diese Geräte im Hinblick auf ihre Animationsmöglichkeiten oftmals von einer geradezu beängstigenden Anspruchslosigkeit. Logisch. Sind sie doch vorrangig als Textanzeigen konzipiert. Da haperts vor allem an geeigneten Editiermöglichkeiten und genügend Speicherraum. Anders bei dem hier vorgestellten Display: Das borgt sich die nötige Speicherkapazität und 'Intelligenz' vom Atari ST.

Auf der einen Seite also der ST mit seinem unübersehbaren Angebot an Grafik- und Animationsprogrammen und einem relativ großen Speicher. Auf der anderen Seite ein mehr oder weniger großer Haufen Leuchtdioden mit der passenden Ansteuerelektronik. Und dazwischen das Interface, das dank der ST-DMA-Schnittstelle recht einfach ausfällt. Bild 1 zeigt, wie alle diese Elemente zusammenarbeiten.

Die Leuchtdioden sind in einer Matrix angeordnet, so daß sie im Multiplex-Verfahren angesteuert werden können. Das geschieht dermaßen, daß die Daten aus dem Atari-Bildschirm-Speicher Byte für Byte in die Schieberegister des Spaltentreibers geschoben werden. Ist eine Zeile voll, werden die Daten aus dem Schieberegister in ein Latch übernommen, von wo aus sie an die Treiberstufen gelangen. Diese sorgen dafür, daß bei einem gesetzten Bit die entsprechende Spalte auf Masse-Potential gezogen wird. Gleichzeitig wird die erste Zeile durch den Zeilentreiber auf

Pluspotential gelegt. Und zwar solange, bis die Daten für die zweite Zeile komplett in die Schieberegister des Spaltentreibers geschoben sind. Eben dann werden die neuen Daten wieder ins Latch übernommen, während der Zeilentreiber die nächste Zeile auf Plus legt. Und so weiter.

Das Interface wandelt die parallelen DMA-Daten in einen seriellen Bitstrom für die Spaltentreiber-Schieberegister um und

übernimmt die Steuerung aller Baugruppen.

Die Schaltung der Matrix-Ansteuerung und die entsprechenden Platinen sind modular aufgebaut. Das heißt, man kann sie in einem gewissen Rahmen beliebig kaskadieren. Die kleinste Einheit ist dabei ein Modul mit einer Matrix von 32×16 LEDs. Dafür benötigt man genau eine Matrix-Platine, je einen Spalten- und Zeilentreiber und das Interface. Die größtmögliche Ausbaustufe mit diesem Interface ist ein Display mit 64×288 LEDs. Dazu werden dann 36 Matrix-Platinen, 4 Spaltentreiber, 8 Zeilentreiber, 1 Interface und 18432 LEDs benötigt. Die doppelte Anzahl von Zeilentreibern erklärt sich aus der Tatsache, daß diese Platinen in ihrer stärksten Bestückung höchstens 160 LEDs treiben können. Dann fließen immerhin schon 25 A/Zeile. Wer jetzt nachrechnet, kommt dabei auf einen Strom von wenig über 150 mA/LED. Und das ist wenig genug. Denn im Impulsbetrieb können diese LEDs bis zu 1 A verkraften.

Überhaupt Leuchtdioden. Man sollte für diese Anwendung auf keinen Fall preiswerte Wald- und Wiesendioden einsetzen. Am besten eignen sich für größere Vorhaben sogenannte Low-Current-Dioden. Diese leuchten bei 2 mA schon so hell, wie andere mit 10 mA. Und in der Menge fällt dieser Unterschied schon ganz schön ins Gewicht. Außerdem haben diese LEDs einen höchst erfreulichen Nebeneffekt: Wie in Bild 2 am Beispiel des Low-Current-Typs TLLG540 von Telefunken gezeigt, haben die-

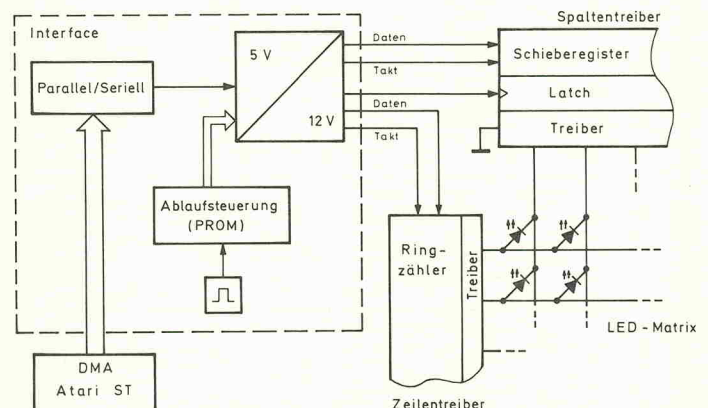


Bild 1. Ende offen: Das Blockschaftbild des Displays.

se Dioden einen ausgeprägten Helligkeitspeak bei einem relativ kleinen Impuls/Pausenverhältnis.

Ebensogut eignen sich 'High-Efficiency'-Dioden. In unserem Muster verwendeten wir beispielsweise den Siemens-Typ LS 5360, den es in verschiedenen Selektierungen gibt. Und das ist wichtig: Für welche Dioden man sich auch entscheidet, man sollte darauf achten, daß sie ungefähr eine einheitliche Lichtstärke besitzen.

Zurück zum Zeilentreiber und zur möglichen Ausbaugröße des Displays. Die Höhe des selbigen wird einmal durch die Schnelligkeit des DMA-Transfers und das andere mal durch das kleinstmögliche Impuls/Pausenverhältnis für die LEDs bestimmt. Beides führt dazu, daß nach 72...80 Zeilen eine neue Spaltenansteuerung notwendig wird. Die größtmögliche Ausbaustufe, nämlich mit 144×288 Leuchtdioden setzt sich demnach zusammen aus 4 Segmenten zu maximal 80×160 Leuchtdioden und — einem etwas komplizierteren Interface. Dieses Interface und der Zusammenbau des großen Großdisplays werden in der zweiten Folge des Artikels vorgestellt.

Die einfachste Schaltung des Displays ist diejenige des Spaltentreibers (Bild 3). Hier verkriecht sich nahezu die gesamte Elektronik im Gehäuse des UCN 5841. Bild 4 zeigt das Innenleben dieses interessanten

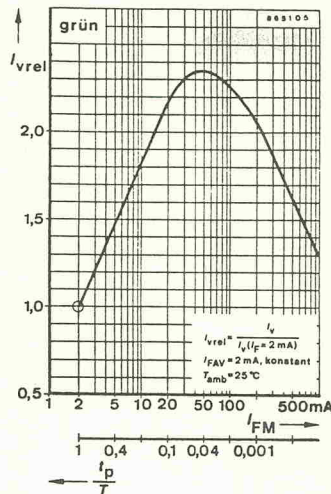


Bild 2. Lichtstärke über Puls/Pausenverhältnis. Im Impulsbetrieb leuchten die LEDs heller.

Chips. Er enthält ein 8-Bit-Schieberegister und ein ebenso breites Latch, beides in CMOS-Technik aufgebaut. Die zugehörige Ausgangsstufe dagegen ist bipolarer Natur und kann bis zu 500 mA(!) treiben. Das ganze verkraftet eine Taktrate von mindestens 3,5 MHz bei 5 V. Bei höheren Betriebsspannungen kann es auch noch wesentlich schneller zugehen.

Neben den UCNs, von denen sich auf einer Spaltentreiber-

Platine vier Stück lümmeln, gibts hier nur noch einen Treiber in Gestalt eines 4050 und optional einen Spannungsregler. Der sorgt bei langen Spaltenkaskaden und labilen Stromversorgungen für geordnete Spannungsverhältnisse.

Nicht wesentlich aufwendiger gibt sich die Zeilentreiberschaltung in Bild 5. Ähnlich wie bei dem Spaltentreiber existiert eine 'Not'-Spannungsregelung on Board. Auch werden hier die Eingangssignale durch einen 4050-Treiber gebuffert. Der Zeilentreiber hat die Aufgabe, eine Zeile nach der anderen einzuschalten. Zu diesem Zweck verfügt er ebenfalls über zwei Schieberegister (IC2 und 3), die vom Interface nach jedem vollendeten Zeilenaufbau getaktet werden. Den Dateneingang des ersten Schieberegisters versorgt das Interface bei 'Bildbeginn' — und nur dann — mit genau einem positiven Impuls. Dieser wandert nun Zeile für Zeile weiter, von Schieberegister zu Schieberegister, bis er schließlich unten rausfällt.

Von den Schieberegistern gehts geradewegs zu den ULN 2804. Diese Bausteine beinhalten jeweils 8 Treiber mit Open-Collector-Ausgängen. Für die nachgeschalteten Endstufen sind zwei Alternativen vorgesehen. Die erste ist die etwas preiswertere, aber auch 'schwächere' Lösung. Sie besteht in dem PNP-Leistungstransistor BD906, der einen Kollektor-

strom bis zu 15 A treiben kann. Um die erforderlichen Schaltzeiten zu erreichen, sollte parallel zum Basisvorwiderstand ein Kondensator mit der angegebenen Kapazität geschaltet werden.

Die zweite Alternative sieht den Einsatz des P-Kanal-Leistungsmosfets MTM8P08 von Motorola vor. Im Impulsbetrieb schafft dieser glatte 25 A. Hier kann und muß der Vorwiderstand inklusive Kondensator entfallen. Mit Vorwiderstand ergäbe sich durch die hohe Eingangskapazität des Mosfets von einigen nF eine so große Zeitkonstante, daß die LEDs einfach dunkel blieben. Genaueres über Mosfets kann man übrigens im Grundlagenartikel zu diesem Thema in diesem Heft nachlesen.

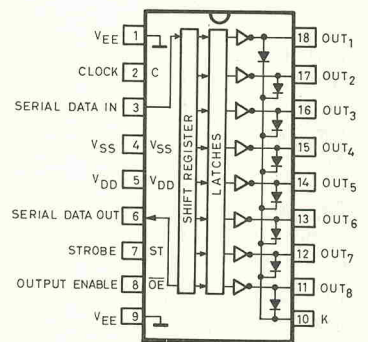


Bild 4. Der maßgeschneiderte Innenaufbau des UCN5841 ermöglicht ...

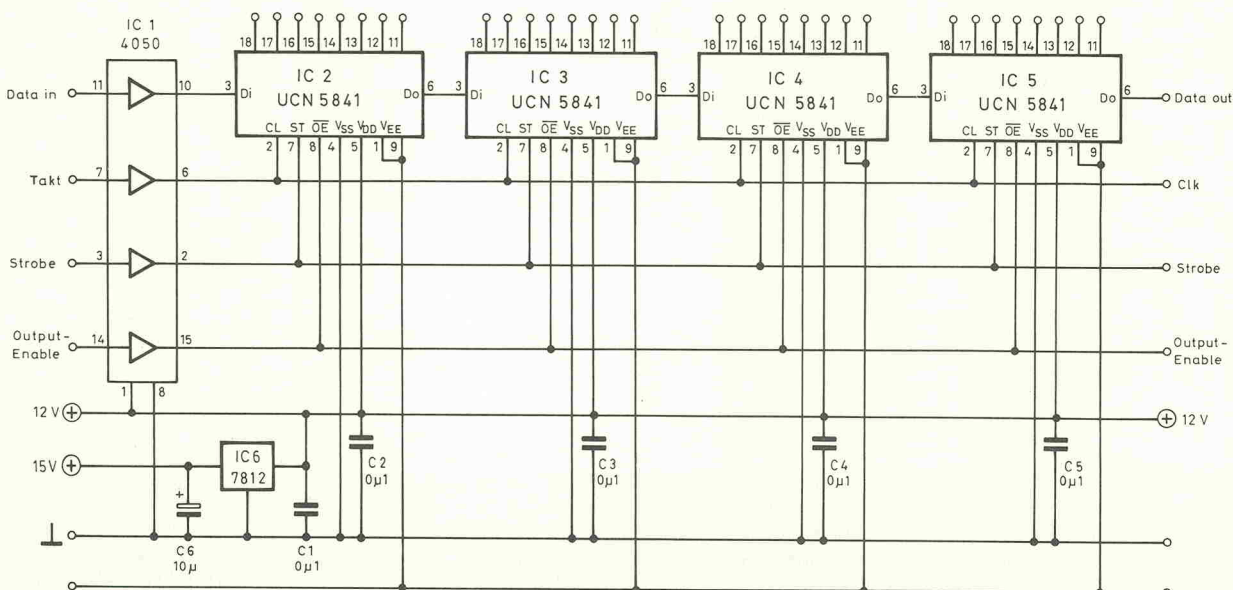


Bild 3. ... eine einfache Schaltung des Spaltentreibers.

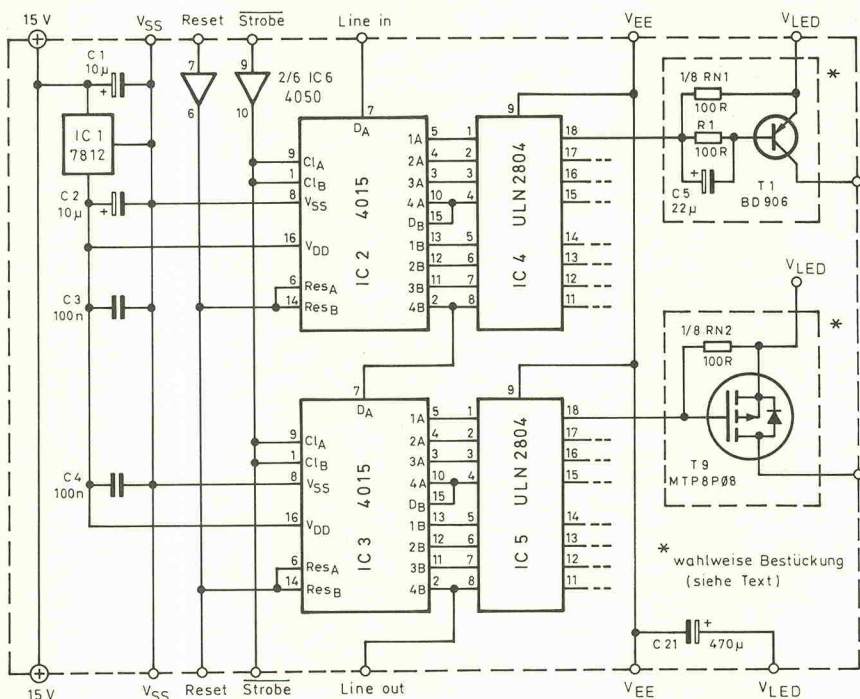


Bild 5.
Schiebung
auch beim
Zeilen-
treiber: Der
Zeilenimpuls
wird durch
Schiebe-
register
bewegt.

dere Einheit auf den Prozessorbus zugreift. Wenn nicht, wird die CPU soweit deaktiviert, daß alle ihre Adreß-, Daten- und Steuerleitungen in den hochohmigen Zustand geschaltet werden. Ist der Datentransfer zum Hauptspeicher abgeschlossen, nimmt die CPU ihre Arbeit wieder auf.

Auf der CPU-abgewandten Seite des DMA-Chips liegt der Anschluß zur Außenwelt und zum Floppy-Controller. Diskettenzugriffe werden beim ST nämlich ebenfalls über den DMA-Chip geführt. Deshalb kann, wie später noch zu sehen ist, während der DMA-Übertragung zu einer externen Einheit kein Diskettenzugriff erfolgen. Bei der Programmierung des DMA-Bausteins ist also größte Vorsicht geboten. Ansonsten könnte es passieren, daß Disketten in angeschlossenen Laufwerken vollkommen unleserlich werden. Theoretisch jedenfalls. Bei der Entwicklung des Displays ist dieser Fall niemals aufgetreten.

Das Display-Interface verbindet den Atari ST mit dem eigentlichen Display. Dabei generiert das Interface alle nötigen Steuersignale einerseits zum ST hin, andererseits werden dem Display die nötigen Kontrollsignale für dessen einwandfreie Funktion bereitgestellt.

Bei der Entwicklung des Displays wurde von einer maximalen Größe von 288×144 Pixeln ausgegangen. Um einen kontinuierlichen Datenfluß zu gewährleisten, muß immer eine komplette Bildschirmzeile zu je 80 Bytes übertragen werden. Die Ausgabe erfolgt auf einem 'monochromen' Display. Daher sollte die Bildwechselfrequenz aus Kompatibilitätsgründen 72 Hz betragen, also genau die gleiche wie die des Monochrommonitors. Eine einfache Rechnung ergibt dann eine Datentransferrate von $144 \times 80 \text{ Byte} \times 72 \text{ Hz} = 829440 \text{ Byte/s}$. Als einzige realistische Lösung bei der Suche nach einer geeigneten Schnittstelle am Atari bleibt der DMA-Port übrig, dessen maximale Übertragungsrate mit 1,5 MByte/s angegeben wird. Sowohl die serielle als auch die parallel Schnittstelle sind auf jeden Fall zu langsam. Eine Ausgabe über den ROM-Port funktioniert ebenfalls nicht mit hinreichendem Elan, da in diesem Falle die CPU höchstpersönlich die

Versendung der Daten übernehmen müßte.

Außer der Schnelligkeit hat der DMA-Port den großen Vorteil, daß er einfach über Register angesteuert werden kann, obwohl es einige Mitmenschen geben soll, die diesen Sachverhalt abstreiten. Aber auch der Nachteil dieser Lösung soll nicht verschwiegen werden: Der Anschluß einer Festplatte oder eines anderen Geräts an der DMA-Schnittstelle parallel zum Display ist nicht möglich.

Eigentlich ist die DMA-Schnittstelle von Atari für den Anschluß von 'intelligenten' Geräten konstruiert. Sie wird auch als ACSI (Atari Computer System Interface) bezeichnet und ist eine bidirektionale 8-Bit-Schnittstelle. Die Struktur des ACSI ähnelt der Struktur des SCSI (Small Computer System Interface), welches oft für den schnellen Datentransfer von/zu einer Harddisk benutzt wird. An den Port lassen sich bis zu acht Controller anschließen, wobei jeder Controller seinerseits wiederum maximal acht Geräte ansprechen kann. Damit können insgesamt 64 Geräte adressiert werden.

Obwohl die offizielle Dokumentation von Atari bezüglich des DMA-Ports nicht als die ausführlichste bezeichnet werden kann, so ist doch in der Li-

teratur einiges Wissenswertes über diese Schnittstelle zu erfahren. Der DMA-Chip arbeitet — wie der Name schon sagt — nach dem Prinzip des Direct Memory Access (direkter Speicherzugriff). Beim DMA-Transfer werden Daten vom und zum Hauptspeicher über den Bus ohne die Mitwirkung der CPU übertragen. Daraus ergeben sich zwei Vorteile. Zuerst wird die CPU von der Aufgabe des Datentransfers entlastet und kann sich anderen Aufgaben widmen, außerdem wird durch den direkten Speicherzugriff der DMA-Einheit die Transferrate merklich erhöht, weil eben der Umweg über die CPU entfällt.

Der DMA-Controller muß also bei der Übertragung gewisse CPU-Funktionen erfüllen. Beim Buszugriff klärt der DMA-Chip zuerst, ob eine an-

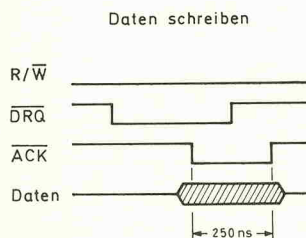


Bild 6. Shaking hands:
Handshakeleitungen regeln
den DMA-Verkehr.

Die Datenübertragung über den DMA-Controller in periphere Welten koordinieren zwei Handshakeleitungen: $\overline{\text{DRQ}}$ (Data Request) und $\overline{\text{ACK}}$ (Acknowledge). Die $\overline{\text{DRQ}}$ -Leitung wird vom Peripheriegerät betätigt, und zeigt dem DMA-Controller mittels 'L'-Pegel an, daß es bereit ist, neue Informationen zu empfangen. Der Atari liefert als Reaktion prompt das nächste zu übertragende Byte an die Ausgangsleitungen D0...7. Sobald die Daten stabil sind, wird die $\overline{\text{ACK}}$ -Leitung aktiviert, also ebenfalls auf 'L' gezogen. Die Datenübernahme, die innerhalb von 250 ns erfolgen muß, zeigt das Peripheriegerät durch Desaktivieren der $\overline{\text{DRQ}}$ -Leitung an. Daraufhin zieht der DMA-Controller ebenfalls die $\overline{\text{ACK}}$ -Leitung auf 'H'. Somit kann das nächste Byte übertragen werden. Der gesamte Vorgang ist aus dem Zeitdiagramm Bild 6 ersichtlich.

Außer der blockweisen Datenübertragung ist auch ein Einzelbytetransfer über den DMA-Port vorgesehen. Dabei werden weder die beiden obengenannten Handshake-Leitungen benutzt, noch findet der interne DMA-Transfer über den Prozessorbus statt. Denn bei einem

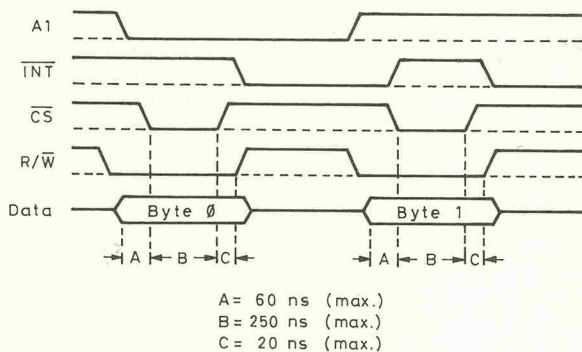


Bild 7. Zeitvorgabe beim Schreiben im DMA-Einzelbyte-Modus.

einigen Byte lohnt sich der direkte Speicherzugriff nicht. Statt dessen wird der Datenverkehr in dieser Betriebsart über die CS- (Datum liegt an) und die R/W-Leitung geregelt. Auch hier gilt, daß für den Lese- und den Schreibvorgang bestimmte Zeiten eingehalten werden müssen (Bild 7).

Die gesamte DMA-Übertragung und der Einzelbytetransfer werden über fünf Adressen des DMA-Controllers gesteuert. Nach Bild 8 findet man unter der Hausnummer \$FF8604 das Disk-Control-Register und das Register zum Zählen der Datenblöcke in Sektorgröße (1 Sektor = 512 Byte). Welches von beiden man in den Griff bekommt, hängt von Bit 4 des DMA-Mode-Registers ab. Dieses Register erreicht man im Schreibzugriff unter der Adresse \$FF8606. Unter der gleichen Adresse, allerdings im Lesezugriff, firmiert das DMA-Status-Register, das Auskunft über den korrekten Ablauf der DMA-Übertragung gibt. Dann wären da noch die drei Register, über die man die Startadresse für den DMA-Transfer festlegen kann: \$FF8609 beinhaltet das High-Byte, \$FF860B das Mid-Byte und \$FF860D das Low-Byte.

Bei der Programmierung muß auf folgendes geachtet werden: Die Registerzugriffe müssen im Supervisormodus der CPU erfolgen. Ansonsten wirft der Atari ein Paar Bömbchen. Ein Sprengsatz mehr ist oft zu beobachten, falls man vergißt, auf die Register byteweise zuzugreifen. Und beim Datentransfer muß durch Klappern des R/W-Bit im DMA-Mode-Register der FIFO-Buffer gelöscht werden. Der kleine Assemblertext im nebenstehenden Kasten zeigt die wesentlichen

Schritte zu einem erfolgreichen DMA-Transfer. Zurück zum Display: Die Übertragung eines Bildes wird dadurch initiiert, daß ein Schreibzugriff im Einzelbytetransfer auf den DMA-Port simuliert wird. Der Controller zieht daraufhin automatisch seine CS-Leitung kurzzeitig auf low. Der Wert des eingelesenen Bytes ist für den weiteren Ab-

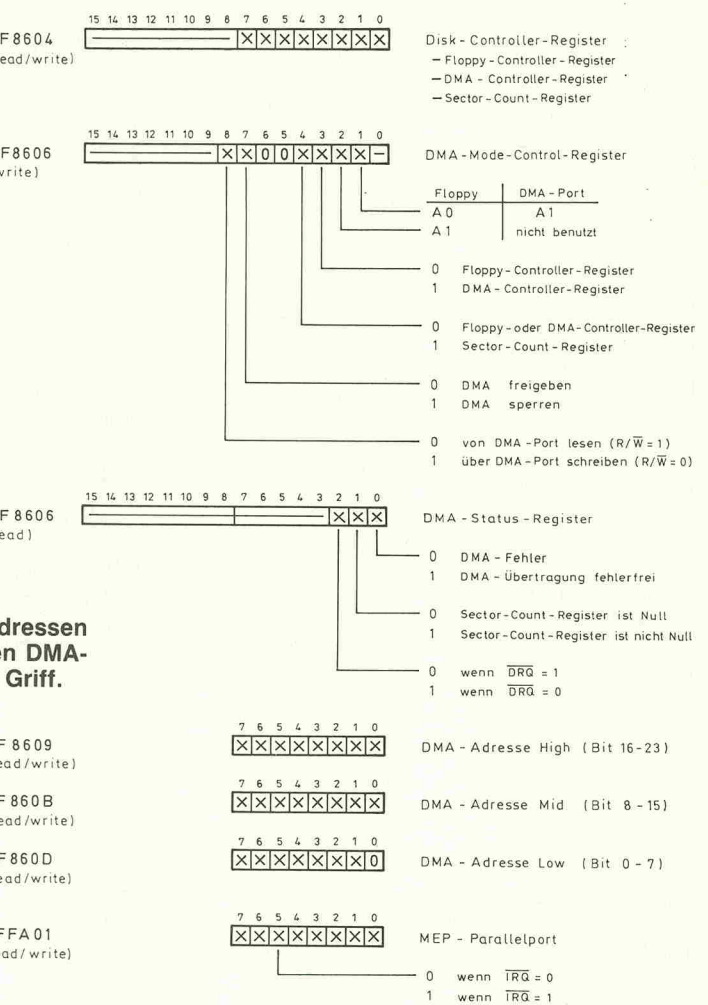


Bild 8. Mit fünf Adressen bekommt man den DMA-Controller in den Griff.

```
vec      ds.l      1      ;Zwischenspeicher
base     ds.l      1      ;Startadresse des DMA-Transfers
sector   ds.w      1      ;Anzahl der 512-Byte Blöcke
*
* Demo für die Initialisierung eines DMA-Transfer
*
_dma_tra: move.l    base,d0      ;Basisadresse ins
          move.l    d0,vec       ;DMA-Base-Register schreiben
          move.b    vec+3,$ff860d ;dmalow
          move.b    vec+2,$ff860b ;dmamid
          move.b    vec+1,$ff8609 ;dmahigh

          move.w    #$198,$ff8606 ;fifo löschen
          move.w    #$098,$ff8606 ;und auf schreiben stellen
          move.w    #$198,$ff8606

          move.w    sector,$ff8604 ;Sektoranzahl eintragen
          move.w    #$0188,$ff8606 ;Aktiviere /CS kurzzeitig
          move.w    #$0,$ff8604
          move.w    #$100,$ff8606 ;Jetzt geht's los! Starte
                                   DMA-Transfer

          rts
*
* Das war's.
*
```

lauf unwichtig, und wird vom Programm auch nicht ausgewertet. Entscheidend ist nur dieser CS-Impuls. Wie in Bild 9 zu sehen, ist er dazu berufen, die Adreßzähler IC9...11 über das Monoflop (IC3) auf Null zu setzen. Gleichzeitig triggert er über das zweite Monoflop im IC3-Gehäuse das aus zwei NAND-Gattern konstruierte RS-FlipFlop, so daß die \overline{DRQ} -

Leitung auf low geht. Das zeigt dem DMA-Controller die Empfangsbereitschaft des Displays an. Der softwaremäßig ange-setzte DMA-Transfer beginnt jetzt seine Tätigkeit: Ein Byte wird über den Port an die acht Eingänge des Parallel/Seriell-Wandlers IC1 gelegt, von dem es mit dem ACK-Signal via S/L-Eingang übernommen wird. Außerdem setzt das ACK-Signal das eben erwähnte FlipFlop zurück. Mit der darauffolgenden und vom DMA-Controller inszenierten Desaktivierung von ACK ist der Byte-Transfer abgeschlossen. Da jetzt die beiden Handshake-Leitungen \overline{DRQ} und \overline{ACK} auf 'H' liegen, kann der Takt, der bis hierhin über ein Dreifach-Gatter aus IC2 abgeschaltet war, den Rest der Schaltung zum Leben erwecken.

Dieser Takt, der als Systemtakt für das Interface und das Display lebenswichtig ist, stammt von einem 5-MHz-Quarzoszillator, dem zur Beeinflussung

Grafisches Großdisplay (1)

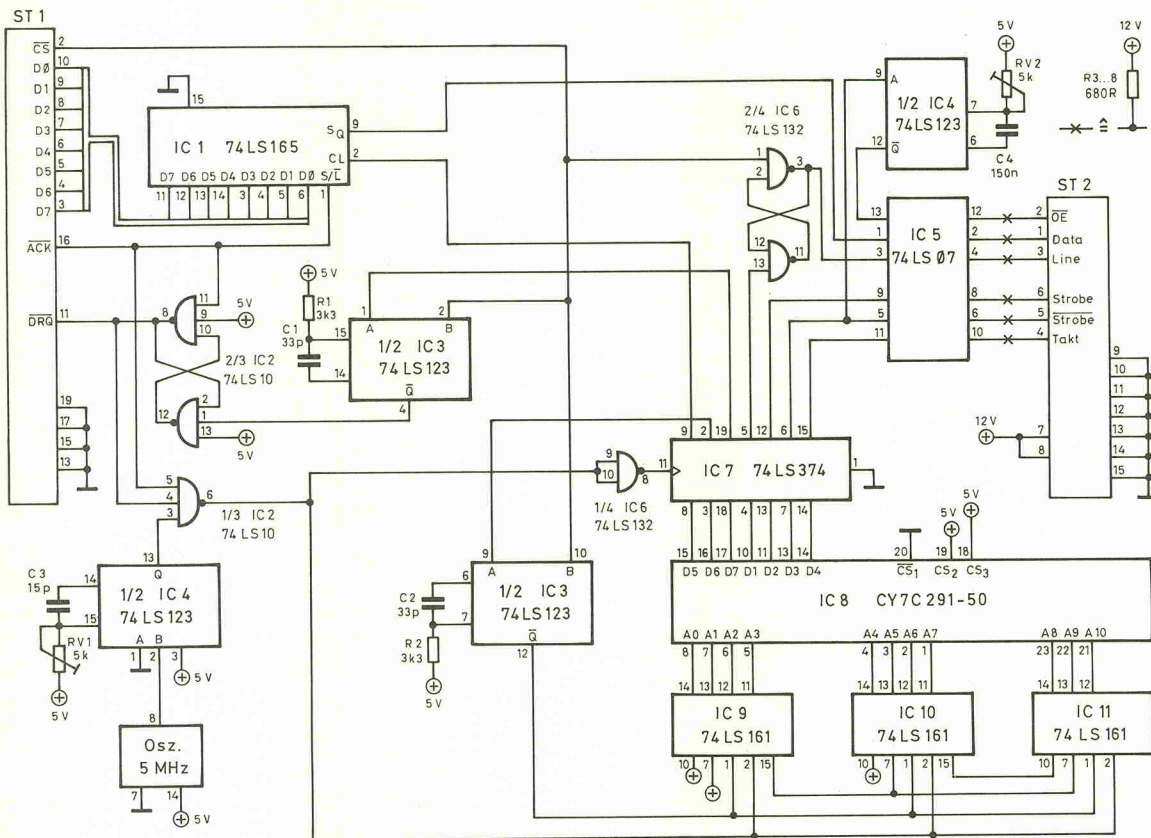


Bild 9. Das Interface. Die Ablaufsteuerung übernimmt ein 55-ns-PROM.

des Puls/Pausenverhältnisses ein Monoflop nachgeschaltet ist. Durch die Einstellmöglichkeit des Puls/Pausenverhältnisses wird gewährleistet, daß auf dem Display ein störungsfreies Bild erscheint.

Sobald der Takt vom besagten Dreifach-Gatter freigegeben wird, übernimmt das als Schaltwerk eingesetzte PROM (IC8) die komplette Ablaufsteuerung des Interface. Der Takt hat nur noch die Aufgabe, über den Adreßzähler IC9... 11 die Adressen für den Speicherbaustein hochzuzählen und dafür zu sorgen, daß die jeweiligen Speicherinhalte bis zum nächsten Taktimpuls von IC7 zwischengespeichert werden.

Bild 10 zeigt, wie die Daten aus dem PROM aussehen müssen. Die Leitung D5 erzeugt die sieben Taktimpulse, die nötig sind, um ein Byte aus dem Parallel/Seriell-Wandler rauszuschieben. Gleichzeitig laufen über die Leitung D4 acht Taktimpulse, die über den Treiberbaustein 74LS07 die Schieberegister der Display-Spaltentreiber takten. Der Parallel/Seriell-Wandler muß einen Schiebepuls weniger bekommen, weil das erste Bit bereits

nach dem Laden am Ausgang anliegt. Die zugehörige Ausgangsleitung führt über den Treiber IC5 direkt an den Dateneingang des ersten Spaltentreiber-Schieberegisters. Nach dem Verschicken aller acht Bits erzeugt das PROM auf der Leitung D7 einen Impuls, der über die bereits erwähnte Mono- und Flipflop-Masche die DRQ-Leitung aktiviert. Die Folge: Der Systemtakt wird unterdrückt und der nächste DMA-Transfer beginnt.

Um das Ende einer Bildschirmzeile zu erkennen, zählt das PROM achtzig Bytes durch. Daraufhin werden die beiden Strobe-Leitungen (D2 und D3) kurzzeitig aktiviert, womit die Latches des Spaltentreibers die

durchgeschobenen Daten übernehmen und an die Ausgangsstufen weitergeben. Die Leitung D6 erzeugt anschließend über ein Monoflop den Reset-Impuls für die Adreßzähler. Diese starten somit von vorne, und die nächste Zeile kann übertragen werden. Natürlich wäre es auch gegangen, nicht nur eine Zeile, sondern das ganze Bild durch das PROM steuern zu lassen. Damit würde vielleicht das eine oder andere Bauteil wegfallen. Andererseits würde aber mehr Speicherplatz benötigt, und der ist bei einem PROM, das eine Zugriffszeit von maximal 55 ns hat, nicht gerade billig.

So weit so gut. Das heißt, ein Signal zur Ansteuerung des Displays fehlt noch. Wie ge-

sagt, erfolgt die Ansteuerung der Zeilen über ein gesetztes Einzel-Bit, das durch die Schieberegister der Zeilentreiber geschoben wird. Die Generierung dieses Schieberegisters erfolgt auf dem Interface. Das CS-Signal setzt ein aus zwei NAND-Gattern aufgebautes RS-Flip-Flop. Dessen Ausgang ist direkt mit dem Eingang des ersten Schieberegisters der Zeilentreiber verbunden. Mit dem Strobeimpuls übernimmt das Register dieses Signal. Die Leitung D1 sorgt dafür, daß das FlipFlop zur rechten Zeit zurückgesetzt wird, so daß das 'Line'-Signal für den Rest des Bildes ein Einzelfall bleibt.

Der Treiberbaustein 74LS07 setzt die Eingangspegel auf

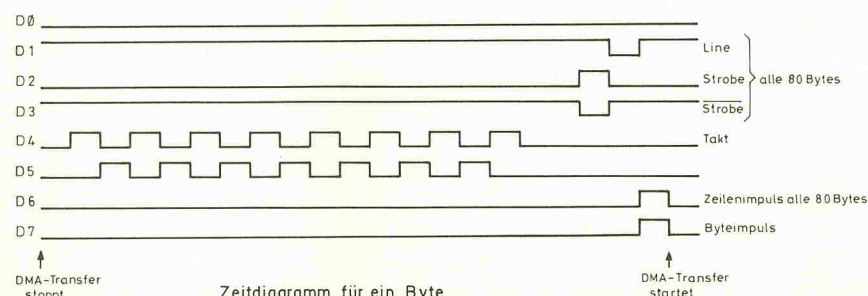


Bild 10. Die letzten Impulse, die das PROM am Ende einer Zeile ausgibt.

Alles geregelt?

13 Profinetzgeräte im Test

**Dipl.-Ing.
Joachim Valentin**

Das elrad-Labor wollte einmal genau wissen, wie es um die Ausgangsspannung von Labornetzgeräten bestellt ist, wenn auf der Netzseite extreme Betriebsbedingungen herrschen. Das dies ein wunder Punkt sein könnte, kristallisierte sich bereits bei der Beschaffung der Geräte heraus. Einige Hersteller zogen ihre Zusage für diesen Test prompt wieder zurück, als sie erfuhren, was ihren Produkten bevorstand.

Zunächst wurde das dynamische Regelverhalten der einzelnen Kontrahenten untersucht, was eine Beurteilung der Reglerauslegung erlaubt. Für diesen Test wurde der Laststrom rechteckförmig zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert hin- und hergeschaltet. Der Minimalwert war durch die elektronische Last vorgegeben und betrug etwa 0,3 A.

Die durchgeführten Messungen: Regelverhalten, ...

Da die einzelnen Netzgeräte unterschiedliche Nenndaten aufweisen und der zulässige Maximalstrom der Last von 1 bis 20 A reicht, wurde im ersten Schritt eine Meßreihe durchgeführt, die einen unmittelbaren Vergleich der Meßergebnisse untereinander zuläßt. Bei einer eingestellten Spannung von 20 V wurde der Laststrom mit einer Frequenz von 1 kHz zwischen 0,3 und 0,8 A umgeschaltet und der Verlauf der Ausgangsspannung aufgezeichnet.

Da den kräftiger ausgelegten Kandidaten der Stromsprung von 0,5 A wahrscheinlich nur ein müdes Lächeln gekostet hätte, wurde eine zweite Meßreihe aufgenommen bei der die Geräte mit Sprüngen zwischen dem Minimalwert von 0,3 A und 90% des angegebenen Maximalstroms belastet wurden.

... Störfestigkeit.

Bei diesem Test wurde ein Burstgenerator in die Netzversorgung geschaltet und Impulse mit einem Spitzenwert von 2 kV und einer Wiederholfrequenz von 2,5 kHz auf das Netz gegeben, was nach den VDE-Bestimmungen der normalen industriellen Umgebung entspricht. Dabei wurden die Geräte bei einer Spannung von 20 V mit 90% des Maximalstromes belastet und die Reaktion auf diese Störung auf dem Oszilloskop dargestellt.

Die Störimpulse schlugen sich bei fast allen Kandidaten bis auf die Ausgangsspannung durch, auch bei Geräten die bereits ab Werk über ein eingebautes Netzfilter verfügen. Gemessen wurden Maximalwerte bis zu 2 V_{SS}. Da der Energieinhalt dieser Impulse aufgrund der kurzen Dauer nur sehr gering ist, dürften sie wohl nicht zu einer Zerstörung angeschlossener Bauteile führen. Das diese Impulse aber unter Umständen zu Fehlfunktionen führen können, zeigte sich bei einem Testkandidaten, dessen Elektronik zufällig zwischen normalem und ferngesteuertem Betrieb hin- und herschaltete.

In der nächsten Meßreihe wurden die Netzgeräte über den Millisekunden-Generator mit dem Netz verbunden. Bei einer Belastung mit der Maximalspannung und 90% des Maximalstroms wurde ein Impuls auf die Netzspannung gegeben, dessen Spitzenwert bei 700 V lag.

Nur drei Geräte zeigten eine Reaktion der Ausgangsspannung auf diesen Impuls. Beim einzigen primär getakteten Schaltnetzteil im Test tötete die Überspannung regelmäßig die Netzsicherungen. Ursache ist ein Schutzvaristor, der bei Spannungen über 600 V niederohmig wird und der Strom durch den Varistor die Sicherungen zum Schmelzen bringt.

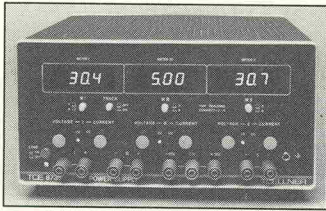
Neben der Spannungsversorgung übernehmen Netzgeräte die Aufgabe, eine angeschlossene Schaltung vor der Zerstörung durch eine Überspannung oder eine zu hohen Stromaufnahme zu schützen. Da dies ein wichtiges Entwurfskriterium darstellt, kann man bei professionellen Geräten davon ausgehen, daß sie diese Schutzfunktion unter normalen Voraussetzungen in ausreichendem Maße erfüllen können. Wie das ganze aber aussieht, wenn nicht mehr die normalen Betriebsbedingungen herrschen sondern extreme Belastungen auftreten, sollte der Test zeigen.

Vorweg eine notwendige Bemerkung: Ein Blick in die Übersichtstabelle am Ende dieses Artikels macht deutlich, daß es sich nicht um einen Vergleichstest handeln kann, denn alle Geräte warten mit unterschiedlichen Leistungsdaten, Bedienungsmöglichkeiten und Preisen auf, deshalb gibt es auch keinen 'Testsieger'.

In der Praxis hat die Netzspannung nicht immer die ideale Sinusform, wie sie in den Lehr-

büchern zu finden ist. Schaltvorgänge am Netz können Störimpulse bis zu einigen kV erzeugen, die sich der Sinusschwingung überlagern. Solche Impulse sind durchaus in der Lage die Regelelektronik eines Netzgerätes soweit zu stören, daß eine Beschädigung der angeschlossenen Schaltung die Folge wäre.

Während ein solcher Fall in der Elektronikentwicklung zwar ärgerlich ist, aber wohl meist ohne schwerwiegende Folgen bleibt, könnte ein solcher Fehler zum Beispiel in der Spannungsversorgung medizinischer Geräte lebensgefährliche Konsequenzen haben. Daher hat sich die Fachwelt bereits über die Sicherheitsbestimmungen für elektronische Meß- und Regeleinrichtungen Gedanken gemacht und diese in den VDE-Bestimmungen zusammengefaßt. Dort kann man nachlesen, welche Netz-Störungen ein elektronisches Gerät ohne Fehlfunktionen verarbeiten muß, um im praktischen Einsatz als sicher zu gelten. Wir haben uns für unseren Test an die VDE-Normen 0160, 0843 und 0846 gehalten.



Toellner TOE 8735

Dieses Gerät vereint drei einstellbare Netzgeräte und eine Festspannungsquelle. Die Quellen I und II sind zwischen 0 und 30 V, beziehungsweise 0 und 2 A einstellbar. Der Ausgang III liefert 0 bis 7 V bei 0 bis 5 A. Außerdem stehen die Festspannungen +12 V und -12 V mit je 0,5 A zur Verfügung.

Ein Master-Slave-Betrieb ist mit den Ausgängen I und II möglich, die Verbindung der Ausgangsklemmen muß dabei allerdings von Hand erfolgen. Die Spannung über dem Längs-

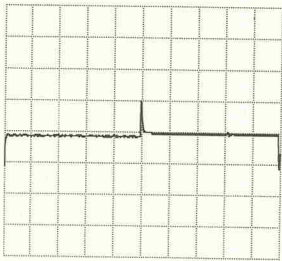
regler wird bei diesem Gerät über eine Transistorschaltung in zwei Stufen an die Ausgangsspannung angepaßt.

Ein Blick in das geöffnete 8735 zeigte viel Elektronik fürs Geld und eine saubere Verarbeitung. Die Platinen sind zusammengesteckt. Daß man hier mit wenig Kabeln auskommt, zeugt von einer durchdachten Konstruktion.

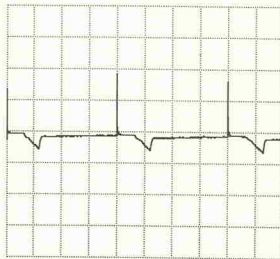
Auch bei diesem Gerät kann das dynamische Regelverhalten (Bild A) als sehr gut bezeichnet werden. Die Reaktion auf den Burst-Impuls ist ein verzögertes Ansprechen der Regelstufe (Bild B).

Das Gerät zeigte sich völlig unbeeindruckt vom Millisekunden-Impuls.

Die Dokumentation des Toellner Netzgerätes gehört zur Spitze des Dreizehnerfeldes. Alle Schaltbilder, Bestückungspläne und eine komplette Stückliste sind wiedergegeben.



A 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

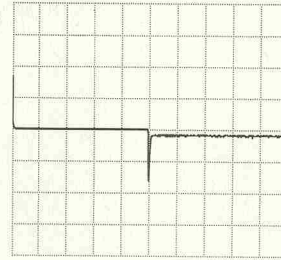
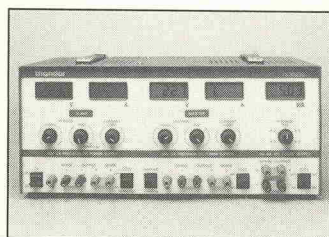
Thandar TS3023S

In diesem Gerät befinden sich drei einstellbare Quellen. Davon erzeugen zwei eine Spannung zwischen 0 und 30 V, der Strom läßt sich auf Werte zwischen 0 und 2 A begrenzen. Der dritte Zweig ist in erster Linie für die Versorgung von Logikschaltungen gedacht. Er liefert eine Spannung im Bereich 4...6 V, die in Stufen von 0,5 V einstellbar ist und kann auf Dauer mit 4 A belastet werden. Die Strombegrenzung setzt bei einem Ausgangsstrom von 5 A ein.

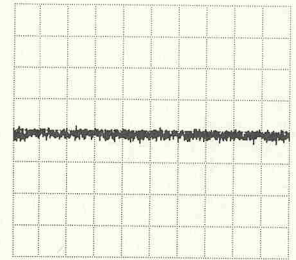
Bei diesem Gerät hat man auf Bedienungskomfort Wert gelegt und ihm fünf Anzeigeelemente spendiert. Darauf lassen sich für die beiden ersten Quellen Strom und Spannung gleichzeitig ablesen, für den Logik-Ausgang muß die Anzei-

ge zwischen Strom und Spannung umgeschaltet werden. Die Spannungseinstellung ist in eine Grob- und Feineinstellung unterteilt, dadurch ist es möglich, die Spannung sehr schnell genau einzustellen. Komfortabel ist auch, daß sich bei diesem Gerät jeder Ausgang separat abschalten läßt.

Sense- und Tracking-Betrieb sind möglich, jedoch können diese Betriebsarten nicht gleich-



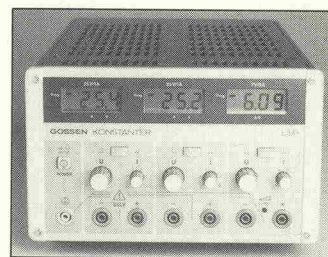
A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

zeitig aktiv sein. In den mitgelieferten Unterlagen findet man keine Angaben über die Arbeitsweise der Regelelektronik. Die Bedienungsanweisung fällt mit einem DIN A3 Faltblatt, das die komplette Bedienungsanleitung in 5 Sprachen enthält, überhaupt recht dürftig aus und kann nur als schlechtes Beispiel dienen.

Das dynamische Regelverhalten ist in Bild A wiedergegeben, es weist ausgezeichnete Werte auf. Bild B zeigt die Reaktion auf den Millisekunden-Impuls. Wie man sieht, konnte keine Beeinflussung der Ausgangsspannung gemessen werden. Auch die Burststörungen zeigten keine Auswirkungen auf die Ausgangsspannung.



Gossen LSP-Konstanter

Der Konstanter stellt drei einstellbare Spannungskanäle zur Verfügung. Kanal 1 und 2 liefern 0...25 V und 0...1 A. Der dritte Zweig bietet eine zwischen 0 und 7 V einstellbare Spannung, der Strom läßt sich zwischen 0 und 5 A begrenzen. Die Spannungen werden nur durch eine Serienregelung konstant gehalten. Aufgrund des geringen Ausgangsstroms kommt man auch hier ohne eine Vorregelung aus.

Auf drei LC-Anzeigen kann man für jedes Netzteil entweder den Wert der Spannung oder den des Stroms ablesen. Die Ablesegenauigkeit beträgt drei Stellen. Da keine LED den Betrieb signalisiert, kann man durch einen kurzen Kontrollblick beim Verlassen des Labors nicht erkennen, ob das Gerät noch eingeschaltet ist.

Bei diesem Gerät sind einige Betriebsarten vorgesehen, die dem Anwender bei Parallel- und Serienschaltung der Netz-

teile das Leben vereinfachen: der Master-Slave-Betrieb und die Tracking-Schaltung.

Bei der Master-Slave-Serienschaltung wird die Summenspannung von einem Kanal aus eingestellt. Die Ausgangsspannung des Master-Kanals wird als Referenzspannung für den zweiten Kanal (Slave) verwendet. Man erhält dadurch stets symmetrische Ausgangsspannungen. Im Gegensatz zu den anderen getesteten Geräten, die über diese Betriebsart verfügen, ist es mit dem Konstanter auch möglich, unsymmetrische Ausgangsspannungen zu erzeugen, die sich stets um einen konstanten Faktor unterscheiden. Dieser Faktor läßt sich durch Beschalten des Geräts mit einem Widerstand auf einen beliebigen Wert einstellen.

Auch bei der Parallelschaltung bringt die Master-Slave-Schaltung Vorteile mit sich. Schaltet man beispielsweise drei Netzgeräte direkt parallel, liefert zunächst der Kanal mit der am höchsten eingestellten Spannung so lange den Laststrom, bis er aufgrund des weiter verringerten Lastwiderstandes in Stromregelung übergeht. Bei weiterer Verminderung des Lastwiderstandes sinkt die Spannung dieses Kanals so weit ab, bis sie den Wert des nächst niedriger eingestellten Kanals erreicht. Von hier an liefert auch dieser Kanal Strom und übernimmt die Spannungsrege-

Bild 2. Der Burstgenerator von MWB.

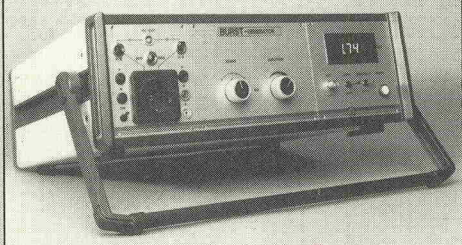
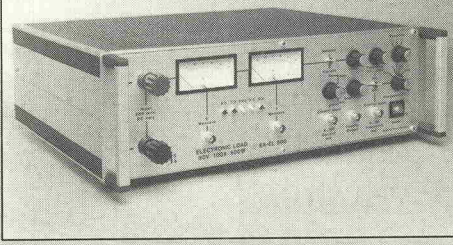


Bild 6. Generator zur Erzeugung des Millisekunden-Impulses in Bild 5.



Bild 7. Belastete die Probanden: EL-500 von Elektro-Automatik.



Das Meßequipment

Für die Überprüfung elektrischer Betriebsmittel wurden spezielle Netzstörungsgeneratoren entwickelt, mit denen sich die in den VDE-Vorschriften beschriebenen Störungsformen simulieren lassen. Die beiden für diesen Test verwendeten Generatoren sind bei der MWB Messwandler-Bau AG in Bamberg erhältlich. Aus diesen Generatoren wurden die Prüflinge mit einer versuchten Netzspannung versorgt, wie sie unter bestimmten Voraussetzungen auch real auftreten. Der Meßaufbau für die Störungssimulation ist in Bild 1 dargestellt.

Transiente Burststörungen

Der Burst-Generator (Bild 2) erzeugt Störimpulsgruppen mit

hoher Wiederholfrequenz, wie sie beim Schalten von induktiven Lasten über Relais oder mechanischen Schaltern entstehen können. Diese Impulsgruppen werden bei der Störfestigkeitsprüfung auf die Versorgungsspannung des Prüflings gegeben. Die erforderlichen Spezifikationen des Generators, sowie der Meßaufbau und das Meßverfahren für diese Prüfung sind in der VDE 0843-4 und VDE 0846-11 zu finden.

Einen dieser Störimpulse zeigt Bild 3. Der Impuls muß an einem 50Ω -Widerstand eine Anstiegszeit von 5 ns auf 90% seines Endwertes aufweisen und nach 50 ns bis auf die Hälfte seines Spitzenwertes abgefallen sein. Der Spitzenwert ist am Generator zwischen 0,25 und

4 kV stufenlos einstellbar und hängt von der Umgebung ab, in der ein Prüfling eingesetzt werden soll. In dem von uns angenommenen Fall befindet sich das Elektroniklabor in der Nähe der Fertigungsanlagen eines industriellen Unternehmens. Für diese Einsatzbedingungen findet man in den Vorschriften einen Spitzenwert von 2 kV.

Der Gesamtverlauf einer transienten Störung ist in Bild 4 wiedergegeben.

Für die bereits erwähnten Bedingungen beträgt der in den VDE-Vorschriften angegebene Wert der Wiederholfrequenz 2,5 kHz.

Transiente Impulsstörungen

Der Millisekunden-Generator simuliert Störungen durch Überspannungen, wie sie auf dem Netz auftreten können. Überspannungen entstehen, wenn Verbraucher am Netz schalten, der Blitz in eine Überlandleitung einschlägt oder induktive Kopplungen zwischen den Leitern bestehen. Bild 5

zeigt den Verlauf einer Störung, wie sie in der VDE 0160 beschrieben ist. Hier wird auf eine Halbwelle der Netzspannung ein Impuls gegeben, der bis zum 2,3 fachen des Spitzenwertes betragen kann. Dieser Wert kann am Generator (Bild 6) zwischen 0 und 800 V beliebig eingestellt werden. Gefordert ist dabei, daß das Gerät nach dreimaligem Anlegen des Störimpulses auf die positive und negative Halbwelle noch einwandfrei funktionieren muß.

Das Regelverhalten

Bei der Untersuchung des Regelverhaltens eines Netzgerätes reicht eine rein statische Belastung mit einem ohmschen Widerstand nicht aus. Bei impulsförmiger Stromentnahme verhalten sich die Ausgangsgrößen des Gerätes anders, als bei einer konstanten Belastung. Werden Geräte mit aktiven Bauelementen an eine Stromversorgung angeschlossen, können Wechselwirkungen zwischen der angeschlossenen Schaltung und der Spannungsversorgung zu

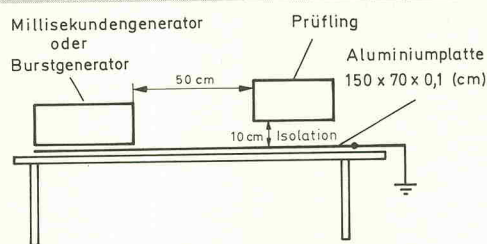


Bild 1. Meßplatz für die Störfestigkeitsprüfung.

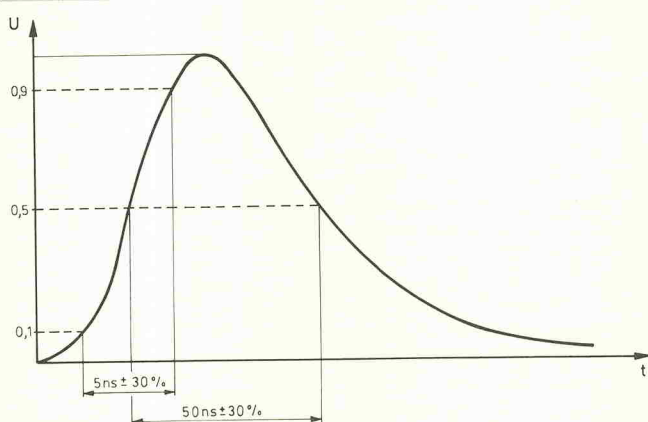


Bild 3. Der Verlauf eines Burstimpulses nach VDE-Bestimmung.

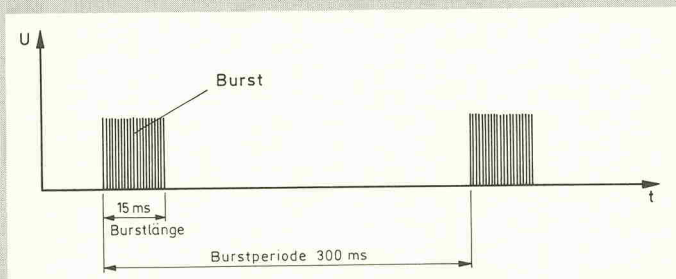


Bild 4. Eine Burstperiode.

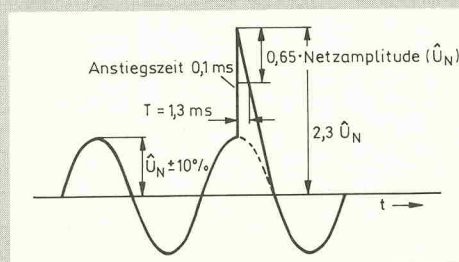
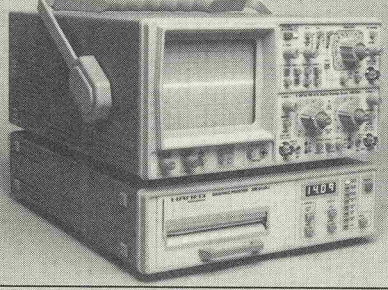


Bild 5. Transiente Netzstörung nach VDE 0160.

Bild 8. Oszilloskopie mit dem Hameg-Duo HM 205-2 und HM 8144.



Resonanzerscheinungen führen, die zu Ausfällen der Versorgung oder Zerstörung von Bauelementen führen könnten.

Um solche Fehler zu vermeiden, werden Netzteile während der Entwicklung und Fertigung ständigen Prüfungen unterworfen. Diese Untersuchungen werden mit speziellen elektronischen Lasten durchgeführt, die eine Beurteilung des Lastverhaltens ermöglichen. Auch während der in diesem Bericht beschriebenen Tests wurden die Netzgeräte an einer solchen Last (Bild 7) betrieben, die bei der Firma Elektro-Automatik, 4040 Viersen, erhältlich ist und die Typenbezeichnung EA-EL-500 trägt.

Dieses Gerät bietet unterschiedliche Betriebsarten: Entweder kann der eingestellte Lastwiderstand oder der Laststrom konstant gehalten werden. Ein interner Funktionsgenerator ermöglicht darüberhinaus die Programmierung einer sinus-, dreieck- oder rechteckförmigen Belastung mit einstellbarer Amplitude. Durch den Anschluß eines externen Generators lassen sich weitere Belastungskurven erzeugen.

