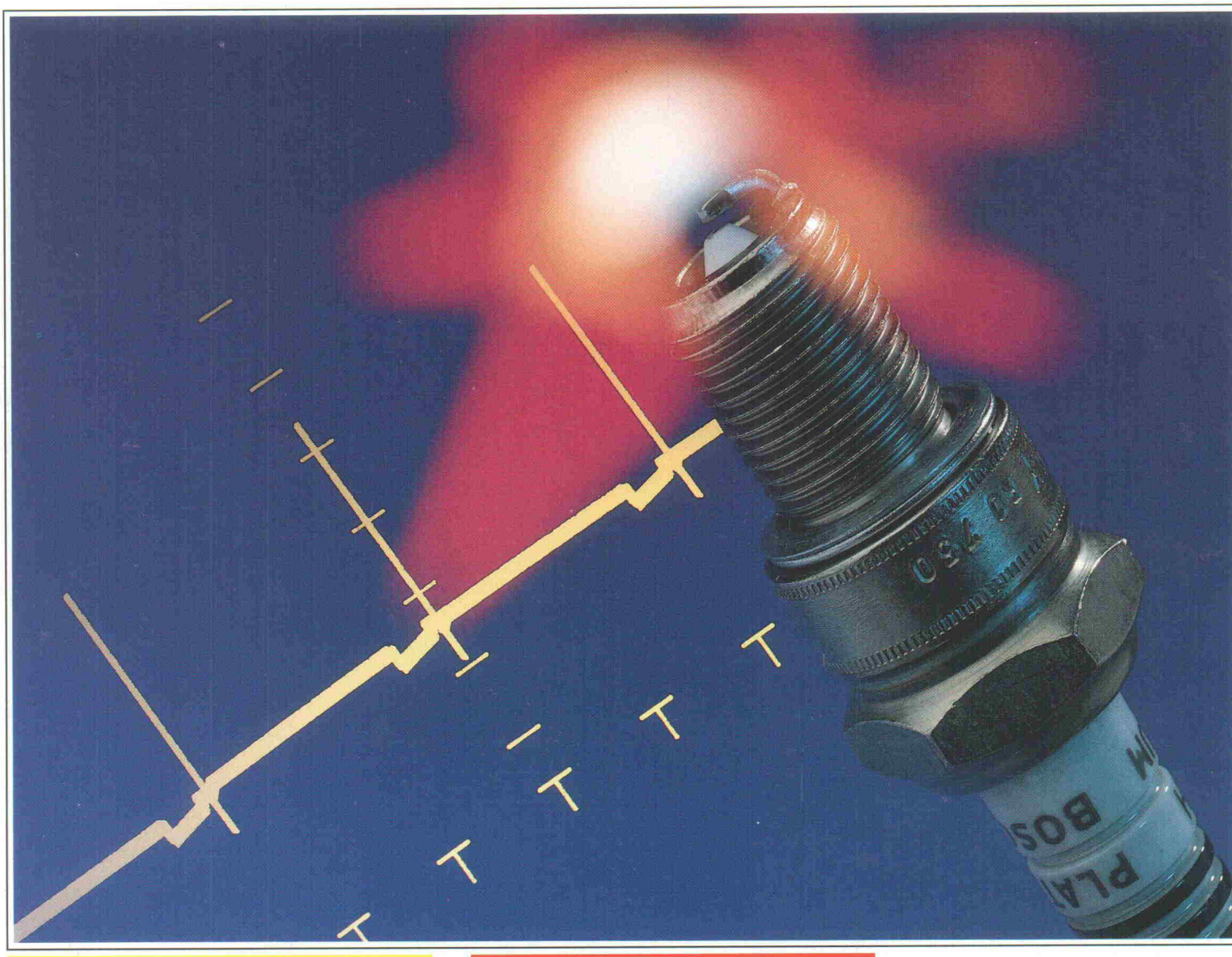
# ELRAD

H 5345 E
DM 6,80
öS 58,- sfr 6,80

Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

2/90



Report: Elektroviskose Flüssigkeiten
Digital-Audio: Das CD-System

Projekte:
Stromversorgung: Service-Ladecenter
Bühne/Studio: Bass-Vorverstärker
Audio: Nf-Scanner
Datenerfassung: Memory-Card-System

Entwicklung:
Software: Einsatz von Analogsimulatoren
Design Corner: Störsichere Datenübertragung mit 74 OL 60XX

# Projekt: Kfz-Diagnose-Oszilloskop

ELRAD Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

# Die HIFI VISIONEN-CDs: Eine außergewöhnliche Edition in perfekter Klang-Qualität für verwöhnte HiFi-Genießer.

## OLDIE-CD 4

1. **Mr. Tambourine Man** The Byrds
2. **Young Girl** Gary Puckett & The Union Gap
3. **San Francisco (Be Sure To Wear Some Flowers In Your Hair)** Scott McKenzie
4. **Turn! Turn! Turn!** The Byrds
5. **It Never Rains In Southern California** Albert Hammond
6. **Hush** Billy Joe Royal
7. **Ginny Come Lately** Albert West
8. **A Day Without Love** The Love Affair
9. **Girls, Girls, Girls** Sailor
10. **Suzanne** Leonard Cohen
11. **Lady Willpower** The Union Gap
12. **When Will I See You Again** The Three Degrees
13. **Don't Be Cruel** Billy Swan
14. **Spinning Wheel** Blood, Sweat & Tears
15. **Unsquare Dance** The Dave Brubeck Quartet

## OLDIE-CD 5

1. **Rainbow Valley** The Love Affair
2. **The Ballad Of Bonnie & Clyde** Georgie Fame
3. **Race With The Devil** The Gun
4. **I Can't Quit Her** Blood, Sweat & Tears
5. **Eight Miles High** The Byrds
6. **Para Los Rumberos** Santana
7. **Wasn't Born To Follow** The Byrds
8. **Lady Of The Dawn** Mike Batt & Friends
9. **Everlasting Love** The Love Affair
10. **Hi-De-Ho** Blood, Sweat & Tears
11. **Thank You (Falettin Me Be Mice Elf Again)** Sly And The Family Stone
12. **Jingo** Santana
13. **Take Five** The Dave Brubeck Quartet

## OLDIE-CD 6

1. **Hold Tight** Dave Dee, Dozy Beaky, Mick & Tich
2. **Hideaway** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
3. **Last Night In Soho** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
4. **Legend Of Xanadu** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
5. **Okay** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
6. **Zabadak** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
7. **Come On And Sing** The Rattles
8. **This Wheel's On Fire** Julie Driscoll With The Brian Auger Trinity
9. **The Sun Ain't Gonna Shine Anymore** The Walker Brothers
10. **Bus Stop** The Hollies
11. **Stop Stop Stop** The Hollies
12. **Carrie Anne** The Hollies
13. **The Seeker** The Who
14. **Sunshine Of Your Love** Cream
15. **White Room** Cream
16. **You Ain't Seen Nothing Yet** Bachmann Turner Overdrive
17. **Ezy Rider** Jimi Hendrix

## OLDIE-CD 7

1. **Pictures Of Matchstick Men** Status Quo
2. **Black Veils Of Melancholy** Status Quo
3. **Universal Soldier** Donovan
4. **Catch The Wind** Donovan
5. **Hey Gyp (Dig The Slowness)** Donovan
6. **Josie** Donovan
7. **Ballad Of Geraldine** Donovan
8. **You Really Got Me** The Kinks
9. **Till The End Of The Day** The Kinks
10. **Nothin' In The World Can Stop Me Worryin' 'bout That Girl** The Kinks
11. **Dedicated Follower Of Fashion** The Kinks
12. **Mr. Pleasant** The Kinks
13. **Dandy** The Kinks
14. **A Well Respected Man** The Kinks
15. **Wonder Boy** The Kinks
16. **Days** The Kinks
17. **Plastic Man** The Kinks
18. **The Israelites** Desmond Dekker
19. **In The Summertime** Mungo Jerry
20. **I'm A Writer, Not A Fighter** Gilbert O'Sullivan
21. **Ooh Baby** Gilbert O'Sullivan
22. **Get Down** Gilbert O'Sullivan
23. **Happiness Is Me And You** Gilbert O'Sullivan

## OLDIE-CD 8

1. **Donna Donna** Donovan
2. **Jersey Thursday** Donovan
3. **Colours** Donovan
4. **Remember The Alamo** Donovan
5. **All Day And All Of The Night** The Kinks
6. **Tired Of Waiting For You** The Kinks
7. **Sitting On My Sofa** The Kinks
8. **Dead End Street** The Kinks
9. **Sunny Afternoon** The Kinks
10. **Waterloo Sunset** The Kinks
11. **Party Line** The Kinks
12. **Village Green** The Kinks
13. **Lola** The Kinks
14. **Apeman** The Kinks
15. **Death Of A Clown** Dave Davies
16. **Build Me Up Buttercup** The Foundations
17. **Night Of Fear** The Move
18. **I Can Hear The Grass Grow** The Move
19. **Flowers In The Rain** The Move
20. **Curly** The Move
21. **Alone Again (Naturally)** Gilbert O'Sullivan
22. **A Friend Of Mine** Gilbert O'Sullivan
23. **Clair** Gilbert O'Sullivan

## OLDIE-CD 9

1. **Jumbo** Bee Gees
2. **Idea** Bee Gees
3. **Sir Geoffrey Saved The World** Bee Gees
4. **Sinking Ships** Bee Gees
5. **Hard To Love You** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
6. **Bend It** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
7. **Don Juan** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
8. **Touch Me, Touch Me** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
9. **The Wreck Of The Antoinette** Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich
10. **Save Me** Dave Dee, Dozy Beaky, Mick & Tich
11. **Johnny Guitar** The Spotniks
12. **The Witch** The Rattles
13. **Fire** The Crazy World Of Arthur Brown
14. **Long Before I Was Born** The Savage Rose
15. **Serenade To A Sweet Lady** Eric Burdon & The Animals
16. **St. James Infirmary** Eric Burdon & The Animals
17. **Sky Pilot** Eric Burdon & The Animals
18. **Anything** Eric Burdon & The Animals
19. **New York 1963 – Amerika 1968** Eric Burdon & The Animals

## OLDIE-CD 10

1. **On A Carousel** The Hollies
2. **Dear Eloise** The Hollies
3. **Jennifer Eccles** The Hollies
4. **Sorry Suzanne** The Hollies
5. **He Ain't Heavy – He's My Brother** The Hollies
6. **The Air That I Breathe** The Hollies
7. **Long Cool Woman** The Hollies
8. **Windmills Of Your Mind** Dusty Springfield
9. **I Close My Eyes And Count To Ten** Dusty Springfield
10. **Son Of A Preacherman** Dusty Springfield
11. **Na Na Hey Hey Kiss Him Goodbye** Steam
12. **Wooly Bully** Sam The Sham And The Pharaos
13. **Hey Joe** Jimi Hendrix
14. **All Along The Watchtower** Jimi Hendrix
15. **Crosstown Traffic** Jimi Hendrix
16. **San Franciscan Nights** Eric Burdon & The Animals
17. **Good Times** Eric Burdon & The Animals
18. **River Deep, Mountain High** Eric Burdon & The Animals
19. **We Love You Lil** Eric Burdon & The Animals

## OLDIE-CD 11

1. **Summer In The City** The Lovin' Spoonful
2. **Daydream** The Lovin' Spoonful
3. **Green Tambourine** Lemon Pipers
4. **Simon Says** 1910 Fruitgum Company
5. **Indian Giver** 1910 Fruitgum Company
6. **Special Delivery** 1910 Fruitgum Company
7. **Yummy, Yummy, Yummy** Ohio Express
8. **Chewy Chewy** Ohio Express
9. **Mercy** Ohio Express
10. **Sweeter Than Sugar** Ohio Express
11. **Oh Happy Day** The Edwin Hawkins Singers
12. **Lay Down (Candles In The Rain)** Melanie (With The Edwin Hawkins Singers)
13. **The Rapper** The Jaggerz
14. **Together** Three Man Army
15. **Dear Mrs. Applebee** David Garrick
16. **Shangri La** The Kinks
17. **In My Chair** Status Quo
18. **Gerdundula** Status Quo
19. **Get It On** T. Rex
20. **Hot Love** T. Rex

## OLDIE-CD 12

1. **I Can Hear Music** The Beach Boys
2. **Good Vibrations** The Beach Boys
3. **Barbara Ann** The Beach Boys
4. **Woman** Peter And Gordon
5. **Good Time Music** The Lords
6. **Glory Land** The Lords
7. **Wild Thing** The Troggs
8. **With A Girl Like You** The Troggs
9. **I Can't Control Myself** The Troggs
10. **Super Girl** Graham Bonney
11. **If You Could Read My Mind** The Spotnicks
12. **Blowin' In The Wind** The Hollies
13. **Tonight Today** Dozy, Beaky, Mick & Tich
14. **Rollin' And Tumblin'** Canned Heat
15. **On The Road Again** Canned Heat
16. **Black Night** Deep Purple
17. **Burning Of The Midnight Lamp** Jimi Hendrix Experience
18. **Foxy Lady** Jimi Hendrix Experience
19. **The Immigrant Lad** Eric Burdon & The Animals
20. **Ring Of Fire** Eric Burdon & The Animals

## OLDIE-CD 13

1. **(The Lament Of The Cherokee) Indian Reservation** Don Fardon
2. **House Of The Rising Sun** The Animals
3. **When A Man Loves A Woman** Percy Sledge
4. **Spanish Harlem** Aretha Franklin
5. **Albatross** Fleetwood Mac
6. **Mellow Yellow** Donovan
7. **Yesterday Man** Chris Andrews
8. **King Of The Road** Roger Miller
9. **Famous Blue Raincoat** Leonard Cohen
10. **Blue Velvet** Bobby Vinton
11. **Sunshine Superman** Donovan
12. **Pretty Belinda** Chris Andrews
13. **Goo Goo Barabajagal (Love Is Hot)** Donovan With Jeff Beck
14. **Black Betty** Ram Jam
15. **The Witch Queen Of New Orleans** Redbone
16. **Mendocino** Sir Douglas Quintet

## Bitte liefern Sie mir folgende HIFI VISIONEN:

| | | | |
|---|---|---|---|
| ☐ | Oldie-CD 4 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 5 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 6 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 7 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 8 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 9 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 10 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 11 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 12 | à DM 35,– | = _____ |
| ☐ | Oldie-CD 13 | à DM 35,– | = _____ |

**zuzüglich DM 3,– für Porto und Verpackung**

Die Auslieferung von HIFI VISIONEN erfolgt nur gegen Zahlungsnachweis. Bitte fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck (Euroscheck) oder den Einlieferungsschein einer Bareinzahlung auf das Konto der Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 4408, bei.

Vor- und Nachname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Datum _____ Unterschrift _____

Coupon an: eMedia GmbH,
Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

EL 2

# Kontakte

In unseren bewegten Zeiten wird viel von deutsch/deutscher Kooperation gesprochen. Sie ist natürlich auch zwischen Fachzeitschriften aus der DDR und der BRD prinzipiell möglich. Elrad-Redakteur Hartmut Rogge besuchte uns in Berlin und bat mich, 'radio, fernsehen, elektronik' an dieser Stelle vorzustellen.

Unsere Fachzeitschrift besteht seit 1952. Gegründet wurde sie damals als 'Deutsche Funk-Technik', ab 1954 hieß sie 'Radio und Fernsehen'. Dem damaligen Stand der Elektronik entsprechend, beschäftigte sie sich vornehmlich mit Fragen der Rundfunk- und Fernsehtechnik, der dazugehörigen Meßtechnik und schließlich mit der Applikation elektronischer Bauelemente, also Röhren und später Halbleiter-Bauelementen, der Entwicklung folgend. Gegen Ende der 60er Jahre gewannen gerade die neuen Halbleiter großen Einfluß auf die Entwicklung der Elektronik und damit auf viele Bereiche der Wirtschaft. Es erfolgte weltweit der Übergang vom analogen zum digitalen Schaltungsprinzip, der heute noch nicht beendet ist. Diesem Trend trug unsere Redaktion bereits frühzeitig Rechnung und erweiterte das klassische Themenprofil in Richtung der Digitaltechnik; die Zeitschrift heißt seit 1968 'radio, fernsehen, elektronik'.

Mit dieser Umbenennung wurde die Erweiterung auf die gesamte Elektronik, auch außerhalb der Unterhaltungselektronik, ohne diese auszuschließen, angedeutet. Seit Mitte der 70er Jahre beschäftigen wir uns verstärkt mit Problemen der Mikrorechentechnik und der Hardware der Computertechnik.

Wollen wir unser heutiges Themenspektrum umreißen, so muß an erster Stelle die Applikation moderner elektronischer Bauelemente genannt werden. Dazu gehören

- die Beschreibung integrierter diskreter Bauelemente
- die Heimelektronik
- die Meßtechnik
- die Mikrorechentechnik und die Computertechnik (Hardware und Beschreibung von sinnvollen Erweiterungen vorhandener Geräte).

Darüber hinaus gehören zu unserem ständigen Themenbereich Fragen der Zuverlässigkeit elektronischer Schaltungen, Berichte über Messen und andere wichtige Veranstaltungen, die von Mitgliedern unserer Redaktion besucht wurden, und Betrachtungen über den Stand und die Entwicklungstendenzen elektronischer Geräte und Bauelemente.

Da wir eine Fachzeitschrift in der DDR und vornehmlich für DDR-Leser herausgeben, sind auch unsere Themen vor allem unter dem Gesichtspunkt der DDR-Elektronik gewählt. Dabei wird seitens der Redaktion großer Wert auf die konkrete Beschreibung funktionsfähiger Schaltungen gelegt, ohne aber Bauanleitungen einschließlich Leiterbilder zu liefern. Vielmehr soll der Leser durch den Fachartikel befähigt werden, die beschriebene Problemlösung zu erkennen und sie, möglicherweise modifiziert, anzuwenden.

Unser Leserkreis rekrutiert sich aus allen an der Elektronik interessierten Leuten: Ingenieure der Industrie, der Hoch- und Fachschulen sowie anderen Forschungseinrichtungen, aber auch aus Amateuren, die über ein solides Fachwissen verfügen. Mit unserer Auflage von knapp 100 000 Exemplaren monatlich erreichen wir zur Zeit jeden Elektroniker in der DDR, die Mehrfachnutzung eines jeden Heftes vorausgesetzt.

Mit den Veränderungen in unserem Staat ist auch unser Interessenfeld größer geworden. Wir gingen in der Vergangenheit relativ selten auf konkrete ausländische Produkte detailliert ein. Das kann sich künftig dahingehend ändern, daß wir produktbezogen informieren, sofern die DDR-Wirtschaft davon partizipieren kann.

Wir erhoffen eine fachliche Kooperation mit Elrad, die für beide Seiten vorteilhaft ist.

**Wolfgang E. Schlegel**

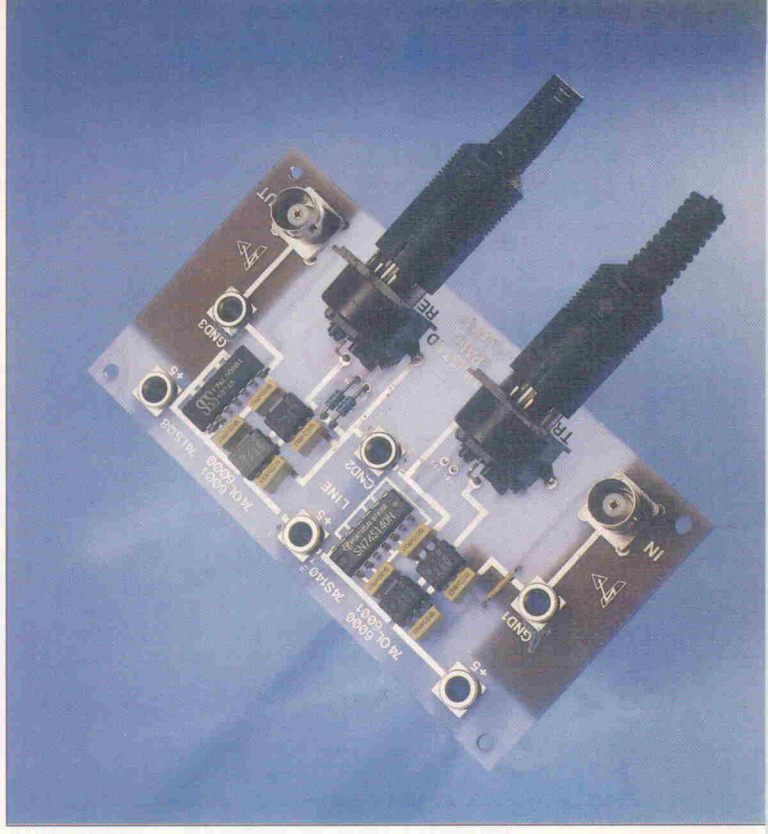
Verantwortlicher Redakteur der Zeitschrift 'radio, fernsehen, elektronik'.

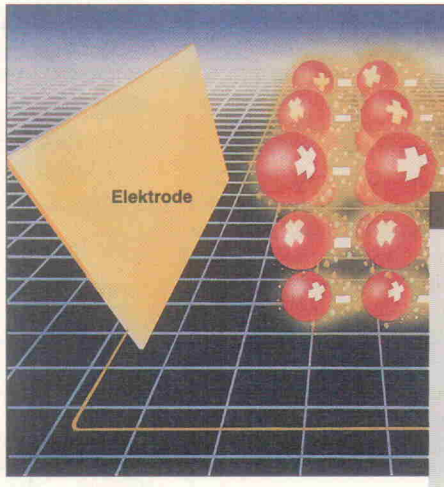
Bühne & Studio

## Bass Port

Was den akustischen Musikinstrumenten der Korpus, ist den elektrischen Instrumenten der Verstärker. Die Schleifscheibe für den Klang. Und genau wie jedes akustische Instrument sein klangspezifisches Gehäuse hat, sollte jeder Musikverstärker seinen instrumentenspezifischen Schaltungsaufbau besitzen. Unseren Vorschlag für einen Bassvorverstärker finden Sie auf

**Seite 50**






Report

## Elektroviskose Flüssigkeiten

Elektroviskosität ist die Eigenschaft bestimmter Flüssigkeiten, im Einfluß eines elektrostatischen Feldes ihre Zähigkeit zu ändern. Bekannt ist dieser Effekt seit langem — technische Bedeutung bekommt er vielleicht morgen.

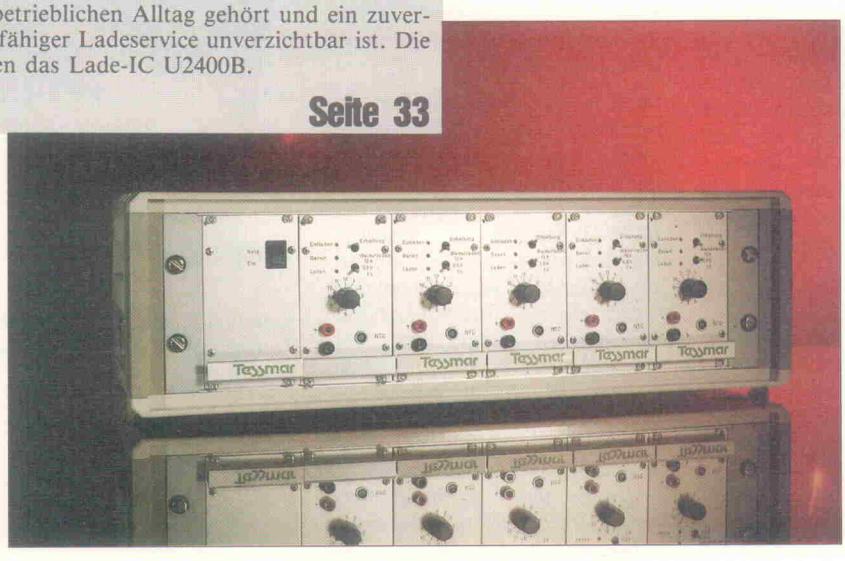
**Seite 25**

Stromversorgung

## Lade-Center

Mit zunehmendem Einsatz von wiederaufladbaren Batterien steigt der Bedarf an vielseitigen Ladegeräten. Elrad stellt ein modular aufgebautes, stationäres Akku-Ladecenter vor, das sich bei hohem Ausbaugrad zum Beispiel für größere Firmen eignet, in denen die Kommunikation über Handfunkgeräte zum betrieblichen Alltag gehört und ein zuverlässiger, leistungsfähiger Ladeservice unverzichtbar ist. Die Module verwenden das Lade-IC U2400B.

**Seite 33**




Audio

## Das CD-System (7)

Die digitale Verarbeitung von Audiosignalen macht insbesondere durch die Weiterentwicklung der Elektronik für CD-Abspielgeräte rasche Fortschritte. Die vorliegende letzte Folge über das CD-System beleuchtet Grundprobleme der D/A-Wandlung; die Upsampling-Techniken und andere Digitaltricks werden umfassend dargestellt.

**Seite 76**

# Inhaltsverzeichnis

Design-Corner

## Optologic

Serieller Datenverkehr über mehrere hundert Meter mit verdrilltem Klingeldraht: kein Problem mit einer neuen IC-Familie, bei der ein Optokoppler 'on chip' für rigorose Trennung sorgt. Wer mit Hilfe dieser neuen Schaltungstechnik die Lösung seiner Datentransferprobleme zu finden hofft, findet nicht nur die Applications, sondern auch das Entwicklungskit: Design Corner.

**Seite 70**

Audio

## Der NF-Scanner (3)

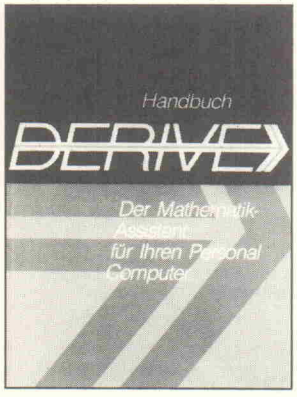
Beginnend mit der letzten noch zur Frontplatine gehörenden Einheit, der Kanalanzeige, beschäftigt sich die dritte Folge über den gleichspannungsgesteuerten Vorverstärker schwerpunktmäßig mit den Audiostufen. Hierzu zählen die Eingangsstufen mit den Phones-Treibern, der eigentliche Kopfhörerverstärker, der Line-Verstärker mit dem Line-Filtermodul sowie der Busplatine, auf die die Audiostufen gesteckt werden.

**Seite 63**

Software

## de · rive [di'raive]

herleiten (von),
zu'rückführen auf




Der Autor der Elrad-Mathe-Serie hat sich ein Mathematik-Expertensystem gleichen Namens angesehen. Einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit dieser Software gibt der Artikel auf

**Seite 40**

Titelstory

## AutoScope (1)

Oszilloskope gehören nach wie vor zu den begehrtesten und vielseitigsten Meßgeräten in der Elektronik. Nur wenige Spezialisten benötigen an ihre Arbeit angepaßte Varianten. In der Kfz-Meßtechnik sind dies, neben einem großen Schirm, einige wenige x- und y-Ablenkkoeffizienten. Sie müssen den besonderen Bedürfnissen entsprechen und sollten leicht bedienbar sein. Mit dem AutoScope, das diese Anforderungen voll erfüllt, kann die gesamte Kfz-Elektrik praxisnah gewartet werden.

**Seite 18**


| | Seite |
|---|---|
| **Editorial** | 3 |
| **Briefe** | 6 |
| aktuell | |
| **Labor & Service** | 9 |
| **Löten** | 9 |
| **Hardware** | 10 |
| **Bauelemente** | 12 |
| **Halbleiter** | 12 |
| **Software** | 13 |
| **Firmenschriften & Kataloge** | 14 |
| **Opto-Elektronik** | 16 |
| **Produktion** | 17 |
| Kfz-Meßtechnik | |
| **AutoScope** | 18 |
| Report | |
| **Elektroviskose Flüssigkeiten** | 25 |
| Meßwerterfassung | |
| **Datenlogger 535 (2)** | 29 |
| Stromversorgung | |
| **Lade-Center** | 33 |
| Software | |
| **Derive** | 40 |
| Software | |
| **Simulieren vs. Löten** | 42 |
| Bühne & Studio | |
| **Bass Port** | 50 |
| Die Elrad-Laborblätter | |
| **Motorsteuerungen** | 55 |
| Audio | |
| **NF-Scanner (3)** | 63 |
| Design Corner | |
| **Optologic** | 70 |
| Mathematik | |
| **Irrationale Funktionen** | 74 |
| Audio | |
| **Das CD-System (7)** | 76 |
| **Bücher** | 84 |
| Arbeit und Ausbildung | |
| **Schule für Rundfunktechnik** | 86 |
| **Elektronik-Einkaufsverzeichnis** | 89 |
| **Die Inserenten** | 93 |
| **Impressum** | 93 |
| **Dies & Das** | 94 |
| **Vorschau** | 94 |

## Zum Bytebrenner

Das EPROM-Programmiergerät aus Elrad Heft 1/88 erfreut sich trotz gemächlicher 'Brenngeschwindigkeit' immer noch einer erstaunlichen Beliebtheit. Letzte 'Systemmängel' können durch das im folgenden beschriebene 'Upgrade' behoben werden.

Für den Eprom-Brenner aus Elrad 1/88 möchte ich einige Änderungen vorschlagen, die es der treibenden Software ermöglichen, den Reset- und Programmiertaster fernzusteuern und nebenbei auch noch festzustellen, welcher EPROM-Typ mit dem Kodierstecker ausgewählt wurde. Dazu ist – außer einer Software-Änderung – nicht mehr nötig, als zwei Widerstände und einige Zentimeter Schaltdraht.

Vorerst aber ein paar Bemerkungen zum Brenner an sich:

Als Spannungsregler IC10 kann man auch einen LM317T im TO-220-Gehäuse verwenden. Der ist leichter erhältlich und mitunter billiger.

Ähnlich sieht es mit dem UART aus: Wenn man von GI (General Instruments) noch eine UART AY-5-1013A in der Bastelkiste hat (so wie ich), kann man diesen auch einsetzen. Das P-Kanal Nitrid-Substrat dieses Chips braucht allerdings noch –12 V, die an Pin 2 einzuspeisen sind (dieser Pin ist beim vorgesehenen AY-3-1015 unbeschaltet). Die Spannung kann man getrost an Pin 6 des MAX 232 (IC8) abholen, auch wenn es in der Tat nur –10 V sind – das reicht. Übrigens sind die UARTs IM6403 (Intersil – braucht keine –12V) und TR1602 (Western Digital – braucht –12V an Pin 2) voll verträglich. Letztere kann man vielleicht noch einem eingemotteten TRS-80 oder kompatiblen entreißen.

Für den Kodiersockel bietet sich ein 20poliger Textool an, denn 18polige sind fast nicht erhältlich; 20polige sind aber wegen ihrer Verwendung in PAL-Programmiergeräten wieder eine übliche Größe. Wenn man das teure Stück eh zunächst auf eine IC-Fassung lötet, stören die beiden überzähligen Beinchen nicht. Man kann sie sogar recht sinnvoll einsetzen, dazu unten mehr.

Die Leitungen TxD (Transmit Data) und RxD (Receive Data) sind übrigens gleich so den Anschlüssen 2 und 3 der 25poligen Buchse zugeordnet, daß ein 1 zu 1 durchverbundenes Kabel vom PC zum Burner die Daten zu den richtigen Anschlüssen leitet. Ein Kreuzschalter zum Vertauschen von RxD und TxD wäre zwar vielseitiger, man kann aber gegebenenfalls die Drahtbrücken zu diesen Anschlüssen über Kreuz löten.

Zum Anschluß an einen PC, der üblicherweise Hardware-Handshake auf der seriellen Schnittstelle fährt, kann man auf der Lötseite gleich die Pins 4 (RTS) und 5 (CTS) der Sub-D-Buchse mit einem Drähtchen verbinden, ebenso Pin 6 (DSR) mit Pin 8 (DCD) und 20 (DTR). Dann schüttelt sich der PC selbst die Hand. Es wird vom Burner ja ohnehin ein spezielles 'Software'-Protokoll gefahren. Die Ansteuerung der Schnittstelle kann jetzt über den Softwareinterrupt 14h erfolgen. Programmiert man den Schnittstellenbaustein 8250 im PC 'zu Fuß', so können die Handshake-Leitungen zur Steuerung des EPROM-Brenners herangezogen werden:

Anstelle der obengenannten Drahtbrücken verbindet man dann z.B. Pin 4 (RTS) mit dem Eingang 13 des einen freien TTL-Umsetzers im MAX232 (IC8). Den zugehörigen TTL-Ausgang (Pin 12) legt man über einen 100-Ω-Schutzwiderstand an die Eingänge 12 und 13 von IC5 und kann im folgenden den Reset mit dem Hostrechner ausführen.

Wie aber den Programmiertaster simulieren, wenn man keinen weiteren freien TTL-Umsetzer hat (nur einen für die 'Gegenrichtung') und auch keinen weiteren investieren will? Mit etwas Tücke läßt sich das sehr wohl bewerkstelligen: An Pin 9 des MAX232 (IC8) wird das einkommende serielle Signal abgegriffen und mit einem Schutzwiderstand (100...330 Ω) auf Pin 9 von IC4 geführt. An diesem Data-Eingang des FlipFlops stört es nicht, da im Betrieb kein Taktsignal an Pin 11 anliegt, das heißt, die Reset-Taste nicht gedrückt wird. Wenn die Software allerdings vor dem Schreib- oder Lesebetrieb ein Null-Byte an den Eprommer schickt, liegt für eine Millisekunde (bei 9600 Baud, 8 Bit, 1 Stop-Bit, No Parity) über diesen Widerstand ein Low-Pegel am Data-Eingang an, und die Software kann – in aller Ruhe – in der oben beschriebenen Weise über RTS ein Reset-Signal an den Eprommer schicken. Die Folge ist, daß der Eprommer in den Programmiermodus schaltet!

Jetzt fehlt nur noch eine Möglichkeit für die Software, den verwendeten Epromtyp zu erkennen. Diese Information kann aber der Kodierstecker besorgen – sofern man einen 20poligen benutzt und auf die zwei noch freien Anschlüsse zurückgreifen kann. Da sich die EPROM-Kapazitäten mit steigender Typen-Nummer verdoppeln, braucht man nur aufzupassen, wann das nächsthöhere Adreßsignal auf 'H' springt, also die Adreßleitung, die zum Schreiben des jeweiligen ROMs gerade nicht mehr benötigt wird (z.B. A13 bei einem 2764; denn 2 hoch 13 ist gerade 64 KBit). Dieses Adreßsignal verdrahtet man jeweils auf dem Kodiermodul zu einem der freien Pins und vom Kodiersockel zum Eingang des letzten freien Umsetzers des MAX232 (Pin 11 von IC8), vom Ausgang (Pin 14 von IC8) weiter nach CTS (Pin 5 des DB25). Jetzt kann es der Rechner überprüfen.

Aufmerksame Leser haben die zwei Fallstricke bemerkt: Ein A16 gibt es nicht, d.h., die Abfrage funktioniert beim größten EPROM (27512) nicht mehr. Das ist aber kein Problem, denn nach 64 K kann sich das Programm denken, daß ein 27512 in der Fassung stecken muß, weil noch kein CTS-Pegelwechsel bemerkt wurde – und terminieren. Die zweite Falle ist auch leicht behoben: A12 wird bislang gar nicht zum Kodiersockel geführt. Da unser 20poliger aber noch immer ein freies Beinchen hat, legen wir es kurzerhand von Pin 3 des IC3 dorthin. Jetzt ist unser Eprommer voll unter Rechnerkontrolle – auch in Sachen Programmierdauer.

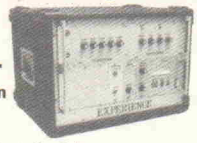
Auch die läßt sich auf einem PC sogar in Hochsprache festlegen, unabhängig von Taktrate und Leistungsklasse des Modells: Die Speicherzelle 40:6C wird durch den vom Timerchip

```
#define DUMMY      0

#define DTR      0x01
#define RTS      0x02
#define CTS      0x10
#define THRE     0x20
#define TEMPT    0x40
#define DLAB     0x80

#define DELAY(N) {int i; for (i=0; i<N; i++);}
#define ENDSIG ((inp(port+6) & CTS)  ? 1 : 0)

static unsigned int port;

void mode(int com,int baud,int bits,int stops,int parity)
{
static unsigned int  far *comv   = (unsigned int  far *)0x00400000;
        int p=0;
        if (toupper(parity)=='E') p=0x18;
        if (toupper(parity)=='O') p=0x08;
        while (com-- > 1) comv++;  port=*comv;
        outp (port+3,DLAB);
        outp (port+0,(115200 / baud ) & 0xff);
        outp (port+1,(115200 / baud ) >>   8);
        outp (port+3,bits-5 | stops-1 << 2 | p); /* 8 bit 1 stop noparity */
        outp (port+1,0x00); /* no interrupts by COMn */
        inp(port); /* dummy */
}
void send(int one) {
 while (!(inp(port+5)&THRE) ); outp(port,one); }

int receive(void) {
 while (!(inp(port+5)& DTR)); return inp(port); }

void resetkey() {
 outp(port+4,RTS); outp(port+4,  0); }

void progmode() {
 outp(port+4,0); send(0); DELAY(20); outp(port+4,RTS);
 while (!(inp(port+5)&TEMPT)); DELAY(20); outp(port+4,0); }

void writebyte(int next) {
unsigned long tick,tock;
static unsigned long far *ticker = (unsigned long far *)0x0040006c;
 tock = *ticker; while (tock==*ticker); DELAY(100); send (next);
 tick = *ticker; while (tick==*ticker); receive();
 send(DUMMY); receive(); }

int readbyte(void) {
int next;
 send (DUMMY); next=receive(); send (DUMMY); receive(); return next;}
```

**Die wesentlichen Teile zur Portprogrammierung der seriellen Schnittstelle am PC. Das komplette Programm kann als Quell-Code beim Entwickler bezogen werden.**

## Aktuell ● Preiswert ● Schnell — Original-*ELRAD*-Bausätze mit Garantie

**Instrumenten-Verstärker-System**
**Lagerräumung!**
(nur solange Vorrat reicht)



**Sonderposten** ähnlich Bild **DM 999,–**

**Instrumenten-Verstärker-System**
19" Rack-Version, bestückt mit:
Mono-Röhrenendstufe, Sinus 120 W (Musik 170 W), 4/8/16 Ohm
Röhrenvorverstärkermodul, Soundäquivalent: Jim Kelly
Röhrenvorverstärkermodul, Soundäquivalent: Marshall Lead
Aktiv Insert, Effektgeräteeinschleifmöglichkeit mit Kopfhörerausgang, Chorusmodul und Control-Board

| *ELRAD* 1/1990 | Bs. | Pl. |
|---|---|---|
| Daten Logger inkl. Eprom | 189,90 | 64,00 |
| RIAA direkt | 54,90 | 18,00 |
| Antennenmischer inkl. Geh/Netzteil | 129,00 | 18,00 |
| ELISE, CPU-Adapter | 15,90 | 6,00 |
| ELISE, Erweiterung | 72,00 | 69,00 |
| NF-Scanner, Frontplatte | 249,90 | 89,00 |
| NF-Scanner, Led-Ausst. (2x) | 11,40 | 4,00 |
| NF-Scanner, Übersteuerung (2x) | 53,60 | 36,00 |

**Wir halten zu allen neuen Bauanleitungen aus Elrad, elektor und Elo die kompletten Bausätze sowie die Platinen bereit!**
**Fordern Sie unsere Liste Nr.: 02/90 gegen frankierten Rückumschlag an!**

| *ELRAD* 12/89 | Bs. | Pl. |
|---|---|---|
| Leuchtlaufschrift, CPU inkl. Akku/Eprom | 199,00 | 23,10 |
| Leuchtlaufschrift, Anz. m. Spezial-Led's | 259,00 | 128,00 |
| Leuchtlaufschrift, Tastatur | 112,00 | 18,20 |
| NF-Scanner, Netzteil | 79,90 | 14,70 |
| Universal-Meßadapter für C64 | 25,30 | 25,00 |
| Atomgenauer-DCF 77-Empfänger | 66,70 | 32,00 |
| Dynamic Ltd. ★ Compressor/Limiter | 132,00 | 22,40 |
| Signalprozessor-Entwickl.-Sys./Interface | 99,50 | 64,00 |
| SESAM, Signal-Proz.-Entwickl.-Sys. | 699,00 | 64,00 |
| Universal Interface für Atari ST | 69,90 | 56,00 |
| U/f-D/A Karte für PC's | 389,90 | 78,00 |
| 2-Kanal-Hallgerät oh. Geh/Hall | 146,00 | 43,50 |

**Diesselhorst Elektronik Vertriebs GmbH**
**Hohenstaufenring 16**
**4950 Minden**
**Tel. 05 71/5 75 14**
**FAX: 05 71/5 80 06 33**
**Btx: 05 71/5 80 01 08**

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

Vertrieb für Österreich:
**Fa. Ingeborg Weiser**
Versandhandel mit elektronischen Bausätzen aus Elrad
Schembergasse 1 D,
1230 Wien, Tel. 02 22/886 3 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). Bauteileliste, Bausatzliste, Gehäuseliste anfordern gegen je DM 2,50 in Bfm.

## ● RÖHREN- UND TRANSISTORVERSTÄRKER ● STUDIOTECHNIK ●

**Parallel-Push-Pull Stereoendstufe aus elrad 12/88 und 1/89 mit hervorragenden Klangeigenschaften, Komplettbausatz alle elektronischen und mechanischen Bauteile einschließlich Chassis, verbesserte Version ... DM 2500,—**

**„Röhrling" — Röhrenvorverstärker — Komplettbausatz**
alle Teile mit Platinen und Gehäuse aus elrad 7-8/89 — DM 1980,—
**Netzteilbausatz**, alle Teile mit Platinen und Gehäuse — DM 1100,—
Einzelteile, Materialsätze und Platinen siehe Lagerliste.

**Röhrenverstärker und Übertrager für Studio- und Röhren-HiFi-Geräte aus eigener Entwicklung und Fertigung.**
Alle Materialsätze werden nur in bester Industriequalität geliefert. Widerstände 1% Metallschicht, Epoxyplatinen bestückungsfertig gebohrt mit Lötstoppmaske und Bestückungsdruck, 70 µm Cu verzinnt, Rastpotis, Metalloxidwiderstände, usw.

| | | |
|---|---|---|
| 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,— |

Bauteile, Spezialtrafos und Übertrager sind in der Lagerliste enthalten. Die Datenblattmappe Ausgabe Januar 1990 über Spezialtrafos, Übertrager, Drosseln und Audiomodulen ist gegen eine Schutzgebühr von DM 10,— zuzüglich DM 2,— Versandkosten in Briefmarken o. Überweisung auf Postscheckkonto Stuttgart 205679-702 erhältlich (Ausland DM 4,—).

**— unser Name steht für Qualität**

**HiFi-Bausätze**

**Vorverstärker „Röhrling"**

| | |
|---|---|
| Entzerrer | DM 100,— |
| Line-Verstärker | DM 120,— |
| Kopfhörerverstärker | DM 140,— |
| Ausgangsverstärker | DM 150,— |
| Relaisplatine Vorderband | DM 150,— |

**HiFi-Endstufe „Black Devil"**

| | |
|---|---|
| 50-W-Endstufe „Black Devil"/„Car Devil" | DM 79,— |
| Stereo-Netzteil ohne Netztrafo | DM 127,— |
| Netztrafo NTT-2 | DM 85,— |
| Line-Vorverstärker „Vorgesetzter" | DM 175,— |
| Steckernetzteil dazu, fertig montiert | DM 38,— |

**Originalplatinen bitte extra bestellen, sind nicht im Bausatzpreis enthalten.**

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

**EXPERIENCE electronics** Inh. Gerhard Haas
**Weststraße 1 · 7922 Herbrechtingen · Tel. 0 73 24/53 18**

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

# Die billige Kopie aus Taiwan kann langfristig sehr teuer werden.

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

**Überzeugende Technik zum attraktiven Preis.**

**EMCO** Sudetenstr. 10 · Postfach 1165
8227 Siegsdorf / Oberbayern
Tel. (0 86 62) 6 66-0 · Fax (0 86 62) 1 21 68

**Technische Daten: EMCO FB-2**

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

**Anforderungscoupon:** Ausfüllen und schicken an:
**EMCO** Maier · 8227 Siegsdorf · Postfach 1165 · Tel. (08662) 6 66-0
Bitte schicken Sie mir Informationsmaterial über:
☐ EMCO Compact 8 ☐ EMCO FB-2
8/1/90
Absender: _____
_____
Telefon: _____

**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 |

Maschinenabbildungen teilweise mit Zubehör.

# ELRAD IN DIE DDR

**Schnelle und problemlose Lieferung jetzt möglich**

Verschenken Sie ein Jahr lang Know-how frei Haus. Das Geschenk-Abo in die DDR kostet nur DM 71,40.

Füllen Sie den Coupon aus und schicken Sie ihn an den Verlag Heise GmbH & Co KG, Zeitschriftenvertrieb, Postfach 610407, 3000 Hannover 61

## ELRAD SCHENKEN

Ja, ich möchte das Magazin *ELRAD* in die DDR verschenken. Für dieses Geschenkabonnement bezahle ich einschließlich Frei-Haus-Lieferung für 12 Ausgaben jährlich nur 71,40 DM.

**Meine Adresse als Besteller** | **Adresse des Abo-Empfängers**

Name, Vorname | Name, Vorname

Straße, Nr. | Straße, Nr.

PLZ, Wohnort | PLZ, Wohnort

**Dauer des Abonnements:**

☐ Mindestens 12 Ausgaben. Das Abonnement verlängert sich um ein Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

☐ limitiert auf 12 Ausgaben

**Schicken Sie eine Geschenkurkunde**

☐ an mich zur persönlichen Übergabe ☐ direkt an den Empfänger

**Ich bezahle das Abonnement**

☐ nach Erhalt der Rechnung ☐ per Bankeinzug

Konto-Nr. BLZ

Geldinstitut

Datum, 1. Unterschrift

**Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von acht Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Ich bestätige die Kenntnisnahme des Widerrufrechts durch meine 2. Unterschrift.**

Datum, 2. Unterschrift

EL2/90



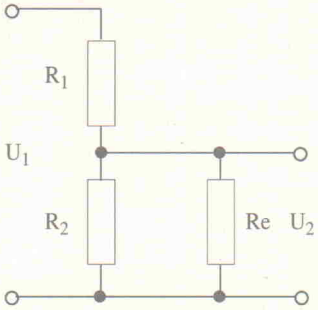

8253 alle 54 Millisekunden ausgelösten Interrupt bzw. dessen Serviceroutine inkrementiert. Man wartet also einen Wechsel des Inhalts dieser Speicherzelle ab, schickt das erste Byte, wartet einen zweiten Wechsel ab, empfängt und schickt das nächste Byte. Die überzähligen Millisekunden tun dem EPROM nicht weh; 10 Prozent Toleranz läßt jeder Hersteller laut Datenblatt zu! Da ein Abdruck der kompletten Software den Rahmen dieses Briefes sprengen würde, sind nur die wesentlichen Teile zur Portprogrammierung der seriellen Schnittstelle am PC beigefügt. Das Programm kann ausführbar und als C-Quell-Code bei mir gegen Rückporto bezogen werden.

Walter Speth
Pariser Str. 4-6
5300 Bonn 1

### Krumme Sachen

Im Artikel 'Aufmacher', Heft 10/88, wurde im Kasten 'Krumme Sachen' die Kennlinie eines belasteten Potentiometers abgedruckt, die es offensichtlich in sich hat – sie ist nämlich falsch.

Manchmal ist es zweckmäßig, wenn man eine einfache und übersichtliche Berechnungsformel für das belastete Potentiometer zur Hand hat. Der Vollständigkeit halber wird sie auch gleich abgeleitet.




$R_1+R_2=R$ Potentiometerwiderstand

$\frac{R_2}{R} = \varphi$ Schleiferposition (0...1)

$\varphi$ gibt gleichzeitig den Bruchteil der Eingangsspannung an, der am unbelasteten Ausgang zur Verfügung steht.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{R_2Re}{R_2+Re}}{R_1+\frac{R_2Re}{R_2+Re}} = \frac{R_2Re}{R_1(R_2+Re)+R_2Re}$$

$R_1$ wird durch $R-R_2$ ausgedrückt.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2Re}{(R-R_2)(R_2+Re)+R_2Re} = \frac{R_2Re}{RR_2+RRe-R_2^2-\cancel{R_2Re}+\cancel{R_2Re}}$$

Zähler und Nenner werden durch $R^2$ dividiert

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{R_2}{R} * \frac{Re}{R}}{\frac{R_2}{R} - \frac{R_2^2}{R^2} + \frac{Re}{R}}$$

und mit

$$\frac{R_2}{R} = \varphi$$

ergibt das

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\varphi - \frac{Re}{R}}{\varphi - \varphi^2 + \frac{Re}{R}}$$

Subtrahiert man hiervon noch $\varphi$, so ist der durch Re hervorgerufene Fehler in Prozenten

$$\Delta U = \left(\frac{U_2}{U_1} - \varphi\right) * 100\ (\%)$$

Otto Groß
5 Köln 80

### Midi-Mode

Elrad 11/89, Master-Keyboard/Controller

Die Betriebssoftware wurde um eine 'After-Touch'-Funktion erweitert. Schon ausgelieferte Original-EPROMs werden gegen Rückporto umgebrannt.

### Dynamic Ltd.

Elrad 12/89, Compressor/Limiter

Im Layout und der Bestückung haben sich insgesamt drei Fehler eingeschlichen. Der schwerwiegendste ist die gemeinsame Verbindung von R29, R30 und R31; an dieser Stelle muß die Verbindung zu R29 aufgetrennt werden. Weiterhin fehlen im Bestückungsplan unter R29 RV3 sowie unter IC5 C12.

### SESAM (4)

Elrad 11/89 ff, DSP-System für ATARI ST

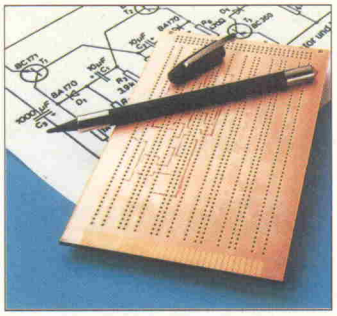
Eigentlich sollte in dieser Ausgabe die A/D-Wandlerkarte des Systems beschrieben werden, aus technisch-redaktionellen Gründen wurde der Artikel aber auf das Heft 3/90 verschoben.

## Labor und Service

### DMM mit Kapazitätsmessung

Neben den üblichen Standardmeßbereichen sowie Dioden- und Durchgangstest verfügt das 3,5-stellige Digitalmultimeter GDM-8034 G von Good Will über fünf Kapazitätsmeßbereiche von 1999 pF bis 19,99 µF. Bei der C-Messung

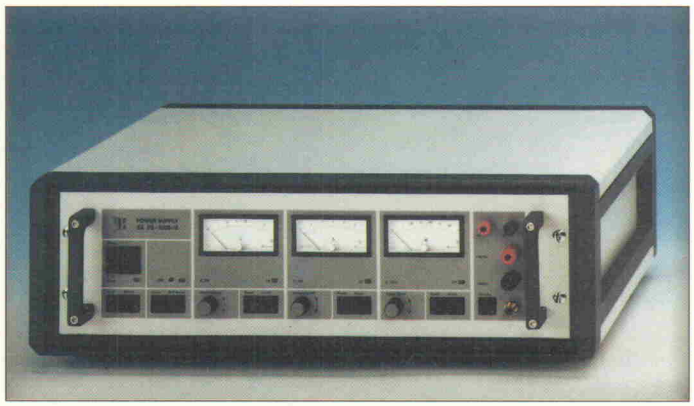
liegen die Fehlergrenzen unter 2 %, während in den anderen Bereichen ein DC-Klassenfehler von weniger als 0,5 % eingehalten wird. Das Gerät wird von Dynatrade, Erkrath-Hochdahl, vertrieben und kostet DM 444,60 inkl. MwSt.



### Prototypen

Kinderleicht, verspricht die Bremer Firma Bicc-Vero, wird die Herstellung von Leiterplattenprototypen mit dem neuen Pro Layoutset, da sowohl das Bohren von Löchern sowie ein genaues Anordnen der Lochumrandungen entfallen.

Zum Set gehören neben der Leiterplatte noch ein säureresistenter Stift, 200 g Eisen-III-Chlorid, 1 Paar Plastikhandschuhe, ein Layoutvordruck sowie eine ausführliche Gebrauchsanleitung. Mit dem Stift wird das Layout vom Vordruck auf die Leiterplatte übertragen. Anschließend wird die Platine etwa 15 Minuten in der $Fe_2O_3$-Lösung geätzt, danach abgespült und ist damit für die Bestückung vorbereitet.



### Zeigt Leistung

Bei den bisher üblichen Labornetzgeräten beschränkte sich die Regelung der Ausgangsgrößen auf Strom und Spannung. Bei der neuen Labornetzgeräte-Serie PS-6000 von OmniRay, Nettetal, wurde zusätzlich eine Leistungsregelung vorgesehen, so daß es nun möglich ist, empfindliche Verbraucher sicher vor einer Zerstörung zu schützen. Zugleich informiert das Gerät jederzeit über die Leistungsaufnahmen des angeschlossenen Verbrauchers.

In der Standardversion erfolgt die Anzeige von Spannung, Strom und Leistung auf drei Analoginstrumenten, Geräte mit 3,5-stelliger LCD-Anzeige sind jedoch ebenfalls erhältlich. Die PS-6000-Serie deckt den Leistungsbereich von 150 W bis 32 kW ab und ist serienmäßig mit Sense-Eingängen zur Fernsteuerung und optionell mit IEEE-Schnittstelle zur Fernprogrammierung ausgestattet.

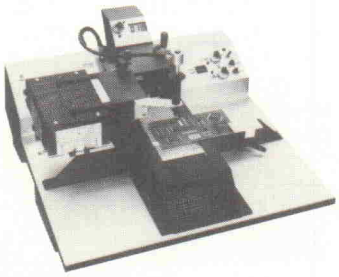
## Löttechnik

### µP-gesteuerte Lötstation

High-Tech-Löten verspricht die neue prozessorgesteuerte Lötstation Ersa CPS 60.1. Neben programmierbaren Sollwerten, zwei Regelparametersätzen, einer Stand-by Funktion und weiteren Ausstattungsmerkmalen bietet das Gerät auch eine Schnittstellenoption, über die bis zu 16 weitere Lötstationen an eine Workstation angeschlossen werden können.

Die Eingabe der Werte und Parameter erfolgt über sechs Folientasten, wobei eine 4stellige Siebensegment-Anzeige und fünf Status-LEDs die Bedienerführung übernehmen. Alle eingestellten Werte werden beim Abschalten automatisch in einen internen, nicht flüchtigen Speicher übernommen und bleiben damit dem Anwender verfügbar.

Passend zur Lötstation liefert Ersa den neuen 60-Watt-Lötkolben CTA 60, der innerhalb von 20 Sekunden seine Betriebstemperatur von 300°C erreicht. Diese kurze Anheizzeit sichert auch — in Verbindung mit einer klemmstellenkompensierten Thermoelement-Messung — schnelles und überschwingfreies Regelverhalten.



### Reflow-Lötsystem

Die Münchner Knürr AG stellt mit ihrem IRR 650 ein neuartiges Infrarot-Lötsystem vor, das für alle Aufgaben in Labor, Fertigung und Service geeignet ist. Neu ist insbesondere der Universal-Lötkopf mit variabler, stufenlos einstellbarer Blende. Damit lassen sich innerhalb eines Lötbereichs von 20 × 20 bis 60 × 60 mm alle Gehäusegrößen problemlos einstellen und bearbeiten. Das blendgesteuerte Strahlungsfenster garantiert punktgenaues Arbeiten beim Lötvorgang, wobei die Wärmeübertragung nur in den Zonen stattfindet, in denen gelötet werden soll — Nachbarbauteile werden also weder ausgelötet noch überhitzt.

### Lötzinn von unten

Bei den bekannten Lötsystemen mit automatischer Zinnzufuhr wird der Lötdraht von oben auf die heiße Lötspitze geführt. Die von der Spitze aufsteigende Wärme erhitzt dabei das im Draht enthaltene Flußmittel, es wird flüssig, tropft aus der Zinnseele, und verdampft somit teilweise auf der Lötspitze.

Bei einem neuen, patentierten Zinnzufuhr-System von Weller wird der Lötdraht von unten an die Lötstelle gebracht. Dies geschieht durch eine Düse, die mit Hilfe einer Feder immer für den richtigen Abstand zwischen

Lötzinn und der heißen Spitze sorgt. So wird sichergestellt, daß der Draht nach jedem Abschmelzvorgang automatisch von der heißen Spitze zurückfedert und kein Flußmittel aus dem Lötdraht tropft.

COMBA
COMPUTER & BAUTEILE

**Was denn...?!**
TTL's ham'se nicht? Da wird's aber Zeit, aber EPROMS ham'se doch, oder? COMBA hat's – und nicht nur das, wir haben auch noch einen Katalog.

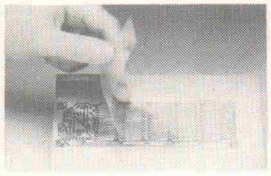
**Was?**
Ehrlich, das können Sie uns jetzt aber wirklich glauben.

**EINEN KATAKLOG FÜR HÄNDLER!**
Und am gleichen Tag noch rausschicken, das machen ja jetzt mittlerweile schon alle. Hat sich eben bewährt der COMBA-Service!

COMBA hat's eben!

Tel. 06181/257035
Fax. 06181/257057
Adalbert-Stifter-Str. 14 · 6450 Hanau 1

**TEC 200**
**Der neue und schnelle Weg zur Gedruckten Schaltung**



Mit der Spezialfolie **TEC 200** vereinfacht sich die Herstellung einer gedruckten Schaltung auf 3 Arbeitsschritte:

**kopieren**
Sie kopieren oder drucken mit einem Laserprinter die gewünschte Platinenvorlage auf die Folie. Es eignet sich jeder Normalpapierkopierer, der mit Toner arbeitet.

**aufbügeln**
Das auf die Folie kopierte Leiterbahnenbild wird mit einem heißen Bügeleisen auf die Kupferoberfläche übertragen. Die Kopierfarbe schmilzt dabei an und bildet einen lackähnlichen, säurefesten Überzug.

**ätzen**
Nach Abziehen der Folie ist die Platine ätzbereit. Das Ätzmittel kann beliebig gewählt werden.

10 Folien im Format DIN A 4: **22,23 DM**

10 Folien ist die Mindestbestellmenge.

Fragen Sie in Ihrem Elektronikladen nach **TEC 200!**

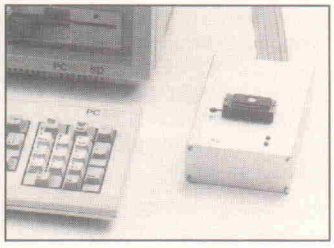
**Chemitec GmbH, Adolfstraße 5**
**D- 5438 Westerburg**
**Tel.: 0 26 63/39 09**





## Entwicklungshilfe

Für die Mikrocontroller der Familien 8048/49 und 8051 sowie für den Prozessor 6502/65C02 sind bei Engelmann & Schrader, 3200 Hildesheim, integrierte Entwicklungsumgebun-



gen erhältlich. Sie umfassen einen Macro-Assembler, einen Debugger/Emulator und einen Editor. Alle Umgebungen unterstützen einen Eprommer, die 8048/49-Ausführungen zusätzlich ein Programmiergerät für die 8748/49-Epromversionen.

Ist die Übersetzung erfolgreich verlaufen, kann das Programm mit dem Debugger getestet oder auf Fehler untersucht werden. Der Debugger zeigt in mehreren Fenstern Registerinhalte, Flags, Vektoren, einen Speicherauszug sowie die Mnemonics und Watchpoints an. Von hier aus können Breakpoints gesetzt, Register- und Speicherinhalte verändert werden. Die Endpreise sind mit 189 D-Mark (65C02, 8048/49), 389 D-Mark (8051) angegeben.

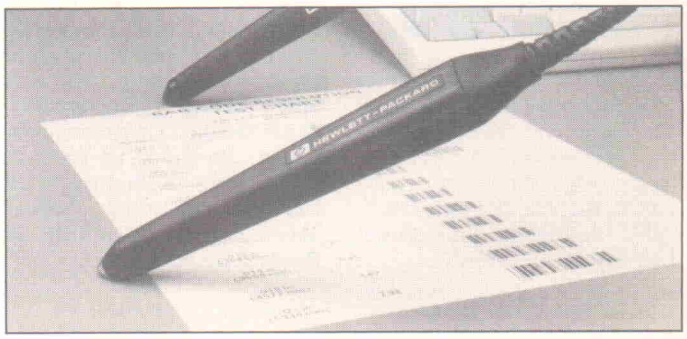
## Familienzuwachs

Hewlett-Packard hat die Strichcodeleserfamilie HP SmartWand um die Strichcodeleser HBCR-8000/8200/8400 erweitert.

Die neuen Strichcodeleser, die auf der Scan-Tech '89 der Öffentlichkeit vorgestellt wurden, sind in einem robusten Polycarbonat-Gehäuse untergebracht. Sie verfügen über eine ESD-Abschirmung von 15 kV und stellen eine kostengünstige Alternative für weniger anspruchsvolle Anwendungen dar.

Über die serielle Schnittstelle werden die Daten im ASCII-Code auf einfache Weise an ein beliebiges Hostsystem weitergegeben. Die Strichcodeleser dieser Familie enthalten einen leistungsstarken Mikroprozessor, die erforderliche Decodiersoftware, Funktionen zur optischen Programmierung sowie die Programmierung über ESC-Sequenzen, einen nichtflüchtigen Konfigurationsspeicher sowie einen leistungsstarken Scanner. Sie erkennen alle sieben Strichcodesysteme und sind darüber hinaus in der Lage, nicht-decodierte Ausgangssignale digitaler Strichcodeleser zu emulieren.

Die Strichcodeleser der Serie HBCR-8000/8200/8400, die sich in ihrer Auflösung voneinander unterscheiden, sollen ab sofort lieferbar sein.



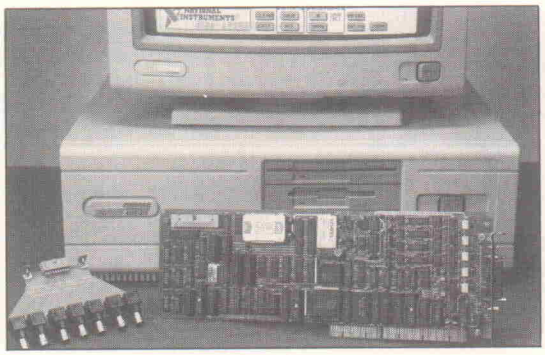

## EISA-Karte

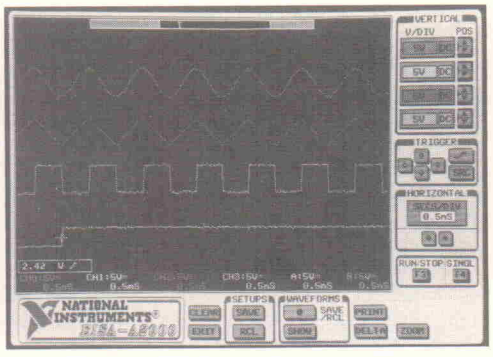
Die US-Firma National Instruments (Vertrieb: Meilhaus Electronic GmbH, 8039 Puchheim) bietet Einschubkarten für den neuen EISA (Extended Industry Standard Architecture) Bus an. Mit der neuen EISA-A2000 können nun hochleistungsfähige Datenerfassungssysteme aufgebaut werden. Die Karte erfaßt analoge Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 1.000.000 Messungen/s, bietet eine Auflösung von 12 Bit und schickt die Daten direkt in den Speicher des Rechners. Sie besitzt vier simultan erfassende Analogeingänge mit analoger und digitaler Triggermöglichkeit.

Der Vorteil der EISA-A2000 gegenüber der alten Industry Standard Architecture (ISA) liegt darin, daß die Daten in hoher Geschwindigkeit via DMA direkt ohne Zwischenspeicherung in den Rechenspeicher geschrieben werden.

Gleichzeitig bietet die Firma für die EISA-A2000 die Software VisionScope an. Sie ist ein Anwenderprogramm, das ein Digitaloszilloskop durch ein virtuelles Instrument emuliert. Auf dem Bildschirm ist das Frontpanel eines realen Oszilloskops nachgebildet. Der Benutzer kann bis zu sechs Kanäle auf dem Bildschirm darstellen, auswählbar aus vier Hardwarekanälen und vier zusätzlichen Anzeigen.

Das Frontpanel kann wie ein richtiges Instrument wahlweise über Maus oder Tastatur bedient werden. Da keine Programmierung der Karte mehr nötig ist, kann die EISA-A2000 mit der VisionScope Software problemlos und ohne langes Einarbeiten von jedem benutzt werden.

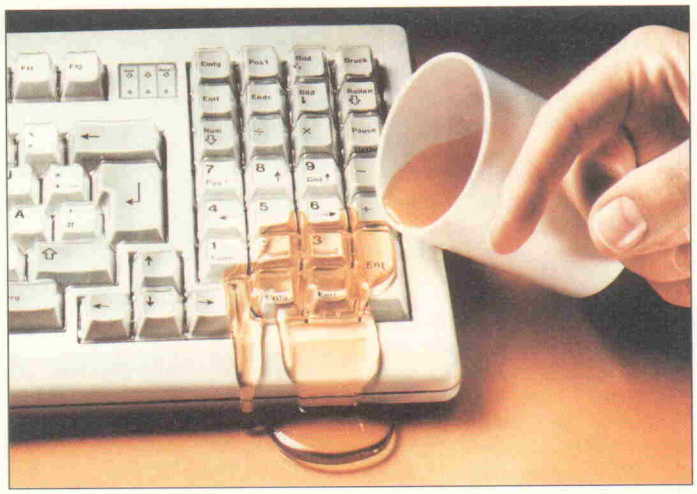




# Schutz vor Schmutz

KeySkin ist eine Schutzfolie aus Silikon, die Cherry-Tastaturen wirkungsvoll und sicher vor Flüssigkeiten, Staub und Fremdkörpern aller Art schützt.

KeySkin ist für die meisten Cherry-Tastaturen verwendbar. Trotz einfachster Montage — die Folie wird lediglich über das Tastenfeld gestülpt und mit Klebestellen fixiert — besitzt es eine hervorragende und dauerhafte Paßgenauigkeit. Exakte Linienführung gewährleistet, neben umfassendem Schutz vor Verunreinigungen und Feuchtigkeit, uneingeschränktes Arbeiten mit dem Keyboard und erlaubt selbst Blind- und Schnellschreiben.



KeySkin hat bei einer Stärke von 0,25 mm eine Reißfestigkeit von 9000 PSI und ist bis 450 % dehnbar. Das Gewicht beträgt nur 1,13 g. Die Schutzhülle kann bei Temperaturen von -40 °C bis +71 °C verwendet werden.

Weitere Informationen gibt es bei der Cherry Mikroschalter GmbH in 8572 Auerbach.

# Kleiner Datenlogger

Mit einfachster Handhabung realisiert der 'Squirrel' 1203 der Firma Driesen + Kern aus 2000 Tangstedt das Aufnehmen, Abspeichern und Anzeigen von Meßdaten. Der Squirrel kann einen weiten Bereich physikalischer Parameter wie Spannung, Strom, Temperatur, Feuchte, pH, Leitfähigkeit, Geschwindigkeit, Impulse, Ereignis etc. aufnehmen. Die Meßwerte werden mit 12 Bit aufgelöst und in einem Speicher (42000 Meßwerte) abgelegt.

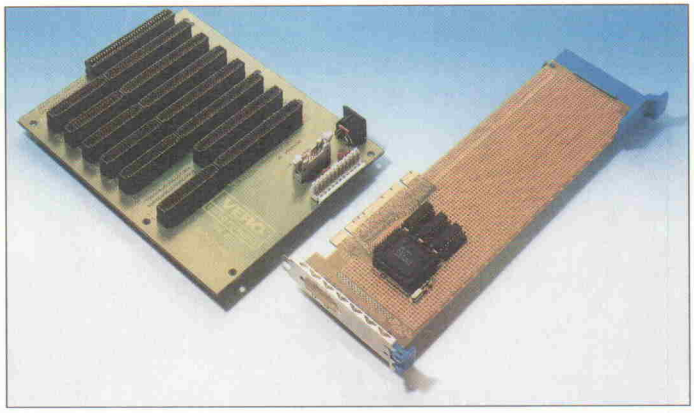
Das Auslesen geschieht über eine Schnittstelle vom Typ RS 232 in IBM- oder kompatible Computer. Ebenso ist auch die direkte Übertragung der Meßdaten, z.B. auf einen Epson Drucker, möglich. Weitgehendst freie Bereichswahl und externe Triggerung können über Triggersignale realisiert werden. Vorzeitiger Einschaltkontakt für extern angeschlossene Meßwertgeber sparen deren Versorgungskapazität ein.

Alle Funktionen werden nach den einfachen, aufgedruckten Instruktionen mit drei Tasten angewählt. Die eingebaute LCD-Anzeige macht die jeweiligen Funktionen sichtbar und zeigt auch die Meßdaten digital an. Die lange Batterielebensdauer (1/2 Jahr) ermöglicht einen netzunabhängigen Betrieb.

# Multilayerboards

Das umfangreiche IBM-Mikrocomputer-Zubehör wurde mit zwei neuen Multilayerboards von BICC-VERO Electronics GmbH aus Bremen erweitert.

Die neue IBM-PC-Mutterplatte besticht durch die Vierlayer-Stripline-Technologie mit dem Vorteil einer geringen Übersprechung und maximaler Begrenzung der elektromagnetischen Emission. Die IBM-PC/AT-Mutterplatte ist ausgestattet mit sechs PC AT- und zwei PC XT-I/O-Steckplätzen, Entkopplungskondensatoren, einer 5poligen DIN-Buchse für Keyboardanschluß, einem 10poligen Flachkabelstecker



für Output und einem zusätzlichen Inputsteckverbinder.

Für den IBM PS/2 wurde eine Prototypenkarte mit auf das IC MC 194C18 von Standard Microsystem Corporation zugeschnittenem Interface für die IBM Micro-Channel-Architektur entwickelt. Diese neue Karte wird bestückt und unbestückt geliefert.


Teleskop-Ausziehträger

Bitte Prospekte anfordern!

SÜSSCO · 2 Hamburg 62

Erweiterungs-Programm
Einfache Montage
Einfach u. zweifach ausziehbar.
Mit und ohne Stopp-Vorrichtung
Leichte Gleitfähigkeit.
Geringes Eigengewicht — hohe Tragkraft.
Material: Aluminium-Legierung.
Lieferbar in sieben verschiedenen Größen.

Telefon (0 40) 5 31 10 21 · FS 212202
Telefax: 0 40/5 31 10 25

SÜSSCO - der unentbehrliche Helfer! Kennen Sie den Wert?

Mit SÜSSCO-Widerstands- und Kapazitätslogaden ermitteln Sie schnell den gewünschten Wert. Durch die quasi-logarithmische Abstufung nach der Normreihe E 6 stehen die folgerichtigen R- und C-Werte stets griffbereit zur Verfügung.

| | |
|---|---|
| 100 Ω | 100 pF |
| 150 Ω | 150 pF |
| 220 Ω | 220 pF |
| 330 Ω | 330 pF |
| 470 Ω | 470 pF |
| 680 Ω | 680 pF |
| 1 K Ω | 1000 pF |
| 1,5 K Ω | 1500 pF |
| 2,2 K Ω | 2200 pF |
| 3,3 K Ω | 3300 pF |
| 4,7 K Ω | 4700 pF |
| 6,8 K Ω | 6800 pF |
| 10 K Ω | 10 nF |
| 15 K Ω | 15 nF |
| 22 K Ω | 22 nF |
| 33 K Ω | 33 nF |
| 47 K Ω | 47 nF |
| 68 K Ω | 68 nF |
| 100 K Ω | 0,1 µF |
| 150 K Ω | 0,15 µF |
| 220 K Ω | 0,22 µF |
| 330 K Ω | 0,33 µF |
| 470 K Ω | 0,47 µF |
| 680 K Ω | 0,68 µF |

Diese Werte können Sie mit einer Logade R1 ermitteln
Diese Werte können Sie mit einer Logade C1 ermitteln

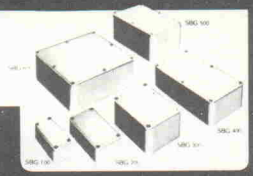
SÜSSCO 2 HAMBURG 62
Telefon (040) 5 31 10 21 · FS 212202

SÜSSCO-Baby-Gehäuse

haben zahlreiche positive Eigenschaften und sind durch Groß-Serien für viele Länder der Welt besonders preiswert
Abschirmung von passiven und aktiven Filtern, Schaltungen mit kleinem Störabstand betreffend.
Die Materialzusammensetzung:
Kupfer · Magnesium · Silizium · Eisen · Mangan · Nickel · Zink · Blei · Zinn · Titan · Aluminium
garantiert beste Qualität und Wetterfestigkeit!
Vielseitige Einsatzmöglichkeiten in der Elektro- und Elektronikindustrie. Ideal für NF- und HF-Verstärker, Oszillatoren, sequentiale und kombinationale Digitalschaltungen, Spannungs- Netzteile usw.

Bitte Prospekte anfordern!

SÜSSCO 2 HAMBURG 62



Bitte Prospekte anfordern!

Telefon (0 40) 5 31 10 21 · FS 212202
Telefax: 0 40/5 31 10 25

Stelltransformatoren

Eine fast unbegrenzte Auswahl von Stelltransformatoren wird den elektrischen und mechanischen Erfordernissen aller Aufgaben gerecht. Durch die Kombination der Netzspannung von 12–220 V und Dreiphasennetzen 220 oder 380 V, bei Frequenzen von 50–400 Hz, in einigen Modellen bis zu 1200 Hz, und Nennströme bis 300 A. Hand- oder motorbetrieben erlauben sie eine bequeme Spannungseinstellung, sowie „Über- und Unterspannungstests"

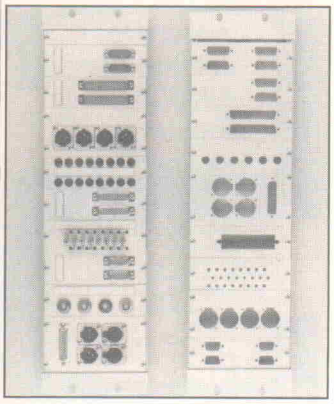
Bitte Prospekte anfordern!

SÜSSCO · 2 Hamburg 62

In fast allen Sonderausführungen lieferbar

Telefon (0 40) 5 31 10 21 · FS 212202
Telefax: 0 40/5 31 10 25

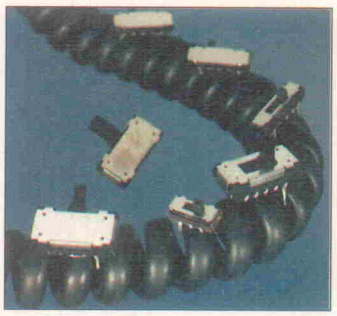
## Bauelemente

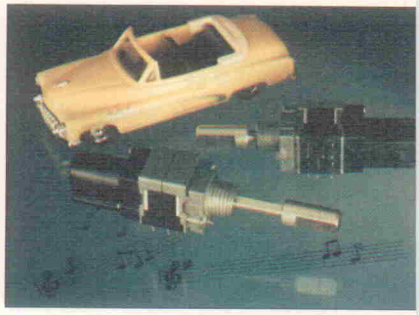


### Vor-gelocht

Aluminium-Frontplatten müssen vor der Montage oft in kosten- und zeitaufwendiger Kleinarbeit mit den erforderlichen Durchbbrüchen und Bohrungen versehen werden. Um den Elektronik-Profi von dieser Arbeit zu entlasten, bietet die Ehmki, Schmidt & Co. GmbH, 8044 Unterschleißheim jetzt montagefertige Anschlußplatten für die gängigsten Stecker und Buchsen an.

Die Platten passen genau zum 19"-Aufbausystem und entsprechen den geltenden Einbaunormen im Grundraster 5,08 mm. Anschlußplattenträger in 3 HE und 6 HE können auf Wunsch mitgeliefert werden, ebenso alle gängigen Stecker und Buchsen. Zum weiteren Lieferprogramm gehören Frontplatten nach Kundenspezifikationen, die auch mit Beschriftung geliefert werden können.





### Mini: Schiebeschalter und Potis

Videokameras, Kassettenrekorder und Radios werden immer kleiner und kompakter — auch mechanische Bauelemente müssen sich dieser Entwicklung anpassen. Panasonic hat seine Produktpalette für Miniatur-Schiebeschalter diesem Trend angepaßt.

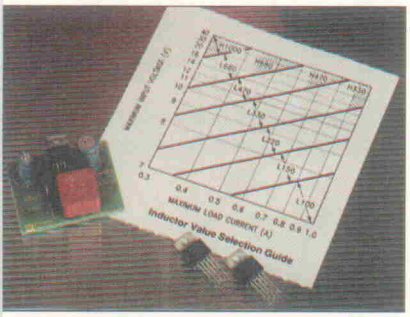
Das Lieferprogramm reicht nun bei Schaltern des 'Typs 3' mit einem 1,5 × 2 mm großen Schalthebel von der einpoligen Doppelkontakt- bis dreipoligen Dreikontakt-Ausführung.

Ebenfalls neu bei Panasonic sind die Potentiometer der EVU-Y-Serie, die speziell für die Lautstärke-Einstellung in Autoradios entwickelt wurden.

## Halbleiter

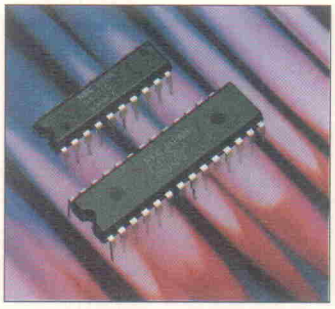
### Universelles Tastregler-IC

Das neue Abwärts-Tastregler-IC LM 2575 von National Semiconductor ist das erste einer Familie einfacher Spannungsregler, die die Arbeit des Systementwicklers wesentlich erleichtern. Der Entwickler muß sich lediglich für die gewünschten Spannungs- und Stromwerte entscheiden, um dann eine externe Standard-Drosselspule aus einer von National zur Verfügung gestellten Tabelle auszuwählen. Die monolithische Schaltung umfaßt alle aktiven Funktionen; zur Realisierung eines Tast-Netzteils werden nur vier zusätzliche externe Komponenten benötigt. Der LM 2575 ist im 5poligen TO-Gehäuse für Ströme bis 3 A erhältlich; die Version im 4poligen TO-3-Gehäuse liefert bis zu 3 A.




### RS-232C-Treiber und -Empfänger

Eine neue Serie von integrierten RS-232C-Treibern und -Empfängern ist von NEC lieferbar. Die μPD 471x-Serie erfüllt die vollständigen Spezifikationen von RS-232C mit nur einer Spannungsversorgung von 5 Volt. Zusätzlich sind einige Merkmale integriert worden, die einen Systementwurf vereinfachen. So sind beim Ein- und Ausschalten definierte Zustände vorhanden, die eine externe Trennung von den Verbindungsleitungen überflüssig machen. Die Eingänge weisen zwei verschiedene Hysteresetypen auf, die über einen Pin gewählt werden können.



### P-Kanal-MOSFETs mit niedrigem On-Widerstand

Um zwei weitere P-Kanal-MOSFETs mit Durchbruchspannungen von 60 V und 100 V hat Harris Semiconductor, München, seine nun 74 Komponenten umfassende IRF-Reihe ergänzt. Die beiden extrem robusten, für Drain-Ströme von 25 A ausgelegten Leistungstransistoren IRF/IRFP 9150 und -9151 zeichnen sich durch einen sehr niedrigen On-Widerstand von 90 mΩ (typ.) bis 150 mΩ (max.) aus. Geeignet sind die Bausteine, die im TO-240AE- bzw. im TO-247-Gehäuse untergebracht sind, vor allem zum Aufbau von Schaltreglern, Motor- und Relaistreibern sowie als Treiber für Hochleistungs-Bipolartransistoren.

QUALITY TECHNOLOGIES AB LAGER

● LEUCHTDIODEN ● DISPLAYS
● LED-FELDER ● BARGRAPHS
● OPTOKOPPLER

1st CLASS DISTRIBUTION
ENATECHNIK

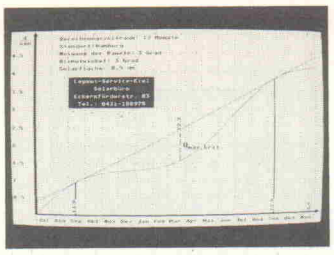
ALFRED NEYE ENATECHNIK GMBH
SCHILLERSTRASSE 14 · 2085 QUICKBORN
Tel.-Sammel-Nr. (04106) 612-0 · Telex 213590
Telefax (04106) 612-268 oder das nächste Verkaufsbüro

| BERLIN | HANNOVER | DÜSSELDORF | DARMSTADT | STUTTGART | NÜRNBERG | MÜNCHEN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (030) 344 10 43 | (05 11) 81 60 38 | (02 11) 30 60 42 | (06151) 2 64 46 | (07 11) 78 89 77-0 | (09 11) 3 49 44-46 | (089) 90 99 99-0 |
| Fax: 344 95 44 | Fax: 81 60 48 | Fax: 3 98 29 91 | Fax: 29 41 71 | Fax: 7 88 97 44 | Fax: 34 64 59 | Fax: 90 99 99 40 |
| Telex: 185 878 | Telex: 922 054 | Telex: 8 586 865 | Telex: 419 204 | Telex: 7 255 483 | Telex: 626 772 | Telex: 524 850 |

## Zeichnungen 'sichten'

Mit Hilfe von Plottern und CAD-Systemen können heute Farbgrafiken erstellt werden, die den Ergebnissen eines Zeichenbrettes in nichts nachstehen. Das Plotten der dazu angelegten HP-GL-Dateien ist allerdings ein sehr zeitaufwendiges Verfahren.

Hier setzt das Programm Viewer Professional, das zum Preis von 699 D-Mark incl. Mehrwertsteuer bei DS-datasections datenservice in 8752 Glattbach erhältlich ist, an: Viewer plottet am Bildschirm. Damit besteht die Möglichkeit, bis zu 25 HP-GL-Zeichnungen auf dem Monitor anzuzeigen, auf Inhalt zu überprüfen, anhand des Inhaltes zu identifizieren und mit der wesentlich schnelleren Hardcopyfunktion zu katalogisieren. Viewer arbeitet mit allen IBM-PCs, XTs, ATs und 386 sowie Kompatiblen und PS/2-Rechnern.



## Sonnen-CUS

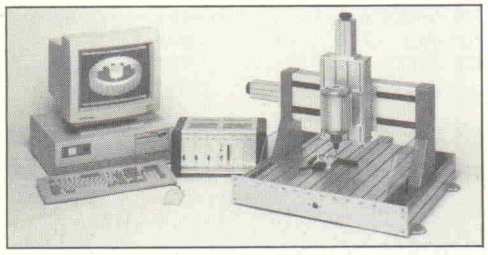
Die Firma Layout-Service-Kiel, zu deren Lieferumfang Solaranlagen verschiedener Leistungsklassen gehören, bietet speziell für den Fachhandel das Programm CUS (Computer Unterstützte Solardimensionierung) zum Preis von 160 D-Mark plus Mehrwertsteuer an. Das Programm errechnet für jede Solaranlage die beste Konstellation aus Solarfläche und Speichermedium.

Die Grundlage für diese Berechnung bildet das Mittel aus Meßdaten, die vom Deutschen Meteorologischen Institut über einen Zeitraum von zehn Jahren aufgenommen wurden. Die Leistungskurve der Solaranlage wird grafisch auf dem Bildschirm und/oder Drucker ausgegeben.

## OP-Makros

Um Schaltungsentwicklungen mit dem CAD-System Spice zu unterstützen, bietet Harris Semiconductors, 8000 München 83, vorerst drei Makromodelle für Operationsverstärker an. Diese stellen die Transistorschaltungen innerhalb der ICs dar und ermöglichen somit eine exakte, computergestützte Vorausbestimmung des Verhaltens der Systeme.

Bei den ersten Makromodellen handelt es sich um „Nachbildungen" folgender OPs: Breitband-Typen HA-2539/40, schnell einschwingende Typen der Familie HA-5190 und die rauscharmen OPs der Familien HA-5101/11, 5102/12 sowie 5104/14. Das Unternehmen beabsichtigt, in Kürze für die meisten seiner Linearbausteine Makromodelle anbieten zu können.



## MasterCAM

Neu bei isert-elektronik ist das auf PCs lauffähige MasterCAM. Es erlaubt zweieinhalb- bis dreidimensionale Konstruktionen, wobei alle relevanten Geometrieelemente dreidimensional verwendbar sind. Das Programm beherrscht eine automatische Werkzeugwegberechnung für Taschenfräsungen mit beliebig geformten Inseln, Regeloberflächen mit bidirektionalem Schnitt u.v.m.

Eine für jede Achse getrennt einstellbare Skalierungsmöglichkeit erlaubt die Anpassung an jede isel-CNC-Maschine. Das für 9980 D-Mark zzgl. Mehrwertsteuer erhältliche CAM verfügt über eine Material-/Fräserdatenbank, in der häufig verwendete Daten abgelegt werden können.


promicron 2000 ... 2300

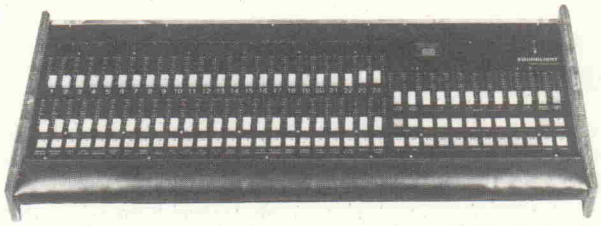
HIGH QUALITY MADE IN BERLIN

Universelle EPROM-Programmer Serie

- ab DM 1.590,– + MwSt.
- tausendfach bewährt
- robust und zuverlässig
- PC-Software ceLink
- auch als Stand-Alone-Gerät
- µP-EPROMs und E²PROMs
- eingebauter Simulator (Option)

celectronic
Volker Czmok · Elektronische Geräte GmbH
Nordlichtstr. 63-65, D-1000 Berlin 51, Tel. 030/413 60 75, Fax 030/413 60 78, Telex 1 86 374

SOUNDLIGHT COMPUDESK 8024A



- Volldigitales, computergesteuertes Lichtmischpult
- Eingebaute Effekte, Datenabspeicherung möglich
- frei programmierbar ● Koffer- oder Tischgerät

COMPUDESK gibt es analog von 6 bis 18 Kanäle und digital von 24 bis 32 Kanäle. Dazu gehören unsere Leistungs-Dimmerpacks, je 6 Kanäle à 2 kW.

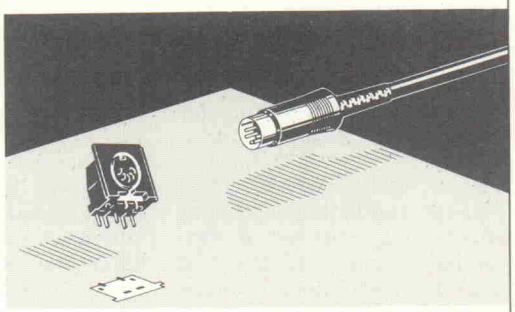
Den neuen Katalog erhalten Sie gegen DM 2,— in Briefmarken von:

SOUNDLIGHT Ing.-Büro Dipl.-Ing. Eckart Steffens
Am Lindenhofe 37 b · D-3000 Hannover 81

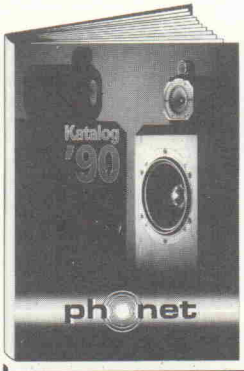
BKL ELECTRONIC

KABEL- u. STECKVERBINDER für den Fachhandel

GESAMT-PROGRAMM ANFORDERN



BKL-Electronic Kreimendahl GmbH
Talstraße 91 · 5880 Lüdenscheid · Telefon (0 23 51) 2 43 00
Telefax (0 23 51) 3 91 42 · Telex 8 26 963 bkl d




Der Katalog '90
das unentbehrliche Nachschlagewerk für Einsteiger und Profis

Lautsprecherbausätze · Fertiglautsprecher
Auto-HiFi · Einzel-Chassis · Zubehör
Tips, Literatur und wertvolle Informationen!

phonet
Lautsprecher- & HiFi-Spezialist
☎ 0 41 41 / 4 71 71
Altländer Straße 1 · 2160 Stade

Gegen 5 DM in Briefmarken oder als Schein sofort anfordern!

# Firmenschriften und Kataloge

## Für den Fachhandel...

...hat Vielstedter Elektronik in Hude einen Katalog mit seinem Angebot in Sachen Elektronik, Gehäuse und Zubehör zusammengestellt.

## Klang & Licht '90

Besonders an Musiker, Bühnentechniker, Diskothekenbesitzer und Hifi-Fans wendet sich der aktuelle, etwa 100-seitige Katalog des Marburger Elektronik-Vertriebs TS tronix.

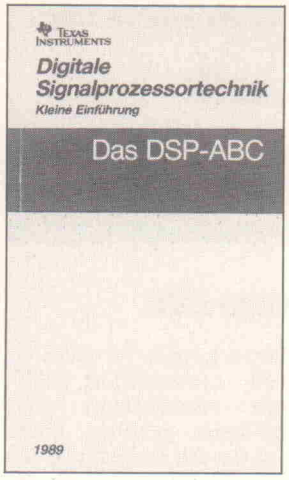
Im Angebot werden strikt jene Artikel vermieden, die es in Kaufhäusern und im Rundfunkfachhandel ohnehin in reicher Zahl gibt. Die Palette umfaßt vielmehr Geräte wie professionelle Vor- und Endverstärker, Mischpulte, Effektgeräte für Ton und Licht, Multitrackrecorder, bis hin zu Bausatzlautsprechern für Hifi und PA. Hervorzuheben ist auch das Angebot von Modulen des Fabrikates Albs. Der Katalog kann gegen 6 D-Mark in Briefmarken bezogen werden.

## HF-Steckverbinder...

...aus dem Lieferprogrammm von Kings sowie Verarbeitungshinweise und Werkzeuge zur Kabelkonfektionierung sind in dem Katalog 'RF Coaxial Connectors' aufgeführt. Zu bekommen bei: Alfred Neye-Enatechnik 2085 Quickborn.

## Data Translation...

...Spezialist für digitale Bildverarbeitung und Meßdatenerfassung kann in seiner neuesten Produktübersicht mit Preissenkungen aufwarten. So wurden die Preise für Bildverarbeitungskarten (IBM-AT, PS/2, MacII und VME-Bus) und die dazugehörenden Softwarebibliotheken um bis zu 15% gesenkt. Neu im Programm sind eine Zählerkarte mit AMD AM 9513 für XTs und PS/2-Modelle sowie eine 16-Bit-XT/AT-Karte mit acht simultanen Analogeingängen.

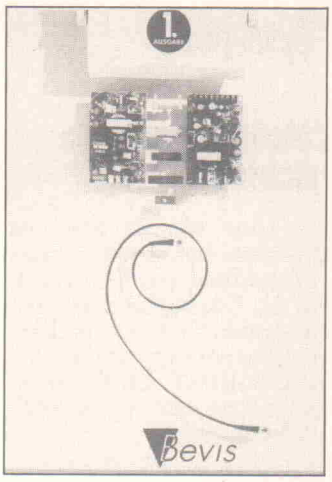



## DSP-ABC von TI

Texas Instruments verschickt auf Anforderung das 90seitige DSP-ABC an seine Kunden. In kurzer und bündiger Form werden die wichtigsten Begriffe der digitalen Signalverarbeitung erläutert, typische Anwendungsfelder aufgezeigt sowie Softwaretools und Beratungsfirmen vorgestellt. Der Leitfaden gibt Hinweise auf Lösungen, die von Texas Instruments im Rahmen verschiedener DSP-Entwürfe entwickelt wurden. Das DSP-ABC eignet sich sehr gut als Nachschlage- und Informationswerk.

## Elektro/Optische Wandler...

...und Multiplexiertechnik bietet der Geschäftsbereich Fiberoptik der Suhner Elektronik GmbH in seinem jüngsten Katalog an. Es wird ein umfassendes Produktprogramm für Lichtwellenleiter-Anwendungen im analogen und digitalen Bereich präsentiert: Sende- und Empfangsdioden in unterschiedlichen Montageausführungen, TTL-, ECL- sowie RS-232-C- und RS-422-Übertragungssysteme.



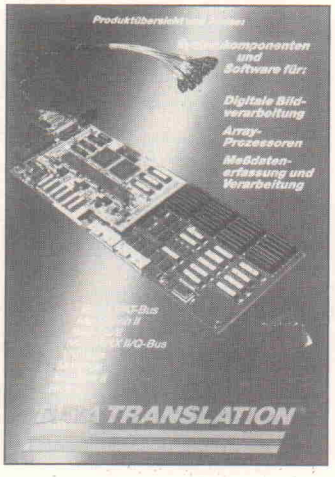

## Electronic Components

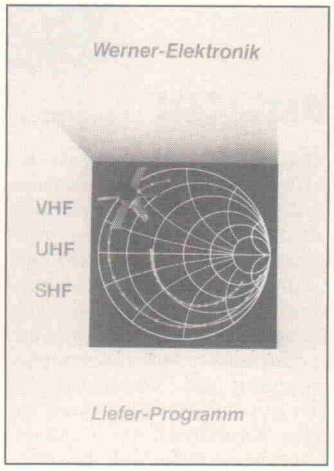
Nahezu alle Komponenten, die für Entwicklung und Fertigung sowie zur Instandhaltung elektronischer Produkte gebraucht werden, bietet der neue Katalog der Firma Bevis, Steinenbronn.

Das breite Angebot umfaßt die Namen vieler bekannter Hersteller; einen besonderen Schwerpunkt bildet der Bereich 'Steckverbinder'. Geliefert werden auch Kleinstmengen. Verpackungs-, Zustell- und Versandkosten werden nicht berechnet.

## HF-Bauelemente und Geräte aus Harsewinkel

Werner-Elektronik bietet in seinem Katalog Fertiggeräte, Bausätze und Bauteile für das gesamte Spektrum der Hochfrequenzkommunikation an. Neu hinzugekommen ist das Mosaik-Programm. Mit diesem Angebot wird die Möglichkeit eröffnet, ATV Transceiver oder Receiver aus einer breiten Angebotspalette von Einzelkomponenten nach den jeweiligen Bedürfnissen zusammenzustellen.





# BENKLER Elektronik-Versand Vertrieb elektronischer Geräte und Bauelemente

## Ringkerntransformatoren

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

## Mos-Fet HITACHI

| | |
|---|---|
| 2 SJ 49 | 10,00 DM |
| 2 SJ 50 | 10,00 DM |
| 2 SK 134 | 10,00 DM |
| 2 SK 135 | 10,00 DM |

Andere Typen auf Anfrage

**Sonderliste 4/89 für elektr. Bauteile kostenlos anfordern Tel. 06321/30088**

## 19"-Gehäuse

| | |
|---|---|
| 1HE 250 mm | 49,60 DM |
| 2HE 250 mm | 60,60 DM |
| 2HE 360 mm | 69,60 DM |
| 3HE 250 mm | 69,60 DM |
| 3HE 360 mm | 79,30 DM |

Lieferbar: 1HE bis 6HE
250 u. 360 mm Tiefe.

## Elkos NKO

| | |
|---|---|
| 10000µF 70/80V | 16,50 DM |
| 10000µF 80/90V | 17,00 DM |
| 12500µF 70/80V | 17,50 DM |
| 12500µF 80/90V | 18,00 DM |

**VAVO Elkos Typ: ECO**

| | |
|---|---|
| 1000µF 100Volt | 14,70 DM |
| 2200µF 100Volt | 21,20 DM |
| 4700µF 100Volt | 31,80 DM |
| 10000µF 100Volt | 56,90 DM |

## Lüfter

**220 Volt:**

| | |
|---|---|
| 80x80x25 | 21,70 |
| 80x80x38 | 23,70 |
| 92x92x25 | 22,70 |
| 120x120 | 24,50 |

**12 Volt:**

| | |
|---|---|
| 60x60x25 | 27,70 |
| 80x80x25 | 29,70 |
| Gitter auf Anfrage | |

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

# 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**

# IRONMATIC

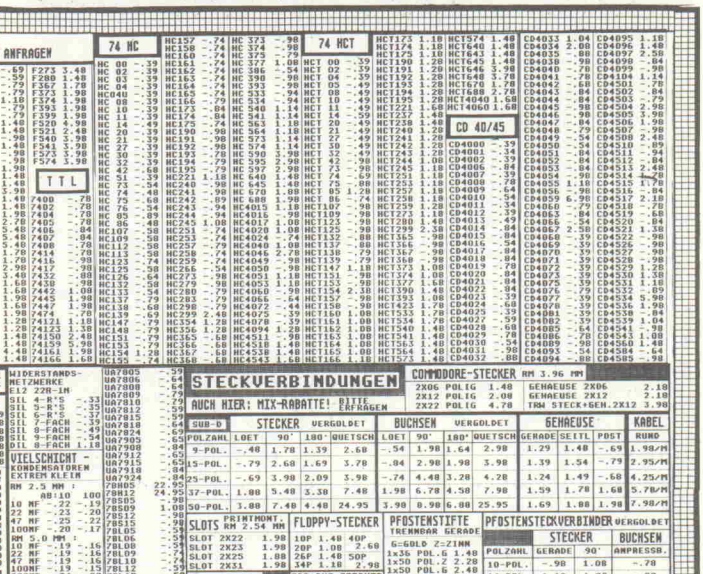
Die Lötstation, die höchsten Ansprüchen gerecht wird. Ihr Händler berät Sie gerne.