Messung und Dokumentation

Die Auswirkungen der eingespeisten Netzstörungen an den Ausgängen der Netzgeräte wurden mit dem 20-MHz-Digital-speicher-Oszilloskop HM 205-2 von Hameg (Bild 8) aufgenommen und die Meßergebnisse über den daran angeschlossenen Grafik-Drucker HM 8144 ausgegeben. Die Meßprotokolle dieses Berichtes wurden um 50% verkleinert und um die Signal- und Printerparameter beschnitten.

Ein ausführlicher Bericht über dieses Gespinn ist in elrad 3/89 erschienen.

lung an der Last. Wird auch der eingestellte Strom-Grenzwert des zweiten Kanals erreicht, geht auch dieser in Stromregelung über und schließlich übernimmt der dritte Kanal die Spannungsregelung an der Last.

Bei der Master-Slave-Parallelschaltung liefern alle Kanäle stets den gleichen Strom, unabhängig davon, ob der Master-Kanal in Spannungs- oder Stromregelung arbeitet. Daher ist eine Master-Slave-Parallelschaltung immer dann empfehlenswert, wenn eine exakte Regelung der Ausgangsspannung über den gesamten Ausgangs-Strombereich erfolgen soll.

Beim Tracking-Betrieb werden, wie bei der Master-Slave-Serienschaltung, die Ausgangsspannungen aller Kanäle an einem gemeinsamen Master eingestellt. Nur sind die Ausgänge des Konstanters in dieser Betriebsart nicht in Serie geschaltet, sondern liefern alle eine positive Ausgangsspannung gegenüber einem gemeinsamen Massepotential. Auch hier kann über einen Widerstand ein beliebiges Spannungsverhältnis eingestellt werden.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß die anderen Hersteller die Betriebsarten Tracking und Master-Slave nicht in dieser Form unterscheiden und es daher in den Gerätebeschreibungen etwas durcheinander geht. Bis auf Gossen meinen alle Hersteller mit beiden Begriffen eigentlich die gleiche Funktion. Das Wort 'Tracking' steht im Englischen dafür 'einer Spur zu folgen'. Es bedeutet also nur, daß die Slave-Kanäle in ihrer Ausgangsspannung der Spur ihres Masters folgen. Über die Beschaltung der Kanäle untereinander wird damit überhaupt nichts ausgesagt.

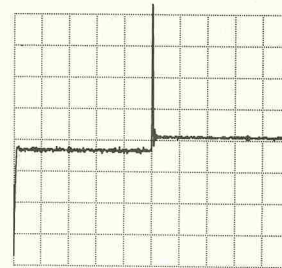
Doch zurück zum Konstanter. Auch bei diesem Gerät ist eine Fernsteuerung von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom über eine externe Steuerspannung möglich. Darüberhinaus kann mit dem Programmierer 33 D 42 P optional eine Rechnersteuerung des Netzteils über den IEC-Bus erfolgen. Der Programmierer ermöglicht die Einstellung von bis zu 12 Analogspannungen mit 12-Bit-Auflösung, deren Spannungsberei-

che in weiten Grenzen vorgegeben werden können.

Somit steht auch bei diesem Gerät dem Einsatz in einem automatischen Meßsystem nichts im Wege.

Unterstützt wird dieser Anwendungsfall auch durch die Gehäusekonzeption von Konstanter und Programmierer. Sie lassen sich auch als Einschub in ein 19-Zoll-Rack einsetzen. Der mechanische Aufbau gibt keinen Anlaß zu Beanstandungen.

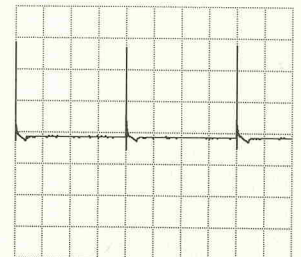
Das dynamische Regelverhalten für die 0,5-A-Lastsprünge ist in Bild A wiedergegeben. Das Gerät zeichnet sich durch eine schnelle Ausregelzeit und geringe Regelabweichung aus.



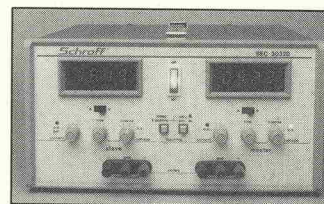
A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.

Bild B zeigt die Reaktion der Ausgangsspannung auf die Burst-Störungen. Nach dem Auftreten des Impulses ist ein kleiner Spannungseinbruch als Reaktion des Reglers auszumachen. Diese Erscheinung ist jedoch so minimal, das man sie getrost vernachlässigen kann. Auf den Millisekunden-Impuls zeigte das Netzgerät keine Reaktion.

Ein ausdrückliches Lob gebührt dem ausführlichen Handbuch. Es glänzt unter anderem mit der Wiedergabe der gesamten Schaltung des Konstanters. Die Gerätefunktionen und deren Bedienung werden recht ausführlich und unter Verwendung zahlreicher Prinzipskizzen erläutert.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.



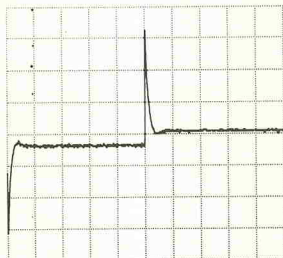
Schrott SEC 3032D

Das SEC 3032D ist ein Doppelnetzgerät. Jeder Ausgang liefert eine Spannung von 0...30 V und einen Strom von 0...2 A. Zwei vierstellige Digitalanzeigen erlauben es für jedes Netzteil entweder die Spannung oder den Strom abzulesen. Beim Arbeiten mit diesem Gerät machte sich die Unterteilung in eine Grob- und eine Feineinstellung der Ausgangsspannung positiv bemerkbar. Dies ermöglicht eine schnellere Genau-Einstellung des gewünschten Wertes, als mit den üblicherweise verwendeten 10-Gang-Potentiometern. Die beiden Quellen können in die Betriebsarten Independent (unabhängig) oder Tracking umge-

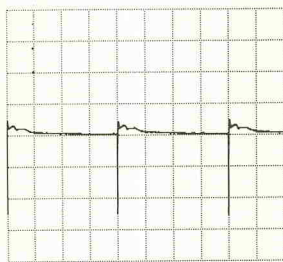
schaltet werden. Im unabhängigen Betrieb sind die Ausgangsklemmen beider Quellen galvanisch voneinander getrennt und massefrei.

Beim Tracking-Betrieb folgt der Slave-Ausgang in seinem Verhalten den am Master vorgenommenen Einstellungen. Die Ausgangsspannungen der zusammengeschalteten Netzteile müssen dabei also nicht mühsam von Hand auf gleiche Werte eingestellt werden. Außerdem läßt sich im Tracking-Betrieb einstellen, ob die beiden Netzgeräte parallel oder in Serie geschaltet werden sollen. An den Ausgangsklemmen muß nichts mehr verbunden werden, das erledigt das Gerät beim Umschalten.

Auch bei diesem Netzgerät wird anstatt der Thyristor-Vorregelung eine Relaischaltung verwendet. Das Relais schaltet auf der Sekundärseite die Transformatorwicklungen um und paßt so die Spannung über den Längsregler an die erforderliche Ausgangsspannung an.



A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

Die im Test vorgenommenen Messungen brachten nichts Ungewöhnliches zu Tage. Bild A zeigt das dynamische Regelverhalten, wie es für einen Lastsprung von 0,5 A aufgenommen wurde. Aus Bild B geht hervor, daß auch die Netzstörungen dem Gerät nicht schlechter bekommen als den anderen Kandidaten. Auf den Millisekunden-Impuls wurde keine Reaktion der Ausgangsspannung gemessen.

Die Bedienungsanleitung besteht aus 22 Seiten, davon neun in deutscher Sprache. Die Bedienung des Gerätes wird ausführlich erklärt. Auch zahlreiche technische Daten sind in dem Handbuch spezifiziert. An Schaltunterlagen ist ein Blockschaltbild wiedergegeben, an Hand dessen die Funktionsweise des Gerätes kurz erläutert wird.

schwingt der Regler beim Ausgleichen des Lastsprungs zwar einmal kurz über, Ausregelzeit und Regelabweichung liegen jedoch noch im üblichen Rahmen.

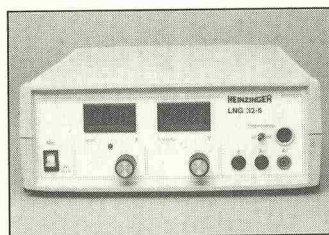
Bei größeren Lastsprüngen zeigte sich jedoch, daß die gemessene Ausregelzeit durch das Überspringen auf 100 μ s ansteigt. Dieser Meßwert stimmt auch mit den Angaben in den technischen Daten überein. Damit bleibt das Gerät hinter den Meßwerten einiger Konkurrenten etwas zurück.

Auch die Burststörungen verkräftet der Regler nicht so gut wie die meisten anderen Kandidaten im Test. In Bild B ist zu sehen, wie die Regelelektronik auf die Burst-Impulse reagiert. Hier benötigt der Regler etwas mehr Zeit, bis die Störung aus dem Netz ausgeglichen werden

kann und die Ausgangsspannung wieder den eingestellten Wert erreicht. Der Millisekunden-Impuls zeigte bei diesem Gerät keine Wirkung an den Ausgangsklemmen.

Beim mechanischen Aufbau führten ein auf die Bodenplatte geklebter Lastwiderstand, eingesparte Steckverbinder an einem Flachbandkabel, ungesockelte ICs und eine Platine ohne Lötstoplack dazu, daß der Aufbau keinen so professionellen Eindruck hinterließ.

Es gibt 8 Seiten Anleitung, auf denen man alles findet, was an Informationen für die Bedienung des Gerätes wichtig ist. Auch Kopien der Schaltpläne erhielten wir dazu, wobei es aufgrund der Form einer Loseblatt-Sammlung allerdings nicht den Anschein hat, daß diese Zugabe den Normalfall darstellt.

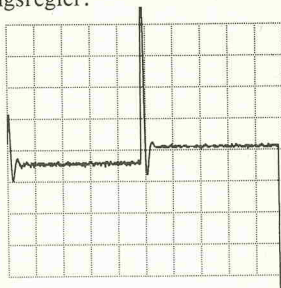


Heinzinger LNG 32-6

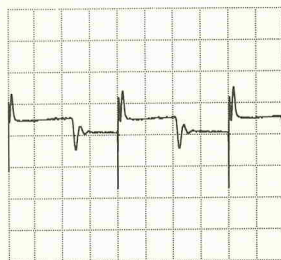
Das Gerät von Heinzinger liefert eine Spannung von 0...36 V und einen Strom von 0...6 A. Zwei dreistellige Anzeigeelemente erlauben gleichzeitiges Ablesen des Strom- und Spannungswertes.

Die Einstellung von U und I mit einer Steuerspannung ist möglich. Diese Spannung muß im Bereich von 0...10 V liegen. An der Anschlußbuchse für diese Fernsteuerung ist eine 10-V-Referenzspannung verfügbar. Sie ist mit 2 mA belastbar und braucht nur noch über Potentiometer geführt werden, um die Feineinstellung von Strom und Spannung zu ermöglichen. Auch der Istwert der Ausgangsspannung, bezogen auf den 10-V-Steuerbereich, kann dem Anschluß entnommen werden. Mit etwas zusätzlichem Aufwand ist man damit durchaus in der Lage, die Bedienung des Gerätes einem Computer zu überlassen.

Der Blick in das Gehäuse brachte zutage, daß das Gerät scheinbar mit viel weniger Elektronik auskommt, als seine Mitstreiter. Es arbeitet jedoch nach dem gleichen Prinzip wie der Großteil der Konkurrenz: thyristorgesteuerte Vorstabilisierung und nachgeschalteter Längsregler.

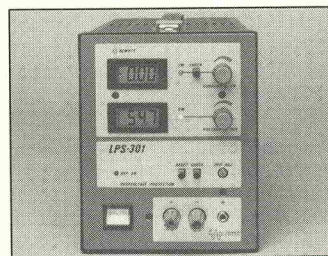


A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

Ob sich der Verzicht auf Elektronik auf die Qualität des Reglers auswirkte, mußte das Gerät im Test beweisen. In Bild A ist wieder das dynamische Regelverhalten bei Lastsprüngen von 0,5 A protokolliert. Dort



IL-Power LPS-301

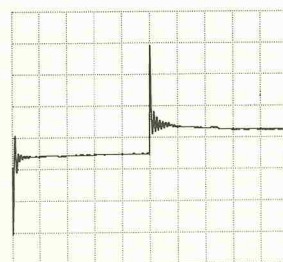
Das einzige primärgetaktete Schaltnetzteil im Test kann mit einem Gewicht von nur 3 kg aufwarten. Bei den Leistungsdaten ist dieser Zwerg aber alles andere als klein. Das Netzteil liefert eine Ausgangsspannung, die zwischen 0 und 60 V einstellbar ist. Der Ausgangsstrom läßt sich auf Werte zwischen 0 und 5 A begrenzen. Auf zwei LC-Anzeigen können die Momentanwerte auf 3 1/2 Stellen genau abgelesen werden.

Mit einem Potentiometer läßt sich die einstellbare Maximal-

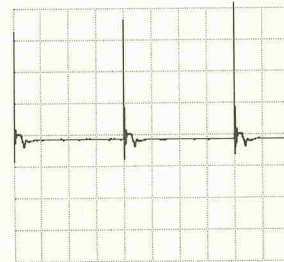
spannung begrenzen. Damit man sich nicht wundert, daß das Netzteil plötzlich nur noch 5 V liefert, meldet eine LED, wenn der Überspannungsschutz aktiv ist. Wer Strom und Spannung aus der Ferne einstellen will, kann diese Option mitbestellen.

Das dynamische Regelverhalten (siehe Bild A) neigt zu Regelschwingungen, wodurch die Ausregelzeit auf etwa 80 μ s ansteigt. Wie aus Bild B hervorgeht, machten die Burst-Impulse dem Schaltnetzteil auch nicht sehr viel mehr aus, als den anderen Geräten. Dabei kommt ihm ein großes Netzfilter zu Hilfe, das eigentlich dafür gedacht ist, die Rückwirkung des Gerätes auf das Netz zu verringern, aber nun mal in beide Richtungen filtert.

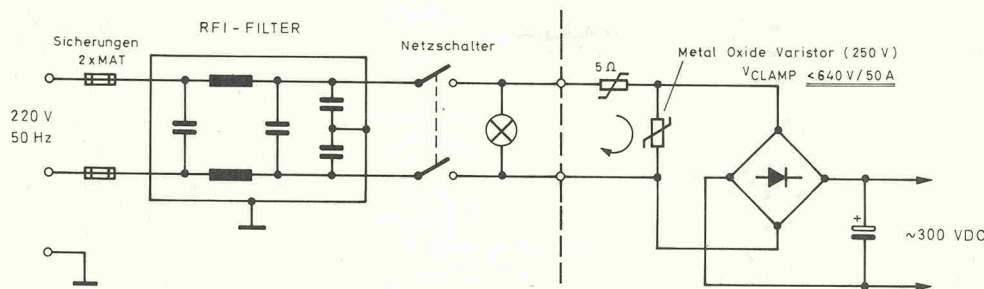
Nur der 700-V-Millisekundenimpuls tötete regelmäßig die Netzsicherungen des Gerätes. Eine Nachfrage beim finnischen



A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.



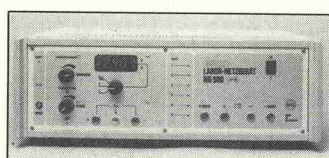
C

Hersteller brachte zutage: Kein Fehler, sondern Absicht. Um das Gerät vor Überspannungen zu schützen, wird bei Spannungen über 600 V ein Varistor nie-

derohmig und schließt damit den Impuls kurz (siehe Bild C). Das Ansprechen der Netzsicherungen ist die beabsichtigte Folgeerscheinung.

Leider lag zu diesem Gerät nur eine Presseinformation vor, so daß an dieser Stelle keine Beurteilung der Dokumentation erfolgen kann.

und den technischen Daten. Einen breiten Raum nimmt die ausführliche Beschreibung der IEEE-Schnittstellen-Programmierung ein. Zwei Basic Testprogramme für PC-IEEE-488-Karten (CEC und Ines) sind abgedruckt.



BEHA Uniwatt NG500

Der Spannungsbereich dieses Gerätes liegt zwischen 0...30 V, der Strombereich zwischen 10 mA und 10 A. Da bei einer Stromentnahme von 10 A bereits über den Verbindungsleitungen einige zehntel Volt abfallen können, verfügt auch dieses Gerät über eine Ausgleichsschaltung (Sensebetrieb), mit der dieser Spannungsverlust kompensiert werden kann.

Bei hoher Leistungsabgabe schaltet ein thermisch gesteuerter Lüfter ein, der einen ziemlich lauten Eindruck hinterließ.

Eine Digitalanzeige zeigt auf 4 1/2 Stellen genau den Wert der Ausgangsspannung oder den des Ausgangsstromes an. Es ist außerdem möglich, das Instrument zur Messung einer externen Spannung im Bereich ± 200 V zu verwenden.

Über das eingebaute IEEE-488-Interface ist das Netzgerät in automatische Prüf- und Laborsysteme integrierbar.

Rechnergesteuert können dem Gerät sowohl Strom- als auch Spannungswerte mit 12-Bit-Auflösung vorgegeben werden. Weiterhin lassen sich die Spannungswerte am Meßeingang (ebenfalls mit einer Auflösung von 12 Bit) auslesen und sechs potentialfreie Relaiskontakte (250 V/6 A, $1 \times \text{UM}$) schalten.

elrad 1989, Heft 9

Mit dieser Ausstattung an rechnergesteuerten Fernbedienungsfeatures sind kleinere Prüfautomatisierungen praktisch allein mit dem NG 500 realisierbar.

Bei der Messung des dynamischen Lastverhaltens bleibt das Gerät in Punkto Regelzeit etwas hinter der Konkurrenz zurück. Bild A zeigt die Reaktion auf einen 0,5 A-Lastsprung. Der gemessene Wert für die Ausregelzeit liegt bei 200 μs . Der Großteil der Kandidaten konnte bei dieser Messung Werte besser 50 μs aufweisen. Im Datenblatt ist die Ausregelungszeit für einen Lastsprung von 0 auf 100% mit 100 μs angegeben.

Bild B zeigt die Reaktion auf einen Lastsprung von 0,33 A auf 10 A. Da bei dieser Messung bereits die Stromregelung ein-

setzt und sich der im Datenblatt angegebene Wert auf Spannungsregelung bezieht, soll die Differenz zwischen gemessener und angegebener Regelzeit für diesen Fall außer Acht gelassen werden.

Auf die Netzstörungen reagiert das Gerät trotz eines eingebauten Netzfilters allergisch. Bild C zeigt, wie die Ausregelung der Burststörungen bei geringer Belastung ziemlich langsam und mit Schwingungen großer Amplituden ($+0,8 \dots -0,4$ V vom Sollwert) vonstatten geht. Höhere Belastungen (siehe Bild D) können zwar besser ausgeregelt werden, führen jedoch zu Regelschwingungen.

Gut ist jedoch die Reaktion auf den Millisekunden-Impuls.

Als Handbuch erhält man eine 22-seitigen A4-Heft mit ausführlicher Bedienungsanleitung

Erfi H28.402

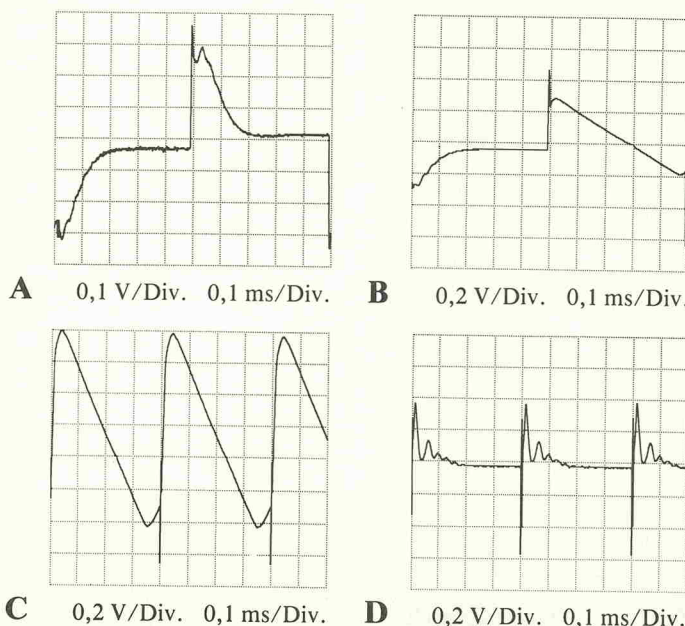
Das Labornetzgerät der Firma Ernst Fischer besteht aus drei separaten Netzgeräten. Ein Doppelnetzteil liefert zwei zwischen 0 und 30 V einstellbare Spannungen, deren Ausgangsstrom auf einen Wert zwischen 0 und 1 A begrenzt werden kann. Außerdem ist die bei Logikbausteinen häufig benötigte Festspannung von 5 V verfügbar, die bis 3 A belastbar ist.

Vorbildlich ist, daß man dieses Gerät mit fünf Anzeigeinstrumenten ausgestattet hat. Damit ist es möglich Strom und Spannung für die beiden einstellbaren Netzteile, sowie den Strom aus der Festspannungsquelle gleichzeitig im Auge zu behalten.

Besondere Betriebsarten ermöglicht dieses Gerät nicht. Ein Sensebetrieb ist bei diesen Leistungsdaten auch nicht unbedingt erforderlich. Die Netzgeräte lassen sich zwar ohne weiteres parallel oder in Serie schalten. Doch wer auf einen Master-Slave- oder Tracking-Betrieb Wert legt, der sucht ihn bei diesem Gerät vergebens.

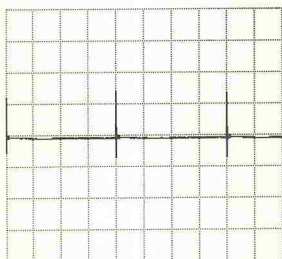
Das Netzgerät ist ein 19-Zoll-Einschub, der auch problemlos in eigene Racks oder Schaltschränke eingesetzt werden kann.

Die beiden einstellbaren Netzgeräte sind, bis auf die Anordnung der Kühlkörper, identisch ausgeführt und arbeiten als Längsregler. Wegen der geringen Leistungsabgabe konnte man gut auf die Vorregelung verzichten. Erfi war nicht geizig, den ICs hat man Sockel und den Verbindungsleitungen Steckverbinder spendiert.





A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

Das Protokoll der Messung des dynamischen Regelverhaltens zeigt Bild A. Hier ergaben sich

sehr gute Werte. Die Regelzeit liegt bei $30 \mu\text{s}$ und die Regelabweichung ist kleiner $30 \mu\text{V}$.

Bild B zeigt die Reaktion auf die Burst-Störungen, die der Qualität des Regelverhaltens in nichts nachsteht. Die Burstimpulse schlagen kaum auf die Ausgangsspannung durch und bewirken auch keine wilden Ausregelversuche der Elektronik.

Auch bei diesem Gerät zeigte der Millisekunden-Impuls überhaupt keine Wirkungen am Ausgang, so daß eine Darstellung des Meßergebnisses nicht erforderlich ist.

Die etwas dürftige Bedienungsanleitung besteht aus drei A4-Seiten Text und einer Seite mit technischen Daten. Wie uns mitgeteilt wurde schwitzt man im Hause Fischer allerdings über einer neuen Dokumentation.

Eindruck, davon zeugt bereits das Eigengewicht von 52 kg. Die einzelnen Funktionseinheiten sind als Steckkarten ausgeführt und in stabilen 19-Zoll-Rahmen untergebracht. So läßt sich im Servicefall alles einfach auswechseln. Doch gemäß den Gesetzen Murphys mußte im Test genau die eine Sicherung durchbrennen, für deren Auswechslung zunächst der Lüfter und die Luftleitbleche demonstrieren werden mußten. Die etwa 20 restlichen Sicherungen sind dagegen relativ einfach zugänglich und deuten darauf hin, daß die Elektronik im Fehlerfall gut geschützt ist. Bild A zeigt das dynamische Lastverhalten für kleine Laständerungen ($\Delta I = 0,5 \text{ A}$). Die Ausregelung der durch den Lastsprung hervorgerufenen Spannungsänderung geschieht relativ rasch. Die Abweichung zwischen der eingestellten und der ausgeglichenen Spannung ist hier jedoch etwas größer als beim Großteil der Konkurrenten. In Bild B ist zu sehen, wie die Regelelektronik auf die Burst-Impulse reagiert. Die Störungen machen sich nur unwesentlich an den Ausgangsklemmen bemerkbar und können schnell wieder ausgeglichen werden. Bild C zeigt das Verhalten der Ausgangsspannung, nachdem ein 700 V-Millisekunden-Impuls auf das Netz gegeben wurde. Hier ist keine Reaktion des Reglers zu erkennen. Das Bild zeigt nur die Brummspannung bei 90 % des Nennstroms. Der Brumm ist hier zwar relativ hoch, man

muß jedoch berücksichtigen, daß das Gerät bei dieser Belastung einen wesentlich höheren Ausgangsstrom liefert, als die übrigen Testkandidaten. Im Handbuch ist für die maximale Brummspannung ein Wert von $10 \text{ mV}_{\text{SS}}$ spezifiziert, was auch mit den Messungen übereinstimmt.

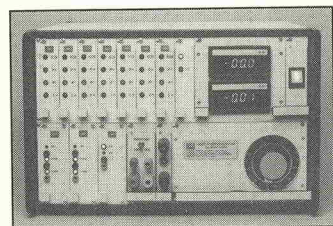
Die mitgelieferte Dokumentation besteht aus nur 3 Textseiten, von denen eine — nicht sehr ausführlich — die technischen Daten wiedergibt. Die letzte Seite zeigt die Vorderansicht des Gerätes mit den Bedienelementen und die Verdrahtung für den Sense-Betrieb.



Elba LAB/D

Dieses Gerät beinhaltet zwei Labornetzeile, die jeweils einstellbare Gleichspannungen zwischen 0 und 30 V und Ströme von 0...2 A liefern können. Die galvanische Trennung ermöglicht es, die beiden Netzteile beliebig parallel oder in Serie zu schalten, eine spezielle Bedienerunterstützung für diese Betriebsarten ist nicht vorgesehen.

Jedes Netzteil verfügt über ein eigenes Digital-Meßinstrument, mit dem entweder die Ausgangsspannung, der Ausgangsstrom oder eine externe Spannung gemessen werden kann. Die Einstellung der Spannung ist, separat für jedes Netzteil, direkt am Gerät mit Potentiometern oder ferngesteuert über einen Gleichspannungseingang möglich. Durch das Anlegen einer Spannung im Bereich 0...10 V an den Fernbedienungseingang des jeweiligen Netzgerät-Zweiges, kann jede beliebige Ausgangsspannung zwischen 0 V und dem Maximalwert eingestellt werden. Gerade die Möglichkeit der Fernsteuerung wurde unserem Testgerät zum Verhängnis. Die Impulse aus dem Burstgenerator brachten die μP -Baugruppe so

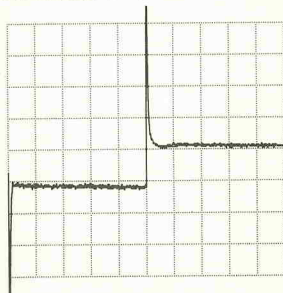


Block WGNT 4/650

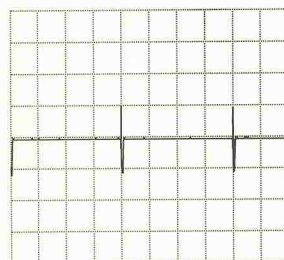
Bereits durch seine Abmessungen ist das Gerät der Firma Block unschwer als der kräftigste Mitstreiter im Test zu erkennen. Gleichspannungen von 0...30 V bei Strömen bis zu 20 A oder Wechselspannungen von 0...22 V bei 35 A bereiten ihm keine Probleme. Die aktuellen Strom- und Spannungswerte lassen sich von den 3 1/2-stelligen Digitalanzeigen getrennt ablesen. Des weiteren stellt dieses Gerät die am häufigsten benötigten Festspannungen $5 \text{ V}/2 \text{ A}$, $\pm 12 \text{ V}/1 \text{ A}$ und $\pm 15 \text{ V}/0,8 \text{ A}$ zur Verfügung.

Sieben parallel geschaltete Leistungsmodule erzeugen in Zusammenarbeit die regelbare Gleichspannung. Jedes dieser Module ist mit 3 A belastbar. Wird der Ausgangsstrom eines Moduls überschritten, erfolgt eine Strombegrenzung entsprechend einer Fold-Back-Charakteristik. Will man das Herunterregeln der Spannung vor der 21-A-Grenze erreichen, kann man höchstens einzelne Module herausziehen, denn eine Begrenzung des Ausgangsstroms über ein Potentiometer ist bei diesem Gerät nicht vorgesehen. Legt man bei der Entnahme hoher Ströme auf eine hochkonstante Spannung über dem Verbraucher wert, so ist es sinnvoll, den Spannungsabfall auf den Versorgungsleitungen zu berücksichtigen. Daher ermöglicht dieses Netzteil diese Verluste im Sensebetrieb auszugleichen. Wird dieser Modus über einen Schalter aktiviert und die am Verbraucher anliegende Spannung über zwei Fühlerleitungen an das Gerät gelegt, gleicht die Elektronik den Spannungsabfall über den Verbindungsleitungen aus.

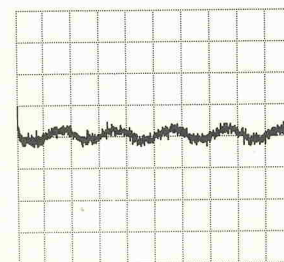
Der mechanische Aufbau des Gerätes macht einen sehr soliden



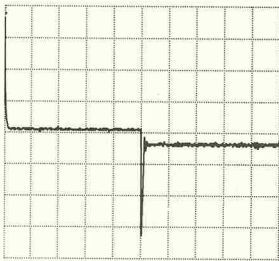
A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



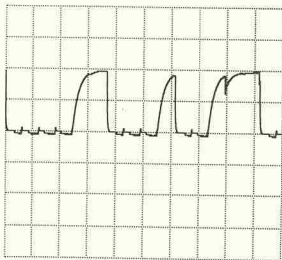
B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.



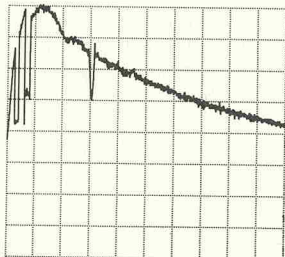
C 0,2 V/Div. 10 ms/Div.



A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 10 V/Div. 0,5 ms/Div.



C 0,2 V/Div. 10 ms/Div.

durcheinander, daß dieses Gerät zufällig zwischen normalem und ferngesteuertem Betrieb hin- und herschaltete. Da während des Tests an den Fernsteuer-Eingängen keine Spannung anlag, hatte dies nur zur Folge, daß die Ausgangsspannung willkürlich ein- und ausgeschaltet wurde. Diese Reaktion des Gerätes ist in Bild B zu sehen.

Der Blick in das Gerät brachte zu Tage, daß es über kein Netzfilter verfügt. Bei einem erneuten Test mit vorgeschaltetem externen Filter trat der Fehler nicht mehr auf.

Die Anfrage bei der Herstellerfirma erbrachte, daß ein Netzfilter als Option für dieses Gerät lieferbar ist. Das uns zugesagte Exemplar ist leider bis zum Redaktionsschluß nicht eingetroffen.

Der fehlende Hinweis im Gesamtkatalog auf optionelle Ausrüstung der Labornetzgeräte mit Eingangsfiltern wird bei der nächsten Drucklegung aufgenommen.

Wie uns weiter mitgeteilt wurde, haben entsprechende Tests elrad 1989, Heft 9

im Hause elba — auch ohne Filter — keine Fehlfunktion wie oben beschrieben gezeigt.

Doch nicht nur mit dem Burst-Impuls hatte das Gerät größere Probleme als seine Kontrahenten. Auch auf den 700 V-ms-Impuls (siehe Bild C) reagierte das Gerät mit einem Anstieg der Ausgangsspannung um 0,8 V der erst nach circa 100 ms wieder abgeklungen war.

Immerhin zeigte das Netzgerät bei normaler Eingangsspannung ein dynamisches Regelverhalten, wie man es von einem Gerät dieser Klasse erwartet. Das Meßprotokoll für den 0,5 A Lastsprung zeigt Bild A.

Bei der Bedienung fiel auf, daß es das einzige Gerät im Test war, bei dem der Netzschalter auf der Rückwand angebracht war, wodurch das Ein- und Ausschalten stets mit einer Verbeugung vor dem Gerät verbunden war.

Die Verarbeitungsqualität läßt nichts zu wünschen übrig.

Die Regelelektronik des LAB/D arbeitet mit einer Thyristor-Vorstabilisierung.



FuG NTN-35-35

Das NTN-35 liefert Ausgangsspannungen zwischen 0 und 35 V. Der Ausgangsstrom kann auf Werte zwischen 0 und 1 A begrenzt werden. Auch hier sind Fühleranschlüsse für den Sense-Betrieb vorhanden, was bei Geräten mit diesen Leistungsdaten nicht unbedingt selbstverständlich ist. Die Regelelektronik arbeitet mit einer thyristorgesteuerten Quelle als Vorstufe und einem nachgeschalteten Transistorregler. Vom Anzeigeinstrument kann wahlweise die Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom mit einer Genauigkeit von 3 1/2 Stellen abgelesen werden.

Als Option ist eine analoge Fernsteuereinheit erhältlich, wie sie bereits beim Gerät der

Um die Verlustwärme zu minimieren, wird in modernen Netzgeräten eine Thyristor-Stufe vor den Längsregler gesetzt. Diese thyristorgesteuerte Quelle liefert eine Spannung, die stets um einen konstanten Betrag über der geforderten Ausgangsspannung liegt. Der nachfolgende Längsregler hat dann nur noch die Differenz zu bewältigen, die benötigt wird, um die Restwelligkeit auszuregeln.

Auch das ELBA-Handbuch besteht aus einem DIN A4-Heft, der 15 Seiten beinhaltet. Eine Seite Bedienungsanleitung und eine Seite Skizze der Vorderansicht mit den Bedienelementen, der Rest zeigt die Schaltpläne und die Stückliste des Gerätes. Zu empfehlen ist es, sich den Gesamtkatalog der Firma Elba mitzubestellen. Hier findet man ein sehr gutes Kapitel zu den Grundlagen von Netzgeräten und der Bestimmung von Gerätedaten. Auch die technischen Daten des Netzgerätes sind in der Bedienungsanleitung nicht angegeben, sondern nur im Katalog zu finden.

Firma Elba beschrieben ist. Nur erlaubt diese zusätzlich zur Ausgangsspannung auch den Ausgangsstrom über eine externe Spannungsquelle einzustellen. Auch das Ein- und Ausschalten des Gerätes kann über diese Einrichtung erfolgen.

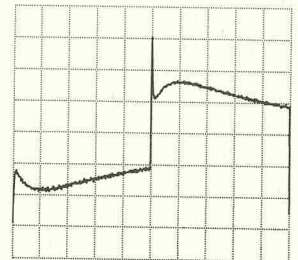
Im Inneren des Gehäuses sieht es sehr ordentlich aus. Besonders mit der Verdrahtung hat man sich Mühe gegeben und sie in Spiralbindern verlegt. Sämtliche ICs sind gesockelt, die Platinen in Führungen montiert. Ein Netzfilter ist vorhanden. Alles Indizien für eine hohe Verarbeitungsqualität.

Bild A zeigt das dynamische Regelverhalten für einen Lastsprung von 0,5 A. Hier sieht es so aus, daß die 0,5 ms zwischen den Lastwechseln zur Ausregulierung nicht ausreichen, so daß eine relativ hohe Regelabweichung bleibt. Ein Blick auf die technischen Daten zeigt, daß die Ausregelzeit eigentlich kleiner 50 μ s sein sollte.

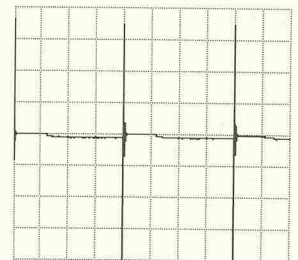
Aus Bild B geht hervor, daß die Burstimpulse relativ stark durchschlagen. Sie werden aber sehr schnell wieder ausgeglichen und wirken sich danach kaum

noch auf den eingestellten Spannungswert aus.

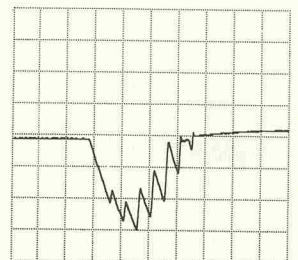
Die Elektronik reagiert jedoch auf den 700 V-ms-Impuls mit einem Ansprechen des Reglers. Das Meßprotokoll in Bild C zeigt, wie die Ausgangsspannung nach Auftreten des Impulses für circa 70 ms zusammenbricht.



A 50 mV/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

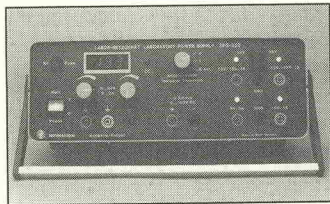


C 0,2 V/Div. 20 ms/Div.

Auch die Firma F.u.G. liefert das zugehörige Handbuch in Form eines A4-Hefters, der sich folgendermaßen zusammensetzt: Zwei Seiten Allgemeines, drei Seiten Inbetriebnahme und Bedienung, eine Seite technische Daten, drei Seiten Aufbau und Wirkungsweise des Gerätes und zwei Doppelseiten mit Schaltungsunterlagen.

Monacor DPS-323

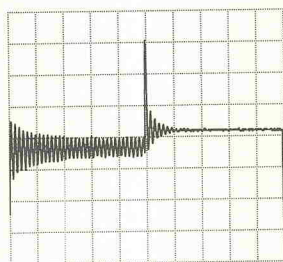
Unter dieser Bezeichnung bietet die Firma Intermercador ein Labornetzgerät mit einem Spannungsbereich von 0... 32 V und 0... 3 A an. Von der eingebauten dreistelligen Digitalanzeige kann entweder der



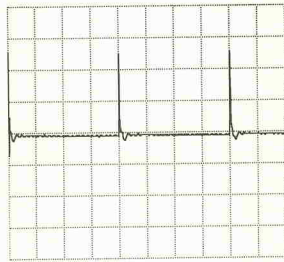
abgegebene Strom oder die Ausgangsspannung abgelesen werden. Außerdem ermöglicht das Instrument, den Wert einer extern anliegenden Spannung im Bereich von 0...99,9 V zu bestimmen.

Besonderheiten an diesem Gerät sind die zahlreichen Festspannungsquellen, welche die am häufigsten benötigten Bereiche voll abdecken. Die erste Quelle ist zwischen ± 12 V und ± 15 V umschaltbar und kann mit 1 A belastet werden. Weiter steht eine Spannung von ± 5 V zur Verfügung, wobei die +5-V-Quelle 3 A und die -5-V-Quelle 1 A liefert. Die Verarbeitungsqualität wies keine negativen Merkmale auf.

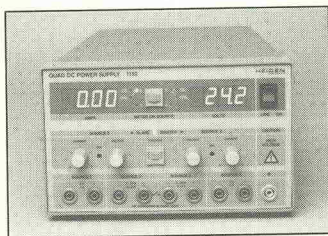
Die Spannung über dem Transistor-Längsregler wird von einer Thyristor-Vorstufe an die



A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.



Heiden Quad 1110

Zwei Quellen liefern eine Ausgangsspannung zwischen 0 und 32 V deren Strom auf Werte zwischen 0 und 2 A begrenzt werden kann. An den beiden anderen Klemmenpaaren liegt je eine Festspannung von 5 V, die bis 3 A belastbar ist.

Auf zwei Digitalinstrumenten

gewünschte Ausgangsspannung angepaßt.

Bei der Messung des dynamischen Regelverhaltens neigte das Gerät teilweise zu Regelschwingungen, das Meßprotokoll ist in Bild A wiedergegeben. Bei größere Laständerungen waren diese Schwingungen aber nur noch sehr gering.

Ein Sprecher der Vertriebsfirma Intermercador führte das Reglerverhalten auf Unzulänglichkeiten beim Handabgleich zurück, und versicherte, daß alle ab Juli 1989 ausgelieferten Netzgeräte einen rechnergestützten Meß- und Abgleichplatz durchlaufen. Das Problem wäre somit vom Tisch.

Wie aus Bild B hervorgeht, machten die Netzstörungen der Regel-Elektronik nicht sonderlich zu schaffen. Das Anlegen des Millisekunden-Impulses wirkte sich nicht auf die Ausgangsspannung aus.

Das achtzehnstufige Handbuch gibt die Schalt- und Bestückungspläne sowie die Stücklisten des DPS-323 wieder, ist also eine Dokumentation wie man sie sich wünscht.

sind für jeweils ein Netzgerät gleichzeitig die Werte für Strom und Spannung 3 1/2-stellig abzulesen. Durch Betätigung eines Tasters wird die Anzeige von einer Quelle zur nächsten weitergeschaltet.

Zum Schutz der angeschlossenen Schaltung läßt sich die maximale Ausgangsspannung mit einem Trimpotentiometer auf einen Höchstwert begrenzen. Wird dieser Höchstwert erreicht, signalisiert dies eine LED mit der Aufschrift OVL (Over Voltage Limit).

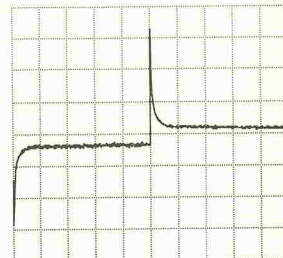
Die Ausgänge lassen sich in den Tracking-Betrieb schalten, wenn man eine symmetrische Ausgangsspannung mit gemeinsamem Massepunkt wünscht. Dabei übernimmt die

Quelle Drei die Rolle des Masters an dem sich der Wert einstellen läßt, dem die Quelle Zwei als Slave folgen muß. Die Einstellung der Strombegrenzung erfolgt für jeden Zweig getrennt.

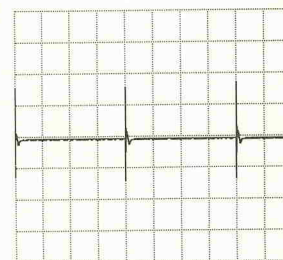
Anstatt der sonst üblichen Thyristor-Vorstufe wird hier ein anderes Verfahren zur Minimierung der Verlustleistung eingesetzt. Anzapfungen des Transformators werden mit einem Relais umgeschaltet und auf diese Weise die Spannungswerte über dem Regler an die geforderte Ausgangsspannung angepaßt. Die Wärme, die trotz dieses Aufwands noch entsteht, entsorgt ein temperaturgesteuerter Lüfter. Auch bei diesem Gerät gibt die Verarbeitungsqualität keinen Anlaß zu Kritik.

Bild A zeigt wieder das dynamische Regelverhalten für einen Lastsprung von 0,5 A. Im Vergleich zu einigen anderen Kandidaten fällt hier die Spitze zwar nicht ganz so schnell auf den eingestellten Wert zurück, doch liegt die Ausregelzeit mit etwa 50 μ s noch in einem Bereich, den man mit gut bezeichnen kann. Auch die Regelabweichung liegt in dem bei einem professionellen Gerät üblichen Rahmen.

Wie in Bild B ersichtlich, bewirkt der Burst kein ungewöhnliches Verhalten der Regelschaltung.



A 0,1 V/Div. 0,1 ms/Div.



B 0,2 V/Div. 0,1 ms/Div.

Der Millisekunden-Impuls zeigt keine Auswirkungen auf die Ausgangsspannung, auf die Darstellung wurde daher verzichtet.

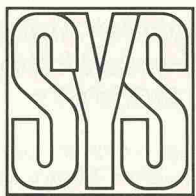
Die Bedienungsanleitung gehört zu den wenigen, die als wirklich gelungen bezeichnet werden können. Die Bedienung des Gerätes wird sehr ausführlich erläutert. Kapitel drei hat das Thema Wartung und Reparatur. Man findet dort Hinweise, die kompletten Schaltunterlagen und eine Stückliste in der für jedes Bauteil die Bezugsquelle angegeben wird.

Type	Anbieter	Spannung	Strom	Anzeige	Sense	Besonderheiten	Preis
Block WGNT 4/650	Block GmbH 2810 Verden	0...30 V 0...20 V ~ 5 V ± 12 V ± 15 V	20 A 35 A 2 A 1 A 0,8 A	U und I 3 1/2 Stellen	ja		ca. 6000,— + MwSt.
BEHA NG 500	CH. BEHA 7804 Glottertal	0...30 V 0...30	10 mA...10 A	U und I 4 1/2 Stellen	ja	IEEE-488	—
Eurotest LAB/D	ELBA-Modul GmbH 6839 Oberhausen	2 x 0...20 V	0...2 A	2 x U oder I 3 1/2 Stellen	nein	Analogsteuer-eingang	—
fug NTN 35-35	F.u.G. Elektronik GmbH 8200 Rosenheim	0...35 V	0...1 A	U oder I 3 1/2 Stellen	ja	Analogsteuer-eingangs	1830,— + MwSt.
Erfi H.28.402	Ernst Fischer GmbH 7290 Rosenheim	2 x 0...30 V 5 V	0...1 A 3 A	2 x U und I 1 für 5 V	nein	19"-Einschub	2266,— + MwSt.
Gossen LSP-Konstanter	Gossen GmbH 8250 Erlangen	2 x 0...25 V 0...7 V	0...1 A 0...5 A	3 x U oder I 3 Stellen	nein	Tracking, Analog-steuereingang	—
Heinzeinger LNG 32-6	Heinzeinger electronic GmbH 8200 Rosenheim	0...32 V	0...6 A	U und I 3 Stellen	nein	Analogsteuer-eingang	—
Heiden Quad DC Power Supply 1110	Heiden Vertriebs GmbH 8033 Martinsried	2 x 0...32 V 2 x 5 V	0...2 A 3 A	U und I für je eine Quelle	nein	Tracking OVL	—
Monacor DPS-323	Inter-Mercador GmbH 2800 Bremen	0...32 V ± 12 / ± 15 V 5 V —5 V	0...3 A 1 A 5 A 1 A	U oder I 3 Stellen	nein	Spannungs-melleingang	ca. 1500,—
IL-Power LPS 301	Powerhouse electronic Vertriebs GmbH 8000 München 1	0...60 V	0...5 A	U und I 3 1/2 Stellen	nein	Primär getaktet OVL	2050,— + MwSt.
Schroff 3032 D	Schroff GmbH 7541 Straubenhardt	2 x 0...30 V	0...2 A	2 x U oder I 4 Stellen	nein	Tracking	—
Toellner TOR735	Toellner GmbH 5804 Herdecke	2 x 0...30 V 0...7 V ± 12 V	0...2 A 0...5 A 0,5 A	3 x U oder I 3 1/2 Stellen	nein	Tracking	—
Thandar TS30235	nbn Elektronik GmbH 8036 Herrsching	2 x 0...30 V 4...6 V	0...2 A 4 A	2 x U und I U oder I 3 1/2 Stellen	ja	Tracking	—

Ringkerntransformatoren			Mos-Fet	HITACHI	19"-Gehäuse	Elkos	NKO	Lüfter
Leistung	Spannungen 2x... Volt	Preis						
120 VA	12/15/20/24/30/36 Volt	52,40 DM	2 SJ 49	10,50 DM	1HE 250 mm	54,60 DM	10.000µF 70/80V 16,50	220 Volt:
170 VA	12/15/20/24/30/36 Volt	57,90 DM	2 SJ 50	10,50 DM	2HE 250 mm	61,60 DM	10.000µF 80/90V 17,00	80x80x25 21,70
250 VA	18/24/30/36/45 Volt	66,90 DM	2 SK 134	10,50 DM	2HE 360 mm	68,60 DM	12.500µF 70/80V 17,50	80x80x38 23,70
340 VA	18/24/30/36 Volt	74,80 DM	2 SK 135	10,50 DM	3HE 250 mm	68,60 DM	12.500µF 80/90V 18,00	92x92x25 22,70
500 VA	30/36/42/48/54 Volt	99,80 DM	Andere Typen auf Anfrage		3HE 360 mm	77,00 DM	VAVO Elkos Typ: ECO	120x120 24,50
700 VA	30/36/42/48/54/60 Volt	125,70 DM			Lieferbar: 1 HE bis 6 HE		1000µF 100 Volt 14,70	12 Volt:
1100 VA	32/38/50/60 Volt	174,50 DM			250 u. 360 mm Tiefe.		2200µF 100 Volt 21,20	60x60x25 27,70
Andere RK-Typen, Print- und Netztrafos bitte anfragen.			Sonderliste 2/89 für elektr. Bauteile		kostenlos anfordern		4700µF 100 Volt 31,80	80x80x25 29,70
					Tel. 06321/30088		10000µF 100 Volt 56,90	Gitter auf Anfrage

BENKLER Elektronik-Versand · Winzingerstr. 31—33 · 6730 Neustadt/Wstr. · Tel. 06321/30088 · Fax 06321/30089 · Btx 06321/30089

Besuchen Sie uns:

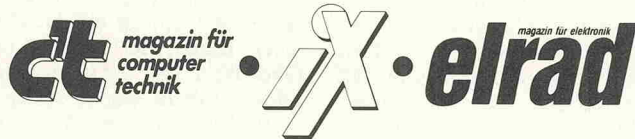


SYSTEMS 89

München

16.—20. Oktober

Halle 21, Stand B14/C13



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.: 02304/45180
Ruf: 02304/44373, Tlx 8227629 as d

Selbstbauboxen · Video-Möbel

HADOS CD-Lagerhüllen auch für zuhause
D-7520 BRUCHSAL · Tel. 072 51/7 23-0

Video-Kassetten-Lagerung in der Wohnung ● Komplette Video-Einrichtungen ● Compact-Disc-Präsentation und -Lagerung

Besuchen Sie uns: IFA, Berlin vom 25. 08. — 03. 09. 89 Halle 8.2/Stand 14
HIT '89, A-Wien vom 29. 08. — 10. 09. 89 Halle 19/Stand 1920
Bibliotheca, Dortmund vom 30. 08. — 01. 09. 89 Halle 5 /Stand 5006
Platen-Daagse, NL-Haarlem vom 17. 09. — 19. 09. 89 Stand 20

plus ELECTRONIC GmbH 2 KATALOGE KOSTENLOS

anfordern: Preiswerte Elektronik, Bauteile, Sonderpostenblatt

- Aktive und Passive Bauteile ● Bausätze ● Sortimente ● Werkzeuge
- Lautsprecher ● Telefone ● Auto- und Musikelektronik ● Antennen ●
- Computer - Zubehör ●

plus - elektronik GmbH Ernst-Grote-Str.26 Postfach 100107
3004 Isernhagen 1 (Awb) · Tel. (0511) 61897 · Fax (0511) 614864

Wir haben sie . . . die gesuchten DRAM, SRAM, EPROM, Mikroprozessoren.

Fragen Sie an bei: **H. Skirde** Unternehmensberatung für Materialwirtschaft

Mainstraße 33, D-6050 Offenbach, Telefon 069/88 45 76-7, Btx: 069/82 19 55, Fax: 069/81 84 65

Spitzentechnologie für 1.945,— + MwSt.



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

Digitalmultimeter 5000

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

PREMA

Leistungs-MOSFETs

Die BUZ-Kolonne: Eigenschaften und Praxistips

Jürgen Beckmann

Als im Herbst 1976 die Firma Siliconix den ersten, später im Handel erhältlichen Leistungs-MOSFET vorstellte, kam der Markt auf diesem Gebiet sehr schnell in Bewegung. Den Hauptanteil an der Entwicklung der Leistungs-MOSFETs leisteten amerikanische und europäische Firmen; so entwickelte beispielsweise International Rectifier den HEXFET, Siliconix den V-MOS und Siemens den SIPMOS mit der einprägsamen BUZ-Bezeichnung. Die Mitglieder der BUZ-Reihe sind übrigens baugleich mit den Valvo-Typen.

Während die Leistungs-MOSFETs der ersten Generation noch mit einigen Nachteilen behaftet waren, z.B. eine geringe maximale Sperrspannung sowie einen relativ hohen Durchlaßwiderstand $R_{ds(on)}$ aufwiesen, zeichnen sich die neueren Entwicklungen — und zu ihnen zählen auch die SIPMOS-Transistoren — besonders im Schaltbetrieb durch hervorragende Eigenschaften aus.

Da nun auch die anfänglich recht hohen Preise dieser Transistoren gesunken sind, werden sie nicht nur für die Industrie, sondern mehr und mehr auch für den Amateur interessant. Besonders in Netzgeräten, Motorsteuerungen, Spannungswandlern, Schaltnetzteilen und Leistungsinvertern lösen sie im Leistungsbereich bis 1 kW nach und nach bipolare Transistoren ab.

Die SIPMOS-Transistoren eröffnen eine neue Dimension der Schaltungstechnik. Diese Transistoren ermöglichen ein schnelles Schalten hoher Leistungen bei kleinen Steuerleistungen.

Der SIPMOS-Transistor ist mindestens um den Faktor 10 schneller als der herkömmliche bipolare Transistor und besitzt keine Speicherzeit. Somit müssen beim Schalten keine Ladungsträger aus der Raumladungszone ausgeräumt werden,

was beim bipolaren Transistor etwa 1...5 μ s dauert und eine aufwendige und somit verlustreiche Ansteuerschaltung erfordert. Durch die hohe Schaltgeschwindigkeit fallen die Leistungsübertrager in Schaltnetzteilen sowie die entsprechenden Siebelemente kleiner aus, so daß bei gleicher Leistung eine erhebliche Platzeinsparung erreicht wird.

Weil aber die Steuerleistung — besonders im kleineren Leistungsbereich — erheblichen Einfluß auf den Wirkungsgrad hat, verbessert sich der Wirkungsgrad schon durch die Leistungseinsparung bei der Ansteuerschaltung erheblich. So läßt sich beispielsweise bei einem 60-Watt-Wandler durch Herabsetzen der Ansteuerleistung um 5 W der Wirkungsgrad um 5% erhöhen.

Aber auch mögliche Schutzschaltungen fallen für einen Leistungs-MOSFET kleiner aus, da kein Durchbruch zweiter Art auftreten kann und zudem wegen des positiven Temperaturgangs ein Schutz gegen thermische Instabilitäten besteht.

Aufgrund der Spannungssteuerung eines MOSFETs sind für die Ansteuerung nur kapazitive Ladeströme und keine Ruhestrome aufzubringen. Damit hängt die Ansteuerleistung nicht von der zu schaltenden Leistung ab, und die Steuerung kann für eine 10-W-Stufe ebenso ausgelegt werden wie für eine 500-W-Stufe. Ein MOSFET läßt sich allerdings nicht leistungslos steuern; die kapazitiven Ladeströme können recht hoch sein, wie das folgende Beispiel zeigt: Steigt in Bild 1 die Gatespannung U_g von 0 V auf 12 V, so schaltet der Transistor durch, und die Spannung am Drain-Anschluß sinkt auf etwa 0 V ab. Die konstruktionsbedingten Kondensatoren C_{gs} und C_{gd} bilden die Eingangskapazität eines MOSFETs. Unter der realistischen

Annahme von $C_{gs} = 600$ pF und $C_{gd} = 100$ pF ergibt sich die Ladungsänderung der beiden Kondensatoren zu:

$$Q = 600 \text{ pF} \cdot 12 \text{ V} + 100 \text{ pF} \cdot 200 \text{ V} = 27,2 \text{ nC}$$

Soll das Potential am Gate in 100 ns ansteigen, ist dafür ein Strom von

$$I = Q/t = 27,2 \text{ nC} / 100 \text{ ns} = 272 \text{ mA}$$

notwendig.

Größenordnungsmäßig gleicht der Steuerstrom dem eines bipolaren Transistors, jedoch fließt der Strom in diesem Fall nur für eine Zeit von 100 ns, beim Bipolartransistor hingegen während der gesamten Einschaltdauer. Ein weiterer Vorteil ist die Tatsache, daß sich der Ausgangswiderstand der Ansteuerschaltung mit dem Widerstand R_1 heraufsetzen läßt, so daß letztlich die Schaltgeschwindigkeit mit diesem einfachen Bauelement einstellbar wird. Um einen MOSFET korrekt anzusteuern, sind somit möglichst niederohmige Treiberschaltungen nötig. Dazu später mehr.

Grundsätzlich existieren zwei Typen: der N-Kanal- und der P-Kanal-MOSFET. Das Schaltzeichen des N- bzw. P-Kanal-Typs zeigt Bild 2. Man bezeichnet die Anschlüsse nicht wie beim bipolaren Transistor mit Basis, Emmitter und Kollektor,

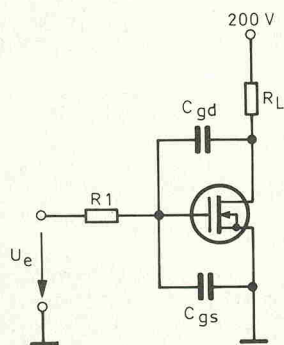


Bild 1. Schaltungsbeispiel zur Bestimmung der Gate-Ladeströme.

sondern man spricht von Gate, Source und Drain. Ein P-Kanal-MOSFET weist bei gleicher Chipfläche einen um mindestens Faktor 2 höheren Durchlaßwiderstand ($R_{ds(on)}$) auf und hat deswegen in der Leistungselektronik eine geringere Bedeutung als der N-Kanal-MOSFET. Aus diesem Grund wird im folgenden nur der N-Kanal-Typ beschrieben.

Prinzipieller Aufbau und Ersatzschaltbild eines MOSFETs

Wie schon erwähnt, wurden von zahlreichen Firmen unterschiedliche MOSFET-Typen entwickelt, die sich natürlich auch im Aufbau unterscheiden.