JBC®

Löt- und Entlöt-Technik

**JBC Werkzeuge für Elektronik GmbH**

Merianstr. 23 · D-6050 OFFENBACH · Telefon 069/842063 · Fax 069/842070

HALBLEITER — RABATTE: BEI GEMISCHTER ABNAHME ab 10 St. 2% ab 50 St. 5% — ALLE BAUTEILE 1.JAHR, FUNKENDER TYPENREIHE 12CB 24LS... — HERSTELLER

NEU IM LIEFERPROGRAMM: SERIEN AC UND ACT - BITTE ANFRAGEN

74 LS — 74 ALS — 74 AS — 74 F — 74 S — 74 HC — 74 HCT — TTL — CD 40/45

SONDERAKTION: 74 LS... von 5 & 5 — BEI BESTELLUNG BITTE "5&5" VERMERKEN !!!! — 74 LS... STÜCK ab 10 ab 50 -,32 -,29 -,27 — 74 ALS... STÜCK ab 10 ab 50 -,42 -,39 -,37 — 74 S STÜCK ab 10 ab 50 -,55 -,52 -,49 — AUCH B. MIX-ABNAHME — !! AUCH GEMISCHT !!

MIKROPROZESSOREN + SPEICHER — 2764-250 5,28 — 27128-250 7,28 — 27256-250 7,48 — 41256-120 5,48 — 43256-120 19,50 — 514256-80 20,95 — 511000-70 21,95 — 511000-100 19,95

QUARZE — WIDERSTANDS-NETZWERKE — VIELSCHICHT-KONDENSATOREN — STECKVERBINDUNGEN — AUCH HIER: MIX-RABATTE! — COMMODORE-STECKER — SLOTS — FLOPPY-STECKER — PROTESTSTIFTE — PROTESTSTECKVERBINDER — DIP-SCHALTER — CENTRONICS — ECB-BUS-STECKER — LED'S 1,WAHL — KABEL AWG 28 — DIL-STECKER — IC-FASSUNGEN — LINEARE IC'S — WIDERSTANDS-SORTIMENTE — SIMONS electronic GmbH — 5012 BEDBURG

elrad 1990, Heft 2

ONLY THE SKY IS YOUR LIMIT.

CD 90 Compact Dish
prime focus
40.6 dB (11 GHz)

Für ASTRA, Kopernikus und Eutelsat mit unseren Compact-Dish's.

Fordern Sie ausführliches Prospektmaterial an.

MWC

Ihr kompetenter Partner für Satelliten-Empfang seit 1986

Micro Wave Components GmbH · Brunnenstr. 33
5305 Alfter-Oedekoven · West-Germany
Telefon (0228) 645061 · Telefax (0228) 645063
Telex 889688 mwcbn d

Ihr Blick ins All.
Mit uns können Sie alles erreichen.

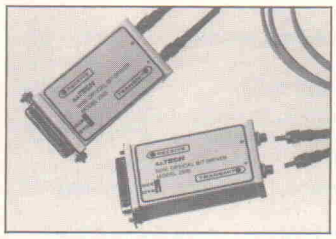


## Opto-Elektronik

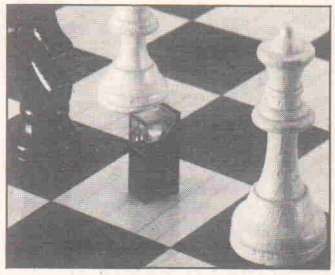
### Glas-Verbindung

Das Quickborner Unternehmen Enatechnik bietet preiswerte LWL-Mini-Modems mit der Schnittstelle RS 232-C (V.24) an, die nicht viel größer als ein Sub-D-Steckergehäuse sind und direkt auf die Datenendgeräte gesteckt werden können.

Ein asynchroner Datenbetrieb von 50...19,2 kBit/s ist möglich. Der Datenverkehr erfolgt transparent im Modus simplex oder voll duplex. Die Geräte sind mit einem DTE/DCE-Schalter ausgerüstet, so daß Anpassungen problemlos bewältigt werden können. Die Verbindung zwischen den Modems erfolgt über eine duplex-Glasfaser.



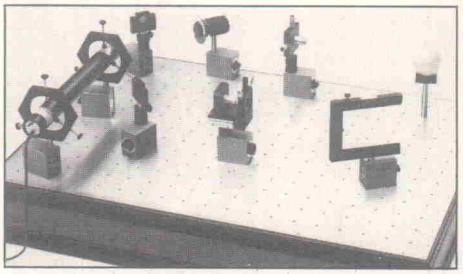
Alle gängigen Fasertypen werden unterstützt. Die Übertragungsreichweite beträgt 1 500 m für das Modem Typ 2505 und 1 000 m für den Typ 2507. Das Modul 2505 wird über ein externes Netzteil mit 12 VDC versorgt, während das Modul 2507 eine über den Schnittstellentreiber selbststromversorgende Ausführung ist.



### Als Miniaturen...

präsentiert sich die Lichtschrankenserie PJ7 von Honeywell, 6050 Offenbach, mit Maßen von 11 × 22 mm bis 12 × 26 mm. Die Reichweite beträgt bis zu einem Meter. Die Betriebsspannungsbereiche sind 5...12 V und 10...24 V, der NPN-Ausgang kann bis zu 30 mA beziehungsweise 100 mA Laststrom schalten. Zusätzliche Lochblenden ermöglichen die Erfassung kleinster Objekte ab 1,5 mm Durchmesser. Die Ansprechzeit von nur 0,15 ms bei den 5...12 V-Geräten gestattet ein sicheres Erfassen von bis zu 3000 Objekten pro Sekunde.

Eine LED-Anzeige erleichtert die Ausrichtung und gibt Aufschluß über den Schaltzustand. Die Lichtschranken entsprechen der Schutzart IP65, können bei Temperaturen von —20...+55°C betrieben werden und sind in Ausführungen für waagerechte oder senkrechte Einbaulage lieferbar. Sie eignen sich besonders für Verpackungs-, Assemblier- und Postsortiermaschinen sowie für Förderbänder und Kleinteile-Fertigungssysteme.



### Räumliche Abbildungen

Neu im Programm bei Physik Instrumente in 7517 Waldbronn sind komplette Komponentensets zur Herstellung von Hologrammen.

Grundsätzlich gibt es sehr viele Möglichkeiten, Hologramme herzustellen, vom 'einfachen' dreidimensionalen Bild bis zum Echtzeithologramm. Mit den PI-Holographie-Sets lassen sich praktisch alle holographischen Anordnungen realisieren. Dabei stellen die Sets Grundausrüstungen dar, die aus Standard-Komponenten des PI-Optischen Systems zusammengestellt sind und beliebig erweitert und modifiziert werden können.

Die Komponenten werden auf Magnetreiter montiert und auf ferromagnetischen Platten verwendet. Eine zweite Variante wird zum Aufbau auf Tischplatten mit Gewinderaster auf Reitersäulen montiert. Eine ausführliche Beschreibung der Komponenten enthält der Katalog 'Das PI-Optische System'.

## Produktionsmittel

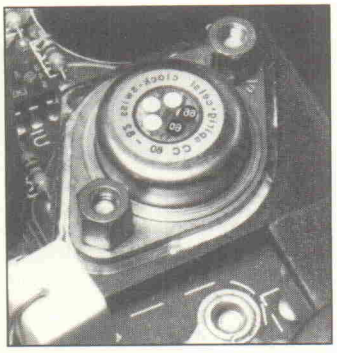
### Multilayersystem

Heramic[R], das neue Multilayersystem von Heraeus, Hanau, eignet sich aufgrund der verwendeten Werkstoffe besonders für Ein- und Mehrlagenschaltungen, die in hoher Stückzahl hergestellt werden. Eine Schlüsselfunktion nimmt dabei das Dielektrikum IP 9117 ein, das wegen seiner extremen Dichtigkeit ein Auftreten galvanischer Effekte (Batterie-Effekt) ausschließt. Dadurch ist der verläßliche Einsatz von hoch silberhaltigen Leitbahnen als innere Elektrode zusammen mit Gold- und goldhaltigen Leitbahnen als Deckelektrode möglich. Für besonders hohe Anforderungen steht auch ein komplettes Goldsystem zur Verfügung, speziell für den Einsatz in der Automobilindustrie sind aluminiumbondbare Leitpasten lieferbar. Ein kalibriertes Widerstandssystem (R 8000 D) mit hoher Langzeitstabilität und guter Lasertrimmbarkeit ermöglicht eine weitere Erhöhung der Schaltungskomplexität.

### Gepreßte Stifte

Die Handhebelpresse SP-1 der Firma Walter Schmidt, 3180 Wolfsburg 1, stellt ein nützliches Werkzeug zum Einsetzen von Lötstiften in Leiterplatten dar. Der Stift wird zunächst in den Stempel geschoben und kann dann in die vorgebohrte Platine gedrückt werden. Da die Platine auf einer Kunststoffbuchse aufliegt und der Stift sich gleichmäßig eingepreßt, sind Beschädigungen der Leiterbahn beziehungsweise des Trägermaterials sehr unwahrscheinlich.

Die Kleinpresse, die zum Preis von 55 D-Mark zzgl. Mehrwertsteuer beim Hersteller erhältlich ist, können auch Hohlnieten zur Durchkontaktierung von doppelseitigen Platinen umgebördelt werden.



### Wärme-Uhr

Lacke und Aufkleber, die bei Erreichen einer bestimmten Umgebungstemperatur ihre Farbe ändern, sind an sich keine Neuheit mehr. Einige Vertreter dieser Art sind als Fieber- oder Innenthermometer bekannt geworden, andere dienen zur Bestimmung der Arbeitstemperatur an Bauteilen, die während des Betriebs nicht zugänglich sind.

Neu bei der Firma Cobonic GmbH aus 7737 Bad Dürrheim sind die Thermoetiketten CelsiClock®. Jeweils fünf verschiedene Temperaturwerte sind kreisförmig, ähnlich einem Ziffernblatt, angeordnet. Neben dem Einsatz in der Entwicklung können diese Sensoren auch zur Garantieüberwachung eingesetzt werden, da sich die Felder nach Überschreiten der Ansprechtemperatur irreversibel verfärben.

Die Etiketten decken mit acht verschiedenen Werteanordnungen einen Bereich von 40° C bis 260° C ab und sind in Kleinmengen ab 1,75 D-Mark lieferbar.


Geben Sie sich nicht mit weniger zufrieden

Eine Hand voll Spitzenklasse!

Mit den Analog-Digital-Handmultimetern der Serie 2000 von ABB METRAWATT halten Sie leistungsfähige, komfortable und robuste Meßgeräte in der Hand. Die wichtigsten Eigenschaften sprechen für sich:

- hohe Meßgenauigkeit – wissenschaftlich nachgewiesen
- einfach und schnell durch automatische Meßbereichs-Anpassung
- problemloses Messen um den Nullpunkt
- Meß- und Maximalwertspeicherung
- gut ablesbare, kontrastreiche Anzeigen ohne Parallaxefehler

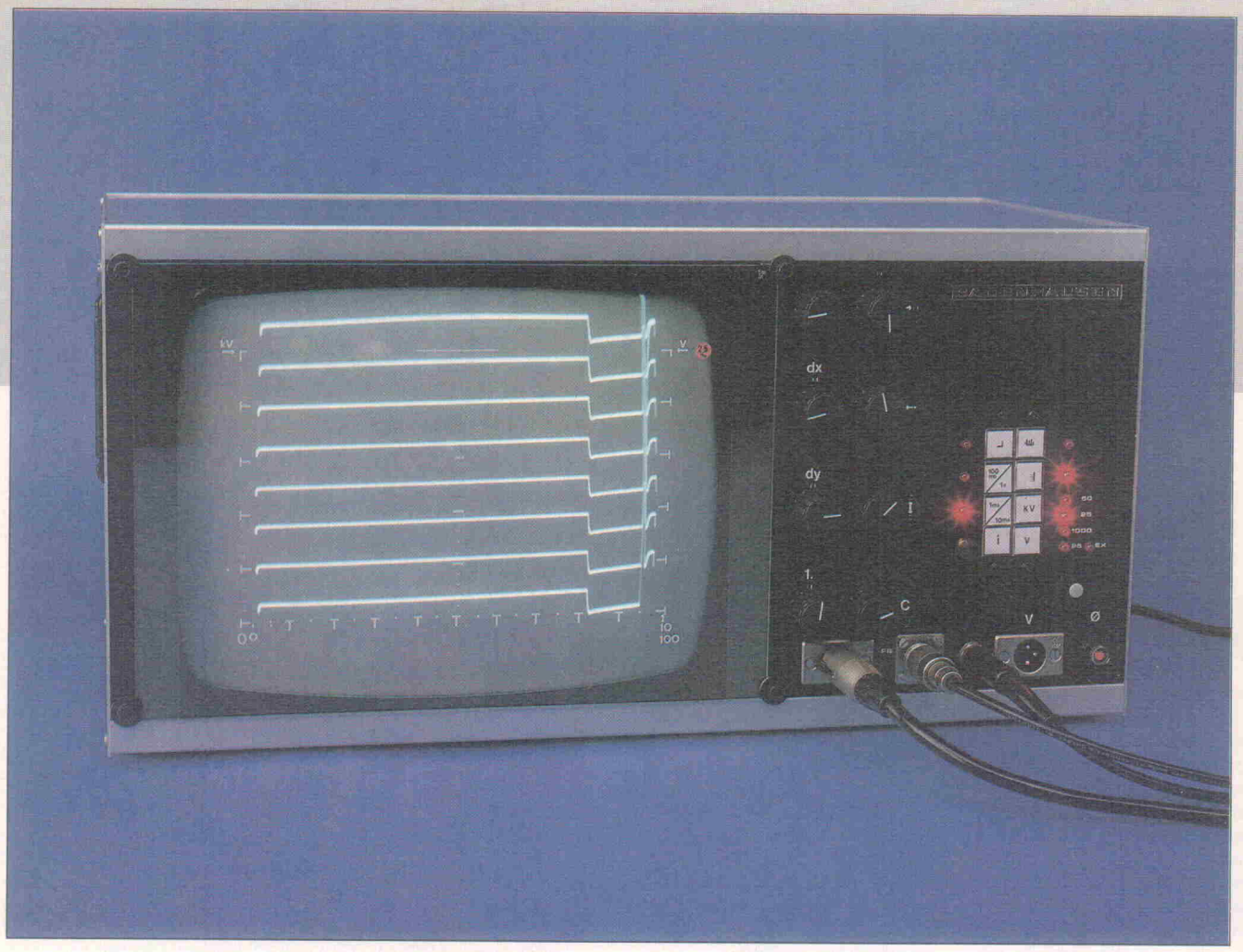
Mit den Multimetern von ABB METRAWATT haben Sie immer das richtige Gerät zur Hand, ob analog, digital oder beides in einem.
Fragen Sie danach!

ABB
ASEA BROWN BOVERI

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

# AutoScope

## Professionelles Motordiagnose-Oszilloskop




**Rolf Badenhausen**

**Im allgemeinen nehmen autofahrende Elektronik-Praktiker nur die Arbeiten an ihren Fahrzeugen in Angriff, welche mit den bekannten, vergleichsweise eher zierlichen Werkzeugen noch problemlos erledigt werden können; insgesamt aber bleibt ihnen dennoch ein relativ großer Tätigkeitsbereich für oftmals interessante und aufschlußreiche Prüfungen an unterschiedlichen Baugruppen vorenthalten. Zusätzlich zu den in der Elektronik/Elektrotechnik üblichen Werkzeugen benötigt man ein Oszilloskop mit speziell für die Kfz-Technik abgestimmten Bereichen und Bedienelementen.**

Die an ein solches Meßgerät gestellten Anforderungen lauten dann auch ganz anders als bei den in der Entwicklung üblichen Oszilloskopen. So wäre eine maximale Auflösung von beispielsweise 1 mV/Div. natürlich ebenso übertrieben und unnötig wie eine hohe Ablenkfrequenz oder TV-Triggerung. Anstelle dieser Kriterien sollte die Forderung nach einem größeren Schirm — beispielsweise einem 14"-Monitor — ebenso Beachtung finden wie die Möglichkeit der Darstellung von bis zu acht Kanälen, wahlweise seriell oder untereinander.

Das hier beschriebene professionelle Diagnose-Scope erfüllt neben diesen und weiteren Forderungen auch den Anspruch der Aufbausicherheit. Das Sichtgerät ist in einem 19"/6HE-Gehäuse untergebracht. Die erste Folge beginnt mit der Beschreibung dieser selbständigen Einheit.

Insgesamt sieben, größtenteils Europa-Platinen und eine Bildröhre bilden diesen Meß-Monitor. Entsprechend den in der Übersicht auf Seite 22 genannten Kriterien wurde ein Oszilloskop entwickelt, dessen Blockschaltbild in Bild 1 dargestellt ist.

Der empfindlichste Meßbereich ist mit 200 mV/cm, entsprechend 2,5 V bei einer gewählten Rastergesamthöhe von 12,5 cm, insbesondere für Wechselspannungsmessungen an Lichtmaschinen und Sensoren geeignet. Der DC-Meßeingang wurde von 25 V bis 1000 V mit einer stufenlosen Einstellmöglichkeit ausgelegt. Mit einer solchen y-Lupe ist

zum Beispiel die Bewertung der an der Klemme Kl. 1 der Zündspule aufgebauten Induktionsspannung (Zündniederspannung) besonders einfach.

Der Hochspannungseingang des Gerätes ist zur berührungslosen, kapazitiven Abnahme der Zündhochspannung ausgelegt. Die Empfindlichkeiten betragen hier 25 kV/12,5 cm und 50 kV/12,5 cm. Der größere Meßbereich dient auch für genaue Amplitudenmessungen von besonders schnellen Nadelimpulsen.

Mit der Triggerung über den Zündimpuls des ersten Zylinders sind einfache Lokalisierungen beziehungsweise Zuordnungen der im Reihenbild wiedergegebenen, sequenziell ablaufenden Zylinder-Einzeloszillogramme nach der Zündfolge des Motors möglich. Dagegen werden von den an Klemme Kl. 1 der Zündspule anliegenden Pulsen unter anderem die Triggersignale für den Mehrkanalbetrieb abgeleitet. Für das Oszillografieren von Spannungen auch außerhalb der Zündanlage kann selbstverständlich auf die interne Signaltriggerung umgeschaltet werden.

Die Zeitbasis reicht hinunter bis ca. 1 s/20 cm. Damit können auch Messungen bei Anlasser-Drehzahl an einem nicht anspringenden Motor durchgeführt werden.

## Die Anzeigeröhre

Die Anforderungen an Bildkontrast und -schirmfläche werden in der Regel von handelsüblichen TV-Bildröhren problemlos erfüllt — Linearitätsfehler durch die Schirmwölbung können als ein relativ kleiner Nachteil über eine Anpassung des Schirmrasters leicht verschmerzt werden.

Diese Röhren sind jedoch im Gegensatz zu den Oszilloskopausführungen mit integrierten Ablenkplatten auf die stromgesteuerte Strahlablenkung über gesonderte Ablenkwicklungen angewiesen; dem muß durch entsprechende Auslegungen der x- und y-Ablenkverstärker unbedingt Rechnung getragen werden.

Daher wurden die Endstufen von beiden Verstärkern in Anbetracht der nicht vernachlässigbaren, als parasitär zu bezeichnenden Eigeninduktivitäten von Ablenkeinheiten als reine Spannungs-/Stromwandler ausgelegt. Denn wird eine zuvor stromlose Wicklung mit

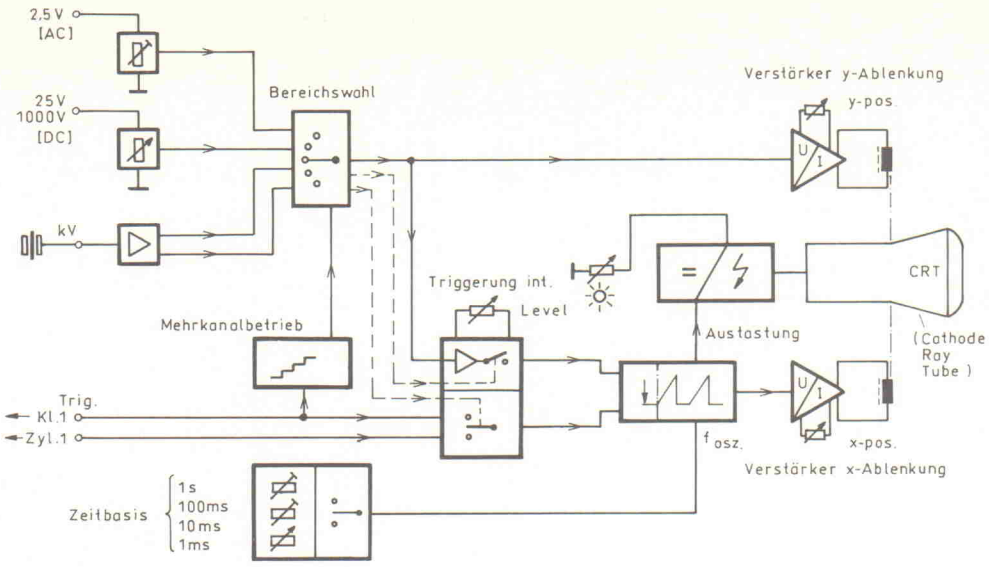



**Bild 1. Bereits das Blockschaltbild des Kfz-Diagnose-Scopes unterscheidet sich in wesentlichen Punkten von dem des vertrauten Labor- und Serviceoszilloskops.**

dem Gleichstromwiderstand R und der Induktivität L mit einem Spannungssprung bei t = 0 auf den Wert U beaufschlagt, so gilt für den Stromanstieg in der Wicklung

$$i = \frac{U}{R}\left(1-e^{\frac{-t}{\tau}}\right);\ \tau = \frac{L}{R}$$

Die Stromanstiegsgeschwindigkeit ist demnach von der Zeitkonstante $\tau$ abhängig; diese kann aber aus konstruktiven Gründen nicht beliebig klein dimensioniert werden. Andererseits kann nach der obigen Gleichung der Quotient U/R über eine ausreichend hohe Aussteuerungsreserve für die Endstufen — die Betriebsspannung ist also sehr groß gegenüber dem Produkt iR bei Vollaussteuerung der Schirmfläche — noch relativ groß gewählt werden. Dies trifft auch für die Schaltungstechnik des hier vorgestellten Oszilloskops zu.

Das zuvor Gesagte führt zu einer — im Vergleich zu der an den Ablenkspulen benötigten Spannung — hohen Verstärker-Betriebsspannung und damit zu relativ hohen Verlustleistungen. In einigen Geräten industrieller Anbieter findet man noch eine andere Lösung:

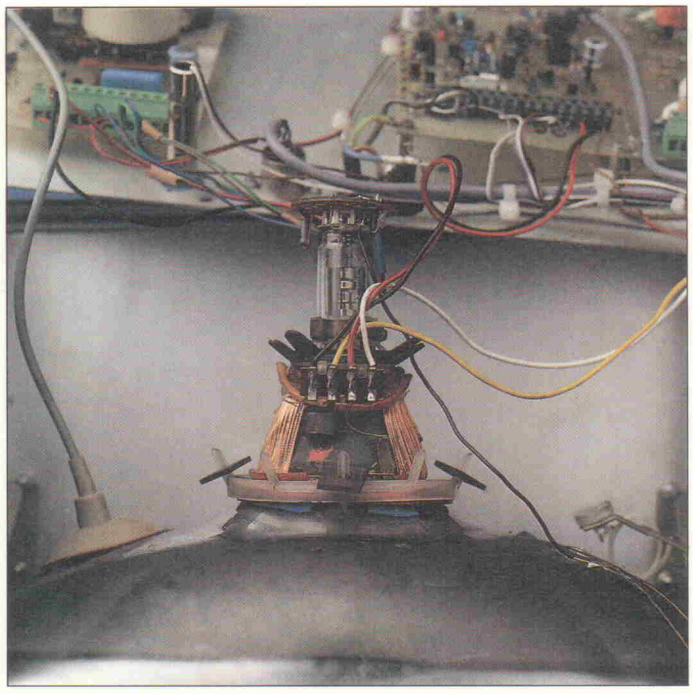
Der besonders schnelle Hochspannungsanstieg in Form des Zündnadelimpulses wird in einer Zusatzschaltung detektiert und ein amplitudenrichtiger, jedoch aufgrund zu geringer Rechen- beziehungsweise Regelungszeiten von der Anstiegsgeschwindigkeit unabhängig breiter Impuls in den y-Verstärker eingetastet. Die Betrachtung der Bildwiedergaben derartiger Geräte zeigt, daß dem naturgetreuen Zeitverlauf der Zündhochspannung ganz sicher nicht mehr entsprochen wird.

Dieses Verfahren ist zudem für die Wiedergabe höherfrequenter Signale ohne Nadelimpulse kaum geeignet beziehungsweise noch mit besonderen Problemen behaftet. Bemerkenswert ist auch, daß sich dieses System gerade in allen Werkstatt-Diagnosegeräten eines Automobilherstellers befindet, der sich des Kürzels highTech besonders in bezug auf Fahrzeugelektronik bedient.

## Der Vertikal-Verstärker

Aus Bild 2 (VA-Modul) wird die y-Ablenkung mit ihrer Betriebsspannungsstabilisierung ersichtlich.

Der Trend, nahezu jede Regelungsschaltung als eine inte-



**Die Magnetscheiben dienen der Linearisierung der Ablenkung.**

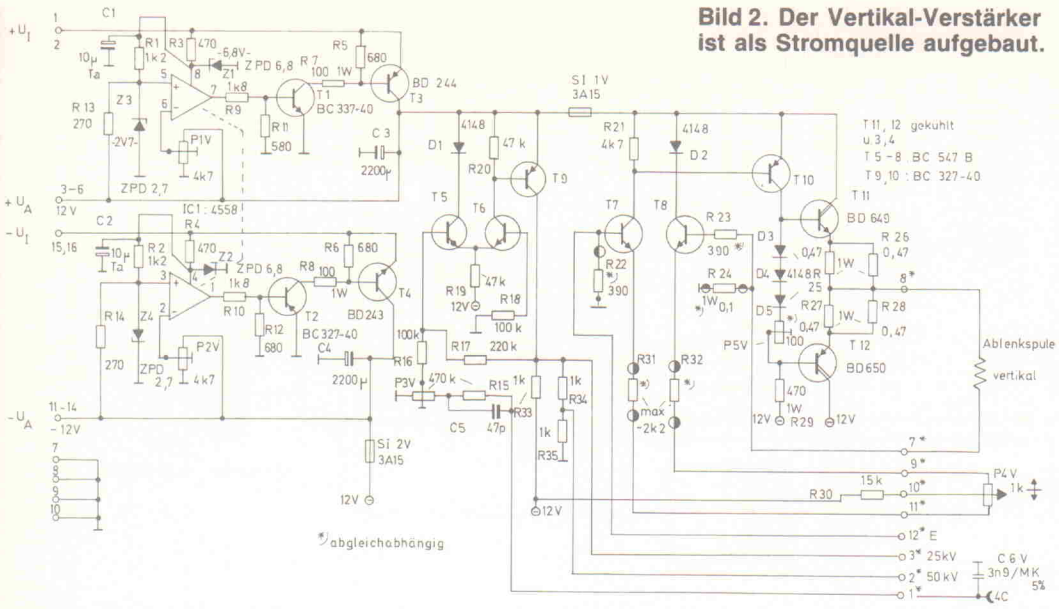



**Bild 2. Der Vertikal-Verstärker ist als Stromquelle aufgebaut.**

grierte Lösung in einem Kunststoffgehäuse unterzubringen, hält mit einer Vielzahl von mittlerweile im Handel erhältlichen Fertig-Applikationen unvermindert an. Werden jedoch für spezielle Systemlösungen besondere Anforderungen an Impuls-Regelungsverhalten, Schwingneigung sowie auch an die maximal möglichen Verhältnisse von Ausgangs- zu Eingangsspannung gestellt, können oft diskret aufgebaute Schaltungen nicht nur technisch, sondern auch kostenbezogen die insgesamt bessere Alternative darstellen.

Zum y-Vorverstärker für die kapazitive Hochspannungsabnahme ist anzumerken, daß der mit T 5, T 6 und T 9 aufgebaute Differenzverstärker die Invertierung der Eingangsspannung bewirkt, denn entsprechend der technischen Stromrichtung ist die Zündspannung für Verbrennungsmotoren im allgemeinen negativ gerichtet. R 15/C 5 ist ein für die Impulsabnahme und nach den Wicklungsdaten der Ablenkeinheiten bemessenes Kompensationsglied.

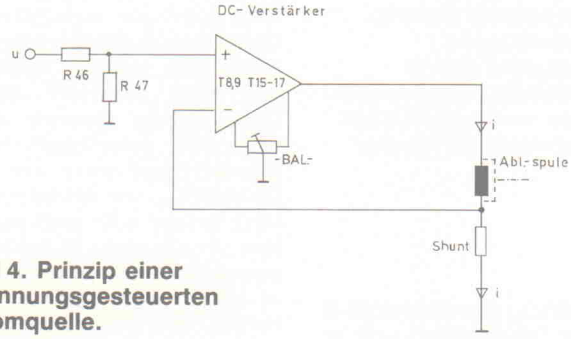



**Bild 4. Prinzip einer spannungsgesteuerten Stromquelle.**

Mit P 3 V werden gleichzeitig beide Hochspannungsmeßbereiche kalibriert. Mit T 7, T 8, T 10 . . . 12 ist die nach Bild 4 im Prinzip identische DC-Verstärkerschaltung aufgebaut; der Shunt für die Ablenkwicklung ist R 24. Der Einsatz von P 5 V zur Ruhestromanhebung wird in den überwiegenden Fällen nicht erforderlich sein; für diesen Widerstand ist im Layout eine Drahtbrücke eingezeichnet.

Mit P 4 V wird die Strahlverschiebung in vertikaler Richtung vorgenommen, dazu sind R 31 und R 32 — ausgehend von Kurzschlußbrücken — so zu bestimmen, daß sowohl der obere als auch der untere Schirmrand erreicht werden kann. Angaben zu den Widerständen R 22 und R 23 folgen noch im Abschnitt zur Einmessung des Gerätes. Der Aufbau des y-Schaltungsteils kann insgesamt als durchaus gestreckt bezeichnet werden, hat sich aber andererseits als besonders schwingneigungssicher erwiesen. Die Transistoren T 3, T 4 und T 11, T 12 bedürfen einer ausreichenden Kühlung. Ein dies berücksichtigender, insgesamt recht kompakter Schaltungsaufbau wird unter Verwendung eines Aluminium-(Hohl-)Profils (Länge nach Leiterplattenbreite) konstruiert gezeigt. Eine solche Anordnung kann auch für das HA-Modul übernommen werden.

Bild 5 gibt das Schaltbild der Horizontalablenkung wieder. Grundsätzlich wird zwischen vier verschiedenen Funktionszuständen unterschieden:

— Betrieb ohne Triggerung: freilaufender Horizontaloszillator
— Betrieb mit den vom Motor abgenommenen Triggersignalen: automatische Nachführung der Horizontal-Ablenkfrequenz in Abhängigkeit von der Motordrehzahl
— Betrieb mit fester, wählbarer Ablenkfrequenz mit motorischer Triggerung
— Betrieb über interne Triggerung in Abhängigkeit der Y-Eingangssignale.

Der für die Ablenkung erforderliche Sägezahnoszillator arbeitet nach dem bekannten Prinzip einer periodischen Auf- und Entladung eines Kondensators (C 15) über eine Konstantstromquelle (OP 1, T 11). Die an C 15 anliegende Span-

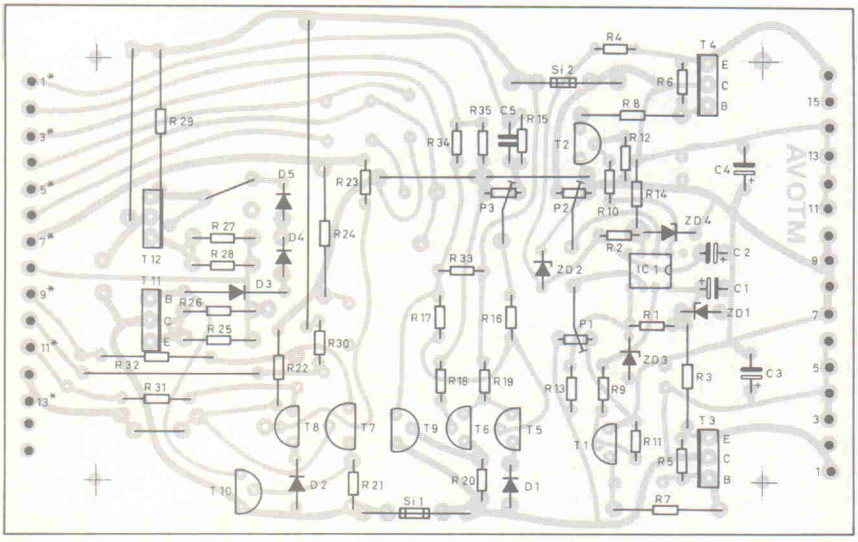
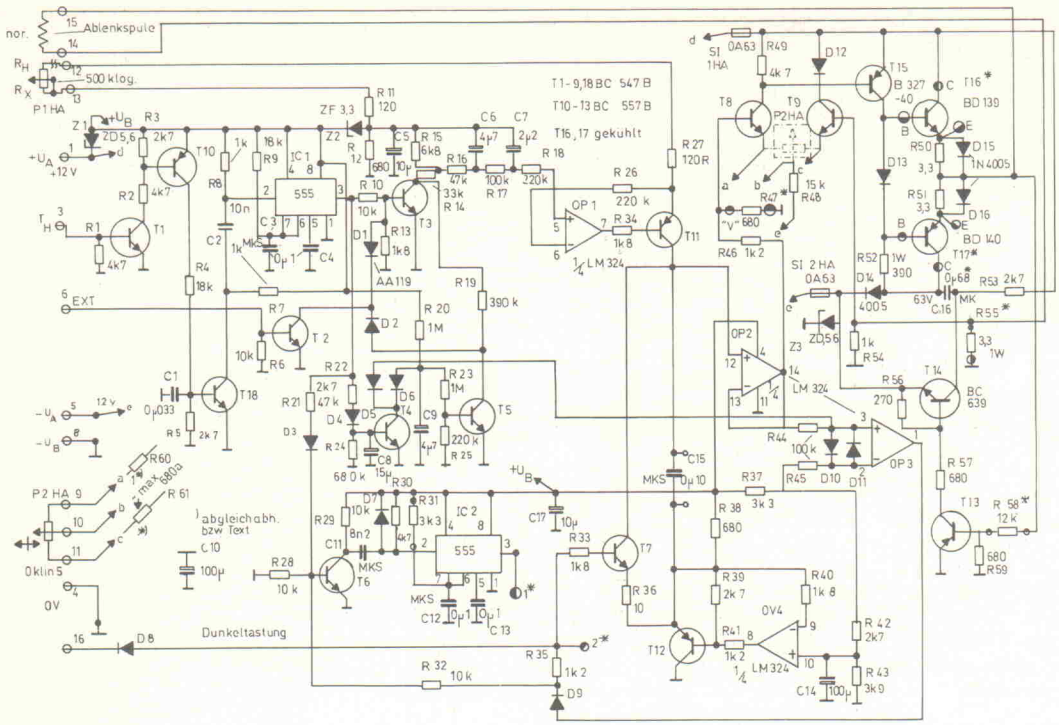



**Bild 3. Europa, einmal einfach: Das VA-Modul.**

## Stückliste

**VA-Modul**

| | |
|---|---|
| Widerstände: | |
| R1,2 | 1k2 |
| R3,4 | 470R |
| R5,6,11,12 | 680R |
| R7,8 | 100R/1W |
| R9,10 | 1k8 |
| R13,14 | 270R |
| R15 | 470k |
| R16,18 | 100k |
| R17 | 220k |
| R19,20 | 47k |
| R21 | 4k7 |
| R22,23 | 390R |
| R24 | 0,1R/1W |
| R25,28 | 0,47R/1W |
| R29 | 470R/1W |
| R30 | 15k |
| R31,32 | 2k2 |
| R33,34,35 | 1k |
| P1,2 | 5k Cermet-Trimmer |
| P3 | 500k Trimmer |
| P4 | 1k lin |
| P5 | 100R Trimmer |
| Kondensatoren: | |
| C1.2 | 10µ Tantal |
| C3.4 | 2200µ |
| C5 | 47p |
| C6 | 3,9n |
| Halbleiter: | |
| T1: | eaBC 337-40 |
| T2,9,10: | eaBC 327-40 |
| T3: | eaBD 244 |
| T4: | eaBD 243 |
| T5. . .8: | eaBC 547 B |
| T11: | eaBD 649 |
| T12: | eaBD 650 |
| Sonstiges: | |
| SI1,2: | ea3,15A |




grund der relativ hohen Leerlaufverstärkung nur unwesentlich auf die Bildwiedergabe aus. Auf der Leiterplatte der Prototypversion sind jedoch noch Raum und Leiterbahnen vorhanden, zu D 13 noch eine weitere 1N4148-Diode in Serienschaltung mit einem 50-Ω-Trimmer zu schalten; die Ruhestromoptimierung beginnt mit minimalem Bahnwiderstand des Trimmers!

Eine Besonderheit in der Endstufe stellt die mit T 13, T 14 und C 16 realisierte Schaltung dar: Ist die abfallende Flanke der Sägezahnschwingung ungefähr auf die negative Betriebsspannung abgefallen, werden diese beiden Transistoren leitend. Der über R 53 aufgeladene Kondensator wird nun bei gleichzeitig sperrender Diode D 14 umgepolt und bewirkt somit eine kurzzeitige Erhöhung der negativen Versorgungs-

**Bild 5. Die Widerstände R 60 und R 61 im HA-Modul . . .**

nung wird von OP 2 gepuffert, der nachgeschaltete Komparator OP 3 bestimmt bei fehlenden Triggersignalen am Eingang $T_H$ den Entladezeitpunkt für diese Kapazität. OP 4 und T 12 halten C 15 auf konstantem Potential; die Entladung dieses Kondensators erfolgt über T 7 und — in Verbindung mit einer noch nachfolgend besprochenen Zusatzschaltung (interne Triggerung) an den Klemmen 1* und 2* — über den Ausgang von IC 2.

Die Ansteuerung der Ablenkwicklung über eine unter Leistungsverstärkung erfolgende Spannungs-/Stromumwandlung veranschaulichte bereits Bild 4. Mit P 2-HA wird die für eine Bildlageverschiebung erforderliche Asymmetrie für die Emitter- und Kollektorströme der Eingangstransistoren T 8 und T 9 vorgenommen. Mit R 60 und/oder R 61 — die Dimensionierung dieser beiden Widerstände richtet sich auch nach den Exemplarstreuungen von T 8 und T 9 — kann die Mittenstellung von P 2-HA bei Bildstrahlbeginn an der linksseitigen Rasterbegrenzung festgelegt werden. Gegebenenfalls können diese in Isolierschläuche zu verlegenden Widerstände auch entfallen.

T 16 und T 17 arbeiten ohne Ruhestrom, das wirkt sich auf-

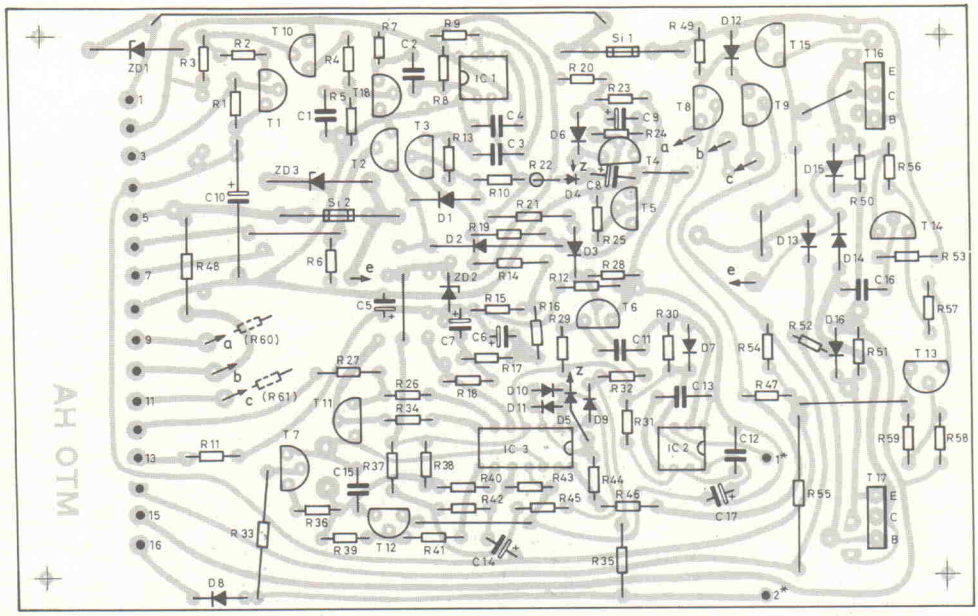



**Bild 6. . . . müssen experimentell ermittelt werden.**

## Stückliste

**Das HA-Modul**

Widerstände:

| | |
|---|---|
| R1,2,30,49 | 4k7 |
| R3,5,22,39, 42,53 | 2k7 |
| R4,9 | 18k |
| R6,10,28, 29,32 | 10k |
| R7,8,54 | 1k |
| R11,27 | 120R |
| R12,38,47, 57,59 | 680R |
| R13,33,34, 40 | 1k8 |
| R14 | 33k |
| R15 | 6k8 |
| R16,21 | 47k |
| R17,44,45 | 100k |
| R18,25,26 | 220k |
| R19 | 390k |
| R20,23 | 1M |
| R24 | 680k |
| R31,37 | 3k3 |
| R35,41,46 | 1k2 |
| R36 | 10R |
| R43 | 3k9 |
| R48 | 15k |
| R50,51 | 3R3 |
| R52 | 390R/1W |
| R55 | 3R3/1W |
| R56 | 270R |
| R58 | 12k |
| R60,61 | 680R |
| P1 | 500k log |
| P2 | 500R lin |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1 | 33n |
| C2 | 10n |
| C3,4,12, 13,15 | 100n |
| C5,17 | 10µ |
| C6,9 | 4,7µ |
| C7 | 2,2µ |
| C8 | 15µ |
| C10,14 | 100µ |
| C11 | 8,2n |
| C16 | 680n |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| Z1,3 | ZD 5V6 |
| Z2 | ZDP 3V3 |
| D1 | AA 119 |
| D2 . . . 13 | 1 N 4148 |
| D14 . . . 16 | 1 N 4005 |
| T1 . . . 9,18 | BC 547 B |
| T10 . . . 13 | BC 557 B |
| T14 | BC 639 |
| IC1,2 | NE 555 |
| IC3 | LM 324 |

Sonstiges:

| | |
|---|---|
| SI1,2 | 0,63 A |

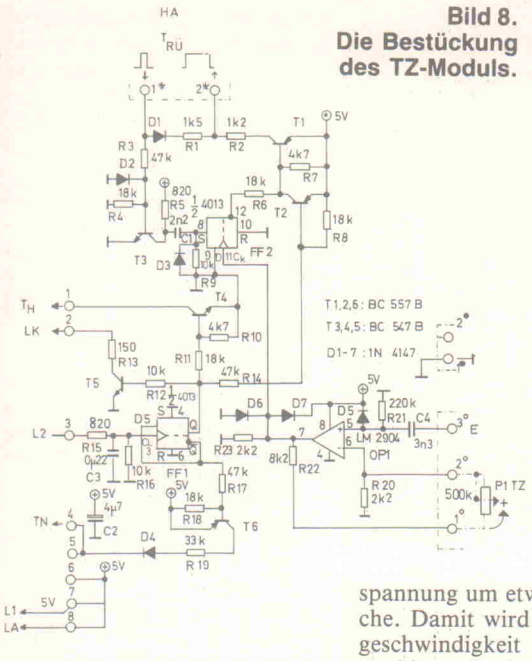
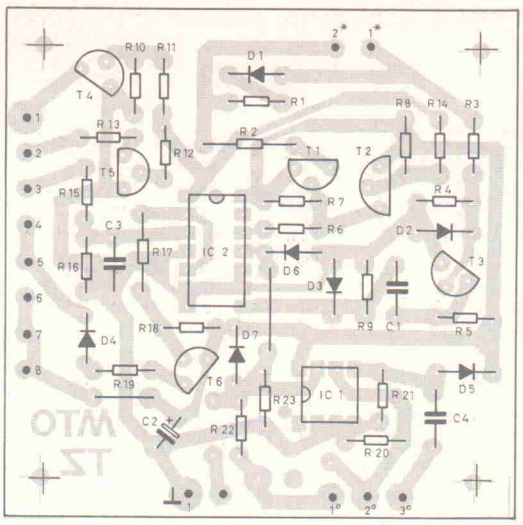



**Bild 7. Der Triggerzusatz sorgt für stehende Bilder.**

**Bild 8. Die Bestückung des TZ-Moduls.**



## Stückliste

**Das TZ-Modul**

| | |
|---|---|
| Widerstände: | |
| R1 | 1k5 |
| R2 | 1k2 |
| R3,14,17 | 47k |
| R4,6,8, 11,18 | 18k |
| R5,15 | 820R |
| R7,10 | 4k7 |
| R9,12,16 | 10k |
| R13 | 150R |
| R19 | 33k |
| R20,23 | 2k2 |
| R21 | 220k |
| R22 | 8k2 |
| P1 | 500k log |
| Kondensatoren: | |
| C1 | 2,2n |
| C2 | 4,7µ |
| C3 | 220n |
| C4 | 3,3n |
| Halbleiter: | |
| T1,2,6 | BC 557 B |
| T3,4,5 | BC 547 B |
| IC1 | LM 2904 oder LM 358 |
| IC2 | CD 4013 |

spannung um etwa das Zweifache. Damit wird die Rücklaufgeschwindigkeit des Ablenkstrahls noch einmal wesentlich gesteigert.

Im Gegesatz zu ihrem konstruktiv vorgesehenen TV-Betrieb wird die Zeitablenkung nunmehr über das ursprüngliche Vertikal-Ablenksystem vorgenommen. Die Ablenkeinheit muß also auf dem Röhrenhals um 90° gedreht werden, so daß das schnellere der beiden Wicklungssysteme der y-Ablenkung vorbehalten bleibt.

Die richtige Strahldurchlaufrichtung stellt sich unter Um-

# Einsatz von Motordiagnose-Oszilloskopen

Für eine wirksame Kontrolle von elektronischen Regelungssystemen am Kraftfahrzeug ist das menschliche Auge ohne spezielle Hilfsmittel meist nicht mehr ausreichend. Sollte in verschiedenen Fällen auch die altbewährte Verwendung von Spannungsmeßgeräten nur wenig Aufschlußreiches hervorbringen, hilft oft letztlich nur noch der Einsatz eines auch für spezielle Meßvorgänge geeigneten Oszilloskops in Verbindung mit bestimmten, noch zuvor angeeigneten Fachkenntnissen.

Die an ein solches Gerät zu stellenden Kriterien weichen von den Eigenschaften der bekannten Indoor-Laborgeräte jedoch nicht unwesentlich ab. Insbesondere Kontrastverhalten und Bildschirmflächen der herkömmlichen Oszilloskopröhren haben sich in überwiegenden Fällen für das Arbeiten am Kraftfahrzeug als unzureichend erwiesen. Ferner besitzen auch die konventionellen Indoor-Geräte der gehobenen Preisklassen nicht eine Einrichtung zur problemlosen, das heißt hier: berührungslosen Messung von Hochspannungen bis zu 50 kV aus der Fahrzeug-Zündanlage; darüber hinaus müssen für solche Einsätze noch zusätzlich bestimmte Anforderungen an die Impulstriggerung dieser Geräte gestellt werden — was aber ohne weiteres auch nicht erfüllt sein dürfte.

Hingegen werden, hauptsächlich aufgrund der von unterschiedlichen Motordrehzahlen bedingten Impulswiederholungsraten, an die Zeitablenkung weniger hohe Anforderungen gestellt. Zwar sollte ein Hochspannungsanstieg von 500 V/µs als Nadelimpuls problemlos wiedergegeben werden können, andererseits sind 0,5 ms/cm als der Kehrwert für die horizontale Ablenkgeschwindigkeit im allgemeinen vollkommen ausreichend.

Als ein weiteres Erfordernis für Fahrzeug-Oszilloskope ist insbesondere auch ihre schnelle, übersichtliche und unkomplizierte Bedienung zu nennen. Zumeist trifft gerade dieser sehr wichtige Gesichtspunkt auf das Labortisch-Equipment der renommierten Gerätehersteller jedoch bei weitem nicht zu. Dennoch ist bei dem hier vorgestellten Gerät auch ein Mehrkanalbetrieb bis zu acht Kanäle möglich, so daß die Hochspannungsoszillogramme der einzelnen Motorzylinder für einen optimalen Vergleich auch übereinander geschrieben werden können (12-Zylindermotoren verfügen überwiegend über zwei voneinander getrennte, je 6 Zylinder umfassende Zündkreise).

Die Aussagekraft der Hochspannungsoszillogramme von Verbrennungsmaschinen wird in der Praxis vielfach unterschätzt.

Defekte bzw. Verschleiß

- des Unterbrecherkontakts/-kondensators
- der Zündkerzen
- der Zündspule
- der Entstörwiderstände
- des Verteilerläufers
- des Verteilernockens/-wellenlagers
- der Lichtmaschine

rufen im allgemeinen eine deutliche Abweichung vom Normalbild hervor.

Steht zudem ein auf den vorliegenden Motortyp bezogenes Oszillogramm-Gutbild zur Verfügung, dann zeigen sich noch Veränderungen

- der Gemischzusammensetzung
- des Zündkerzen-Elektrodenabstandes
- des Zündzeitpunktes (zumeist ab einer bestimmten Größenordnung)
- der Motorkompression
- der Motorundichtigkeit (über verölte oder mit Kühlwasser benetzte Zündkerzen)

im Hochspannungsoszillogramm der Motorzündanlage. Ferner können auch Untersuchungen an den verschiedenen Impulsgebern im Kraftfahrzeug, beispielsweise an den Induktivgebern von vollelektronischen Zündanlagen oder an den Radumdrehungssensoren von ABS-Anlagen durchgeführt werden.

Das Thema 'Fahrzeug-Oszillogrammanalyse' ist jedoch vielschichtig und umfangreich. Zündspannungsoszillogramme sind sozusagen auch als 'EKG' der Verbrennungsmaschinen aufzufassen, denn Fahrzeug-Liebhaber und die Schar der blumig formulierenden Automobil- und Motorsportjournalisten bezeichnen oft den Motor als das 'Herz' des Autos.

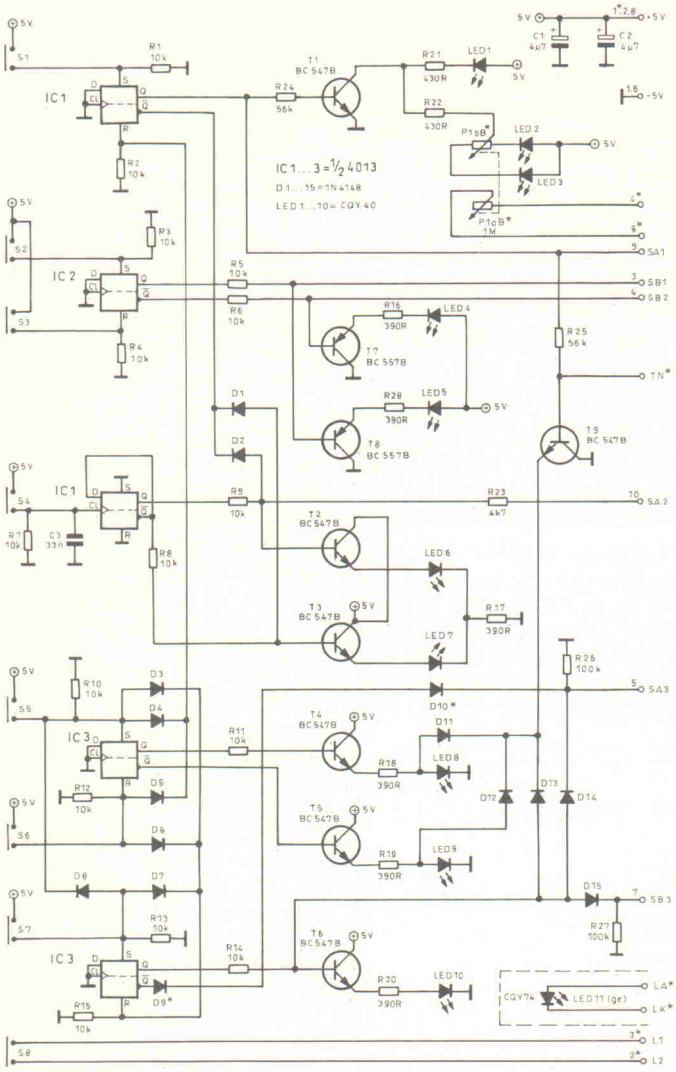



**Bild 9. Halb-diskrete Logik: Das Bedienteil.**

ständen erst nach Vertauschen der Anschlüsse der Ablenkwicklung ein. Ihr Gleichstromwiderstand ist jedoch stets größer als der für den y-Schaltungsteil vorgesehene.

Zur Verarbeitung der Triggersignale auf dem HA-Modul folgende Erläuterungen:

Vom C-Modul gelangen die vom Motor abgenommenen Triggerimpulse über den Anschluß $T_H$ und den zur Potentialverschiebung eingesetzten Transistoren T 1 und T 10 zum monostabilen Timer IC 1, welcher mit einer konstanten Impulsdauer von ca. 2 ms den Integrationsgliedschalter T 3 ansteuert. Die Kombination R 5/C 1/T 18 stellt eine Abblockung für hochfrequente Störimpulse dar. An den mit R 16/C 6 und R 16/C 6 und R 17/C 7 aufgebauten RC-Gliedern fällt mit zunehmender Motordrehzahl eine entsprechend höhere Spannung ab. Dadurch steigt auch der C 15-Aufladestrom durch R 11, R 27, P 1-HA; es liegt also eine weitgehend angepaßte, für die Praxis mit diesem Potentiometer beeinflußbare Horizontalablenkung vor.

Mit der ansteigenden Flanke der Triggerimpulse wird gleichzeitig über den Ausgang von IC 1, über T 6 und IC 2 der Kondensator C 15 entladen (Strahlrücklauf, 1* und 2* sind miteinander verbunden). Über R 22, D 4 und C 8 ist T 4 durchgeschaltet, und der Ausgang des mit OP 3 aufgebauten Komparators befindet sich ständig auf negativem Potential: Der Strahlrücklauf kann also nur über die Triggerimpulse ausgelöst werden.

Für die Spannungsmeßbereiche bis 1 kV werden jedoch T 2, D 1 und D 2 über das vom C-Modul an den Anschluß 6 gelangende Steuersignal „EXT" durchgesteuert. Dadurch wird T 3 abgeschaltet, und die Stromquellenschaltung erhält über R 19 eine konstante, für die festen Zeitmaßstäbe gültige Vorspannung.

Bei fehlenden Triggerimpulsen am Ausgang von IC 1 leitet T 5 aufgrund des sperrenden Transistors T 4. Dann wird R 19 ebenfalls auf Bezugspotential gelegt, und die Versorgung der Stromquelle für eine freilaufende periodische Strahlablenkung ist damit gesichert.

Der Modulanschluß 8 dient als Prüfpunkt für eine Gleichspannung von ca. -6,4 V gegen Schaltungsmasse, Anschluß 4. Für die Betriebsspannung $+U_B$ sollte sich ein betragsgleicher Wert einstellen. Die Endstufentransistoren T 16 und T 17 sind mit Kühlkörpern von je ungefähr 15 K/W zu kühlen oder an einem ausreichend großen Chassisblech zu befestigen. Die Diode D 5 ist mit einem Isolierschlauch zu überziehen und kann gegebenenfalls auch leiterbahnseitig angebracht werden.

Den für die interne, amplitudenabhängige Triggerung erforderlichen Schaltungsteil gibt Bild 7 wieder. Im passiven Zustand dieser Schaltung sperrt T 1, so daß auf dem zuvor besprochenen HA-Schaltungsteil die Punkte 1* und 2* über D 1 und R 1 verbunden sind. Wird jedoch die Taste S 8 (L1, L2) aktiviert, werden über FF 1 und T 4 die an $T_H$ anliegenden Triggerimpulse zur Sperrung von T 4-HA und Aktivierung von OP 3-HA eliminiert; gleichzeitig wird über R 14 und T 2 die ständige Sperrung von T 1 aufgehoben.

## Stückliste

**Das B-Modul**

Widerstände:

| | |
|---|---|
| R1...15 | 10k |
| R16...20, 28 | 390R |
| R21,22 | 430R |
| R23 | 4,7k |
| R24,25 | 56k |
| R26,27 | 100k |
| P1a,b | 1 M lin. Tandem |

Kondensatoren:

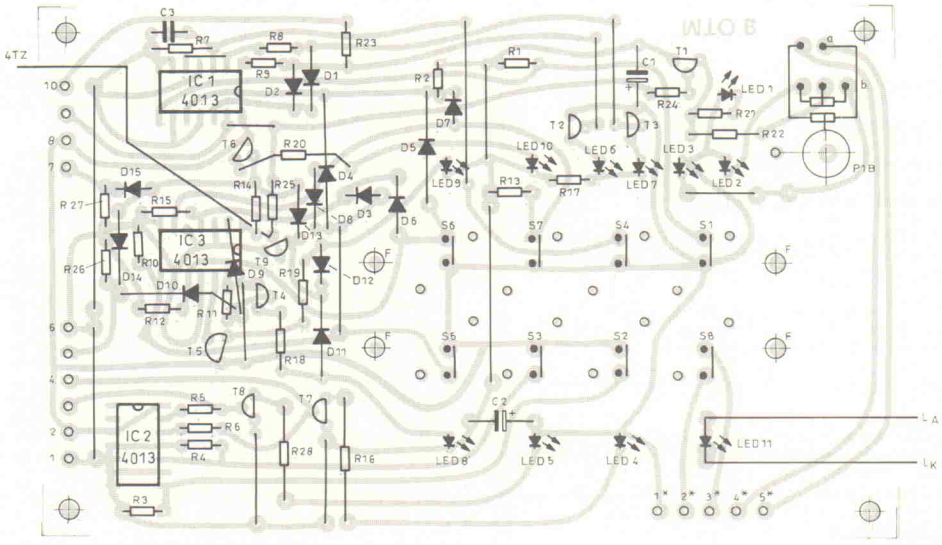
| | |
|---|---|
| C1,2 | 4,7µ |
| C3 | 33n |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1...15 | 1 N 4148 |
| T1...6 | BC 547 B |
| T7,8 | BC 557 B |
| LED1...10 | CQY 40 |
| LED11 | CQY 74 |
| IC1...3 | CD 4013 |

Sonstiges:
S1...8: Tipptaster, z.B. M 6403.0220

**Bild 10. Das B-Modul bildet, Lötseite an Lötseite, eine kompakte Einheit mit dem C-Modul.**



Unmittelbar nach Eintreffen des Rücklaufimpulses an Anschluß 1* wird FF 2 gesetzt und T 1 schaltet durch, das bedeutet die dunkelgetastete Fixierung des Bildpunktes am linken Bildschirmrand. Sobald mit positiver Flanke die Umschaltschwelle am Takteingang von FF 2 bei Triggerung erreicht ist, nimmt der Ausgang $\overline{Q}$ das positive Versorgungsspannungspotential an, T 1 sperrt, und der Bildstrahldurchlauf wird über den Aufladevorgang von C 15-HA gestartet. Hat nun der Bildstrahl den rechten Bildrand passiert, liefert OP 3-HA einen positiven Impuls über D 9, R 32, T 6 und IC 2 zurück an 1*. Die bereits beschriebenen Vorgänge laufen von neuem ab.

OP 1 nimmt die erforderliche Verstärkung der am Eingang E des y-Verstärkerteils anliegenden Spannungen auf die Schaltschwelle des Takteingangs von FF 2 vor. Mit P 1-TZ ist die Verstärkung und damit die Triggerschwelle für die Eingangsspannungen beeinflußbar. T 6 (aktiviert „TN") und T 5 (Bereichs-LED-Ansteuerung dienen zur Anzeigensteuerung.

## Die Bedieneinheit

Die Leistungsfähigkeit eines Oszilloskops ist im besonderen Maß mit der Auslegung seiner Meßbereiche verknüpft. Dazu greifen das mit Bild 9 wiedergegebene Bedienmodul und die mit Bild 11 gezeigte Steuersignalverarbeitung (C-Modul) eng ineinander. Auf dem B-Modul ist das 1-MΩ-Tandem-Potentiometer P 1 für den DC-Meßbereich untergebracht. Die Bereichsgrenzen (25 V...1000 V) werden über die Leuchtdioden LED 2 und LED 3 angezeigt.

Die vorgenommene getrennte Anordnung von den über die Tastatur betätigten FlipFlops und den mit geringen Steuerströmen gespeisten LED-Treibertransistoren bringt durchaus Vorteile: Über die diodengeschalteten Treibertransistoren werden nicht nur die für den y-Schaltungsteil erforderlichen Steuersignale SA 1 und SA 2 erzeugt, sondern auch entsprechende Kombinationen für die Triggerung (SA 3 und SB 3). Lediglich die für die Wahl der Zeitmaßstäbe erforderlichen Steuerspannungen SB 1 und SB 2 bleiben unbeeinflußt.

Die Tabelle in Bild 13 gibt über die Logik der Steuersignale für die B- und C-Module genaueren Aufschluß. Den Fußnoten zu dieser Tabelle sind auch Anmerkungen zur gewählten Symbolik der Meßbereiche zu entnehmen. Diese Aufstellung ist für eine Vorprüfung der beiden Module nach ihrem Zusammenschalten — die beiden Kontaktreihen 1-10 und 1*-5* sind bei zueinander gerichteten Leiterbahnseiten miteinander zu verbinden — unerläßlich. Die Leiterplatten werden mittels vier M3-Gewindebolzen miteinander verschraubt, ihre Längen richten sich nach der Gehäuseabmessung (Einbautiefe) des am B-Modul zu befestigenden Tandem-Potentiometers.

Der mit dem B-Modul erzielte hohe Bedienungskomfort wird besonders deutlich für die Übernahmemöglichkeit der für den Hochspannungsmeßbereich vorgesehenen Triggerungen über Kl. 1 und Zyl. 1 auch für den „V"-Meßbereich. Dadurch sind beispielsweise auch Prüfungen an mit zur Zündanlage synchron laufenden Impulsgebern möglich.

Wird S 1 zum Beispiel nach Taste S 6 gedrückt, dann erfolgt eine Triggerung durch den Zündimpuls des ersten Zylinders. War hingegen eine Betätigung von S 5 oder S 7 vorangegangen, wird über Kl. 1, also bei jedem Zündauslösezeitpunkt, getriggert. Zur nachfolgenden Wahl eines Hochspannungsbereiches wird jedoch nicht die Taste „kV" (S 4) betätigt, sondern unmittelbar der geforderte Bereich (S 5...S 7); der anfangs gewählte kV-Teilungsmaßstab bleibt bestehen.

Für S 1...S 9 werden quadratische Flachtasten im Anreihmaß 16 mm eingesetzt. Die Ausführungen besitzen als besonderen Vorteil abnehmbare transparente Kappen zum Einlegen der zugehörigen Beschriftungen. Der Widerstand R 20 wird wegen der Anschlüsse von D 4 mit einem ausreichenden Abstand zur Leiterplatte bestückt. D 9 und D 10 werden in ein Isolierrohr eingesetzt und können auch leiterbahnseitig angebracht werden.

Die Anschlüsse „TN", „$L_A$" und „$L_K$" werden mit ca. 25 cm langen isolierten Leitungen vorgenommen. Die mit „F" bezeichneten Bohrungen dienen zur Befestigung des Leiterplattenaufbaus mittels M3x10-Gewindebolzen an der Frontplatte. Der Abstand der Leuchtdioden LED 1...LED 11 zur Leiterplatte richtet sich auch nach der Stärke des Frontplattenmaterials, ansonsten ist die erforderliche Bauteil-Bestückungshöhe von max. 10 mm problemlos auf dem B-Modul zu realisieren.

LOGIKTABELLE: STEUERSIGNALE VOM BEDIENMODUL

| Taste | S 8 | S 5 | S 6 | S 7 | S 1 | S 2 | S 3 | — S 4 — | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -\|- | -\|- | -\|\|\|- | -\|\|\|- | -V- | 1ms/10ms | 1s/100ms | -25kV- | -50kV- |
| Steuersignale Modul C-Nr. | L1, L2 | SA3 5 | | SB3 7 | SA1 9 | SB1 3 | SB2 4 | | SA2 10 |
| 1. | (0→1) | x→0¢ | x→0 | x→0 | x | x | $\bar{x}$ | y | $\bar{y}$ |
| 2. | 0 | (0→1) | x→0 | x→0 | x→0 | x | $\bar{x}$ | y | $\bar{y}$ |
| 3. | 0 | x→0 | (0→1) | x→0 | x→0 | x | $\bar{x}$ | y | $\bar{y}$ |
| 4. | 0 | x→1*→0△ | x→0 | (0→1) | x→0 | x | $\bar{x}$ | y | $\bar{y}$ |
| 5. | 0 | x→0° | x→0 | x→0 | (0→1) | x | $\bar{x}$ | y→0 | y→0 |
| 6. | z | z | z | z | z | (0→1) | 1→0 | z | z |
| 7. | z | z | z | z | z | 1→0 | (0→1) | z | z |
| 8. | z | z | z | z | 0 | x | $\bar{x}$ | (0→1) | 1→0 |
| 9. | z | z | z | z | 0 | x | $\bar{x}$ | 1→0 | (0→1) |

(0→1) Aktivierung über die spaltenzugehörige Taste.

x, y Zustand „0" oder „1".

z Beliebiger Zustand ohne Berücksichtigung der Zeilenlogik.

* Nur für die Dauer der Tastenbetätigung.

° S5—LED erlischt, jedoch ist SA 3 von SA 1 unabhängig, da für den „V"-Bereich auch eine Triggerung über Kl. 1 zugelassen werden soll.

△ S5-Led erlischt, jedoch ist für SB 3 = 1 auch SA 3 = 1, denn die mit S 5 bzw. S 7 aktivierten Meßbereiche erfordern eine identische Triggerung (Kl. 1).

¢ Spaltenzugehöriges Steuersignal SA 3 wird jedoch nicht beeinflußt.

-|- Triggerung positiv gerichteter Signale für alle V- und kV-Bereiche; der Einsatzpunkt ist über ein Poti beeinflußbar.

-|-| Die Hochspannungsverläufe an den einzelnen Zylindern werden zur insgesamten Erfassung von Amplituden- und Zeittoleranzen ineinander geschrieben.

-|||| Hochspannungs-Reihenbildwiedergabe: Jeder Zylinder des Motors wird nur einmal pro Strahldurchlauf geschrieben. Damit wird eine problemlose Lokalisierung und Zuordnung der Hochspannungen nach der Zündfolge ermöglicht.

Mehrkanalbetrieb: Die Hochspannungsverläufe an den einzelnen Zylindern werden für die Ermittlung und Zuordnung von Amplitudentoleranzen übereinander geschrieben.

Ein Mehrkanalbetrieb ist gewöhnlich durch gesondert zugängliche, der Kanalzahl entsprechende Y—Eingänge gekennzeichnet. Getrennte Eingänge sind in diesem Fall jedoch nicht erforderlich, da der Abgriff sämtlicher zu messender Spannungen aufgrund der seriell ablaufenden Zündvorgänge bei den überwiegend anzutreffenden Zündanlagen mit mechanisch rotierender Hochspannungsverteilung über ein einzelnes Hochspannungskabel möglich ist.

**Bild 13. Tabelle 1.**

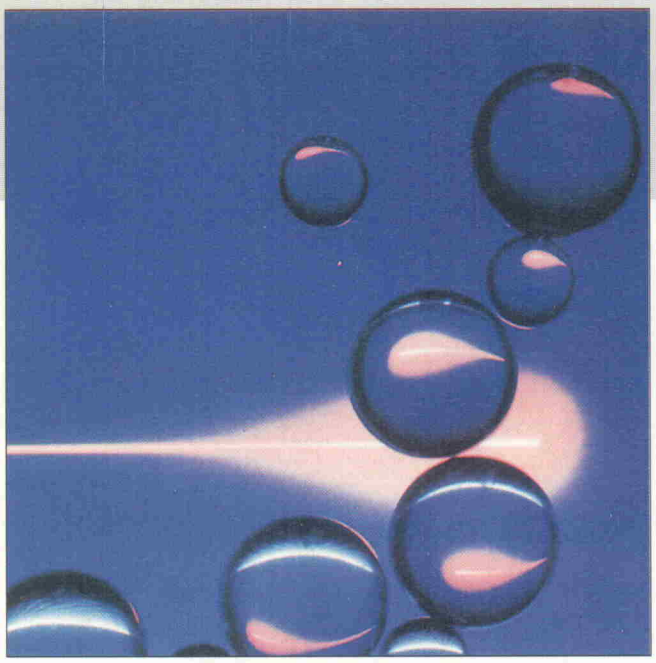
## Zwischen Plörre und Brei:

# Elektroviskose Flüssigkeiten

## Elektronik revolutioniert hydromechanische Systeme

**Michael Oberesch**

**Der Effekt ist unter Physikern ein alter Hut. Elektroviskosität — die Eigenschaft bestimmter Flüssigkeiten, im elektrischen Feld ihre Zähigkeit zu ändern — kannte man bereits in den dreißiger Jahren. Und man sah damals auch durchaus schon die möglichen Anwendungen des Phänomens. Heute erst, nach mehr als fünfzig Jahren, ist die technische Verwertbarkeit elektroviskoser Flüssigkeiten in greifbare Nähe gerückt. Ganz ist es noch nicht so weit, doch in absehbarer Zeit werden die EVF einige Bereiche der Mechanik revolutionieren!**



William M. Winslow, US-Amerikaner aus Colorado, erkannte bereits in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts die unglaublichen Möglichkeiten, die der technische Einsatz elektroviskoser Flüssigkeiten (EVF) bringen könnte. Winslow hielt zwar in weiser Voraussicht damals schon zahlreiche Patente — die Flüssigkeiten, die ihm zur Verfügung standen, hielten den technischen Anforderungen außerhalb seines Labors jedoch nicht stand. Die Öle, mit denen er im elektrischen Feld hantierte, hatten die Eigenschaft, zu viel Wasser an sich zu binden — eine verhängnisvolle Eigenschaft, wenn man berücksichtigt, worauf der Effekt der Elektroviskosität beruht.

Der Effekt ist verblüffend: Er zeigt sich in dem Phänomen, daß manche Flüssigkeiten, die im Normalzustand dünn wie Wasser sind, unter dem Einfluß eines wachsenden elektrostatischen Feldes immer zähflüssiger werden, um dann nahezu zu erstarren. Bei den so reagierenden Flüssigkeiten — Mineral- oder Silikonöle — handelt es sich in der Regel um Suspensionen, also um Aufschwemmungen, bei denen feste Teilchen in einer flüssigen Phase schweben.

Von Suspensionen spricht man, wenn die festen Teilchen so klein sind (10...1000 nm), daß sie in der Flüssigkeit nicht zu Boden sinken (Sedimentation), sondern aufgrund ihrer eigenen Wärmebewegung im Schwebezustand bleiben (kolloide Teilchen). Äußerlich wirkt eine solche Flüssigkeit häufig wie eine echte Lösung; sie kann aber auch von milchiger Konsistenz sein.

In Mineral- und Silikonölen werden diese Schwebeteilchen aus polymerisierten Riesenmolekülen gebildet, die, wie jedes nicht ionisierte Teilchen, in ihrer Gesamtheit elektrisch neutral sind. Inhomogene Ladungsverteilungen im Innern eines solchen Großmoleküls führen jedoch in der Regel dazu, daß dennoch seine Oberfläche ein gewisses Ladungspotential aufweist (Bild 1).

Ein solcher Effekt bewirkt nun aber, daß sich das Molekül mit einer Wolke von entgegengesetzt geladenen Ionen oder Dipolmolekülen (wie Wasser) umgibt, die ihrerseits der flüssigen Phase der Suspension entstammen (Bild 2). Diese Eigenschaft trägt neben der Wärmebewegung wesentlich zur Stabilität solcher kolloiden Lösungen bei, da auch sie einer Sedimentation entgegenwirkt.

Diese Eigenschaft ist es aber auch, die für den Effekt der Elektroviskosität verantwortlich ist. Die Viskosität einer Flüssigkeit wird bestimmt durch die Beweglichkeit ihrer Bestandteile. Vermögen sie ohne nennenswerte Behinderung aneinander vorbeizugleiten, so ist die Substanz dünnflüssig. Behindern sich die Teilchen gegenseitig durch Reibung, so ist ein zähflüssiges Verhalten zu erwarten. Suspensionen, in denen sich die kolloiden Teilchen mit kugelförmigen Ionenwolken umgeben haben, die sich zudem noch untereinander abstoßen, sind normalerweise dünnflüssig (Bild 3).

Wird eine solche Suspension nun einem von außen einwirkenden elektrischen Feld ausgesetzt, so wird die Form der Ionenwolken unter dessen Einfluß verzerrt: Aus der Kugel-

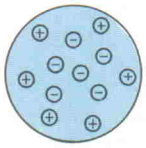


**Bild 1. Innerhalb eines elektrisch neutralen Moleküls können die Ladungen sehr ungleich verteilt sein, . . .**

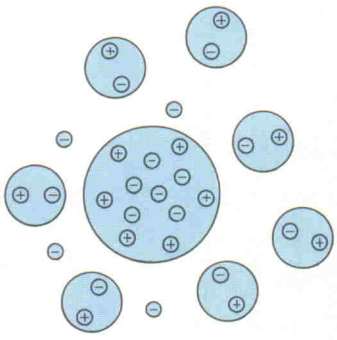


**Bild 2. . . . so daß es sich mit einer Wolke von Dipolmolekülen und entgegengesetzt gepolten Ladungsträgern umgibt.**

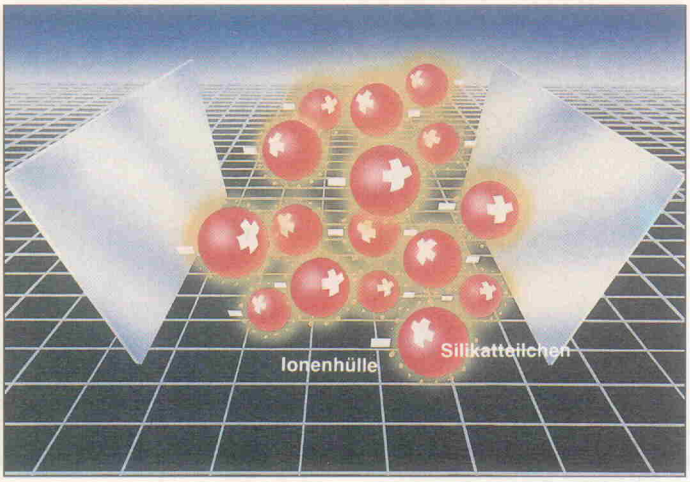
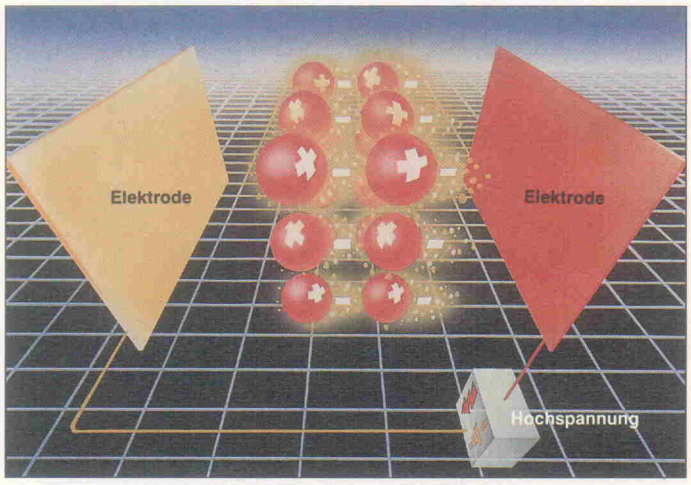



**Bild 3: Sind die Ladungswolken kugelförmig, so behindern sie sich gegenseitg nur wenig: Die Substanz ist dünnflüssig.**

**Bild 4. Je extremer die Form der Ladungswolken durch ein elektrisches Feld verzerrt wird, desto größer wird Reibung aneinander, desto zäher wird die Flüssigkeit.**




form wird mit wachsender Feldstärke eine zunehmend länger gestreckte Ellipse. Derart deformierte Gebilde (Bild 4) behindern sich gegenseitig mehr und mehr in ihrer Bewegungsfreiheit — die Flüssigkeit wird zäher. Bei ausreichend hohen Feldstärken kommt es dann schließlich sogar zu einer Überlagerung der Ionenwolken benachbarter Teilchen — ein Vorgang, der eine so starke Bindung aneinander bewirkt, daß die bereits zähe Flüssigkeit nahezu die Eigenschaft eines Festkörpers erhält.

Ein faszinierender, und doch weitgehend unbekannter Effekt: Eine Flüssigkeit läßt sich durch Anlegen einer Spannung steuern — von dünnflüssig bis fest, in Bruchteilen von Sekunden, fast trägheitslos! Im Labor funktioniert das Prizip bereits seit langem gut. Daß es dort bisher unter Ausschluß der Öffentlichkeit angewendet wurde, hat einen banalen Grund: Eine praktische Verwertung in der Technik gab es bislang nicht, und sie war auch lange Zeit nicht absehbar.

Schwachpunkt in der Praxis bildeten die Flüssigkeiten. Alle in der Vergangenheit eingesetzten Suspensionen erwiesen sich entweder als stark hygroskopisch (wasseranziehend), oder sie enthielten ohnehin schon einen hohen Anteil an Wasser. Für den rauhen, technischen Einsatz, bei dem es häufig im wahrsten Sinne des Wortes heiß her geht, bedeutete das, daß schon bei geringer thermischer Belastung der Flüssigkeit eine Dampfentwicklung einsetzte. Die Wassermoleküle, die mit ihrer Dipolcharakteristik die entscheidenden Ladungswolken bildeten, entwichen der Flüssigkeit, die damit ihre elektroviskose Eigenschaft verlor; der entweichende Wasserdampf führte darüber hinaus zu Dichtungs- und Isolationsproblemen.

Daß es beim erhofften technischen Einsatz der EVF heiß her gehen muß, ist unausweichlich: Die Branche, die den Chemikern am begierigsten auf die Reagenzgläser schielt, ist die Automobilindustrie. Dort träumt man nicht mehr von EVF, man testet bereits.

Die Chrysler Motor Corporation hat bereits Lizenzen genommen. Entwicklungsziel: Kupplungen, Allradkupplungen, elektronisch geregelte Antriebsachsen, Antischlupfsysteme...

Die Robert Bosch AG würde allzu gern schnellstens die teuren elektromechanischen Teile ihres Antiblockiersystems ABS durch einfache elektroviskose Steuerungen ersetzen...

Auch die Volkswagen AG verfolgt die Entwicklung mit wa-

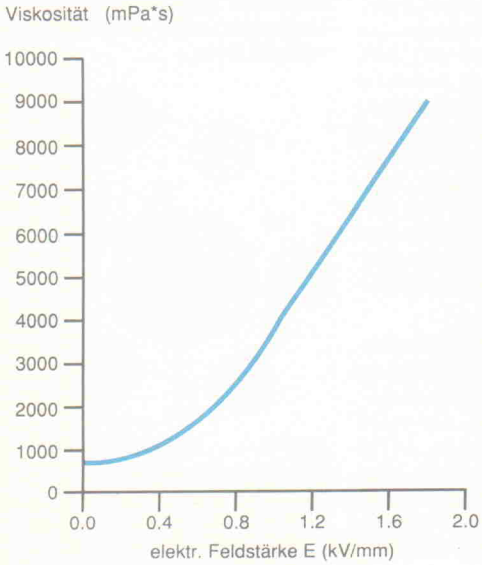



**Bild 5. Die Feldstärken, die für eine Viskositätssteuerung erforderlich sind, haben eine beachtliche Größenordnung. Zum Vergleich: Die Viskosität von Schmierölen liegt zwischen 300 und 3000 mPaps, die Durchschlagfestigkeit von Luft bei 2,1 kV/mm.**

# EVF mit

Die Viskosität von Flüssigkeiten ist eine physikalische Größe, die von vielen Einflüssen abhängig ist, insbesondere von der Temperatur. Das gilt natürlich auch für EVF. Abhilfe schafft hier ein Regelkreis, der die gewünschte Viskosität als Führungsgröße verarbeitet und gleichzeitig — mit Hilfe eines geeigneten Sensors — alle anderen, die Viskosität beeinflussenden Faktoren als Störgrößen kompensiert.

In den meisten Anwendungsfällen eines solchen Reglers hätte der Sensor dabei den Bewegungszustand der Flüssigkeit selbst zu messen, denn häufig soll ja gerade, wie zum Beispiel bei Stoß- oder Schwingungsdämpfern, eine Bewegung des Systems möglichst weitgehend unterbunden werden.

Sensoren für hydromechanische Bewegungsgrößen — gleich, ob sie als Weg-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsaufnehmer gestaltet sind — gehören aber in der Regel zu den aufwendigen, komplizierten und relativ teuren Meßwerterfassern, und ihr notwendiger Einsatz würde einen großen Teil der mechanischen Vereinfachungen in Frage stellen, die ein hydraulisches System mit EVF vom Grundsatz her bietet.

An dieser Stelle setzt eine Erfindung von Dr. Günter Oppermann an, die das Sensorenproblem auf genial einfache Weise aus der Welt schafft. Der Physiker von der Bayer AG setzt als Bewegungssensor die ohnehin vorhandenen Elektroden selbst ein.

Er machte die Feststellung, daß an diesen Elektroden ein elektrisches Stromsignal erzeugt wird, das in einem weiten Bereich proportional ist zum Betrag der Durchflußgeschwindigkeit der EVF zwischen den Elektroden beziehungsweise proportional zum Betrag der Relativgeschwindigkeit zweier oder mehrerer gegeneinander verschiebbarer Elektroden. Die Bewegungsmessung kann also auf einfachste Art durch eine Strommessung im Hochspannungskreis erfolgen beziehungsweise durch die Messung des Spannungsabfalls an einem im Hochspannungskreis liegenden Widerstand $R_V$.

# Selbstkontrolle

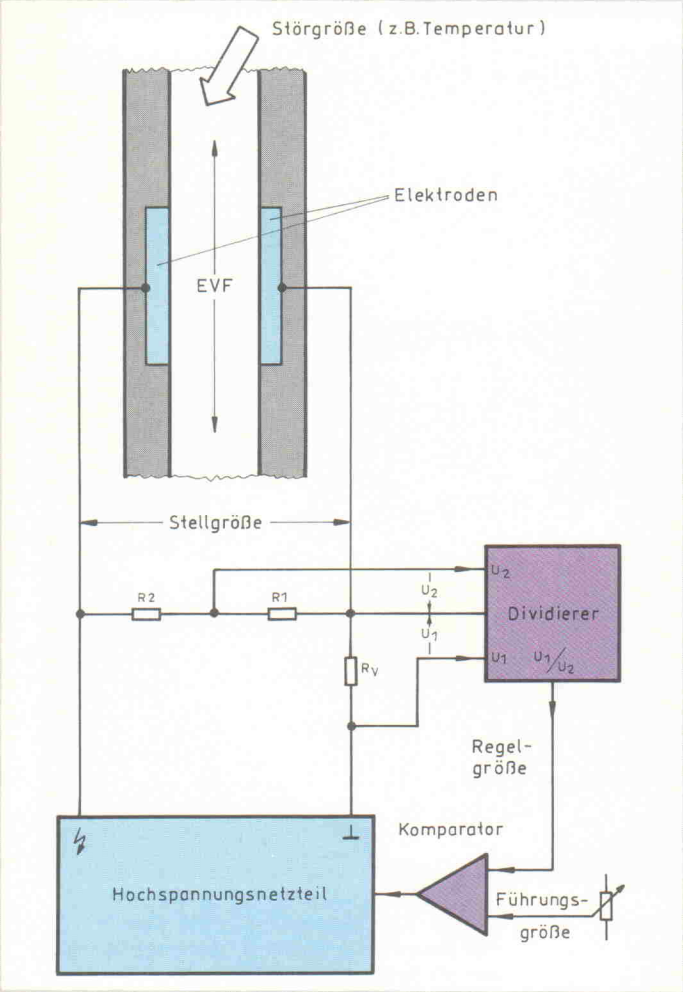
Doch ganz so einfach ist es nicht: Auch die beste EVF besitzt eine gewisse Leitfähigkeit, und so gesellt sich zu dem eigentlichen Meßstrom noch ein Anteil, der seinerseits proportional ist zur Höhe der an den Elektroden anliegenden Steuerspannung. Dieser Stromanteil ist jedoch uninteressant und muß folglich von der Regelschaltung ferngehalten werden.

Diese Aufgabe übernimmt eine Dividierschaltung, der als Dividend die an $R_V$ abfallende Spannung U1 zugeführt wird, die sowohl der Bewegung der EVF proportional ist als auch der anliegenden Hochspannung. Andererseits erhält die Dividierschaltung als Divisor eine mit dem Spannungsteiler R1,2 erzeugte Spannung U2, die nur der Hochspannung folgt.

Der Quotient U1/U2 ist somit nur dem eigentlichen Meßstrom proportional und kann als Regelgröße dienen, die nun in einem Komparator mit einer definierten Führungsgröße verglichen wird. Als Ausgangssignal ergibt sich die Stellgröße, die den Hochspannungserzeuger führt — der Regelkreis ist also geschlossen.

Die Schaltung funktioniert, doch wie so oft weiß auch hier der Erfinder (nebst zahlreicher anderer Forscher) nicht so genau, warum sie funktioniert. So 'nebulös' wie der Effekt der Elektroviskosität selbst, der auch noch keine ganz endgültige Erklärung gefunden hat, ist derzeit ebenfalls noch der 'Oppermann-Effekt', für den es gleich mehrere Theorien gibt. Dem Patentamt ist die Frage nach dem Warum ohnehin egal, und dem industriellen Anwender erst recht.

*Literatur:*
*Offenlegungsschrift DE 36 09 861 A 1, Deutsches Patentamt*




pop electronic GmbH

Der kompetente Lieferant des Fachhandels für Hobby-Elektronik

— ständig beste Preise und neue Ideen.

— Spezialist für Mischpulte und Meßgeräte, besonders METEX.

— Laufend Programmergänzungen und aktuelle Neuheiten, wie z. B. digitaler Autotester KT-100, Infrarot-Audio-Übertrager „Gamma", Slim-Line-Mixer MX-850 und vieles mehr.

— Umfangreiches Bauteilesortiment, z. B. Metall- u. Kunststoffknöpfe, Schalter, Kunststoffgehäuse und Zubehör, Steckverbinder, Opto-Elektronik, Anzeigeninstrumente, Lüfter, Trafos, Kopfhörer, Mikros, Lötgeräte, Netzteile.

— Neu im Sortiment: Alarmanlagen im umfangreichen Sonderkatalog.

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

chem Interesse — doch man hält sich bedeckt.

Motor der Entwicklung technisch verwertbarer EVF-Systeme ist derzeit die Bayer AG in Leverkusen. Neuestes und vielversprechendes Resultat ihrer Forschungen sind EVF auf der Basis von Silikonölen. Diese Flüssigkeiten werden aus einer Suspension fester, nichtmetallischer, hydrophiler Teilchen mit einem geringen Anteil adsorbierten Wassers. Sie besitzen die Eigenschaft, innerhalb von Millisekunden ihre Viskosität zu ändern. Je nach Stärke des angelegten Feldes kann die Viskosität zwischen leicht fließend und einem erstarrten, plastischen Zustand eingestellt werden (Bild 5). Patente für diese Öle wurden am 23. April 1987 von der Bayer AG offengelegt.

Daß ein Chemie-Konzern sich nicht nur darauf beschränkt, Rechte für Formeln und Rezepturen in Anspruch zu nehmen, beweist ein weiteres Patent vom September 1988, in dem ein einfaches, aber raffiniertes Verfahren zur 'elektronischen Selbstkontrolle' von EVF beschrieben wird:

Die meisten physikalischen Prozesse sind umkehrbar. Diese Aussage hat sich auch bei den elektroviskosen Flüssigkeiten bestätigt. Einerseits verändert das statische elektrische Feld die fluiden Eigenschaften der Flüssigkeit. Bewegt sich nun diese Flüssigkeit ihrerseits im Feld, so wird ein Stromfluß hervorgerufen, der ein Maß für die Fließgeschwindigkeit des Mediums darstellt — eine einfach zu messende Größe (Bild 6). Wirkt dieser Meßwert mit Hilfe einer geeigneten Elektronik wiederum auf das elektrische Feld ein, das die Viskosität bestimmt, so ist der stabilisierende Regelkreis geschlossen (siehe Kasten auf Seite 26).

Potentielle Anwender sehen in dieser Regelschleife bereits die ideale hydraulische Robotersteuerung und die idealen 'mitdenkenden' Stoßdämpfer und Motorlager für Autos (Bilder 7 und 8); Bayer selbst spricht vom 'intelligenten Öl'. Im erdbebengeplagten Japan denkt man daran, zukünftig Hochhäuser auf Stoßdämpfer aus solchen Ölen zu bauen. Man wird also auf Sand bauen. Denn — ebenso wie Siliziumchips — bestehen Silikonöle weitgehend aus dem Rohstoff Sand.

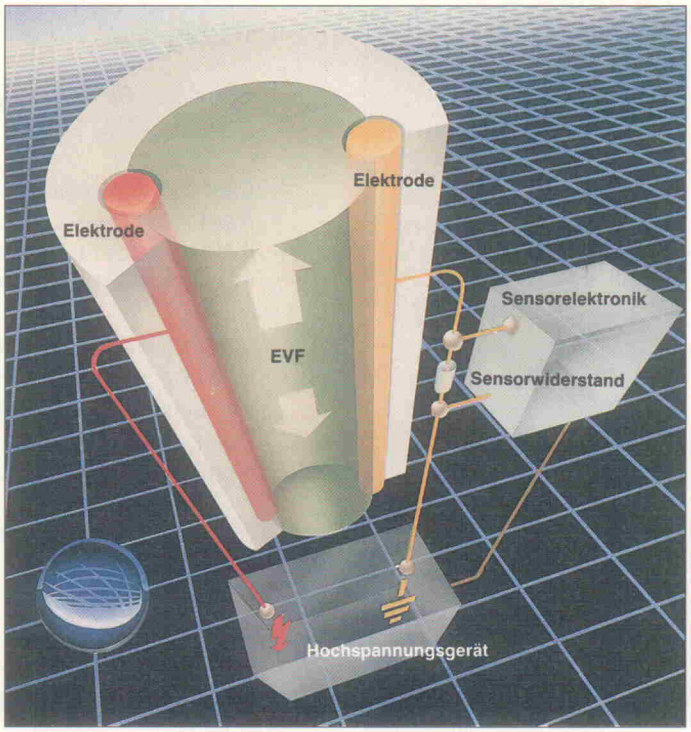



**Bild 6. Mit einer geeigneten Sensorelektronik in der Steuerleitung ist die EVF in der Lage, sich selbst zu überwachen.**

*Literatur*

*Bayer-Forschungsmagazin 'research', Ausgabe 1989*

*Hoffmann/Rüdorff, Anorganische Chemie, Vieweg-Verlag*

*Chr. Gerthsen/H.O. Kneser, Physik, Springer-Verlag*

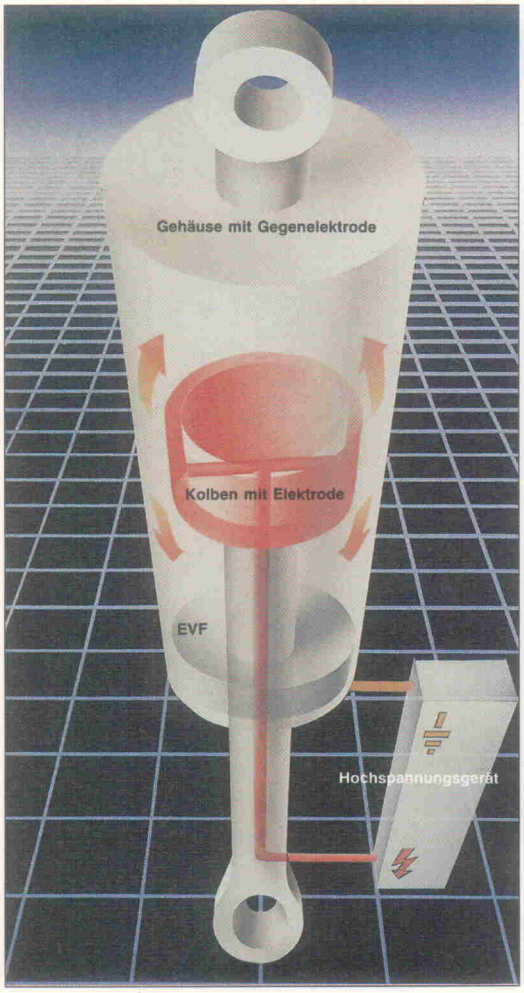



**Bild 7. Der Stoßdämpfer der Zukunft wird Autos selbst über holprigste Wege 'hinwegschweben' lassen.**

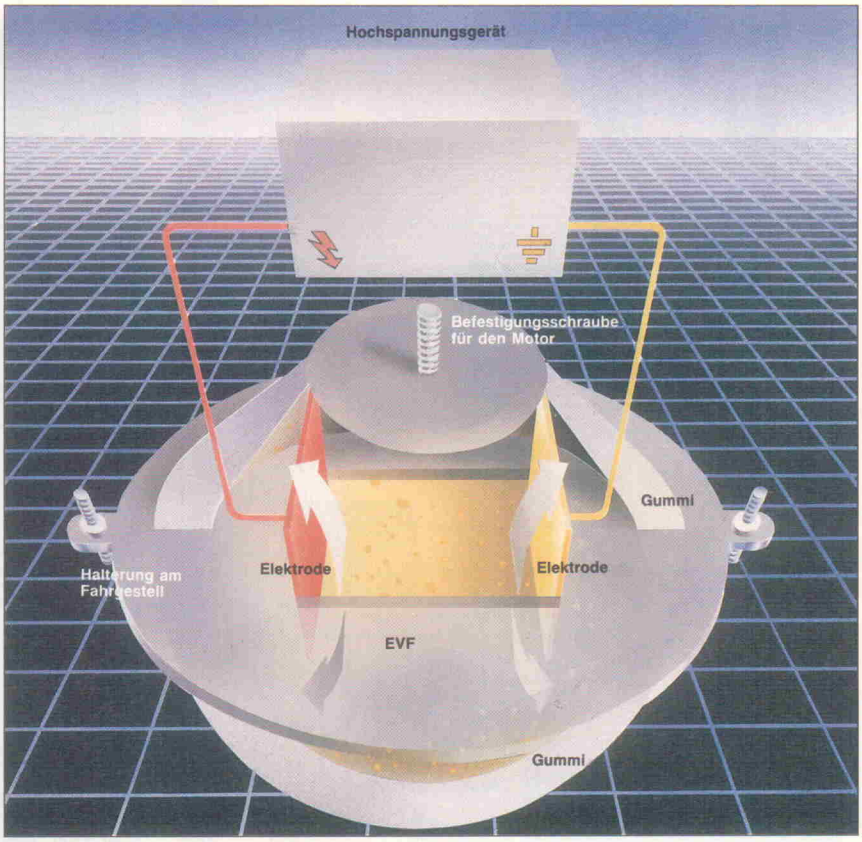


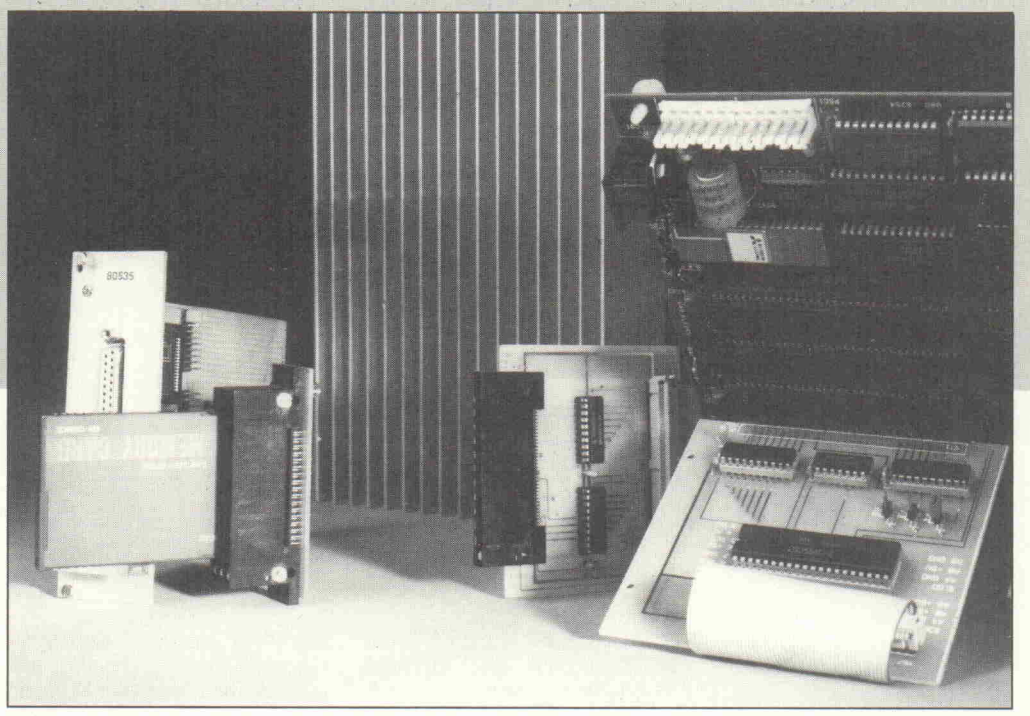

**Bild 8. Eine Anwendung die den Fahrkomfort erheblich verbessern wird: ein Motorlager mit EVF.**

*Bild: Bayer AG*

# Datenlogger 535

## Teil 2 Memory-Card-Erweiterung und PC-Auslesestation






**Josef Bernhardt**
**Walter Kirchner**

**In der letzten Elrad-Ausgabe wurde ein Meßdatenerfassungssystem mit dem Microcontroller 80535 beschrieben. An seine Portanschlüsse, so wurde gesagt, ließe sich einiges betreiben. Bloß was? Wir schlagen zunächst eine Speichererweiterung mit Memory-Cards vor — drei scheckkartengroße Module mit je 128 kByte Speicherkapazität. Und weil es wenig Sinn macht, einen Speicher nur vollzuschreiben, gibt es obendrein noch ein Pendant für PCs zum Auslesen dieser Karten.**

Zur Erinnerung: Das in Elrad 1/90 vorgestellte Standalone-Meßdatenerfassungssystem hatte als Herzstück den leistungsfähigen 8-Bit-Microcontroller 80535 anzubieten. Die besonderen Eigenschaften dieses 68-füßigen Chips waren acht Analog-/Digitaleingänge, eine 6×8-Bit Parallelschnittstelle, eine serielle Voll-Duplex-Schnittstelle und drei 16-Bit-Zeitgeber.

Einige Leitungen der Parallelschnittstelle mußten leider dem Anschluß von externem Speicher für Programme und Daten geopfert werden. Übrig blieben die Digitalports 1, 4 und 5, Teile von Port 3 und natürlich die acht Analog-/Digitaleingänge, Port 6.

Für den Anschluß von reiner Digital-Peripherie stehen also immerhin noch 28 Leitungen zur Verfügung. Jede Menge, sollte man meinen. Doch ist dieser Reichtum schnell aufgebraucht. Der Anschluß von externem RAM beispielsweise erfordert bei Verwendung von 64 kB 16 Adreßleitungen, acht Datenleitungen und üblicherweise drei Strobe-Leitungen (Chip-Select, Lesen, Schreiben).

Jede Verdoppelung des Speichervolumens erfordert eine

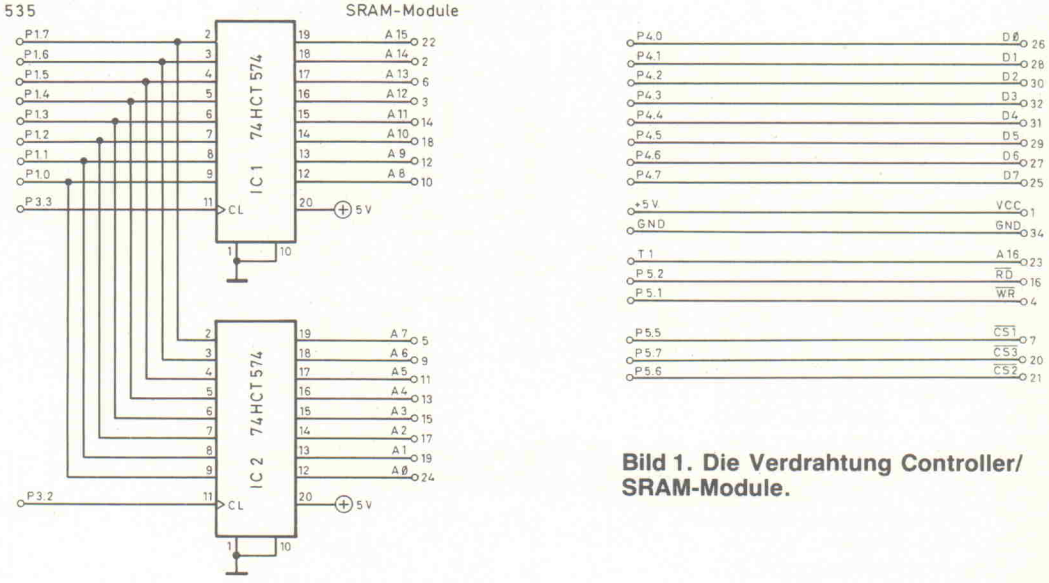



**Bild 1. Die Verdrahtung Controller/ SRAM-Module.**

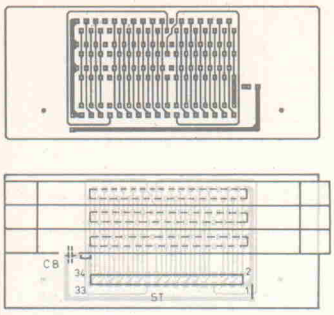
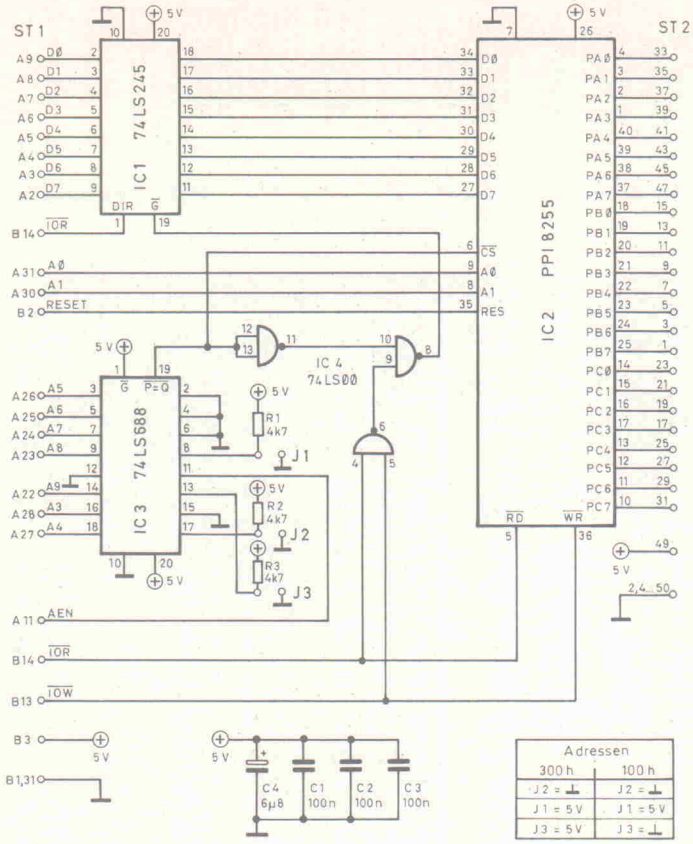


Bild 2. Das Platinenlayout und die Bestückung für drei stehende Modulschächte.



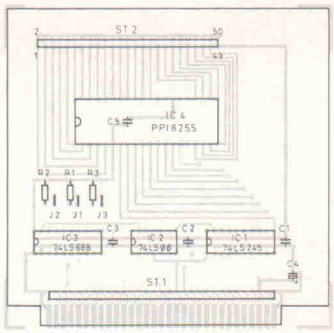



Bild 3. Links die Schaltung einer Standard-Interface-Karte für PCs, rechts ihr Bestückungsplan.

## Stückliste

**Panasonic-Interface-535**

3 PAN-Schächte, stehend
3 PAN, Memory-Cards
2 74HC547
2 20pol. IC-Fassungen
1 Platine 'PAN-535-Schächte'

**PC-8255-Interface**

1 8255
1 74LS688
1 74LS00
1 74LS245
3 Kondensatoren 100nF
1 Kondensator 6µF
3 Widerstände 4k7
1 40pol. IC-Fassung
2 20pol. IC-Fassungen
1 14pol. IC-Fassung
3 Steckbrücken
1 50pol. Pfostenleiste, doppelreihig
1 Platine 'PC-8255-Interface'

**PC-PAN-Schacht**

2 74HC574
2 Kondensatoren 100nF
2 20pol. IC-Fassungen
1 50pol. Pfostenleiste, doppelreihig
1 PAN-Schacht, liegend
1 Platine 'PC-PAN-Schacht'

weitere Leitung. Das bedeutet, bei 128 kB ist bereits die obere Grenze erreicht. Sollen dann eventuell noch weitere Ein-/Ausgabeeinheiten angeschlossen werden, wird die Sache ernsthaft eng. Dann gibt es nur noch eines: Multiplexen.

Die im abgebildeten Schaltplan (Bild 1) vorgeschlagene Idee zeigt den Anschluß dreier Panasonic-RAM-Module zu je 128 kB. Speicher kann man eigentlich immer brauchen. Zwar verfügt das Meßdatensystem bereits von Haus aus über 32 kB Speicher, der reicht bloß nicht so arg lang. Man kann sich leicht ausrechnen, daß bei einer Einlesefrequenz von einem Byte pro Millisekunde bereits nach einer halben Minute der Ofen aus ist. Dreimal 128 kB bringt immerhin das Zwölffache.

## RAM kompakt

Der Anschluß der RAM-Module ist nicht sehr geheimnisvoll und besteht in der Hauptsache eigentlich nur aus zwei Zwischenspeicher-Bausteinen, die man bequem auf dem Lötfeld der Controller-Platine unterbringen kann.

Die scheckkartengroßen SRAM-Speichereinheiten BN 128MCE der Firma Panasonic haben eine Steckerleiste, mit der sie in speziell dafür konstruierte Fassungen eingeschoben und ebenso leicht entfernt werden können. Sie lassen sich leicht verstauen und haben eine eingebaute Batterie, so daß aufgezeichnete Daten ohne große Probleme in der klassischen Form der Datenübertragung, nämlich zu Fuß, der Auslesestation übermittelt werden können.

Weil das Pinout der Modulschächte ungewöhnlich ist, wurde hier ein gesondertes Layout angefertigt (Bild 2).

Wie bei RAM-Bausteinen üblich, haben auch die Panasonic-Module einen Datenbus, Adreßleitungen und Strobes für die Datenein- und -ausgabe. In diesem speziellen Fall sind es

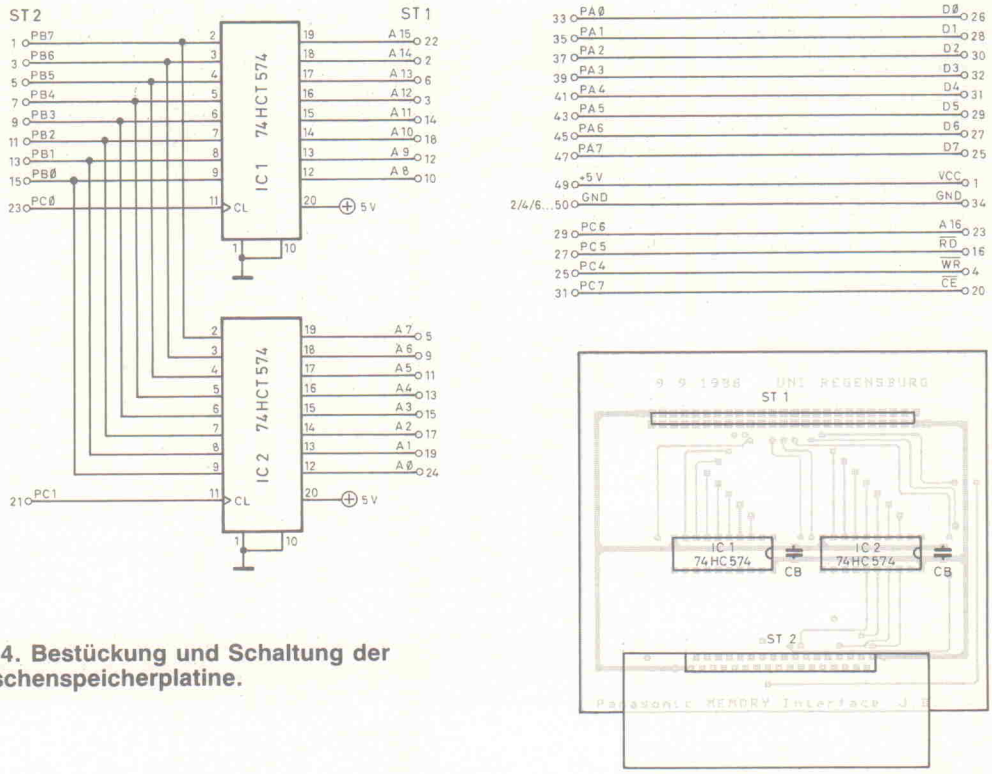



Bild 4. Bestückung und Schaltung der Zwischenspeicherplatine.

acht Datenpins, 17 Adreßpins, einmal Chip-Select und je ein Pin zum Lesen beziehungsweise Beschreiben des Speichers.

Die unteren 16 Adreßleitungen A0 bis A15 werden von Port 1 des 80535 angesteuert. Wegen der Knappheit an Ein-/Ausgabeleitungen ist dieser Teil des Adreßbusses über zwei 8-Bit-Register gemultiplext. Ob Port 1 auf die untere oder obere Hälfte gelangt, entscheiden die 80535-Leitungen $\overline{\text{INT0}}$ (Bit 2 von Port 3) beziehungsweise $\overline{\text{INT1}}$ (Bit 3 von Port 3).

Von den Adreßsignalen bleibt dann nur noch A16 übrig, das von der Leitung T1 (Bit 5 von Port 3) direkt und exklusiv bedient wird. Es ist zu beachten, daß, wie in der vorigen Elrad-Ausgabe bemerkt, vor dem Einlesen die zu lesenden Bits erst durch einen Ausgabebefehl mit einer logischen Eins beschrieben werden müssen.

Der Datenbus der RAM-Module ist an Port 4 geführt. Der an der Steckerleiste verbleibende freie Port 5 stellt die Steuersignale zum Lesen und Schreiben ($\overline{\text{RD}}$ und $\overline{\text{WR}}$) sowie die Chip-Select-Signale der drei Speichereinheiten ($\overline{\text{CS1}}$, $\overline{\text{CS2}}$ und $\overline{\text{CS3}}$) zur Verfügung.

## Kontaktaufnahme

Das Ansprechen eines Moduls erfolgt in mehreren Schritten, deren Reihenfolge wichtig ist und daher eingehalten werden sollte.

Im Grundzustand müssen $\overline{\text{INT0}}$, $\overline{\text{INT1}}$ und T0 auf High liegen. Die Strobes $\overline{\text{WR}}$, $\overline{\text{RD}}$, $\overline{\text{CS1}}$, $\overline{\text{CS2}}$ und $\overline{\text{CS3}}$ (Bits 1, 2, 5, 6 und 7 von Port 5) sind ebenfalls High.

Zuerst gibt man über Port 1 die unteren acht Adreß-Bits A0...A7 aus und setzt $\overline{\text{INT0}}$ auf Low und gleich wieder auf High. Damit übernimmt das zugehörige 8-Bit-Adreßregister seinen Teil der RAM-Adresse. Ähnlich wird mit den Adreßbits A8...A15 verfahren: Ausgeben auf Port 1 und dann $\overline{\text{INT1}}$ löschen und setzen. Schließlich muß man noch A16 separat über die Leitung T1 auf den gewünschten Wert bringen, und der Adreßbus ist korrekt belegt.

Jetzt braucht man nur noch das Chip-Select des anzusprechenden Moduls und anschließend $\overline{\text{RD}}$ oder $\overline{\text{WR}}$ auf Low zu setzen, je nachdem, ob ein Lese- oder Schreibzugriff stattfinden soll. Das Datenbyte bewegt sich dann über Port 4 entweder prozessor- oder speicherwärts. Auch hier nicht vergessen: Abschließend $\overline{\text{RD}}$ beziehungsweise $\overline{\text{WR}}$ und danach Chip-Select wieder auf High einstellen.

## Datensicherung

Im praktischen Einsatz dienen die RAM-Module als Massenspeicher zur Meßwerterfassung. Das bedeutet, es muß eine Auslesestation her. Eine solche Station kann ein PC sein, der mit einer Interface-Karte (Bild 3) und Zwischenspeicher (Bild 4) ausgerüstet ist.

Die PC-Karte ist eine übliche Parallel-Port-Erweiterung mit dem bekannten 8255 und der Standard-IBM-Adreßdekodierung. Alle Ports sind auf eine 50polige, doppelreihige Pfostenleiste geführt, deren Belegung aus dem Schaltbild ersichtlich ist.

Der Anschluß der Latch-Platine mit dem Modulschacht erfolgt eins zu eins mit einem Flachbandkabel.

In Bild 5 ist ein Pascal-Testprogramm abgedruckt, aus dem die Arbeitsweise der PC-Memory-Card-Station ersichtlich wird.

```
(*****************************************************************)
(*                                                               *)
(*          Testprogramm für Panasonic Speichermodul             *)
(*                                                               *)
(*                         128 KByte                             *)
(*                                                               *)
(*                        J.Bernhardt                            *)
(*                                                               *)
(*****************************************************************)

PROGRAM pantest;
USES crt;

VAR loop:WORD;
    page:INTEGER;
    ch: CHAR;
    wert:BYTE;
    output : TEXT;

CONST porta = $300;
      portb = $301;
      portc = $302;
      cport = $303;
      cwout = $80;
      cwin  = $90;
```


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

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

**Lieferzeit – Preis ?**
**Kein Problem !**
Anruf genügt

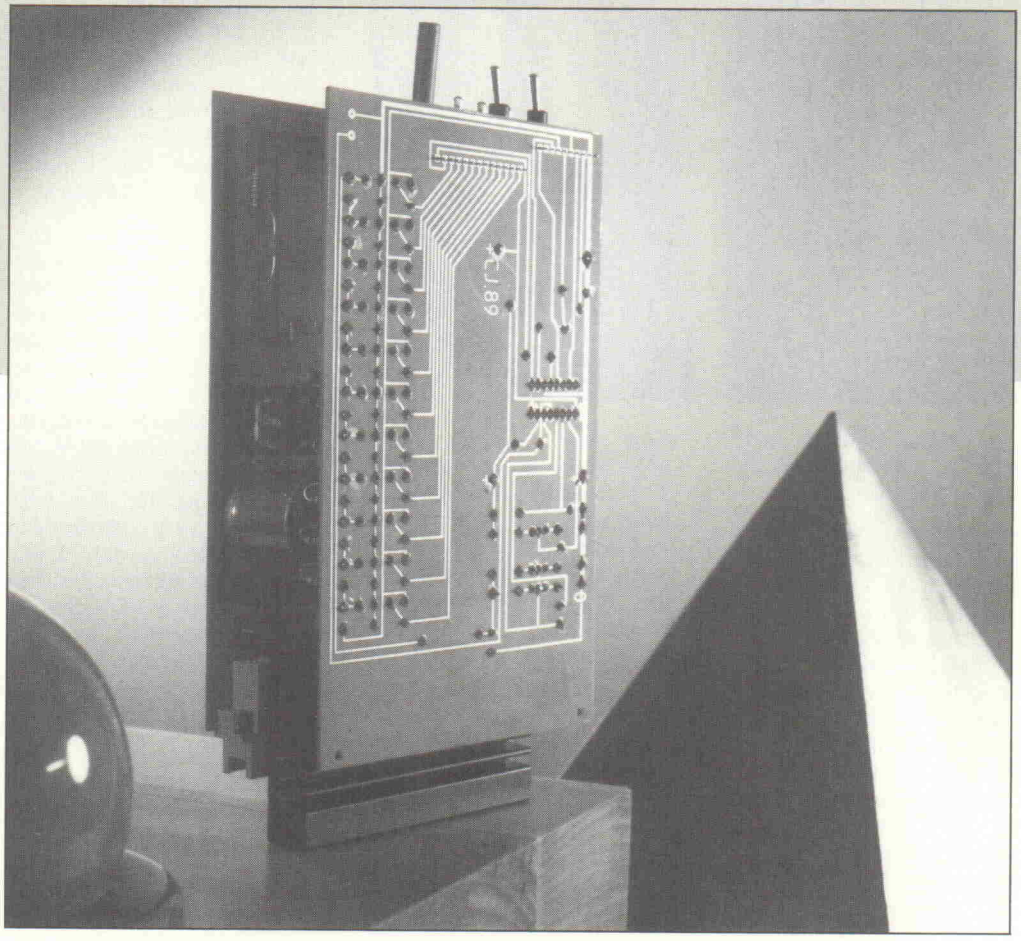
K-E **Köster-Elektronik**
Siemensstr. 5 7337 Albershausen
Telefon 07161/3694 Telefax 07161/3690

```
PROCEDURE clockIC1:  { A8 - A15 }

BEGIN
     port[cport]:= 01;     { Port C0  high  }
     port[cport]:= 00;     { und wieder low }
END;


PROCEDURE clockIC2;  { A0 - A7 }

BEGIN
     port[cport]:= 03;     { Port C1 high   }
     port[cport]:= 02;     { und wieder low }
END;


PROCEDURE page0:    { Adressleitung 16 umschalten }
BEGIN
     port[cport]:= $0C;
END;


PROCEDURE page1:    { Adressleitung 16 umschalten }
BEGIN
     port[cport]:= $0D;
END;

PROCEDURE writeinit;
BEGIN
     port[cport]:=cwout;
     port[portc]:=$80;
     port[portb]:=0;
     port[porta]:=0;
     clockIC1;
     clockIC2;
END;

PROCEDURE readinit;
BEGIN
     port[cport]:=cwin;
     port[portc]:=$80;
     port[portb]:=0;
     port[porta]:=0;
     clockIC1;
     clockIC2;
END;

PROCEDURE poke(adr:INTEGER;wert:BYTE);
BEGIN
     port[portb]:=Lo(adr);
     clockIC2;
     port[portb]:=Hi(adr);
     clockIC1;
     port[cport]:=$0E;        { /CEA  low  PC7 }
     port[cport]:=$08;        { /WE   low  PC4 }
     port[porta]:=wert;
     port[cport]:=$09;        { /WE   high PC4 }
     port[cport]:=$0F;        { /CEA  high PC7 }
END;

FUNCTION peek(adr:INTEGER):BYTE;
BEGIN
     port[portb]:=Lo(adr);
     clockIC2;
     port[portb]:=Hi(adr);
     clockIC1;
     port[cport]:=$0E;        { /CEA  low  PC7 }
     port[cport]:=$0A;        { /OE   low  PC5 }
     peek:=port[porta];
     port[cport]:=$0B;        { /OE   high PC5 }
     port[cport]:=$0F;        { /CEA  high PC7 }
END;

PROCEDURE panwriteword;

BEGIN
     WriteLn('Bitte Modul einsetzen und Taste drücken :');
     ch:=ReadKey;
     writeinit;
     WriteLn(' schreiben Page 0  ....');
     page0;
      FOR loop := 0 TO $FFFF DO BEGIN
        poke ( loop*2   , Lo(loop) );
        poke ( loop*2+1 , Hi(loop) );
      END;
     WriteLn(' schreiben Page 1  ....');
     page1;
      FOR loop := 0 TO $FFFF DO BEGIN
        poke ( loop*2   , Lo(loop) );
        poke ( loop*2+1 , Hi(loop) );
      END;
END;

PROCEDURE panreadword;

BEGIN
     ClrScr;
     readinit;
      WriteLn('Bitte Modul einsetzen und Taste drücken :');
     ch:=ReadKey;
      WriteLn('schreiben Page 0 u 1 Modul 1 ....');
     page0;
     WriteLn(' lesen Page 0 .... ');
     FOR loop := 0 TO $FFFF DO BEGIN
       Write ((peek(loop*2)+peek(loop*2+1)*256):6)
     END;
     WriteLn;
     WriteLn;
     page1;
     FOR loop := 0 TO $FFFF DO BEGIN
       Write ((peek(loop*2)+peek(loop*2+1)*256):6)
     END;
     WriteLn;
     WriteLn;
END;

PROCEDURE panwritebyte;
BEGIN
     WriteLn('Bitte Modul 1 einsetzen und Taste drücken :');
     ch:=ReadKey;
     writeinit;
     WriteLn(' schreiben Page 0 u 1 Modul 1 ....');

      FOR loop := 0 TO $7FFF DO BEGIN
        page0;
        poke ( loop          , 1 );
        poke ( loop + $8000 , 2 );

        page1;
        poke ( loop          , 3 );
        poke ( loop + $8000 , 4 );

      END;
     WriteLn('Bitte Modul 2 einsetzen und Taste drücken :');
     ch:=ReadKey;
     writeinit;
     WriteLn(' schreiben Page 0 u 1 Modul 2  ....');

      FOR loop := 0 TO $7FFF DO BEGIN
        page0;
        poke ( loop          , 5 );
        poke ( loop + $8000 , 6 );

        page1;
        poke ( loop          , 7 );
        poke ( loop + $8000 , 8 );

      END;
END;

PROCEDURE panreadbyte;
VAR   spalte , kanal : INTEGER;
BEGIN
     ClrScr;
     readinit;
     Assign (output,'con');
     Rewrite(output);
      WriteLn('Bitte Modul 1 einsetzen und Taste drücken :');
      ch:=ReadKey;
      WriteLn(' lesen Modul .... ');

          FOR spalte := 0 TO $7FFF DO BEGIN
            Write (output,spalte:5);
            page0;
            Write (output,peek(spalte + 0 ):4);
            Write (output,peek( spalte + $8000 ):4);
            page1;
            Write (output,peek(spalte + 0):4);
            WriteLn (output,peek(spalte + $8000 ):4);
          END;
     Close(output);

     Assign (output,'con');
     Rewrite(output);
      WriteLn('Bitte Modul 2 einsetzen und Taste drücken :');
      ch:=ReadKey;
      WriteLn(' lesen Modul .... ');

          FOR spalte := 0 TO $7FFF DO BEGIN
            Write (output,spalte:4);
            page0;
            Write (output,peek(spalte + 0 ):4);
            Write (output,peek( spalte + $8000 ):4);
            page1;
            Write (output,peek(spalte + 0):4);
            WriteLn (output,peek(spalte + $8000 ):4);
          END;
     Close(output);
     WriteLn;
END;


BEGIN
   REPEAT
     ClrScr;
     WriteLn('*********************************************');
     WriteLn('*                                           *');
     WriteLn('*     Diagnoseprogramm für Panasonic BN 128 *');
     WriteLn('*                                           *');
     WriteLn('*          ( 1 )     Schreiben  ( Wort )    *');
     WriteLn('*          ( 2 )     Lesen      ( Wort )    *');
     WriteLn('*          ( 3 )     Schreiben  ( Byte )    *');
     WriteLn('*          ( 4 )     Lesen      ( Byte )    *');
     WriteLn('*          ( 0 )     Ende                   *');
     WriteLn('*********************************************');

          REPEAT
               ch:= ReadKey;
          UNTIL ch IN ['1','2','3','4','0'];
          CASE ch OF
               '1' : panwriteword;
               '2' : panreadword;
               '3' : panwritebyte;
               '4' : panreadbyte;
             END;
        UNTIL ch = '0';
END.
```

**Bild 5. Testprogramm für die SRAM-Module.**

# Lade-Center

## Automatische Ladestationen mit U 2400 B



**Christian Jäger**

**Klimmzüge beim Design eines Ladegerätes kann man Dank des U 2400 B vergessen und sich ganz der praxisgerechten Auslegung des Endproduktes widmen. Das Akku-Lade-Center läßt hier keine Wünsche unberücksichtigt.**

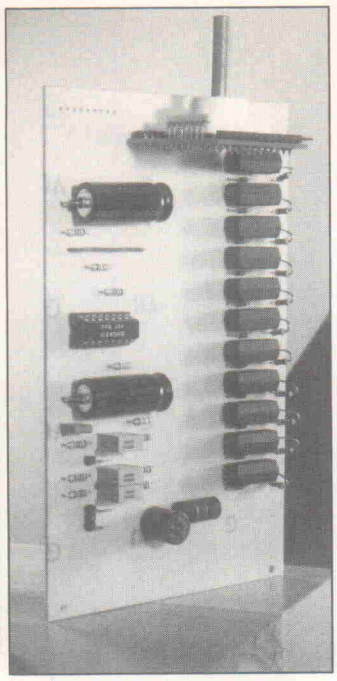
Das hier vorgestellte Akkuladegerät zeichnet sich durch den modularen Aufbau in 19"-Technik aus. Sowohl die Ladeeinschübe als auch das Netzteil sind in 14 TE breiten Kassetten untergebracht. Diese Bauart ist zwar aufwendig, verleiht den Einschüben aber die mechanische Stabilität, die für die Sandwich-Bauweise erforderlich ist. Außerdem läßt die Einschubtechnik eine Anpassung an jeden Bedarf zu. Mögliche Kombinationen sind zum Beispiel 1 Netzteil plus 2 Ladeeinschübe in einem 42-TE-Gehäuse oder 1 Netzteil mit maximal 5 Ladeeinschüben in einem 84-TE-Gehäuse.

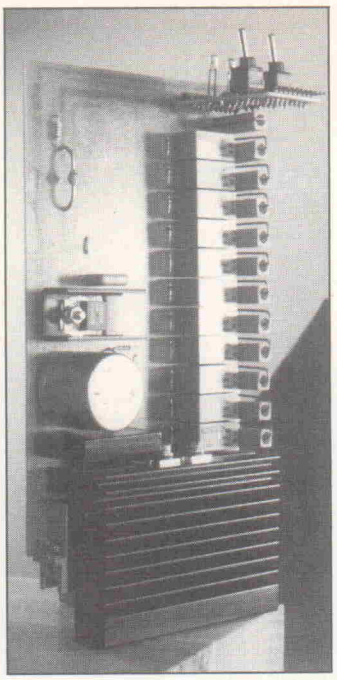
Das Herzstück des Ladegerätes ist das IC U 2400 B von Telefunken, das speziell für den Einsatz in Akkuladegeräten entwickelt wurde. Eine ausführliche Beschreibung des Bausteins wurde in den Laborblättern in elrad, Heft 5/89, vorausgeschickt. Allerdings ließ sich aus zahlreichen Anfragen ersehen, daß der praktische Einsatz wohl einige Schwierigkeiten bereitet hat. Eingehende Untersuchungen haben denn auch ergeben, daß das U 2400 B einige unliebsame Eigenheiten besitzt.

Der Baustein ist mit hochempfindlichen Komparatoren ausgestattet, die die Zustände am Akku erfassen und durch Störungen sehr leicht zu Überreaktionen zu verleiten sind. Die häufigste Fehlerursache kann man wohl in Netzstörungen sehen, wie sie beim Einschalten von induktiven Verbrauchern entstehen. Ein solcher Netzimpuls kann zu einer Über- oder Unterspannungserkennung führen und einen Lade- oder Entladevorgang vorzeitig abbrechen. Genauso wirkt sich eine mangelhafte Kontaktierung zum Akku aus. Kurze Unterbrechungen, wie sie durch Erschütterungen an ausgeleierten Kontaktfedern oder provisorischen Strippen entstehen, führen ebenso zu einer Fehlererkennung. Außerdem ließ sich noch ein regelrechtes Fehler-Feedback durch die Ladeimpulse erkennen.

Auf der Akkuseite konnten die Wogen der Fehlererkennung genauso einfach wie wirkungsvoll durch einen Tiefpaß geglättet werden, der aus L1 und C6 gebildet wird. Dieser entbindet allerdings nicht von der Sorgfalt beim Anschluß des Akkus. Netzseitig wird ein Filter eingesetzt, das in den Kaltgerätestecker integriert ist. Dieses kann zwar keine 1000-W-Bohrmaschine wegfiltern, die an derselben Dreifachsteckdose hängt, aber es reduziert die Übergriffe aus dem Netz auf ein durchaus erträgliches Maß.

Der Ladeeinschub (Bild 1) setzt sich aus Leistungsplatine, Steuerplatine und zwei Verbindungsplatinen zusammen. Auf der Leistungsplatine sind die Spannungsversorgung, Lade- und Entlade-Baugruppe untergebracht. Die Steuerplatine beherbergt das Lade-IC mit seiner Meß- und Abgleich-Beschaltung. Über die beiden Verbindungsplatinen, auf denen sich auch die frontseitigen Bedie-





nungselemente befinden, korrespondieren Steuerung und Leistungsteil miteinander.

Zur Funktion: Am Ladeeinschub können sowohl Einzelakkus als auch Akkupacks mit bis zu zwölf in Reihe geschalteten Zellen angeschlossen werden. Der Vorteil dieses Akkuladegerätes liegt vor allem darin, daß der Akku erst einmal bis zur Entladeschlußspannung entladen wird, bevor er wieder bis zur Ladeschlußspannung aufgeladen wird. Beide Vorgänge werden von den internen Komparatoren des U 2400 B überwacht und können mittels Zehngangtrimmer sehr feinfühlig abgeglichen werden. Bei richtiger Einstellung des Gerätes und sorgfältigem Abgleich erscheint es höchst unwahrscheinlich, daß ein Akku durch Tiefentladung oder Überladung beschädigt wird, zumal als zusätzliche Sicherheit auch noch eine Temperaturüberwachung installiert wurde.

Auf der Frontplatte des Ladeeinschubes befinden sich folgende Bedien- und Anzeigeelemente:

- Ein zwölfpoliger Drehschalter (S3), an dem die Anzahl der angeschlossenen Zellen eingestellt werden kann.
- Ein Kippschalter (S1), mit dem das Verhalten nach einer Fehlererkennung vorgegeben wird:
  1. Erhaltungsladung. In dieser Stellung wird der Ladevorgang abgebrochen und zur Erhaltungsladung übergegangen, sobald eine Fehlererkennung durch Übertemperatur oder Überspannung vorliegt.
  2. Weiterladen. In dieser Stellung wird der Ladevorgang zwar ebenfalls unterbrochen, nach Abkühlung oder Abbau der Überspannung aber fortgesetzt.
- Ein Kippschalter, mit dem die Ladezeit vorgegeben wird. Drei Zeiten stehen zur Auswahl: 0,5 h, 1 h, 12 h. Nach Ablauf der eingestellten Zeit wird automatisch zur Erhaltungsladung übergegangen.
- Des weiteren sind drei LEDs zur Anzeige der Betriebszustände vorhanden. Die mittlere (D3) zeigt nach Einschalten der Versorgungsspannung die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. Die obere (D1) und die untere (D2) geben durch verschiedene Signalkombinationen den momentanen Betriebszustand wieder:
  1. D1 ein, D2 aus = keine Verbindung zum Akku
  2. D1 blk, D2 aus = Entladung
  3. D1 aus, D2 blk = Ladung
  4. D1 blk, D2 blk = Ladung nach Fehlererkennung und Erhaltungsimpulse
  5. D1 aus, D2 aus = Ladung ruht. Dieser Zustand tritt ein, wenn am Akku eine Überspannung oder eine Übertemperatur gemessen wird, oder nach Ablauf der Ladezeit zwischen den Erhaltungsimpulsen.

Zur Schaltung: Der Ladeeinschub wird mit 15-V-Wechselspannung vom Netztrafo versorgt. Diese wird über den Brückengleichrichter Gl1 an den Ladeelko C1 geleitet, so daß eine ungeregelte Gleichspannung von etwa 22 V zur Verfügung steht. Die Versorgungsspannung für IC1 wird von IC2 auf 12 V reduziert und konstant gehalten. Der Ladestrom für den Akku wird direkt der ungeregelten Gleichspannung entnommen. Gesteuert wird der Ladestrom von einer Konstantstromquelle, die sich aus T2, D5, D6 und R38 zusammensetzt.

Die Steuersignale kommen von Pin 12, IC1. Dieser Ausgang ist in Open-Collector-Schaltung ausgeführt, wodurch es möglich wird, die Versorgungsspannung des ICs kleiner als die Ladespannung zu wählen. Die Höhe des Ladestromes wird durch die Dimensionierung des Widerstandes R38 bestimmt, der wie folgt berechnet wird:

Wenn Pin 12 gegen Masse durchgeschaltet wird, fließt über D5, D6 und R8 ein Strom in Pin 12 hinein. Dadurch stellt sich an der Basis von T2 eine Spannung ein, die 1,3 V niedriger ist als die Betriebsspannung. An der Basis-Emitter-Strecke von T2 fallen 0,65 V ab, also wird sich am Widerstand R38 ebenfalls ein Spannungsabfall von 0,65 V einstellen. Daraus ergibt sich:

$I = U/R = 0{,}65/0{,}47\ A = 1{,}38\ A.$

Mit dieser Dimensionierung können Akkus bis zu einer Kapazität von 1 Ah geladen werden, da ein Ni-Cd-Akku circa 40 % der zugeführten Energie für das Formieren der Elektroden und die Gasproduktion selbst verbraucht. Akkus mit 1,8 Ah müßten also mit 2,5 A geladen werden, wodurch sich für R38 ein Widerstand von 0,27 Ω ergeben würde. Nun ist es aber nicht so, daß für jeden Akkutyp eine Stromquelle dimensioniert werden müßte. Dies ist nur einmal erforderlich für die maximal zu ladende Kapazität. Kleinere Ladeströme lassen sich mit einem Spannungsteiler an Pin 2, IC1, stufenlos einstellen. Dieser Spannungsteiler wird mit R6, R7 und P3 gebildet und liegt zwischen der IC-Referenzspannung, die an Pin 7 abgegriffen wird und 3 V beträgt. Die beiden Widerstände sind dem Trimmer vor- und nachgeschal-

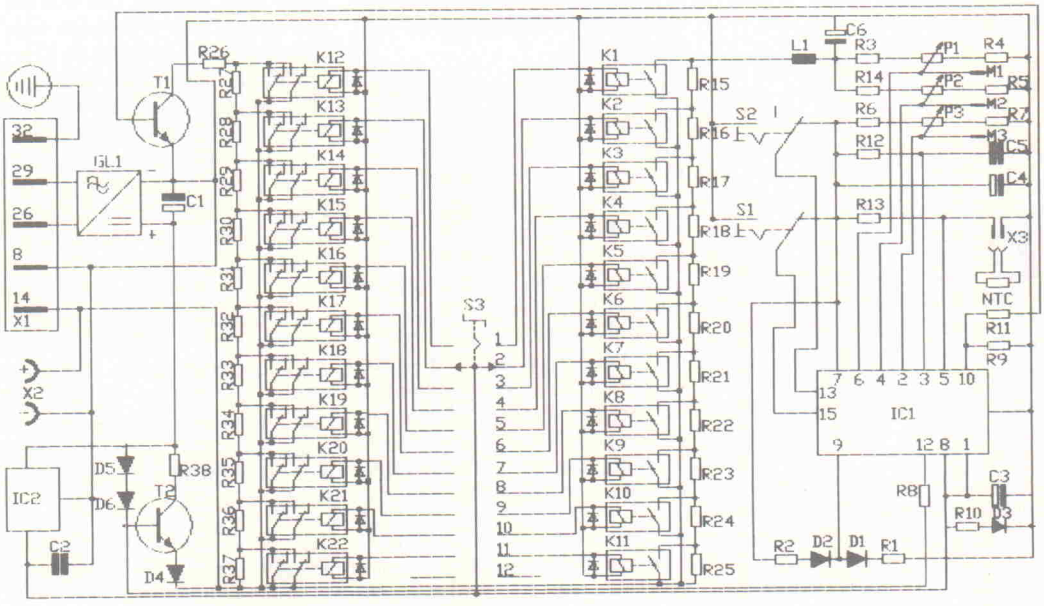



**Bild 1. Die Schaltung des kompletten Lade-Einschubs.**

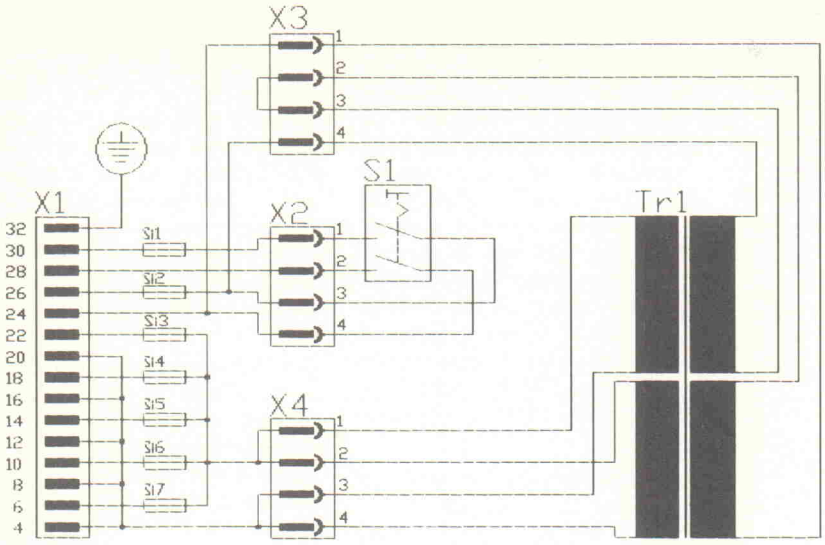



**Bild 2. Das Netzteil besteht nur aus dem Trafo und einem Sicherungsseptett.**

tet, um den gesamten Drehwinkel zur Einstellung nutzen zu können. Das Tastverhältnis hat folgenden Bezug zur Spannung an Pin 2:

U < 1 V: Ladestrom = 0 %,

U > 2 V: Ladestrom = 100 %.

Die Stromimpulse, die T2 liefert, betragen zwar immer den durch R38 eingestellten Wert, für den Akku ist jedoch nur der mittlere Ladestrom über die gesamte Ladezeit von Bedeutung. Genauso verhält es sich mit dem Entladestrom. Er wird ebenfalls über das an Pin 2 eingestellte Tastverhältnis gesteuert. Der maximale Entladestrom wird durch die Widerstände R26...R37 bestimmt. Diese Widerstände bilden eine Reihenschaltung, die zwischen der Plusbuchse für den Akku und dem Kollektor des Entladetransistors T1 liegt. Wird T1 angesteuert, so schaltet er die Widerstandskette an Masse, und es fließt ein Entladestrom. Um diesen Strom auch bei wechselnder Zellenzahl konstant zu halten, werden von einem der Relais K12 bis K22 so viele der zwölf Widerstände überbrückt, daß pro angeschlossener Akkuzelle ein Widerstand übrig bleibt. Die Ansteuerung der Relais geschieht durch den Drehschalter S3, an dem die Anzahl der angeschlossenen Zellen eingestellt wird. Der maximale Entladestrom errechnet sich bei einer Entladeschlußspannung von 1 V wie folgt:

1 V/1 Ω = 1 A

Der maximale Entladestrom beträgt also 1 A. Auch er kann durch Variation der Widerstände an die jeweiligen Gegebenheiten angepaßt werden. Allerdings sollte er nicht auf wesentlich mehr als 2 A erhöht werden, um den maximal zulässigen Strom der Relais nicht zu überschreiten.

Auch eine höhere Dimensionierung der Ladestromquelle sollte sorgfältig berechnet werden. Wenn der Transistor T2 ohne Glimmerscheibe und mit Wärmeleitpaste an den Kühlkörper montiert wird und eine forcierte Kühlung zum Einsatz kommt, dann darf die maximale Verlustleistung an T2 30 Watt betragen. Als Faustformel kann folgendes gelten:

Die Verlustleistung am Transistor

Pv=I × (Uv (Ur+Ud+(n ×Ua)) (30 W)

I = Ladestrom (A) Uv = Versorgungsspannung (ca. 20 V)

Ur = Spannung an R38 (0,65 V)

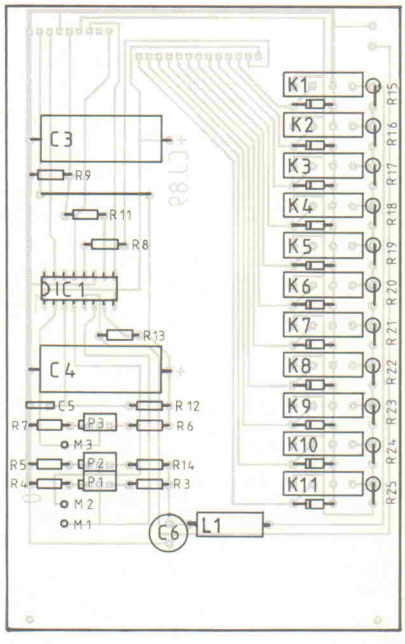
Ud = Spannung an D4 (ca. 1 V)
Ua = Zellenspannung (ca. 1,2 V)

Aus der Summe der Spannungen ergibt sich der Spannungsabfall am Transistor. Aus dieser Formel erhält man einen maximalen mittleren Ladestrom von 1,75 A, wobei die Betonung auf 'mittlerer' liegt. Wird der Ladeeinschub nämlich im 12-Stunden-Modus betrieben, so wird der 1-Stunden-Strom nochmals mit einem Tastverhältrnis von 1:11 aufgeteilt. Der Impulsstrom darf im 12-Stunden-Modus also ohne weiteres um das drei- bis vierfache höher liegen. Ebenfalls günstig wirkt sich die Erhöhung der Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen aus. Je mehr Zellen, desto kleiner der Spannungsabfall am Transistor. Bei fünf Zellen darf bereits ein Strom von 2,4 A fließen, gegenüber 1,75 A bei einer Zelle.

Wenn eine Erhöhung des Ladestromes vorgenommen werden soll, dann müssen auch der Brückengleichrichter, der Ladeelko und die Schutzdiode D4 entsprechend angepaßt werden. Für den Elko gilt: circa. 1 µF pro 1 mA, und bei D4 kann die 1 N 5624 durch eine Diode im TO-220-Gehäuse mit Kühlkörper SK 13 ersetzt werden (im Bestückungsplan unterbrochen gezeichnet). Ansonsten wird dort eine Drahtbrücke eingesetzt.

Auf der Steuerplatine befindet sich ebenfalls eine Widerstandsreihenschaltung, welche die Zellenzahl an die Komparatoreingänge anpaßt. Sie besteht aus zwölf Widerständen zu 2 kΩ, wobei sich der letzte Widerstand aus einer Reihen- und Parallelschaltung von 6 Bauteilen zusammensetzt, deren Ersatzwiderstand 2 kΩ beträgt. Ebenso wie beim Entladewiderstand werden auch hier durch eins der Relais K1 bis K11, die wiederum von S3 geschaltet werden, so viele Widerstände überbrückt, daß pro angeschlossene Zelle einer übrig bleibt. Die Schaltung, die den letzten Widerstand an Masse ersetzt, dient zum Abgleich der Lade- und Entladeschlußspannung. Die Schaltschwelle an den Eingängen des IC1 ist einheitlich 0,53 V. Hieraus ergibt sich die

**Bild 4. ... die Steuerplatine ...**



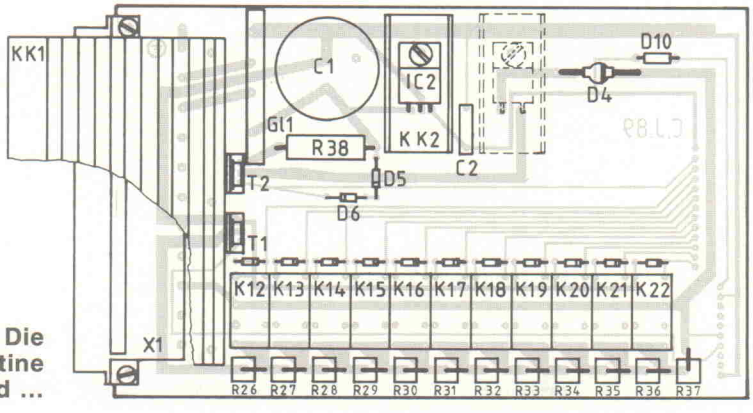




**Bild 3. Die Leistungsplatine und ...**

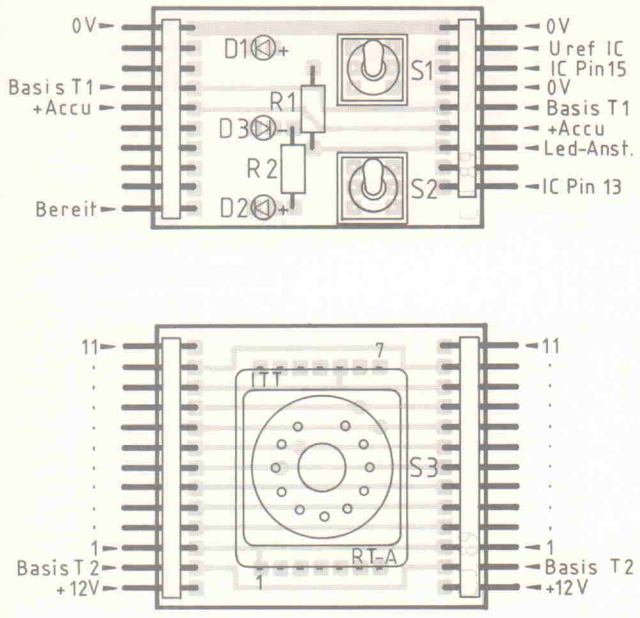



**Bild 5. ... werden durch zwei Schalter- und Anzeigeplatinen miteinander verbunden.**

Dimensionierung der beiden Reihenschaltungen.

Zum Abgleich von Lade- und Entladeschlußspannung wird der Einschub an die Versorgungsspannung angeschlossen, IC1 aber noch nicht in die Fassung gesteckt. S3 wird in Stellung 1 gebracht. An den Akkuanschlußbuchsen wird nun mittels Gleichspannungsquelle 1 V angelegt. Mit P1 wird an Pin 6, IC1, 0,53 V eingestellt. Dies kann an Meßpunkt M1 kontrolliert werden. Jetzt wird die angelegte Spannung auf 1,35 V erhöht und mit P2 an Pin 4 von IC1 ebenfalls 0,53 V eingestellt. Dies kann an Meßpunkt M2 kontrolliert werden. Zum Abgleich des Ladestromes wird IC1 eingesetzt und ein entladener Akku in Reihe mit einem geeigneten Amperemeter angeschlossen. S3 auf die Zellenzahl und S2 auf 1-Stunden-Modus stellen. Ein Oszilloskop zur Begutachtung der Ladeimpulse ist von Vorteil, aber nicht zwingend erforderlich.

Wird jetzt der Akku angeschlossen, setzt kurz eine Entladung bis zur eingestellten Entladeschlußspannung von 1 V pro Zelle ein. Ist diese erreicht, wird auf Laden umgeschaltet. Nun kann der Ladestrom auf dem Amperemeter abgelesen und an P3 stufenlos zwischen 0 und 100 % variiert werden. Der Entladestrom nimmt automatisch den gleichen Prozentsatz vom maximalen Entladestrom an. Ein Abgleich im 12-Stunden-Modus ist nicht möglich, hier wird der Ladestrom im Verhältnis 1:11 heruntergeteilt, was ein Ablesen unmöglich macht.

Der Entladestrom ist von dieser Unterteilung ausgenommen. Die Temperaturüberwachung ist mit dem Festwiderstand R13 abzugleichen. Der vorgegebene Wert bezieht sich auf einen NTC mit 1 kΩ Kaltwiderstand und einem B-Wert von 3530. Der Temperatur-Meßeingang hat ebenfalls eine Schaltschwelle von 0,53 V. Die Abschaltung erfolgt mit der vorgegebenen Kombination bei circa 40:GC. Soll ein anderer NTC verwendet werden, kann R13 nach folgender Methode bestimmt werden:

Den NTC an ein Ohmmeter anschließen und einige Zeit fest in der Hand halten, bis sich der Wert nicht mehr ändert. Von dem so gewonnenen Widerstandswert 10 % abziehen und in die Gleichung einsetzen:

$(3\ V/0{,}53\ V) = (R13/R_{tc})$

Umgestellt nach R13:

$R13 = R_{ntc} \times (3\ V/0{,}53\ V)$

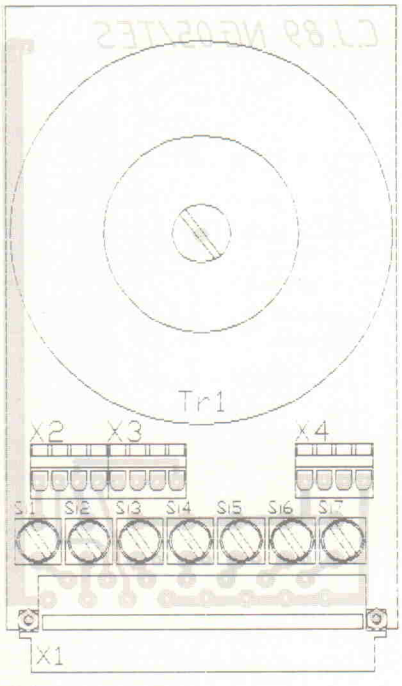
3 V = Uref 0,53 V = Schaltschwelle Pin 5, IC1.

Wenn ohne Temparaturüberwachung gearbeitet werden soll, R13 nicht bestücken und statt NTC eine Drahtbrücke einlegen (NTC-Anschluß: zwei Lötaugen neben R15). Des weiteren befindet sich auf der Steuerplatine noch ein RC-Glied, welches vom Oszillator des U 2400 B benötigt wird und aus R12 und C5 besteht. Ein Tiefpaß, gebildet aus L1 und C6, schützt die Meßschaltung vor Störungen aus dem Leistungsteil. Die Elkos C3 und C4 stabilisieren die 12-V-Versorgung und die Referenzspannung des ICs.

Die Schaltung des Netzteils (Bild 2) birgt eigentlich keine Besonderheiten in sich. Es sind fünf Spannungsabgänge vorgesehen, die jeweils eine eigene Sicherung haben (Si3 bis Si7). Si1 ist die 220-V-Hauptsicherung, Si2 sichert den 220-V-Ausgang für den Lüfter ab. Die Steckklemmen X2, X3 und X4 sollen eine lötfreie Montage und Demontage des Netzteils ermöglichen. Die Feinsicherungen für die Ausgänge sollten so gewählt werden, daß die Summe ihrer Nennströme den Sekundärstrom des Transformators nicht übersteigt. Gegebenenfalls pro Netzteil nur zwei oder drei Ladegeräte anschließen.

Der Baugruppenträger, der zur Aufnahme der Ladeeinschübe und des Netzteils dient, wird mit den Federleisten bestückt und nach Plan verdrahtet. Die Bestückung der Platinen ist relativ einfach, lediglich die Montage des Kühlkörpers und die Anbringung der Leistungstransistoren erfordern einige Sorgfalt und ein wenig Fingerfertigkeit. Besonders muß auf die Isolierung der Transistoren geachtet werden, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf die zwei Frontplatinen gerichtet werden. Bei




**Bestückungsplan der Netzteilplatine.**

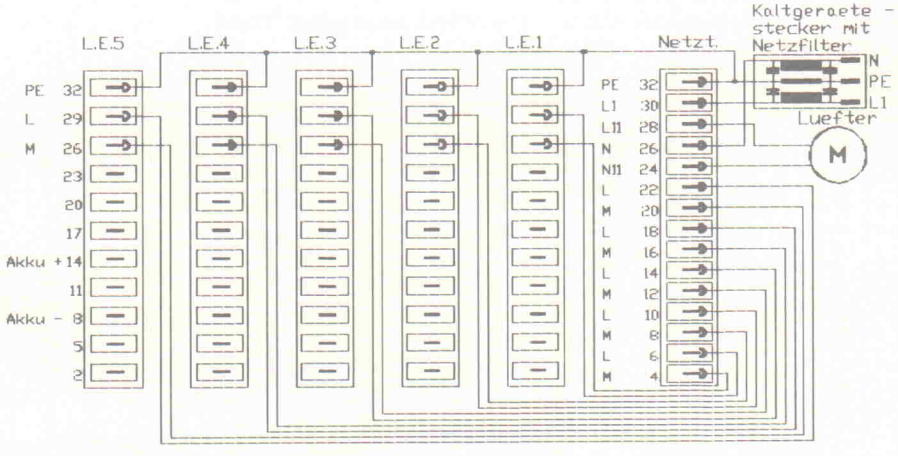



**Bild 6. Die Vedrahtung der Buchsenleisten im 19″-Gehäuse.**

## Stückliste

**Ladeeinschub**

| | |
|---|---|
| R1 | 82R |
| R2 | 270R |
| R3, R4 | 1k5 |
| R5...R10 | 1k |
| R11 | 680R |
| R12 | 390k |
| R13 | 3k3 |
| R14...R25 | 2k |
| R26...R37 | 1R |
| R38...R47 | siehe Text |
| P1, P2, P3 | 1k, 10-Gang-Trimmer |

Kondensatoren

| | |
|---|---|
| C1 | 2200µ/35V, Elko, radial |
| C2 | µ47, Folienkondensator |
| C3,C4 | 470µ/25V, Elko, axial |
| C5 | 15n, Folienkondensator |
| C6 | 220µ/25V, Elko, radial |

Sonstiges

| | |
|---|---|
| L1 | 1,5mH |
| K1...K11 | HE3721A1200, Readrelais Hamlin |
| K12...K13 | RZ 2 G 12, Dil-Relais ITT |

Halbleiter

| | |
|---|---|
| IC1 | U 2400 B |
| IC2 | 7812 CT |
| Gl1 | B40/C3200 |
| T1 | BD 543 C |
| T2 | BD 544 C |
| D1, D2 | LED, 3mm, Gelb |
| D3 | LED, 3mm, Grün |
| D4 | 1N5624, siehe Text |
| D5, D6 | 1N4148 |

Alle nicht bezeichneten Dioden: Freilaufdioden für Relais z.B. 1N4148 o.ä.

| | |
|---|---|
| S1 | Kippschalter 2pol. Um Marquardt 9070.1201 |
| S2 | Kippschalter 2pol. Um mit Mittelnullstellung Marquardt 9071.1201 |
| S3 | Drehschalter 12pol. ITT-Schadow RT-A |
| X1 | Messerleiste DIN 41612-H, 11polig |
| X2 | Bananenbuchse, 4mm, Rot/Schwarz |
| X3 | Kleinsteckverbinder, 2polig |
| KK1 | Kühlkörper SK96/84/SA |
| KK2 | Kühlkörper SK13/35/SA-220 |

Stiftleiste, abgewinkelt, 45pol. zur Verbindung der Platinen
3 Lötösen für Meßpunkte M1, 2, 3

**Netzteil**

| | |
|---|---|
| Tr1 | Ringkerntrafo 15V/120VA |
| S1 | Netzschalter 2polig Marquardt 1855.1108 |
| Si1...Si7 | Sicherungshalter, stehend, Wickmann 19598 mit Schraubkappe 19585III |
| X1 | Messerleiste DIN 41612-H, 15polig |
| X2...X4 | Anschlußklemme steckbar, 4polig, mit Stiftleiste gerade |

**Gehäuse**

| | |
|---|---|
| 5 | Federleisten DIN41612-H, 11polig |
| 1 | Federleiste DIN41612-H, 15polig |
| 1 | Kaltgerätestecker mit Netzfilter |
| 2 | Lüfter, Pabst 8850 |
| 1 | Baugruppenträger 19", Rittal 363016 |
| 6 | Kassetteneinschübe 14Te Rittal 363114 24 |
| 11 | Sätze Kartenführung 160mm Rittal 360615 |
| 1 | Kartenhalter Rittal 360632 |
| 6 | Sätze Seitenwände für Kassette Rittal 363316 |
| 1 | Satz Deckbleche für Kassette Rittal 360114 |
| 1 | Gehäuse 19" mit Lüftung Rittal 373320 |
| 1 | Satz Griffe für 300mm Rittal VC3787 |

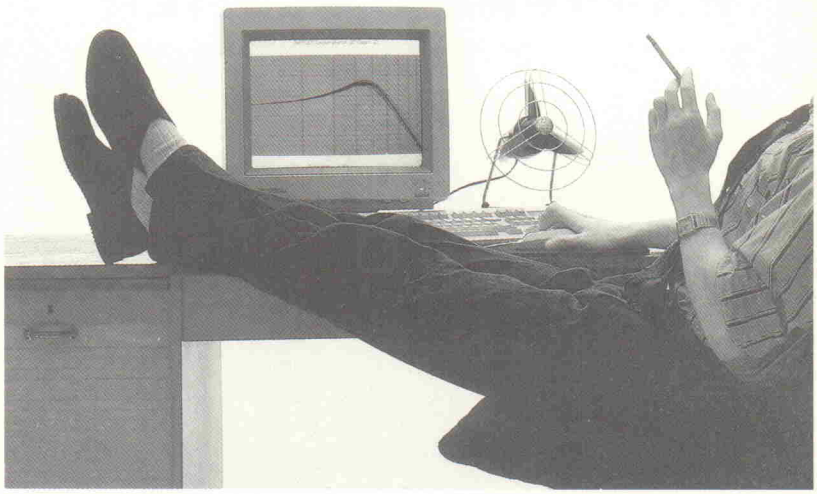
der Drehschalterplatine müssen vor dem Einlöten des Schalters zuerst die vier Durchkontaktierungen hergestellt werden, die darunter liegen. Der Schalter und die Lötleiste werden auf der Seite eingesetzt, auf der sich die elf quer verlaufenden Leiterbahnen befinden. Die Lötleiste muß auf beiden Seiten verlötet werden, beim Schalter genügen die zwei Pins, an denen sich auf dieser Seite ein Anschluß befindet.

Auf der anderen Frontplatine werden die Bauteile auf der Seite eingesetzt, auf der sich an den Lötaugen für die Kippschalter keine Leiterbahnen befinden. Gesonderte Durchkontaktierungen brauchen nicht hergestellt zu werden. Es wird auf der Oberseite nur dort gelötet, wo Leiterbahnen sind. Das Einlöten der Frontplatinen in die beiden anderen sollte im Kassettenrahmen geschehen, um den richtigen Abstand zu bekommen. Zuletzt werden die vier Drähte zur Frontplatte auf beiden Seiten angelötet, dann die Platinen mittels Kartenhalter fixiert und die Frontplatte verschraubt. Fertig. □



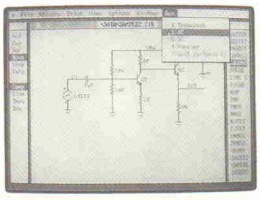

*Wer die Füße hochlegen kann hat Zeit für bessere Ideen ...*

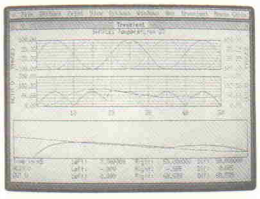
HOSCHAR
Systemelektronik

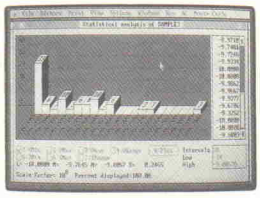


# MICRO-CAP III

*... bessere Schaltungsideen sofort simulieren.*







- Schneller Schaltungsentwurf, umfassende Bibliotheken
- Graphischer Editor für neue, komplexe Bauelemente
- Extrem kurze Simulationszeiten, hochentwickelte Modelle und superschnelle Lösungs-Algorithmen
- Support von CGA bis VGA, für Drucker, Laser, Plotter
- Mit MICRO-CAP III experimentieren Sie ON-LINE
- AC-, DC-, Transienten- und Fourier-Analysen
- Fortschrittliche Basis-Modelle: Ebers-Moll, Gummel-Poon BJT etc.
- Ein Parameter-Compiler ermittelt neue Bauteil-Modelle
- Direkter Wechsel zwischen Design und Simulation
- Die MONTE-CARLO-Analyse simuliert alle Auswirkungen typischer Fertigungstoleranzen

MICRO-CAP III Basis-Version (einschl. Handbüchern) für nur

**DM 345,–**

HOSCHAR
Systemelektronik

7500 Karlsruhe 1 · Pf 2928
Tel. 07 21 / 37 70 44
Fax 07 21 / 37 72 41

*Mehr Informationen!*

Bitte senden Sie mir:

☐ **Unverbindlich und kostenlos!**
Die MC III Demo-Disk
und Informationsmaterial

☐ **Die MICRO-CAP III Basis-Version**
mit allen Features, komplettem Satz Handbüchern, jedoch begrenzter Simulations-Kapazität für DM 345,–
(frei Haus per NN, einschl. ges. MwSt.)

Absender:

Unterschrift

EL/2/90

REICHELT

ELEKTRONIK

DER SCHNELLE FACHVERSAND

# MARKENHALBLEITER

## TRANSISTOREN

### BC

| | |
|---|---|
| 107A | 0.28 |
| 107B | 0.29 |
| 108A | 0.30 |
| 108B | 0.29 |
| 108C | 0.30 |
| 109B | 0.31 |
| 109C | 0.30 |
| 140-6 | 0.55 |
| 140-10 | 0.43 |
| 140-16 | 0.44 |
| 141-6 | 0.58 |
| 141-10 | 0.43 |
| 141-16 | 0.44 |
| 159C | 0.40 |
| 160-6 | 0.57 |
| 160-10 | 0.45 |
| 160-16 | 0.44 |
| 161-6 | 0.58 |
| 161-10 | 0.44 |
| 161-16 | 0.44 |
| 167A | 0.16 |
| 167B | 0.15 |
| 168A | 0.15 |
| 168B | 0.15 |
| 168C | 0.15 |
| 169B | 0.16 |
| 169C | 0.16 |
| 170A | 0.17 |
| 170B | 0.17 |
| 170C | 0.17 |
| 173C | 0.23 |
| 177A | 0.30 |
| 177B | 0.30 |
| 178A | 0.29 |
| 178B | 0.30 |
| 179A | 0.24 |
| 179B | 0.30 |
| 182A | 0.09 |
| 182B | 0.09 |
| 183A | 0.09 |
| 183B | 0.09 |
| 183C | 0.09 |
| 184B | 0.08 |
| 184C | 0.08 |
| 192 | 0.95 |
| 212A | 0.09 |
| 212B | 0.09 |
| 213A | 0.09 |
| 213B | 0.09 |
| 213C | 0.09 |
| 214B | 0.10 |
| 214C | 0.10 |
| 237A | 0.09 |
| 237B | 0.09 |
| 238A | 0.09 |
| 238B | 0.09 |
| 238C | 0.09 |
| 239B | 0.09 |
| 239C | 0.09 |
| 250A | 0.12 |
| 250C | 0.17 |
| 251A | 0.17 |
| 253A | 0.13 |
| 253B | 0.21 |
| 253C | 0.21 |
| 256A | 0.12 |
| 258B | 0.14 |
| 259B | 0.15 |
| 262A | 0.65 |
| 264A | 0.80 |
| 264B | 0.75 |
| 264C | 0.79 |
| 264D | 0.79 |
| 301 | 0.62 |
| 302 | 0.64 |
| 303 | 0.62 |
| 304 | 0.63 |
| 307A | 0.09 |
| 307B | 0.09 |
| 308A | 0.09 |
| 308B | 0.09 |
| 308C | 0.09 |
| 309B | 0.09 |
| 309C | 0.09 |
| 327-16 | 0.11 |
| 327-25 | 0.10 |
| 327-40 | 0.10 |
| 328-16 | 0.10 |
| 328-25 | 0.10 |
| 328-40 | 0.11 |
| 337-16 | 0.11 |
| 337-25 | 0.10 |
| 337-40 | 0.10 |
| 338-16 | 0.11 |
| 338-25 | 0.10 |
| 338-40 | 0.11 |
| 341-6 | 0.90 |
| 360-10 | 0.74 |
| 361-6 | 0.74 |
| 368 | 0.30 |
| 369 | 0.30 |
| 413B | 0.15 |
| 413C | 0.14 |
| 414B | 0.15 |
| 414C | 0.15 |
| 415A | 0.18 |
| 415B | 0.15 |
| 415C | 0.19 |

### BC

| | |
|---|---|
| 416A | 0.18 |
| 416B | 0.15 |
| 416C | 0.19 |
| 516 | 0.24 |
| 517 | 0.27 |
| 546A | 0.07 |
| 546B | 0.07 |
| 546C | 0.10 |
| 547A | 0.06 |
| 547B | 0.07 |
| 547C | 0.07 |
| 548A | 0.07 |
| 548B | 0.07 |
| 548C | 0.07 |
| 549B | 0.06 |
| 549C | 0.07 |
| 550B | 0.10 |
| 550C | 0.10 |
| 556A | 0.07 |
| 556B | 0.07 |
| 557A | 0.07 |
| 557B | 0.07 |
| 558A | 0.07 |
| 558B | 0.07 |
| 558C | 0.07 |
| 559A | 0.08 |
| 559B | 0.08 |
| 559C | 0.08 |
| 560A | 0.10 |
| 560B | 0.10 |
| 560C | 0.10 |
| 617 | 0.58 |
| 618 | 0.63 |
| 635 | 0.31 |
| 636 | 0.30 |
| 637 | 0.32 |
| 638 | 0.27 |
| 639 | 0.31 |
| 640 | 0.31 |
| 875 | 0.71 |
| 876 | 0.71 |
| 877 | 0.72 |
| 878 | 0.73 |
| 879 | 0.73 |
| 880 | 0.73 |

### BD

| | |
|---|---|
| 115 | 0.79 |
| 127 | 0.88 |
| 128 | 1.10 |
| 129 | 1.20 |
| 135 | 0.40 |
| 136 | 0.38 |
| 137 | 0.40 |
| 138 | 0.40 |
| 139 | 0.38 |
| 140 | 0.38 |
| 142 | 1.50 |
| 165 | 0.77 |
| 166 | 0.77 |
| 167 | 0.78 |
| 168 | 0.78 |
| 169 | 0.79 |
| 170 | 0.80 |
| 175 | 0.51 |
| 176 | 0.50 |
| 177 | 0.54 |
| 178 | 0.54 |
| 179 | 0.56 |
| 180 | 0.54 |
| 185 | 0.77 |
| 186 | 0.77 |
| 187 | 0.77 |
| 188 | 0.77 |
| 189 | 0.86 |
| 190 | 0.86 |
| 201 | 0.89 |
| 202 | 0.89 |
| 203 | 0.89 |
| 204 | 0.95 |
| 207 | 2.60 |
| 208 | 2.60 |
| 226 | 0.69 |
| 227 | 0.81 |
| 228 | 0.81 |
| 229 | 0.85 |
| 230 | 0.91 |
| 231 | 0.91 |
| 232 | 0.99 |
| 233 | 0.49 |
| 234 | 0.56 |
| 235 | 0.52 |
| 236 | 0.43 |
| 237 | 0.52 |
| 238 | 0.52 |
| 239 | 0.62 |
| 239B | 0.65 |
| 239C | 0.69 |
| 240 | 0.66 |
| 240B | 0.68 |
| 240C | 0.60 |
| 241 | 0.67 |
| 241A | 0.66 |
| 241B | 0.66 |
| 241C | 0.70 |
| 242 | 0.67 |
| 242A | 0.68 |

## TRANSISTOREN

### BD

| | |
|---|---|
| 242B | 0.69 |
| 242C | 0.73 |
| 243 | 0.70 |
| 243A | 0.80 |
| 243B | 0.79 |
| 243C | 0.69 |
| 244 | 0.82 |
| 244A | 0.63 |
| 244B | 0.66 |
| 244C | 0.69 |
| 245 | 1.70 |
| 245A | 1.70 |
| 245B | 1.80 |
| 245C | 1.70 |
| 246 | 1.65 |
| 246A | 1.70 |
| 246B | 1.80 |
| 246C | 1.70 |
| 249 | 2.15 |
| 249B | 2.35 |
| 249C | 2.35 |
| 250 | 2.25 |
| 250B | 2.35 |
| 250C | 2.25 |
| 262 | 2.95 |
| 301 | 1.30 |
| 302 | 1.40 |
| 303 | 1.40 |
| 304 | 1.40 |
| 311 | 2.50 |
| 312 | 2.50 |
| 313 | 2.70 |
| 314 | 2.70 |
| 315 | 2.90 |
| 316 | 2.80 |
| 317 | 3.15 |
| 318 | 3.15 |
| 375 | 0.48 |
| 376 | 0.51 |
| 377 | 0.51 |
| 378 | 0.52 |
| 379 | 0.53 |
| 380 | 0.53 |
| 410 | 0.96 |
| 433 | 0.58 |
| 434 | 0.57 |
| 435 | 0.59 |
| 436 | 0.59 |
| 437 | 0.59 |
| 438 | 0.60 |
| 439 | 0.60 |
| 440 | 0.61 |
| 441 | 0.63 |
| 442 | 0.65 |
| 512 | 2.60 |
| 517 | 1.30 |
| 518 | 1.35 |
| 519 | 1.35 |
| 520 | 1.35 |
| 529 | 1.30 |
| 530 | 1.30 |
| 533 | 0.73 |
| 534 | 0.75 |
| 535 | 0.77 |
| 536 | 0.77 |
| 537 | 0.80 |
| 538 | 0.81 |
| 643 | 0.80 |
| 644 | 0.80 |
| 645 | 0.81 |
| 646 | 0.81 |
| 647 | 0.83 |
| 648 | 0.83 |
| 649 | 0.83 |
| 650 | 0.83 |
| 651 | 0.85 |
| 652 | 0.85 |
| 675 | 0.49 |
| 676 | 0.50 |
| 677 | 0.54 |
| 678 | 0.56 |
| 679 | 0.56 |
| 680 | 0.60 |
| 681 | 0.53 |
| 682 | 0.63 |
| 683 | 0.73 |
| 684 | 0.79 |
| 705 | 0.94 |
| 706 | 0.94 |
| 707 | 0.94 |
| 708 | 0.95 |
| 709 | 0.96 |
| 710 | 0.96 |
| 711 | 0.98 |
| 712 | 0.97 |
| 809 | 1.15 |
| 810 | 1.15 |
| 825 | 0.88 |
| 826 | 0.88 |
| 827 | 0.88 |
| 828 | 0.90 |
| 829 | 0.88 |
| 830 | 0.96 |
| 880 | 1.20 |
| 897 | 0.98 |
| 898 | 0.97 |
| 899 | 1.00 |
| 900 | 1.10 |

### BD

| | |
|---|---|
| 901 | 1.10 |
| 902 | 1.10 |
| 905 | 0.95 |
| 906 | 0.94 |
| 907 | 0.98 |
| 908 | 1.00 |
| 909 | 1.10 |
| 910 | 1.05 |
| 911 | 1.10 |
| 912 | 1.15 |

### BF

| | |
|---|---|
| 115 | 0.78 |
| 117 | 0.83 |
| 167 | 0.81 |
| 173 | 0.91 |
| 177 | 0.85 |
| 178 | 0.78 |
| 179A | 0.93 |
| 180 | 0.75 |
| 184 | 0.77 |
| 185 | 0.77 |
| 198 | 0.18 |
| 199 | 0.18 |
| 200 | 1.50 |
| 224 | 0.20 |
| 225 | 1.65 |
| 237 | 0.48 |
| 238 | 0.48 |
| 240 | 0.17 |
| 241 | 0.18 |
| 244A | 0.84 |
| 244B | 0.84 |
| 244C | 0.85 |
| 245A | 0.63 |
| 245B | 0.63 |
| 245C | 0.63 |
| 246A | 0.83 |
| 246B | 0.82 |
| 246C | 0.82 |
| 247A | 0.80 |
| 247B | 0.80 |
| 247C | 0.80 |
| 254 | 0.18 |
| 255 | 0.18 |
| 256A | 0.64 |
| 256B | 0.64 |
| 256C | 0.64 |
| 257 | 0.69 |
| 258 | 0.66 |
| 259 | 0.68 |
| 272A | 1.20 |
| 297 | 0.22 |
| 298 | 0.26 |
| 299 | 0.27 |
| 310 | 0.35 |
| 311 | 0.23 |
| 314 | 0.24 |
| 324 | 0.19 |
| 327 | 1.35 |
| 337 | 0.97 |
| 338 | 0.99 |
| 362 | 0.85 |
| 363 | 1.00 |
| 370 | 0.67 |
| 393 | 0.27 |
| 398 | 0.54 |
| 414 | 0.58 |
| 415 | 0.71 |
| 416 | 0.71 |
| 417 | 0.71 |
| 418 | 0.71 |
| 420 | 0.30 |
| 421 | 0.33 |
| 422 | 0.31 |
| 423 | 0.32 |
| 440 | 0.63 |
| 441 | 0.47 |
| 450 | 0.21 |
| 451 | 0.21 |
| 457 | 0.51 |
| 458 | 0.56 |
| 459 | 0.55 |
| 469 | 0.52 |
| 470 | 0.52 |
| 471 | 0.53 |
| 472 | 0.52 |
| 483 | 0.60 |
| 485 | 0.66 |
| 487 | 0.72 |
| 494 | 0.20 |
| 495 | 0.20 |
| 496 | 0.58 |
| 506 | 0.70 |
| 594 | 0.97 |
| 595 | 0.97 |
| 615 | 2.40 |
| 657 | 1.05 |
| 658 | 1.30 |
| 659 | 1.30 |
| 680 | 2.70 |
| 757 | 0.49 |
| 758 | 0.64 |
| 759 | 0.64 |
| 760 | 0.64 |
| 761 | 0.64 |
| 762 | 0.64 |

## TRANSISTOREN

### BF

| | |
|---|---|
| 857 | 0.93 |
| 858 | 0.72 |
| 859 | 0.97 |
| 869 | 0.54 |
| 870 | 0.54 |
| 871 | 0.53 |
| 872 | 0.54 |
| 900 | 1.30 |
| 926 | 0.66 |
| 936 | 0.67 |
| 939 | 0.73 |
| 959 | 0.60 |
| 960 | 0.88 |
| 961 | 0.90 |
| 963 | 3.60 |
| 964 | 1.30 |
| 966 | 1.20 |
| 967 | 0.94 |
| 970 | 0.88 |
| 979 | 1.00 |
| 980 | 1.30 |
| 981 | 0.91 |
| 982 | 1.40 |

### BFQ

| | |
|---|---|
| 34 | 27.80 |
| 69 | 4.50 |

### BFR

| | |
|---|---|
| 34A | 1.70 |
| 38 | 1.75 |
| 54 | 1.50 |
| 64 | 31.20 |
| 90 | 1.20 |
| 91 | 1.30 |
| 94 | 30.55 |
| 96 | 1.75 |

### BFW

| | |
|---|---|
| 10 | 2.00 |
| 11 | 2.00 |
| 16A | 3.15 |
| 17A | 3.00 |
| 30 | 3.15 |
| 92 | 0.70 |
| 93 | 1.20 |

### BU

| | |
|---|---|
| 105 | 2.60 |
| 108 | 2.55 |
| 109 | 2.20 |
| 110 | 3.20 |
| 111 | 2.70 |
| 125 | 2.25 |
| 126 | 2.50 |
| 137 | 10.65 |
| 180 | 3.00 |
| 180A | 4.20 |
| 184 | 2.00 |
| 204 | 2.90 |
| 205 | 2.45 |
| 206 | 3.00 |
| 208 | 2.60 |
| 208A | 2.70 |
| 208D | 2.70 |
| 209 | 2.80 |
| 226 | 2.95 |
| 310 | 4.50 |
| 312 | 4.50 |
| 326S | 2.70 |
| 406 | 1.50 |
| 406D | 2.05 |
| 407 | 1.30 |
| 407D | 2.00 |
| 408 | 1.35 |
| 408D | 2.15 |
| 409 | 1.35 |
| 413 | 4.30 |
| 426 | 2.50 |
| 426A | 2.65 |
| 500 | 4.00 |
| 508A | 2.45 |
| 508D | 2.70 |
| 526 | 2.80 |
| 536 | 4.50 |
| 546N | 4.85 |
| 606 | 3.80 |
| 606D | 4.25 |
| 607 | 4.20 |
| 607D | 4.40 |
| 608 | 3.85 |
| 608D | 3.80 |
| 626A | 4.20 |
| 705 | 4.45 |
| 806 | 1.50 |
| 807 | 1.45 |
| 826 | 3.70 |
| 910 | 2.25 |
| 911 | 2.60 |
| 912 | 2.40 |
| 920 | 4.20 |
| 921 | 3.85 |
| 922 | 4.25 |
| 931R | 5.75 |
| 932R | 6.35 |

### BUX

| | |
|---|---|
| 10 | 5.15 |
| 11 | 7.60 |
| 12 | 7.50 |
| 20 | 17.80 |
| 21 | 15.20 |
| 22 | 18.90 |
| 24 | 19.05 |
| 37 | 5.50 |
| 39 | 6.10 |
| 40 | 5.20 |
| 41 | 4.50 |
| 42 | 4.90 |
| 46 | 4.15 |
| 47 | 3.55 |
| 48 | 4.40 |
| 48A | 4.70 |
| 48B | 7.00 |
| 48C | 7.85 |
| 80 | 3.55 |
| 81 | 5.45 |
| 82 | 3.20 |
| 83 | 3.45 |
| 84 | 1.55 |
| 85 | 1.85 |
| 86 | 1.40 |
| 87 | 1.35 |
| 98 | 10.45 |
| 98A | 13.35 |
| 50 | 6.35 |
| 69A | 3.65 |

### BUZ

| | |
|---|---|
| 10 | 1.70 |
| 10A | 1.35 |
| 11 | 3.20 |
| 11A | 2.70 |
| 20 | 2.40 |
| 21 | 2.80 |
| 23 | 10.00 |
| 33 | 17.50 |
| 34 | 7.30 |
| 35 | 12.65 |
| 41A | 2.75 |
| 42 | 6.95 |
| 43 | 22.75 |
| 44A | 14.75 |
| 45 | 22.10 |
| 45A | 7.95 |
| 50A | 9.35 |
| 53A | 12.90 |
| 54A | 35.55 |
| 71 | 1.80 |
| 71A | 1.30 |
| 72A | 2.70 |
| 73A | 3.30 |
| 74 | 3.80 |
| 74A | 2.70 |
| 76 | 2.65 |
| 76A | 2.30 |
| 80 | 6.50 |
| 83 | 16.70 |

### MJ

| | |
|---|---|
| 900 | 2.35 |
| 901 | 2.45 |
| 1000 | 2.20 |
| 1001 | 2.40 |
| 2500 | 2.45 |
| 2501 | 2.65 |
| 2955 | 1.70 |
| 3000 | 2.55 |
| 3001 | 2.55 |
| 3055 | 2.80 |
| 4031 | 2.80 |
| 4032 | 2.95 |
| 4033 | 2.35 |
| 4034 | 2.55 |
| 4035 | 2.80 |

### TIP

| | |
|---|---|
| 116 | 0.83 |
| 117 | 0.83 |
| 120 | 0.71 |
| 121 | 0.72 |
| 122 | 0.78 |
| 125 | 0.76 |
| 126 | 0.77 |
| 127 | 0.81 |
| 130 | 0.93 |
| 131 | 0.94 |
| 132 | 0.92 |
| 135 | 0.92 |
| 136 | 0.94 |
| 137 | 0.97 |
| 140 | 1.90 |
| 141 | 2.00 |
| 142 | 2.20 |
| 145 | 2.15 |
| 146 | 2.20 |
| 147 | 2.20 |
| 160 | 3.65 |
| 161 | 3.80 |
| 162 | 3.80 |
| 2955 | 1.60 |
| 3055 | 1.45 |

### UA78..

| | |
|---|---|
| 7805 | 0.55 |
| 7805K | 2.40 |
| 7806 | 0.56 |
| 7807 | 0.95 |
| 7808 | 0.56 |
| 7808K | 2.50 |
| 7809 | 0.59 |
| 7810 | 0.66 |
| 7812 | 0.56 |
| 7812K | 2.40 |
| 7815 | 0.59 |
| 7815K | 2.40 |
| 7818 | 0.56 |
| 7818K | 2.65 |
| 7820 | 0.57 |
| 7824 | 0.56 |
| 7824K | 2.45 |
| 78H05 | 23.10 |
| 78H12 | 28.50 |
| 78H15 | 29.00 |
| 78HGKC | 30.55 |
| 78L02 | 0.62 |
| 78L04 | 0.78 |
| 78L05 | 0.54 |
| 78L06 | 0.52 |
| 78L07 | 0.62 |
| 78L08 | 0.54 |
| 78L09 | 0.55 |
| 78L10. | 0.57 |
| 78L12 | 0.54 |
| 78L15 | 0.54 |
| 78L18 | 0.62 |
| 78L20 | 0.62 |
| 78L24 | 0.62 |
| 78S05 | 0.97 |
| 78S075 | 1.15 |
| 78S09 | 0.97 |
| 78S10 | 0.97 |
| 78S12 | 1.00 |
| 78S15 | 1.00 |
| 78S18 | 1.00 |
| 78S24 | 1.05 |

### UA79..

| | |
|---|---|
| 7905 | 0.58 |
| 7905K | 2.90 |
| 7907 | 1.25 |
| 7908 | 0.59 |
| 7908K | 6.55 |
| 7909 | 0.87 |
| 7910 | 1.20 |
| 7912 | 0.58 |
| 7912K | 2.80 |
| 7915 | 0.58 |
| 7915K | 2.80 |
| 7918 | 0.59 |
| 7918K | 2.80 |
| 7920 | 0.64 |
| 7924 | 0.59 |
| 7924K | 2.80 |
| 79L04 | 0.98 |
| 79L05 | 0.61 |
| 79L06 | 0.73 |
| 79L07 | 0.76 |
| 79L08 | 0.73 |
| 79L09 | 0.73 |
| 79L10 | 0.73 |
| 79L12 | 0.60 |
| 79L15 | 0.60 |
| 79L18 | 0.73 |
| 79L20 | 0.73 |
| 79L24 | 0.73 |

### UA

| | |
|---|---|
| 709 DIL | 1.00 |
| 709 DIP | 0.71 |
| 709 TO | 2.35 |
| 723 DIL | 0.56 |
| 723 TO | 1.40 |
| 733 DIL | 2.10 |
| 741 DIL | 1.10 |
| 741 DIP | 0.39 |
| 741 TO | 1.50 |
| 747 DIL | 0.86 |
| 747 TO | 2.25 |
| 748 DIP | 0.67 |
| 748 TO | 1.70 |
| 758N | 4.60 |

### CA

| | |
|---|---|
| 3012 | 5.95 |
| 3018 | 3.35 |
| 3020 | 7.70 |
| 3028A | 4.40 |
| 3046 DIL | 0.89 |
| 3048 | 9.75 |
| 3052 | 5.60 |
| 3053 | 3.15 |
| 3059 | 5.40 |
| 3060 DIL | 7.05 |
| 3065 DIL | 4.75 |
| 3080 DIP | 1.60 |
| 3081 DIL | 1.60 |
| 3082 DIL | 1.90 |
| 3085 DIP | 2.80 |

## INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

### CA

| | |
|---|---|
| 3086 DIL | 1.15 |
| 3088 DIL | 4.95 |
| 3089 DIL | 2.75 |
| 3090 DIL | 3.10 |
| 3094 DIP | 2.65 |
| 3096 DIL | 1.95 |
| 3100 DIP | 4.20 |
| 3127 DIL | 6.85 |
| 3130 DIP | 2.40 |
| 3130 TO | 3.80 |
| 3140 DIP | 1.45 |
| 3140 TO | 3.40 |
| 3146 DIL | 3.25 |
| 3160 DIP | 2.35 |
| 3161 DIL | 2.65 |
| 3162 DIL | 10.15 |
| 3183 DIL | 6.40 |
| 3189 DIL | 3.15 |
| 3240 DIP | 3.20 |
| 3290 DIP | 3.45 |
| 3600 DIL | 13.05 |

### ICL

| | |
|---|---|
| 7106 | 7.35 |
| 7106R | 9.45 |
| 7107 | 7.45 |
| 7109 | 18.50 |
| 7116 | 8.10 |
| 7117 | 9.50 |
| 7126 | 8.10 |
| 7621 | 4.20 |
| 7660 | 4.20 |
| 8038 | 10.40 |
| 8211 | 4.85 |
| 8212 | 4.85 |

### ICM

| | |
|---|---|
| 7218 | 19.75 |
| 7207A | 18.85 |
| 7208 | 55.15 |
| 7209 | 21.50 |
| 7213 | 16.30 |
| 7216B | 82.00 |
| 7216D | 22.30 |
| 7217A | 22.55 |
| 7217B | 28.95 |
| 7217C | 31.50 |
| 7217IJI | 25.00 |
| 7218 | 19.60 |
| 7224 | 26.40 |
| 7226A | 96.70 |
| 7226B | 76.45 |
| 7250 | 13.40 |
| 7555 | 1.05 |
| 7556 | 2.05 |

### L

| | |
|---|---|
| 194-15 | 5.60 |
| 194-18 | 5.60 |
| 200-220 | 2.20 |
| 200-TO3 | 6.85 |
| 201B | 0.93 |
| 202B | 0.84 |
| 203B | 0.82 |
| 204B | 0.85 |
| 272 | 2.85 |
| 272M | 4.85 |
| 282 | 5.50 |
| 290B | 9.05 |
| 291B | 9.00 |
| 292 | 14.90 |
| 293B | 7.25 |
| 293D | 7.85 |
| 293E | 8.90 |
| 294 | 12.50 |
| 295 | 10.00 |
| 296 | 13.05 |
| 297 | 10.75 |
| 298 | 13.85 |
| 387 | 4.75 |
| 465A | 9.45 |
| 482 | 8.40 |
| 485 | 9.30 |
| 486CB | 2.65 |
| 487 | 6.05 |
| 497B | 8.45 |
| 601C | 1.45 |
| 602C | 1.60 |
| 603C | 1.50 |
| 604C | 1.50 |
| 702B | 5.45 |
| 702N | 6.95 |
| 2685 | 4.60 |
| 4705 | 5.20 |
| 4710 | 5.20 |
| 4785 | 5.20 |
| 4805 | 4.00 |
| 4810 | 4.00 |
| 4812 | 4.20 |
| 4885 | 4.00 |
| 4940 V10 | 2.75 |
| 4940 V12 | 2.75 |
| 4940 V5 | 2.75 |
| 4941 | 2.75 |
| 4960 | 6.90 |
| 4962 | 5.25 |
| 4964 | 13.00 |
| 4970 | 22.75 |
| 4972 | 12.00 |
| 4974 | 13.30 |
| 5832 | 8.30 |
| 6114 | 14.50 |
| 6115 | 16.30 |
| 6202 | 10.60 |
| 6203 | 11.00 |
| 6210 | 4.50 |

### LF

| | |
|---|---|
| 351 DIP | 0.75 |
| 353 DIP | 0.86 |
| 355 DIP | 1.30 |
| 356 DIP | 1.30 |
| 357 DIP | 1.35 |

### LM

| | |
|---|---|
| 35CZ | 15.80 |
| 224 DIL | 0.83 |
| 239 DIL | 1.50 |
| 258 DIP | 1.00 |
| 293 DIP | 1.20 |
| 301 DIP | 0.73 |
| 301 TO | 1.70 |
| 305 TO | 2.65 |
| 307 DIP | 1.50 |
| 308 DIP | 1.05 |
| 309 TO3 | 4.30 |
| 310 DIP | 5.40 |
| 311 DIP | 0.45 |
| 311 TO | 2.80 |
| 317 TO3 | 3.45 |
| 317-220 | 0.91 |
| 318 DIP | 1.95 |
| 319 DIL | 2.10 |
| 323 TO3 | 5.05 |
| 324 DIL | 0.41 |
| 325 DIL | 13.55 |
| 334 TO92 | 1.80 |
| 335 TO92 | 2.60 |
| 336 TO92 | 2.15 |
| 337 TO3 | 5.35 |
| 337-220 | 1.40 |
| 338 TO3 | 12.30 |
| 339 DIL | 0.42 |
| 346 DIL | 2.80 |
| 348 DIL | 0.72 |
| 350 TO3 | 11.50 |
| 350-220 | 5.45 |
| 358 DIP | 0.44 |
| 376 DIP | 2.00 |
| 377 DIL | 7.15 |
| 380 DIL | 2.65 |
| 382 DIL | 10.60 |
| 383-220 | 8.55 |
| 385Z2,5 | 4.85 |
| 386 DIP | 1.45 |
| 387 DIP | 3.10 |
| 389 DIL | 5.00 |
| 391N60 | 3.60 |
| 391N80 | 4.70 |
| 391N100 | 7.95 |
| 392 DIP | 2.95 |
| 393 DIP | 0.46 |
| 394 TO | 11.85 |
| 395 TO | 8.15 |
| 566 DIP | 2.80 |
| 567 DIP | 0.78 |
| 567 TO | 6.45 |
| 1886 DIL | 10.40 |
| 1889 DIL | 7.55 |
| 2901 DIL | 0.68 |
| 2902 DIL | 0.63 |
| 2903 DIP | 0.61 |
| 2904 DIP | 0.61 |
| 2905 DIP | 11.85 |
| 2907 DIL | 7.95 |
| 2907 DIP | 8.75 |
| 2917 DIL | 6.70 |
| 2930A | 2.30 |
| 2931A | 2.55 |
| 3301 DIL | 2.85 |
| 3302 DIL | 1.60 |
| 3401 DIL | 2.05 |
| 3900 DIL | 1.30 |
| 3905 DIP | 3.80 |
| 3909 DIP | 2.90 |
| 3911 DIP | 5.10 |
| 3914 DIL | 6.05 |
| 3915 DIL | 7.10 |
| 3916 DIL | 7.40 |
| 4250 DIP | 3.75 |
| 4250 TO | 9.45 |
| 13600 DIL | 3.55 |
| 13700 DIL | 3.90 |

### NE

| | |
|---|---|
| 521 DIL | 6.75 |
| 522 DIL | 5.95 |
| 527 DIL | 4.60 |
| 529 DIL | 4.85 |
| 530 DIP | 3.15 |
| 531 DIP | 4.80 |
| 532 DIP | 0.79 |
| 538 DIP | 3.70 |
| 542 DIP | 2.15 |
| 544 DIL | 4.95 |
| 555 DIP | 0.39 |
| 555 TO | 3.75 |
| 556 DIL | 0.64 |
| 558 DIL | 3.40 |
| 564 DIL | 6.40 |
| 565 DIL | 2.65 |
| 566 DIP | 2.55 |
| 567 DIP | 0.89 |
| 567 TO | 1.65 |
| 568 DIL | 11.15 |
| 570 DIL | 7.35 |
| 571 DIL | 6.00 |
| 572 DIL | 8.30 |
| 575 DIL | 9.55 |
| 587 DIL | 9.40 |
| 589 DIL | 9.40 |
| 590 DIL | 7.50 |
| 591 DIL | 8.75 |
| 592 DIL | 1.40 |
| 594 DIL | 4.70 |
| 612 DIP | 4.10 |
| 614 DIL | 9.50 |
| 644 DIL | 8.30 |
| 645 DIL | 6.05 |
| 646B DIL | 6.10 |
| 5007 DIL | 5.60 |
| 5008 DIL | 5.25 |
| 5009 DIL | 9.15 |
| 5018 DIL | 21.50 |
| 5019 DIL | 38.80 |
| 5020 DIL | 35.80 |
| 5036 DIP | 10.55 |
| 5037 DIL | 10.55 |
| 5044 DIL | 5.70 |
| 5045 DIL | 5.65 |
| 5050 DIL | 12.80 |

### NE

| | |
|---|---|
| 5080 DIL | 63.20 |
| 5081 DIL | 63.25 |
| 5090 DIL | 9.55 |
| 5105 DIP | 9.30 |
| 5118 DIL | 23.05 |
| 5119 DIL | 45.70 |
| 5170 DIL | 31.60 |
| 5180 DIL | 29.60 |
| 5205 DIP | 11.25 |
| 5205 TO | 16.20 |
| 5230 DIP | 5.70 |
| 5512 DIP | 3.70 |
| 5514 DIL | 5.10 |
| 5517 DIL | 3.80 |
| 5521 DIL | 20.65 |
| 5530 DIP | 9.40 |
| 5532 DIP | 1.65 |
| 5532A DIP | 2.30 |
| 5533 DIL | 6.45 |
| 5533A DIL | 14.05 |
| 5534 DIP | 1.60 |
| 5534A DIP | 1.80 |
| 5535 DIP | 6.70 |
| 5537 DIP | 6.25 |
| 5537 TO | 20.10 |
| 5539 DIL | 13.75 |
| 5560 DIL | 6.75 |
| 5561 DIP | 4.10 |
| 5562 DIL | 12.50 |
| 5592 DIL | 3.85 |
| 5900 DIL | 13.90 |

### RC

| | |
|---|---|
| 4131 DIP | 3.92 |
| 4136 DIL | 1.50 |
| 4151 DIP | 2.10 |
| 4152 DIP | 2.95 |
| 4153 DIL | 13.30 |
| 4156 DIL | 2.25 |
| 4157 DIL | 3.50 |
| 4194 DIL | 5.80 |
| 4195 DIP | 2.70 |
| 4200 DIP | 7.50 |
| 4558 DIP | 0.81 |
| 4559 DIP | 1.25 |

### OM

| | |
|---|---|
| 335 | 24.00 |
| 350 | 14.05 |
| 360 | 24.00 |
| 361 | 25.95 |
| 370 | 27.70 |
| 991 | 97.70 |

### S

| | |
|---|---|
| 0280 DIL | 3.70 |
| 0281 DIL | 6.30 |
| 041P DIL | 3.65 |
| 042P DIL | 4.40 |
| 178 DIL | 49.85 |
| 551 DIL | 2.50 |
| 552 DIL | 2.50 |
| 576A DIP | 7.30 |
| 576B DIP | 7.20 |
| 576D DIP | 7.00 |

### SAA

| | |
|---|---|
| 1008 | 18.25 |
| 1025 | 12.35 |
| 1027 | 8.50 |
| 1029 | 7.60 |
| 1049 | 3.90 |
| 1056 | 9.00 |
| 1058 | 8.70 |
| 1059 | 8.25 |
| 1060 | 8.70 |
| 1061 | 9.40 |
| 1071 | 22.35 |
| 1121 | 29.75 |
| 1124 | 6.55 |
| 1130 | 13.30 |
| 1220 | 18.10 |
| 1250 | 8.00 |
| 1251 | 10.60 |
| 3004P | 5.95 |
| 3006P | 7.65 |
| 3007P | 6.85 |
| 3009P | 9.80 |
| 3027 | 10.45 |
| 5020 | 14.30 |
| 5030 | 13.90 |
| 5041 | 31.10 |
| 5051 | 18.45 |
| 5101S | 17.40 |

### SAB

| | |
|---|---|
| 0529 | 6.00 |
| 0600 | 6.10 |
| 3013 | 15.45 |
| 3021 | 11.50 |
| 3209 | 13.65 |
| 3210 | 8.00 |
| 4209 | 16.45 |

### SAS

| | |
|---|---|
| 560S | 4.00 |
| 570S | 4.00 |
| 580 | 7.00 |
| 590 | 7.00 |
| 660 | 3.50 |
| 670 | 3.50 |
| 6600 | 3.90 |
| 6610 | 4.45 |
| 6700 | 4.00 |
| 6710 | 5.25 |

### SG

| | |
|---|---|
| 3524N | 1.40 |
| 3525A | 3.35 |
| 3526N | 11.30 |
| 3527A | 3.25 |

### TAA

| | |
|---|---|
| 550 | 0.67 |
| 611T | 2.30 |
| 630S | 3.65 |
| 761A | 1.45 |
| 765A | 1.55 |
| 861A | 1.60 |
| 865A | 1.85 |
| 2761A | 2.05 |
| 4761A | 3.55 |
| 4765A | 3.75 |