Das Grundprinzip eines MOSFETs wird in Bild 3 gezeigt. Die Stromführung zwischen Drain und Source erfolgt über einen Kanal, der sich an der Oberfläche des P-Gebiets ausbildet, sobald durch Anlegen einer Spannung am Gate eine entsprechende Feldstärke entsteht. Eine sehr dünne, isolierende Schicht trennt das P-Gebiet von der metallischen Gate-Elektrode. Diese Schicht ist so dünn, daß eine am Gate anlie-

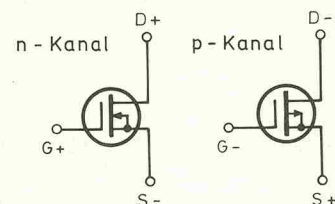


Bild 2. Schaltzeichen eines N- bzw. P-Kanal-MOSFETs.

gende Spannung einen 'Feldefekt' auf den Halbleiter bewirken kann, so daß mit der Gatespannung die Kanalbreite und dadurch die Stromstärke zwischen Drain und Source bestimmt wird.

Für große Stromstärken soll der Kanal bei der maximal zulässigen Gate-Source-Spannung einen möglichst geringen Widerstand $R_{ds(on)}$ aufweisen. Um dies zu erreichen, muß der Kanal möglichst kurz und sehr breit sein. Darüber hinaus muß für eine gute Ableitung der im Draingebiet entstehenden Verlustwärme gesorgt werden.

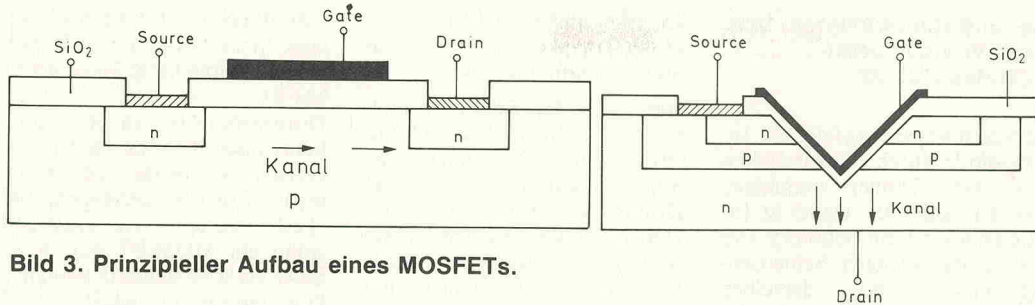


Bild 3. Prinzipieller Aufbau eines MOSFETs.

Hier wurden von den Herstellern verschiedene Wege eingeschlagen. Zuerst kam die sogenannte V-MOS-Technologie auf; ein vereinfachter Transistor-Querschnitt ist in Bild 4 dargestellt. Durch den V-förmigen Einschnitt und durch die vertikale Orientierung des Kanals werden — im Gegensatz zu Bild 3 — eine hohe Kanalbreite und somit ein geringer Durchlaßwiderstand erreicht. Ferner kann der Drain-Anschluß auf eine großflächige Kupferplatte angebracht werden, was eine gute Wärmeabfuhr zur Folge hat.

Eine weitere Variante von Leistungs-MOSFETs bildet der SIPMOS-Transistor. Bei ihm wird durch Parallelschaltung von mehreren tausend MOS-Elementen die nötige Kanalbreite bzw. Strombelastbarkeit erreicht. Eine vereinfachte Darstellung zweier Transistorelemente dieses Typs zeigt Bild 5. Auch hier handelt es sich um eine vertikale Orientierung des Kanals. Als Träger dient ein n^+ -Substrat; darunter befindet sich die Metallschicht für den Drain-Anschluß, so daß auch hier eine gute Wärmeabfuhr möglich ist. Oberhalb des n^+ -Substrats liegt eine n^- -Epitaxialschicht, die je nach Sperrspannung verschieden dick und entsprechend dotiert ist. Von dieser Schicht isoliert schließt

sich das Gate an, welches die Chipoberfläche in Form eines Gitters überzieht. Darüber liegt — durch Siliziumoxid isoliert — die Aluminiumschicht der Source-Elektrode. Die einzelnen Source-Zellen werden durch Löcher im Gate-Gitter kontaktiert, so daß jede Source-Zelle einen funktionsfähigen Transistor darstellt. Durch die anschließende Source-Metallisierung werden diese einzelnen Transistoren zu einer Einheit parallelgeschaltet.

Eine weitere wichtige Variante ist der HEXFET von International Rectifier (Baureihe IRF). Ähnlich wie beim SIPMOS arbeitet auch der HEXFET mit einer Vielzahl von Einzeltransistoren, die durch Metallisierung miteinander verbunden sind.

Das für alle Typen weitgehend identische Ersatzschaltbild eines Leistungs-MOSFETs zeigt Bild 6. Es besteht im wesentlichen aus dem idealen Transistor, der Inversdiode, den Zuleitungswiderständen sowie aus den Kapazitäten, die durch die Zuleitungen gebildet werden.

Bei Niederspannungstransistoren mit $U_{ds} \leq 100$ V ist bezüglich des Widerstands R_{dson} der Kanalwiderstand R_k von Bedeutung, während bei Hochspannungstransistoren der Widerstand der Epitaxieschicht R_d stärkeren Einfluß auf den

Durchlaßwiderstand nimmt. Ferner nimmt der Durchlaßwiderstand mit ansteigenden Sperrspannungen bis zu einigen Ohm zu, während Typen mit geringer Sperrspannung (50...100 V) sehr kleine R_{dson} -Werte aufweisen, beispielsweise $0,028 \Omega$ beim PRFZ 40 (Valvo). Dabei ist der Durchlaßwiderstand von zwei in Reihe geschalteten 500-V-Typen stets kleiner als der eines 1000-V-Typs. Diese Tatsache kann für einige Anwendungsfälle von Bedeutung sein.

Zu beachten ist die Temperaturabhängigkeit des Einschaltwiderstands R_{dson} . In Bild 7 ist sie grafisch für den BUZ 74 dargestellt. Durch den positiven Temperaturkoeffizienten können mehrere MOSFETs ohne schaltungstechnischen Mehraufwand parallel geschaltet werden. Die Ströme in der Drain-Source-Strecke gleichen sich selbst einander an, ein thermisches Ungleichgewicht wird somit vermieden. Die parallelgeschalteten Transistoren dürfen allerdings nicht auf einen gemeinsamen Kühlkörper montiert werden, da dieser allen Transistoren die gleiche Temperatur aufzwingt, so daß der Ausgleichseffekt zunichte gemacht wird. Auch ist beim Leistungs-MOSFET immer darauf zu achten, daß die maximal zulässige Verlustleistung

Bild 4. Querschnitt eines V-MOS-Transistors.

nicht überschritten wird. Gute Kühlung ist also auch bei diesem Bauelement in jedem Fall nötig, denn nur so kann während des Betriebs der Einschaltwiderstand R_{dson} niedrig gehalten werden.

Der interne Zuleitungswiderstand am Gate (R_{gi}) hat keinen sehr großen Stellenwert. Er setzt zwar die Schaltgeschwindigkeit des MOSFETs herab, wesentlich größeren Einfluß auf die Schaltgeschwindigkeit hat jedoch die Eingangskapazität C_{iss} . Sie wird durch die Summe aus der Gate-Source- und der Gate-Drain-Kapazität bestimmt ($C_{iss} = C_{gs} + C_{gd}$).

Die Ausgangskapazität C_{oss} setzt sich aus der Drain-Source- und der Gate-Drain-Kapazität zusammen ($C_{oss} = C_{ds} + C_{gd}$). Die Rückwirkungskapazität C_{rss} entspricht der Millerkapazität C_{mi} und besteht im wesentlichen aus der Gate-Source-Kapazität.

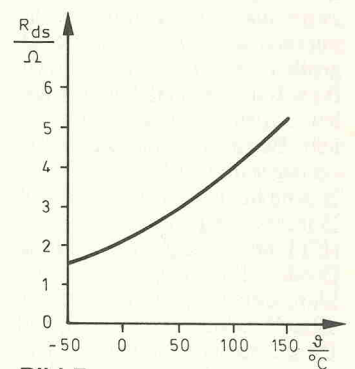


Bild 7. Temperaturabhängigkeit des Einschaltwiderstandes R_{dson} am Beispiel des BUZ 74.

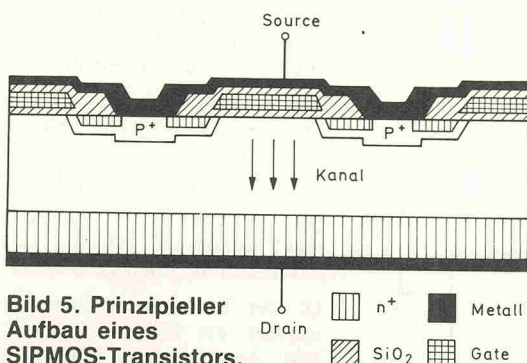


Bild 5. Prinzipieller Aufbau eines SIPMOS-Transistors.

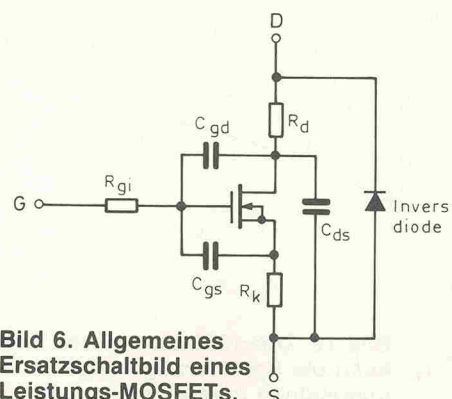
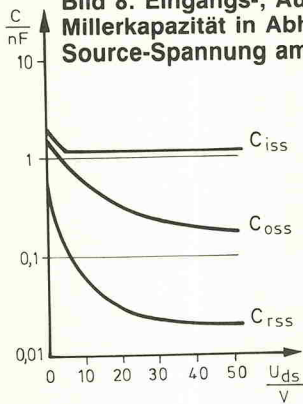


Bild 6. Allgemeines Ersatzschaltbild eines Leistungs-MOSFETs.

Die Kapazitätswerte für C_{iss} , C_{oss} und C_{rss} sind temperaturabhängig. Die Datenblatt-Werte sind stets unter Vernachlässigung von R_g und R_{ds} angegeben. Dabei sind die Millerkapazität C_{mi} und die Drain-Source-Kapazität C_{ds} von der Drain-Source-Spannung abhängige Größen, während die Gate-Source-Kapazität C_{gs} eine spannungsunabhängige Größe ist. Dieses wirkt sich natürlich auf die Eingangs- und Ausgangskapazität eines MOSFETs aus, wie es in Bild 8 gezeigt wird.

Bild 8. Eingangs-, Ausgangs- und Rückwirkungs- bzw. Millerkapazität in Abhängigkeit von der Drain-Source-Spannung am Beispiel des BUZ 32.



Ein weiteres wichtiges Element dieses Transistortyps ist die Inversdiode, welche antiparallel zur Durchlaßrichtung zwischen Drain und Source liegt. Diese Diode wird durch den pn-Übergang zwischen Drain und Source gebildet. Sie entspricht einer normalen Siliziumdiode mit einer (typenabhängigen) Durchlaßspannung von etwa 0,7 V bis 2,5 V und kann mit dem maximalen Transistorstrom belastet werden (beim BUZ 11 beispielsweise bis zu 30 A beim Impulsbetrieb).

Diese integrierte Diode kann zwar als Freilaufdiode recht nützlich sein, wegen der recht großen Sperrverzögerungszeit ($t_{rr} = 100 \dots 500$ ns bei normalen Typen) aber auch hinderlich. Betrachtet man die Sperrverzögerungszeit dieser Diode in Abhängigkeit zur maximalen Durchbruchspannung (Bild 9a), so zeigt sich, daß die Diode im Bereich kleiner Durchbruchspannungen relativ schnell arbeitet; zu höheren Durchbruchspannungen hin nimmt die Sperrverzögerungszeit aber relativ große Werte an.

Da die Diode während der Sperrverzögerungszeit bei der Anwendung von MOSFETs in Brückenschaltungen etc. einen Kurzschluß bildet und so der Transistor zusätzlich zum Laststrom noch den Diodenstrom führen muß, muß die Sperrverzögerungszeit in jedem Fall berücksichtigt werden, und ihre Auswirkungen müssen durch geeignete Schutzbeschaltungen (RC-Kombination zwischen Drain und Source) oder durch ein Herabsetzen der Schaltgeschwindigkeit mit einem Gatevorwiderstand begrenzt werden. Sollen alle Vorteile eines MOSFETs voll genutzt werden,

so kann gegebenenfalls die Inversdiode durch Hinzuschalten von zwei Dioden umgangen werden (Bild 10). Dabei ist für die Diode D1 ein Schottky-Typ mit einer geringen Schleusenspannung und derselben Strombelastbarkeit wie die des betreffenden MOSFETs zu wählen. Für die Diode D2 ist eine schnelle Gleichrichterdiode (zum Beispiel aus der Reihe BYW 29 F) einzusetzen, wobei die Sperrspannung vom Anwendungsfall abhängig ist.

Eine weitere Alternative ist die Verwendung spezieller MOSFET-Transistoren mit schnellen Inversdioden wie beispielsweise der Typ BUZ 211. Die Sperrverzögerungszeit dieser Inversdiode ist in Bild 9b grafisch wiedergegeben. Da derartige Transistoren erst seit kurzem verfügbar sind, ist ihr Preis zur Zeit noch recht hoch. Mit der in Bild 10 gezeigten Methode läßt sich die Sperrverzögerungszeit auf Werte weit unter 100 ns reduzieren, so daß diese Problemlösung zum heutigen Zeitpunkt wirtschaftlicher ist.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich beim MOSFET um ein spannungsgesteuertes Bauelement. Die entsprechenden Kennlinien zeigt Bild 11. Bei der Steuerkennlinie ist der Drainstrom I_d in Abhängigkeit von der Gate-Source-Spannung U_{gs} aufgetragen, bei der Aus-

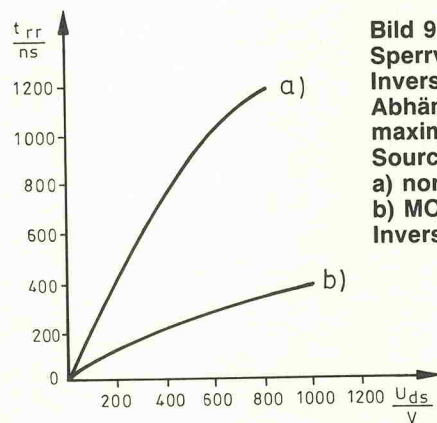


Bild 10. Durch Einsatz zweier Dioden kann die Sperrverzögerungszeit der Inversdiode herabgesetzt werden.

gangskennlinie der Drainstrom I_d in Abhängigkeit von der Drain-Source-Spannung U_{ds} .

Unterhalb der Schwellenspannung U_p fließt kein Drainstrom. Mit zunehmender Gate-Source-Spannung steigt der Drainstrom jedoch schnell an. Dabei ist die Steilheit S ein wichtiger Parameter eines MOSFETs. Die Steilheit (mit der Einheit $A/V = \text{Siemens}$) gibt die Zunahme des Ausgangsstroms pro Volt Steuerspannung an. Ein Leistungs-MOSFET erreicht sehr hohe Steilheiten, in diesem Beispiel $S = 20 A/V$.

Das Ausgangskennlinienfeld läßt sich in zwei Bereiche unterteilen. Bei geringen Drain-Source-Spannungen U_{ds} verhält sich die Drain-Source-Strecke wie ein ohmscher Widerstand, dessen Wert von der Größe der Gate-Source-Spannung abhängig ist. Schon hier zeigt sich, daß im Schaltbetrieb ein geringer Widerstand R_{dson} und somit geringe Durchlaßverluste nur dann erreicht werden, wenn die Steuerspannung am Gate entsprechend hoch ist. Es ist jedoch zu beachten, daß der im Datenblatt angegebene Maximalwert niemals — auch nicht für kurze Zeit — überschritten wird, da anderenfalls die Oxidschicht des Gates durchschlägt und der Transistor zerstört wird.

Oberhalb der Abschnürspannung zeigen alle Kennlinien einen horizontalen Verlauf. Der MOSFET verhält sich in die-

sem Bereich wie eine hochohmige Stromsenke, deren Strom über die Spannung U_{gs} steuerbar ist.

Drainströme bis zu 50 A sind heutzutage — auch im Dauerbetrieb — keine Seltenheit mehr. Um eine genügende Sicherheitsreserve zu erhalten, sollte ein MOSFET mit nicht mehr als 80% seines maximalen Drainstroms I_d belastet werden.

Schon geringe Induktivitäten durch Zuleitungen oder Leiterbahnen können relativ hohe Spannungen induzieren. Durch eine ungünstige Leitungsführung wird schnell eine Induktivität von 50 nH erreicht. Wird dann ein Strom von 60 A in 25 ns abgeschaltet, entsteht eine Spannung von $U = L \cdot di/dt = 50 \text{ nH} \cdot 60 A / 25 \text{ ns} = 120 V$. Dieser Effekt muß in jedem Fall bei der Auslegung der Schaltung beachtet werden.

Das Schaltverhalten eines MOSFETs

Das Schaltverhalten eines Leistungs-MOSFETs ist in Bild 12 dargestellt. Die Kurve a) zeigt den Steuerimpuls am Gate, die Kurve b) die entsprechende Spannung zwischen Drain und Source.

Die Schalteigenschaften von Leistungs-MOSFETs werden im wesentlichen von der Miller-Kapazität beeinflusst. Beim Schalten des Transistors erreicht diese ihren maximalen Wert, wenn die abfallende Drain-Source-Spannung kleiner wird als die angelegte Gate-Source-Spannung. Um den Transistor zu schalten, muß die Ladung der Miller-Kapazität zugeführt oder abgeleitet werden (Einschalt- bzw. Ausschaltvorgang). Die dazu benötigte Zeit hängt von dem zur Verfügung stehenden Ausgangsstrom ab. Die Schaltzeiten eines Leistungs-MOSFETs sind praktisch temperaturunabhängig.

Der Einschaltvorgang läßt sich in vier Zeitabschnitte zerlegen (Bild 12):

t₁: Die Eingangskapazität ($C_{gs} + C_{mi}$) wird auf die angelegte Spannung geladen, der Transistor ist noch gesperrt.

t₂: Der Transistor öffnet und arbeitet als Miller-Integrator. Die Ausgangsspannung fällt

Bild 9. Sperrverzögerungszeit der Inversdiode in Abhängigkeit von der maximalen Drain-Source-Spannung: a) normaler MOSFET; b) MOSFET mit schneller Inversdiode.

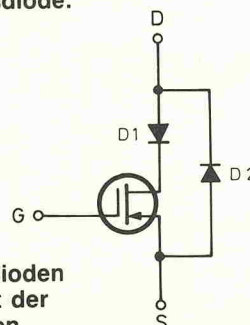
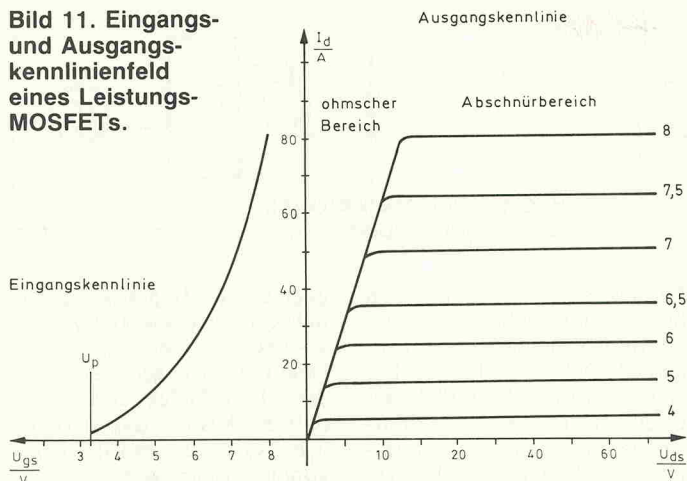


Bild 11. Eingangs- und Ausgangskennlinienfeld eines Leistungs-MOSFETs.



sehr schnell ab, da die Millerkapazität recht klein ist (etwa 10...30 pF, je nach Typ). Die Gatespannung bleibt nahezu konstant.

t3: Der Transistor arbeitet weiterhin als Miller-Integrator, aber mit der maximalen Millerkapazität, da die Drain-Source-Spannung nun kleiner ist als die Gate-Source-Spannung. Der Einschaltwiderstand $R_{ds(on)}$ sinkt langsamer. Während der Strom bereits seinen Höchstwert erreicht, ist der Durchlaßverlust noch wesentlich größer als im voll eingeschalteten Zustand.

t4: Der Transistor ist voll eingeschaltet, die Millerkapazität wird weiter aufgeladen, bis die Spannung U_{dsmin} erreicht ist. Damit ist der Einschaltvorgang beendet, es fließt kein Eingangsstrom mehr.

Der Ausschaltvorgang kann ebenfalls in vier Zeitbereiche eingeteilt werden:

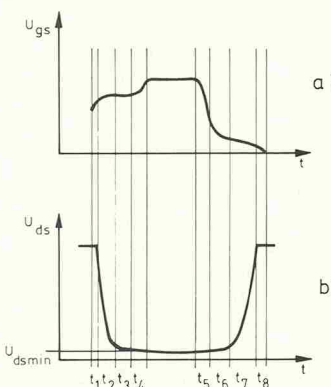


Bild 12. Schaltvorgang: Eingangsimpuls (Kurve a) und Ausgangsimpuls (Kurve b).

t5: Der Transistor ist voll eingeschaltet und arbeitet noch nicht als Miller-Integrator, die Kapazität C_{mi} wird jedoch bereits entladen.

t6: Die Struktur beginnt als Miller-Integrator zu arbeiten. Die Ausgangsspannung steigt langsam an, der Ausgangsstrom ändert sich dabei nur unwesentlich.

t7: Nun ist die Gate-Source-Spannung kleiner als die Drain-Source-Spannung. Die Millerkapazität ist sehr klein, der Strom fällt, und die Spannung zwischen Drain und Source steigt relativ schnell an. Der Transistor geht in den ausgeschalteten Zustand über.

t8: Der Transistor ist abgeschaltet, der Schaltvorgang ist somit beendet. Für einen kurze Zeitdauer wird nun noch die Eingangskapazität entladen.

Als Einschaltzeit des Transistors wird die Zeit t_{on} als Summe aus den Zeiten t_1 und t_2 gebildet ($t_{on} = t_1 + t_2$). Sie liegt bei SIPMOS-Transistoren im Bereich zwischen 40 ns und 150 ns. Die Ausschaltzeit t_{off} wird bestimmt durch $t_{off} = t_5 + t_6 + t_7$. Sie bewegt sich bei SIPMOS-Transistoren im Bereich zwischen 50 ns und 300 ns.

Schaltungstechnische Hinweise

Beim Umgang mit MOSFETs ist besonders auf statische Aufladungen zu achten; diese können den Transistor aufgrund seines sehr hohen Eingangswiderstands schon beim Berühren zerstören. Arbeitstisch, Lötkol-

ben und das Gerät sind zu erden. Ein MOSFET sollte auch nur antistatisch gelagert werden. Unnötige Berührungen mit diesem Bauelement sind zu vermeiden.

Wie schon erwähnt, können Leistungs-MOSFETs ohne zusätzliche Ausgleichswiderstände zur gleichmäßigen Stromaufteilung parallelgeschaltet werden. Dabei ist aber zu beachten, daß aufgrund der großen Steilheiten von MOSFETs und der zum Teil recht hohen Schaltgeschwindigkeit Schwingungen am Gate auftreten können. Die entsprechenden Entkopplungswiderstände (Bild 13) können im Bereich 4,7...200 Ω liegen. Allerdings setzen diese Widerstände die Schaltgeschwindigkeit herab, insbesondere bei Werten größer als 50 Ω . In diesen Fällen ist es günstiger, für jeden MOSFET eine eigene Ansteuerschaltung einzusetzen. Dann können die Entkopplungswiderstände völlig entfallen.

Bei der Parallelschaltung von MOSFETs steigt zudem der zum schnellen Schalten benötigte Gate(lade)strom an. Es ist somit darauf zu achten, daß die Ansteuerschaltung den benötigten Strom liefern kann. Mit der am Ende dieses Beitrags beschriebenen Ansteuerschaltung sollten höchstens drei MOSFETs parallel angesteuert werden. Generell sind beim Aufbau einer Leistungsstufe folgende Punkte zu beachten:

- Induktionsarmer Schaltungsaufbau;
- Laststromzuführungen unbedingt symmetrisch verlegen;
- keine Erdschleifen bilden;
- Steuerungspannungen gegenseitig entkoppeln, Zuleitungen verdrehen;
- Lastspannung und Steuerungspannung durch Kapazitäten abblocken;

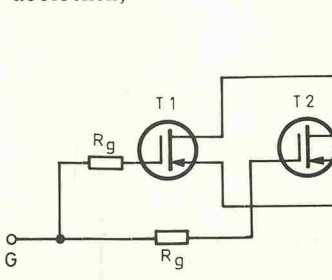


Bild 13. Parallelschaltung zweier MOSFETs zur Stromerhöhung.

- Steuerleitungen am Gate auf gleiche Länge kürzen (und eventuell abschirmen).

Auch sollte das Gate eines MOSFETs durch eine Z-Diode zwischen Gate und Source gegen Überspannungen geschützt werden. Zwar sind in einigen Leistungs-MOSFETs derartige Dioden integriert, jedoch sollte im Zweifelsfall nicht darauf verzichtet werden. Die Z-Spannung muß etwas unter der maximal zulässigen Gate-Source-Spannung liegen.

Insbesondere beim Schalten von Induktivitäten entstehen oft hohe Spannungsspitzen zwischen Drain und Source. Diese können durch eine RC-Kombination zwischen Drain und Source oder durch Herabsetzen der Schaltgeschwindigkeit (Einfügen eines Gatevorwiderstands R_g) bedämpft werden.

Die Werte der Bauelemente R, C und R_g sind schwer zu berechnen. Sie hängen vielfach vom Schaltungsaufbau und der Schaltgeschwindigkeit ab und sollten experimentell ermittelt werden. Nahezu immer ist dabei ein Kompromiß zwischen einer ausreichenden Dämpfung und der durch die Dämpfung entstehenden Verlustleistung erforderlich. Bei etwas Erfahrung mit Leistungs-MOSFETs sind die optimalen Werte schnell gefunden. Auf keinen Fall dürfen die Spannungsspitzen an der Grenze der zulässigen Drain-Source-Spannung liegen. Ein relativ hoher Sicherheitsabstand ist in jedem Fall zu empfehlen, denn selbst ein nur kurzzeitiges Überschreiten des Maximalwerts zerstört den Transistor. Natürlich sind die Angaben der Hersteller garantierte Werte. So wird ein 50-V-MOSFET durch eine Spannung von 60 V wohl nicht zerstört, doch aus Gründen der Betriebs-

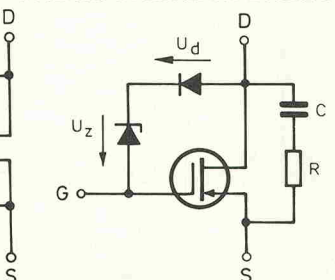


Bild 14. Schutzschaltung gegen zu hohe Induktionsspannungen.

sicherheit sind derartige 'Experimente' nicht zulässig.

Reichen diese Maßnahmen jedoch nicht aus, so ist die Beschaltung nach Bild 14 zu verwenden. Hier arbeitet der MOSFET selbst als Z-Diode und steuert sich so nach, daß die Spannung zwischen Drain und Source im allgemeinen nicht über den Wert $U_z + U_d$ steigt. Bedingt durch die endliche Schaltgeschwindigkeit der Dioden können dennoch etwas höhere Werte erreicht werden. Somit ist auch bei dieser Beschaltung ein Sicherheitsfaktor vorzusehen.

Zusammengefaßt folgen hier die wichtigsten Grenzwerte, die beim Leistungs-MOSFET auf keinen Fall überschritten werden dürfen:

- Drain-Source-Spannung U_{ds} ;
- Drain-Gate-Spannung U_{dg} ;
- Gate-Source-Spannung U_{gs} ;
- Drain-Strom I_d (Impulsbetrieb: höherer Wert zulässig);
- maximale Verlustleistung P_d .

Um die Schaltverluste gering zu halten, sind sehr niederohmige Treiber notwendig, die im Schaltmoment genügend Strom zur Verfügung stellen. Somit hat gerade die Ansteuerschaltung entscheidenden Einfluß auf die optimale Funktionsweise eines Leistungsschalters, denn ein Schalter kann nur dann verlustarm arbeiten, wenn er möglichst schnell vom leitenden in den sperrenden Zustand (und umgekehrt) wechselt.

Aus diesem Grund ist zur Ansteuerung von Leistungs-MOS-

Bild 15. Ansteuerschaltung für Leistungs-MOSFETs im Schaltbetrieb.

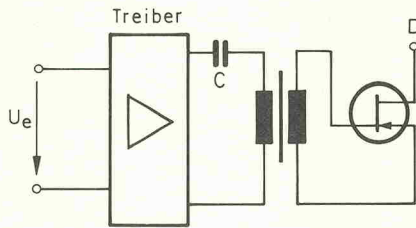
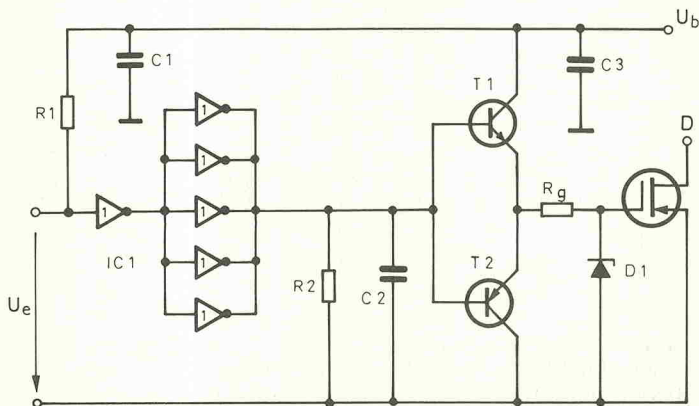


Bild 16. Potentialtrennung durch Impulsübertrager.

FETs ein Komplementär-Emitterfolger zu empfehlen. Ein praktisches Beispiel zeigt Bild 15. Hier wird der aus den Transistoren T1 und T2 bestehende Komplementär-Emitterfolger über CMOS-Inverter angesteuert, wobei zur Erhöhung des Basisstroms fünf solcher Inverter parallelgeschaltet sind. Der Widerstand R2 steuert den Endtransistor T2 für den Fall an, daß sich am Gate des Leistungs-MOSFETs ein Potential bildet, während die Ansteuerschaltung nicht bzw. unzureichend mit Spannung versorgt wird. Diese Maßnahme verhindert ein unbeabsichtigtes Durchsteuern und damit die Zerstörung des Leistungsschalters.

Der Kondensator C2 verkürzt die Zeitkonstante, die der Widerstand R2 zusammen mit der Basis-Emitter-Kapazität des Transistors T2 bestimmt. Je nach Anwendungsfall kann diese Kapazität auch entfallen. Der Gatevorwiderstand R_g setzt die Schaltgeschwindigkeit des MOSFETs herab; sein Einsatz und seine Größe sind vom Anwendungsfall abhängig. Der maximal zulässige Wert liegt bei ca. 200 Ω . Die Z-Diode D1 schützt das Gate vor Überspannungen bzw. Spannungsspitzen. Die Z-Spannung und die

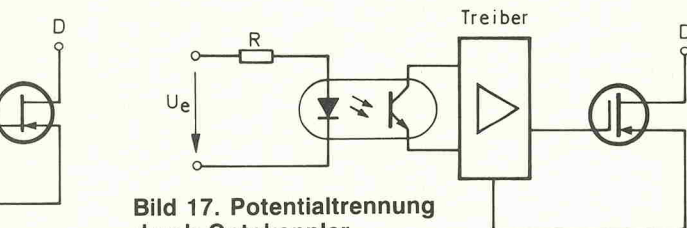


Bild 17. Potentialtrennung durch Optokoppler.

Betriebsspannung U_b sind von der maximal zulässigen Gate-Source-Spannung des verwendeten MOSFETs abhängig. Für einen Leistungs-MOSFET mit einer maximalen Gate-Source-Spannung von 20 V (zutreffend für die meisten BUZ-Typen) gelten folgende Werte:

- $U_b = 15 \text{ V}$
- D1 = Z-Diode 15 V
- $R_1, R_2 = 4k7$
- T1 = BC 337
- T2 = BC 327
- IC1 = 40 106
- C1 = 100n (direkt am 40 106)
- C2 = 22p
- C3 = 1 μ 0 (direkt an T1, T2)

Häufig ist bei Brückenschaltungen eine potentialfreie An-

oder bei der Impulsbreitenmodulation (0% bis 100%) vorkommen, ist eine Transformator-Kopplung ungeeignet. Ist in derartigen Fällen eine potentialfreie Ansteuerung erforderlich, so sind schnelle Optokoppler geeignete Bauelemente (Bild 17). Die Optokoppler sind allerdings nicht in der Lage, direkt die nötigen Ströme zu liefern; sie benötigen einen Treiberverstärker und eine potentialfreie Spannung. Dennoch lohnt sich der Mehraufwand. Als Treiberverstärker kann wiederum die Schaltung laut Bild 15 eingesetzt werden. Der Optokoppler wird dann einfach dieser Schaltung vorge-schaltet.

Typ	U_{ds} [V]	I_d [A]	P_d [W]	R_{ds} [Ω]	t_{on} [ns]	t_{off} [ns]
BUZ 11	50	30	75	0,04	100	310
BUZ 31	200	12,5	75	0,2	70	230
BUZ 41A	500	4,5	75	1,5	70	160
BUZ 50A	1000	2,5	75	5,0	70	170

Bild 18. Die wichtigsten Kennwerte einiger Leistungs-MOSFETs.

steuerung der Leistungs-MOSFETs erforderlich. Diese läßt sich am einfachsten mit einem Übertrager realisieren (Bild 16). Ein Vorteil dieser Methode ist die Tatsache, daß der Übertrager den nötigen Strom zur Ansteuerung der MOSFETs liefern kann und deshalb keine zusätzliche potentialfreie Spannung benötigt wird. Da die Amplitude der Ausgangsspannung derartiger Impulsübertrager aber eine Funktion der Frequenz bzw. des Tastverhältnisses ist, ergeben sich bei extremen Tastverhältnissen zu kleine bzw. zu große Ausgangsspannungen. Ohne zusätzliche Maßnahmen liegt das nutzbare Tastverhältnis im Bereich zwischen 30% und 70%.

Für sehr große Variationen des Tastverhältnisses, wie sie zum Beispiel bei Motorsteuerungen

Alles in allem sind Leistungs-MOSFETs heute sehr ausgereifte Bauelemente. Sie sind im allgemeinen gut erhältlich, und die Preise sind stark rückläufig. Zukünftige Verbesserungen sind in der Senkung des Einschaltwiderstands R_{dson} bei Erhöhung der maximal zulässigen Sperrspannung zu erwarten. Um einige Merkmale der heutigen Leistungs-MOSFETs exemplarisch aufzuzeigen, sind in der Tabelle Bild 18 die wichtigsten Daten einiger Typen aufgeführt.

Beim Experimentieren mit diesem Bauelement ist sicher etwas mehr Sorgfalt als beim Bipolartransistor angebracht. Wichtig ist die Auswahl des richtigen Typs, wobei die Sperrspannung, der maximale Drainstrom sowie der Einschaltwiderstand die wichtigsten Punkte sind. Sind der richtige Transistortyp gewählt und die Schaltung korrekt ausgelegt, so arbeitet ein MOSFET sehr ordentlich und erweist sich als äußerst robustes Bauelement. □

BITPARADE

RABATTE: ab 18 St. - 2%
AUCH IM MIX ab 54 St. - 5%

Grossmengen
auf Anfrage!

4164-100	64K*1	4.98	6116-LP2	2K*8	5.48
4164-120	64K*1	4.78	6264-LP10	8K*8	13.95
41256-60	256K*1	13.95	6264-LP12	8K*8	12.95
41256-80	256K*1	13.25	6264-LP15	8K*8	11.95
41256-100	256K*1	12.80	43256-100	32K*8	44.95
41256-120	256K*1	10.95	43256-120	32K*8	42.95
41256-150	256K*1	10.50	43256-LFP	32K*8	42.95
41257-150	256K*1	11.95	2764-250	8K*8	5.95
41464-100	64K*4	14.95	27C64-250	8K*8	6.95
41464-120	64K*4	11.95	27C64-150	8K*8	7.95
511000-70	1M*1	38.95	27128-250	16K*8	7.95
511000-80	1M*1	37.95	27C128-150	16K*8	8.95
511000-100	1M*1	34.95	27256-250	32K*8	8.95
514256-80	256K*4	37.95	27C256-150	32K*8	12.95
514256-100	256K*4	35.95	27C256-170	11.95	
SDM-100	256K*9	198.00	27512-250	16.95	
SDM-80	1M*9	498.00	27C512-170	22.95	

SIE BENÖTIGEN STÄNDIG SPEICHERBAUSTEINE UND MÖCHTEN GERNE LAUFEND ÜBER DIE AKTUELLE LAGE AUF DEM SPEICHERMARKT INFORMIERT SEIN? LASSEN SIE SICH IN UNSERE FAX-DATEN AUFNEHMEN! TELEFAX-NR.: 02272/6159

SIMONS electronic
Inh. Günter SIMONS
MEISENWEG 4 POSTFACH 2254
5012 BEDBURG
TEL.: 02272/81619 ODER 5980

AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL • AKTUELL •

19"-Voll-Einschub-Gehäuse
DIN 41494, Frontplatte 4 mm
ALU/sw, stabile Konstruktion,
geschlossene Ausführung, Be-
lüftungsblech/Chassis Option
Tiefe 255 mm/1,3 mm Stahl-
blech schwarz epoxiert.

45,00 DM
Höhe 1HE 44 mm

RÖH 1 Röhrenvorverstärker
incl. Platine/Trafo **389,00**

RÖH 2 Röhrendstufe
incl. Platine/Trafo's 2x32 W **590,00**

Übertrager RÖH 2 **DM 117,00**

Netztrafo RÖH 2 **DM 79,00**

KARL-HEINZ MÜLLER • ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN
Oppenwehe 131 • Telefon 057 73/1663 • 4995 Stewede 3

Neue Scanner:

Saiko (26-30/68-88/110-176/
380-512 MHz) nur **DM 699,00**

Bearcat 50 XL **DM 379,00**

Bearcat 100 XLT nur **DM 749,00**

Bearcat 200 XLT nur **DM 995,00**

Formschöne Geräte-Gehäuse

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

Ausführung: Gehäuseschalen aus 1 mm Stahlblech, Oberflä-
che genarbt, olivgrüne Kunststoffbeschichtung, Frontplatte
und Rückwand aus 1,5 mm starkem Aluminium (leichte Be-
arbeitung!), Montagewinkel und Chassis ebenfalls aus Alu-
minium (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

SONY-Handscanner
ICF-PR080
Frequenzbereiche: 150 kHz-108 MHz,
+ 115,150 MHz-223 MHz,
LW, MW, KW, VHF, UKW. **DM 909,-**

Exportgeräte-Katalog
gegen 6,50 in Briefmarken

GUT LÖTBARE GEHÄUSE
aus 0,5 mm Weißblech

Japanische ZF-Filter 7x7

Stück: 1-9 ab 10

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

Neosid-Fertigfilter

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

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

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

HF-Bauteilekatalog gegen
DM 2,50 in Briefmarken

NEU MSA 0404 **DM 11,50**

Andy's Funkladen
Admiralstraße 119, Abteilung ED9, 2800 Bremen 1
Telefax: 04 21/37 27 14, Telefon 04 21/35 30 60

STRICH KARAMANOLIS
Alles über
SOLARZELLEN
Ein Anwender-Handbuch

Alles über SOLARZELLEN
Ein Handbuch
für Anwender
180 S., 125 Abb.,
DM 29,80

- Was ist Energie und warum ist sie unerlässlich?
- Was ist Sonnenenergie, wie kann sie technisch genutzt werden und warum muß man sie einsetzen, um den künftigen Energiebedarf der Erde zu decken?
- Welche physikalischen Verfahren und technischen Mittel stehen hierzu zur Verfügung?
- Welches ist der heutige Entwicklungsstand und welche Voraussetzungen müssen noch erfüllt werden?

Fragen dieser Art werden im Rahmen dieser beiden Bücher ausführlich besprochen.

Das ABC der SOLARENERGIE

Das ABC der Sonnenenergie
124 S., 64 Abb.,
DM 16,80

ELEKTRA VERLAG GmbH
Nibelungenstraße 14, 8014 Neubiberg bei München, Telefon (0 89) 6 01 13 56

IHR SPEZIALIST FÜR HIGH-END-BAUTEILE
Alles für Aktiv-Konzepte lieferbar!

Metallfilmwiderstände Reihe E 96 1% Tol. 50 ppm Beyschlag, Draloric • 0,1% Tol. auf Anfrage • Kondensatoren 1% - 5% Tol. Styroflex, Polypropylen, Polyester von Siemens, Wima • Elkos 10.000 µF von 40V-100V Roederstein Netzteile für Leistungsendstufen mit RK-Trafos, Siebdrosseln • "High-End"-Relais von SDS • ALPS-Potis 10K log./100K log. in Stereo • Hochvoltelkos für Röhrengeräte • alle Einzelteile für 100W PPP-Endstufe.

In Vorbereitung: **36-poliger Stufenschalter als Lautstärkesteller bestückt mit Tantal-Nickel-Chrom-Chips, absolut kurzschließend!**

SCHERM electronic
Neu: Ladengeschäft
8510 Fürth
Glückstraße 12
Telefon 09 11/70 97 02

8510 Fürth
Waldstraße 10
Telefon 09 11/70 53 95

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

MAGNAT ELECTRO-VOICE MULTI-CEL • DYN-AUDIO GOOD-MANS CELESTION FANE JBL KEF RCF u.a.

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

Selbstversorger

Panelmeter ohne zusätzliche Betriebsspannung

Analogmeßwerte werden in industriellen Anwendungen vielfach mittels Stromschleifen im Bereich 4...20 mA übertragen. Ein DVM-IC mit extrem niedriger Versorgungsspannung schafft die Voraussetzung, ein Panelmeter aufzubauen, das sich aus dem Meßstrom versorgt und den Meßwert in % oder mA skaliert wiedergibt.

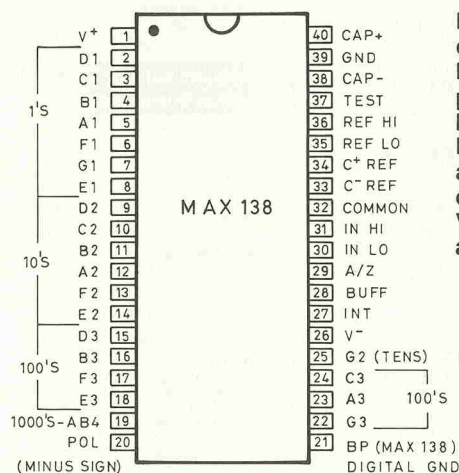


Bild 1. Das Pinout des Max138. Dieser Baustein ist pinkompatibel zum bekannten ICL7106, weist aber einige entscheidende Verbesserungen auf.

Die Betriebsspannung der Applikation (Bild 2) beträgt 4,5 V wenn sie in die Meßleitung eingeschleift wird. Ist die Eingangsspannart bekannt, kann auf die Diodenbrücke am Eingang verzichtet werden und die Versorgungsspannung ist — eingestellt mit D5 — bei allen auftretenden Strömen 3,3 V.

Über R1 fällt eine, dem Schleifenstrom proportionale Meßspannung ab, die an Pin 30 liegt. Am anderen Meßeingang (Pin 31) liegt die vom IC erzeugte negative Spannung. Mit R7 kann der resultierende Wert so eingestellt werden, daß bei 4 mA Schleifenstrom auf dem

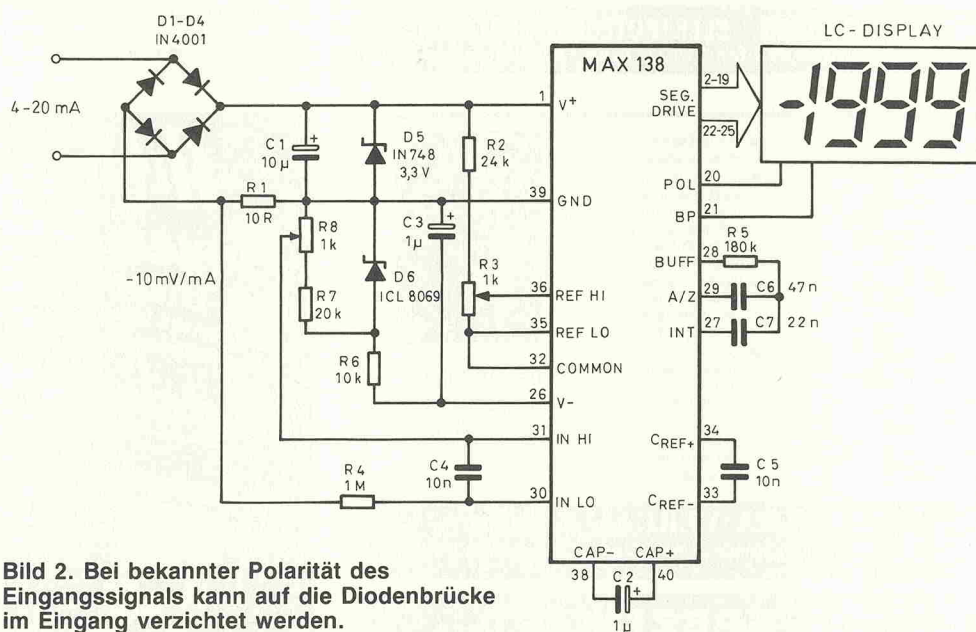


Bild 2. Bei bekannter Polarität des Eingangssignals kann auf die Diodenbrücke im Eingang verzichtet werden.

Herzstück dieser Applikation ist das Digitalvoltmeter-IC MAX138 (Bild 1) von Maxim. Dieser Baustein ist voll Pin-kompatibel zu dem bekannten Multimeter-IC ICL7106, weist aber einige Verbesserungen auf:

- Betrieb mit Einfach-Spannungsversorgung, +2,5...+7 V.
- Die negative Versorgungsspannung wird, wie bei vielen Maxim-ICs, auf dem IC erzeugt.

Soll ein 7106 durch einem MAX138 ersetzt werden, sind folgende Änderungen in der bestehenden Schaltung vorzunehmen:

1. Die Oszillatorkomponenten des 7106 sind gegen einen $1\mu\text{F}$ -Kondensator zwischen den Pins 38 und 40 zu ersetzen.
2. Zusätzlich muß ein $1\mu\text{F}$ -Filterkondensator entweder zwischen V^- (Pin 26) und Masse oder zwischen V^- und V^+ (Pin 1) geschaltet werden.

Stückliste

Halbleiter		R6	10k
IC1	MAX138	R7	20k
D1..4	1N4001		
D5	1N748	Kondensatoren	
D6	ICL8069	C1	10μ
		C2,3	1μ
Widerstände (alle 1/4 W, 1%)		C4	10n
R1	10R	C5	100n
R2	24k	C6	470n
R3,8	1k, Trimmer, zehngang, stehend	C7	220n
		Sonstiges	
R4	1M	1 LC-Display	
R5	180k	1 40 pol. DIL-Sockel	

Display 000.00% erscheint. Mit R6 wird bei 20 mA 100.00% auf das Display gebracht. Das Panelmeter kann mit den beiden Stellern auch so getrimmt werden, daß die Anzeige den Meßwert direkt in mA anzeigt. □

Quellen

*Datenblatt MAX138/139/140,
Introductory, Maxim Integrated
Products.*

Maxim 1988/89 Seminar Applications Book, Maxim Integrated Products.

Abbrufkarte

Heft-Nachbestellung(en)

bitte getrennt vornehmen. Preis je
Heft: ab 9/88 DM 6,80.

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

Lieferung nur gegen Vorkasse.

elrad-Kleinanzeige

Auftragskarte

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

Abgesandt am

198

Bemerkungen

Abbuchungserlaubnis
erteilt am: _____

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen 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	Inland:	DM 66,-- (Bezugspreis DM 51,-- + Versandkosten DM 15,--)
kostet:	Ausland:	DM 71,40 (Bezugspreis DM 51,-- + Versandkosten DM 20,40)

[illegible]

Datum/Unterschrift

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:

☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)

[illegible]☐ Gegen Rechnung

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Hestorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen kann und bestätige dies durch meine Unterschrift. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.

Datum/Unterschrift

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

elrad-Kleinanzeigen

Auftragskarte

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

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

[illegible]

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 ____/8__, Seite ____ erschienene Anzeige

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

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

[illegible]

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

198

zur Lieferung ab

Heft 198

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. 000-019968
- ☐ Scheck liegt bei.

Datum rechtsverb. Unterschrift
(für Jugendliche unter 18 Jahren der Erziehungsb.)

elrad-Kontaktkarte

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

Absender

(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Antwort

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

elrad

**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

Postkarte

Bitte mit der
jeweils gültigen
Postkartengebühr
freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

198

an Firma

Bestellt/angefordert

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

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

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

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

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

Menge	Produkt/Bestellnummer	à DM	gesamt DM

Absender nicht vergessen!

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

elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- Informationen anfordern oder Bestellungen bei den inserierenden Anbietern vornehmen.

elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

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

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

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

198

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

198

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

198

an Firma

Bestellt/angefordert

Zylinderluftspulen

mit hoher Güte für den MHz-Bereich

Für Hochfrequenzschaltungen im MHz-Bereich (5...1000 MHz) braucht man oftmals Spulen mit Induktivitätswerten zwischen ungefähr 50 nH und 1 µH. Dafür bieten sich Zylinderluftspulen an. Sie sind mit einem Minimum an Material herzustellen und lassen sich in der fertigen Schaltung durch vorsichtiges Verbiegen auf ihren genauen Sollwert abgleichen.

Ein kleines Problem bereitet allerdings ihre Berechnung. Zwar gibt es dafür eine ganze Reihe von Näherungsformeln, die meisten sind aber nur bedingt brauchbar:

– Ihre Ergebnisse – zumindest die der weniger komplizierten Formeln – sind relativ ungenau. Nicht selten weichen die Induktivitäten von berechneter und aufgebauter Spule um 30 % und mehr voneinander ab.

– Die Ergebnisse sind nicht immer praxisgerecht: beispielsweise 3,18 Windungen mit einem Drahtdurchmesser von 1,1 mm.

– Aus den meisten Formeln erfährt man nichts über die Spulengüte Q. Beispiel: Die beiden Spulen in Bild 1 wurden nach folgenden Formeln berechnet:

$$L = \frac{0,394 \cdot r^2 \cdot n^2}{9r + 10l}$$

$$L = \frac{0,394 \cdot r^2 \cdot n^2}{\left(9 - \frac{r}{5l}\right) r - 10l}$$

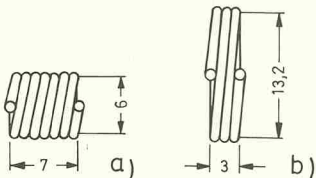


Bild 1. Zwei Zylinderluftspulen gleicher Induktivität, aber mit unterschiedlichen Güten.

Man erhält den Induktivitätswert in µH, wenn die Spulenlänge l und der Spulenradius r in cm eingesetzt werden. Mit n wird die dimensionslose Windungszahl bezeichnet.

Danach haben beide in Bild 1 gezeigten Spulen eine Induktivität
erlad 1989, Heft 9

von etwa 180 nH. Und der Praktiker steht vor einer klassischen Entscheidung: Die lange Dünne oder die kurze Dicke?

Der Gütefaktor Q

Reine Induktivitäten lassen sich nicht realisieren. Alle technischen Spulen sind mit Verlusten behaftet.

Bild 2 zeigt ein einfaches Ersatzschaltbild einer realen Spule. Die Verluste werden durch den ohmschen Widerstand R dargestellt; C ist die Eigenkapazität der Spule.

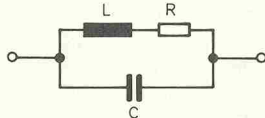


Bild 2. Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer verlustbehafteten Spule.

Als Verlustkenngröße wird im allgemeinen der Gütefaktor Q (kurz: die Güte) angegeben:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R}$$

Bei Luftspulen besteht R zum einen aus dem ohmschen Wicklungswiderstand. Dazu kommt bei höheren Frequenzen eine Vergrößerung von R durch Stromverdrängung im Leiter ('Skin-Effekt') und durch das Magnetfeld der benachbarten Windungen ('Proximity-Effekt').

Betrachtet werden nochmals die beiden Spulen gleicher Induktivität in Bild 1: Exemplar a) benötigt ca. 13,2 cm Drahtlänge, Ausführung b) etwa 12,4 cm. Die Spulen unterscheiden sich folglich in ihren ohmschen Widerständen. Der Einfluß des Skin-Effekts hängt unter anderem vom Drahtdurchmesser ab, der des Proximity-Effektes vom Windungsabstand. Fazit: Der Verlustwiderstand R und damit die Güte Q einer Zylinderspule hängen (auch) von ihrem geometrischen Aufbau ab.

Warum hohe Güten?

Spulen- und Kondensatorverluste sind in HF-Schaltungen uner-

wünscht. Kondensatorverluste sind aber (bis ca. 1 GHz) gegenüber Spulenverlusten vernachlässigbar: HF-Kondensatoren lassen sich mit vergleichsweise hohen Güten herstellen (ungefähr 500...4000, abhängig von Typ, Kapazitätswert und Betriebsfrequenz). Spulenverluste sind wesentlich höher; in der Unterhaltungselektronik liegt der Standard bei Q ≈ 60...150.

Hier einige Beispiele für den Einfluß verlustbehafteter Spulen:

– In Filtern aus Spulen und Kondensatoren (LC-Filter) vor rauscharmen Eingangsstufen erhöhen verlustbehaftete Spulen die Durchgangsdämpfung und damit das Empfängerrauschen.

– Schmale LC-Bandfilter lassen sich überhaupt nur mit Schwingkreisen hoher Güte realisieren.

– LC-Sperrkreise und Bandsperren sind um so wirkungsvoller, je verlustärmer die eingesetzten Bauelemente sind.

– Anpassungsschaltungen müssen verlustarm sein, um möglichst wenig Wirkleistung umzusetzen. Beispiel: Der Kollektorkreis eines Sendetransistors (2,2 kΩ) soll für 150 MHz mit einem Collins-Filter an ein Antennenkabel (50 Ω) angepaßt werden (Bild 3).

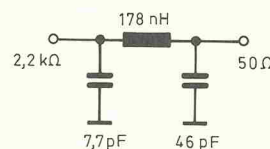


Bild 3. Collins-Filter zur Leistungsanpassung von 2,2 kΩ auf 50 Ω bei 150 MHz.

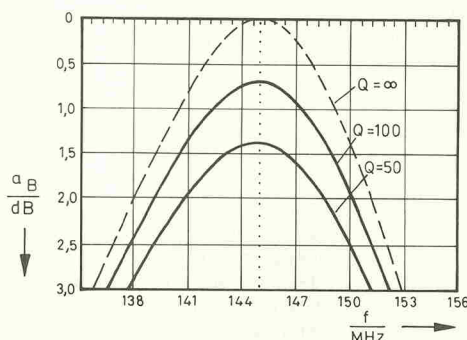


Bild 4. Einfluß der Spulengüte Q auf die Betriebsdämpfung (Kondensatoren als verlustfrei angenommen).

In Bild 4 ist der Einfluß der Spulengüte grafisch dargestellt. Für Q = 100 nimmt die Betriebsdämpfung ab einen Wert von 0,75 dB an. Aus der Beziehung

$$a_B = 10 \lg \frac{P_{\max}}{P_2}$$

(P_{max} = maximal abgegebare Leistung,

P₂ = Leistung am Verbraucherwiderstand)

läßt sich leicht errechnen, daß damit nur noch 84% der maximal abgebbaren Leistung zum Antennenkabel gelangen. Bei Q = 50 und a_B = 1,4 dB sind es nur noch 72%.

Spulen hoher Güte

Es wurde bereits gezeigt, daß Güte und geometrischer Aufbau von Zylinderluftspulen zusammenhängen. Nun sind diese Zusammenhänge aber recht verwickelt; geschlossene Berechnungsformeln für den allgemeinen Fall sind nicht bekannt.

Zwar gibt es Dimensionierungsvorschriften für Zylinderspulen hoher Güte, die auf theoretischen Überlegungen, ausgedehnten Experimenten und Meßreihen beruhen. Für den Praktiker, der nur gelegentlich eine Spule zu wickeln hat, ist es aber zu aufwendig, so tief in die Theorie einzusteigen. Aus diesem Grund wurde eine Klasse solcher Spulen berechnet und tabelliert (Tabellen 1 bis 5). Alle Spulen sind mit leicht erhältlichem Runddraht gängigen Durchmessers zu wickeln (Kupferlackdraht, ab 300 MHz evtl. versilberter Kupferdraht). Zudem sind die Spulen in praxisgerechten Abstufungen von jeweils einer halben Windung aufgelistet.