### TBA

| | |
|---|---|
| 120 | 1.40 |
| 120S | 1.10 |
| 120T | 1.25 |
| 120U | 1.10 |
| 231A | 1.75 |
| 331 | 0.91 |
| 440C | 3.80 |
| 440N | 3.80 |
| 510 | 4.30 |
| 520 | 2.80 |
| 530 | 2.50 |
| 540 | 3.30 |
| 560C | 3.10 |
| 570Q | 3.00 |
| 700 | 8.85 |
| 760 | 3.80 |
| 800 | 1.30 |
| 810AS | 1.35 |
| 810S | 1.25 |
| 820 | 1.15 |
| 820M | 0.87 |
| 890 | 8.20 |
| 920 | 4.96 |
| 920S | 2.30 |
| 940 | 5.15 |
| 950 | 3.65 |
| 990 | 2.60 |
| 1440G | 2.65 |
| 1441 | 5.10 |

### TCA

| | |
|---|---|
| 105 | 4.25 |
| 240 | 5.00 |
| 315A | 1.80 |
| 321A | 1.15 |
| 325 | 4.20 |
| 325A | 1.85 |
| 335A | 1.60 |
| 345A | 3.50 |
| 420A | 4.30 |
| 440 | 3.20 |
| 520B | 5.30 |
| 640 | 7.20 |
| 650 | 7.10 |
| 660B | 7.20 |
| 671 | 2.85 |
| 730A | 6.30 |
| 740 | 5.40 |
| 740A | 6.05 |
| 785 | 7.10 |
| 810A | 9.35 |
| 830S | 1.65 |
| 871 | 2.75 |
| 900 | 1.35 |
| 910 | 1.35 |
| 955 | 5.60 |
| 965 | 4.25 |
| 971 | 3.00 |
| 4500A | 5.95 |
| 4510 | 7.95 |

### TDA

| | |
|---|---|
| 440 | 2.80 |
| 0470D | 4.90 |
| 1001 | 7.15 |
| 1002A | 2.95 |
| 1003A | 5.40 |
| 1005A | 5.65 |
| 1008 | 9.90 |
| 1009 | 10.35 |
| 1010A | 2.55 |
| 1011A | 3.00 |
| 1015A | 3.45 |
| 1016 | 4.25 |
| 1022 | 10.75 |
| 1023 | 4.75 |
| 1024 | 3.20 |
| 1028 | 5.60 |
| 1029 | 5.20 |
| 1035T | 3.65 |
| 1037 | 4.35 |
| 1040 | 14.10 |
| 1044 | 3.65 |
| 1046 | 5.45 |
| 1047 | 6.05 |
| 1048 | 4.60 |
| 1054M | 3.10 |
| 1059B | 1.70 |
| 1059C | 2.15 |
| 1060 | 5.55 |
| 1062 | 4.30 |
| 1072 | 4.65 |
| 1074A | 7.65 |
| 1082 | 6.10 |
| 1083 | 2.45 |
| 1086 | 2.20 |
| 1092 | 3.55 |
| 1093A | 9.95 |
| 1151 | 1.20 |
| 1154 | 1.20 |
| 1170S | 2.80 |
| 1180P | 4.20 |
| 1190Z | 2.60 |
| 1200 | 2.80 |
| 1220 | 1.85 |
| 1235 | 7.60 |
| 1410 | 3.50 |
| 1415 | 2.15 |
| 1470 | 4.85 |
| 1510 | 7.15 |
| 1512 | 6.70 |
| 1514A | 13.20 |

## INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

### TDA

| | |
|---|---|
| 1516Q | 7.95 |
| 1517N | 8.10 |
| 1519N | 9.00 |
| 1520A | 9.75 |
| 1521 | 9.50 |
| 1522 | 3.40 |
| 1524A | 6.50 |
| 1534 | 125.00 |
| 1535N | 61.60 |
| 1541A | 57.30 |
| 1542 | 15.30 |
| 1543N | 10.50 |
| 1572 | 5.60 |
| 1574 | 4.20 |
| 1574V | 4.55 |
| 1576 | 6.60 |
| 1578 | 6.45 |
| 1579 | 6.90 |
| 1596 | 6.70 |
| 1598V | 7.95 |
| 1670A | 4.90 |
| 1701 | 9.05 |
| 1770A | 6.00 |
| 1904 | 2.00 |
| 1905 | 2.60 |
| 1908 | 3.00 |
| 1910 | 5.95 |
| 1940 | 5.75 |
| 1950 | 5.80 |
| 2002 | 1.55 |
| 2003 | 1.70 |
| 2004 | 3.55 |
| 2005 | 4.10 |
| 2006 | 2.20 |
| 2007 | 4.85 |
| 2008 | 3.40 |
| 2009 | 6.25 |
| 2020 | 6.25 |
| 2030 | 2.25 |
| 2040 | 4.60 |
| 2054M | 3.00 |
| 2104 | 18.35 |
| 2110 | 24.00 |
| 2151 | 5.10 |
| 2170 | 6.75 |
| 2220 | 3.95 |
| 2270 | 5.65 |
| 2310 | 2.50 |
| 2320 | 1.65 |
| 2514A | 12.15 |
| 2520 | 12.35 |
| 2530 | 8.35 |
| 2532 | 3.70 |
| 2540 | 5.00 |
| 2541 | 3.25 |
| 2543 | 9.75 |
| 2545 | 5.70 |
| 2546 | 8.40 |
| 2549 | 8.90 |
| 2555V | 6.75 |
| 2556V | 12.10 |
| 2557 | 8.45 |
| 2558 | 9.95 |
| 2560 | 6.70 |
| 2578 | 8.20 |
| 2579 | 8.60 |
| 2581 | 4.50 |
| 2582 | 6.50 |
| 2591 | 4.90 |
| 2593 | 3.35 |
| 2594 | 5.60 |
| 2595 | 5.55 |
| 2611A | 2.80 |
| 2613 | 4.60 |
| 2653A | 7.60 |
| 2654S | 7.15 |
| 2670 | 6.75 |
| 2680A | 8.05 |
| 2690A | 6.80 |
| 2700 | 9.80 |
| 2710 | 7.30 |
| 2720 | 13.55 |
| 2721 | 9.10 |
| 2730 | 7.25 |
| 2740 | 9.50 |
| 2791 | 6.30 |
| 2795 | 5.80 |
| 2822 | 3.15 |
| 2824 | 2.10 |
| 2840 | 6.60 |
| 3047 | 3.70 |
| 3048 | 3.45 |
| 3081 | 4.30 |
| 3082 | 4.30 |
| 3083 | 4.15 |
| 3190 | 2.40 |
| 3300B | 9.85 |
| 3310 | 1.70 |
| 3410 | 3.35 |
| 3420 | 3.85 |
| 3501 | 12.15 |
| 3502 | 12.35 |
| 3505 | 11.15 |
| 3506 | 11.70 |
| 3507 | 21.15 |
| 3510 | 9.80 |
| 3520 | 25.80 |
| 3541 | 8.10 |
| 3560 | 10.80 |
| 3561A | 10.80 |
| 3562A | 12.70 |
| 3565 | 10.10 |
| 3566N | 20.00 |
| 3576B | 9.15 |
| 3580 | 12.50 |
| 3590A | 11.80 |
| 3592A | 16.70 |
| 3640 | 13.90 |
| 3651A | 10.65 |
| 3653A | 4.90 |
| 3654 | 6.05 |
| 3701 | 15.00 |
| 3724 | 27.40 |
| 3725 | 31.15 |
| 3730 | 15.60 |
| 3740 | 17.50 |
| 3755 | 17.75 |

### TDA

| | |
|---|---|
| 3780 | 11.50 |
| 3800 | 20.25 |
| 3803A | 15.50 |
| 3810 | 6.15 |
| 3825 | 3.45 |
| 3950A | 6.50 |
| 4050B | 4.45 |
| 4092 | 14.49 |
| 4180 | 4.80 |
| 4190 | 7.40 |
| 4260 | 4.10 |
| 4290 | 5.70 |
| 4400 | 7.95 |
| 4410 | 5.70 |
| 4420 | 3.30 |
| 4421 | 6.45 |
| 4431 | 4.70 |
| 4432 | 5.10 |
| 4433 | 4.40 |
| 4440 | 4.60 |
| 4450 | 7.00 |
| 4500 | 15.20 |
| 4502 | 19.60 |
| 4505 | 22.35 |
| 4510 | 9.15 |
| 4555 | 17.15 |
| 4556 | 14.95 |
| 4565 | 7.90 |
| 4580 | 21.70 |
| 4600 | 4.95 |
| 4601B | 4.65 |
| 4610 | 14.05 |
| 4700A | 13.90 |
| 4710 | 46.35 |
| 4718A | 9.80 |
| 4720 | 9.85 |
| 4725 | 23.95 |
| 4940 | 15.60 |
| 4950 | 3.35 |
| 5030 | 8.55 |
| 7000 | 4.20 |
| 7050 | 3.50 |
| 7220 | 2.95 |
| 7230A | 5.60 |
| 7231 | 1.75 |
| 7232 | 13.00 |
| 7233 | 1.40 |
| 7236 | 3.50 |
| 7250 | 12.00 |
| 7260 | 18.00 |
| 7270 | 10.25 |
| 7272 | 5.10 |
| 7274 | 1.80 |
| 7282 | 1.80 |
| 7359 | 3.20 |
| 7360 | 11.15 |
| 7361 | 3.15 |
| 8115 | 6.95 |
| 8140 | 5.90 |
| 8145 | 3.25 |
| 8150 | 7.50 |
| 8160 | 3.00 |
| 8170 | 5.50 |
| 8172 | 5.50 |
| 8175 | 7.15 |
| 8185 | 10.35 |
| 8190 | 7.10 |
| 8196 | 3.60 |
| 8221 | 28.55 |
| 8341 | 9.30 |
| 8390 | 25.10 |
| 8390N | 25.10 |
| 8405 | 21.50 |
| 8433 | 29.50 |
| 8442 | 7.95 |
| 8443 | 12.45 |
| 8444 | 14.75 |
| 9403 | 6.05 |
| 9503 | 6.60 |

### TL

| | |
|---|---|
| 022 DIP | 2.25 |
| 032 DIP | 2.25 |
| 034 DIL | 3.45 |
| 044 DIL | 4.00 |
| 060 DIP | 1.30 |
| 061 DIP | 0.70 |
| 062 DIP | 0.81 |
| 064 DIL | 1.05 |
| 066 DIP | 2.15 |
| 071 DIP | 0.68 |
| 072 DIP | 0.79 |
| 074 DIL | 0.99 |
| 080 DIP | 2.05 |
| 081 DIP | 0.61 |
| 082 DIP | 0.71 |
| 083 DIL | 1.90 |
| 084 DIL | 0.98 |
| 136 DIL | 2.70 |
| 170 TO92 | 1.55 |
| 172 TO92 | 2.10 |
| 191 DIL | 5.30 |
| 317 TO92 | 1.20 |
| 321 DIP | 1.40 |
| 322 DIP | 2.40 |
| 430 TO92 | 1.20 |
| 431 TO92 | 0.86 |
| 494 DIL | 2.20 |
| 495 DIL | 4.70 |
| 496 DIP | 5.30 |
| 497A DIL | 4.40 |
| 500 DIL | 19.95 |
| 501 DIL | 12.10 |
| 502 DIL | 17.30 |
| 503 DIL | 19.30 |
| 505 DIL | 10.20 |
| 507 DIP | 2.55 |
| 601 DIP | 3.35 |
| 604 DIP | 3.30 |
| 607 DIP | 2.85 |
| 783CKC | 6.15 |
| 7702 DIP | 1.95 |
| 7705 DIP | 1.65 |
| 7709 DIP | 1.95 |
| 7712 DIP | 1.95 |
| 7715 DIP | 2.00 |

## INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

### TLC

| | | |
|---|---|---|
| 251 | DIP | 3.90 |
| 252 | DIP | 6.25 |
| 254 | DIL | 10.10 |
| 271 | DIP | 1.20 |
| 272 | DIP | 1.90 |
| 274 | DIL | 3.40 |
| 277 | DIP | 5.75 |
| 279 | DIL | 6.50 |
| 339 | DIL | 2.70 |
| 372 | DIP | 1.85 |
| 374 | DIL | 2.75 |
| 393 | DIP | 2.15 |
| 555 | DIP | 1.05 |
| 556 | DIL | 2.15 |

### UAA

| | |
|---|---|
| 145 | 12.90 |
| 170 | 3.95 |
| 180 | 4.20 |
| 4002 | 6.60 |

### ULN

| | |
|---|---|
| 2001 | 0.99 |
| 2002 | 0.84 |
| 2003 | 0.73 |
| 2004 | 0.83 |
| 2064B | 3.00 |
| 2065B | 3.20 |
| 2066 | 3.00 |
| 2068 | 3.50 |
| 2069 | 3.70 |
| 2070 | 3.30 |
| 2071 | 3.70 |
| 2074 | 2.95 |
| 2075 | 3.10 |
| 2076 | 2.95 |
| 2077 | 3.30 |
| 2801 | 1.55 |
| 2802 | 1.55 |
| 2803 | 1.40 |
| 2804 | 1.60 |

### XR

| | |
|---|---|
| 205 | 13.00 |
| 210CN | 7.70 |
| 215CN | 8.75 |
| 320P | 2.45 |
| 555CP | 1.00 |
| 1468CN | 4.65 |
| 1488P | 0.71 |
| 1489P | 0.74 |
| 1524M | 23.15 |
| 2200CP | 1.70 |
| 2203 | 0.99 |
| 2204 | 1.10 |
| 2206CP | 6.30 |
| 2207CP | 5.60 |
| 2208CP | 4.20 |
| 2209CP | 4.30 |
| 2211CP | 4.60 |
| 2212CP | 9.70 |
| 2216CN | 4.70 |
| 2228CP | 10.90 |
| 2240CP | 2.70 |
| 2242CP | 2.50 |
| 2243CP | 3.65 |
| 2264CP | 3.10 |
| 2271CP | 2.80 |
| 2556CP | 2.55 |
| 3403CP | 1.00 |
| 3524CP | 1.60 |
| 4136CP | 1.45 |
| 4151CP | 1.35 |
| 4194CN | 4.70 |
| 4195CP | 2.30 |
| 4212CP | 1.75 |
| 4558CP | 0.81 |
| 4739CP | 2.45 |
| 4741CP | 1.50 |
| 8038CP | 6.60 |

### ZN

| | |
|---|---|
| 404 | 1.55 |
| 409CE | 3.70 |
| 411E | 5.50 |
| 414Z | 2.30 |
| 415E | 3.25 |
| 416E | 4.10 |
| 423 | 3.05 |
| 424E | 4.15 |
| 424P | 3.00 |
| 425E | 12.50 |
| 426E | 6.75 |
| 427E | 24.85 |
| 428E | 14.05 |
| 429E | 4.85 |
| 432CJ | 109.80 |
| 432E | 47.30 |
| 433CJ | 89.70 |
| 434E | 2.90 |
| 435E | 13.75 |
| 436E | 3.75 |
| 447E | 29.20 |
| 448E | 23.10 |
| 449E | 8.55 |
| 450E | 22.00 |
| 451E | 23.40 |
| 458 | 2.65 |
| 458A | 2.90 |
| 458B | 3.60 |
| 459CP | 7.60 |
| 490 | 8.10 |
| 502E | 42.90 |
| 1034E | 6.00 |
| 1040ERD | 27.15 |
| 1060E | 5.05 |

### ZNA

| | |
|---|---|
| 16E | 19.15 |
| 34E | 48.95 |
| 16E | 21.95 |
| 34E | 35.65 |

### C-MOS

| | |
|---|---|
| 4000 | 0.35 |
| 4001 | 0.31 |
| 4002 | 0.35 |
| 4006 | 0.69 |
| 4007 | 0.35 |
| 4008 | 0.73 |
| 4009 | 0.47 |
| 4010 | 0.47 |
| 4011 | 0.31 |
| 4012 | 0.35 |
| 4013 | 0.47 |
| 4014 | 0.69 |
| 4015 | 0.73 |
| 4016 | 0.47 |
| 4017 | 0.66 |
| 4018 | 0.67 |
| 4019 | 0.46 |
| 4020 | 0.69 |
| 4021 | 0.69 |
| 4022 | 0.71 |
| 4023 | 0.35 |
| 4024 | 0.63 |
| 4025 | 0.35 |
| 4026 | 0.92 |
| 4027 | 0.46 |
| 4028 | 0.64 |
| 4029 | 0.66 |
| 4030 | 0.44 |
| 4031 | 1.00 |
| 4032 | 0.77 |
| 4033 | 1.00 |
| 4034 | 2.60 |
| 4035 | 0.72 |
| 4038 | 0.76 |
| 4040 | 0.73 |
| 4041 | 0.73 |
| 4042 | 0.63 |
| 4043 | 0.71 |
| 4044 | 0.71 |
| 4045 | 1.35 |
| 4046 | 0.86 |
| 4047 | 0.71 |
| 4048 | 0.71 |
| 4049 | 0.46 |
| 4050 | 0.46 |
| 4051 | 0.69 |
| 4052 | 0.69 |
| 4053 | 0.69 |
| 4054 | 0.93 |
| 4055 | 0.78 |
| 4056 | 0.77 |
| 4059 | 6.20 |
| 4060 | 0.69 |
| 4063 | 0.77 |
| 4066 | 0.47 |
| 4067 | 2.85 |
| 4068 | 0.35 |
| 4069 | 0.30 |
| 4070 | 0.35 |
| 4071 | 0.35 |
| 4072 | 0.35 |
| 4073 | 0.35 |
| 4075 | 0.35 |
| 4076 | 0.73 |
| 4077 | 0.35 |
| 4078 | 0.35 |
| 4081 | 0.35 |
| 4082 | 0.35 |
| 4085 | 0.47 |
| 4086 | 0.47 |
| 4089 | 1.05 |
| 4093 | 0.45 |
| 4094 | 0.73 |
| 4095 | 0.93 |
| 4096 | 1.00 |
| 4097 | 2.90 |
| 4098 | 0.75 |
| 4099 | 0.87 |
| 4104 | 1.05 |
| 4402 | 1.05 |
| 4493 | 0.34 |
| 4501 | 0.72 |
| 4502 | 0.73 |
| 4503 | 0.71 |
| 4505 | 3.70 |
| 4506 | 2.15 |
| 4508 | 2.50 |
| 4510 | 0.88 |
| 4511 | 0.84 |
| 4512 | 0.70 |
| 4513 | 2.65 |
| 4514 | 1.95 |
| 4515 | 2.00 |
| 4516 | 0.73 |
| 4517 | 1.85 |
| 4518 | 0.67 |
| 4519 | 0.63 |
| 4520 | 0.73 |
| 4521 | 1.40 |
| 4522 | 1.00 |
| 4526 | 0.95 |
| 4527 | 0.92 |
| 4528 | 0.92 |
| 4530 | 2.50 |
| 4531 | 1.05 |
| 4532 | 0.73 |
| 4534 | 5.70 |
| 4536 | 2.20 |
| 4538 | 0.74 |
| 4539 | 0.98 |
| 4541 | 0.74 |
| 4543 | 1.05 |
| 4553 | 3.40 |
| 4554 | 7.45 |
| 4555 | 0.73 |
| 4556 | 0.72 |
| 4557 | 3.10 |
| 4560 | 2.00 |
| 40102 | 1.05 |
| 40103 | 1.10 |
| 40104 | 1.10 |
| 40105 | 1.90 |
| 40106 | 0.59 |
| 40107 | 0.69 |
| 40108 | 2.80 |
| 40109 | 0.75 |
| 40110 | 1.75 |

### 74LS..

| | |
|---|---|
| 00 | 0.31 |
| 01 | 0.30 |
| 02 | 0.31 |
| 03 | 0.31 |
| 04 | 0.30 |
| 05 | 0.32 |
| 06 | 0.85 |
| 07 | 0.90 |
| 08 | 0.30 |
| 09 | 0.32 |
| 10 | 0.31 |
| 11 | 0.31 |
| 12 | 0.32 |
| 13 | 0.31 |
| 14 | 0.39 |
| 15 | 0.31 |
| 18 | 0.75 |
| 19 | 0.73 |
| 20 | 0.32 |
| 21 | 0.32 |
| 22 | 0.32 |
| 24 | 0.94 |
| 26 | 0.31 |
| 27 | 0.31 |
| 28 | 0.32 |
| 30 | 0.32 |
| 31 | 1.60 |
| 32 | 0.31 |
| 33 | 0.31 |
| 37 | 0.31 |
| 38 | 0.31 |
| 40 | 0.31 |
| 42 | 0.54 |
| 43 | 0.63 |
| 44 | 0.63 |
| 47 | 0.89 |
| 48 | 1.15 |
| 49 | 1.15 |
| 51 | 0.30 |
| 54 | 0.32 |
| 55 | 0.32 |
| 56 | 3.00 |
| 57 | 3.00 |
| 63 | 2.95 |
| 68 | 2.25 |
| 69 | 2.25 |
| 73 | 0.59 |
| 74 | 0.39 |
| 75 | 0.46 |
| 76 | 0.58 |
| 78 | 0.62 |
| 83 | 0.57 |
| 85 | 0.63 |
| 86 | 0.40 |
| 90 | 0.55 |
| 91 | 0.87 |
| 92 | 0.63 |
| 93 | 0.58 |
| 95 | 0.60 |
| 96 | 0.87 |
| 107 | 0.45 |
| 109 | 0.46 |
| 112 | 0.46 |
| 113 | 0.48 |
| 114 | 0.50 |
| 122 | 0.55 |
| 123 | 0.70 |
| 125 | 0.43 |
| 126 | 0.46 |
| 132 | 0.41 |
| 136 | 0.32 |
| 137 | 0.84 |
| 138 | 0.46 |
| 139 | 0.50 |
| 145 | 1.30 |
| 147 | 1.60 |
| 148 | 1.40 |
| 151 | 0.56 |
| 152 | 0.54 |
| 153 | 0.55 |
| 154 | 1.70 |
| 155 | 0.52 |
| 156 | 0.55 |
| 157 | 0.55 |
| 158 | 0.49 |
| 160 | 0.68 |
| 161 | 0.74 |
| 162 | 0.75 |
| 163 | 0.68 |
| 164 | 0.56 |
| 165 | 1.00 |
| 166 | 0.56 |
| 168 | 0.60 |
| 169 | 0.60 |
| 170 | 0.58 |
| 173 | 0.75 |
| 174 | 0.56 |
| 175 | 0.57 |
| 181 | 1.90 |
| 183 | 2.20 |
| 189 | 4.70 |
| 190 | 0.58 |
| 191 | 0.58 |
| 192 | 0.59 |
| 193 | 0.58 |
| 194 | 0.59 |
| 195 | 0.57 |
| 196 | 0.58 |
| 197 | 0.59 |
| 219 | 5.55 |
| 221 | 0.88 |
| 222 | 27.10 |
| 224 | 23.60 |
| 227 | 27.10 |
| 240 | 0.82 |
| 241 | 0.77 |
| 242 | 0.88 |
| 243 | 0.80 |
| 245 | 0.86 |
| 247 | 1.10 |
| 248 | 1.05 |
| 249 | 0.99 |
| 251 | 0.52 |
| 253 | 0.52 |
| 255 | 0.77 |
| 256 | 0.70 |
| 257 | 0.52 |

### 74LS..

| | |
|---|---|
| 258 | 0.57 |
| 259 | 0.56 |
| 260 | 0.34 |
| 261 | 2.65 |
| 266 | 0.34 |
| 273 | 0.77 |
| 275 | 4.70 |
| 279 | 0.56 |
| 280 | 0.59 |
| 283 | 0.57 |
| 290 | 0.64 |
| 292 | 12.80 |
| 293 | 0.58 |
| 294 | 15.40 |
| 295 | 0.58 |
| 297 | 9.00 |
| 298 | 0.58 |
| 299 | 2.60 |
| 320 | 7.70 |
| 321 | 7.70 |
| 322 | 3.15 |
| 323 | 2.70 |
| 342 | 0.85 |
| 347 | 2.30 |
| 348 | 1.70 |
| 352 | 0.64 |
| 353 | 0.59 |
| 354 | 6.20 |
| 355 | 5.20 |
| 356 | 7.30 |
| 357 | 4.45 |
| 365 | 0.43 |
| 366 | 0.44 |
| 367 | 0.44 |
| 368 | 0.43 |
| 373 | 0.81 |
| 374 | 0.74 |
| 375 | 0.70 |
| 377 | 0.84 |
| 378 | 0.66 |
| 379 | 0.59 |
| 381 | 4.25 |
| 382 | 4.25 |
| 384 | 5.95 |
| 385 | 4.30 |
| 386 | 0.58 |
| 390 | 0.58 |
| 393 | 0.56 |
| 395 | 0.59 |
| 396 | 5.20 |
| 398 | 2.00 |
| 399 | 0.58 |
| 422 | 1.20 |
| 440 | 5.15 |
| 441 | 5.15 |
| 442 | 6.10 |
| 443 | 9.86 |
| 444 | 5.15 |
| 445 | 1.80 |
| 446 | 8.30 |
| 447 | 3.65 |
| 448 | 9.86 |
| 449 | 9.15 |
| 465 | 2.35 |
| 466 | 2.35 |
| 467 | 2.35 |
| 468 | 2.35 |
| 490 | 0.62 |
| 533 | 6.50 |
| 534 | 1.65 |
| 540 | 1.35 |
| 541 | 1.35 |
| 568 | 6.50 |
| 569 | 6.50 |
| 590 | 11.35 |
| 591 | 11.35 |
| 592 | 11.35 |
| 593 | 11.35 |
| 594 | 11.35 |
| 596 | 11.35 |
| 597 | 11.35 |
| 598 | 14.55 |
| 599 | 11.35 |
| 600 | 14.60 |
| 601 | 10.30 |
| 602 | 10.30 |
| 603 | 10.30 |
| 604 | 12.00 |
| 605 | 31.86 |
| 606 | 10.30 |
| 607 | 10.30 |
| 611 | 37.40 |
| 613 | 37.40 |
| 620 | 2.50 |
| 621 | 2.40 |
| 622 | 2.50 |
| 623 | 2.40 |
| 624 | 2.65 |
| 625 | 4.75 |
| 626 | 4.75 |
| 627 | 3.80 |
| 629 | 4.75 |
| 638 | 3.10 |
| 639 | 3.10 |
| 640 | 1.60 |
| 641 | 1.50 |
| 642 | 1.70 |
| 643 | 1.70 |
| 644 | 1.50 |
| 645 | 1.45 |
| 646 | 8.80 |
| 647 | 11.35 |
| 648 | 11.35 |
| 649 | 11.35 |
| 645 | 1.45 |
| 646 | 8.80 |
| 647 | 11.35 |
| 648 | 11.35 |
| 649 | 11.35 |
| 668 | 1.70 |
| 669 | 1.20 |
| 670 | 0.60 |
| 673 | 6.70 |
| 674 | 6.00 |
| 682 | 4.45 |
| 688 | 3.80 |
| 690 | 2.20 |

### 74HC..

| | |
|---|---|
| 00 | 0.36 |
| 02 | 0.36 |
| 03 | 0.55 |
| 04 | 0.36 |
| 08 | 0.36 |
| 10 | 0.36 |
| 11 | 0.36 |
| 14 | 0.50 |
| 20 | 0.36 |
| 21 | 0.36 |
| 27 | 0.36 |
| 30 | 0.36 |
| 32 | 0.36 |
| 42 | 0.72 |
| 51 | 0.37 |
| 58 | 0.96 |
| 73 | 0.55 |
| 74 | 0.53 |
| 75 | 0.59 |
| 76 | 0.59 |
| 77 | 0.62 |
| 85 | 1.00 |
| 86 | 0.50 |
| 93 | 1.00 |
| 107 | 0.55 |
| 109 | 0.56 |
| 112 | 0.60 |
| 113 | 0.59 |
| 123 | 0.80 |
| 125 | 0.56 |
| 126 | 0.58 |
| 131 | 1.00 |
| 132 | 0.54 |
| 133 | 0.38 |
| 137 | 0.83 |
| 138 | 0.65 |
| 139 | 0.65 |
| 147 | 0.83 |
| 148 | 0.81 |
| 151 | 0.71 |
| 153 | 0.74 |
| 154 | 2.40 |
| 155 | 0.77 |
| 157 | 0.74 |
| 158 | 0.67 |
| 160 | 0.79 |
| 161 | 0.80 |
| 162 | 0.80 |
| 163 | 0.80 |
| 164 | 0.79 |
| 165 | 0.83 |
| 166 | 0.81 |
| 173 | 0.79 |
| 174 | 0.77 |
| 175 | 0.79 |
| 181 | 3.20 |
| 182 | 1.20 |
| 190 | 1.05 |
| 191 | 1.05 |
| 192 | 0.86 |
| 193 | 0.82 |
| 194 | 0.90 |
| 195 | 0.89 |
| 221 | 0.88 |
| 237 | 0.85 |
| 238 | 0.72 |
| 240 | 0.92 |
| 241 | 0.95 |
| 242 | 0.98 |
| 243 | 0.99 |
| 244 | 0.94 |
| 245 | 1.10 |
| 251 | 0.80 |
| 253 | 0.80 |
| 257 | 0.78 |
| 258 | 0.73 |
| 259 | 0.83 |
| 266 | 0.66 |
| 273 | 0.95 |
| 279 | 0.80 |
| 280 | 0.88 |
| 283 | 0.84 |
| 292 | 1.95 |
| 294 | 1.65 |
| 297 | 2.70 |
| 298 | 0.77 |
| 299 | 2.05 |
| 323 | 2.25 |
| 354 | 1.20 |
| 356 | 1.20 |
| 365 | 0.75 |
| 366 | 0.75 |
| 367 | 0.74 |
| 368 | 0.75 |
| 373 | 0.95 |
| 374 | 0.84 |
| 375 | 0.79 |
| 377 | 0.95 |
| 386 | 0.56 |
| 390 | 1.05 |
| 393 | 0.95 |
| 423 | 1.10 |
| 533 | 0.90 |
| 534 | 0.90 |
| 540 | 1.10 |
| 541 | 1.20 |
| 563 | 1.10 |
| 564 | 1.10 |
| 573 | 1.10 |
| 574 | 1.10 |
| 583 | 2.25 |
| 590 | 2.30 |
| 595 | 1.80 |
| 620 | 1.55 |
| 623 | 1.55 |
| 640 | 1.55 |
| 643 | 1.55 |
| 646 | 3.40 |
| 648 | 3.40 |
| 651 | 3.40 |
| 652 | 3.40 |
| 670 | 1.25 |
| 688 | 1.20 |
| 690 | 2.00 |
| 691 | 1.55 |
| 692 | 2.20 |
| 693 | 2.20 |

### SN74..

| | |
|---|---|
| 7400 | 0.62 |
| 7401 | 0.66 |
| 7402 | 0.51 |
| 7403 | 0.58 |
| 7404 | 0.62 |
| 7405 | 0.53 |
| 7406 | 0.71 |
| 7407 | 0.76 |
| 7408 | 0.72 |
| 7409 | 0.83 |
| 7410 | 0.61 |
| 7411 | 0.65 |
| 7412 | 0.89 |
| 7413 | 0.62 |
| 7414 | 0.72 |
| 7416 | 0.80 |
| 7417 | 0.80 |
| 7420 | 0.82 |
| 7421 | 0.77 |
| 7422 | 0.93 |
| 7423 | 1.40 |
| 7425 | 1.05 |
| 7426 | 0.86 |
| 7427 | 0.97 |
| 7428 | 1.15 |
| 7430 | 0.84 |
| 7432 | 0.82 |
| 7433 | 0.99 |
| 7437 | 0.84 |
| 7438 | 0.86 |
| 7440 | 0.96 |
| 7441 | 4.30 |
| 7442 | 0.97 |
| 7443 | 2.10 |
| 7444 | 2.10 |
| 7445 | 1.75 |
| 7446 | 2.20 |
| 7447 | 1.85 |
| 7448 | 2.55 |
| 7450 | 0.41 |
| 7451 | 0.61 |
| 7452 | 0.63 |
| 7453 | 0.73 |
| 7454 | 0.54 |
| 7460 | 0.69 |
| 7470 | 1.35 |
| 7472 | 1.20 |
| 7473 | 1.05 |
| 7474 | 0.87 |
| 7475 | 1.00 |
| 7476 | 0.85 |
| 7480 | 3.15 |
| 7481 | 5.50 |
| 7482 | 3.70 |
| 7483 | 1.90 |
| 7484 | 5.55 |
| 7485 | 1.75 |
| 7486 | 1.05 |
| 7490 | 1.05 |
| 7491 | 0.86 |
| 7492 | 1.30 |
| 7493 | 1.20 |
| 7494 | 1.85 |
| 7495 | 1.50 |
| 7496 | 1.60 |
| 7497 | 6.85 |
| 74100 | 6.05 |
| 74104 | 3.00 |
| 74105 | 2.00 |
| 74107 | 1.15 |
| 74109 | 1.25 |
| 74110 | 3.00 |
| 74111 | 2.85 |
| 74115 | 5.75 |
| 74116 | 3.10 |
| 74118 | 3:00 |
| 74119 | 4.45 |
| 74120 | 3.00 |
| 74121 | 1.20 |
| 74122 | 1.85 |
| 74123 | 1.20 |
| 74125 | 1.20 |
| 74126 | 1.25 |
| 74128 | 2.00 |
| 74130 | 1.95 |
| 74131 | 1.95 |
| 74132 | 1.40 |
| 74136 | 1.60 |
| 74141 | 2.30 |
| 74142 | 9.20 |
| 74143 | 8.50 |
| 74144 | 10.60 |
| 74145 | 1.90 |
| 74147 | 4.25 |
| 74148 | 2.20 |
| 74150 | 2.65 |
| 74151 | 1.45 |
| 74153 | 1.35 |
| 74154 | 2.95 |
| 74155 | 1.35 |
| 74156 | 1.85 |
| 74157 | 1.45 |
| 74158 | 1.85 |
| 74159 | 4.85 |
| 74160 | 1.30 |
| 74161 | 1.40 |
| 74162 | 3.40 |
| 74163 | 1.25 |
| 74164 | 1.40 |
| 74165 | 1.80 |
| 74166 | 1.50 |
| 74170 | 2.40 |
| 74172 | 13.90 |
| 74173 | 1.40 |
| 74174 | 1.70 |
| 74175 | 1.75 |
| 74176 | 4.30 |
| 74177 | 3.75 |
| 74178 | 4.20 |
| 74179 | 3.05 |
| 74180 | 1.70 |
| 74181 | 4.30 |
| 74182 | 3.75 |
| 74184 | 5.05 |
| 74185 | 4.45 |
| 74190 | 1.60 |
| 74191 | 1.75 |

## JAPAN-HALBLEITER

### 2SA

| | |
|---|---|
| 329 | 2.25 |
| 467 | 2.55 |
| 468 | 3.20 |
| 472 | 3.20 |
| 473 | 1.50 |
| 483 | 9.25 |
| 490 | 1.25 |
| 493 | 2.35 |
| 495 | 1.40 |
| 496 | 1.50 |
| 497 | 5.10 |
| 509 | 1.15 |
| 510 | 8.30 |
| 544 | 17.40 |
| 546 | 2.50 |
| 561 | 0.79 |
| 562 | 0.77 |
| 564 | 0.50 |
| 571 | 16.80 |
| 608 | 0.39 |
| 628 | 0.63 |
| 634 | 2.55 |
| 636 | 2.85 |
| 639 | 2.90 |
| 658 | 11.55 |
| 659 | 1.05 |
| 672 | 1.05 |
| 673 | 0.39 |
| 683 | 0.82 |
| 684 | 0.92 |
| 695 | 1.40 |
| 696 | 0.98 |
| 697 | 0.96 |
| 699 | 2.15 |
| 711 | 6.85 |
| 715 | 1.05 |
| 719 | 0.62 |
| 720 | 0.62 |
| 722 | 0.88 |
| 725 | 0.44 |
| 733 | 0.39 |
| 738 | 1.30 |
| 743 | 1.60 |
| 747A | 15.30 |
| 748 | 2.85 |
| 750 | 1.70 |
| 755 | 2.40 |
| 764 | 12.20 |
| 765 | 8.60 |
| 769 | 3.05 |
| 771 | 4.30 |
| 777 | 1.90 |
| 778 | 1.25 |
| 781 | 1.95 |
| 794 | 1.90 |
| 798 | 1.20 |
| 808 | 14.20 |
| 814 | 2.15 |
| 815 | 2.25 |
| 816 | 1.95 |
| 817 | 0.65 |
| 826 | 2.25 |
| 836 | 0.61 |
| 838 | 0.62 |
| 839 | 3.00 |
| 844 | 0.40 |
| 847A | 1.70 |
| 854 | 0.85 |
| 872 | 0.49 |
| 873 | 2.10 |
| 874 | 0.66 |
| 881 | 0.86 |
| 883 | 1.15 |
| 885 | 1.50 |
| 886 | 1.85 |
| 887 | 2.65 |
| 893 | 0.64 |
| 896 | 2.50 |
| 899 | 1.35 |
| 904 | 0.75 |
| 913 | 2.45 |
| 914 | 1.65 |
| 916 | 1.10 |
| 921 | 0.61 |
| 933 | 0.77 |
| 934 | 0.52 |
| 937 | 1.10 |
| 940 | 3.05 |
| 949 | 0.92 |
| 950 | 0.47 |
| 952 | 0.54 |
| 954 | 0.92 |
| 957 | 5.40 |
| 958 | 4.80 |
| 963 | 2.45 |
| 965 | 0.95 |
| 966 | 0.84 |
| 968 | 2.35 |
| 970 | 0.47 |
| 973 | 1.25 |
| 978 | 2.85 |
| 981 | 17.55 |
| 984 | 0.69 |
| 985 | 2.30 |
| 988 | 1.10 |
| 990 | 0.44 |
| 991 | 1.05 |
| 992 | 1.25 |
| 995 | 1.70 |
| 999 | 0.39 |
| 1005 | 0.69 |
| 1006 | 3.20 |
| 1007A | 21.50 |
| 1009 | 4.35 |
| 1010 | 4.95 |
| 1011 | 2.00 |
| 1012 | 2.60 |
| 1015 | 0.39 |
| 1016 | 0.54 |
| 1017 | 0.88 |
| 1020 | 0.86 |
| 1024H | 4.35 |
| 1038 | 0.80 |
| 1040 | 19.25 |
| 1048 | 0.32 |
| 1049 | 0.77 |
| 1061 | 5.90 |

### 2SA

| | |
|---|---|
| 1069 | 4.60 |
| 1081 | 1.35 |
| 1082 | 1.35 |
| 1084 | 0.69 |
| 1085 | 0.84 |
| 1090 | 2.70 |
| 1093 | 5.30 |
| 1094 | 7.20 |
| 1095 | 10.85 |
| 1102 | 5.10 |
| 1104 | 5.70 |
| 1106 | 9.45 |
| 1110 | 1.70 |
| 1111 | 2.90 |
| 1112 | 2.55 |
| 1115 | 0.47 |
| 1123 | 0.86 |
| 1124 | 0.99 |
| 1127 | 0.69 |
| 1133 | 3.50 |
| 1142 | 3.20 |
| 1145 | 0.92 |
| 1146 | 5.70 |
| 1160 | 1.35 |
| 1164 | 0.39 |
| 1169 | 14.80 |
| 1170 | 21.50 |
| 1175 | 0.63 |
| 1177 | 0.54 |
| 1179 | 0.39 |
| 1184 | 1.75 |
| 1185 | 5.30 |
| 1186 | 11.30 |
| 1187 | 12.75 |
| 1200 | 0.32 |
| 1204 | 0.66 |
| 1206 | 1.40 |
| 1207 | 0.61 |
| 1209 | 1.75 |
| 1210 | 2.00 |
| 1215 | 15.00 |
| 1216 | 21.10 |
| 1220 | 2.80 |
| 1221 | 1.95 |
| 1227 | 7.00 |
| 1232 | 10.00 |
| 1240 | 1.30 |
| 1241 | 1.20 |
| 1244 | 2.00 |
| 1246 | 2.05 |
| 1254 | 0.61 |
| 1258 | 2.30 |
| 1262 | 3.80 |
| 1264 | 3.80 |
| 1265 | 6.25 |
| 1284 | 1.45 |
| 1286 | 0.99 |
| 1295 | 16.00 |
| 1300 | 0.73 |
| 1302 | 8.45 |
| 1303 | 16.70 |
| 1306 | 1.80 |
| 1307 | 2.35 |
| 1318 | 0.29 |
| 1329 | 5.80 |
| 1349 | 1.60 |
| 1352 | 1.30 |
| 1359 | 1.40 |
| 1360 | 1.40 |
| 1371 | 0.91 |
| 1386 | 13.80 |
| 1391 | 0.43 |
| 1392 | 0.28 |
| 1402 | 5.95 |
| 1403 | 5.95 |
| 1404 | 5.95 |
| 1405 | 5.95 |
| 1407 | 5.95 |
| 1420 | 0.34 |
| 1421 | 0.34 |
| 1422 | 0.34 |
| 1423 | 0.34 |
| 1435 | 0.70 |
| 1450 | 0.58 |

### 2SB

| | |
|---|---|
| 175 | 1.05 |
| 187 | 1.05 |
| 324 | 1.90 |
| 365 | 3.20 |
| 405 | 3.60 |
| 407 | 8.50 |
| 435 | 2.80 |
| 474 | 9.00 |
| 475 | 2.55 |
| 492 | 2.55 |
| 507 | 2.20 |
| 509D | 5.81 |
| 511 | 1.80 |
| 514 | 2.10 |
| 523 | 2.85 |
| 526 | 3.45 |
| 527 | 2.05 |
| 528 | 1.95 |
| 529 | 1.75 |
| 531 | 7.40 |
| 536 | 2.30 |
| 542 | 0.82 |
| 544 | 0.74 |
| 546 | 2.10 |
| 547 | 3.95 |
| 548 | 1.35 |
| 549A | 1.95 |
| 553 | 2.70 |
| 554 | 10.55 |
| 557 | 8.20 |
| 560 | TR0.93 |
| 562 | 0.70 |
| 564 | 1.15 |
| 566 | 3.30 |
| 595 | 2.60 |
| 596 | 2.10 |
| 598 | 0.80 |
| 600 | 13.45 |
| 601 | 3.45 |
| 605 | 1.55 |

### 2SB

| | |
|---|---|
| 616 | 4.50 |
| 617 | 5.25 |
| 628 | 6.05 |
| 631 | 1.35 |
| 633 | 2.55 |
| 641 | 0.94 |
| 642 | 0.51 |
| 643 | 0.70 |
| 646 | 0.68 |
| 647 | 0.80 |
| 648 | 1.60 |
| 649 | 1.50 |
| 673 | 3.90 |
| 676 | 2.60 |
| 681 | 9.75 |
| 686 | 2.85 |
| 688 | 3.75 |
| 697 | 8.95 |
| 698 | 0.61 |
| 703 | 2.05 |
| 705 | 6.80 |
| 707 | 6.65 |
| 713 | 8.55 |
| 716 | 0.91 |
| 718 | 1.90 |
| 727K | 3.40 |
| 733 | 1.15 |
| 737 | 0.63 |
| 744 | 1.20 |
| 745 | 0.92 |
| 754 | 4.05 |
| 755 | 6.65 |
| 764 | 0.74 |
| 772 | 2.70 |
| 773 | 12.00 |
| 774 | 0.64 |
| 776 | 7.00 |
| 788 | 1.15 |
| 791K | 3.90 |
| 794 | 2.05 |
| 808F | 0.54 |
| 810 | 2.00 |
| 813 | 3.00 |
| 816 | 5.25 |
| 817 | 6.85 |
| 822 | 1.10 |
| 825 | 2.50 |
| 828 | 6.25 |
| 829 | 7.40 |
| 834 | 1.80 |
| 849 | 5.70 |
| 856 | 2.35 |
| 861 | 2.95 |
| 863 | 5.65 |
| 865 | 0.98 |
| 886 | 3.00 |
| 892 | 0.76 |
| 904 | 6.05 |
| 909 | 0.95 |
| 927 | 0.83 |
| 941 | 2.50 |
| 951 | 3.95 |
| 962 | 1.10 |
| 985 | 1.00 |
| 986 | 1.20 |
| 1009 | 1.55 |
| 1016 | 7.20 |
| 1020 | 3.80 |

### 2SC

| | |
|---|---|
| 287 | 7.80 |
| 366 | 2.35 |
| 367 | 1.45 |
| 371 | 0.73 |
| 372 | 0.81 |
| 373 | 0.69 |
| 374 | 0.79 |
| 380 | 0.38 |
| 381 | 0.93 |
| 382 | 0.96 |
| 383 | 1.25 |
| 388A | 0.91 |
| 394 | 0.49 |
| 399 | 1.55 |
| 454 | 0.34 |
| 458 | 0.44 |
| 460 | 0.44 |
| 461 | 0.37 |
| 495 | 1.20 |
| 496 | 1.05 |
| 508 | 12.60 |
| 510 | 8.40 |
| 517 | 10.65 |
| 521A | 10.50 |
| 535 | 0.97 |
| 536 | 0.34 |
| 605 | 4.35 |
| 620 | 1.30 |
| 634 | 1.50 |
| 639 | 38.75 |
| 644 | 1.20 |
| 668 | 0.63 |
| 681A | 7.45 |
| 682 | 1.20 |
| 684 | 1.30 |
| 693 | 0.64 |
| 697 | 12.30 |
| 710 | 0.12 |
| 711 | 0.44 |
| 712 | 0.06 |
| 730 | 2.90 |
| 732 | 0.66 |
| 733 | 0.74 |
| 735 | 3.95 |
| 738 | 1.45 |
| 741 | 10.50 |
| 763 | 0.71 |
| 774 | 5.90 |
| 775 | 9.30 |
| 776 | 4.65 |
| 778 | 4.30 |
| 780 | 1.60 |
| 781 | 8.70 |
| 784 | 0.82 |
| 785 | 0.82 |
| 799 | 5.25 |

## JAPAN-HALBLEITER

### 2SC

| | |
|---|---|
| 815 | 1.20 |
| 827 | 5.55 |
| 828 | 0.43 |
| 829 | 0.43 |
| 839 | 0.82 |
| 871 | 1.45 |
| 899 | 0.92 |
| 900 | 0.62 |
| 907 | 1.60 |
| 922 | 1.05 |
| 923 | 0.77 |
| 929 | 0.61 |
| 930 | 0.43 |
| 933 | 2.20 |
| 936 | 15.95 |
| 937 | 19.30 |
| 940 | 12.00 |
| 941 | 1.00 |
| 943 | 2.60 |
| 945 | 0.27 |
| 959 | 2.45 |
| 982 | 0.63 |
| 995 | 2.55 |
| 996 | 7.50 |
| 998 | 15.00 |
| 1000GR | 0.65 |
| 1001 | 25.80 |
| 1009A | 0.58 |
| 1011 | 37.50 |
| 1013 | 3.15 |
| 1014 | 2.15 |
| 1030 | 5.85 |
| 1044 | 1.71 |
| 1047 | 0.77 |
| 1060 | 3.30 |
| 1061 | 1.85 |
| 1070 | 0.99 |
| 1096 | 1.70 |
| 1098 | 1.60 |
| 1106 | 7.40 |
| 1112 | 6.95 |
| 1114 | 15.00 |
| 1115 | 13.35 |
| 1116A | 13.65 |
| 1162 | 1.80 |
| 1166 | 2.00 |
| 1172B | 10.05 |
| 1173 | 1.50 |
| 1195 | 9.15 |
| 1209 | 0.61 |
| 1210 | 0.10 |
| 1211 | 0.90 |
| 1212 | 1.65 |
| 1213 | 0.47 |
| 1214 | 0.47 |
| 1222 | 0.86 |
| 1226 | 2.25 |
| 1239 | 12.35 |
| 1243 | 1.55 |
| 1251 | 62.60 |
| 1260 | 17.80 |
| 1278 | 1.35 |
| 1280 | 1.70 |
| 1306 | 5.80 |
| 1307 | 11.90 |
| 1308K | 9.90 |
| 1312 | 0.61 |
| 1313 | 0.99 |
| 1317 | 0.57 |
| 1318 | 0.69 |
| 1327 | 0.70 |
| 1328 | 0.70 |
| 1335 | 1.65 |
| 1337A | 73.70 |
| 1338A | 115.70 |
| 1342 | 0.97 |
| 1345 | 0.64 |
| 1359 | 0.59 |
| 1360 | 1.20 |
| 1362 | 2.00 |
| 1364 | 0.91 |
| 1368 | 1.00 |
| 1382 | 1.75 |
| 1383 | 0.85 |
| 1384 | 0.78 |
| 1385 | 12.30 |
| 1393 | 0.94 |

### 2SC

| | |
|---|---|
| 1398 | 4.00 |
| 1413 | 7.05 |
| 1419 | 1.65 |
| 1445 | 6.85 |
| 1447 | 1.65 |
| 1448 | 3.55 |
| 1449 | 1.70 |
| 1454 | 7.90 |
| 1470 | 197.60 |
| 1472 | 0.75 |
| 1501 | 2.35 |
| 1505 | 2.35 |
| 1509 | 1.40 |
| 1515K | 0.84 |
| 1520 | 1.45 |
| 1567 | 2.45 |
| 1568 | 1.70 |
| 1570 | 0.54 |
| 1571 | 0.48 |
| 1573 | 1.75 |
| 1583 | 1.25 |
| 1586 | 21.00 |
| 1589 | 5.40 |
| 1623 | 0.31 |
| 1624 | 2.40 |
| 1625 | 1.95 |
| 1626 | 1.70 |
| 1627 | 0.95 |
| 1647 | 5.40 |
| 1648 | 0.75 |
| 1651 | 0.70 |
| 1669 | 2.85 |
| 1674 | 0.43 |
| 1675 | 0.42 |
| 1678 | 3.00 |
| 1683 | 3.40 |
| 1684 | 0.28 |
| 1685 | 1.00 |
| 1687 | 1.05 |
| 1688 | 0.92 |
| 1708A | 3.05 |
| 1729 | 27.00 |
| 1730 | 0.58 |
| 1740 | 0.44 |
| 1755 | 2.20 |
| 1775 | 0.59 |
| 1778 | 0.93 |
| 1788 | 0.90 |
| 1815 | 0.32 |
| 1826 | 2.50 |
| 1827 | 2.30 |
| 1841 | 0.63 |
| 1843 | 0.42 |
| 1844 | 0.64 |
| 1845 | 0.55 |
| 1846 | 1.15 |
| 1847 | 1.90 |
| 1848 | 2.30 |
| 1855 | 0.95 |
| 1881 | 2.85 |
| 1890 | 0.10 |
| 1904 | 1.85 |
| 1906 | 0.68 |
| 1913 | 2.65 |
| 1919 | 0.79 |
| 1921 | 0.92 |
| 1922 | 6.50 |
| 1923 | 0.49 |
| 1929 | 3.65 |
| 1940 | 1.75 |
| 1941 | 1.55 |
| 1942 | 7.70 |
| 1944 | 8.10 |
| 1945 | 11.00 |
| 1946A | 37.55 |
| 1947 | 13.65 |
| 1953 | 1.70 |
| 1957 | 1.35 |
| 1959 | 1.45 |
| 1962 | 9.75 |
| 1964 | 5.35 |
| 1965 | 35.65 |
| 1966 | 33.50 |
| 1967 | 44.75 |
| 1969 | 5.45 |
| 1970 | 4.50 |
| 1971 | 10.40 |

## HYBRID-IC'S

### STK

| | |
|---|---|
| 0025 | 14.70 |
| 0029 | 12.55 |
| 0035 | 20.55 |
| 0040 | 21.25 |
| 0049 | 21.40 |
| 0050 | 18.65 |
| 0059 | 28.00 |
| 0060 II | 25.85 |
| 0070 | 47.35 |
| 0080 | 30.95 |
| 0105 | 44.00 |
| 011 | 13.85 |
| 013 | 42.65 |
| 014 | 26.10 |
| 015 | 15.55 |
| 016 | 24.45 |
| 020 | 29.30 |
| 022 | 26.00 |
| 025 | 23.60 |
| 027 | 39.55 |
| 032 | 37.70 |
| 043 | 38.60 |
| 050 | 62.85 |
| 056 | 36.15 |
| 070 | 70.55 |
| 075 | 18.80 |
| 075G | 15.18 |
| 077 | 24.55 |
| 078 | 26.35 |
| 080 | 20.95 |
| 080G | 32.00 |
| 082 | 29.10 |
| 082G | 28.20 |
| 084 | 34.35 |
| 084G | 39.30 |
| 086 | 35.40 |
| 430 | 14.30 |
| 431 | 26.15 |
| 433 | 12.95 |
| 435 | 13.30 |
| 436 | 15.40 |
| 437 | 19.70 |
| 439 | 18.50 |
| 441 | 26.80 |
| 443 | 28.15 |
| 457 | 28.00 |
| 459 | 23.25 |
| 460 | 23.10 |
| 461 | 24.15 |
| 463 | 26.35 |
| 465 | 28.85 |
| 466 | 47.95 |
| 501 | 33.23 |
| 502 | 21.75 |
| 507 | 12.30 |
| 521 | 22.35 |
| 523 | 19.33 |
| 531 | 28.42 |
| 532 | 30.49 |
| 533 | 30.59 |
| 541 | 23.45 |
| 542 | 59.85 |
| 561F | 12.45 |
| 563F | 12.45 |
| 752 | 19.95 |
| 780 | 24.35 |
| 1039 | 25.30 |
| 1040 | 18.40 |
| 1050 | 22.70 |
| 1050 II | 21.00 |
| 1060 | 24.20 |
| 1070 | 34.80 |
| 1070 II | 31.95 |
| 1080 II | 31.20 |
| 2025 | 22.90 |
| 2028 | 29.90 |
| 2029 | 19.05 |
| 2030 | 23.85 |
| 2038 | 26.60 |
| 2101 | 24.65 |
| 2110 | 14.15 |
| 2125 | 21.10 |
| 2129 | 23.00 |
| 2155 | 43.15 |
| 2230 | 22.00 |

### STK

| | |
|---|---|
| 2240 | 28.10 |
| 2250 | 28.15 |
| 3041 | 18.90 |
| 3042 | 13.80 |
| 3042 II | 15.10 |
| 3042 III | 15.15 |
| 3044 | 14.10 |
| 3061 | 15.35 |
| 3062 | 22.60 |
| 3062 II | 20.00 |
| 3062 III | 14.05 |
| 3082 | 23.30 |
| 3082 II | 20.70 |
| 3082 III | 17.38 |
| 3102 III | 17.30 |
| 3106 | 40.80 |
| 3122 III | 22.00 |
| 3156 | 37.60 |
| 4017 | 22.40 |
| 4019 | 11.25 |
| 4026 | 11.95 |
| 4028 | 21.85 |
| 4036 | 31.90 |
| 4036 II | 32.10 |
| 4038 II | 29.30 |
| 4040 | 25.20 |
| 4060 | 18.15 |
| 4111 II | 14.95 |
| 4121 II | 18.40 |
| 4131 II | 20.90 |
| 4132 | 26.10 |
| 4141 II | 23.30 |
| 4151 | 25.50 |
| 4151 II | 0.23 |
| 4152 II | 22.90 |
| 4162 II | 27.10 |
| 4171 II | 27.70 |
| 4181 II | 34.45 |
| 4191 II | 36.85 |
| 4192 II | 33.80 |
| 4272 | 19.00 |
| 4311 | 20.00 |
| 4332 | 11.65 |
| 4352 | 12.85 |
| 4362 | 14.20 |
| 4372 | 14.50 |
| 4392 | 17.30 |
| 4793 | 26.00 |
| 4803 | 26.35 |
| 4813 | 26.50 |
| 4833 | 26.45 |
| 4843 | 30.60 |
| 4853 | 34.25 |
| 4863 | 32.50 |
| 4873Y | 37.70 |
| 4893 | 35.00 |
| 4913 | 39.00 |
| 5315 | 14.85 |
| 5325 | 16.00 |
| 5326 | 16.70 |
| 5331 | 8.00 |
| 5335 | 7.50 |
| 5421 | 14.65 |
| 5422 | 10.90 |
| 6328 | 15.85 |
| 6431 | 17.90 |
| 6607 | 10.75 |
| 6922 | 13.50 |
| 6932 | 14.85 |
| 6962 | 6.75 |
| 6965 | 16.75 |
| 6972T | 9.85 |
| 6982 | 20.55 |
| 7216S | 14.50 |
| 7221 | 17.15 |
| 7308 | 12.50 |
| 7309 | 16.70 |
| 7358 | 13.95 |
| 7404 | 21.35 |
| 7408 | 32.80 |
| 7563F | 26.50 |
| 8040 | 34.50 |
| 8050 | 34.00 |
| 8250 | 24.80 |
| 8250 II | 33.60 |


REICHELT

ELEKTRONIK

POSTFACH 1040 * MARKTSTRASSE 101-103 * 2940 WILHELMSHAVEN 1
TELEFON-SAMMEL-Nr.: 04421/2 63 81
TELEFAX : 04421/2 78 88
ANRUFBEANTWORTER : 04421/2 76 77 TAG/NACHT
TELEX : 253 436 elrei d

Dies ist nur ein kleiner Auszug aus unserem Lieferprogramm.
Wir liefern nur MARKENFABRIKATE 1. WAHL.

Sie erhalten auf alle in dieser Anzeige genannten Preise, auch bei gemischter Abnahme, folgenden Mengennachlass:

ab DM 500,-- = 5 % ab DM 750,-- = 10 %
ab DM 1.000,-- = 15 % ab DM 2.000,-- = 20 %

Versand nur per Nachnahme!
(außer Behörden, Schulen, Institute, usw.)

Für Porto und Verpackung berechnen wir eine Versandkosten-Pauschale in Höhe von DM 5,65.

Großabnehmer fordern für die entsprechende Positionen ein Angebot an.

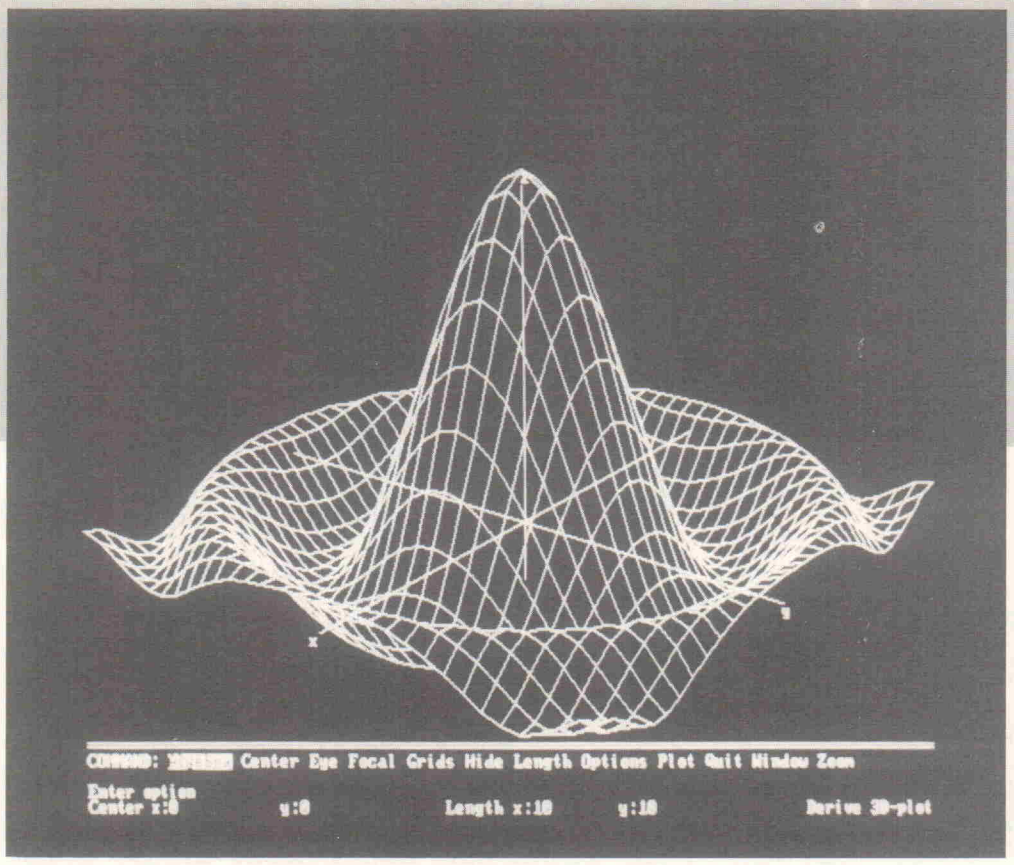
Unser Angebot ist freibleibend - Irrtum vorbehalten.

Versand-Geschäftszeiten:
Montag bis Freitag: 8:00 - 13:00 + 14:00 - 17:00 Uhr

LADENVERKAUF: MARKTSTRASSE 101-103, 2940 WILHELMSHAVEN 1
KAISERSTRASSE 14 2900 OLDENBURG 1

# DERIVE

## Ein Mathematik-Experten-System




**Franz-Peter Zantis**

**Daß zur Lösung der Probleme in der Elektrotechnik und Elektronik auf das Hilfsmittel Mathematik nicht verzichtet werden kann, dürfte jedem, der mit dieser Materie zu tun hat, klar sein. Die dabei als lästiger Ballast auftretende mathematische Routinearbeit sollte man im Zeitalter der Mikroelektronik getrost dem Personalcomputer überlassen.**

Die allermeisten Anwender lösen mathematische Probleme am Computer mit kleinen, selbstgeschriebenen Programmen in BASIC oder Fortran. Diese kurzen Programme sind dann speziell für die meist numerische Lösung eines Problemes ausgelegt.

Seit einiger Zeit gibt es Software für diese Problemstellung. Es handelt sich dabei um mehr oder weniger aufwendige Programmpakete, die neben der Möglichkeit zur numerischen Lösung oftmals auch allgemeingültige Lösungen eines mathematischen Problems liefern.

Ein Programmpaket für IBM PCs ist unter dem Namen 'muMATH' am Softwaremarkt bekannt. Der direkte, verbesserte Nachfolger dieses Programms ist DERIVE. DERIVE wurde auf Hawaii (USA) von der Firma Soft-Warehouse in zwei Versionen entwickelt. Es steht eine Version für IBM PCs und eine Anpassung für NEC PC-9801 zur Verfügung. Natürlich reicht auch ein entsprechend kompatibler Computer aus.

DERIVE stand in der Version 1.53 zum Ausprobieren zur Verfügung. Die Test-Hardware war ein IBM-kompatibler 8-MHz-PC, der mit 640 KByte RAM-Speicher und einer Hercules-Karte ausgestattet war.

Das Programm erwartet als Minimalausstattung:

MS-DOS ab Version 2.1, 512 KByte Speicher und ein Laufwerk.

Auf der Programmdiskette sind neben den drei direkt zum Programm gehörenden Dateien einige Demonstrations- und Hilfsdateien vorhanden. Bei der Datei mit dem Namen HERCULES.COM handelt es sich um ein speicherresidentes Programm, das bei Verwendung einer Hercules-Karte vor dem Starten des Hauptprogrammes geladen werden muß. Andernfalls ist eine vernünftige Grafikausgabe auf dem Bildschirm nicht möglich. Erfreulich ist anzumerken, daß DERIVE eine Reihe unterschiedlichster Display-Ausrüstungen unterstützt. So können die Grafikadapter MDA, CGA, EGA, MCGA, VGA und Hercules verwendet werden.

Die Bedienung erfolgt im üblichen DOS-Standard:

Die einzelnen Funktionen erscheinen, wie bei unzähligen anderen DOS-Programmen auch, in einer Menüleiste und können mit der Tabulator- und Leertaste – alternativ mit den Anfangsbuchstaben der Befehle – ausgewählt werden. Um mit DERIVE schnell arbeiten zu können, ist es nützlich, einige Tastenbelegungen auswendig zu können.

Die Eingabe mathematischer Formeln sowie die Ausgabe von Ergebnissen erfolgt in Fenstern. Jedes Fenster kann entweder für analytische oder für grafische Ein- oder Ausgabe eingestellt werden. Damit ist es zum Beispiel möglich, eine Funktion in analytischer und gleichzeitig in grafischer Form darzustellen.

DERIVE gibt bei den in der Praxis auftretenden mathematischen Problemstellungen vielfältige Hilfestellung. Dazu zählt die Berechnung algebraischer Ausdrücke, das grafische Darstellen von Funktionen in der Ebene oder im Raum, das Bilden von Grenzwerten, Reihenentwicklung, Integrieren, Differenzieren, die Behandlung von Vektoren und Matrizen und die Vektoranalysis. Natürlich können auch numerische Ausdrücke berechnet werden. Bei den algebraischen Umformungen ist zum Beispiel Ausmultiplizieren, Faktorisieren, Vereinfachen oder Umstellen nach einer Variablen möglich. Dabei können die eingegebenen Ausdrücke oder die Ergebnisse auch komplexer Natur sein.

Zur Ein- und Ausgabe der mathematischen Terme sind alle wichtigen Funktionen sowie einige Sonderfunktionen aus der Finanzmathematik, der Statistik sowie der Fehlerrechnung im Programm implementiert. Auch die oft vergessenen Hyperbolischen Funktionen und deren Umkehrfunktionen fehlen nicht. Beeindruckend ist die Möglichkeit, mit DERIVE Differentiationen und Integrationen nicht nur numerisch auszuführen, sondern die zugehörigen Stammfunktionen zu berechnen. Zur Lösung des unbestimmten Integrals

$$\int \frac{3x+4}{x^2+2x+4}\,dx$$

in herkömmlicher Form mit Papier und Bleistift muß ein nicht unerheblicher, zeitraubender Rechenaufwand getrieben werden. DERIVE gab nach kurzer Rechenzeit das allgemeingültige Ergebnis

$$\frac{\sqrt{3}\,\mathrm{ATAN}\left[\frac{\sqrt{3}\,x}{3}+\frac{\sqrt{3}}{3}\right]}{3} + \frac{3\,\mathrm{LN}\,(x^2+2x+4)}{2}$$

aus. Die dabei auftretende Konstante berücksichtigt das Programm nicht. Für die Darstellung der relativ einfachen Funktion

$$y = \mathrm{SIN}\,(x) + \mathrm{COS}\,(3\,x)$$

im zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystem benötigt DERIVE mehr als eine Minute (10-MHz-AT mit Coprozessor: 8 s). Noch zeitaufwendiger ist die grafische Ausgabe einer Funktion mit zwei unabhängigen Variablen im dreidimensionalen Koordinatensystem. Das Ergebnis ist jedoch dank der Netzstruktur der ausgegebenen Kurvenzüge sehenswert. Die Graphen können mit einem Fadenkreuz abgefahren werden. Dabei bekommt man die aktuellen Werte der abhängigen und der unabhängigen Variablen (hier x und y) angezeigt. Rechnungen und Kurvenzüge können ausgedruckt werden. Das Abspeichern der Funktionen kann wahlweise in BASIC-, Pascal-, Fortran- oder DERIVE-gerechter Syntax erfolgen.

**Das Manual zu DERIVE entbindet nicht vom Studium einschlägiger Mathematikbücher.**

Das deutsche Handbuch zum Programm ist knapp und übersichtlich gehalten. Leider ist es als schnelles Nachschlagewerk nur bedingt brauchbar, da nachfolgende Kapitel die Kenntnis der vorausgegangenen zum Teil voraussetzen. So kann es vorkommen, daß man zum Auffinden und Ausführen einer bestimmten Programmfunktion mehrfach hin- und herblättern muß. Außerdem beziehen sich die Hinweise der On-Line-Hilfetexte anscheinend auf das amerikanische Handbuch.

Insgesamt kann gesagt werden, daß DERIVE ein aufwendiges, nützliches Werkzeug für diejenigen ist, die tagtäglich mit mathematischen Problemen konfrontiert werden.

Der Preis für DERIVE: DM 430,– plus Mehrwertsteuer. Lieferant ist die Firma Uniware in A-4232 Hagenberg. □


**NEBELMASCHINE KOBRA-4000**

Außerordendlich robust verarbeitete Nebelmaschine mit höchster Nebelleistung + Komfort f. gesundheitlich unbedenkl. Fluid. Fernsteuerung m. Anzeige f. Heizung + Start + Tanküberwachung. Dauerbetriebsfest. Mit eingeb. beleuchtetem Tank. 10 V = Eingang f. Computeransteuerung. Geruchloser Nebel. Vollelektron. Ausführung. Leistung: 2 KW/220 V. Gewicht: 12 Kg. Verbrauch: 75 mL./Min. Rückgaberecht. Info gratis. Preissenkung!

Best.-Nr.1299 Preis nur 798,– DM.
5 Ltr. Fluid Preis 67,26 DM.

**HAPE SCHMIDT ELECTRONIC**
Inh. H. Schmidt
Box 1552
D-7888 Rheinfelden
Tel. 0 76 23-6 27 56

**BITPARADE**

RABATTE: ab 16 St. - 2%
ab 32 St. - 4%
ab 72 St. - 6%
AUCH IM MIX

DIE PREISE BASIEREN AUF DER PREISSITUATION VOM 23.12.89. PREISÄNDERUNGEN SIND DAHER SCHON WÄHREND DER LAUFZEIT DIESER ANZEIGE MÖGLICH (BITTE TELEF. ERFRAGEN)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4164-100 | 64K*1 | 3.68 | 6116-LP2 | 2K*8 | 4.28 |
| 4164-120 | 64K*1 | 3.58 | 6264-LP10 | 8K*8 | 7.48 |
| 41256-60 | 256K*1 | 9.98 | 6264-LP12 | 8K*8 | 6.98 |
| 41256-70 | 256K*1 | 7.98 | 43256-80 | 32K*8 | 23.95 |
| 41256-80 | 256K*1 | 6.98 | 43256-100 | 32K*8 | 19.95 |
| 41256-100 | 256K*1 | 5.78 | 62256-120 | 32K*8 | 19.50 |
| 41256-120 | 256K*1 | 5.48 | 43256-LFP12 | 32K*8 | 20.95 |
| 41464-80 | 64K*4 | 8.78 | 2764-250 | 8K*8 | 5.28 |
| 41464-100 | 64K*4 | 7.48 | 27C64-150 | 8K*8 | 5.98 |
| 41464-120 | 64K*4 | 6.98 | 27C64-250 | 8K*8 | 4.98 |
| 511000-70 | 1M*1 | 21.95 | 27128-250 | 16K*8 | 7.28 |
| 511000-80 | 1M*1 | 20.95 | 27C128-150 | 16K*8 | 7.98 |
| 511000-100 | 1M*1 | 19.95 | 27C128-200 | 16K*8 | 7.68 |
| 514256-70 | 256K*4 | 21.95 | 27C128-250 | 16K*8 | 7.48 |
| 514256-80 | 256K*4 | 20.95 | 27256-250 | 32K*8 | 7.48 |
| 514256-100 | 256K*4 | 19.95 | 27C256-120 | 32K*8 | 9.95 |
| SIMM-80 | 256K*9 | 89.80 | 27C256-150 | 32K*8 | 8.68 |
| SIMM-70 | 1M*9 | 229.00 | 27C256-250 | 32K*8 | 6.98 |
| SIPP-70 | 1M*9 | 234.50 | 27C512-150 | 64K*8 | 14.95 |
| SIMM-100 | 1M*9 | 219.00 | 27C512-250 | 64K*8 | 11.95 |

CO-PROZESSOREN:
( KEINE RABATTE ! )
5 JAHRE GARANTIE

| | |
|---|---|
| 8087-5MHZ | 184.00 |
| 8087-8MHZ | 279.00 |
| 8087-10MHZ | 349.00 |
| 80287-6MHZ | 298.00 |
| 80287-8MHZ | 418.00 |
| 80287-10MHZ | 469.00 |
| IIT 2C287-8 | 398.00 |
| 80387-20MHZ | 828.00 |

NACHNAHMEVERSAND
ZUZÜGL. DM 6.50 PORTO

**SIMONS**
ELECTRONIC GMBH
MEISENWEG 4 PF2254
5012 BEDBURG
TEL: 02272/81619
02272/5980
FAX: 02272/6159

**Ein Buch von elrad**

**Neu-erscheinung**

ELEKTRONIK

Schaltungssammlungen sind die Arbeitsgrundlage jedes Elektroniklabors. Bei der Realisierung einer Schaltung ist jedoch oft nicht ein technisches „Wie", sondern ein suchendes „Wo" entscheidend. Der vorliegende Band faßt die in den letzten Jahren in der Zeitschrift elrad veröffentlichten Grundschaltungen thematisch zusammen und stellt ein umfangreiches Suchwortregister zur Verfügung.

**Festeinband, 110 Seiten**
**DM 34,80/öS 271,-/sfr 32,-**
**ISBN 3-922705-80-4**

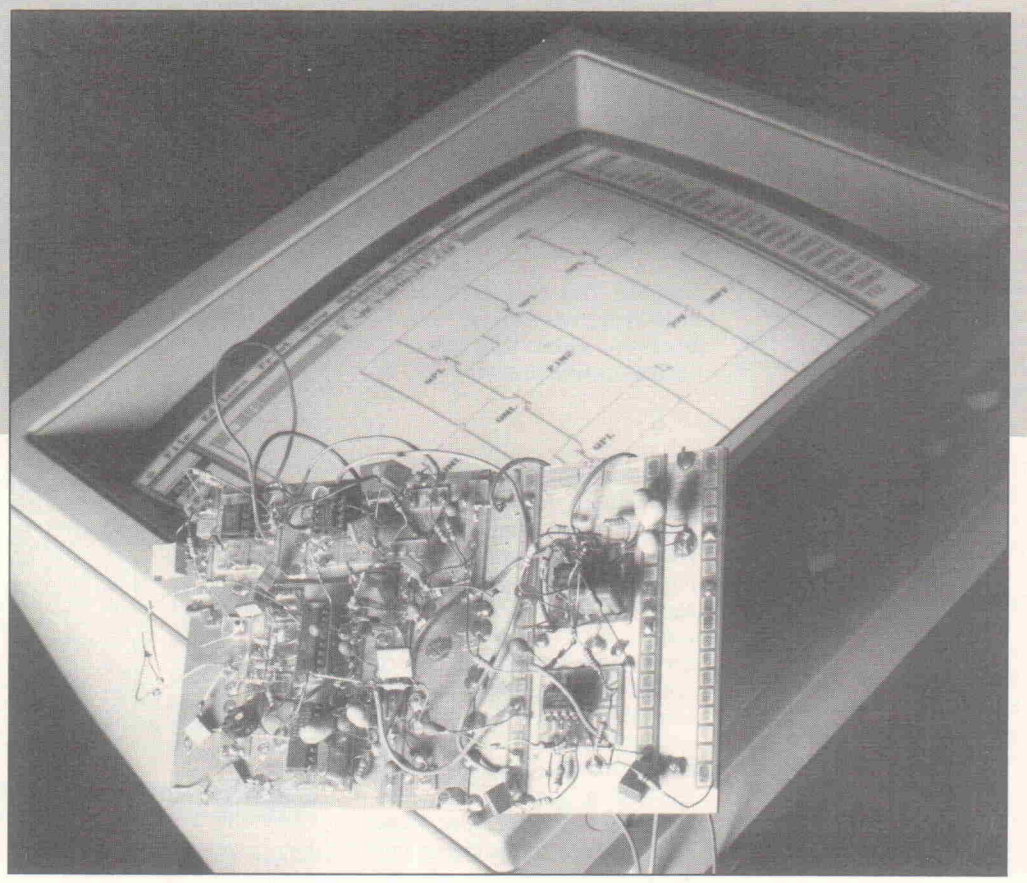
Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich. 580/1.4

HEISE

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

# Simulation vs. Löten

## Einsatz von Schaltungssimulatoren



**Axel Thiel**

**Computer-Simulationen haben einen Stellenwert erreicht, der soweit führt, daß ein großer Automobilhersteller bei der Markteinführung seiner neuesten Kreation ausdrücklich darauf hinweist: Das Fahrverhalten wurde mit Hilfe von Rechnersimulationen optimiert. Für die Elektronikentwicklung stehen mittlerweile leistungsfähige Simulationsprogramme für Personalcomputer zur Verfügung. Sie sollen helfen, den Entwicklungsprozeß zu vereinfachen, zu optimieren und letztlich auch zu verkürzen. Zwei der bekanntesten Vertreter werden vorgestellt.**

Komplexere Schaltungssimulationsprogramme existieren seit Anfang der siebziger Jahre. Seinerzeit wurde an der Universität Berkeley in Kalifornien das schon legendäre SPICE für Großrechner entwickelt.

Die Portierung dieses Programms auf kleine Systeme wie Workstations und Personalcomputer schuf die Voraussetzung für seine Akzeptanz und Verbreitung, so daß Elektronik-Rechnersimulationen auch für kleine Firmen und sogar für den privaten Gebrauch denkbar wurden.

Bevor man allerdings darangehen kann, die Computersimulation wirkungsvoll einzusetzen, muß natürlich eine realistische Vorstellung davon existieren, was sie leisten kann.

Es stellt sich die Frage, wann mit der Simulation innerhalb eines Projektes begonnen werden soll. Außerdem muß ein ausgewogener Kompromiß zwischen Simulation und Versuchsschaltung gefunden werden. Wenn nach allen Vorüberlegungen eine Schaltung auf dem Rechner simuliert und gleichzeitig mit dem gleichen Aufwand die Versuchsschaltungen erstellt wurden, wird es natürlich sehr schwerfallen, jemanden davon zu überzeugen, daß man etwas anderes getan hat, als den vorgesehenen Arbeits- und Terminplan trotz Mehrarbeit einzuhalten.

In vielen Fällen wird man sich dafür entscheiden, die Simulation für erste Entwürfe komplizierter Schaltungsteile einzusetzen, um dann auf die Versuchsschaltung überzugehen. Der optimale Fall liegt vor, wenn die Simulation zu unterschiedlichen Zeiten begleitend zur hardwaremäßigen Entwicklung eingesetzt wird, um die beste Übereinstimmung von Simulation und Versuchsschaltung und eine zuverlässige, für die Produktion geeignete Entwicklung zu finden, die den geforderten Spezifikationen entspricht.

Einfache 'Drahtverhau-Aufbauten' sind selbstverständlich nicht geeignet für große Frequenz-Bandbreiten. Der Einfluß parasitärer Induktivitäten und Kapazitäten verlangt normalerweise die Entwicklung von Versuchsschaltungen auf dem gleichen Qualitätsniveau wie das spätere Endprodukt.

Handelt es sich beispielsweise um die Entwicklung eines Videoverstärkers, wird durch die Simulation der Weg zum richtigen Entwurf der Schaltung wesentlich vereinfacht und gleichzeitig, auf Grund der Simulation, die Anzahl von teuren und zeitaufwendigen Prototypen vermindert. Je mehr Kenntnisse die Simulation vor dem realen Aufbau einer Versuchsschaltung vermitteln kann, desto eher wird sie so funktionieren, wie man es sich vorgestellt hat.

### Toleranzanalyse

Bei der 'realen' Schaltungsentwicklung ist nur sehr schwer abzuschätzen, wie die Toleran-

zen der Bauteile das Endergebnis beeinflussen werden.

Die Monte-Carlo-Analyse und Worst-Case-Betrachtungen sind zwei Simulationsmethoden, die es erlauben, den Einfluß von Bauteiltoleranzen beim Serienprodukt zu untersuchen.

Die Monte-Carlo-Analyse selektiert zufällig Komponenten mit einer vorgegebenen Toleranzverteilung und simuliert dann die gesamte Schaltung unter diesen Bedingungen. Wendet man diese Analysemethode mehrfach an, erhält man den Einfluß der Toleranzstreuungen auf das endgültige Produkt.

Weiter können diese Analysen auch aufzeigen, an welcher Stelle Bauteile mit großen Toleranzen und an welcher Stelle engtolerierte Bauelemente verwendet werden können. Auf diese Weise kann man dafür sorgen, daß sich die Gesamtkosten der Schaltung minimieren.

## Temperaturstreß-Analyse

Für die Entwicklung von Schaltungen, die in einem weiten Temperaturbereich eingesetzt werden, ist es von Vorteil, abklären zu können, ob die Schaltung Extrembedingungen überhaupt standhält und im gewählten Klima das tut, was sie soll.

Die Möglichkeiten, Temperaturstreß-Analysen durch die Simulation bereits in der Entwicklungsphase durchführen zu können, vermeidet erhebliche Kopfschmerzen zu späteren Zeitpunkten des Designs.

## Ideal für ASICs

Für die Entwicklung analoger ASICs ist man sehr gut beraten, vorher diese Schaltung auf dem Rechner zu simulieren. Häufig besteht zwar die Möglichkeit, Versuchsschaltungen mit Bauteilen zu realisieren, die den gleichen Fertigungsprozeß wie später das ASIC durchlaufen, trotzdem können die parasitären Einflüsse beim Entwurf der Versuchsschaltung das tatsächliche Verhalten eines integrierten Schaltkreises total verändern, denn der Aufbau von Prototypen für das Entwicklungsgebiet ASICs unterliegt völlig anderen Kriterien als der Entwurf konventioneller Schaltungen.

Induktivitäten, die normalerweise extrem kleine Abmessungen innerhalb des ICs aufweisen (außer Bondierungsdrähten), werden hier zum Problem. Schwierigkeiten können auch durch kapazitive Kopplung auftreten. Die Variation der Bauteile dürfte nicht so groß wie die im späteren IC sein, aber die Abstimmung der einzelnen Komponenten aufeinander ist beim Versuchsaufbau bei weitem nicht so gut wie im IC.

## Fehlersuche mit dem Simulator

Ein Fehler, zum Beispiel bei der Entwicklung eines Schaltnetzteils, kann zur Zerstörung der gesamten Schaltung führen. Der Reparaturversuch mit einer Handvoll Leistungstransistoren und einem Speicheroszilloskop ist nicht unbedingt der einzige Weg, einen solchen Fehler zu finden.

Die Analogsimulation mit korrekten Modellen dürfte immerhin verhindern, daß die Hardware beim erstmaligen Einschalten in die Luft fliegt, so daß man dann in der Schaltung messen kann und eine wesentlich höhere Chance hat, auf die Fehlerursachen zu schließen.

## Bauelemente später suchen

Ein Weg zur funktionierenden Schaltung könnte auch so aussehen: Man entwirft ein Bauelement, so wie man es für den speziellen Einsatzfall benötigt, und sucht sich dann einen entsprechenden Baustein.

Sollte man beispielsweise der Meinung sein, daß ein Operationsverstärker mit einer höheren Anstiegsgeschwindigkeit in der Lage ist, ein Problem zu lösen, das man in der Simulation festgestellt hat, könnte man diesen Parameter ändern, die Simulation wiederholen, sehen ob man auf dem richtigen Weg ist und sich dann einen entsprechenden OP auf dem Markt suchen.

Diese Vorgehensweise leitet zu einem Problem in der Simulationstechnik über: unkorrekte Modelle eines Bauelements. Man kann nicht alle Einsatzgebiete mit einem Universalmodell, zum Beispiel mit einem idealen OpAmp, abdecken. Je nach Anwendungsfall muß das Modell angepaßt werden. Ein Transistormodell kann durchaus weniger als ein Dutzend oder im Extremfall mehrere Dutzend Parameter besitzen, um ein richtiges Abbild der Wirklichkeit zu liefern.

Bei der 'Modellierung' helfen zum einen spezielle Editoren, die Datenblattangaben in Modelldateien umwandeln, und zum anderen die Bauteil-Hersteller, sie gehen vermehrt dazu über, Simulationsmodelle ihrer Produkte anzubieten.

Im folgenden werden zwei der bekanntesten Analogsimulationsprogramme für Rechner der PC/XT/AT-Klasse vorgestellt: PSPICE und MICROCAP III.

# Der Klassiker auf PC: PSPICE

Wie der Name schon verrät, ist PSPICE ein naher Verwandter des Simulations-Klassikers SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis). Alle in der Berkeley-SPICE-Version 2G6 vorhandenen Analysearten sowie die Schaltungsbeschreibungskonventionen sind identisch, wobei PSPICE allerdings mit einigen Erweiterungen aufwarten kann.

An Systemvoraussetzungen verlangt PSPICE einen IBM PC/XT/AT mit PC/MS-DOS ab 2.0 und 512 KB Hauptspeicher sowie einen Coprozessor.

Die Hauptbestandteile des kompletten Softwarepakets sind das eigentliche Simulationsprogramm PSPICE, der Grafik-Postprozessor 'Probe', ein Bauelemente-Modell-Editor namens 'Parts' sowie umfangreiche Bauelementebibliotheken. Für die interaktive Nutzung aller Bestandteile wird die PSPICE Control Shell PS mitgeliefert.

Die zu untersuchende Schaltung wird PSPICE in Form einer Textdatei übergeben. In ihr kann man grob drei unterschiedliche Arten von Anweisungen unterscheiden:

Bauelementanweisung: Mit ihr wird die Lage des Schaltungselements sowie seine elektrischen Parameter festgelegt.

Modellanweisungen: Das Verhalten von Halbleiterbauelementen wird mit speziellen Modellparametern beschrieben. Für Bipolartransistoren zum Beispiel können im Extremfall 55 Parameter definiert und bei der Analyse berücksichtigt werden.

Steueranweisungen: Mit diesen Kommandos werden sowohl Art und Umfang der Analysen als auch der Ergebnisausgaben festgelegt.

PSPICE bietet Steueranweisungen für Analysen, die in realen Schaltungen gar nicht oder nur sehr schwer durchzuführen sind. Eine Aufzählung mag dies verdeutlichen:

Gleichstrom-Arbeitspunkt, -Kennlinie, -Kleinsignalparameter, Einschwinganalyse, Fourier-Analyse, Wechselstrom-Kleinsignal- und Kleinsignal-Rausch-Analyse.

## Untersuchungsverfahren

Jede dieser Untersuchungen kann für jede Temperatur durchgeführt werden.

Weiterhin stehen noch zwei spezielle Untersuchungsverfahren zur Verfügung:

Die Monte-Carlo- sowie die Empfindlichkeits- beziehungsweise Worst-Case-Analyse. Beide variieren während vielfacher Simulationsdurchläufe Bauteilewerte beziehungsweise statische Gleichspannungs-Schaltungsparameter.

Bei der Monte-Carlo-Analyse werden bei jedem Durchlauf die mit Toleranzen versehenen Bauelemente einer Schaltung nach einem Zufallsschema variiert.

Für alle Monte-Carlo-Anwendungen reicht eine Zufallsverteilung nicht aus. Aus diesem Grund ist zwischen zwei Verteilungen wählbar: Gleichförmige und Gausverteilung. Zusätzlich lassen sich aber auch beliebige Verteilungen definieren.

Die Empfindlichkeits-Analyse variiert in einem Simulationsdurchlauf unabhängige Gleichquellen, Widerstände, gesteuerte Quellen und Halbleiter-Gleichstromparameter um einen festgelegten Prozentsatz.

## Probe

Alle während der Analysen generierten Kurvenformen lassen sich gleichzeitig betrachten, um einen Eindruck über die Ergebnisstreuungen zu bekommen. Nach Beendigung aller Durchläufe kann eine Zusammenfassung aller Daten ausgedruckt werden.

'Probe' für PSPICE ist ein Postprozessor, der für die Auswertung und grafische Darstellung der Analyseergebnisse zuständig ist. Mit dem .Probe-Kommando werden sämtliche Simulationsergebnisse in eine für 'Probe' bestimmte Datei abgelegt.

Neben der Darstellung von Spannungen und Strömen lassen sich arithmetische Ausdrücke, die Spannungen und Ströme enthalten, plotten. Funktionen von Kurvenformen sowie lineare und logarithmische Achsen, Zeitdiagramme, Hysterese-Kurven und Kennlinienschreiber-Plots können ebenfalls erstellt werden.

Simulationen, die bei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt worden sind oder von unterschiedlichen Analysen herrühren, lassen sich auf dem gleichen Bildschirm beziehungsweise der gleichen Hardcopy darstellen. Probe erlaubt auch die Darstellung der Ergebnisse als Fourier-Transformation.

## Analoges Verhaltensmodell

Mit dem Programmteil 'Analog Behavioral-Modeling' lassen sich analoge Komponenten oder vollständige Funktionsblöcke für PSPICE entwerfen.

Das Programm ermöglicht die Definition von Spannungs- oder Stromquellen, deren Ausgang eine beliebige Funktion von Spannungen und/oder Strömen irgendwo in der Schaltung darstellt. Die Übertragungsfunktion darf eine beliebige Anzahl von Steuervariablen enthalten und kann so komplex wie nur möglich sein oder sehr einfach als Gleichung vorliegen.

Für lineare Blöcke kann die Beschreibung über die Laplace-Transformation oder eine Tabelle mit Frequenzgängen erfolgen.

Diese Modelle von Modellen sind sehr gut einsetzbar, wenn ein System von hinten nach vorn entwickelt werden soll. Eine Schaltungsfunktion kann definiert werden, ohne daß zu diesem Zeitpunkt bereits feststeht, wie sie hardwaremäßig realisiert wird.

Die Option 'Digitalsimulation' ermöglicht es, gemischte Analog-/Digital-Simulationen durchzuführen.

## Digitalsimulation

Es gibt hierbei keine Kompromisse: Digitale Komponenten werden mit der Geschwindigkeit der Logiksimulation abgearbeitet, und analoge Kurvenformen werden mit PSPICE-eigener Präzision berechnet. Es gibt in dieser Funktion des Programms keinerlei Beschränkungen der Verbindungen zwischen analogen und digitalen Komponenten.

Die Simulation einer gemischten Schaltung ist im Prinzip nichts anderes als die Transienten-Analyse einer analogen Schaltung. Verwendet man nach Abschluß der Simulation das 'Probe'-Programm, erhält man eine Darstellung wie auf einem Logikanalysator, nur daß man zusätzlich auch noch analoge Spannungsformen dargestellt bekommt, die normalerweise mit einem Logikanalysator nicht darstellbar sind.

Die Bibliothek für die Digitalsimulation enthält über 660 TTL- und CMOS-Bauteile. Dies sind Gatter, Flipflops, Speicherregister, Register und Zähler. Jedes Bauteil enthält Modellparameter für viele Logikfamilien (TTL, LS, ALS, H, F, L, S, AS, HC und HCT). Die Modelle beschreiben nicht nur die Funktionalität des Bauteils, sondern auch alle ihre Verzögerungszeiten.

## Digital Files

Eine Erweiterung der Digitalsimulations-Option von PSPICE ist das Verarbeiten und Erstellen von Digital-Dateien. Es handelt sich praktisch um Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler. Dieser Programmteil ist für denjenigen gedacht, der nicht unbedingt die vollständige Digitalsimulation benötigt.

Auf der einen Seite können mit dieser Option Formate bekannter Logiksimulations-Programme korrekt gelesen und für PSPICE aufgearbeitet werden, auf der anderen Seite kann man eine Datei kreieren, die als Eingangsdatei für einen Digitalsimulator dienen kann.

## 'Parts' und Bibliotheken

Die Modelle einzelner Bauelemente sind den Bauteilebibliotheken zu entnehmen, sie umfassen bis dato rund 2200 Einträge und enthalten Dioden, Bipolartransistoren, JFETs, MOSFETs, GaAs-MESFETs, Transformatoren, Leistungsdrosseln, BSIM-MOSFETs sowie Eisenkerne für Transformatoren, Operationsverstärker und Spannungskomparatoren.

Ist ein Bauelement nicht in den Bibliotheken vorhanden, tritt das Programm 'Parts' in Aktion. Parts im PSPICE-Paket bietet einen halbautomatischen Prozeß, Bauelement-Modelle zu erstellen. Man benötigt nur die Datenblattinformationen des Bauteileherstellers, und Parts übernimmt die Umwandlung dieser Datenblattangaben in das PSPICE-Format und prüft die ermittelten Parameter auf Glaubwürdigkeit.

Für jeden Bauteiltyp werden gewisse Aspekte des Bauteileverhaltens abgefragt. Die unmittelbare grafische Darstellung der Eingaben erlaubt es dem Anwender, zu überprüfen, ob seine Bauteiledefinition korrekt war.

Mit Parts erstellbare Bauteil-Modell-Typen sind:

Dioden, Bipolartransistoren, Kleinleistungs-JFETs, Leistungs-MOSFETs, Operationsverstärker und Spannungskomparatoren.

Parts unterstützt die gleichen grafischen Ausgabeeinheiten (Bildschirm, Drucker und Plotter) wie 'Probe'.

## Interaktives Arbeiten mit PSPICE

Die Schaltungssimulation mit PSPICE im Einzelschrittverfahren geht üblicherweise so vonstatten: Simulationsdatei editieren, PSPICE aufrufen, Ausgabedatei ansehen, ein Blick ins Handbuch, Simulationsdatei berichtigen, PSPICE aufrufen... und so weiter. Diese Verfahrensweise wird mit der PSPICE Benutzeroberfläche PS entschieden beschleunigt.

Aus PS heraus lassen sich nicht nur alle Programme – bis auf Parts – starten, diese Shell bietet noch einiges mehr. Sie erlaubt die Bedienung über Pull-Down-Menüs mit einer Anzahl hilfreicher Features: So wird die Simulationsdatei nach dem Einlesen zwar wie bei einem normalen PSPICE-Aufruf auch automatisch auf Fehler hin untersucht, man muß aber nicht erst die Ergebnisdatei nach einem Fehler durchsuchen. Eventuelle Ungereimtheiten werden mit Zeilenangabe angezeigt.

Neben einem integrierten Editor gibt es zusätzlich noch einige Arbeitserleichterungen: Im Dialogverfahren können sehr schnell Analysevorgaben bestimmt oder auch verändert werden. Alle zusätzlichen Festlegungen oder Änderungen, die hier getroffen werden, erscheinen gekennzeichnet in der Kommandodatei.

Auf Knopfdruck werden die verwendeten Modelle, die Bauelemente und eventuelle Parameter aufgelistet, und jeder Menü-Punkt wird mit aussagefähigen englischen On-Line-Hilfetexten und Beispielen unterstützt. Die Bedienung des Programms ist sowohl mit Maus als auch über die Tastatur möglich.

## Literatur zum Thema

Wer PSPICE zum ersten Mal einsetzt, steht nur mit dem Handbuch zunächst einmal allein auf weiter Flur. Sehr zu empfehlen ist als begleitende Literatur: 'A Guide to Circuit Simulation & Analysis Using PSPICE' von Paul W. Tuinenga. Wer deutschsprachige Literatur vorzieht, sollte sich das Buch 'SPICE, Analyseprogramm für elektronische Schaltungen' von E.E.E. Hoefer und H. Nielinger beschaffen.

Ein Nachteil des letztgenannten Buchs ist, daß es auf der Originalversion von SPICE beruht, deren Programmsyntax teilweise von PSPICE abweicht und auch nicht alle Erweiterungen und Modifikationen von PSPICE berücksichtigt.

## Zum Beispiel

In diesem Beispiel sollen die Sensitivity-Analyse, die Bestimmung von Gleichstrom-Übertragungskennlinien, die Berechnung der Kleinsignalparameter und eine Verzerrungsanalyse in einem einstufigen Verstärker mit dem Transistor 2 N 2222 mit PSPICE durchgeführt werden.

Bild 1 zeigt das Schaltbild des Verstärkers mit den bezifferten Knotenpunkten. In Bild 2 ist die PSPICE-Datei zur Berechnung des Gleichspannungs-Arbeitspunktes und der sogenannten Sensitivities (Empfindlichkeiten) der Kollektorgleichspannung dargestellt.

Die Tabelle in Bild 3 gibt als Ergebnis die Gleichspannungen

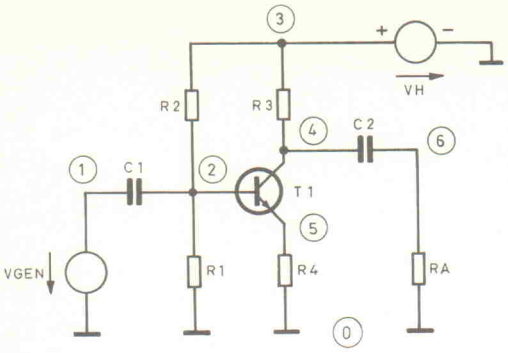



**Bild 1. Schaltung des Testverstärkers mit den Knotenbezeichnungen.**

```
* Emitterverstaerker
.WIDTH OUT=80
R1 2 0 6.8K
R2 3 2 100K
R3 3 4 1.8K
R4 5 0 100
RA 6 0 2.2K
C1 1 2 0.47U
C2 4 6 1U
Q1 4 2 5 Q2N2222
.LIB
VH 3 0 DC 20
VGEN 1 0
.SENS V(4)
.PROBE
.END
```

**Bild 2. Das PSPICE-Programm zur Berechnung des Arbeitspunkts und der Sensitivities der Kollektorspannung V4 des Verstärkers.**

```
****     SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION        TEMPERATURE =   27.000 DEG C

*******************************************************************************

 NODE   VOLTAGE     NODE   VOLTAGE     NODE   VOLTAGE     NODE   VOLTAGE

(    1)    0.0000  (    2)    1.1252  (    3)   20.0000  (    4)   12.0510

(    5)     .4440  (    6)    0.0000
```

**Bild 3. PSPICE-Ergebnis: Knotengleichspannungen des Verstärkers.**

der einzelnen Knoten zum Knotenpunkt 0 gezählt, Bild 4 die Arbeitspunktdaten des Transistors und Bild 5 die Sensitivities der Kollektorgleichspannung wieder. Für die Gleichspannungsanalyse in Verstärkern bietet PSPICE zwei Verfahren an, die hier wegen der Koppelkondensatoren im Ein- und Ausgang nicht unmittelbar eingesetzt werden können. Es handelt sich um die Berechnung der Gleichspannungs-Übertragungskennlinie (.DC) und der Gleichstrom-Kleinsignalparameter (.TF). Ersetzt man die Kondensatoren in Bild 1 durch Gleichspannungsquellen, deren Spannungswerte gleich den Knotenspannungen an der Basis (Knoten 2) beziehungsweise dem Kollektor (Knoten 4) aus Bild 3 entnommen werden können, ergibt sich ein gleichspannungsgekoppelter Verstärker mit gleichen Arbeitspunkten wie gehabt, auf den aber jetzt die Analysen .DC und .TF anwendbar sind.

Bild 6 zeigt das PSPICE-Programm für den abgeänderten Verstärker.

Bild 8 zeigt die Gleichstrom-Kleinsignalparameter und

```
****     BJT MODEL PARAMETERS

*********************************
*****

            Q2N2222
            NPN
      IS    14.340000E-15
      BF   255.9
      NF     1
     VAF    74.03
     IKF      .2847
     ISE    14.340000E-15
      NE     1.307
      BR     6.092
      NR     1
      RB    10
     RBM    10
      RC     1
     CJE    22.010000E-12
     MJE      .377
     CJC     7.306000E-12
     MJC      .3416
      TF   411.100000E-12
     XTF     3
     VTF     1.7
     ITF      .6
      TR    46.910000E-09
     XTB     1.5

    VOLTAGE SOURCE CURRENTS
    NAME          CURRENT

    VH          -4.605E-03
    VGEN         0.000E+00
    TOTAL POWER DISSIPATION 9.21E-
02

WATTS
```

**Bild 4. PSPICE-Ergebnis: Transistordaten im Arbeitspunkt.**

```
****     DC SENSITIVITY ANALYSIS          TEMPERATURE =   27.000 DEG C

*******************************************************************************

DC SENSITIVITIES OF OUTPUT V(4)

        ELEMENT        ELEMENT        ELEMENT       NORMALIZED
         NAME           VALUE       SENSITIVITY    SENSITIVITY
                                    (VOLTS/UNIT)  (VOLTS/PERCENT)

         R1          6.800E+03      -1.971E-03     -1.340E-01
         R2          1.000E+05       1.529E-04      1.529E-01
         R3          1.800E+03      -4.306E-03     -7.751E-02
         R4          1.000E+02       5.660E-02      5.660E-02
         RA          2.200E+03       0.000E+00      0.000E+00
         VH          2.000E+01       1.649E-01      3.299E-02
         VGEN        0.000E+00       0.000E+00      0.000E+00

Q1
         RB          1.000E+01       2.962E-04      2.962E-05
         RC          1.000E+00       1.103E-04      1.103E-06
         RE          0.000E+00       0.000E+00      0.000E+00
         BF          2.559E+02      -4.909E-03     -1.256E-02
         ISE         1.434E-14       4.621E+13      6.626E-03
         BR          6.092E+00       3.203E-11      1.951E-12
         ISC         0.000E+00       0.000E+00      0.000E+00
         IS          1.434E-14      -5.835E+13     -8.367E-03
         NE          1.307E+00      -1.021E+01     -1.335E-01
         NC          2.000E+00       0.000E+00      0.000E+00
         IKF         2.847E-01      -9.804E-02     -2.791E-04
         IKR         0.000E+00       0.000E+00      0.000E+00
         VAF         7.403E+01       3.683E-03      2.726E-03
         VAR         0.000E+00       0.000E+00      0.000E+00
```

**Bild 5. PSPICE-Ergebnis: Sensitivities der Kollektor-Gleichspannung.**

```
Emitterverstaerker, Gleichspannungs-Uebertragungskennlinie
.WIDTH OUT=80
R1 2 0 6.8K
R2 3 2 100K
R3 3 4 1.8K
R4 5 0 100
RA 6 0 2.2K
C1 1 2 0.47U
C2 4 6 1U
Q1 4 2 5 Q2N2222                    ;Transistor 2N2222 aus Bibliothek
.LIB
VH 3 0 DC 24                        ;Betriebsspannung
VGEN 1 0
VC1 2 1 1.1252                      ;Spannung über C1 (aus AMPL0.OUT)
VC2 4 6 12.0510                     ;Spannung über C2 (aus AMPL0.OUT)
.DC LIN VGEN  -2  2 .1              ;Eing.-Gleichsp. -2 V...+2 V
.TF V(6) VGEN                       ;Ausg.-Gleichsp. in Abh. von VGEN
.PROBE                              ;Alle Parameter darstellbar
.END
```

**Bild 6. PSPICE-Programm zur Berechnung der Gleichstrom-Übertragungskennlinie.**

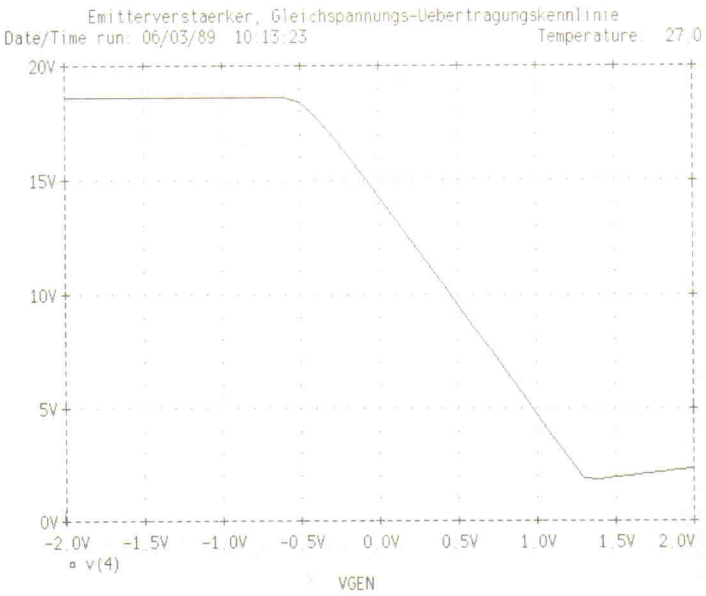



**Bild 7. Gleichstrom-Kleinsignalparameter des Verstärkers.**

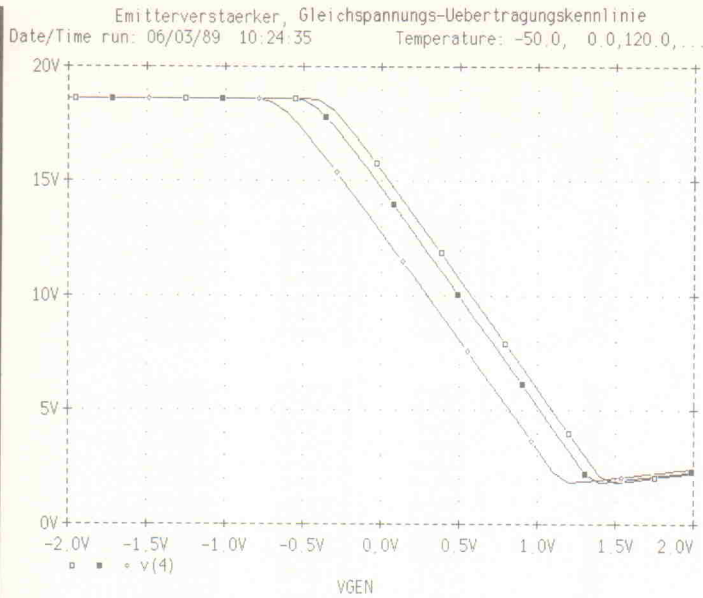



**Bild 8. Temperaturabhängigkeit der Gleichstrom-Übertragungskennlinie.**

```
Emitterverstaerker, dynamisches Verhalten
.WIDTH OUT=80
R1 2 0 6.8K
R2 3 2 100K
R3 3 4 1.8K
R4 5 0 100
RA 6 0 2.2K
C1 1 2 0.47U
C2 4 6 0.1U
Q1 4 2 5 Q2N2222
.LIB
.FOUR  1.000k   V(6)                    ; Fourieanalyse bei 1 kHz
VIN 1 0 SIN(0 0.6V 1KHZ)                ; Eingangsspannung 0,5 V, 1 kHz
VCC 3 0 DC 20V
.PROBE
.TRAN  1.000u  5.000m  1.000u  10.000u ;  Übertragungsverhalten 1 µs...5 ms
.END
```

**Bild 9. PSPICE-Programm zur Berechnung des dynamischen Verhaltens und der Fourier-Analyse.**

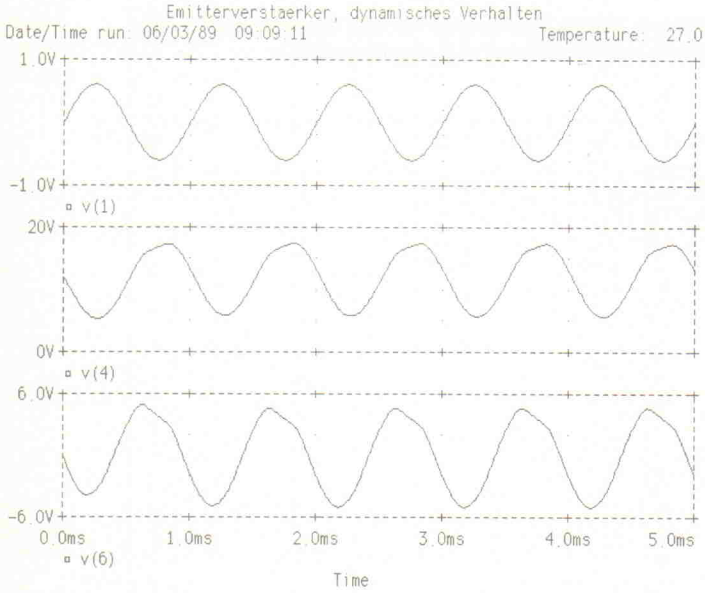



**Bild 10. Zusammenhang zwischen Eingangsspanung, Kollektorwechselspannung und Ausgangsspannung.**

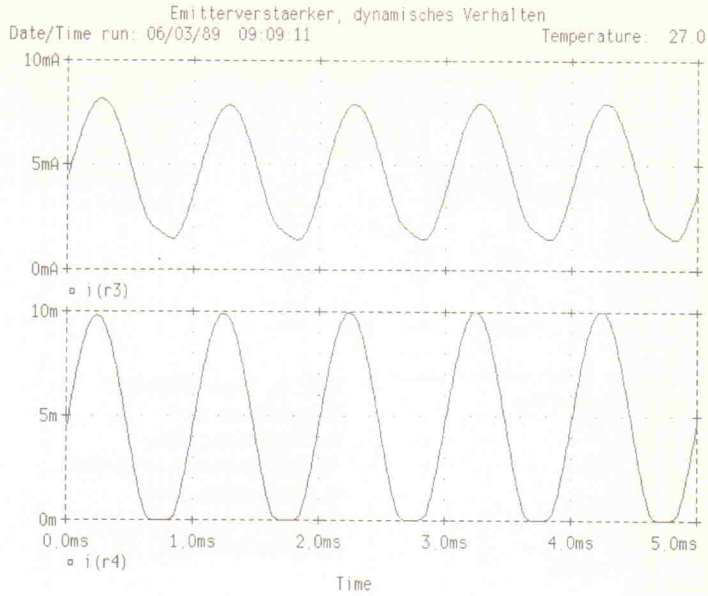



**Bild 11. Durch die Übersteuerung ist die negative Spitze des Emitterstroms abgeflacht und verursacht dadurch auch einen verzerrten Kollektorstrom.**

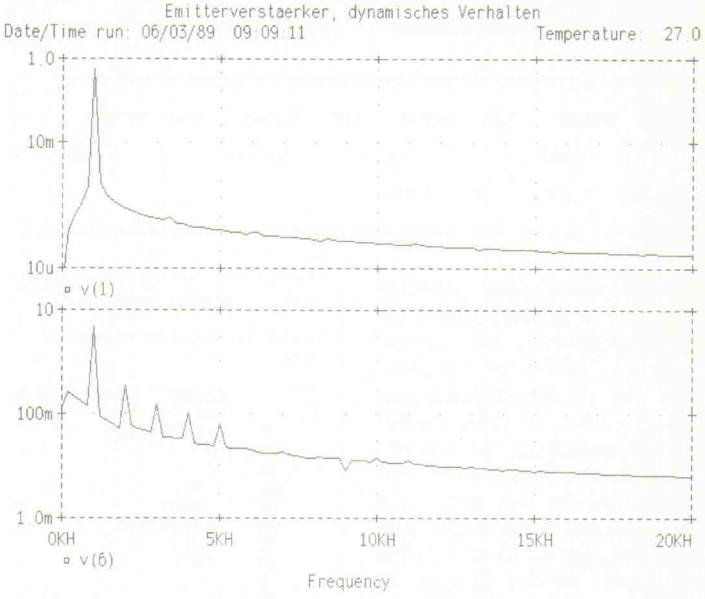



**Bild 12. Die Verzerrungsanalyse. Das obere Bild zeigt das Spektrum des Eingangssignals, das untere das Spektrum des Ausgangssignals.**

```
****     FOURIER ANALYSIS                    TEMPERATURE =   27.000 DEG C

*****************************************************************************

FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(6)

 DC COMPONENT =  -6.491136E-03
```

| HARMONIC NO | FREQUENCY (HZ) | FOURIER COMPONENT | NORMALIZED COMPONENT | PHASE (DEG) | NORMALIZED PHASE (DEG) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.000E+03 | 4.798E+00 | 1.000E+00 | -1.543E+02 | 0.000E+00 |
| 2 | 2.000E+03 | 3.346E-01 | 6.974E-02 | 1.097E+02 | 2.641E+02 |
| 3 | 3.000E+03 | 1.823E-01 | 3.801E-02 | -1.605E+02 | -6.173E+00 |
| 4 | 4.000E+03 | 9.396E-02 | 1.959E-02 | -6.840E+01 | 8.591E+01 |
| 5 | 5.000E+03 | 4.241E-02 | 8.840E-03 | 2.398E+01 | 1.783E+02 |
| 6 | 6.000E+03 | 1.395E-02 | 2.907E-03 | 1.163E+02 | 2.706E+02 |
| 7 | 7.000E+03 | 3.673E-04 | 7.656E-05 | -1.539E+02 | 4.562E-01 |
| 8 | 8.000E+03 | 4.394E-03 | 9.158E-04 | 1.238E+02 | 2.781E+02 |
| 9 | 9.000E+03 | 4.892E-03 | 1.020E-03 | -1.411E+02 | 1.322E+01 |

```
TOTAL HARMONIC DISTORTION =   8.234143E+00 PERCENT
```

**Bild 13. Die Spektralkomponenten und Gesamtverzerrung des Ausgangssignals.**

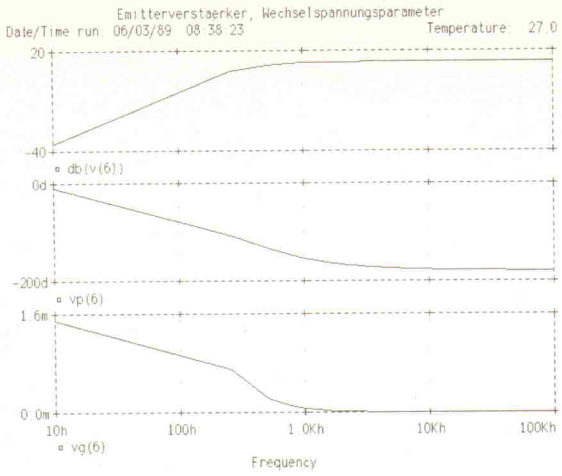



**Bild 14. Frequenzgang, Phasengang und Gruppenlaufzeit des Verstärkers im Frequenzbereich 10 Hz ... 100 kHz.**

Bild 8 die Temperaturabhängigkeit der Übertragungskennlinie. Bild 9 vermittelt einen Eindruck über die Programmierung des dynamischen Verhaltens und der Fourier-Analyse. Eine elegante Möglichkeit, nichtlineare Verzerrungen zu berechnen, bietet im Zusammenhang mit der Transienten-Analyse (.TRAN) die Fourier-Analayse (.FOUR) der Ausgangsspannung des mit einer Sinusschwingung angesteuerten Verstärkers. Diese ist auch in der Datei nach Bild 9 programmiert. Die Höhe der Ansteuerspannung ist hier absichtlich so gewählt, daß eine sichtbare Verzerrung der Ausgangsspannung auftritt. Bild 10 zeigt die Eingangsspannung, die Kollektor-Wechselspannung und die Ausgangsspannung an RA, Bild 11 den Kollektor- und Emitterwechselstrom. Auch die Phasenbeziehungen kommen deutlich heraus. Weiterhin ist der differenzierende Einfluß des CR-Gliedes C2/RA zu erkennen. In Bild 12 sind die Ergebnisse der Fourier-Analyse zu sehen. Das obere Bild illustriert das Frequenzspektrum der Eingangsspannung, das untere das Spektrum der Ausgangsspannung an RA. Die spektrale Verteilung und die Gesamtverzerrungen sind in der Tabelle in Bild 14 dargestellt.

Zur Bestimmung des Frequenzganges, des Phasenganges und der Gruppenlaufzeit dient die Wechselspannungsanalyse mit der .AC-Anweisung. Die Ergebnisse illustriert Bild 14.

## Der Grafikkünstler: MICRO-CAP III

Das Programmpaket MICRO-CAP III eignet sich wie PSPICE zur Analyse und Simulation elektronischer Schaltungen. Es arbeitet interaktiv, wobei sich mit dem integrierten Schaltungs-Editor recht schnell Schaltungen kreieren lassen. Die so erstellten Schaltungen können dann einer Wechsel-, Gleichspannungs- oder Transientenanalyse unterzogen werden. Das Programmpaket enthält eine umfangreiche Modell-Bibliothek, die sowohl einfache wie auch komplexe Bauteilfunktionen und digitale Funktionen umfaßt. Es können sogar analoge und digitale Funktionen in einer Schaltung bearbeitet werden.

Sogenannte 'Makros', die analoge oder digitale Funktionsblöcke darstellen, lassen sich mit dem Schaltungseditor erstellen und auf Diskette oder Platte abspeichern.

Die Transienten-Analyse erlaubt den Einsatz anwenderdefinierter algebraischer Signalquellen, die in Dateien abgelegt werden können. Routinen der Wechselspannungsanalyse bieten die Darstellung von Frequenz- und Phasengang, Gruppenlaufzeit, Impedanz, Leitwert und Rauschverhalten.

Schrittweise Temperatur- und Parameteränderung und Monte-Carlo-Analyse werden in jeder Analyse-Routine unterstützt. Mit der Fourier-Analyse kann man von Dateien einlesbare Kurvenformen einer Transienten-Analyse, Signale externer Geräte oder von anderen Programmen gelieferte Daten bearbeiten.

Die grafische und numerische Ausgabe unterstützt Plotter von Hewlett-Packard oder Houston Instruments, Epson-Drucker und hp-kompatible Laserdrucker. MICRO-CAP III benutzt automatisch den 80x87-Coprozessor, so er denn vorhanden ist.

### Programmstruktur

Das Hauptprogramm von MICRO-CAP III heißt 'MC3'. Es präsentiert den Anfangsbildschirm mit Firmenlogo und meldet sich dann mit dem Schaltungseditor. Er erlaubt das Kreieren, Editieren, Speichern und Einlesen von Schaltungen oder Bibliotheken. Transienten-, Wechselspannungs-, Gleichspannungs- und Fourier-Analyse lassen sich von hier aus aufrufen.

Das Programm-Modul 'SH' wird direkt von der DOS-Ebene aus aufgerufen und enthält den 'Shape Editor' und die Plot-Routine für die Schaltungen. Eine sinnvolle Ergänzung bietet das Modul 'PEP', das 'Parameter Estimation Program'. Es ermöglicht die Übersetzung von Bauteildaten aus Datenblättern und Labormessungen in von MICRO-CAP verarbeitbare Bauteil-Modelle und entspricht der 'Parts'-Option von PSPICE.

Das Programm TOSPICE konvertiert MICRO-CAP-III-Schaltungen in das SPICE- beziehungsweise PSPICE-Format.

Mit MICRO-CAP erstellte Schaltungen können folgende Elemente enthalten:

1. Bauteile: Passive Bauelemente, aktive Bauelemente, Spannungs- und/oder Stromquellen, Makros (enthalten andere, vollständige Schaltungen), Anschlüsse, das heißt Kurzschlüsse und Erdanschlüsse, gekennzeichnete Verbindungen und Steckbrücken.

2. Texte.

3. Linien, die zum Beispiel als Sammelschiene für Erdanschlüsse oder Stromversorgungen dienen.

### Der Schematic Editor ...

Nach Aufruf des Hauptprogramms 'MC3' wird automatisch der Editor aktiviert. Da MC3 vollständig menügesteuert arbeitet, ist eine Maus unbedingt erforderlich. Es geht auch ohne, aber doch viel mühsamer. Man kann nun durch Anklicken der verschiedenen Fenster die gewünschten Funktionen aufrufen oder die Schaltung erstellen.

### ... und der Shape Editor

Der Shape Editor ist ein sehr nützliches Werkzeug zum Kreieren oder Verändern der Größe, Form oder Gestalt der in den Schaltungen verwendeten Bauelemente. Hier wird eine etwas außergewöhnliche Philosophie verfolgt. Der Designer von Zeichenprogrammen muß normalerweise zwischen der 'vector-based' und der 'bit-mapped'-Zeichenmethode wählen.

Die erstere erlaubt hohe Auflösung bei geringer Darstellungsgeschwindigkeit. Die letztere ist schneller, hat aber eine geringere Auflösung. Der Shape Editor verwendet beide Methoden gemeinsam. Die Darstellung der Bauelemente beim Plotten erfolgt in einfachen Elementen mit hoher Auflösung, wie z. B. Linien, Kreisen und Rechtecken.

Für die Bildschirmdarstellung wird für jedes Bauelement eine Bit-Map verwendet, das heißt, jedes Bauelement ist in digitalisierter Form als Bitmuster in einer Tabelle abgelegt. Wird das Bitmuster eines gewählten Bauelements in den Bildspeicher geladen, erscheint sein Abbild auf dem Bildschirm.

### Transienten-Analyse

Hierunter versteht man die Antworten im Zeitbereich an den unterschiedlichen Punkten einer Schaltung auf eine Anregung am Eingang. Enthalten ist jeweils die dynamische Generierung eines neuen Satzes von Zustandsgleichungen für jeden Zeitpunkt, die Lösung der Gleichungen, die Ausgabe der Ergebnisse und die grafische Darstellung. Dann erfolgt die Erstellung eines neuen Satzes von Zustandsgleichungen, deren Lösungen auf den Lösungen des vorherigen Zeitpunktes basieren. Die vollständige Darstellung einer Analyse hängt von der gewählten Zeitstufung ab.

## Wechselspannungs-analyse

Sie dient zur Messung des Kleinsignalverhaltens einer Schaltung. Die Darstellungsmöglichkeiten sind:

Verstärkung in dB

Eingangsimpedanz in Ohm

Eingangsleitwert in Siemens

Ausgangsimpedanz in Ohm

Ausgangsleitwert in Siemens

Rauschen in dB von V/√ Hz

Bis auf das Rauschen sind alle Größen komplex und werden durch Betrag und Phasenwinkel angegeben. Zusätzlich kann auch noch die Gruppenlaufzeit ermittelt werden.

Falls die zu analysierende Schaltung nichtlineare Bauelemente enthält, berechnet das Programm einen Arbeitspunkt und linearisiert die Schaltung in der Umgebung der gefundenen Arbeitspunkt-Gleichspannungen. Es ersetzt dann alle Spannungsquellen durch einen 0,001-Ω-Widerstand, analysiert die linearisierte Schaltung und berechnet die gewünschten Variablen.

## Gleichspannungs-analyse

Hier wird eine Eingangs-Gleichspannung oder ein Eingangs-Gleichstrom über einen vorbestimmten Bereich verändert und die resultierende Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom gemessen. Das Programm ersetzt alle Induktivitäten durch 0,001-Ω-Widerstände und alle Kapazitäten durch einen sehr hochohmigen Widerstand.

Wie bei der Wechselspannungsanalyse werden die benötigten Quellen vom Programm bereitgestellt und müssen nicht zusätzlich in der Schaltung angegeben werden.

## Fourier-Analyse

Die Quellen dürfen einseitig an Masse liegen, können aber auch erdfrei an zwei Punkten der Schaltung angeschlossen sein. Es gibt zwei Typen von Ausgangsvariablen: Spannung eines Schaltungspunktes gegen Masse oder Spannung zwischen zwei Schaltungspunkten und Strom durch einen Widerstand, dessen Anschlußpunkte in der Schaltung definiert sind.

Sie berechnet das Frequenzspektrum eines Kurvenzuges. Die Kurvenzüge können das Ergebnis einer Transienten-Analyse sein, sie dürfen aber auch von anderen Programmen stammen oder tatsächliche Meßergebnisse darstellen. Das Programm verwendet 256 Datenpunkte. Vom Standpunkt des Analyseprogramms her gesehen, besteht der zu analysierende Kurvenzug aus einer Anzahl einzulesender Ziffern, die als Fourier-Reihe interpretiert werden.

## Monte-Carlo-Analyse

Dieses Analyseverfahren untersucht statistisch die Gebrauchstauglichkeit einer Schaltung. Für jeden Durchlauf wird die Schaltung mit zufällig geänderten Bauteilewerten einer vorgegebenen Toleranz analysiert.

Man kann durch dieses Verfahren die Änderung der Schaltungseigenschaften ermitteln und auch feststellen, an welcher Stelle engtolerierte Bauteile erforderlich sind und wo nicht.

## Parameter ...

Das Verfahren erlaubt die schrittweise Änderung der Bauteileparameter und führt dann jedesmal eine neue Analyse durch. Man erhält daher eine Übersicht über den Einfluß einer gezielten Parameteränderung.

## ... und Temperatur-Stepping

Für jede Analyseart kann die Umgebungstemperatur schrittweise über einen bestimmten Bereich geändert werden. Man erhält Mehrfach-Plots und somit ein Temperatur-Toleranzschema.

Eine verständliche englische Fehlermeldung wird in allen Arbeitsstufen immer dann ausgegeben, wenn eine bestimmte Vorgabe vom Programm nicht bearbeitet werden kann.

## Hardwarevoraussetzungen

IBM PC/XT/AT, PS/2 oder kompatible, eine Maus (Microsoft-Maus-kompatibel), minimal 640 KB RAM. 1 MB Expanded Memory sind erforderlich, um die maximale Programmkapazität ausnutzen zu können, da das Gesamtpaket mindestens 580 KB freien Speicher benötigt.

Die Betriebssystemversion muß MS/PC-DOS 3.0 oder eine spätere Version sein, eine Festplatte ist unbedingt zu empfehlen.

An Grafikadaptern werden CGA, Hercules, EGA, VGA oder MCGA unterstützt.

## Zum Beispiel

Zur Gegenüberstellung der mit PSPICE gewonnenen Ergebnisse wurde die gleiche Schaltung analysiert.

Durch die andere Arbeitsweise der Ergebnisausgabe sind die Ergebnisse nicht direkt mit denen von PSPICE vergleichbar.

Die mit dem Editor erstellte Schaltung zeigt Bild 15. Die Knotenpunkt-Ziffern werden automatisch zugeordnet. Da die Ziffern an einer festen Position eingetragen werden (auf dem Bildschirm wie die Texte in grün), wird eine umfangreichere Schaltung auf dem Ausdruck leicht unübersichtlich.

Zur besseren Information über die Schaltung kann man sich eine 'Netlist' ausdrucken lassen (Bild 16), sie enthält die Zuordnung der Knotenpunkt-Ziffern und alle Angaben über die in der Schaltung eingesetzten Bauteile.

Die Gleichspannungsanalyse ist etwas umständlicher durchzuführen. Um die Knotenpunktspannungen zu erhalten, muß man erst eine Wechselspannungsanalyse (AC) durchführen und sich die Spannungen ausdrucken lassen (Bild 17). Nun kann man wie bei PSPICE Knotenpunktspannungs-Batterien einfügen (Bild 18).

Die Gleichspannungsübertragungskennlinie zeigt Bild 19. Zur Transienten-Analyse wurde die Schaltung mit einer sinusförmigen Eingangsspannung mit der Frequenz 1000 Hz be-

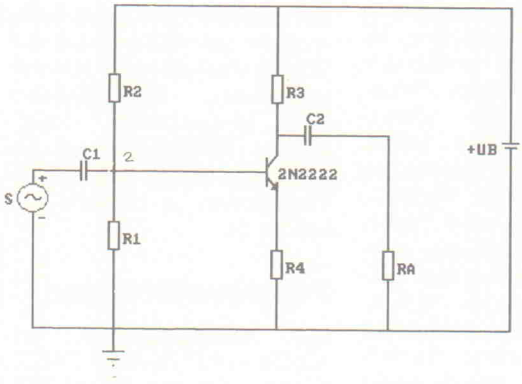



**Bild 15. Die Schaltung des Testverstärkers, so wie sie mit MICRO-CAP am Bildschirm erstellt wurde.**

```
NETLIST

 NO. Component    A        B        C        D        Parameter
 1   RESISTOR     1        2                          R2
 2   RESISTOR     2        0                          R1
 5   RESISTOR     1        3                          R3
 6   CAPACITOR    2        4                          C1
 7   RESISTOR     5        0                          RA
 10  CAPACITOR    5        3                          C2
 11  NPN          3        2        6                 2N2222
 14  RESISTOR     6        0                          R4
 15  BATTERY      0        1                          +UB
 16  SINE SOURCE  0        4                          SINUS

                          Library elements used

 R2        1K
 R1        10.1K
 R3        5.31K
 C1        .01U

 2N2222
   BF    = 150        BR    = 2.016572  XTB   = 1.5        IS    = 2.617E-14
   EG    = 1.11       CJC   = 9.630E-12 CJE   = 2.130E-11 RB    = 10
   RC    = 1.2        VAF   = 45.55556  TF    = 6.327E-10 TR    = 1.341E-07
   MJC   = .33        VJC   = .75       MJE   = .33       VJE   = .75
   CJS   = 1.000E-15  VAR   = 100       NF    = 1         NR    = 1
   ISE   = 1.523E-12  ISC   = 1.000E-16 IKF   = .09       IKR   = 1000
   NE    = 1.5        NC    = 2         RE    = 0         IRB   = 1
   RBM   = 0          VTF   = 1000      ITF   = 0         XTF   = 0
   RSV   = 0          XCJC  = 1         VJS   = .8        MJS   = .5
   XTI   = 3          KF    = 0         AF    = 1         FC    = .5

 R4        5.31K

 SINUS
   F     = 1000       A     = 1.41      DC    = 0         PH    = 0
   RS    = .001       RP    = 0         TAU   = 0         FS    = 0
```

**Bild 16. Die Netzliste der Schaltung.**

aufschlagt (Bild 20), die absichtlich so groß gewählt wurde, daß sich eine leichte Übersteuerung ergab. Die Ausgangsspannung (Bild 21) zeigt erwartungsgemäß eine verzerrte Kurvenform. Sie wurde als Daten-File für die Fourier-Analyse abgespeichert.

Der Ausdruck der Wechselspannungsanalyse (Bild 22) ist etwas unübersichtlich, da das Programm keine Markierung der einzelnen Kurven (etwa punktiert oder gestrichelt) zuläßt. Dargestellt sind Verstärkung, Phasengang und Gruppenlaufzeit.

Die Ergebnisse der Fourier-Analyse zeigt Bild 23. Eine andere Darstellungsart ist nicht möglich. Man kann sich die Ergebnisse auch als Daten-File ausgeben lassen und diese Datei dann beispielsweise mit CHART einlesen und grafisch darstellen. Ein entsprechendes Beispiel ist in Bild 24 dargestellt. □

| | Node Voltages | Inductor Currents |
|---|---|---|
| 1 | 0.2400000E+02 | |
| 2 | 0.1307680E+01 | |
| 3 | 0.1424837E+02 | |
| 4 | -.6975119E-04 | |
| 5 | -.1833609E+01 | |
| 6 | 0.6292657E+00 | |
| 7 | 0.1424086E+02 | |
| 8 | 0.1307264E+01 | |

**Bild 17. Mit Hilfe der AC-Analyse ermittelte Knotenspannungen.**

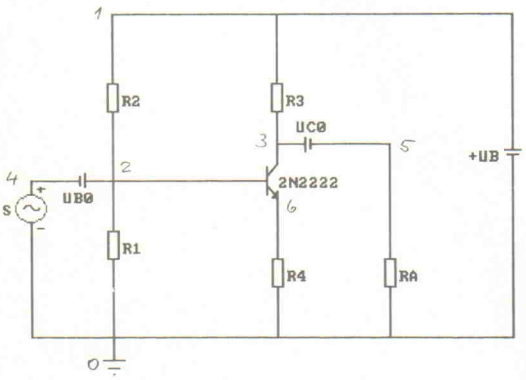



**Bild 18. Abgeänderte Schaltung für die DC-Analyse.**

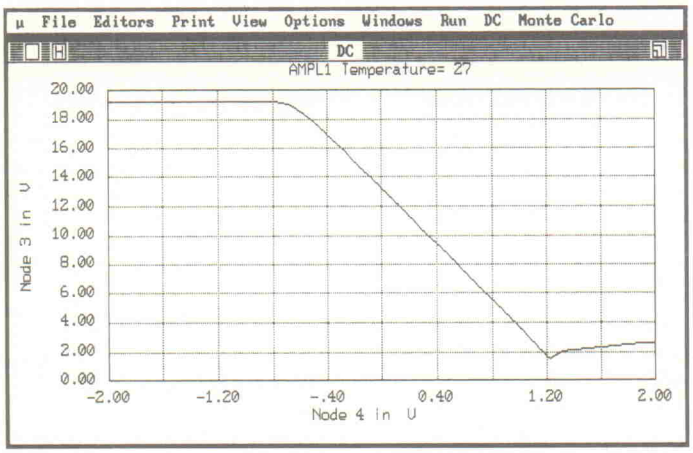



**Bild 19. Gleichspannungs-Übertragungskennlinie des Testverstärkers.**

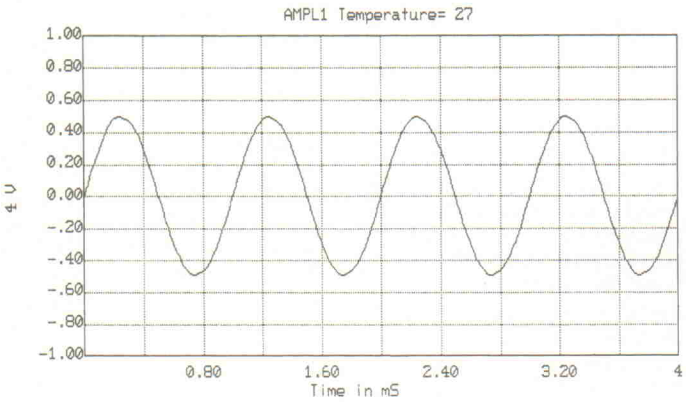



**Bild 20. Eingangsspannung bei der Transientenanalyse.**

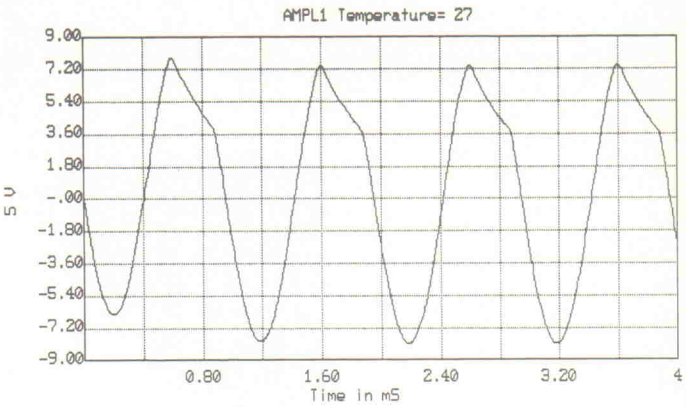



**Bild 21. Ausgangsspannung an RA.**

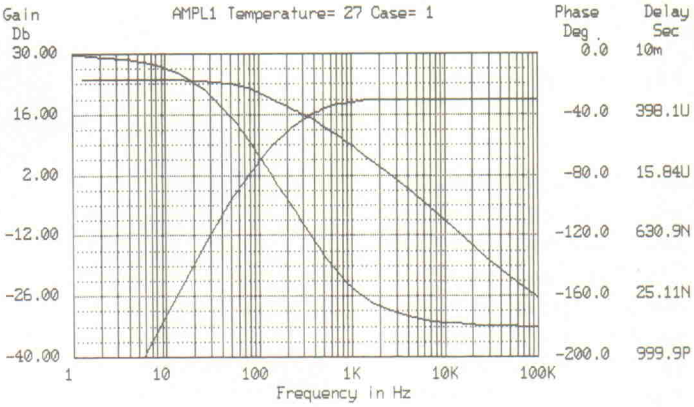



**Bild 22. Das Ergebnis der AC-Analyse.**

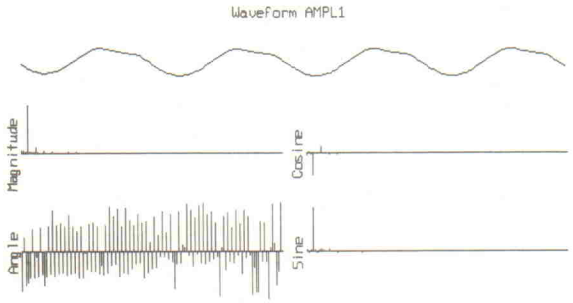



**Bild 23. Fourier-Analyse.**

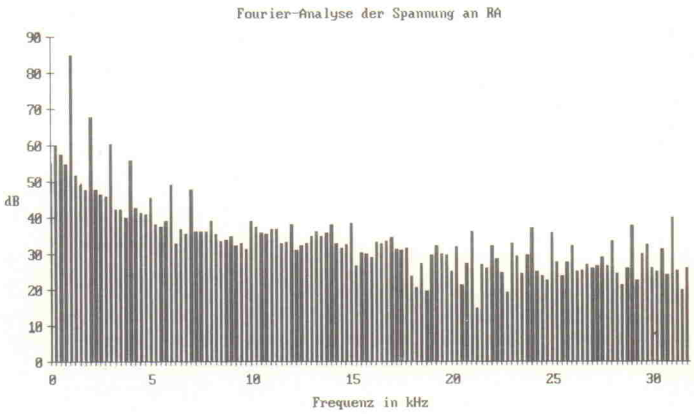
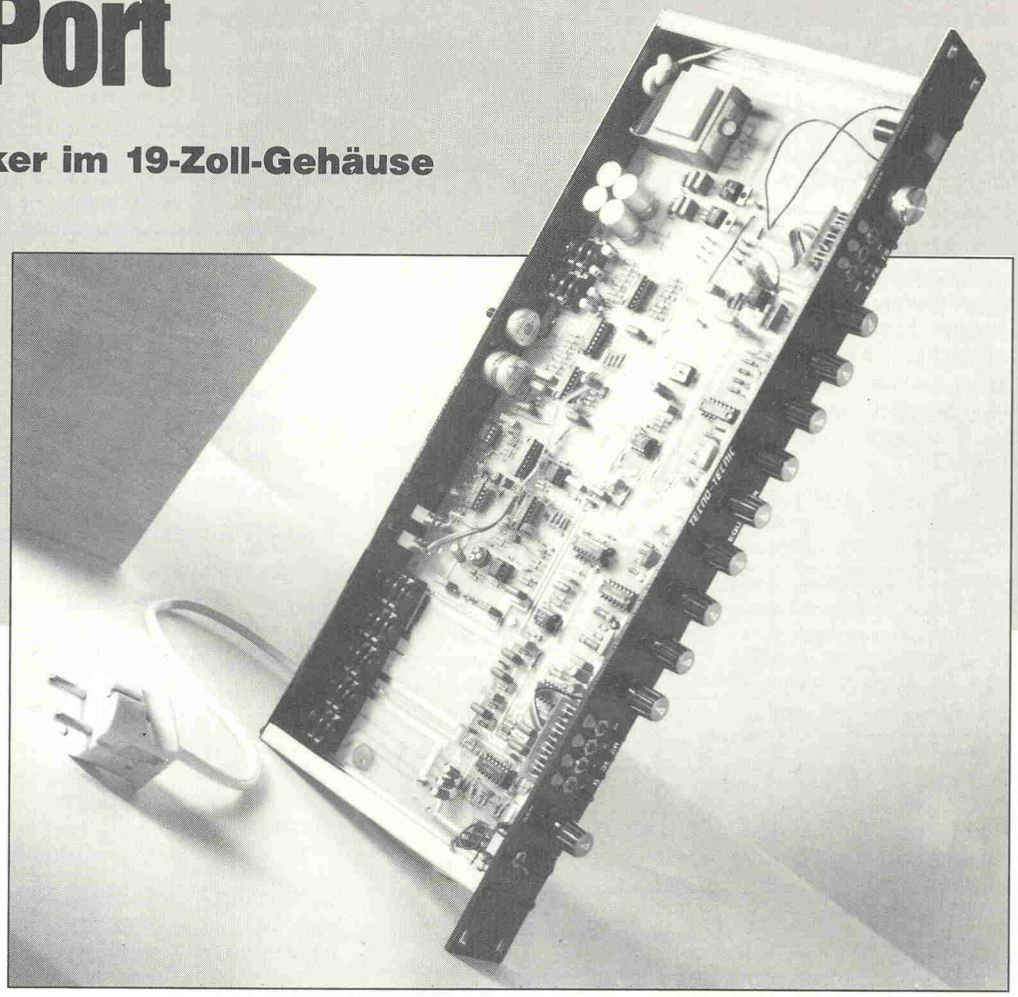



**Bild 24. Mit CHART dargestelltes Spektrum der Ausgangsspannung an RA.**

# Bass Port

## Bassvorverstärker im 19-Zoll-Gehäuse



**Martin Ziegler**

**Bei in der Elektronik üblichen Schaltungen zur Verstärkung von Tonsignalen, in der Regel Musik, im besonderen in der Sparte Hifi und Hi-End, geht es darum, daß die Signalkette, gebildet aus Tonquelle, Verstärker und Lautsprecher, das gespeicherte Musikereignis weitestgehend — im Idealfall vollständig — unverfälscht und originalgetreu dem geneigten Hörer zu Ohre bringt.**

**'Ein Stück Draht mit verstärkender Wirkung' ist ein bezeichnender Ausspruch für diese Entwicklungsrichtung. Bei einem Musikverstärker muß das anders sein.**

Die Zielsetzungen bei der Verwendung als auch in der Entwicklung eines Instrumentenverstärkers für E-Gitarre, E-Bass und Synthesizer sind zur Hifi-Philosophie geradezu konträr. Da ist der Verstärker keineswegs nur ein Teil der Wiedergabekette und auf Neutralität verpflichtet, sondern er ist Teil des Instrumentes!

Der Künstler spielt nicht nur das eigentliche Instrument, das den Urklang liefert, sondern bearbeitet und formt ihn durch den Verstärker und durch weitere Effektgeräte bis zu seiner endgültigen Ausgestaltung.

## Theorie

Dementsprechend groß sollten die Beeinflussungsmöglichkeiten des Verstärkers sein:

1. Amplitudenfrequenzgang: Equalizer, Booster
2. Zeitliches Verhalten der Amplitude: Umeter, Kompressoren
3. Frequenzzusammensetzung: Verzerrer, Harmonizer, Vocoder, Exiter
4. Zeitabhängige Wiederholungen, Rückkopplungen: Chorus, Flanger, Hall

Im speziellen Fall des Bassverstärkers sind dies in der Regel Equalizer, Booster, sowie als reine Effekte Chorus, und in Ausnahmefällen auch Exiter oder Hall.

Der einzige Punkt, an dem sich Hifi-Elektronik und Musikelektronik annähern, ist der Bereich der (Verzerrungen) Geräuschspannungsabstände, kurz: Rauschen und Brummen. Auch in Musikerkreisen werden Rauschen und Brummen als störend empfunden, aber angesichts des recht hohen Umweltgeräuschpegels in Übungsräumen und auf Bühnen kann man in diesem Bereich etwas toleranter sein.

Bei Hifi-Verstärkern sollte bei voll aufgedrehtem Lautstärkesteller kein Rauschen oder Brummen aus dem Lautsprecher zu hören sein, eine Bedingung, die bei Musikverstärkern kaum zu erfüllen ist, da die elektronische Bearbeitung umfangreich, somit auch die Zahl der rauschbehafteten Halbleiterübergänge groß ist, als auch mit sehr hoher Leistung und mit Boxen von hohem Wirkungsgrad gearbeitet wird.

Ein jedoch wesentlich entscheidender Punkt bei einem Musikverstärker für Gitarren allgemein ist das Verhalten der Endstufe bei Ansteuerung mit Signalen aus solchen Quellen.

Diese Instrumente besitzen nun einmal die negative Eigenschaft, daß die abgegebene Spitzenamplitude der Ausgangsspannung deutlich höher ist als die effektive Signalspannung.

Selbst bei normaler Spielweise beträgt die Spitzenamplitude das Vier- bis Fünffache des Wertes der effektiven Spannung, bei härterer Spielweise können es auch Werte um 10:1 sein. Dies hat jedoch für die Endstufe die Konsequenz, daß die verfügbare Spitzenleistung das 16- bis 25fache der effektiv an den Lautsprecher abgegebenen Leistung beträgt. Für eine 100-Watt-Endstufe bedeutet unter diesen Bedingungen, daß bereits 4 Watt effektive Ausgangsleistung sie in die Nähe der Übersteuerung bringen.

Bei Röhrenverstärkern ist es gerade dieser Zusammenhang,

der dieses Bauteil für den Gitarristen so interessant macht, da die Übersteuerung der Röhrenendstufe dem Klang der Gitarre durchaus angenehme Obertöne hinzufügt und sie auch sehr viel druckvoller klingen läßt.

Hier, ab diesem Punkt, sind allerdings wieder die Ziele der Sparten Hifi- und Instrumentenverstärker im Falle des Bassverstärkers identisch, denn nur eine Endstufe, die nicht übersteuert, kann nach Beendigung der Bearbeitung des Klanges durch Vorverstärker und Effekte den Klang des E-Basses sauber, klar, druckvoll, transparent und dynamisch über die Lautsprecher erklingen lassen. Dem Problem kann im Grunde genommen nur dadurch Abhilfe geschaffen werden, indem man der Endstufe einen Limiter vorschaltet, sozusagen einen automatischen 'Aufpasser' einbaut. Der Limiter ist für den modernen Bass-Sound auf Transistorbasis ein entscheidendes Bauteil, nur mit dem bemerkenswerten Unterschied zu allen vorhergehenden Bearbeitungsschritten darf man sein Wirken nicht hören! Einmal abgesehen von dem deutlich wahrnehmbaren Rauschen, den ein Limiter auf der Basis des LM13600 produziert, kann die eigentliche Vorstufe weitestgehend rauschfrei aufgebaut werden, fast schon Hifi-tauglich.

Was die Wahl der Bauelemente anbelangt, so kann man auf Bewährtes aus der Musikelektronik zurückgreifen. Mehrfachoperationsverstärker wie der TL072, TL074 sowie der OTA13700 sind durchaus brauchbare Elemente. Was die Endstufe betrifft, so kommen hier auch Hifi-Endstufen in Betracht, vorausgesetzt, man sorgt für eine wesentlich verbesserte Kühlung der Leistungshalbleiter und für eine Vergrößerung des Netzteils.

## Schaltung

Bild 1:

1. Eingangsverstärker aufgebaut mit IC1b, Verstärkung regelbar durch P1; R4-C3 bestimmen die untere Grenzfrequenz der Verstärkung;
   C1/R1: Hochpaß von ca. 20...30 Hz
   C2/R2: Tiefpaß im Eingang zur Dämpfung von HF-Einstreuungen auf dem Gitarrenkabel: $f_g$ ca. 20 kHz
   R2/R3/S1: schaltbarer Spannungsteiler zur Dämpfung eines großen Eingangssignals.
2. Pufferverstärker für Effektweg mit IC5a aufgebaut: Effekteinschleifung vor dem Equalizer C46/R26 Hochpaß; C47/R27 Tiefpaß; E1 elektronischer Umschalter zwischen Effektsignal und klarem Signal
   Effekt-Out wird durch IC1a gepuffert und liegt an RG4 am Ausgang.
3. Preemphasis, Booster aufgebaut mit IC1c.
   R54/R55: Gesamtverstärkung = 1

   Anmerkung:
   Die Preemphasis ist ein wesentliches Merkmal der heutigen Bassverstärker, da sie den Höhenabfall von Basslautsprechern ausgleicht und somit für ein klares, durchsichtiges Klangbild des Basses eine wesentliche Voraussetzung ist.

   C15/C11/R14/R15: Bandpaßfilter, Q = 1/3; Dämpfung 10 dB
   Subbass: 30 Hz; Bass: 100 Hz; Bright: 2 kHz; Treble: 6 kHz
   R22/R55: Verstärkung der Bandpaßsignale von 20 dB beziehungsweise 22 dB
   E4...E7: elektronischer Umschalter aufgebaut mit IC4066.
4. Preshape: Definierte Absenkung der mittleren Frequenzen, aufgebaut mit IC7b.
   P1: Regelung der Absenkung
   C51/C52/R58/R59: Mittenfrequenz von 320 Hz; Q = 1/2, schaltbar durch E2.
5. Graphischer Equalizer: aufgebaut durch IC7b,IC3,4

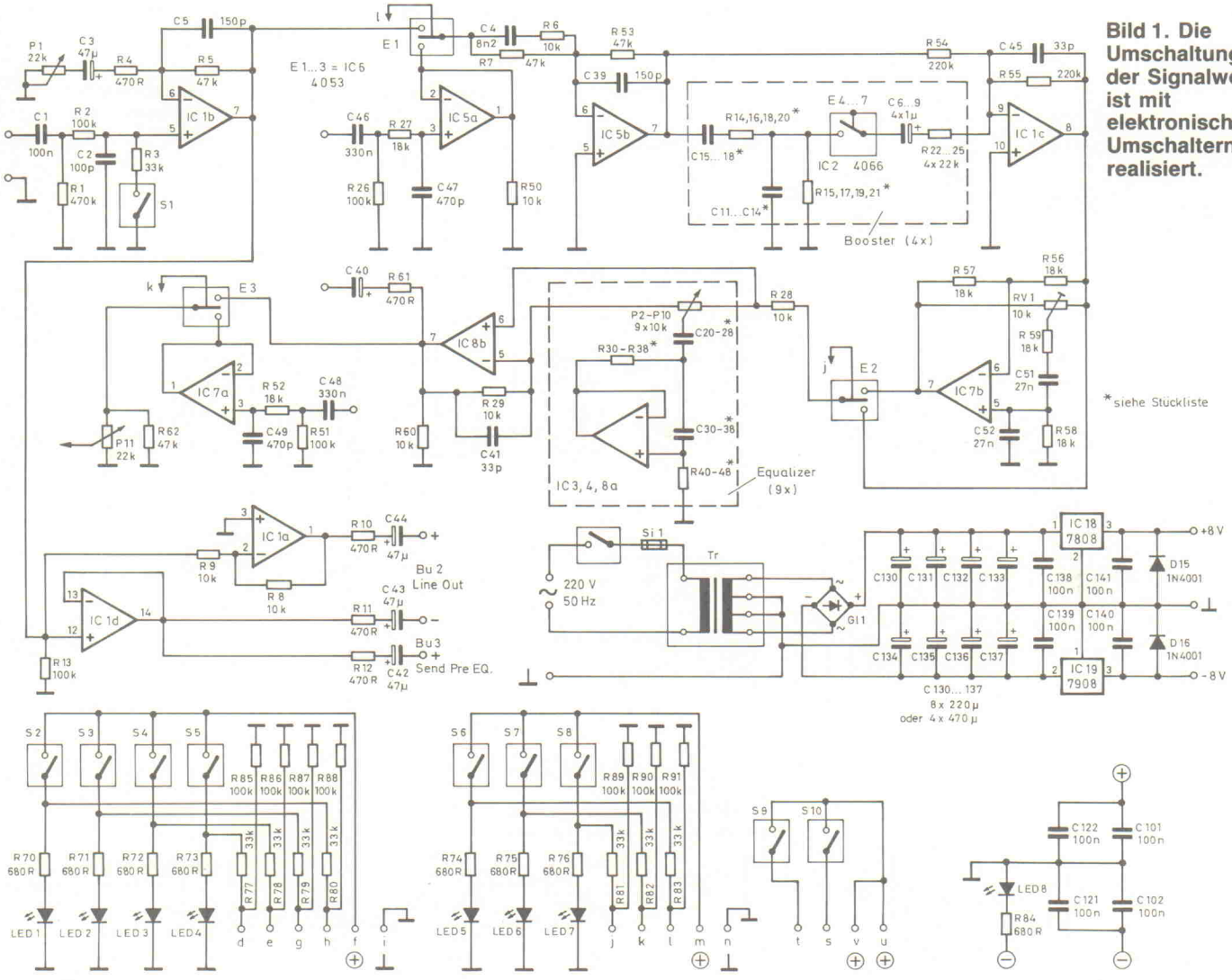



**Bild 1. Die Umschaltung der Signalwege ist mit elektronischen Umschaltern realisiert.**

und IC8a; 9 Bänder: 32 Hz, 64 Hz, 128 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz
IC7b: Summationsverstärker
Restliche ICs: Bandpaßfilter; Regelbereich ±12 dB

6. (Effektausgang) Effektweg II, nach dem EQ; Post-EQ, schaltbar durch E3
7. P11: Mastervolumen: zentraler Lautstärkeregler
8. Ausgangsverstärker mit IC7a: Verstärkung ca. 10 dB, verbessert die Aussteuerbarkeit der Vorstufe.

Bild 2:

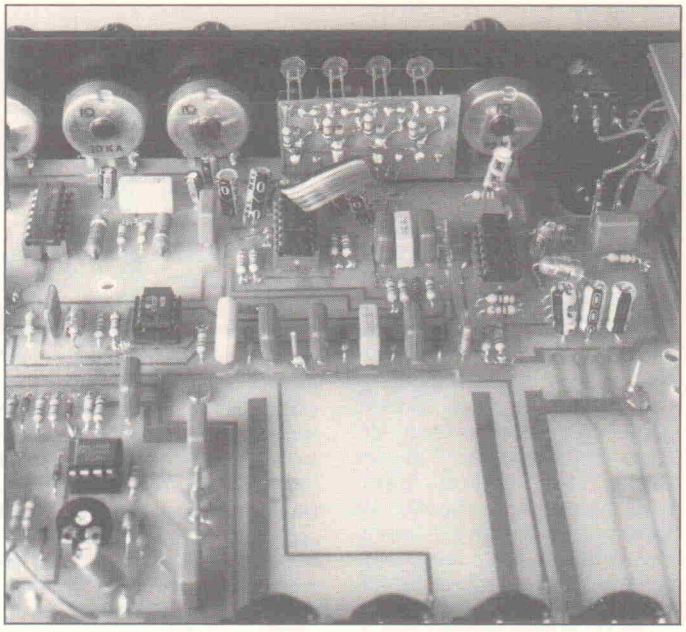
9. Aktive Frequenzweiche, aufgebaut mit IC11a,d; IC11d: aktiv regelbares Tiefpaßfilter 100 Hz... 600 Hz (Stereopoti P13). IC11c: Subtraktionsverstärker, subtrahiert vom gesamten Frequenzband die Signale des Tiefpasses, wodurch an dem Ausgang dann das Hochsignal anliegt.
P12: Balancepotentiometer zur Abstimmung der Lautstärkeverhältnisse vom Hochton- und Tieftonband.
10. IC1a, IC1d: Line-Out, symmetrischer Ausgang zur Einspeisung des Baßsignals direkt ins Mischpult.
11. E1-E3 sind mit dem IC 4053 aufgebaut.

Limiter: Der Rest der Schaltung besteht aus zwei identischen Limitern. Dabei handelt es sich um altbewährte, modifizierte Elrad-Schaltungen.

## Inbetriebnahme

Bassgitarre in den Eingang Input:

1. Verbindungskabel in den Endstufeneingang und in den Masterausgang, wobei nur bei einer Stellung des unbeschrifteten Schalters auf der Rückseite das Fullrangesignal anliegt.
2. Biamping: Je ein Verbindungskabel in den Hochtonausgang und in den Tieftonausgang, die anderen Enden in die entsprechenden Eingänge der Stereoendstufe.



**Die beiden Anzeigeplatinen werden aus der Hauptplatine ausgesägt und von zwei Seiten bestückt.**

Auf die Stellung des unbeschrifteten Schalters achten.

Aussteuerung und Einpegeln:

Mittels des Gainpotentiometers und des High-Low-Schalters an der Frontseite wird die Verstärkung der Vorstufe so eingeregelt, daß die Vorstufe nicht übersteuert wird, andererseits aber auch genügend Spannung zur Ansteuerung der Endstufe bietet. Übersteuerung der Vorstufe wird daran erkennbar,

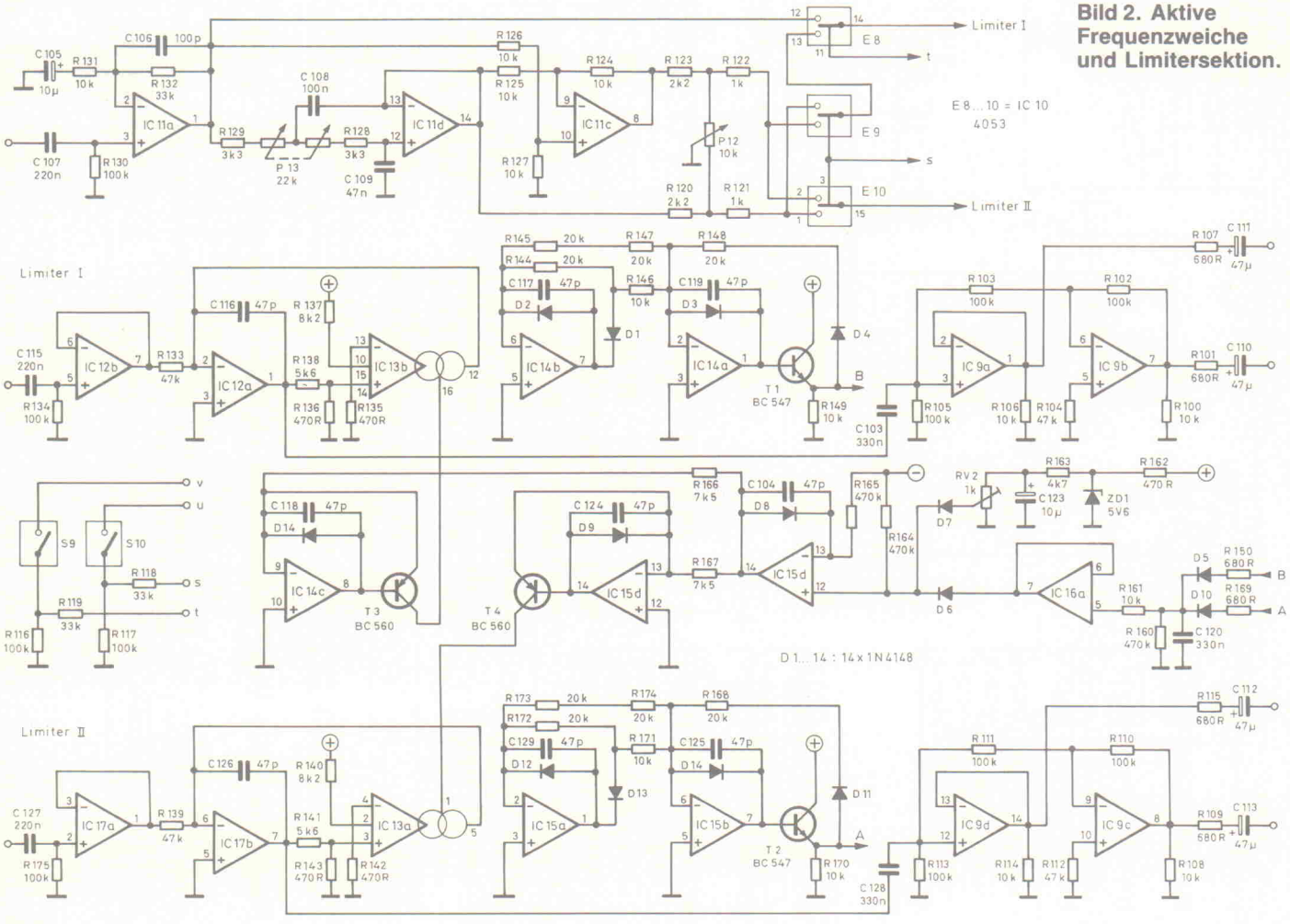



**Bild 2. Aktive Frequenzweiche und Limitersektion.**

| S10 | S9 | Bu7 | Bu8 |
|---|---|---|---|
| OFF | OFF | Master | HighFreq. |
| OFF | ON | LowFreq. | HighFreq. |
| ON | OFF | Master | LowFreq. |
| ON | ON | HighFreq. | LowFreq. |
| Master = Fullrange | | | |

**Tabelle I. Die Schalter S9 und S10 bestimmen das Signalausgangsmuster an den Buchsen Bu7 und Bu8.**

## Stückliste

Widerstände, Metallfilm, 1/8 W

| | |
|---|---|
| R1,160, 164,165 | 470k |
| R2,13,26, 40...42, 44,45,51, 85...91, 102,103,105, 110,111,116, 117,130,134, 175 | 100k |
| R3,77...83, 118,119, 132 | 33k |
| R5,7,53, 62...69, 104,112, 133,139 | 47k |
| R4,10...12 | 470R |
| R6,8,9,28, 29,50,60, 100,106, 108,114, 124...127, 131,146, 149,161, 170,171 | 10k |
| R14,15, 18...21, 163, | 4k7 |
| R16,17 | 15k |
| R22...25 | 22k |
| R27,52, 56...59 | 18k |
| R30...38 | 390R |
| R43, 46...48 | 82k |
| R54,55, | 220k |
| R61,135, 136,142, 143,162 | 470R |
| R70...76, 84,101,107, 109,115, 150,169 | 680R |
| R120,123 | 2k2 |
| R121,122 | 1k |
| R128,129 | 3k3 |
| R137,140 | 8k2 |
| R138,141 | 5k6 |
| R144,145, 147,148,168, 172...174 | 20k |
| R166,167 | 7k5 |
| P1 | Poti, 22k, lin/Mono |
| P2...P10 | Poti, 10k, lin |
| P11 | Poti, 22k, log/Mono |
| P12 | Poti, 10k, lin/Mono |
| P13 | Poti, 22k, lin/Stereo |
| RV1 | Trimmer, 10k |
| RV2 | Trimmer, 1k |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1,26,30, 101,102, 108,121,122, 130...141 | 100n |
| C2,106 | 100p |
| C3, 110...113 | 47µ |
| C4 | 8n2 |
| C5 | 150p |
| C6...9, 19,40,41 | 1µ |
| C11,15 | 5n6 |
| C12,14,16, 18,24,46, 48,100,103, 12,128 | 330n |
| C13,17 | 18n |
| C20 | 6µ8 |
| C21 | 3µ3 |
| C22 | µ5 |
| C23 | 680n |
| C25 | 150n |
| C27 | 56n |
| C28,33 | 22n |
| C31,109 | 47n |
| C32 | 33n |
| C34 | 10n |
| C35 | 4n7 |
| C36 | 2n2 |
| C37 | 1n |
| C38 | 560p |
| C39 | ≈150p |
| C42...44 | 10µ...47µ |
| C45,52 | 33p |
| C47,49 | 470p |
| C50,51 | 27n |
| C53,105, 123 | 10µ |
| C107,115, 127 | 220n |
| C116...119, 124...126, 129 | 47p |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1...D14 ≙ | 4148 |
| D15, D16 ≙ | 4001 |
| LED1...7 | rot, 5 mm |
| LED8 | grün, 5 mm |
| Gl1 | B40/C800, rund |
| T1,T2 | BC107 |
| T3,T4 | BC560 |
| IC1,3,4,9, 11,14,15 | TL074 |
| IC2 | 4066 |
| IC5,7,8, 12,16,17 | TL072 |
| IC6,10 | 4053 |
| IC13 | LM13700 |

Sonstiges

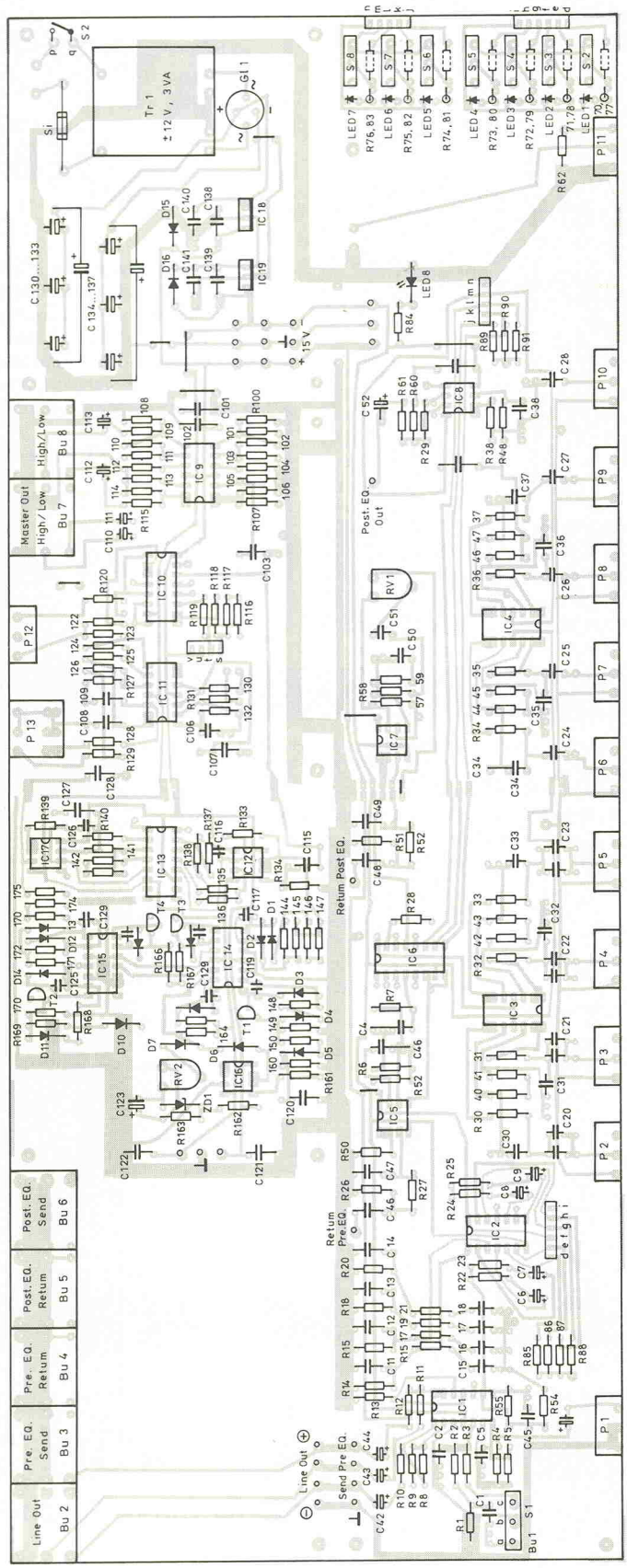
| | |
|---|---|
| S1...S10 | Miniaturschalter 1xUM |
| S-220 V | Ein/Aus-Schalter, 220 V |
| Bu2,7,8 | 6,3 mm Klinke,isoliert,print,Stereo |
| Bu1,3...5 | wie oben, nur Mono |

1 Trafo mit möglichst niedriger Bauhöhe, 220 V prim., sek.:2x12 V, 2x125 mA, 3 VA
1 Sicherungshalter für Sicherung 5x20 mm
1 Sicherung, 50 mA, Träge
1 Platine, 400x160 mm

daß sie unabhängig von der gespielten Lautstärke ist.

Einpegeln der Endstufe:
Das Ausgangssignal des Limiters liegt bei ca. 0,5 V eff. oder 0,7 V Spitzenspannung. Sollte die Empfindlichkeit der Endstufe höher sein, dann führt dies dazu, daß trotz Limiters die Endstufe bei hoher Lautstärke in die Übersteuerung gerät. Aus diesem Grund müssen die Eingangsregler der verwendeten Endstufe in diesem Falle so weit hochgedreht werden, daß dieser Fall unterbleibt.

Soweit dürfte dann das Gerät betriebsbereit sein. □



# TENNERT-ELEKTRONIK

Vertrieb elektronischer Bauelemente
Ing. grad. Rudolf K. Tennert

AB LAGER LIEFERBAR
AD-DA-WANDLER-ICs
CENTRONICS-STECKVERBINDER
C-MOS-40xx-74HCxx-74HCTxx
DC-DC-WANDLER-MODULE 160W
DIODEN BRÜCKEN BIS 35 AMP
DIP-KABELVERBINDER + KABEL
EINGABETASTEN DIGITASTEN
EDV-ZUBEHÖR DATA-T-SWITCH
IC-SOCKEL+TEXTOOL-ZIP-DIP
KABEL RUND-FLACH-KOAX
KERAMIK-FILTER + DISKRIM.
KONDENSATOREN
KÜHLKÖRPER + ZUBEHÖR
LABOR-EXP. -LEITERPLATTEN
LABOR-SORTIMENTE
LCD-PUNKTMATRIX-MODULE
LEITUNGSTREIBER-ICs V24
LINEARE- + SONSTIGE-ICs
LÖTKOLBEN -STATIONEN-ZINN
LÜFTER-AXIAL
MIKROPROZESSOREN UND
PERIPHERIE-BAUSTEINE
MINIATUR-LAUTSPRECHER
OPTO-TEILE -KOPPLER 7SEGM.
QUARZE + -OSZILLATOREN
RELAIS -REED-PRINT-KARTEN
SENSOREN TEMP-FEUCHT-DRUCK
SCHALTER KIPP+WIPP+DIP
SICHERUNGEN 5x20+KLEINST
SMD-BAUTEILE AKTIV+PASSIV
SOLID-STATE-RELAIS
SPANNUNGS-REGLER FEST+VAR
SPEICHER EPROM-RAM-PAL
STECKVERBINDER DIVERSE
TASTEN + CODIERSCHALTER
TRANSFORMATOREN 1.6—150 VA
TRANSISTOREN
TRIAC-THYRISTOR-DIAC
TTL-74LS-74S-74F-74ALSxx
WIDERSTÄNDE + -NETZWERKE
Z-DIODEN + REF.-DIODEN

KATALOG AUSG. 1989/90
MIT STAFFELPREISEN
ANFORDERN — 240 SEITEN
SCHUTZGEB. 3,— (BRIEFMARKEN)

7056 Weinstadt 1 (Benzach)
Postfach 22 22 · Ziegeleistr. 16
TEL.: (0 71 51) 66 02 33 + 6 89 50
FAX.: (0 71 51) 6 82 32



## Für einfaches Kopieren und Programmieren von EPROMs und EEPROMs, jetzt bis 4 MBit!

viele Funktionen,

einfache Bedienung

Textool-Fassungen für Master- und Copy-IC
Automatische IC-Erkennung über Identify-Code
Durch Quick-Puls u. High-Speed-Algorithmen superschnell, 2764-Copy in 4 Sekunden!
Anzeige der Funktionsabläufe über LEDs
Verify-Funktion vergleicht Master- und Copy-IC
RS 232-Schnittstelle, Baudrate 300 ... 38.200 Bd einstellbar

µ-PROM 2001 preiswerter Bausatz nur 900,- DM
betriebsfertig nur 1.196,- DM

Böhm
Kuhlenstraße 130 - 132 · 4950 Minden
Telefon (05 71) 5 04 50

Gutschein für kostenlose Information E K



## 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



## Faszination Laser Laserwerbung

Text/Grafik-Werbesystem „STAR II", absolute Spitzensoftware für IBM/Kompatibel, **ALLES** möglich! Laufschriften, Firmenlogos, Grafiken, Trickfilme, 3D-Drehung und Animation, Zooming aufstellfertig! ..... **ab 6.300,—**

Scanningsystem „STAR II", Demosoftware, inkl. 2 High-Speed-Galvanometer und Interface **nur 4.600,—**

**Lasershow**

Kleine Disco-Anlage, transportabel, rot/grün, Steuergerät 19", Scanningcomputer, 5 Laser! Einführungspreis ..... **10.950,—**

**Hobby**

HeNe-Laser 1,5 mW, Netzteil 220 V, abgeglichen Sonderangebot ..... **229,—**

**Funlight Lasersystems**
Theodor-Heuss-Str. 22, 7406 Mössingen 4
0 74 73/71 42


# P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzinnt. 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 |
|---|---|---|
| MOSFET-PA Aussteuerungskontrolle | 045-413/1 | 2,35 |
| MOSFET-PA Ansteuerung Analog | 045-413/2 | 12,65 |
| Hall-Digital I | 055-418 | 36,65 |
| Ton-Burst-Generator (Satz) | 055-419 | 17,65 |
| Hall-Digital II | 065-422 | 49,05 |
| Fahrrad-Computer (Satz) | 065-423 | 6,35 |
| Camping-Kühlschrank | 065-424 | 13,40 |
| De-Voicer | 065-425 | 7,75 |
| Lineares Ohmmeter | 065-426 | 5,65 |
| Computer-Schaltuhr Anzeige | 075-430/2 | 10,50 |
| Schnellader | 075-432 | 10,25 |
| Video Effektgerät Eingang | 075-433/1 | 6,70 |
| Video Effektgerät AD/DA-Wandler | 075-433/2 | 5,95 |
| Video Effektgerät Ausgang | 075-433/3 | 13,55 |
| Impuls-Metalldetektor | 095-438 | 9,30 |
| Perpetuum Pendulum* | 105-444 | 2,50 |
| Symmetrier-Box | 125-455 | 4,15 |
| Präzisions-Fktns-Generator/Basis | 125-456/1 | 13,50 |
| Präzisions-Fktns-Generator/ ±15 V-NT | 125-456/2 | 3,80 |
| Combo-Verstärker 1 | 016-458 | 7,45 |
| ZF-Verstärker f. ElSat (doppelseitig) | 016-461 | 14,30 |
| Combo-Verstärker 2 | 026-462 | 11,10 |
| Kraftpaket / Einschaltverzögerung | 026-464/2 | 6,00 |
| elSat 2 PLL/Video | 026-465 | 20,65 |
| elSat 3 Ton-Decoder | 036-470 | 8,70 |
| elSat 3 Netzteil | 036-471 | 7,20 |
| Combo-Verstärker 3/Netzteil | 036-472 | 8,25 |
| elSat 4 Stromversorgung | 046-476 | 1,50 |
| elSat 4 LNA (Teflon) | 046-477 | 9,90 |
| Power-Dimmer | 056-481 | 13,45 |
| Netzblitz | 056-482 | 7,15 |
| elSat UHF-Verstärker (Satz) | 056-486 | 21,55 |
| Drehzahlsteller | 076-495 | 3,60 |
| Delay — Hauptplatine | 076-497 | 28,25 |
| Röhrenverstärker | 106-509 | 37,40 |
| Spannungsreferenz | 106-510 | 4,60 |
| Schlagzeug — Mutter | 106-511 | 40,00 |
| Impulsgenerator | 116-520 | 18,70 |
| Flurlichtautomat | 116-522 | 3,90 |
| Netzgerät 260 V/2 A | 126-525 | 9,85 |
| Frequenznormal | 126-526 | 5,00 |
| Multiboard | 126-527 | 14,95 |
| Hygrometer | 017-530 | 9,90 |
| C-Meter — Hauptplatine | 017-532 | 6,70 |
| C-Meter — Quarz-Zeitbasis | 017-534 | 1,65 |
| Limiter L6000 | REM-540 | 3,70 |
| Oszi-Speicher | 027-544 | 13,80 |
| Stereo-Simulator | 027-547 | 4,80 |
| Autopilot | 037-548 | 3,75 |
| Sweep-Generator — HP | 037-551 | 14,50 |
| Sweep-Generator — NT | 037-552 | 8,30 |
| DNR-System | 037-553 | 9,75 |
| Lautsprecher-Schutzschaltung | 047-555 | 15,85 |
| Widerstandsflöte | 047-556 | 0,80 |
| Digital-Sampler | 047-557 | 32,00 |
| Midi-Logik | 047-559 | 15,50 |
| Midi-Anzeige | 047-560 | 3,40 |
| HF-Baukasten-Mutter | 057-561 | 24,50 |
| -NF-Verstärker | 057-562 | 3,75 |
| -Netzteil | 057-563 | 3,30 |
| Zweitklingel | 057-567 | 1,95 |
| LED-Übersteuerungsanzeige | 057-568 | 1,95 |
| HF-Baukasten — Mixer | 067-569 | 3,30 |
| Leistungsschaltwandler | 067-570 | 5,00 |
| Spannungsreferenz | 077-573 | 4,00 |
| Video-PLL | 077-574 | 1,10 |
| Video-FM | 077-575 | 2,30 |
| Spannungslupe | 077-576 | 2,25 |
| Wedding Piper | 077-577 | 2,75 |
| HF-Baukasten-AM-Demodulator | 077-579 | 3,00 |
| Ultraschall-Entfernungsmesser (Satz) | 077-580 | 8,00 |
| Rauschgenerator | 077-582 | 2,50 |
| Pink-Noise-Filter | 077-583 | 2,85 |
| Remixer (Satz) | 077-585 | 41,00 |
| Midi-V-Box | 097-587 | 9,10 |
| Testkopf-Verstärker | 097-588 | 2,10 |
| Wechselschalter | 097-589 | 2,50 |
| Mäuse-Klavier | 097-590 | 31,50 |
| Midi-Keyboard | 107-594 | 15,00 |
| Mini-Sampler | 107-595 | 4,40 |
| µ-Pegelschreiber-NT | 117-597 | 12,90 |
| -Interface | 117-598 | 29,40 |
| Schrittmotorensteuerung-HP | 117-599 | 19,25 |
| Impedanzwandler | 117-601 | 0,85 |
| Sinusspannungswandler | 127-604 | 9,95 |
| Normalfrequenzempfänger | 127-605 | 6,85 |
| MIDI-Interface für C 64 (ds.) | 127-608 | 13,20 |
| Bit-Muster-Detektor | 127-609 | 7,45 |
| Sprachausgabe für C 64 | 127-610 | 6,95 |
| Schrittmotorsteuerung | | |
| — Busplatine | 127-611 | 13,25 |
| — MUX-Karte | 127-612 | 6,00 |
| — Verdrahtungsplatine | 127-614 | 33,00 |
| Audio-Verstärker mit NT | 127-615 | 4,85 |

**½ Preis**
**Gültig ab 1. 12. 1989**

**!!!! Solange Vorrat reicht !!!!**

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

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

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

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

Hinweis: Fortsetzung aus Heft 1/90

## Motor-Drehzahl-steuerungen

Die Drehzahl eines Gleichstrom-Kollektormotors ist direkt proportional zur Speisespannung. Die einfachste Möglichkeit einer Drehzahlsteuerung ist in Bild 28 dargestellt. Die Spannung am Abgriff des Potentiometers RV1 gelangt über die beiden Emitterfolger T1 und T2 an den Motor. Der Variationsbereich der Ausgangsspannung beträgt 0...12 V. Im mittleren und höheren Drehzahlbereich funktioniert diese Schaltung recht gut, sie zeigt jedoch bei niedrigen Drehzahlen und beim Anlaufen einige Schwächen. Aus diesem Grund eignet sie sich nur für einfachste Anwendungen. Außerdem muß der Transistor T2 die volle Verlustleistung aufnehmen können, so daß auch der Wirkungsgrad nicht besonders gut ist.

Einen besseren Wirkungsgrad und wesentlich bessere Drehzahlsteuerung erreicht man mit einem pulslängenmodulierten (PWM-)Steuergerät. Bild 29 vermittelt einen Eindruck einer derartigen Schaltung. IC1 arbeitet als astabiler Multivibrator mit einer Ausgangsfrequenz von etwa 50 Hz. Das Tastverhältnis der rechteckförmigen Ausgangsspannung ist mit dem Potentiometer RV1 von 20:1...1:20 einstellbar. Diese Rechteckspannung gelangt über die Transistoren T1 und T2 an den Motor. Die mittlere Speisespannung des Motors (integriert über eine 50-Hz-Periode) ist so in weiten Grenzen veränderbar. Die Impulsspannung beträgt in jedem Fall 12 V. Diese Schaltungsvariante liefert ausgezeichnete Steuermöglichkeiten über den vollen Drehzahlbereich und garantiert auch ein hohes Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen. Der Wirkungsgrad der Schaltung ist wesentlich höher als der einer Linearsteuerung, da der Transistor T2 nur als Schalter arbeitet.

## Geschwindigkeitssteller für kleine Motoren

Ein pulslängenmoduliertes Steuergerät eignet sich ausgezeichnet für die Steuerung von Motoren, wie sie etwa in Modelleisenbahnlokomotiven arbeiten. Die Steuerung garantiert eine sehr weiche und ruckfreie Geschwindigkeitseinstellung von Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 1,5 A. Es ist ein Kurzschlußschutz vorgesehen, der den Ausgangsstrom automatisch auf einen mittleren Wert von 100 mA begrenzt.

Die Schaltung in Bild 30, die sich auch für Modellbahnbetrieb eignet, arbeitet wie folgt: Die Trafospannung wird mit dem Brückengleichrichter Gl1 gleichgerichtet, jedoch nicht geglättet. Dies ist für die Funktionsweise der Schaltung wichtig. Die ungeglättete Gleichspannung gelangt dann über den Thyristor und den Drehrichtungsumschalter (Fahrtrichtungsumschalter) S3 an den Motor.

Zu Beginn jeder Halbwelle ist der Thyristor gesperrt, so daß die Gleichspannung über R4 und die Zenerdiode ZD1 an den Unijunction-Transistor T1 und an das zeitbestimmende RC-Glied RV1-C1 gelangt. C1 lädt sich auf, bis der Unijunction-Transistor zündet und den Thyristor triggert. Wenn der Thyristor durchschaltet, gelangt keine Spannung mehr an den Unijunction-Transistor, er kehrt zum Anfangszustand zurück. Der nach dem Triggern des Thyristors noch vorhandene Rest der Halbwelle gelangt über die parallelgeschalteten Widerstände R2 und R3 sowie den Richtungsumschalter S3 an den Motor. Dieser Schaltvorgang wiederholt sich bei jeder Halbwelle und bietet eine klassische Phasenanschnittsteuerung. Die Motordrehzahl läßt sich mit RV1 in weiten Grenzen einstellen.

Die beiden parallelgeschalteten Widerstände R2 und R3 gehören zur Überstromschutzschaltung. Die an ihnen abfallende Spannung gelangt über die Diode D1 an den Kondensator C2, wird hier geglättet und dann über R8-R9 an die Basis des Transistors T2 gelegt. Bei ausreichend hoher Basisspannung schaltet T2 durch und legt das heiße Ende des Potentiometers RV1 praktisch an Masse, so daß das zeitbestimmende Netzwerk für den Unijunction-Transistor kurzgeschlossen ist. Die Schaltgrenze für die Überstromabschaltung ist auf 1,5 A eingestellt. Im Kurzschlußfall wird der während einer Halbperiode fließende Strom durch den Innenwiderstand der Schaltung auf einige Ampere begrenzt, bis die Schutzschaltung anspricht.

Für Modellbahner folgt hier noch eine Spezialität; die hinter der Diode D2 in Bild 30 anstehende Spannung kann nämlich beispielsweise zur Speisung des elektri-

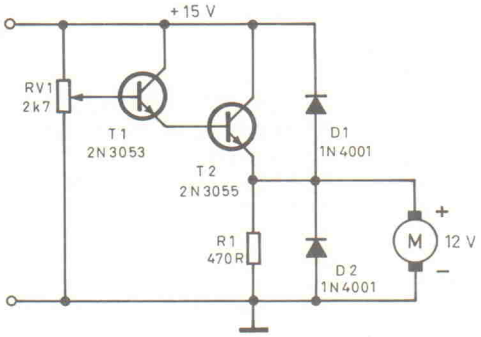



Bild 28. Drehzahlsteuerung eines 12-V-Gleichstrommotors.

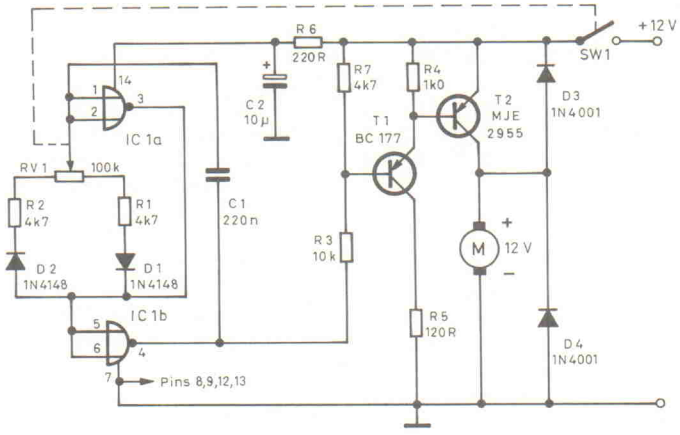



Bild 29. Drehzahlsteuerung eines 12-V-Gleichstrommotors mit dem Impulsbreitenverfahren.

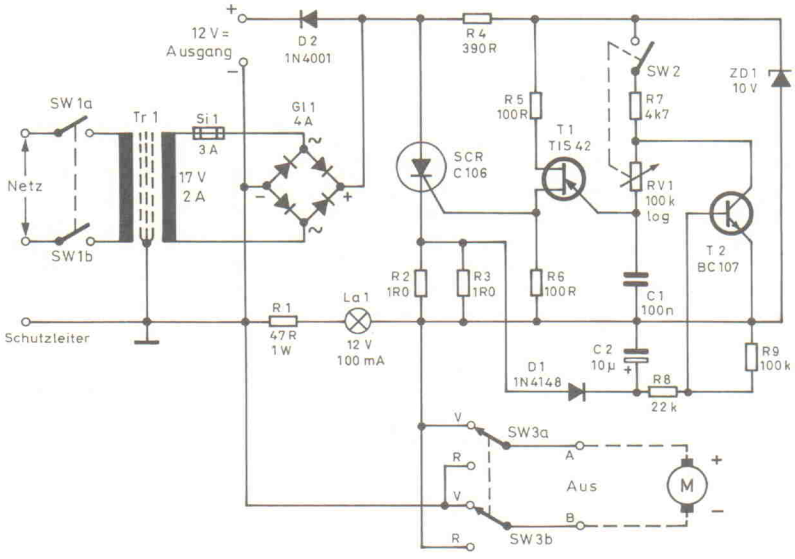



Bild 30. Steuerschaltung mit automatischem Kurzschlußschutz.

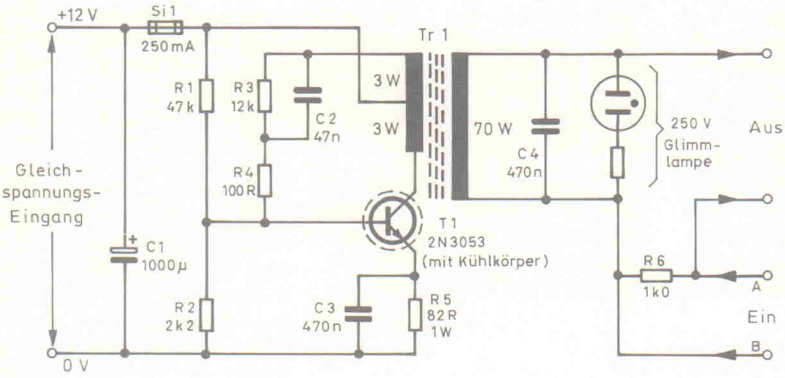



Bild 31. Elektrische Reinigung als Zusatzschaltung für Bild 30.

schen Schienenreinigers nach Bild 31 verwendet werden. Da bei Modelleisenbahnen die Stromübertragung häufig direkt über die Räder und nicht über Abgriff erfolgt, kann es bei schmutzigen Schienen oder Oxidationserscheinungen auf den Schienenoberflächen zu Kontaktschwierigkeiten kommen. Um dieses Problem zu umgehen, kann man sich des elektrischen Schienenreinigers bedienen, der als belastungsabhängiger Hochfrequenz-Kleinleistungs-Hochspannungsgenerator ausgelegt ist. Die Hochspannung durchschlägt vorhandene Schmutz- oder Oxidationsschichten und sorgt so immer für guten Kontakt.

Die Schaltung in Bild 31 ist so ausgelegt, daß sie mit dem Steuergerät von Bild 30 zusammenarbeiten kann. Der Transistor T1 arbeitet mit der Primärwicklung des Transformators Tr1 in einer Oszillatorschaltung, deren Frequenz etwa 100 kHz beträgt. An der Sekundärseite des Transformators stehen einige 100 V Spitzenspannung. Durch den hohen Innenwiderstand der Schaltung besteht aber hier keine Gefahr. Die Glimmlampe dient zur Funktionskontrolle. Bei starker Belastung des Hochspannungs-Ausganges setzen die Schwingungen des Oszillators aus.

Die Sekundärwicklung des Trafos Tr1 muß aus relativ dickem Draht bestehen, da durch ihn der Betriebsstrom für die Lokomotiven geführt wird. Bei gutem Kontakt zwischen Lok, Motor und Schiene ist der Oszillator gesperrt, so daß nur die Speisespannung die Schienen erreicht. Wenn jedoch der Lastkreis hochohmiger wird, beginnt der Oszillator zu schwingen, und die hochfrequente Hochspannung plus Speisespannung bahnen sich einen Weg durch die vorhandenen Schmutz- oder Oxidationsschichten. R6 stellt sicher, daß nur ein geringer Teil der Hochspannung an den Geschwindigkeitssteller gelangen kann, wenn der Oszillator schwingt. Noch eine Anmerkung: Da es sich hier um einen 100-kHz-Oszillator handelt, können erhebliche Rundfunk- und Fernsehstörungen auftreten, zumal die Schienen wie Antennen wirken!

## Motor-Drehzahlregelung

Im Gegensatz zur Drehzahlsteuerung bleibt bei der Regelung die Motordrehzahl bei Belastung konstant. Die Regelung muß dafür sorgen, daß bei Belastung der Motor mehr Strom ziehen kann, so daß er ein höheres Drehmoment liefert und dadurch die Drehzahl konstant bleibt.

Die Schaltung in Bild 32 bietet die Möglichkeit, die Drehzahl eines Gleichstrom-Kollektormotors auf einen bestimmten Wert einzustellen. Mit dem Spannungsregler 317K wird der Regeleffekt erreicht; das IC kann bei geeignetem Kühlblech Ausgangsströme bis zu 1,5 A liefern. Sein Ausgang ist gegen Überlastung und Kurzschluß geschützt. Mit den angegebenen Bauteilewerten läßt sich die Ausgangsspannung mit dem Poti RV1 im Bereich 1,25 V...13,75 V einstellen. Die Eingangsspannung muß in jedem Fall mindestens 3 V über der höchsten Ausgangsspannung liegen.

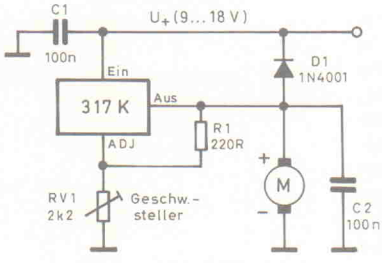
Bild 33 zeigt eine weitverbreitete Regelschaltung, die mit geringfügigen Modifikationen in vielen Kassettenrecordern wiederzufinden ist. Sie regelt sowohl Schwankungen der Speisespannung als auch Belastungsänderungen des Motors aus. Der Motorstrom fließt durch den Transistor T1 und den Widerstand R2, der zur Stromüberwachung dient. T1 wird von T2 angesteuert. Die in der Schaltung angegebenen Spannungen gelten für eine Motorspannung von 6 V und einen Motorstrom von 100 mA. Der Emitter des Transistors T2 liegt um 1,2 V unter der Motorspannung. Dies wird mit dem Widerstands-Diodennetzwerk R3-D1-D2 erreicht. Die Basisspannung des Transistors T1 beträgt wegen des Spannungsteilers R4-RV1-R5 nur einen Bruchteil der Kollektorspannung. Alle Änderungen der Motorspannung oder der Kollektorspannung von T1 beeinflussen den Emitter von T2 und bewirken eine Veränderung der Basis-Emitterspannung.

Jeglicher Abfall der Speisespannung bewirkt natürlich auch einen Abfall der Motorspannung, so daß der Emitter von T2 unter die an der Basis stehende Spannung fällt. Dadurch werden T2 und T1 weiter durchgesteuert und kompensieren den Speisespannungsabfall. Auf gleiche Weise wirkt sich eine Belastungsänderung des Motors aus. Sollte sich die Motordrehzahl durch eine höhere Belastung verringern und dadurch ein Ansteigen des Motorstroms hervorrufen, hat dies einen erhöhten Spannungsabfall an Widerstand R2 zur Folge. In diesem Fall verringert sich wiederum die Emitterspannung von T2. Beide Transistoren werden weiter aufgesteuert, und der Motor bekommt mehr Strom.

Mit dieser doch recht einfachen Schaltung erzielt man eine sehr gute automatische Drehzahlregelung. Die beiden Dioden D1 und D2 sorgen außerdem noch für eine thermische Stabilisierung der Schaltung. Mit dem Poti RV1 läßt sich die Motordrehzahl über einen begrenzten Bereich einstellen.

Die Schaltung in Bild 34 bietet eine qualitativ hochwertige Drehzahlregelung, die in vielen Anwendungen einsetzbar ist, wie beispielsweise zur Drehzahlregelung von Minibohrmaschinen. Auch hier wird der Motor über den Regler 317K betrieben. Die über R5 abfallende Spannung ist ein Maß für den Motorstrom. Diese Spannung gelangt über das Potentiometer RV2 an den nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC2. Die Emitterspannung am Transistor T1 ist dem Motorstrom daher direkt proportional.

Die Ausgangsspannung des ICs entspricht zunächst der mit dem Potentiometer RV1 eingestellten Spannung, die zwischen 1,5 V und 13,75 V einstellbar ist. Dazu kommt nun aber noch die über T1 stehende Spannung, so daß jegliche Erhöhung des Motorstromes eine




$$U_{aus} = 1{,}25\left(1 + \frac{RV1}{R1}\right)$$

$$= 1{,}25\ V \ldots 13{,}75\ V$$

Bild 32. Einfache Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren.

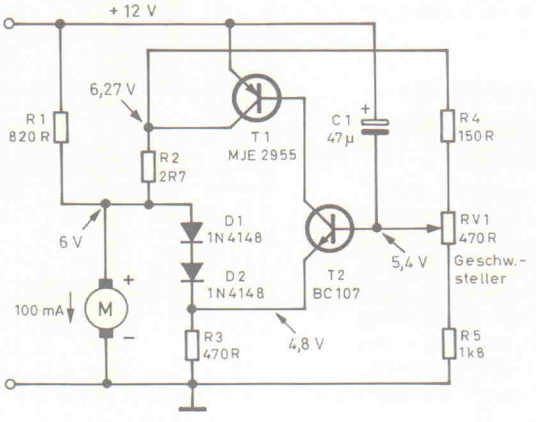



Bild 33. Sehr verbreitete Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren.

Erhöhung der Referenzspannung am Abgleicheingang des Regler-ICs bewirkt. Dadurch bekommt der Motor mehr Strom, und die Drehzahl bleibt auch bei Belastungsänderungen konstant. Zum Abgleich stellt man mit RV1 ungefähr ein Drittel der Maximaldrehzahl ein, belastet dann den Motor ein wenig und stellt RV2 so ein, daß die Drehzahl sowohl im unbelasteten und im belasteten Zustand identisch ist.

## Steuerschaltung für Zweiphasen-Wechselstrommotoren

Zweiphasen-Wechselstrommotoren sind Synchronmaschinen und manchmal in hochwertigen Tonbandgeräten und Plattenspielern zu finden. Die in Bild 35 vorgestellte Schaltung dient zur Steuerung eines Zweiphasen-Niederspannungs-Synchronmotors. Die Impedanz der Wicklungen muß mindestens 8 Ω betragen; die Ausgangsleistung der Schaltung ist auf 3 W je Wicklung begrenzt. Die Drehzahl des Motors ist mit dem Potentiometer RV1a einstellbar, das die Oszillatorfrequenz im Bereich 45 Hz...65 Hz variiert. Als Verstärker dient hier der 3-W-NF-Doppelverstärker LM377, der von einer symmetrischen Stromversorgung gespeist wird.

Das linke IC arbeitet als Wien-Brücken-Oszillator. Die Amplituden-Stabilisierung erfolgt über RV2 und das Glühlämpchen LP1. Der Ausgang des linken ICs führt direkt an eine Phase des Motors und außerdem über das Phasendrehnetzwerk R6-C6 an den Eingang des anderen ICs. Das Netzwerk bewirkt eine Phasendrehung von 85 Grad. Am Ausgang des rechten ICs steht damit eine um 85 Grad phasenverschobene Spannung, die der zweiten Phasenwicklung des Motors zugeführt wird. Zur stabilen Arbeitsweise der Schaltung tragen das Entkopplungsnetzwerk C3-R4-R5 und die Kondensatoren C4 und C5 bei. Die beiden Wicklungen werden mit den Kondensatoren C8 und C9 auf die Mittenfrequenz des Bereiches abgestimmt.

## Servomotor-Systeme

Ein Servomotor-System besteht im Prinzip aus einem konventionellen Elektromotor, dessen Welle (häufig mit einem Untersetzungsgetriebe) mit einem Drehwinkelgeber verbunden ist. Das kann ein Potentiometer oder ein Tachogenerator sein. Die Schaltung in Bild 36 veranschaulicht das Prinzip.

Das Potentiometer RV1 ist fest mit der Motor- oder Getriebewelle mechanisch gekoppelt. In diesem Fall ist der Motor wieder ein Gleichstromkollektormotor, der für die vorliegende Schaltung ein 12-V- oder 24-V-Typ mit einer maximalen Stromaufnahme von 700 mA sein darf. RV1 und RV2 bilden eine Wheatstone-Brücke; das IC (ein 4-W-NF-Doppelverstärker) dient als Brückenverstärker.