L [nH]	n	D [mm]	l [mm]	Q	f _Q [MHz]	f _r [MHz]
30	3½	3,6	2,5	180	100	2200
50	4	4,3	3,0	210	100	1570
75	4½	4,9	3,4	240	100	1200
105	5	5,5	3,9	270	100	950
145	5½	6,2	4,3	300	100	770
200	6	6,9	4,9	235	50	615
250	6½	7,5	5,2	255	50	530
330	7	8,3	5,7	280	50	440
405	7½	8,9	6,2	300	50	385
550	8	9,5	6,7	235	30	340
600	8½	10,1	7,1	260	30	300
735	9	10,9	7,6	280	30	255
860	9½	11,5	8,0	300	30	230

Tabelle 1. Einlagige Zylinderluftspulen, Drahtdurchmesser 0,5 mm

L [nH]	n	D [mm]	l [mm]	Q	f _Q [MHz]	f _r [MHz]
30	3	4,9	3,4	250	100	1880
50	3½	5,8	4,0	290	100	1350
80	4	6,8	4,8	340	100	985
120	4½	7,9	5,5	390	100	750
170	5	8,9	6,2	310	50	590
235	5½	10,0	7,0	340	50	475
320	6	11,1	7,8	380	50	390
400	6½	12,0	8,4	315	30	330
515	7	13,1	9,2	340	30	280
650	7½	14,2	9,9	370	30	240
800	8	15,3	10,7	400	30	210
980	8½	16,3	11,4	425	30	180
1180	9	17,4	12,2	450	30	160

Tabelle 2. Einlagige Zylinderluftspulen, Drahtdurchmesser 0,8 mm

L [nH]	n	D [mm]	l [mm]	Q	f _Q [MHz]	f _r [MHz]
35	3	6,0	4,2	300	100	1600
62	3½	7,2	5,0	370	100	1100
100	4	8,5	6,0	430	100	790
148	4½	9,8	6,9	340	50	600
210	5	11,1	7,8	385	50	480
295	5½	12,5	8,7	430	50	380
395	6	13,8	9,6	475	50	315
520	6½	15,1	10,6	520	50	260
650	7	16,4	11,5	430	30	225
815	7½	17,7	12,4	465	30	190
1010	8	19,1	13,4	500	30	165
1250	8½	20,5	14,3	535	30	145

Tabelle 3. Einlagige Zylinderluftspulen, Drahtdurchmesser 1,0 mm

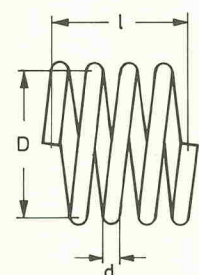


Bild 5.
Einlagige
Zylinder-
luftspule:

Aus Bild 5 ist die Definition der Abmessungen D und l ersichtlich.

Praxistips

Die Leerlaufgüte Q in den Tabellen ist ein rechnerischer Wert. Um den jeweils angegebenen Wert von Q zu erreichen, müßte die Spule genau die berechneten Abmessungen einhalten, freischwebend in großem Abstand von metallischen Körpern

D = Spulendurchmesser
l = Spulenlänge
d = Drahtdurchmesser

L [nH]	n	D [mm]	l [mm]	Q	f _Q [MHz]	f _r [MHz]
40	3	7,1	5,0	355	100	1360
75	3½	8,7	6,1	440	100	905
120	4	10,2	7,1	515	100	660
185	4½	11,8	8,3	595	100	500
270	5	13,4	9,4	675	100	390
355	5½	15,0	10,5	515	50	315
480	6	16,5	11,6	570	50	260
610	6½	18,1	12,7	475	30	220
780	7	19,7	13,8	515	30	185
990	7½	21,3	14,9	560	30	160
1240	8	23,0	16,1	605	30	140

Tabelle 4. Einlagige Zylinderluftspulen, Drahtdurchmesser 1,2 mm

L [nH]	n	D [mm]	l [mm]	Q	f _Q [MHz]	f _r [MHz]
50	3	8,9	6,2	445	100	1090
95	3½	10,9	7,6	555	100	720
155	4	12,8	9,0	650	100	520
235	4½	14,7	10,3	750	100	400
320	5	16,7	11,6	580	50	315
440	5½	18,7	13,1	500	30	250
590	6	20,7	14,5	550	30	205
775	6½	22,7	15,9	600	30	175
995	7	24,7	17,2	650	30	150
1270	7½	26,7	18,7	710	30	125
1600	8	28,8	20,1	765	30	110

Tabelle 5. Einlagige Zylinderluftspulen, Drahtdurchmesser 1,5 mm

eingebaut werden etc. In der Praxis lassen sich solche Bedingungen in aller Regel nicht erfüllen. Bei sorgfältigem Aufbau kann man immerhin etwa 50...80% des errechneten Q-Wertes erreichen.

Luftspulen haben ein ausgeprägtes Streufeld; alle möglichen Verkoppelungen sind die Folge. Zur Entkopplung reicht es manchmal, den Einbauwinkel der Spulenlängsachsen geschickt zu wählen. Bei komplizierten Schaltungen kommt man aber nicht ohne Abschirmungen aus. Abschirmwände sollten mindestens 0,5 × D von der Spule entfernt sein. Die Güte Q geschirmter Zylinderluftspulen hoher Güte läßt sich wie folgt abschätzen:

$$Q \approx 41 \cdot D \cdot \sqrt{f}$$

Durch Abschirmungen verringert sich die Induktivität einer Spule erfahrungsgemäß um etwa 10...30%.

Die Güte Q ist eine Funktion der Frequenz. Bei Luftspulen steigt der Wert von Q gemäß

$$Q = \frac{2\pi f L}{R}$$

zunächst mit der Frequenz f an. Allerdings ist auch die ohmsche Komponente R frequenzabhängig (z.B. wegen des Skin-Effekts). Der lineare Zusammenhang zwischen Q und f gilt deshalb nur für tiefe Frequenzen. In den Tabellen ist die Frequenz f_Q angegeben, für die der Q-Wert gilt.

Das Ersatzschaltbild einer Spule (Bild 2) läßt erkennen, daß sich eine Luftspule mit steigender Frequenz immer mehr wie ein Parallelschwingkreis verhält. Oberhalb der Eigenresonanzfrequenz

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

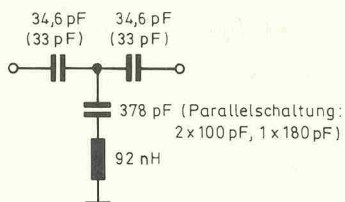
ist die Spule nicht mehr als Induktivität einsetzbar; sie nimmt kapazitiven Charakter an. Wie weit man mit der Betriebsfrequenz an f_r herangehen kann, hängt vom konkreten Anwendungsfall ab. Im allgemeinen betreibt man die Spule möglichst weit unterhalb der Eigenresonanzfrequenz f_r.

Beispiel: Hochpaß

Es soll ein Hochpaß gebaut werden, der den UKW-Bereich (87,5...108 MHz) durchläßt und

Frequenzen um 27 MHz möglichst stark dämpft.

Hochpässe lassen sich durch eine einfache Transformation aus Tiefpässen ableiten. Für Standard-Tiefpässe gibt es katalogartige Übersichten, in denen die normierten Bauelementwerte tabellarisch zusammengefaßt sind. Dort sind auch die Tiefpaß-Hochpaß-Transformationsverfahren beschrieben. Bild 6 zeigt die Schaltung des Bei-



Quellen- und Lastwiderstand: 50 Ω

Bild 6. LC-Hochpaß mit Dämpfungspol bei 27 MHz.

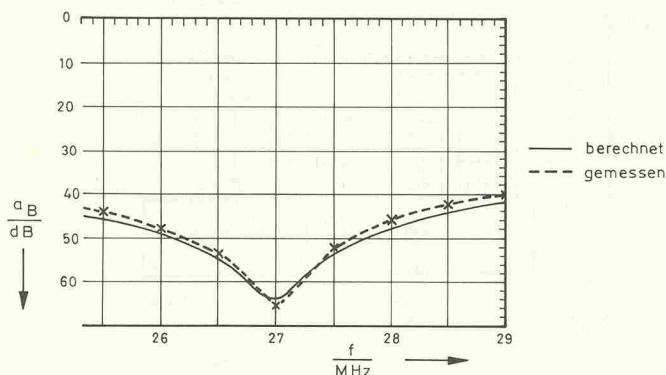


Bild 7. Berechneter Dämpfungsverlauf des Hochpasses aus Bild 6 mit einer angenommenen Spulengüte $Q = 300$.

spiel-Hochpasses mit integrierter Bandsperre.

Für den Versuchsaufbau wurden Kondensatoren mit den nächstliegenden Normwerten gewählt. In Bild 6 sind dies die eingeklammerten Werte. Die Spule ist ein Exemplar aus Kupferlackdraht $\varnothing 1$ mm mit $L = 100$ nH. Sie wird durch vorsichtiges Auseinanderziehen auf den Sollwert abgeglichen. Die Spulendaten laut Tabelle 3: 4 Windun-

gen, $D = 8,5$ mm, $l \approx 6$ mm, $Q = 430$ bei 100 MHz.

In Bild 7 ist die berechnete Betriebsdämpfung des Hochpasses dargestellt. Dabei wurde für die Betriebsgüte ein Wert von 70% der Leerlaufgüte angenommen: $Q = 0,7 \times 430 \approx 300$.

Bild 8 zeigt den berechneten sowie den gemessenen Dämpfungsverlauf in der Umgebung von 27 MHz.

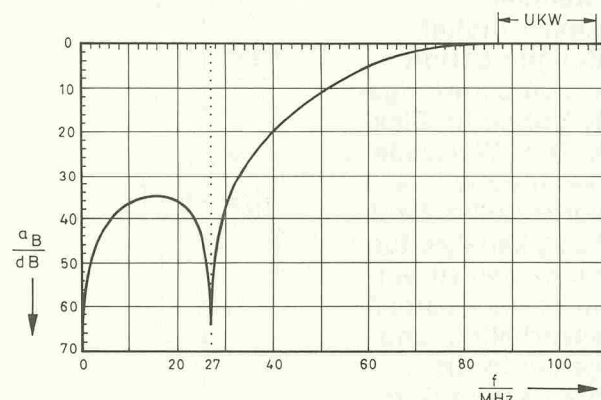
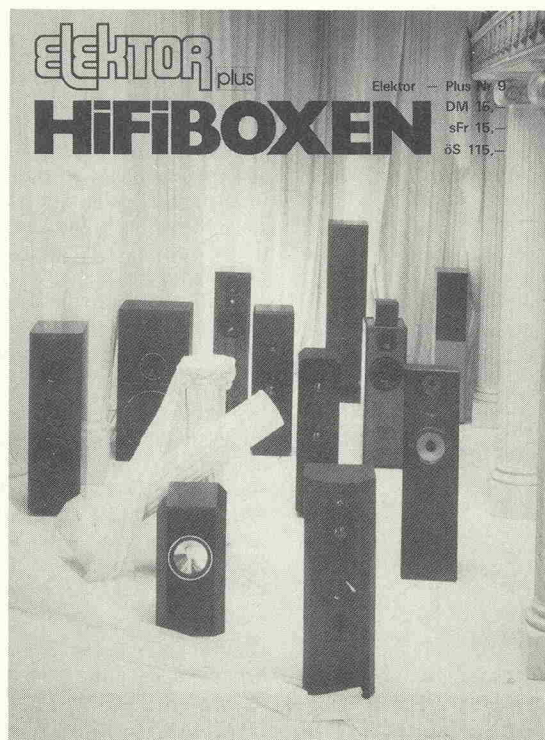


Bild 8. Berechneter und gemessener Dämpfungsverlauf des Hochpasses aus Bild 6 in der Umgebung von 27 MHz.

NEU!

KLASSE!

KLASSISCH!



Das 89er HiFiBoxenheft von ELEKTOR

Neu: 18 taufrische Bauvorschläge

Klasse: First-Class in Meßwerten, Texten und Zeichnungen

Klassisch: Das Konzept — konsequent und geradlinig wie die antiken Säulen im griechisch-römischen Ambiente der Fotos...

Mit dem neuen Boxenheft informieren wir Sie über den Stand der Technik mit den interessantesten Neuentwicklungen — und den schönsten Selbstbau-Boxen, die es je gab. Neben der akustischen Verfeinerung bietet das Design und Outfit der Klangobjekte überraschende Aspekte. Von profilierten Entwicklern und bekannten Autoren erfahren Sie aus erster Hand an Beispielen aus der Praxis, wie Sie selbst Ihre Traumbox optimal konzipieren und abstimmen.

Die Selbstbau-Projekte im einzelnen:

- | | | |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| ■ ACR Cello | ■ Mivoc BF 245 | ■ Tannoy Kit DTM 8 |
| ■ AB Soundtechnik | ■ Morel Modell 3 | ■ TDL Monitor |
| ■ Marvin | ■ Open Air Melody | ■ Kompakt |
| ■ Blue Box Diva | ■ Peerless Ledis III | ■ Visaton Atlas |
| ■ Dynaudio Foccus | ■ Scan-Speak | ■ Kompakt |
| ■ G+S Ohrwrts | ■ Transvektor II | ■ WHD Aristos TL 4 |
| ■ Dialog | ■ Seas Trigon | ■ Mainhattan Junior |
| ■ Focal Suspense | ■ Seas MS 4 | ■ Sound |

Verkaufspreis: 15,— DM

Minilysator

Der kleine 2-Kanal-Logik-Analysator

Martin Huck

Das Aufspüren von Timingfehlern in mehr oder weniger komplexen Digitalschaltungen gehört mit zu den schwierigeren Aufgaben im Elektroniklabor. Wertvolle Hilfe kann dabei der hier vorgestellte Zweikanal-Logikanalysator leisten. Er besitzt ein erstaunliches Kosten/Nutzenverhältnis und zielt genau in die Lücke zwischen Software-Logikanalysator und Oszilloskop.

Das Prinzip ist recht einfach: Man nehme 2 extralange Schieberegister, eine handvoll Leuchtdioden, und zur Ansteuerung noch einige TTL-ICs — fertig ist ein nützliches Meßgerät, das die Fehlersuche fast zur Freude macht.

Wie aus Bild 1 ersichtlich, werden jeweils vier der 8-Bit-Schieberegister vom Typ LS164 zu einem 32-Bit-Schieberegister

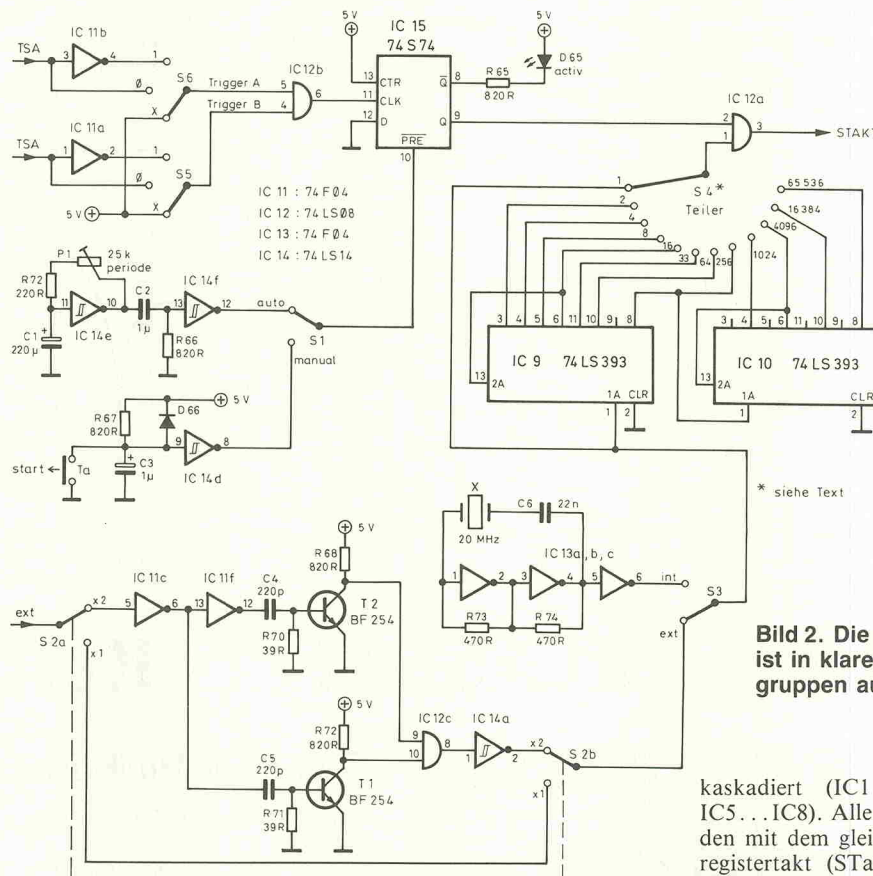


Bild 2. Die Steuerlogik ist in klare Funktionsgruppen aufgeteilt.

kaskadiert (IC1...IC4 bzw. IC5...IC8). Alle Register werden mit dem gleichen Schieberegistertakt (STakt) auf Trab gebracht. Wird dieser Takt gesperrt, so geben die Logikpegel im Schieberegister das abgetastete Signal während der Zeitdauer von 32 Taktzyklen wieder. Damit die Zeitachse später stimmt ($t=0$ ganz links), werden die Schieberegister so angeordnet, daß sich ihr Eingang rechts befindet.

Ein großer Vorteil ist die Umschaltmöglichkeit in den Einkanalbetrieb. Mit Schalter S8 werden die Bits, die am Ende des Registers B herausfallen würden, auf den Eingang von Register A umgeleitet. Damit verdoppelt sich die Aufzeichnungsdauer.

Die Steuerung der Schieberegister bewerkstelligt die Schaltung

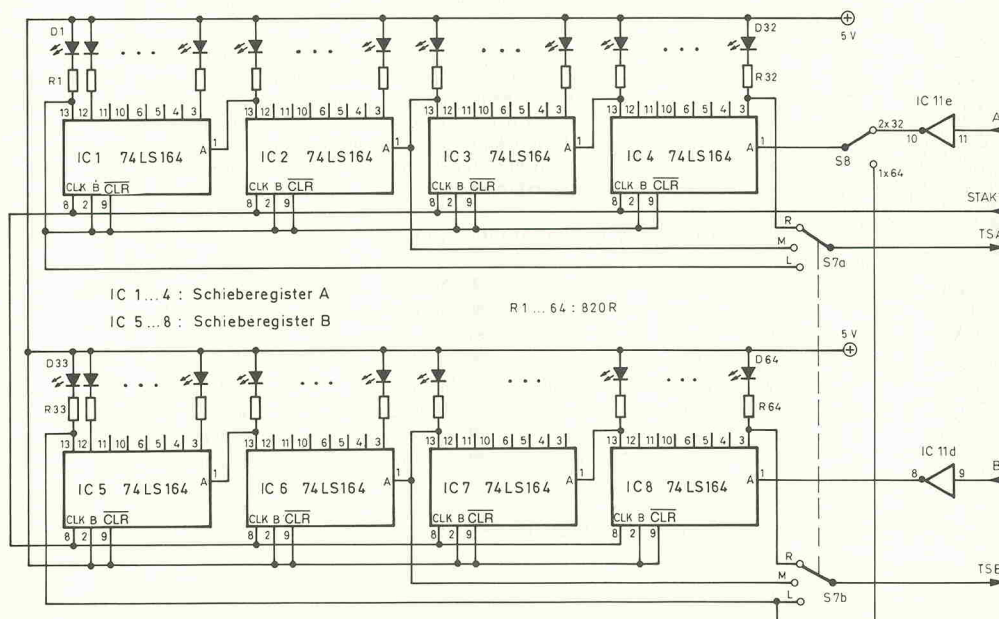


Bild 1. Extralang: Jeder Kanal besteht aus einem 32-Bit-Schieberegister.

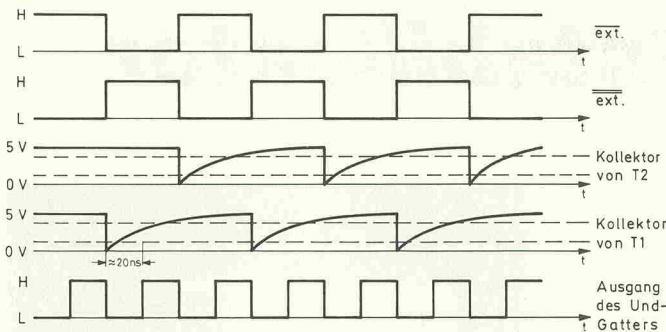


Bild 3. Timing-Diagramm der Frequenzverdopplung. Die Schaltschwellen sind gestrichelt eingezeichnet.

nach Bild 2. Ein einfacher Oszillator, bestehend aus IC13a...c und einem 20-MHz-Quarz, bringen den nötigen Schwung in die Elektronik. Hier und bei den anderen Invertern müssen wegen der kurzen Impulse F-Typen eingesetzt werden. Der Takt wird anschließend auf einen 16-Bit-Zähler (IC9 und IC10) geleitet, wo er durch 2^n geteilt wird. Dabei ist n von 0...16 frei wählbar, so daß die Abtastfrequenz leicht den Signalfrequenzen angepaßt werden kann: Je nach eingestelltem Verhältnis steht eine Leuchtdiode dann für ein ganz bestimmtes Zeitintervall (s. Tabelle). Da im Handel meistens nur 12-fach Stufenschalter gut erhältlich sind, müssen 5 Teilverhältnisse ausgelassen werden. Welche das sind, bleibt jedem selbst überlassen.

In der Praxis ist es von Vorteil, die Signale mit der Systemfrequenz des Testlings abzutasten. Würde z.B. ein symmetrisches 2-MHz-Signal mit der vom Logikanalysator bereitgestellten Frequenz von $20 \text{ MHz}/2^2 = 5 \text{ MHz}$ abgetastet, würde eine Periode genau durch 2 1/2 Leuchtdioden dargestellt. Da eine halbe Leuchtdiode wohl noch niemand funktionsfähig erlebt hat, würden die Perioden demnach abwechselnd durch 2 und 3 Leuchtdioden abgebildet. Um dies zu vermeiden, kann der Schiebektakt aus der zu testenden Schaltung entnommen und über die Klemme 'extern' eingespeist werden.

Damit die externe Abtastfrequenz mindestens der zweifachen Signalfrequenz entspricht, läßt sie sich verdoppeln (Schalter S2 in Position x2). So kann vermieden werden, daß Pegeländerungen in der Zeitgrößenordnung der abtastenden Periodendauer übersehen werden. Zur Frequenzverdopplung wird der externe Takt zunächst durch IC11c gebuffert und dann auf das Differenzierglied C5,R71 gegeben. Am Kollektor von T1 entstehen anschließend Nadelimpulse von etwa 20 ns Breite (Bild 3). Gleiches geschieht mit dem invertierten Taktsignal. Nach einer Und-Verknüpfung durch IC12c und dem Auffrischen mit IC14a ergeben sich Impulse mit doppelter Frequenz. Zu beachten ist, daß diese Schaltung nur bis 10 MHz arbeitet, da die Breite der Nadelimpulse festliegt und diese sich nicht überlappen dürfen. Bei hohen Frequenzen ist es darum auch erforderlich, einen symmetrischen Takt einzuspeisen.

Obwohl die Triggerlogik recht einfach ist, bietet sie eine Reihe von nützlichen Eigenschaften. Die auszuwertenden Trigger-Pegel werden direkt an den Ausgängen des Schieberegisters abgegriffen. Dabei entscheidet die Schalterstellung von S7, an welcher Stelle dies geschieht. Befindet sich der Schalter in Position 'L', so werden jeweils 32 Leuchtdioden den Signalverlauf nach dem auslösendem Trigger anzeigen. In Position 'R' werden die Signale vor dem Triggerzeitpunkt dargestellt. Die dritte Möglichkeit ist eine Kombination der beiden ersten. Hier zeigen die 16 Leuchtdioden links von der Mitte der Leuchtzeile die Vergangenheit, und die andere Hälfte die Zukunft des Triggerzeitpunktes an. Die über S7 ausgewählten Signale (TSA

und TSB) werden dem Und-Gatter IC12b zugeführt, wobei mit S5 und S6 noch eine Triggerbedingung eingestellt werden kann.

Der Ausgang von IC12b wird erst dann auf Low gezogen, wenn gleichzeitig für beide Kanäle die Triggerbedingung entdeckt wurde. In diesem Moment entsteht am flankengetriggerten Flip-Flop IC15 eine positive Flanke, und der fest vorgegebene Low-Pegel am Dateneingang wird übernommen. Als unvermeidliche Konsequenz wird hierdurch auch der Eingang von IC12a auf Null gelegt. Nun hat das Schieben ein Ende, und man kann in aller Ruhe die abgetasteten Signale auswerten. Die am invertierten Ausgang des Flip-Flops angeschlossene Leuchtdiode erlischt, wenn der Schieberegistertakt gesperrt ist. Übrigens

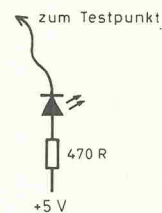


Bild 4. Aufbauhilfe: Behelfsoszilloskop zum Testen der Schaltung.

n	Teiler	Periodendauer/ Auflösung
0	1	50 ns
1	2	100 ns
2	4	200 ns
3	8	400 ns
4	16	800 ns
5	32	1,6 µs
6	64	3,2 µs
7	128	6,4 µs
8	256	12,8 µs
9	512	25,6 µs
10	1024	51,6 µs
11	2048	102,4 µs
12	4096	204,8 µs
13	8192	409,6 µs
14	16384	819,2 µs
15	32768	1,6384 ms
16	65536	3,2768 ms

Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Teilerfaktor und dem von einer LED repräsentierten Zeitintervall.

ist beim Einkanalbetrieb darauf zu achten, daß einer der Schalter S5 oder S6 auf 'X' steht, anderenfalls kann es passieren, daß die Triggerbedingung nie erfüllt wird.

Sollen neue Signale eingelesen werden, muß der Ausgang Q des Flip-Flops auf High gesetzt werden. Dies geschieht entweder über den entprellten Taster Ta oder automatisch mit einer über P1 einstellbaren Periode. Dieses ist von besonderem Vorteil, wenn beide Hände mit Prüfspitzen in der Digital-schaltung jonglieren. Da die Zeit, in der das Schieberegister neue Signale erfaßt (hier gibt es aufgrund der hohen Taktrate kein erkennbares Bild) kürzer sein sollte als die Standzeit, muß das Ausgangssignal des Oszillators IC14e mit dem nachfolgenden Schmitt-Trigger IC14f so umgeformt werden, daß die Low-Phasen kürzer sind als die High-Phasen. Bei sehr niedrigen Schiebefrequenzen können jedoch Fehler entstehen, wenn die Zeit, in der der Ausgang des Flipflops auf High gezwungen wird, nicht ausreicht, um den Inhalt der Schieberegister vollständig zu erneuern.

Die Leuchtdioden bilden sozusagen die Schnittstelle zwischen Analyser und Betrachter. Damit sich nicht auch noch 8 Treiber-ICs ansammeln, werden die LEDs direkt durch die Ausgänge der Schieberegister angesteuert. Da TTL-ICs bei logisch Low einen höheren Strom verkräften, werden die Leuchtdioden invertiert angesteuert, d.h. sie leuchten bei Low. Zusätzlich werden hohe Vorwiderstände verwendet, die den Stromverbrauch reduzieren und die Pegel der Ausgänge möglichst wenig beeinflussen. Wem die Leuchtkraft dabei zu niedrig ist, sollte Dioden mit geringer Stromaufnahme verwenden, wie beispielsweise die TLL.540, von Telefunken. Diese LEDs begnügen sich bereits mit 2 mA. Die Ansteuerungsart der Leuchtdioden bedingt eine Invertierung des Eingangssignals. So sorgen IC11d und IC11e dafür, daß eine leuchtende LED auch eine logische Eins bedeutet.

Um den Einbau ins Gehäuse zu erleichtern, sollte das Schieberegister mit den Leuchtdioden

von der Steuerlogik getrennt werden. Dabei sind kurze Verbindungsleitungen zwischen den Platinen und den HF-führenden Schaltern und Anschlüssen unumgänglich. Die Funktion der Anzeigeplatine kann man gut überprüfen, indem man den Schiebetakt mit einem entprellten Taster erzeugt und die Logikpegel an den Kanaleingängen verändert.

Der eingebaute Oszillator mit dem Frequenzteiler wird mit der kleinen Testschaltung aus Bild 4 überprüft. Wird der Eingang der Testschaltung an einen der Zählerausgänge angeschlossen, so muß sie etwas dunkler leuchten als bei direktem Anschluß an Masse. In gleicher Weise läßt sich ein schwerer Fehler bei der Frequenzverdopplung erkennen. Nützlich ist die Schaltung ebenfalls für den Test der automatischen Startvorrichtung: An Pin 12 von IC14 müssen kurze Lichtblitze erkennbar sein.

Eine Reihe nützlicher Triggermöglichkeiten verhilft dem Minilyator zu einem enormen Gebrauchswert.

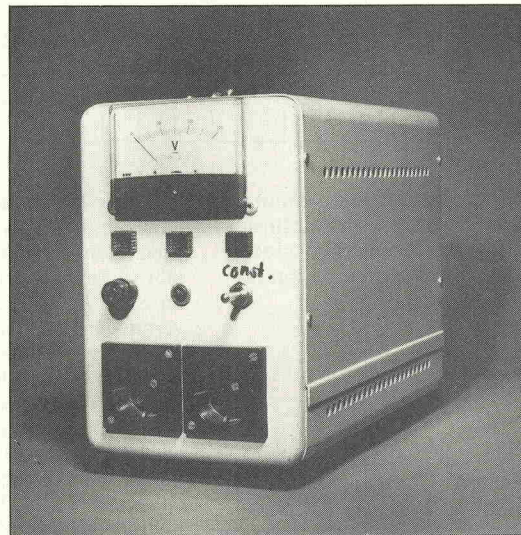
In den meisten Fällen kann die Schaltung an die Spannungsversorgung des Meßobjekts angeschlossen werden. Ist dies einmal nicht möglich, muß ein kleines Netzteil mit einer stabilisierten 5-V-Spannung her. Die Stromaufnahme liegt bei etwa 500 mA, wenn die Kanaleingänge an +5V liegen und das Register im Schiebemodus ist.

Obwohl der dargestellte Zeitbereich recht knapp ist, lassen sich im Zweikanalbetrieb sehr gut Timingdiagramme überprüfen. Für serielle TTL-Schnittstellen eignet sich der Analyser hervorragend im Einkanalbetrieb. Auch wurde die Schaltung mit großem Erfolg (jetzt läuft das Ding!) bei der Fehlersuche in einem Computer mit dem Prozessor MC68000 (8 MHz Prozessor-takt) eingesetzt. Dabei ist es nur wichtig, ein günstiges Verhältnis zwischen Auflösung und Länge des dargestellten Zeitbereichs zu finden. □

Bierzeltstabilisator

Spannungsabfall-kompensator fürs 220-Volt-Netz

Weder die Sturmsicherheit der äußeren Umwandlung so manch feuchtfrohlichen Gelages soll hier unterstützt werden, noch die individuelle Standfestigkeit von unter überhöhtem Konsum geistiger Getränke wankelmütig gewordenen Gemütern. Das einzige, was hier stabilisiert werden soll, ist die gewöhnlich labile Stromversorgung derartiger Festivitäten. Damit zum Schluß wenigstens die Musik noch steht.



Natürlich läßt sich der hier vorgestellte Feld-und-Wiesen-Stabilisator nicht nur im Bierzelt einsetzen. Überall, wo am Ende einer langen (220-V-) Leitung viel Strom entnommen wird, und der damit einhergehende Spannungsabfall zu Versorgungsproblemen bei den angeschlossenen Geräten führen kann, ist der Bierzeltstabilisator eine einfache, preisgünstige Spannungsstütze.

Eben einfach und preisgünstig. Damit ist auch klar, das hier kein Präzisionsgerät erwartet werden darf. Ebenso kann dieses Gerät keine Überspannungen kompensieren. Lediglich Spannungsabfälle von bis zu 48 V werden in vier Stufen von jeweils 12 V aufgefangen. Eben einfach und preisgünstig.

Aber auf die Idee muß man erst mal kommen: Vier Komparatoren vergleichen die Netzspannung mit einem fest eingestellten Sollwert. Wird dieser um einen bestimmten Betrag unterschritten, schaltet der erste Komparator durch. Fällt die Spannung weiter, reagiert der

zweite, dann der dritte, bis schließlich auch der vierte Komparator durchschaltet. Die Ausgänge der Komparatoren aktivieren über Transistorstufen jeweils ein Relais, das einen

Netztrafo einschaltet. Da die Sekundärwicklungen der vier Trafos in Reihe mit der Netzleitung liegen, addieren sich die Sekundärspannungen der eingeschalteten Trafos mit der

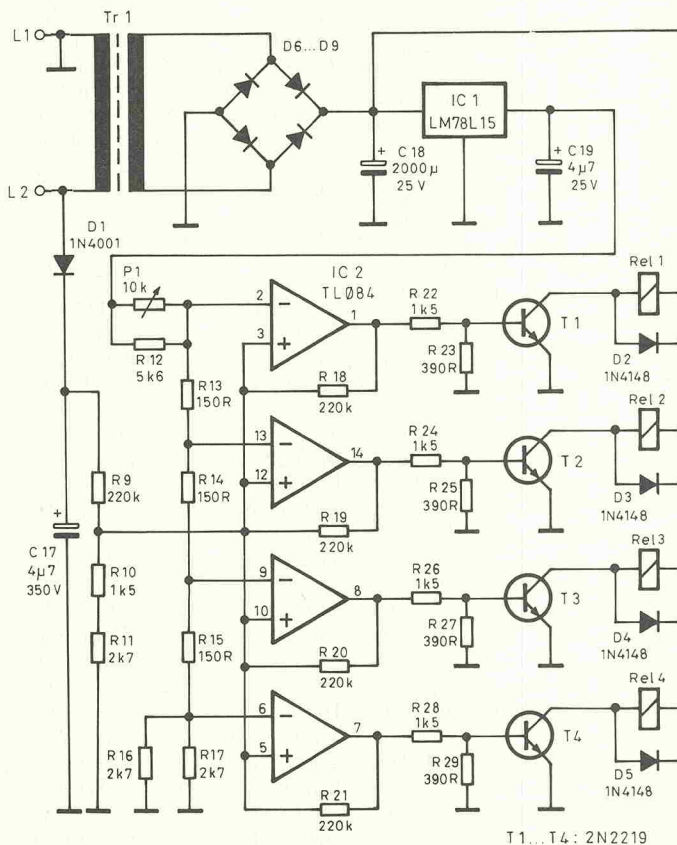
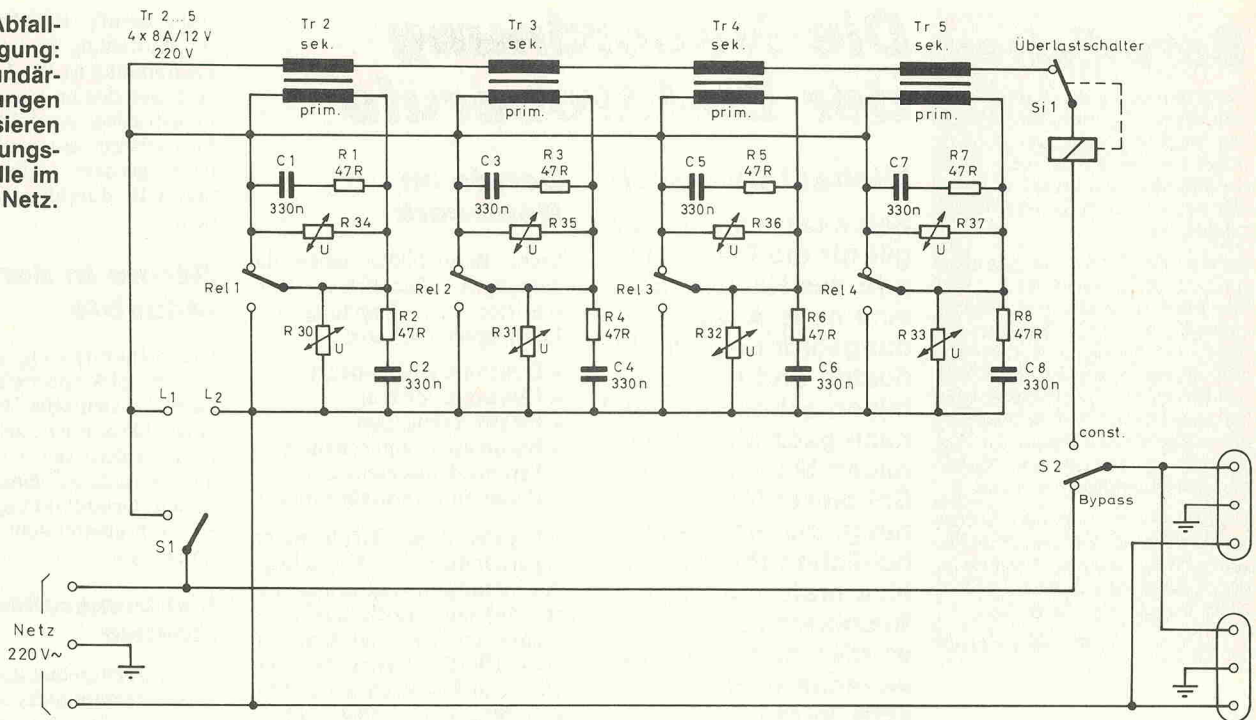


Bild 1. Ein oder nicht ein: Komparatoren schalten bei Netzspannungsabfällen Trafos ein.

T1...T4: 2N2219

Bild 2. Abfallbeseitigung: Sekundärspannungen kompensieren Spannungsabfälle im Netz.



Netzspannung. Das ist auch schon der ganze Trick. Zur besseren Übersicht ist die Schaltung des Bierzelsabilsators in zwei Teile aufgeteilt: den Steuer- und den Leistungsteil. Das Schaltbild zum Ersten zeigt Bild 1. Die Netzspan-

nung wird durch die Diode D1 gleichgerichtet und gelangt über den Spannungsteiler R9/R10, R11 als Istwert-Spannung an die nichtinvertierenden Eingänge der vier Komparatoren. Der Sollwert wird aus der gleichgerichteten und regel-

ten Sekundärspannung von Tr1 gewonnen. Die Höhe dieses Wertes kann mit P1 eingestellt werden. Er wird anschließend durch die Widerstände R13...17 heruntergeteilt, so daß die Sollspannung für jeden Komparator um einen festen

Betrag niedriger liegt, als für den vorhergehenden. Wenn nun der Istwert unter den Sollwert fällt, kippt der Ausgang des jeweiligen Komparators um, und schaltet damit über den zugehörigen Transistor das entsprechende Relais ein.

Wie aus Bild 2 ersichtlich, schließen die Relaiskontakte im Ruhezustand die Primärwindungen der zugehörigen Trafos kurz. Damit wird erreicht, daß sich die Sekundärwindungen der nicht eingeschalteten Trafos wie ein Stückchen Draht verhalten, und nicht als Spule einen erheblichen Widerstand in der Netzleitung darstellen. Ein relativ aufwendiges Netzwerk aus Kondensatoren, Varistoren und Widerständen sorgt dafür, daß Schaltstörungen weitestgehend herausgefiltert werden.

Der Aufbau des Gerätes ist in einem kompakten Gehäuse möglich. Die meisten Bauteile — inklusive Relais — sind auf einer Platine untergebracht. Der Rest muß frei verdrahtet werden. Dabei ist äußerste Sorgfalt geboten, da es sich durchweg um lebensgefährliche Netzspannung handelt. Bei Verwendung eines Metallgehäuses muß dieses auf jeden Fall geerdet werden. □

Stückliste

Widerstände

R1...8 47R, 5 W
R9,18...21 220k
R10,22,24,26,28 1k5
R11,16,17 2k7
R12 5k6
R13...15 150R
R23,25,27,29 390R
R30...37 Varistor, SIOV-S05K300

Kondensatoren

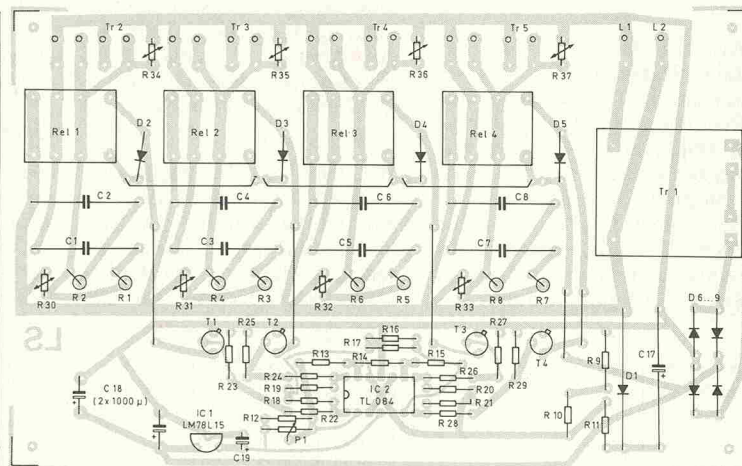
C1...8 0µ33/250 V
C9 4µ7/350 V
C10 2000µ/25 V
C11 4µ7/25 V

Halbleiter

D1,6...9 1N4001
D2...D5 1N4148
T1...4 2N2219
IC1 LM78L15
IC2 TL084

Sonstiges

Rel1...4 Starkstromrelais, 1×UM, 18V
Tr1 Netztrafo, 18 V, 9VA



Für C18 werden zwei Kondensatoren zu je 1000 µF eingesetzt.

Tr2...5 Netztrafo, 12 V/8 A
S1 Netzschalter, 1×EIN
S2 Netzschalter, 1×UM
Si1 Überlastsicherung
1 Platine, 160 mm × 100 mm, einseitig

Berufliches

Die Renovierung der Ausbildungsordnungen für die Elektroberufe war lange überfällig. Im traditionellen Handwerk noch mehr als in der Industrie, wo bereits seit zwei Jahren nach neuen Richtlinien ausgebildet wird.

Insbesondere für die Handwerksberufe, für die die Neuordnung nun immerhin auch schon seit einem Jahr gilt, beschreibt der nebenstehende Bericht dennoch eher den Soll- als den Istzustand. Denn viele handwerkliche Kleinbetriebe können — selbst mit bestem Willen — die rasche Anpassung an die modernisierten, gewachsenen Ausbildungsanforderungen nicht leisten.

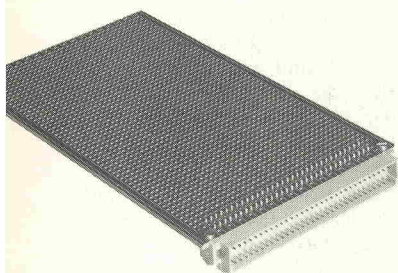
Dennoch — ein wichtiger Schritt wurde gemacht. Nur die nächstfolgende Neuordnung darf nicht wieder 20 Jahre auf sich warten lassen! Nicht bei den Elektroberufen.

Michael Oberesch

Lehrmittel

Ausbildungs-Leiter-Platte

Nicht selten werden Auszubildende der elektronischen Berufe noch mit vorsintflutlichen Betriebsmitteln versorgt, zum Beispiel mit Leiterplatten, die im Layout, im Raster oder in der Steckverbinderanpassung nicht dem Industriestandard entsprechen.



Eine im Sinne der IHK ausbildungsgerechte Leiterplatte ist eine Europakarte nach DIN 41 494/2, bei der ein Einsatz von Steckverbindern nach DIN 41 612 möglich ist.

Die neue Leiterplatte nach Industriestandard von Bicc-Vero, Bremen, erfüllt diese Ansprüche. Sie hat eine Stärke von 1,6 mm, ein 2,54-mm-Lochraster und ist mit 36 gefrästen Leiterbahnstreifen versehen, die symmetrisch zu den Steckverbinderanschlüssen verlaufen.

Die Neuordnung der Elektroberufe

Michael Oberesch

Seit exakt einem Jahr gilt für die Elektroberufe des Handwerks eine neue Ausbildungsordnung. Die Industrie und die Post bilden schon seit 1987 nach ganz ähnlichen neuen Modellen aus. Bei dieser Neuordnung, die einen einheitlichen Rahmen für eine breit angelegte Ausbildung steckt, wurden nicht nur gravierende technologische Veränderungen der letzten Jahre berücksichtigt, sondern es konnte auch der Graben zwischen handwerklicher und industrieller Ausbildung beseitigt werden.

Aus der Mitte der sechziger Jahre stammten noch bis vor kurzem die Berufsbilder und Prüfungsanforderungen für die Ausbildungsberufe des Handwerks im Berufsfeld der Elektrotechnik. Damals hieß der Azubi noch Lehrling, und von einem Computer hatte er bestenfalls Kenntnis aus der Science-Fiction-Literatur.

Berufe im Handwerk

Sechs Berufsbilder sahen die damaligen 'Fachlichen Vorschriften zur Regelung des Lehrlingswesens' vor:

- * Elektromaschinenbauer
- * Elektroinstallateur
- * Elektromechaniker
- * Büromaschinenmechaniker
- * Fernmeldemechaniker
- * Radio- und Fernsehtechniker

Für jeden dieser Berufe waren eigenständige, 3 1/2-jährige Ausbildungen vorgesehen, deren Inhalte jedoch nur recht knapp umrissen und zum Teil vorsintflutlich waren: So mancher Lehrling nach altem Modell mag sich gefragt haben, wozu er als angehender Büromaschinenmechaniker feilen und sägen lernen sollte, wo doch die Zeit der Zahnräder lange schon vorbei war!

Die Neuordnung trägt endlich der rasanten Entwicklung im Bereich der Elektronik Rechnung. Zwar ist es weitgehend bei den alten Berufsbezeichnungen geblieben, jedoch hat man immerhin aus den Büromaschinen- und Fernmeldemechanikern zeitgemäßere Büroinformations- und Fernmeldeanlageelektroniker gemacht.

Wichtiger als die Namensgebung erscheint jedoch die neue Ausbildungsstruktur. Auffälligstes Merkmal: eine gemeinsame, einjährige 'berufsfeldbreite Grundbildung' für alle

sechs Berufe (Bild 1). Mit dieser Aufteilung in Grund- und Fachbildung ist die Ausbildung zum Gesellen im Handwerk der industriellen Ausbildung zum Facharbeiter ein großes Stück näher gerückt — der Arbeitsmarkt ist durchlässiger geworden.

Berufe in der Industrie

Die Strukturierung der industriellen Elektroberufe, der sich auch die Deutsche Bundespost angeschlossen hat, zeigt Bild 2. Hier gliedern sich vier Berufe, die ebenfalls auf einer gemeinsamen Grundbildung aufbauen, in insgesamt acht Fachrichtungen auf:

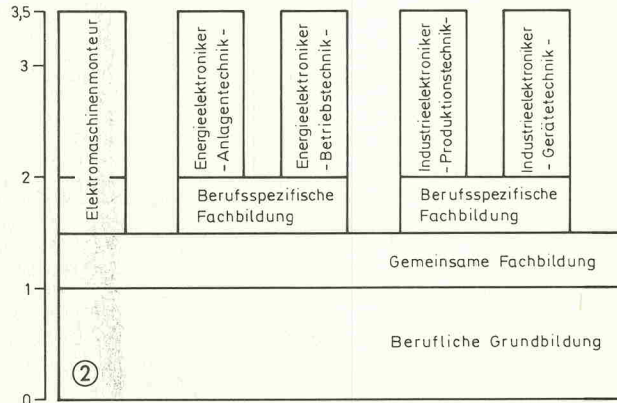
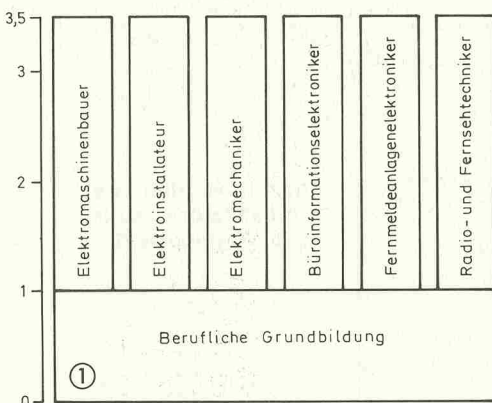
Elektromaschinenmonteur

Zum Arbeitsgebiet des Elektromaschinenmonteurs zählen die Montage, Demontage und Instandhaltung elektrischer Maschinen, der Einbau von Wicklungen, das Prüfen, Überwachen und Inbetriebnehmen von Maschinen und Transformatoren.

Neu in diesem Berufsbild sind insbesondere speicherprogrammierbare Steuerungen. In der Ausbildung werden deshalb auch Kenntnisse der Digitaltechnik vermittelt sowie die Arbeit mit speziellen Programmiersprachen für die Steuerungstechnik.

Energieelektroniker

Das Berufsbild des Energieelektronikers gliedert sich nach dem zweiten Ausbildungsjahr in die beiden Fachrichtungen Anlagentechnik und Betriebstechnik. Gemeinsames Gebiet



beider Richtungen ist die Arbeit mit Anlagen der Energieversorgung, der Regelung-, Steuerungs- und Antriebstechnik, der Meldetechnik sowie der Beleuchtungstechnik. Unterschiedlich sind die Einsatzorte: Während der Energieelektroniker im Fachbereich Anlagentechnik vorwiegend Montagetätigkeiten auf wechselnden Baustellen ausführt, wird er im Fachbereich Betriebstechnik vornehmlich mit ortsgebundenen Wartungs-, Instandhaltungs- und Erweiterungsarbeiten betraut.

Industrieelektroniker

Auch der angehende Industrieelektroniker spezialisiert sich nach dem zweiten Ausbildungsjahr auf einen von zwei getrennten Fachbereichen.

Die Aufgaben in der Fachrichtung Gerätetechnik wurden bislang durch die Berufe Elektrotechniker, Energiegeräteelektroniker, Nachrichtengeräteelektroniker und Feingereäteelektroniker abgedeckt und umfassen insbesondere das Feststellen, Eingrenzen und Beheben von Fehlern oder Störungen in der Fertigung aber auch das Herstellen von Schaltungen und Baugruppen im Prüfmittelbau und in Versuchswerkstätten.

Mit dem Industrieelektroniker der Fachrichtung Produktionstechnik ist dagegen ein völlig neues Berufsbild entstanden, für das es bislang keine Vorbilder gab. Seine Arbeitsgebiete liegen im Bereich der automatisierten Fertigung und Qualitätssicherung, wo er für die Inbetriebnahme, das Überwachen und Instandhalten der Produktionsgeräte und Arbeitsmittel

verantwortlich ist. Die Ausbildungsschwerpunkte liegen somit in den Bereichen Schaltungstechnik und Meß- und Regeltechnik und umfassen auch eine CNC-Grundausbildung.

Kommunikations-elektroniker

Der Beruf des Kommunikationselektronikers ist in drei Fachrichtungen gegliedert. Aufgabengebiete sind in allen Fällen das Herstellen, Prüfen, Messen, Warten und Instandsetzen von Geräten, Anlagen und Systemen.

In der Fachrichtung Informationstechnik sind es Systeme der Informations- und Datentechnik, wie Geräte zur Datenein- und -ausgabe, zur Datenverarbeitung und -übertragung sowie zugehörige

Steuer- und Regeleinrichtungen.

Kommunikationselektroniker der Fachrichtung Telekommunikationstechnik arbeiten vornehmlich mit Anlagen und Systemen zur Übertragung von Sprache, Bild und Text wie Telefon, Telex, Btx, usw. sowie mit Geräten der Melde- und Signaltechnik.

Die Arbeitsmittel der Fachrichtung Funktechnik sind Sendeeinrichtungen und Empfangsanlagen, Antennen, Aufnahme- und Wiedergabegeräte für Bild und Ton, HF- und NF-Übertragungssysteme und Geräte der Funkmeßtechnik.

Der ebenfalls zum Berufsfeld der Elektrotechnik gehörende Industrieruf Meß- und Regeltechniker wurde nicht das Neuordnungskonzept aufgenommen, da diese Ausbildung

bereits 1981 neu gestaltet wurde (siehe elrad 4/89, Seite 56, Berufsbild: Meß- und Regeltechniker).

Literatur:

Zu allen genannten Berufen gibt es 'Blätter zur Berufskunde', die vom Bertelsmann-Verlag, Bielefeld, im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeit herausgegeben werden.

M&E Magazin Ausgabe 2, Zeitschrift des Arbeitgeberverbandes Gesamtmetall in Zusammenarbeit mit dem Institut der deutschen Wirtschaft

Die neuen Metall- und Elektroberufe, Reihe: Beiträge zur Gesellschafts- und Bildungspolitik, Ausgabe 121, Deutscher Instituts-Verlag, Köln, ISBN 3-602-24871-2

Schulungen, Seminare, Kongresse

Die Hitex-Systementwicklung veranstaltet Seminare zur In-Circuit-Emulatorfamilie:

26.9.—27.9.
'teletest 51'

3.10.—4.10.
'teletest 16'

Die VDE-Zentralstelle Tagungen, Frankfurt, nimmt zu folgenden Fachtagungen Anmeldungen entgegen:

6.—8.9. Hamburg
'Einführung in die Programmiersprache C'
7.—8.9. Hamburg
5.—6.10. Frankfurt
19.—20.10. Nürnberg
20.—21.11. Braunschweig
'Unfallverhütungsvorschrift: Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, VBG 4 (mit Meßpraktikum)'

11.—13.9. Hamburg
'Meßpraktikum DIN VDE 0100 /0105 /0413 /0701'

13.—14.9. Mannheim
'Software Engineering'

13.—15.9. Hamburg
'Programmiersprache C für Fortgeschrittene'

27.9.—28.9. Baden-Baden
'Magnetische Werkstoffe, Varistoren und Supraleiter:

Anwendungen und Entwicklungstendenzen'

5.10. Duisburg
'Digitale Leittechnik in Stationen des Mittel- und Hochspannungsnetzes'

11.—12.10. Mannheim
'Elektrische Anlagen im medizinischen Bereich, DIN VDE 0107'

17.—19.10. Frankfurt
'CAD-Grundpraktikum auf PC mit dem Programm CAD_PACK'

24.—25.10. Frankfurt
'Mitarbeiter zu mehr Leistung bringen (Führung und Motivation)'

7.—8.11. Frankfurt
'Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme beim Errichten und Betrieb elektrischer Anlagen in Hoch- und Niederspannungsnetzen'

13.—14.11. Frankfurt
'Rhetorik und Dialektik'

15.11.—16.11. Ulm/Neu-Ulm
'Softwaretechnik in Automatisierung und Kommunikation — Wiederverwendbarkeit von Software'

27.—28.11. Nürnberg
12.—13.12. Frankfurt
'Errichten von Starkstromanlagen bis

1000 Volt — VDE-Bestimmungen 0100 —'

28.11.—30.11. München
'Erste Europäische Konferenz über Satellitenkommunikation'

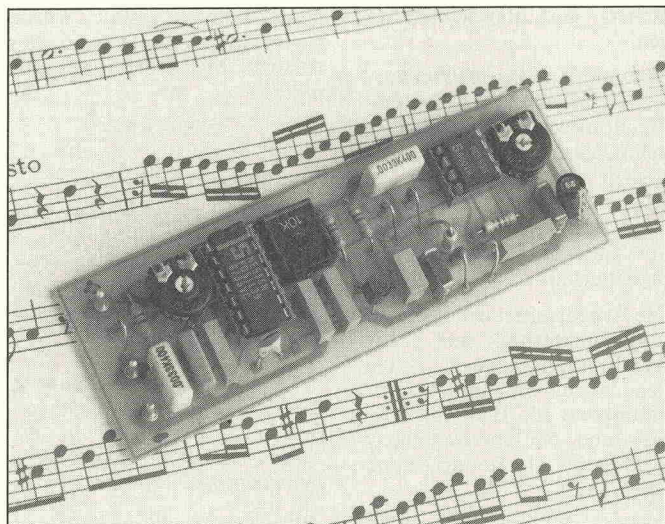
Die Alfred Neye Enatechnik GmbH, 8011 Kirchheim, führt in Zusammenarbeit mit der Firma ES2 ASIC-Workshops durch.

9.—13.10.
13.—17.11.

Die Firma Meilhaus Electronic bietet unter der Bezeichnung 'Road-Show 1989' kostenlose 3,5stündige Meßtechnik-Seminare zu den Programmen 'LabWindows' und 'Measure':

4.9./5.9. Bremen
6.9./7.9. Kiel
8.9. Hamburg
11.9./12.9. Berlin
13.9./14.9. Braunschweig
15.9. Münster
18.9./19.9. Bochum
20.9./21.9. Aachen
22.9. Köln
25.9./26.9. Hanau
27.9./28.9. Darmstadt
29.9. Stuttgart
2.10./3.10. München
4.10./5.10. Ulm
6.10. Friedrichshafen

Kommunikations- elektroniker - Informationstechnik -	Kommunikationselekt- -Telekommunikations- technik -	Kommunikations- elektroniker - Funktechnik -	Meß- und Regelmechaniker
Berufsspezifische Fachbildung			
			gleichartige Grundbildung



Wenn der Kanal schon voll ist:

MIDI-Kanalumsetzer

Norbert Willmann

Ein pffiffiges Chipchen ist er schon, der E 510. Auch elrad hat das MIDIfikante Bauelement hier und da schon eingesetzt. Mit gutem Erfolg. Nur bei der Kanalisation hapert es ein wenig: Die zwei Kanäle, auf denen das IC senden kann, dürften weitergehenden Ansprüchen wohl nicht gerecht werden.

Es gibt nun einige Schaltungen, die sozusagen nebenher eine Kanalerweiterung bzw. -umsetzung verrichten. Wird aber nur eine fest programmierte Kanalumsetzung benötigt, sind diese Schaltungen mit Prozessor und allem zugehörigen Pipapo doch recht aufwendig.

Und es geht viel einfacher. Bild 1 zeigt die übliche Ausgangsschaltung des E 510 nebst möglichen Ausgangssignalen. Die MIDI-Information besteht aus drei Datenpaketen zu je 10 Bits, die seriell gesendet werden. Beim ersten Paket sind

gleich nach dem Startbit die folgenden 5 Bits für die MIDI-Kanal-Information vorgesehen. Der E 510 beeinflusst davon jedoch nur die ersten zwei. Bit 3...5 sind immer '0'. Um weitere MIDI-Kanäle aufrufen zu können, ist es also notwendig, diese Bits ein wenig zu manipulieren. Beispielsweise wie in Bild 2 gezeigt.

Die hinzuzufügenden Bits werden in der vorliegenden Schaltung durch Monoflops erzeugt und von außen den seriellen Sendedaten beigemischt. Hierzu muß die übliche Ausgangsschaltung des E 510 nach Bild 3 abgeändert werden. Zwischen dem 390-Ω-Widerstand und dem Treiber-IC wird nun der Umsetzer angeschlossen. Kommen vom Umsetzer positive Impulse, während der Ausgang 'SO' des E 510 logisch '0' führt, fällt die Spannung von 5 V an dem eingefügten Widerstand ab, ohne daß dem MIDI-IC geschadet wird. Der Treiber gibt die vom Umsetzer gesendeten Impulse wie gehabt weiter. Umgekehrt werden die positiven Impulse des E 510 ebenfalls von den Treibern weiterverarbeitet, wenn der Umsetzer 'schweigt'. Hier sorgt die Di-

ode D1 dafür, daß es zu keinen Datenkollisionen kommt.