Die Schaltung arbeitet in der Weise, daß jegliche Verdrehung der Potentiometerwelle des Potis RV2 die Brückenbalance stört, so daß an den Eingängen der Verstärker eine Differenzspannung entsteht. Die Differenzspannung wird verstärkt, und der Motor dreht sich so lange, bis der Abgriff des Potentiometers RV1 eine Position erreicht, bei der die Differenzspannung zwischen den Abgriffen von RV1 und RV2 zu Null wird. Man bezeichnet derartige Anlagen und Steuerungen häufig auch als elektrische Wellen, da die Achse des Potentiometers RV2 auf elektrischem Wege mit der Motorwelle verbunden ist.

Bild 37 zeigt die Blockschaltung eines Servomotors mit Tachogenerator, der sich beispielsweise als Antriebssystem für einen Plattenspieler eignet. Der Motor treibt im vorliegenden Fall den Plattenteller über einen Riemen. Der Plattenteller selbst ist mit reflektierenden Streifen versehen, die am Plattentellerumfang in gleichmäßigen Abständen angebracht sind. Diese reflektierenden Streifen werden von einem opto-elektronischen Tachogenerator abgetastet, der ein Ausgangssignal liefert, das der Drehzahl des Plattentellers proportional ist.

Phasenlage und Frequenz dieses Signals werden mit dem eines Referenzoszillators verglichen. Das Ausgangssignal des Frequenz/Phasenkomparators steuert dann über einen Leistungsverstärker den Motor. Mit dieser Methode gelingt es, die Motordrehzahl konstant zu halten. Einige IC-Hersteller liefern speziell auf diesen Zweck zugeschnittene ICs.

## Digitale Proportionalsteuerung von Servomotoren

Eines der bekanntesten Einsatzgebiete von Servomotoren ist die digitale Proportionalsteuerung. Sol-

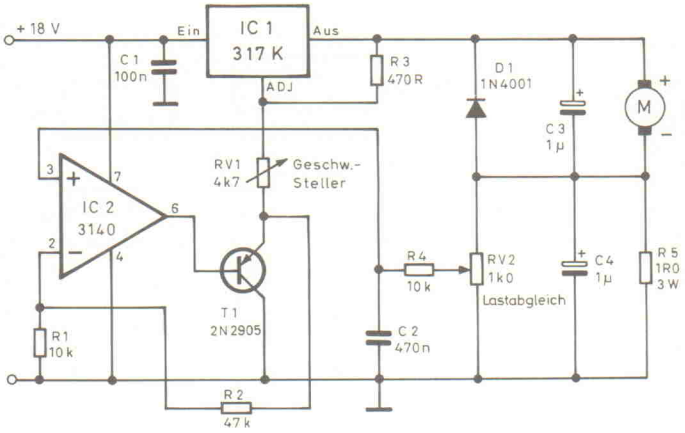



Bild 34. Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren mit sehr guten Regeleigenschaften.

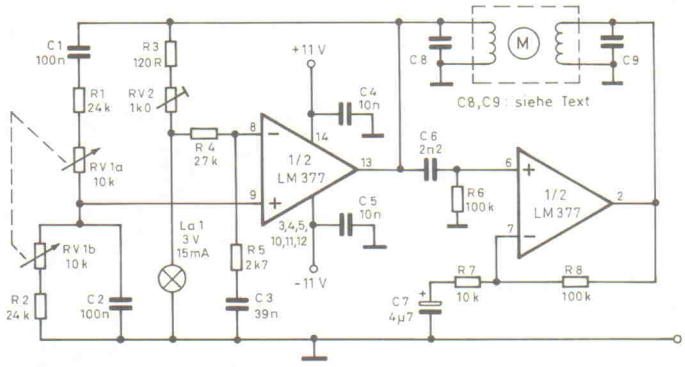



Bild 35. Steuerung für Zweiphasen-Wechselstrom-Motoren.

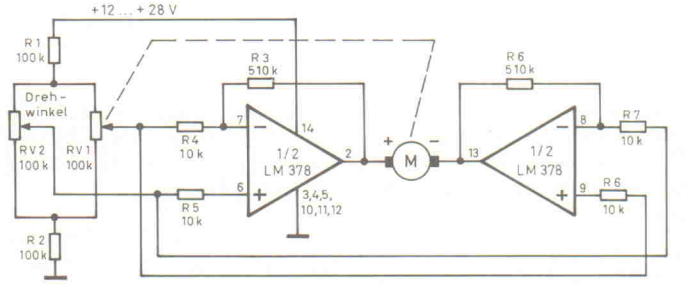



Bild 36. Einfache Servomotorsteuerung.

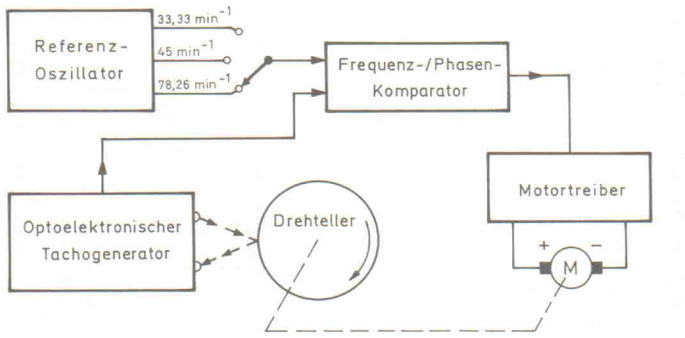



Bild 37. Blockschaltung eines Servomotors mit Tachogenerator zur Drehzahlregelung eines Plattenspielermotors.

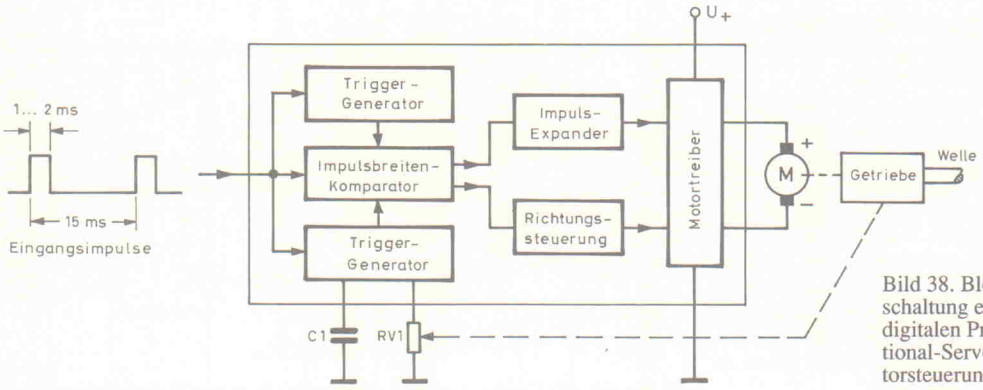



Bild 38. Blockschaltung einer digitalen Proportional-Servomotorsteuerung.

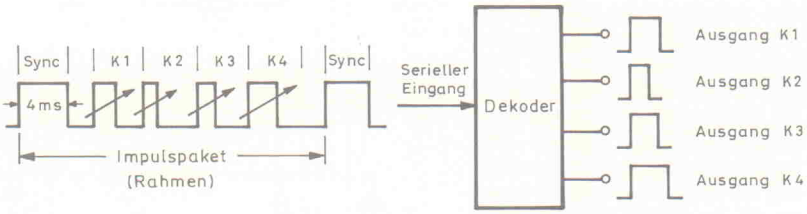



Bild 39. Schema einer Vierkanal-Digital-Proportional- Servomotorsteuerung.

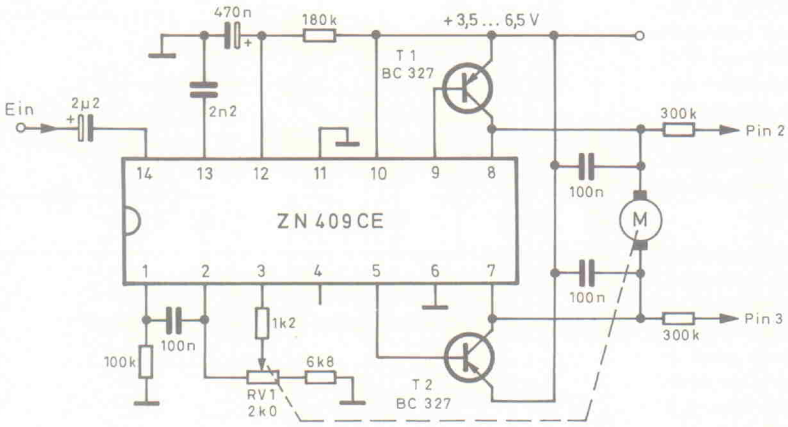



Bild 40. Digitale Proportional-Servomotorsteuerung mit dem IC ZN409CE.

che Systeme enthalten im allgemeinen ein spezielles IC, einen Motor und ein Untersetzungsgetriebe, das mit einem Potentiometer verbunden ist.

Die Blockschaltung in Bild 38 verdeutlicht die Funktionsweise eines derartigen Systems. Die Steuerung erfolgt mit Impulsen von 1 ms...2 ms Dauer und einem Impulsabstand von etwa 15 ms. Die Länge der Eingangsimpulse beeinflußt den mechanischen Ausgang (also zum Beispiel die Getriebewelle) des Servosystems. Bei einer Impulslänge von 1 ms könnte sich beispielsweise die Getriebewelle am linken Anschlag, bei 1,5 ms Impulslänge in der Mitte und bei 2 ms Impulslänge am rechten Anschlag befinden.

Das System arbeitet wie folgt: Jeder Eingangsimpuls triggert einen Impulsgenerator mit 'toter Zone', der Ausgangsimpulse von 1,5 ms Länge liefert und parallel einen Impulsgenerator mit variabler Impulslänge, wobei die Impulslänge mit dem Potentiometer RV1 einstellbar ist.

Die Impulse aller drei Kategorien gelangen an einen Impulslängenkomparator, dessen einer Ausgang ein Drehrichtungssignal an die Motorsteuerung gibt und dessen anderer (wenn dessen Ausgangsimpulse einen Impulslängenexpander durchlaufen) die Drehzahl des Motors beeinflußt. Damit folgt die mit dem Potentiometer RV1 verbundene Welle sehr schnell jeglichen Änderungen der Eingangsimpulslänge.

Servosysteme des eben genannten Typs werden sehr häufig in Vielkanal-Fernsteueranlagen eingesetzt, deren Prinzip als Vierkanalanlage in Bild 39 dargestellt ist. Hier gelangt ein serieller Datenstrom an den Eingang eines geeigneten Dekoders, wobei jeder Datenrahmen mit einem 4 ms langen Synchronisierimpuls startet, gefolgt von vier Datenimpulsen variabler Länge. Die Schaltung dekodiert die vier Kanäle und stellt die Impulslängen der einzelnen Kanäle an vier parallelen Ausgängen zur Verfügung.

Digitale Proportional-Servomotor-Steuerungen gibt es in großer Anzahl. Sie verwenden sehr häufig das Ferranti-IC ZN409CE oder das NE544N von Signetics. Die Bilder 40 und 41 zeigen typische Anwendungsschaltungen. Mit den angegebenen Bauteilewerten lassen sich Eingangsimpulslängen von 1 ms...2 ms verarbeiten. Die Rahmenlänge beträgt nominell 18 ms.

Was nützen aber alle schönen Servosysteme, wenn man keine Möglichkeit hat, sie auf Funktionsfähigkeit zu untersuchen. Die in Bild 42 vorgestellte Schaltung eignet sich sehr gut für die mit den beiden eben erwähnten ICs aufgebauten Schaltungen. Der Tester wird von der Stromversorgung des Servosystems gespeist (nominell etwa 5 V) und speist über einen Standard-Interface-Stecker Steuerimpulse in das System ein. Die Rahmenlänge läßt sich mit RV1 im Bereich 13 ms...28 ms einstellen. Die Datenimpulslänge ist mit RV2 im Bereich 1 ms...2 ms variierbar. Mit RV4 läßt sich die nominelle Mittenimpulslänge von 1,5 ms exakt festlegen. Die Impulsausgangsspannung ist mit RV3 einstellbar.

Die Schaltung enthält zwei CMOS-Timer-ICs 7555, die auch bei 3 V Speisespannung noch stabil arbeiten. IC1 ist ein astabiler Multivibrator und erzeugt die Rahmenzeiten. Sein Ausgangssignal triggert gleichzeitig IC2, das als monostabiler Multivibrator läuft und die Datenimpulse generiert. □

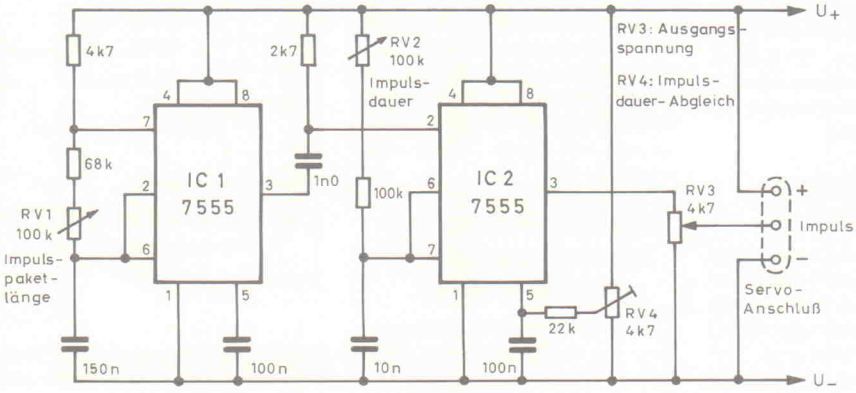



Bild 42. Testschaltung für digitale Proportional-Servomotorsteuerungen.

## elrad-Abonnement
## Abrufkarte

**Abonnenten haben das Recht, Bestellungen innerhalb von acht Tagen nach Abschluß schriftlich beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61, zu widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung.**

**Heft-Nachbestellung(en)**

bitte getrennt vornehmen. Preis je Heft: DM 6,80.

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

Lieferung nur gegen Vorauskasse.

# elrad-Abonnement Abrufkarte

Ja, übersenden Sie mir bis auf Widerruf alle zukünftigen elrad-Ausgaben ab Monat:

Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr; es verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf des Bezugsjahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird.

Das Jahresabonnement kostet: Inland: DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,-- + Versandkosten DM 17,40)
Ausland: DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,-- + Versandkosten DM 24,60)

Vorname/Zuname

Straße/Nr.

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift

Ich wünsche folgende Zahlungsweise:
☐ Bargeldlos und bequem durch Bankeinzug — Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben)
Konto-Nr. — Geldinstitut:
☐ Gegen Rechnung

**Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 8 Tagen beim Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Helstorfer 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-Kleinanzeige
## Auftragskarte

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

Abgesandt am

_____ 199__

Bemerkungen

_____

_____

_____

Abbuchungserlaubnis erteilt am: _____

# elrad-Kleinanzeigen Auftragskarte

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe folgenden Text im Fließsatz als
☐ private Kleinanzeige ☐ gewerbliche Kleinanzeige*) (mit Ⓖ gekennzeichnet)

| DM | |
|---|---|
| 4,25 ( 7,10) | |
| 8,50 (14,20) | |
| 12,75 (21,30) | |
| 17,— (28,40) | |
| 21,25 (35,50) | |
| 25,50 (42,60) | |
| 29,75 (49,70) | |
| 34,— (56,80) | |

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben **einschl. Satzzeichen und Wortzwischenräume.** Wörter, die **fettgedruckt** erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. *) Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer laufen, so erhöht sich der Endpreis um DM 6,10 Chiffre-Gebühr. **Bitte umstehend Absender nicht vergessen!**

## elrad-Kontaktkarte

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen.**

# elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad _____/9__, Seite _____ erschienene Anzeige

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

| Menge | Produkt/Bestellnummer | à DM | gesamt DM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Absender nicht vergessen!**

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

Antwortkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

**Verlag Heinz Heise**
**GmbH & Co. KG**
**Zeitschriften-Vertrieb**
**Postfach 61 04 07**

**3000 Hannover 61**

## elrad-Abonnement Abrufkarte

Abgesandt am

_____ 199__

zur Lieferung ab

Heft _____ 199__

Absender (Bitte deutlich schreiben!)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

**Veröffentlichungen nur gegen Vorauskasse.**
Bitte veröffentlichen Sie umstehenden Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von elrad.

☐ Den Betrag buchen Sie bitte von meinem Konto ab.
Kontonr.: _____
BLZ: _____
Bank: _____

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,
Postgiro Hannover, Kontonr. 9305-308
Kreissparkasse Hannover,
Kontonr. 000-019 968

☐ Scheck liegt bei.

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

Antwort

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

**elrad**

**Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG**
**Postfach 61 04 07**

**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 Druckzeile DM 7,10

Chiffregebühr DM 6,10

## elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

Postkarte

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

**elrad-Kontaktkarte**

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen.**

# elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad _____/9__, Seite _____ erschienene Anzeige

☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt_____

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

| Menge | Produkt/Bestellnummer | à DM | gesamt DM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Absender nicht vergessen!**

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

**elrad-Kontaktkarte**

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen.**

# elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad _____/9__, Seite _____ erschienene Anzeige

☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt_____

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

| Menge | Produkt/Bestellnummer | à DM | gesamt DM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Absender nicht vergessen!**

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

**elrad-Kontaktkarte**

Mit dieser Service-Karte können Sie

- **Informationen anfordern** oder **Bestellungen** bei den inserierenden Anbietern **vornehmen.**

# elrad-Magazin für Elektronik Kontaktkarte

Ich beziehe mich auf die in elrad _____/9__, Seite _____ erschienene Anzeige

☐ und bitte um weitere **Informationen** über Ihr Produkt_____

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

| Menge | Produkt/Bestellnummer | à DM | gesamt DM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Absender nicht vergessen!**

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

## elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

**Postkarte**

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert


## elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

**Postkarte**

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

_____ 199__

an Firma _____

Bestellt/angefordert

## elrad-Kontaktkarte

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

Absender
(Bitte deutlich schreiben)

Vorname/Name

Beruf

Straße/Nr.

PLZ Ort

Telefon Vorwahl/Rufnummer

**Postkarte**

Bitte mit der jeweils gültigen Postkartengebühr freimachen

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

## elrad-Kontaktkarte

Abgesandt am

_____ 199__

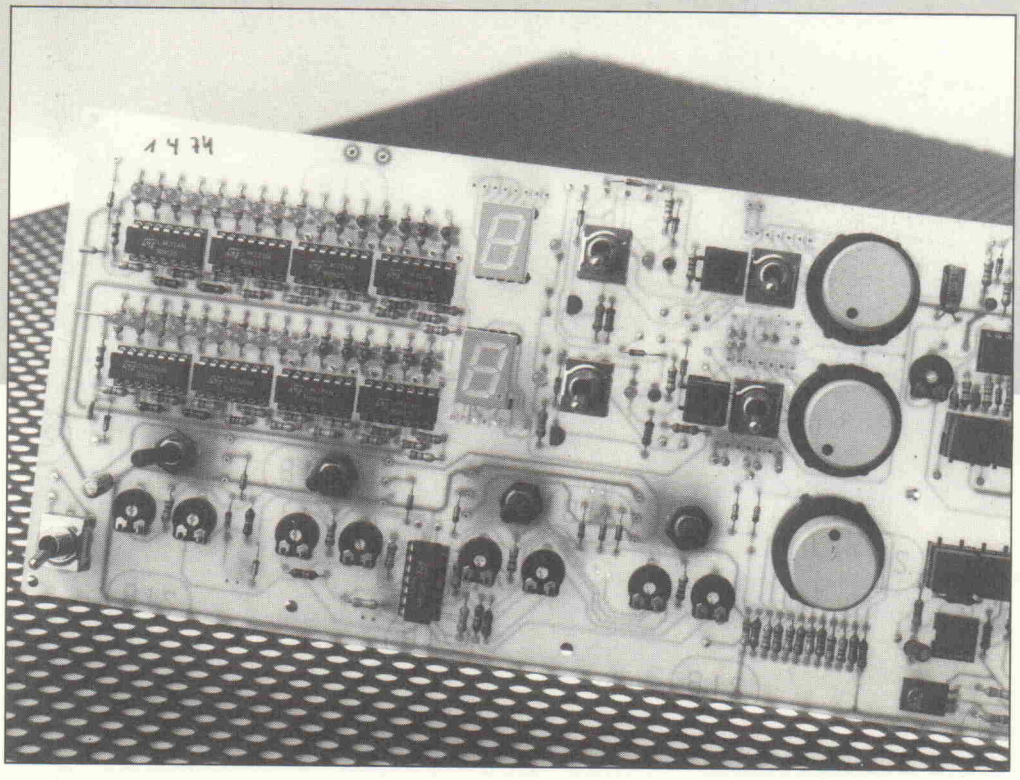
an Firma _____

Bestellt/angefordert

## 10-Kanal-Audio-Control- und -Display-Center

# NF-Scanner

## Teil 3: Die Analog-Stufen



**Ingolf John**

**In der zweiten Folge der Serie über den NF-Scanner wurde fast die gesamte Anzeige- und Bedienplatine beschrieben. Bevor nunmehr die Beschreibung der NF-Stufen beginnt, muß zunächst die Fronteinheit mit der noch fehlenden Kanalanzeige vervollständigt werden.**

Der eingeblendete Kanal wird über eine von zehn LEDs und ein zweistelliges Display angezeigt. Zuständig für diese Funktionen ist die fünfte huckepackgenommene Platine. Ihre Schaltung ist in Bild 1 wiedergegeben. Diese Schaltungsgruppe dekodiert die von der Scanner- oder der Tipptasteneinheit erzeugte Treppenspannung.

Der Aufbau dieser Stufen ist fast identisch mit der in Teil 2 beschriebenen Aussteuerungsanzeige: Die von der, je nach Betriebsart aktiven Steuereinheit (Scanner, Tasteneinheit oder Remote-Control) erzeugte Treppenspannung gelangt auch hier auf kaskadierte Komparatoren. Deren Einschaltpunkte sind mit dem Spannungsteiler R1...11 festgelegt. Da in der Kanalanzeige eine Punktanzeige einer Balkenanzeige vorzuziehen ist, werden die jeweils niederwertigen LEDs mit den Transistoren T1...9 ausgeblendet.

Die numerische Kanalanzeige übernimmt wieder ein 4511. Zur Gewinnung des 1-2-4-8-BCD-Codes ist eine Diodenmatrix, bestehend aus D11...25, eingesetzt.

Zusätzlich signalisieren die Dezimalpunkte der 7-Segment-Displays ein vorhandenes Eingangssignal. Den Ursprung des SI-Signals bilden die Kontroll-Module, welche diese Information wiederum direkt von den Vorverstärkern erhalten.

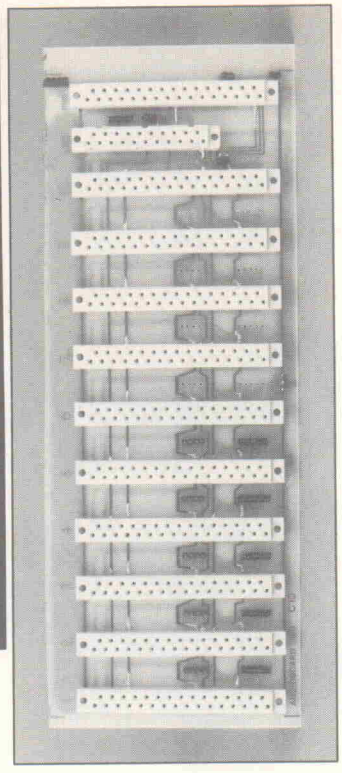
## Die NF-Eingangsstufen

Um mit den in Bild 3 dargestellten Eingangsstufen ausnahmslos jeden in der HiFi-Branche vorkommenden Pegel an den Verstärker anpassen zu können, ist die erste Verstärkerstufe schon recht universell ausgelegt. Mit Hilfe der Schalter S2...4 können unterschiedliche Anpassungen realisiert werden und, das ist das eigentlich Außergewöhnliche, mit S1 besteht die Möglichkeit, eine RIAA-Entzerrung für MD/MC-Abnehmer an jedem der maximal zehn Vorverstärker zuzuschalten.

Die zweite Stufe läßt sich mit RV1 auf Verstärkungen zwischen 0,1 und 16,8 einstellen. Um den darauffolgenden, mit dem Transistor-Array IC2 aufgebauten VCA nicht zu übersteuern, befindet sich hier die mit R11 und R12 fest auf —2,5 dB eingestellte Anzeige.

Parallel zu dem hierauf folgenden VCA-Eingang liegen zwei Ausgänge. Die für den Kopfhörerzweig benötigte zweite Eingangsstufe, die hier angekoppelt werden kann, ist wieder als Sandwich aufgebaut. Ferner benötigen, wie bereits erwähnt wurde, die Kontrollstufen für ihren Dialog mit der Scannereinheit ein Signal mit dem internen Pegel. Auf diese Art und Weise ist der Scanner jederzeit in der Lage, zu erkennen, ob — an welchem Eingang auch immer — ein Eingangssignal anliegt.

Die jedem Kanal von „seiner" Kontrollstufe einzeln zugeführten Steuerspannungen dienen ausschließlich dem Ein- und Ausblenden beziehungsweise Mischen der Programmquellen. Die bei der Beschreibung der Frontplatine erläuterten Line- und Phonessteuerspannungen steuern anschließend die beiden Summenmodule.



Auf dem Audio-Bus finden bis zu zehn Eingangsstufen sowie die Ausgangsmodule Platz.

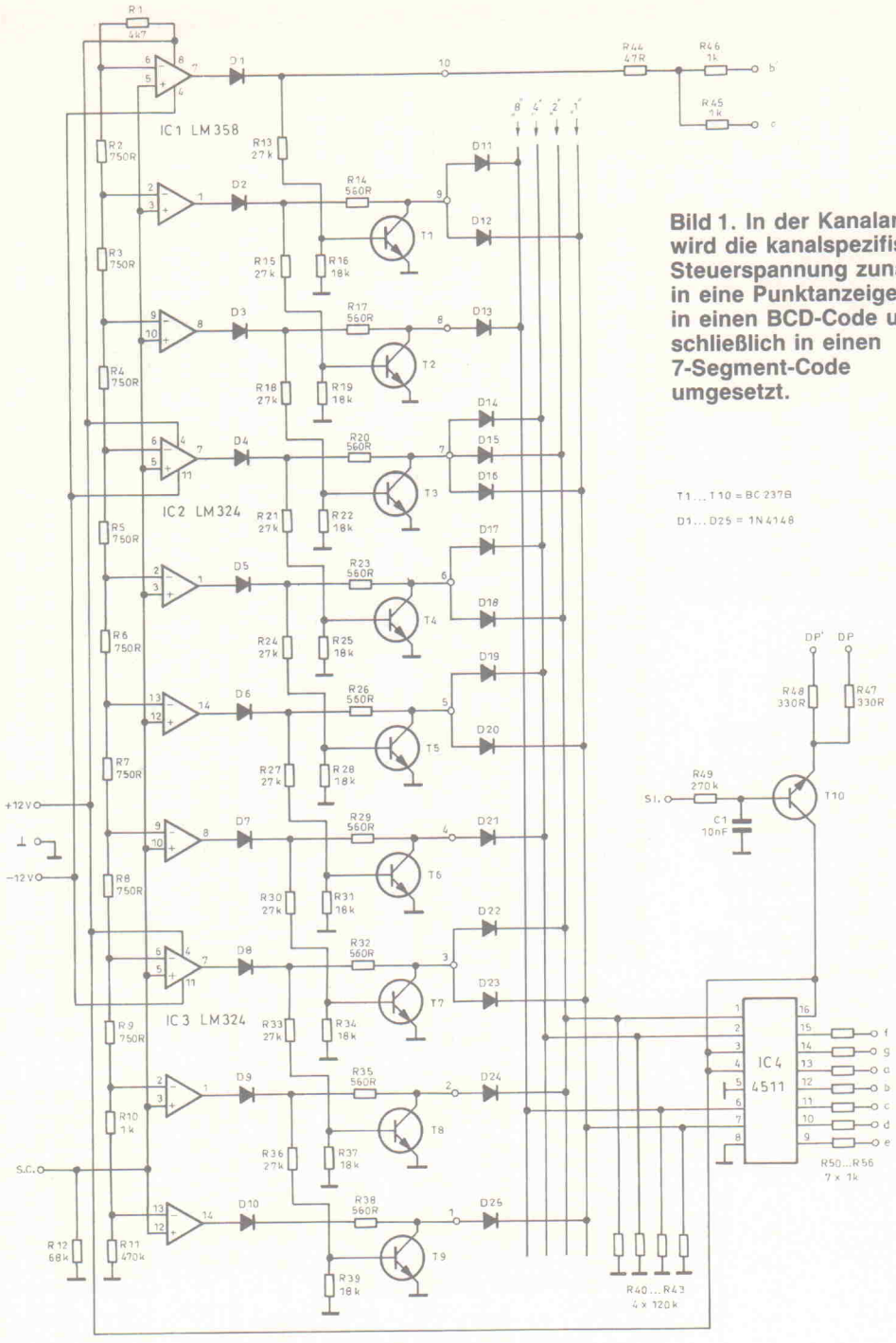



Bild 1. In der Kanalanzeige wird die kanalspezifische Steuerspannung zunächst in eine Punktanzeige, dann in einen BCD-Code und schließlich in einen 7-Segment-Code umgesetzt.

## Stückliste

**Kanalanzeige**

Widerstände:

| | |
|---|---|
| R1 | 4k7 |
| R2,3,4,5, 6,7,8,9 | 750R |
| R10,45,46, 50,51,52,53, 54,55,56,57, 58,59 | 1k |
| R11 | 470R |
| R12 | 68k |
| R13,15,18, 21,24,27,30, 33,36 | 27k |
| R14,17,20, 23,26,29, 32,35,38 | 560R |
| R16,19,22, 25,28,31, 34,37,39 | 18k |
| R40,41, 42,43 | 120k |
| R44 | 47R |
| R47,48 | 330R |
| R49 | 270k |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1 | 10n |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1...25 | 1N 4148 |
| T1...10 | BC 237 B |
| IC1 | LM 358 |
| IC2,3 | LM 324 |
| IC4 | CD 4511 |

Sonstiges:
IC-Fassungen:
2 × Dil 14, 1 × Dil 8, 1 × Dil 16
26 × Lötstützpunkte, 1 mm

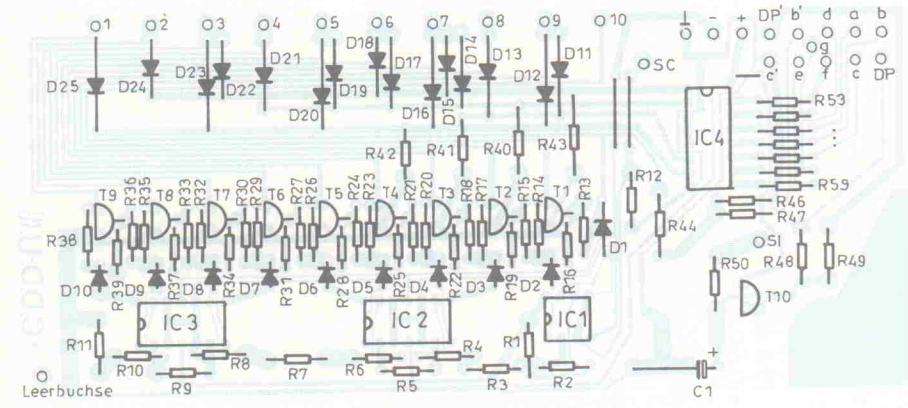



Bild 2. Die letzte zur Fronteinheit gehörende Platine trägt die Kanalanzeige.

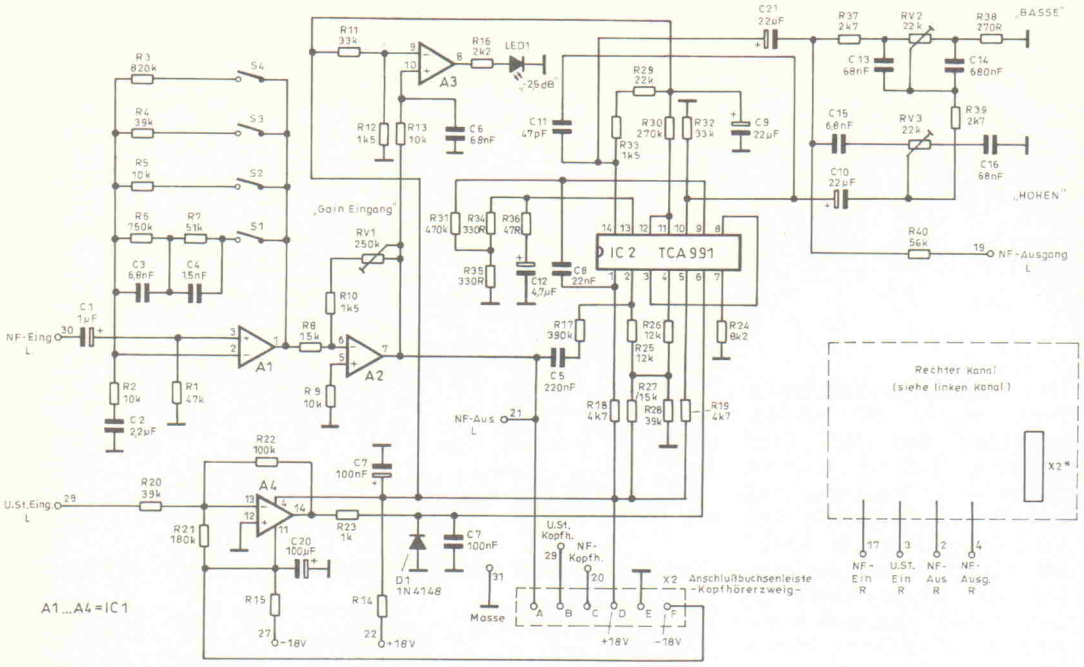



**Bild 3. Eine Hälfte einer Audio-Eingangsstufe.**

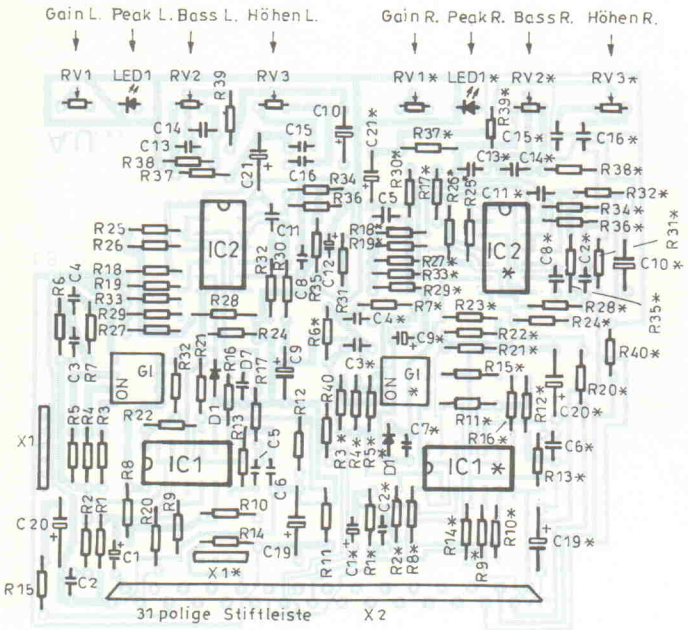



**Bild 4. Wieder vereint: Beide Zweige der Eingangsstufe. Die Bauteile des zweiten Kanals sind mit x' bezeichnet.**

## Stückliste

**Audio-Eingangsstufe**

Widerstände:

| | |
|---|---|
| R1,1' | 47k |
| R2,2',5,5', 9,9',13,13' | 10k |
| R3,3' | 820k |
| R4,4',20, 20',28,28' | 39k |
| R6,6' | 750k |
| R7,7' | 51k |
| R8,8',27,27' | 15k |
| R11,11', 32,32' | 33k |
| R12,12',16, 16',33,33' | 1k5 |
| R14,14',15, 15',34,34', 35,35' | 330R |
| R17,17' | 390k |
| R18,18', 26,26' | 4k7 |
| R18,18' | 2k2 |
| R21,21' | 180k |
| R22,22' | 100k |
| R23,23' | 1k |
| R24,24' | 8k2 |
| R25,25', 26,26' | 12k |
| R29,29' | 22k |
| R30,30' | 270k |
| R31,31' | 470k |
| R36,36' | 47R |
| R37,37', 39,39' | 2k7 |
| R38,38' | 270R |
| R40,40' | 56k |

Potis:

| | |
|---|---|
| RV1,1' | 250k, RM5 × 2,2 |
| RV2,2',3,3' | 22k, RM5 × 2,5 |

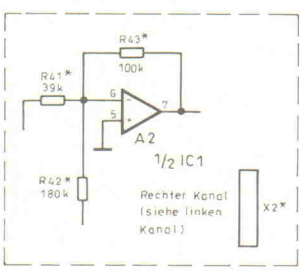
Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1,1' | 1µ/16V |
| C2,2' | 2,2µ/16V bip |
| C3,3', 15,15' | 6n8 |
| C4,4' | 1n5 |
| C5,5' | 220n |
| C6,6',13, 13',16,16' | 68n |
| C7,7' | 100n |
| C8,8' | 47p |
| C9,9',10, 10'21,21' | 22µ/16V |
| C12,12' | 4,7µ/12V |
| C14,14' | 680n |
| C17,17', 18,18' | 100µ/25V, liegend |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| LD1,1' | 3 mm, gelb |
| D1,1' | 1N 4148 |
| IC1,1' | OPA 404 KP (TL 074) |
| IC2,2' | TCA 991 |

Sonstiges:
4 × Dil-14-IC-Fassungen, Stiftleiste 31pol, gewinkelt, Buchsenleiste 6pol, RM2,5, Buchsenleiste 4pol, RM2,5, Dil-Schalter 2 × 4pol,



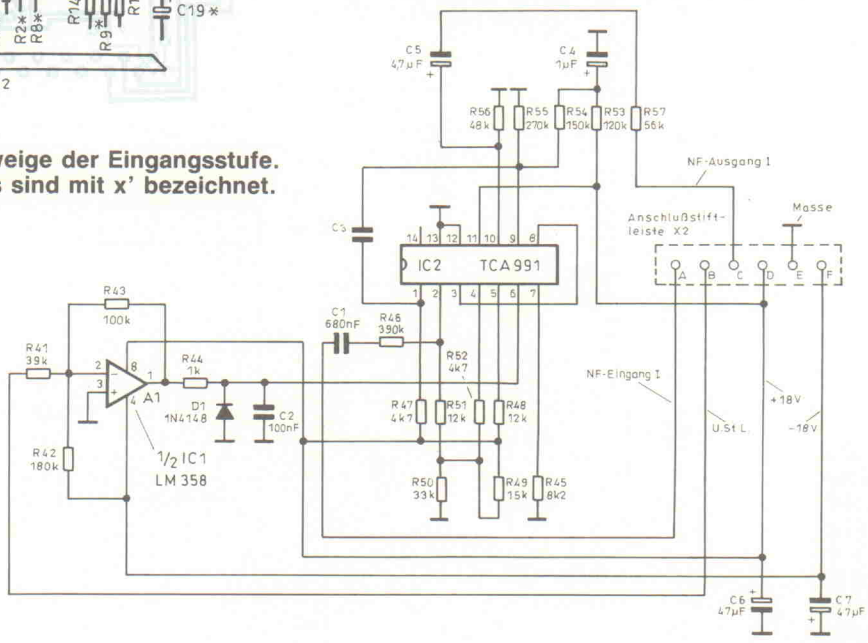




**Bild 5. Auch der Kopfhörer-Zwischenverstärker ist um einen VCA aufgebaut.**

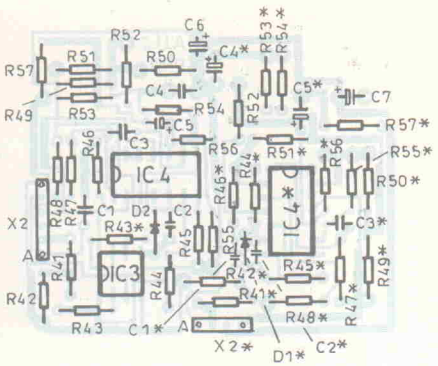



**Bild 6. Die Bestückung eines Kopfhörer-Zwischenverstärkers.**

## Stückliste

**Eingangsstufe Kopfhörer**

Widerstände:

| | |
|---|---|
| R41,41', 50,50' | 39k |
| R42,42' | 180k |
| R43,43' | 100k |
| R44,44' | 1k |
| R45,45' | 8k2 |
| R47,47', 52,52' | 4k7 |
| R48,48', 51,51' | 12k |
| R49,49' | 15k |
| R53,53' | 120k |
| R54,54' | 150k |
| R55,55' | 270k |
| R56,56' | 1k8 |
| R57,57' | 56k |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1,1' | 680n |
| C2,2' | 100n |
| C4,4' | 1µ/16V |
| C5,5' | 4,7µ/16V |
| C6,7 | 47µ/25V |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1,1' | 1N 4148 |
| IC1 | LM 358 |
| IC2,2' | TCA 991 |

Sonstiges:
IC-Fassungen:
1 × Dil 8, 2 × Dil 14
Stiftleisten:
1 × 6pol, RM2,5, gerade,
1 × 4pol, RM2,5, gerade

Die Lautstärke-Steuerspannung erhalten die NF-Eingangsstufen über „ihre" Kontrollstufen. Der OP IC 1/A 4 entkoppelt die Steuerspannung vom Bus und führt sie dem VCA zu. Die folgenden Klangsteller erlauben eine Gleichstellung aller Eingangskanäle. In dem in Bild 5 gezeigten Kopfhörerzweig-Zwischenverstärker sorgt ebenfalls ein mit einem Transistor-Array aufgebauter VCA für die Lautstärkeeinstellung. Da die anliegenden Eingangssignale bereits vorverstärkt sind und auf eine separate Klangeinstellung verzichtet werden kann, entfallen die entsprechenden Baugruppen hier.

## Das Line-Verstärker-Modul

...erhält die Eingangssignale über die Sammelschienen-Anschlußpunkte 11 und 20. Hinter dem Summierverstärker IC 1/A 1 teilt sich der Signalweg auf in die Wege zu dem mit A 2 aufgebauten Tape-Aus-

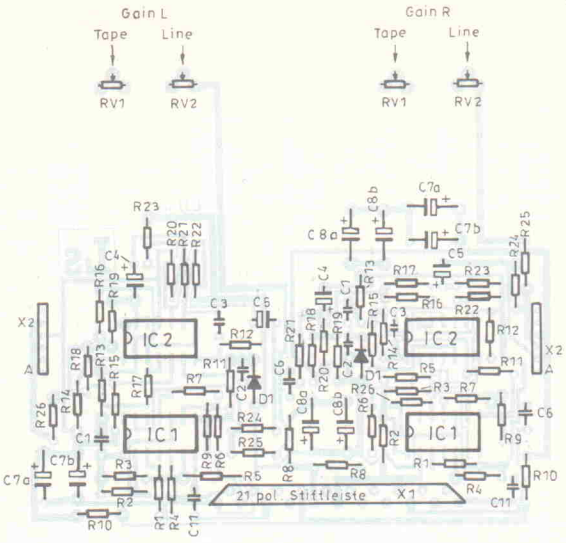



**Bild 8. Tape- und Line-Ausgang: Der Line-Verstärker.**

## Stückliste

**Line Verstärker**

Widerstände, Metallfilm, 1%, 0,25W:

| | |
|---|---|
| R1,1',2,2' | 5k6 |
| R3,3'5,5' | 22k |
| R4,4' | 47k |
| R6,6'19,19' | 39k |
| R7,7'21,21' | 180k |
| R8,8'10,10' | 330R |
| R9,9',25,25' | 100k |
| R11,11' | 1k |
| R12,12' | 8k2 |
| R13,13' | 390k |
| R14,14', 15,15' | 4k7 |
| R16,16', 17,17' | 12k |
| R18,18' | 15k |
| R20,20' | 120k |
| R22,22' | 270k |
| R23,23' | 1k8 |
| R24,24' | 33k |
| R26,26' | 27k |

Trimmer, RM5 × 2,5:

| | |
|---|---|
| RV1,2 | 1M |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1,1',3,3' | 680n |
| C2,2' | 100n |
| C4,4' | 1µ/16V |
| C5,5' | 4,7/12V |
| C6,6', 11,11' | 3,3/16V,bipol, |
| C7,7',8,8' | 47µ/25V |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1,1' | 1N 4148 |
| IC1,1' | OPA 404 KP (TL 074) |
| IC2,2' | TCA 991 |

Sonstiges:

4 × IC-Fassung Dil 14,
1 × Stiftleiste, 21pol, abgewinkelt,
2 × Stiftleiste, 6pol, RM2,5

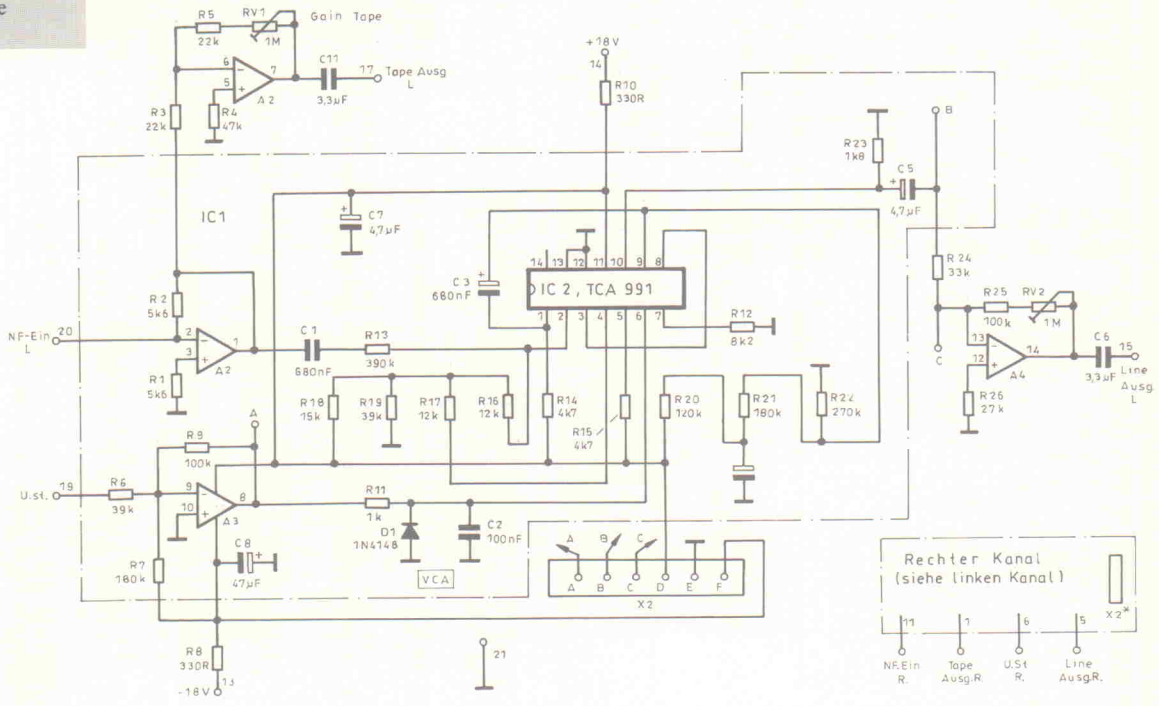
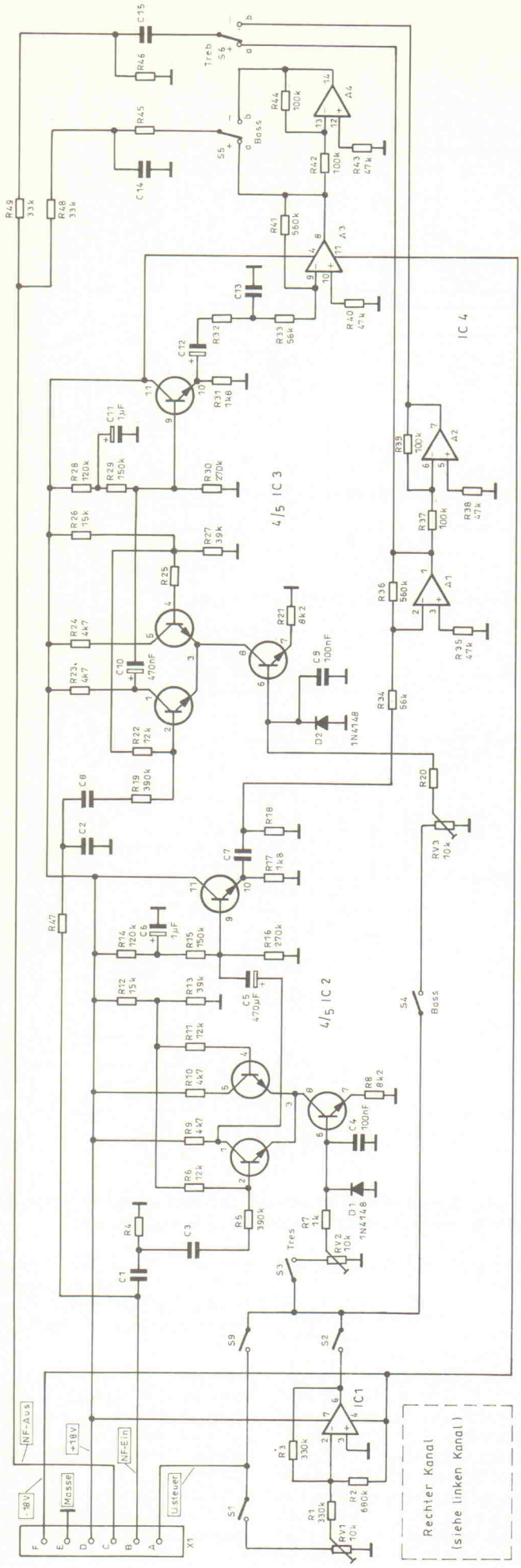



**Bild 7. Die erreichbaren Werte des Line-Moduls sind nicht zuletzt von den verwendeten Bauteilen abhängig.**



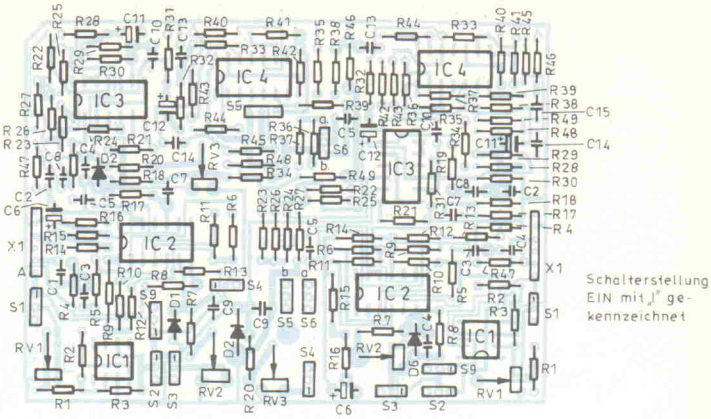




**Bild 10. Das Line-Filter ist das letzte Sandwich.**

## Stückliste

**Filterbaustein L.U.F.**

Widerstände, Metallfilm, 1%:

| | |
|---|---|
| R1,1',3,3' | 330k |
| R2,2' | 680k |
| R5,5', 19,19' | 390k |
| R6,6',11, 11',22,22', 25,25' | 12k |
| R7,7', 20,20' | 1k |
| R8,8', 21,21' | 8k2 |
| R9,9',10, 10',23,23', 24,24' | 4k7 |
| R12,12', 26,26' | 15k |
| R13,13', 27,27' | 39k |
| R14,14', 28,28' | 120k |
| R15,15', 29,29' | 150k |
| R16,16', 30,30' | 270k |
| R17,17', 31,31' | 1k8 |
| R33,33', 34,34' | 56k |
| R35,35',38, 38',40,40', 43,43' | 47k |
| R36,36', 41,41' | 560k |
| R37,37',39, 39',42,42', 44,44' | 100k |
| R48,48', 49,49' | 33k |

R47,32,45,4,18,46: siehe Text

Trimmer, RM 5 × 10,liegend:

| | |
|---|---|
| RV1,1',2,2', 3,3' | 10k |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C3,3',8,8' | 470n |
| C4,4',9,9' | 100n |
| C6,6', 11,11' | 1µ/16V |
| C7,7', 12,12' | 10µ/16V |
| C16,17 | 25µ/25V |

C2,13,14,1,7,15: siehe Text

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1,1',2,2' | 1N 4148 |
| IC1,1' | 741 |
| IC2,2',3,3' | TCA 991 |
| IC4,4' | TL 074, OPA 404 KP |

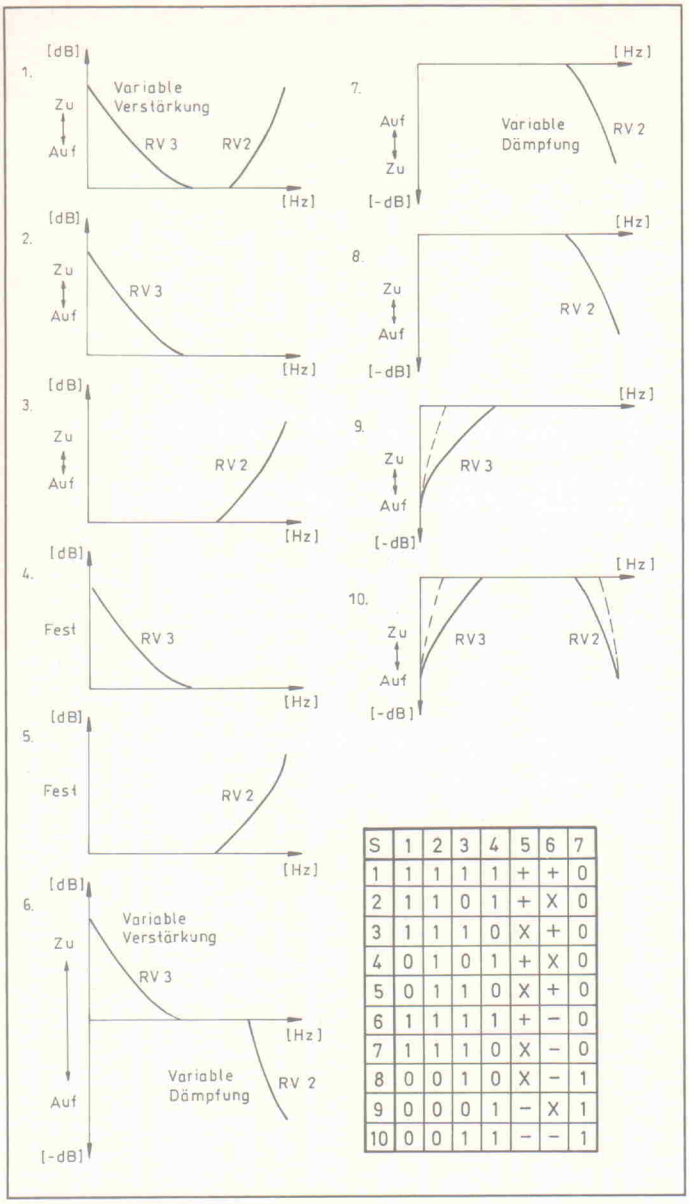
Sonstiges:

| | |
|---|---|
| S1,1',2,2', 3,3',4,4', 5,5',6,6', 7,7' | Umschalter, Typ 1K2, Fa, Norton, Quickborn |
| Stiftleiste X1,1' | 6 pol,,RM 2,5 |

gangsverstärker sowie zu dem mit dem Transistor-Array IC 2 realisierten VCA. Auch die Steuerspannung dieses VCAs ist mit Hilfe eines OPs, in diesem Fall A 3 von IC 1, vom Bus entkoppelt. Um mit dem auf den Line-Verstärker aufgesteckten Filtermodul eine physiologische Klangeinstellung realisieren zu können, wird die Steuerspannung am Punkt „A" verzweigt. Der Maximalpegel beider Ausgänge kann mit den Trimmern RV 1 und RV 2 dem folgenden Verstärker oder Equalizer angepaßt werden.

Bild 9 zeigt die Schaltung des Filtermoduls. Wie der Darstellung leicht zu entnehmen ist, kann mit dem Schalter S 3 eine Höhenbeeinflussung zu- oder abgeschaltet werden. Anhebung beziehungsweise Absenkung dieses Bereiches sind mit S 6 zu wählen, die jeweilige Größe der Klangbeeinflussung läßt sich mit RV 2 festlegen. Die Schalter S 4, S 5 sowie RV 3 stellen die entsprechenden

**Bild 9. Mit dem Filterbaustein besteht die Möglichkeit, den Frequenzgang der Boxen gehörrichtig zu korrigieren.**




| S | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | + | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | + | X | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | + | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | + | X | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | X | + | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | − | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | − | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | X | − | 1 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | − | X | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 1 | 1 | − | − | 1 |

**Bild 11. Einige mögliche Auswirkungen des Filters.**

| **Der Baßbereich:** | | | |
|---|---|---|---|
| **Frequenz:** C2, C13, C14: | 35 Hz 470 nF | 100 Hz 150 nF | 250 Hz 68 nF |
| **Steilheit:** | | | |
| 6 dB/Okt | R32, R45 = 0 Ω; R47 = 10 kΩ; C13, C14: entfallen; C2: siehe oben | | |
| 12 dB/Okt | R45 = 0 Ω; R32, R47 = 10 kΩ; C14: entfällt; C2, C13: siehe oben | | |
| 18 dB/Okt | R32, R45, R47 = 10 kΩ; C2, C13, C14: siehe oben | | |
| **Der Hochtonbereich:** | | | |
| **Frequenz:** C1, C7, C15: | 7 kHz 2,2 nF | 9 kHz 1,8 nF | 14 kHz 1,0 nF |
| **Steilheit:** | | | |
| 6 dB/Okt | C7, C15: überbrücken; C1: siehe oben; R18, R46: entfallen; R4 = 10 kΩ | | |
| 12 dB/Okt | C15: überbrücken; C1, C7: siehe oben; R46: entfällt; R4, R18 = 10 kΩ | | |
| 18 dB/Okt | C1, C7, C15: siehe oben; R4, R18, R46 = 10 kΩ | | |

**Tabelle 1. Mit Hilfe der Werte kann das Filter den Erfordernissen angepaßt werden.**

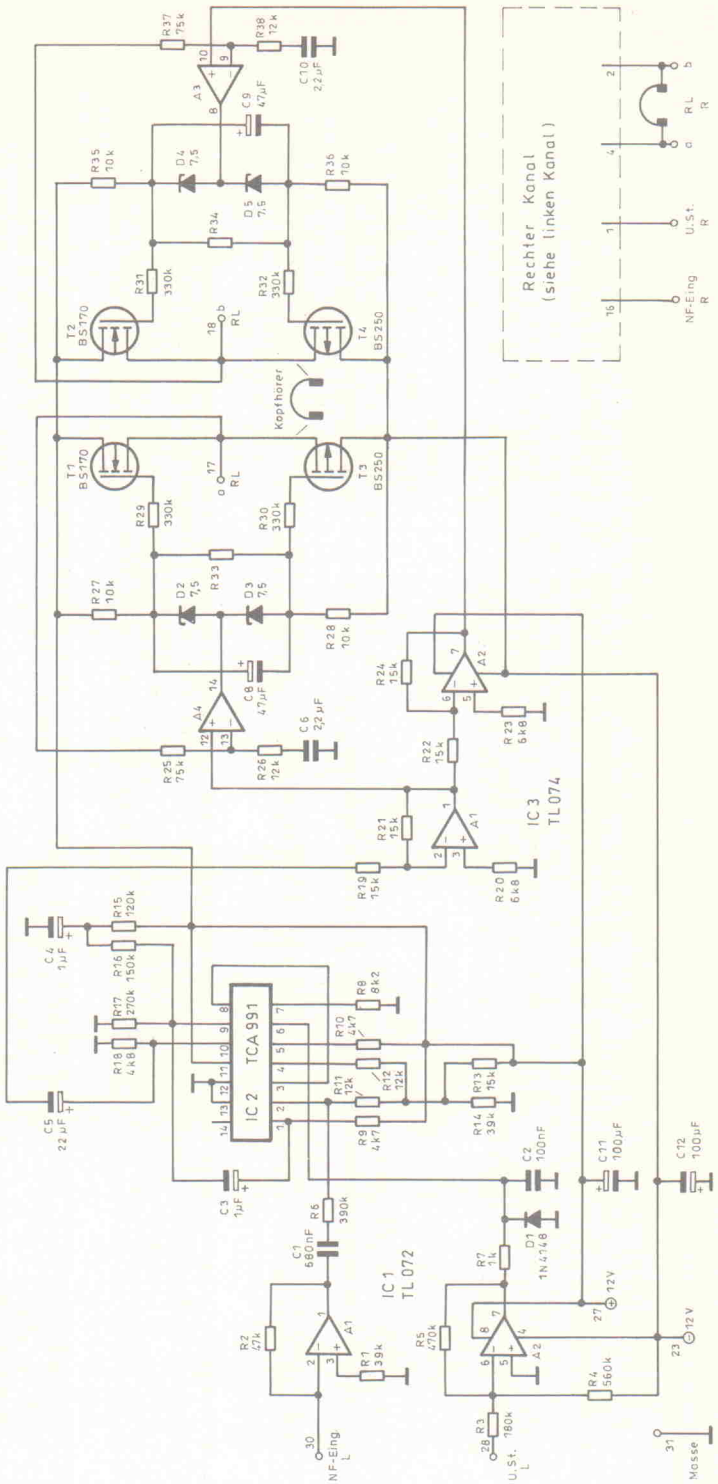



**Bild 12. Die MOS-FET-Kopfhörer-Brückenendstufe sorgt auch im Party-Einsatz für genügend Vorhör-Power.**

Elemente für den Baßbereich dar.

Die Schalterkombination S 2/S 7 ist wie ein Umschalter zu benutzen. Somit ist für Höhen und Bässe gemeinsam eine zur Lautstärke-Steuerspannung proportionale beziehungsweise umgekehrt proportionale Klangnachstellung erreichbar. Mit Hilfe von S 1 läßt sich die von der Steuerung geführte Beeinflussung des Klangbildes ganz abschalten. Der Filterbaustein arbeitet dann als festeingestellter Equalizer. Bild 11 zeigt die Auswirkung einiger Schalterkombinationen auf den Frequenzgang des Scanners.

Zusätzlich zu diesen weitreichenden Einstellmöglichkeiten bieten sich noch Alternativen bezüglich der Flankensteilheit und des Wirkungsbereiches der Filtereinheit. Die einzelnen Komponenten, deren Werte sowie die damit erzielte Wirkung sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

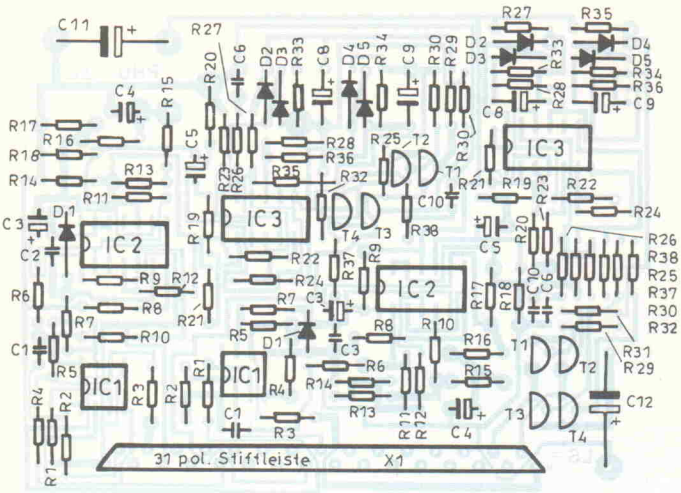
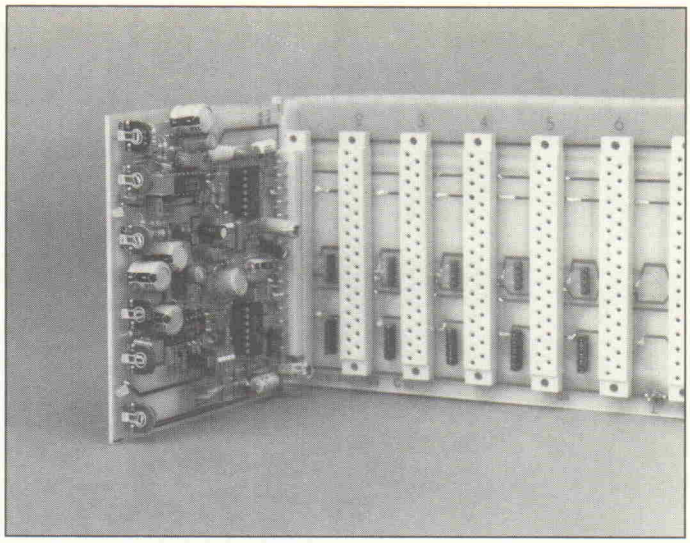



**Bild 13. Ein kompaktes Modul: Der Kopfhörerverstärker.**



**Die Eingangs- und Steuer-Leitungen werden jeder Eingangsstufe einzeln zugeführt.**

## Stückliste

**Kopfhörerverstärker**

Widerstände, Metallfilm, 1%, 0,25W:

| | |
|---|---|
| R1,1', 14,14' | 39k |
| R2;2' | 47k |
| R3;3' | 180k |
| R4,4' | 560k |
| R5,5' | 470k |
| R6,6' | 390k |
| R7,7' | 1k |
| R8,8' | 8k2 |
| R9,9', 10,10' | 4k7 |
| R11,11'12, 12',26,26', 38,38' | 12k |
| R13,13',19, 19',21,21',22, 22',24,24' | 15k |
| R15,15' | 120k |
| R16;16' | 150k |
| R17,17' | 270k |
| R18,18' | 1k8 |
| R20,20', 23,23' | 6k8 |
| R25,25', 37,37' | 75k |
| R27,27',28, 28',35,35', 36,36' | 10k |
| R29,29',30, 30',31,31', 32,32' | 330k |

Kondensatoren:

| | |
|---|---|
| C1,1' | 680n |
| C2,2' | 100n |
| C3,3',4,4' | 1µ/12V |
| C5,5' | 22µ/12V |
| C6,6', 10,10' | 2,2µ/12V |
| C8,8',9,9' | 47µ/16V |
| C11,11', 12,12' | 100µ/12V |

Halbleiter:

| | |
|---|---|
| D1,1' | 1N 4148 |
| D2,2',3,3', 4,4',5,5' | ZPD 7,5 |
| T1,1',2,2' | BS 170 |
| T3,3',4,4' | BS 250 |
| IC1,1' | OPA *2111 KP (TL 072) |
| IC2,2' | TCA 991 |
| IC3,3' | OPA 404 KP (TL 074) |

Sonstiges:

IC-Fassungen: 2 × Dil-8, 4 × Dil-14
1 × Stiftleiste 31pol, abgewinkelt

## Die Kopfhörer-Endstufe

Sie besteht im wesentlichen aus zwei Teilen: Der erste Teil ist der wieder mit einem TCA 991 aufgebaute VCA mit den NF- und Steuerspannungspuffern IC 1, A 1 und A 2. Der Leistungsteil beginnt mit dem Treiber IC 3, A1 und dem als Inverter beschalteten OP A 2. Darauf folgen die getrennten Teilendstufen aus dem die Transistoren T 1 und T 3 ansteuernden OP A 4 sowie der aus A 3, T 2 und T 4 bestehenden zweiten Stufe. In Bild 7 ist die Schaltung dargestellt.

Zum systemgerechten Aufbau und Betrieb der hier beschriebenen NF-Stufen wird nur noch der in Bild 14 gezeigte Audio-Bus benötigt. Er bietet genug Platz für bis zu zehn NF-Eingangsstufen, die Line-Unit und den zuletzt beschriebenen Kopfhörerverstärker. Bei den Vorstufen sind die Eingänge sowie die von den Kontrollstufen stammenden Steuerspannungen auf zwei Stiftleisten herausgeführt. Die obere Stiftleiste ist mit den Eingängen folgendermaßen zu verbinden: rechts (1), Masse (2,3), links (4). Auf der unteren Reihe liegen die Steuerspannungs-Eingänge: Phones rechts (1), Lautstärke rechts (2), NF-Ausgang links zur Erzeugung des SI-Signals (3), Phones links (4), Lautstärke links (5).

Neben dem Line- und dem Phonesmodul befinden sich weitere Anschlußpunkte. Beim Line-Verstärker sind dies: Line Out rechts (1), Line Out Masse (2,3), Line Out links (4), Steuerspannung rechts (5), Steuerspannung links (6). Die restlichen Verbindungen zu dem Kopfhörerverstärker sind: Ausgang „a" rechts (1), Ausgang „b" rechts (2), Ausgang „b" links (3), Ausgang „a" links (4), 12-V-Betriebsspannung – (5) und + (6), Lautstärke rechts (7), Lautstärke links (8). An der Verbindung zu dem Anschlußpunkt 1 ist eine Lötbrücke erforderlich.

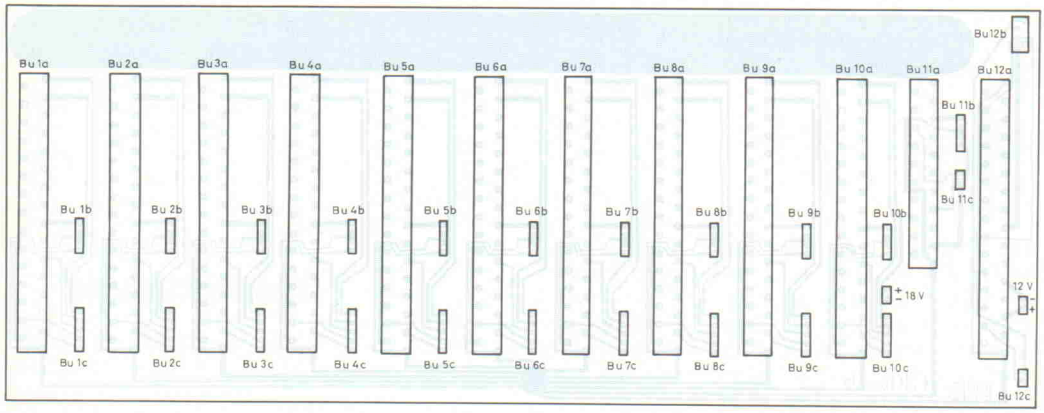



**Bild 14. Der doppelseitig kaschierte NF-Bus trägt bis zu zwölf Module.**

## Stückliste

**Audio-Bus**

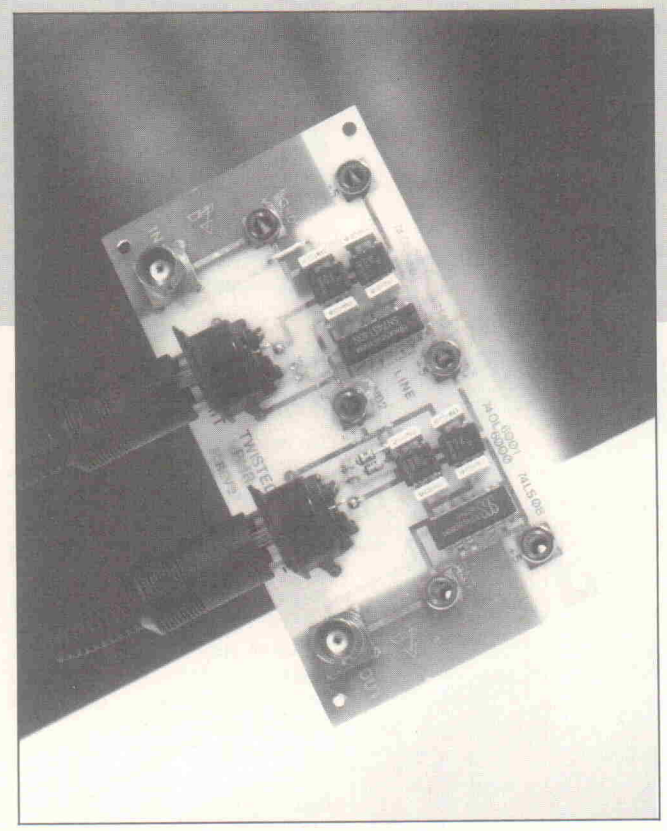
Buchsen

Bu 1a...10a,12a: Buchsenleiste, 31pol, RM2,5
BU 11a: Buchsenleiste, 21pol, RM2,5
ST1b...10b: Stiftleiste, einreihig, Meterware
BU 1c...10c,11a...11c, 12a...12c: Buchsenleiste, einreihig, Meterware

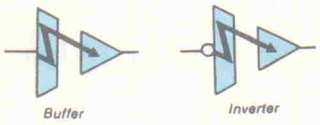
# Optologic

**Michael Oberesch**

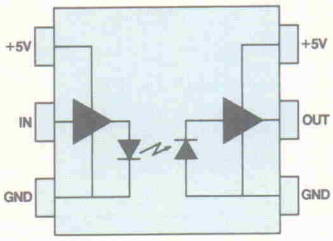
**Unter dem Namen Optologic wurde vor kurzem eine neue IC-Familie gegründet, deren bislang vier Mitglieder sich als Optokoppler mit einer Logik-zu-Logik-Interface-Funktion darstellen. Die Bausteine ermöglichen mit minimalem Aufwand einen schnellen und störungsfreien Datentransfer über einfache Zweidraht-, Telefon- oder Koaxleitungen mit bis zu mehreren hundert Metern Länge. Ob sich die neue Optofamilie für das jeweils zu lösende Übertragungsproblem eignet, kann der Entwickler auf zeit- und arbeitsparende Weise mit Hilfe eines Demonstrationskits entscheiden, das der IC-Lieferant ebenfalls bereithält.**



Die neue IC-Familie, 74 OL 60xx, derzeit noch aus zwei Invertern und zwei Buffern bestehend, stammt vom US-Hersteller Quality Technologies, der hierzulande durch seinen Firmensitz in Ismaning vertreten ist. Passend zu diesen neuen Logik-Bauelementen, hat man bei QT auch gleich zwei neue Schaltzeichen dazuerfunden, die trotz ihrer Einfachheit sehr gut die Funktion der Chips erläutern.




Der fehlende Mittelpart bei Buffer und Inverter steht für die völlige galvanische Trennung von Eingangs- und Ausgangsteil; der zuckende Blitz weist darauf hin, daß an dieser Stelle die Kluft mittels Licht überwunden wird, und zwar — wie das Pinout zeigt — durch eine Kombination von Leucht- und Fotodiode.




Mehr noch als das Symbol verdeutlicht das Bild der Pinbelegung die galvanische Trennung: Eingangs- und Ausgangsteil haben jeweils getrennte Masse- und Versorgungsanschlüsse, die sich möglichst weit entfernt gegenüberliegen und — bei sinnvollem Schaltungslayout — eine garantierte Potentialdifferenz von 440 V ~ ermöglichen.

Das tatsächliche Innenleben (Bild 3) ist etwas komplexer.

## Eingangskreis

Den Eingang der Schaltung bildet eine Transistorstufe mit offenem Emitter, die ein typisches LS-TTL-Verhalten aufweist. Von dort gelangt das Signal auf einen Komparator, der es mit einer Referenzspannung vergleicht, die weitgehend unabhängig von Versorgungs- und Temperaturschwankungen ist. Durch diese Maßnahme stellt sich der Schaltpunkt für die Eingangsspannung bei 1,34 V ein.

Dem Ausgang des Komparators folgt eine stromgesteuerte LED-Treiberstufe, die im aktivierten Zustand die LED überbrückt und damit ausschaltet. Diese Art der LED-Steuerung hat den Vorteil, daß sowohl eine Schaltzeitenreduzierung durch Sperrschichtkapazitäten als auch Spannungsüberlagerungen in der Versorgungsspannung weitestgehend unterdrückt werden.

## Ausgangskreis

Das Licht der Sendediode wird durch eine negativ vorgespannte Fotodiode in einen Strom umgesetzt, der von einem mehrstufigen Verstärker in eine ausreichend hohe Spannung gewandelt wird. Ein nachfolgender, als Komparator geschalteter Differenzverstärker übernimmt die weitere Signalverarbeitung. Die definierte Hysterese des Komparators verhindert dabei die Entstehung von falschen Ausgangssignalen durch langsam schwankende Eingangsspannungen oder durch Störungen auf der Versorgungsspannung.

Der in Bild 3 dargestellte, von einem Buffer gesteuerte TTL-Totem-Pole-Ausgang entspricht der Konfiguration der ICs 74 OL 6000 (Buffer) und 74 OL 6001 (Inverter). Die beiden CMOS-Versionen 74 OL 6010 (Buffer) und 74 OL 6011 (Inverter) verfügen über einen offenen Kollektorausgang, der mit einer Versorgungsspannung bis 15 V betrieben werden kann und einen Strom von maximal 60 mA schaltet.

## Datenübertragung

Die ICs der Familie 74 OL 60xx können in einem Datenübetragungsinterface ohne weiteren Entwicklungs- und Schaltungsaufwand direkt als Leitungs-

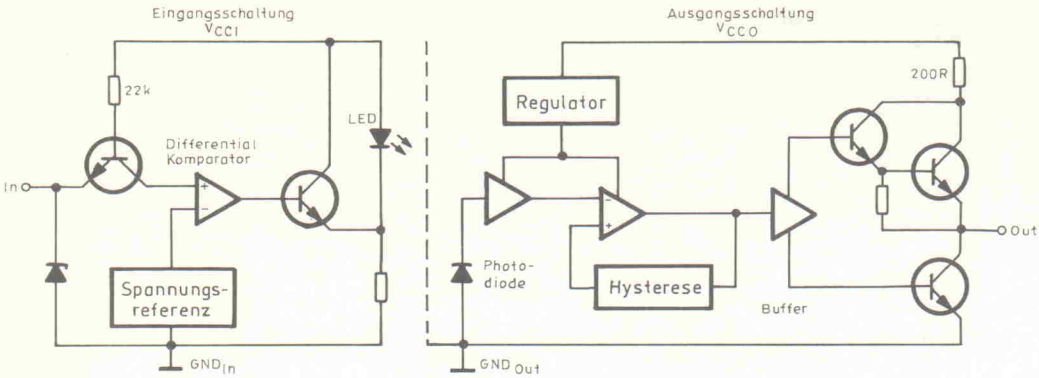



**Bild 3. Innenschaltung der Optologic-ICs mit TTL-Ausgang. Die entsprechenden CMOS-Typen arbeiten mit einem Open-Collector-Ausgang.**

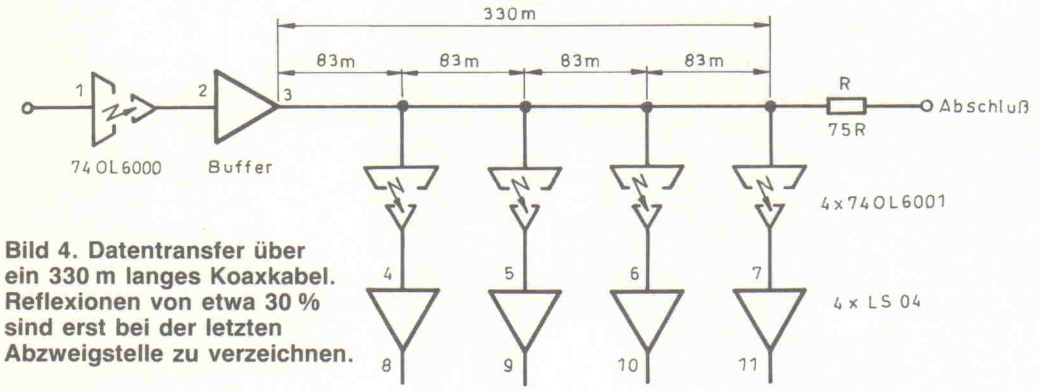



**Bild 4. Datentransfer über ein 330 m langes Koaxkabel. Reflexionen von etwa 30 % sind erst bei der letzten Abzweigstelle zu verzeichnen.**

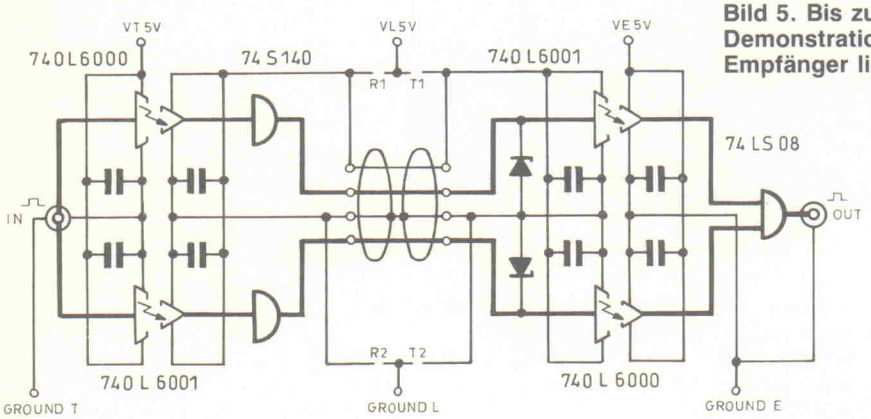



**Bild 5. Bis zu 100 m Zweidrahtleitung dürfen bei der Demonstrationsschaltung zwischen Sender und Empfänger liegen.**

empfänger eingesetzt werden, bei ausreichend hoher Leitungsimpedanz auch als Treiber.

Bild 4 zeigt das Beispiel einer 330 m langen Übertragungsstrecke mit vier gleichmäßig verteilten Abzweigungen. In dieser Schaltung wurde als Leitung ein 75-Ω-Koaxkabel eingesetzt, so daß als Leitungstreiber noch ein zusätzlicher Buffer vorgesehen werden mußte. Der Optokoppler auf der Senderseite sorgt lediglich für die galvanische Trennung. Bei Verwendung eines hochwertigen Kabels, das mit einem Widerstand entsprechend seiner Leitungsimpedanz abgeschlossen werden muß, läßt sich mit dieser Schaltungsanordnug eine Übertragungsrate von 10 MBaud erreichen.

Für eigene Entwicklungsversuche solcher Übertragungsstrecken hält Quality Technologies ein fertig aufgebautes Demonstrationskit bereit. Sender und Empfänger befinden sich dabei auf einer gemeinsamen Platine. Die Schaltungsanordnung ist jedoch so ausgelegt, daß alle in der Praxis vorkommenden Interface-Varianten ohne großen Aufwand simuliert werden können.

Bild 5 zeigt die komplette Schaltung von Sender, Leitung und Empfänger. Wichtig ist, daß die drei Spannungsversorgungen VT, VL und VE sowie auch die drei zugehörigen Masseanschlüsse in jedem Fall voneinander isoliert sind. Die Versorgung des Leitungsbereichs VL kann dabei, wie in Bild 5 zu sehen, durch zusätzliche Leitungsadern mitgeführt werden, aber auch sowohl von der Sender- als auch von der Empfängerseite erfolgen. In diesem Fall müssen die vorgesehenen Brücken R1,2 und T1.2 geschlossen werden. Bild 6 zeigt die Verdrahtung der Platine mit senderseitiger Versorgung über einen galvanisch trennenden DC/DC-Wandler.

Die Schaltung ist konzipiert für eine Übertragungsreichweite von 100 m mit einer Zweidrahtleitung und einer Übertragungsgeschwindigkeit von 3MBit/s, wobei die Übertragungsleistung stark von der Qualität und der Charakteristik des verwendeten Kabels abhängig ist.

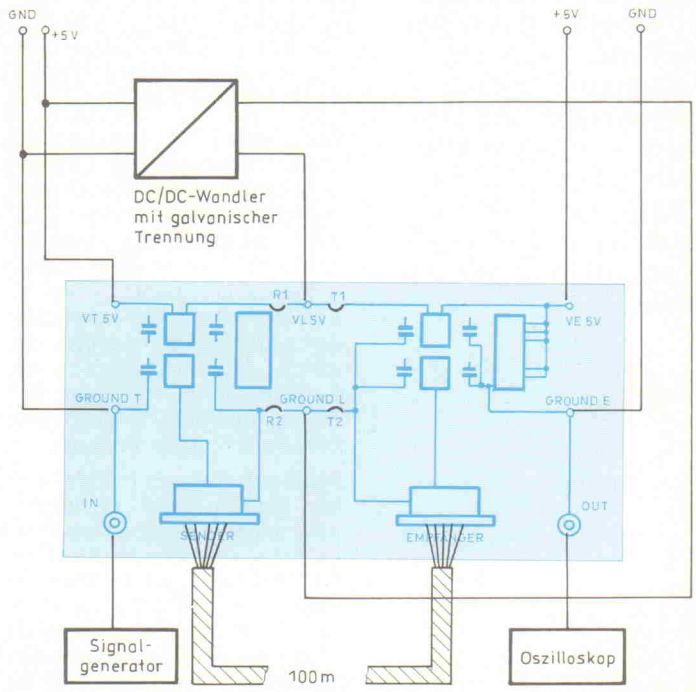


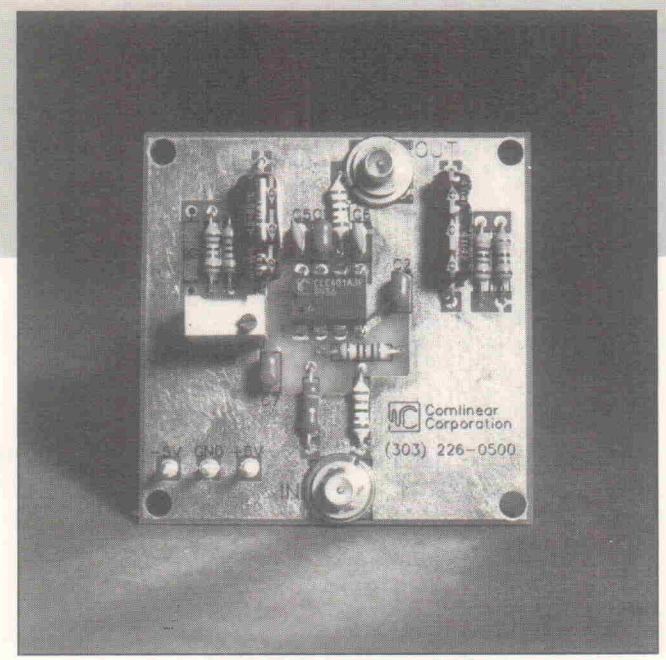

**Bild 6. Sender und Empfänger befinden sich zwar auf einer gemeinsamen Platine, durch einlötbare Drahtbrücken bleibt die Schaltungsanordnung dennoch variabel.**

# Begrenzter Hubraum

## CLC 501 — ein Hf-OpAmp mit Clamping-Funktion

**Michael Oberesch**

**Viel schaltungstechnisches Knowhow muß oftmals eingesetzt werden, damit ein OpAmp nicht in die Begrenzung gerät. Wird hingegen eine exakte, definierte Signalbegrenzung ausdrücklich gefordert, so war bislang auch das nur mit ausgeklügelten Schaltungen erreichbar. Mit einem neu auf dem Markt erschienenen Hf-Operationsverstärker wird sauberes 'Clamping' jedoch problemlos und einfach — nicht zuletzt deshalb, weil dem Entwickler dazu auch gleich das passende Evaluationkit geboten wird.**




Im letzten Heft wurden an dieser Stelle die Hochfrequenz-OpAmps CLC 400 und CLC 401 von Comlinear vorgestellt — zwei monolithische Verstärkerbausteine, die ihre beachtlichen Hf-Eigenschaften vor allem auch aufgrund der angewendeten Stromgegenkopplung erreichen.

Bild 1 zeigt noch einmal die interne Wirkungsweise dieser Schaltungsart, die sich an der Außenbeschaltung des ICs nicht erkennen läßt. Abweichend von der üblichen Spannungsgegenkopplung stellen sich hier jedoch zwei voneinander unabhängige Variable ein: mit R1 läßt sich die Verstärkung einstellen, während R2 (davon unbeeinflußt) die Bandbreite des Systems bestimmt.

Nach dem gleichen Prinzip und mit ähnlich guten Leistungsmerkmalen arbeitet ein weiterer OpAmp von Comlinear: Der CLC 501 weist eine 3-dB-Bandbreite von 120 MHz auf und seine slew rate beträgt 1200 V/µs. Als invertierender Verstärker kann das IC ohne Kompensationsmaßnahmen im Verstärkungsbereich

$$-50 \leqq A_V \leqq -1$$

eingesetzt werden (Bild 2), als nichtinvertierender Verstärker (Bild 3) im Bereich zwischen

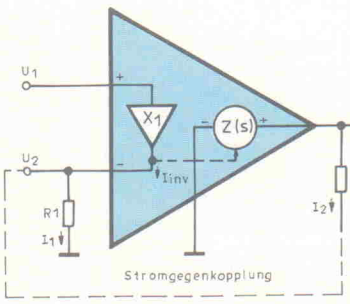
$$+7 \leqq A_V \leqq +50.$$

Seine zusätzliche Besonderheit bietet der CLC 501 jedoch mit der Möglichkeit, den Ausgangsspannungshub sowohl im positiven als auch im negativen Bereich definiert zu begrenzen. Die Einstellung der Grenzwerte erfolgt dabei an zwei unabhängigen Eingängen $V_H$ und $V_L$ in den Bereichen 0 . . . +3,5 V und 0 . . . -3,5 V. Bild 4 zeigt, wie die erforderlichen Potentiale mit Hilfe einfacher Spannungsteiler gewonnen werden können.

Wird hingegen an $V_H$ bzw. $V_L$ anstelle des Festpotentials eine Impulsspannung gelegt, so ergibt sich eine Schaltfunktion, die auf vielfältige Art eingesetzt werden kann, zum Beispiel für die Schwarzwertaustastung bei Video-Anwendungen.

Darüberhinaus ist es jedoch auch möglich, die Limiter-Eingänge bis zu einer Frequenz von 30 MHz innerhalb der Grenzen 0 . . . ± 3,5 V mit einer beliebigen Spannungsform zu steuern, so daß sich auf einfache Weise eine Pulsamplitudenmodulation ergibt.

Typische Einsatzgebiete für den CLC 501 sind natürlich auch alle Arten des Übersteuerungsschutzes und die Verwendung als Limiter. So eignet sich zum Beispiel das IC hervorra-

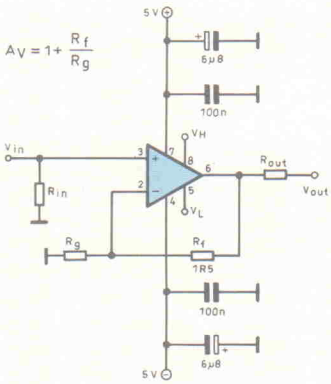



$$Z(s) = \frac{N(s)}{D(s)}$$

$$G = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

$$\frac{V_0}{V_1} = G \frac{N(s)}{N(s) + R_2 \cdot D(s)}$$

**Bild 1. An der Außenbeschaltung des ICs läßt sich nicht erkennen, daß hier eine Stromgegenkopplung vorliegt.**




$$A_V = 1 + \frac{R_f}{R_g}$$

**Bild 2. Als nichtinvertierender Verstärker arbeitet der CLC 501 zuverlässig und ohne äußere Kompensationsmaßnahmen im Verstärkungsbereich zwischen 7- und 50-fach.**

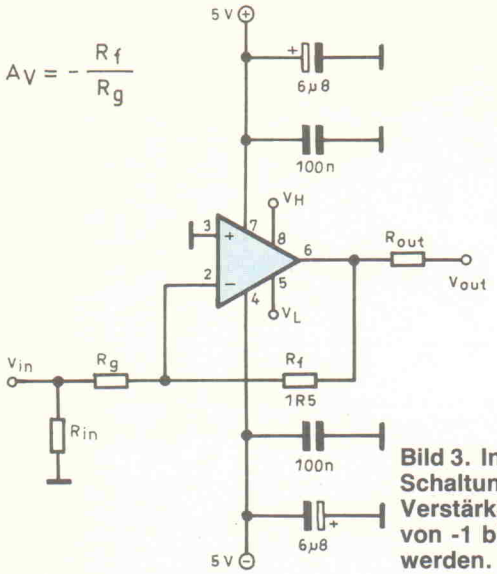



**Bild 3. In invertierender Schaltung können Verstärkungsfaktoren von -1 bis -50 eingestellt werden.**

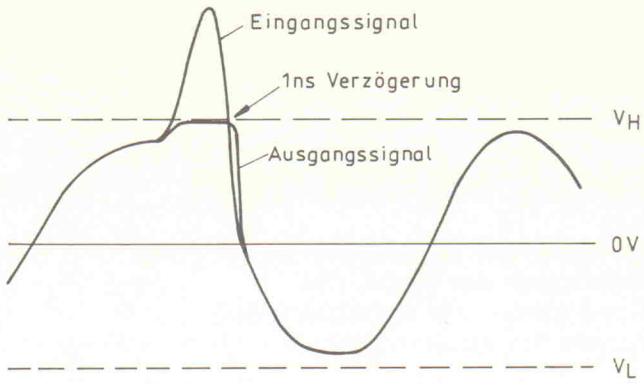



**Bild 5. Spikes in einem Spannungsverlauf werden wirkungsvoll unterdrückt. Die Erholphase nach der Begrenzung beträgt dabei nur 1 ns.**

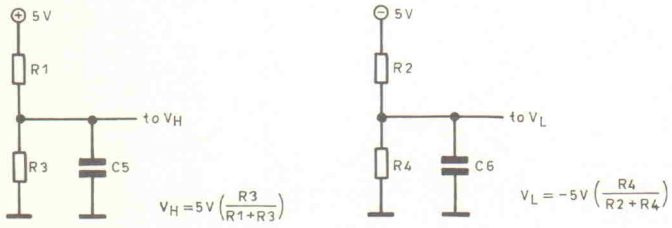



**Bild 4. Begrenzungspegel mit festem Potential können auf einfache Weise mit Hilfe zweier Spannungsteiler gewonnen werden.**

gend als begrenzendes Element für den in der Regel eng limitierten Eingangsbereich von A/D-Wandlern. Seine extrem kurze Erholzeit von nur 1 ns gewährleistet dabei, daß das Informationssignal — auch nach dem Begrenzen schneller Spikes — nahezu sofort nach der Übersteuerung wieder am Ausgang steht (Bild 5).

Für den Probeaufbau von Schaltungen mit dem CLC 501 bietet Comlinear über die Heilbronner Vertriebsfirma Transtech eine Entwicklungsplatine an, die für die Aufnahme des ICs, aller notwendigen passiven Bauelemente sowie der Ein- und Ausgangsbuchsen vorbereitet ist. Das Layout und der Bestückungsplan dieser Platine wurden bereits im letzten Heft gezeigt, da die Pinbelegung und die externe Beschaltung des CLC 501 (Bild 6) im Wesentlichen mit der der dort beschriebenen OpAmps CLC 400/401 übereinstimmt.

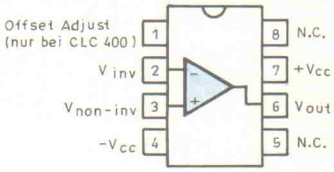



**Bild 6. Pinbelegung des CLC 501.**

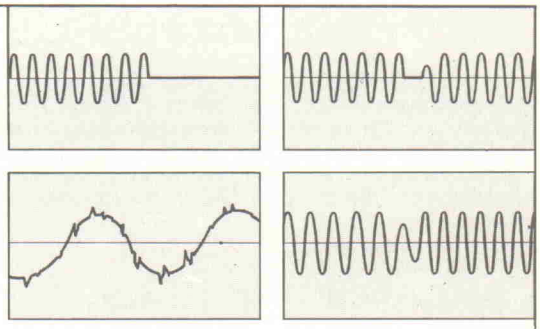

**micropac PC 1000** 1000 VA Sinusausgang

Schon kurze Netzausfälle, Spannungsschwankungen oder überlagerte Störspannungen können elektronische Geräte empfindlich stören.
Das USV-Gerät *micropac PC 1000* mit integrierter Batterie bietet vollkommenen Schutz vor Netzstörungen, z.B. Microcomputern, Prozess-Steuerungen, Geldausgabeautomaten, Sicherheitssystemen, elektronischen Registrierkassen, Telefonanlagen, Telefaxgeräten u.a. empfindlichen Geräten.

die USV-Anlage für Ihr Büro

- ist völlig wartungsfrei
- braucht wenig Platz
- arbeitet leise
- kann direkt am Arbeitsplatz stehen
- kann ein Laie anschliessen und bedienen

Preis: DM 2.998,-



**BSE/USV-Technik**
Am Kübellohberg 10 - D-8551 HEROLDSBACH
Telefon 09190/1717 Telefax 09190/260

TELEFUNKEN electronic
Creative Technologien

**SPEZIAL-IC's**

- Phasenanschnitt- und Nullspannungs-Schalter
- Automobil-Elektronik
- Sicherheits- und Regelschaltungen
- Audio/Video- und Fernbedienungs-IC's

1st CLASS DISTRIBUTION
ENATECHNIK

**ALFRED NEYE ENATECHNIK GMBH**
**SCHILLERSTRASSE 14 · 2085 QUICKBORN**
*Tel.-Sammel-Nr. (04106) 612-0 · Telex 213590*
*Telefax (04106) 612-268 oder das nächste Verkaufsbüro*

| BERLIN | HANNOVER | DÜSSELDORF | DARMSTADT | STUTTGART | NÜRNBERG | MÜNCHEN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (030) 344 10 43 | (05 11) 81 60 38 | (02 11) 30 60 42 | (06 151) 2 64 46 | (07 11) 78 89 77-0 | (09 11) 3 49 44-46 | (089) 90 99 99-0 |
| Fax: 344 95 44 | Fax: 81 60 48 | Fax: 398 29 91 | Fax: 29 41 71 | Fax: 7 88 97 44 | Fax: 34 64 59 | Fax: 90 99 99 40 |
| Telex: 185 878 | Telex: 922 054 | Telex: 8 586 865 | Telex: 419 204 | Telex: 7 255 483 | Telex: 626 772 | Telex: 524 850 |

# $\sqrt{12}$

# Irrationale Funktionen

**Im Rahmen dieser Serie war bis jetzt stets von rationalen Funktionen die Rede. Die Existenz dieser Funktionen läßt vermuten, daß es auch nichtrationale Funktionen gibt.**

Nichtrationale Funktionen werden im mathematischen Sprachgebrauch als 'irrationale Funktionen' bezeichnet. Damit sind alle Funktionen gemeint, die sich nicht auf die Form der Polynome

$$y = f(x)$$
$$= a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + a_{n-2} \cdot x^{n-2} + \ldots + a_1 \cdot x + a_0$$

oder für gebrochene rationale Funktionen

$$y = \frac{a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \ldots + a_1 \cdot x + a_0}{b_m \cdot x^m + b_{m-1} \cdot x^{m-1} + \ldots + b_1 \cdot x + b_0}$$

bringen lassen. Dabei wird zwischen *algebraisch* irrationalen Funktionen und *transzendent* irrationalen Funktionen unterschieden.