Diese Diode findet sich übrigens in Bild 4, das die vollständige Schaltung des Umsetzers zeigt. Das erste Monoflop (IC 1) wird über den Kondensator C8 von der negativen Flanke der Startbits getriggert. Die Werte von C1 und P1 bestimmen die Kippdauer dieser Stufe.

Das zweite Monoflop reagiert auf die negative Flanke seines Vorgängers und erzeugt den erwünschten Kanalimpuls, der über besagte D1 den MIDI-Daten beigemischt wird. Daß C2 und P2 hier für die korrekte Impulslänge verantwortlich zeichnen, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Nun verschickt der E 510 ja nicht nur MIDI-Kanal-Daten. Und da sich mit den weiteren Daten sicher hier und da auch mal eine negative Flanke einfindet, läuft der Umsetzer Gefahr, wahllos neu getriggert zu werden. Damit dies nicht geschieht, ist ein weiteres Monoflop vorgesehen, das während der restlichen Zeit bis zum Ende der MIDI-Nachricht das er-

ste Monoflop über einen Transistor und den Reseteingang sperrt. Aus (Daten-)Sicherheitsgründen findet diese Sperrung auch während der Kippzeit des zweiten Monoflops statt.

Der Abgleich der Schaltung erfolgt zweckmäßigerweise mit einem Oszilloskop. Dazu ist es günstig, beim Zusammenbau die Dioden D2 und D3 vorerst nicht einzulöten. Am Eingang des Umsetzers sollte ein Rechteckgenerator (TTL-Ausgang) mit einer Frequenz von etwa 1 kHz angeschlossen werden. Mit diesem Signal kann auch das Oszilloskop über den externen Triggereingang mit der negativen Flanke getriggert werden. Damit ergibt sich ein einwandfrei stehendes Bild, so daß sich ein genauer Abgleich sehr gut durchführen läßt.

Bild 5 zeigt das Beispiel einer Kanalumschaltung. Jedes Bit beansprucht eine Zeit von 32 µs. Die Kippzeiten der Monoflops, die für bestimmte Kanalinformationen erforderlich sind, sowie die zugehörigen Einstellwerte der entsprechenden Bauteile zeigen die Tabellen I

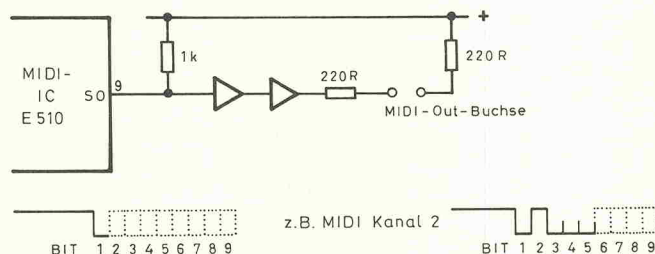


Bild 1. Die übliche Ausgangsbeschaltung des E 510. Die ersten Bits, die hier erscheinen, beinhalten die MIDI-Kanalinformation.

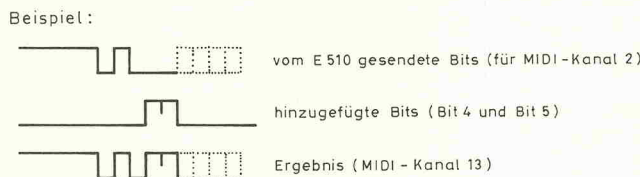


Bild 2. Über Bitmanipulation zur gewünschten Kanalinformation.

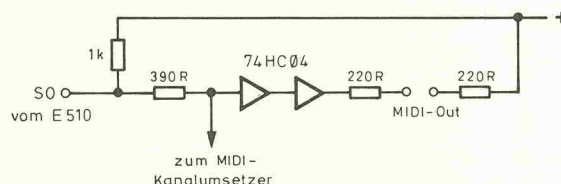
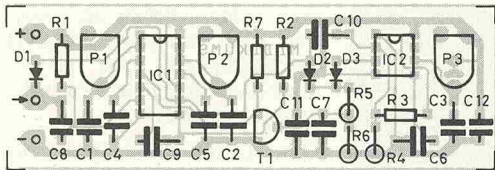


Bild 3. Eingriff in Bestehendes: Der 390-Ω-Widerstand verhindert bleibende Schäden am teuren IC.



Für P3 sollte ein 10-Gang Trimmer (stehend) eingesetzt werden.

Stückliste

Widerstände

R1,2,4,7 8k2
R3,5, 4k7
R6 1k8
P1,2 Trimmer, liegend, 10k
P3 Spindeltrimmer, stehend, 50k

Kondensatoren

C1 6n8
C2,4,5,6 10n
C3,7 18n
C8,9,10 3n3
C11 0μ1
C12 10μ, Tantal

Halbleiter

D1...3 1N4148
T1 BC548
IC1 556
IC2 555

Sonstiges

1 DIL-Fassung, 8pol.
1 DIL-Fassung, 14pol.
1 Widerstand, 390Ω
1 Platine, einseitig, 90mm×31mm

und II. Der Unterschied zwischen beiden Tabellen wird durch die beiden möglichen Betriebsarten des Umsetzers geprägt. Die erste davon berücksichtigt die Kanalschaltung des E 510 (K1 und K2), während die zweite immer nur mit Kanal 1 des ICs arbeitet. Bei der ersten Alternative ist die Umsetzung auf 14 MIDI-Kanäle möglich, bei der zweiten sind es lediglich 11. Die erste Möglichkeit ist übrigens unbedingt erforderlich, wenn mit dem E 510 ein Keyboard aufgebaut werden soll, das einen Splitpunkt setzen kann. Denn im Split-Modus sendet das IC einen Teil der Tastatur auf Kanal 1, den zweiten Teil auf Kanal 2. Mit dem Umsetzer werden dann beide Keyboardteile z.B. auf Kanal 5 und Kanal 6 gesendet.

Soll der Umsetzer auf einen Kanal festgelegt werden, so können auch anstatt der Trimmer abgegliche Festwiderstände eingebaut werden. Andernfalls ist ein Stufenschalter mit drei Ebenen und eine der gewünschten Schaltstellungen entsprechende Anzahl von Trimmern bzw. Widerständen erforderlich.

IMPULSE 32 μs/BIT	MIDI-Kanal	Zeiten der Monoflops in μs			Widerstand der Potis in kΩ		
		t _A	t _B	t _C	P1	P2	P3
	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	64	32	864	8,55	2,9	43,6
	4	64	32	864	8,55	2,9	—"
	5	96	32	832	12,8	2,9	42,0
	6	96	32	832	12,8	2,9	—"
	7	64	64	832	8,55	5,82	—"
	8	64	64	832	8,55	5,82	—"
	9	128	32	800	17,1	2,9	40,4
	10	128	32	800	17,1	2,9	—"
	13	96	64	800	12,8	5,82	—"
	14	96	64	800	12,8	5,82	—"
	15	64	96	800	8,55	8,73	—"
	16	64	96	800	8,55	8,73	—"

Tabelle I. Zeiten und Einstellwerte des Umsetzers. Hier wird dem E 510 ein Mitbestimmungsrecht bei der Kanalwahl eingeräumt.

IMPULSE 32 μs/BIT	MIDI-Kanal	Zeiten der Monoflops in μs			Widerstand der Potis in kΩ		
		t _A	t _B	t _C	P1	P2	P3
	1	—	—	—	—	—	—
	2	32	32	896	4,28	2,9	45,3
	3	64	32	864	8,55	2,9	43,6
	4	32	64	864	4,28	5,82	—"
	5	96	32	832	12,8	2,9	42,0
	7	64	64	832	8,55	5,82	—"
	8	32	96	832	4,28	8,73	—"
	9	128	32	800	17,1	2,9	40,4
	13	96	64	800	12,8	5,82	—"
	15	64	96	800	8,55	8,73	—"
	16	32	128	800	4,28	11,6	—"

Tabelle II. Hier wird davon ausgegangen, daß der E 510 fest auf Kanal 1 sendet.

Bild 5. Anatomie einer MIDI-Kanalinformation.

Impulsbeispiel von Bild 2



Baudrate für MIDI:
31250 Baud (Bit/s)
Dauer eines Bits:
1/31250 s = 32 μs

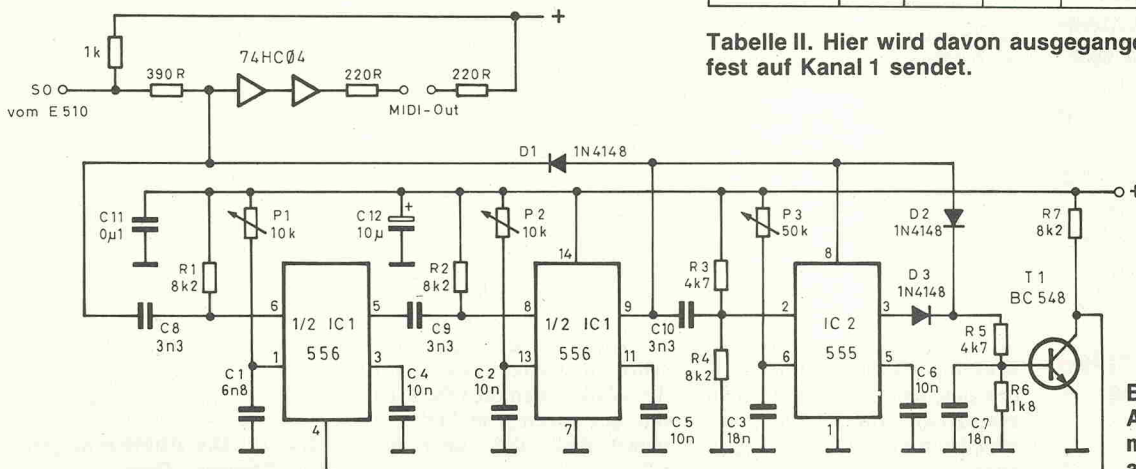
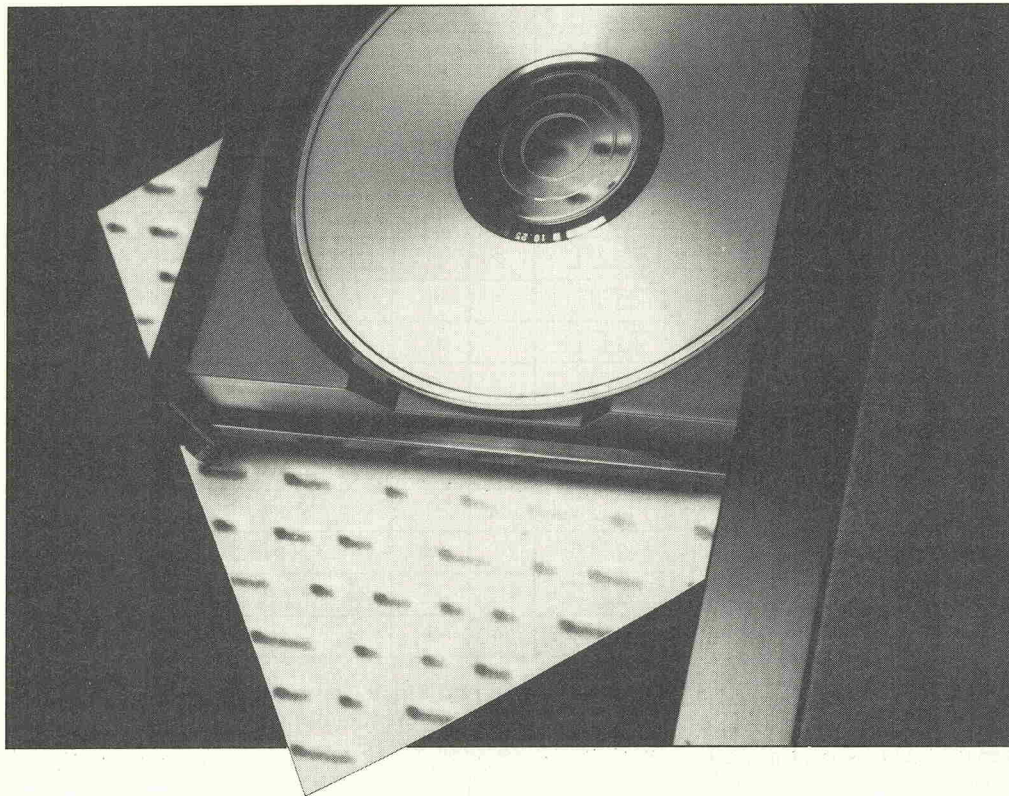


Bild 4. Alle drei Monoflops müssen sorgfältig abgeglichen werden.



Das CD-System

Der Compact Disc auf die Pits geschaut (2)

Jos Verstraten

Der vorangegangene erste Teil dieser Beitragsfolge brachte eine umfassende Übersicht des CD-Systems. Hier geht es nun um mechanisch-physikalische Eigenschaften der Compact Disc, wobei speziell Abmessungen und Form der Pits im Hinblick auf optische Erfordernisse betrachtet werden. Ein Abschnitt über die Herstellung der „Silberscheibe“ schließt sich an. Die nächste Folge beschäftigt sich im Detail mit der außerordentlich komplexen Codierung des Audiosignals.

Die Compact Disc hat 120 mm Durchmesser und eine Zentrierbohrung von 15 mm. Bild 11 zeigt die wichtigsten Abmessungen.

Der exakten Position der Zentrierbohrung kommt eine große Bedeutung zu. Bei einer Exzentrizität von nur 0,1 mm muß der Lesekopf bei jeder Umdrehung der Diskette in einem Radiusbereich mit der Breite von 60 Windungen der Spurspirale nachgeführt werden.

Während der frühen Produktionsschritte hat die Scheibe eine kleine Bohrung im geometrischen Mittelpunkt. Später wird die endgültige Bohrung gestanzt, wobei ein Lasersystem die exakte Position der ersten und der letzten Windung der Spurspirale mißt. Aus diesen Daten ermittelt ein Rechner die Koordinaten des Spiralmittelpunktes, der durchaus deutlich exzentrisch (in Bezug zum Scheibenmittelpunkt) liegen kann.

Für die Signalaufzeichnung stellt die Diskette ein Ringsegment mit 33 mm Breite zur Verfügung. Diesem Bereich ist ein 2 mm breiter innerer Ring vorgelagert, der allgemeine Informationen zur „Platte“ enthält, also Laufzeit, Anzahl der Musikstücke usw. Zu Beginn des Abspielvorgangs führt die Elektronik den optischen Lesekopf zu diesem Info-Bereich, und die Servosysteme stellen automatisch Fokus und Spur ein.

In Bild 12 ist ein senkrechter, zentrischer Schnitt durch eine Compact Disc skizziert. Auch an die Höhe der Diskette werden strenge Anforderungen gestellt. So darf, bei 1,2 mm Nennhöhe, ein Toleranzbereich von 0,1 mm an keiner Stelle der Oberfläche über- oder unterschritten werden; ebenso darf der Winkel, den die Oberfläche mit der Idealebene bildet, an keiner Stelle 0,6° überschreiten.

Das Trägermaterial der Compact Disc, ein Acryl-Kunststoff (Polycarbonat), muß im wesentlichen folgende Anforderungen erfüllen:

Gute Lichtdurchlässigkeit für den Laserstrahl; die Lichtwellenlänge des zur optischen Abtastung eingesetzten (Rot-) Lasers beträgt 780 nm. Auch der optische Brechungsindex des Diskettenmaterials ist von Bedeutung. Bekanntlich wird ein Lichtstrahl beim Übergang zwischen zwei Medien mit unterschiedlicher optischer Dichte an der Grenzfläche aus seiner Richtung gelenkt (Strahlbrechung). Dies gilt auch für die Übergänge Luft-Medium und Medium-Luft; beide Übergänge treten bei der Abtastung auf und sind im Hinblick auf die Fokussierung zu berücksichtigen.

Das CD-Trägermaterial muß auch technologischen Erfordernissen entsprechen, insbesondere muß es geeignete thermoplastische Eigenschaften aufweisen, damit es sich bei der Herstellung der Scheibe gut in die Preßformen fügt. Bei Normaltemperatur muß das Material möglichst hart sein; dies im Hinblick auf mögliche Beschädigungen der Diskette durch Kratzer. Zwar verarbeitet die Fehlerkorrektur des CD-Ab-

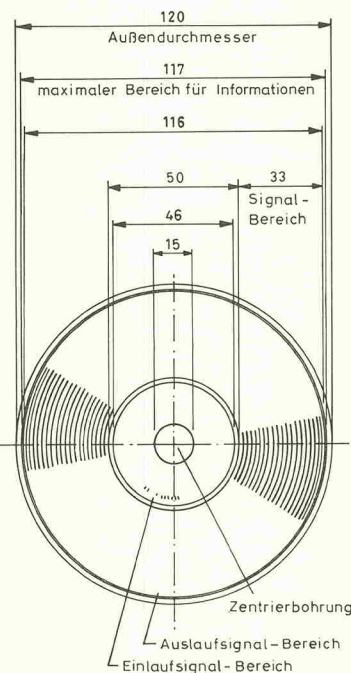


Bild 11. Die Abmessungen der Compact Disc.

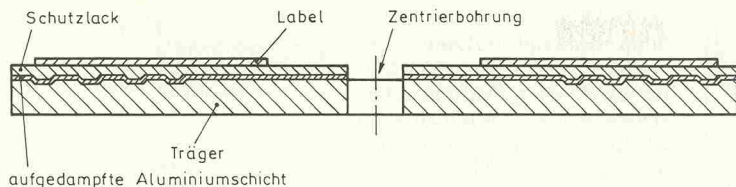


Bild 12. Der Schichtenaufbau der Compact Disc — schematischer, senkrechter Schnitt durch den Mittelpunkt.

spielgerätes kleinere Störungen im Datenfluß, sie soll jedoch nach Möglichkeit nicht in Aktion treten müssen; außerdem zwingen solche Kratzer auch die Servosysteme zu zusätzlichen Regelvorgängen.

Die in der ersten Folge bereits angesprochenen, mikroskopisch kleinen Gräben entstehen bei einem Preßvorgang während der Herstellung der Trägerscheibe. Der reflektierende Aluminiumfilm wird durch Aufdampfen im Vakuum aufgebracht; der Vorgang dauert etwa 10 min, wobei eine größere Anzahl von CDs gleichzeitig bedampft wird. Die Schichtdicke beträgt nur $0,04\ \mu\text{m}$. Dieser Alu-Film ist extrem empfindlich; deshalb wird unmittelbar nach dem Vakuumprozeß der Schutzlack aufgegossen, dessen Schichtdicke $0,1\ \text{mm}$ beträgt. Auf den Schutzlack wird später das Label gedruckt.

Über das Label-Druckverfahren streiten seit einiger Zeit die Gelehrten. Die Drucktinte, so heißt es, soll aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften zuerst den Schutzlack angreifen und dann — nach Jahren, wenn sie sich durchgefressen hat — den Alu-Film. Dieser Streit wird leider, naturgemäß, erst in einigen Jahren entschieden sein. Falls sich die Tinte tatsächlich so verhält, werden die Disketten unbrauchbar.

Die Gräben in der Informationsebene der Diskette, die

— sozusagen — die Information enthalten und im Hinblick auf die speicherbare Informationsmenge möglichst geringe Abmessungen haben sollen, lassen sich aus technologischen und systembedingten Gründen nicht noch kleiner gestalten.

Die sogenannte numerische Apertur des optischen Systems bildet die wichtigste systembedingte Grenze, sie ist das Produkt aus dem Öffnungswinkel des Lichtstrahls und dem Brechungsindex des optischen Mediums. Der Öffnungswinkel bestimmt die „Lichtmenge“, die das Abtastsystem erfassen kann. Der Brechungsindex des verwendeten Trägermaterials liegt bei 1,5, so daß, wie Bild 13 zeigt, die Strahlen zur optischen Achse hin gebrochen werden (der Einfallswinkel ist größer als der Ausfallswinkel). Damit vergrößert sich, nebenbei bemerkt, der Abstand zwischen der Fokussierlinse und der Bildebene, in der der Lichtfleck scharf abgebildet wird. Mit Hilfe der einschlägigen Gesetze der geometrischen Optik errechnet sich für das Abtastsystem des CD-Spielers eine numerische Apertur von 0,5.

Daraus folgt wiederum, daß der Lichtfleck in der Bildebene einen Durchmesser von $1\ \mu\text{m}$ hat. Damit die Übergänge zwischen „Graben“ und „Land“, die Grabenflanken also, sicher detektiert werden, müssen die Pits mindestens $0,5\ \mu\text{m}$ breit und $0,8\ \mu\text{m}$ lang sein.

Die Grabentiefe ist eines der „Eck-“ Maße des Gesamtsystems der Compact Disc. Zunächst ist festzuhalten, daß zwar Gräben in die Oberseite der Diskette gepreßt werden, die Abtastung jedoch von unten erfolgt, so daß aus dieser Sicht die Pits kleine, rückseitig metallisierte Hügel im Trägermaterial bilden und ein anderer Begriff, etwa „Nocke“, sicher treffender ist.

Das Laserlicht ist polarisiert und monochromatisch. Die Lichtwellen sind also in Phase

und haben absolut gleiche Wellenlänge ($\lambda = 780\ \text{nm}$). Trifft der Strahl auf einen Oberflächenbereich ohne Nocke (Land), sind auch nach der Reflexion alle Wellen in Phase. Trifft das Licht jedoch auf eine Nocke, so fällt, da diese nur etwa halb so breit wie der Lichtfleck ist, ein Teil des Lichtes auf die Nocke, der andere Teil auf Land. Wenn die Nocke eine ganz bestimmte Höhe über Land hat, nämlich $\lambda/4$, tritt der in Bild 14 vereinfacht dargestellte Effekt ein: Der vom Landbereich reflektierte Teil des Lichtes muß einen Weg zurücklegen, der um $2 \times \lambda/4$ länger ist als der Lichtweg via Nocke. Diese Wegdifferenz von $\lambda/2$ entspricht einer Phasenverschiebung von 180° zwischen den beiden Wellenzügen.

Die Folge ist Auslöschung der Wellen durch Interferenz. Vereinfacht gesagt: Bei einer Nockenhöhe von $\lambda/4$ reflektieren die Nocken nicht, Landbereiche reflektieren.

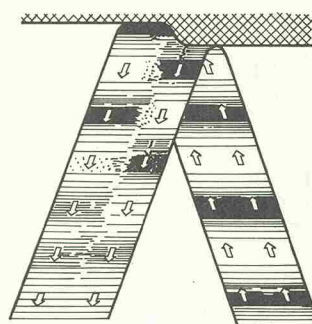


Bild 14. Phasenverschiebung von polarisiertem Licht durch unterschiedliche Weglängen bei der Reflexion — Auslöschung durch Interferenz.

Die praktische Ausführung der Diskette weicht allerdings von diesem Ideal deutlich ab. Wegen bestimmter Eigenschaften des Trägermaterials beträgt die Nockenhöhe statt den zu erwartenden $195\ \text{nm}$ nur $120\ \text{nm}$

bzw. $0,12\ \mu\text{m}$. Das ist übrigens nur wenig mehr als ein Zehntausendstel Millimeter.

Bild 15 zeigt schematisch die relative Position der Nocken zueinander und zu Nocken benachbarter Spuren. Hier noch einmal die wichtigsten Maße in der Zusammenfassung: Der Abstand zweier Windungen der Spurspirale beträgt $1,6\ \mu\text{m}$. Der Lichtfleck hat $1\ \mu\text{m}$ Durchmesser. Die Nocke ist $0,12\ \mu\text{m}$ hoch, $0,5\ \mu\text{m}$ breit und $0,8 \dots 3,5\ \mu\text{m}$ lang.

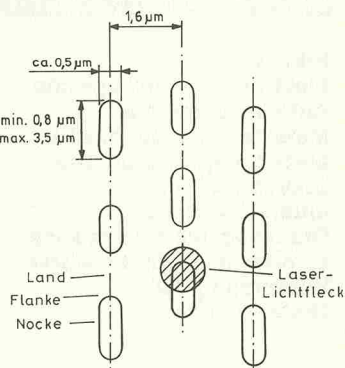


Bild 15. Feinstrukturen: Nockenbreite, Nockenlänge, Spurbstand und Laser-Lichtfleck im Überblick.

Der Lichtfleckdurchmesser bestimmt die minimale Länge der Nocke. Dagegen ist die maximale Nockenlänge keine technologisch bedingte Grenze, sondern ergibt sich aus der Codierung des Audio-Signals, mit der sich die nächste Folge beschäftigt.

Das Elektronenmikroskop-Foto Bild 16 läßt die variable Länge deutlich erkennen. Ebenso ist gut erkennbar, daß die Grabenränder erheblich gerundet sind; ein unvermeidlicher Schönheitsfehler dieser Technologie, der sich nachteilig auf die Signalform auswirkt und die Ursache für eine der zahlreichen Codewandlungs-Prozeduren des CD-Systems ist.

Aufgrund der Kantenverrundung liefern die Fotodetektoren des Abtastsystems ein Impulssignal mit sehr langen Anstiegs- und Abfallzeiten. Bild 17 zeigt ein annähernd dreieckförmiges Signal mit

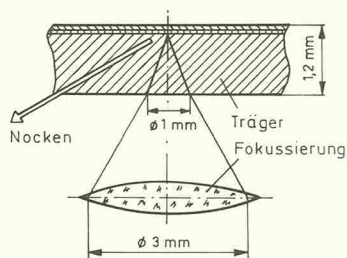


Bild 13. Der Brechungsindex des Trägermaterials beeinflusst die Grund-Fokussierung der Laseroptik.

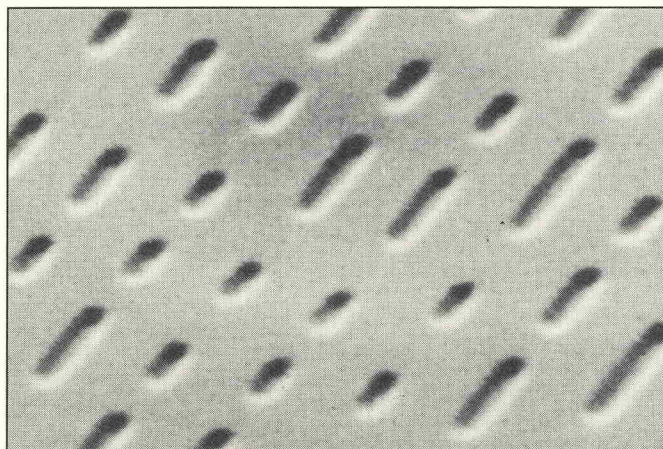


Bild 16. Elektronenmikroskopische Aufnahme von der metallisierten Oberfläche einer Compact Disc. Die Spuren und die unterschiedlichen Grabenlängen sind ebenso zu erkennen wie die starke Verrundung der Grabenkanten.

stark schwankender Amplitude. Der deutlich erkennbare Zusammenhang zwischen der Nockenlänge und der Amplitude des von der Nocke erzeugten Impulses ist auf physikalische und elektronische Eigenschaften der Fotodetektoren bzw. ihrer Beschaltung zurückzuführen.

Das vom Abtastsystem gelieferte Signal ist also alles andere als ein sauberes Rechteck und muß elektronisch aufbereitet werden. Wie die nächste Folge zeigt, erfolgt die Signalaufbereitung mit einer besonderen Schaltung, deren Funktion erst durch eine spezielle Codierung ermöglicht wird.

Master, Väter und Mütter...

Die dem Preßvorgang der Diskette vorgelagerten Produk-

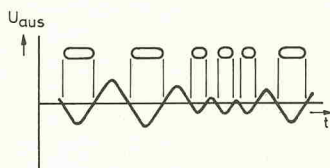


Bild 17. Beispiel für eine Pit-Folge und das zugehörige Abtastsignal.

tionsschritte sind dem Verfahren zur Herstellung der Langspielplatte recht ähnlich. In der ersten Phase wird der Master erstellt; er enthält die „genetische“ Information für die folgende Generation der „Väter“. Aus diesen wiederum werden die „Mütter“ abgeleitet. Dank dieser Verfahrensweise ist der Verschleiß des einzigen und einzigartigen Masters minimal.



Bild 18. Produktionsschritte bei der Herstellung des Masters.

Der Master besteht aus einer Glasscheibe mit 30 cm Durchmesser. Die Oberfläche wird poliert und mit einem dünnen lichtempfindlichen Film versehen. Auch diese Fotoschicht wird poliert.

Die Belichtung erfolgt mit einem modulierten Laser, dessen Strahl eine Spiralbahn auf der Oberfläche beschreibt. Bei der weiteren Behandlung der lichtempfindlichen Schicht verschwindet diese an den vom Licht getroffenen Stellen. Das Muster aus Gräben und Land liegt nun vor.

Dieses Relief wird mit Silber dünn bedampft. Damit steht der Master. Er muß sich nun einer sorgfältigen Prüfung unterziehen, sowohl optisch als auch akustisch. Zeigen sich Fehler, so wird ein neuer Master hergestellt.

Herstellungskosten und mechanische Verletzlichkeit des Masters lassen es nicht zu, ihn in der Produktion als direkten Vorfahren der CD-Konsumenten-Generation einzusetzen. Man bedient sich vielmehr der in jahrzehntelanger LP-Produktion erprobten Kopiertechniken, allerdings mit einem wesentlichen Unterschied: Aufgrund der außerordentlich kleinen Abmessungen der Pits, um die es schließlich geht, erfolgt die Produktion über weite Strecken in Rein- oder Reinstäumen, zu denen Personal keinen Zutritt hat.

Bild 19 zeigt den Stammbaum der Compact Disc. Vom Master wird zunächst ein Vater gezogen, indem man eine Nickelschicht galvanisch aufbringt. Ohne Schutzmaßnahme würde jedoch an der Grenzfläche das Nickel mit der Silberschicht des Masters eine Legierung eingehen, die beiden Teile wären dann nicht mehr voneinander zu trennen. Abhilfe schafft ein sehr dünner Film eines Passivierungsmaterials, der vorher aufgebracht wird.

Solche Galvanisieretechniken sind lange bekannt und werden gut beherrscht. Sobald das Nickel seine Soll-Schichtdicke erreicht hat, erfolgt durch vorsichtiges Klopfen die Trennung von Master und Vater. Die Nickeloberfläche ist im Vergleich zum Master invertiert strukturiert: Aus den Gräben sind Nocken geworden (Bild 19).

Das Verfahren zur Herstellung einer Mutter ist vollkommen identisch. Da die Oberflächenstruktur erneut invertiert wird, ist die Mutter eine Kopie des Masters. Einziger Unterschied: Die Mutter besteht aus Nickel.

Ebenfalls auf galvanische Weise werden von der Mutter mehrere Preßstempel abgeleitet. Ein solcher Stempel bildet den oberen Teil der Presse, als Gegenstück dient eine polierte Platte.

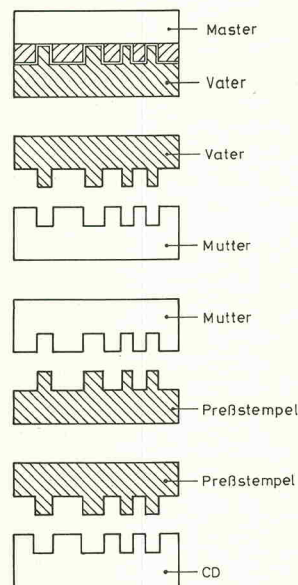


Bild 19. Stammbaum der Compact Disc: Vom Master bis zur Konsumenten-Generation.

Das Trägermaterial der Diskette wird mit einer Temperatur von ca. 300 °C in die Presse eingebracht. Bei dieser Temperatur hat es, grob geschätzt, die Viskosität von Schmierfett. Die Pressung erfolgt mit einem Druck von rund 1000 bar solange, bis der Abstand der Preßstempel exakt 1,1 mm beträgt. Dabei übertragen sich die Strukturen der Stempeloberflächen auf das Trägermaterial: Die Unterseite wird spiegelglatt, die Oberseite zur Kopie des Masters.

Nach dem Abkühlen der Preßstempel auf unter 100 °C hat das Trägermaterial eine Festigkeit erreicht, die es zuläßt, die Stempel weg zu fahren und die Diskette zur weiteren Bearbeitung zu entnehmen. Diese Bearbeitungsschritte wurden teilweise bereits beschrieben, deshalb sei hier nur noch eine Übersicht gegeben: Bohren eines 12-mm-Lochs im geometrischen Mittelpunkt der Diskette, Entfernen überflüssigen Trägermaterials vom Scheibenrand, Aufdampfen von Aluminium im Vakuum, Aufbringen der 0,1 mm dicken Schutzschicht, Positionsbestimmung und Anbringen der 15-mm-Zentrierbohrung im Mittelpunkt der Spurspirale, Drucken des Labels, Endkontrolle. □

Unser Spezial-Lautsprecher-Aktiv-Programm

Stereo-Aktiv-Frequenzweichen (nach Linkwitz, Butterworth oder Bessel):

- AFW 2 Stereo DM 438,-
- AFW 3 Stereo DM 538,-
- Subwoofer FW DM 418,-
- Feedforward DM 38,-
- Modul 2. aktiven Tiefenstärkung DM 129,-
- Gehäuse 1 HE (vorgefräst)

NEU: Einschaltautomatik mit LED-Anzeige für alle Endstufen, auch z. nachträg. Bestückung DM 129,-

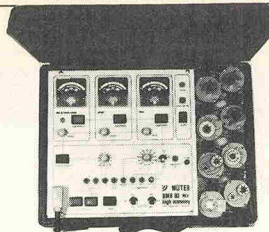
MOS-Endstufen der absoluten Spitzenklasse, Class A/B, betriebsfertig als Bausatz-Set, 100-300 W Komplett-Set ab 358,- DM



hifisound
Lautsprechervertrieb

Judenfelderstr. 52
8400 München
Tel. 0221-47828

Fragen
Sie die AKTIV-
Profile



Alte Bildröhren strahlen wie neu, BMR's regenerieren Ba, Sr, Ca, mit Bildröhrenregeneratoren. BMR's messen Strahlstrom, Schüsse, Lebenserwartung. BMR's reparieren Schüsse. BMR's machen sich in 4 Wochen bezahlt!

MÜTER
BMR 90 Hi-Ec

Info kostenlos
Ulrich Mütter
Kriedellweg 38
4353 Oer-Erkenschwick
Telefon (0 23 68) 20 53
Telefax (0 23 68) 570 17, Btx

SMD - Sortiment

MIRA-SMD-Verpackungscontainer

(227 x 160 x 28 mm)
mit 130 Einzel-
dös'chen (leer)

DM 29,95

SMD-Praktikersortiment DM 139,-

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

weitere Sortimente im SMD-Katalog

SMD-Bauteile und Zubehör, Miniatur-Elektronik-Bauteile, HF-Bauteile, Gehäuse, Miniaturlautsprecher u. a.
SMD-Katalog und Hauptkatalog W16 (100 S) gegen DM 3,- in Briefmarken

Ihr SMD-Spezialist

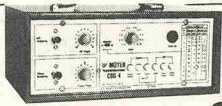
MIRA-ELECTRONIC

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

Anzeigenschluß für

elrad
11/89

ist am
21. September 1989



mit Kreis,
7 Bilder UHF, VHF,
S-Kanäle, Video-
ausgang

MÜTER CSG 4

Info kostenlos
Ulrich Mütter
Kriedellweg 38
4353 Oer-Erkenschwick
Telefon (0 23 68) 20 53
Telefax (0 23 68) 570 17, Btx

Mc Farlow professional speakers

HiFi-Lautsprecher und Zubehör

HiFi heißt Tontreue ...

... um Tontreue aber in die Praxis umzusetzen, bündelt man Spitzenchassis mit unterschiedlichen Eigenschaften und Parametern.

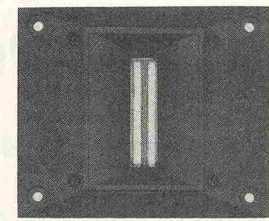
Mc Farlow HiFi-Lautsprecher berücksichtigen durch Innovation, technische Konzeption alle Ansprüche, die heute an hochwertige Chassis gestellt werden.

Der hohe Kesseldruck und die enorme Impulsbelastbarkeit werden durch die ausgefeilten Technologien in der Herstellung erreicht.

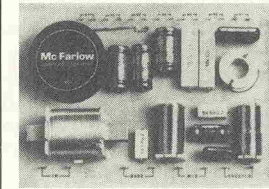
Die Verwendung von NOMEX-Schwingspulen mit ihrer unübertroffenen thermischen Belastbarkeit und die partial schwingungsarmen NAWI-Membranen, von Mc Farlow unter strengsten Qualitätskontrollen selbst gefertigt, sind ein Garant für die verlässliche Wiedergabe bei Höchstbelastungen und ermöglichen HiFi-Transparenz, auch bei niedrigen Lautstärkepegeln.

Massive, gedrehte Aluzierringe (abnehmbar) geben der technischen Perfektion eine adäquate Optik.

Jedes Chassis wird nur mit detaillierten technischen Daten, Meßkurve und Einbauhinweisen ausgeliefert.



GT 4/80, Bändchenhohtöner, 120/150 Watt, 8 Ohm, F 8000 — 40 000 Hz, 100 x 120 mm	DM 39,95
GT 7/50 Titankalotte, 80/120 Watt, 8 Ohm, F 3000 — 28 000 Hz, 130 x 180 mm	DM 29,80
GT 9/89 Hochtonhorn, 150/200 Watt, 8 Ohm, F 2500 — 20 000 Hz, 87 x 87 mm	DM 34,50
GT 11/50 Ringstrahler, 290/400 Watt, 8 Ohm, 4000 — 20 000 Hz, 112 x 112 mm	DM 89,00
GT 8/50 Kalottenhohtöner, 120/160 Watt, 8 Ohm, F 2000 — 25 000 Hz, 90 x 90 mm	DM 49,95
GT 10/60 Mitteltonlautsprecher, 100/150 Watt, F 250 — 10 000 Hz, 8 Ohm, 100 mm Ø	DM 19,95
GT 12/60 Mitteltonlautsprecher, 120/170 Watt, F 500 — 10 000 Hz, 8 Ohm, 133 mm Ø	DM 26,50



GT 20/40, Baßlautsprecher, 60/110 Watt, 8 Ohm, F 30 — 8000 Hz, 20 cm Ø	DM 39,95
GT 20/60, Baßlautsprecher, 80/120 Watt, 8 Ohm, F 22 — 5000 Hz, 20 cm Ø	DM 49,95
GT 25/40, Baßlautsprecher, 100/150 Watt, 8 Ohm, F 25 — 7000 Hz, 25 cm Ø	DM 49,95
GT 30/50, Hartbaß, Disco 100/160 Watt, 8 Ohm, F 50 — 8000 Hz, 30 cm Ø	DM 69,50
GT 30/60, Baßlautsprecher, 100/160 Watt, 8 Ohm, F 20 — 5000 Hz, 30 cm Ø	DM 59,50
GT 30/70, Hartbaß, Disco, 120/180 Watt, 8 Ohm, F 35 — 7000 Hz, 30 cm Ø	DM 79,50
GT 30/80, Baßlautsprecher, 120/180 Watt, 8 Ohm, F 30 — 3000 Hz, 30 cm Ø	DM 79,00
GT 38/80, Hartbaß, 180/350 Watt, 8 Ohm, F 40 — 2000 Hz, 38 cm Ø	DM 149,00
GT 200, Profilleuchte, max. 500 Watt, 3-Wege, 16 dB, mit Anschlußterminal	DM 75,00
LW 3/200, 3-Wege-Weiche, 200 Watt, 16 dB, 800/5000 Hz	DM 42,00
LW 3/150, 3-Wege-Weiche, 150 Watt, 12 dB, 800/4500 Hz	DM 43,00
LW 2/150, 2-Wege-Weiche, 150 Watt, 12 dB, 3000 Hz	DM 18,00
Mc-Farlow — Bauleitungen, 36 Seiten mit 15 verschiedenen Bauleitungen	DM 2,00

Effektvolle Modellbahn-steuerungen



Hans-Hubert Remer

Hp1-Fahrt frei

Selbstbauelektronik für Modelleisenbahner

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

ELEKTRONIK

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

Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 36/14

HEISE

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

Sichtlautsprecher
Disco Power
Serie weiße Membrane mit Alu-Kalotte, Chromrand

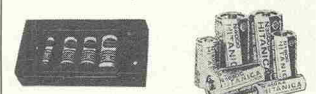
Hochton, 75 mm Ø, 130 Watt	DM 9,95
Mittelton, 130 mm Ø, 130 Watt	DM 14,80
Baß, 16 cm, 100 Watt	DM 19,95
Baß, 20 cm, 130 Watt	DM 29,50
Baß, 250 cm, 150 Watt	DM 39,95
Baß, 300 cm, 180 Watt	DM 59,00

Sichtlautsprechersätze, bestehend aus Baß, Mittel- und Hochton, mit entsprechender Weiche!

Nr.	Baß mm x mm	Mitten mm	Höhen mm	Watt	DM/ Set
S 160	1 x 160	130	75	100	42,95
S 200	1 x 200	130	75	130	55,00
S 250	1 x 250	130	75	150	65,00
S 270	2 x 200	130	75	150	78,50
S 300	1 x 300	130	75	150	79,00
S 320	1 x 300	2 x 130	2 x 75	180	99,00
S 420	2 x 300	2 x 130	3 x 75	200	159,00

Frequenzweichen mit hochwertigen Kupferspulen mit großen Drahtquerschnitten und verlustarmen Tontiefenkonstanten — bipolar.

2-Weg-Weiche, 120 W, 2700 Hz, 6 dB	DM 9,95
LW 2/150, 150 Watt, 12 dB, 3000 Hz	DM 19,50
W 100, 100 Watt, 3-Wege, 12 dB	DM 14,95
W 200, 200 Watt, 3-Wege, 12 dB	DM 19,50
W 500, 500 Watt, 1. S. Systeme, 12 dB	DM 25,50



MW 398, Akkuladegerät für 4 x Mignon, Baby, Mono, 1 x 9 V-Block, mit Testeinrichtung DM 14,50

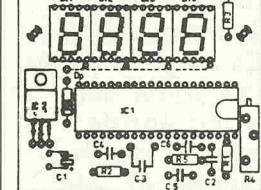
GT 150, Ladegerät für 4 x Mignon Akkus DM 9,90

Mignon Akkus, Hitachi, Abbat, Emmerich.

Mignon, 900 mA	2,50	ab 10 à 2,30
Baby, 1800 mA	6,80	ab 10 à 6,50
Mono, 4000 mA	11,95	ab 10 à 10,90
9-V-Block	14,50	ab 10 à 13,50
Lady, 150 mA	3,50	ab 10 à 3,20
Micro, 180 mA	3,50	ab 10 à 3,20
Industrielle mit Lötanhänger, 1200 mA		

LED-Panelmeter

3½-stelliges Digital-Voltmeter



Panelmeter mit Led- und Lcd-Anzeigen. Ein unentbehrliches Meßgerät für jede Werkstatt. Ub 12—15 V, Genauigkeit 0,1%, 13 mm hohe Led-Anzeigen.

KA 7107 ..	DM 19,50	ab 3 St. à 18,50
KA 7106 ..	DM 22,00	ab 3 St. à 21,00
KA 3162, 3-stellige Led-Anzeige	DM 17,50	
KA 7135, 4½-stellige Led-Anzeige	DM 35,50	

SCHUBERTH electronic

Postfach 260
Wiesenstraße 9
8660 Münchberg
Telefon: (09251) 6038 + 6039
Telefax: (09251) 7431

Lieferung am gleichen Tag per
Nachnahme. Katalog 89 wird
kostenlos mitgeliefert.

Praxis der Kernstrahlungsmesstechnik

Eichung und Auswerteverfahren

Dr. Rudolf Schmid-Fabian

Die positive Leserresonanz auf den Artikel 'Szintillationsdetektor ohne Hochspannung' in elrad Ausgabe 6/89 bestätigte einmal mehr, daß das Interesse an ausreichender Information über Radioaktivität in unserer Umwelt sehr stark ist. Viele Menschen wollen sich — vor allem seit Tschernobyl — nicht allein auf die Informationen öffentlicher Stellen oder der Medien über die radioaktive Belastung von Luft, Wasser, Boden und Nahrung verlassen. Es zeigte sich jedoch aufgrund der Briefe und Anrufe, daß sehr oft das Problem auftaucht, wie die von einem Strahlungsdetektor kommenden Meßdaten interpretiert werden können. Daher soll dieser Folgeartikel anhand einiger Beispiele zeigen, wie die Meßdaten weiter zu verarbeiten sind.

Im weiteren wird davon ausgegangen, daß der Artikel 'Szintillationsdetektor ohne Hochspannung' gelesen und die Hinweise zum Aufbau und Test des PIN-Dioden-Detektors befolgt wurden. Wird zur Spannungsversorgung die DC/DC-Wandlerplatine verwendet, so muß der Tantalkondensator C3 im Bestückungsplan auf Seite 37 gedreht werden — die Polarität wurde versehentlich falsch eingezeichnet.

Es muß beim Aufbau der Meßanordnung besonders darauf geachtet werden, daß das Metallgehäuse völlig licht- und HF-dicht ist. Die Signalleitungen sollten über BNC- oder ähnliche Buchsen angeschlossen sein. Sehr wichtig ist eine gute Verbindung zwischen der Masseleitung der Versorgungsspannung, der Platine und dem Gehäuse, da sonst starke Störungen eingekoppelt werden können. Für die hier vorgestellten Messungen wurde der Detektor in ein 30 mm × 56 mm × 148 mm großes, 0,5 mm starkes, verzinktes Weißblechgehäuse eingebaut. Dieses Gehäuse befand sich im Inneren einer 'Bleiburg' — einer Abschirmung aus Bleiziegeln.

Die Platine ist an den Seiten einige Millimeter größer als der eigentliche Bestückungsteil, so daß sie über Abstandsringe aus Kunststoff mit dem Gehäuseboden verschraubt werden kann. Steht diese Fläche zum Anschrauben nicht zur Verfügung, so kann die Platine auch mit einigen Tropfen Epoxikleber oder mit doppelseitigem Kleband auf eine Kunststoffplatte geklebt werden, die dann mit dem Gehäuse verschraubt wird. Ein Abstand von mindestens 3 mm zwischen der Platine und dem Gehäuse ist empfehlenswert, um Streukapazitäten zu vermeiden. Immerhin arbeitet das Feedback-Glied mit einer Kapazität von lediglich 0,5 pF. Schon geringe zusätzliche Kapazitäten können das Signal verschlechtern.

Die PIN-Diode wird direkt auf die Platine gelötet, so daß der Cäsiumjodid-Kristall senkrecht steht und möglichst nahe an der Oberseite des Gehäuses ist. Je näher der Kristall an das zu untersuchende Objekt herangebracht werden kann, desto höher ist die Zählrate, da die Intensität der radioaktiven Strahlung quadratisch mit dem Abstand abnimmt. Das heißt,

daß bei einem Abstand von 4 cm von der Quelle nur noch ein Sechzehntel der Intensität gemessen wird wie bei einem Abstand von 1 cm. Dieses Abstandsgesetz gilt allerdings nur für mehr oder weniger punktförmige Strahlungsquellen. In der Praxis hat man es mit ausgedehnten Quellen zu tun, hier ist die Abnahme mit dem Abstand deutlich geringer. Wird die DC/DC-Wandlerplatine in einem externen Gehäuse untergebracht, so kann ein kleineres Gehäuse für die Verstärkerplatine mit PIN-Diode gewählt und somit die Größe der Bleiburg wesentlich reduziert werden.

Wie im vorausgehenden Artikel erwähnt wurde, bestehen zwei Meßmöglichkeiten:

1. Der Komparatorausgang (Anschluß 3a) liefert direkt ein Triggersignal. Dieses kann mit Hilfe eines einfachen Zählmoduls, wie es ebenfalls in diesem Heft vorgestellt wird, ausgewertet werden.

2. Das Analogsignal kann an MP1 (Pin 6 von IC3, Heft 6/89, Seite 39) abgegriffen und über eine BNC-Buchse nach außen geführt werden. Mit einem abgeschirmten Kabel wird der Analogausgang mit einem AD-Wandler (Analog-Digital-Wandler) verbunden.

Zählbetrieb

Zunächst soll eine einfache Messung im Zählmodus beschrieben werden. Wie im letzten Artikel dargestellt wurde, gibt es verschiedene temperaturabhängige Erscheinungen, sowohl in der Elektronik als auch in der PIN-Diode und im CsJ-Kristall, die die Auflösung und die Pulshöhe des Ausgangssignals verändern können.

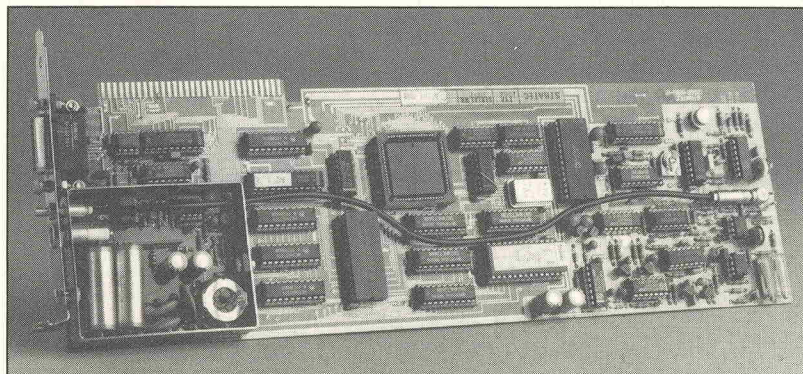


Bild 1. PC-Multifunktionskarte mit programmierbarer Hochspannungserzeugung. Diese Karte wurde speziell für Spektroskopieanwendungen entwickelt.

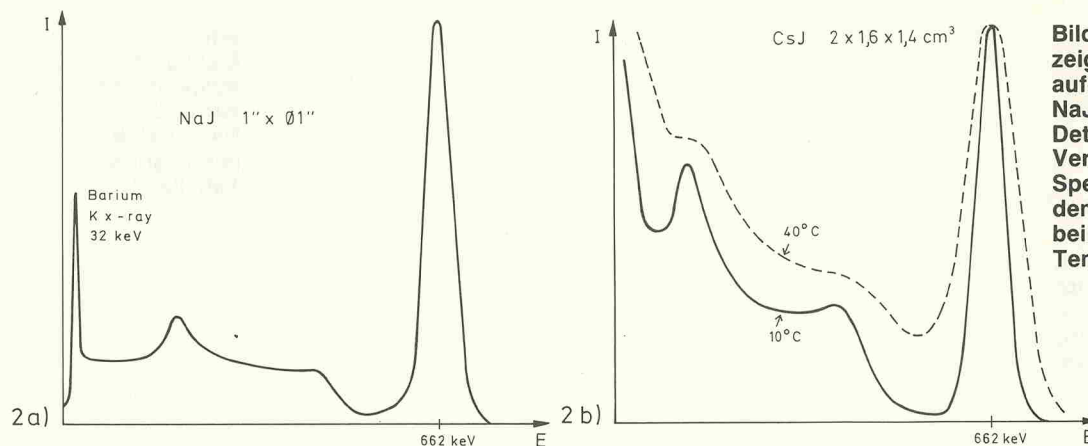


Bild 2. Die Abbildung a) zeigt ein Cs-137-Spektrum, aufgenommen mit einer NaJ-Photomultiplier-Detektorkombination. Im Vergleich dazu: das gleiche Spektrum, ermittelt mit dem elrad-Detektorsystem bei unterschiedlichen Temperaturen.

nen. Bei konstanter Schwelleneinstellung am Trimmer P1 können diese Effekte zu unterschiedlichen Zählraten bei verschiedenen Temperaturen führen. Um möglichst verlässliche Aussagen über die Menge der einfallenden Strahlung treffen zu können, muß die Schwelleneinstellung gewissenhaft vorgenommen werden.

Der Impulsanfang wird über ein abgeschirmtes Kabel mit einem Frequenzzähler verbunden. Der Ausgang des LM311 wird über den Pull-up-Widerstand R19 auf +5 V gehalten. Liegt das Eingangssignal an Pin 3 von IC2 über der Schwellenspannung an Pin 2, so wird der Ausgang (Pin 7) aktiv gegen Masse gezogen. Bei erneutem Unterschreiten der Schwellenspannung geht die Ausgangsspannung wieder auf +5 V. Das Signal hat nur eine Breite von etwa 5...10 µs. Dies gilt es bei der Auswahl des Frequenzzählers zu beachten, da die Impulsdauer für manche Module zu kurz ist. Hier empfiehlt es sich, das Signal mit Hilfe eines Monoflops entsprechend zu verlängern. Man kann ein Monoflop auch dazu benutzen, eine LED zu treiben, um die Anzahl der Impulse optisch anzuzeigen. Auch haben viele Computer, wie zum Beispiel der C64, einen von außen ansteuerbaren Zähler. Die maximal mögliche Zählrate wird erreicht, wenn die Schwelle kurz über dem Rauschen steht. Durch langsames Drehen des Trimmers in Uhrzeigerichtung kann die Schwellenspannung bis zum Rauschen abgesenkt werden. Ein kleines Loch über P1 im Gehäusedeckel ist hierbei sehr nützlich. Dieses wird nach

dem Abgleich mit schwarzem Klebeband wieder optisch abgedichtet. Bei Erreichen der Rauschgrenze steigt die Zählrate sprunghaft an.

Die Rauschschwelle ist im wesentlichen vom Eingangs-FET und von der Qualität der Versorgungsspannung abhängig. Liegt die Schwelle über 200 mV, so sollte der Verstärker und die Polarität der PIN-Diode noch einmal überprüft werden. Jetzt wird das Potentiometer wieder langsam im Gegenuhrzeigersinn gedreht, bis nur noch etwa zwei bis drei Impulse pro Sekunde gemessen werden. Da durch den Anstieg des Dunkelstroms der PIN-Diode mit der Temperatur das Rauschen merklich ansteigt (bei 10°C Temperaturanstieg nimmt der Dunkelstrom um den Faktor 2,7 zu), sollte die Einstellung der Schwelle bei der höchsten gewünschten Betriebstemperatur erfolgen. Die Notwendigkeit hierfür erkennt man sofort, wenn man das Gehäuse mit einem Fön auf circa 40°C erwärmt, nachdem die Schwelle kurz über dem Rauschen eingestellt wurde. Die Zählrate wird wieder rasch ansteigen. Es ist erstrebenswert, wenn der Zähler bei möglichst kühlen Temperaturen betrieben werden kann, da hier die besten Werte erreicht werden. Der entscheidende Nachteil des reinen Zählbetriebs gegenüber einer Pulshöhenanalyse ist die Tatsache, daß keine Aussage über die Art der Strahlung gemacht werden kann. Ist die PIN-Dioden-Kristall-Kombination auf maximale Lichtausbeute optimiert und hat der Verstärker ein gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis, so können Gamma-

quanten mit Energien über 150 keV gemessen werden.

An diesem Punkt sollte noch erwähnt werden, daß der Detektor nicht nur auf Gammastrahlung anspricht. Auch hochenergetische Beta-Teilchen (Elektronen) und Alpha-Teilchen können im Kristall Szintillationslicht auslösen. Die PIN-Diode selbst kann ebenfalls radioaktive Strahlung messen. Alpha- und Beta-Teilchen kommen in der Regel jedoch nicht durch die Epoxid-Schutzschicht der PIN-Diode. Die Effizienz für Gammastrahlung hängt im wesentlichen von der Dicke der Verarmungszone der PIN-Diode ab. Wird die Energie eines Gammaquants direkt im Silizium durch Photoeffekt oder Comptonstreuung auf ein Elektron übertragen, so führt dies zu sehr großen Signalen. Ein 30-keV-Gammaquant erzeugt in der PIN-Diode ein Signal, das ungefähr dem entspricht, das ein 300-keV-Quant im CsJ-Kristall hervorruft.

Um den Einfluß der Temperatur auf die Impulshäufigkeit zu zeigen, wurde der Zähler zusammen mit einer Cs-137-Quelle (Cäsium) in einen Styroporbehälter gelegt und auf unterschiedlichen Temperaturniveaus gehalten. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse einer Messung bei drei verschiedenen Temperaturen und drei Schwellen aufgeführt.

Wie man aus den Meßdaten sieht, steigt die Zählrate bei der Messung mit der sehr niedrigen Schwelle — kurz über dem Rauschen bei 20°C — bei der höheren Temperatur stark an. Hier erhöhte sich der Rauschanteil beträchtlich. Bei der höheren Schwelle ist der Einfluß der Temperatur klein, aber nicht vernachlässigbar.

Man kann den Einfluß der Temperatur beseitigen, indem vor oder nach einer Messung eine Nulleffektmessung unter gleichen Bedingungen, aber ohne Probe gemacht wird. Soll eine Meßprobe mit dieser Methode auf erhöhte Strahlung untersucht werden, so wird zunächst eine Messung ohne und dann mit Probe durchgeführt. Die minimale Meßzeit richtet sich nach der erreichten Zählrate und der Qualität der Bleiabschirmung. Die Dicke der Bleischicht sollte mindestens 5 cm betragen, um die Hauptursache der natürlichen Strahlung — die 1461-keV-Strahlung des überall vorkommenden Kaliumisotops K 40 — wirkungsvoll abzuschirmen. Fünf Zentimeter Blei lassen noch 0,6% der K-40-Strahlung hindurch. Bei der Gammaenergie von Cs 137 von 662 keV sind es noch 0,15%.

Der statistische Fehler einer Messung radioaktiven Zerfalls kann vereinfacht als die Wurzel

Temperatur	Schwelle		
	150 mV	200 mV	300 mV
0° C	10 000	9 538	9 134
20° C	10 145	9 592	9 185
30° C	13 873	9 946	9 179

Tabelle 1

aus der Anzahl der Ereignisse angenommen werden. Will man also eine Zählrate auf 1% genau bestimmen, so müssen 10000 Ereignisse gezählt werden. Je höher der Untergrund ist, desto länger muß gemessen werden. Eine Aussage, ob die Probe signifikant radioaktiv ist, kann nur getroffen werden, wenn der Unterschied zwischen dem Nulleffekt und der Probenmessung deutlich größer ist, als die Summe der entsprechenden statistischen Fehler.