Die algebraisch irrationalen Funktionen sind in erster Linie Funktionen, die Terme enthalten, in denen die unabhängige Veränderliche x als Radikand vorkommt. Damit gehört die Funktion

$$y = \frac{\sqrt[3]{x} + \sqrt[4]{x^2 + 2}}{\sqrt[7]{x^8 + 8x^3}}$$

ebenso zu den algebraisch irrationalen Funktionen wie die einfache Wurzelfunktion

$$y = \sqrt{x}$$

deren Funktionsverlauf in Bild 1 zu sehen ist. Betrachtet man den Funktionsverlauf $y = f(x)$, ist zu erkennen, daß für $x < 1$ der Funktionswert y größer als der Wert der unabhängigen Veränderlichen x ist. Für $x > 1$ ist der Funktionswert jedoch kleiner. Diese Kenntnis erleichtert die Abschätzung des Kurvenverlaufs, insbesondere bei komplizierteren Funktionen. Auch die Funktionsgleichungen für den Kreis

$$r^2 = x^2 + y^2$$

umgestellt: $y = \sqrt{r^2 - x^2}$ $\quad r$ = Radius

und für die Ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

a = Schnittpunkt mit Abszisse
b = Schnittpunkt mit Ordinate

umgestellt: $y = \sqrt{\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) b^2}$

sind den algebraisch irrationalen Funktionen zuzuordnen. Die Funktion

$$y = x^{\sqrt{2}}$$

gehört dagegen nicht zur Gruppe der algebraisch irrationalen Funktionen, da es sich bei dem Ausdruck

$$\sqrt{2}$$

um eine nicht rationale Konstante handelt, für die kein Bruch angegeben werden kann.

Die Gruppe der transzendent irrationalen Funktionen umfaßt die Exponentialfunktionen. Dazu gehören auch die in der Technik so überaus wichtigen e-Funktionen (Exponentialfunktionen mit der Basis $e = 2{,}71828\ldots$, auch 'Eulersche Funktionen' genannt). Fast alle in der

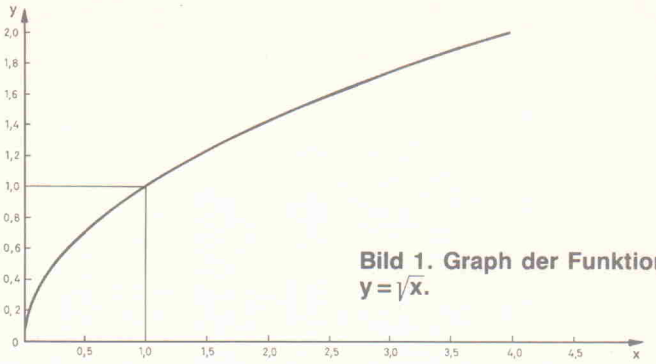



**Bild 1. Graph der Funktion $y = \sqrt{x}$.**

Natur vorkommenden funktionalen Zusammenhänge lassen sich mit den Eulerschen Funktionen beschreiben. Das gilt in besonderem Maße für elektrotechnische Vorgänge.

Weiterhin gehören zu den transzendent irrationalen Funktionen auch die Umkehrfunktionen der Exponentialfunktionen — also die Logarithmen — und natürlich alle Funktionen, die sich auf Exponentialfunktionen zurückführen lassen. Dazu gehören unter anderem die trigonometrischen (sin, cos, tan) und die hyperbolischen (sinh, cosh, tanh) Funktionen.

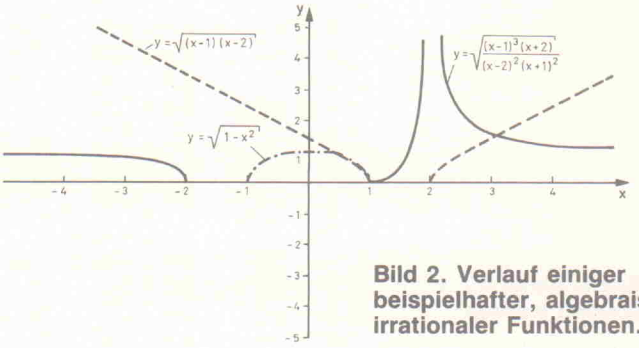



**Bild 2. Verlauf einiger beispielhafter, algebraisch irrationaler Funktionen.**

In dieser Folge sollen nun die algebraisch irrationalen Funktionen näher untersucht werden. In Bild 2 sind verschiedene Beispielfunktionen und deren Verlauf im kartesischen Koordinatensystem dargestellt. Bemerkenswert ist, daß auch die Wurzelfunktionen im Grunde Exponentialfunktionen sind, wobei jedoch der Exponent als Bruch auftritt. Es gilt:

$$(\sqrt[a]{x})^b = x^{\frac{b}{a}} \qquad \text{bzw. für } b = 1: \qquad \sqrt[a]{x} = x^{\frac{1}{a}}$$

Damit lassen sich die meisten Rechenoperationen für Exponentialfunktionen auch auf die algebraisch irrationalen Funktionen anwenden.

Der Verlauf algebraisch irrationaler Funktionen, bei denen der Radikand aus einer rationalen Funktion besteht, läßt sich ermitteln, indem man zunächst den Verlauf des Radikanden bestimmt (dazu ist die Ermittlung der Pol- und Nullstellen erforderlich) und danach die Wurzel berücksichtigt. Dabei ist natürlich zu beachten, daß negative Radikanden bei geradzahligen Wurzelexponenten nicht möglich sind, solange die Gruppe der komplexen Zahlen unberücksichtigt bleibt. Ein Beispiel:

$$y = \sqrt{(x-1)(x-2)}$$

Wird

$$k = (x-1)(x-2)$$
$$y = \sqrt{k}$$

gesetzt, läßt sich der Funktionsverlauf leicht ermitteln. Der Funktionswert $k = f(x)$ wird jeweils zu Null, wenn einer der beiden Klammerausdrücke den Wert Null ergibt. Das ist für $x = 1$ und für $x = 2$ der Fall. Ansonsten handelt es sich um eine normale quadratische Funktion. Wer es nicht glaubt, sollte die Klammerausdrücke ausmultiplizieren; dann können die Nullstellen auch mit der bekannten Lösungsformel für quadratische Gleichungen (siehe dazu auch die Folge 8 dieser Serie) berechnet werden. Zieht man die Wurzel aus dieser Funktion, erhält man den in Bild 3 dargestellten Verlauf. Die gestrichelte Kurve zeigt den Verlauf des Wurzelexponenten k, die durchgezogene Kurve gibt den Verlauf der Wurzelfunktion wieder.

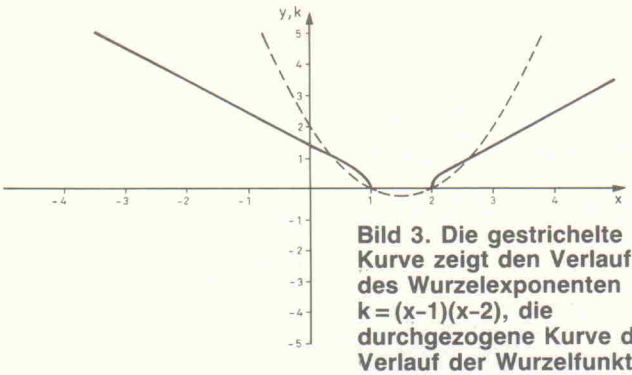



**Bild 3. Die gestrichelte Kurve zeigt den Verlauf des Wurzelexponenten $k = (x-1)(x-2)$, die durchgezogene Kurve den Verlauf der Wurzelfunktion $y = \sqrt{k}$.**

Ein weiteres Beispiel zeigt eine algebraisch irrationale Funktion mit einer gebrochenen rationalen Funktion als Radikand.

$$y = \sqrt{\frac{(x-1)^3\,(x+2)}{(x-2)^2\,(x+1)^2}}$$

Auch hier kann zunächst allein der Radikand betrachtet werden. Es gilt:

$$k = \frac{(x-1)^3\,(x+2)}{(x-2)^2\,(x+1)^2}$$

$$y = \sqrt{k}$$

Man erhält für $k = f(x)$ Nullstellen für $x = 1$ und $x = -2$ — an diesen Stellen wird der Zähler zu Null — sowie Polstellen für $x = 2$ und $x = -1$, da dort der Nenner zu Null wird. Damit verläuft die Kurve wie die gestrichelte Linie in Bild 4. Der Verlauf der Wurzelfunktion wird durch die durchgezogene Kurve in Bild 4 beschrieben.

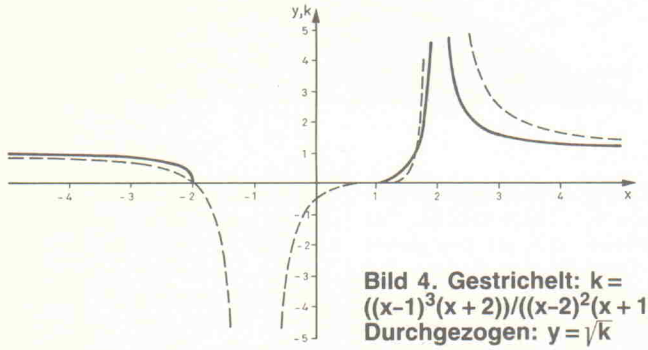



**Bild 4. Gestrichelt: $k = ((x-1)^3(x+2))/((x-2)^2(x+1)^2)$ Durchgezogen: $y = \sqrt{k}$**

Es gibt in der Elektrotechnik einige Zusammenhänge, die mit algebraisch irrationalen Funktionen beschreibbar sind. Ein Beispiel ist der Verlauf des Scheinwiderstandes Z eines Reihenschwingkreises in Abhängigkeit von der Frequenz der angelegten Wechselspannung. Es gilt:

$$Z = f(f) = R \cdot \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2}$$

$$\text{mit } Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} \text{ und } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Dabei sind Q und $f_0$ Konstanten, wobei Q für die Schwingkreisgüte und $f_0$ für die Resonanzfrequenz steht. Der Kurvenverlauf läßt sich auf ähnliche Weise wie in den vorangegangenen Beispielen untersuchen. Da es sich hierbei um eine praktische Anwendung handelt, ist es sinnvoll und zweckmäßig, zunächst den Definitionsbereich festzulegen. Der Rechenaufwand wird dadurch stark verringert. Da es keine negativen Frequenzen geben kann und der Gleichstromfall ($f = 0$) hier nicht von Interesse ist, muß gelten: $f > 0$. Um den Kurvenverlauf besser beurteilen zu können, wird die Gleichung ein wenig umgeformt:

$$Z = R \cdot \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + Q^2 R^2 \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2}$$

$$\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)^2 = \frac{f^2}{f_0^2} - 2 + \frac{f_0^2}{f^2}$$

$$= \frac{f^4 - 2\,f_0^2\,f^2 + f_0^4}{f_0^2\,f^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + Q^2 R^2 \left(\frac{f^4 - 2\,f_0^2\,f^2 + f_0^4}{f_0^2\,f^2}\right)}$$

In der Klammer steht jetzt eine gebrochene rationale Funktion, bei der das Zählerpolynom den Grad 4 aufweist und das Nennerpolynom den Grad 2. Mit Hilfe der binomischen Formeln erhält man:

$$Z = \sqrt{R^2 + Q^2 R^2 \cdot \frac{(f^2 - f_0^2)^2}{f_0^2\,f^2}}$$

Nun kann wieder gesetzt werden:

$$k = R^2 + Q^2 R^2 \cdot \frac{(f^2 - f_0^2)^2}{f_0^2\,f^2}$$

$$Z = \sqrt{k}$$

Interessant ist insbesondere derjenige Fall, bei dem der rechte Term des Ausdrucks k zu Null wird. Dies ist, wie unschwer zu erkennen ist, bei $f = f_0$ der Fall. Für unsere Funktion $Z = f(f)$ bedeutet das:

$$k\ (f = f_0) = R^2$$

$$Z\ (f = f_0) = \sqrt{k} = R$$

Dies ist der bekannte 'Resonanzfall', bei dem der Scheinwiderstand Z des Reihenschwingkreises sein Minimum erreicht, indem sich die Impedanzen der Reaktanzen (Spule und Kondensator) aufheben und nur der ohmsche Widerstandsanteil übrigbleibt. Sowohl für $f < f_0$ als auch für $f > f_0$ steigt der Scheinwiderstand Z an.

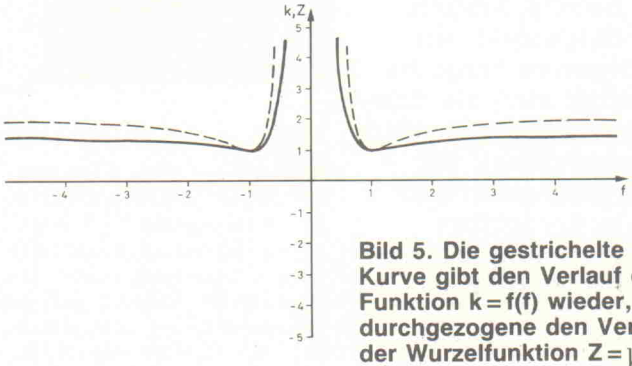



**Bild 5. Die gestrichelte Kurve gibt den Verlauf der Funktion $k = f(f)$ wieder, die durchgezogene den Verlauf der Wurzelfunktion $Z = \sqrt{k}$.**

Zur allgemeingültigen und vereinfachten Betrachtung wird $Q = 1$ sowie $R = 1$ gesetzt. Damit kann der Kurvenverlauf im Koordinatensystem betrachtet werden. Die gestrichelt gezeichnete Kurve in Bild 5 zeigt den Verlauf der Funktion $k = f(f)$, die durchgezogene Linie die daraus gezogene Wurzel ($Z = f(f)$). Wie in Bild 6 zu sehen ist, stellt sich der Funktionsverlauf für den Elektrotechniker noch übersichtlicher dar, wenn für die Ordinatenachse als Variable der Quotient $x = f/f_0$ eingeführt wird und nur der für die Praxis interessante 1. Quadrant des Koordinatensystems berücksichtigt wird.

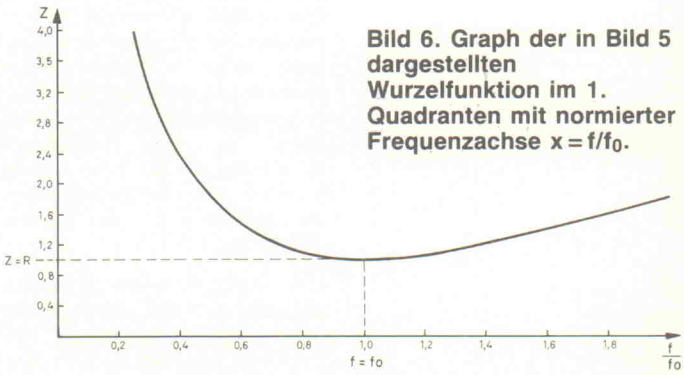



**Bild 6. Graph der in Bild 5 dargestellten Wurzelfunktion im 1. Quadranten mit normierter Frequenzachse $x = f/f_0$.**

# Das CD-System

## Folge 7: Die Elektronik im CD-Abspielgerät: D/A-Wandlung, Upsampling

**Jos Verstraten**

**Die Technologie der Compact Disc, die komplexe Codierung des aufgezeichneten Signals und die optische Abtastung wurden bereits ausführlich dargestellt. Die vorliegende Folge beschäftigt sich mit dem 'Upsampling' (populär: Oversampling), mit Filterproblemen und den in der letzten Ausgabe aufgelisteten D/A-Prozeduren.**

Auch bei Sony stellte man schnell fest, daß die traditionellen Stromquellen-D/A-Wandler für das anspruchsvolle CD-System ungeeignet waren. Die fernöstliche Antwort auf die Herausforderung sieht jedoch, wie aus Bild 64 hervorgeht, ganz anders aus als die zuletzt besprochene Lösung von Philips. Allerdings arbeitet auch dieses Verfahren, das als 'Integrator-DAC mit variabler Impulssteuerung' bezeichnet wird, mit zunächst nur einer Stromquelle.

Der Einfachheit halber wird auch dieses Prinzip in 4 Bit dargestellt. Der Strom der Quelle fließt über einen elektronischen Schalter auf den Eingang eines Integrators. Bei Konstantstrom steigt die Ausgangsspannung des Integrators linear an, die Anstiegsgeschwindigkeit $\Delta U/t$ ist linearproportional zur Stromstärke, die Spannung U zum Strom/Zeitprodukt $I \cdot t$.

Das Datenwort am Wandlereingang wird mit einem Timer in eine einmalige serielle Impulsfolge umgesetzt. Die Anzahl der erzeugten Impulse entspricht dem Binärwert des Datenwortes. Bei 0-0-0-0 liefert der Timer keinen Impuls, bei 0-0-0-1 einen Impuls, der den Schalter kurzzeitig für eine exakt definierte Zeitspanne schließt. Lautet das Codewort 1-1-1-1, so werden, wie Bild 65 zeigt, 15 Impulse erzeugt. Der Integrator sorgt dafür, daß die Ausgangsspannung exakt der Anzahl der Schaltimpulse entspricht; sind es bei 15 Impulsen 150 mV, so machen 7 Impulse 70 mV. Auch hier also eine Verlagerung der Problemstellung in Richtung Digitaltechnik: Statt auf hochgenaue Stromquellen kommt es jetzt

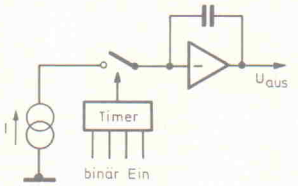



**Bild 64. So vollzieht Sony die Wandlung.**

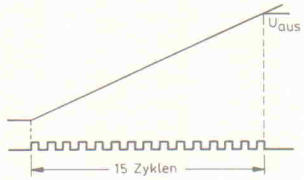



**Bild 65. Der Eingangscode wird in Impulse umgesetzt, diese werden integriert.**

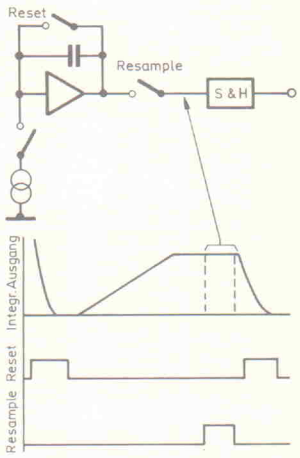



**Bild 66. Das vollständige Prinzip des Sony-Verfahrens.**

darauf an, den Binärwert des Codewortes in eine Impulsfolge korrekter Länge umsetzen; das war aber noch nie ein Problem.

Am Integratorausgang bildet sich während der Umsetzung ein Sägezahn, was jedoch nicht stört, da nur der Endwert der Spannung von Bedeutung ist. Allerdings muß der Endwert per Sample & Hold ordentlich zur Kenntnis genommen werden. Nach der folgenden Umsetzung gelangt der neue Endwert der Sägezahnspannung in den Holdspeicher. Die S&H-Ausgangsspannung hat den typischen treppenförmigen Verlauf, wobei die absolute Höhe jeder Stufe das analoge Äquivalent zum Binärwert des betreffenden Codewortes darstellt.

Bild 66 zeigt das Ablaufschema. Nach Ablauf der Konversionszeit hat der Integrator den Endwert der Sägezahnspannung gebildet, der 'Resample'-Impuls läßt über den gleichnamigen Schalter den Endwert speichern. Es folgt der Reset-Impuls, der über einen Schalter den Integrationskondensator entlädt. Damit ist die Schaltung für das nächste Codewort bereit.

Nach dem in der Elektronik gültigen Gesetz von der Erhaltung der Nachteile kann das Prinzip natürlich nicht funktionieren. Stimmt! Bei 16 Bit sind wir nämlich längst im Gigahertzbereich, wo Consumer-IC-Technologien nicht anzutreffen sind. Für 4 Bit gelten folgende Zahlen: maximal 15 Impulse je Codewort, 44.100 Codes je Sekunde, macht eine Impulsfrequenz von 661,5 kHz. Für 16 Bit lautet die Zahl 2,9 GHz. Sony genehmigte sich eine zweite Stromquelle.

Bild 67 zeigt den funktionellen Aufbau des CD 20017, des ersten CD-DACs von Sony, das nach dem Impuls-Integrationsverfahren arbeitet. Zwei Quellen erzeugen die beiden Ströme $I_H = 256 \cdot I$ und $I_L = I$, deren Verhältnis exakt stimmen muß. Ein Schaltimpuls für die Stromquelle $I_H$ erzeugt dieselbe Ausgangsspannung wie 256 Impulse für $I_L$. Die maximale Impulsfrequenz reduziert sich auf 11,289 MHz, das ist nicht zuviel. Die Steuerung der Stromquellen ist eine digitale Aufgabe und gut zu beherrschen.

Allerdings muß der Systemtakt noch um rund 50% über dem theoretischen Wert liegen, weil die Kopplung der beiden Konversionsprozeduren Zeit kostet. Außerdem wollten die ehrgeizigen Japaner ursprünglich mit nur einem DAC für beide Audio-Kanäle auskommen: Die ersten Fernost-CD-Player arbeiteten tatsächlich mit 35-MHz-DACs.

Nachher ist man schlauer, und heute läßt sich feststellen, daß Sony das technisch ungünstigere CD-DAC-Verfahren hat. Der Abgleich der beiden Stromquellen bleibt ein Schwachpunkt; sobald das Verhältnis 1:256 nicht mehr stimmt, arbeitet der Wandler nicht monoton. Doch kein Schatten ohne Licht: Die Schaltung ist dank Integrator und S&H absolut frei von Spikes.

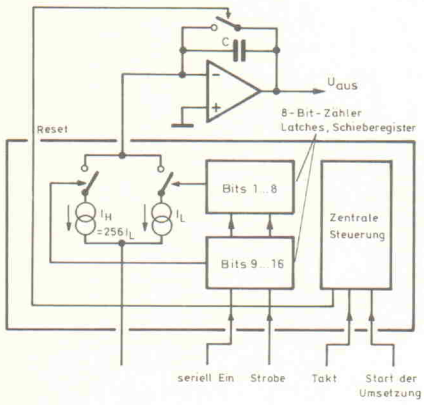



**Bild 67. In letzter Konsequenz doch mit einer zweiten Stromquelle: die Schaltung des Sony-DACs CX20017.**

Grundprobleme beim A/D-D/A-Prozeß...

Die 1:1-Rekonstruktion des ursprünglichen Audio-Analogsignals aus den 16-Bit-Samples ist auch dann noch mit grundsätzlichen Schwierigkeiten verbunden, wenn ein idealer D/A-Wandler zur Verfügung steht. Diese Probleme resultieren aus dem theoretischen Ansatz der kombinierten A/D-D/A-Wandlung. Es sind

- die digitale Übernahmeverzerrung
- die Quantisierungsbandbreite
- das Quantisierungsrauschen.

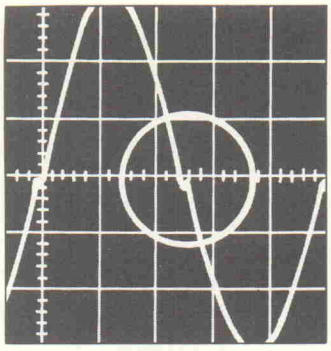


**Bild 68. Das MSB und der Nulldurchgang: 'digital cross-over'.**

Zunächst zur digitalen Cross-over-Verzerrung. Vom Prinzip her erzeugt ein D/A-Wandler ein unipolares Analogsignal. Die Ausgangsspannung ist Null, wenn der Eingangscode 0-0-...-0-0 lautet. Bei 1-1-...-1-1 hat die Ausgangsspannung den maximalen positiven Betrag. Dagegen sind die vom CD-System verarbeiteten Audiosignale bipolar, es handelt sich um eine Wechselspannung.

Aufnahmeseitig ist der Arbeitsbereich des A/D-Wandlers in zwei Hälften gesplittet, die dem positiven und dem negativen Amplitudenbereich des Analogsignals zugeordnet sind. Im Nulldurchgang des Signals erfolgt der Übergang von 0-1-1...-1-1 nach 1-0-0...-0-0 (oder umgekehrt). Man könnte die letztgenannte Bitfolge auch als 'digitale Masse' des Systems bezeichnen. Bemerkenswert ist außerdem, daß sämtliche 16 Bit beim Nulldurchgang ihre Wertigkeit ändern. Eine weitere Feststellung: Der Zustand des MSB zeigt an, ob die Polarität des Signals momentan positiv (MSB = 1) oder negativ (MSB = 0) ist.

Für die Wiedergabeseite bedeutet diese Feststellung, daß ein Signal mit sehr geringer Amplitude zu nichts anderem führt als zum ständigen Umschalten zwischen denjenigen zwei Zuständen des D/A-Wandlers, die durch den Wechsel sämtlicher Bit-Wertigkeiten gekennzeichnet sind. Ausgerechnet im Nulldurchgang des Analogsignals also hat das Auftreten von 'glitches' die höchste Wahrscheinlichkeit. Außerdem ist bei jedem Nulldurchgang auch die MSB-Stromquelle tangiert, an deren Genauigkeit die höchste Anforderung gestellt wird. Jede Abweichung vom vorgeschriebenen Stromverhältnis macht sich beim Nulldurchgang auf jeden Fall als Störspitze bemerkbar.

Bild 68 zeigt das Ausgangssignal eines 16-Bit-D/A-Wandlers, dessen Eingangscodes von einem Sinussignal mit geringer Amplitude stammen. Die im Nulldurchgang entstandene Signalverzerrung hat viel Ähnlichkeit mit der Übernahmeverzerrung von schlechten Gegentakt-Endstufen aus der Anfangszeit der Transistortechnik. Aufgrund der hier vorliegenden Analogie, die zwar nicht für die Entstehungsursache des Fehlers gilt, sondern für die hörbare Wirkung, spricht man von der 'digitalen Übernahmeverzerrung'.

Die Quantisierungsbandbreite ist das zweite Grundproblem der D/A-Umsetzung. Bei der Rückwandlung der Codewörter einer digitalisierten Sinusspannung entsteht, wie Bild 69 zeigt, kein getreues Abbild der ursprünglichen Spannung. Dies gilt auch für die besten Wandlersysteme. Das Ausgangssignal zeigt die bekannten Treppenstufen und enthält somit, wie jede nicht sinusförmige Spannung, ein Oberwellenspektrum entsprechend der universellen Theorie von Fourier.

Speist man ein solches AD/DA-Wandlersystem mit einem Analogsignal mit einer Bandbreite von 20 kHz, zum Beispiel mit weißem Rauschen, so erscheint am Ausgang des Systems das in Bild 70 dargestellte Frequenzspektrum. Nach der Theorie entstehen bei

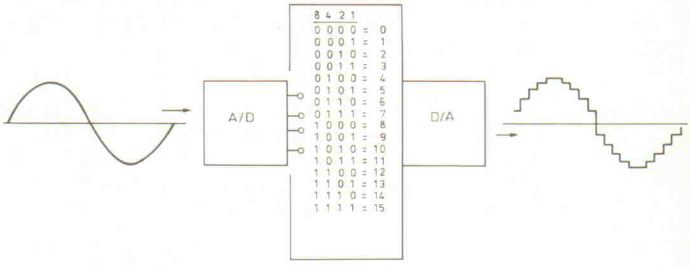



**Bild 69. Nach der D/A-Rückwandlung zeigt das Analogsignal den typischen Verlauf in Treppenstufen.**

den ganzzahligen Vielfachen der Samplefrequenz unendlich viele Gruppen von Harmonischen, die in symmetrischen 20-kHz-Seitenbändern geordnet sind. Beim CD-System beträgt die Samplefrequenz 44,1 kHz. Die erste Gruppe Harmonischer tritt also bei dieser Frequenz auf, $f_t$ in Bild 70.

Rechnet man von 44,1 kHz um 20 kHz zurück, so findet man das Ende des unteren Seitenbandes bei 24,1 kHz. Die niederfrequenteste Harmonische des unteren Seitenbandes der ersten Gruppe liegt also nur um 4,1 kHz über dem Ende des 20-kHz-Nutzfrequenzbereiches des CD-Systems.

Alle Harmonischen müssen selbstverständlich hinter dem D/A-Wandler ausgefiltert werden. Zwar liegen sie außerhalb des Hörbereiches, sie können aber im nachfolgenden Verstärker zusätzliche Intermodulationsverzerrungen hervorrufen. Dabei entstehen durch Summen- und Differenzbildung verschiedener Frequenzen sehr wohl hörbare Störsignale, also Signalverzerrungen.

Für das CD-System lautet die Forderung, daß hinter dem DAC alle Harmonischen mit einem Filter um 50 dB gedämpft werden müssen. Zwar gibt es zahlreiche Filterschaltungen, die im Frequenzbereich oberhalb 20 kHz diese Forderung erfüllen, problematisch ist jedoch die Tatsache, daß die niedrigste Frequenz mit 24,1 kHz nur knapp oberhalb der 20-kHz-Bandbreite des Systems liegt.

Die Filter müssen also sehr steilflankig sein. Man verwendet Tschebyscheff-Filter neunter oder gar elfter Ordnung. Wie aus Bild 71 hervorgeht, hat ein solches Filter einen hervorragenden Amplitudengang im Durchlaßbereich, der Phasengang ist dagegen schlecht bis schlimm. Aufgrund unterschiedlicher Gruppenlaufzeiten im Hörbereich bis 20 kHz führen steile Audio-Signalflanken im Filter zu Einschwingvorgängen, die eine typische Verzerrung verursachen und sehr leicht wahrzunehmen sind.

Das Quantisierungsrauschen als drittes D/A-Wandler-Problem folgt unmittelbar aus dem stufenförmigen Verlauf der DAC-Ausgangsspannung. Durch Subtraktion von Ein- und Ausgangsspannung des A/D-D/A-Systems entsteht das in Bild 72 unten dargestellte Differenzsignal, das einer Rauschspannung nicht unähnlich ist und sich tatsächlich wie Rauschen 'anhört'.

Analysiert man das Frequenzspektrum des Quantisierungsrauschens, so stellt man fest, daß praktisch auch der gesamte Hörbereich verseucht wird. (Daneben dominiert eine Art 'Sägezahnfrequenz' von 44,1 kHz — die Samplefrequenz —, die in Bild 72 gut zu erkennen ist, und die Sägezähne enthalten bekanntlich alle Oberwellen. Das Tschebyscheff-Filter dämpft natürlich auch hier Frequenzanteile oberhalb von 20 kHz.)

Das Rauschmaß verringert sich mit zunehmender Systemauflösung; wenn der Analogwert auf mehr Bits abgebildet wird, verringert sich die Differenz zwischen Aus- und Eingangssignal des Systems.

Daher stehen der auflösungsbedingte, maximal erreichbare Rauschabstand und die Bitbreite des Systems in einem festen Verhältnis. Je Bit mehr nimmt der Rauschabstand um 6 dB zu. Ein 14-Bit-System hat demnach einen maximalen Rauschabstand von 84 dB, das CD-System hat 96 dB.

...Upsampling (Oversampling)

In der letzten Folge wurden die 12 wichtigsten CD-D/A-Verfahren aufgelistet; fünf davon enthalten den Begriff 'Upsampling'; die meisten CD-Abspielgeräte arbeiten mit Upsampling. Der vielfach verwendete Begriff 'Oversampling' ist ungeeignet, da er den Prozeß nicht korrekt beschreibt.

Vor der Beschreibung des Verfahrens müssen die wichtigsten Systemgrößen und Probleme der D/A-Wandlung noch einmal im Zusammenhang dargestellt werden:

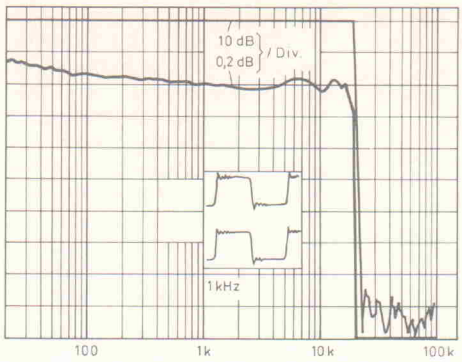



**Bild 71. Durchlaßkurve und Sprungverhalten eines analogen Tiefpaßfilters.**

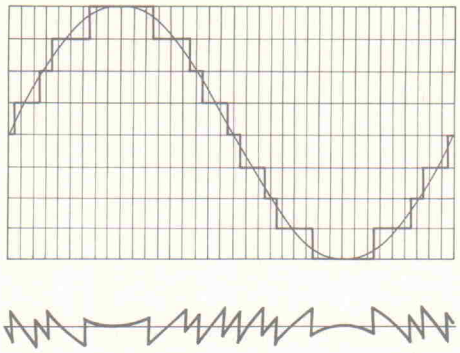


**Bild 72. Zur Erläuterung des Quantisierungsrauschens.**

● Die Auflösung des DAC.
Die Forderung nach einem 16-Bit-System stellt an die Genauigkeit der Stromquellen im D/A-Wandler, wie bereits gezeigt, sehr hohe Ansprüche; manche Insider behaupten, daß es derzeit keinen 16-Bit-DAC gibt, der dieser Bezeichnung gerecht wird. Zwar verarbeiten die ICs alle 16 Bit des Codes, die bei der Umsetzung erreichte Genauigkeit entspricht jedoch einer Wortbreite von 14 Bit, bestenfalls 14,5 Bit.

● Die Quantisierungsbandbreite.
Aufgrund der niedrigen Samplefrequenz von 44,1 kHz beträgt der Abstand zwischen der oberen Grenze des Übertragungsbereiches (20 kHz) und der nächstliegenden Harmonischen im unteren Seitenband der Samplefrequenz nur 4,1 kHz. Dies macht steilflankige analoge Filter erforderlich, die eine schlechte Impulswiedergabe des CD-Spielers verursachen.

● Das Quantisierungsrauschen.
Bei einer Samplefrequenz von 44,1 kHz tritt der größte Anteil der Rauschleistung im Frequenzbereich 0...44,1 kHz auf. Der Nutzbereich bis 20 kHz ist davon stark betroffen.

Sieht man die Probleme im Zusammenhang, so erweist sich die niedrige Samplefrequenz als Hauptverursacher. Bei einer auf 88,2 kHz verdoppelten Samplerate beispielsweise würde sich das Quantisierungsrauschen auf ein breiteres Spektrum verteilen, die Rauschleistung im Nutzbereich also abnehmen. Auch hinsichtlich der Quantisierungsbandbreite würden sich die Verhältnisse verbessern.

Bei allen Upsampling-Verfahren werden tatsächlich nachträglich erzeugte Codewörter zwischen den 44.100 echten 16-Bit-Samples eingefügt, die von der Digitalelektronik kommen. Beim Dual Upsampling stehen Dichtung und Wahrheit im Verhältnis 1:1, die Samplefrequenz ist verdoppelt. Ein digitales Transversalfilter bringt das Kunststück fertig und liefert die künstlichen Informationen. Dieses, auch mit FIR bezeichnete Filter (siehe Elrad 6/89 f., 'Kurzer Prozeß', DSP-System), wird später noch besprochen.

Mit der Verdoppelung der Samplefrequenz gaben sich die Entwickler nicht mehr zufrieden, als sie den Trick heraus hatten. Beim 'Quadruple Upsampling' beträgt die Samplefrequenz des DAC 176,4 kHz; zwischen je zwei aufeinander-

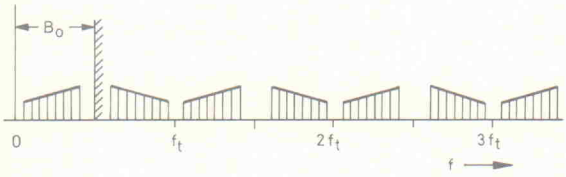



**Bild 70. Oberwellenspektrum eines Signals mit 20 kHz Bandbreite nach Digitalisierung und Rückwandlung.**

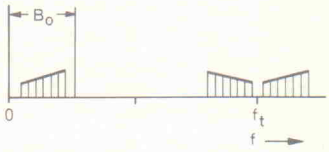



**Bild 73. Oberwellenspektrum des Analogsignals bei der Samplefrequenz 88,2 kHz.**

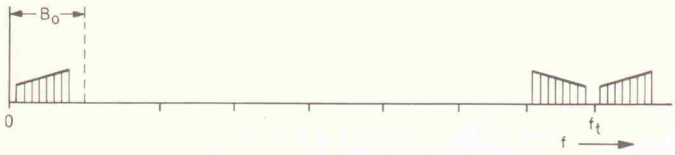



**Bild 74. Oberwellenspektrum des Signals nach 4-fach Upsampling.**

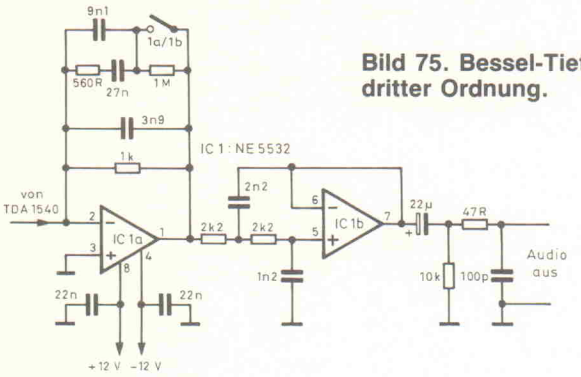



**Bild 75. Bessel-Tiefpaß dritter Ordnung.**

folgenden echten Samples sind drei künstliche eingefügt.

Die Auswirkung des Upsampling auf die Quantisierungsbandbreite läßt sich am besten zeichnerisch darstellen. Bild 73 zeigt den Fall der verdoppelten Samplefrequenz. Die 'untersten' (ersten) beiden Seitenbänder von Harmonischen liegen nun symmetrisch zur Frequenz 88,2 kHz, so daß die niedrigste Frequenz des unteren Seitenbandes 68,2 kHz beträgt, was einem Abstand von 48,2 kHz zur maximalen Signalfrequenz entspricht. Zur wirkungsvollen Dämpfung der niederfrequentesten Harmonischen können nun wesentlich einfachere Analogfilter dienen, deren Phasengang viel besser bzw. besser zu beherrschen ist als bei einem Filter elfter Ordnung.

Bei 4-fach-Upsampling (Bild 74) ist das Filterproblem fast schon aus der Welt geschafft: Es genügt ein Besseltyp dritter Ordnung. Bild 75 zeigt die von Philips in seinen vierfach hochgemusterten CD-Spielern verwendete Schaltung.

Die höhere Samplefrequenz vermindert auch das Quantisierungsrauschen. Bild 76 zeigt links die schon bekannte Normalsituation. Beim Upsampeln wird die Codewort-Frequenz verdoppelt oder vervierfacht; unter der Annahme, daß die Kunstwörter ordentlich berechnet wurden, ergibt sich ein zweifacher Vorteil: Die 'Sägezahnfrequenz' (Samplefrequenz) und alle ihre Oberwellen liegen weiter weg vom Signalbereich, und dank der feineren Abstufung ist die Differenz zwischen Original- und DAC-Ausgangssignal erheblich verringert. Die höherfrequenten Signalanteile können besser gefiltert werden, und im Nutzsignalbereich ist die Rauschleistung stark reduziert.

Wie aber werden die künstlichen Samples generiert? Zunächst könnte man annehmen, daß der Mittelwert zweier Samples n und n + 1 gebildet und dieser Mittelwert als 16-Bit-Wort zwischen den beiden Samples eingefügt wird. Dieser Gedanke ist naheliegend, weil die Fehlerkorrektur im Digitalteil des Players ja tatsächlich eine solche Interpolation durchführt. Für 4-fach-Upsampling müßten dann drei interpolierte Zwischenwerte gebildet werden.

Das erwähnte digitale Transversalfilter arbeitet jedoch ganz anders. Für ein vollständiges Verständnis seiner Arbeitsweise sind mathematische Herleitungen erforderlich, die hier aus Platzgründen nicht gegeben werden können. Die folgende Darstellung bleibt daher bewußt an der Oberfläche.

Das hier zu besprechende digitale Transversalfilter, im folgenden DTF genannt, kann — mit Einschränkungen — wie ein analoges Tiefpaßfilter betrachtet werden, so daß der vorhandene analoge Tiefpaß mit geringerer Flankensteilheit ausgelegt sein kann. Anders gesagt, ist das DTF der erste und wichtigste Tiefpaß, dessen Arbeit nur noch ein wenig mit einem analogen Tiefpaß unterstützt werden muß.

Wenn das DTP wie ein Tiefpaß arbeitet, muß es denselben Gesetzmäßigkeiten gehorchen wie die traditionelle, analoge Filterschaltung. Die Digitalschaltungen im CD-Spieler liefern eine Folge von 16-Bit-Codewörtern; aufgrund des diskontinuierlichen Charakters (der Code ändert sich sprunghaft) kann man sich die DTF-Eingangsspannung als Folge kurzer, steiler Impulse vorstellen. Es ist also zu fragen, wie ein analoger Tiefpaß reagiert, wenn ein kurzer, steiler Impuls auf seinen Eingang gegeben wird.

Auf Fragen solcher Art hat die Analogelektronik längst die Antworten parat. Bild 77 zeigt die Sprungantwort eines analogen Tiefpaßfilters.

Zwischen der Amplitude des Eingangsimpulses und dem Amplitudenverlauf am Tiefpaßausgang besteht ein eindeutiger, mathematisch beschreibbarer Zusammenhang. Für jeden Punkt der Zeitachse läßt sich ein Faktor oder Koeffizient berechnen, mit dem die Eingangsamplitude zu multiplizieren ist; das Produkt gibt die Ausgangsamplitude zum betrachteten Zeitpunkt an.

Der Verlauf der Filter-Ausgangsspannung läßt sich demnach durch eine Folge von Koeffizienten darstellen. Die Rekonstruktion der Ausgangsspannung erfolgt um so genauer, je mehr Koeffizienten (Zeitpunkte) berechnet wurden.

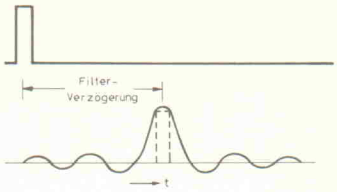



**Bild 77. Impulsverhalten eines Tiefpaßfilters.**

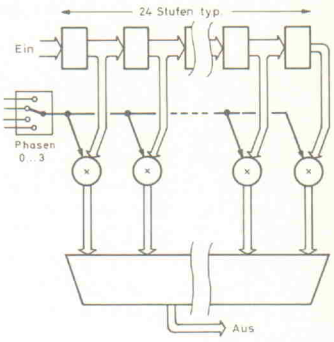



**Bild 78. Funktioneller Aufbau des digitalen Transversalfilters (FIR-Filter).**

Die Aufgabe des digitalen Transversalfilters besteht zunächst lediglich darin, das Eingangs-Codewort, das ja eine Amplitude repräsentiert, mit bestimmten Koeffizienten zu multiplizieren, so daß imaginäre neue Samples auf der Zeitachse gebildet werden; nach diesem Verfahren kann also das Sprungverhalten des analogen Tiefpaßfilters durch Wahl passender Koeffizienten digital nachgebildet werden; das DTF gibt demnach ebenfalls die in Bild 77 gezeigte Sprungantwort.

Leider wird die Angelegenheit dadurch verkompliziert, daß die Eingangsimpulse (Samples, Amplitudenwerte) so schnell aufeinander folgen, daß sich die einzelnen Sprungantworten überlappen. Dies ist eine Folge der Filterverzögerung.

Trotzdem läßt sich auch für schnelle Impulsfolgen das Tiefpaßverhalten mathematisch exakt beschreiben. Auch das digitale Transversalfilter kann den komplexen Vorgängen folgen, wenn es entsprechend ausgestattet wird. Dazu muß es gleichzeitig Zugriff auf mehrere aufeinanderfolgende Eingangs-Codewörter haben.

Bild 78 zeigt den Aufbau des DTF. Die 16-Bit-Wörter werden parallel in ein Schieberegister eingelesen und dann Wort für Wort durchgeschoben. Das

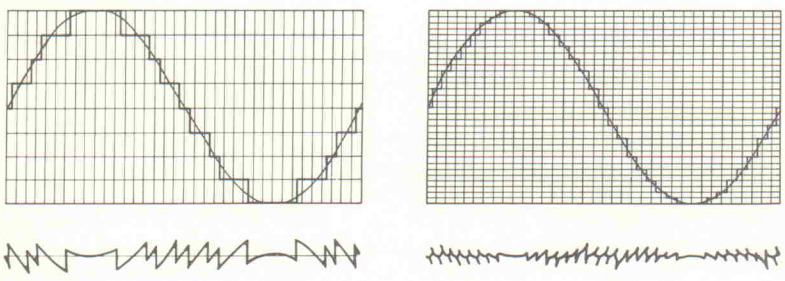


**Bild 76. Quantisierungsrauschen im Vergleich. Links: Normal-Sampling; rechts: 4-fach Upsampling.**

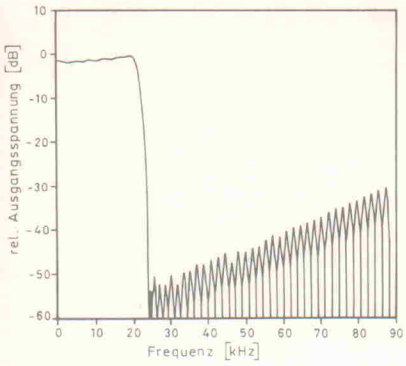



**Bild 79. Durchlaßkurve des digitalen Transversalfilters SAA7220.**

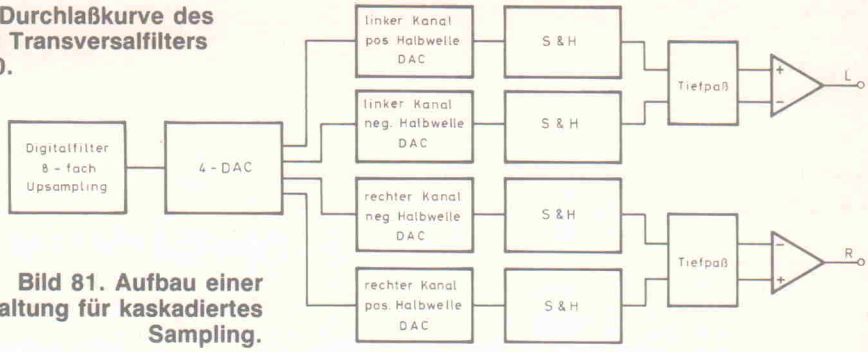



**Bild 81. Aufbau einer Schaltung für kaskadiertes Sampling.**

Register läßt sich als Zeitachse nach Bild 77 auffassen. Jeder Registerstufe ist ein binärer Multiplizierer zugeordnet; hier werden die Produkte aus Sample-Amplitude und Koeffizient gebildet. Ein einzelnes Codewort wird also so oft (mit unterschiedlichen Koeffizienten) multipliziert, wie das Schieberegister Stufen hat.

Bezeichnet man die Anzahl dieser Stufen mit n, so werden zu einem bestimmten Zeitpunkt n aufeinanderfolgende Codewörter gleichzeitig, jedoch mit unterschiedlichen Koeffizienten multipliziert. Nach Bild 78, zu dem vom Hersteller des Filter-ICs leider keine weiteren Angaben vorliegen, ist zu vermuten, daß der untere Block eine Art Mischschaltung enthält, die allerdings digital arbeitet und einen digitalen Ausgang hat. Weiter ist anzunehmen, daß nach jedem Schiebetakt die in den Multiplizierern stehenden Amplitudenwerte in vier Phasen mit unterschiedlichen Koeffizienten multipliziert werden, so daß die vierfache Samplefrequenz entsteht.

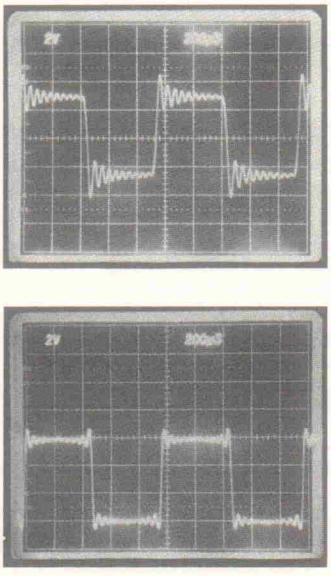


**Bild 80. Impulsverhalten im Vergleich. Oben: analoger Tiefpaß elfter Ordnung; unten: digitales Transversalfilter.**

Wie jedes Filter, gibt auch das DTF nicht nur Sprungantworten, sondern hat auch einen Frequenzgang. Bild 79 zeigt ihn am Beispiel des von Philips für das CD-System entwickelten digitalen Transversal-Tiefpaßfilters SAA 7220. Der Frequenzgang ist nahezu ideal; die kleinen Unsauberkeiten im Durchlaßbereich kommen durch Rundungsfehler der gewählten Koeffizienten zustande.

Die Stufenzahl des IC-internen Schieberegisters bestimmt die Genauigkeit des Filters. Auch hinsichtlich der Phasenverhältnisse und der Gruppenlaufzeiten ist das DTF wesentlich günstiger als ein Analogfilter höherer Ordnung. Bild 80 zeigt einen Vergleich mit einem 1-kHz-Rechtecksignal; oben das Verhalten eines Analogfilters elfter Ordnung, unten das DTF-Verhalten. Kommentar: überflüssig.

...Die wichtigsten D/A-Verfahren in CD-Abspielgeräten

Nachdem nunmehr die grundlegenden Probleme der D/A-Umsetzung, aber auch Lösungswege aufgezeigt worden sind, lassen sich die heute in CD-Spielern üblichen DAC-Systeme überwiegend in knapper Form darstellen.

●14 Bit switched real sampling
Aus der Bezeichnung geht hervor, wie das DAC-System aufgebaut ist. Der 16-Bit-Code wird ohne Upsampling (real) verarbeitet. Der DAC berücksichtigt jedoch nur 14 Bit; LSB und LSB + 1 werden nicht verarbeitet.

Ausdrücklich heißt es im letzten Satz: 'der' DAC. In CD-Spielern der ersten Generation, zum Teil auch in den neuen Low-Cost-CD-Portabels, ist tatsächlich nur *ein* DAC für beide Kanäle enthalten. Die Kanalsamples werden im stetigen Wechsel auf den DAC-Eingang geschaltet (switched).

Daraus folgt, daß die beiden Samples mit einer Zeitversetzung von 11,3 µs bearbeitet werden, das Signal des rechten Kanals wird also gegenüber dem Links-Signal um die genannte Zeit verzögert. Die einschlägige Literatur beschäftigte sich einige Zeit mit der Veröffentlichung zahlreicher esotherischer Diskussionen, die sich um die Hörbarkeit der Verzögerung drehten. Fest steht seitdem nur, daß derselbe Effekt auch dann auftritt, wenn einer der beiden Lautsprecher 3,5 mm näher am Zuhörer steht als der andere. Hifi-Puristen, die das Verfahren kritisieren, dürften Musik nur noch hören, wenn ihr Kopf fest in einen Schraubstock eingespannt ist.

Das Verfahren geht mit Bauelementen sparsam um und wird von Herstellern bevorzugt, die sich an Sony orientieren. Deren 'Integrator-DAC mit variabler Impulssteuerung' enthält ja, wie gezeigt, eine Sample & Hold-Schaltung, so daß die stetige Kanalumschaltung auf der Eingangsseite keine Probleme am DAC-Ausgang verursacht. Die Filterung erfolgt rein analog und weist alle analogimmanenten Nachteile auf.

●14 Bit real sampling
Die Kanalsamples liegen unmittelbar an den Eingängen zweier 14-Bit-DACs. Auch hier entfallen die untersten beiden Bit; der Signal/Rausch-Abstand der CD-Spezifikation wird auch hier nicht eingehalten. Die Filter arbeiten rein analog.

●16 Bit switched real sampling
Das Verfahren unterscheidet sich vom 14-Bit-Typus nur durch den 16 Bit breiten DAC.

●16 Bit real sampling
Alle 16 Bit des CD-Standards werden mit zwei 16-Bit-DACs verarbeitet. Analogfilter.

●16 Bit cascaded real sampling
Eines der weiter vorne angesprochenen D/A-Probleme ist die digitale Cross-over-Verzerrung, die durch Umschalten des MSB im Nulldurchgang des Analogsignals ensteht. Sowohl im Westen als auch im Osten hat man versucht, dieses Teilproblem mit spezifischen Schaltungen gesondert zu lösen.

Philips verschiebt den Nullpunkt. Im digitalen Transversalfilter SAA7220P ist der Code H-L-L-L-L-L-L-L-L-L-H-L-L-L-L-L dem Nulldurchgang des Analogsignals zugeordnet (0 dB); die MSB-Umschaltung erfolgt bei der Amplitude -36 dB, so daß für kleinere Signalamplituden die MSB-Umschaltung vollständig vermieden wird. Der Nachteil des Verfahrens ist die unsymmetrische Arbeitsweise; für positive Amplituden ist der Aussteuerungsbereich eingeschränkt, der negative erweitert. Um bei hohen positiven Amplituden die Übersteuerung des DACs und damit eine Begrenzung des reproduzierten Analogsignals zu vermeiden, nimmt das Filter ein sogenanntes 'down-scaling' vor, indem es den Code ändert; Einzelheiten verschweigen auch hierzu die Unterlagen.

Vornehmlich Fernost-Produzenten gehen die MSB-Problematik mit DAC-Kaskaden an. Bild 81 zeigt das Prinzip des 'cascaded real sampling'. Das Digitalfilter splittet die Samples in solche mit negativem und positivem Vorzeichen; das geht ganz einfach, da das MSB das Vorzeichen ist. Es entstehen also je Kanal zwei Samplefolgen, die auf getrennt arbeitende DACs geführt werden. Somit sind 4 DACs erforderlich, und die damit ausgestatteten Player demonstrieren dies mit dem Etikett '4-DAC'. Die Wandler tun das, was sie gut können: Bitmuster in *unipolare* Analogspannungen umsetzen.

Nach der Filterung erfolgt die Wiedervereinigung der Signalpaare mit je einem Operationsverstärker pro Kanal. Hier hat das Verfahren seinen Schwachpunkt. Kleinste Offsetspannungen verursachen beim Nulldurchgang Unstetigkeiten des

Spannungsverlaufs; die Übernahmeverzerrung ist wieder da, und zwar die echt analoge. Zwar läßt sich der Offset wegtrimmen, und modernere Spezial-OpAmps weisen auch ohne Abgleich Offsetspannungen im $\mu$V-Bereich auf, es bleibt aber die Frage, ob die Lösung nicht schlimmer ist als das Problem. Offset unterliegt zum Beispiel Temperatureinflüssen, digitale Übernahmeverzerrung nicht.

● 14 Bit dual upsampling
Die Samplefrequenz wird per DTF auf 88,2 kHz verdoppelt, die beiden DACs werten nur je 14 Bit aus. Die Filterung erfolgt in den meisten Fällen mit analogen Tiefpässen fünfter Ordnung.

● 16 Bit dual upsampling
Dasselbe Verfahren, das aber alle Bits auswertet. Fachleute bezweifeln jedoch, wie schon erwähnt, daß die 16 Bit echt sind. Nichtmonotones Verhalten der Wandler läßt sich oft feststellen, so daß es sich um verbesserte 14-Bit-DACs handelt, deren Auflösung vielleicht 14,5 oder 15 Bit beträgt.

● 14 Bit quadruple upsampling
Das digitale Transversalfilter erzeugt je Eingangs-Codewort vier Samples mit 14 Bit Wortbreite. Es folgen schnelle 14-Bit-DACs, die mit einer Samplefrequenz von 176,4 kHz arbeiten. Als Filter genügt ein Tiefpaß dritter Ordnung.

● 16 Bit quadruple upsampling
Hier ist nicht nur nach der tatsächlichen Auflösung der DACs zu fragen; problematisch ist auch die hohe Arbeitsgeschwindigkeit dieser hochgezüchteten Wandler, weil die Filterung der Glitches und Spikes mit zunehmender Samplefrequenz immer schwieriger wird.

● adaptive floating decimal upsampling
Dieses Verfahren beruht auf einem sehr interessanten Gedanken. Das CD-System bietet einen außerordentlichen Dynamikbereich. Es stehen 65.536 ($2^{16}$) verschiedene Bitmuster zur Kodierung der momentanen Signalamplitude zur Verfügung. Dies entspricht einem Dynamikbereich von 96 dB, der aber nur theoretisch genutzt werden kann.

Denn der tatsächlich erreichbare Dynamikumfang einer Aufnahme hängt von der technischen Einrichtung ab, mit der das Masterband hergestellt wird. Nur reinrassige Digitalstudios mit digitalen Rekordern, digitalen Mischpulten usw. können hochdynamische Audiosignale ohne Kompressionssysteme (Rauschminderungssysteme) verarbeiten.

Deshalb tragen alle Scheiben die drei Buchstaben, aus denen ihre Entstehungsgeschichte hervorgeht; diese wiederum besagt leider nur, wie dynamisch die Aufzeichnung bestenfalls sein könnte:

— AAD
Die gespeicherten Werke wurden analog aufgenommen, analog abgemischt und natürlich digital auf die Compact Disc gebracht. Analoge Bandmaschinen können den konzertanten Dynamikumfang nicht gleichzeitig verzerrungsfrei in den lauten und rauschfrei in den leisen Passagen verarbeiten; also war bei der Aufnahme ein Kompressionssystem dabei.

— ADD
Analog aufgenommene, digital abgemischte Werke.

— DDD
Nur die solchermaßen gekennzeichneten Scheiben transportieren Signale, die außer dem Mikrofon und dem Mikrofonverstärker keine analoge Funktionsgruppe kennengelernt haben. Unmittelbar hinter dem Verstärker erfolgt die Digitalisierung. Nur die DDD-Scheiben können theoretisch den Dynamikbereich des CD-Systems vollständig nutzen.

Vielfach ist zu hören, daß der große Dynamikbereich realitätsfremd ist. Kein üblicher Hörraum, das Auto schon gar nicht, sei auch nur entfernt so leise, daß die 96 dB zur Geltung kommen könnten. Unter diesem Aspekt erscheint es glaubhaft, daß auf die theoretisch mögliche Expandierung der mit analogen Bandmaschinen hergestellten Tonkonserven vielfach verzichtet wird, zumal die bekannten, analog arbeitenden Expander als verzerrungskritisch gelten.

Für AAD-Scheiben scheint festzustehen, daß mindestens 1 Bit nicht genutzt wird. Freaks, die ihren Lebenszweck darin sehen, alles, was mit CD zu tun hat, wie ein Naturphänomen kritisch zu erforschen, verfügen über Testergebnisse, nach denen AAD-Disketten überwiegend eine Auflösung von nur 14 Bit bieten.

Diese ausführliche Vorrede soll den gedanklichen Ansatz für das 'adaptive floating decimal upsampling' deutlich machen. Wenn schon die meisten Scheiben mit weniger als 16 Bit Auflösung 'aufgenommen' sind, dann sind teure 16-Bit-DACs nicht sinnvoll. Man verwendet 14-Bit-Wandler, sieht aber im digitalen Transversalfilter eine Schaltung zur Überwachung des Dynamikumfangs vor. Sobald ein kritisches Bitmuster auftritt, ändert sich die Zuordnung zwischen den Bitwertstellen der Samples und der DAC-Eingänge; in diesen Phasen entfällt die Auswertung des LSB und des LSB + 1. Gerade das aber ist insofern völlig unkritisch, weil es sich um extrem laute Passagen handelt; die Schall-Details, die in den beiden niederwertigen Bits stecken, sind verdeckt und können von niemandem wahrgenommen werden, Hifi-Puristen ausgenommen.

Bevor die restlichen beiden A/D-Verfahren zur Sprache kommen, sollen die neuesten Trends bei DACs ins Blickfeld gerückt werden. Seit etwa einem Jahr sind CD-Abspielgeräte auf dem Markt, die mit Features wie '18 Bit Oversampling' oder 'Noise shaping' für sich werben. Man fragt sich sofort, wozu ein 18-Bit-Verfahren gut sein soll, wenn die Disketten bestenfalls eine Auflösung von 16 Bit bieten.

Es gibt zwei verschiedene Systeme, die sich trotzdem die Auflösung von 18 Bit zutrauen. Das eine arbeitet mit der schon besprochenen Floating-Technik, verwendet aber 16-Bit-DACs, deren Problem bekanntlich die exakte Einhaltung des Stromverhältnisses von MSB und LSB ist. Die nur mit 14 Bit aufgelösten Passagen der Musik verarbeitet der DAC mit seinen 14 höherwertigen Biteingängen; die Eingänge LSB und LSB + 1 sind nicht aktiv, und der Wandler arbeitet monoton. Erreicht die Aufnahme 15 oder gar 16 Bit Auflösung, floaten die Bit-Stellen des DAC um 1 oder 2 Bit in Richtung LSB, wobei im letzgenannten Fall die Normalzuordnung erreicht wird. 16-Bit-DAC und 2-Bit-Floating macht echte 18 Bit; so jedenfalls die Hersteller-Kalkulation.

Es gibt allerdings auch Player mit 'echten' 18- und sogar 20-Bit-DACs, obwohl es unwahrscheinlich ist, daß irgendeine Firma solche Bausteine monoton herstellen kann, wenn schon die 16-Bit-Wandler der spezialisierten Branchenriesen von Kennern der Materie in Zweifel gezogen werden. Zweitens ist auch hier zu fragen, wo denn die zwei oder vier Extra-Bits herkommen, wenn nicht von der CD. Die Antwort ist einfach: Bei der Berechnung der Koeffizienten des digitalen Transversalfilters kann man die Genauigkeit beliebig weit treiben. Es handelt sich nicht um ganzzahlige Faktoren, sondern man kann selbst bestimmen, wieviel Stellen hinter dem Komma man berücksichtigen will. Es ist also kein Problem, dem DTF Samples zu entlocken, die 18-, 20- oder 40-Bit-Datenwörter erfordern, um die vielen Dezimalstellen des Koeffizienten auch im digitalen Produkt zu berücksichtigen.

Hersteller, die in ihren Playern diese Technik anwenden, behaupten allen Ernstes, durch mathematische Manipulationen der 16 Disketten-Bits die Auflösung des Systems heraufsetzen zu können. Bei solcher Herangehensweise sollte man nicht vergessen, auch die Zahl der Samples kräftig zu erhöhen. Es wird bereits mit achtfachem Upsampling gearbeitet, wobei die Samplefrequenz schon 352,8 kHz erreicht. Wie die Wandler-Systeme ange-

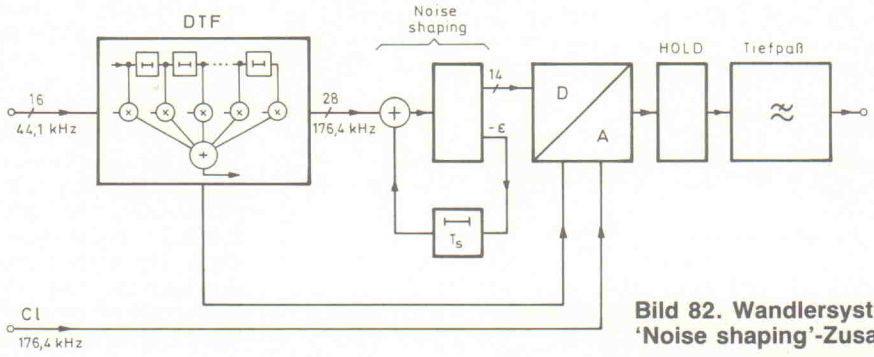



**Bild 82. Wandlersystem mit 'Noise shaping'-Zusatz.**

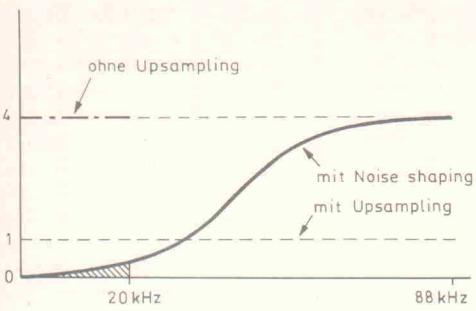



**Bild 83. Einfluß des 'Noise shaping' auf den Rauschpegel im Hörspektrum.**

sichts des breiten und reißenden Stroms von Daten das Problem der Glitches lösen sollen, bleibt bis auf weiteres rätselhaft.

Als 'Noise shaping' wird eine bestimmte digitale Fehlerkorrektur im Transversalfilter bezeichnet; u.a. wendet Philips diese Technik an. Bild 82 zeigt den funktionellen Aufbau. Das DTF generiert mit Hilfe von Koeffizienten mit vielen Kommastellen (wie vorstehend beschrieben) 28-Bit-Samples. Die 14 höchstwertigen Bits gelangen auf einen 14-Bit-DAC, die übrigen 14 Bit werden in Gegenkopplung zum Filter zurückgeführt, das ihre Wertigkeit bei der Zusammenstellung des folgenden Samples berücksichtigt.

Dieses Verfahren vermindert das Quantisierungsrauschen beträchtlich, wie Bild 83 (Philips) zeigt. Mit 1 ist der Rauschpegel bei 'normalem' Upsampling bezeichnet; ohne Upsampling ist der Pegel um den Faktor 4 höher. Noise shaping halbiert den Rauschpegel im Bereich 0...20 kHz; Philips gibt 7 dB an. Daher können heute CD-Spieler angeboten werden, deren Signal/Rausch-Verhältnis besser ist als der theoretische Wert von 96 dB.

●pulse width modulation conversion

Je höher upgesampelt wird, um so größer werden die Probleme bei der Entwicklung von passenden DACs, weil die Schaltungen beim Codewechsel Glitches erzeugen und mit zunehmender Samplefrequenz das Analogsignal stärker beeinflussen. Im Zusammenhang mit der Technik des Noise shaping und seiner digitalen Gegenkopplung entstand eine weitere Idee.

Nur die vier höchstwertigen Bits eines Samples werden ausgewertet, und zwar in der Weise, daß ihr binärer Wert das Impuls/Pause-Verhältnis (Duty Cycle) eines Rechteckimpulses bestimmt. Daher hat das Verfahren seinen Namen (siehe oben), aber einige Hersteller halten den Begriff Pulsweitenmodulation offenbar für nicht zugkräftig genug; Technics greift zum griffigen 'MASH', wobei man viel guten Willen aufbringen muß, um das als Abkürzung von 'Multi Stage Noise Shaping System' begreifen zu können. Sansui macht exakt dasselbe; das Etikett besagt dagegen, daß man ein 'LDCS', also ein 'Linear Direct Conversion System' vor sich hat.

Bild 84 zeigt, was Sache ist. Ein Prozessor macht zunächst $2^5$-Upsampling, erzeugt also eine Samplefrequenz von 1,4 MHz (32 × 44,1 kHz), aber nur die vier Bits MSB... MSB-3 gelangen auf den PW-Modulator. Dieser erzeugt 11 (statt 16) codeabhängige Impulsbreiten. Beim Code H-L-L-L ist der Duty Cycle 50%, der Gleichspannungsanteil dieses Impulses wird mit Null bewertet. Höhere Codewerte erzeugen breitere Impulse und stehen für positive Gleichspannungen — und umgekehrt.

Die Spannung (mit der Impulsfrequenz von 1,4 MHz) wird integriert; das Analogsignal entsteht an einem Kondensator; es repräsentiert den momentanen Duty Cycle und somit den Inhalt der vier oberen Bits des momentanen Upsamples. Dank der Rückführung der 12 übrigen Bits geht deren Aussagekraft keineswegs verloren. Ihr Inhalt korrigiert nämlich das folgende Upsample; diese Korrektur umfaßt auch die oberen 4 Bits, so daß die folgende Integration bereits einen erheblichen Teil der Korrektur bewirkt, die notwendig ist, um die Analogspannung näher an den richtigen Momentanwert heranzuführen. Diese Überlegung gilt für jeden weiteren Sample/Korrektur-Zyklus, und man darf nicht vergessen, daß die Schaltung dank des 32-fachen Upsampling eine halbe Ewigkeit Zeit hat, die Prozedur durchzuführen.

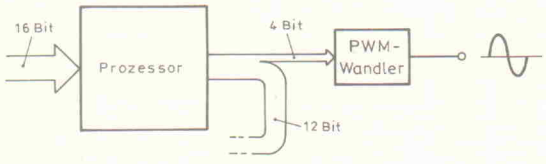



**Bild 84. Prinzip der A/D-Wandlung mit Pulsweitenmodulation.**

Die Pulsweitenmodulation hat entscheidende Vorzüge:

— Die Schaltung verwendet nicht die problematischen Stromquellen-DACs.

— Es entsteht keine digitale Übernahmeverzerrung.

— Ein Integrator erzeugt keine Glitches.

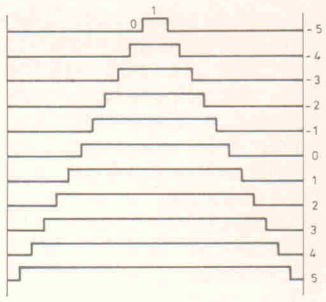
— Die Samplefrequenz ist so hoch, daß analoge Filter fast entbehrlich sind. Einige Abspielgeräte in 'MASH'-Technik verzichten vollständig.

Einziger Kritikpunkt ist die Tatsache, daß sich die Spannung über dem Integrationskondensator langsam auf- bzw. abbaut, weil ein Impuls oder eine Impulspause eben dauert. Die Endspannung wird also erst einige Zeit nach Erscheinen des Samples erreicht. Diese Art von Verzögerungen sind jedoch typisch für alle gegengekoppelten Systeme und treten beispielsweise auch in NF-Leistungsverstärkern auf.

●1 Bit switched capacitor conversion

Dieses Verfahren ist eine Weiterentwicklung der Idee, auf der die Pulsweitenmodulation beruht. Philips nennt seine CD-Spieler, die nach dem Prinzip arbeiten, 'Bitstream-Converter'.

Die ursprünglichen 16-Bit-Codewörter werden in zwei Stufen 256-fach hochgesampelt; die neue Samplefrequenz beträgt 11,28 MHz, die Samples sind 17 Bit breit. Nur das MSB wird unmittelbar ausgewertet, und zwar von einem 1-Bit-DAC, der aus einem Kondensator besteht, der über einen MSB-gesteuerten Schalter aufgeladen wird (switched capacitor). Die übrigen 16 Bit werden nach dem bei PWM besprochenen Prinzip zurückgeführt und korrigieren das nächste MSB. Bild 85 zeigt das Daten-'Flußdiagramm'.



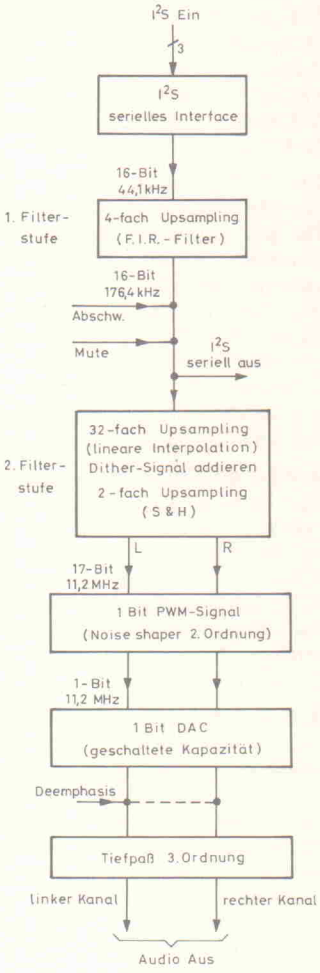




**Bild 85. Funktioneller Aufbau des 'Bitstream'-Wandlers.**

Philips hat den gesamten Prozeß bereits integriert. Der Baustein heißt SAA7320 und wird derzeit in preiswerten CD-Portabels eingesetzt. In der Entwicklung befindet sich aber bereits die Qualitätsversion SAA7340, die in den besseren Playern zum Einsatz kommen wird. □

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

| | | |
|---|---|---|
| Elkos: Becher | 10 000 µF 70/80 V | 17,— DM |
| | 10 000 µF 80/90 V | 18,50 DM |
| | 12 500 µF 70/80 V | 18,— DM |
| | 12 500 µF 80/90 V | 19,— DM |
| | 12 500 µF 100/110 V | 24,90 DM |
| Gedr. Schaltg. | 2 200 µF 80 V | 3,— DM |
| | 8 200 µF 35 V | 4,50 DM |
| | 2 200 µF 40 V | 1,50 DM |
| | 2 200 µF 16 V | 1,40 DM |
| | 1 000 µF 35 V | 1,— DM |
| | 1 000 µF 16 V | 0,90 DM |
| 19" Gehäuse | 1 HE | 44,— DM |
| Schwarze Frontpl. | 2 HE | 54,— DM |
| 290 mm tief | 3 HE | 65,— DM |
| | 4 HE | 72,— DM |
| Ringkerntrafo nach VDE 550: | | |
| | 225 VA 2 x 27 V | 61,— DM |
| | 300 VA 2 x 44 V | 69,— DM |
| | 500 VA 2 x 47 V | 91,— DM |
| | 625 VA 2 x 56 V | 108,— DM |
| | 1000 VA 2 x 65 V | 128,— DM |
| | 160 VA 2 x 30 V | 49,— DM |
| IC — UAA 1003/1 | | 15,— DM |
| | MK 4027P-3 | 1,— DM |
| | CA 3089 E | 1,— DM |
| | CD 4040 AE | 0,50 DM |
| | TCA 740 | 1,— DM |
| B 200 C 25 Amp. | | 5,50 DM |
| B 600 C 35 Amp. | | 5,95 DM |
| B 40 C 26 Amp. | | 2,— DM |
| Kippschalter Mini | 2 x UM | 1,— DM |
| | 2 x Ein | 1,— DM |
| Lutter 80 x 80 | 24 V— | 14,— DM |
| Lutter 120 x 120 | 220 V~ | 24,50 DM |
| Lutter 80 x 80 | 220 V~ | 19,90 DM |

**Mosfet SJ 100 und SK 344 je 12,50 DM Mosfet 2 SK 176 und 2 SJ 56 je 19,90 DM**

**Welü-Elektronik-Audio-Produkte, Inh. Werner Lückemeier · Villenstr. 10 · 6730 Neustadt/Wstr. · Tel. 0 63 21/3 36 94 · Fax 0 63 21/3 49 18**

## 65C02 Crossware 8048 8051

**Integrierte Entwicklungsumgebungen für PC's**
**Macroassembler, Debugger, Editor, Disassembler**

**Eu65C02 . . . DM 189,00 Eu8048 . . . . DM 189,00**
**Eu8051 . . . . DM 389,00 Infodisk . . . DM 10,00**
**Programmiergerät 8748/49 . . . . . DM 399,00**
Alle Preise zzgl. Versand (Inland DM 5,50 — Ausland DM 9,50)

**Soft- und Hardwareentwicklung**
**Jürgen Engelmann & Ursula Schrader**
3200 Hildesheim, Schildweg 44, Tel. 0 51 21/6 33 07

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
## Electronic am Wall
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

## SATELLITEN-ANLAGEN
● Wir liefern alles für den Satellitenfachmann ●
- SAT-Kopernikus ● SAT-Drehanlagen ● SAT-Receiver
- LNC's 11 GHz, 1,0 dB ● Kombi LNC 10,95 bis 12,75 GHz
- SAT-Filter für: Tele-Filter 7, Film Net, RTL-V, Canal+, BBC und alle kommenden
(Der Betrieb der Filter ist nicht in jedem europäischen Land erlaubt.)
- Informationsmaterial nur gegen Rückporto

**ROHDE - Satellitentechnik** Markgrafenstr. 38, Tel. 0 76 41/4 93 50 7830 Emmendingen, Fax 0 76 41/5 30 56

## kostenlos!
**mit umfangreichem Halbleiterprogramm (ca. 2000 Typen)**
**gleich anfordern bei:**
**Albert Meyer Elektronik GmbH, Abteilung Schnellversand**
**Postfach 11 01 68, 7570 Baden-Baden 11, Telefon 0 72 23/5 20 55**
**oder in einem unserer unten aufgeführten Ladengeschäfte abholen.**
**Baden-Baden Stadtmitte, Lichtentaler Straße 55, Telefon (0 72 21) 2 61 23**
**Recklinghausen-Stadtmitte, Kaiserwall 15, Telefon (0 23 61) 2 63 26**
**Karlsruhe, Kaiserstraße 51 (gegenüber UNI Haupteingang), Telefon (07 21) 37 71 71**

***Voll Hart Metall***
Bohrer zum Bohren von Leiterplatten
Schaft: 1/8" = 3,2 mm
Länge: 1 1/2" = 38 mm
Schneidgeometrie: 130Grad rechtsschneidend
Durchmesser: 0,6 bis 3,2 mm 1/10 mm steigend.
Nur deutsche Markenware

***4.40*** 10 St. ***36.--***
Versand: NN, + 7.50 pauschal

Datenblatt & Lagerliste & Liste über Überbestände elektronischer Bauteile & Bausätze & Sonderangebote monatlich neu gegen frankiertes Rückkuvert.

Computerwerbung **Mac Goof**
D-8851 Holzheim
Werbung aus der besseren Computerwelt

**ELECTRONIC vom BAUERNHOF E. Späth**
Ostertalstraße 15 D - 8851 Holzheim
Telefon: 08276 - 1818 Fax: 08276 - 1508 Telex: 53 865

## braun · btv
Hannover - 75 70 86

Koaxiale Verbinder
Stecker, Kupplungen

alle Normen –
alle Kabelgrößen

*Fordern Sie uns!*

## albs

**SUB 20** – Entwickelt für den stereoplay–Subwoofer, die universelle aktive Frequenzweiche (Heft 6-7/88) ● mit regelbarer Subbaßanhebung 20 Hz von 0 bis 6 dB ● mit regelbarem Tiefpaßfilter 50-150 Hz und 12/24 dB ● mit Subsonicfilter 18 dB/15 Hz und...und...und...
**SUB 20 – Das Fertiggerät für höchste Ansprüche**

***Musik* bleibt *Musik***
**durch rein DC-gekoppelte Electronic**

DAC-MOS – die 100% DC-gekoppelten MOS-Fet-Leistungsverstärker mit sym. Eingang vervollständigen unsere erfolgreiche Serie RAM-4/PAM-10 (Testbericht stereoplay 9/86 (absolute) Spitzenklasse).

Hi-End-Module von albs für den Selbstbau Ihrer individuellen Hi-Fi-Anlage ● DC-gekoppelter, symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-CLASS-A-Kabeltreiber ● DC-gekoppelter RIAA-Entzerrervorverstärker ● Aktive Frequenzweichen – variabel und steckbar ● Gehäuse aus Acryl, Alu und Stahl – auch für hochprofessionelle 19"-Doppel-Mono-Blöcke ● Power-Pack-Netzteile bis 440 000 µF ● Vergossene, geschirmte Ringkerntrafo bis 1200 VA ● Viele vergoldete Audioverbindungen und Kabel vom Feinsten ● ALPS-High Grade-Potentiometer und albs Stufenschalter ...und vieles andere mehr.

Ausführliche Infos DM 10,-(Briefmarken/Schein), Gutschrift mit unserer Bestellkarte. Änderungen vorbehalten, Warenlieferung nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

**albs-Alltronic**
B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)
7136 Ötisheim · Tel. 0 70 41/27 47 · Tx 7 263 738 albs

**Electronic von A—Z**
**Katalog anfordern (Schutzgebühr 10,– DM)**
**ELECTRONIC-ANDERSCH**
**Auf der Höhe 4, 2334 Fleckeby**

## MIDI-Bausätze

Alle Bausätze auch als Fertiggeräte lieferbar
Ausführliches Infomaterial gegen DM 2.– in Briefmarken

**DOEPFER MUSIKELEKTRONIK**
(Inhaber Dieter Doepfer)
Lochhamer Str. 63 D-8032 Gräfelfing
Tel. (089) 85 55 78 Fax (089) 854 16 98

## IEC-Bus Software

Mit diesem Buch fügt der Autor seinem Grundlagenwerk 'IEC-Bus', das sich mit der Funktionsweise dieses verbreiteten Bus-Systems befaßt, eine anwendungsorientierte Erweiterung hinzu: Er stellt mehrere Interface-Pakete für IBM XT/AT-Computer vor (CEC, IND311, INES, NI, PC488, SUMMATION und HP-Language-Prozessor).

Zunächst beschreibt Piotrowski die Syntax und die Wirkung aller IEC-Bus-Befehle der jeweiligen Schnittstellen-Software. Anhand kurzer Beispielprogramme zeigt er dann, wie diese Befehle in Programmiersprachen wie BASIC, PASCAL, FORTRAN und C eingebunden werden. Für jedes Interface-Paket gibt der Autor ein vollständiges Programm zur Ansteuerung des Digitalmultimeters HP 3456A an. Mit dieser Möglichkeit, die verschiedenen Systeme zu vergleichen, rundet er die übersichtliche Darstellung ab.

S.R.

*Piotrowski*
*IEC-Bus Software*
*München 1989*
*Franzis Verlag*
*384 Seiten*
*DM 78,—*
*ISBN 3-7723-5882-9*

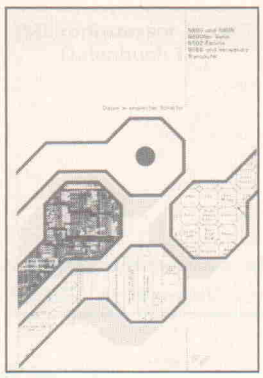
## Taschenbuch Satellitenempfang

Rund 200 Seiten im kompakten A6-Taschenformat hat das soeben erschienene Buch. Es geht auf die Technik der Empfangsanlagen ein, befaßt sich mit den verschiedenen Fernsehbild- und -tonübertragungsverfahren einschließlich D2-MAC und Satellite-Hörfunk und beschreibt die verschiedenen Systeme, darunter Astra, Kopernikus und TV-SAT.

Es folgen Übersichten der Footprints, TV- und Radio-Programme, Kanal- und Frequenzangaben, Elevations- und Gegenrichtungswinkel und Fernsehnormen. Ein Sachwortregister und ein ausführliches Anschriftenverzeichnis mit den Adressen der Rundfunkanstalten, der Satellitenhersteller und -betreiber sowie von Industrie und Handel ergänzen den technischen Teil.

Angesichts der raschen Entwicklung in diesem Mediensegment dürften die Tabellen der Satelliten und Programme nach verhältnismäßig kurzer Zeit nicht mehr vollständig sein. Um so wichtiger ist es, die technischen Informationen zu Satelliten-TV und -Hörfunk möglichst aktuell darzustellen. Dies ist dem Autor hervorragend gelungen. fb

*Kriebel, H.*
*Taschenbuch Satelliten-Empfang*
*8913 Schondorf 1990*
*79 Abb., 39 Tabellen*
*DM 28,—*
*ISBN 3-927617-03-2*



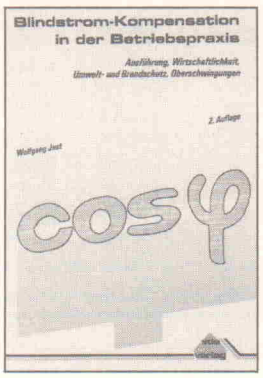
## Mikroprozessor-Datenbuch 1 & 2

Band 1 dieser Datenbücher faßt auf je 10...15 Seiten die wichtigsten Daten gängiger Mikroprozessoren zusammen. Neben älteren, bewährten Typen sind auch moderne Konzepte wie Transputer und RISC-Prozessoren vertreten. Aus dem Inhalt: 6800 und 6809, 68000 bis 68030, 6502-Familie, 8080, 8085 und Z80, Intels 80X86, Am29000, V60, NS32000-Serie, INMOS-Transputer und VLSI Risc.

Die kompakten Übersichtstabellen für jede Prozessorfamilie werden durch Hinweise auf Liefermöglichkeiten in der Bundesrepublik, der Schweiz und Österreich ergänzt.

Band 2 behandelt in gleicher Form die Peripheriebausteine der oben genannten $\mu$Ps.

*Mikroprozessor-Datenbuch 1 & 2*
*Aachen 1988*
*Elektor Verlag*
*334 Seiten (Bd.1)*
*414 Seiten (Bd.2)*
*DM 39,80 (je Bd.)*
*ISBN 3-921608-62-7*
*ISBN 3-921608-76-7*




## Blindstrom-Kompensation in der Betriebspraxis

Wolfgang Just wendet sich mit seinem im VDE-Verlag erschienenen Werk an Praktiker sowie einschlägig vorgebildete Laien. In 21 gut gegliederten Kapiteln werden alle für die Praxis relevanten Bereiche in verständlicher Form behandelt. Breiten Raum widmete der Autor den einschlägigen Bestimmungen der EVUs sowie der Normen und Richtlinien nach DIN und VDE. Anhand von vielen Beispielen wird die Blindstromkompensation praxisnah erläutert. Erfreulich ist die in der nunmehr zweiten Auflage des Buches vorgenommene Erweiterung um das Kapitel Umwelt- und Brandschutz bei PCB-befüllten elektrischen Betriebsmitteln. Dem Praktiker wird hier Hilfestellung geboten, seinen fachspezifischen Beitrag zum Schutz unserer Umwelt zu leisten.

G.S.

*Wolfgang Just*
*Blindstromkompensation in der Betriebspraxis*
*Berlin 1989*
*VDE-Verlag*
*400 Seiten*
*DM 46,80*
*ISBN 3-8007-1612-7*

## A/D- und D/A-Wandler

In diesem gut strukturierten Buch behandeln die Autoren das gestellte Thema vollständig und leicht verständlich. Sie erörtern mit Hilfe von zahlreichen Prinzipschaltbildern und Zeitdiagrammen die grundsätzlichen Verfahren zur A/D- und D/A-Wandlung und untersuchen, wie die prinzipbedingten Unzulänglichkeiten der verschiedenen Wandler, wie zum Beispiel Linearitätsfehler, meßtechnisch bestimmt werden können. Außerdem gehen sie auf Fehlerquellen beim Aufbau von Wandler-Schaltungen ein (Stichwort: Leitungs- und Masseführung).

Neben der Theorie bieten die Autoren zahlreiche gut dokumentierte Beispielschaltungen für die Anwendung von A/D- und D/A-Wandlern (Meßwerterfassung, programmierbare Verstärker und Filter, einstellbare Quellen). Diese gelungene Kombination aus Grundlagenwissen und Applikationsbeispielen macht das Buch für Studenten und Praktiker gleichermaßen interessant.

S.R.

*Eckl, R., Pütgens, L., Walter, J.*
*A/D- und D/A-Wandler*
*Grundlagen, Prinzipschaltungen und Applikationen*
*München 1989*
*Franzis Verlag*
*272 Seiten*
*DM 58,—*
*ISBN 3-7723-6273-7*

# eMedia GmbH
# SOFTWARE

## ELRAD - Programme

Dieses Angebot bezieht sich auf frühere Elrad-Veröffentlichungen. Eine zusätzliche Dokumentation oder Bedienungsanleitung ist, soweit nicht anders angegeben, im Lieferumfang nicht enthalten. Eine Fotokopie der zugrundeliegenden Veröffentlichung können Sie unter Angabe der Programmnummer bestellen. Jede Kopie eines Beitrags kostet 5 DM, unabhängig vom Umfang. Eine Gewähr für das fehlerfreie Funktionieren der Programme kann nicht übernommen werden. Änderungen, insbesondere Verbesserungen, behalten wir uns vor.

| Best.-Nr. | Programm | | Datenträger | Preis |
|---|---|---|---|---|
| S018-616A | EPROMmer | 1/88 | Diskette/Atari ST (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen, Editieren, String suchen, Gem-Oberfläche) | 35,— DM |
| S018-616M | EPROMmer | 1/88 | Diskette/MS-DOS (Brennroutine, Kopierroutine, Vergleichen [EPROM-Inhalt mit Datei], Vergleichen zweier Dateien) | 29,— DM |
| S097-586S | µPegelschreiber | 9/87 | Diskette/Schneider + Dokumentation | 248,— DM |
| S117-599S | Schrittmotorsteuerung | 11/87 | Diskette/Schneider + Dokumentation | 98,— DM |
| S128-684M | Maßnahme | 11/88 | Diskette/MS-DOS (Meßdatenerfassung) | 49,— DM |
| S029-698A | ELISE | 1/89 | Diskette/Atari mit Update aus 1/90 | 98,— DM |
| S039-704 | Frequenzsynthese | 3/89 | Diskette/Atari | 29,— DM |
| S039-780M | MDSP | 3/89 | Diskette/MS-DOS DSP-Assembler; div. DSP-Dienstprogr. (Source); Terminalprogr. (Source); DSP-Filterprogr. (Source) | 98,— DM |
| S099-746A | Display-Treiber | 9/89 | Diskette/Atari ST | 98,— DM |
| S109-754A | Data-Rekorder | 10/89 | Erfassungs- und Auswerteprogramm (Source GFA-Basic) SS | 35,— DM |
| S119-766M | U/f-D/A Wandlerkarte für PC Midi Master/Controller | 11/89 11/89 | Diskette/MS-DOS/Meßwerterfassung (Source) siehe Paketangebot Platinenanzeige | 28,— DM |
| S129-767A | DCF-77-Echtzeituhr | 12/89 | Diskette/Atari | 35,— DM |
| S129-772C | UMA — C64 | 12/89 | Diskette/C64 | 25,— DM |
| S010-782A | SESAM | 1/90 | Diskette/Atari (Entwicklungssystem) | 98,— DM |

## ELRAD - Programmierte Bausteine

| EPROM | | | Preis |
|---|---|---|---|
| 5x7-Punkt-Matrix | | | 25,— DM |
| Atomuhr | | | 25,— DM |
| Digitaler Sinusgenerator | | | 25,— DM |
| Digitales Schlagzeug | | -TOM1 | 25,— DM |
| | | -TOM2 | 25,— DM |
| | | -TOM3 | 25,— DM |
| | | -TOM4 | 25,— DM |
| | | -SIMMONS HITOM | 25,— DM |
| | | -SIMMONS MIDTOM | 25,— DM |
| | | -SIMMONS LOTOM | 25,— DM |
| | | -BASSDRUM | 25,— DM |
| | | -BASSDRUM MID | 25,— DM |
| | | -BASSDRUM HIGH | 25,— DM |
| | | -BASSDRUM HEAVY | 25,— DM |
| | | -BASSDRUM GATED | 25,— DM |
| | | -CONGA | 25,— DM |
| | | -TIMBALE | 25,— DM |
| | | -SNARE HIGH1 | 25,— DM |
| | | -SNARE HIGH2 | 25,— DM |
| | | -SNARE HIGH3 | 25,— DM |
| | | -SNARE HIGH4 | 25,— DM |
| | | -SNARE HIGH5 | 25,— DM |
| | | -RIMSHOT | 25,— DM |
| | | -RIMSHOT VOL2 | 25,— DM |
| | | -SNARE REGGAE | 25,— DM |
| | | -SNARE GATED | 25,— DM |
| | | -SNARE HEAVY | 25,— DM |
| | | -SNARE LUTZ M. | 25,— DM |
| | | -SNARE MEDIUM | 25,— DM |
| | | -CLAP RX | 25,— DM |
| | | -CLAP | 25,— DM |
| | | -HIHAT OPEN VOL1 | 25,— DM |
| | | -HIHAT OPEN | 25,— DM |
| | | -HIHAT CLOSED | 25,— DM |
| | | -GLAS | 25,— DM |
| | | -COWBELL | 25,— DM |
| | | -CRASH | 25,— DM |
| | | -PAUKE | 25,— DM |
| | | -RIDE | 25,— DM |
| Hygrometer | | | 25,— DM |
| MIDI-TO-DRUM | | | 25,— DM |
| D.A.M.E. | | | 25,— DM |
| µPegelschreiber | 9/87 | | 25,— DM |
| E.M.M.A. | 3/88 | -Betriebssystem, Mini-Editor, Bedienungsanleitung | 25,— DM |
| E.M.M.A. | 4/88 | -DCF-Uhr | 25,— DM |
| MIDI-Monitor | 5/88 | | 25,— DM |
| Frequenz-Shifter | 5/88 | Sin/Cos-Generator | 25,— DM |
| Printerface | 7-8/88 | | 25,— DM |
| E.M.M.A. | 9/88 | IEC-Konverter | 25,— DM |
| ELISE | 1/89 | Betriebssystem mit Update aus 1/90 | 25,— DM |
| DSP | 3/89 | Controller | 25,— DM |
| Grafisches Display | 9/89 | PROM Typ 1 (kleine Ausf.) | 35,— DM |
| Grafisches Display | 10/89 | PROM Typ 2 (große Ausf.) | 35,— DM |
| Leuchtlaufschrift | 12/89 | Betriebssystem | 25,— DM |
| SESAM | 1/90 | Bootprogramm | 25,— DM |
| **PAL** | | | **Preis** |
| Autoalarmanlage | 5/89 | | 25,— DM |
| SESAM — Interface | 12/89 | 2 Stück (Satz) | 70,— DM |

Eine Kurzbeschreibung der verschiedenen Klänge erhalten sie gegen Zusendung eines rückadressierten Freiumschlages.

**So können Sie bestellen:**

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorauskasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsumme zuzüglich DM 3,— (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

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

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**eMedia GmbH**
**Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61**

---

## Funkbilder für IBM-kompatible PCs XT/AT, C 64/128, Amiga und Atari ST
## Fernschreiben, Morsen und Radio-Kurzwellen-Nachrichten.

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

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

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

**Super-Sonder-Angebot** **BONITO-Supercom ab 248,00 DM**

Bitte Info Nr. 23 anfordern bei:

**Bonito, Ing.-Büro Peter Walter**
Gerichtsweg 3, 3102 Hermannsburg, Telefon 0 50 52/60 52

---

DVS Datentechnik GmbH · Ludwig-Thoma-Straße 1
8034 Germering · Tel. (0 89) 8 41 90 64-66

---

## !!!!!!!!!!!SONDERANGEBOTE!!!!!!!!!!!

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1N4007 ... % | 6,50 | DX 400 | | TMS 70C02 ... | 27,— | Basismaterial fotobeschichtet (FR-4) | | | LED's |
| 500 St. ... | 30,— | =FDH 300 ... | 1,— | LM 1881 ... | 14,— | 35µ einseitig | 70µ einseitig | | Standard-LED 3 u. 5 mm |
| 1N4148 ... % | 2,60 | 10 St. ... | 9,— | LM 592 ... | 6,50 | 100x160 ... 2,50 | 100x160 ... 3,25 | | rot, gelb, grün, orange % 12,90 |
| 1000 St. ... | 19,95 | P 600 K ... | 0,90 | LM 311 ... | 0,89 | 160x233 ... 6,45 | 160x233 ... 8,10 | | **Spezial-LED's** |
| 10000 St. ... | 190,— | 10 St. ... | 7,50 | 74 ALS 573 ... | 2,95 | 300x400 ... 18,95 | 300x400 ... 24,50 | | 5mm rot 700mcd ... 1,10 |
| 1N4448 ... % | 3,95 | SB 360 ... | 1,20 | | | 35µ zweiseitig | 70µ zweiseitig | | 8mm rot 1000mcd ... 2,90 |
| 500 St. ... | 18,90 | 10 St. ... | 9,50 | 43256C-10 ... | 36,— | 100x160 ... 3,15 | 100x160 ... 3,95 | | 10mm rot 1500mcd ... 2,90 |
| BA 159 ... | 0,25 | | | 50464-120 ... | 19,— | 160x233 ... 6,95 | 160x233 ... 8,95 | | 5mm rot 1500mcd ... 2,90 |
| 50 St. ... | 10,— | BC 327/337 ... % | 9,50 | 414256-70 ... | 45,— | 300x400 ... 21,50 | 300x400 ... 26,95 | | DUO-LED rot/grün 5mm 0,98 |
| BYW 80-200 ... | 0,75 | BC 516/517 ... | 0,29 | 68000CP-16 ... | 49,50 | | | | |

**WEITERE SONDERANGEBOTE IN UNSERER NEUEN KOSTENLOSEN SONDERLISTE!! gleich anfordern, SMD-Anwender bitte SMD-Liste anfordern!! Widerstandssortiment R1370:** alle E12-Werte von 1 Ohm bis 22 MOhm ¼ W gegurtet 5% 1370 St. **nur 29,95!! Mikroprozessoren, Eproms, statische und dynamische Rams zu günstigen Tagespreisen; bitte anfragen!!**

**R. Rohlederer · Saarbrückener Str. 43 · 8500 Nürnberg 50 · Tel. 09 11/48 55 61**

---

# MÜTER

**Müter-Bildröhren-Regenerierer sind die besten. Nur sie vereinigen alle BMR-Erfindungen. Jetzt neu: FLASH-EX®, die Funkenschutz-Entgasungshilfe**

**BMR 44,** Halbautomat für alle Bildröhren **DM 675.–**

**BMR 107,** weiteinzig. **Regenerier-Computer DM 868.–**

**BMR-90-HiEc,** Regenerierautomat, Schlußreparatur G1–G2–F–K, Katodenformkontrolle, Extras, jede Menge Meßkomfort **DM 1150.–**

**Nur bei Müter-BMRs**
11 Heizsp., 8000-Typen-Röhrenbuch, 137 Sonderadapter, Katodenschutz.
**Lieferumfang:** 7 Adapter, Bildröhren-Garantiekarten, Kabel, Bedienanleitung;

**CBE macht Bildschirme farbrein**
mit sehr starkem Feld für Bildröhr. **bis 110 cm,** 2,7 A/220 V **DM 99.–**

**CSG 4, Testbildsender mit Kreis**
4x Color, Treppe, Gitter, Fläche; Ausgänge: Video, UHF, VHF, Kabel-Kanäle, 2 Pegelst. **DM 835.–**

**AT 1, Meßplatz für Audiogeräte**
2x Wattmeter, 100 W u. Lasten; Azimut-, Spur-, Geschwindigk.-Einst.; NF- und Quarz-Generator; Tuner; 4 Prüfverst., 2 Lautspr.; 12-V-Netzt.; Signalverfolger/-injektor, 25 Buchsen aller Normen **DM 978.–**

**ION 2 reinigt Luft von Pollen, Staub und Qualm**
Der Generator ION 2 reinigt und generiert gesundheitswichtige negative Luftionen **DM 174.–**

**RTT 2, Regeltrenn-Trafo, stufenlos 0–270 V/1100 VA**
Netzteil für Soft-Start, VDE 550, 552, DIN 42590, Ri 3 Ω, A+V-Meter **DM 659.–**

**Infos kostenlos**
**ULRICH MÜTER**
Krikedillweg 38
4353 Oer-Erkenschwick
**Telefon (0 23 68) 20 53, Fax 5 70 17**

## Immer im Wandel und stets ausgebucht:

# Schule für Rundfunktechnik

**Werner Arnold**

**Die Stiftung 'Schule für Rundfunktechnik' (SRT) wurde im Jahre 1963 von allen deutschen Rundfunkanstalten gegründet. Aufgabe der in Nürnberg beheimateten Schule: Ausbildung von Ton- und Bildtechnikern.**

Die damalige Expansion der Rundfunk- und Fernsehanstalten mit ihrem Personalbedarf machte eine eigene Ausbildungsstätte erforderlich. Die SRT nahm am 1. Januar 1964 ihre Arbeit auf, und der volle Ausbildungsbetrieb konnte am 9.11.1964 im neu errichteten Schulgebäude in Nürnberg in der Wallensteinstraße 121 beginnen. In all den Jahren hat die SRT für den technischen Personalbedarf der Rundfunkanstalten in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Gremien gesorgt.

## Technik vor Ort

Eine Rundfunkausbildungsstätte muß über diejenigen technischen Einrichtungen für Hörfunk und Fernsehen verfügen und für den Unterricht einsetzen können, die den Absolventen an seinem zukünftigen Arbeitsplatz erwarten. So sorgen die Rundfunkanstalten durch finanzielle und materielle Hilfen dafür, daß die sich wandelnde technische Ausrüstung immer auf dem neuesten Stand ist.

So verfügt die SRT heute für die Hörfunkausbildung über ein Musikstudio (400 $m^3$), ein Hörspielstudio mit 165 $m^3$ mit allen notwendigen und aktuellen Einrichtungen. Daneben gibt es drei Senderegien, ein Digitalschnitt-Studio, einen Schaltraum, Schnitträume, einen Ü-Wagen und Einrichtungen für die Fernsehtonnachbearbeitung. Für die Ausbildung der Bildtechniker stehen zwei Fernsehstudios mit allem modernen Equipment, ein Schaltraum, ein Filmabtastraum, Räume für magnetische Bildaufzeichnung und ein FS-Ü-Wagen zur Verfügung. Praktikumsräume ergänzen die technische Ausrüstung.

## Fortbildung unentbehrlich

Am Anfang wurden pro Jahr zwei Ausbildungsgänge mit zwei und drei Semestern Dauer für Bild- und Tontechniker durchgeführt; sie führten zum jährlichen 'Ausstoß' von etwa 110 Absolventen. Diese Zahlen reichten im allgemeinen nicht aus, um den Bedarf der Rundfunkanstalten zu decken, zumal zwischen der Aufnahmeprüfung und dem Abschluß der Ausbildung, inklusive eines sechsmonatigen Vorpraktikums, fast zwei Jahre vergingen.

1972 wurden die staatlichen Ausbildungsrichtlinien geändert; eine grundsätzliche Änderung des Ausbildungskonzeptes der SRT war erforderlich. Man entschloß sich, ein 'Integriertes Ausbildungs- und Fortbildungssystem' einzuführen. Dieses System, das noch heute praktiziert wird, hat folgende Grundidee zum Inhalt:

Die Ausbildungszeit der Bild- und Tontechniker wird auf das unbedingt notwendige Maß verkürzt; somit ist eine schnellere Reaktion auf den tatsächlichen Personalbedarf der Rundfunkanstalten möglich. Die freigewordene Ausbildungskapazität steht nun im Fortbildungssektor zur Verfügung. Damit ist sichergestellt, daß sich die technischen Mitarbeiter den jeweiligen Veränderungen schneller anpassen können.

Trotzdem stehen heute die Kapazität der SRT und der Bedarf der Rundfunkanstalten an Fortbildungsmaßnahmen im krassen Mißverhältnis. So hatten die Rundfunkanstalten für 1989 3400 Kursplätze angemeldet, während die SRT nur 1120 befriedigen konnte.

Das Fortbildungsangebot der SRT ist äußerst vielgestaltig. So werden für das Fernsehen Kurse von der 'Beleuchtungstechnik' bis zur 'Videomeßtechnik', für den Hörfunk von der 'drahtlosen Tonübertragungstechnik' bis zur 'Tonmeßtechnik' angeboten. Dazu kommen Kurse für den Senderbetrieb, Workshops für Techniker und Nichttechniker und schließlich umfangreiche Lernmittel. Alle Kurskonzepte werden ständig auf den neuesten technischen Stand gebracht.

Derzeit braucht ein Bild- oder

## Zusammenarbeit im Betrieb

Die Buchreihe 'Wirtschaftsinformatik' aus dem Vogel-Verlag sieht sich als begleitende Lektüre in der Weiterbildung für datenverarbeitende Berufe, die nach dem Bundesbildungsgesetz geprüft werden. Neu in dieser Reihe ist der Band 'Zusammenarbeit im Betrieb' von Rüdiger Podlech.

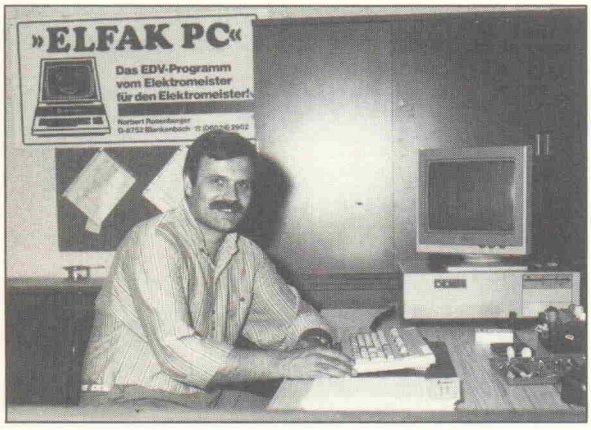
Der Autor stellt zunächst einen Abschnitt zu sozialkundlichen Grundlagen voran und behandelt anschließend in strukturierter Gliederung den Einfluß des Betriebs auf das Sozialverhalten und die Auswirkungen der Automation auf die Zusammenarbeit.

Das Buch wendet sich sowohl an den Informatiker, der durch sein Wirken die Arbeitswelt prägt und dabei Arbeitsplätze verändert, als auch an die davon betroffenen Sachbearbeiter, deren Aufgaben sich durch moderne Technologien entscheidend wandeln. Es stellt aber auch ebenso einen Ratgeber für alle Betriebs- und Personalräte dar, die bei ihrer Vermittleraufgabe zwischen die Fronten geraten sind oder geraten könnten.

*Rüdiger Podlech*
*Zusammenarbeit im Betrieb*
*Würzburg 1989*
*Vogel Verlag*
*216 Seiten*
*DM 33,—*
*ISBN 3-8023-0283-4*

Tontechniker eine Ausbildungszeit von etwa neun Monaten, davon zwei Monate praktische Ausbildung bei einer Rundfunkanstalt. Voraussetzung ist Abitur, in manchen Fällen, falls eine artverwandte Berufsausbildung vorliegt, auch Mittlere Reife. Vor Beginn der Ausbildung wird ein Eignungstest durchgeführt. Ausführliche Unterlagen können bei der SRT angefordert werden.

Das bewährte integrierte Ausbildungssystem wird dennoch gerade jetzt in einer sich umgestaltenden Rundfunklandschaft auf mögliche und notwendige Veränderungen und Ergänzungen untersucht; alles mit dem Ziel, mit geringstem Aufwand größtmögliche Erfolge zu erreichen. Möglicherweise wird eines Tages die SRT auch für den Personalbedarf der privaten Rundfunkveranstalter zur Verfügung stehen.




## Software-Paket für Klein- und Mittelbetriebe

**Das Programm-Paket ELFAK PC wurde vom Inhaber eines Elektro-Fachbetriebs entwickelt, der die EDV-Bedürfnisse dieser Zielgruppe aus eigener Erfahrung kennt. In der täglichen betrieblichen Praxis kann sich jeder Anwender schnell und problemlos darin zurechtfinden und erfolgreich damit arbeiten.**

Insbesondere kleinere Unternehmen erkennen inzwischen immer deutlicher die Notwendigkeit, ihren Betrieb mit Hilfe der EDV effizienter zu führen. Vielfach mangelt es dabei gerade an der entsprechenden individuellen und preiswerten Software, die auf die eigene Betriebsgröße zugeschnitten und dabei so benutzerfreundlich ist, daß auch Mitarbeiter ohne besondere Einführungsmaßnahmen problemlos damit umgehen können

Dieses Manko bewog bereits vor Jahren den Elektromeister Norbert Rosenberger, für seinen eigenen Elektro-Fachbetrieb ein spezielles Programm zu entwickeln, das diesen Ansprüchen gerecht wird. Der Unternehmer aus Blankenbach in Franken hat sein so entstandenes EDV-Paket bisher an mehr als 100 andere Inhaber von Klein- und Mittelbetrieben weiterverkauft und auch selbst den Software-Service dafür übernommen.

Mit der ELFAK-PC-Software wird die gesamte Logistik der Betriebsführung zeitsparend abgewickelt — von der Angebotsausschreibung über den Artikelbestand sowie mögliche Listenpreisänderungen im Datanorm-Format bis hin zur Rechnung, einschließlich der 'Offene-Posten-Verwaltung'. Das ermöglicht in jeder Phase der Projektabwicklung einen Soll-Ist-Vergleich und macht dem Betriebsinhaber somit seine Kalkulationsgrenze deutlich.

Eine Textverarbeitung mit Serienbrief-Funktion und Adreßverwaltung bietet eine zielgerichtete und direkte Information der Kunden — beispielsweise über Sonderangebote. Weiterhin ist in der Textverarbeitung die Abwicklung des täglichen Zahlungsverkehrs per Überweisungsträger oder Scheck möglich.

Darüberhinaus verfügt das Programm über eine für jeden Klein- und Mittelbetrieb dimensionierte Finanzbuchhaltung, die auch den persönlichen Datenschutz gewährleistet: Per Software können einzelne Programmteile gesperrt werden, die damit nicht mehr jedem Benutzer zugänglich sind.

Ein 640 Seiten starkes Handbuch ist kostenloser Bestandteil des Pakets. Es ermöglicht dem Anwender eine schnelle Einarbeitung und — anhand von Praxisbeispielen — leicht nachvollziehbare Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Programmteile. Darüberhinaus lassen sich aber auch mit Hilfe einer Funktionstaste jederzeit die entsprechenden Erklärungen zum Programm auf den Bildschirm rufen.

Norbert Rosenberger, der aus eigener Erfahrung die Situation in kleinen und mittleren Handwerks- und Handelsbetrieben kennt, weiß, daß für die meisten EDV-Interessierten eine Unterbrechung des Geschäftsalltags zum Kennenlernen und zur Einarbeitung einer Software nicht in Frage kommt. Er bietet folglich als besonderen Service eine Soft- und Hardwaredemonstration in seinem Vorführmobil direkt beim Interessenten und seinen Mitarbeitern an.

## Schulungen, Seminare, Kongresse

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

25.4.—27.4.1990 Schwäbisch Gmünd
'Heterostruktur-Bauelemente'

**Der Münchner UNIX-Rechnerhersteller PCS Computer Systeme GmbH bietet im hauseigenen Seminarzentrum Kurse für den Bereich Datenkommunikation an:**

31.01.—02.02.1990
KOM 2 — Einführung in Kommunikation und X.25 Dienste für CADMUS

**In ihrem Schulungszentrum in Neu-Isenburg bietet die Racal-Milgo GmbH Kurse und Seminare an. Die Veranstaltungen kosten jeweils DM 1490,— zzgl. MwSt. und beginnen um 10.30 Uhr.**

13.—16.02.1990
20.—23.03.1990
Grundlagen der Datenkommunikation

30.01.—02.02.1990
06.—09.03.1990
X.25-Datenpaketvermittlung und Datex-P

**Der 2. Fachkongreß 'Europäischer Mobilfunk' wird von der FIBA GmbH, München veranstaltet:**

20./21.02.1990 München

**Seminare im Valvo Design Zentrum in Hamburg:**

29.1.—2.2.90
68000-Seminar (MP/3)
DM 2200,—

5.—7.2.90
PLD-Design (PLD/3)
DM 1100,—

12.—16.2.90
C auf 68000-Systemen (C3)
DM 2200,—

20.—23.2.90
8-Bit-Microcontroller-Familie 80C51 (MC/8); DM 1800,—

5.—9.3.90
16-Bit-Microcontroller-Familie 90C100 (MC/16); DM 1800,—

12.—16.3.90
Analog/Digitale ASICs (A4)
DM 1800,—

23.—25.4.90
C in der Projektprogrammierung (CP/1); DM 1350,—

**Die Hitex-Systementwicklung, Karlsruhe, bietet Seminare für die Gerätefamilien teletest 16 und teletest 51 an:**

6./7.2.90
teletest 51-Seminar

13./14.2.90
teletest 16-Seminar

**Die Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung 'Münchner Kreis' lädt zu einem Kongreß im Europäischen Patentamt in München ein:**

12./13.3.90
Kongreß: 'Benutzerfreundliche Kommunikation'
DM 640,—

**Die EMV'90, 2. Internationale Fachmesse und Kongreß für Elektromagnetische Verträglichkeit findet 1990 in Karlsruhe statt:**

13.—15.3.90

**Bausätze für Musiker, PA und Studiotechnik.**

**PA - Verstärker :**

| | |
|---|---|
| 2 x 500 Watt Sinus | 1.300 DM |
| 2 x 300 Watt Sinus | 750 DM |
| 2 x 150 Watt Sinus | 550 DM |

Gehäuse 19", 3 HE, Lüfterkühlung.

**PA und Studiotechnik :**

| | |
|---|---|
| Elektr. Frequenzweiche, Stereo | 300 DM |
| Graph. Equalizer, Stereo | 200 DM |
| Parametr. Equalizer, Stereo | 300 DM |
| Vierfach Noise-Gate | 370 DM |
| Vierfach Limiter | 430 DM |
| Bass Preamp. | 350 DM |

Gehäuse 19", 1 HE, sym. Ein-/Ausgänge.
Alle Bausätze sind vollständig, d.h. incl. professioneller Frontplatte (Siebdruck), Gehäuse, Platine, Netzteil, Halbleiter, etc.

**Martin Ziegler** 6600 Saarbrücken
Großherzog-Friedrich-Str.140
Tel. 0681 - 61010

**Selbstbauboxen · Video-Möbel**

VIDEO HADOS ® **CD-Lagerhüllen auch für zuhause**

**D-7520 BRUCHSAL · Tel. 0 72 51/7 23-0**

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

**Besuchen Sie uns: Euro-Shop, Düsseldorf, vom 17. 02. — 21. 02. 90, Halle 10/Stand 10D33**

**Österr. Hobbyelektroniker!**

Fordern Sie unsere kostenlose **Sonderliste 1/90** mit vielen günstigen Angeboten an.
(Gilt nur für Kunden in Österreich.)

**Drau** Electronic A-9503 Villach, Postfach 16
☎ (0 42 42) 2 37 74, Wilhelm-Eich-Straße 2

Das **Lautsprecher Jahrbuch 1989**

**Das unentbehrliche Standardwerk für den Lautsprecher-Profi:**

- über 500 Seiten stark
- Neu: Hornlautsprecher
- Neuheiten-Report
- Datensammlung
- Komplettbausätze
- Berechnungsgrundlagen und
- viele Praxis-Tips

Gegen 25,–DM (20,– DM + 5,– DM Versand) V-Scheck oder Überweisung auf das Postgiro-konto Dtmd. 162 217–469

Für den professionellen Anwender sind alle Daten auch als Turbo-DATENBANK erhältlich. Mit vielen kombinierbaren Suchkriterien. Datei + Programm nur DM 80,–

ISBN 3-9801310-1-7

**hifisound** Jüdefelderstr. 52 4400 Münster Tel. 0251-47828

Lautsprecherver

# P L A T I N E N

Elrad-Platinen sind aus Epoxid-Glashartgewebe, bei einem * hinter der Bestell-Nr. jedoch aus HP-Material. Alle Platinen sind fertig gebohrt und mit Lötlack behandelt bzw. verzinnt. 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 |
|---|---|---|
| Atomuhr (Satz) | 065-421 | 60,50 |
| Atomuhr Eprom 2716 | 065-421/1 | 25,00 |
| Lineares Ohmmeter | 065-426 | 11,30 |
| Computer-Schaltuhr Anzeige | 075-430/2 | 21,00 |
| DCF 77-Empfänger | 075-431 | 8,80 |
| Schnellader | 075-432 | 20,50 |
| Video Effektgerät Eingang | 075-433/1 | 13,40 |
| Video Effektgerät AD/DA-Wandler | 075-433/2 | 11,[illegible] |
| Video Effektgerät Ausgang | 075-433/3 | [illegible] |
| Impuls-Metalldetektor | 095-438 | [illegible] |
| Perpetuum Pendulum* | 105-444 | [illegible] |
| Keyboard-Interface/Steuer | 105-[illegible] | [illegible] |
| Keyboard-Interface/Einbauplat. | 1[illegible] | [illegible] |
| Doppelnetzteil 50 V | [illegible] | [illegible] |
| Symmetrier-Box | [illegible] | [illegible] |
| Präzisions-Fktns-Generator/Ba[illegible] | [illegible] | 27,00 |
| Präzisions-Fktns-Generator [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| ±15 V-NT | [illegible]2 | 7[illegible] |
| Combo-Verstärker 1 | [illegible]58 | [illegible] |
| ZF-Verstärker f. E[illegible] | [illegible]6-461 | [illegible] |
| Combo-Verstärk[illegible] | 026-46[illegible] | [illegible] |
| Kraftpaket [illegible] | 026[illegible] | [illegible] |
| elSat 2 P[illegible] | 0[illegible] | [illegible] |
| LED-A[illegible] | [illegible] | [illegible] |
| elS[illegible] | [illegible] | [illegible],40 |
| [illegible] | [illegible]3/Netzt[illegible] | 14,40 |
| [illegible] | [illegible]sorgung[illegible] | 16,50 |
| [illegible] | [illegible] | 3,00 |
| [illegible] (Teflon) | [illegible]477 | 19,75 |
| Po[illegible]mmer | [illegible]56-481 | 26,90 |
| Netz[illegible]tz | 056-482 | 14,30 |
| elSat UHF-[illegible] | 056-486 | 43,10 |
| Drehzahl[illegible] | 076-495 | 7,20 |
| Delay[illegible] | 076-497 | 56,50 |
| LE[illegible] | | |
| [illegible] | 096-499 | 3,70 |
| — [illegible] | 096-500 | 7,50 |
| — [illegible] | 096-501 | 12,30 |
| — W[illegible]r | 096-502 | 15,20 |
| Fahrtregler (Satz) | 096-503 | 11,40 |
| Röhrenverstärker | 106-509 | 74,80 |
| Spannungsreferenz | 106-510 | 9,20 |
| Schlagzeug — Mutter | 106-511 | 80,00 |
| Midi to Drum Eprom | | 25,00 |
| Impulsgenerator | 116-520 | 37,40 |
| Dämmerungsschalter | 116-521 | 12,90 |
| Flurlichtautomat | 116-522 | 7,80 |
| Netzgerät 260 V/2 A | 126-525 | 19,70 |
| Frequenznormal | 126-526 | 10,00 |
| Multiboard | 126-527 | 29,90 |
| CD-Kompressor | 126-528 | 21,10 |
| Hygrometer | 017-530 | 19,80 |
| Hygro Eprom | | 25,00 |
| C-Meter — Hauptplatine | 017-532 | 13,40 |
| C-Meter — Quarz-Zeitbasis | 017-534 | 3,30 |
| Limiter L6000 | REM-540 | 7,40 |
| Oszi-Speicher | 027-544 | 27,60 |
| Stereo-Simulator | 027-547 | 9,60 |
| Autopilot | 037-548 | 7,50 |
| Sweep-Generator — HP | 037-551 | 29,00 |
| Sweep-Generator — NT | 037-552 | 16,60 |
| DNR-System | 037-553 | 19,50 |
| Lautsprecher-Schutzschaltung | 047-555 | 31,70 |
| Widerstandsflöte | 047-556 | 1,60 |
| Digital-Sampler | 047-557 | 64,00 |
| Midi-Logik | 047-559 | 31,00 |
| Midi-Anzeige | 047-560 | 6,80 |
| HF-Baukasten-Mutter | 057-561 | 49,00 |
| -NF-Verstärker | 057-562 | 7,50 |
| -Netzteil | 057-563 | 6,60 |
| Zweitklingel | 057-567 | 3,90 |
| LED-Übersteuerungsanzeige | 057-568 | 3,90 |
| D.A.M.E. Eprom | | 25,00 |
| HF-Baukasten — Mixer | 067-569 | 6,60 |
| Leistungsschaltwandler | 067-570 | 10,00 |
| Spannungsreferenz | 077-573 | 8,00 |

| Platine | Best.-Nr. | Preis DM |
|---|---|---|
| Video-PLL | 077-574 | 2,20 |
| Video-FM[illegible] | 077-575 | 4,60 |
| Spann[illegible] | 077-576 | 4,50 |
| We[illegible] | [illegible]77-577 | 5,50 |
| [illegible]modula[illegible] | [illegible]579 | 6,00 |
| [illegible]ungsme[illegible] | [illegible]80 | 16,00 |
| [illegible] | [illegible] | 3,00 |
| [illegible]ilter | [illegible]583 | 5,70 |
| [illegible]Satz) | [illegible]77-585 | 82,00 |
| [illegible]schreib[illegible] | 097-586 | 38,50 |
| [illegible]-V-Box | 097-587 | 18,20 |
| Testkop[illegible] | 097-588 | 4,20 |
| Wech[illegible] | 097-589 | 5,00 |
| M[illegible] | 097-590 | 63,00 |
| [illegible]rker Netzteil | 107-591 | 44,50 |
| [illegible]stärker-Endstufe | 107-592 | 66,00 |
| [illegible] AD Wandler | 107-593 | 38,50 |
| [illegible]rd | 107-594 | 30,00 |
| [illegible]pler | 107-595 | 8,80 |
| [illegible]schreiber-NT | 117-597 | 25,80 |
| -Interface | 117-598 | 58,80 |
| Schrittmotorensteuerung-HP | 117-599 | 38,50 |
| Impedanzwandler | 117-601 | 1,70 |
| Sinusspannungswandler | 127-604 | 19,90 |
| Normalfrequenzempfänger | 127-605 | 13,70 |
| MIDI-Interface für C 64 (ds.) | 127-608 | 26,40 |
| Bit-Muster-Detektor | 127-609 | 14,90 |
| Sprachausgabe für C 64 | 127-610 | 13,90 |
| Schrittmotorsteuerung | | |
| — Busplatine | 127-611 | 26,50 |
| — MUX-Karte | 127-612 | 12,00 |
| — Verdrahtungsplatine | 127-614 | 66,00 |
| Audio-Verstärker mit NT | 127-615 | 9,70 |
| Byteformer (ds., dk.) | 86 10 146 | 39,00 |
| Byte-Brenner (Epromer) | 018-616 | 30,00 |
| Gitarren-Stimmgerät | 018-617 | 14,00 |
| µPegelschreiber-Ausgangsverstärker | 018-618 | 40,00 |
| Schrittmotorsteuerung- | | |
| Handsteuer-Interface | 018-619 | 15,60 |
| — Mini-Paddle | 018-620 | 7,50 |
| SMD-Konstantstromquelle | 018-621 | 4,00 |
| Verstärker 2 x 50 W (Satz) | 018-622 | 64,00 |
| RMS-DC-Konverter | 028-623 | 10,50 |
| Geiger-Müller-Zähler | 028-624 | 9,50 |
| Schnittstelle RS232 → RS422 | 028-625 | 16,50 |
| Schnittstelle RS232 → RS232CL | 028-626 | 16,50 |
| E.M.M.A. Hauptplatine | 028-627 | 59,00 |
| Netzgerät 0—16 V/20 A | 038-628 | 33,00 |
| Vorgesetzter (VVf. „Black Devil") | 038-629 | 38,00 |
| Experimentier-Set | | |
| f. Analog-Multiplexer | 038-630 | 6,00 |
| E.M.M.A.-Tastaturplatine | 038-631 | 18,00 |
| Schrittmotorsteuerung | | |
| — Treibplatine ds. dk. | 038-632 | 19,00 |
| Frequenzshifter | | |
| — Mutterplatine | 048-633 | 19,50 |
| — NF-Platine | 048-634 | 14,50 |
| — Dig. Generator | 048-635 | 16,50 |
| — Analog. Generator | 048-636 | 5,50 |
| — Netzteil | 048-637 | 15,00 |
| DCF-77-Empfänger II | 048-638 | 9,50 |
| 7-Segment-BCD-Decoder | 048-639 | 7,00 |
| Anpaßverstärker | 048-640 | 36,50 |
| Studio-Mixer | | |
| — Ausgangsverstärker | REM-642 | 20,00 |
| — Mikrofon-Vorverstärker | REM-643 | 8,00 |
| — Universal-Vorverstärker | REM-644 | 5,00 |
| — Overload | REM-645 | 3,00 |
| — Klangfilter | REM-646 | 10,00 |
| — Pan-Pot | REM-647 | 4,00 |
| — Summe mit Limiter | REM-648 | 9,00 |
| MIDI-Monitor | | |
| -Hauptplatine | 058-649 | 35,00 |
| -Tastaturplatine | 058-650 | 18,00 |
| Passiv-IR-Detektor | 058-651 | 18,00 |
| SMD-VU-Meter | 058-652 | 3,00 |
| E.M.M.A.-V24-Interface | 058-653 | 6,00 |

| Platine | Best.-Nr. | Preis DM |
|---|---|---|
| Schallverzögerung | | |
| — Digitalteil | 068-654 | 35,00 |
| — Filterteil | 068-655 | 35,00 |
| Markisensteuerung | 068-656 | 18,00 |
| Milli-Ohm-Meter | 068-657 | 24,00 |
| x/t-Schreiber ds. | 078-658 | 98,00 |
| Drum-to-MIDI-Schlagwandler | 078-659 | 40,00 |
| Stereo-IR-Kopfhörer | | |
| — Empfänger | 078-660 | 22,00 |
| — Sender | 078-661 | 22,00 |
| Universal-Netzgerät | | |
| — Netzteil | 078-662 | 45,00 |
| — DVM-Platine | 078-663 | 30,00 |
| Dig. Temperatur-Meßsystem ds. | 078-664 | 35,00 |
| IR-Taster ds. | 078-665 | 42,00 |
| NDFL-Mono-Hauptplatine | 098-666 | 48,00 |
| -Netzteil | 098-667 | 27,00 |
| 2m-Empfänger | 098-668 | 20,00 |
| E.M.M.A.-IEC-Bus | 098-669 | 16,00 |
| LCD-Panelmeter (ds.) | 098-670 | 13,00 |
| Makrovision-Killer | 098-671 | 15,00 |
| Saftladen | 098-672 | 26,00 |
| SMD-DC/DC (ds.) | 098-673 | 13,00 |
| DC/DC-Wandler | 098-674 | 16,00 |
| MIDI-Baßpedal | 108-675 | 15,00 |
| VFO-Zusatz f. 2m-Empfänger (Satz aus 2 Platinen) | 108-676 | 25,00 |
| SMD-Balancemeter | 108-677 | 5,00 |
| E.M.M.A.-C64-Brücke | 108-678 | 30,00 |
| FBAS-RGB-Wandler | 108-679 | 35,00 |
| Türöffner | 118-680 | 20,00 |
| Batterietester | 118-681 | 15,00 |
| C64-Sampler | 118-682 | 12,00 |
| EVU-Modem | 118-683 | 35,00 |
| Maßnahme-Hauptplatine | 128-684 | 48,00 |
| -3er Karte | 128-685 | 35,00 |
| Schrittmotorsteuerung | | |
| — ST-Steuerkarte | 128-686 | 65,00 |
| — ST-Treiberkarte | 128-687 oB | 65,00 |
| 100 W-PPP (Satz f. 1 Kanal) | 128-688 | 100,00 |
| Thermostat mit Nachtabsenkung | 128-690 | 18,00 |
| TV-Modulator | 128-691 | 7,00 |
| Universelle getaktete | | |
| DC-Motorsteuerung | 128-692 | 15,00 |
| SMD-Logiktester | 019-693 | 3,00 |
| Schweißplatine | 019-694 | 35,00 |
| IEEE488-PC inkl. GAL | 019-695 | 73,00 |
| Halogen-Dimmer | 029-696 | 10,00 |
| Halogen-Unterwasser-Leuchte | 029-697 | 10,00 |
| ELISE-(Satz) mit 5 Platinen | 029-698 | 199,00 |
| ELISE-Trenn/Treiber einzeln | 029-699 | 25,00 |
| ELISE-Speicherwandler einzeln | 029-699/1 | 26,00 |
| Hybrid-Sinusgenerator | 029-700 | 16,00 |
| Black-Devil-Brücke | 029-701 | 12,00 |
| Spannungswächter | 039-702 | 7,00 |
| z-Modulationsadapter | 039-703 | 3,00 |
| Frequenz-Synthesizer (ds.) | 039-704 | 30,00 |
| Audio-Cockpit — HP | 039-705 | 69,00 |
| 4½-stelliges Panelmeter (ds.) | 039-707 | 40,00 |
| DSP-Systemkarte 32010 | 039-708 | 64,00 |
| Byte-Logger (ds.) | 039-709 | 64,00 |
| SMD-Puffer | 039-710 | 16,00 |
| Autoranging Multimeter | 049-711 | 64,00 |
| Breitbandverstärker | | |
| — Einbauversion | 049-712 | 6,00 |
| — Tastkopfversion | 049-713 | 6,00 |
| Antennen-Verteiler | 049-714 | 11,00 |
| Metronom | 049-715 | 26,00 |
| DSP-Speicherkarte | 049-716 | 64,00 |
| -AD-DA-Wandlerkarte | 049-717 | 64,00 |
| -Erweiterungskarte | 049-718 | 64,00 |
| Universeller Meßverstärker | 049-719 | 64,00 |
| Kapazitiver Alarm | | |
| — Sensorplatine | 059-720 | 9,00 |
| — Auswerteplatine | 059-721 | 10,00 |
| Car Devil | | |
| — Wandler (70µ Cu) | 059-722 | 40,00 |

| Platine | Best.-Nr. | Preis DM |
|---|---|---|
| — Limiter | 059-723 | 38,00 |
| PAL-Alarm | 059-724 | 10,00 |
| Kühlschrank-Thermostat | 069-725 | 15,00 |
| Energiemesser (2 Platinen) | 069-726 | 33,00 |
| Szintillations-Detektor | | |
| — Hauptplatine (ds.) | 069-727 oB | 34,00 |
| — DC/DC-Wandler | 069-728 | 16,00 |
| Audio-Cockpit | | |
| — Cargo | 069-729 | 22,00 |
| — Anpassung | 069-730 | 18,00 |
| DSP-Backplane (10 Plätze) | 8805132 MBE | 138,00 |
| DSP-Backplane (5 Plätze) | 8805133 MBE | 88,00 |
| Audio Cockpit | | |
| — 5 x LED Anzeige | 079-731 | 40,00 |
| — Noise-Gate-Frontplatine | 079-732 | 20,00 |
| — Noise-Gate-Basisplatine | 079-733 | 25,00 |
| C 64 Relaisplatine | 079-734 | 20,00 |
| C 64 Überwachung | 079-735 | 15,00 |
| SMD-Meßwertgeber (ds.) | 079-736 oB | 20,00 |
| HEX-Display | 079-737 | 15,00 |
| Universelles Klein-Netzteil | 079-738 | 15,00 |
| Röhren Verstärker | | |
| — Ausgangs,-Line u. Kopfhörer Verstärker (ds.) | 079-739 | 45,00 |
| — Entzerrer Vorverstärker | 079-740 | 30,00 |
| — Gleichstromheizung | 079-741 | 30,00 |
| — Hochspannungsplatine | 079-742 | 30,00 |
| — Fernstarter | 079-743 | 30,00 |
| — 24V Versorgungs-Relaisplatine | 079-744 | 15,00 |
| — Relaisplatine | 079-745 | 45,00 |
| Display | | |
| — Spaltentreiber (ds.) | 099-746 | 23,00 |
| — Zeilentreiber (ds.) | 099-747 | 33,00 |
| — Interface | 099-748 | 32,00 |
| — Matrixplatine (ds.) | 099-753 | 70,00 |
| SMD-Pulsfühler | 099-749 | 13,00 |
| SMD-Lötstation | 099-750 | 32,00 |
| Bierzelt-Stabilisator | 099-751 | 32,00 |
| MIDI-Kanalumsetzer | 099-752 | 10,00 |
| Data-Rekorder | | |
| — Hauptplatine (ds.) | 109-754 | 129,00 |
| — Anzeigeplatine (ds.) | 109-755 | |
| — Schalterplatine (ds.) | 109-756 | |
| Röhrenklangsteller (ds.) | 109-757 | 62,00 |
| Federhall | 109-758 | 58,00 |
| Aufmacher (ds.) | 109-759 | 56,00 |
| Display-ST-Interface | | |
| — ST-Platine (ds.) | 109-760 | 32,00 |
| — Display-Platine (ds.) | 109-761 | 32,00 |
| — RAM-Platine (ds.) | 109-762 | 32,00 |
| (Mengenrabatte f. Display-Platinen auf Anfrage) | | |
| MIDI-MODE (Platinen, Manual, Software) komplett | 119-763 | 128,00 |
| SESAM-Systemkarte | 119-765 | 64,00 |
| U/f-Wandler PC-Slotkarte | 119-766 | 78,00 |
| DCF-77-Echtzeituhr (ds.) | 129-767 | 28,00 |
| SESAM-Interface (ds.) | 129-768 | 58,00 |
| Leuchtlaufschrift | | |
| — LED-Platine (ds.) | 129-769 | 128,00 |
| — Tastatur/Prozessor (Satz) | 129-770 | 59,00 |
| Dynamic Limiter | 129-771 | 32,00 |
| UMA — C64 (ds.) | 129-772 | 25,00 |
| NF-Scanner — Netzteil | 129-773 | 21,00 |
| ELISE — Erweiterungsplatine (ds.) | 010-774 | 69,00 |
| — CPU-Adapter | 010-775 | 6,00 |
| Antennenmischer (ds.) | 010-776 | 18,00 |
| NF-Scanner — Frontplatine | 010-777 | 89,00 |
| — Vorpegel | 010-778 | 4,00 |
| — Dig. Übersteuerungsanzeige (ds.) | 010-779 | 36,00 |
| Datenlogger 535 (ds.) | 010-780 | 64,00 |
| RIAA direkt (ds.) | 010-781 | 18,00 |

**Beachten Sie auch das 1/2-Preis-Angebot auf Seite 54**

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

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

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

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

**Die Platinen sind ebenfalls im Fachhandel erhältlich. Die angegebenen Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen.**

# ELEKTRONIK-EINKAUFSVERZEICHNIS

## Augsburg

**RH ELECTRONIC**
Eva Späth Tf: 0821 - 37 431, Fax 51 8727
Bauteile, Bausätze, Messgeräte,
Sonderposten, **Beratung & Service.**

**CORNET AUDIO**
Eva Späth & Wolfgang Hänsel
Telefon 0821 - 39 830 Fax : 51 8727
Lautsprecher & Audio Zubehör,
Ingenieur Büro für Beschallungstechnik
Sat.Antennen **Visaton** Vetragshändler
**Karlstr. 2 Am Obstmarkt 8900 AUGSBURG**

## Berlin

**Arlt** RADIO ELEKTRONIK
1 BERLIN 44, Postfach 225, Karl-Marx-Straße 27
Telefon 0 30/6 23 40 53, Telex 1 83 439
1 BERLIN 10, Stadtverkauf, Kaiser-Friedrich-Str. 17a
Telefon 3 41 66 04

**2617059** CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Kurfürstenstr. 145
1000 Berlin 30
030/2617059

**GEMEINHARDT**
LAUTSPRECHER + ELEKTRONIK
Kurfürstenstraße 48A · 1000 Berlin 42/Mariendorf
Telefon: 0 30/7 05 20 73

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**1000 Berlin 30**
Lützowplatz/Einemstr. 20—24
Tel. (0 30) 2 62 95 85

## Bielefeld

ELEKTRONIK-BAUELEMENTE-MESSGERÄTE
alpha electronic
**A. Berger GmbH & Co. KG**
Heeper Str. 184
**4800 Bielefeld 1**
Tel.: (05 21) 32 43 33
Telex: 9 38 056 alpha d

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**4800 Bielefeld 1**
Taubenstr. 1/
Ecke Otto-H.-Brenner-Str.
Tel. (05 21) 2 89 59

## Braunschweig

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**3300 Braunschweig**
Sudetenstr. 4/Am Ölper Knoten
Tel. (05 31) 5 89 66

## Bremen

Spulen, Quarze, Elektronik-Bauteile, Gehäuse, Funkgeräte:
**Andy's Funkladen**
**Admiralstraße 119, 2800 Bremen, Tel. 04 21 / 35 30 60**
Ladenöffnungszeiten: Mo.—Fr. 8.30—12.30, 14.30—17.00 Uhr.
Sa. 10.00—12.00 Uhr. Mittwochs nur vormittags.
Bauteile-Katalog: DM 2,50 CB/Exportkatalog DM 5,50

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**2800 Bremen 1**
Hastedter Heerstr. 282—285
Ecke Malerstr.
Tel. (04 21) 4 98 57 52

## Delmenhorst

**V-E-T Elektronik**
Elektronikfachgroßhandel
Mühlenstr. 134, 2870 Delmenhorst
Tel. 0 42 21/1 77 68
Fax 0 42 21/1 76 69

## Dortmund

Qualitäts-Bauteile für den anspruchsvollen Elektroniker
**Electronic am Wall**
4600 Dortmund 1, Hoher Wall 22
Tel. (02 31) 1 68 63

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**4600 Dortmund 1**
Westenhellweg 70
Im Hause „Saturn-Hansa"
Tel. (02 31) 14 94 22

**KELM & HOMBERG** electronic
**4600 Dortmund 1, Leuthardstraße 13**
**Tel. 02 31/52 73 65**

## Düsseldorf

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**4000 Düsseldorf 1**
Oststraße 15,
Rückseite Kaufhof Am Wehrhahn
Tel. (02 11) 35 34 11

## Duisburg

**Preuß-Elektronik**
Schelmenweg 4 (verlängerte Krefelder Str.)
4100 Duisburg-Rheinhausen
Ladenlokal + Versand * Tel. 02135-22064

**FUNK-SHOP**
Kunitzki-Elektronik GmbH
Asterlager Str. 98, 4100 Duisburg 14
Telefon 0 21 35/6 33 33 · Telefax 0 28 42/4 26 84
**Bauteile ● Bausätze ● Funkgeräte**

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**4100 Duisburg** Kassler Feld
Auf der Höhe 18,
im 1. Obergeschoß links
Tel. (02 03) 31 08 29

## 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

## Essen

**KELM & HOMBERG** electronic
**4300 Essen 1, Vereinstraße 21**
**Tel. 02 01/23 45 94**

## Frankfurt

**Arlt** Elektronische Bauteile
6000 Frankfurt/M., Braubachstr. 1
Telefon 0 69/29 53 21, Telefax 0 69/28 53 62

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**6000 Frankfurt 60**
Bornheim, Berger Str. 125—129
Im Hause „Saturn-Hansa"
Tel. (0 69) 4 96 06 58

# ELEKTRONIK-EINKAUFSVERZEICHNIS

## Freiburg

Ωmega electronic
Fa. Algaier + Hauger
Bauteile — Bausätze — Lautsprecher — Funk
Platinen und Reparaturservice
Eschholzstraße 58 · 7800 Freiburg
Tel. 07 61/27 47 77

## Gelsenkirchen

Elektronikbauteile, Bastelsätze

HEER

Inh. Ing. Karl-Gottfried Blindow
465 Gelsenkirchen, Ebertstraße 1–3

## Giessen

Armin Hartel *elektronische Bauteile und Zubehör*

Frankfurter Str. 302 ☎ 06 41/2 51 77
6300 Giessen

## Hagen

KK
ELECTRONIC HANDELS GMBH
5800 Hagen 1
Elberfelder Straße 89
Tel.: 0 23 31/2 14 08

## Hamburg

balü®
electronic
Handelsgesellschaft mbH & Co. KG
2000 Hamburg 1 · Burchardstraße 6 · Sprinkenhof
Telefon (0 40) 33 03 96 + 33 09 35
Telefax (0 40) 33 60 70

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**2000 Hamburg 70**
Wandsbek, Wendemuthstr. 1–3
Tel. (0 40) 6 52 34 56

## Hannover

327841
CONRAD ELECTRONIC
Center
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Goseriede 10-12
3000 Hannover 1
0511/327841

## RADIO MENZEL

Elektronik-Bauteile u. Geräte
**3000 Hannover 91** · Limmerstr. 3—5
Tel. 05 11/44 26 07 · Fax 05 11/44 36 29

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**3000 Hannover 91**
Ihme-Fachmarktzentrum,
Ihmeplatz 8c
Tel. (05 11) 44 95 42

## Heilbronn

**KRAUSS** elektronik
Turmstr. 20, Tel. 0 71 31/6 81 91
*7100 Heilbronn*

## Kaiserslautern

HRK-Elektronik
Bausätze · elektronische Bauteile · Meßgeräte
Antennen · Rdf u. FS Ersatzteile
**Logenstr. 10 · Tel.: (06 31) 6 02 11**

## Karlsruhe

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**7500 Karlsruhe 1**
Fritz-Erler-Str. 11/Kronenplatz
Tel. (07 21) 37 73 80

## Kassel

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**3500 Kassel**
Königstor 52
Tel. (05 61) 77 93 63

## Kaufbeuren

JANTSCH-Electronic
8950 Kaufbeuren (Industriegebiet)
Porschestraße 26, Tel.: 0 83 41/1 42 67
Electronic-Bauteile zu gunstigen Preisen

## Kiel

**BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK**
Dipl.-Ing.
Jörg Bassenberg
Weißenburgstraße 38, 2300 Kiel

## Köln

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**5000 Köln 51**
Radertal, Bonner Str. 180
Tel. (02 21) 37 25 95

## Lippstadt

KK
ELECTRONIC HANDELS GMBH
4780 Lippstadt
Erwitter Straße 4
Tel.: 0 29 41/1 79 40

## Lünen

KELM & HOMBERG electronic
**4670 Lünen, Kurt-Schumacher-Straße 10**
**Tel. 0 23 06/6 10 11**

## Mannheim

ELECTRONIC
VOLKNER
DER FACHMARKT
**6800 Mannheim**
L13 3—4, Schräg gegenüber dem Hauptbahnhof
Tel. (06 21) 2 15 10

S
**SCHAPPACH ELECTRONIC**
**S6, 37**
**6800 MANNHEIM 1**

## Mönchengladbach

**Brunenberg Elektronik KG**
Lürriper Str. 170 · 4050 Mönchengladbach 1
Telefon 0 21 61/4 44 21
Limitenstr. 19 · 4050 Mönchengladbach 2
Telefon 0 21 66/42 04 06

# ELEKTRONIK-EINKAUFSVERZEICHNIS

## Moers

**NÜRNBERG-ELECTRONIC-VERTRIEB**
Uerdinger Straße 121
4130 Moers 1
Telefon 0 28 41 / 3 22 21

## München

**RADIO-RIM GmbH**
Bayerstraße 25, 8000 München 2
Telefon 089/557221
Telex 529166 rarim-d
**Alles aus einem Haus**

**592128** CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Schillerstr. 23 a
8000 München 2
089/592128

## Nürnberg

**Rauch Elektronik**
Elektronische Bauteile, Wire-Wrap-Center
OPPERMANN-Bausätze, Trafos, Meßgeräte
Ehemannstr. 7 – Telefon 09 11/46 92 24
**8500 Nürnberg**

**263280** CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Leonhardstr. 3
8500 Nürnberg 70
0911/263280

*Radio*-**TAUBMANN**
**Vordere Sterngasse 11 · 8500 Nürnberg**
**Ruf (09 11) 22 41 87**
**Elektronik-Bauteile, Modellbau, Transformatorenbau, Fachbücher**

## Oldenburg

**Elektronik-Fachgeschäft**
**REICHELT ELEKTRONIK**
Kaiserstraße 14
**2900 OLDENBURG 1**
Telefon (04 41) 1 30 68
Telefax (04 41) 1 36 88

**e — b — c utz kohl gmbh**
Elektronik-Fachgeschäft
**Alexanderstr. 31 — 2900 Oldenburg**
04 41/8 21 14

## Stuttgart

**2232873** CONRAD ELECTRONIC **Center**
Elektronische Bauelemente · HiFi · Computer · Modellbau · Werkzeug Meßtechnik · Funk · Fachliteratur
Eichstraße 9
7000 Stuttgart 1
0711/2369821

**Worch Elektronik GmbH**
Heiner Worch Ing. grad.
Groß- und Einzelhandel elektronischer Bauelemente
Neckarstraße 86, 7000 Stuttgart 1
Telefon (0711) 28 15 46 · Telex 721429 penny

ELECTRONIC
**VOLKNER**
DER FACHMARKT
**7000 Stuttgart 1**
Lautenschlagerstr. 5/
Ecke Kronenstr.
(Bei Kaufhof — Königstr.)
Tel. (07 11) 29 01 80

## 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 & HOMBERG electronic**
**5810 Witten, Bahnhofstraße 71**
**Tel. 0 23 02/5 53 31**

## Wuppertal

**ELECTRONIC HANDELS GMBH**
**5600 Wuppertal-Barmen**
**Höhne 33 · Rolingswerth 11**
**Tel.: 02 02/59 94 29**

# KLEINANZEIGEN

41256: anfragen, EPROM's! **4164: 2,— DM,** 4116 ab 0,40 DM, **Computerbücher ab 1,— DM,** Ersatzteile für Sinclair-Computer, IBM-kompatible, Commodore, Atari, usw. **Spectrum-ROM-Buch 34,70 DM,** ZX-81-Bausatz 99,— DM, **ULAs! MS-DOS 3.1: 70,— DM, IBM-Text 4: ab 250,— DM,** SCOUT: 278,— DM, 100 Usergroup-Disketten: 200,— DM. Katalog 9/89 gegen DM 5,— in Briefmarken. Decker & Computer, PF. 10 09 23, 7000 Stgt. 10. G

++++ **GENERALÜBERHOLTE MESSGERÄTE** ++++ Oszilloscope, Pulsgeneratoren, Farbgeneratoren, Multimeter, etc. Bitte Liste anfordern. K. KROL, Sandweg 29, 4970 Bad Oeynhausen, 0 57 31/ 4 01 75. G

**NEU** — Jetzt auch im Rhein-Siegkreis — **NEU** Bestücken und Löten von Elektronik-Bauteilen nach Schaltplan-Bestückungsdruck oder Muster. **Bruno Schmidt, 5210 Troisdorf, Hauptstr. 172, Telefon: 0 22 41/40 11 93. Auch nach 17.00 Uhr.** G

*** **HASTE TÖNE? — STARKE KLÄNGE VON DER** *** **T.S. TRONIX & SÄMS'S MUSIC-KOOPERATIVE!** • Z.B.: Aktive Subwoofer-Frequenzweiche **ALBS SUB 20** nur DM **417,—;** prof. 12-Kanal-Musiker-Mischpult **INKEL PRO MX-1200** nur DM **1199,—(!); BEYMA**-Tieftöner **12 B 100** f. 75-l-Baßreflexbox (96 dB, 100-mm-Schwingspule) nur DM **300,—; BEYMA**-Radialhochtöner **CP 25 (105 dB) nur 190,—; SENNHEISER**-Kopfh. **HD 450** nur DM **69,95, HD 480** nur DM **89,—.** Übrigens: Die bewährten **ALBS-Module erhalten Sie bei uns als Fertiggeräte!** Vers. per NN **Katalog** ggn. DM **6,—** in Briefm. bei: **T.S. TRONIX** (B. Thiel), Abt. E 12, Postfach 22 44, 3550 Marburg. G

**Elektronische Bauteile zu Superpreisen!** Restposten — **Sonderangebote!** Liste **gratis: DIGIT, Postfach 37 02 48, 1000 Berlin 37.** G

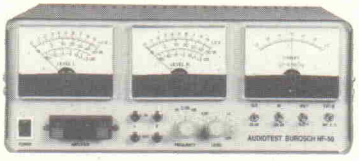
**NEU**

**Für Ihre Werkstatt der komplette NF-Arbeitsplatz**

**6 Audiomeßgeräte in einem — für die schnelle praxisgerechte Reparatur von Cassettenrecordern und Verstärkern.**

Tongenerator
Pegelmesser für linken und rechten Kanal
Wattmesser für linken und rechten Kanal
Driftmessung

**899,— DM**



**AUDIOTEST NF 50**

BUROSCH, 7000 Stuttgart 80
Filderbahnstr. 30, Telefon 0711/711396

BIETE INFOPAKET „SELBSTIMPORT" USW: FÜR 10 DM (SCHEIN). JAKOB, PF. 33, 8481 FLOSSENBÜRG.

+ + + + + **Platinenbestückung** + + + + + Wir bestücken ihre Platinen schnell und preiswert. Für Industrie und Hobby. Angebot anfordern bei -AS- Elektronik, Römerstr. 12, 7057 Winnenden 5, Tel.: 0 71 95/ 60 12, Preise auf Anfrage. G

**drehen und fräsen,** Lautsprecherbausätze von **Seas Vifa Peerless.** 12 V Lichttrafos mit Gehäuse. Info von Stübinger, Sonderham 3, 8380 LANDAU/ISAR, 0 99 51/67 97. G

**100W-PPP**-Röhrenendstufenstereobausatz aus Elrad 12/88 mit Platinen, Bauteilen, Sockeln, Siemens-Röhren, ohne Gehäuse, Trafos, Übertrager, Netzteilbestückung. Preis VS. Telefon: 0 21 61/65 18 19.

„The Rocker" ohne Trafos gesucht. 0 49 48/2 49.

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

elrad 81/8—87/2 vollständig für 120,— + Versand. Tel. 0 91 31/5 44 63.

# K L E I N A N Z E I G E N

**Ätzmaschine** Bungard BEL 10 VB 1800,— DM. **Tafelschere** Bungard WK 600 VB 2200,— DM. **Leiterplattenbohrmaschine** VB 950,— DM. **XY Vorschub** mit Handrad Z. Fräsen VB 650,— DM. **UV Belichtungsgerät** VB 550,— DM + Ammoniakröhre VB 200,— DM. Tel. 0 30/6 06 29 14.

Gut erhaltenes **Equipment** a. PA-Verleih zu verkaufen, z.B. **YAMAHA Rev. 7, APHEX Exciter B.** Liste v. Michael Wagner Elektroakustik, Saverner Str. 11, 7710 Donaueschingen, 07 71/55 53. G

OSCILLOSKOP HAMEG-412, WENIG GEBRAUCHT, ZU VERK. ANGEBOTE UNTER 0 23 30/7 12 77 ANRUFBEANTWORTER!

FREQUENZWEICHEN-DROSSELSPULEN JEDEN WERT NACH IHREN ANGABEN BIS 2,36 mm DRAHTDURCHMESSER — FREQUENZ-FOLIENKONDENSATOREN 250 V, 3% TOL. — KERAMIKWIDERSTÄNDE — KUPFERLACKDRAHT-SPULENKÖRPER — LAUTSPRECHERLITZE-L-REGLER. ANFRAGEN AN TEL. 0 30/7 21 50 71, MICHAEL NEUHOLD, 1000 BERLIN 48, KLAUSENBURGER PFAD 15 (AUCH HÄNDLER) (INDUSTRIE-FERT.). G

DEKOR. USA-**AKTIEN** U. **BANKNOTEN** AUS ALLER WELT. SAMMLUNGSAUFLÖSUNG. LISTE 2 DM IN BRIEFMARKEN. U. BARTELS, SCHLADENER STR. 1, 3384 LIEBENBURG 1.

****** Elektronik - ATARI - IBM kompatibel ****** Einplatinencomputer vom 68008 bis 68070. Alphanumerische LCD 5*7 Dot Matrix Anzeigen von 1*16 bis 4*20 auch in Super Twist. Magnetkartenleser ab 100 DM und Magnetkarten. Festplatten für Atari von Protar ab 989,00 DM. Hoffmann Elektronik, 8940 Memmingen, 0 83 31/8 29 44, Spinnereiweg 9!! Donnerstag bis 20.00 Uhr! G

**SONDERLISTE KOSTENLOS!** Wir liefern laufend ein interessantes **Bauteile-Angebot + Bausätze + Restposten. VE-Bausatzkatalog** mit 150 Präzisionsbausätzen gegen 5,— DM in Brfm. **DJ-Electronic, Abt. 5213,** Oßwaldstr. 5, 8130 Starnberg. G

Generalüberh. Meßger. m. Garantie 0 95 45/75 23. G

ELRAD 6+7 1983 gesucht. 0 49 48/2 49.

**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, Fertiggehäuse, Bausätze.** Umfangreicher Katalog gegen 10,— DM (Scheck o. Schein, Gutschrift liegt bei.) Händleranfragen erwünscht. **Tännle acoustic,** Schusterstr. 26, 7808 Waldkirch, 0 76 81/33 10. G

**HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG + + + HAMEG** Kamera für Ossi und Monitor + **Laborwagen** + Traumhafte Preise + D.Multimeter + + ab **108,— DM** + + 3 Stck. + ab + + **98,— DM** + D. Multimeter TRUE RMS ab **450,— DM** + F.Generator + + ab **412,— DM** + P.Generator + + Testbildgenerator + Elektron. Zähler + ab **399,— DM** + Netzgeräte jede Preislage + Meßkabel + Tastköpfe + R,L,C Dekaden + Adapter + Stecker + Buchsen + Video + Audio + Kabel u.v.m. + Prospekt kostenlos + Händleranfragen erwünscht + Bachmeier elctronic, 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

**METALLSUCHGERÄTE der absoluten Spitzenklasse im Selbstbau!!! Elektron. Bausätze ab DM 129,—. HD-SICHERHEITSTECHNIK, Postfach 30 02, 3160 Lehrte 3, TELEFON 0 51 75/76 60.** G

**DC/DC Wandler;** von 12 V auf 15—40 V; 80 W; wirk: 85% kurzs. fest; Baus: DM 65,90; Fertig: 95,90 + Porto. Ing.-Büro Beckmann, Aldruper Weg 28, 4402 Greven. G

ELRAD 1/78—12/89 kompl. im Tausch gegen 24 Nadeldrucker. Tel. 05 51/7 70 11 83.

Traumhafte Oszi-Preise. Electronic-Shop, Karl-Marx-Str. 83, 5500 Trier. T. 06 51/4 82 51. G

***** INTERESSANTES VIDEO-ZUBEHÖR *** BEI T.S. TRONIX** z.B.: **Video-Farb-/Negativprozessor FM 1** nur DM 498,—; **Video-Effektmischer EM40** nur DM 478,—; **S-VHS/RGB.Konverter** ab DM 233,—; **Audiovisions-Umschalteinheit UM 45 m. Überspielverstärker u. Kopierdecoder** nur DM 298,—; **Kopierschutzdecoder** ab DM 99,—; **3-D-Fernseh-Einbauplatine** (Komplett m. 4 3-D-Fernseh-Brillen) nur DM 15,20. Vers. per NN. **Info gratis. T.S.TRONIX** (B. Thiel), Abt. E I/II, Postfach 22 44, 3550 Marburg. G

**Ca. 100 el.Meß- u.Prüfgeräte** Oszillographen, Multimeter, Netzteile etc.) nur komplett für 2280,— abzugeben. 0 47 06/7 44. G

**Baßverbesserung** bei jeder HiFi-Anlage möglich. Unser SOUND-PROCESSOR löst die meisten Tiefbaß- und Wohnraumakustikprobleme flexibel und preiswert. Kostenlose Musterlieferung 14 Tage zur Ansicht. Unkomplizierter Anschluß an jeder Stereo- und Beschallungsanlage. Verkaufspreis 278 DM. Informationen kostenlos per Post. Dipl.-Ing. P. Goldt, Bödekerstr. 43, 3000 Hannover 1, Telefon 05 11/ 3 48 18 91. G

**ELEKTRONIK-BAUTEILE + ZUBEHÖR** ZU NIEDRIGPREISEN; z.B. 1N4148 % 2,65, 1N4007 % 6,95. LISTE KOSTENLOS. LOTHAR MAIER, POSTF. 46, 7121 LÖCHGAU. G

Suche: 2 Stck. RAM 4464 und Schnittstellenbelegungsplan der Peripherie als Buchse des Bühler ASCII Terminals. Angeb. an Uwe Mörig, Burade, 2361 Tensfeld.

**ÖSTERREICH!** Bauteile - Bausätze - Computer - Zubehör - Fachliteratur - Sonderangebote! Katalog gratis! JK-Elektronik, Ing. Kloiber, D 2, Postfach 1 87, **1110 Wien.** G

**Vollhartmetall LP-Bohrer, US-Multilayerqualität m. Schaftdurchmesser 3,175 mm (1/8")** ∅ 0,2—0,5 mm 7,50 DM/St., ab 10 St. 6,50 DM/St., ∅ 0,6—3,175 mm 4,50 DM/St. ab 10 St. 3,80/St., Versand per Nachnahme zzgl. Porto. Fa. Technotrol, Petersbergstr. 15, 6509 Gau-Odernheim, Tel. 0 67 33/ 5 54, Fax: 0 67 33/66 68. G

STELLENANGEBOT

Der Heise-Verlag sucht zum nächstmöglichen Termin eine(n)

# Fachredakteur/in

für die Zeitschrift *ELRAD* — Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen.

Sie sollten sich zutrauen, in einem überdurchschnittlich engagierten jungen Team beim Ausbau eines kompetenten Elektronik-Magazins mitzuwirken. Qualifizierte Fachkenntnisse, praktische Erfahrungen in technischen Rechneranwendungen und Prozessortechnik sowie gute schriftliche Ausdrucksfähigkeit setzen wir voraus.

Wir sind ein modernes mittelständisches Verlagsunternehmen, in dem neben *ELRAD* und **c't** (magazin für computertechnik) etliche weitere Zeitschriften mit zum Teil erheblicher Marktgeltung erscheinen. Leistungsgerechte Vergütung, gute Sozialleistungen und ein kollegiales Betriebsklima sind für uns selbstverständlich.

Rufen Sie Manfred H. Kalsbach zu einer Kontaktaufnahme an: (05 11) 5 47 47-25 oder richten Sie Ihre Bewerbung (zusammen mit den üblichen Unterlagen) an: **REDAKTION** *ELRAD.*

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen

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

HEISE

# AD-DA-PC-XT/AT

AD/DA-Slotkarte für PC-XT/AT mit 8 Eingängen und 1 Ausgang zum Messen und Ausgeben von analogen Spannungen wie z. B. Tonsignale. AD-Wandelrate: 0 bis 500 kHz, DA-Wandelrate 0 bis 1 MHz. Per Software **uni-** und **bipolare** Spannungsbereiche einstellbar. Mit Anleitung zum sicheren Einbau und einfacher, genauer Beschreib. + Beispielsoftw. zum Einlesen-/Ausgeben, Diskspeichern + graph. Darstellen von Kurven **DM 189,—**

## 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 129,—**

Gratis-Informationen anfordern!

**Bitzer Digitaltechnik**
**Postfach 11 33, 7060 Schorndorf**
**Telefon: 0 71 81/6 27 48**



**ROMAN ELECTRONIC** Inh.: Volker Roman **Tel.: 0 26 45/ 49 92**
Schützenstr. 7, 5468 St. Katharinen

**VERSTÄRKER:**

| | | |
|---|---|---|
| Art.: 012 | Stereo Endstufe 2xSTK 4036 2x50 W sin. Einschaltverzögerung, div. Vorstufen # | 34,20 DM |
| Art.: 016 | Vollverstärker 2x15 Watt incl. Trafo # | 23,30 DM |
| Art.: 017 | wie Art.: 016 jedoch 2x20 W + Kühlkörper # | 28,50 DM |
| Art.: 0131 | Endstufenplatine o. Endtrans. 2x70 W sin. # | 17,10 DM |
| Art.: 014 | Endstufe 2x50 W kompl. m. Trafo KK. etc. | 48,95 DM |

**TUNERBAUSTEINE:**

| | | |
|---|---|---|
| Art.: 0852 | Tunerbaustein UKW Stereo/MW/LW anschlußfertig für Art.: 015, 016, 017 od. ähnl. # | 8,55 DM |
| Art.: 0853 | = Art.: 0852 jed. 4 Stationst., Potiabstimmung # | 17,10 DM |

**RECORDER:**

| | | |
|---|---|---|
| Art.: 9907 | Recorderplatine, Dolby-Stereo, Bandsortenwahlschalter, Poti's, Netzteil o. Trafo # | 8,55 DM |
| Art.: 99071 | LED VU zu Art.: 9907 2x5 LED's + 1xPeak # | 8,55 DM |
| Art.: 99011 | Recorderlaufwerke zum Ausschlachten, mit Köpfen, Motoren etc. 3 Stück | 5,70 DM |

**TRAFOS:**

| | | |
|---|---|---|
| Art.: 7900 | Netzteil zum Ausschlachten mit im Alu-Gehäuse, mit RK-Trafo (2x26V, 2x22V, 9V, 20V ca. 100VA) Diverse Baut. wie Elkos, IC's, Transistoren | 19,50 DM |
| Art.: 7070 | Trafo 15V/2,5A komplett abgeschirmt | 7,90 DM |
| Art.: 7001 | Universaltrafo 12-0-12V, 16V, 9V ca. 44VA | 8,55 DM |

**SONDERANGEBOT:**
(mit kl. opt. Mängeln, 14 Tage Übernahmegarantie)
14" EGA Farbmonitor (ADI) 0,31 Dot Pitch, Grün-Amber-Color schaltbar mit Schwenkfuß, inkl. EGA-Karte 256 K zum Hammerpreis: 699,00 DM

**COMPUTER:**

| | |
|---|---|
| 5MB Bull D505 5,25" volle Höhe | 75,00 DM |
| PC-Netzteil mit kleinen Fehlern, komplett im Geh. Spannung: 5V/2,5A 12V/0,3A —12V/0,1A | 17,10 DM |
| ADI-EGA Farbmonitor einzeln | 598,00 DM |
| EGA Farbgrafikkarte 256K einzeln | 149,00 DM |

**SORTIMENTE:** (Neuware gestempelt)

| | |
|---|---|
| Transistoren (50St. BC; BD; SFC; 2N etc.) | 7,50 DM |
| Dioden (50St. BY; 1N; etc.) | 5,70 DM |
| Kondensatoren (50St. Folie, Elko, Becher) | 7,50 DM |
| Widerstände (500St. 1/4W, 1/2W etc.) | 5,70 DM |
| Hochlastwiderstände (ab 10W 10 St.) | 5,70 DM |

**UHRENMODULE:**

| | |
|---|---|
| Art.: 8011 Uhrenmodul 24 Std. mit Summer 5 Std. Countdown Funktion 220V | 9,80 DM |
| Art.: 8010 wie 8011, jedoch mit Plexiglasgehäuse | 11,40 DM |

**LED VU Meter:**

| | |
|---|---|
| Art.: 033 VU Meter 2x12 Led's | 11,40 DM |

**Kühlkörper-Lüfter Einheiten mit 12x12 cm Lüfter:**

| | |
|---|---|
| Art.: 116 für 4x TO3 | 22,80 DM |
| Art.: 117 für mind. 8x TO3 | 34,20 DM |
| Art.: 118 für mind. 20x TO3 | 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.



**WIDERSTANDS-SORTIMENTE**
sortiert und zusätzlich ohmwertbeschriftet.

**Kohlewiderstands-Sortimente, ½W. 5%,** Reihe E12, Typ 0207
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 10 Stück ..... **DM 16,45**
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 25 Stück ..... **DM 34,95**
67 Werte v. 10Ω—3,3MΩ, à 100 Stück ..... **DM 92,75**
**Packung à 100 Stück/Wert DM 1,60 (E12 von 1Ω — 10 MΩ)**

**Metallwiderstands-Sortimente, ¼W. 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-Drehschalter)
**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. Centronickskabel 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 Infoliste gratis.**

**LEHMANN-electronic**
Inh.: Günter Lehmann
Tel./Btx: 06 21/89 67 80
**Bruchsaler Straße 8, 6800 Mannheim 81**


# Die Inserenten


ABB Metrawatt, Nürnberg ..... 17
albs-Alltronic, Ötisheim ..... 83
A/S Beschallungstechnik, Schwerte . 15

Benkler-Elektronik, Neustadt ..... 15
Bitzer, Schorndorf ..... 93
BKL Electronic, Lüdenscheid ..... 13
Dr. Böhm, Minden ..... 54
Bonito, Hermannsburg ..... 85
Braun-btv, Hannover ..... 83
BSE/USV-Technik, Heroldsbach .... 73
BUROSCH, Stuttgart ..... 91

Celectronic, Berlin ..... 13
Chemitec, Westerburg ..... 10
COMBA, Hanau ..... 10

Diesselhorst, Minden ..... 7
Doepfer, Gräfelfing ..... 83
DRAU Electronic, Villach ..... 88
DVS-Datentechnik, Germering ..... 85

Electronic am Wall, Dortmund ..... 83
Electronic Andersch, Fleckeby ..... 83
EMCO Maier, Siegsdorf ..... 7
eMedia, Hannover ..... 54, 85, 88

Engelmann & Schrader, Hildesheim ..... 83
EXPERIENCE electronics, Herbrechtingen ..... 7

Funlight Lasersystems, Mössingen . 54

Hados, Bruchsal ..... 88
HAPE Schmidt, Rheinfelden ..... 41
hifisound, Münster ..... 88
Hoschar Systemelektronik, Karlsruhe 37

ILS INSTITUT für LERNSYSTEME, Hamburg ..... 96
Isert, Eiterfeld ..... 95

JBC, Offenbach ..... 15

Köster, Göppingen ..... 31

LEHMANN-Elektronik, Mannheim ... 93
LSV, Hamburg ..... 27

Meyer, Baden-Baden ..... 83
Müter, Oer-Erkenschwick ..... 85

MWC, Alfter ..... 16

Neye-Enatechnik, Quickborn ... 12, 73

PHONET Lautsprecher Spezialist, Stade ..... 13
POP, Erkrath ..... 27

Reichelt, Wilhelmshaven ..... 38, 39
ROHDE-Satellitentechnik, Emmendingen ..... 83
Rohlederer, Nürnberg ..... 85
Roman Electronic, Steinshardt ..... 93

SALHÖFER, Kulmbach ..... 54
Simons, Bedburg ..... 15, 41
Soundlight, Hannover ..... 13
Späth, Holzheim ..... 83
SÜSSCO, Hamburg ..... 11

Tennert, Weinstadt-Endersbach .... 54

WELÜ-ELECTRONIC, Neustadt .... 83

Zeck Music, Waldkirch ..... 31
Ziegler, Saarbrücken ..... 88



**Impressum:**

ELRAD
Magazin für Elektronik und technische Rechneranwendungen
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telex: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129

**Technische Anfragen nur mittwochs 10.00—12.30 und 13.00—15.00 Uhr unter der Tel.-Nr. (05 11) 5 47 47-0 oder Fax (05 11) 5 47 47-33**

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968
(BLZ 250 502 99)

**Herausgeber:** Christian Heise
**Chefredakteur:** Manfred H. Kalsbach (verantwortlich)
**Redaktion:** Thomas Latzke, Hartmut Rogge
**Technik:** Dipl.-Ing. (FH) Detlef Stahl
**Ständige Mitarbeiter:** Michael Oberesch, Eckart Steffens
**Redaktionssekretariat:** Heidemarie Finke, Lothar Segner
**Technische Zeichnungen:** Marga Kellner
**Labor:** Hans-Jürgen Berndt
**Grafische Gestaltung:** Wolfgang Ulber (verantw.)
Ben Dietrich Berlin, Karin Buchholz, Dirk Wollschläger
**Fotografie:** Lutz Reinecke, Hannover

**Verlag und Anzeigenverwaltung:**
Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG
Helstorfer Straße 7
Postfach 61 04 07
3000 Hannover 61
Telefon: 05 11/53 52-0
Telex: 9 23 173 heise d
Telefax: 05 11/53 52-129

**Geschäftsführer:** Christian Heise, Klaus Hausen
**Objektleitung:** Wolfgang Penseler
**Anzeigenleitung:** Irmgard Ditgens (verantwortlich)
**Anzeigenverkauf:** Werner Wedekind
**Disposition:** Gerlinde Donner-Zech, Christine Paulsen, Pia Ludwig, Andreas Rinne
**Anzeigenpreise:**
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 12 vom 1. Januar 1990
**Vertrieb:** Wolfgang Bornschein, Anita Kreutzer
**Herstellung:** Heiner Niens
**Satz:**
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1
Ruf (05 11) 70 83 70
**Druck:**
C. W. Niemeyer GmbH & Co. KG,
Osterstr. 19, 3250 Hameln 1, Ruf (0 51 51) 2 00-0

ELRAD erscheint monatlich.

Einzelpreis DM 6,80 (öS 58,— / sfr 6,80)
Das Jahresabonnement kostet: Inland DM 71,40 (Bezugspreis DM 54,— + Versandkosten DM 17,40), Ausland DM 74,60 (Bezugspreis DM 50,— + Versandkosten DM 24,60), Studentenabonnement/Inland DM 61,20 (Bezugspeis DM 43,80 + Versandkosten DM 17,40), Studentenabonnement/Ausland DM 65,40 (Bezugspreis DM 40,80 + Versandkosten DM 24,60). (Nur gegen Vorlage der Studienbescheinigung.) Luftpost auf Anfrage. (Konto für Abo.-Zahlungen: Verlag Heinz Heise GmbH & Co KG, Postgiro Hannover, Kt.-Nr. 401 655-304 (BLZ 250 100 30)). Bezugszeit: Das Abonnement gilt zunächst für 1 Jahr: es verlängert sich, wenn nicht 6 Wochen vor Ablauf dieses Jahres schriftlich beim Verlag Heinz Heise gekündigt wird, um ein weiteres Jahr.

Versand und Abonnementsverwaltung:
SAZ marketing services, Gutenbergstr. 1—5, 3008 Garbsen
Tel.: 05 137/13 01 25

**Lieferung an Handel (auch für Österreich und die Schweiz):**
Verlagsunion Pabel Moewig KG
Postfach 57 07, D-6200 Wiesbaden, Ruf (0 61 21) 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 postalischen Bestimmungen bei Erwerb, Errichtung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exclusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany
© Copyright 1990 by Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG

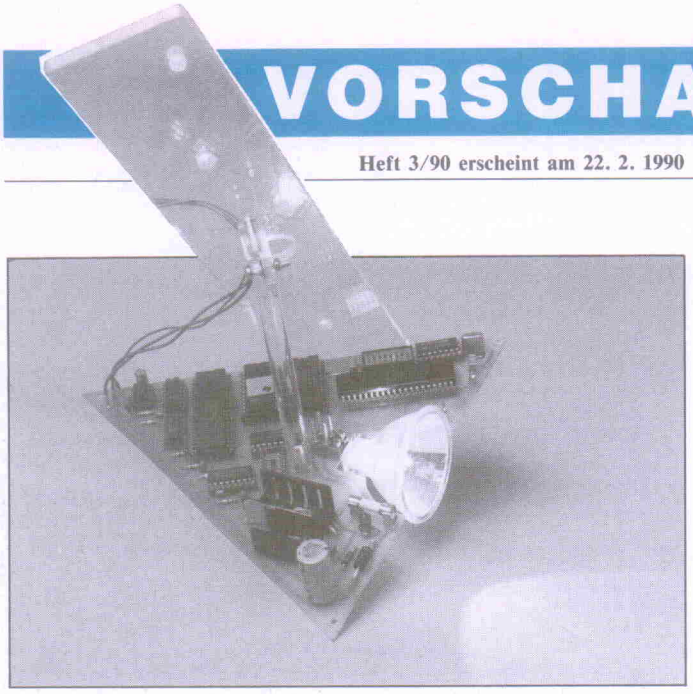


**ISSN 0170-1827**

Titelidee: ELRAD Titelfoto: Lutz Reinecke, Hannover

# VORSCHAU

Heft 3/90 erscheint am 22. 2. 1990



## DemoScope

Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht findet vorne statt, wo der Lehrer experimentiert. Wer hinten nicht alles mitbekommt, ist nachher der Dumme. Und bleibt vielleicht zeitlebens Hinterbänkler.
Das DemoScope — auf der Basis von Monitor-Chassis, die derzeit sehr preiswert angeboten werden — begegnet Lehrmittelkürzungen mit elektronischer Intelligenz.

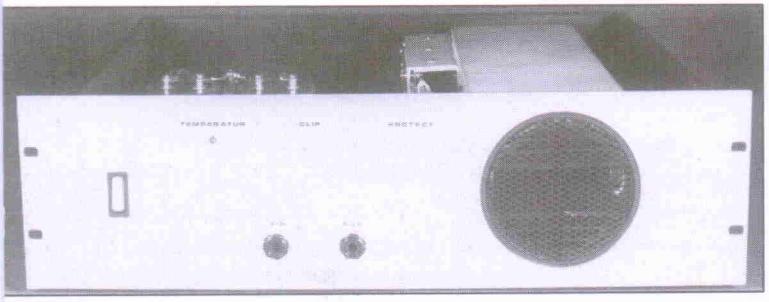
## Szenario

**Natürlich kann man sich eine Halogenlampe und einen Trafo besorgen, letzteres mit dem Netz und ersteres mit letzterem verbinden und sich an dem besonderen Flair einer zeitgemäßen Beleuchtung delektieren. Wie langweilig, wie unprofessionell.**

**Natürlich kann man sich alternativ die nächste Elrad ansehen und das dort beschriebene Halogen-Designer-System aufbauen, dessen Prozessor jeden Wohnraum, jede Etalage, jeden Messestand zur programmgesteuerten Szenerie macht. Wie intelligent.**

## Simulationsprogramme für Regelungssysteme

Elrad hat sich in dieser Ausgabe mit analoger Schaltungssimulation beschäftigt, mit Programmen also, deren Anwendungsfeld auf die reine Elektronik beschränkt ist. Regelungssimulatoren bieten da schon ein breiteres Anwendungsspektrum — denkt man zum Beispiel an den geregelten Katalysator oder den Schweinemarkt. Drei Softwarepakete dieser Spezies werden in der nächsten Ausgabe unter die Lupe genommen.

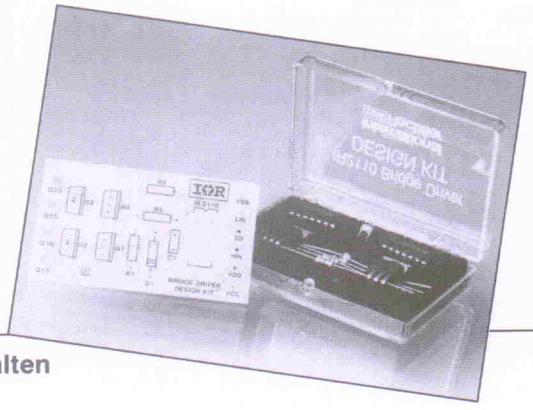


## 19″-Power-PA

Eine Endstufe der oberen Leistungsklasse. Die sekundäre Trafospannung darf, je nachdem, welche Leistungsforderung gestellt wird, zwischen ±33 V und ±60 V liegen. Damit sind Ausgangsleistungen bis zu 670 W Sinus pro Kanal bei einem Klirrfaktor von 0,02 % möglich. Symmetrische Eingänge sind bei diesem Projekt ebenso Standard wie die heutzutage üblichen Schutzschaltungen; zusätzliche Bühnenbeleuchtung in Form einer LED-Aussteuerungsanzeige ist optional vorgesehen. Genug für Bühne und Studio.

## Designer-Kit für Brückentreiber

Das Brückentreiber-IC IR2110 eignet sich für Motorsteuerungen, Schaltnetzteile, Inverter, Chopper und viele andere Applikationen. Der Hersteller bietet ein Kit an, mit dessen Hilfe der Entwickler testen kann, ob der Baustein die gewünschten Anforderungen erfüllt. Design Corner.




## Dies & Das

### Arnstorf — Das Zentrum

...so lautete die Langzeitprognose von Hans Knürr bereits im September des vergangenen Jahres — viele Wochen also vor dem überraschenden deutsch/deutschen Sperrschicht-Durchbruch mit Lawineneffekt.

Der niederbayerische Gehäuseunternehmer, bekannt für offene, markige und zuweilen knurrige Sätze, hatte vor 21 Jahren die Produktionsstätten der Knürr AG in das Kaff Arnstorf gelegt — fern jeglichen Weltgetriebes, nahe der damals noch sehr funktionstüchtigen östlichen Grenze der Republik. Eine kluge Standortpolitik, so Hans Knürr, denn heute endlich offenbart sich ihr tiefster Sinn. So orakelte er im Vorwort seiner Hauspostille 'burg nachrichten':

*„Den Rest standortpolitischer Zweifel, die Arbeitslage im Hauptabsatzmarkt, beseitigt jetzt mit Nachdruck Herr Gorbatschow. Seine Öffnungspolitik, seine angestrebte Annäherung an die soziale Marktwirtschaft wird ja, zumindest von einigen RGW-Staaten, gewünscht und natürlich heute mehr als unterstützt, so daß bei Fortsetzung dieses fast traumhaften Wandels zukünftig auch der Elektroniker in Nowossibirsk oder in Leningrad, in Budapest, Prag oder Warschau endlich seine Gehäuse von uns beziehen kann, ohne als Systemverräter gesehen zu werden."*

Inzwischen ist Herr Knürr von seinen eigenen Visionen überrannt worden wie andernorts die Kaufhäuser von ihren neuen Kunden. Er hat es sicher mit Freude hingenommen. Den Wermutstropfen, daß nun die Stadt Leipzig, die er in seiner Auflistung vermieden hat, nun auf dem besten Wege ist, der Metropole Arnstorf den Rang abzulaufen, wird er hingegen schlucken müssen.

**isel-Eprom-UV-Löschgerät 1 ..... DM 89.–**

- Alu-Gehäuse, L 150 × B 75 × H 40 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 150 × B 55 mm, mit Schiebeverschluß
- Löschschlitz, L 85 × B 15 mm, mit Auflageblech für Eproms
- UV-Löschlampe, 4 W, Löschzeit ca. 20 Minuten
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 5 Eproms

**isel-Eprom-UV-Löschger. 2** (o. Abb.) **... DM 248.–**

- Alu-Gehäuse, L 320 × B 220 × H 55 mm, mit Kontrollampe
- Alu-Deckel, L 320 × B 200 mm, mit Schiebeverschluß
- Vier Löschschlitze, L 220 × B 15 mm, mit Auflageblech
- Vier UV-Löschlampen, 8 W/220 V, mit Abschaltautomatik
- Elektronischer Zeitschalter, max. 25 Min., mit Start-Taster
- Intensive u. gleichzeitige UV-Löschung von max. 48 Eproms

**isel-19-Zoll-Rahmen und Gehäuse**

| | |
|---|---|
| 10-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 27.80 |
| 19-Zoll-Rahmen, 3 HE, eloxiert | DM 36.80 |
| 19-Zoll-Rahmen, 6 HE, eloxiert | DM 48.80 |
| 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 2.75 |
| Führungsschiene (Karteträger) | DM –.55 |
| Frontplattenschnellverschl. mit Griff | DM –.85 |
| Frontplatte-/Leiterplatte-Befestigung | DM –.70 |
| ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, anthrazit | DM 1.12 |
| ABS-Gerätegriff, Ra 88 mm, silbergrau | DM 1.45 |

**isel-Euro-Gehäuse aus Aluminium**

- Eloxiertes Aluminium-Gehäuse, L 165 × B 103 mm
- 2 Seitenteil-Profile, L 165 × H 42 oder H 56 mm
- 2 Abdeckbleche oder Lochbleche, L 165 × B 88 mm
- 2 Front- bzw. Rückplatten, L 103 × B 42 oder B 56 mm
- 8 Blechschrauben, 2,9 mm, und 4 Gummifüße

**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... **DM 11.20**
L 165 × B 103 × H 42 mm, mit Abdeckblech

**isel-Euro-Gehäuse 1** ..... **DM 12.50**
L 165 × B 103 × H 42 mm, mit Lochblech

**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... **DM 12.50**
L 165 × B 103 × H 56 mm, mit Abdeckblech

**isel-Euro-Gehäuse 2** ..... **DM 14.50**
L 165 × B 103 × H 56 mm, mit Lochblech

**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 1 ... DM 56.80**

- Alu-Rahmen 260 × 240 × 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 260 × 240 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 8 verstellb. Haltefedern
- Zwei verstellbare Schienen mit 4 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 220 × 200 mm (2 Euro-Karten)

**isel-Bestückungs- u. -Lötrahmen 2 ... DM 99.80**

- Alu-Rahmen 400 × 260 × 20 mm, mit Gummifüßen
- Schließbarer Deckel 400 × 260 mm, mit Schaumstoff
- Platinen-Haltevorrichtung mit 16 verstellb. Haltefedern
- Drei verstellbare Schienen mit 6 Rändelschrauben
- Gleichzeitiges Bestücken und Löten von Platinen
- Für Platinen bis max. 360 × 230 mm (4 Euro-Karten)

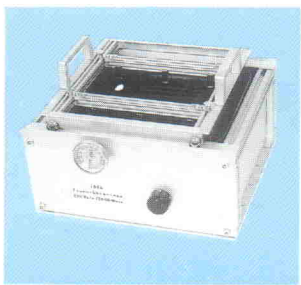
**isel-Flux- und Trocknungsanlage ..... DM 396.–**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 550 × B 295 × H 145 mm
- Schaumfluxer, Flußmittelaufnahme 400 ccm
- Schaumwellenhöhe stufenlos regelbar
- Heizplatte als Vorheizung und Trocknung
- Leistungsaufnahme 220 V/2000 W, regelbar
- Fluxwagen für Platinen bis 180 × 180 mm

**isel-Flux- und Trocknungswagen, einzeln DM 45.–**
für Platinen bis max. 180 × 180 mm

**isel-Verzinnungs- und Lötanlage ..... DM 340.–**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 260 × B 295 × H 145 mm
- Heizplatte 220 V/2000 W, stufenlos regelbar
- Alu-Lötwanne, teflonisiert, 240 × 240 × 40 mm
- Bimetall-Zeigerthermometer, 50–250 Grad
- Lötwagen, verstellbar, max. Platinengröße 180 × 180 mm

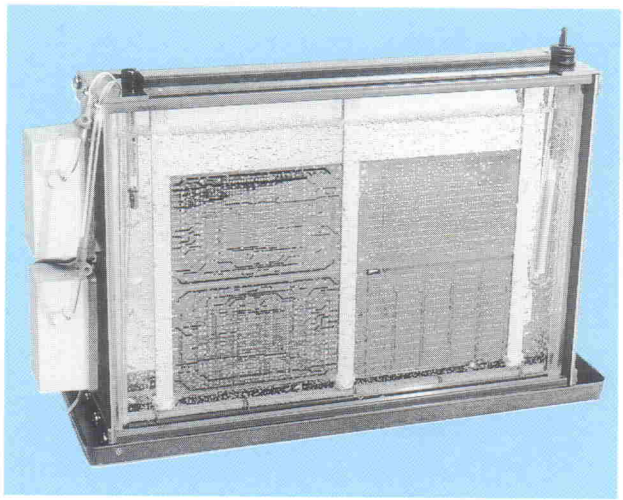


**isel-Verzinnungs- u. Lötwagen einzeln .. DM 45.–**
für Platinen bis max. 180 × 180 mm

# isert-electronic

## isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 1 — DM 180.–

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 260 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- Spezialpumpe, 220 V, mit Luftverteilrahmen
- Heizstab, 100 W/200 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 4 Eurokarten
- Auffangwanne, L 400 x B 150 x H 20 mm

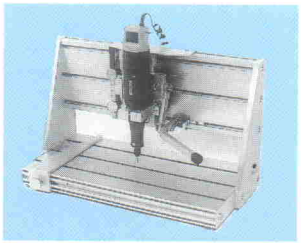


## isel-Entwicklungs- u. -Ätzgerät 2 — DM 225.–

- Superschmale Glasküvette, H 290 x B 430 x T 30 mm
- PVC-Küvettenrahmen mit Kunststoffwanne
- 2 Spezialpumpen mit Doppelluftverteilrahmen
- Heizstab, 200 W/220 V, regelbar, Thermometer
- Platinenhalter, verstellbar, max. 8 Eurokarten
- Auffangwanne, L 500 x B 150 x H 20 mm

**isel-Bohr- und Fräsgerät ..... DM 340,–**

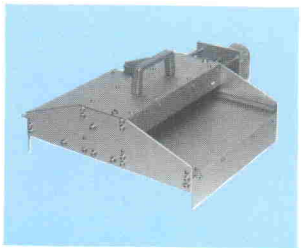
- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch 350 x 175 mm
- Präzisionshubvorrichtung mit isel-Linearführung
- Verstellbarer Hub max. 40 mm, mit Rückstellfeder
- Verstellbarer Seitenanschlag und Tiefenanschlag
- Bohr- und Fräsmaschine 220 V mit 3 mm Spannzange
- Feed-Back Drehzahlregelung von 2000–20 000 U/min
- Hohe Durchzugskraft und extrem hohe Rundlaufgenauigkeit



**isel-Bohr- und Fräsständer mit Hubvorrichtung, einzeln ..... DM 239.–**

**isel-Walzen-Verzinnungsaufsatz für Verzinnungs- u. Lötanlage .... DM 498,–**

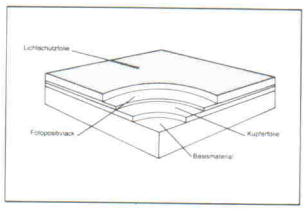
- Eloxiertes Alu-Gehäuse L 300 x B 400 x H 120 mm
- Spezial-Zinn-Auftragswalze, ∅ 40, L 190 mm
- Gleichstromgetriebemotor — Antrieb 24 V
- Transportgeschwindigkeit stufenlos regelbar
- Arbeitsbreite max. 180 mm
- Gesamtgewicht 5,7 kg



**„Isert"-electronic, Hugo Isert**
**6419 Eiterfeld, ☎ (0 66 72) 70 31, Telex 493 150**
**Versand per NN, plus Verpackung + Porto, Katalog 5,– DM**

**isel-fotopositivbeschichtetes Basismaterial**

- Kupferkaschiertes Basismaterial mit Positiv-Lack
- Gleichmäßige u. saubere Fotoschicht, Stärke ca. 6 µm
- Hohe Auflösung der Fotoschicht u. galv. Beständigkeit
- Rückstandsfreie Lichtschutzfolie, stanz- u. schneidbar




Pertinax FR 2, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pertinax 100 × 160 | DM 1.55 | Pertinax 200 × 300 | DM 5.80 |
| Pertinax 160 × 233 | DM 3.60 | Pertinax 300 × 400 | DM 11.65 |

Epoxyd FR 4, 1seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

| | | | |
|---|---|---|---|
| Epoxyd 100 × 160 | DM 2.95 | Epoxyd 200 × 300 | DM 11.20 |
| Epoxyd 160 × 233 | DM 6.90 | Epoxyd 300 × 400 | DM 22.30 |

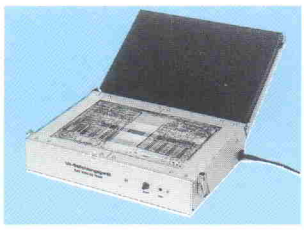
Epoxyd FR 4, 2seitig, 1,5 mm stark, mit Lichtschutzfolie

| | | | |
|---|---|---|---|
| Epoxyd 100 × 160 | DM 3.55 | Epoxyd 200 × 300 | DM 13.30 |
| Epoxyd 160 × 233 | DM 8.25 | Epoxyd 300 × 400 | DM 26.55 |

**10 St. 10 %, 50 St. 30 %, 100 St. 35 % Rabatt**

**isel-UV-Belichtungsgerät 1 ..... DM 215.–**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 320 × B 220 × H 55 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 320 × B 220 × H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 8 W/220 V
- Belichtungsfläche 245 × 175 mm (max. zwei Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten



**isel-UV-Belichtungsgerät 2 ..... DM 298.–**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 480 × B 320 × H 60 mm, mit Glasplatte
- Deckel L 480 × B 320 × H 13 mm, mit Schaumstoffaufl. 20 mm
- 4 UV-Leuchtstofflampen, 15 W/220 V
- Belichtungsfläche 365 × 235 mm (max. vier Euro-Karten)
- Kurze u. gleichmäßige Belichtung für Filme u. Platten

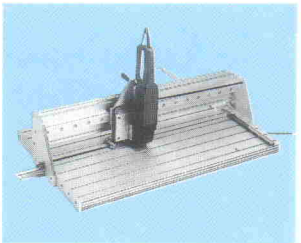
**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 2 für zweiseitige Belichtung ..... DM 1138.–**

- Eloxiertes Alu-Gehäuse, L 475 × B 425 × H 140 mm
- Vakuumrahmen mit Selbstverschluß und Schnellbelüftung
- Nutzfläche 360 × 235 mm/maximaler Zwischenraum 4 mm
- Vakuumpumpe, 5 L/Min., maximal –0,5 bar
- Acht UV-Leuchtstofflampen 15 W/220 V
- Anschluß 220 V, Leistungsaufnahme 300 W
- Zeiteinstellung 6–90 Sek. und 1–15 Min.

**isel-Vakuum-UV-Belichtungsgerät 1 für einseitige Belichtung ..... DM 898.–**

**isel-Präzisions-Handtrennsäge .... DM 980,–**

- Alu-Ständer mit T-Nuten-Tisch: 800 x 500 mm
- Verfahrweg, 600 mm mit isel-Doppelspurvorschub
- Seitenanschlag mit Skala u. verstellbarem Tiefenanschlag
- Alu-Block mit Niederhalter und Absaugvorrichtung
- Motor 220 V/710 W, Leerlaufdrehzahl 10 000 U/min
- Leichtmetall bis 6 mm, Kunststoff bis 6 mm Stärke
- Option: Diamant-Trennscheibe oder Hartmetall-Sägeblatt



**Diamant-Trennscheibe, ∅ 125 mm .... DM 340.–**
**Hartmetall-Sägeblatt, ∅ 125 mm ..... DM 112.–**

Studiendirektor Dr. B. Schmidt-Tiedemann

# Nutzen Sie Ihre Chance für eine erfolgreiche Zukunft!

## Möchten Sie

- **allen Anforderungen der Zukunft gewachsen sein?**
- **mehr Wissen, mehr Ansehen und Erfolg haben?**
- **einfach mehr aus Ihrem Leben machen?**

**120** bewährte Fernkurse bringen Sie zu Ihrem persönlichen Ziel. Sie studieren bequem zu Hause neben Ihrem Beruf – ohne Verdienstausfall.

**Nutzen Sie Ihre Chance:**
Fordern Sie SOFORT mit Ihrem untenstehenden Gutschein umfangreiche GRATIS-Informationen an, es lohnt sich für Sie.
Ein guter Anfang für eine sichere Zukunft!

Suchen Sie sich hier Ihr Ziel, und tragen Sie die Nummer in den untenstehenden Gutschein ein.

## Schulabschlüsse

901/1 **ABITUR** – wenn Sie den Hauptschulabschluß besitzen
901/2 **ABITUR** – wenn Ihr Realschulabschluß länger als 5 Jahre zurückliegt
901/3 **ABITUR** – wenn Ihr Realschulabschluß **nicht** länger als 5 Jahre zurückliegt
930 Hauptschulabschluß
921 Realschulabschluß
915 Fachhochschulreife Technik
916 Fachhochschulreife Wirtschaft
461 Abschluß 2jährige Handelsschule

## Sprachen

602 Umgangsenglisch
605 Cambridge First Certificate in English
606 Handelsenglisch
611 Französisch
630 Italienisch
615 Russisch
620 Spanisch

## Allgemeinbildung/Hobby

944 AUTOR werden – schreiben lernen
170 Gutes Deutsch
150 Erfolgstraining – Persönlichkeitsbildg.
151 „99-Tage-Training"
942 Ölmalerei
722 Raumgestaltung/Innenarchitektur
940 Zeichnen und angewandte Grafik

## Wirtschaft

374 Staatlich geprüfter Betriebswirt * (5 verschiedene Fachrichtungen)
421 Bilanzbuchhalter IHK *
270 Buchhalter
415 Bürosachbearbeiter/-in
580 Fremdsprachenkorrespondent Englisch
336 Geprüfter Kredit- und Finanzierungsfachmann
541 Lagerverwalter
290 Geprüfte Sekretärin IHK *
414 Speditionssachbearbeiter
607 Staatlich anerkannter Übersetzer IHK-Englisch
300 Verkaufsleiter
302 Geprüfter Anlage- und Vermögensberater
332 Versicherungsfachwirt

SPEZIALKURSE

591 Ausbildung der Ausbilder *
202 Betriebliches Steuerwissen
492 Betriebswirtschaftslehre
263 Buchführung und Bilanz
301 Geschäftsführung in Klein- und Mittelbetrieben
405 Kaufmännisches Grundwissen
209 Kaufmännisches Rechnen und Finanzmathematik
251 Kaufmännischer Schriftverkehr
207 Marketing und Marktforschung
206 Maschinenschreiben
590 Personal- und Ausbildungswesen
316 Werbegrafik und Design
400 Werbung und Verkauf

## Technik

79 Chemo-Techniker *
764 Elektronik-Techniker *
71 Energie-Techniker *
704 Heizungs-, Lüftungs- und Sanitär-Techniker *
72 Hochbau-Techniker *
701 Kfz.-Techniker *
791 Kunststoff-Techniker *
70 Maschinenbau-Techniker *
762 Nachrichten-Techniker *
721 Tiefbau-Techniker *
870 Elektroinstallateurmeister *
840 Industriemeister Metall *
890 Maurermeister *
853 Gepr. Polier-Hochbau * (Maurerpolier)
891 Gepr. Polier-Tiefbau * (Schachtmeister)

SPEZIALKURSE

780 Arbeitsvorbereitung
702 NC und CNC-Technik
754 Bauzeichnen 726 Baustatik
752 Techn. Zeichnen, Grundkurs
710 Grundlagen der Elektrotechnik
875 Elektronik für techn. Berufe
700 Kfm. Wissen für Ing. u. Techniker
208 Kfm. Wissen für Handwerksmeister

## EDV/Computer

273 Grundlehrgang Datenverarbeitung
274 Programmierer
275 Programmiersprachen Ass., RPG
276 BASIC

Für alle so * gekennzeichneten Lehrgänge können Sie unter bestimmten Voraussetzungen bei Ihrem Arbeitsamt gem. § 34 AFG einen Zuschuß zu den Lehrgangsgebühren beantragen.

## GUTSCHEIN

Nur für Erwachsene ab 18 Jahren!

**Ja,** ich will meine Chance nutzen und möchte völlig kostenlos und unverbindlich über das ILS-Bildungsangebot informiert werden.

Senden Sie mir umgehend gratis und unverbindlich per Post mein Info-Paket mit dem großen neuen ILS-Studienhandbuch mit über 120 ausführlichen Lehrgangsbeschreibungen. Das gesamte Paket geht in mein Eigentum über, ich brauche Ihnen nichts zurückzusenden.

**Tragen Sie hier die Nummern Ihrer Berufs- oder Bildungsziele ein!**

Die Nummer meines Zieles lautet:

Füllen Sie diesen Gutschein vollständig aus und senden Sie ihn SOFORT ab! Postwendend erhalten Sie dann Ihr Info-Paket. Ohne Kosten, ohne Verpflichtungen für Sie!

Vorname _____ Zuname _____

Straße / Hausnummer _____ 42 AA

PLZ / Ort _____

Jetziger Beruf _____ Geburtsdatum _____

Garantiert kein Vertreterbesuch!

## Eine kleine Aufmerksamkeit

für jeden, der seine Chance nutzt:
Jeder Einsender bekommt neben dem kostenlosen Studienhandbuch und vielen wertvollen Tips und Informationen ein zusätzliches Geschenk!

**040/675 001 48** Verlangen Sie Frau König.
Abends und am Wochenende: Tonbandservice für Sie!
**NEU!** Bundeswehr-Angehörige beraten wir unter der Sonder-Tel.-Nr. 040/67 50 01 33

**Institut für Lernsysteme GmbH, Doberaner Weg 6-8, Abt. 42 AA 2000 Hamburg 73**

***Wenn Sie sich entschieden haben, das Gratisangebot nicht anzunehmen, so lesen Sie bitte diesen Brief:***

*Lieber Elrad-Leser,*

*halten Sie das für möglich? Von 1000 Lesern dieser Zeitschrift fordern nur 10 unser Studienhandbuch an, das auf rund 170 Seiten viele wertvolle Tips und Anregungen für ihren persönlichen Erfolg enthält.*

*Als Herausgeber dieses Gratis-ILS-Studienhandbuches verstehe ich wirklich nicht, daß sich nicht jeder Fortbildungs-Interessierte unser Gratisangebot schicken läßt. Ich versichere Ihnen: Es ist vollkommen kostenlos und unverbindlich für Sie!*

*Unser Studienhandbuch kommt wirklich ohne irgendwelche Verpflichtungen für Sie per Post zu Ihnen. Wir bezahlen sogar das Porto. Und zurückzuschicken brauchen Sie es auch nicht.*

*Alle ILS-Fernlehrgänge entsprechen selbstverständlich dem Fernunterrichtsschutzgesetz. Sie sind staatlich überprüft und zugelassen.*

*Ich versichere Ihnen außerdem, daß wir Sie nur auf schriftlichem Wege informieren und keinen Vertreter – Berater – zu Ihnen schicken.*

*Mit freundlichem Gruß*

*Gunther Flasse, Direktor des ILS*