Gammastrahlungspektroskopie

Wesentlich aufschlußreicher und interessanter als der reine Zählbetrieb ist die Gammastrahlungspektroskopie, bei der anhand der gemessenen Gammaenergien die Art der radioaktiven Isotope bestimmt werden kann. Bei den hier verwendeten Strahlungsdetektoren — NaJ(Tl)-Kristall mit Photomultiplier und CsJ(Tl)-Kristall mit PIN-Diode — ist die Pulshöhe am Ausgang direkt proportional zur einfallenden Gammaenergie. Um diese Daten dem Computer zur Weiterverarbeitung zugänglich zu machen, muß ein Signal erzeugt werden, dessen Potential der Pulshöhe entspricht und das lange genug am Eingang des AD-Wandlers ansteht, um in der entsprechenden Konversionszeit in einen Spannungswert umgesetzt zu werden. Hierzu benötigt die AD-Wandler-Karte am Eingang unbedingt eine Sample and Hold-Schaltung, die das Maximum des Impulses festhält. Viele AD-Wandlerkarten sind auf kontinuierliche Messungen in einem festen, von der Karte vorgegebenen Takt eingerichtet, um zum Beispiel Töne zu digitalisieren. In dieser Form ist die Karte für eine Pulshöhenanalyse ungeeignet.

Die Wandler-Karte wird in der Regel in den Computer eingebaut und von diesem auch mit Spannung versorgt. Welche AD-Wandler-Karte verwendet wird, hängt von der gewünschten Qualität der Spektren und vom Geldbeutel ab. Vor dem Kauf einer solchen Karte sollte man sich erkundigen, ob sie zu Spektroskopiezwecken geeignet ist und welche Software mitgeliefert wird. Die meisten preiswerten Karten enthalten nur ein

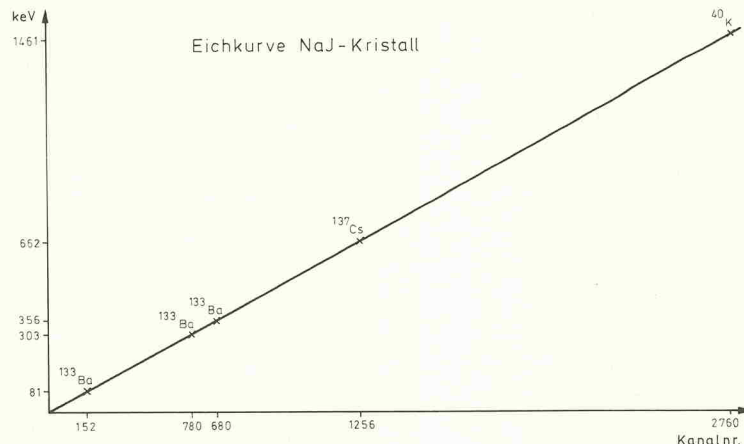


Bild 3.
Eichkurve,
aufgenommen
mit einem
NaJ-Kristall
(siehe auch
Tabelle 2).

kurzes Demo-Programm, das zeigt, wie die Karte angesteuert und die Daten ausgelesen werden. Wer jedoch einiges Geschick im Programmieren hat, kann sich leicht ein einfaches Spektroskopieprogramm schreiben.

Die von der Karte kommenden digitalen Werte müssen nur in einem Zahlenfeld I(CH) aufaddiert werden. Angenommen der AD-Wandler hat eine Auflösung von 12 Bit, so muß das Zahlenfeld 4096 Zahlen erfassen können. Wird nun zum Beispiel der Wert 1460 — entsprechend einer anliegenden Spannung — gemessen, so wird der Kanalinhalt von I(1460) um eins erhöht. In regelmäßigen Abständen kann dann das Zahlenfeld als Graphik angezeigt werden, wobei die Abszisse die Kanalnummer und die Ordinate den Kanalinhalt darstellt.

Für die folgenden Messungen wurde die 12-Bit-AD-Wandler-Karte PC-SPEC-MAS der Firma Stratec verwendet (Bild 1). Diese hat gegenüber den meisten AD-Wandlern einige Vorteile. Auf der Karte ist ein Mikroprozessor integriert, der die Steuerung der Karte und die Speicherung des kompletten Spektrums — 4096 Kanäle mit

bis zu 65000 Ereignissen — übernimmt, so daß der PC während der Messung ungestört andere Aufgaben, wie beispielsweise das Schreiben dieses Textes, übernehmen kann. Zwischendurch kann mit Hilfe des mitgelieferten Programms das Spektrum betrachtet, ausgewertet und ausgedruckt werden. Außerdem ist auf der Karte eine software-gesteuerte Hochspannungseinheit enthalten, so daß eine NaJ-Photomultiplier-Sonde nach dem Einstecken der Kabel sofort betriebsbereit ist. Auch die bei den meisten AD-Wandlern auftretenden Spikes werden mit Hilfe des Mikroprozessors auf der Karte unterdrückt. Diese Spikes kommen durch die unterschiedliche Breite der Kanäle zustande, denn bei einer gleichmäßigen Pulshöhenverteilung enthalten benachbarte Kanäle oft bis zu 50% unterschiedliche Zählraten, was zu feinen Spitzen im Spektrum führt.

Viele Wandlerkarten sind mit mehreren Eingängen versehen, um quasi-parallel mehrere Spannungen zu messen. Diese sind dann in der Regel nicht mit Buchsen, sondern mit Flachkabelsteckern und einem langen

Flachbandkabel ausgerüstet. Über dieses Kabel können leicht Störungen eingekoppelt werden. Es empfiehlt sich, an einem kurzen Kabelstück eine Buchse anzubringen und hier mit einem abgeschirmten Kabel den Verstärker anzuschließen. Die anderen Eingänge müssen über etwa 100 kΩ auf Masse gelegt werden, um Störungen des Multiplexers zu vermeiden.

Für rasche und gut aufgelöste Gammastrahlungspektroskopie eignet sich eine NaJ-Photomultiplier-Sonde besonders gut. Bild 2 zeigt ein Spektrum der 662-keV-Strahlung von Cs 137, das mit einem 1 x 1 Zoll NaJ-Detektor aufgenommen wurde im Vergleich mit einem Spektrum, welches mit dem Detektorsystem aus elrad bei zwei verschiedenen Temperaturen aufgenommen wurde. Man erkennt, daß der PIN-Diodendetektor bei niedrigen Temperaturen (bis 20° C) eine ähnlich gute Auflösung bei höheren Energien wie der NaJ-Detektor aufweist. Bei Energien unter 200 keV jedoch ist der NaJ-Detektor aufgrund des viel geringeren Rauschens deutlich überlegen.

Nachdem der Photomultiplier an die oben erwähnte Karte oder bei Verwendung eines anderen Systems an die Hochspannungseinheit und den Verstärker angeschlossen ist, muß zunächst die richtige Hochspannung eingestellt werden. Diese richtet sich nach der gewünschten Verstärkung. Man kann rechnen, daß sich die Verstärkung des Photomultipliers in etwa alle 100 V verdoppelt. Für die hier vorgestellten Messungen wurde 1000 V einge-

Kanal	Energie (keV)	Isotop
152	81	Ba 133
584	303	Ba 133
688	352	Ba 133
1 264	662	Cs 137
2 744	1 460	K 40

Tabelle 2

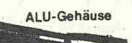
Als ein sehr wesentliches Problem wurde von einigen Lesern das Fehlen einer radioaktiven Quelle zum Testen und Eichen der Anordnung angeführt. Au-

Linie	Kanal	Energie nach Bild 4 geeicht	Energie aus Literatur	%
L1	168	88,5	—	—
L2	472	248,8	238,6/241	44,6
L3	648	341,5	—	—
L4	1 128	594,5	583,1	26,8
L5	1 398	735,7	727,2	7,2


Die in Bild 4 mit L1...L5 bezeichneten Linien können zu Eichzwecken herangezogen werden. Mit dem PIN-Dioden-CsJ-Detektor können die Linien L2...L5 gut nachgewiesen werden. Zum Eichen dieses Detektors sollten aber nur die Linien L3...L5 zusammen mit der K-40-Linie verwendet werden, da die Linie L2 eventuell durch einen gewissen Rauschanteil leicht verschoben erscheinen kann. Die Meßzeit für das Spektrum betrug 20 Minuten. Bei einem CsJ-Kristall von 1 cm x 1 cm x 2 cm sollte wegen

Übrigens muß wegen der geringen Strahlung von Glühstrümpfen auf eine solche Campingleuchte nicht verzichtet werden. Die Strahlung ist wirklich sehr schwach und in 30 cm Abstand kaum mehr von der natürlichen Untergrundstrahlung zu trennen. Aber man sollte ihn sicherheitshalber nicht längere Zeit in der Hosentasche mit sich herumtragen oder offen in die Nähe von Lebensmitteln bringen.


Besonders kritisch sind natürlich solche radioaktiven Atome, die sich aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften in bestimmten Bereichen des Körpers anreichern, wie zum Beispiel Jod in der Schilddrüse. Oder als winzig kleine Schwebeteilchen von der Lunge aufgenommen werden und ihre gesamte Strahlung engbegrenzt




ALU-Gehäuse
super-hell Hochvacuum-Lampe
1x Mign. nur 9,95
2x Mign. nur 12,95
3x Mign. nur 15,95
4x Mign. nur 19,95




Werkstatt-Lötcolben mit feiner Spitze, ideal 1 Punkt-Lötungen 20 W/15 W, 20m Zuleitung mit Schuko-stecker
nur 6,95



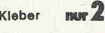
LCD-JUMBO Uhr nur 7,95




Spezial-Platzlampe, fördert das Pflanzenwachstum, 220V - E27
4,95




Leuchttorfb-Röhre 8W nur 3,95




Walkman-Lautsprecher 2x3W mit Verstärker nur 19,95




Sekunden-Kleber nur 2,95




TURBO-TAGT
Geprüftes Qualitätszeugnis.
-BAUSATZ E-
B 002 5-W IC Verstärker 9,95
B 007 2x8 W IC Verstärker 19,95
B 017 Mikrofon-Vorverstärker 8,95
B 029 LED VU Meter 5x1 9,95
B 053 Antennen-Verst. LU/VHF 6,95
B 054 Spez. Ant. Verst. UHF 13,95
B 056 Huckscheuche 8,95
B 065 Auto-gangster Schreck 7,95
B 071 UKW Prüfender 8,95
B 081 IR Lichtschranke 27,95
B 081 Lichtschranke 11,95
B 088 Blinker 4,95
B 103 Polizei Sirene 11,95
B 106 3 Klang Gong mit LS 19,95
B 108 Atomium 9,95
B 137 LS Überlastanzeige 5,95
B 141 Lugendetektor 8,95
B 155 Elektron-Schock 14,95
B 157 LED Lichterkette 14,95
B 161 Leuchtstoffl. Spannungswandler an 12V 13,95
B 168 Elektron. Stethoskop 27,50
B 182 Parabol-Mikrofon 19,95
B 183 Spannungsw. 12/220V 15,95
B 185 3 K Leuchtlicht 6-24V 3A 22,95




--MODULE--
M 02 Sp. Wandl. 24/12 V 1,1A 14,95
M 06 Alarm-Display 7,95
M 07 Sp. Wandl. 12/6-7,5-9V 1A 9,95
Gesamtprogramm mit über 100 Qualitäts-Bausätzen und Modulen anfordern!




TURBO-Stereo-Walkman-Kopfhörer m.
Klinkensteck. kar. 20-20.000 Hz
nur 2,95




SUPER Aggressions-Killer nur 9,95
Schaubrenndrehsatz aus gehärtetem Stahl 4,0-5,5 mm in handlichen 8 mm Plastikasten
Kreuzschlitzdrehsatz aus gehärtetem Stahl, 1,01 5/16 22,5 und 2,9 mm
Kleinschlüsselsatz aus gehärtetem Stahl 4 3/4 5/7 5,0/5,6/5,8 5,9
Steckschlüsselsatz aus gehärtetem Stahl 3,0/3,5 4,0/4,5 und 5,0 mm
Feuchtreinigungs-Diskette, im Set für alle 5 1/4 Diskettenstationen
für 3 1/2" nur 4,95
für 5 1/4" nur 4,95




Duracell-Mignon MN1500 10 Stück nur 13,95




Akku-Multi-Lampe 10 in 1 nur 27,95




TURBO-Mini-Stereo-Öhrhörer für Walkman mit Ersatzschallmündkappen, 3,5 mm Klinkensteck. mit Adapter für 3,5 mm Mono-Klinkensteck. kar. 50-18.000 Hz
nur 2,95



Kaffeemaschine, ideal für Reisen mit dem Auto, 12 V-Zigarettenanzünderanschluß, 20 Min. Kochezeit.
neues Design
nur 19,95



Sicherungs-Automat (rund) 10A und 16A je 4,95
Trennschalter
10mm nur 9,95
16mm nur 9,95
Leuchtschalter 16mm 2-fach 9,95
Leuchtschalter 16mm 3-fach 14,95
Leuchtschalter 16mm 4-fach 19,95
Leuchtschalter 16mm 5-fach 24,95
Leuchtschalter 16mm 6-fach 29,95
Leuchtschalter 16mm 7-fach 34,95
Leuchtschalter 16mm 8-fach 39,95
Leuchtschalter 16mm 9-fach 44,95
Leuchtschalter 16mm 10-fach 49,95
Leuchtschalter 16mm 11-fach 54,95
Leuchtschalter 16mm 12-fach 59,95
Leuchtschalter 16mm 13-fach 64,95
Leuchtschalter 16mm 14-fach 69,95
Leuchtschalter 16mm 15-fach 74,95
Leuchtschalter 16mm 16-fach 79,95
Leuchtschalter 16mm 17-fach 84,95
Leuchtschalter 16mm 18-fach 89,95
Leuchtschalter 16mm 19-fach 94,95
Leuchtschalter 16mm 20-fach 99,95



URBID-ELEKTROBREMSE 1000 BERLIN 27
VERSAND: --KEIN LADEN KAUF--
Mit Versand zzgl. 5,60 DM Spesen + ab 200,- DM gesendet

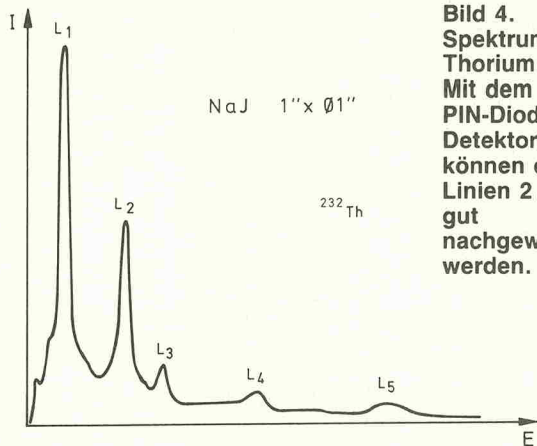


Bild 4.
Spektrum des
Thorium 232.
Mit dem
PIN-Dioden-
Detektorsystem
können die
Linien 2...5
gut
nachgewiesen
werden.

abgeben. Solche sogenannten 'hot spots' wurden nach Tschernobyl in Staub von Dachböden oder bei der Heubearbeitung in der Luft nachgewiesen. Auch ist von außerhalb des Körpers einstrahlende Energie nicht gleichzusetzen mit radioaktiven Stoffen, die vom Körper aufgenommen werden, da viele, vor allem schwere radioaktive Atome, hochenergetische Elektronen oder Alphateilchen emittieren, welche außerhalb des Körpers bereits durch geringe Luftschichten oder die Kleidung neutralisiert werden, während sie im Körper beträchtlichen Schaden anrichten.

Eine andere interessante radioaktive Quelle sind Uranerze wie zum Beispiel Uraninit aus Norwegen oder Uranocytit aus Menzen-Schwand im Schwarzwald. Man bekommt sie gelegentlich auf Mineralienbörsen sehr preiswert. Eine solche Probe lieferte mit dem CsJ-Detektor eine Rate von ungefähr 120 Impulsen/s. Eine Vergleichsmessung mit einem Zählrohr (ZP1310) lieferte nur ungefähr 10 Impulse/s.

Sehr wichtig für eine gute Messung von Nahrungsmitteln oder anderen Proben ist die richtige Probenaufbereitung und Platzierung. Wie schon erwähnt wurde, muß das zu untersuchende Objekt möglichst nahe an den Kristall kommen und gleichzeitig unter der Bleiabschirmung sein. Daher ist es günstig, wenn die Probe konzentriert wird. Man kann zum Beispiel Pilze im Backofen bei 250° C einäschern. Die interessierenden Cs-Salze sind bei dieser Temperatur nicht flüchtig und bleiben im verkohlten Rest. Durch diese Reduktion des Volumens erreicht man einen kleineren Abstand zum Kristall und gleichzeitig eine geringere Eigenabsorption durch das Wasser in der Probe.

Bei Dosennahrung sollte auch die Flüssigkeit mit eingedampft werden. Übrigens weisen Pilze, die nicht im Wald gesammelt, sondern gezüchtet wurden, in der Regel keine meßbare Strahlung auf.

Nachdem die Probe in einer kleinen Plastiktüte auf das Gehäuse in der Nähe des Kristalls

gelegt wurde, wird das Spektrum über möglichst viele Stunden aufgenommen. Von dem Ergebnis muß der mit der entsprechenden Stundenzahl normierte Untergrund, den man ohne Probe gemessen hat, abgezogen werden. Oft reicht auch ein optischer Vergleich der beiden Spektren aus, um zu erkennen, ob und wo durch die Probe zusätzliche Linien aufgetreten sind.

Im Literaturverzeichnis sind einige Bücher aufgeführt, die zu weiterführenden Studien herangezogen werden können.

Low Cost Spektroskopie

Zum Abschluß sei für diejenigen Leser, die sich weder eine Bleiburg noch einen AD-Wandler leisten können, eine Methode beschrieben, die zwar sehr arbeits- und zeitintensiv ist, aber mit einfachen Mitteln eine spektroskopieähnliche Auswertung ermöglicht. Nimmt man eine größere Menge (einige 100 g) eines Kaliumsalzes und legt diese auf das Detektorgehäuse, so erhält man einige Impulse pro Sekunde am Comparatorausgang. Wird nun die Schwelle über die 1460-keV-Linie angehoben (siehe Bild 5, elrad 6/89, Seite 42), so läßt die Zählrate merklich nach. Man kann nun in regelmäßigen Abständen die Schwelle um einen kleinen Betrag erniedrigen und mißt jeweils die Zunahme der Zählrate pro Millivolt der Schwellenänderung. Liegt die Schwelle zum Beispiel oberhalb der K-40-Linie, so steigt die Zählrate bei Verringern der Schwellenspannung bis zum Erreichen der rechten Kante des Photopeaks an, nimmt weiter zu wenn der gesamte Peak oberhalb der

Schwelle liegt und bleibt im Tal links vom Photopeak praktisch konstant. Für diese Methode sollte aber für die Schwelleneinstellung ein Zehngang-Potentiometer, welches von außen erreichbar ist, eingebaut werden.

Auf diese Weise ist auch eine ungefähre Eichung des Detektors in keV/mV möglich. Mit zwei Fensterdiskriminatoren, bei denen einer auf die Cs-137-Linie und der zweite auf die K-40-Linie eingestellt ist, kann der Cs-Anteil in Relation zur natürlichen K-40-Strahlung gemessen werden, wobei der Compton-Untergrund der K-40-Linie im Bereich der Cs-Linie subtrahiert werden muß. □

Literaturhinweise

Schmid-Fabian, R., *Szintillationsdetektor, Szintillationsdetektor ohne Hochspannung*, elrad 6/89, Heinz Heise Verlag.

Prasad, K. N., 1984, *Handbook of Radiobiology*, CRC Press, Boca Raton, Florida.

Rausch, L., 1982, *Mensch und Strahlenwirkung*, Piper Verlag, München.

Trott, K. R., Lengfelder, E., 1986, *Biologische Grundlagen der Strahlenwirkung und des Strahlenschutzes*, in: *Lehrbuch der Radiologie I* (Lissner, J., Hrsg), 64-83.

Ward, J. F., 1987, *Radiation chemical mechanisms of cell death*, in: *Radiation Research*, Taylor and Francis, London, 162-168.

ANZEIGEN

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker

Electronic am Wall

4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (0231) 1 68 63

Innovative Umweltmeßgeräte

z. B. DATA-Rekorder mit direkter Meßwertanzeige und -aufzeichnung von z. B. **Umweltradioaktivität**, Gaskonzentrationen, etc. (je nach Meßsonde) mit Computerauswertung; zum Aufbau von Meßnetzen (wird demnächst in **elrad** als Bauanleitung veröffentlicht). Info kostenlos.

Elektronik Robert Mayr
Babenhauser Str. 55, D-8908 Krumbach
☎ 0 82 82/73 85, FAX 0 82 82/73 05



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 440000 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 Ötisheim · Tel. 07041/2747 · Tx 7263738 albs

KEF, VISAT, Lowther, Magnat, JBL, TDL, Inter, oehlbach, FANE, THOR, vita, NECO, DYNAUDIO, Ey, isophon, CELESTION, Mulicel, seas, BEVITA, Peerless, WHD, elektronik, kurtik, stode

Kostenlose Preisliste sofort anfordern!

Katalog gegen DM 5,- Briefmarken, Schein oder Scheck. Sofort anfordern!!! Ausland Versand-Service

Bremervörder Straße 5
D-2160 Stade
Tel. (04141) 82042
Telefax (04141) 84432

Lautsprecher Selbstbausätze

... für HiFi-Disco-Musiker Lautsprecher finden Sie in unserem fetten Gesamtkatalog! Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für jeden, der in Puncto Lautsprecher-Selbstbau zu den informierten Spezialisten zählen will. Bausätze, Einzel-Chassis-Übersicht, Literaturprogramm, Zubehörteil

Lautsprecherbausätze, Kabel, Stecker, Dämmmaterialien, Weichenbauteile, Einzelchassis, Car Hifi Speaker, Disco + Musiker Chassis, Fachliteratur, Neuerscheinungen, Leergehäuse und, und, und... *HiFi*

Anzeigen-schluß für **elrad** 11/89

ist am
21. September 1989

AD-DA-C64

Universelle C-64 Ein-/Ausgabeplatine (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 119,-**

AD-DA-PC-XT/AT

AD/DA-Slotkarte für PC-XT/AT mit 8 Eingängen und 1 Ausgang zum Messen und Ausgeben von analogen Gleich- und Wechselspannungen. AD-Wandelerate: 0 bis 500 kHz. DA-Wandelerate 0 bis 1 MHz. Ein-/Ausgangsspannungsbereiche (in Volt): 0 bis 1,25, 0 bis 2,5, -1,25 bis 1,25, -2,5 bis 2,5 frei wählbar. Mit Anleitung zum sicheren Einbau und einfach gehaltenen, aber genauer Beschreibung + Beispielssoftware für **DM 169,-**

Gratis-Informationen anfordern!

Neue Adresse:

Bitzer Digitaltechnik
Postfach 1133, 7060 Schorndorf
Telefon: 071 81/62748

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 1,80 (E12 von 1Ω – 10MΩ)

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)

Dioden 1N4148 100 St. DM 2,22 500 St. DM 9,99

Drucker-Umschalter parallel (Hand-Dreheschalter)
Typ 1:2 = 1(2) Rechner + 2(1) Drucker DM 75,50
Typ 1:4 = 1(4) Rechner + 4(1) Drucker DM 109,95
Typ X = 2 Rechner + 2 Drucker DM 92,95
36-P. Centronicskabel 1m (v. Umsch/Drucker) DM 20,95

N.N.-Versand ab DM 15,- (+P/V), Ausl. DM 200,- (+P/V)
Katalog 89/90 (mit über 6000 Artikeln) liegt kostenlos bei, oder für DM 5,- (Bfm.) anfordern. Aktuelle Infoteliste gratis.

LEHMANN-electronic

Inh.: Günter Lehmann
Tel./Btx: 06 21/89 67 80
Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81

Tennert-Elektronik

Ing. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR

* AD-/DA-WANDLER
* CENTRONICS-STECKVERBINDER
* C-MOS-40XX-45XX-74HCXX
* DIODEN + BRÜCKEN
* DIP-KABELVERBINDER+KABEL
* EINGABETASTEN DIGITAST++
* FEINSICHERUNGSX20+-HÄLTER
* FERNSEH-THYRISTOREN
* HYBRID-VERSTÄRKER STK..
* IC-SOCKEL+TEXTTOOL-2IP-DIP
* KERAMIK-FILTER
* KONDENSATOREN
* KÜHLKÖRPER UND ZUBEHÖR
* LABOR-EXP.-LEITERPLATTEN
* LABOR-SORTIMENTE
* LEITUNGS-REITER
* LINEARE-ICS
* LÖTKOLBEN, LÖTSTATIONEN
* LÖTSAUGER + ZINN
* LÖTSEN, LÖTSTIFTE +
* EINZELSTECKER DAZU
* MIKROPROZESSOREN UND
* PERIPHERIE-BASTEINE
* MINIATUR-LAUTSPRECHER
* OPTO-TEILE LED + LCD
* PRINT-RELAIS
* PRINT-TRANSFORMATOREN
* QUARZE + -OSZILLATOREN
* SCHALTER+TASTEN
* SCHALT-NETZTEILE
* SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
* SPEICHER-EPROM/PROM/DRAM
* STECKVERBINDER-DIVERSE
* TEMPERATUR-SENSOREN
* TAST-CODIER-SCHALTER
* TRANSISTOREN
* TRIAC-THYRISTOR-DIAC
* TTL-74LS/74S/74ALS/74FXX
* WIDERSTÄNDE +-NETZWERKE
* Z-DIODEN + REF.-DIODEN

* **KATALOG AUSG. 1988**
* **MIT STAFFELPREISEN**
* **ANFORDERN – 176 SEITEN**
* ******* KOSTENLOS *******

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

Der neue Katalog
jetzt eingetroffen



Electronic von A-Z
Katalog anfordern (Schutzgebühr 10,- DM)
ELECTRONIC-ANDERSCH
Auf der Höhe 4, 2334 Fleckebay

PA-DISCO-LIGHT & COMPUTERVERSAND

Wir liefern Qualitätsfirmen wie:
Hill Audio, OSC-Audio, ACR, FANE,
Zoffmusic, Collins, Downlite, LEM,
Third Generation, BEMI Computer,
ECLER, POWER, Electro-Voice, etc.

Rufen Sie uns an, wir stehen gerne für Sie zur Verfügung oder fordern Sie einfach unser Lieferprogramm kostenlos an.

PA-Anlagen- & Computerversand
H. Liesner
Geschäftsführer I. Klinkenbuss
Görrestr. 22, 4440 Rheine
Tel. 05971-54256

McKENZIE
ACOUSTICS LIMITED

Katalog auf Anfrage

PA- + Studio-Lautsprecher für außergewöhnliche Bauvorhaben!

Exklusiv-Vertrieb in Deutschland:
INTER-MERCADOR GMBH & CO KG
IMPORT – EXPORT
Zum Falsch 36 – Postfach 448747 – 2800 Bremen 44
Telefon 0421/48 90 90 • Telex 245922 monac d – Telefax 0421/48 16 35

Händleranfragen erwünscht

Digicount

Schaltungsvorschlag für einen Impulsratenzähler

Otto Groß

Die hier vorgestellte Schaltung wurde speziell für die Messung langsamer Impulsfolgen entwickelt, insbesondere für Impulse aus dem Geiger-Müller-Indikator, eignet sich aber auch für den Szintillationsdetektor aus elrad Heft 6/89.

Frequenzzähler verfügen in der Regel über eine maximale Torzeit von 10 s, was für die Erfassung langsamer, statistischen Gesetzen gehorchender Impulsfolgen nicht ausreicht. Die nachfolgend beschriebene Schaltung wurde deshalb für Torzeiten von 1 s bis 10 min ausgelegt.

Damit können auch Audiofrequenzen gemessen werden. Für genaue Drehzahlmessungen ist die Torzeit von 1 min vorgesehen, die mit einem optoelektronischen Adapter durchgeführt werden können. Bei Messungen im Bereich schwacher Radioaktivität, die eine längere Meßzeit erfordern, sind die Torzeiten 5 min und 10 min vorgesehen.

In der Schaltstellung ∞ werden alle während der Einschalt-dauer ankommenden Impulse gezählt.

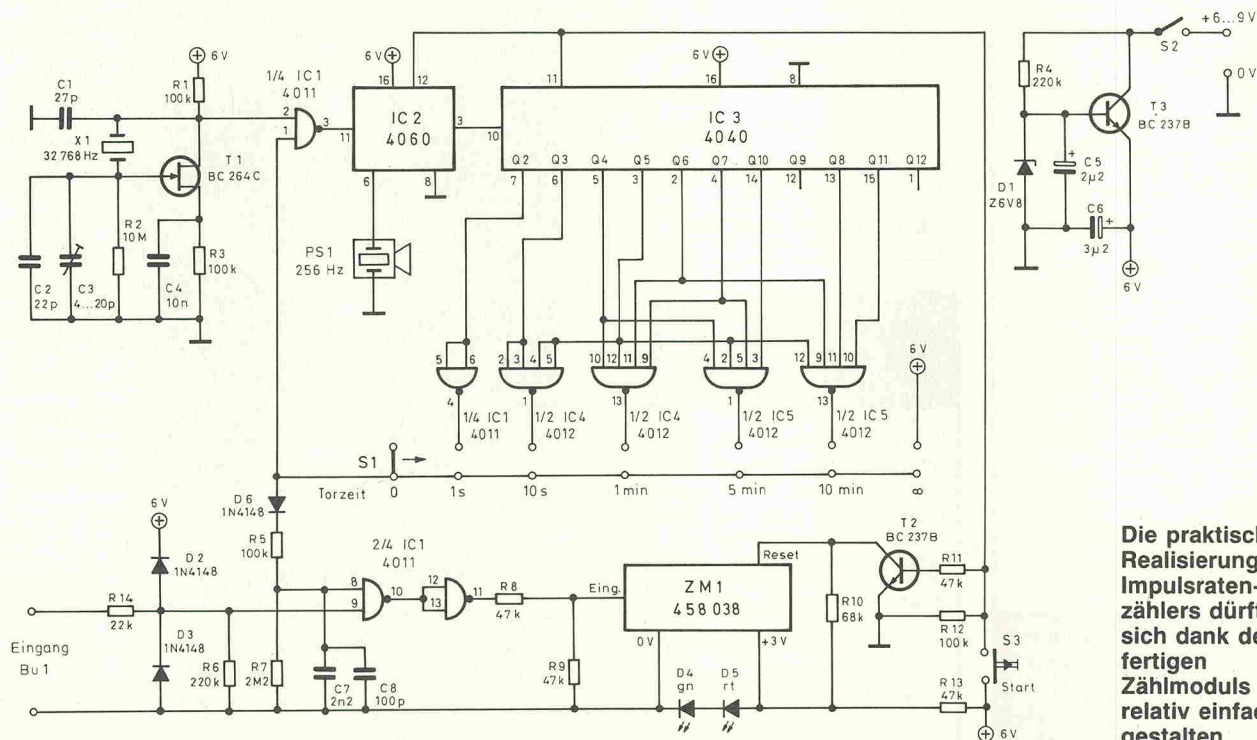
Die Schaltung zeichnet sich durch eine außergewöhnlich niedrige Stromaufnahme und durch Batteriebetrieb aus. Die

Bezeichnung 'Impulszähler' ist als Abkürzung für das etwas umständliche Wort 'Impulsra-
tanzähler' gedacht, denn es werden ja Impulse während einer bestimmten Zeit gezählt. Für die Realisierung der Schaltung standen zwei Möglichkeiten zur Auswahl: Einmal ein komplizierter Schalter mit 4×7 Kontakten und wenig Elektronik, oder etwas mehr Elektronik und ein einfacher Schalter mit 1×7 Kontakten. Der zweiten Möglichkeit wurde der Vorzug gegeben.

Der Impulszähler besteht aus dem 6-stelligen Zählmodul als fertiger Baueinheit und der Torsteuerung. Der Quarzoszillator mit T1 und Q1 liefert die genaue Taktfrequenz von 32768 Hz. Sie gelangt über das NAND-Gatter IC1 (Tor 1) auf die Frequenzteiler IC2 (4060) und IC3 (4040). Der im Baustein 4060 vorhandene Oszillator konnte nicht verwendet werden, weil er mit dem Reset-Signal ausgeschaltet wird.

Durch geeignete Kombination von maximal vier Teilerausgängen über NAND-Gatter lassen sich die gewünschten Torzeiten von 1 s bis 10 min wählen. Die jeweilige Zeit ergibt sich als die halbe Summe der betreffenden Periodendauer.

Mit der Starttaste S3 werden die beiden Frequenzteiler und das Zählmodul auf Null gesetzt. Während die Teiler hierfür einen H-Pegel am Reseteingang benötigen, braucht das Zählmodul einen Spannungssprung von H auf L. Er wird mit dem Inverter T2 realisiert. Nach Loslassen der Starttaste ist der Weg für die Zählpulse über Tor 2 frei. Über Tor 1 gelangt der Zeittakt solange in die Teiler, bis die eingestellte Zeit erreicht ist. Dann stellt sich an dem gewählten NAND-Ausgang Pegel L ein und beide Tore werden gesperrt. Die Anzeige bleibt stehen, bis die Starttaste erneut gedrückt wird. Die Dauer des Zählvorgangs wird akustisch durch einen Summ-



Die praktische Realisierung des Impulsratenzählers dürfte sich dank des fertigen Zählmoduls relativ einfach gestalten.

Stückliste

Impulszähler

Widerstände (alle 0,25W, 5%)

R1,R3,	
R5,R12	100k
R2	10M
R4,R6	220k
R7	2M2
R8,R9,	
R11,R13,	47k
R10	68k
R14	22k

Kondensatoren

C1	27p Ker.
C2	22p Ker.
C3	5...20 p Trimmer
C4	10 n MKT
C5,C6	2µ2, 10V
C7	2n2 MKT
C8	100p Ker.

Halbleiter

T1	BC264C
T2,T3	BC237B
D1	Z-Diode 6V8, 0,4 W
D2,D3	1N4148
D4	LED 5 mm, grün
D5	LED 5 mm, rot
IC1	4011
IC2	4060
IC3	4040
IC4,IC5	4012
Sonstiges	
ZM1	Zählmodul, 6 Stellen, Mod.7000, Best.Nr.135364-78, Conrad
PS1	Piezokeramischer Schall- wandler
S1	Schalter 1 x 7 Kontakte
S2	Schalter 1 x Ein
S3	Tastschalter
Bu1	Klinkenbuchse 3,5 mm
Q1	Uhrenquarz 32768 Hz

ton signalisiert. Der Piezosum-
mer wird mit 256 Hz aus dem
Teiler Ausgang Q7 vom 4060 ge-

speist. Mit dem Zeitkonstan-
tenglied R7, C7 und C8 werden
Unsymmetrien zwischen beiden

Torschaltungen ausgeglichen.
Durch geeignete Wahl von C8
ist eine Kalibrierung des Gerä-
tes möglich, wenn trotz exakt
eingestellter Taktfrequenz mit
C3 ein Restfehler bleibt. Der
Signaleingang wird mit R14,
D2 und D3 gegen Überspan-
nungen geschützt. Die Pegelan-
passung an das Zählmodul
wird mit dem Spannungsteiler
R8, R9 durchgeführt.

Der Impulszähler wird aus ei-
ner 9-V-Blockbatterie versorgt.
Die Z-Diode D1 und T3 stabili-
sieren die Betriebsspannung
auf 6 V. Das Zählmodul benö-
tigt eine Spannung von 3 V, die
mit den zweckentfremdeten
Leuchtdioden D4 und D5 über
Vorwiderstand R13 gewonnen
wird. Den Leuchtdioden wurde
gegenüber einer Z-Diode der
Vorzug gegeben, weil sie in
dem betreffenden Spannungs-
bereich einen schärferen Kenn-
linienknick aufweisen und mit
kleinerem Strom betrieben wer-
den können. Das Zählmodul
selbst nimmt nur 10 µA auf.
Die Stromaufnahme der ge-

samten Schaltung beträgt im
Leerlauf 100 µA. Während des
Zählens steigt sie je nach Fre-
quenz und Impulsform auf 150
bis 200 µA.

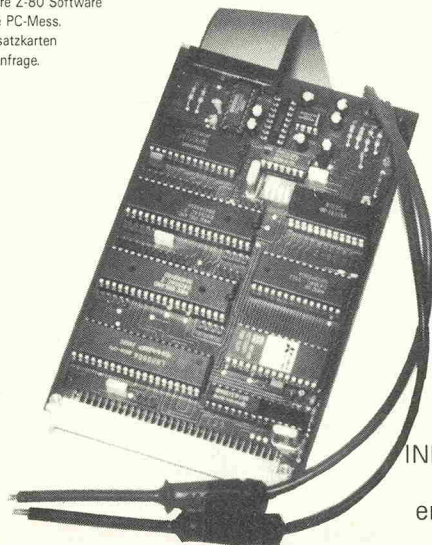
Die Bedienung des Gerätes be-
schränkt sich auf das Einstellen
der gewünschten Torzeit und
auf das Betätigen der Startta-
ste. Das Ende der Messung
wird durch Aufhören des
Summtones angezeigt.

Technische Daten:

Betriebsspannungsbereich:
6...12 V
Leistungsaufnahme im Leer-
lauf: 1 mW
Maximale Zählfrequenz:
20 kHz
Eingangsspannungsbereich:
4...20 V
Anzeige: LCD
Stellen: 6
Torzeiten: 1 s; 10 s; 1 min;
5 min; 10 min; ∞
Quarzzeitbasis: 32768 Hz
Abweichung: $\pm 10^{-5}$
+/-1 digit
Batterielebensdauer: > 3 Mo-
nate

Z-80 EURO-Einplatinen Messcomputer

Z-80 Karte fertig bestückt mit BASIC-Eprom (27128) und Mini-Monitorprogramm	481,-
Z-80 Macro PC-Assembler zum programmieren in Z-80 auf allen IBM-PCs	748,-
PC-Eprommer für Z-80 Assembler (2716...27512), Einsteckkarte mit ext. Textool & Softw.	368,-
PC-Eprom-Simulator, lädt vom Assembler den Code in ein Ram und wird als Eprom benutzt	298,-
Technisches Manual für den Z-80 Messcomputer	50,-
Mini-Editor zum programmieren in Z-80 Code über die V24 Schnittstelle	52,-
BASIC-Eprom einzeln (27128) fertig programmiert für den Z-80 Messcomputer	69,-
Teilebausatz zum Z-80 Messcomputer, Platine EPS 890110, komplett ohne Platine	158,-
Analog-Digitalwandler 8 Bit für Z-80 Karte, einzeln	29,90
MAX 680 Spannungserzeuger für Z-80 Karte, einzeln	14,95
Baudratengenerator COM 8126 & Quarz 5,068 MHz	24,90
6264 SCRAM Speicher 8kx8, 150 ns	28,90
Weitere Z-80 Software sowie PC-Mess- & Zusatzkarten auf Anfrage.	



Kostenlose
INFO anfordern.
Versand
erfolgt per NN.

HEINRICH — KOLTER — ELECTRONIC

Steinstrasse 22 * 5042 Erfstadt * Tel. 02235-76707 * Fax. 72048

Logikanalysatoren



Modell LA3200 DM 3150,-
Modell LA4800 DM 4150,-
zuzüglich gesetzliche MwSt.

● 32 bzw. 48 Kanäle, DC bis 25 MHz, a' 8 KB ● 8 bzw. 12 Kanäle, DC bis 100 MHz, asynchron ● 5 ns Glitcherkennung und Glitch-triggerung ● Multi-Level-Triggerung ● Großer, übersichtlicher LCD-Bildschirm ● On-Screen Bedienungshinweise ● Nicht-flüchtige Daten-, Set-Up- und Referenzspeicher ● Leistungsfähige Such- und Vergleichsfunktionen ● Hardcopy- und Rechner-schnittstelle ● Disassembleroptionen ● 3 unabhängige Clocks mit Qualifier.



Telemeter Electronic

Posthof 4, D-8850 Donauwörth
Telefon (0906) 4091, Telex 51856
Telefax (0906) 21706

Die quadratische Funktion

In der letzten Folge wurde der Funktionsverlauf $U = f(I)$ einer Glühlampe dargestellt. Der Graph dieser Funktion ergibt im kartesischen Koordinatensystem keine Gerade. In der Funktionsgleichung der Geraden kommt die unabhängige Veränderliche nur in erster Potenz ($x = x^1$) vor.

Zur Darstellung gekrümmter Kurvenzüge wie der Kennlinie einer Glühlampe reicht das nicht aus; dazu muß x in höherer Ordnung vorliegen. Aus diesem Grund multipliziert man die rechte Seite der allgemeinen Geradengleichung

$$y = f(x) = ax + b$$

mit der Variablen x und addiert zum Ergebnis eine zusätzliche Konstante c :

$$y = f(x) = ax^2 + bx + c$$

Das Ergebnis ist die allgemeine Form der quadratischen Funktion (bzw. der quadratischen Gleichung). Die in dieser Form vorkommenden Terme heißen

ax^2 : das quadratische Glied,
 bx : das lineare Glied,
 c : das absolute Glied.

Im einfachsten, nicht trivialen Fall ist $b=0$, $c=0$ und $a=1$. Damit ergibt sich die rein quadratische Funktionsgleichung:

$$y = x^2$$

Der Graph dieser Funktion ist eine Parabel, die durch den Koordinatenursprung verläuft (Bild 1). In dieser einfachsten Form spricht man von der quadratischen Normalparabel. Bei negativem a ist die Parabel nach unten geöffnet. Die Breite der Parabel (Breite der Öffnung) hängt von dem absoluten Wert von a ab. Je kleiner dieser Wert ist, desto breiter ist die Öffnung (Bild 2).

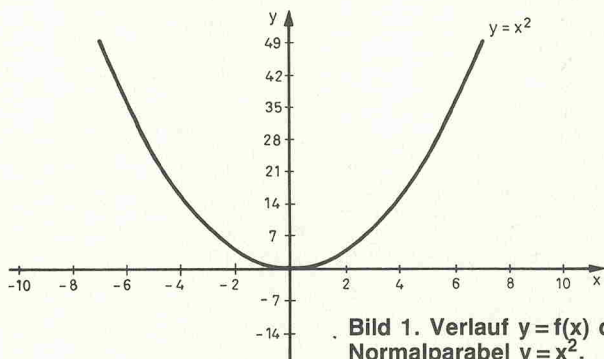


Bild 1. Verlauf $y = f(x)$ der Normalparabel $y = x^2$.

Jede Parabel hat nur eine Maximum- oder eine Minimumstelle. Das sind Stellen, an denen der Funktionswert einen definitiven Höchst- oder Tiefstwert annimmt. Ist die Parabel nach oben — in Richtung des I. und II. Quadranten — geöffnet, hat sie ein Minimum (Bild 3). Nach unten geöffnete Parabeln haben ein Maximum (Bild 4). Die Konstante c bewirkt eine Verschiebung der Parabel in Ordinate-Richtung. Für $c > 0$ erfolgt diese Verschiebung nach oben, für $c < 0$ nach unten (Bild 5). Der Term bx verschiebt die Parabel sowohl längs der Ordinate als auch längs der Abszisse.

Ist die Parabel nach oben geöffnet, dann liegt das Minimum an der Stelle

$$x_s = -\frac{b}{2a}$$

Der zugehörige y_s -Wert ergibt sich, indem man x_s in die Funktionsgleichung einsetzt.

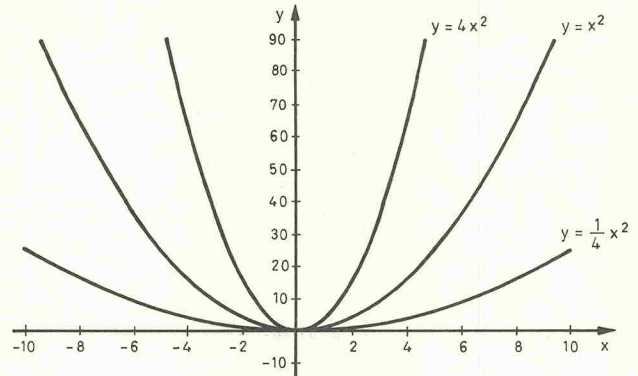


Bild 2. Der Multiplikator des quadratischen Gliedes bestimmt die Breite der Parabelöffnung.

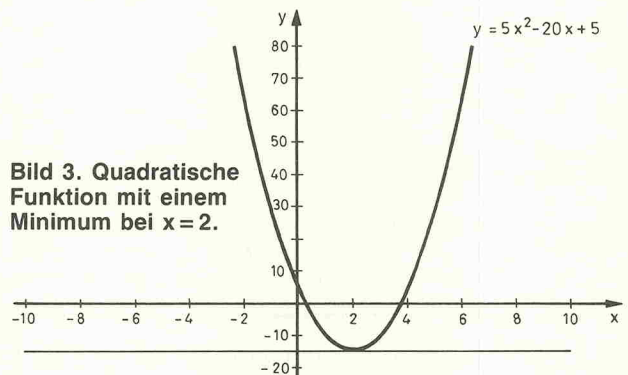


Bild 3. Quadratische Funktion mit einem Minimum bei $x = 2$.

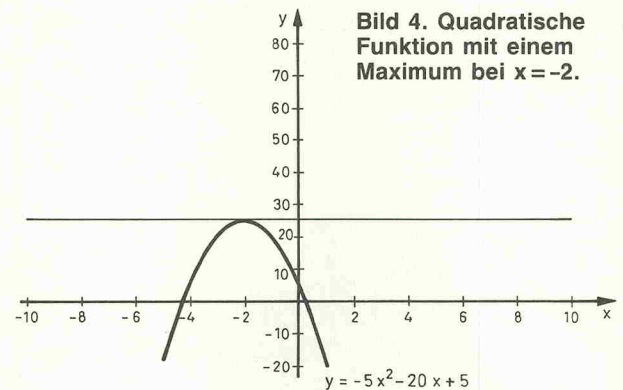


Bild 4. Quadratische Funktion mit einem Maximum bei $x = -2$.

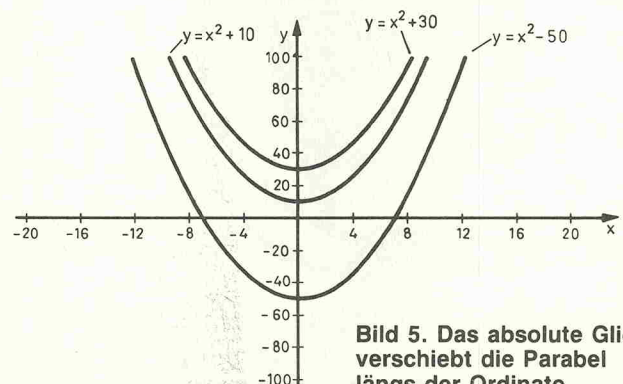


Bild 5. Das absolute Glied verschiebt die Parabel längs der Ordinate.

An dem Ausdruck kann die verursachte Verschiebung längs der Abszisse ersehen werden. Wird ein konstantes, positives a vorausgesetzt, erfolgt die Verschiebung nach links, wenn $b > 0$ ist. Für $b < 0$ wird — jeweils ausgehend von der quadratischen Normalparabel — die Kurve nach rechts verschoben. Wird a negativ angenommen, kehren sich die Verhältnisse um. Wie bei der linearen Funktion sind auch bei der quadratischen Funktion besonders die Schnittpunkte mit den Achsen des Koordinatenkreuzes interessant. Beim Schnittpunkt mit der Ordinate ist $x = 0$. Es gilt also:

$$y = a \cdot 0^2 + b \cdot 0 + c \\ y = c$$

Der Schnittpunkt mit der Ordinate ist bei $y = c$. Komplizierter wird die Angelegenheit, wenn der Abszissenschnittpunkt gesucht ist. Dann gilt:

$$y = 0 = ax^2 + bx + c$$

Das Umstellen nach x ist nicht ohne weiteres möglich. Zunächst muß x in der höchsten Potenz allein, also ohne Multiplikator a stehen. Dazu wird die gesamte Gleichung durch a dividiert. Man erhält:

$$0 = x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a}$$

Werden $b/a = p$ und $c/a = q$ gesetzt, läßt sich die allgemeine Lösungsformel für quadratische Gleichungen anwenden, die durch einfaches Einsetzen die beiden Nullstellen x_1 und x_2 liefert:

$$x_1 = -\frac{p}{2} + \sqrt{\frac{p^2}{4} - q} \quad x_2 = +\frac{p}{2} + \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

Diese Lösungsformel setzt voraus, daß die quadratische Gleichung in der Normalform vorliegt. Die gegebene Gleichung muß also im allgemeinen vorher umgeformt werden.

Die Formel liefert maximal zwei Ergebnisse bzw. zwei Nullstellen, von denen in der angewandten Technik meist nur eine interessant bzw. sinnvoll ist (siehe dazu auch noch einmal die Folge 6). Ergibt sich eine negative Wurzel, liegt keine reelle Nullstelle vor. Es können jedoch immer komplexe Lösungen angegeben werden. Die Frage ist jedoch, ob die komplexe Lösung einer Gleichung in jedem Falle sinnvoll ist.

Wie bei der linearen Funktion kann auch die quadratische Funktion aus einer Reihe vorgegebener Punkte berechnet werden. Es sind hier jedoch drei bekannte Punkte erforderlich. Werden die drei Punkte $P_1 = (x_1, y_1)$, $P_2 = (x_2, y_2)$ und $P_3 = (x_3, y_3)$ als bekannt angenommen, dann kann ein dreireihiges Gleichungssystem wie folgt aufgestellt werden:

$$y_1 = ax_1^2 + bx_1 + c$$

$$y_2 = ax_2^2 + bx_2 + c$$

$$y_3 = ax_3^2 + bx_3 + c$$

Dabei muß vorausgesetzt werden, daß kein x -Wert zweimal vorkommt. Es muß also gelten: $x_1 \neq x_2$, $x_1 \neq x_3$, $x_2 \neq x_3$.

Dieses Gleichungssystem kann nach den Unbekannten a , b und c aufgelöst werden. Das Gleichungssystem hat immer eine Lösung.

Die Auflösung derartiger Gleichungssysteme kann nur einen mathematisch ambitionierten Zeitgenossen begeistern. Elektroniker interessieren sich vorrangig für die praktischen Ergebnisse, die deshalb nachfolgend aufgeführt sind. Es gilt:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$a = \frac{m(x_1 - x_3) + y_3 - y_1}{(x_3 - x_1)(x_3 - x_2)}$$

$$b = m - a(x_2 + x_1)$$

Das Absolutglied c wird dann durch Umstellen der Grundform der quadratischen Gleichung und Einsetzen eines Wertepaares (z.B. x_1, y_1) berechnet:

$$c = y_1 - ax_1^2 - bx_1$$

elrad 1989, Heft 9

Nach diesen theoretischen Abhandlungen folgen nun wie in jeder Folge dieser Serie einige praktische Anwendungen. Ein naheliegendes Beispiel für einen exakt parabelförmigen Funktionsverlauf liefert der Zusammenhang

$$P = f(I) = R \cdot I^2$$

wobei für I der Effektivwert einzusetzen ist, wenn Wechsel- oder Mischströme vorliegen. Der Verlauf dieser Funktion ergibt eine Parabel, deren Minimum im Koordinatenursprung liegt. Da es keine negative Leistung gibt, interessiert nur der I. Quadrant des Koordinatensystems. In Bild 6 ist der Verlauf $P = f(I)$ für einen ohmschen Widerstand von 10 Ohm im Definitionsbereich $0 \text{ A} < I < 1 \text{ A}$ zu sehen.

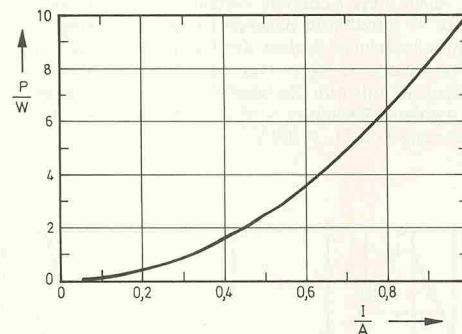


Bild 6.
Funktionsverlauf
 $P = f(I)$ eines
ohmschen
Widerstands mit
 $R = 10 \text{ Ohm}$.

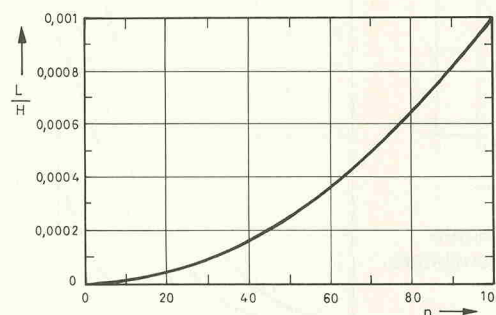


Bild 7.
Funktionsverlauf
 $L = f(n)$ einer
Spule mit
 $A_L = 100 \text{ nH}$.

Auch die Induktivität L von Spulen verläuft in Abhängigkeit von der Windungszahl n parabelförmig (Bild 7). Hier ist ebenfalls nur der I. Quadrant des Koordinatensystems von Interesse, da negative Windungszahlen nicht möglich sind. Für Spulen mit einem Kern aus Eisen oder ferromagnetischem Material gilt:

$$L = f(n) = A_L \cdot n^2$$

Bei dem Ausdruck A_L handelt es sich um eine Materialkonstante.

Ein Beispiel für eine vollständige quadratische Funktion mit quadratischem, linearem und absolutem Glied liefert die Steuerkennlinie $I_D = f(U_{GS})$ eines Sperrschicht-Feldeffekttransistors. Dabei ist I_D der Drainstrom bei konstanter Drain-Source-Spannung ($U_{DS} = \text{const}$) und U_{GS} die Gate-Source-Spannung. Bild 8 zeigt den Verlauf dieser Kennlinie am Beispiel des Transistors BFW 10 bei einer Drain-Source-Spannung von $U_{DS} = 15 \text{ V}$. Die Kurve verläuft nach der Funktion:

$$I_D = f(U_{GS}) = \frac{I_{D0}}{U_{GS0}^2} \cdot U_{GS}^2 - \frac{2 I_{D0}}{U_{GS0}} \cdot U_{GS} + I_{D0}$$

I_{D0} ist dabei der Schnittpunkt mit der Ordinate und U_{GS0} derjenige mit der Abszisse. Diese Größen sind bei konstanter Drain-Source-Spannung ebenfalls konstant. Da der betrachtete Transistor nur mit negativer Gatevorspannung betrieben werden darf, liegt die Kennlinie im II. Quadranten des Koordinatensystems.

Soll diese Funktion in analytischer Form vorliegen, kann die Berechnung nach der oben angegebenen Formel erfolgen. Aus dem Kennlinienfeld müssen lediglich die konstanten Größen entnommen und eingesetzt werden. Der Definitionsbereich der Funktion erstreckt sich zwischen $0 \text{ V} > U_{GS} > U_{GS0}$. Aus Bild 8 kann für U_{GS0} ein Wert von $U_{GS0} = -5 \text{ V}$ und für I_{D0} ein Wert von $I_{D0} = 13,75 \text{ mA}$ entnommen werden. Nach Einsetzen dieser Werte in die Funktionsgleichung folgt:

$$I = f(U_{GS}) = 5,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{A}}{\text{V}^2} \cdot U_{GS}^2 + 5,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{A}}{\text{V}} \cdot U_{GS} + 13,75 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

oder vereinfacht mit dem Programm aus Folge 1:

$$\frac{I}{A} = \frac{1}{1817} \cdot \left(\frac{U_{GS}}{V}\right)^2 + \frac{2}{363} \cdot \frac{U_{GS}}{V} + \frac{7}{509}$$

Damit kann für jede Spannung U_{GS} der zugehörige Wert für I errechnet werden. Zu beachten ist, daß U_{GS} nur negative Werte annehmen kann (Vorzeichen berücksichtigen!).

Das letzte Beispiel behandelt die Kennlinie $I_A = f(U_G)$ des Anodenstroms I_A in Abhängigkeit von der Spannung U_G am Gitter einer Dreipolröhre (Triode). Auch diese Kennlinie verläuft — ähnlich wie beim Feldeffekttransistor — annähernd parabolförmig. Bild 9 zeigt den Verlauf der Kennlinie bei einem System der Doppeltriode ECC 81 für vier verschiedene Anodenspannungen. Um diese Kennlinie in analytischer Form auszudrücken, soll nun die beschriebene 'Drei-Punkte-Methode' angewendet werden. Betrachtet wird die Kennlinie bei einer konstanten Anodenspannung von $U_A = 100$ V.

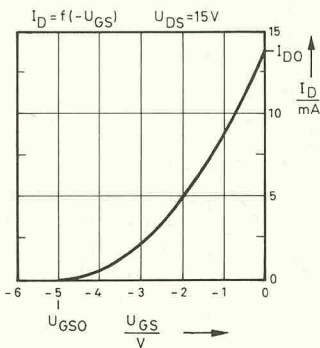
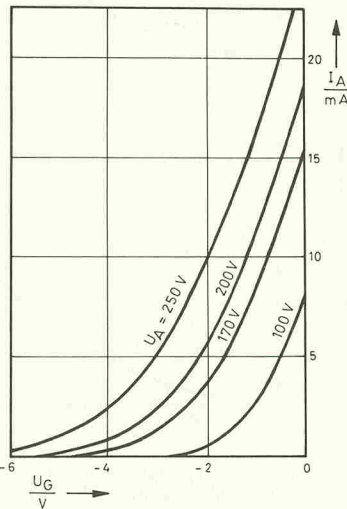


Bild 8. Steuerkennlinie eines Feldeffekttransistors.

Bild 9. Steuerkennlinienfeld eines Triodensystems der Doppeltriode ECC 81.



Zur Festlegung der drei Punkte kann man die Schnittpunkte mit den Achsen des Koordinatenkreuzes wählen. Damit erhält man: $P_1 = (x_1, y_1) = (-3 \text{ V}, 0 \text{ mA})$ sowie $P_2 = (x_2, y_2) = (0 \text{ V}, 8 \text{ mA})$. Den dritten Punkt erhält man hier aus der Kenntnis des weiteren Funktionsverlaufs. Da die Parabel symmetrisch ist, ergibt sich der dritte Punkt, der jedoch nicht im späteren Definitionsbereich liegt: $P_3 = (x_3, y_3) = (-6 \text{ V}, 8 \text{ mA})$. Werden die Punkte in den oben angegebenen Gleichungen eingesetzt, erhält man folgende Ergebnisse:

$$a = 0,0008888 \text{ A/V} = 1/1125 \text{ A/V}$$

$$b = 0,0053333 \text{ A/V} = 2/375 \text{ A/V}$$

$$c = 0,008 \text{ A} = 1/125 \text{ A}$$

beziehungsweise

$$\frac{I}{A} = \frac{1}{1125} \cdot \left(\frac{U_G}{V}\right)^2 + \frac{2}{375} \cdot \frac{U_G}{V} + \frac{1}{125}$$

Mit dieser Gleichung erhält man eine gute Näherung für den Funktionsverlauf $I_A = f(U_A)$ der Röhre. Es sei jedoch angemerkt, daß das Verfahren eigentlich nur zur Betrachtung sehr kleiner Ausschnitte des Funktionsverlaufs geeignet ist. Nachdem die Konstanten berechnet sind, muß die Richtigkeit des Ergebnisses durch Probieren verschiedener Funktionswerte bestätigt werden. Stimmen die Ergebnisse nicht, kann nur ein weiterer Rechengang mit anderen Punkten Abhilfe schaffen.

Der Computer wurde erfunden, um denkenden Menschen die Routinearbeit abzunehmen. Deshalb sind im folgenden zwei Programme aufgelistet, die für die weit verbreiteten, programmierbaren Taschenrechner Casio FX 502 und FX 602 entwickelt wurden. Eine Anpassung an

andere Taschenrechner ist jedoch leicht möglich, da die Programmiersprachen verschiedener Taschenrechner-Modelle meist sehr ähnlich sind.

Das erste Programm berechnet die Nullstellen für quadratische Funktionen. Die Konstanten a , b und c müssen eingegeben werden. Dann werden die Stellen x_1 und x_2 angezeigt, an denen $y=0$ ist. Ist keine Nullstelle vorhanden, wird dies über die Rechneranzeige mitgeteilt.

Das zweite Programm berechnet aus den drei bekannten Punkten P_1 , P_2 und P_3 die zugehörige Parabelgleichung. Voraussetzung ist natürlich, daß der behandelte Kurvenzug einen parabolförmigen Verlauf hat. Die Gleichung wird im Display dreimal angezeigt. Anschließend werden beliebige x -Werte abgefragt und die zugehörigen Funktionswerte $y=f(x)$ ausgegeben. Auf diese Weise kann sofort ausprobiert werden, ob zu jedem x -Wert der richtige Funktionswert berechnet wird. Stimmt die Ausgabe nicht genau genug mit den erwarteten Werten überein, sollte ein neuer Versuch mit anderen Punkt-Wertepaaren durchgeführt werden.

Am Anfang dieses Beitrags wurde auf die Glühlampenkennlinie aus der letzten Folge hingewiesen. Dabei handelt es sich um die Kennlinie $I=f(U)$ einer gewöhnlichen Auto-Glühlampe mit $U=12$ V und $P=18$ W. Auch für diese Kennlinie kann eine quadratische Funktion angegeben werden. Sie lautet

$$\frac{I}{A} = -\frac{3}{451} \cdot \left(\frac{U}{V}\right)^2 + \frac{96}{551} \cdot \frac{U}{V} + \frac{7}{867}$$

und liefert im Definitionsbereich $1 \text{ V} < U < 12 \text{ V}$ gute Ergebnisse (Bild 10). Diese Funktion wurde mit einem aufwendigeren Verfahren berechnet, das in einem späteren Beitrag erläutert wird. □

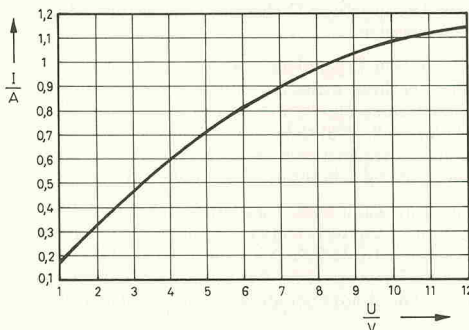


Bild 10. Funktionsverlauf $I=f(U)$ einer Glühlampe.

```
PO LBL0 "Quad.-Gl." PAUSE MAC
"a?" HLT Min01
"b?" HLT ÷ MR01 ÷ 2.=÷Min03 Min04
"c?" HLT ÷ MR01 = Min02
MR03 x* - MR02 = x≥0 GOT01
"Keine Nullstellen" PAUSE GOT00

LBL1 ↗Min05
MR04 + MR05 = Min03
MR04 - MR05 = Min04

LBL2 "x1 = AR03" HLT
"x2 = AR04" HLT GOT02
```

Programm zum Bestimmen der Parabelgleichung sowie zum Berechnen von Funktionswerten.

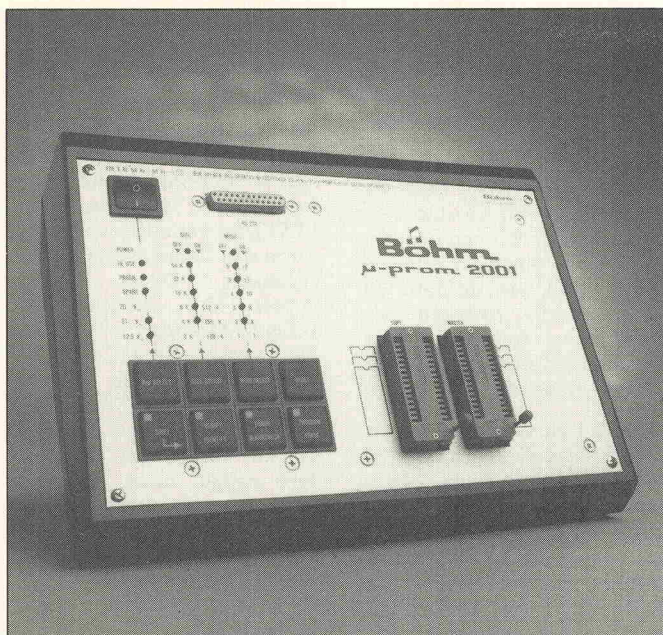
```
P1 "f(3 Pkt)" PAUSE MAC
LBL0 1 M+F ISZ "P ARF" PAUSE "x?" HLT IND Min00
ISZ "y?" HLT IND Min00 3 x=F GOT01 GOT00

LBL1 MR04 - MR02 = ÷ (MR03 - MR01) = Min19 M+17
x MR01 + MR06 - MR02 - MR05 x MR19 = ÷
((MR05 - MR01) x (MR05 - MR03)) = Min18 x
MR03 + MR01 x MR18 = M-17 MR01 x MR03 x
MR18 - MR19 x MR01 = M+02

LBL2 DSZ "AR18 xx + AR17 x + AR02" PAUSE PAUSE
DSZ GOT02

LBL3 "x?" HLT Min01 x* x MR18 + MR17 x MR01 +
MR02 = "y = #" HLT GOT03
```

Programm zum Errechnen der Nullstellen quadratischer Funktionen für Rechner FX 502/602.



Megabrenner

Ausprobiert: Universelles Programmiergerät

Daß der Schritt von der Herstellung moderner elektronischer Musikinstrumente bis hin zur Entwicklung fortschrittlicher Computertechnologie nicht weit ist, demonstriert die Firma Böhm aus Minden. So sollen sich mittlerweile namhafte Großkunden von dieser Firma mit hochwertiger Industrie-Elektronik versorgen lassen. Entsprechend hoch sind die Erwartungen, die an Böhm's neues Programmiergerät μ -prom 2001 gestellt werden.

Und die Highlights des Gerätes lesen sich tatsächlich gut: Der μ -prom 2001 'verarbeitet' alle gängigen 8-Bit-breiten PROMs, EPROMs und EEPROMs bis zu einer Größe von 4 MBit (!), stellt 7 verschiedene Programmier-Algorithmen zur Verfügung, wählt automatisch die richtige Programmier-Einstellung, falls dem 'Copy'-IC ein sogenannter Identify-Code mitgegeben wurde, und ist sowohl im Stand-Alone-Betrieb zu betreiben als auch von jedem Computer aus über die RS 232-Schnittstelle zu erreichen.

Die große Auswahl an möglichen Betriebsarten lenkt den

Blick des kritischen Testers natürlich gleich auf das Feld der Bedienelemente. Sieht aufgeräumt aus. Aber Stecker einstecken, PROM rein, und „los gehts!“ ist trotzdem nicht. Denn zumindest in den ersten Arbeitssitzungen mit diesem Brenner muß man die Programmier-Algorithmen, die aus Platzgründen auf der Frontplatte nur in Form von Zahlen zu finden sind, anhand einer Tabelle einstellen. Hier sind die möglichen Modi übrigens nach der Speicherkapazität der Bausteine geordnet, wobei der gleichen Zahl bei unterschiedlichen Speicherbausteinen auch unterschiedliche Programmier-Algo-

rithmen zugeordnet sein können. Aber das ist Gewöhnungssache. In der Praxis ist bald herausgefunden, in welchem Modus sich bestimmte Bausteine am besten programmieren lassen. Und hier haben wir unser blaues Wunder erlebt: Mit dem Quick-Pulse-Programm war ein 2764 in ganzen 4 Sekunden programmiert. Und zwar korrekt.

Wenn man einen Baustein benutzt, dem der Hersteller einen Identify-Code mit auf den Weg gegeben hat, erledigt sich das Bedienungsproblem sowieso von selbst: Dann stellt der μ -prom 2001 eigenständig alle erforderlichen Betriebsdaten ein. Wir haben es mit einem Intel-PROM ausprobiert. Funktioniert ausgezeichnet.

Noch was haben wir ausprobiert: die RS232-Schnittstelle. Nach Lektüre der verständlichen diesbezüglichen Hinweise in der Bedienungsanleitung war schnell ein kleines Basic-Programm geschrieben, mit dem sich die Daten eines EPROMs kurzerhand auf den Bildschirm zaubern ließen. Wer sich das Programmschreiben ersparen will, kann bei Böhm fertige Programme für den PC, C64, Atari ST und den böhmeigenen EC 68K erstehen.

Über alle Funktionen des Gerätes und über einen 8 KByte großen Arbeitsspeicher wacht eine 6809-CPU. Sie sorgt auch für die Feinheiten, z.B. daß die Betriebs- und Programmierspannungen erst bei Programm- oder Testläufen an die 32poligen Textool-Sockel gelangen. Oder für die Erhöhung der Betriebsspannung für das 'Copy'-EPROM bei schnellen Programmier-Algorithmen von 5 V auf 6 V. Bei einem Fehler oder einer Nachlässigkeit haben wir die CPU nie erwischt.

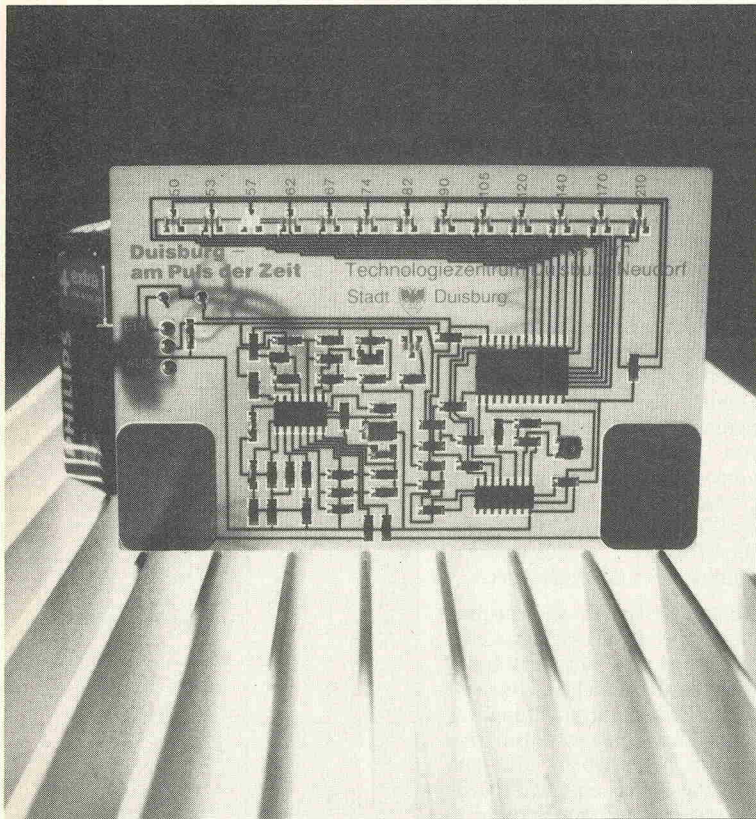
Mit den Möglichkeiten, EEPROMs zu kopieren und zu löschen sowie PROMs bzw. EPROMs mit einer Größe von bis zu 4 MBit zu verarbeiten, wird man mit dem Böhm'schen Programmiergerät wohl noch eine ganze Weile alles das machen können, was es im Bereich der Festspeicherbausteine zu machen gibt. Und zwar getrost. Denn das, was er macht, macht der μ -prom 2001 gut. Der Preis: Als Bausatz ca. 900 DM, als Fertiggerät ca. 1200 DM.

SIZE	MODE	Algorithmus		Vpp (v)	EEPROM-Erase	
		Name	Time (ms)		Chip	Byte
2k	1	Std.	50	25	—	—
2k	2	IP	1	25	—	—
2k	3	Std.	10	21	ja	—
2k	4	Std.	10	—	—	—
2k	5	HP	—	—	—	ja
2k	6	IP	1	12.5	—	—
2k	7	Std.	50	25	—	—
2k	8	HS	0.1	12.5	—	—
2k	9	QP	0.1	12.75	—	—
2k	10	HP	—	—	ja	ja
2k	11	—	—	—	—	—
2k	12	—	—	—	—	—
4k	1	Std.	50	25	—	—
4k	2	IP	1	25	—	—
4k	3	Std.	50	21	—	—
4k	4	IP	1	21	—	—
4k	5	Std.	50	25	—	—
4k	6	IP	1	12.5	—	—
4k	7	Std.	50	21	—	—
4k	8	HS	0.1	12.5	—	—
4k	9	QP	0.1	12.75	—	—
4k	10	HP	—	—	ja	ja
4k	11	—	—	—	—	—
4k	12	—	—	—	—	—
8k	1	Std.	50	21	—	—
8k	2	IP	1	21	—	—
8k	3	HP	—	—	ja	ja
8k	4	HP	—	—	ja	ja
8k	5	Std.	10	—	—	—
8k	6	Std.	10	25	—	—
8k	7	IP	1	12.5	—	—
8k	8	HS	0.1	12.5	—	—
8k	9	QP	0.1	12.75	—	—
8k	10	—	—	—	—	—
8k	11	—	—	—	—	—
8k	12	BEE CARD — Programmierung*)				
16k	1	IP	1	21	—	—
16k	2	IP	1	12.5	—	—
16k	3	HS	0.1	12.5	—	—
16k	4	QP	0.1	12.75	—	—
16k	5	HS	0.1	12.75	—	—
16k	6	—	—	—	—	—
16k	7	—	—	—	—	—
16k	8	—	—	—	—	—
16k	9	—	—	—	—	—
16k	10	—	—	—	—	—
16k	11	—	—	—	—	—
16k	12	BEE CARD — Programmierung*)				
32k	1	IP	1	21	—	—
32k	2	IP	1	12.5	—	—
32k	3	HS	0.1	12.5	—	—
32k	4	QP	0.1	12.75	—	—
32k	5	HP	—	—	ja	ja
32k	6	—	—	—	—	—
32k	7	—	—	—	—	—
32k	8	—	—	—	—	—
32k	9	—	—	—	—	—
32k	10	—	—	—	—	—
32k	11	—	—	—	—	—
32k	12	BEE CARD — Programmierung*)				
64k	1	IP	1	12.5	—	—
64k	2	IP	0.1	12.75	—	—
64k	3	IP	1	12.5	—	—
64k	4	QP	0.1	12.75	—	—
64k	5	HS	0.1	12.5	—	—
64k	6	—	—	—	—	—
64k	7	—	—	—	—	—
64k	8	—	—	—	—	—
64k	9	—	—	—	—	—
64k	10	—	—	—	—	—
64k	11	—	—	—	—	—
64k	12	BEE CARD — Programmierung*)				
128k	1	IP	1	12.5	—	—
128k	2	IP	1	12.5	—	—
128k	3	HS	0.1	12.5	—	—
128k	4	HS	0.1	12.5	—	—
128k	5	QP	0.1	12.75	—	—
128k	6	IP	1	12.5	—	—
128k	7	QP	0.1	12.75	—	—
128k	8	QP	0.1	12.75	—	—
128k	9	QP	0.1	12.75	—	—
128k	10	Page	—	12.5	—	—
128k	11	—	—	—	—	—
128k	12	BEE CARD — Programmierung*)				
256k	1	HS	0.1	12.5	—	—
256k	2	QP	0.1	12.75	—	—
256k	3	Page	—	12.5	—	—
256k	4	—	—	—	—	—
256k	5	—	—	—	—	—
256k	6	—	—	—	—	—
256k	7	—	—	—	—	—
256k	8	—	—	—	—	—
256k	9	—	—	—	—	—
256k	10	—	—	—	—	—
256k	11	—	—	—	—	—
256k	12	BEE Card-Programmierung*)				
512k	1	HS	0.1	12.5	—	—
512k	2	QP	0.1	12.75	—	—
512k	3	—	—	—	—	—
512k	4	—	—	—	—	—
512k	5	—	—	—	—	—
512k	6	—	—	—	—	—
512k	7	—	—	—	—	—
512k	8	—	—	—	—	—
512k	9	—	—	—	—	—
512k	10	—	—	—	—	—
512k	11	—	—	—	—	—
512k	12	—	—	—	—	—

Tabelle der Programmier-Modi (MODE)

Std. => Standard-Programmierung
 HS => High Speed-Programmierung
 HP => High Performance-Programmierung
 IP => intelligente Programmierung
 QP => Quick Pulse-Programmierung
 Page => Page-Programmierung

*) Zum Programmieren von BEE-Cards muß ein entsprechender Adapter angefertigt werden.



Humane Schlagzahlen

SMD-Pulsmonitor

Carsten Schassan

Der hier beschriebene SMD-Pulsmonitor zeigt über mehrere Einzel-LEDs Herzschlag und Pulsfrequenz an.

Auffallend an dem Konzept des Pulsmonitors ist, daß das zur Auswertung herangezogene Signal elektrisch vom rechten und linken Daumen abgeleitet wird. Hierfür befinden sich auf der Platine zwei große Kontaktflächen. Ergreift man die Platine an den beiden unteren Ecken mit jeweils Zeigefinger und Daumen, berührt man diese Sensorflächen quasi automatisch richtig.

Weniger als 1 mV beträgt die Amplitude des elektrischen Signals, das von den beiden Daumen aufgrund der Herzaktivität abgeleitet werden kann. Andere Muskelaktivitäten verfälschen dieses Signal. Deshalb muß man die Platine ruhig halten und kurz auf eine Stabilisierung des Signals warten, bis ei-

ne korrekte Anzeige erfolgt. Um ein auswertbares Signal ableiten zu können, sollten die Daumen sauber sein (eventuell anfeuchten) und leicht angegrückt werden.

Die rote LED in der Mitte der Platine blinkt im Rhythmus des Herzschlags, während die gelbe LED-Reihe oben die Zahl der Herzschläge pro Minute anzeigt. Jeweils zwischen zwei aufeinander folgenden Herzschlägen erfolgt die Messung der Pulsfrequenz.

In Bild 1 ist die Schaltung des Pulsmessers wiedergegeben. Sie läßt sich grob in einen Analog- und in einen Digitalbereich aufteilen. Im Analogteil wird das schwache, von den Daumen abgeleitete Signal verstärkt und aufbereitet, um anschließend im Digitalteil verarbeitet werden zu können.

Die Eingangsstufe besteht aus dem Differenzverstärker IC1a, dessen Verstärkungsfaktor durch die Widerstände R1 und R4 auf den Wert 1000 festgelegt wird. Durch den zu R4 parallel liegenden Kondensator C2 wird ein Tiefpaß 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von ca. 10...11 Hz gebildet, der höherfrequente, störende Signalfrequenzen abschwächt.

In der folgenden Stufe rund um IC1b wird das Signal nochmals verstärkt, nunmehr allerdings selektiv. Durch das zwischen Ausgang und invertierendem Eingang geschaltete RC-Netzwerk wird ein Verstärkungsmaximum bei einer Frequenz von ca. 15...24 Hz erzielt, also genau in demjenigen Frequenzbereich, in dem sich der auszuwertende Peak des QRS-Signals bewegt. Mit QRS wird ein Kammerkomplex im EKG mit einer Dauer von ca. 0,1 s bezeichnet. Dabei steht der Buchstabe Q für die erste negative, R für die erste positive und S für die zweite negative Teilamplitude des Signalverlaufs im Gebiet der sogenannten großen Amplitude.

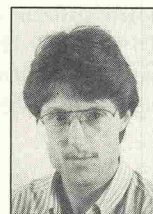
Der Peak-Detektor IC1c erzeugt immer dann ein Ausgangssignal, wenn die Amplitude des aufbereiteten Eingangssignals den durch R11 und R12 bestimmten Schwellenwert passiert. Sinn dieser Maßnahme ist es, aus dem anliegenden Signal

lediglich die Amplitudenspitzen herauszufiltern, denn diese verlaufen synchron zum Puls-schlag.

Das nachgeschaltete Monoflop IC1d erzeugt nach jeder detektierten Amplitudenspitze einen Impuls, der die Herzschlag-LED D5 kurz aufleuchten läßt sowie den folgenden Digitalteil ansteuert. Dieser Steuerimpuls lädt zunächst den 1-aus-16-Dekoder IC3 mit dem Zählerstand von IC2, um danach IC2 über die Verzögerungsstrecke R20/C13 zurückzusetzen und erneut hochzählen zu lassen. Der Baustein 4060 enthält nicht nur einen 14-stufigen Binärzähler, sondern auch einen Oszillator, dessen Schwingfrequenz von der Dimensionierung der Bauelemente R21, R22, RV1 und C14 abhängig ist.

Der nun in IC2 gespeicherte Zählerstand entspricht der Zeit zwischen zwei Herzschlägen — und die entsprechende LED wird angewählt. Mit RV1 wird die Zählfrequenz des Oszillators von IC2 auf 1500 Hz eingestellt, um einen exakten Bezug zwischen Zählerstand und Pulsfrequenz herzustellen. Die Oszillatorfrequenz kann an Pin 9 von IC2 zur Messung ab-

Der Autor



(27) bei der Firma Elmec in Duisburg als Entwicklungsingenieur für kundenspezifische Elektronik und ASICs tätig. In seiner Freizeit beschäftigt sich der Autor mit Musikelektronik und Elektronikmusik.

Der Weg zum Studium der Elektrotechnik war nach den ersten Versuchen mit einem Elektronikbaustein während der Schulzeit nahezu vorprogrammiert. Seit 1988 ist Carsten Schassan

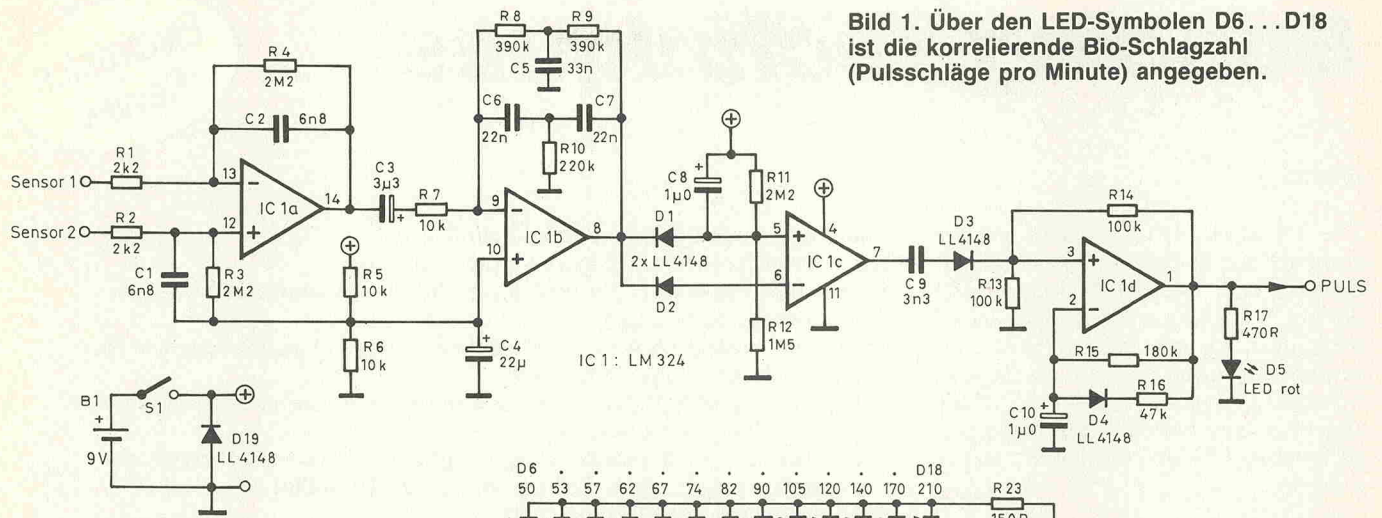
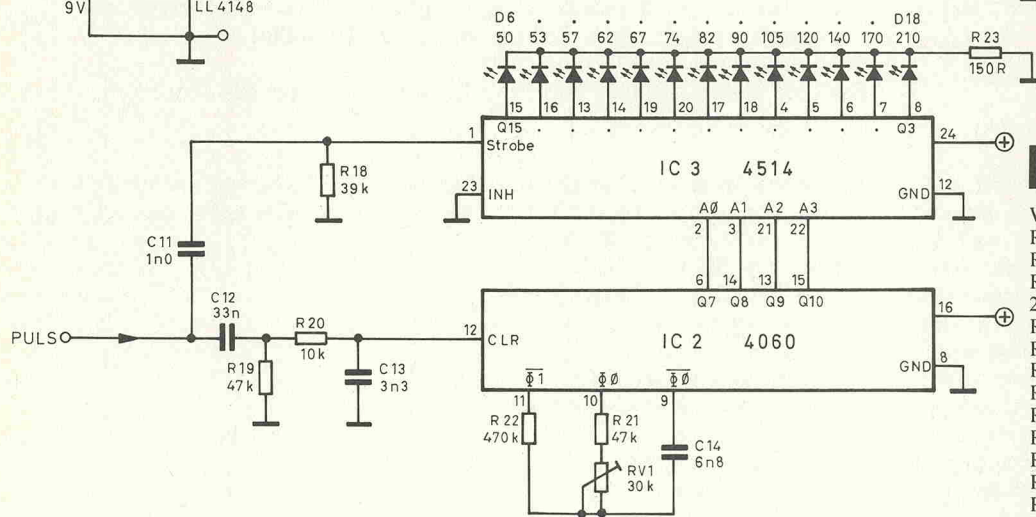


Bild 1. Über den LED-Symbolen D6...D18 ist die korrelierende Bio-Schlagzahl (Pulsschläge pro Minute) angegeben.



Stückliste

Widerstände (alle SMD)

R1,2	2k2
R3,4,11	2M2
R5...7,	
20	10k
R8,9	390k
R10	220k
R12	1M5
R13,14	100k
R15	180k
R16,19,21	47k
R17	470R
R18	39k
R22	470k
R23	150R
R24...27	0R (Null-Ohm-Brücke)

RV1

30k, Trimmer

Kondensatoren (alle SMD)

C1,2,14	6n8
C3	3µ3/6V Elko
C4	22µ/6V Elko
C5,12	33n
C6,7	22n
C8,10	1µ0/16V Elko
C9,13	3n3
C11	1n0

Halbleiter (alle SMD)

IC1	LM 324 D
IC2	4060
IC3	4514

D1...4,19 LL 4148

D5 LED, rot (SOT 23)

D6...18 LED, gelb (SOT 23)

Sonstiges

S1	Einschalter
B1	9-V-Block mit Anschlußkipp

Platine 64 mm x 98 mm

gegriffen werden. Alternativ dazu kann das Gerät durch Vergleich mit einer bekannten Pulsfrequenz kalibriert werden.

Das Platinenlayout des Pulsmonitors wurde so ausgelegt, daß das Gerät ohne weiteren mechanischen Aufwand (Gehäuse, Elektroden, Anzeigen)

benutzt werden kann (Bild 2). Beim Bestücken der Platine sollte mit der für SMD-Arbeiten üblichen Sorgfalt vorgegangen werden.

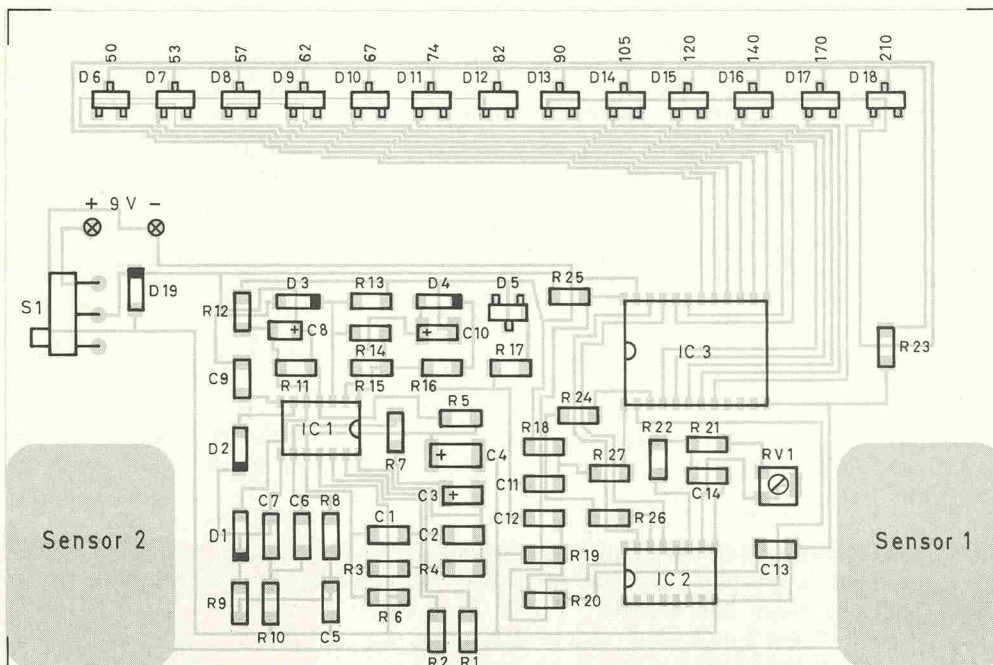


Bild 2. Bei den Widerständen R24...R27 handelt es sich um Null-Ohm-Brücken.

Bonding techniques

Electronics
Review

Bondings

The relentless drive towards greater complexity and interconnection density on silicon integrated circuit (SIC) devices is leading to a reappraisal of techniques for making electrical connections from the SIC to the next level of packaging. The techniques include fine pitch wire bonding, tape automated bonding (TAB) and flip-chip solder bonding.

With flip-chip solder bonding, the 'chip' component possesses an array of solder wettable pads on its surface, which have been provided with solder to form a set of solder bumps. This chip is inverted, in the process of 'flip-chip' bonding, on to a substrate which possesses a corresponding array of solder wettable pads. The aligned components are then heated above the liquidous temperature of the solder so that solder wetting occurs and a metallurgical bond is formed at every solder bond site. In fact the solder bumps may be located on either or on both of the components to be bonded.

The 'chip' may comprise a silicon integrated circuit, or indeed some micro-electronic device and the substrate may constitute an interconnection substrate or a silicon circuit, the principal feature of the structure being the matched arrays of solderable pads and solder bumps joining the two components in a face-to-face configuration.

Flip-chip solder bonding is an excellent example of a high technology joining process that offers very high interconnection density.

Bond inspection

The problem is that leads on the dense, high-pin-count devices are only 2 mils wide and so closely spaced (as little as 4-mil centers) that visual inspection is impractical. What's more, when devices are mounted on both sides of a circuit board, X-ray inspection is imprac-

bonding techniques Verbindungstechnik(en)

relentless drive schonungsloses Vorwärtsdringen

interconnection density Verbindungsdichte (**interconnection** auch: Zwischenverbindung)

to lead to a reappraisal zu einer Neubewertung führen (**to appraise** einschätzen, beurteilen, bewerten)

next level of packaging nächste Unterbringungsebene (**packaging** auch: Verpackung, Gehäuseeinbau)

to include fine pitch wire bonding feingradige Drahtverbindungen einschließen (**pitch** sonst: Teilung, Steigung, Tonhöhe)

tape automated bandautomatisiert

flip-chip solder bonding Flip-Chip-Lötverbindung (**to flip** schnipsen, schnell umschlagen)

to possess an array of solder wettable pads eine Reihe von anlötbaren Flecken besitzen (**array** auch: Anordnung; **wettable** auch: befeuchtbar; **pad** auch: Polster, Wulst)

surface ['sɜ:fɪs] Oberfläche

to provide with ... versehen mit ...

solder bump Löt buckel (**bump** auch: Höcker)

to invert umkehren

corresponding entsprechend

aligned components [ə'laɪnd] ausgerichtete Bauelemente

liquidous temperature ['likwɪds] Verflüssigungstemperatur

solder wetting occurs Lötzinverflüssigung tritt auf

metallurgical bond is formed metallurgische Bindung wird hergestellt

bond site Verbindungsstelle

to be located on either or on both of ... sich auf einem der beiden oder beiden ... befinden

to comprise enthalten (auch: umfassen)

indeed natürlich auch (sonst: in der Tat)

to constitute darstellen (sonst auch: gründen, bilden)

principal feature ['fɪtʃə] Hauptmerkmal

matched arrays of solderable pads aufeinanderpassende Reihen von Lötstellen (**solderable** auch: lötbar)

to join the two components die zwei Bauelemente verbinden

face-to-face configuration Oberfläche-zu-Oberfläche-Anordnung

excellent example vorzügliches Beispiel

joining process that offers ... Verbindungsverfahren, das ... bietet

leads on the dense, high-pin-count devices Leitungen an den dichtbestückten Geräten mit zahlreichen Anschlüssen (**pin** Anschlußstift; **pin-count** Anschlußanzahl)

2 mils 2/1000 Zoll/closely spaced dichtplaziert (**spacing** Abstand)

4-mil centers 4/1000 Zoll Mittenabstand

visual inspection is impractical visuelle Überprüfung ist sinnlos (**impractical** auch: unpraktisch)

what's more außerdem/**mounted** angebracht, befestigt

circuit board Platine/X-ray Röntgenstrahlen

tical because of misleading shadows. However, infrared and ultrasound are looking good in the search for a way to detect faulty tape-automated bonds in Very High Speed Integrated Circuits (VHSI).

The Vanzetti infrared system uses a helium-neon laser for spotting the work area. Then a neodymium yttrium-aluminum garnet laser generates a controlled amount of radiation that is optically focused and ultimately delivered via fiber-optic cables to the bonds that are to be inspected.

The YAG laser's energy elevates the solder-joint temperature to a few degrees above ambient. An IR detector monitors the temperature rise and decay, which become that bond's thermal 'signature', containing data about the bond's surface cleanliness, emissivity, thermal mass, and heat-sinking.

On the other hand, Sonoscan employs scanning laser-acoustic microscopy, which provides video and ultrasonic images of a bond's condition. By beaming acoustic energy onto the chip from below and scanning the upper surface with a laser, the system checks both through-the-bond and surface conditions (Fig.).

Sonoscan's equipment produces visual images of the surface being inspected, as well as ultrasonic images of the solder-bond interface indicating good or bad bonds.

misleading shadow irreführender Schatten
infrared and ultrasound Infrarot und Ultraschall
in the search for ... auf der Suche nach ...
to detect faulty ... fehlerhafte ... entdecken

for spotting the work area um die Arbeitsfläche anzustrahlen
controlled amount of radiation kontrollierte Strahlungsmenge
optically focused optisch fokussiert
to deliver ultimately via fibre-optic cables zu guter Letzt über faser-optische Kabel übertragen (**to deliver** sonst auch: liefern)

to elevate the solder-joint temperature die Temperatur der Lötverbindung erhöhen
a few degrees above ambient ein paar Grad über der Umgebungstemperatur
IR detector Infrarot-Prüfgerät
to monitor the temperature rise and decay den Temperaturanstieg und -abfall überwachen (**decay** sonst auch: Zerfall)
thermal 'signature' ['signitʃə] thermische 'Signatur'
surface cleanliness Oberflächensauberkeit
emissivity Strahlungsvermögen (**to emit** ausstrahlen, abgeben)
heat-sinking Wärmeabstrahlung(-senkung)

on the other hand andererseits
to employ scanning laser-acoustic microscopy Rasterlaser-Akustik-Mikroskopie einsetzen (**to scan** abtasten)
to provide video and ultrasonic images Video- und Ultraschall-Abbildungen liefern
by beaming acoustic energy durch Aufstrahlen von akustischer Energie
scanning the upper surface Abtasten der oberen Oberfläche
to check both through-the-bond and surface conditions sowohl Durchgangs- wie auch Oberflächenbeschaffenheit überprüfen

equipment Ausrüstung (auch: Einrichtungen)
indicating und zeigt dabei an

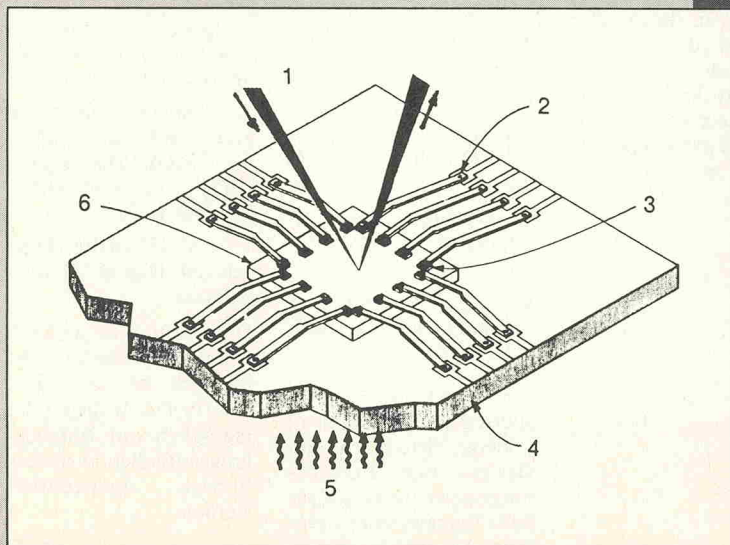


Fig. — Sonoscan's bond inspection technique employs a combination of scanning laser and acoustic energy.

Sonoscan setzt in seinem Verbindungs-Prüfungsverfahren eine Kombination von Rasterlaser und akustischer Energie ein.

- 1 = scanning laser** Rasterlaser (**scanning** Abtast-)
- 2 = outer lead bond** Verbindung zu den äußeren Anschlußleitungen
- 3 = inner lead bond** innere Anschlußverbindung
- 4 = substrate** Trägermaterial
- 5 = acoustic energy** akustische Energie
- 6 = chip**



Dörte Gebert
Gebrauchsanweisungen als Marketing-Instrument

1988, Wiesbaden
 Forkel-Verlag
 120 Seiten
 DM 30,—
 ISBN 3-7719-6329-X

Mit viel Aufwand und Mühe betriebene Werbung verleitet den Kunden zum Kauf einer Ware. Und häufig stellt sich seine Enttäuschung be-

reits nach dem Auspacken ein. Grund: Das Lesen der Gebrauchsanleitung!

„Kaum ein Papier muß soviel Unsinn über sich ergehen lassen, wie das, auf dem Gebrauchsanweisungen gedruckt werden“, heißt es im Klappentext zu Dörte Geberts Buch — eine Erfahrung, die wohl jeder bestätigen kann, der jemals in seinem Leben eine Waschmaschine, eine Stereoanlage, einen Radio- wecker, ein Bürogerät oder eine Software erstanden hat.

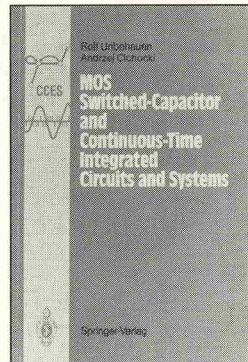
Und dabei ist es kaum zu verstehen, daß viele Firmen die Gebrauchsanleitung wie ein Stiefkind behandeln. An dieser Stelle zu sparen, erzeugt erwiesenermaßen Frust beim Kunden, es führt zu einer Belastung der Service-Abteilung durch unnötige Anfragen, zum Imageverlust des Herstellers und es verhindert

mögliche Folgegeschäfte.

Auf diese und weitere Resultate von mangelhaften Gebrauchsanweisungen macht das Buch in umfassender Weise aufmerksam, und es basiert dabei sowohl auf Verbraucherbefragungen als auch auf theoretischen Hintergründen der Bereiche Produkteinführung, Motivation, Kommunikation, Verständlichkeit und Lernverhalten.

Ein Buch, das in die Hände und Köpfe vieler Elektronik-Hersteller gehört, ganz vieler Hardware-Produzenten und unendlich vieler Software-Macher!

hmo



Rolf Unbehauen,
Andrzej Cchocki

MOS Switched-Capacitor and Continuous-Time Integrated Circuits and Systems

Heidelberg, 1989
 Springer Verlag
 631 Seiten
 DM 188,—
 ISBN 3-540-50599-7

Die Hauptaufgabe dieses Buches ist die Darstellung der Arbeitsprinzipien, Analyseverfahren, Techniken und Entwurfsverfahren von analogen CMOS-ICs. Die MOS-Technologie nimmt einen immer größeren Stellenwert in der Entwicklung digitaler Systeme ein, so daß ihr Einsatz bei analogen Schaltungen neue Möglichkeiten des Entwurfes komplexer gemischter analoger/digitaler VLSI-Chips beinhaltet.

Es werden zwei Klassen analoger integrierter Schaltungen beschrieben:

- Netzwerke mit geschalteten Kondensatoren,
- Zeitkontinuierliche (ungeschaltete) CMOS-Schaltkreise.

Das Buch wendet sich speziell an Studenten in höheren Semestern und Design- und Entwicklungsingenieure analoger Schaltungen in der Industrie. Es ist im großen

und ganzen selbsterklärend, setzt allerdings mathematische Grundkenntnisse in Matrix-Algebra, Differentialgleichungen und Laplace-Transformation voraus.

Besonders Herauszustellen ist:

Viele in den Jahren 1977...1988 entwickelte neue Ideen, Berichte von Symposien und Publikationen sind zusammengetragen worden. Sie sind hier ausführlich beschrieben und werden durch Illustrationen und praktische Beispiele ergänzt.

Vorgestellt wird die Entwicklung komplexer analoger Funktionen unter Verwendung einer Bibliothek von Standardbausteinen (Makrozellen).

Der Leser wird Schritt für Schritt in die Problematik eingearbeitet.

Die sieben Kapitel gliedern sich in:

1. Grundlagen der Abtastsysteme.
2. MOS-Bausteine für analoge lineare ICs.
3. Grundlegende Eigenschaften und systematische Analyse von Netzwerken mit geschalteten Kondensatoren.
4. Funktionsblöcke linearer Netzwerke mit geschalteten Kondensatoren.
5. Synthese und Entwurf von Filtern mit geschalteten Kondensatoren.
6. Entwurf adaptiver und nichtlinearer analoger CMOS-Schaltungen: Anwendung von Funktionsblöcken.
7. CMOS-Analog/Digital- und Digital/Analogwandler.

Dieses Buch ist wirklich eine Fundgrube für alle, die sich in das Gebiet einarbeiten wollen oder tagtäglich mit Entwicklungsaufgaben in diesem Bereich konfrontiert werden.

A.T.

elrad 1989, Heft 9



Eugen Philippow
Grundlagen der Elektrotechnik

Heidelberg 1988
 8., bearbeitet Auflage
 Hüthig Verlag 1988
 784 Seiten
 DM 74,—
 ISBN 3-7785-1668-X

Dieses Lehrbuch ist bei Studenten und Ingenieuren der Elektrotechnik bereits seit längerem als umfangreiches Nachschlagewerk bekannt.

Da der Arbeitsplatz des Ingenieurs immer mehr vom Computer geprägt wird, hat der Autor in dieser Auflage die numerische Berechnung elektromagnetischer Felder nach der Methode der Finiten Elemente in sein Werk aufgenommen. Das Gebiet der Netzwerktheorie wurde um die topologischen und graphentheoretischen Grundlagen erweitert, die eine systematische Aufstellung von Gleichungssystemen ermöglichen, deren Lösung ein Digitalrechner übernehmen kann.

Das Buch ist nun in neun Abschnitte unterteilt, in denen zum jeweiligen Thema die theoretischen Grundlagen und Berechnungsverfahren dargestellt werden. Nach der elektrischen Feldtheorie, die die Bereiche elektrostatisches Feld, elektrisches Strömungsfeld, magnetisches Feld und

elektromagnetischen Feld umfaßt, wird der Mechanismus der Stromleitung behandelt. Es folgen die Wechselstromtechnik, sowie die Berechnung linearer Netzwerke und deren Ausgleichsvorgänge.

Fazit: Durch die Anpassung an heutige Anforderungen ist dieses Buch für jeden, der sich intensiv mit der Theorie der Elektrotechnik auseinanderzusetzen hat, zu einer noch größeren Hilfestellung geworden.

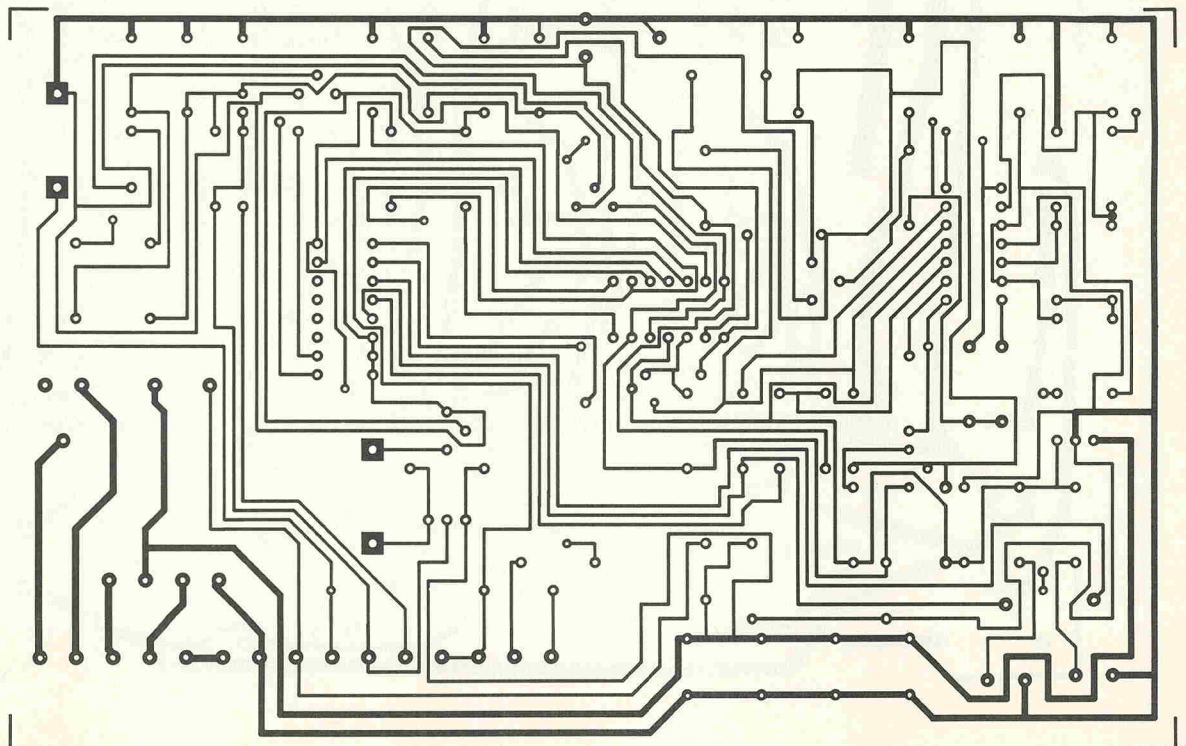
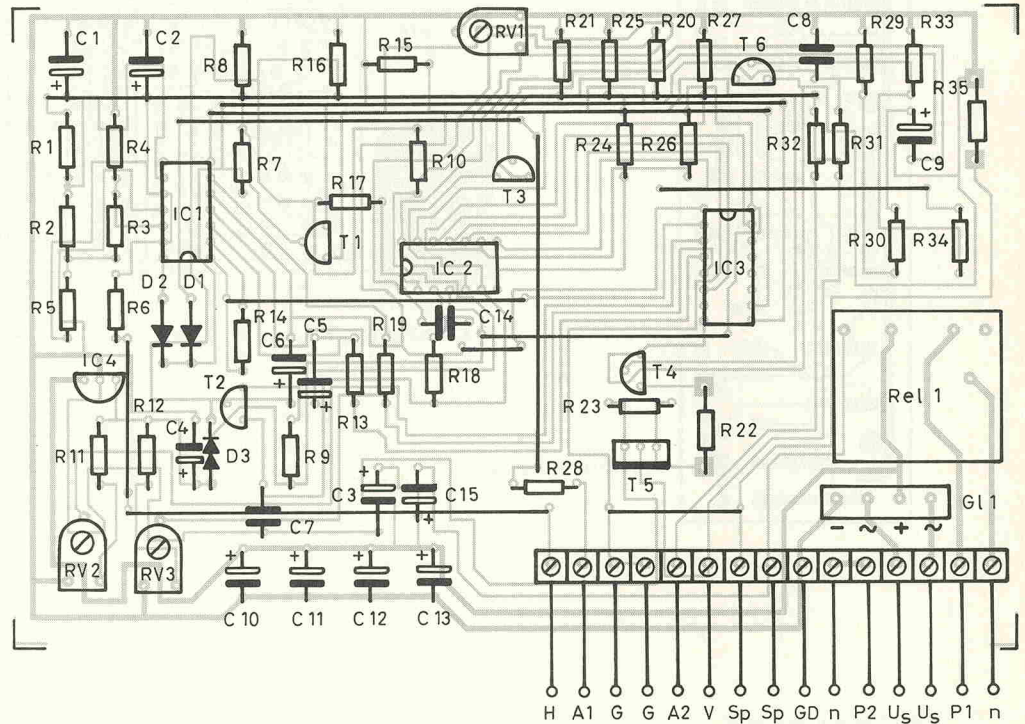
jv

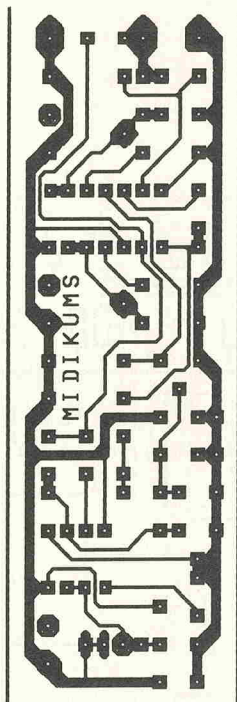
SMD-Lötstation

Layout und Bestückungsplan

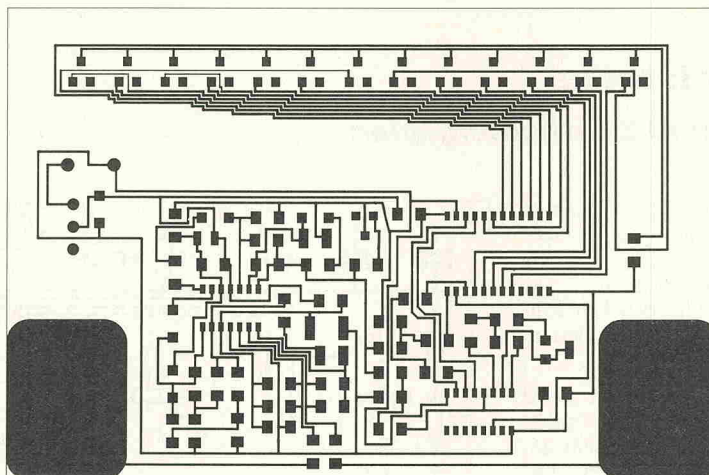
Als Abschluß des Projekts 'SMD-Lötstation' folgen hier nun das Platinen-Layout sowie der Bestückungsplan. Die zwölf Null-Ohm-Brücken sollten möglichst aus isoliertem Draht bestehen.

Aufmerksamen Lesern wird der Zeichenfehler im Schaltplan (elrad 7-8/89, Seite 35, Bild 3) aufgefallen sein: Der links neben C9 eingezeichnete Widerstand heißt R30 und hat einen Wert von 82R, wie auch in der Stückliste angegeben. Der einzig wahre Widerstand R31 befindet sich (im Schaltbild) zwischen C8 und R32. □



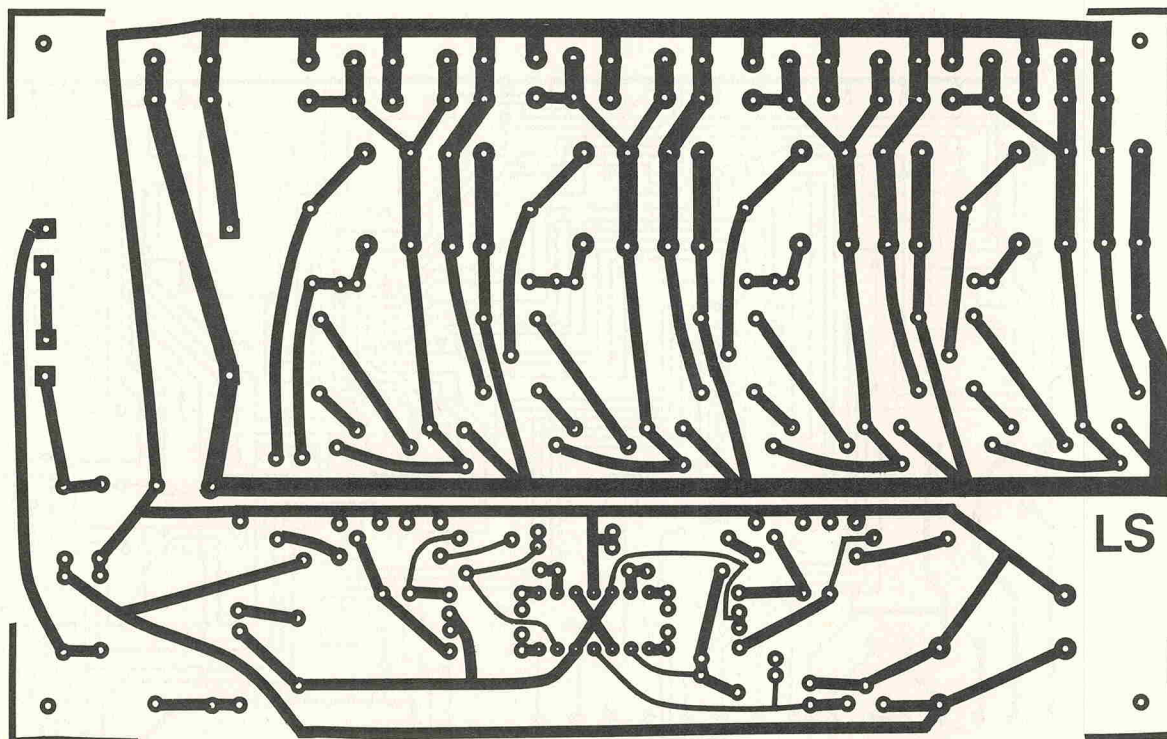


◀ MIDI-Kanalumsetzer



▲ SMD-Pulsfühler

▼ Bierzelt-Stabilisator



LASER & ZUBEHÖR

HeNe-Laser 0,5–100 mW
Argon-Laser 3 mW–10 W
HeNe-Grünlaser, Ablenkheiten, Laserröhren,
Lasertechnik-Bausätze/Bausätze, Laserspiegel
HeNe-Laser, betriebsbereit, 8 mW ... DM 989,—
HeNe-Grünlaser, 0,5 mW ... nur DM 2899,—

Sonderangebot!

HeNe-Laser 2 mW, im Gehäuse
mit Schlüsselschalter, abgeglichen ... 319,—
Laserspiegel 15 x 15 mm ... 4,20
dielektrisch 20 x 20 mm ... 5,80
beschichtet 30 x 30 mm ... 8,70
19"-Gehäuse mit Griffen: 3HE ... 62,90
4HE ... 71,90

Diskotheken-Anlagen ab DM 5870,—

Preisliste kostenlos anfordern bei:

b&f-Elektronik
Dirk Baur & Heiko Fritz
Krummenackerstr. 5
D-7401 Nehren, 0 74 73/71 42

!!!!!!SONDERANGEBOTE!!!!!!

1N4007	% 6,50	DX 400	BC 547/548	% 7,50	Basismaterial fotobeschichtet (FR-4)	LED's
500 St.	30,—	—FMH 300	BC 557/558	% 7,50	35µ einseitig	70µ einseitig
1N4148	% 2,60	10 St.	BC 639/640	0,30	100µ160	2,50 100µ160
1000 St.	19,95	P 600 K	BD 249/250C	2,50	160µ233	6,45 160µ233
10000 St.	190,—	10 St.	BD 675/676	0,49	300µ400	18,95 300µ400
1N4448	% 3,95	SB 360	120	1,70	35µ zweiseitig	70µ zweiseitig
50 St.	18,90	10 St.	TIP 3055	1,70	100µ160	3,15 100µ160
BA 159	0,25		TIP 110	0,80	160µ233	6,95 160µ233
50 St.	10,—	BC 327/337	% 9,50	2N3055 RCA	1,50	300µ400
BYW 80-200	0,75	BC 516/517	0,29	BLV 37	19,—	300µ400

WEITERE SONDRANGEANGEBOT IN UNSERER NEUEN KOSTENLOSEN SONDRANGELISTE
Standardleistung 1000 St. alle E2-Werte in % vergütet 5% 1370 St. nur 29,95\$ 1000 St. 26,95\$

SMD-Liste anfordern: SMD-Liste anfordern
S. Roms zu günstigen Tagespreisen; bitte anfragen!

Sch. Röhlekreuzer · Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50 · Tel. 0911/48556 5

WEITERE SONDERANGEBOTE IN UNSEREN NEUEN KOSTENLOSEN SONDERLISTEN gleich anfordern, SMD-Anwender bitte SMD-Liste anfordern!
Widerstandsentwurf (R2D): alle E12-Werte von 1 Ohm bis 22 M Ohm in 1% W gegipfelt 5% 130 St. nur 29,95! Mikroprozessoren, Eprams, statische und dynamische RAMs zu günstigen Tagespreisen; bitte anfragen!

R. Rohleder - Saarbrücker Str. 43 - 8500 Nürnberg 50 - Tel. 09 11/48 5561

Anzeigenschuß für elrad 11/89 ist am 21. September 1989

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

P L A T I N E N

elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glasfaser, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötack behandelt bzw. verzinkt. Normalerweise sind die Platinen mit einem Bestückungsaufdruck versehen, lediglich die mit einem „oB“ hinter der Bestell-Nr. gekennzeichneten haben keinen Bestückungsaufdruck. Zum Lieferumfang gehört nur die Platine. Die zugehörige Bauanleitung entnehmen Sie bitte den entsprechenden elrad-Heften. Anhand der Bestell-Nr. können Sie das zugehörige Heft ermitteln: Die ersten beiden Ziffern geben den Monat an, die dritte Ziffer das Jahr. Die Ziffern hinter dem Bindestrich sind nur eine fortlaufende Nummer. Beispiel 011-174: Monat 01 (Januar, Jahr 81).


Mit Erscheinen dieser Preisliste verlieren alle früheren ihre Gültigkeit.

Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM	Platine	Best.-Nr.	Preis DM
MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle	045-413/1	4,70	Multiboard	126-527	29,90	Gitarren-Stimmgerät	018-617	14,00	C64-Sampler	118-682	12,00
MOSFET-PA Ansteuerung Analog	045-413/2	25,30	CD-Kompressor	126-528	21,10	µPegelschreiber-Ausgangverstärker	018-618	40,00	EVU-Modem	118-683	35,00
20 W CLASS-A-Verstärker	055-415	50,90	Hygrometer	017-530	19,80	Schrittmotorsteuerung-	018-619	15,60	Maßnahme-Hauptplatine	128-684	48,00
Präzisions-NT	055-418	73,30	Hygro Epprom	017-532	25,00	Hand-Test-Interface	018-620	7,50	3er Karte	128-685	35,00
Hall-Digital I	055-419	35,30	C-Meter — Hauptplatine	017-534	3,30	SMD-Konstantstromquelle	018-621	4,00	Schrittmotorsteuerung	128-686	65,00
Ton-Burst-Generator (Satz)	065-421	60,50	C-Meter — Quarz-Zeitbasis	017-536	58,90	Verstärker 2 x 50 W (Satz)	018-622	64,00	— ST-Treiberkarte	128-687 oB	65,00
Atomuhr (Satz)	065-421/1	25,00	State-Variable-Equalizer	017-538	7,40	RMS-DC-Konverter	028-623	10,50	100 W-PPP (Satz f. 1 Kanal)	128-688	100,00
Atomuhr Epprom 2716	065-422	98,10	Limitier L6000	017-540	48,40	Geiger-Müller-Zähler	028-624	9,50	Thermosmat mit Nachbrennkung	128-690	18,00
Hall-Digital II	065-423	12,70	Peakmeter	027-542	27,60	Schnittstelle RS232 → RS422	028-625	16,50	SMD-Logiktester	128-691	7,00
Fahrrad-Computer (Satz)	065-424	26,80	Oszil-Speicher	027-548	9,60	Schnittstelle RS232 → RS232C	028-626	16,50	TV-Modulator	128-692	15,00
Camping-Kühlschrank	075-431	8,80	Stereo-Simulator	037-551	29,00	E.M.M.A. Hauptplatine	038-627	59,00	Universal getaktete	019-693	3,00
De-Voice	075-432	20,50	Autopilot	037-552	16,60	Netzgerät 0-16 V/20 A	038-628	33,00	DC-Motorsteuerung	019-694	35,00
Lineares Ohmmeter	075-433/1	13,40	Sweep-Generator — HP	037-553	19,50	Vorgesetzter (VVF, „Black Devil“)	038-629	38,00	Schweißplatinen	019-695	73,00
Computer-Schaltuhr Mutter	075-433/2	11,90	DNR-System	047-554	11,80	Experimentier-Set	038-630	6,00	ELISE-Dimmer	029-696	10,00
Computer-Schaltuhr Anzeige	075-434	8,80	Lossstation	047-555	31,70	Frequenzshifter	038-631	18,00	ELISE-Speicherwandler einzeln	029-699/1	26,00
DCT 77-Empfänger	075-435	27,10	Lausprecher-Schutzschaltung	047-556	1,60	Schrittmotorsteuerung	038-632	19,00	Hybrid-Sinusgenerator	029-700	16,00
Schnellader	075-436/1	13,40	Widerstandsflöte	047-557	64,00	— Treibplatine ds. dk.	048-633	19,50	Black-Devil-Brücke	029-701	12,00
Video Effektergerät Eingang	075-437	4,10	Widerstandsflöte	047-558	1,60	— Mutterplatine	048-634	14,50	Spannungswächter	039-702	7,00
Video Effektergerät AD/DA-Wandler	075-438	18,60	Widerstandsflöte	047-559	1,60	— NF-Platine	048-635	16,50	2-Modulationsadapter	039-703	3,00
Video Effektergerät Ausgang	075-439	18,60	Widerstandsflöte	047-560	1,60	— Digt. Generator	048-636	5,50	Frequenz-Synthesizer (ds.)	039-704	30,00
Tweeter-Schutz	095-438	18,60	HF-Baukasten-Mutter	057-561	49,00	— Analog-Generator	048-637	15,00	Audio-Cockpit — HP	039-705	69,00
Impuls-Metalldetektor	095-439	27,10	— NF-Verstärker	057-562	7,50	— Digt. Generator	048-638	9,50	4x-stelliges Panelmeter (ds.)	039-707	40,00
Road-Runner	095-440	5,00	— Netzteil	057-563	6,60	— Analog-Generator	048-639	7,00	DSP-Kartenkarte 32010	039-708	64,00
Perpetuum Pendulum*	105-444	5,00	UKW-Frequenzmesser (Satz)	057-566	28,50	— Digt. Generator	048-640	36,50	Byte-Logger (ds.)	039-709	64,00
VCA-Modul	105-445/1	6,00	Zweitklingel	057-567	3,90	DCF-77-Empfänger II	058-642	20,00	SMD-Puffer	039-710	16,00
Keyboard-Interface/Steuer	105-447/1	87,90	LED-Übersteuerungsanzeige	057-568	3,90	7-Segment-BCD-Decoder	058-643	8,00	Autoringing Multimeter	049-711	64,00
Keyboard-Interface/Einbauplat.	105-447/2	12,00	Dualnetzgerät	067-570	10,00	Universal-Vorverstärker	058-644	5,00	Breithandplatine	049-712	6,00
Doppelnetztrel 50 V	125-454	86,30	Spannungsreferenz	067-571	33,20	— Mikrofon-Vorverstärker	058-645	3,00	— Einbauversion	049-713	6,00
Stereo-Equalizer	125-455	8,30	Video-PLL	067-572	2,20	— Universal-Vorverstärker	058-646	10,00	— Tastkopfversion	049-714	11,00
Symmetrier-Box	125-456/1	27,00	Video-FM	067-573	4,60	— Pan-Fltr	058-647	4,00	Antennen-Verteiler	049-715	26,00
Präzisions-FKtms-Generator/Basis	125-456/2	7,60	Spannungslupe	067-574	4,50	— Weddng Piper	058-648	9,00	DSP-Speicherkarte	049-716	64,00
± 15 V-NT	125-456/3	11,20	Wedding Piper	067-575	5,50	HF-Baukasten-FM-Demodulator	058-649	35,00	— AD-DA-Wandlerkarte	049-717	64,00
Präzisions-FKtms-Generator/Endstufe	125-456/4	14,90	HF-Baukasten-FM-Demodulator	067-576	6,00	— AM-Demodulator	058-650	18,00	— Erweiterungskarte	049-718	64,00
Combo-Verstärker I	026-461	28,60	— AM-Demodulator	067-577	6,00	D.A.M.E. Epprom	058-651	18,00	Universeller Multiverstärker	049-719	64,00
ZF-Verstärker f. ELsat (doppelseitig)	026-462	22,20	— AM-Demodulator	067-578	6,00	Pink-Noise-Filter	058-652	3,00	Kapazitiver Alarm	059-720	9,00
Combo-Verstärker 2	026-463	33,60	— AM-Demodulator	067-579	6,00	Remixer (Satz)	058-653	6,00	— Sensorplatine	059-721	10,00
Kraftpaket 0-50 V/10 A	026-464/1	12,00	— AM-Demodulator	067-580	16,00	µPegelschreiber-Generator-Karte	058-654	35,00	— Auswertplatine	059-722	40,00
elSat 2 PLL/Video	026-465	41,30	Rauschgenerator	067-581	3,00	Mid-V-Box	058-655	35,00	— Wandler (70µ Cu)	059-723	38,00
LED-Analoguhr (Satz)	036-469	136,00	Pink-Noise-Filter	067-582	5,70	Testkopf-Verstärker	058-656	18,00	— Limiter	059-724	10,00
elSat 3 Netzteil	036-470	14,40	Remixer (Satz)	067-583	82,00	Wechselschalter	058-657	24,00	PAL-Alarm	059-725	15,00
elSat 4 LNA (Teflon)	036-471	14,40	µPegelschreiber-Generator-Karte	067-584	38,50	Mause-Klavier	058-658	98,00	Kühlschrank-Thermosmat	059-726	33,00
Sinusergenerator	036-472	16,50	Mid-V-Box	067-585	18,20	250 W Röhren-Verstärker Netzteil	058-659	40,00	Energiespeicher (2 Platinen)	059-727	33,00
Clipping-Detektor	046-474	4,90	Testkopf-Verstärker	067-586	4,20	250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	058-660	22,00	Szintillations-Detektor	069-727 oB	34,00
elSat 4 Stromversorgung	046-475	19,75	Wechselschalter	067-587	18,20	RS232 f. C64	058-661	25,00	— DC/DC-Wandler	069-728	16,00
elSat 4 LNA (Teflon)	046-476	3,00	Mause-Klavier	067-588	5,00	— Digitalteil	058-662	45,00	Audio-Cockpit	069-729	22,00
Sinusergenerator	046-477	19,75	250 W Röhren-Verstärker Netzteil	067-589	63,00	— Filterteil	058-663	30,00	— Anpassung	069-730	18,00
Power-Dimmer	046-478	34,00	250 W Röhren-Verstärker-Endstufe	067-590	66,00	Markisensteuerung	058-664	35,00	DSP-Backplane (10 Platte)	8805132 MBE	138,00
Netzbild	056-482	14,30	RS232 f. C64	067-591	4,50	Milli-Ohm-Meter	058-665	48,00	DSP-Backplane (5 Platte)	8805133 MBE	88,00
elSat UHF-Verstärker (Satz)	056-483	43,10	— AM-Demodulator	067-592	6,00	x/c-Schreiber ds.	058-666	27,00	Audio Cockpit	079-731	40,00
Drehzahlsteller	067-495	7,20	— AM-Demodulator	067-593	38,50	Universal-Vorverstärker	058-667	15,00	Noise-Gate-Frontplatine	079-732	20,00
Mini-Max (Satz)	067-496	59,90	Mini-Schreiber	067-594	30,00	Satfladen	058-668	16,00	Noise-Gate-Basisplatine	079-733	25,00
Delay — Hauptplatine	067-497	56,50	niCD-Lader	067-595	8,80	— Mikrofon-Meter	058-669	13,00	C 64 Relaisplatine	079-734	20,00
Delay — Anzeige-Modul	067-498	6,50	µPegelschreiber-NT	067-596	36,50	Drum-to-MIDI-Schlagwandler	058-670	15,00	64 Überwachung	079-735	15,00
LED-Analoguhr/Wecker- und Kalendersatz	067-499	6,50	— Interface	067-597	25,80	Stereo-IR-Kopfhörer	058-671	26,00	SMD-Medwertgeber (ds.)	079-736 oB	20,00
— Tastatur	096-499	3,70	Schrittmotorsteuerung-HP	067-598	38,50	— Empfänger	058-672	13,00	HEX-Display	079-737	15,00
— Anzeige	096-500	7,50	Impedanzwandler	067-599	38,50	Universal-Netzgerät	058-673	16,00	Universelles Klein Netzteil	079-738	15,00
— Kalender	096-501	12,30	Aktive Antenne (SMD)	067-600	2,80	— Netzteil	058-674	16,00	Röhren-Verstärker	079-739	45,00
— Wecker	096-502	15,20	FM-Mikro (ds.)	067-601	1,70	DVM-Platine	058-675	25,00	Entzerrer Vorverstärker	079-740	30,00
Fahrtregler (Satz)	096-503	11,40	Sinusspannungswandler	067-602	8,00	IR-Taster ds.	058-676	30,00	Gleichstromheizung	079-741	30,00
Röhrenverstärker	096-504	74,80	Normalfrequenzempfänger	067-603	13,70	NDFL-Mono-Hauptplatine	058-677	35,00	Hochspannungsplatine	079-742	30,00
Spannungsreferenz	106-510	9,20	Marderscheuche	067-604	19,90	2m-Empfänger	058-678	15,00	Fernstarter	079-743	30,00
Schlagzeug — Mutter	106-511	80,00	RS232 f. C64	067-605	8,20	E.M.M.A.-IEC-Bus	058-679	35,00	24V Versorgungs-Relaisplatine	079-744	15,00
Schlagzeug — Voice	106-512	25,80	MIDI-Interface f. C64 (ds.)	067-606	26,40	LCD-Panelmeter (ds.)	058-680	15,00	Relaisplatine	079-745	45,00
Midi to Drum Epprom	116-520	37,40	Bit-Muster-Detektor	067-607	14,90	Macrovision-Killer	058-681	15,00			
Impulsgenerator	116-521	37,40	Sprachausgabe für C64	067-608	13,90	Satfladen	058-682	15,00			
Dämmerungsschalter	116-522	12,90	Schrittmotorsteuerung	067-609	13,90	SMD-DC/DC (ds.)	058-683	15,00			
Flurlichtautomat	116-523	29,20	— Busplatine	067-610	26,50	DC/DC-Wandler	058-684	15,00			
Ultralinear Röhrendstufe — HP	116-524	29,20	— MUX-Karte	067-611	12,00	VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger	058-685	25,00			
Ultralinear Röhrendstufe — NT	116-525	19,70	— PIO-Karte	067-612	9,70	(Satz aus 2 Platinen)	058-686	5,00			
Netzgerät 260 V/2 A	126-526	10,00	Verdrähtungsplatine	067-613	66,00	SMD-Balancemeter	058-687	5,00			
Frequenznormal	126-526	10,00	Audio-Verstärker mit NT	067-614	9,70	E.M.M.A.-C64-Brücke	058-688	35,00			
			Byteformer (ds., dk.)	067-615	9,70	FBAS-RGB-Wandler	058-689	35,00			
			Byte-Brenner (Epprom)	067-616	30,00	Turbofilter	058-690	35,00			

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

Kurfürststr. 145
1000 Berlin 30
030/261 7059

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

Hastedter Heerstraße 282/285 · Tel. 04 21/4 98 57 52

Dietzenbach

FW Electronic

- Japanische IC's
- Japanische Transistoren
- Japanische Quarze
- Quarz-Sonderanfertigungen
- Funkgeräte und Zubehör
- dnt-Satelliten-Systeme

F. Wicher Electronic

Inh.: Friedrich Wicher

Groß- und Einzelhandel

Gallische Str. 1 · 6057 Dietzenbach 2
Tel. 0 60 74/3 27 01

Dortmund

city-elektronik

Elektronik · Computer · Fachliteratur

Güntherstraße 75 · 4600 Dortmund 1
Telefon 02 31/57 22 84

G
m
b
H

KELM electronic & HOMBERG

4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13
Tel. 02 31/52 73 65

Duisburg

Preuß-Elektronik

Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)

4100 Duisburg-Rheinhausen

Ladenlokal+Versand * Tel. 02135-22064

Essen

KELM electronic & HOMBERG

4300 Essen 1, Vereinstraße 21
Tel. 02 01/23 45 94

Eckernförde

Elektronik + Computerring

Abholmarkt für Fachhändler u. Systemberater

Sauerstr. 13, 2330 Eckernförde-Süd
Tel. 0 43 51/40 39, Fax 0 43 51/4 41 81, Btx 41122

Frankfurt

Art Elektronische Bauteile

6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

ELECTRONIC

VOLKNER

DER FACHMARKT

6000 Frankfurt

Bornheim, Berger Str. 125-129

Tel. (0 69) 4 96 06 58, im Hause „Saturn-Hansa“

Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze



Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1-3

Giessen

Armin elektronische Bauteile Hartel und Zubehör

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77

6300 Giessen

Hagen



Electronic Handels GmbH

5800 Hagen 1, Elberfelder Straße 89

Telefon 0 23 31/2 14 08

Hamburg

balü electronic

Handelsgesellschaft mbH & Co. KG

2000 Hamburg 1 · Burchardstraße 6 · Sprinkenhof

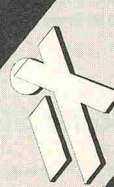
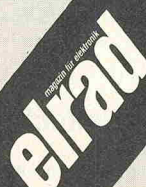
Telefon (0 40) 33 03 96 + 33 09 35

Telefax (0 40) 33 60 70

Information + Wissen



Verlag Heinz Heise
GmbH & Co KG
Helstorfer Straße 7
3000 Hannover 61



Hannover

327841  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug
Messtechnik · Funk · Fachliteratur
Goseriede 10-12
3000 Hannover 1
0511/327841

Heilbronn

KRAUSS elektronik
Turmstr. 20, Tel. 07131/68191
7100 Heilbronn

Kaiserslautern

HRK-Elektronik
Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 602 11

Kassel

ELECTRONIC VOLKNER
DER FACHMARKT
3500 Kassel 1
Königstor 52 · Tel. (05 61) 7793 63

Kaufbeuren

 **JANTSCH-Electronic**
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 083 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu
günstigen Preisen

Köln

 **Pöschmann**
Elektronische Bauelemente
Friesenpl. 13 · 5000 Köln 1 · Tel.: (0221) 25 13 43/73

Lünen

 **KELM electronic & HOMBERG**
4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10
Tel. 0 23 06/610 11

Moers

 **NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB**
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

München

592128  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug
Messtechnik · Funk · Fachliteratur
Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/59 21 28

 **RADIO-RIM GmbH**
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/55 72 21
Telex 5 29 166 rarim-d
Alles aus einem Haus

Nürnberg

Radio-TAUBMANN 
Vordere Sternstraße 11 · 8500 Nürnberg
Ruf (09 11) 22 41 87
Elektronik-Bauteile, Modellbau,
Transformatorbau, Fachbücher

Rauch Elektronik
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 — Telefon 09 11/46 92 24
8500 Nürnberg

263280  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug
Messtechnik · Funk · Fachliteratur
Leonhardtstr. 3
8500 Nürnberg 70
09 11/26 32 80

Oldenburg

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT ELEKTRONIK
Kaiserstraße 14
2900 OLDENBURG 1
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

Stuttgart

2232873  **CONRAD ELECTRONIC Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug
Messtechnik · Funk · Fachliteratur
Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
07 11/236 98 21

Wilhelmshaven

Elektronik-Fachgeschäft
REICHELT ELEKTRONIK
MARKTSTRASSE 101 — 103
2940 WILHELMSHAVEN 1
Telefon (0 44 21) 2 63 81
Telefax (0 44 21) 2 78 88

Witten

 **KELM electronic & HOMBERG**
5810 Witten, Bahnhofstraße 71
Tel. 0 23 02/5 53 31

Wuppertal

 **Electronic Handels GmbH**
5600 Wuppertal-Barmen, Höhne 33 — Rolingswerth 11
Telefon 02 02/59 94 29

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]

Effektgeräte für Bühne & Studio in Modulbauweise: Limiter, Noisegate, Parametr. EQ, Exciter, Vor-/Mischverstärker, Frequenzweiche u.v.a. Neuheit: Automatic Loudness. **Aktivbox AR 212:** DIE Kombination aus HiFi-Sound & PA-Power. Infos von **MIK Elektroakustik, Schwarzwaldstr. 53, 6082 Mörfelden-Walldorf, Tel.: 0 61 05/4 12 46.** [G]

Elektronische Bauteile zu Superpreisen! Restposten - Sonderangebote! Liste gratis: **Digit, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** [G]

Außergewöhnliches? Getaktete Netzteile 5V—75A, Infrarot-Zubehör, Hsp. Netzteile, Geber f. Seismographen, Schreiber, PH-Meßger., Drehstrom u. spez. Motore m. u. o. Getriebe, Leistungs-Thyristoren/Dioden, präz. Druckaufnehmer, Foto-Multiplier. Optiken, Oszilloskope, NF/HF Meßger., XY-Monitore, med. Geräte, pneum. Vorrichtungen, pneum. Ventile, Zylinder etc. u.v.m. gebr. u. preiswert aus Industrie, Wissenschaft u. Medizin. Teilen Sie uns Ihre Wünsche mit, wir helfen. **TRANSOMEGA-ELECTRONICS, Haslerstr. 27, 8500 Nürnberg 70, Tel. 09 11/42 18 40, Telex 6 22 173 mic — kein Katalogversand.** [G]

PLATINEN => ilko * Tel. 43 43 * ab 3 Pf/cm² dpl. 9,5. Mühlenweg 20 * 6589 BRÜCKEN. [G]

LAUTSPRECHER + LAUTSPRECHERREPARATUR GROSS- und EINZELHANDEL Peiter, 7530 Pforzheim, Weiherstr. 25, Telefon 0 72 31/2 46 65, Liste gratis. [G]

KKSL Lautsprecher, Celestion, Dynaudio, EV, JBL, Audax, Visaton. PA-Beschallungsanlagen-Verleih, Elektronische Bauteile, 6080 Groß-Gerau, Otto-Wels-Str. 1, Tel. 0 61 52/3 96 15. [G]

Autoradio/Lautsprecher, Frequenzweichen, Fertighäuse, Bausätze. Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein). Gutschrift liegt bei. Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic, Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 78 81/33 10.** [G]

HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG Kamera für Ossi und Monitor + Laborwagen + Traumhafte Preise + D.Multimeter + ab 108,— DM + 3 Stck. + ab + 98,— DM + D. Multimeter TRUE RMS ab 450,— DM + F.Generator + ab 412,— DM + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron.Zähler + ab 399,— DM + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier electronic, 2804 Lilienthal + + Göbelstr. 54 + + Telef. + + 0 42 98/49 80. [G]

SMD-Bauteile SMD-Lupenbrille SMD-Werkzeuge SMD-Magazine + Behälter Akt. Liste anfordern. LAE-Normann, Tannenweg 9, 5206 Neunkirchen 1. [G]

Traumhafte Oszi.-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier, T. 06 51/4 82 51. [G]

Baßverbesserung bei jeder HiFi-Anlage möglich. Unser **SOUND-PROCESSOR** löst die meisten Tiefbaß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo- und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. Informationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt, Bödeckerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/3 48 18 91. [G]

SONDERLISTE KOSTENLOS! Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten.** Karte genügt. **DJ-electronic, Abt. 5213, Obwaldstr. 5, 8130 Starnberg.** [G]

Elektronik-Restposten liefert Heinz-P. Schulte, Postfach 2114/E, 4936 Augustdorf. Bitte kostenlose Liste anfordern. [G]

ELEKTRONIK-BAUTEILE + ZUBEHÖR zu Niedrigprsn. z. B. 1N4148 0,25, 1N4007 0,65. Liste kostenlos. Lothar Maier, Postf. 46, 7121 Löchgau. [G]

8ung! Nicht nur Musiker aufgepaßt! Ab sofort gibt's den neuen 470 Seiten starken 89/90er **MONACOR-Katalog** gegen DM 20,— (Schein; 15,— Schutzgeb./5,— Gutschrift) mit Angeboten von A wie Audio bis Z wie Zange. Auch dieses Jahr zu haben bei **RE-KON, PF. 15 33, 7880 Bad Säckingen.** [G]

Platinenfertigung, R. Edelhauser, Dietramszellerstr. 5, 8170 Bad Tölz, Tel. 0 80 41/45 23 oder 26 09, Fax 0 80 41/88 24. [G]

Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8") Ø 0,2—0,5 mm 7,50 DM/St., ab 10 St. 6,50 DM/St., Ø 0,6—3,175 mm 4,50 DM/St. ab 10 St. 3,80/St. Versand per Nachnahme zzgl. Porto/Verpackung. Fa. TECHNOTROL, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel. 0 67 33/554, Fax 0 67 33/66 68. [G]

WIR SIND UMGEZOGEN!!!! MAJOR PAR 56-Scheinwerfer mit Lampe 300W 85,—, MAJOR PAR 64-Scheinwerfer kompl. m. Reflektor u. Lampe 500W 147,—, Bühnenlicht jetzt noch preiswerter! Kostenlose Prospekte anfordern! LICHTTECHNIK FEINER, Adolf-Schmetzer-Str. 20, 8400 Regensburg, Tel. 09 41/79 14 38. [G]

Elektronikteile — Im Einkauf bis 50% sparen!! In unserer neuen, aktuellen Computerliste nennen wir Ihnen für jedes gängige Elektronikteil den billigsten Lieferanten. Für nur DM 250 per NN. Tel. 07 11/53 80 58. [G]

METALLSUCHGERÄTE der absoluten Spitzenklasse im Selbstbau!!! Elektron. Bausätze ab DM 129,—. HD-SICHERHEITSTECHNIK, Postfach 3002, 3160 Lehrte 3, TELEFON: 0 51 75/76 60. [G]

VERFASSEN/REDIGIEREN/ÜBERSETZEN (engl.) von Texten aus EDV, Audio-, Video-, Meß- und Regeltechnik für Handbücher usw. Dipl.-Ing. N. Büttner, Hüttenfelder Str. 5, 6148 Heppenheim, 0 62 52/7 41 07. [G]

* **VIDEO-FUTURE BEI T.S. TRONIX** * Video-Kopierdecoder — knackt Macrovision I. u. II! LC-Qualitätsgerät kompl. m. Steckernetzteil für nur **DM 149,—**, Vers. per NN. Info kostenlos. T.S. tronix (B. Thiel), Abt. E9/12A, Postfach 2244, 3550 Marburg. [G]

* **VIDEO-FUTURE BEI T.S. TRONIX** * Audiovisions-Umschalteneinheit m. Überspielverstärker u. Kopierdecoder. Video-Bandbr./FBAS 10 Hz—6 MHz, Ton-Bandbr. 20 Hz—100 kHz; Ein-/Ausgänge 4 x Scart, 2 x Cinch. LC-Qualitätsgerät kompl. m. Netz. **DM 298,—**, Versand per NN. Info gratis. T.S. tronix (B. Thiel), Abt. E 9/12B, Postfach 2244, 3550 Marburg. [G]

* **Das gibt's nur bei T.S. TRONIX!** * Bausatz-Set **VHF-DOPPELSUPERHET-EMPFÄNGER 100—230 MHz** m. Antennenverstärker u. elektron. Analog-Frequenzanz. Hohe Empfindlkt.: 0,3 µV! Und das für nur **DM 138,—!** (Betrieb in der BRD verboten!) Vers. per NN. Info gratis. T.S. tronix (B. Thiel), Abt. E9/12 C, Postfach 2244, 3550 Marburg. [G]

41256: anfragen, EPROMs! **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]

Widerstandssortimente: E3= 18 W, E12= 61, E24= 121. Kohle 5% 1/4W E3 x 25 = 10,—, E3 x 100 = 25,—, E12 x 10 = 10,—, E12 x 25 = 25,—, E12 x 100 = 75,—, Metall 1% 1/4W E12 x 10 = 20,—, E12 x 25 = 40,—, E12 x 100 = 150,—, E24 x 10 = 30,—, E24 x 25 = 75,—, E24 x 100 = 290,—. **Verzinnte Hohlnieten, Speicher, SMD, Ossip, Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel, 0 41 03/8 74 85. Info anfordern.** [G]

8048 Cross-Assembler (MS-DOS) für nur DM 45,—, gibt's bei: Frank Schmidt, Violastraße 25, 3550 Marburg. [G]

Lautsprecher-Systeme und Bausätze von A—Z! Audax... Isophon... Visaton... Zubehör!!! **Kostenlose Preisliste** anfordern! **ELEKTROAKUSTIK STADE, Bremervörder Str. 5, D-2160 Stade, 0 41 41/8 20 42.** [G]

PLATINEN — Ab 4 Pf/cm² p INFO: C. REINWALD · POSTFACH 17 51 · 8600 BAMBERG. [G]

DIGITAL-SCHLAGZEUG ELRAD 10/86 — 1 St. Platine m. Trafo auf 10 Kan. ausgebaut. 2 St. VOICE Platine 1 x Snare 1 x BASS mit Eprom funktionsfähig umg. auf Anschlagdynamic. Mit allen Unterlagen und 1 Pads zum Spielen. VB 380,—. A. Beiml, Gallengasse 80, 8482 NEUSTADT/WN., 0 96 02/14 59 n. 17 Uhr. [G]

++++++ **Platinenbestückung** +++++++
Wir bestücken Ihre Platinen zu günstigen Preisen. Nach Muster oder Schaltplan, immer 1a Qualität. Für Industrie und Hobby. Preise auf Anfrage. Axel Sauer, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5. Tel. 0 71 95/6 60 12. [G]

250W—100V ENDSTUFE PHILIPS LBD 0501 + MANUAL. STEFAN, TEL.: 0 61 03/8 12 33.

Programmiere Gal/Eprom. 0 75 61/7 11 02 ab 18.00 Uhr. [G]

Verk. **RÖH 1 Orthophonic MK.2 el 10/86 Röhrenvorverstärker** schw. Gehäuse verg. Chinch Phono CD Tuner Tape Ansch. DM 550. Tel. 0 62 21/7 19 67. [G]

DEUTSCH-UNGARISCHES JOINT VENTURE AUF ZOLLFREIEM GEBIET, BIETET SEINE FREIE ARBEITSKAPAZITÄT FÜR LOHNARBEIT UNTER SEHR GÜNSTIGEN BEDINGUNGEN, VORWIEGEND ELEKTRISCHER NATUR, AN TX: 0 61/22 35 87 UNGARN * 18 57 29 BERLIN-WEST. [G]

PLATINENLAYOUT-ERSTELLUNG Wir erstellen Platinenlayouts u. Bohrprogramme für Industrie u. Hobby, nach Ihren Stromlaufplänen oder Ihren Angaben. Ausgabe in Gerberplot oder Druckplot. Eduard Küper, Espelweg 5, 4670 Lünen 6, Tel. 02 31/87 71 90 ab 18 Uhr. [G]

Selektierte Transistoren BC547, 557, 550, 560, 413, 415 gepaart nach Verstärkung Differenz $\leq 1\%$. Preis/Pair NPN/NPN bzw. PNP/PNP 2 DM. Komplementärpaar 2,50. Ovadr. z.B. symetr. Diff.-stufen 6 DM. BD139, 140, BF469, 470, 2N2219, 2905 Preis/Pair 6 DM. Komplementärpaar 8 DM. Quad. 18 DM. C. Harzmann, Odenwaldstr. 1, 6943 Birkenau-Reisen. [G]

FAX auf dem Atari-ST Wetterbilder und Karten empfangen. Ausdruck auf 8+24 Nadel Drucker. **HAM-FAX-ST 50 DM.** Konverter für 16 Graustufen DM 240, schwarz-weiß 50 DM. Schmidt Computertechnik, Bergstr. 40, 4690 Herne 1, 0 23 23/4 34 58 [G]

SUCHE Unterlagen über NF Röhrenvorstufen und deren Berechnung (auch SRPP), sowie Triodenkastenblätter gegen Bezahlung. Gibisch, Kirchmaistr. 39, 8000 München 21, Tel. 0 89/56 15 97. [G]

HeNe-Laser rot, 2mW, 220V, anschlussfertig in Metallgehäuse, Preis: 350 DM, Zubehör für HeNe-Laser. Info kostenlos bei Betron, Wittekindstr. 9, 4800 Bielefeld 1. [G]

PLATINENLAYOUT-PROGRAMM für IBM PC + kompatibel. max. Doppelseite zweiseitig, Raster 1/20", Punkt zu Punkt Autorouter, interaktiv, unkompliziert, komplett mit Druck-, Plot- und Bohrprogramm sowie AutoCAD-Interface (.DXF) Preis **DM 98,—** + Porto; Demodisk DM 5,—. Dipl.-Ing. Klaus Kroesen, Kastanienweg 2, 4290 Bocholt. Tel.: 0 28 71/3 73 75. [G]

Generalüberh. Meßger. m. Garantie. 0 95 45/75 23. [G]

ALU-PROFILGEHÄUSE günstig. Info gegen 60 Pf Rückp. J. BECKMANN, Aldrufer Weg 28, 4402 Greven. [G]

Verzinnte Kupferhohlnieten für doppelseitige Leiterplatten. Länge 2 mm, Wand 0,1. Typ A: Innen Ø 0,6, Kopf Ø 1,1 mm; Typ B 0,8/1,3. 1000 Stk. = 25 DM, 5000 = 99 DM. Ossip Groth Elektronik, Möllers Park 3, 2000 Wedel. 0 41 03/8 74 85. [G]

Aktuell — Preiswert — Schnell! Bauteile, Sortimente, Fachliteratur, SMD-Bauteile aller Art! Wir sind der richtige **Partner** für Sie — Kommen Sie zu uns! Liste **GRATIS!** HKarrer Electronic, Postf. 53/ed, 7409 Dußlingen. [G]

Biete 3-Achsen-Bohr- + Fräswerk, 300/120/150 mm Hub. NP. 2500 DM für 1500 DM. Tel.: 02 91/8 23 47. [G]

Suche **MC 146805 G2P1**. Tel. 0 72 34/84 63 17—19 Uhr. [G]

Gravieren und Fräsen von Frontplatten nach Zeichnung oder Autocad DWG/DXF File / 24h-Service — günstig! 02 08/24 00 95. [G]

!!! — !!! **CROSSWARE !!!** — !!! **65C02-Cross-assembler** für XT, AT, ATARI 129,—, **65C02-Cross-debugger** für XT und AT ... 129,—, Infodiskette 10,—, J. Engelmann & U. Schrader, Schildweg 44, 3200 Hildesheim, 0 51 21/6 33 07. [G]

ÖSTERREICH! Bauteile - Bausätze - Computer - Zubehör - Fachliteratur - Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, D 9, Postfach 187, 1110 Wien. [G]

ROMAN Inh.: Volker Roman
ELECTRONIC Tel.: 026 45/
Schützenstr. 7, 5468 St. Katharinen 49 92

VERSTÄRKER:
Art.: 012 Stereo Endstufe 2xSTK 4036 2x50 W sin. 34,20 DM
Einschalvermögen, div. Verstärker #
Art.: 014 Stereo Endstufe mit Netzteil, RK-Trafo 48,95 DM
Kühlkörper, Einschaltverz. 2x50 W musik #
Art.: 015 Stereo Vollverstärker 2x50 W musik STK 443 34,20 DM
incl. RK-Trafo, Netzteil, Schalter, Potis #
Art.: 0151 LED VU 2x5 LED's für Art.: 015 # 8,55 DM
Art.: 0152 Ein-Ausgangsschaltplan für Art.: 015 # 5,70 DM
Art.: 015 wie Art.: 015 jedoch 2x15 Watt # 23,30 DM
Art.: 017 wie Art.: 015 jedoch 2x20 W + Kühlkörper # 28,50 DM
Art.: 0132 Endstufenplatte o. Endtrans. 2x50 W sin. 17,10 DM
Art.: 011 Vorverst. Platte mit Gleich Equalizer, div. Eing. Mic, Tape, Phono, Kopfhörerausgang, vorbereitet für Fernbed., incl. Netzteil o. Trafo # 39,90 DM

TUNERBAUSTEINE:
Art.: 0852 Tunerbaustein UKW Stereo/MW/LW angeschlossen für Art.: 015, 017 u. 017 # 8,55 DM
Art.: 0853 = Art.: 0852 jed. 4 Stationen, Polabestimmung # 17,10 DM
Art.: 085 Tunerbaustein UKW Stereo/MW/LW, dunkle Frontblende, Feldstärkeanzeige, Stationstasten # 57,00 DM

RECORDER:
Art.: 9907 Recondiplatte, Dolby-Stereo, Bandsortenwahl-schalter, Potis, Netzteil o. Trafo # 8,55 DM
Art.: 99071 LED VU zu Art.: 9907 2x5 LED's + 1xPeak # 8,55 DM
Art.: 99071 Recondiplatte mit Ausgängen, mit Köpfen, Motoren etc. 3 Stück 5,70 DM

LAUTSPRECHER: Isophon Industriestypen

Art.-Nr.	Watt	Durchm.	Qts	Vas	Fs	Preis:
8101	100	30 cm	0,37	280	24	51,30 DM
8102	90	25 cm	0,43	140	27	29,90 DM
8103	50	18 cm	0,65	27	57	14,40 DM
8104	50	12 cm	0,80	67	67	22,80 DM

Mittelhörer:
Art.: 8202 Kalotte 38 mm 100 Watt 22,80 DM
Hochtöner:
Art.: 8301 Kalotte 25 mm 100 Watt 14,40 DM
Art.: 8302 Kalotte 20 mm 100 Watt 14,40 DM
Art.: 8303 Phillips-Kalotte 25 mm 100 W 14,40 DM
Lautsprecher-Kit fürs Auto: 2-Wege Stereo
Art.: 8190 2x 12 cm Bass + 2x Hochtönerkalotte 69,00 DM
Breitbandlautsprecher:
Art.: 8391 Valve 5780 10 Watt mit HT-Kegel 5,70 DM
Art.: 8392 Mini 8 cm 32 Ohm 1,80 DM
Übriges: In unserer Liste finden Sie Lautsprecher ab 0,80 DM

Kühlkörper-Lüfter Einheiten mit 12x12 cm Lüfter:
Art.: 116 für 4x T03 22,80 DM
Art.: 117 für mind. 8x T03 34,20 DM
Art.: 118 für mind. 20x T03 48,95 DM
Die Einheiten sind bestückt mit diversen Transistoren, Dioden, Hochlastwiderständen etc.

Info-Box: # = mit Schaltplan
Fordern Sie unsere Sonderlisten an.
Alle Art. aus Restposten. Lieferung solange Vorrat reicht.
Versand per NN, zuzügl. Porto und Verpackung.
Die Lieferung aller Artikel erfolgt zu unseren Liefer- und Zahlungsbedingungen.

STELLENANGEBOT

Wir expandieren sehr schnell. Deshalb suchen wir einen agilen, zuverlässigen

Technischen Einkäufer

(männl. o. weibl.) mit kfm. Ausbildung und Kenntnissen in der Hobby-Elektronik, bzw. handwerkliche Ausbildung im Bereich Elektrik/Elektronik, kfm. Einarbeitung bei uns.

Sehr gute Aufstiegsmöglichkeiten. Gelegentliche Fernostreisen (China, Taiwan, Korea, Hongkong) notwendig.

Ihre schriftliche Bewerbung richten Sie bitte an:

Westfalia-Technica, z. H. Herrn R. Fischer, Postfach 42 69, 5800 Hagen/Westf.

Die Inserenten

albs-Alltronic, Ötisheim 67
Andy's Funkladen, Bremen 41
A/S Beschallungstechnik,
Schwerte-Ost 35
Benkler-Elektronik, Neustadt 35
B & F, Nehren 81
BETON-AKUSTIK, Grebenhain ... 11
Bitzer, Schorndorf 67
BKL Electronic, Lüdenscheid 17
Burmeister, Rödinghausen 19
Carlo Gavazzi, Meerbusch 7
COMBA, Hanau 17
Diesselhorst, Minden 9
Electronic am Wall, Dortmund ... 66
Electronic Andersch, Fleckeby ... 67
Elektor Verlag, Aachen 49
ELEKTRA-VERLAG, Neubiberg 6, 41
elektroakustik, Stade 67
ELMIC, Duisburg 11
EMCO Maier, Siegsdorf 12
eMedia, Hannover 81

EXPERIENCE electronics,
Herbrechtingen 9
Hados, Bruchsal 35
Heck, Oberbettingen 11
hifisound, Münster 61
Isert, Eiterfeld Umschlagseite 4
Kit-Tec, Berlin 65
Kolter Electronic, Erfstadt 69
Kugler, Gerstetten 19
LEHMANN-Elektronik, Mannheim . 67
LSV, Hamburg 41
Mayr, Krumbach 66
MIRA, Nürnberg 61
MONARCH, Bremen 67
Müller, Stemwede 41
Müller, Dr., Bonn 11
Müter, Oer-Erkenschwick 61
P.A. Anlagen- u. Computer-
versand, Rheine 67
plus electronic, Isernhagen 35

POP, Erkrath 6
PREMA, Mainz 35
PRINT-TECH, Neuwied 11
Rohleder, Nürnberg 81
Roman Electronic, Steinhardt ... 85
SALHÖFER, Kulmbach 81
Simons, Bedburg 13, 41
Skirde, Offenbach 35
Scherer Elektronik, Fürth 41
Schuberth, Münchberg 61
Telemeter, Donauwörth 69
Tennert, Weinstadt-Endersbach .. 67
WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt .. 19
WESTFALIA TECHNICA, Hagen .. 85
Zeck Music, Waldkirch 7

Beilagenhinweis:
Teilbeilage:
ECA Electronic, München

Impressum:

elrad
Magazin für Elektronik
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telefax: 923 173 heise d
Telefax: 0511/53 52-129
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—12.30 und
13.00—15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (0511) 547 47-0

Postgironamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Chefredakteur: Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)

Redaktion: Johannes Knoff-Beyer, Thomas Latzke,
Peter Rökke-Doerr, Hartmut Rogge

Technik: Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl

Ständige Mitarbeiter: Michael Oberesch, Eckart Steffens

Redaktionssekretariat: Lothar Segner

Technische Zeichnungen: Marga Kellner

Labor: Hans-Jürgen Berndt

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber (verantwortl.)

Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger

Fotografie: Lutz Reinecke, Hannover

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 610407
3000 Hannover 61
Telefon: 0511/53 52-0
Telefax: 923 173 heise d
Telefax: 0511/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Pensler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgens (verantwortlich)

Anzeigenverkauf: Werner Wedekind

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen,
Pia Ludwig, Andreas Rinne

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 11 vom 1. Januar 1989

Vertrieb: Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer

Herstellung: Heiner Niens

Satz:
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (0511) 7083 70

Druck:
C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (051 51) 200-0

elrad erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (sS 58,—/ sfr 6,80)

Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 66,— (Bezugspreis
DM 51,— + Versandkosten DM 15,—), Ausland DM 71,40
(Bezugspreis DM 51,— + Versandkosten DM 20,40), Student-
nenabonnement/Inland DM 55,80 (Bezugspreis DM 40,80
+ Versandkosten DM 15,—), Studentenabonnement/Aus-

land DM 61,20 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM
20,40). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luft-
post auf Anfrage. (Konto für Abo.-Zahlungen: Verlag Heinz
Heise GmbH & Co KG, Postgironamt Hannover, Kt.-Nr. 401 655-
304 (BLZ 250 100 30). Bezugszeit: Das Abonnement gilt zu-
nächst für 1 Jahr; es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen
vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise
gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Versand und Abonnementsverwaltung:

SAZ marketing services, Gutenbergstr. 1—5, 3008 Garbsen
Tel.: 05137/130125

Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Pabel Moewig KG

Postfach 5707, D-6200 Wiesbaden, Ruf (06121) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann
trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber
nicht übernommen werden. Die geltenden gesetzlichen und postali-
schen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme
von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und ge-
druckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des
Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen ge-
knüpft sein.

Honorare Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages
über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Über-
gabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Ver-
fasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksichti-
gung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne
Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1989 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

ISSN 0170-1827

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

Heft 10/89

erscheint

am 29.9.1989



Projekt: Data-Rekorder ...

... zur digitalen Erfassung und Registrierung von Umweltradioaktivität. Die flexible Konzeption des Gerätes erlaubt es, preiswerte Überwachungsstationen oder gar Überwachungsnetze zu realisieren. Der Data-Rekorder bietet vielfältige Möglichkeiten der Registrierung: Handelsüblicher Kassettenrekorder oder SRAM-Pufferspeicher, Online-Erfassung oder Printerausdruck.

Marktreport:

Datenbanken für die Elektronik

Nur 2...3 % der Neuveröffentlichungen zum Thema 'Elektronik' erscheinen als Monographien, der weit überwiegende Teil (in etwa 90 %) wird dem interessierten Publikum mittels Periodika nahegebracht. Für den Einzelnen ist diese Informationsflut nur

noch mit Hilfe von Datenbanken zu bewältigen. In einem aktuellen Marktreport berichtet elrad über die Hosts und ihre Angebote, beschreibt Online-Recherchen und informiert über Modems und Retrieval-Software.

Die Höhen

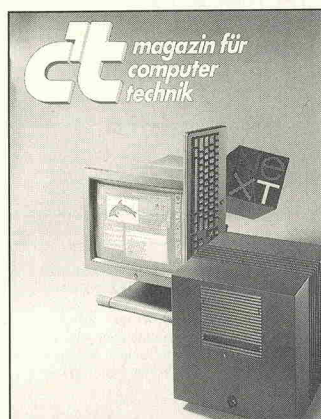
und Tiefen ...

... beeinflusst der im nächsten Heft vorgestellte Klangregler. Er paßt sich nahtlos in das Konzept des Röhrling-Vorverstärkers ein und ermöglicht eine Anhebung bzw. Absenkung der Eckfrequenzen um bis zu 10 dB. Daß er das ohne Phasendrehung bewerkstelligt, versteht sich angesichts der Güte des gesamten Vorverstärkers ganz von selbst.

Die Schüssel —

wie groß?

In Windeseile versucht die Post, aus dem Deutschen Forschungssatelliten KOPERNIKUS einen Fernsehsatelliten zu machen, aber gegenüber dem echten 'Hot Bird' ASTRA bleibt ein Handicap: Für Kopernikus-Direkttempfang braucht man eine größere Schüssel. Wie man vom Footprint eines Satelliten zum Antennendurchmesser kommt, zeigt unser Beitrag.



Steve Jobs NeXT-Würfel rollt. c't stellt den Wunder-Computer der 90er Jahre vor und fragt, ob damit der NeXTe Schritt in die Zukunft bereits gesetzt ist.

c't 9/89 — jetzt am Kiosk

Projekte: Einplatinenrechner in Low-Power-Ausführung ★ Turbo-Pascal-Programme im EPROM ★ Know-how: Disk-Caching ★ Prüfstand: Super-Charger für Atari ST ★ Software-Review: QuickPascal tritt gegen Turbo-Pascal an ★ Zehn Disk-Cache-Programme im Vergleich ★ Multiuser-Betriebssystem MINIX 1.3 ★ Recht: Allgemeine Geschäftsbedingungen im Detail ★ u.v.a.m.

iX 4/89 — jetzt am Kiosk

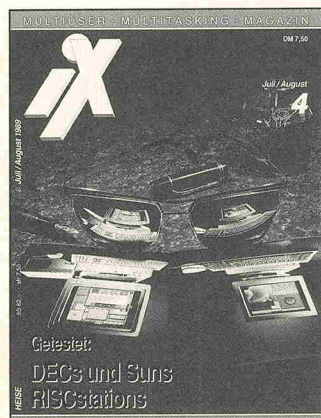
Getestet: DECstation 3100 und SPARstation 1 ★ Benchmark: Dhrystone unter UNIX ★ Report: Hypermedia — HyperCard für UNIX ★ Im Test: zwei Flachbettdrucker ★ Vergleich: drei Faxkarten im PC-Netz ★ Unix für Umsteiger: Source Code Control System (SCCS) ★ UNIX-Legende (III): Entwicklungslinien und Standardisierungen ★ u.v.a.m.

c't 10/89 — ab 15. September am Kiosk

Prüfstand: Leise Computer ★ Tintenstrahldrucker auf dem Prüfstand ★ Report: cw-Werte aus dem Supercomputer — Simulation von Fahrzeugeigenschaften ★ Programm: Serielle Schnittstellen unter MSDOS ansprechen ★ Recht: Software-schutz aus juristischer Sicht ★ u.v.a.m.

iX 5/89 — ab 8. September am Kiosk

Report: der Next-Computer und sein Mach; DB für Historiker (Kleio) ★ Benchmarks: Whetstone und Linpack ★ UNIX für Umsteiger: Lexikal Analyser (lex) ★ C-Geschichte(n)/Teil 2: ANSI und das Inkrement ★ Review: Eurix, die deutschsprachige Lösung; Data Generals 88 000er Workstation; X.desktop und Y-Open-Top ★ u.v.a.m.



RISC ist die Prozessorarchitektur, die die Performance-Anforderungen anspruchsvoller Anwendungen erfüllen soll. iX hat DEC und Suns UNIX-RISC-Workstation ausgiebig getestet.

C

*COMPUTERTECHNIK — FASZINIEREND,
ABER UNVERSTÄNDLICH?*

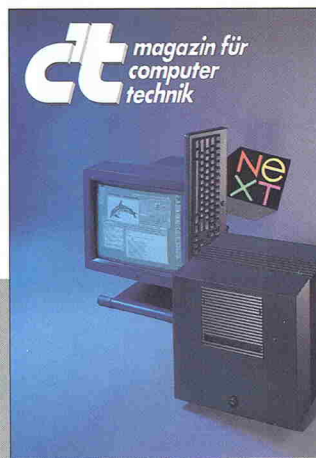


MACHT KLAR.



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

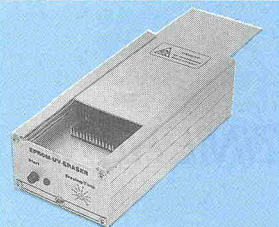
*ct magazin für computertechnik.
Dazulernen werden Sie immer.*



Erhältlich bei Ihrem Zeitschriftenhändler oder beim Verlag.

isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 DM 89,-

- Alu-Gehäuse, L 150 x B 75 x H 40 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 150 x B 55 mm, mit Schieberverschluss
- Löschschütz, L 85 x B 15 mm, mit Schieberverschluss
- UV-Löschlampe, 4 W, Löszeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 5 Eproms

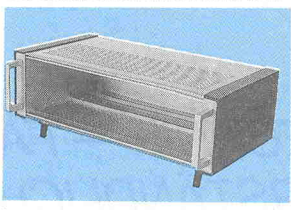


isel-Eprom-UV-Löschgerät 2 (o. Abb.) DM 248,-

- Alu-Gehäuse, L 320 x B 220 x H 55 mm, mit Kontrolllampe
- Alu-Deckel, L 320 x B 200 mm, mit Schieberverschluss
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Lösung von max. 48 Eproms

isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 27.80
- 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert DM 36.80
- 10-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 48.80
- 19-Zoll-Gehäuse-Rahmen, 3 HE, eloxiert DM 56.80
- 10-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 62,-
- 19-Zoll-Gehäuse, 3 HE, eloxiert DM 89,-

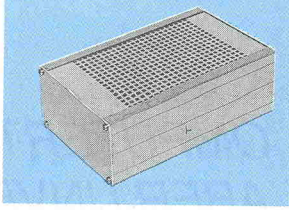


Zubehör für 19-Zoll-Rahmen und Gehäuse

- 1-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 1,-
- 2-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 1.65
- 4-Zoll-Frontplatte, 3 HE, eloxiert DM 2.76
- Führungsschiene (Kartenträger) DM -55
- Frontplattenschnellversch. mit Griff DM -35
- Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung DM -70
- ABS-Gerätgriff, Ra 88 mm, anthrazit DM 1.12
- ABS-Gerätgriff, Ra 88 mm, silbergrau DM 1.45

isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium

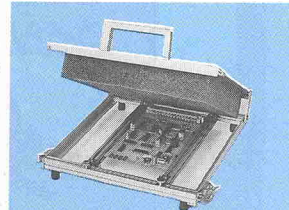
- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 x B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 x H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 x B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 x B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße



- isel-Euro-Gehäuse 1 DM 11.20
- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Abdeckblech
- isel-Euro-Gehäuse 1 DM 12.50
- L 165 x B 103 x H 42 mm, mit Lochblech
- isel-Euro-Gehäuse 2 DM 12.50
- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Abdeckblech
- isel-Euro-Gehäuse 2 DM 14.50
- L 165 x B 103 x H 56 mm, mit Lochblech

isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1... DM 56.80

- Alu-Rahmen 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)



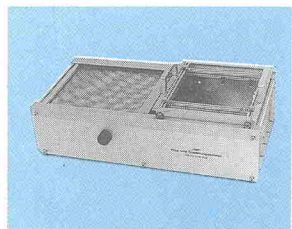
isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 ... DM 99.80

- 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 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 x 230 mm (4 Euro-Karten)



isel-Flux- und Trocknungsanlage DM 396,-

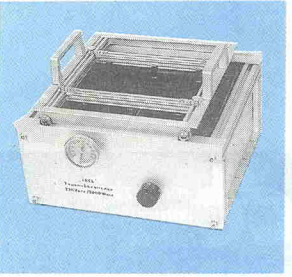
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 x B 295 x H 145 mm
- Schaumflur, Flußmittelaufnahme 400 cm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 x 180 mm



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 280 x B 295 x H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötlampe, teflonisiert, 240 x 240 x 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50-250 Grad
- Lötlampen, verstellbar, max. Platinengröße 180 x 180 mm



isel-Verzinnungs- u. Lötlampen einzeln ... DM 45,- für Platinen bis max. 180 x 180 mm

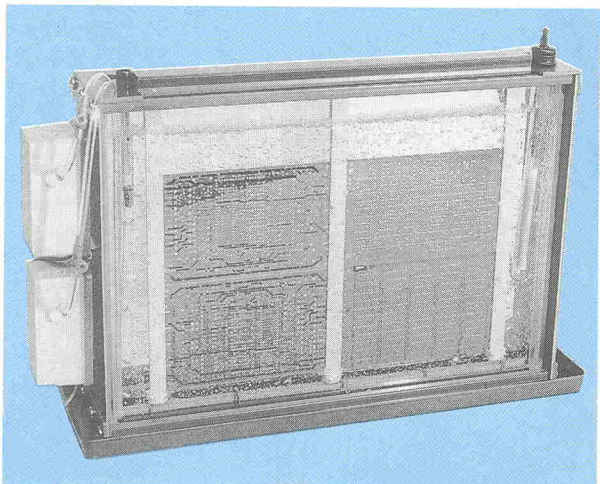


isel-electronic

isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1

DM 180,-

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Kuvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm



isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2

DM 225,-

- Superschmale Glaskuvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Kuvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

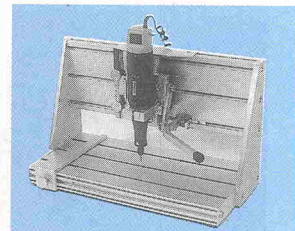


„Isert“-electronic, Hugo Isert

6419 Eiterfeld, ☎ (0 66 72) 7031, Telex 493 150
Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,- DM

isel-Bohr- und Fräsggerät DM 340,-

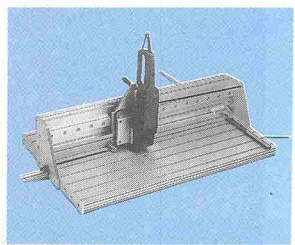
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000-20000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extreme hohe Rundlaufgenauigkeit



isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln DM 239,-

isel-Präzisions-Handtrennsäge DM 980,-

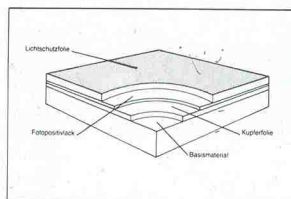
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch, 600 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvorschub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10000 U/min
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt



Diamant-Trennscheibe, Ø 125 mm DM 225,- Hartmetall-Sägeblatt, Ø 125 mm DM 112,-

isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsreife Lichtschutzfolie, stan- u. schneidbar

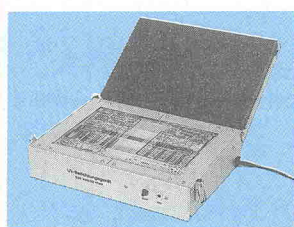


- Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Pertinax 100 x 160 DM 1.55
- Pertinax 200 x 300 DM 5.80
- Pertinax 160 x 233 DM 3.60
- Pertinax 300 x 400 DM 11.65
- Epoxylid FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxylid 100 x 160 DM 2.95
- Epoxylid 200 x 300 DM 11.20
- Epoxylid 160 x 233 DM 6.90
- Epoxylid 300 x 400 DM 22.30
- Epoxylid FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie
- Epoxylid 100 x 160 DM 3.55
- Epoxylid 200 x 300 DM 13.30
- Epoxylid 160 x 233 DM 8.25
- Epoxylid 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 355 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,-

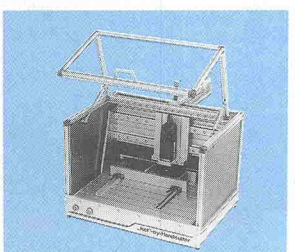
- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 x B 425 x H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutzfläche 380 x 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal -0,6 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinstellung 5-90 Sek. und 1-15 Min.



isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung DM 898,-

isel-x/y-Handcutter DM 2250,-

- Präzisions-x/y-Tisch mit isel-Doppelspur-Vorschub
- Verfahrweg, x-Richtung 400 mm, y-Richtung 400 mm
- Aluminium-T-Nutensystem, Aufspannfläche 500 x 600 mm
- Verstellbare Aufgabeliste für Leiterplatten bis 165 x 400 mm
- Transparente Schutzhaube, klappbar mit 2 Gastefern
- Motor 220 V/600 W, regelbar von 8000 bis 24000 U/min
- Feineinstellung der Schnittstelle mit Rändelschraube M6
- Ein-/Aussschalter mit Sicherheits-Abschaltautomatik



Hartmetall-Schneidscheibe, Ø 80 mm DM 340,- Schneidscheiben-Aufnahme DM 34,-